



PROGRAMA DE REMEDIACIÓN
TRANSPORTADORES UNIDOS TUSA, S.A. DE C.V.
Sin. D0150817

Derrame de aproximadamente 2,000 L de Diésel, en el Km. 228 + 800 de la Carretera Altar – Sonoyta, municipio de General Plutarco Elías Calles, estado de Sonora.



“Profesionales y éticos...para su tranquilidad”

Monterrey, Nuevo León, julio de 2018

ÍNDICE GENERAL

1. DATOS DE INFORMACIÓN DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN.....	1
1.1. RESUMEN EJECUTIVO.....	1
1.2. ANTECEDENTES DEL DERRAME.....	2
1.2.1. Derrame y diligencias.....	2
1.3. LABORES DE EMERGENCIA.....	3
1.3.1 Levantamiento de datos.....	3
1.3.2. Construcción de celda provisional.....	3
1.3.3. Extracción y acarreo de material afectado a celda provisional.....	4
1.3.4. Señalamiento del sitio.....	4
1.4. PRE-DELIMITACIÓN DE ÁREA.....	5
1.5. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA CONTAMINACIÓN.....	9
1.6. UBICACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO DE GENERAL PLUTARCO ELÍAS CALLES.....	10
1.7. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO DEL DERRAME.....	11
1.8. PROPIEDADES DE LA SUSTANCIA DERRAMADA – DIÉSEL.....	13
1.9. USO DE SUELO.....	14
1.10. EDAFOLOGÍA.....	15
1.11. CLIMA.....	17
1.12. HIDROLOGÍA.....	18
1.13. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	19
1.13.1. Localización del área afectada.....	20
1.13.2. Cuadro de muestreo.....	20
1.13.3. Isométrico de concentraciones y migración del contaminante.....	20
1.13.4. Cuadro de construcción.....	20
1.13.5. Tira marginal.....	20
1.14 PLAN DE MUESTREO INICIAL.....	21

ISALI, S.A. DE C.V.

León Guzmán No. 1308-B, Col. Nuevo Repueblo, Monterrey, N.L. C.P. 64700
Tel. 01 (81) 8190 7518, 8190 7692 y 8190 8558

1.14.1.	Objetivo.....	21
1.14.2.	Actividades y tiempos de ejecución.....	21
1.14.3.	Personal involucrado y sus responsabilidades.....	21
1.14.4.	Sitio de muestreo.....	22
1.14.5.	Hidrocarburos a analizar.....	23
1.14.6.	Muestreo.....	23
1.14.7.	Recipientes, preservación y transporte de muestras.....	25
1.14.8	Medidas y equipo de seguridad.....	25
1.14.9	Aseguramiento de calidad del muestreo.....	25
1.15.	PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DEL MUESTREO INICIAL.....	27
1.16.	RESULTADOS DE LABORATORIO.....	28
1.16.1.	Análisis de resultados.....	30
1.17.	CONCLUSIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN.....	33
2.	DOCUMENTOS ANEXOS DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN	35
3.	DATOS DE INFORMACIÓN DE LA PROPUESTA DE REMEDIACIÓN.....	36
3.1.	DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA REMEDIACIÓN.....	36
3.2.	MARCO TEÓRICO.....	37
3.2.1.	Remediación de suelos contaminados.....	37
3.3.	SELECCIÓN DE TÉCNICA DE BIORREMEDIACIÓN.....	39
3.3.1.	Criterios de selección.....	39
3.4.	DESCRIPCIÓN OPERATIVA DEL PROCESO DE TRATAMIENTO.....	40
3.5.	LÍMITES DE LIMPIEZA.....	41
3.6.	USO FUTURO DEL SUELO REMEDIADO.....	42
3.7.	PROGRAMA CALENDARIZADO DE ACTIVIDADES.....	43
4.	DOCUMENTOS ANEXOS DE LA PROPUESTA DE REMEDIACIÓN.....	44

1. DATOS DE INFORMACIÓN DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN

1.1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente **Programa de Remediación (PR)** fue elaborado por **ISALI, S.A. de C.V. (ISALI)** e informa sobre las actividades desarrolladas, las labores de emergencia, los resultados y conclusiones obtenidos en la caracterización de suelo y subsuelo afectado con hidrocarburos, debido al derrame de **Diésel** manifestándose la cantidad derramada de aproximadamente **2,000 L.** Este derrame se originó por la volcadura de una unidad propiedad de la empresa **Transportadores Unidos Tusa, S.A. de C.V.** ocurrido el 13 de enero de 2017 en el **Km. 228 + 800 de la Carretera Altar – Sonoyta, municipio de General Plutarco Elías Calles, estado de Sonora.**

Con el fin de dar cumplimiento a las disposiciones ambientales vigentes en materia de suelos, se ha elaborado el presente Programa de Remediación. En éste 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 **área total afectada** (aproximadamente de **178.50 m²**) del sitio del derrame en el cual se realizaron las labores de emergencia (*Ver sección 1.3. del presente documento*) no superan los Límites Máximos Permisibles (LMP) para Hidrocarburos Fracción Media (HFM) así como para Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP), establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, sin embargo un **volumen total aproximado de 327.25 m³** (suelo depositado en celda provisional durante las labores de emergencia) de suelo dañado con **Diésel** debe ser sometido a un proceso de biorremediación mediante la técnica de **Biorremediación por Landfarming a un lado del sitio contaminado**, a realizarse en un plazo de **25 semanas.**

**NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO
DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**

Q.B.P. [Redacted]
Ingeniero de Proyecto
[Redacted]

Lic [Redacted]
ISALI, S.A. de C.V.
[Redacted]

1.2. ANTECEDENTES DEL DERRAME

1.2.1. Derrame y diligencias

El accidente ocurrió el día 13 de enero de 2017 en el **Km. 228 + 800 de la Carretera Altar – Sonoyta, municipio General Plutarco Elías Calles, estado de Sonora**. En el sitio se derramó **Diésel** (*Anexo I – Carta Porte*) manifestándose la cantidad derramada de **aproximadamente 2,000 L.**

La empresa **Transportadores Unidos Tusa, S.A. de C.V.** dio aviso formal del derrame a la Dirección General de Gestión de Transporte y Almacenamiento (DGGTA) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) mediante escrito con fecha de 16 de enero de 2017, conteniendo como anexos el formato de Aviso Inmediato P-ASEA-USIVI-004 y la Formalización de Aviso P-ASEA-USIVI-005 (*Anexo II – Aviso de Derrame ASEA*).

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

1.3. LABORES DE EMERGENCIA

Acorde a lo establecido en el artículo 130 fracción I del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, mismo que a la letra dice:

Artículo 130.- Cuando por caso fortuito o fuerza mayor se produzcan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de materiales peligrosos o residuos peligrosos, en cantidad mayor a la señalada en el artículo anterior, durante cualquiera de las operaciones que comprende su manejo integral, el responsable del material peligroso o el generador del residuo peligroso y, en su caso, la empresa que preste el servicio deberá:

- I. Ejecutar medidas inmediatas para contener los materiales o residuos liberados, minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio;*
- II. Avisar de inmediato a la Procuraduría y a las autoridades competentes, que ocurrió el derrame, infiltración, descarga o vertido de materiales peligrosos o residuos peligrosos;*
- III. Ejecutar las medidas que les hubieren impuesto a las autoridades competentes conforme a lo previsto en el artículo 72 de la Ley, y*
- IV. En su caso, iniciar los trabajos de caracterización del sitio contaminado y realizar las acciones de remediación correspondientes.*

En el sitio se llevaron a cabo diversas actividades en fecha 17 de enero de 2017, con el objetivo de contener el derrame de Diesel y la afectación al sitio, mismas que se detallan a continuación:

1.3.1. Levantamiento de datos

- Se cuantificó la superficie horizontal y superficial de la pluma del contaminante.

1.3.2. Construcción de celda provisional

- Con ayuda de maquinaria pesada como lo es la retroexcavadora se realizó la nivelación y compactación del terreno donde se construyó la celda provisional, posteriormente se construyeron los bordos de la misma con suelo natural libre de contaminante. Una vez hecho lo anterior, con apoyo de recurso humano se extendió una película de polietileno de alta densidad, con la finalidad de evitar que el suelo impregnado de Diésel entre en contacto con suelo natural ubicado debajo de la misma; finalmente se colocó una capa de arcilla sobre la película de polietileno de alta densidad para aumentar la impermeabilidad, compactándola con ayuda de un vibrocompactador manual.

- La celda provisional se encuentra ubicada en la coordenada 12R 0327618 3503172 misma que cuenta con las dimensiones aproximadas de 23 m de largo x 12 m de ancho.

1.3.3. Extracción y acarreo de material afectado a celda provisional

- Una vez concluida la construcción de la celda provisional, con apoyo de maquinaria pesada (retroexcavadora), así como un camión de volteo, se procedió a extraer y acarrear el suelo natural afectado con Diésel a la misma.

1.3.4. Señalamiento del sitio

- Se colocó la señalización preventiva de las zonas de trabajo.

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

1.4. PRE-DELIMITACIÓN DE ÁREA

Con el objetivo de predelimitar el área y el volumen a extraer, se realizó un sondeo en campo durante las labores de emergencia realizadas en fecha 17 de enero de 2017, analizando las muestras con equipo Petroflag Hydrocarbon Test Kit For Soil, bajo el método EPA-SW-448-DRAFT METHOD 9074, el cual arroja resultados específicos en unidades de partes por millón (lo cual en una base de masa por masa son idénticas a miligramos por kilogramos) para el producto derramado siendo Diésel, ya que antes de realizar el análisis de las muestras tomadas en el sitio durante el mencionado sondeo, dicho equipo se calibra y se configura para el hidrocarburo a analizar seleccionando el factor de respuesta (RF) correspondiente, tal como se puede observar en la Figura Ilustrativa No. 1.1. y en la Hoja de datos de campo del Petroflag (*Anexo V – Hoja de datos*). Cabe mencionar que al tratarse de un monitoreo interno por parte de la empresa ISALI, S.A. de C.V., no se generó un Informe de Resultados ni Cadenas de Custodia, solo la Hoja de datos de campo del Petroflag mencionada anteriormente, llenada por personal de campo durante la realización de las labores de emergencia.

Table 1: Response Factors and Method Detection Limits for Common Hydrocarbons		
Hydrocarbon Type	Method Detection Limit (ppm)	Response Setting
Transformer Oil	15	10
Grease	15	9
Hydraulic Fluid	10	8
Transmission Fluid	19	8
Motor Oil	19	7
#2 Fuel Oil	25	7
#6 Fuel Oil	18	6
Diesel Fuel	13	5
Gear Oil	22	5
Low Aromatic Diesel	27	4
Pennsylvania Crude Oil	20	4
Kerosene	28	4
Jet A	27	4
Weathered Gasoline	200**	2

Figura Ilustrativa No. 1.1. Factor de respuesta.

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

Tabla No. 1.1 Resultados de Sondeo

Puntos de sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Peso (g)	Hora	Lectura (ppm)	Sitio de toma de muestra	Factor de Respuesta	Comentarios
1	S-01	0.20	09.90	08:00	>1200	Zona afectada	5	Dentro de Norma (<1200 ppm) Fuera de Norma (>1200 ppm)
	S-02	0.40	10.00	08:15	>1200		5	
	S-03	0.80	09.80	08:31	>1200		5	
	S-04	1.20	09.90	09:00	>1200		5	
	S-05	1.60	10.15	09:30	>1200		5	
	S-06	2.00	09.95	09:50	<1200		5	
2	S-07	0.20	09.90	10:20	>1200		5	
	S-08	0.40	10.05	10:38	>1200		5	
	S-09	0.80	09.80	10:51	>1200		5	
	S-10	1.20	09.90	11:15	>1200		5	
	S-11	1.60	10.00	11:32	>1200		5	
	S-12	2.00	09.90	11:47	<1200		5	
3	S-13	0.20	10.15	12:03	>1200		5	
	S-14	0.40	09.15	12:21	>1200		5	
	S-15	0.80	10.05	12:54	>1200		5	
	S-16	1.20	09.80	13:16	>1200		5	
	S-17	1.60	10.10	13:33	>1200		5	
	S-18	2.00	10.05	13:51	<1200		5	
4	S-19	Superficial	09.90	14:14	>1200		5	
	S-20	0.40	10.13	14:38	>1200		5	
	S-21	0.80	10.15	15:00	>1200		5	
	S-22	1.20	10.00	15:21	>1200		5	
	S-23	1.60	09.90	15:45	>1200		5	
	S-24	2.00	09.90	16:03	<1200		5	
5	S-25	0.20	09.80	16:19	>1200		5	
	S-26	0.50	09.80	16:32	>1200		5	
	S-27	0.80	10.10	16:50	>1200		5	
	S-28	1.10	10.05	17:09	>1200		5	
	S-29	1.50	09.90	17:25	<1200		5	
6	S-30	0.20	10.13	17:49	>1200		5	
	S-31	0.50	10.15	18:01	>1200		5	
	S-32	0.80	10.00	18:21	>1200		5	
	S-33	1.10	09.90	18:33	>1200		5	
	S-34	1.50	09.90	18:49	<1200		5	
7	S-35	0.10	09.80	18:15	<1200	Periferia de la zona afectada	5	
	S-36	0.30	10.15	18:33	<1200		5	
8	S-37	Superficial	10.10	08:59	<1200		5	
	S-38	0.40	10.05	09:18	<1200		5	
	S-39	0.80	09.90	09:35	<1200		5	
	S-40	1.20	10.13	09:51	<1200		5	
	S-41	1.50	10.13	10:35	<1200		5	

9	S-42	0.20	10.15	10:50	<1200	Periferia de la zona afectada	5	Dentro de Norma (<1200 ppm) Fuera de Norma (>1200 ppm)
	S-43	0.50	10.00	11:11	<1200		5	
	S-44	0.80	09.90	11:26	<1200		5	
	S-45	1.10	09.90	11:40	<1200		5	
	S-46	1.50	09.80	11:58	<1200		5	
	S-47	2.00	09.80	12:15	<1200		5	
10	S-48	0.20	10.10	12:31	<1200		5	
	S-49	0.40	10.00	12:54	<1200		5	
	S-50	0.80	09.80	13:16	<1200		5	
	S-51	1.20	09.90	13:33	<1200		5	
	S-52	1.60	10.15	13:51	<1200		5	
	S-53	2.00	09.95	14:14	<1200		5	
11	S-54	0.20	10.05	14:28	<1200		5	
	S-55	0.50	09.80	15:00	<1200		5	
	S-56	0.80	10.00	15:21	<1200		5	
	S-57	1.10	09.90	15:45	<1200		5	
	S-58	1.50	10.15	16:00	<1200		5	
	S-59	2.00	10.15	16:18	<1200		5	
12	S-60	0.20	10.00	16:32	<1200		5	
	S-61	0.50	09.80	16:49	<1200		5	
	S-62	0.70	10.05	17:06	<1200		5	
13	S-63	Superficial	09.90	17:27	<1200		5	
14	S-64	0.30	10.00	17:43	<1200		5	
	S-65	0.50	09.95	18:01	<1200		5	

*Superficial 0 – 0.05 m

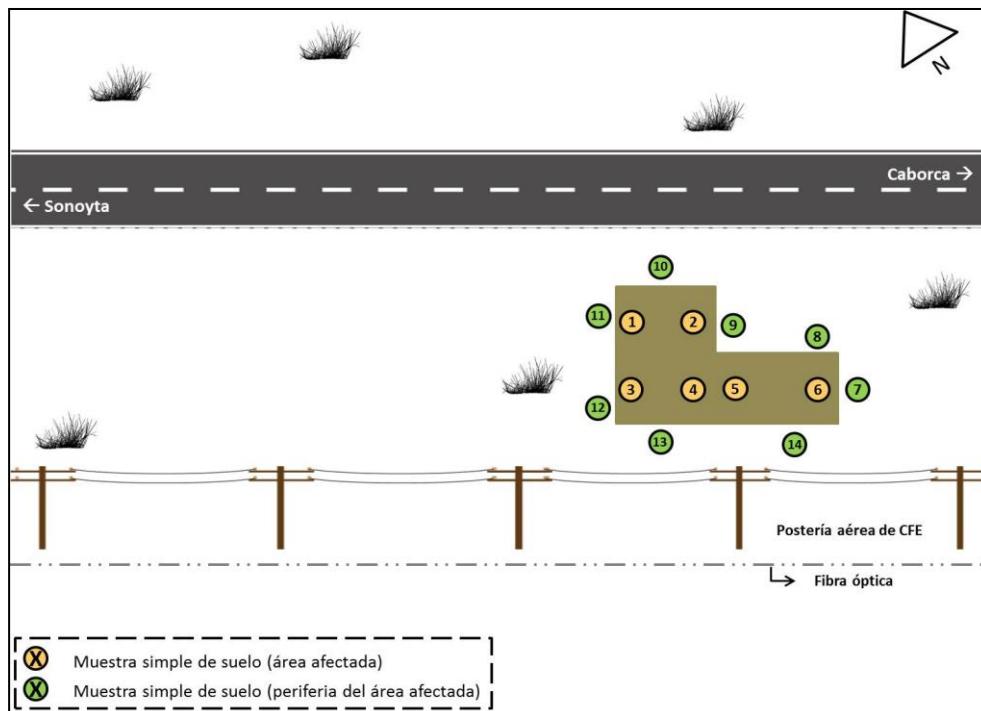


Figura Ilustrativa No. 1.2. Ubicación de puntos de sondeo para pre-delimitación del sitio en estudio.

Derivado de los resultados obtenidos de las muestras analizadas durante el sondeo realizado en el sitio, el material afectado se extrajo a diversas profundidades en donde se encontraron concentraciones por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) para Hidrocarburos Fracción Madia (HFM).

Tabla 1.2. Resumen de extracción			
Zona de muestreo	Profundidad (m)	Puntos de muestreo	Lectura (ppm)
Fosa de excavación	Superficial	4	>1200
	0.20	1, 2, 3, 5, 6	>1200
	0.40	1, 2, 3, 4	>1200
	0.50	5, 6	>1200
	0.80	1, 2, 3, 4, 5, 6	>1200
	1.10	5, 6	>1200
	1.20	1, 2, 3, 4	>1200
	1.50	5, 6	<1200
	1.60	1, 2, 3, 4,	>1200
	2.00	1, 2, 3, 4	<1200

*Superficial 0 – 0.05 m

Lo anterior aunado al conocimiento y la experiencia técnica de nuestro personal de campo, quien determina cualitativamente (olfativa, táctil y visualmente) si el material posee características como: suelo aceitoso, suelo de un color oscuro (diferente al suelo sin afectación), y con olor característico a hidrocarburo. Es importante mencionar que el material extraído se coloca sobre la celda provisional construida durante dichas labores.

Es importante mencionar que lo obtenido durante el sondeo realizado en campo, se corroborará con la realización del Muestreo Inicial ejecutado por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación A.C. (ema®) y aprobado por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

1.5. 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 público federal de carga especializada. Los datos generales son los siguientes:

- Representante legal: C. Fernando Valente Meneses Salinas
- Domicilio para oír y recibir notificaciones: [REDACTED]
- RFC: TUT920204LN0
- Tel: [REDACTED]
- Correo electrónico: [REDACTED]

**DOMICILIO, TELÉFONO Y CORREO ELECTRÓNICO DEL
REPRESENTANTE LEGAL, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO
DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**

1.6. UBICACIÓN E INFORMACIÓN DEL MUNICIPIO DE GENERAL PLUTARCO ELÍAS CALLES¹

El municipio de General Plutarco Elías Calles está ubicado al Noroeste del estado de Sonora, su cabecera es la población de Puerto Peñasco y se localiza en el paralelo 31° 19' de latitud Norte y el meridiano 113° 32' a una altura de 7 msnm.

Colinda con las siguientes entidades: al Noroeste con San Luis Río Colorado, al Norte con Estados Unidos de Norteamérica, al Sureste con Caborca y su límite natural al Sur es el Golfo de California.

Cuenta con una superficie de 3,655.9 km².



Figura Ilustrativa No. 1.3. Ubicación del municipio de General Plutarco Elías Calles.

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

1.7. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO DEL DERRAME

La ubicación del sitio de derrame es en el **Km. 228 + 800 de la Carretera Altar – Sonoyta, municipio General Plutarco Elías Calles, estado de Sonora**, donde ocurrió el accidente carretero de una unidad propiedad de la empresa **Transportadores Unidos Tusa, S.A. de C.V.** En el sitio se derramaron **aproximadamente 2,000 L de Diésel**, su ubicación geográfica se señala en la Tabla No. 1.3.

Tabla No. 1.3. Ubicación geográfica del sitio del accidente (Punto de Impacto)	
Latitud Norte	Longitud Oeste
31° 39' 2.34"	112° 49' 4.12"
UTM ²	
12R 0327636 3503153	

El sitio del derrame se ubica en el derecho de vía del Km. 228 + 800 de la Carretera Altar – Sonoyta, mismo que se encuentra dentro de la categoría de uso de suelo Agrícola. El contaminante se desplazó horizontalmente sobre suelo natural de dicho derecho de vía en dirección al Oeste, Suroeste y hacía el Sur, afectando suelo natural.

En los alrededores se observa vegetación de tipo *matorral desértico micrófilo*, en el cual encontraremos la predominancia de elementos arbustivos de hoja pequeña, como lo es el matorral espinoso, pastizal y gobernadora, que es altamente representativa de la zona en estudio, así como postería de CFE y paso de fibra óptica, mismos que no fueron afectados por el derrame de Diésel.

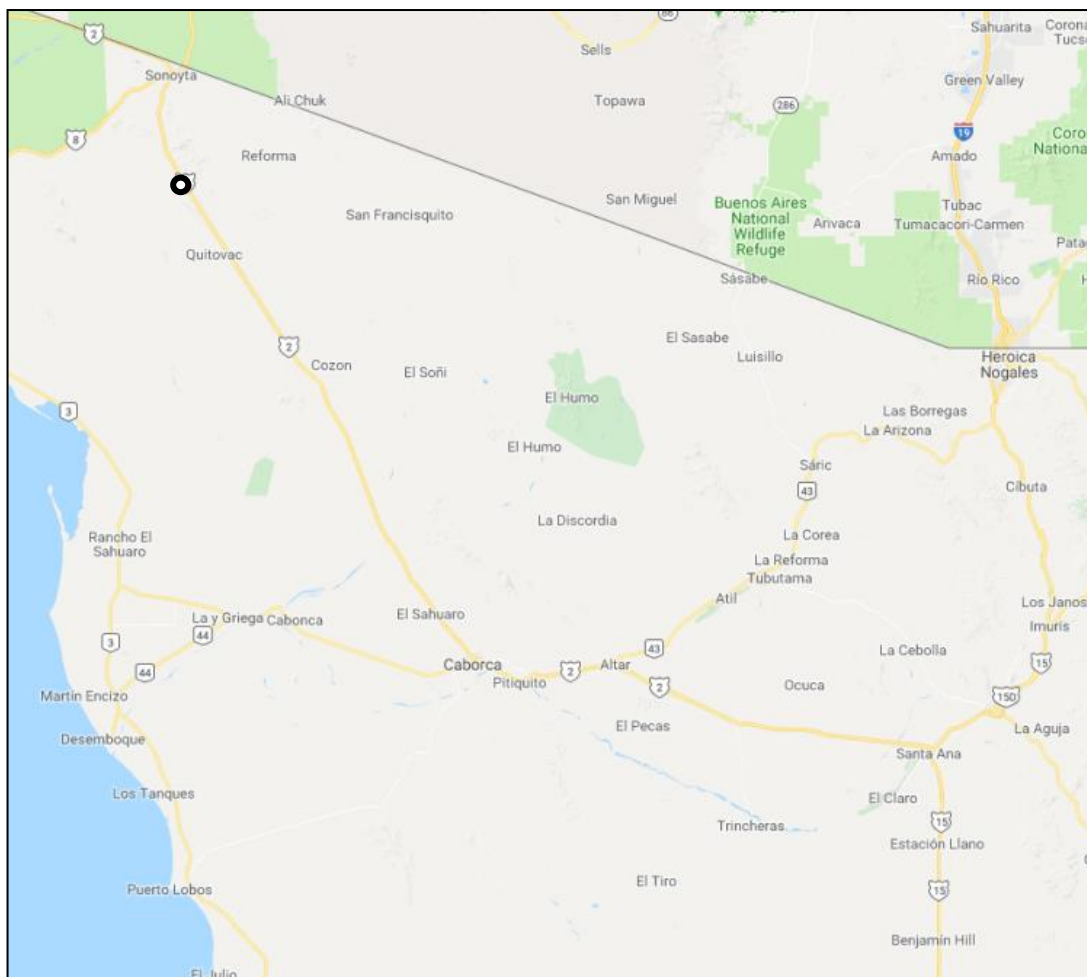
De acuerdo a la cartografía del sitio, así como las curvas de nivel, y la topografía del mismo, el territorio es totalmente desértico y forma parte del desierto de Altar y la misma cuenta con algunos lomeríos.

Asimismo es importante considerar que de acuerdo con la Carta de Edafología 1: 1 000 000 (Tijuana) y la Carta de Aguas Subterráneas 1: 1 000 000 (Hermosillo) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el suelo de la zona presenta textura arenosa, posibilidades de infiltración media alta con presencia de material no consolidado, sin embargo lo observado en campo durante las visitas realizadas en el sitio así como en la ejecución de las labores de emergencia (*Ver sección 1.3. del presente documento*) se observa un suelo con textura arenosa, una infiltración alta con presencia de material no consolidado; además el suelo presenta un color amarillo pálido (*Sistema de color Munsell 5Y8/3*).

² Sistemas de Coordenadas Universal Transversal de Mercator.

En el sitio de estudio no se observa presencia de cuerpos de agua, superficiales ni subterráneos, motivo por el que se descarta dar aviso de la emergencia a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Esta ubicación se ilustra en la Figura No. 1.4.



● 12R 0327636 3503153

1.8. PROPIEDADES DE LA SUSTANCIA DERRAMADA – DIÉSEL

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

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

Los Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP) son un conjunto de productos químicos hidrocarbonados que se encuentran en gran cantidad como componentes naturales del petróleo, debido a su formación anaerobia y por lo tanto a la tendencia a formar moléculas que solamente contienen átomos de carbono e hidrógeno que consisten en 2 o más anillos bencénicos ya sean en forma simple o múltiple formando cadenas. Los HAP constituyen un grupo de contaminantes considerado de estudio prioritario debido a sus propiedades mutagénicas, tóxicas y cancerígenas.

1.9. USO DE SUELO

De acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación 1: 250 000 (Conjunto Nacional) de INEGI, en el sitio del derrame existe la presencia de **matorral desértico micrófilo**, la cual se refiere a las áreas de terrenos planos y de las partes inferiores de los cerros, donde predominan los elementos arbustivos de hoja pequeña³.

Cabe señalar que el suelo afectado por el derrame de Diésel donde se suscitó la volcadura tienen un uso de suelo **Agrícola**, observándose matorrales espinosos, pastizal y gobernadora, además de postería de CFE y paso de fibra óptica, mismos que no fueron afectados por el derrame de Diésel.



Figura Ilustrativa No. 1.5. Coordenadas del sitio de derrame y su correspondiente uso de suelo y vegetación.

● 12R 0327636 3503153

³ Carta de Uso de Suelo y Vegetación 1: 250 000 (Conjunto Nacional) INEGI.

1.10. EDAFOLOGÍA⁴

El sitio del derrame presenta la siguiente clasificación del suelo:

Yk + Rc + Yh / 1

Suelo predominante: Yk – Yermosol cálcico

Suelo secundario: Rc – Regosol calcárico

Suelo terciario: Yh – Yermosol háplico

Textura del suelo⁵: 1 – arenosa

Fase física⁶: Gravosa

Fase química⁷: No presenta

El **Yermosol (Y)** es un tipo de suelo que se presenta en regiones desérticas, con una capa superficial delgada débilmente desarrollada, la cual es muy pobre en materia orgánica, pero rica en nutrientes o bases (Ca, Mg, K, Na). El Yermosol Cálcico (Yk) presenta una capa con un espesor mayor a 15 cm, con enriquecimiento secundario de carbonatos (cal), mayor de 15%. El Yermosol háplico (Yh) no presenta ninguna otra característica.

El **Regosol (R)** es un suelo con características predominantes a la roca que les da origen. El Regosol Calcárico (Rc) presenta enriquecimiento secundario de carbonatos (cal), menor al 15%, al menos en alguna parte entre 50 cm de profundidad.

En cuanto a la textura del suelo, ésta es gruesa (arenosa⁸), cuyo contenido de arcilla se encuentra entre 0 y 10%, limo entre 0 y 15% y arena entre 85 y 100%, mientras la información recabada en campo durante las visitas realizadas y la ejecución de labores de emergencia confirma lo anterior, observándose suelo con textura arenosa. Presenta fase física gravosa⁹. No presenta fase química.

⁴ Carta Edafología 1:1 000 000 México. INEGI – Carta Edafología 1: 250 000 (Conjunto Nacional) INEGI.

⁵ Proporción porcentual de las partículas minerales (arena, limo y arcilla) que constituyen el suelo, en los 30 cm. de profundidad.

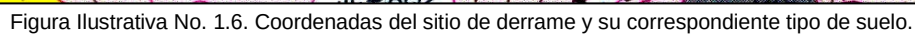
⁶ Característica de suelo definida de acuerdo con la presencia y abundancia de grava, piedra o capas fuertemente cementadas, que impiden o limitan el uso agrícola del suelo.

Se presentan a profundidades variables, siempre menores a 100 cm.

⁷ Presencia de sales solubles, sodio intercambiable o ambas por lo menos en una parte del suelo, a menos de 125 cm de profundidad.

⁸ Tamaño de partícula: entre 0.2 mm y 0.002 mm.

⁹ Presencia de gravas sobre la superficie, dentro de los 50 cm de profundidad o ambas en un volumen mayor del 30%. Las gravas miden de 0.2 a 7.5 cm en su parte mas ancha.



ERFA/JMC

1.11. CLIMA

El clima de municipio de General Plutarco Elías Calles, es muy seco, con una temperatura media máxima mensual de 33.7 °C en los meses de julio y agosto y una media mínima mensual de 12.5 °C en los meses de diciembre y enero. La temperatura media anual es de 22.8 °C.

Las lluvias son muy escasas, presentándose en los meses de octubre a enero, con una precipitación media anual de 27.4 mm.

1.12. HIDROGRAFÍA E HIDROLOGÍA

A través del municipio de General Plutarco Elías Calles corren algunas corrientes intermitentes en épocas de lluvias.

En el sitio de estudio no se observa presencia de cuerpos de agua, superficiales ni subterráneos, motivo por el que se descarta dar aviso de la emergencia a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Según la Carta de Agua Subterránea 1: 1 000 000 (Hermosillo) del INEGI, la zona del derrame presenta un tipo de material no consolidado con posibilidades de infiltración media alta¹⁰ (Ver *Figura Ilustrativa 1.7.*), mientras lo observado en el sitio durante las visitas realizadas en el sitio, como en la ejecución de las labores de emergencia (Ver sección 1.3. del presente documento) fue una **infiltración alta con presencia de material no consolidado**.

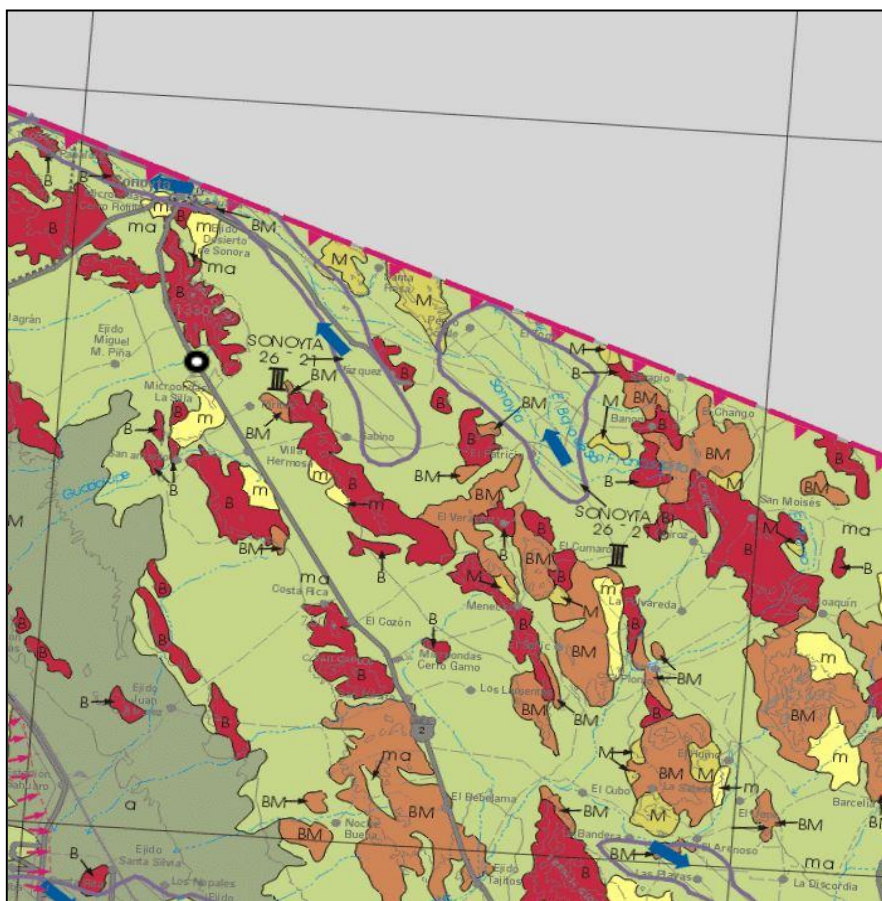


Figura Ilustrativa No. 1.7. Coordenadas del sitio de derrame y su correspondiente hidrología subterránea.

●12R 0327636 3503153

¹⁰ Carta Hidrológica de Agua Subterránea 1: 1 000 000 Hermosillo. INEGI. México.

1.13. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El conjunto de operaciones necesarias para determinar la ubicación geográfica del sitio en estudio, 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 dañado es fundamental, del cual podemos resaltar:

- Establece de forma precisa la ubicación del sitio del derrame la cual tiene como coordenadas de referencia 31° 39' 2.47" Latitud Norte y 112° 49' 4.16" Longitud Oeste (12R 0327636 3503153), en el **Km. 228 + 800 de la Carretera Altar – Sonoyta, municipio General Plutarco Elías Calles, estado de Sonora**, con la finalidad de que éste sea localizado por cualquier persona involucrada o interesada en la caracterización y/o remediación.
- Determina la superficie de suelo natural con un **área total afectada de 178.50 m²** (0.0178 ha); la cual se estableció con base en los sondeos realizados en el sitio (*Ver Sección 1.4 del presente documento*) y a los resultados obtenidos del Muestreo Inicial llevado a cabo en el sitio en estudio (*Ver Sección 1.16 del presente documento*).
- El movimiento horizontal de la sustancia derramada está determinada por lo accidentado del terreno (curvas de nivel¹¹), además el comportamiento de la migración del contaminante está en función de las características del sitio, desplazándose en dirección predominante hacia el Oeste, Suroeste y Sur.

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

El plano del Levantamiento Topográfico, que incluye la tira marginal, la vista en planta, el plano isométrico de concentraciones y migración del hidrocarburo y las tablas de datos, mismos que forman el *Anexo VI*.

**NOMBRE DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO
DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**

En el plano adjunto encontraremos lo siguiente:

¹¹ 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.

1.13.1. Localización del área afectada

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

- Nombre, escala gráfica y escala numérica de la figura representada en la ventana.
- Avenidas, Carreteras y/o Autopistas que cruzan por el sitio, con divisiones de carril, acotamientos, sentido en el que circulan y próximo destino.
- Intervalos de las curvas de nivel (elevaciones).
- Postería aérea de CFE.
- Fibra óptica.

1.13.2. Cuadro de muestreo

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

1.13.3. Isométrico de concentraciones y migración del contaminante

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

1.13.4. Cuadro de construcción

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

1.13.5. Tira marginal

Contiene la siguiente información técnica:

- | | | |
|-----------------------|--|---------------|
| • nombre de proyecto, | • empresa responsable de la contaminación, | • disciplina, |
| • autor, | • sustancia derramada, | • ubicación. |
| • escala del plano, | • orientación geográfica, | |
| • tipo del plano, | • georreferenciado con coordenadas UTM, | |

1.14. PLAN DE MUESTREO INICIAL

1.14.1. 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 cumplió lo señalado en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

1.14.2. 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 georreferenciación de puntos de muestreo	15 minutos	Responsable técnico
Toma de muestras	20 minutos cada muestra**	Laboratorio
Lavado del equipo	35 minutos	Laboratorio
Envasado, etiquetado y sellado de muestras	40 minutos	Laboratorio
Llenado de cadena(s) de custodia y papelería de campo	40 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 aproximado que se destinará a cada actividad durante todo el proceso de ejecución de la toma de muestras.

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

1.14.3. 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 la empresa Transportadores Unidos Tusa, S.A. de C.V.:** Fungir como representante y primer interesado de la atención al derrame de Diésel, o en su defecto el representante de la empresa.
- **Personal de ISALI, S.A. de C.V. (ISALI):** Dirigir la toma de muestras con base en el presente plan y hacer cumplir las actividades de muestreo establecidas en la Normatividad vigente.
- **Personal de Laboratorio:** Realizar la toma de muestras bajo las especificaciones del presente plan y de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, así como de las recomendaciones de ASEA e ISALI. El laboratorio cuenta con acreditación ante la Entidad Mexicana de Acreditación A.C. (ema®) y su aprobación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) para muestreo de suelo.

1.14.4. Sitio de muestreo

Características.

De acuerdo con la Carta de Edafología 1: 1 000 000 (Tijuana) y la Carta de Aguas Subterráneas 1: 1 000 000 (Hermosillo) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el suelo de la zona presenta textura arenosa, posibilidades de infiltración media alta con presencia de material no consolidado, sin embargo lo observado en campo, durante las visitas realizadas en el sitio así como en la ejecución de las labores de emergencia (*Ver sección 1.3. del presente documento*) se observa un suelo con textura arenosa, una infiltración alta en la fosa de excavación con presencia de material no consolidado

En los alrededores se observa vegetación de tipo matorral desértico micrófilo, en el cual encontraremos la predominancia de elementos arbustivos de hoja pequeña, como lo es el matorral espinoso, pastizal y gobernadora, que es altamente representativa de la zona en estudio, así como postería de CFE y paso de fibra óptica, mismos que no fueron afectados por el derrame de Diésel.

Es importante mencionar que en el sitio se realizaron labores de emergencia, las cuales consistieron en la extracción del material edáfico afectado por el hidrocarburo para su traslado a la celda provisional.

En el sitio de estudio no se observa presencia de cuerpos de agua, superficiales ni subterráneos, motivo por el que se descarta dar aviso de la emergencia a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

El punto de impacto se encuentra aproximadamente a 25.30 Km del Poblado de Sonoyta.

Superficie del polígono del sitio.

La superficie del polígono del sitio conforma un área total afectada de aproximadamente 178.50 m² sometida a labores de emergencia, correspondiente a la fosa de excavación.

Superficie de la zona o zonas de muestreo.

La superficie del polígono del sitio conforma un área total afectada de aproximadamente 178.50 m² sometida a labores de emergencia, correspondiente a la fosa de excavación, además de la celda provisional construida durante la ejecución de dichos labores.

1.14.5. Hidrocarburos a analizar

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

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

1.14.6. Muestreo

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 área total afectada la cual es de aproximadamente 178.50 m², la cual fue sometida a labores de emergencia, además de la celda provisional construida durante dichas labores. Los puntos serán determinados por el personal de ISALI, S.A. de C.V. El tipo de muestreo será aleatorio simple. Las muestras a tomar serán simples.

Puntos de muestreo.

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

Puntos de muestreo	Identificación	Profundidad (m)	Sitio de toma de muestra	Parámetros a analizar	Volumen (ml)
1	MI-TU-PEC-01-FE-P (0.30M)	0.30	Fosa de excavación	HFM, HAP, H	235
2	MI-TU-PEC-02-FE-P (SUP)	Superficial			
3	MI-TU-PEC-03-FE-P (0.20M)	0.20			
4	MI-TU-PEC-04-FE-P (0.30M)	0.30			
5	MI-TU-PEC-05-FE-P (SUP)	Superficial			
DUPLICADO	MI-TU-PEC-05-FE-P-D (SUP)	Superficial			
6	MI-TU-PEC-06-FE-P (0.20M)	0.20			
7	MI-TU-PEC-07-FE-F (0.30M)	0.30			
8	MI-TU-PEC-08-FE-F (SUP)	Superficial			

9	MI-TU-PEC-09 (0.30M)	0.30	Periferia de la fosa de excavación	HFM, HAP, H	235
10	MI-TU-PEC-10 (0.20M)	0.20			
	MI-TU-PEC-10 (0.50M)	0.50			
11	MI-TU-PEC-11 (0.70M)	0.70			
	MI-TU-PEC-11 (1.50M)	1.50			
	MI-TU-PEC-11 (2.00M)	2.00			
12	MI-TU-PEC-12 (SUP)	Superficial			
13	MI-TU-PEC-13 (0.40M)	0.40			
14	MI-TU-PEC-14 (0.60M)	0.60	Celda provisional	PH, H	
15	MI-TU-PEC-15-CEL (0.30M)	0.30			
TESTIGO	MI-TU-PEC-T (SUP)	Superficial	Fuera del área afectada	PH, H	

*Superficial 0 – 0.05 m

En función de la Tabla No. 4 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 y a las labores de emergencias llevadas a cabo en el sitio:

Se determinó ocho (08) puntos de muestreo en la Fosa de Excavación donde se tomaron solamente muestras simples por punto de muestreo, además de un (01) duplicado para el aseguramiento de la calidad de las muestras, para delimitar el área se determinó seis (06) puntos de muestreo en la Periferia de la Fosa de Excavación donde se tomaron muestras simples (en dos puntos de muestreo se tomarán muestras a diferentes profundidades) por punto de muestreo, adicionalmente se tomó una (01) muestra testigo fuera del área afectada.

Por último, en la celda provisional construida durante las labores de emergencia, en la cual se depositó el material edáfico afectado, se determinó un (01) punto de muestreo.

La distribución y la profundidad de la muestras a recolectar en suelo de forma manual estuvo basada en función a las observaciones realizadas en campo, lo cual indica presencia de textura arenosa con un tipo de infiltración alta, además de material no consolidado.

Plano georreferenciado.

Ver Anexo VI del presente documento.

Equipo de muestreo.

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

- Nucleador Manual (Hand auger)
- Cucharón(es) y/o espátula(s)
- Frascos de vidrio
- Hielera
- Kit de limpieza
- Guantes
- GPS

Lavado de equipo.

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

1.14.7. 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, dichos frascos fueron nuevos, y se preservaron en hielo (4° C). La transportación desde el sitio de la toma de muestras al laboratorio corrió a cargo del personal del laboratorio, las muestras se transportaron en hieleras plásticas.

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

1.14.8. 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.

1.14.9. 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 practicará 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

**NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FÍSICA,
ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO
DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA
LFTAIP**



Lugar y fecha de elaboración: Monterrey, N.L. a 22 de agosto de 2017

Nombre y firma del responsable de la elaboración:



1.15. PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DEL MUESTREO INICIAL

Es importante mencionar, que en fecha 01 agosto de 2017 se dio aviso del Muestreo Inicial a la Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial (DGSIVC) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) (*Anexo VII – Invitación a MI*), estando en el sitio las siguientes personas:

NOMBRE DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

- C. [REDACTED] en representación de la empresa Transportadores Unidos Tusa, S.A. de C.V. y de la empresa ISALI, S.A. de C.V.
- C. [REDACTED] por parte de EHS Labs de México, S.A. de C.V. encargado de la toma de muestras.

Debido a que no fue posible contar con la presencia de personal adscrito a la Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial (DGSIVC) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) durante la toma de muestras, en fecha 11 de septiembre de 2017 se ingresaron las evidencias del muestreo en mención a la Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial (DGSIVC) de la mencionada Agencia (*Anexo VIII – Ingreso de evidencias Muestreo Inicial*).

Por otro lado, personal de ISALI, S.A. de C.V. plasmó las actividades realizadas en bitácora de campo (*Anexo IX – Bitácora de Campo – MI*), así como en memoria fotográfica (*Anexo X – Fotográfico – MI*). El total de muestras fueron 18 (dieciocho), correspondientes a las muestras tomadas en la fosa de excavación como en la celda provisional, más 01 (un) duplicado, además se tomó un (01) testigo, esta información quedó registrada en las cadenas de custodia (*Anexo XI – Cadenas de Custodia*) correspondientes, elaboradas por el personal de laboratorio al momento del muestreo.

Es importante mencionar que durante la ejecución del Muestreo Inicial, se contaba con póliza No. 1308030 con vigencia desde el [REDACTED] (*Anexo XII – Póliza No. 1308030*), estando vigente al momento de realizar el muestreo inicial.

VIGENCIA DE LA PÓLIZA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

1.16. RESULTADOS DE LABORATORIO

Los parámetros que se analizaron en función del producto derramado (Diésel) fueron Hidrocarburos Fracción Media (HFM) e Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares, (HAP), lo anterior de acuerdo con 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 las mismas, contando con acreditación **No. R-0062-006/12** por parte de la Entidad Mexicana de Acreditación A.C.¹² (ema®), así como su respectiva aprobación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) como laboratorio de pruebas (*Anexo XIII – Acreditación y Aprobación EHS Labs*).

Los métodos empleados por el laboratorio para los diferentes parámetros se enlistan en la Tabla 1.5.

Tabla No. 1.5. Métodos utilizados por EHS Labs de México, S.A. de C.V.	
Parámetros	Métodos
HFM	NMX-AA-145-SCFI-2006
HAP	NMX-AA-146-SCFI-2008
% Humedad	Anexo AS-05 NOM-021-SEMARNAT-2000
pH	NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, Anexo B.1

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

La ubicación geográfica, características y profundidad de las muestras se describen a continuación en la Tabla No. 1.6.

Ver en la siguiente página

¹² www.ema.org.mx

Tabla No. 1.6. Identificación, profundidad, características y ubicación geográfica de las muestras tomadas

Identificación	Profundidad (m)	Características	Coordenadas UTM
MI-TU-PEC-01-FE-P (0.30M)	0.30	Suelo seco, textura arenosa, color amarillo pálido, sin olor a hidrocarburo, sin materia orgánica	12R 0327638 3503152
MI-TU-PEC-02-FE-P (SUP)	Superficial	Suelo seco, textura arenosa, color amarillo pálido, sin olor a hidrocarburo, sin materia orgánica	12R 0327629 3503155
MI-TU-PEC-03-FE-P (0.20M)	0.20	Suelo seco, textura arenosa, color amarillo pálido, sin olor a hidrocarburo, sin materia orgánica	12R 0327627 3503148
MI-TU-PEC-04-FE-P (0.30M)	0.30	Suelo seco, textura arenosa, color amarillo pálido, sin olor a hidrocarburo, sin materia orgánica	12R 0327635 3503140
MI-TU-PEC-05-FE-P (SUP)	Superficial	Suelo seco, textura arenosa, color amarillo pálido, sin olor a hidrocarburo, sin materia orgánica	12R 0327635 3503144
MI-TU-PEC-05-FE-P-D (SUP)	Superficial	Suelo seco, textura arenosa, color amarillo pálido, sin olor a hidrocarburo, sin materia orgánica	12R 0327635 3503144
MI-TU-PEC-06-FE-P (0.20M)	0.20	Suelo seco, textura arenosa, color amarillo pálido, sin olor a hidrocarburo, sin materia orgánica	12R 0327640 3503148
MI-TU-PEC-07-FE-F (0.30M)	0.30	Suelo seco, textura arenosa, color amarillo pálido, sin olor a hidrocarburo, sin materia orgánica	12R 0327630 3503150
MI-TU-PEC-08-FE-F (SUP)	Superficial	Suelo seco, textura arenosa, color amarillo pálido, sin olor a hidrocarburo, sin materia orgánica	12R 0327632 3503144
MI-TU-PEC-09 (0.30M)	0.30	Suelo seco, textura arenosa, color amarillo pálido, sin olor a hidrocarburo, sin materia orgánica	12R 0327641 3503146
MI-TU-PEC-10 (0.20M)	0.20	Suelo seco, textura arenosa, color amarillo pálido, sin olor a hidrocarburo, sin materia orgánica	12R 0327636 3503141
MI-TU-PEC-10 (0.50M)	0.50	Suelo seco, textura arenosa, color amarillo pálido, sin olor a hidrocarburo, sin materia orgánica	12R 0327636 3503141
MI-TU-PEC-11 (0.70M)	0.70	Suelo seco, textura arenosa, color amarillo pálido, sin olor a hidrocarburo, sin materia orgánica	12R 0327631 3503137
MI-TU-PEC-11 (1.50M)	1.50	Suelo seco, textura arenosa, color amarillo pálido, sin olor a hidrocarburo, sin materia orgánica	12R 0327631 3503137
MI-TU-PEC-11 (2.00M)	2.00	Suelo seco, textura arenosa, color amarillo pálido, sin olor a hidrocarburo, sin materia orgánica	12R 0327631 3503137
MI-TU-PEC-12 (SUP)	Superficial	Suelo seco, textura arenosa, color amarillo pálido, sin olor a hidrocarburo, sin materia orgánica	12R 0327626 3503144
MI-TU-PEC-13 (0.40M)	0.40	Suelo seco, textura arenosa, color amarillo pálido, sin olor a hidrocarburo, sin materia orgánica	12R 0327622 3503151
MI-TU-PEC-14 (0.60M)	0.60	Suelo seco, textura arenosa, color amarillo pálido, sin olor a hidrocarburo, sin materia orgánica	12R 0327633 3503161
MI-TU-PEC-15-CEL (0.30M)	0.30	Suelo seco, textura arenosa, color amarillo pálido, con olor a hidrocarburo, sin materia orgánica	12R 0327612 3503124
MI-TU-PEC-T (SUP)	Superficial	Suelo seco, textura arenosa, color amarillo pálido, sin olor a hidrocarburo, sin materia orgánica	12R 0327542 3503204

Los resultados obtenidos por EHS Labs de México, S.A. de C.V. se ilustran en la Tabla No. 1.7.

Ver en la siguiente página

Tabla No. 1.7. Resultados de muestreo inicial

Identificación	HFM (mg/Kg)	Humedad (%)	pH (U)	HAP (mg/Kg)					
				A ¹³	B ¹⁴	C ¹⁵	D ¹⁶	E ¹⁷	F ¹⁸
MI-TU-PEC-01-FE-P (0.30M)	<140.56	1.55	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-02-FE-P (SUP)	<140.56	1.47	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-03-FE-P (0.20M)	<140.56	0.91	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-04-FE-P (0.30M)	<140.56	1.06	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-05-FE-P (SUP)	<140.56	0.55	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-05-FE-P-D (SUP)	<140.56	0.35	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-06-FE-P (0.20M)	<140.56	1.68	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-07-FE-F (0.30M)	<140.56	1.01	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-08-FE-F (SUP)	<140.56	0.64	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-09 (0.30M)	<140.56	0.61	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-10 (0.20M)	<140.56	0.62	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-10 (0.50M)	<140.56	0.41	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-11 (0.70M)	<140.56	0.64	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-11 (1.50M)	<140.56	0.48	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-11 (2.00M)	<140.56	1.32	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-12 (SUP)	<140.56	1.45	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-13 (0.40M)	<140.56	0.80	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-14 (0.60M)	<140.56	0.67	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-15-CEL (0.30M)	11807.06	2.13	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-T (SUP)	A.N.R. ¹⁹	0.59	8.99	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26

1.16.1. Análisis de resultados

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) de Hidrocarburos Fracción Media (HFM), correspondientes a la sustancia derramada (Diésel)²⁰, se señalan en la Tabla No. 1.8.

Tabla No. 1.8. Límites Máximos Permisibles - Hidrocarburos Fracción Media		
Uso de suelo predominante (mg/Kg base seca)		
Agrícola ²¹	Residencial ²²	Industrial ²³
1200	1200	5000

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) para hidrocarburos específicos en el suelo, en este caso Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP), se indican en la Tabla 1.9.

¹³ Benzo [a] antraceno

¹⁴ Benzo [b] fluoranteno

¹⁵ Benzo [k] fluoranteno

¹⁶ Benzo [a] pireno

¹⁷ Indeno (1,2,3-cd) pireno

¹⁸ Dibenzo [a,h] antraceno

¹⁹ Análisis No Realizado

²⁰ Tabla No. 1 de la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012

²¹ Incluye suelo forestal, pecuario y de conservación

²² Incluye suelo recreativo

²³ Incluye comercial

Tabla No. 1.9. Límites Máximos Permisibles para hidrocarburos específicos en suelo			
Uso de suelo predominante (mg/Kg base seca)			
HAP	Agrícola²⁴	Residencial²⁵	Industrial²⁶
Benzo [a] pireno	2	2	10
Dibenzo [a,h] antraceno	2	2	10
Benzo [a] antraceno	2	2	10
Benzo [b] fluoranteno	2	2	10
Benzo [k] fluoranteno	8	8	80
Indeno (1,2,3-cd) pireno	2	2	10

Para determinar si las concentraciones de hidrocarburos en suelo superan los Límites Máximos Permisibles, debe hacerse una comparación entre las Tablas Nos. 1.7., 1.8. y 1.9., como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla No. 1.10. Tabla comparativa									
Identificación	HFM (mg/Kg)	Humedad (%)	pH (U)	HAP (mg/Kg)					
				A²⁷	B²⁸	C²⁹	D³⁰	E³¹	F³²
MI-TU-PEC-01-FE-P (0.30M)	<140.56	1.55	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-02-FE-P (SUP)	<140.56	1.47	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-03-FE-P (0.20M)	<140.56	0.91	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-04-FE-P (0.30M)	<140.56	1.06	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-05-FE-P (SUP)	<140.56	0.55	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-05-FE-P-D (SUP)	<140.56	0.35	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-06-FE-P (0.20M)	<140.56	1.68	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-07-FE-F (0.30M)	<140.56	1.01	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-08-FE-F (SUP)	<140.56	0.64	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-09 (0.30M)	<140.56	0.61	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-10 (0.20M)	<140.56	0.62	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-10 (0.50M)	<140.56	0.41	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-11 (0.70M)	<140.56	0.64	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-11 (1.50M)	<140.56	0.48	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-11 (2.00M)	<140.56	1.32	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-12 (SUP)	<140.56	1.45	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-13 (0.40M)	<140.56	0.80	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-14 (0.60M)	<140.56	0.67	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-15-CEL (0.30M)	11807.06	2.13	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TU-PEC-T (SUP)	A.N.R. ³³	0.59	8.99	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26

²⁴ Incluye suelo forestal, pecuario y de conservación

²⁵ Incluye recreativo

²⁶ Incluye comercial

²⁷ Benzo [a] antraceno

²⁸ Benzo [b] fluoranteno

²⁹ Benzo [k] fluoranteno

³⁰ Benzo [a] pireno

³¹ Indeno (1,2,3-cd pireno)

³² Dibenzo [a,h] antraceno

³³ Análisis No Realizado

Como se puede observar en la tabla anterior, solo la muestra de suelo en estudio que presenta concentraciones que **superan** los Límites Máximos Permisibles (LMP) de Hidrocarburos Fracción Media (HFM) es la identificada como: **MI-TU-PEC-15-CEL (0.30M)**, correspondiente al suelo depositado en la celda provisional durante las labores de emergencia (*Ver sección 1.3 del presente documento*), por otro lado los resultados obtenidos en el análisis correspondiente a los Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP) están dentro de los Límites Máximos Permisibles (LMP) de la norma en mención, siendo esto señalado en las Tablas No. 2 y 3, considerando un uso de **suelo Agrícola**. El suelo del sitio se puede clasificar como **Fuertemente alcalino**³⁴, por el valor del pH.

³⁴ Acorde a lo señalado en la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, Anexo B.1.

1.17. CONCLUSIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN

Resulta importante mencionar que el área total afectada de acuerdo a los resultados obtenidos de humedad, presenta en promedio un valor de 0.93%, aunado a lo siguiente: el sitio en estudio presenta una infiltración alta en la fosa de excavación (encontrando concentraciones de Hidrocarburos de Fracción Media (HFM) e Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP) por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) a una profundidad que oscila entre 1.50 m y 2.00 m) con un tipo de material no consolidado, siendo un terreno plano con textura arenosa, sumando a estos, las temperaturas presentes en el sitio, las concentraciones obtenidas de los análisis de las muestras recolectadas en el mismo, las características físicas y químicas del hidrocarburo (siendo una sustancia líquida, volátil y poco viscosa), la topografía del sitio con sus respectivas curvas de nivel (*Ver Anexo VI del presente documento*), se puede concluir que el desplazamiento tanto vertical como horizontal es evidente afectando un área total de **178.50 m²** (*Ver Tabla No. 1.11 del presente documento*).

Con la información arrojada del levantamiento topográfico la cual indica un área total afectada de **178.50 m²** perteneciente a la fosa excavación por donde el hidrocarburo se desplazó y se infiltró; las características del suelo afectado, las condiciones del sitio en estudio, las labores de emergencia realizadas en el mismo y los resultados obtenidos de los análisis de las muestras recolectadas en éste, señalan la efectividad de dichas labores ya que los resultados obtenidos de las muestras tomadas en la fosa de excavación arrojaron concentraciones por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en las Tablas No. 2 y 3 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 para Hidrocarburos Fracción Media (HFM) y para Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP), mientras que la muestra tomada en la celda provisional identificada como: **MI-TU-PEC-15-CEL (0.30M)**, supera los Límites Máximos Permisibles (LMP) para Hidrocarburos Fracción Media (HFM), sin embargo los resultados obtenidos en el análisis correspondiente a los Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP) está dentro de los Límites Máximos Permisibles (LMP), conforme a los valores establecidos en las Tablas No. 2 y 3 de la de la noma en mención.

En resumen de lo anteriormente expuesto se proyecta que un volumen total aproximado de **327.25 m³** será sometido al proceso de remediación, lo cual se puede desglosar de la siguiente manera:

Tabla No. 1.11. Proyección de la pluma del contaminante (fosa de excavación)			
Identificación del área	Área (m ²)	Profundidad de excavación (m)	Volumen (m ³)
Fosa de excavación	119	2.00	238
	59.50	1.50	89.25
Área de suelo natural sometida a Labores de emergencia:	178.50 m ²	Volumen total a remediar depositado en celda provisional (Suelo natural extraído del área de excavación)	327.25 m ³

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

3. DATOS DE INFORMACIÓN DE LA PROPUESTA DE REMEDIACIÓN

3.1. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA REMEDIACIÓN

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

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

Las técnicas autorizadas son las siguientes:

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

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

3.2. MARCO TEÓRICO

3.2.1. Remediación de suelos contaminados

El mecanismo mediante el cual se restablecen las condiciones originales del suelo se conoce con el nombre de remediación. La remediación se refiere a cualquier operación unitaria o serie de ellas, que tiene como objetivo modificar las condiciones del suelo contaminado mediante procesos físicos, químicos y/o biológicos, ya sea disminuyendo la concentración o modificando su estructura química y propiedades físicas³⁵. 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 modificarlos³⁶...”.

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 (biovente, 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)³⁷. En la figura No. 3.1 se ilustran las posibles reacciones para un medio y otro.

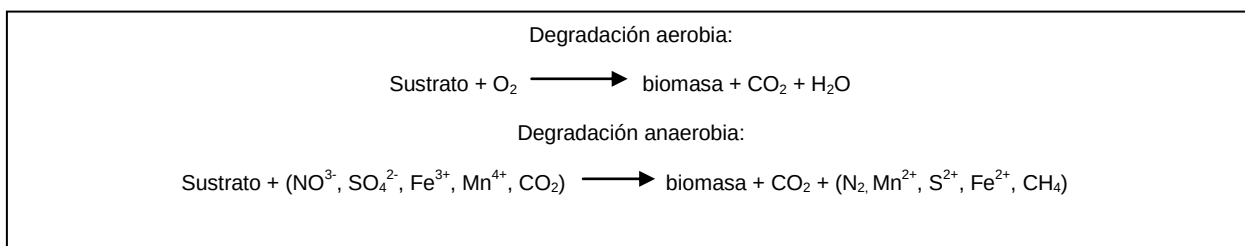


Figura 3.1. Esquema de reacciones en la biorremediación

³⁵ 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.

³⁶ Fracción XXVIII del artículo 5 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. SEMARNAT. México 2003

³⁷ 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 siguiente³⁸.

- *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*.

³⁸ Tecnologías de remediación... *Op. cit.*

3.3. SELECCIÓN DE TÉCNICA DE BIORREMEDIACIÓN

3.3.1. Criterios de selección

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

- Las características y composición del hidrocarburo derramado, observándose una infiltración alta en la fosa de excavación según los sondeos realizados en el sitio y a los resultados de laboratorio del Muestreo Inicial.
- Las concentraciones de Hidrocarburos Fracción Media (HFM) encontradas en las muestras de los sondeos realizados en el sitio y a los resultados del Muestreo Inicial.
- En el sitio se llevaron a cabo labores de emergencia, extrayendo el material dañado con Diésel (*Ver sección 1.3. del presente documento*).
- El sitio de tratamiento es potencialmente viable para acoplar las condiciones de un tratamiento biológico (temperatura, humedad, etc.).
- La humedad relativa de la muestra tomada en el material depositado en la celda provisional, se encuentra aproximadamente en 2.13 %.
- Las temperaturas presentes en el sitio en estudio.

3.4. DESCRIPCIÓN OPERATIVA DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

Tal y como se mencionó en apartados anteriores la topografía del sitio, la accesibilidad del terreno, las condiciones del mismo y las labores de emergencias realizadas en el sitio, son factores que ayudaron a determinar la técnica de remediación. Tomando en cuenta lo anterior, se procederá a desarrollar la técnica de Biorremediación por Landfarming a un lado del sitio contaminado sobre el material edáfico contenido en celda provisional (178.50m³):

Se acondicionará la celda provisional construida durante las labores de emergencia (*Ver sección 1.3. del presente documento*). Los trabajos se realizarán con técnicas mecánicas con maquinaria pesada tal como lo es la retroexcavadora, la cual aportará al sistema homogeneización y remoción del material en tratamiento.

En términos generales las actividades en cada una de sus fases de tratamiento del suelo natural dañado con Diésel será la labranza mecánica del suelo dañado, aplicación de microorganismos, nutrientes, hidratación, aireación; cuidando los factores de humedad, temperatura y pH del suelo en tratamiento, dichos trabajos se realizarán con técnicas mecánicas con maquinaria pesada tal como lo es la retroexcavadora, la cual aportará al sistema homogeneización y remoción del material en tratamiento. Mediante ayuda de bombas mecánicas autocebantes se dosificará en fase acuosa los microorganismos previamente bioaumentados por reflujos, manualmente se aplicarán los insumos con ayuda de herramienta, 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 directamente sobre el material edáfico dañado, esto en las fases proyectadas en el cronograma adjunto al presente Programa de Remediación.

Tabla No. 3.1. Insumos
Agente Biodegradador de Hidrocarburos (ABH) (Bacteria) ³⁹
Fertilizante (NPK) ⁴⁰ con urea
Materia orgánica
Agua

³⁹ Solibac IP Soil®

⁴⁰ Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Cobre, Hierro, Magnesio, Zinc, Boro y Ácidos Húmicos-Fúlvico.

3.5. LÍMITES DE LIMPIEZA

Como se ha mencionado en el presente documento, la sustancia derramada (Diésel) tiene como productos asociados a los Hidrocarburos Fracción Media (HFM) e Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP), 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 **matorral desértico micrófilo**, lo cual en términos de la norma citada es un tipo de suelo **Agrícola**. Los Límites Máximos Permisibles (LMP) para el tipo de sustancia derramada y el tipo de suelo se señalan en la siguiente tabla:

Tabla 3.2. Límites Máximos Permisibles para limpieza ⁴¹							
Parámetro	HFM	A ⁴²	B ⁴³	C ⁴⁴	D ⁴⁵	E ⁴⁶	F ⁴⁷
LMP ⁴⁸	1200	2	2	2	2	8	2

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

⁴¹ Concentración expresada en mg /Kg

⁴² Benzo [a] pireno

⁴³ Dibenzo [a,h] antraceno

⁴⁴ Benzo [a] antraceno

⁴⁵ Benzo [b] fluoranteno

⁴⁶ Benzo [k] fluoranteno

⁴⁷ Indeno (1,2,3-cd) pireno

⁴⁸ Límite Máximo permisible, expresado en mg / Kg base seca

3.6. USO FUTURO DEL SUELO REMEDIADO

El volumen de suelo que será sometido al proceso de biorremediación mediante la técnica de Biorremediación por Landfarming a un lado del sitio contaminado, será utilizado para relleno y nivelación del sitio de origen (fosa de excavación), una vez que se cumplan con los Límites Máximos Permisibles (LMP) para Hidrocarburos Fracción Media (HFM) e Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP), señalados en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, conservando de esta forma su uso de suelo **Agrícola**.

3.7. PROGRAMA CALENDARIZADO DE ACTIVIDADES

Los trabajos de remediación propuestos en este documento, serán programados una vez que esa H. Dirección emita la Aprobación correspondiente y se programe la logística de traslado del personal operativo al sitio, para lo cual se dará oportuno aviso de la fecha de inicio de Trabajos de Remediación a la Unidad de Supervisión, Inspección y Vigilancia correspondiente, presentando copia de la Aprobación del presente Programa de Remediación para que en el ámbito de sus respectivas atribuciones vigile su cumplimiento.

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

De éste, es pertinente hacer algunas aclaraciones.

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

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

Fotográfico –Visita Inicial (1/1)



1.- Sitio del accidente en el Km. 228+800 de la carretera Altar – Sonoyta, municipio General Plutarco Elías Calles, estado de Sonora.



2.- En el sitio se derramaron aproximadamente 2.000 litros de Diésel.



3.- Con apoyo de una barra de acero se realizaron sondeos para determinar la pluma del contaminante.

**FOTOGRAFÍA DE LA
PERSONA FÍSICA, ART.
116 PÁRRAFO
PRIMERO
DE LA LGTAIP Y 113
FRACCIÓN I DE LA
LFTAIP**



4.- Se registraron las profundidades en los puntos de sondeo.

Fotográfico – Labores de Emergencia (1/2)



1.- Personal de Telmex llega al sitio para indicar el paso de fibra óptica.



2.- Acondicionamiento del sitio en el cual se construirá la celda provisional.



3.- Construcción de bordos de la celda provisional con ayuda de la retroexcavadora.



4.- Construcción de canaletas de captación de lixiviados de la celda provisional con ayuda de la retroexcavadora.



5.- Se cubrió la celda provisional con una película de polietileno de alta densidad.



6.- Se colocó una capa de arcilla sobre la película de polietileno de alta densidad para aumentar la impermeabilidad de la celda provisional.

Fotográfico – Labores de Emergencia (2/2)



7.- Compactación de la capa de arcilla con ayuda de un vibrocompactador manual.



8.- Extracción del material edáfico afectado con Diésel con apoyo de la retroexcavadora.



9.- Depósito de material edáfico afectado con Diésel en camión de volteo para su posterior acarreo y deposito a la celda provisional.



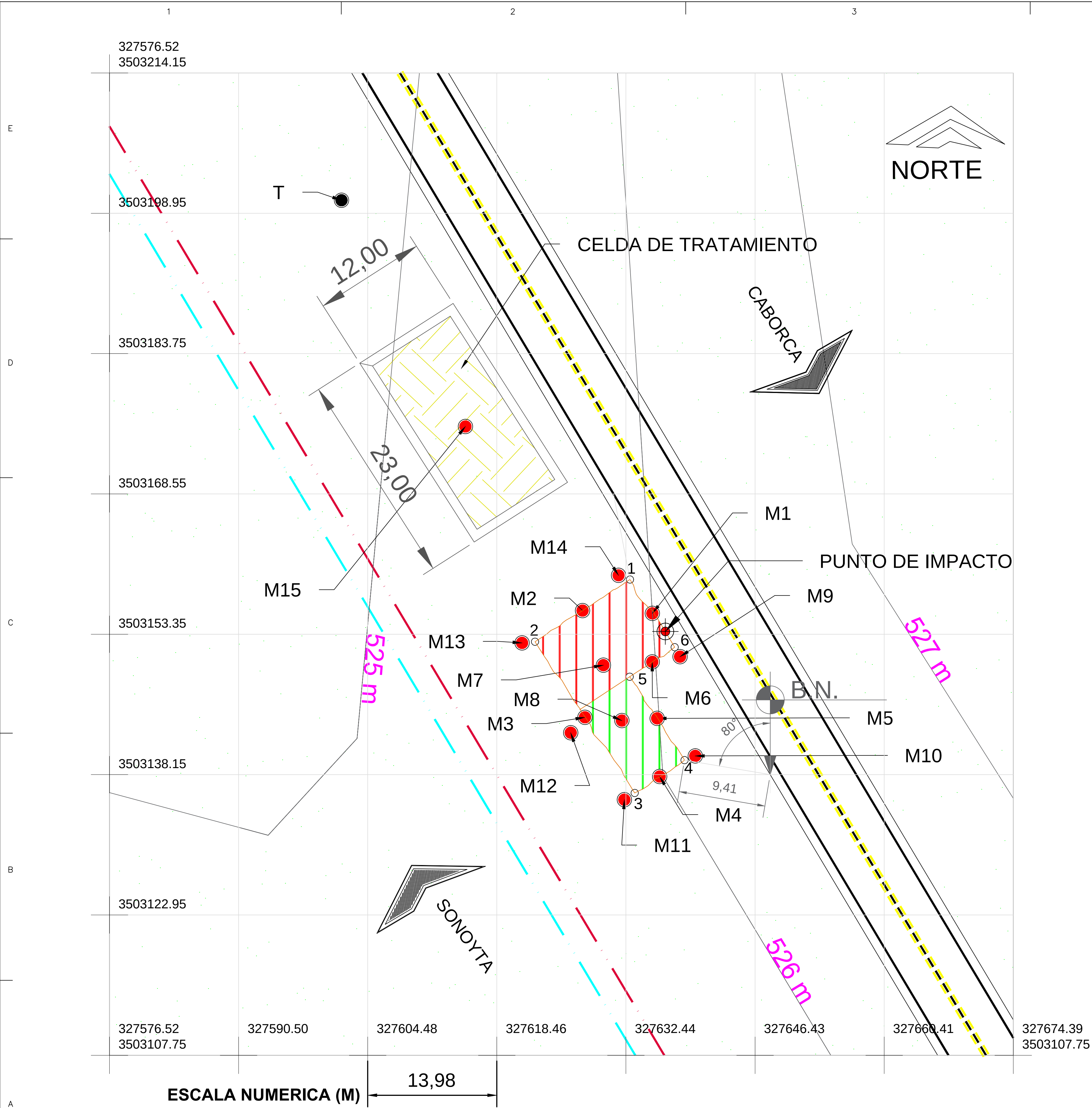
10.- Deposito de material edáfico afectado en celda provisional con la ayuda de camión de volteo.



11.- Señalización preventiva de la zona de trabajo (celda provisional).



12.- Señalización preventiva de la zona de trabajo (fosa de excavación).



VISTA EN PLANTA

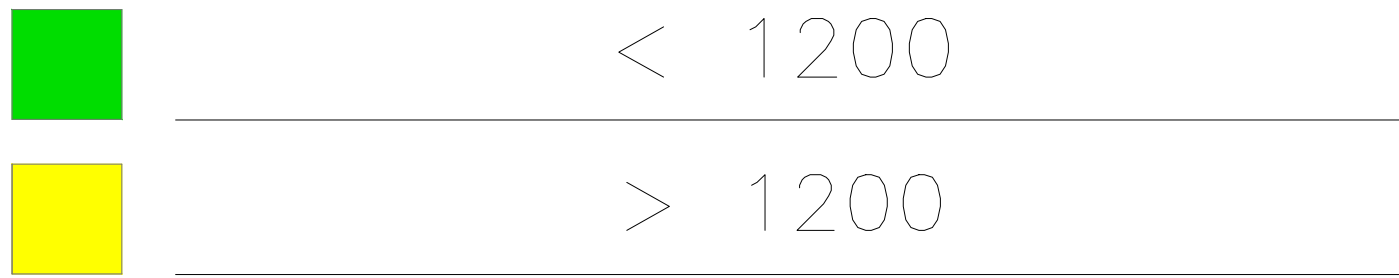
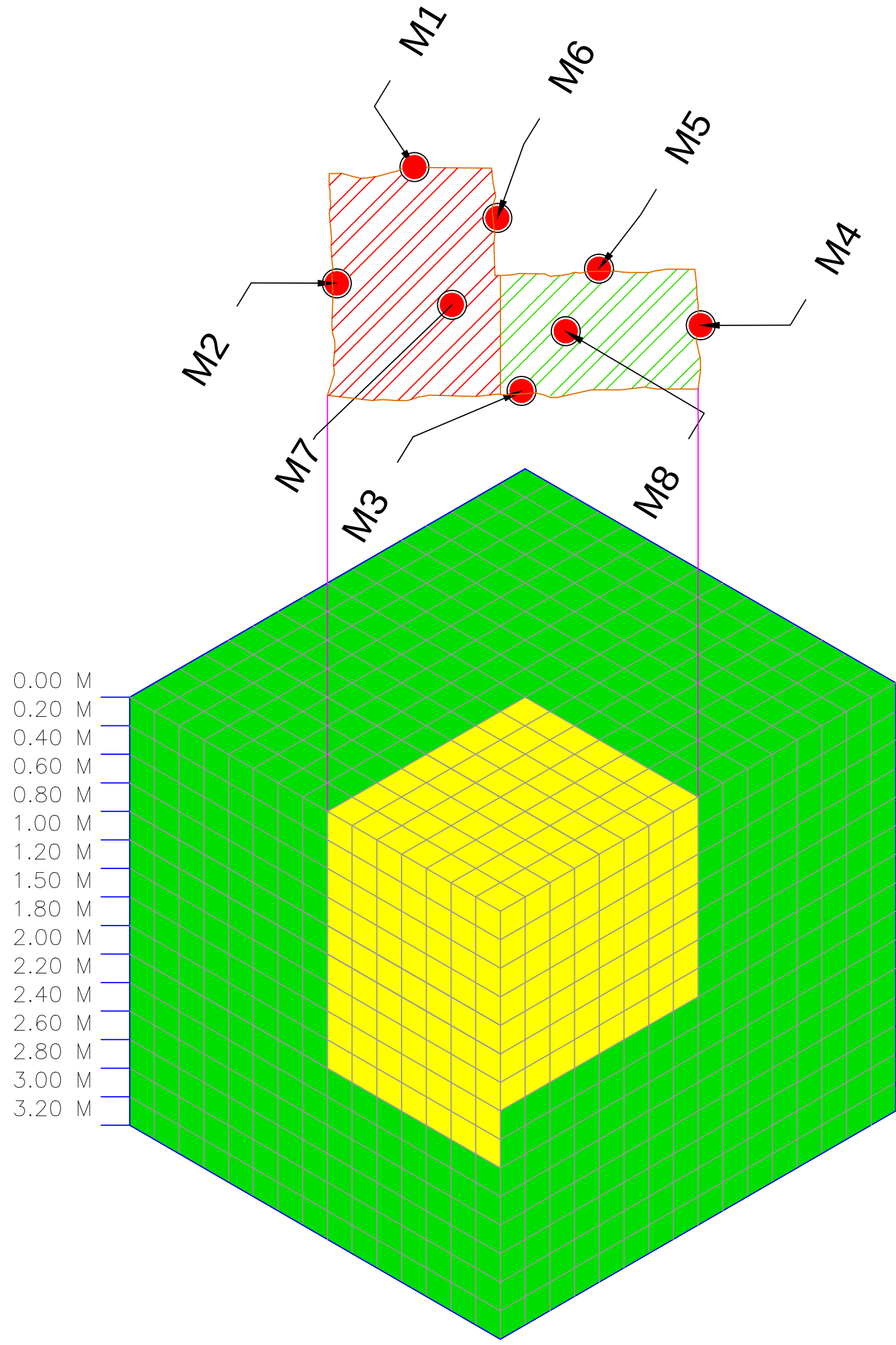
Escala Gráfica 1:250

- AREA DE LA ZONA "A" AFECTADA (EXCAVACION 1.50 M)
- AREA DE LA ZONA "B" AFECTADA (EXCAVACION 2.00 M)

- MUESTRA SIMPLE
- POSTERIA DE LUZ
- FIBRA OPTICA

- BANCO DE NIVEL
- PUNTO DE IMPACTO

PLANO ISOMETRICO FOSA DE EXCAVACION HFM (MG/KG)



MG/KG

MG/KG

NOMBRE DE LA PERSONA FÍSICA,
ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO
DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE
LA LFTAIP

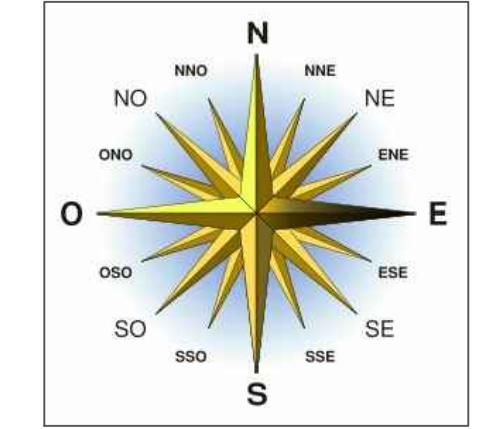
ZONA UTM: 12R	COORDENADAS UTM
PUNTO DE IMPACTO	12R 0327636 3503153
BANCO DE NIVEL	12R 0327648 3503138

NOMBRE DEL PLANO: **D0150817**

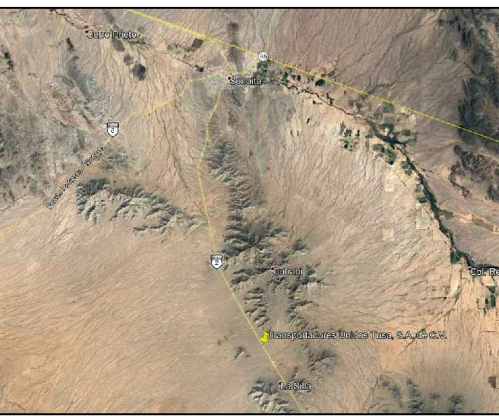
NOTAS

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

LOCALIZACION



FOTOGRAFIA DEL SITIO



FOTOREFERENCIA GOOGLE EARTH

PROPUESTA DE

AREA	NOMBRE:	FIRMA
DISEÑO		JB

FECHA

19 DE JULIO DEL 2018

DIRECCION:

**KM. 228 + 800 DE LA CARRETERA
ALTAR - SONOYTA, MUNICIPIO
GENERAL PLUTARCO ELÍAS
CALLES, ESTADO DE SONORA.**

DISEÑO POR

TRANSPORTISTA:

TRANSPORTADORES UNIDOS TUSA, S.A DE C.V.

SUSTANCIA DERRAMADA

DIESEL

NOMBRE DEL PROYECTO: PLANO: 1-2

PROGRAMA DE REMEDIACION

E	D	Resultados de muestreo inicial											
		PUNTOS DE MUESTREO	IDENTIFICACION	COORDENADAS UTM	HFM (mg/Kg)	HUMEDAD (%)	pH(U)	HAPs (mg/Kg)					
								A	B	C	D	E	F
		M1	MI-TU-PEC-01-FE-P (0.30M)	12R 0327638 3503152	<140.56	1.55	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
		M2	MI-TU-PEC-02-FE-P (SUP)	12R 0327629 3503155	<140.56	1.47	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
		M3	MI-TU-PEC-03-FE-P (0.20M)	12R 0327627 3503148	<140.56	0.91	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
		M4	MI-TU-PEC-04-FE-P (0.30M)	12R 0327635 3503140	<140.56	1.06	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
		M5	MI-TU-PEC-05-FE-P (SUP)	12R 0327635 3503144	<140.56	0.55	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
		M5D	MI-TU-PEC-05-FE-P-D (SUP)	12R 0327635 3503144	<140.56	0.35	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
		M6	MI-TU-PEC-06-FE-P (0.20M)	12R 0327640 3503148	<140.56	1.68	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
		M7	MI-TU-PEC-07-FE-F (0.30M)	12R 0327630 3503150	<140.56	1.01	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
		M8	MI-TU-PEC-08-FE-F (SUP)	12R 0327632 3503144	<140.56	0.64	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
		M9	MI-TU-PEC-09 (0.30M)	12R 0327641 3503146	<140.56	0.61	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
		M10	MI-TU-PEC-10 (0.20M)	12R 0327636 3503141	<140.56	0.62	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
		M10	MI-TU-PEC-10 (0.50M)	12R 0327636 3503141	<140.56	0.41	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
		M11	MI-TU-PEC-11 (0.70M)	12R 0327631 3503137	<140.56	0.64	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
		M11	MI-TU-PEC-11 (1.50M)	12R 0327631 3503137	<140.56	0.48	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
		M11	MI-TU-PEC-11 (2.00M)	12R 0327631 3503137	<140.56	1.32	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
		M12	MI-TU-PEC-12 (SUP)	12R 0327626 3503144	<140.56	1.45	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
		M13	MI-TU-PEC-13 (0.40M)	12R 0327622 3503151	<140.53	0.80	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
		M14	MI-TU-PEC-14 (0.60M)	12R 0327633 3503161	<140.56	0.67	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
		M15	MI-TU-PEC-15-CEL (0.30M)	12R 0327612 3503124	11807.06	2.13	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
		T	MI-TU-PEC-T (SUP)	12R 0327542 3503204	A.N.R.	0.59	8.99	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.

- A. BENZO [A] ANTRACENO
- B. BENZO [B] FLUORANTENO
- C. BENZO [K] FLUORANTENO
- D. BENZO [A] PIRENO
- E. INDENO (1,2,3-CD PIRENO)
- F. DIBENZO [A,H] ANTRACENO
- A.N.R. ANALISIS NO REALIZADO

CUADRO DE CONSTRUCCION					
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S UTM
EST	PV				
				1	12R 327633 3503159
1	2	S 56°47'29.92" W	12.29	2	12R 327623 3503153
2	3	S 33°22'51.99" E	19.62	3	12R 327633 3503136
3	4	N 56°37'08.01" E	6.46	4	12R 327639 3503140
4	5	N 33°17'41.27" W	10.81	5	12R 327633 3503149
5	6	N 56°42'18.73" E	5.82	6	12R 327638 3503152
6	1	N 33°25'56.39" W	8.78	1	12R 327633 3503159
AREA DE LA ZONA AFECTADA = 178.50 M2					

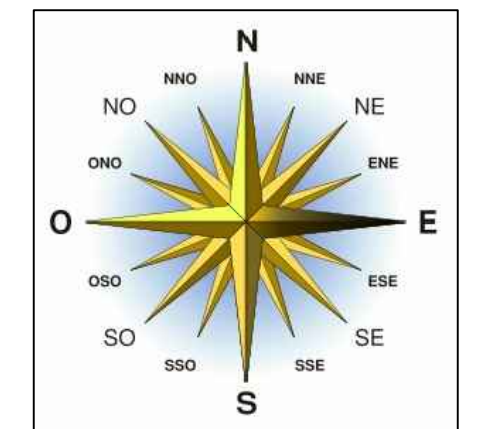
NOMBRE DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

NOMBRE DEL PLANO: **D0150817**

NOTAS

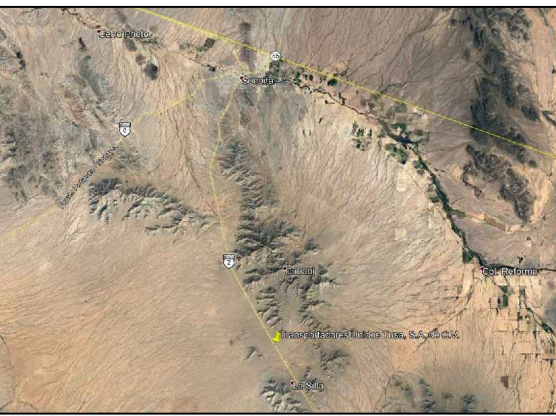
1.- DIMENSIONES EN METROS.
2.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
3.- ESCALA INDICADA

LOCALIZACION





FOTOGRAFIA DEL SITIO



FOTOREFERENCIA GOOGLE EARTH

PROPUESTA DE

AREA	NOMBRE:	FIRMA
DISEÑO		JB

FECHA

19 DE JULIO DEL 2018

DIRECCION:

KM. 228 + 800 DE LA CARRETERA ALTAR - SONOYTA, MUNICIPIO GENERAL PLUTARCO ELÍAS CALLES, ESTADO DE SONORA.

DISEÑO POR

TRANSPORTISTA:

TRANSPORTADORES UNIDOS TUSA, S.A DE C.V.

SUSTANCIA DERRAMADA

DIESEL

NOMBRE DEL PROYECTO: PLANO: 2-2

PROGRAMA DE REMEDIACION

Inicial ☒ Intermedio ☐ Final ☐

Otro: _____

Siniestro: _____ D0150817

Fecha: _____ 29-ago-17

Ubicación: _____ Km. 228 + 800 de la Carretera Altar – Sonoyta,
_____ municipio General Plutarco Elías Calles, estado de Sonora

Empresa: _____ Transportadores Unidos Tusa, S.A DE C.V.

Material derramado: Diesel ☒ Gasolina ☐ Turbosina ☐ Combustóleo ☐ Otro: _____

Laboratorio asignado: _____ EHS Labs de México, S.A. de C.V.

HTP's Fracción: Ligera ☐ Media ☒ Pesada ☐ No aplica ☐

PUNTOS DE MUESTREO

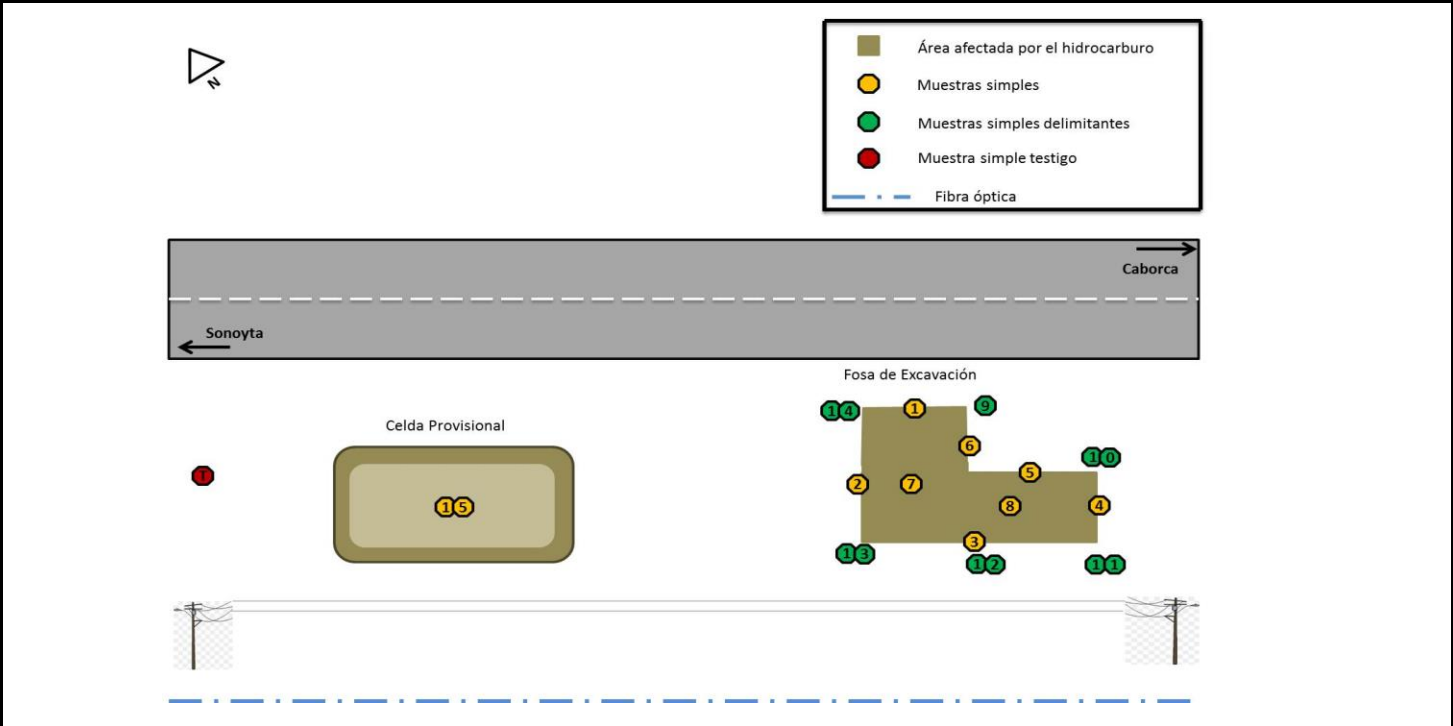
No.	Identificación	Profundidad (m)	Ubicación geográfica	Parámetros a analizar
1	MI-TU-PEC-01-FE-P (0.30M)	0.30	12R 0327638 3503152	HFM, HAP, H
2	MI-TU-PEC-02-FE-P (SUP)	Superficial	12R 0327629 3503155	
3	MI-TU-PEC-03-FE-P (0.20M)	0.20	12R 0327627 3503148	
4	MI-TU-PEC-04-FE-P (0.30M)	0.30	12R 0327635 3503140	
5	MI-TU-PEC-05-FE-P (SUP)	Superficial	12R 0327635 3503144	
D	MI-TU-PEC-05-FE-P-D (SUP)	Superficial	12R 0327635 3503144	
6	MI-TU-PEC-06-FE-P (0.20M)	0.20	12R 0327640 3503148	
7	MI-TU-PEC-07-FE-F (0.30M)	0.30	12R 0327630 3503150	
8	MI-TU-PEC-08-FE-F (SUP)	Superficial	12R 0327632 2503144	
9	MI-TU-PEC-09 (0.30M)	0.30	12R 0327641 3503146	
10	MI-TU-PEC-10 (0.20M)	0.20	12R 0327636 3503141	
10	MI-TU-PEC-10 (0.50M)	0.50	12R 0327636 3503141	
11	MI-TU-PEC-11 (0.70M)	0.70	12R 0327631 3503137	
11	MI-TU-PEC-11 (1.50M)	1.50	12R 0327631 3503137	
11	MI-TU-PEC-11 (2.00M)	2.00	12R 0327631 3503137	
12	MI-TU-PEC-12 (SUP)	Superficial	12R 0327626 3503144	
13	MI-TU-PEC-13 (0.40M)	0.40	12R 0327622 3503151	

14	MI-TU-PEC-14 (0.60M)	0.60	12R 0327633 3503161	HFM, HAP, H
15	MI-TU-PEC-15-CEL (0.30M)	0.30	12R 0327612 3503124	
T	MI-TU-PEC-T- (SUP)	Superficial	12R 0327542 3503204	PH, H

** Superficial 0 - 0.05M

El total de muestras tomadas fueron de 17 distribuidas en la fosa de excavación así como en la periferia de la misma, más 01 muestra duplicado para el aseguramiento de la calidad de las muestras.
Adicional se tomó 01 muestra en la celda provisional y se tomó 01 muestra testigo fuera del área afectada.

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS PUNTOS DE MUESTREO



OBSERVACIONES
Dichas muestras fueron tomadas utilizando hand auger y espátula de acero inoxidable, después las muestras tomadas fueron envasadas, selladas y etiquetadas, así como preservadas en hielo a 4°C.

NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

[Redacted signature]

Responsable Técnico
Nombre y firma

Fotográfico – Muestreo Inicial (1/2)



1 – El personal encargado de la toma de muestras usó guantes para evitar contaminación cruzada de las mismas.



2 – El equipo utilizado para la toma de muestras se lavó al inicio y entre cada toma de las muestras para evitar la contaminación cruzada de las mismas.



3 – Se tomaron muestras en la pared de la fosa de excavación con apoyo del Hand Auger.



4 – Se tomaron muestras en el fondo de la fosa de excavación.



5 – Las muestras superficiales se tomaron con ayuda de una espátula de acero inoxidable.



6 – Todas las muestras tomadas se depositaron en frascos de vidrio para su posterior análisis.

Fotográfico – Muestreo Inicial (2/2)



7 – Se registró y verifico las profundidades de los puntos de muestreo.



8 – Se tomaron muestras en la periferia de la fosa de excavación a diferentes profundidades con ayuda del Hand Auger.



9 – Toma de muestra testigo fuera del área afectada.



10.- Se tomaron muestras a profundidad en la celda provisional con ayuda del Hand Auger.



11 – Las muestras fueron envasadas en frascos de vidrio, etiquetadas, rotuladas y selladas durante la ejecución del muestreo.



12 – Se registraron las coordenadas de los puntos de muestreo.

TRANSPORTADORES UNIDOS TUSA, S.A. DE C.V.
Km 228+800 de la Carretera Altar – Sonoyta, municipio General Plutarco
Elías Calles, estado de Sonora.

INFORME DE RESULTADOS SUELOS
P6500

Realizado por:



EHS LABS DE MÉXICO, S. A. DE C. V.

MUESTREO REALIZADO: AGOSTO, 2017



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:	Av. Wake No. 193 Col. Electricistas,
Entidad:	Ciudad de México
Atención:	Fernando Valente Meneses Salinas

DATOS DEL MUESTREO

Empresa responsable del muestreo:	EHS Labs de México, S.A. de C.V.
Dirección:	Matamoros 1441 Pte. Col. Maria Luisa
Nombre del sitio de muestreo:	Km 228+800 de la Carretera Altar – Sonoyta,
Ubicación del sitio de muestreo:	municipio General Plutarco Elías Calles, estado de Sonora.
Fecha de muestreo:	2017-08-29
Número de muestras en estudio:	20
Protocolo de Muestreo Acreditado y Aprobado (Ver anexos):	Registro del Muestreo de Suelos (Acreditado y Aprobado) Cadena de Custodia Folio: 14134, 14135

DATOS DE CONTROL

Identificación del cliente: <i>Siniestro: Sin. D0150817</i>	Fecha de recepción de las muestras: 2017-09-01
	Fecha de inicio de análisis: 2017-09-01
Identificación EHS Labs: 85421	Fecha termino de análisis: 2017-09-20
	Descripción física de las muestras: 20 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.



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P6500
Fecha de Recepción: 2017-09-01
Fecha de muestreo: 2017-08-29
Folio de cadena de Custodia: 14134, 14135
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-TU-PEC-01-FE-P (0.30M)	85421-1	1.55	6.00	2017-09-08	LB
MI-TU-PEC-02-FE-P (SUP)	85421-2	1.47	6.00	2017-09-08	LB
MI-TU-PEC-03-FE-P (0.20M)	85421-3	0.91	6.00	2017-09-08	LB
MI-TU-PEC-04-FE-P (0.30M)	85421-4	1.06	6.00	2017-09-08	LB
MI-TU-PEC-05-FE-P (SUP)	85421-5	0.55	6.00	2017-09-08	LB
MI-TU-PEC-05-FE-P-D (SUP)	85421-6	0.35	6.00	2017-09-08	LB
MI-TU-PEC-06-FE-P (0.20M)	85421-7	1.68	6.00	2017-09-08	LB
MI-TU-PEC-07-FE-F (0.30M)	85421-8	1.01	6.00	2017-09-08	LB
MI-TU-PEC-08-FE-F (SUP)	85421-9	0.64	6.00	2017-09-08	LB
MI-TU-PEC-09 (0.30M)	85421-10	0.61	6.00	2017-09-08	LB
MI-TU-PEC-10 (0.20M)	85421-11	0.62	6.00	2017-09-08	LB
MI-TU-PEC-10 (0.50M)	85421-12	0.41	6.00	2017-09-08	LB
MI-TU-PEC-11 (0.70M)	85421-13	0.64	6.00	2017-09-08	LB
MI-TU-PEC-11 (1.50M)	85421-14	0.48	6.00	2017-09-08	LB
MI-TU-PEC-11 (2.00M)	85421-15	1.32	6.00	2017-09-08	LB
MI-TU-PEC-12 (SUP)	85421-16	1.45	6.00	2017-09-08	LB
MI-TU-PEC-13 (0.40M)	85421-17	0.80	6.00	2017-09-08	LB
MI-TU-PEC-14 (0.60M)	85421-18	0.67	6.00	2017-09-08	LB
MI-TU-PEC-15-CEL (0.30M)	85421-19	2.13	6.00	2017-09-08	LB
MI-TU-PEC-T (SUP)	85421-20	0.59	6.00	2017-09-08	LB

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



INFORME DE RESULTADOS SUELOS

Transportadores Unidos TUSA, S.A. de C.V.



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P6500

Fecha de Recepción: 2017-09-01

Fecha de muestreo: 2017-08-29

Folio de cadena de Custodia: 14134, 14135

Parámetro: HIDROCARBUROS FRACCIÓN MEDIA EN SUELOS (Acreditado)

Método analítico NMX-AA-145-SCFI-2008

ID del cliente	ID EHS Labs	RESULTADOS (mg/kg BS)	LC (mg/kg BS)	U (mg/kg BS)	Fecha de extracción	Fecha de análisis	Analista
MI-TU-PEC-01-FE-P (0.30M)	85421-1	<140.56	140.56	62.10	2017-09-08	2017-09-13	LB
MI-TU-PEC-02-FE-P (SUP)	85421-2	<140.56	140.56	62.10	2017-09-08	2017-09-13	LB
MI-TU-PEC-03-FE-P (0.20M)	85421-3	<140.56	140.56	62.10	2017-09-08	2017-09-13	LB
MI-TU-PEC-04-FE-P (0.30M)	85421-4	<140.56	140.56	62.10	2017-09-08	2017-09-13	LB
MI-TU-PEC-05-FE-P (SUP)	85421-5	<140.56	140.56	62.10	2017-09-08	2017-09-13	LB
MI-TU-PEC-05-FE-P-D (SUP)	85421-6	<140.56	140.56	62.10	2017-09-08	2017-09-13	LB
MI-TU-PEC-06-FE-P (0.20M)	85421-7	<140.56	140.56	62.10	2017-09-08	2017-09-13	LB
MI-TU-PEC-07-FE-F (0.30M)	85421-8	<140.56	140.56	62.10	2017-09-08	2017-09-13	LB
MI-TU-PEC-08-FE-F (SUP)	85421-9	<140.56	140.56	62.10	2017-09-08	2017-09-13	LB
MI-TU-PEC-09 (0.30M)	85421-10	<140.56	140.56	62.10	2017-09-08	2017-09-13	LB
MI-TU-PEC-10 (0.20M)	85421-11	<140.56	140.56	62.10	2017-09-08	2017-09-13	LB
MI-TU-PEC-10 (0.50M)	85421-12	<140.56	140.56	62.10	2017-09-08	2017-09-13	LB
MI-TU-PEC-11 (0.70M)	85421-13	<140.56	140.56	62.10	2017-09-08	2017-09-13	LB
MI-TU-PEC-11 (1.50M)	85421-14	<140.56	140.56	62.10	2017-09-08	2017-09-13	LB
MI-TU-PEC-11 (2.00M)	85421-15	<140.56	140.56	62.10	2017-09-08	2017-09-13	LB
MI-TU-PEC-12 (SUP)	85421-16	<140.56	140.56	62.10	2017-09-08	2017-09-13	LB
MI-TU-PEC-13 (0.40M)	85421-17	<140.56	140.56	62.10	2017-09-08	2017-09-13	LB
MI-TU-PEC-14 (0.60M)	85421-18	<140.56	140.56	62.10	2017-09-08	2017-09-13	LB
MI-TU-PEC-15-CEL (0.30M)	85421-19	11807.06	140.56	62.10	2017-09-08	2017-09-13	LB



INFORME DE RESULTADOS SUELOS Transportadores Unidos TUSA, S.A. de C.V.



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P6500
 Fecha de Recepción: 2017-09-01
 Fecha de muestreo: 2017-08-29
 Folio de cadena de Custodia: 14134, 14135
 Parámetro: HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICICLICOS EN SUELOS (Acreditado)
 Método analítico NMX-AA-146-SCFI-2008
 Fecha de extracción: 2017-09-04
 Fecha de análisis: 2017-09-12
 Analista: JD

Ciente	MI-TU-PEC-01-FE-P (0.30M)	MI-TU-PEC-02-FE-P (SUP)	MI-TU-PEC-03-FE-P (0.20M)	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	85421-1	85421-2	85421-3		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.02
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	<0.24	<0.24	0.24	0.03
Benzo(k) fluoranteno	<0.25	<0.25	<0.25	0.25	0.03
Benzo(a) pireno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.02
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.03
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.02

Ciente	MI-TU-PEC-04-FE-P (0.30M)	MI-TU-PEC-05-FE-P (SUP)	MI-TU-PEC-05-FE-P-D (SUP)	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	85421-4	85421-5	85421-6		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.02
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	<0.24	<0.24	0.24	0.03
Benzo(k) fluoranteno	<0.25	<0.25	<0.25	0.25	0.03
Benzo(a) pireno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.02
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.03
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.02

Ciente	MI-TU-PEC-06-FE-P (0.20M)	MI-TU-PEC-07-FE-F (0.30M)	MI-TU-PEC-08-FE-F (SUP)	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	85421-7	85421-8	85421-9		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.02
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	<0.24	<0.24	0.24	0.03
Benzo(k) fluoranteno	<0.25	<0.25	<0.25	0.25	0.03
Benzo(a) pireno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.02
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.03
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.02



INFORME DE RESULTADOS SUELOS

Transportadores Unidos TUSA, S.A. de C.V.

Ciente	MI-TU-PEC-09 (0.30M)	MI-TU-PEC-10 (0.20M)	MI-TU-PEC-10 (0.50M)	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	85421-10	85421-11	85421-12		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.02
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	<0.24	<0.24	0.24	0.03
Benzo(k) fluoranteno	<0.25	<0.25	<0.25	0.25	0.03
Benzo(a) pireno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.02
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.03
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.02

Ciente	MI-TU-PEC-11 (0.70M)	MI-TU-PEC-11 (1.50M)	MI-TU-PEC-11 (2.00M)	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	85421-13	85421-14	85421-15		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.02
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	<0.24	<0.24	0.24	0.03
Benzo(k) fluoranteno	<0.25	<0.25	<0.25	0.25	0.03
Benzo(a) pireno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.02
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.03
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.02

Ciente	MI-TU-PEC-12 (SUP)	MI-TU-PEC-13 (0.40M)	MI-TU-PEC-14 (0.60M)	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	85421-16	85421-17	85421-18		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.02
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	<0.24	<0.24	0.24	0.03
Benzo(k) fluoranteno	<0.25	<0.25	<0.25	0.25	0.03
Benzo(a) pireno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.02
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.03
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.02

Ciente	MI-TU-PEC-15-CEL (0.30M)	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	85421-19		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.27	0.27	0.02
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	0.24	0.03
Benzo(k) fluoranteno	<0.25	0.25	0.03
Benzo(a) pireno	<0.26	0.26	0.02
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.27	0.27	0.03
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.26	0.26	0.02



INFORME DE RESULTADOS SUELOS
Transportadores Unidos TUSA, S.A. de C.V.



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P6500

Fecha de Recepción: 2017-09-01

Fecha de muestreo: 2017-08-29

Folio de cadena de Custodia: 14134, 14135

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-TU-PEC-T (SUP)	85421-20	8.99	0.12	2017-09-02	AH

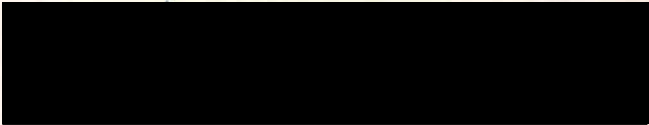
Este informe no podrá reproducirse total ni parcialmente sin la autorización previa de EHS LABS DE MÉXICO, S.A. DE C.V.
Acreditación: R-0062-006/12



INFORME DE RESULTADOS SUELOS

Transportadores Unidos TUSA, S.A. de C.V.

Comentarios:
Ninguno


Signatario Acreditado

**NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA
FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO
DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA
LFTAIP**

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.

Informe: P6500
Fecha de Emisión: 2017-09-21

Acreditación: R-0062-006/12 vigente a partir del: 2012-08-09
Aprobación: PFPA-APR-LP-RS-007A/2014
PFPA-APR-LP-RS-007MS/2015

Página: 7
No. de Hojas: 15 (incluye portada)

*Este documento no deberá reproducirse total ni parcialmente sin la aprobación por escrito de EHS Labs de México.
Los resultados de este informe solo afectan a la muestra sometida a ensayo.*



ANEXOS
REGISTRO DEL MUESTREO DE SUELOS
CADENA DE CUSTODIA FOLIO: 14134, 14135



INFORME DE RESULTADOS SUELOS

Transportadores Unidos TUSA, S.A. de C.V.

	EHS Labs de México, S. A. de C. V.	4-SCO-3600-3D
	REGISTRO DEL MUESTREO DE SUELOS	Versión: 07
		Emisión: 2014/12/05
		Página: 1 de 1

DATOS GENERALES DEL PROYECTO

Fecha de inicio de muestreo: 2017-08-29 Número de proyecto: P6500
año/mes/día ha termino de muestreo: 2017-08-29
año/mes/día

Nombre (cuando aplique) dirección y/o coordenadas en proyección Universal Transversal de Mercator (UTM) del sitio de muestreo:

Km. 238+000 de la Carretera Altar-Sonoyta municipio General Plutarco
Elias Calles, estado de Sonora

Descripción del sitio de muestreo:

Vegetación: ☐ Presente en toda la superficie ☒ Ausente en toda la superficie

☐ Cubierta vegetal presente en secciones o manchones

Tipo de área: ☐ Urbana ☒ Suburbana

Usos de suelo en el sitio: ☐ Industrial ☐ Comercial y de Servicios

☐ Turismo ☐ Ext. Mineral ☐ Agrícola y/o forestal

☐ Residencial ☐ Recreación ☒ Otro*

*Describir: Derribo de vía

Actividades en colindancias:

NORTE Sonoyta Son.

SUR Caborca Son.

ESTE Derribo de Vía

OESTE Derribo de vía

Uso actual del sitio:

Derribo de vía

Condiciones ambientales durante la toma de muestras

Temperatura: 30 °C

ID del Instrumento

EHS-GPS-02
ID del GPS

Velocidad del viento:

7 km/h

Precipitación pluvial:

☒ Ausente

☐ Presente

DESARROLLO DEL MUESTREO

Tipo de muestreo realizado: ☒ Dirigido ☐ Estadístico

Descripción de las muestras:

Identificación	Profundidad de extracción (m)	Tipo de envase		Ubicación en UTM y precisión del GPS
		Frasco de Vidrio	Cartucho	
1) MI-TU-PEC-01-FE-P (0.30m)	0.30 m	☒	☐	12R0327638-3503152
2) MI-TU-PEC-02-FE-P (Superficial)	0.05 m	☒	☐	12R0327629-3503155
3) MI-TU-PEC-03-FE-P (0.20m)	0.20 m	☒	☐	12R0327627-3503148
4) MI-TU-PEC-04-FE-P (0.30m)	0.30 m	☒	☐	12R0327635-3503140
5) MI-TU-PEC-05-FE-P (Sup)	0.05 m	☒	☐	12R0327635-3503144
6) MI-TU-PEC-05-FE-P-D (Sup)	0.05 m	☒	☐	12R0327635-3503144

UTM= Universal Transversal de Mercator

Responsable del Muestreo (nombre y firma):

Revisó Registro del Muestreo de Suelos:

NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FISICA, ART. 116 PARRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Informe: P6500
Fecha de Emisión: 2017-09-21

Acreditación: R-0062-006/12 vigente a partir del: 2012-08-09
Aprobación: PFPA-APR-LP-RS-007A/2014
PFPA-APR-LP-RS-007MS/2015

Página: 9
No. de Hojas: 15 (incluye portada)

Este documento no deberá reproducirse total ni parcialmente sin la aprobación por escrito de EHS Labs de México.

Los resultados de este informe solo afectan a la muestra sometida a ensayo.



INFORME DE RESULTADOS SUELOS

Transportadores Unidos TUSA, S.A. de C.V.

	EHS Labs de México, S. A. de C. V.	4-SCO-3600-3D
		Versión: 07
	REGISTRO DEL MUESTREO DE SUELOS	Emisión: 2014/12/05
		Página: 2 de 4
		Número de proyecto: P6500

Descripción de muestras extraídas:

Identificación	Profundidad de extracción (m)	Tipo de envase		Ubicación en UTM y presión del GPS
		Frasco de Vidrio	Cartucho	
7) MI-TU-PEL-06-FE-P (0.20m)	0.20m	✓	—	12R0327640-3503148
8) MI-TU-PEL-07-FE-F (0.30m)	0.30m	✓	—	12R0327630-3503150
9) MI-TU-PEL-08-FE-F (Sup)	0.05m	✓	—	12R0327632-3503144
10) MI-TU-PEL-09 (0.30m)	0.30m	✓	—	12R0327641-3503146
11) MI-TU-PEL-10 (0.20m)	0.20m	✓	—	12R0327636-3503141
12) MI-TU-PEL-10 (0.50m)	0.50m	✓	—	12R0327636-3503141
13) MI-TU-PEL-11 (0.20m)	0.20m	✓	—	12R0327631-3503137
14) MI-TU-PEL-11 (1.50m)	1.50m	✓	—	12R0327631-3503137
15) MI-TU-PEL-11 (2.00m)	2.00m	✓	—	12R0327631-3503137
16) MI-TU-PEL-12 (Sup)	0.05m	✓	—	12R0327626-3503144
17) MI-TU-PEL-13 (0.40m)	0.40m	✓	—	12R0327622-3503151
18) MI-TU-PEL-14 (0.60m)	0.60m	✓	—	12R0327633-3503161
19) MI-TU-PEL-15-LEL (0.80m)	0.80m	✓	—	12R0327612-3503124
20) MI-TU-PEL-T (Sup)	0.05m	✓	—	12R0327592-3503204
21)				
22)				
23)				
24)				
25)				
26)				
27)				
28)				
29)				
30)				
31)				
32)				

Responsable del Muestreo (nombre y firma):
Revisó Registro del Muestreo de Suelos (nombre y firma):

NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP



INFORME DE RESULTADOS SUELOS

Transportadores Unidos TUSA, S.A. de C.V.

	EHS Labs de México, S. A. de C. V.	4-SCO-3600-3D
	REGISTRO DEL MUESTREO DE SUELOS	Versión: 07
		Emisión: 2014/12/05
		Página: 3 de 4

Número de proyecto: P6500

Verificación de las actividades realizadas en el sitio

Extracción y recolección de material

- ☒ Ubicación del transecto de muestreo
- ☒ Ubicación de los puntos de muestreo
- ☒ Manejó el equipo de muestreo
- ☒ Indicó profundidad
- ☒ Medición de la profundidad
- ☒ Extracción de la muestra
- ☒ Envasado de muestras
- ☒ Realizó duplicados de muestreo
- ☒ Ubicación con GPS de muestras

Responsable

- ISALI
- EHS
- EHS
- ISALI
- EHS
- EHS
- EHS
- EHS
- EHS

Integridad de las muestras

- ☒ Lavado inicial del equipo
- ☒ Lavado del equipo entre toma de muestras
- ☒ Espacio mínimo sin muestra en parámetros aplicables
- ☒ Identificación y sellado de muestras
- ☒ Conservación adecuada

- EHS
- EHS
- EHS
- EHS
- EHS

Llenado de registros

- ☒ Registro de muestreo
- ☒ Croquis de ubicación de puntos de muestreo
- ☒ Desviaciones al plan de muestreo
- ☒ Cadena de Custodia
- ☒ Solicitud de firmas

- EHS
- EHS
- EHS
- EHS
- EHS

Controles de calidad realizados

- ☒ Muestra Duplicada (MD)
- ☒ Muestra Duplicada para autoridad (MD)
- ☒ Blanco de transporte (BT)
- ☒ Blanco de campo (BC)
- ☒ Blanco de equipo de

- EHS
- EHS
- EHS
- EHS
- EHS

Resumen de actividades realizadas y equipo utilizado:

Se realizó el muestreo de acuerdo al plan
Se utilizó lo siguiente:

- Hand auger
- Cocheros de acero inoxidable
- Hielera
- Geotex
- GPS
- Frascos de 235 ml
- Agua destilada
- Jober Vase de Pestiferos
- papel para el secado

NOMBRE Y FIRMAS DE LOS INVOLUCRADOS

Solicitante del servicio:	ISALI S.A. de C.V.
Cliente:	Transportadores Unidos TUSA S.A. de C.V.
Nombre de la dependencia:	
Responsable del muestreo:	
Técnico de muestreo:	

Responsable del Muestreo (nombre y firma):	
Revisó Registro del Muestreo de Suelos (nombre y firma):	

NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

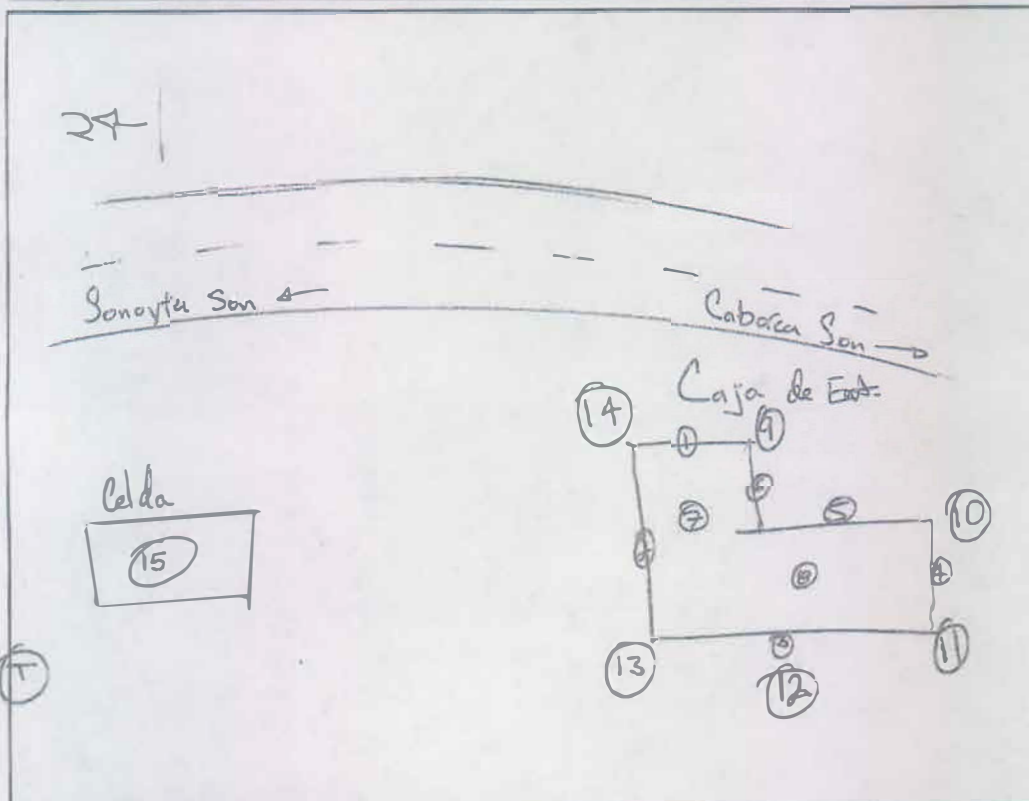


INFORME DE RESULTADOS SUELOS

Transportadores Unidos TUSA, S.A. de C.V.

	EHS Labs de México, S. A. de C. V.	4-SCO-3600-3D
		Versión: 07
	REGISTRO DEL MUESTREO: SUELOS	Emisión: 2014/12/05
		Página: 4 de 4
		Número de proyecto: P6500

CROQUIS DEL SITIO DE MUESTREO Y PUNTOS DE EXTRACCIÓN



Nombre y dirección del sitio de muestreo:

Km. 278 + 800 de la Carretera Altam Sonoyta San.

Identificación-Ubicación de los puntos de muestreo:

MI-TU-PEC-01-FE-P (0.50m)	MI-TU-PEC-10 (0.30m)
MI-TU-PEC-02-FE-P (Sup)	MI-TU-PEC-11 (0.30m)
MI-TU-PEC-03-FE-P (0.20m)	MI-TU-PEC-11 (1.50m)
MI-TU-PEC-04-FE-P (0.30m)	MI-TU-PEC-11 (2.00m)
MI-TU-PEC-05-FE-P (Sup)	MI-TU-PEC-12 (Sup)
MI-TU-PEC-05-PE-P-0 (Sup)	MI-TU-PEC-13 (0.40m)
MI-TU-PEC-06-FE-P (0.30m)	MI-TU-PEC-14 (0.60m)
MI-TU-PEC-07-FE-F (0.30m)	MI-TU-PEC-15-CE2 (0.30m)
MI-TU-PEC-08-FE-F (Sup)	MI-TU-PEC-T (Sup)
MI-TU-PEC-09 (0.30m)	

Responsable del Muestreo (nombre y firma):

Revisó Registro del Muestreo de Suelos (nombre y firma):

NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Informe: P6500
Fecha de Emisión: 2017-09-21

Acreditación: R-0062-006/12 vigente a partir del: 2012-08-09
Aprobación: PEPA-APR-LP-RS-007A/2014
PEPA-APR-LP-RS-007MS/2015

Página: 11
No. de Hojas: 14 (incluye portada)

Este documento no deberá reproducirse total ni parcialmente sin la aprobación por escrito de EHS Labs de México.
Los resultados de este informe solo afectan a la muestra sometida a ensayo.

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						
		Sem ana						
		1	5	9	13	17	21	25
I	Ubicación de cuadrilla en el sitio							
	Acondicionamiento de la Celda de Tratamiento							
	Homogenización - Aireación							
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)							
	Homogenización - Aireación							
	Aplicación de nutrientes							
	Homogenización - Aireación							
	Hidratación							
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							

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 celda de tratamiento (327.25 m³).

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

- **Equipo y materiales para el muestreo**

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

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

- **Recipientes y preservación 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.

- **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 la 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 a lo establecido en el programa calendarizado de actividades de remediación (*Anexo XVII*).

Km. 228 + 800 de la Carretera Altar – Sonoyta, municipio General Plutarco Elías Calles, estado de Sonora.

PLAN DE MUESTREO FINAL COMPROBATORIO

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

1. ACTIVIDADES Y TIEMPOS DE EJECUCIÓN

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

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

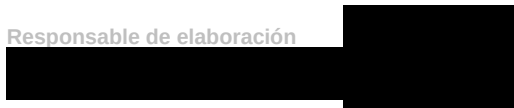
**Este tiempo es estimado dependerá de las condiciones del sitio en el momento de la toma de muestra.

2. PERSONAL INVOLUCRADO Y SUS RESPONSABILIDADES.

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

NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Responsable de elaboración



Lugar y fecha de elaboración
Monterrey, N.L. a 07 de junio de 2018

Km. 228 + 800 de la Carretera Altar – Sonoyta, municipio General Plutarco Elías Calles, estado de Sonora.

3. SITIO DE MUESTREO

3.1 Características.

De acuerdo con la Carta de Edafología 1: 1 000 000 (Tijuana) y la Carta de Aguas Subterráneas 1: 1 000 000 (Hermosillo) del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), el suelo de la zona presenta textura arenosa, posibilidades de infiltración media alta con presencia de material no consolidado, sin embargo lo observado en campo, durante las visitas realizadas en el sitio así como en la ejecución de las labores de emergencia (*Ver sección 1.3. del presente documento*) se observa un suelo con textura arenosa, una infiltración alta en la fosa de excavación, con presencia de material no consolidado.

En los alrededores se observan vegetación de tipo matorral espinoso, pastizal y gobernadora, que es altamente representativa en la zona en estudio, así como postería de CFE y paso de fibra óptica, mismos que no resultaron afectados por el derrame de Diésel.

Cabe señalar que en el sitio se llevaron a cabo labores de emergencia, las cuales consistieron en la extracción del material edáfico afectado por el hidrocarburo para su traslado a la celda provisional.

En el sitio de estudio no se observa presencia de cuerpos de agua, superficiales ni subterráneos, motivo por el que se descarta dar aviso de la emergencia a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

El punto de impacto se encuentra aproximadamente a 25.30 Km del Poblado de Sonoyta.

3.2 Superficie del Polígono del Sitio

La superficie del polígono del sitio en estudio es de un área de 178.5 m² correspondiente a la fosa de excavación, misma que se encuentra libre de contaminantes de acuerdo a los resultados obtenidos del muestreo inicial llevado a cabo en fecha 29 de agosto de 2017.

3.3 Superficie de la zona o zonas de muestreo.

La superficie a muestrear corresponde a la celda de tratamiento, con aproximadamente 327.25 m³ de material edáfico sometido a tratamiento mediante la técnica de Biorremediación por Landfarming a un lado del sitio contaminado.

**NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO
PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**

Km. 228 + 800 de la Carretera Altar – Sonoyta, municipio General Plutarco Elías Calles, estado de Sonora.

4. HIDROCARBUROS A ANALIZAR

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

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

5. MUESTREO

5.1 Método de Muestreo.

El método de muestreo será dirigido, debido a que se cuenta con información previa del sitio, se conoce el producto derramado y se conoce el volumen del material edáfico en donde se tomarán las muestras (327.25 m³). Los puntos serán determinados por el personal de ISALI, S.A. de C.V. Las muestras a tomar serán simples. El tipo de muestreo será aleatorio simple.

5.2 Puntos de muestreo.

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

Puntos de muestreo	Identificación	Superficie de muestreo	Profundidad (m)	Parámetros a analizar	Volumen (ml)
1	MF-TU-PEC-01-CEL (0.40M)	Celda de tratamiento	0.40	HFM, HAP, H, PH	235
DUPLICADO	MF-TU-PEC-01D-CEL (0.40M)		0.40		
2	MF-TU-PEC-02-CEL (0.80M)		0.80		

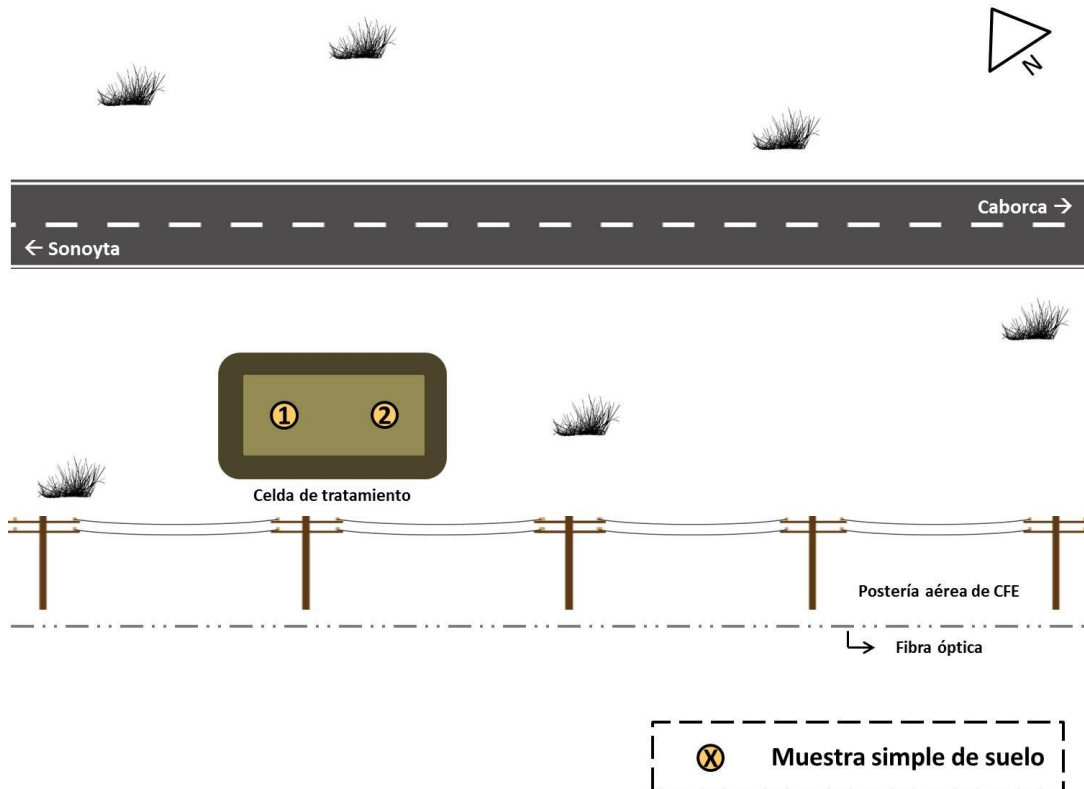
La distribución y la profundidad de las muestras a recolectar de forma manual, está basada en función a los datos recabados durante la elaboración de la caracterización de sitio y propuesta de remediación, los cuales constituyen el Programa de Remediación, ingresado ante la Agencia de Seguridad, Energía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

En total se tomarán 02 (dos) muestras en la celda de tratamiento más 01 (un) duplicado.

NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Km. 228 + 800 de la Carretera Altar – Sonoyta, municipio General Plutarco Elías Calles, estado de Sonora.

5.3 Representación Gráfica de Puntos de Muestreo.



5.3 Equipo de muestreo.

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

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

5.4 Lavado de equipo.

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

6. RECIPIENTES, PRESERVACIÓN Y TRANSPORTE DE MUESTRAS

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

NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LETAIP

Lugar y fecha de elaboración
Monterrey, N.L. a 07 de junio de 2018

Km. 228 + 800 de la Carretera Altar – Sonoyta, municipio General Plutarco Elías Calles, estado de Sonora.

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.

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
- NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**

Km. 228 + 800 de la Carretera Altar – Sonoyta, municipio General Plutarco Elías Calles, estado de Sonora.

9. DESVIACIONES DE CAMPO¹

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

Motivo:

NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

¹ 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.