

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 6,364 L.** Este derrame se originó por el accidente de una unidad propiedad de la empresa **Transportadores Unidos TUSA, S.A. de C.V.**, ocurrido el 14 de mayo de 2015 en el **Boulevard San Buenaventura esquina Circuito Exterior Mexiquense, municipio de Ixtapaluca, Estado de México.**

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, 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 409.3 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 Idem

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

2.3. ANTECEDENTES DEL DERRAME

2.3.1. Derrame y diligencias

El accidente ocurrió el día 14 de mayo de 2015 en el **Boulevard San Buenaventura esquina Circuito Exterior Mexiquense, municipio de Ixtapaluca, Estado de México**. En el sitio se derramó **Turbosina (FM3¹³)** manifestándose la cantidad derramada de **aproximadamente 6,364 L** tal como lo señala Acta Constancia de Hechos emitida por PEMEX Refinación (*Anexo III – Acta Constancia de Hechos PEMEX*).

La empresa **Transportadores Unidos TUSA, 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) ingresando escrito ante dicha Dependencia conteniendo como anexos el formato del Aviso Inmediato PROFEPA-03-017-A y la Formalización de Aviso PROFEPA-03-017-B (*Anexo IV – 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 V – 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. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA CONTAMINACIÓN

El transportista responsable del derrame es la empresa **Transportadores Unidos TUSA, 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 los siguientes:

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

2.5. UBICACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL DE IXTAPALUCA¹⁴

El municipio de Ixtapaluca está enclavado en la zona oriente del Estado de México, se localiza a los 19° 14' 30" de Latitud Norte, al paralelo 19° 24' 40" y Longitud Oeste al meridiano 98° 57' 15".

Está situado entre las carreteras nacionales de México-Puebla y México-Cuautla que pasan precisamente dentro de su territorio y se bifurcan ambas rectas enfrente de lo que fuera en otra época, gran finca ganadera llamada Santa Bárbara propiedad del general Plutarco Elías Calles.

Dista 7.5 Km de Chalco, a 32 Km de la capital de la República Mexicana y a 110 Km de la ciudad de Toluca. Limita al Norte con Chicoloapan y Texcoco; al Sur con Chalco; al Este con el estado de Puebla y al Oeste con Chicoloapan y Los Reyes, La Paz.

El territorio municipal de Ixtapaluca, conserva la extensión y límites actuales reconocidos conforme a la ley en 1960, la superficie territorial era de 206.13 Km², contando con 43 localidades en 1970, la superficie sigue siendo de 206.13 Km² y 17 localidades. En 1980 la superficie es de 327.40 Km² y 25 localidades, en 1990 tiene una superficie de 315.10 Km² con 37 localidades.



Figura No. 2.1. Ubicación del municipio de Ixtapaluca.

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

2.6. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO DEL DERRAME

La ubicación del sitio de derrame es en el **Boulevard San Buenaventura esquina Circuito Exterior Mexiquense, municipio de Ixtapaluca, Estado de México**. En el sitio se derramaron **aproximadamente 6,364 L de Turbosina**, su ubicación geográfica se señala en la Tabla No. 2.2.

Tabla No. 2.2. Ubicación geográfica del sitio del accidente	
Latitud Norte	Longitud Oeste
19° 18' 22.31"	98° 52' 20.47"
UTM ¹⁵	
14Q 0513410 2134713	

El sitio del derrame se ubica sobre el derecho de vía del Boulevard San Buenaventura esquina Circuito Exterior Mexiquense. Se observa vegetación típica de la región.

El sitio de impacto forma parte de un camino de terracería, además en los alrededores se observan locales comerciales. A aproximadamente 4.06 Km del sitio de impacto se encuentra ubicada la cabecera municipal de Ixtapaluca. No se observan cuerpos de agua superficiales ni subterráneos cercanos al sitio.

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 Monterrey, INEGI, México.



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

2.7. 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.

2.8. USO DE SUELO

En el sitio del derrame existe la presencia de **agricultura de riego**, áreas donde el ciclo vegetativo de los cultivos está asegurado mediante el agua de riego proporcionada por cualquier técnica. Se incluyen aquellas áreas con riegos parciales, ya sean de auxilio o de punteo¹⁷.

Cabe señalar que el suelo impactado por el derrame de Turbosina donde se suscitó la volcadura pertenece al derecho de vía del Boulevard San Buenaventura esquina Circuito Exterior Mexiquense, y por otra parte, el suelo impactado producto del derrame del hidrocarburo tiene un uso de suelo Agrícola de tipo agricultura de riego de acuerdo a la Carta de uso de suelo y vegetación 1: 1 000 000 México. INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), sin embargo, podemos observar que el sitio de impacto también forma parte de un camino de terracería.

¹⁷ Carta de uso de suelo y vegetación 1: 1 000 000 México. INEGI. México.

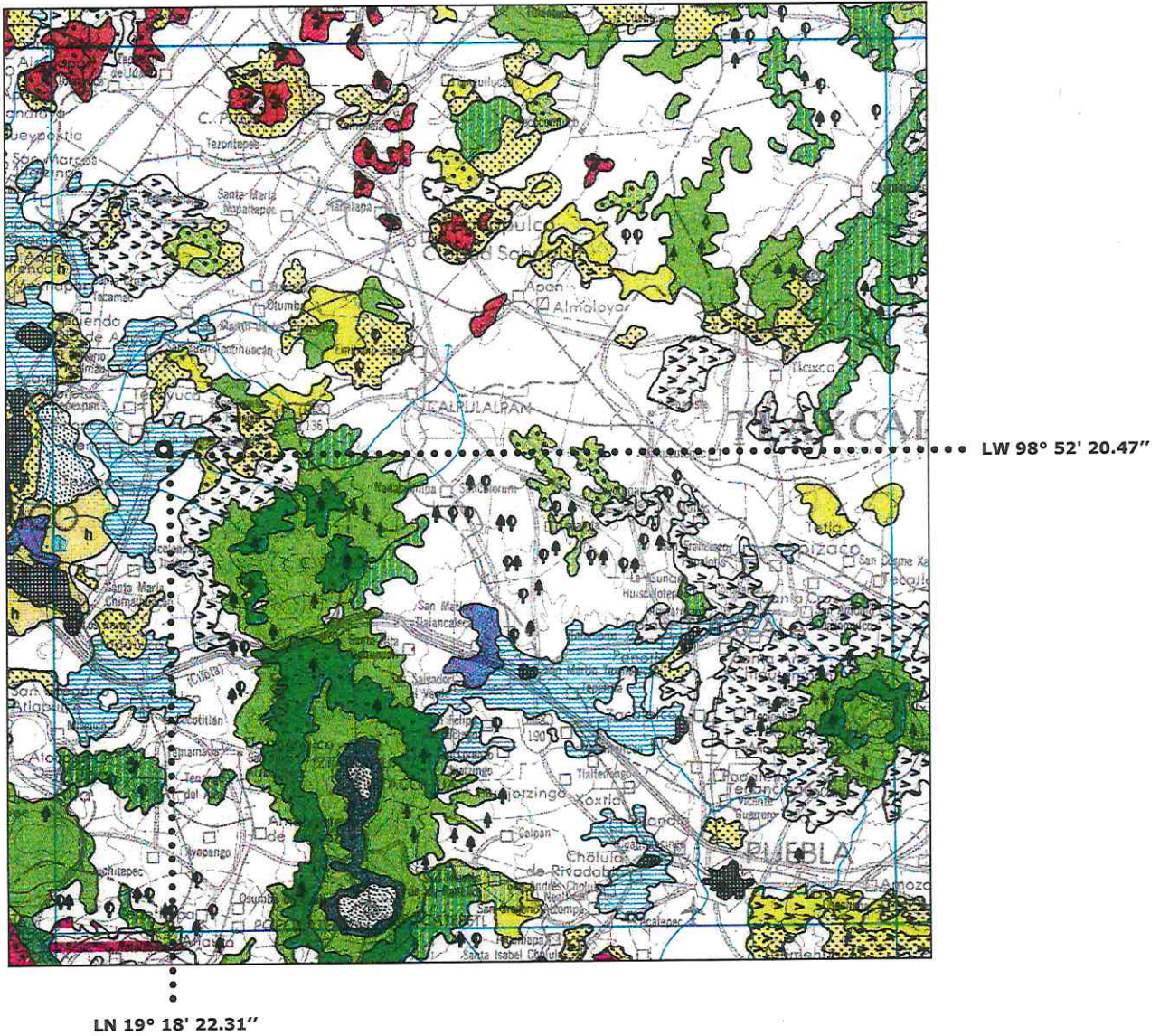


Figura No. 2.3. Coordenadas del sitio de derrame y su correspondiente uso de suelo y vegetación.

2.9. EDAFOLOGÍA

El sitio del derrame presenta la siguiente clasificación del suelo:

Hh + Hg + Zm / 2¹⁸

Suelo predominante: Hh – Feozem háplico

Suelo secundario: Hg – Feozem gléyico

Suelo terciario: Zm – Solonchak mólico

Textura del suelo¹⁹: 2 – Media (Limosa)

Fase física²⁰: Sin fase física

Fase química²¹: Salina

El término **Feozem** deriva del vocablo griego "*phaios*" que significa oscuro y del ruso "*zemlja*" que significa tierra, haciendo alusión al color oscuro de su horizonte superficial, debido al alto contenido en materia orgánica.

El material original lo constituye un amplio rango de materiales no consolidados.

Se asocian a regiones con un clima suficientemente húmedo para que exista lavado pero con una estación seca; el clima puede ir de cálido a frío y van de la zona templada a las tierras altas tropicales. El relieve es llano o suavemente ondulado y la vegetación de matorral tipo estepa o de bosque.

El término **Solonchak** deriva de los vocablos rusos "*sol*" que significa sal y "*chak*" que significa área salina, haciendo alusión a su carácter salino. El material original lo constituye, prácticamente, cualquier material no consolidado.

Se encuentran en regiones áridas o semiáridas, principalmente en zonas permanentemente o estacionalmente inundadas. La vegetación es herbácea con frecuente predominio de plantas halófilas; en ocasiones aparecen en zonas de regadío con un manejo inadecuado. En áreas costeras pueden aparecer bajo cualquier clima.

En cuanto a la textura del suelo, ésta es media (limosa²²), la cual está compuesta por menos del 35% de arcilla y menos del 65% de arena. Presenta fase química Salina, la cual se caracteriza por

¹⁸ Carta Edafología 1: 1 000 000 Monterrey. 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 una capa fuertemente cementada por carbonato de calcio y magnesio dentro de los 50 y hasta 100 cm de profundidad.

²¹ Presenta saturación de sodio intercambiable de 15 a 40%.

presencia de sales solubles, con conductividad eléctrica de 4 a 16 mmhos/cm a 25° C²³. No presenta fase física.

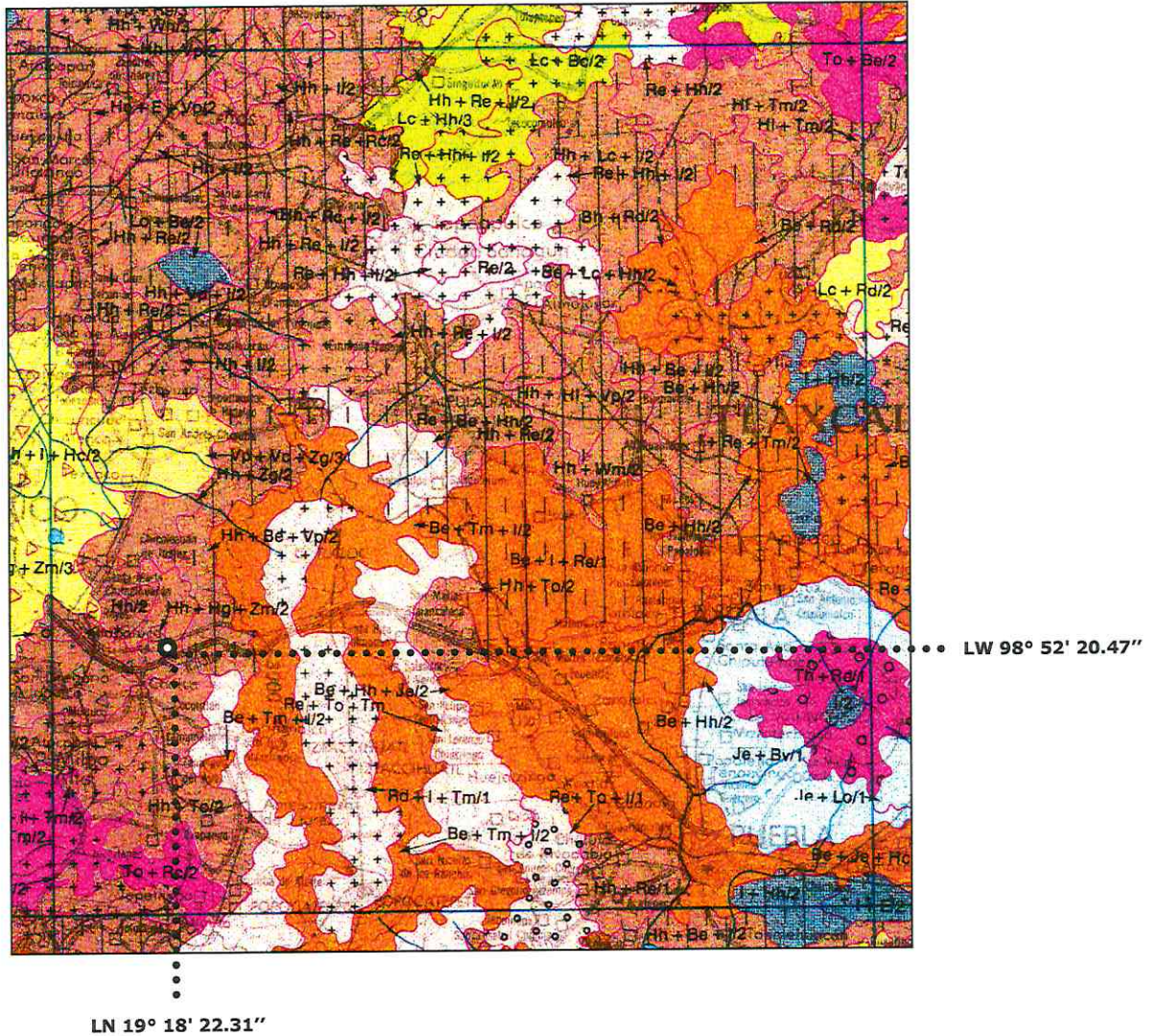


Figura No. 2.4. Coordenadas del sitio de derrame y su correspondiente tipo de suelo.

²² Tamaño de partícula: entre 0.2 mm y 0.002 mm

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

2.10. CLIMA

El clima en el municipio de Ixtapaluca es templado subhúmedo, con lluvias en los meses de junio, julio, agosto y septiembre; los meses más calurosos junio, agosto, septiembre. La dirección de los vientos, es de Norte Sureste; los vientos del Sureste son los dominantes.

La temperatura presenta variaciones, debido a que en el municipio hay zonas con mayor altura que otras, la temperatura media es de 15.1° C, la media anual es de 11.1° C, la extrema máxima es de 39° C y la extrema mínima es de 8° C bajo cero; la precipitación pluvial anual es de 660 mm, los días con heladas son aproximadamente 24.

2.11. HIDROLOGÍA

La cuenca hidrológica, del municipio de Ixtapaluca, tiene sus orígenes en la zona montañosa del Noreste y está formada por el arroyo Texcalhuey, que viene de la parte Norte; el Texcoco, que confluye con el de las Jícaras y se origina en los cerros Yeloxóchitl y Capulín; el de la Cruz, que se forma en el cerro de la Sabanilla y llega al arroyo San Francisco, que pasa por Ixtapaluca y desemboca en el río de la Compañía, que pasa por el cerro del Elefante. Los arroyos, El Capulín, Texcalhuey y Las Jícaras, pasan por el pueblo de San Francisco Acuautla. Otros arroyos, que vienen del cerro de los Potreros: uno que no tiene nombre y pasa por Ávila Camacho, confluye con el arroyo San Francisco y Santo Domingo, que se desvía hacia Chalco, el municipio cuenta con un acueducto en la parte Norte, por el arroyo La Cruz; una parte del territorio es plano y seco. Hace años quedó irrigado el terreno plano, gracias a diversos pozos artesanos que se construyeron y son: Tezontle, San Isidro, La Virgen, Patronato, Mezquite, El Venado, El Carmen, Faldón, Lindero San Francisco, Cedral, El Gato, El caracol; por lo cual tomó más incremento la agricultura, principalmente el cultivo de forrajes.

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

Según la Carta de Aguas Subterráneas 1: 1 000 000 México del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), la zona del derrame presenta un tipo de **material no consolidado** con posibilidades de infiltración **alta**²⁴ (Ver Figura 2.5.).

²⁴ Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas 1: 1 000 000 México. INEGI. México

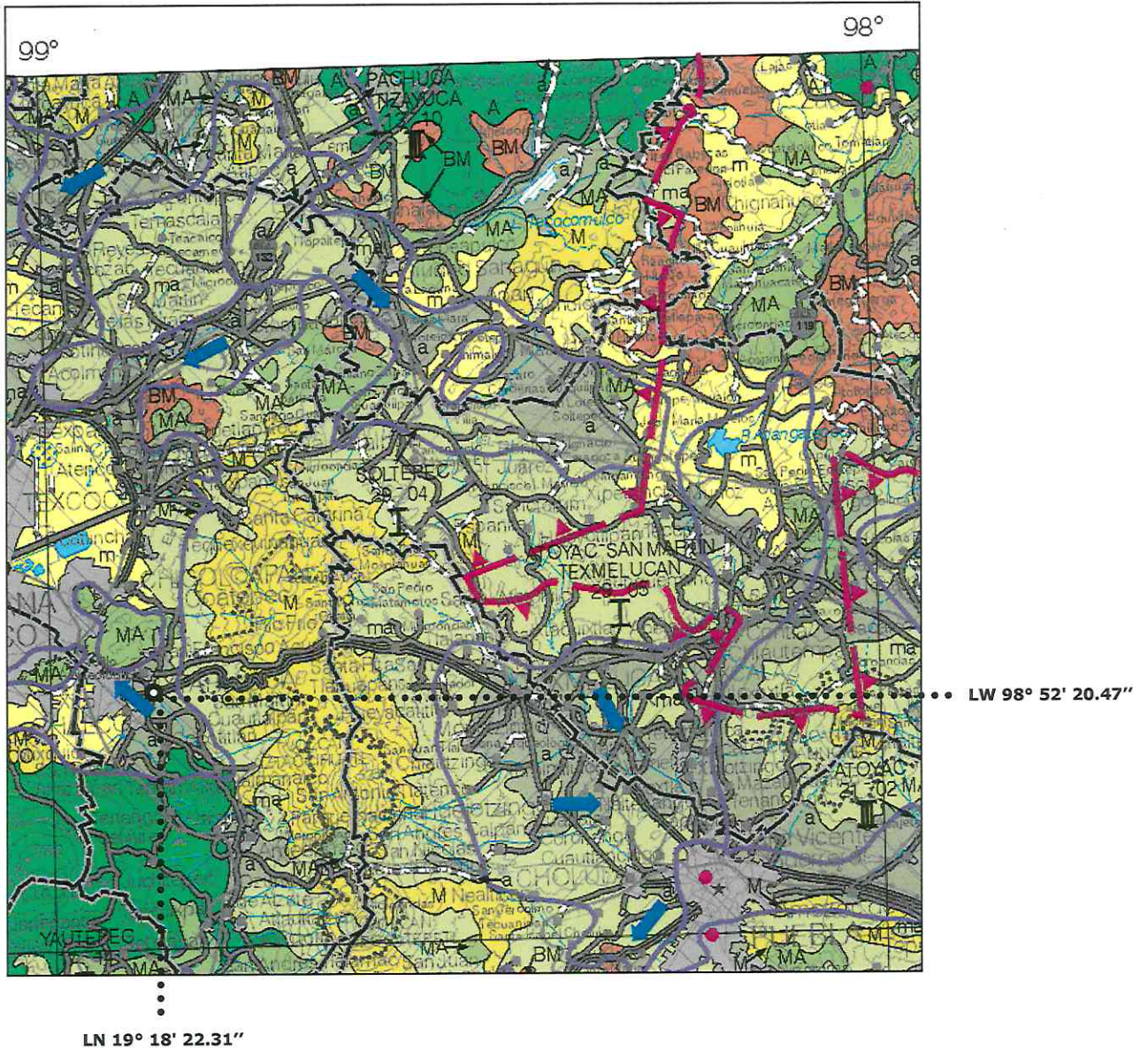


Figura No. 2.5. Coordenadas del sitio de derrame y su correspondiente hidrología subterránea.

2.12. 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 19° 18' 22.31" Latitud Norte y 98° 52' 20.47" Longitud Oeste, en el **Boulevard San Buenaventura esquina Circuito Exterior Mexiquense, municipio de Ixtapaluca, Estado de México**, 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 254.5 m².
- El movimiento horizontal de la sustancia derramada está determinada por lo accidentado del terreno (curvas de nivel²⁵), además el comportamiento de la migración del contaminante está en función de las características del sitio, desplazándose en dirección predominante hacia el Noreste y Sureste.

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

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

En el plano adjunto encontraremos lo siguiente:

2.12.1. 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:

²⁵ 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).

2.12.2. 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.

2.12.3. 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.

2.12.4. 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.

2.12.5. Cuadro de construcción

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

2.12.6. 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

2.13. PLAN DE MUESTREO INICIAL

2.13.1. 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.

2.13.2. 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	15 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.

2.13.3. 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 Transportadores Unidos TUSA, 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) y su aprobación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) para muestreo de suelo.

2.13.4. 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 no consolidado. En el sitio existe la presencia de vegetación típica de la región. El hidrocarburo impactó parte de derecho de vía del Boulevard San Buenaventura esquina Circuito Exterior Mexiquense, que a su vez forma parte de un camino de terracería. En los alrededores se pueden observar locales comerciales.

A aproximadamente 4.06 Km del sitio de impacto se encuentra ubicada la cabecera municipal de Ixtapaluca, Estado de México.

Superficie del polígono del sitio.

La superficie del polígono del sitio es de un área total impactada de aproximadamente 254.5 m².

Superficie de la zona o zonas de muestreo.

La superficie de la zona de muestreo es de 254.5 m² correspondiente al área impactada.

2.13.5. 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

2.13.6. 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 impactada la cual es de

aproximadamente 254.5 m². Los puntos fueron determinados por el personal de ISALI, S.A. de C.V. Las muestras a tomar fueron simples.

Puntos de muestreo.

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

Puntos de muestreo	Identificación	Profundidad (m)	Parámetros a analizar	Volumen (ml)
1	MI-TUSA-IXTA-15-01	0.30	HFM,HAP,H	235
DUPLICADO	MI-TUSA-IXTA-15-01-D	0.30	HFM,HAP,H	235
2	MI-TUSA-IXTA-15-02	0.60	HFM,HAP,H	235
3	MI-TUSA-IXTA-15-03	1.20	HFM,HAP,H	235
4	MI-TUSA-IXTA-15-04	0.60	HFM,HAP,H	235
TESTIGO	MI-TUSA-IXTA-15-05-TES	0.15	PH, H	235

Superficial 0 – 0.05 m

En base a la Tabla No. 4 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, se determinaron 04 (cuatro) puntos de muestreo en suelo distribuidos en el área impactada, adicional se tomó 1 (un) testigo fuera del área impactada, así como 1 (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 y material no consolidado***.

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

2.13.7. 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 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.

2.13.8. 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.

2.13.9. 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

2.14. PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DEL MUESTREO INICIAL

El muestreo inicial se ejecutó el 18 de junio de 2015, dando aviso previo a la Unidad de Gestión, Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente) (Ver Anexo IV del presente documento), en el sitio estuvieron presentes las siguientes personas:

- C. Fabiola K. Sustaita Hinojosa, en representación de la empresa Transportadores Unidos TUSA, S.A. de C.V. y la empresa ISALI, S.A. de C.V.
- C. Arturo Olazarán Barrera, 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 en bitácora de campo (*Anexo VII – Bitácora de campo – Muestreo inicial*) elaborada por personal de ISALI, S.A. de C.V., así como en memoria fotográfica (*Anexo VIII – Fotográfico – Muestreo inicial*). El total de muestras fueron 04 (cuatro) más un (1) testigo, además de un (1) duplicado, esta información quedó registrada en la cadena de custodia (*Anexo IX – Cadena de custodia*) correspondiente, elaborada por el personal de laboratorio al momento del muestreo.

Cabe mencionar que en fecha 30 de junio 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 X*.

2.15. 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 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.²⁶ (ema®), así como su respectiva aprobación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) como laboratorio de pruebas (*Anexo XI – Acreditación y Aprobación EHS Labs*).

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

<i>Tabla No. 2.3. Métodos utilizados por EHS Labs de México, S.A. de C.V.</i>	
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 XII – Resultados de Laboratorio, Hojas de campo y Cromatogramas*).

La ubicación geográfica y profundidad de las muestras se describe a continuación en la Tabla No. 2.4.

²⁶ www.ema.org.mx

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

Identificación	Profundidad (m)	Coordenadas UTM
MI-TUSA-IXTA-15-01	0.30	14Q 0513443 2134742
MI-TUSA-IXTA-15-01-D	0.30	14Q 0513443 2134742
MI-TUSA-IXTA-15-02	0.60	14Q 0513410 2134713
MI-TUSA-IXTA-15-03	1.20	14Q 0513398 2134718
MI-TUSA-IXTA-15-04	0.60	14Q 0513405 2134706
MI-TUSA-IXTA-15-05-TES	0.15	14Q 0513411 2134715

*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 ²⁷	B ²⁸	C ²⁹	D ³⁰	E ³¹	F ³²
MI-TUSA-IXTA-15-01	12601.28	12.17	A.N.R. ³³	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TUSA-IXTA-15-01-D	20572.63	12.44	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TUSA-IXTA-15-02	17997.25	12.30	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TUSA-IXTA-15-03	15303.09	12.72	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TUSA-IXTA-15-04	18981.54	12.41	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TUSA-IXTA-15-05-TES	A.N.R.	16.13	7.72	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.

2.15.1. Análisis de resultados

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) de Hidrocarburos Fracción Media, correspondientes a la sustancia derramada (Turbosina)³⁴, 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)

Agrícola ³⁵	Residencial ³⁵	Industrial
1200	1200	5000

²⁷ Benzo [a] pireno

²⁸ Dibenzo [a,h] antraceno

²⁹ Benzo [a] antraceno

³⁰ Benzo [b] fluoranteno

³¹ Benzo [k] fluoranteno

³² Indeno (1,2,3-cd) pireno

³³ Análisis No Realizado

³⁴ Tabla No. 1 de la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012

³⁵ Incluye suelo forestal, recreativo y de conservación

³⁶ Incluye comercial

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	Agrícola ³⁷	Residencial ³⁸	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, debe hacerse una comparación entre las Tablas Nos. 2.5., 2.6. y 2.7., como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla No. 2.8. Tabla comparativa

Denominación	HFM (mg/Kg)	Humedad (%)	pH (U)	HAPs (mg/Kg)					
				A ³⁹	B ⁴⁰	C ⁴¹	D ⁴²	E ⁴³	F ⁴⁴
MI-TUSA-IXTA-15-01	12601.28	12.17	A.N.R. ⁴⁵	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TUSA-IXTA-15-01-D	20572.63	12.44	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TUSA-IXTA-15-02	17997.25	12.30	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TUSA-IXTA-15-03	15303.09	12.72	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TUSA-IXTA-15-04	18981.54	12.41	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TUSA-IXTA-15-05-TES	A.N.R.	16.13	7.72	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.

Como se puede observar en la anterior tabla, el suelo en estudio sólo presenta concentraciones de HFM (Hidrocarburos Fracción Media) **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**⁴⁶, por el valor del pH.

³⁷ Incluye suelo forestal, recreativo y de conservación

³⁸ Incluye comercial

³⁹ Benzo [a] pireno

⁴⁰ Dibenzo [a,h] antraceno

⁴¹ Benzo [a] antraceno

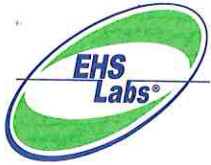
⁴² Benzo [b] fluoranteno

⁴³ Benzo [k] fluoranteno

⁴⁴ Indeno (1,2,3-cd pireno)

⁴⁵ Análisis No Realizado

⁴⁶ Acorde a los señalado en la NOM-021-RECNAT-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

FOLIO: **Nº 3488**

REF. DEL CLIENTE: Transportadores Unidos TUSA, SA de CV
 No. DE PROYECTO: P1599 ÁREA: AL FF Ag S R
 MUESTREADOR: Nombre de persona física
 RESPONSABLE DEL MUESTREO: Nombre de persona física (nombre y firma)
 TIPO DE SERVICIO: NORMAL URGENTE (días)

ANALISIS			
HFM	HAP	%H	PH
✓	✓	✓	-
✓	✓	✓	-
✓	✓	✓	-
✓	✓	✓	-
✓	✓	✓	-
-	-	✓	✓

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	ANALISIS				EHS ID*
							MP	MC		L	Kg	HFM	HAP	
MI-TUSA-IXTA-15-01	2015/06/18	15:40	S	1	FV	7	✓	-	0.235	✓	✓	✓	-	79892-1-1
MI-TUSA-IXTA-15-01-D	2015/06/18	15:43	S	1	FV	7	✓	-	0.235	✓	✓	✓	-	-2-1
MI-TUSA-IXTA-15-02	2015/06/18	16:09	S	1	FV	7	✓	-	0.235	✓	✓	✓	-	-3-1
MI-TUSA-IXTA-15-03	2015/06/18	16:44	S	1	FV	7	✓	-	0.235	✓	✓	✓	-	-4-1
MI-TUSA-IXTA-15-04	2015/06/18	17:32	S	1	FV	7	✓	-	0.235	✓	✓	✓	-	-5-1
MI-TUSA-IXTA-15-05-TB	2015/06/18	15:31	S	1	FV	7	✓	-	0.235	-	-	✓	✓	-6-1

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

OBSERVACIONES:

ENTREGADO POR:	FECHA:	HORA:
<u>Nombre de persona física</u>	<u>2015/06/19</u>	<u>16:00</u>

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

FECHA:	HORA:	COMENTARIOS
<u>2015/06/19</u>	<u>16:10.</u>	

FM: Fecha de muestreo (aaaa/mm/dd) H: Hora de la toma de muestra (00:00 a 24:00h)
 C: Contenedor (B: Bolsa Teldar, C: Caja Petri, T: Tubos, FV: Frasco Vidrio, FP: Frasco Plástico, BE: Bata
 P: Preservador (1: HCl, 2: HNO3, 3: H2SO4, 4: NaOH, 5: Na2S2O3, 6: H2SO4-CuSO4, 7: ≤ 4°C, 8: Acetona)
 CM: Cantidad de Muestra (L: Litros, Kg: Kilogramos, NA: No aplica, para filtros, TCA y Bolsa Tedlar)

O: Otro) NR: Número de recipientes
 C: Otro) (C: Otro)
 MP: Muestra Puntual MC: Muestra Compuesta

*ÁREA PARA USO EXCLUSIVO DEL LABORATORIO



INFORME DE RESULTADOS SUELOS
TRANSPORTADORES UNIDOS TUSA, S.A. DE C.V.

DATOS DEL SOLICITANTE

Empresa:	Transportadores Unidos TUSA, S.A de C.V.
Dirección:	Wake No.193, Colonia Electricistas
Entidad:	México, D.F.
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. Maria Luisa
Nombre del sitio de muestreo:	Boulevard San Buenaventura esquina, Circuito Exterior Mexiquense,
Ubicación del sitio de muestreo:	Municipio de Ixtapaluca, Estado de México
Fecha de muestreo:	2015-06-18
Número de muestras en estudio:	06
Protocolo de Muestreo Acreditado y Aprobado (Ver anexos):	Registro del Muestreo de Suelos (Acreditado y Aprobado) Cadena de Custodia Folio: 3488

DATOS DE CONTROL

Identificación del cliente: <i>Numero de Siniestro: D1094215</i>	Fecha de recepción de las muestras: 2015-06-19
Identificación EHS Labs: P1599	Fecha de inicio de análisis: 2015-06-19
	Fecha termino de análisis: 2015-07-28
	Descripción física de las muestras: 06 muestras matriz suelo
Empresa responsable del análisis:	EHS Labs de México, S. A. de C. V.
Dirección:	Matamoros 1441 Pte. Col. María Luisa Monterrey, N. L.



**INFORME DE RESULTADOS SUELOS
TRANSPORTADORES UNIDOS TUSA, S.A. DE C.V.**

RESULTADOS DE LABORATORIO ANALÍTICO



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P1599
 Fecha de Recepción: 2015-06-19
 Fecha de muestreo: 2015-06-18
 Folio de cadena de Custodia: 3488
 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-TUSA-IXTA-15-01	79892-1	12.17	6.00	2015-06-24	LB
MI-TUSA-IXTA-15-01-D	79892-2	12.44	6.00	2015-06-24	LB
MI-TUSA-IXTA-15-02	79892-3	12.30	6.00	2015-06-24	LB
MI-TUSA-IXTA-15-03	79892-4	12.72	6.00	2015-06-24	LB
MI-TUSA-IXTA-15-04	79892-5	12.41	6.00	2015-06-24	LB
MI-TUSA-IXTA-15-05-TES	79892-6	16.13	6.00	2015-06-24	LB



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P1599
 Fecha de Recepción: 2015-06-19
 Fecha de muestreo: 2015-06-18
 Folio de cadena de Custodia: 3488
 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-TUSA-IXTA-15-01	79892-1	12601.28	140.56	62.10	2015-06-24	2015-07-08	LB
MI-TUSA-IXTA-15-01-D	79892-2	20572.63	140.56	62.10	2015-06-24	2015-07-08	LB
MI-TUSA-IXTA-15-02	79892-3	17997.25	140.56	62.10	2015-06-24	2015-07-08	LB
MI-TUSA-IXTA-15-03	79892-4	15303.09	140.56	62.10	2015-06-24	2015-07-08	LB
MI-TUSA-IXTA-15-04	79892-5	18981.54	140.56	62.10	2015-06-24	2015-07-08	LB



**INFORME DE RESULTADOS SUELOS
TRANSPORTADORES UNIDOS TUSA, S.A. DE C.V.**



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P1599
 Fecha de Recepción: 2015-06-19
 Fecha de muestreo: 2015-06-18
 Folio de cadena de Custodia: 3488
 Parámetro: HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLINUCLEARES EN SUELOS (Acreditado)
 Método analítico NMX-AA-146-SCFI-2008
 Fecha de extracción: 2015-06-24
 Fecha de análisis: 2015-06-30
 Analista: OG

Ciente	MI-TUSA-IXTA-15-01	MI-TUSA-IXTA-15-01-D	MI-TUSA-IXTA-15-02	LC (mg/kgBS)	U(mg/kgBS)
ID EHS Labs	79892-1	79892-2	79892-3		
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-TUSA-IXTA-15-03	MI-TUSA-IXTA-15-04	LC (mg/kgBS)	U(mg/kgBS)
ID EHS Labs	79892-4	79892-5		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.24	<0.24	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 UNIDOS TUSA, S.A. DE C.V.**



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P1599
Fecha de Recepción: 2015-06-19
Fecha de muestreo: 2015-06-18
Folio de cadena de Custodia: 3488
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-TUSA-IXTA-15-05-TES	79892-6	7.72	0.12	2015-06-22	AY



**INFORME DE RESULTADOS SUELOS
TRANSPORTADORES UNIDOS TUSA, 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 XIII – Escrito de asignación de responsable técnico de remediación*), cuyos datos generales son los siguientes⁴⁷:

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

Las técnicas autorizadas son las siguientes:

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

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

⁴⁷ 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

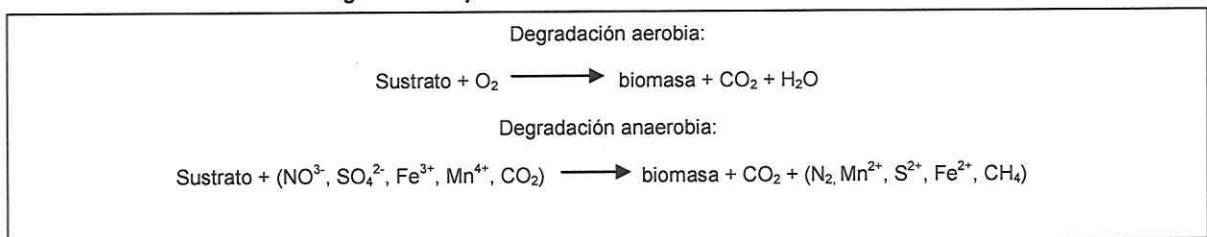
4.2.1. Remediación de suelos contaminados

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 físicas⁴⁸. 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 modificarlos⁴⁹...”.

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)⁵⁰. En la figura No. 6.1 se ilustran las posibles reacciones para un medio y otro.

Figura 4.1. Esquema de reacciones en la biorremediación



⁴⁸ 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.

⁴⁹ Fracción XXVIII del artículo 5 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. SEMARNAT. México 2003

⁵⁰ 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 siguiente⁵¹.

- *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*.

⁵¹ Tecnologías de remediación... *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 (B4⁵²)** 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 alta en el subsuelo en base a los sondeos realizados en el sitio.
- 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, oscila entre 1.60 m y 1.80 m.

⁵² 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 254.5 m², resultando un volumen de 409.3 m³ de material edáfico contaminado con Turbosina:

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

En términos generales las actividades en cada una de sus fases de tratamiento del suelo natural contaminado con 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.

Es importante mencionar, que debido a que el sitio pertenece a una zona transitada por vehículos y transeúntes, la caja o zona de extracción se rellenará con material semejante al de la localidad y libre de contaminantes, colocando tubos de monitoreo en paredes y fondo para el posterior muestreo final comprobatorio.

<i>Tabla No. 4.1. Insumos</i>
Agente Biodegradador de Hidrocarburos (ABH) (Bacteria)
Fertilizante (NPK) ⁵³
Agua

⁵³ 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 **agricultura de riego**, 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 limpieza⁵⁴

Parámetro	HFM	A ⁵⁵	B ⁵⁶	C ⁵⁷	D ⁵⁸	E ⁵⁹	F ⁶⁰
LMP ⁶¹	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 como relleno 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.

⁵⁴ Concentración expresada en mg /Kg

⁵⁵ Benzo [a] pireno

⁵⁶ Dibenzo [a,h] antraceno

⁵⁷ Benzo [a] antraceno

⁵⁸ Benzo [b] fluoranteno

⁵⁹ Benzo [k] fluoranteno

⁶⁰ Indeno (1,2,3-cd) pireno

⁶¹ Límite Máximo permisible, expresado en mg / Kg 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 a un lado del sitio contaminado** se tomarán 02 (dos) muestras simples a partir de un muestreo dirigido en la zona o celda de tratamiento (409.3 m³).

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

- **Equipo y materiales para el muestreo**

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

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

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

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

- **Medidas de seguridad para el personal**

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

- Zapatos de seguridad industrial
- Guantes de látex desechables

- **Control documental**

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

- **Método análisis**

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

- **Periodicidad**

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



Boulevard San Buenaventura esquina Circuito Exterior Mexiquense, municipio de Ixtapaluca,
Estado de México

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	20 minutos	Responsable técnico
Toma de muestras	15 minutos cada muestra**	Laboratorio
Lavado del equipo (entre cada toma de muestra)	30 minutos	Laboratorio
Envasado, etiquetado y sellado de muestras	40 minutos	Laboratorio
Llenado de cadena de custodia y papelería de campo	40 minutos	Laboratorio
Toma de evidencia fotográfica	20 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 Transportadores Unidos TUSA, 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 respectiva aprobación de PROFEPA para muestreo de suelo y como laboratorio de pruebas.

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

Lugar y fecha de elaboración
Monterrey, N.L. a 28 de septiembre de 2015



Boulevard San Buenaventura esquina Circuito Exterior Mexiquense, municipio de Ixtapaluca, Estado de México

3. SITIO DE MUESTREO

3.1 Características.

De acuerdo con la cartografía del sitio impactado, éste presenta un suelo de textura limosa con un tipo de infiltración alta y material no consolidado. En el sitio existe la presencia de vegetación típica de la región. El hidrocarburo impactó parte de derecho de vía del Boulevard San Buenaventura esquina Circuito Exterior Mexiquense.

A aproximadamente 4.06 Km del sitio de impacto se encuentra ubicada la cabecera municipal de Ixtapaluca, Estado de México.

3.2 Superficie de la zona o zonas de muestreo.

Celda de tratamiento con material edáfico, aproximadamente 409.3 m³, además de caja o zona de extracción.

4. 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, serán los siguientes.

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

5. MUESTREO

5.1 Método de Muestreo.

El método de muestreo será dirigido, debido a que se cuenta con información previa del sitio, se conoce el producto derramado y se conoce el volumen del material edáfico en donde se tomarán las muestras, así como el área de la caja o zona de extracción (254.5 m²). Los puntos serán determinados por el personal de ISALI, S.A. de C.V. Las muestras a tomar serán simples.

5.2 Puntos de muestreo.

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

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

Lugar y fecha de elaboración
Monterrey, N.L. a 28 de septiembre de 2015

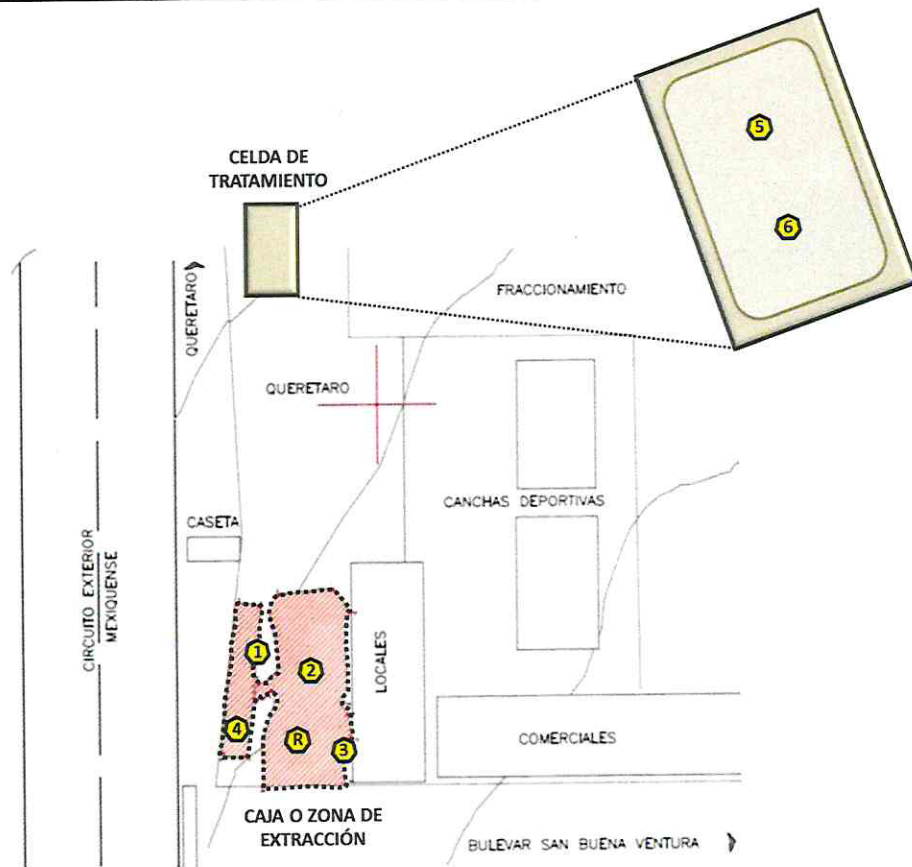
Boulevard San Buenaventura esquina Circuito Exterior Mexiquense, municipio de Ixtapaluca, Estado de México

Puntos de muestreo ¹	Identificación	Profundidad (m)	Parámetros a analizar	Volumen (ml)
1	MF-TUSA-IXTA-15-01-C.EXT-P	Superficial	HFM, HAP, H	235
2	MF-TUSA-IXTA-15-02-C.EXT-F	Superficial	HFM, HAP, H	
3	MF-TUSA-IXTA-15-03-C.EXT-P	Superficial	HFM, HAP, H	
4	MF-TUSA-IXTA-15-04-C.EXT-F	Superficial	HFM, HAP, H	
5	MF-TUSA-IXTA-15-05-CELDA	0.30	HFM, HAP, H, PH	
6	MF-TUSA-IXTA-15-06-CELDA	0.60	HFM, HAP, H, PH	
RELLENO	MF-TUSA-IXTA-15-07-RELLENO	0.20	HFM, HAP, H	

Superficial 0 – 0.05 m

La distribución y la profundidad de la muestras a recolectar de forma manual está basada en función a los datos recabados durante la elaboración del Programa de Remediación (Caracterización de Sitio y Propuesta de Remediación).

5.3 Representación Gráfica de Puntos de Muestreo.



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

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

Lugar y fecha de elaboración
Monterrey, N.L. a 28 de septiembre de 2015



Boulevard San Buenaventura esquina Circuito Exterior Mexiquense, municipio de Ixtapaluca,
Estado de México

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/SS-2003.

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.



Boulevard San Buenaventura esquina Circuito Exterior Mexiquense, municipio de Ixtapaluca,
Estado de México

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 registrarán como desviaciones de campo.

Para este muestreo se tienen los siguientes documentos:

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

9. DESVIACIONES DE CAMPO²

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

Motivo:

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

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 XV – Programa Calendarizado de Actividades de Remediación*).

De éste, es pertinente hacer algunas aclaraciones.

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



Sitio impactado por el derrame de Turbosina



En donde se suscitó el derrame de Turbosina se observan locales comerciales



Derecho de vía, donde se observa suelo natural impactado con Turbosina

Fotográfico – Muestreo Inicial (1/1)



Con hand auger se tomaron las muestras en el área impactada



Se envasaron, sellaron y etiquetaron las muestras en sus respectivos frascos de vidrio



Toma de muestra



Las muestras se tomaron a diferentes profundidades



Toma de muestra en zona impactada por el derrame de Turbosina

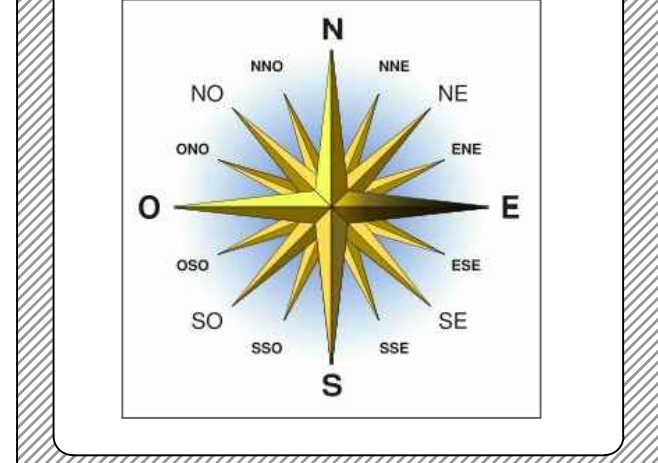
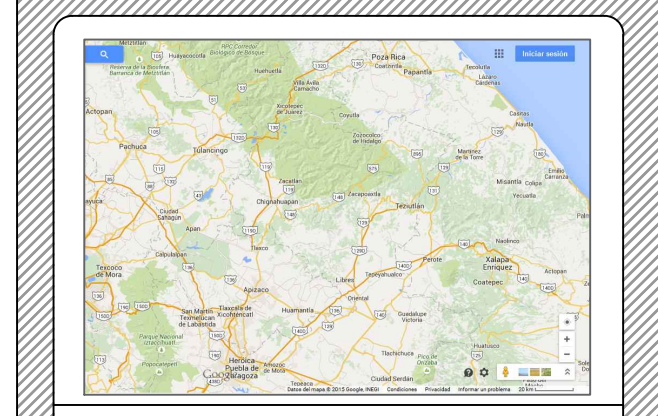


Entre cada toma de muestras el equipo utilizado se lavó con agua destilada y jabón libre de fosfatos

SINIESTRO: **D1094215**

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 LGTAIP	LHL
APROBO /	y 116 primer párrafo de la LGTAIP	MHL

No. DIBUJO
D1094215

DIRECCION:
BOULEVARD SAN BUENAVENTURA ESQUINA CIRCUITO EXTERIOR MEXIQUENSE, MUNICIPIO DE IXTAPALUCA, ESTADO DE MEXICO

Nombre Domicilio, Teléfono y correo electrónico de persona física, artículo 113 fracción I de la LGTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

TRANSPORTISTA:
TRANSPORTADORES UNIDOS TUSA, SA DE CV

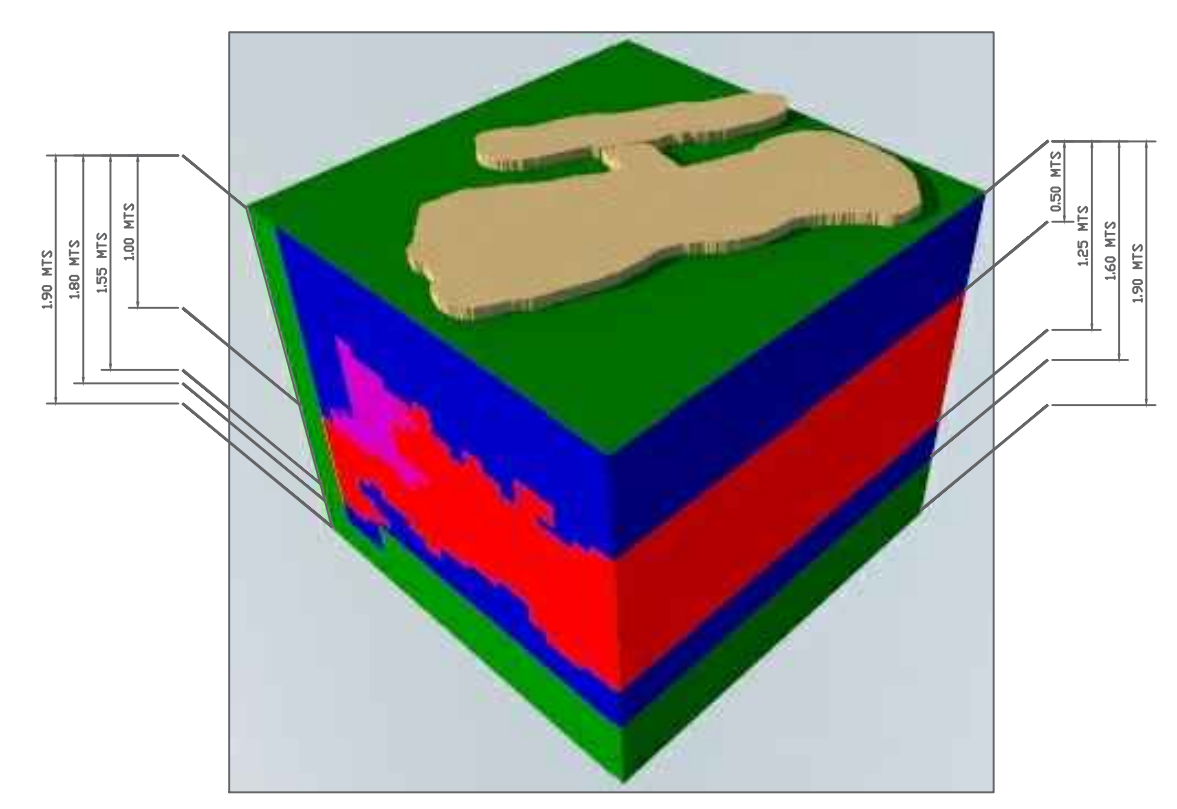
SUSTANCIA DERRAMADA
TURBOSINA

ESCALA
INDICADA

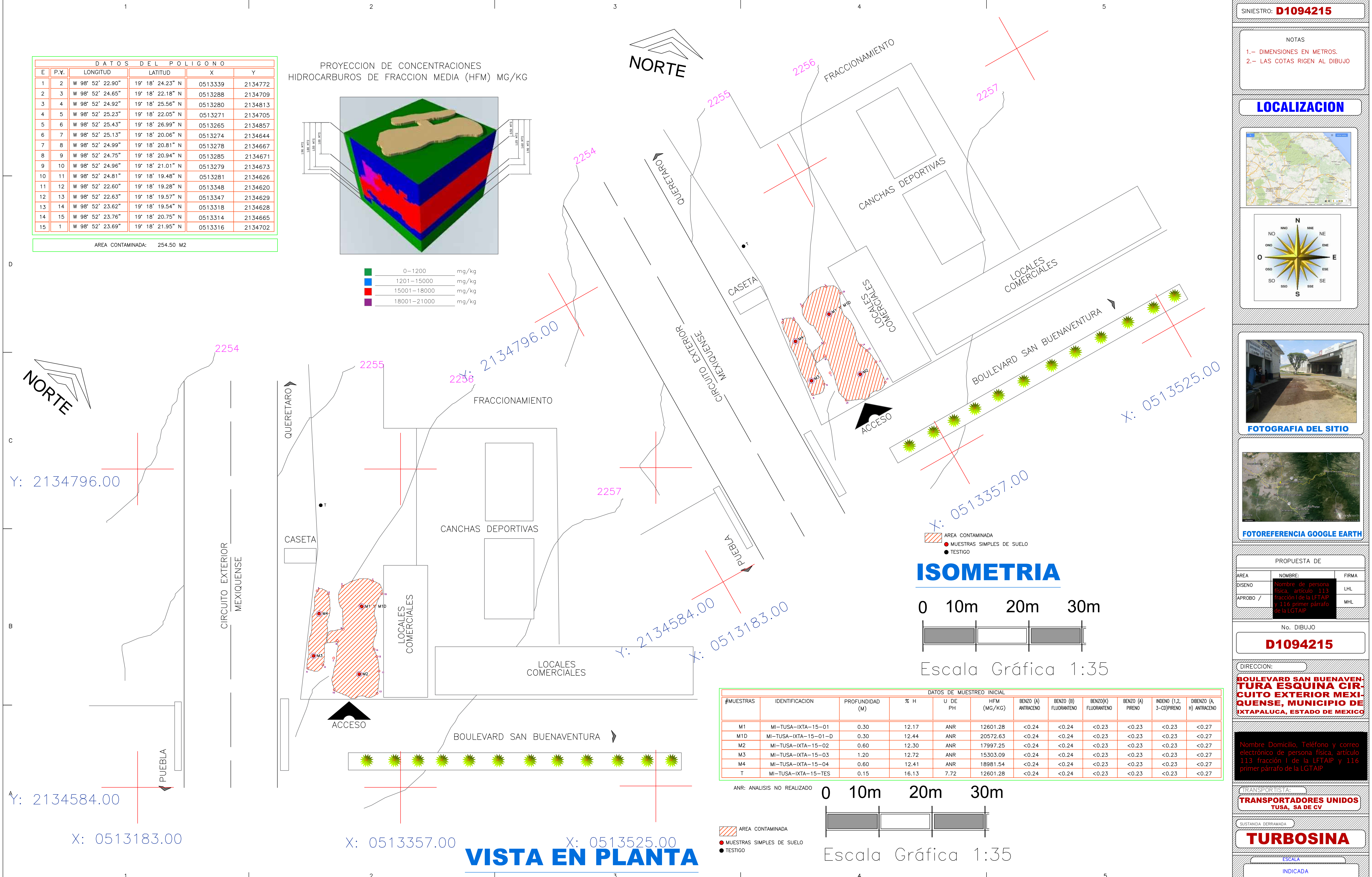
DATOS DEL POLIGONO					
E	P.V.	LONGITUD	LATITUD	X	Y
1	2	W 98° 52' 22.90"	19° 18' 24.23" N	0513339	2134772
2	3	W 98° 52' 24.65"	19° 18' 22.18" N	0513288	2134709
3	4	W 98° 52' 24.92"	19° 18' 25.56" N	0513280	2134813
4	5	W 98° 52' 25.23"	19° 18' 22.05" N	0513271	2134705
5	6	W 98° 52' 25.43"	19° 18' 26.99" N	0513265	2134857
6	7	W 98° 52' 25.13"	19° 18' 20.06" N	0513274	2134644
7	8	W 98° 52' 24.99"	19° 18' 20.81" N	0513278	2134667
8	9	W 98° 52' 24.75"	19° 18' 20.94" N	0513285	2134671
9	10	W 98° 52' 24.96"	19° 18' 21.01" N	0513279	2134673
10	11	W 98° 52' 24.81"	19° 18' 19.48" N	0513281	2134626
11	12	W 98° 52' 22.60"	19° 18' 19.28" N	0513348	2134620
12	13	W 98° 52' 22.63"	19° 18' 19.57" N	0513347	2134629
13	14	W 98° 52' 23.62"	19° 18' 19.54" N	0513318	2134628
14	15	W 98° 52' 23.76"	19° 18' 20.75" N	0513314	2134665
15	1	W 98° 52' 23.69"	19° 18' 21.95" N	0513316	2134702

AREA CONTAMINADA: 254.50 M2

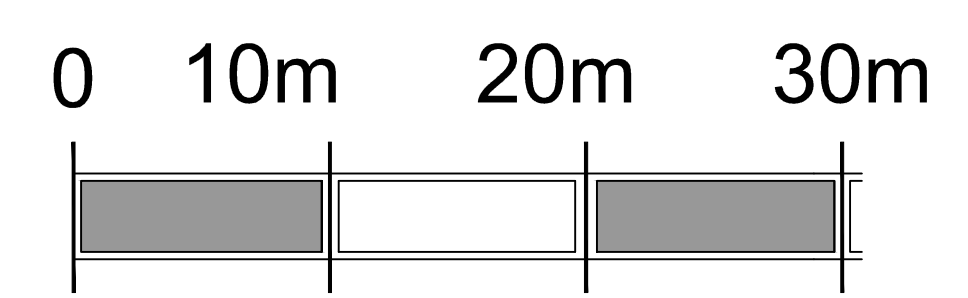
PROYECCION DE CONCENTRACIONES HIDROCARBUROS DE FRACCION MEDIA (HFM) MG/KG



0-1200	mg/kg
1201-15000	mg/kg
15001-18000	mg/kg
18001-21000	mg/kg



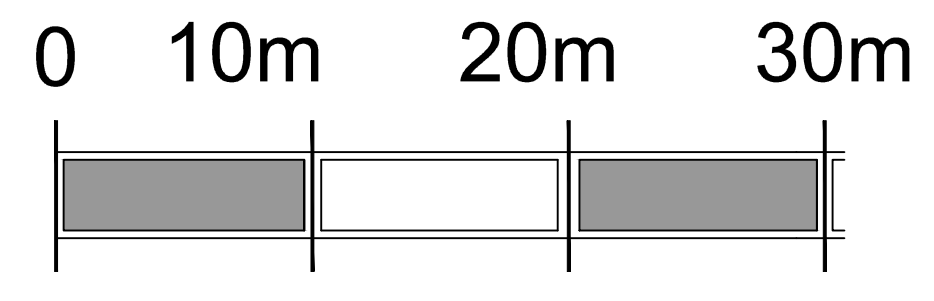
ISOMETRIA



Escala Gráfica 1:35

DATOS DE MUESTREO INICIAL											
#MUESTRAS	IDENTIFICACION	PROFUNDIDAD (M)	% H	U DE PH	HFM (MG/KG)	BENZO (A) ANTRACENO	BENZO (B) FLUORANTENO	BENZO(K) FLUORANTENO	BENZO (A) PIRENO	INDENO (1,2,3-CO)PIRENO	DIBENZO (A, H) ANTRACENO
M1	MI-TUSA-IXTA-15-01	0.30	12.17	ANR	12601.28	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23	<0.23	<0.27
M1D	MI-TUSA-IXTA-15-01-D	0.30	12.44	ANR	20572.63	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23	<0.23	<0.27
M2	MI-TUSA-IXTA-15-02	0.60	12.30	ANR	17997.25	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23	<0.23	<0.27
M3	MI-TUSA-IXTA-15-03	1.20	12.72	ANR	15303.09	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23	<0.23	<0.27
M4	MI-TUSA-IXTA-15-04	0.60	12.41	ANR	18981.54	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23	<0.23	<0.27
T	MI-TUSA-IXTA-15-05	0.15	16.13	7.72	12601.28	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23	<0.23	<0.27

ANR: ANALISIS NO REALIZADO



Escala Gráfica 1:35

AREA CONTAMINADA
MUESTRAS SIMPLES DE SUELO
TESTIGO

VISTA EN PLANTA