Estudio de caracterización por derrame de gasolina en Viñedo Los Álamos, Saltillo, Coahuila.

Preparado para:

Kansas City Southern de Mexico S.A. de C.V.

México D.F. junio de 2021

Atlixco No. 42, Col. Condesa, Del. Cuauhtémoc
Ciudad de México, C.P. 06140 | Tel. (55) 5207-6738 / (55) 5207-6895

Contenido

1. Introducción 6
2. Antecedentes 7
3. Objetivo 9
4. Contexto geográfico 9
4.1. Localización y delimitación del área de estudio 9
4.2. Clima 11
4.3. Geología 12
4.4. Hidrología 14
4.4.1. Superficial 14
4.4.2. Subterránea 16
4.5. Fisiografía 19
4.6. Edafología 20
4.7. Uso de suelo y vegetación 22
5. Actividades realizadas durante la fase 1 24
5.1. Delimitación de polígono de estudio 24
5.2. Muestreo manual con Hand Auger 25
5.3. Análisis químico con equipo PetroFLAG 29
5.3.1. Material utilizado para el análisis de las muestras 31
5.3.2. Procedimiento y resultados del análisis químico en las en las muestras de suelo 32
5.4. Exploración subterránea con Georradar 37
5.4.1. Implementación del método Georradar para la exploración del subsuelo 42
5.5. Exploración subterránea con Tomografía de Resistividad Eléctrica 53
5.5.1. Implementación del método de Tomografía de Resistividad Eléctrica (TRE) para la exploración del subsuelo 54
5.6. Secciones geológicas 61
5.7. Muestreo y análisis con laboratorio acreditado 62
5.7.1. Parámetros de análisis 64
5.7.2. Toma de muestras 65

5.7.3. Resultados del análisis 67
6. Actividades realizadas durante la fase 2 75
6.1. Muestreo y análisis con laboratorio acreditado 75
6.1.1. Toma de muestras 77
6.1.2. Resultados del análisis 77
6.1.3. Cálculo de áreas y volúmenes 83
7. Conclusiones 83
8. Referencias 85

Índice de figuras

Figura 2.1. Combustión de gasolina 8
Figura 2.2. Nube de humo por combustión de gasolina 8
Figura 2.3. Código del producto transportado en el carrotanque 9
Figura 2.4. Control del fuego por combustión de combustible mediante la aspersión de agua 9
Figura 4.1. Localización del sitio afectado por la combustión de combustible 10
Figura 4.2. Mapa climatológico del área de estudio 12
Figura 4.3. Mapa geológico del área de estudio 14
Figura 4.4. Mapa hidrológico superficial del área de estudio 16
Figura 4.5. Localización del acuífero saltillo-Ramos Arizpe 17
Figura 4.6. Mapa hidrológico subterránea del área de estudio 18
Figura 4.7. Mapa fisiográfico del área de estudio 20
Figura 4.8. Mapa de áreas edafológicas del área de estudio 21
Figura 4.9. Mapa de uso de suelo y vegetación del área de estudio 23
Figura 5.1. Estacas de madera pintadas con aerosol fluorescente 24
Figura 5.2. Señalización del área de estudio con estacas y cinta precautoria 25
Figura 5.3. Esfuerzo vertical y rotatorio aplicado 26
Figura 5.4. Lavado de equipo Hand Auger 26
Figura 5.5. Verificación de la profundidad deseada 26
Figura 5.6. Introducción del equipo para extracción de muestra 26
Figura 5.7. Ubicación de los 19 puntos para muestreo manual estratificado de suelo 28
Figura 5.8. Colocación en campo de muestras para su preservación 29
Figura 5.9. Pesaje de 10 gramos de suelo para su posterior análisis 29
Figura 5.10. Preparación de muestras y viales para su análisis 32
Figura 5.11. Concentración indicada para muestra identificada 32
Figura 5.12. Concentración para la muestra Petro17 a 0.8 m de profundidad 33
Figura 5.13. Concentración fuera de límites de detección 33

Figura 5.14. Mapa geoestadístico de isoconcentraciones a 0.5 m de profundidad 36
Figura 5.15. Mapa geoestadístico de isoconcentraciones de 0.8 a 1.0 m de profundidad....37
Figura 5.16. Equipo de exploración con método GPR 40
Figura 5.17. Exploración con radar (superior) y radargrama generado por la tubería en el subsuelo (inferior). 41
Figura 5.18. Terreno natural donde se trazó una trayectoria 42
Figura 5.19. Nivelación y limpieza para realizar la trayectoria trazada....42
Figura 5.20. Uso de barreta para romper cohesión del suelo 43
Figura 5.21. Colocación de estaca de madera para señalización de trayectoria 43
Figura 5.22. Final de trayectoria indicado por estaca de madera 43
Figura 5.23. Recorrido de la trayectoria con la antena....43
Figura 5.24. Ubicación de las líneas de exploración con georradar 44
Figura 5.25. Filtrado y señalización de L1 45
Figura 5.26. Filtrado y señalización de L1I 46
Figura 5.27. Filtrado y señalización de L2 47
Figura 5.28. Filtrado y señalización de L3 48
Figura 5.29. Filtrado y señalización de L4 49
Figura 5.30. Filtrado y señalización de L5 50
Figura 5.31. Filtrado y señalización de L6 51
Figura 5.32. Filtrado y señalización de L7 52
Figura 5.33. Corte donde se observa la interestratificación 53
Figura 5.34. Estratificación de capas delgadas y gruesas....53
Figura 5.35. Esquema de los puntos de atribución adquiridos para un arreglo dipolo-dipolo....54
Figura 5.36. Ubicación de la línea para exploración con TRE 56
Figura 5.37. Conexión de electrodo con el cable de inyección de corriente y lectura 57
Figura 5.38. Conexiones para la operación del equipo 57
Figura 5.39. Operación del equipo y revisión de los datos....57
Figura 5.40. Identificación de las unidades geoeléctrica 59
Figura 5.41. Asociaciones litológicas del modelo....60
Figura 5.42. Sección geológica AA'....61
Figura 5.43. Sección geológica BB' 62
Figura 5.44. Ubicación de los puntos de muestreo para análisis con laboratorio acreditado (fase 1) 63
Figura 5.45. Distribución espacial de HFL en suelo a 0.5 m de profundidad (fase1)....69
Figura 5.46. Distribución espacial de HFL en suelo a 0.8 y 1.0 m de profundidad (fase 1) 70
Figura 5.47. Distribución espacial de la concentración de Benceno en suelo a 0.5 y 1.0 m de profundidad (fase1) 71
Figura 5.48. Distribución espacial de la concentración de Tolueno en suelo a 0.5 y 1.0 m de profundidad (fase1) 72
Figura 5.49. Distribución espacial de la concentración de Etilbenceno en suelo a 0.5 y 1.0 m de profundidad (fase1) 73

Figura 5.50. Distribución espacial de la concentración de Xilenos en suelo a 0.5 y 1.0 m de profundidad (fase 1) 74
Figura 6.1. Ubicación de los puntos de muestreo y extensión del polígono de estudio (fase 2) 76
Figura 6.2. Distribución espacial de HFL en suelo a 0.5 m de profundidad (fase 2) 80
Figura 6.3. Distribución espacial de HFL en suelo a 0.8 y 1.0 m de profundidad (fase 2) 81
Figura 6.4. Benceno en suelo a 0.5 y 1.0 m de profundidad 82
Figura 6.5. Etilbenceno en suelo a 0.5 y 1.0 m de profundidad 82
Figura 6.6. Tolueno en suelo a 0.5 y 1.0 m de profundidad 82
Figura 6.7. Xilenos en suelo a 0.5 y 1.0 m de profundidad 82

Índice de tablas

Tabla 5.1. Coordenadas y profundidades de muestras tomadas por punto 26
Tabla 5.2. Configuración de respuesta por tipo de hidrocarburo para su análisis 30
Tabla 5.3. Resultados obtenidos del análisis químico con equipo PetroFLAG de cada muestra 33
Tabla 5.4. Valores de la constante dieléctrica (k), conductividad (σ), velocidad (v) y atenuación (a) observados en algunos materiales geológicos comunes 38
Tabla 5.5. Coordenadas UTM de puntos de muestreo con laboratorio acreditado (fase 1) 64
Tabla 5.6. Parámetros de análisis en función del producto contaminante. Tomada de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 64
Tabla 5.7. Resultados de las muestras analizadas con laboratorio acreditado (fase 1) 67
Tabla 6.1. Coordenadas UTM de puntos de muestreo con laboratorio acreditado (fase 2) 77
Tabla 6.2 Resultados de las muestras analizadas con laboratorio acreditado (fase 2) 78

ANEXOS

I. Radargramas
II. Planos temáticos
III. Aprobación de PROFEPA y acreditación ante e.m.a de Laboratorios y suministros ambientales e industriales S.A de C.V. (LABSA)
IV. Cadena de custodia muestreo 1
V. Reporte de resultados del laboratorio (muestreo fase 1)
VI. Cadena de muestreo 2
VII. Reporte de resultados del laboratorio (muestreo fase 2)
VIII. Soporte fotográfico

1. Introducción

El presente informe detalla las actividades realizadas durante la fase 1 y la fase 2 del estudio prospectivo en atención a la emergencia ambiental, derivada del incidente de la unidad TCBX 305477, referente a la fuga de gasolina, la cual, por presuntos actos vandálicos originaron la combustión de un volumen de gasolina de aproximadamente 151,000 litros, reportados por Kansas City Southern de México, el cual se reportó el día 30/04/2021 en la punta norte PK B 901 en Saltillo en el estado de Coahuila. Durante el recorrido inicial se delimitó un área afectada cercana a los 850 m^2 con punto central en coordenadas UTM zona 14R 0294366.01 en "X"; 2806402 en "Y".

Los trabajos se llevaron a cabo conforme a lo establecido en el artículo 68, de la Ley General para Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), el cual señala que quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio o daños a la salud por consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, generado en este caso por la liberación de residuos peligrosos al ambiente, así como del artículo 130 del reglamento de la LGPGIR en donde se indica que el responsable deberá ejecutar medidas para contener los materiales o residuos, minimizar, limitar su dispersión, ejecutar medidas que hubieren impuesto las autoridades competentes e iniciar los trabajos de caracterización del sitio.

Las actividades realizadas en ambas fases tuvieron el objetivo de delimitar la zona de impacto a cargo de la empresa Servicios Intersec SA de CV (Intersec) por solicitud de la empresa Kansas City Southern de México (KCSM), conforme al contrato de prestación de servicios AM054-2020/CD firmado en el año 2020, a continuación, se enlistan las actividades correspondientes a cada fase:

Fase 1

- Muestreo manual superficial con equipo Hand Auger en 19 puntos a dos profundidades
- Análisis químico en campo con equipo PetroFLAG

- Exploración del subsuelo con Georradar
- Exploración del subsuelo con Tomografía de Resistividad Eléctrica (TRE)
- Señalamiento del área afectada con cinta precautoria y estacas
- Levantamiento topográfico
- Muestreo de suelo con laboratorio acreditado ante ema y con aprobación de PROFEPA
- Elaboración de mapas geoestadísticos

Fase 2

- Muestreo de suelo con laboratorio acreditado ante ema y con aprobación de PROFEPA
- Elaboración de mapas geoestadísticos
- Cálculo de área y volumen

Cabe señalar que los trabajos realizados además se ejecutaron bajo las medidas sanitarias establecidas por las autoridades del gobierno mexicano ante la pandemia provocada por el virus Sars-Cov-2 (Covid-19) con el objetivo de controlar, mitigar y evitar contagios y su propagación, las cuales consistieron en uso de cubrebocas, mantener sana distancia (1.5 metros mínimo entre personal), toma de temperatura, uso de gel antibacterial y desinfección de herramienta manual.

2. Antecedentes

El 01/05/2021 se recibió una notificación del incidente suscitado el 30/04/2021 por parte de la empresa KCSM, referente al derrame e incendio de combustible (gasolina) de la unidad TCBX 305477 en la punta norte PK B 901 en Saltillo en el estado de Coahuila, por lo que personal de la empresa Intersec arribó al sitio al día siguiente, 02 de mayo a las 15:30

horas para realizar una inspección para proponer actividades mediante las cuales se pudiera determinar el grado de impacto al ambiente.

Para el momento en que personal de Intersec arribó al sitio, la combustión del combustible se encontraba extinguida, ya que se había recibido la visita del cuerpo de bomberos y protección civil estatales, quienes mantuvieron la diferencia de presiones controlada para evitar una explosión, además se mantuvo en enfriamiento las paredes del tanque con la aspersión de agua de forma constante y abundante, así mismo sobre el material en combustión. (Figura 2.1, Figura 2.2, Figura 2.3 y Figura 2.4).

Figura 2.1. Combustión de gasolina

Figura 2.2. Nube de humo por combustión de gasolina

Figura 2.3. Código del producto transportado en el carrotanque

Figura 2.4. Control del fuego por combustión de combustible mediante la aspersión de agua

3. Objetivo

Identificar y delimitar de forma horizontal y vertical las zonas afectadas por el derrame de combustible, utilizando métodos cualitativos y cuantitativos para la caracterización litológica y detección de las zonas con mayor concentración de hidrocarburos, con base en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, para proponer acciones que eviten y reduzcan afectaciones al ambiente.

4. Contexto geográfico

4.1. Localización y delimitación del área de estudio

La emergencia ambiental tuvo lugar en la punta norte PK B 901 en el municipio de Saltillo en el estado de Coahuila de Zaragoza al norte de México (Figura 4.1). El municipio de Saltillo se encuentra localizado en el extremo sureste del estado de Coahuila, limita con estados como Nuevo León y Zacatecas. Al noreste limita con el municipio de Arteaga, al

norte con Ramos Arizpe, al noroeste General Cepeda y al oeste con el municipio de Parras, todos pertenecientes al estado de Coahuila; al sur limita con los municipios Mazapil y El salvador, pertenecientes al estado de Zacatecas, y al este con el municipio de Galeana del estado de Nuevo León.

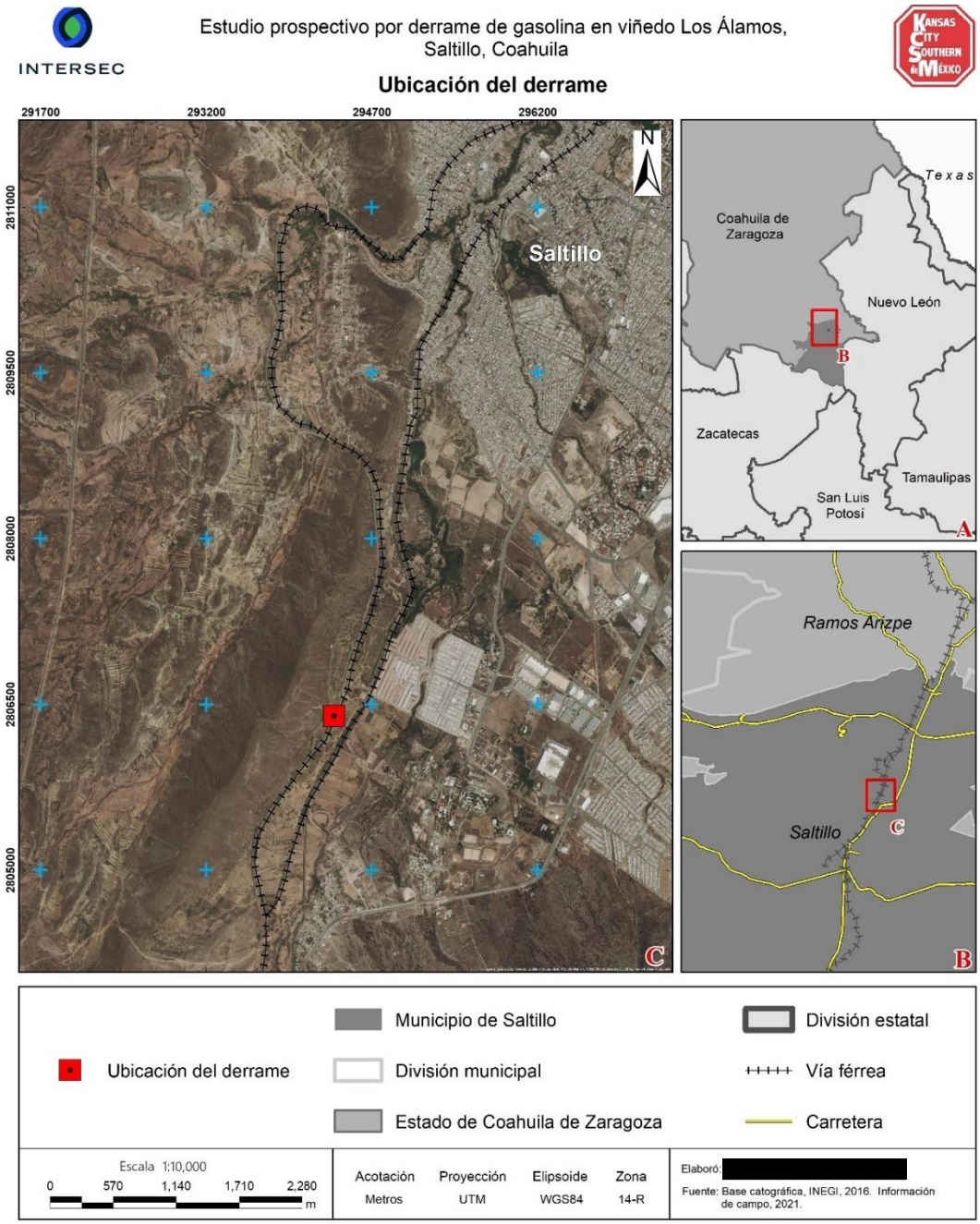


Figura 4.1. Localización del sitio afectado por la combustión de combustible

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

4.2. Clima

En la Figura 4.2 se observa la ubicación del sitio con respecto a la clasificación de climas, al que le corresponde un clima de tipo estepario, que es de los climas menos secos dentro de los secos, denominados semicálidos con inviernos frescos. La temperatura media anual es de entre 18°C a 22°C y en los meses más fríos las temperaturas se registran menores a los 18°C. El régimen de lluvias en la zona se registra entre los 400 y 500 mm por año, durante el invierno cae entre el 5 y el 10.2 % de la cantidad promedio anual que es entre los meses de noviembre a abril.

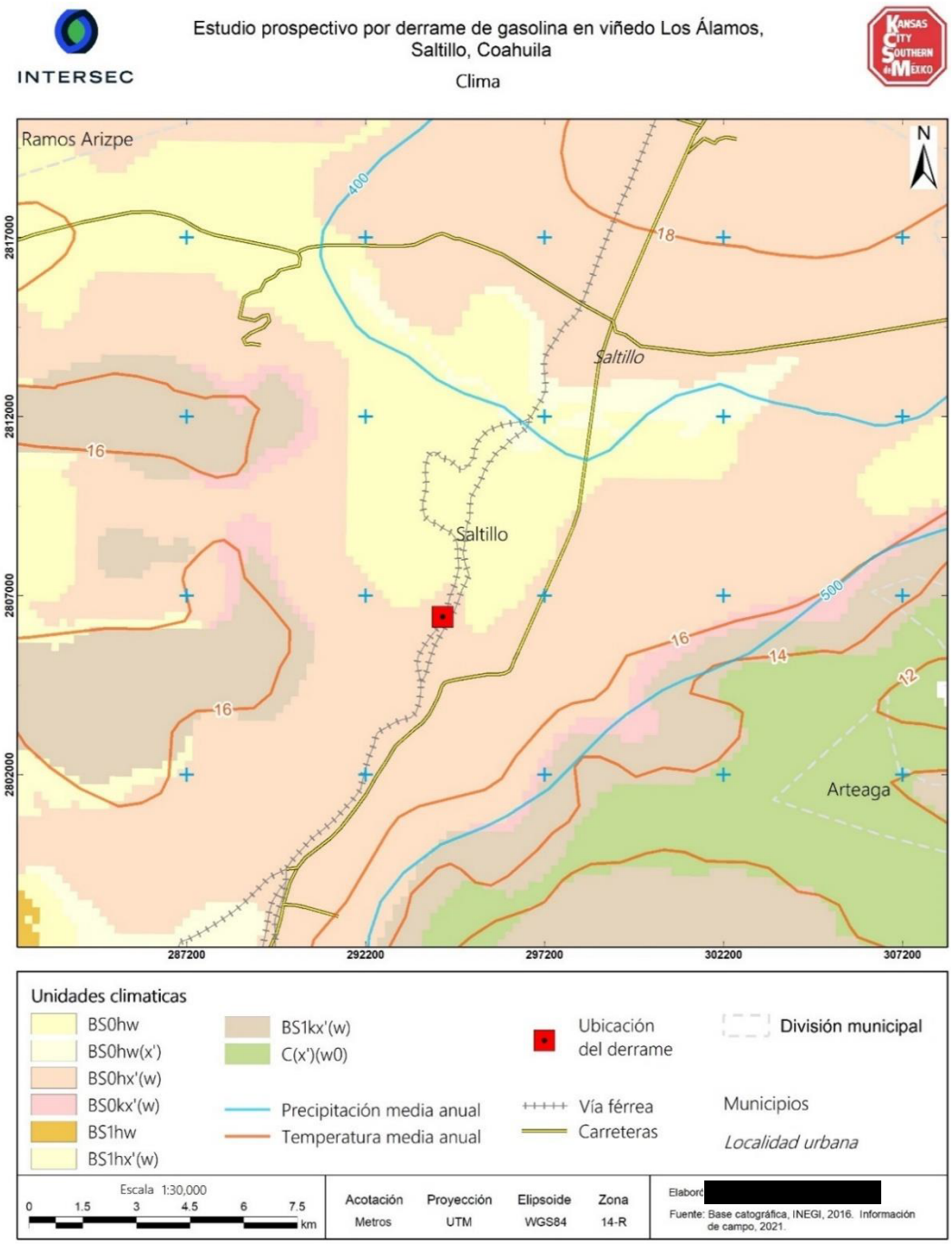


Figura 4.2. Mapa climatológico del área de estudio

4.3. Geología

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

El área de estudio se localiza entre dos altos topográficos a medio metro al oeste se encuentra la Sierra El Pinal, con cerca de 300 metros de altura con respecto al nivel

topográfico del polígono delimitado. Hacia el este se encuentra Sierra Zapaliname con aproximadamente 900 metros de altura con respecto a la zona de estudio.

La Sierra El Pinal corresponde a depósitos de arenisca-lutita (KcmAr-Lu) de acuerdo con (Servicio Geológico Mexicano, 2008), mientras que la Sierra Zapaliname corresponde a depósitos de caliza, caliza-dolomita, caliza con nódulos de pedernal y lutita (KapCz-Lu,KaCz-Do, KaceCz-ped, KbehCz-Lu). En la cuenca entre estas dos sierras se encuentra la zona donde se desarrollaron las actividades descritas, la cual está cubierta por depósitos aluviales, producto del interperismo y erosión de los altos topográficos, cuyos componentes principales son, arenas, gravas y cantos rodados sobre todo en las zonas cercanas a las sierras. Estos depósitos tienen un espesor promedio que va de los 10 a los 30 m. reduciendo hacia las sierras y aumentando en los valles.

De acuerdo con los estudios realizados por (CONAGUA, 2020) y (McBride & Caffey, 1979), el área de estudio se encuentra en las orillas de las denominadas cuencas La Popa y Parras, por lo que debajo de los depósitos aluviales se encuentra interestratificaciones de caliza-dolomita y lutita-arenisca, pertenecientes al denominado Grupo Difunta, estas formaciones pertenecen del Cretácico Superior al Terciario Inferior. Las Formaciones Cerro Huerta, Las Imágenes y Las Encinas consisten principalmente en depósitos de planicie de delta y lechos rojos de los Flancos de la planicie costera, los caules se extienden lateralmente a lo largo de la cuenca y cambian a facies marinas en la porción este de la Cuenca de Parras y la Popa (Figura 4.3).

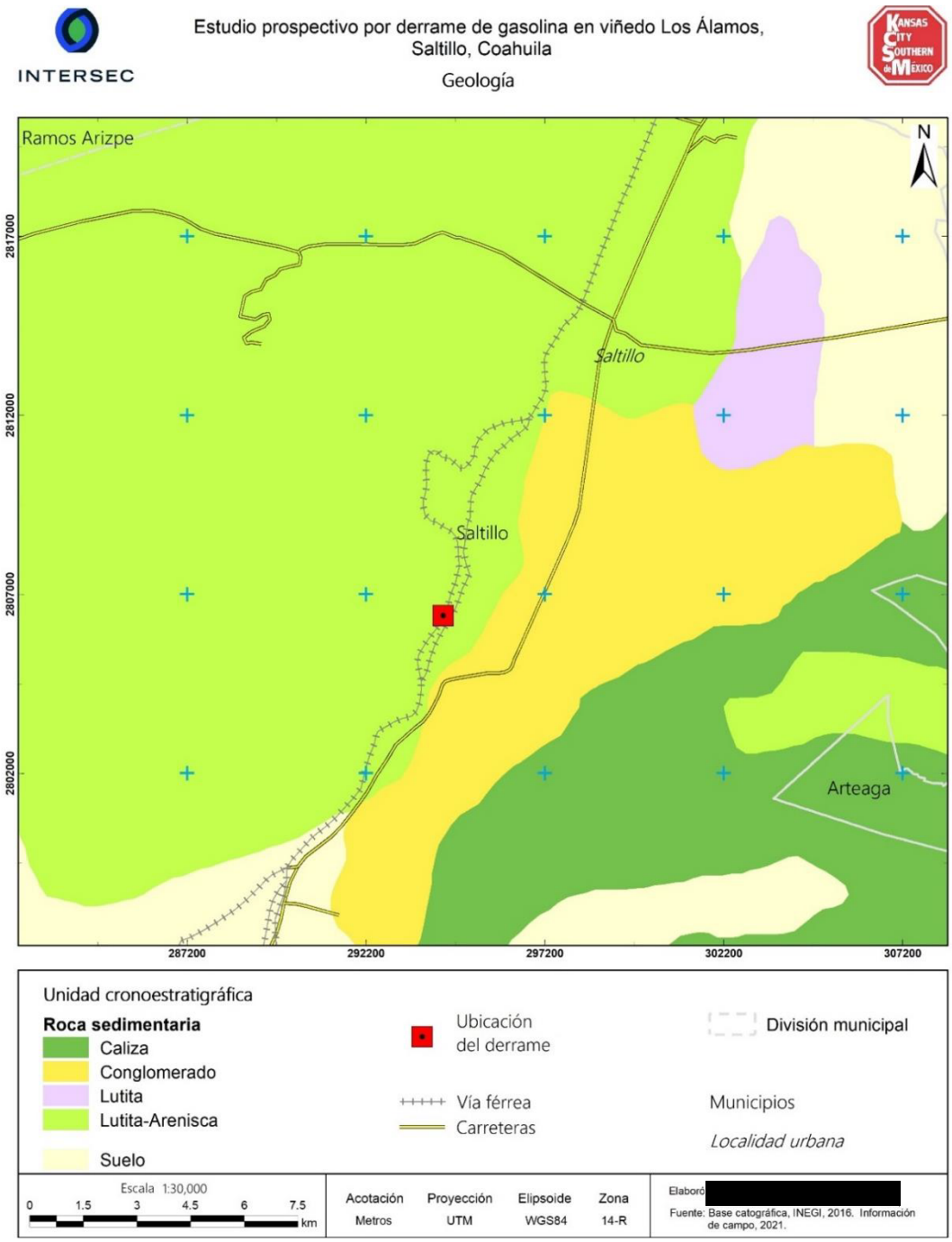


Figura 4.3. Mapa geológico del área de estudio

4.4. Hidrología

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

4.4.1. Superficial

El sitio de estudio se localiza dentro de la Región Hidrológica número 24 (RH24), la cual se localiza en el norte de México y sur de los EUA, su cauce principal es el Río Bravo. La

RH24 está dividida en tres partes: alta, media y baja. El estado de Coahuila comprende la parte este de la zona alta y la mayor parte del Medio Bravo. Está integrada por 37 cuencas, 6 de ellas pertenecen al estado de Coahuila, estas son: Río Bravo-San Juan, Presa Falcón-Río Salado, Río Bravo-Nuevo Laredo, Río Bravo-Piedras Negras, Río Bravo-Presa de La Amistad y Río Bravo-Ojinaga. La única que se localiza en su totalidad en Coahuila es Río Bravo-Presa de La Amistad, las demás se encuentran de forma Parcial.

El área de estudio se localiza en la cuenca Río Bravo-San Juan, al oeste de la RH-24, en el sureste del estado, el área total de la cuenca es de 32,972 km^2 de los cuales 12, 200 km^2 corresponden a Coahuila, específicamente en la subcuenca denominada R. San Miguel (Figura 4.4).

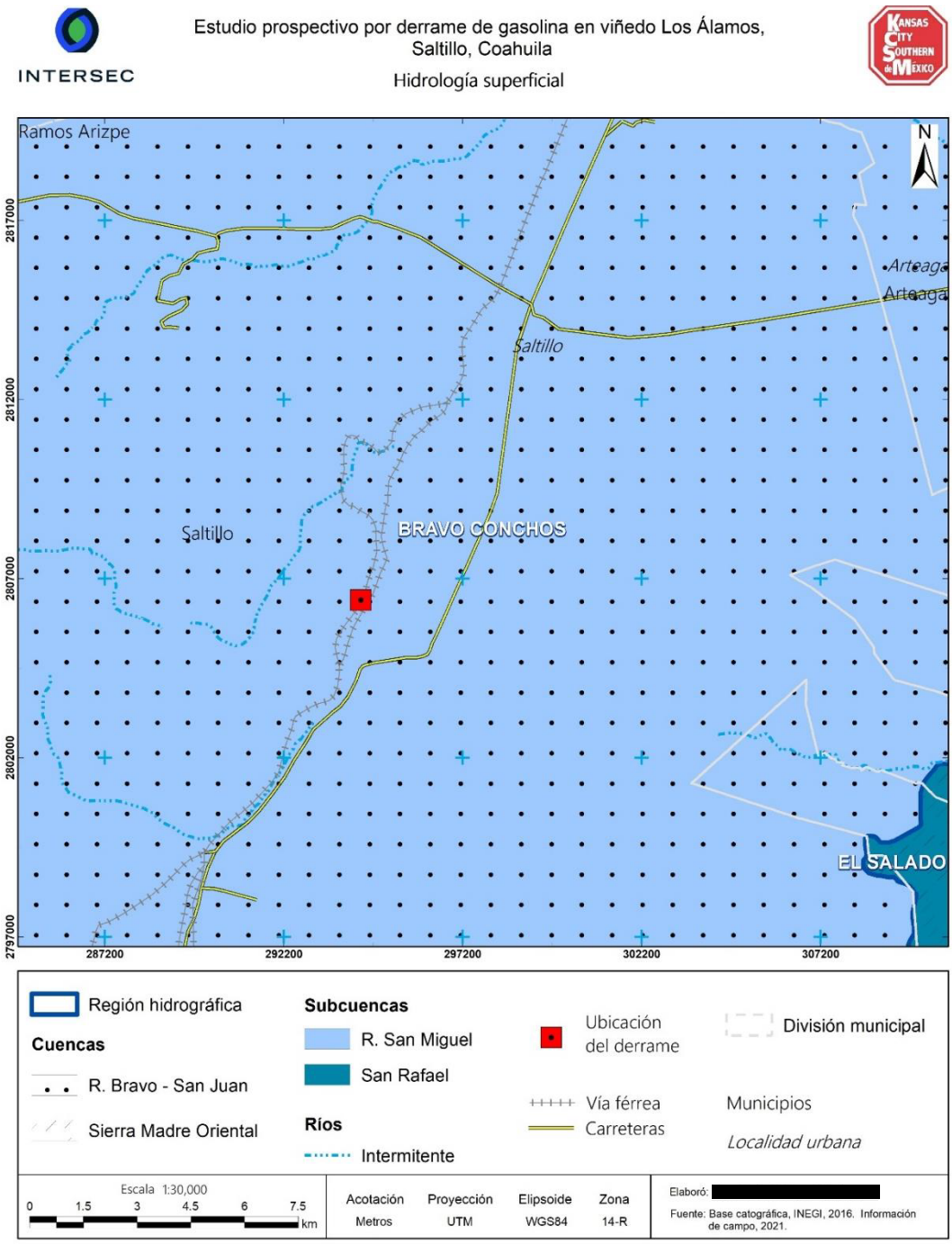


Figura 4.4. Mapa hidrológico superficial del área de estudio

4.4.2. Subterránea

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

El área de estudio se localiza dentro del acuífero Saltillo-Ramos Arizpe (0510) que abarca una superficie de 1.446 km^2 limita al norte con el acuífero Paredón y al oeste con General Cepeda-Sauceda, al sur con Cañon del Derramadero, al sureste con región

Manzanera-Zapalinamé, pertenecientes al estado de Coahuila, al noreste limita con el acuífero Campo Durazno y al este con Campo de Buenos Aires pertenecientes al estado de Nuevo León (Figura 4.5).

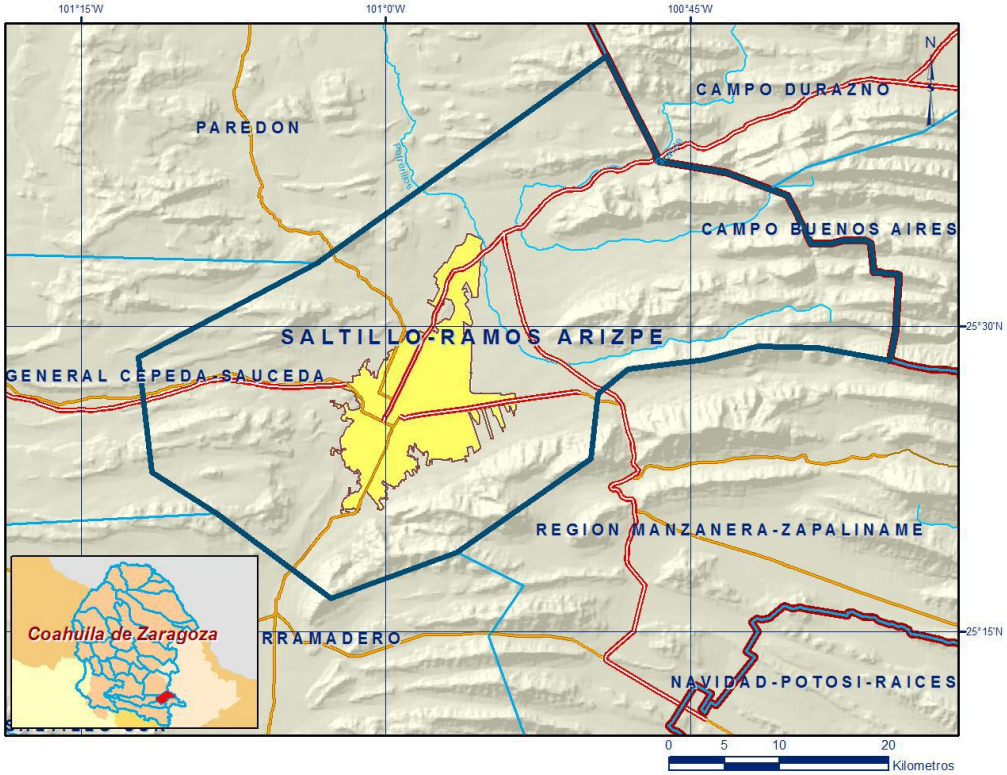


Figura 4.5. Localización del acuífero saltillo-Ramos Arizpe

El acuífero se constituye por dos medios, uno granular en su porción superior conformado por una delgada capa de sedimentos aluviales y coluviales producto de la erosión de las partes altas de las sierras y conglomerados polimícticos. La porción inferior es un medio fracturado que está constituido por lutitas y lutitas calcáreas alteradas de la Formación Parras, que junto con la unidad superior forman un acuífero de baja permeabilidad y de reducida capacidad de almacenamiento. La ultima unidad es la que se explota para satisfacer las necesidades del uso doméstico y pecuario.

De acuerdo con los datos registrados hasta el año 2014, demuestran que de manera general la profundidad del nivel estático aumento por efecto de la topografía, desde el centro de los valles hacia las estribaciones de las sierras que los delimitan. Los niveles estáticos más

someros (menores o iguales 10 m), se presentan al suroeste de Saltillo y en el área urbana de las ciudades de Saltillo y Ramos Arizpe, mientras que los profundos (mayores a 150 m) se registran en las estribaciones de las sierras Zapalinamé, San Lucas-Loca alta y San José de Los Nuncios (CONAGUA, 2020).

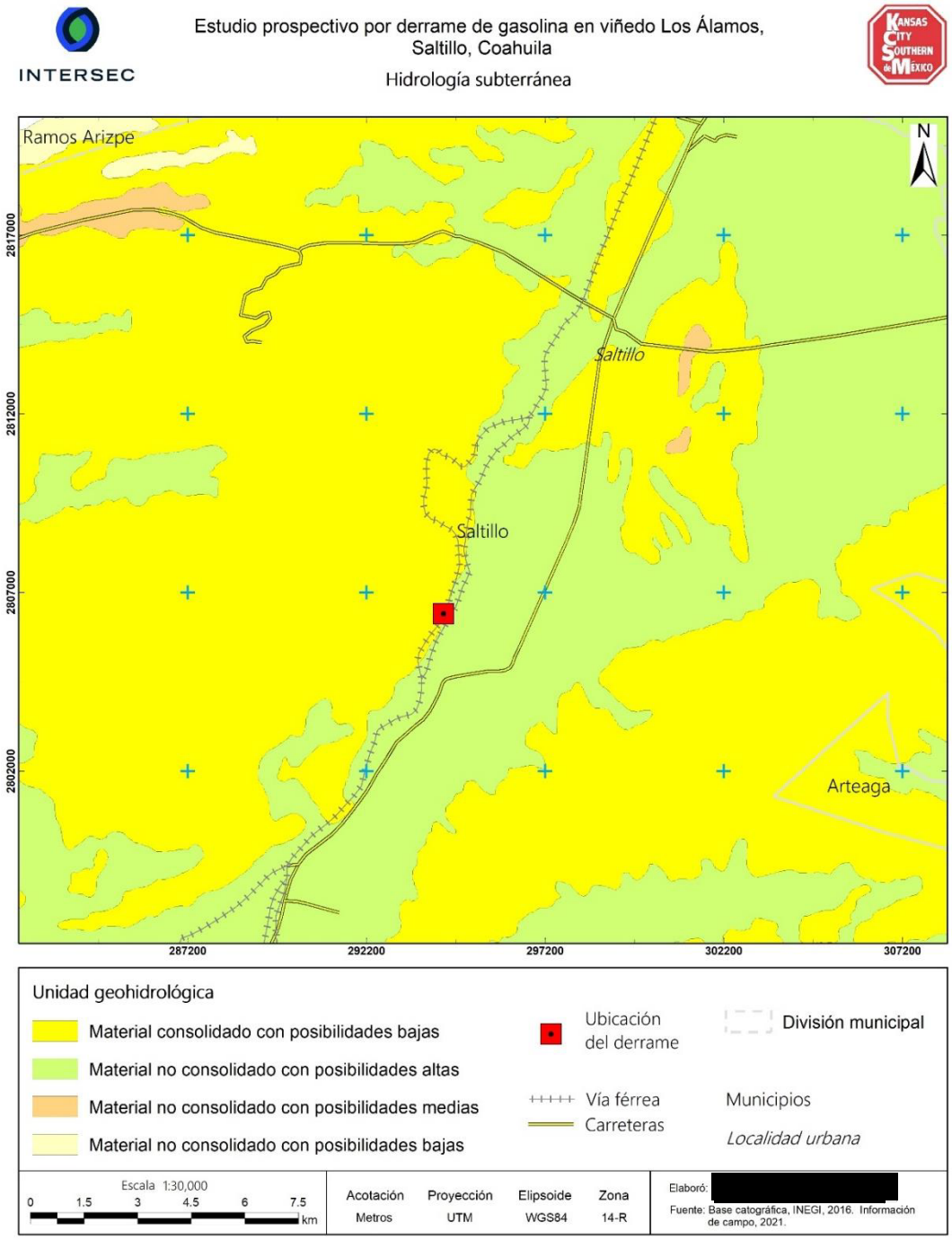


Figura 4.6. Mapa hidrológico subterránea del área de estudio

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

4.5. Fisiografía

El área donde se presentó la emergencia ambiental se encuentra en una llanura delimitada al este y al oeste por sierras, localizada en la Provincia Fisiográfica Sierra Madre Oriental, la cual se orienta a lo largo de una franja al noroeste y sureste del país, desde Chihuahua-Coahuila hasta el Istmo de Tehuantepec, integrada principalmente por sedimentos calcáreos del Cretácico y Jurásico plegados, formando valles en los sinclinales y serranías en los anticlinales. Específicamente, se encuentra dentro de la Subprovincia denominada Pliegues Saltillo-Parras, la cual está constituido por llanuras, valles extendidos, lomeríos suaves, abruptos y pequeñas sierras orientadas en dirección este-oeste, enclavada en zonas áridas, por lo que sus paisajes son desérticos a excepción de las porciones en cumbres topográficas donde existen bosques de pinos y encinos (Figura 4.7).

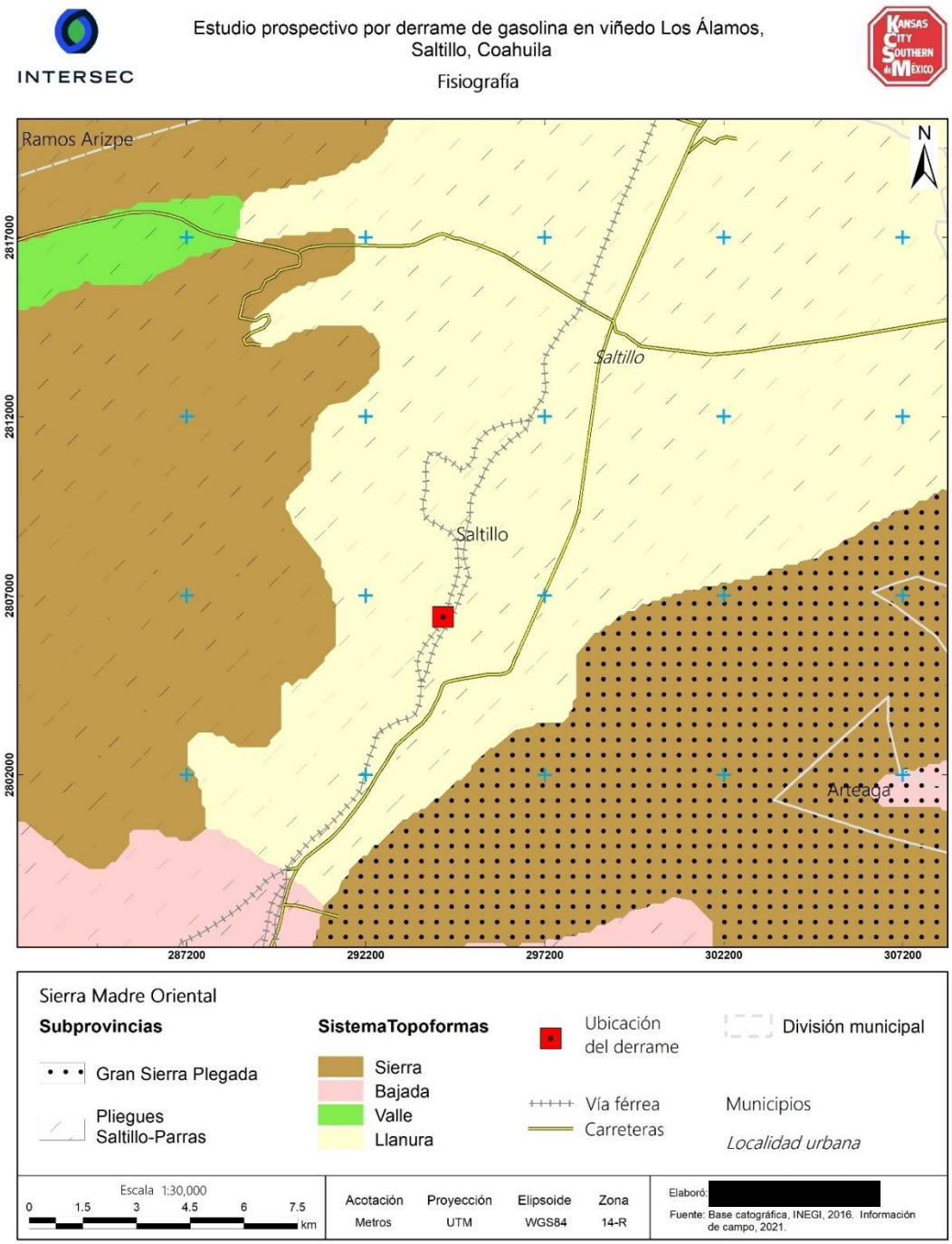


Figura 4.7. Mapa fisiográfico del área de estudio

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

4.6. Edafología

El tipo de suelo en la región donde se desarrollaron las actividades está dentro de los tres tipos de suelo predominantes por su extensión en el país, denominado xerosol, este se caracteriza por ser un suelo de zona seca o árida, la vegetación que sustenta son matorrales

y pastizales, el uso pecuario es el más importante, aunque si existe riego se obtienen buenos rendimientos agrícolas, contienen materia orgánica de color claro y se forman por acumulación de minerales arcillosos y/o sales como carbonatos y sulfatos.

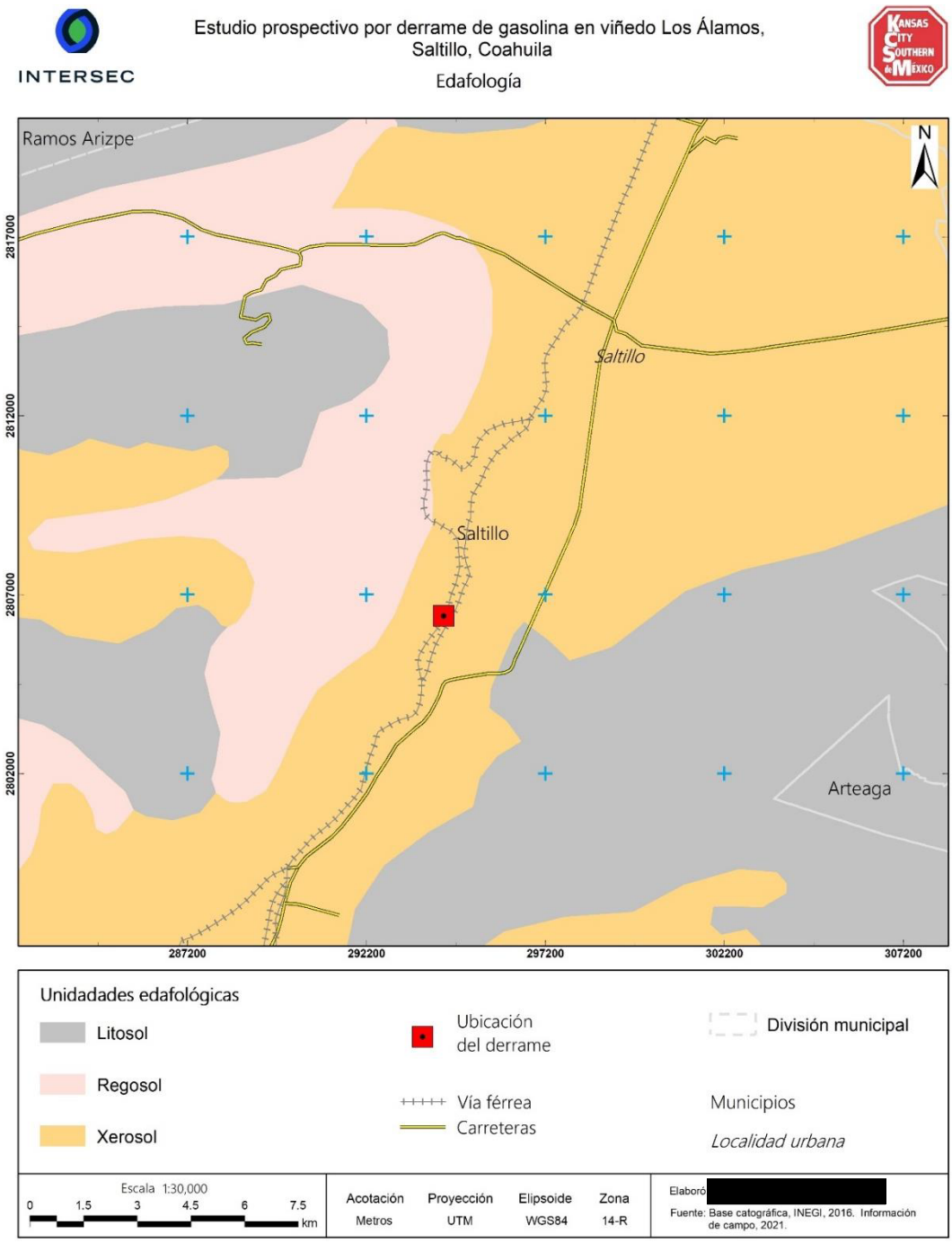


Figura 4.8. Mapa de áreas edafológicas del área de estudio

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

4.7. Uso de suelo y vegetación

El uso de suelo en el área es para agricultura de riego anual, la agricultura de riego suministra importantes cantidades de agua a los cultivos a través de métodos artificiales de riego, para así aumentar la producción. La vegetación circundante que se encuentra es pastizal inducido y matorrales desérticos, así como pequeñas porciones de Bosques de pino (Figura 4.9)

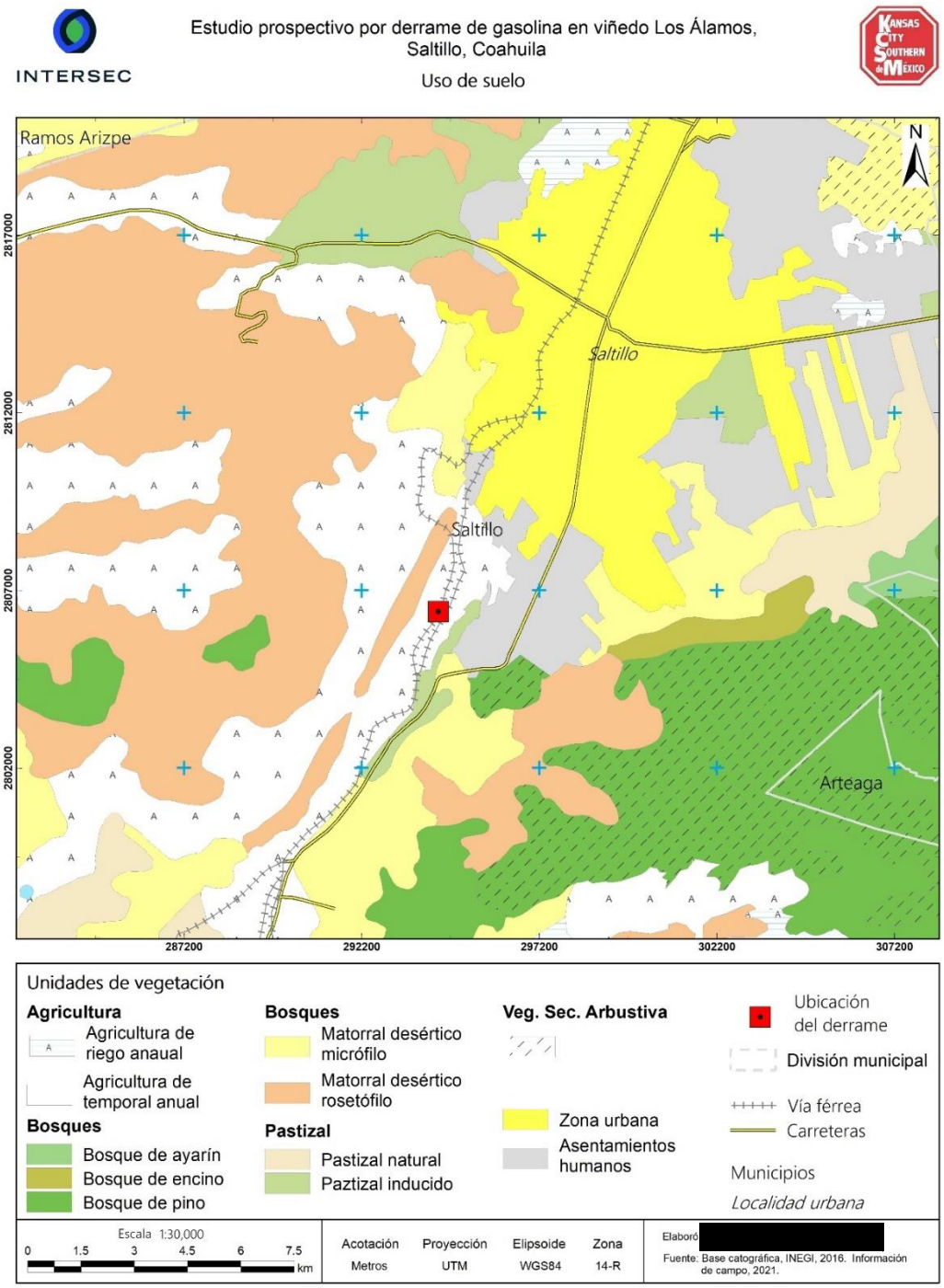


Figura 4.9. Mapa de uso de suelo y vegetación del área de estudio

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

5. Actividades realizadas durante la fase 1

5.1. Delimitación de polígono de estudio

De acuerdo con lo observado durante la primera visita en el sitio del incidente, se delimitó un área de afectación aproximada de 850 m^2, esto tomando en cuenta de manera visual el esparcimiento superficial que se observó en campo, es de suma importancia establecer que durante el recorrido se observó material de balasto removido por parte de personal de protección civil y/o bomberos, el cual presentaba características organolépticas con contaminación por hidrocarburo, removiéndolo a aproximadamente 20 metros de la zona de incidente.

Para delimitar el área de estudio, se utilizaron estacas de madera de un metro de largo, posteriormente se pintaron con aerosol fluorescente para aumentar la visibilidad de estas, se enterraron cerca de entre 20 y 25 cm para fijarlas. Finalmente se colocó la cinta precautoria alrededor de cada estaca de madera. (Figura 5.1 y Figura 5.2).

Figura 5.1. Estacas de madera pintadas con aerosol fluorescente

Figura 5.2. Señalización del área de estudio con estacas y cinta precautoria

5.2. Muestreo manual con Hand Auger

Se propuso realizar un muestreo manual utilizando el método dirigido y de tipo estratificado, para la obtención de muestras. Inicialmente, se ubicaron 13 puntos de muestreo y un blanco, para obtención de muestras a 4 profundidades diferentes 0.5, 1.0, 1.5 m y 2.0 m.

Se utilizó el equipo de perforación manual de empuje directo Hand Auger, el cual es un sistema de herramientas ensambladas utilizado por un usuario que aplica esfuerzo vertical con movimientos rotatorios al mismo tiempo, de esta manera se hinca en el subsuelo una barrena o tubo de perforación con terminación en cuchillas dispuestas de forma helicoidal, a medida que se profundiza se crea un orificio del que se extrae el equipo con material del subsuelo y es llevado a superficie para vaciar el contenido, al llegar a la profundidad deseada se lava el equipo con jabón libre de fosfatos y agua destilada, secando con toalla absorbente para finalmente introducir el equipo y extraer la muestra (Figura 5.3, Figura 5.4, Figura 5.5 y Figura 5.6).

Figura 5.3. Esfuerzo vertical y rotatorio aplicado

Figura 5.4. Lavado de equipo Hand Auger

Figura 5.5. Verificación de la profundidad deseada

Figura 5.6. Introducción del equipo para extracción de muestra

El procedimiento se realizó hasta 1.0 m de profundidad ya que la dureza del material en subsuelo no permitió el avance, sólo en un punto de muestreo (Petro 5) se logró profundizar hasta 1.5m. Por lo anterior expuesto, se determinó ubicar 3 puntos más para abarcar mayo área y otro blanco, por lo que el total de puntos de muestreo fue de 17 sondeos y dos adicionales como blancos, obteniendo un total de 39 muestras de suelo para análisis petroFLAG. La distribución de puntos se muestra en la Figura 5.7.

En la Tabla 5.1 se muestran las profundidades alcanzadas para toma de muestras por cada punto y sus coordenadas en sistema UTM, zona 14 R.

Tabla 5.1. Coordenadas y profundidades de muestras tomadas por punto

ID	X	Y	Z1	Z2	Z3	NO. DE MUESTRAS
PETRO_1	294350	2806390	0.5	0.8		2
PETRO_2	294353	2806400	0.5	0.8		2
PETRO_3	294356	2806410	0.5	0.8		2
PETRO_4	294359	2806420	0.5	0.8		2
PETRO_5	294357	2806390	0.5	1	1.5	3
PETRO_6	294361	2806400	0.5	1		2
PETRO_7	294364	2806400	0.5	1		2
PETRO_8	294366	2806410	0.5	1		2
PETRO_9	294370	2806420	0.5	0.8		2
PETRO_10	294366	2806390	0.5	1		2
PETRO_11	294369	2806400	0.5	1		2
PETRO_12	294372	2806400	0.5	1		2
PETRO_13	294376	2806410	0.5	0.8		2
BLANCO_1	294382	2806430	0.5	1		2
PETRO_14	294364	2806401	0.5	1		2
PETRO_15	294367	2806408	0.5	0.8		2
PETRO_16	294366	2806415	0.5	0.8		2
PETRO_17	294372	2806414	0.5	0.8		2
BLANCO_2	294354	2806364	0.5	1		2
TOTAL DE MUESTRAS						39

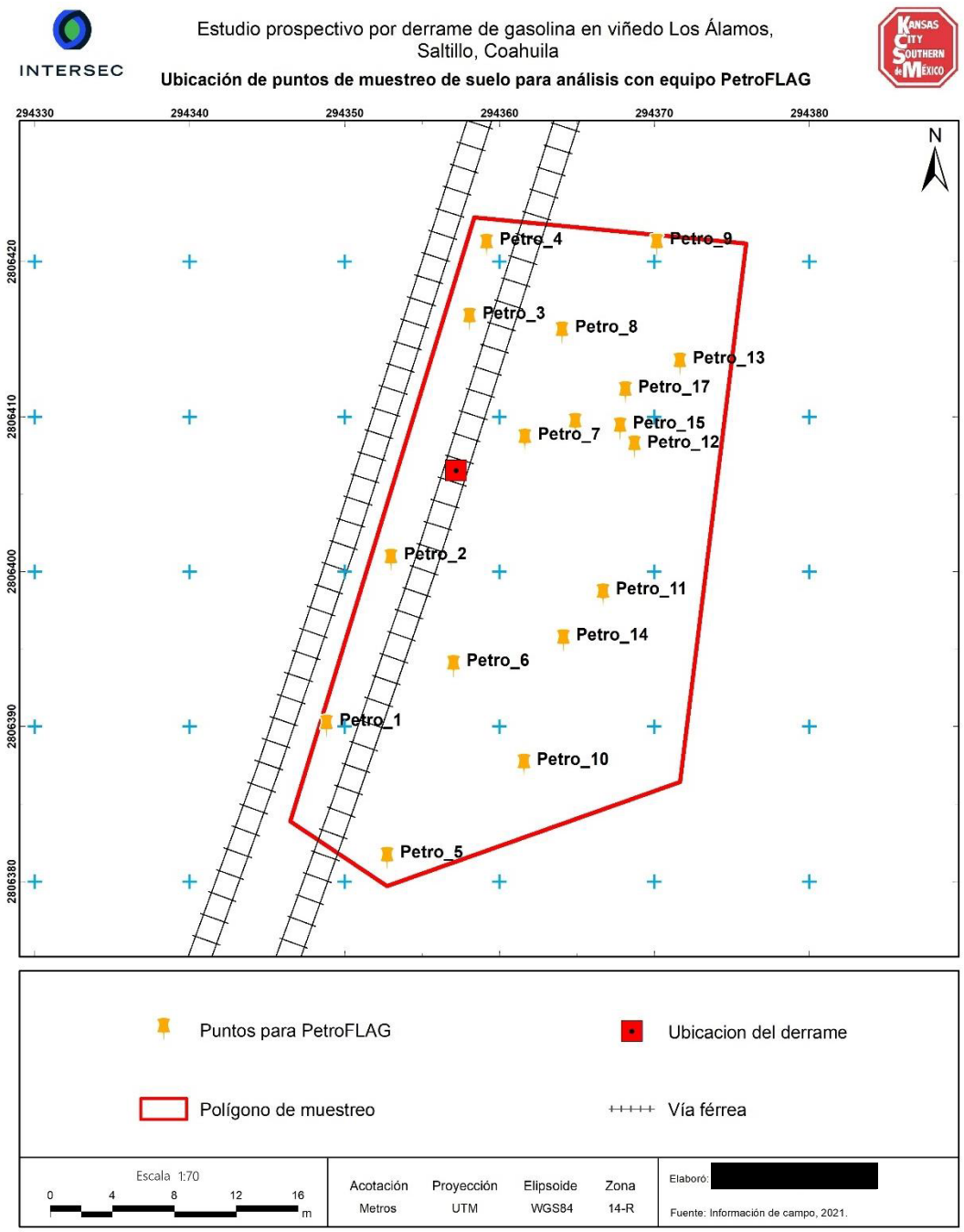


Figura 5.7. Ubicación de los 19 puntos para muestreo manual estratificado de suelo

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

Las muestras se recolectaron en bolsas plásticas con sellado hermético y colocadas en una hielera (Figura 5.8), posteriormente se pesaron 10 gramos para introducirlos y marcar las muestras para su identificación en tubos plásticos (Figura 5.9). Se mantuvieron en refrigeración a una temperatura de 3-4 °C para preservarlas hasta realizar un análisis químico con equipo PetroFLAG.

Figura 5.8. Colocación en campo de muestras para su preservación

Figura 5.9. Pesaje de 10 gramos de suelo para su posterior análisis

5.3. Análisis químico con equipo PetroFLAG

Para el análisis de las muestras de suelo se utilizó el equipo de análisis químico portátil PetroFLAG, este es ideal para para trabajos en campo ya que es de amplio espectro para cualquier tipo de contaminación por hidrocarburos sin importar la fuente o el estado de degradación. El sistema no tiene por objetivo determinar un compuesto en específico, sino que determina los hidrocarburos totales en suelo.

Se basa en un sistema de extracción por solventes, análisis por reactivos y mediante un analizador que lee valores directamente en partes por millón (mg/kg). En el primer paso, extracción, se utiliza un sistema de extracción sin cluorofluorocarbonos a una muestra tomada (10 gramos, normalmente), la cual extrae de forma efectiva los hidrocarburos contenidos para un amplio espectro de tipo de suelo (desde arenas hasta sedimentos marinos o arcillas). Una vez realizada la extracción de hidrocarburos en los sedimentos, se pasa la mezcla por un filtro para remover todos los materiales suspendidos en ella, para que no interfieran en los resultados que se obtendrán del analizador.

Finalmente, el líquido proveniente de la extracción es añadido a un reactivo que va revelando una respuesta en proporción a la cantidad de hidrocarburo contenido en la muestra, después de 10 minutos la solución se ha equilibrado y está lista para analizarse en el turbidímetro.

Si el tipo de contaminante es conocido, entonces en el equipo analizador (turbidímetro) puede escogerse un factor de respuesta del menú de calibración del equipo, de lo contrario se usa un factor de respuesta conservativo. Las diferentes curvas de calibración por compuesto se muestran en la Tabla 5.2.

Tabla 5.2. Configuración de respuesta por tipo de hidrocarburo para su análisis

TIPO DE HIDROCARBURO	LÍMITE DE DETECCIÓN DEL MÉTODO (PPM)	CONFIGURACIÓN DE RESPUESTA
ACEITE PARA TRANSFORMADOR	15	10
GRASAS	15	9
FLUIDO HIDRÁULICO	10	8
FLUIDO DE TRANSMISIÓN	19	8

ACEITE PARA MOTOR	19	7
COMBUSTIBLE #2	25	7
COMBUSTIBLE #6	18	6
COMBUSTIBLE DIÉSEL	13	5
ACEITE PARA ENGRANAJES	22	5
DIESEL BAJO AROMÁTICO	27	4
ACEITE CRUDO PENNSYLVANIA	20	4
QUEROSENO	28	4
JET A	27	4
GASOLINA DESGASTADA	200	2

5.3.1. Material utilizado para el análisis de las muestras

El equipo PetroFLAG cuenta con material incluido para realizar el análisis de las muestras, por lo que sólo se añaden guantes de látex para la manipulación de estos. A continuación, se enlistas los materiales que se incluyen.

- 39 tubos plásticos con tapa de rosca
- 41 jeringas con filtro
- 41 émbolos
- 41 viales
- 39 cucharas desechables
- Una báscula

- 40 ampolletas con reactivos

5.3.2. Procedimiento y resultados del análisis químico en las en las muestras de suelo

Se tomaron los tubos plásticos con el contenido de suelo previamente pesado (10 gramos y 1 gramo de acuerdo con la percepción de olor a hidrocarburo), a cada muestra se le añadió un reactivo para la fase de extracción, se agitó por 4 minutos y se dejó reposar por 1 minuto para posteriormente filtrarlo y vaciar el contenido en el vial. Una vez llenado el frasco del vial hasta la muesca indicada se dejó reposar durante 10 minutos con previa agitación durante 10 segundos (Figura 5.10). Para conocer la concentración de hidrocarburos totales en las muestras, los viales después de los 10 minutos se colocaron en el turbidímetro, con la curva de calibración asociada al contaminante, en este caso se utilizó la curva número 2 (Tabla 5.2). Para las muestras de 1 gramo el resultado fue multiplicado por 10, de acuerdo con su factor de dilución. Este procedimiento fue realizado para cada una de las muestras hasta realizar el análisis para las 39 muestras (Figura 5.11, Figura 5.12 y Figura 5.13).

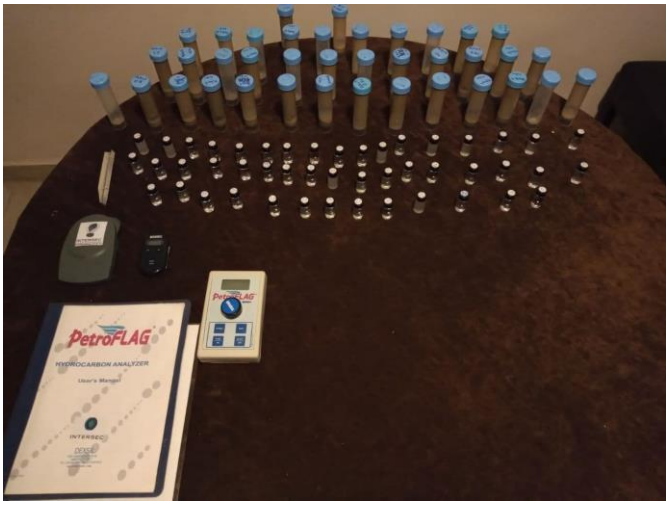


Figura 5.10. Preparación de muestras y viales para su análisis

Figura 5.11. Concentración indicada para muestra identificada

Figura 5.12. Concentración para la muestra Petro17 a 0.8 m de profundidad

Figura 5.13. Concentración fuera de límites de detección

En la Tabla 5.3 se muestran los valores obtenidos para cada muestra, correspondientes a los resultados del análisis petroflag (ppm) y la descripción organoléptica de la presencia a olor de hidrocarburo, resaltando en color rojo las muestras que superan los LMP referentes a la tabla 2 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 para HFL para uso de suelo industrial y comercial.

Tabla 5.3. Resultados obtenidos del análisis químico con equipo PetroFLAG de cada muestra

NAME	X	Y	Z	PPM	OBSERVACIONES
PETRO_1	294350	2806390	0.5	121	Aroma fuerte
PETRO_1	294350	2806390	0.8	153	Aroma ligero
PETRO_2	294353	2806400	0.5	EEEE	Aroma muy fuerte
PETRO_2	294353	2806400	0.8	740	Olor a hidrocarburo
PETRO_3	294356	2806410	0.5	930	Olor a hidrocarburo fuerte
PETRO_3	294356	2806410	0.8	EEEE	Olor a hidrocarburo
PETRO_4	294359	2806420	0.5	EEEE	Olor a hidrocarburo fuerte
PETRO_4	294359	2806420	0.8	EEEE	Olor a hidrocarburo fuerte
PETRO_5	294357	2806390	0.5	0	Ligero aroma a hidrocarburo
PETRO_5	294357	2806390	1	0	Sin olor a hidrocarburo

NAME	X	Y	Z	PPM	OBSERVACIONES
PETRO_5	294357	2806390	1.5	0	Sin olor a hidrocarburo
PETRO_6	294361	2806400	0.5	23,200	Olor a hidrocarburo fuerte
PETRO_6	294361	2806400	1	38,870	Olor a hidrocarburo fuerte
PETRO_7	294364	2806400	0.5	1,230	Olor a hidrocarburo
PETRO_7	294364	2806400	1	41,100	Olor a hidrocarburo
PETRO_8	294366	2806410	0.5	100	Sin olor a hidrocarburo
PETRO_8	294366	2806410	1	127	Sin olor a hidrocarburo
PETRO_9	294370	2806420	0.5	0	Sin olor a hidrocarburo
PETRO_9	294370	2806420	0.8	0	Sin olor a hidrocarburo
PETRO_10	294366	2806390	0.5	0	Ligero aroma a hidrocarburo
PETRO_10	294366	2806390	1	563	Ligero aroma a hidrocarburo
PETRO_11	294369	2806400	0.5	164	Ligero aroma a hidrocarburo
PETRO_11	294369	2806400	1	EEEE	Ligero aroma a hidrocarburo
PETRO_12	294372	2806400	0.5	114	Sin olor a hidrocarburo
PETRO_12	294372	2806400	1	0	Sin olor a hidrocarburo
PETRO_13	294376	2806410	0.5	0	Sin olor a hidrocarburo
PETRO_13	294376	2806410	0.8	0	Sin olor a hidrocarburo
BLANCO_1	294382	2806430	0.5	0	Sin olor a hidrocarburo
BLANCO_1	294382	2806430	1	0	Sin olor a hidrocarburo
PETRO_14	294364	2806401	0.5	19	Ligero aroma a hidrocarburo
PETRO_14	294364	2806401	1	53	Ligero aroma a hidrocarburo
PETRO_15	294367	2806408	0.5	66	Ligero aroma a hidrocarburo
PETRO_15	294367	2806408	0.8	130	Ligero aroma a hidrocarburo
PETRO_16	294366	2806415	0.5	313	Ligero aroma a hidrocarburo
PETRO_16	294366	2806415	0.8	45	Ligero aroma a hidrocarburo
PETRO_17	294372	2806414	0.5	201	Sin olor a hidrocarburo
PETRO_17	294372	2806414	0.8	316	Ligero aroma a hidrocarburo
BLANCO_2	294354	2806364	0.5	0	Sin olor a hidrocarburo
BLANCO_2	294354	2806364	1	0	Sin olor a hidrocarburo

En las figuras Figura 5.14 y Figura 5.15 se observan las distribuciones espaciales del contaminante a 0.5 m de profundidad y en el rango de 0.8 a 1.0 m en la zona de estudio. Al comparar las isoconfiguraciones se observa una extensión horizontal mayor de área impactada con hidrocarburo en el rango de 0.8 a 1.0m de profundidad (Figura 5.15), esto puede deberse a la combinación de dos factores, el primero por el uso de agua durante la operación de extinción de combustión de la gasolina, la cual propició la infiltración de hidrocarburo y la segunda, al bloqueo de filtración a mayor a la profundidad de 1.0m, esto debido a las capas del subsuelo identificadas como lutitas y areniscas de acuerdo con lo observado en el corte de construcción de las vías férreas, los estudios de geofísica, las perforaciones y la investigación bibliográfica. Estas capas del subsuelo presentan permeabilidad baja y se encuentran en extensión continua y de espesores grandes en toda el área, las cuales se comportan como una barrera natural.

Se visualizan dos áreas focalizadas entorno a los puntos identificados como Petro_7 y Petro_6, en rangos de 45,001 a 60,000 [mg/kg], alrededor de los cuales se localiza el área de isoconcentración de 20,001 a 45,000 [mg/kg] en color naranja rojizo, ambas áreas están rodeadas y unidas por la isoconcentración de 10,001 a 20,000 en color naranja. El área de mayor extensión en el polígono corresponde a la isoconcentración de 500 a 10,000 [mg/kg] en color amarillo la cual abarca la mayor parte del polígono excepto una porción noreste y suroeste en color verde las cuales corresponden a isococentraciones por debajo del LMP establecido en la NOM-138.

En la Figura 5.14 para una profundidad de 0.5 m, se observa en tonalidad verde el área correspondiente a valores por debajo del LMP establecidos en la NOM-138, la cual se extiende a lo largo del lado este y sur del polígono. La zona de mayor concentración se encuentra focalizada alrededor del punto identificado como Petro_6 con un rango de concentración de 20,001 a 45,000 [mg/kg], rodeando esta área y extendiéndose hacia el noroeste se observa el área de isoconcentración de 10,001 a 20,000 [mg/kg] en color naranja.

El área con mayor extensión en el polígono es la isoconcentración de 500 a 10,000 [mg/kg], la cual se observa en todo el lado oeste de norte a sur y centro-sureste.

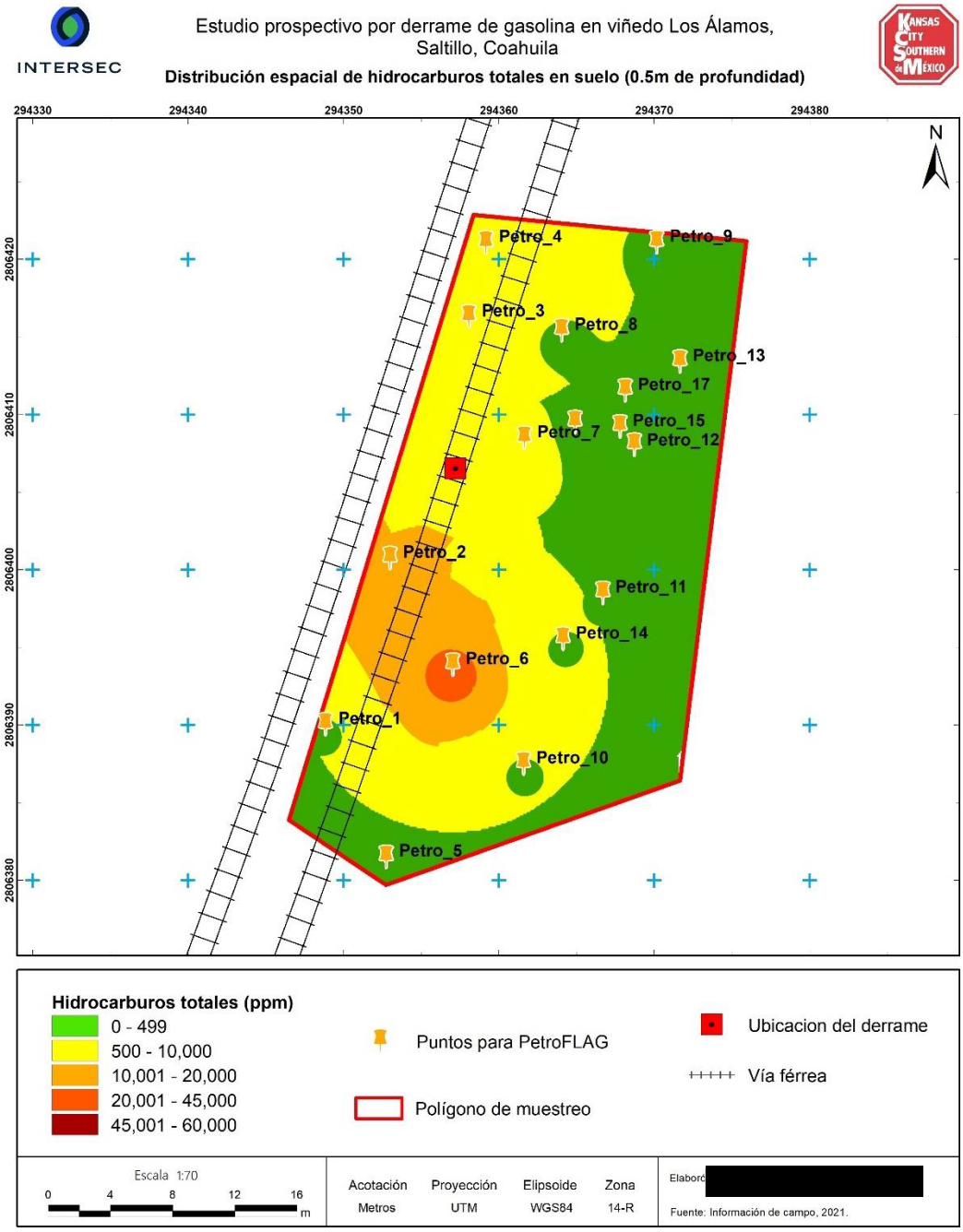


Figura 5.14. Mapa geoestadístico de isoconcentraciones a 0.5 m de profundidad

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

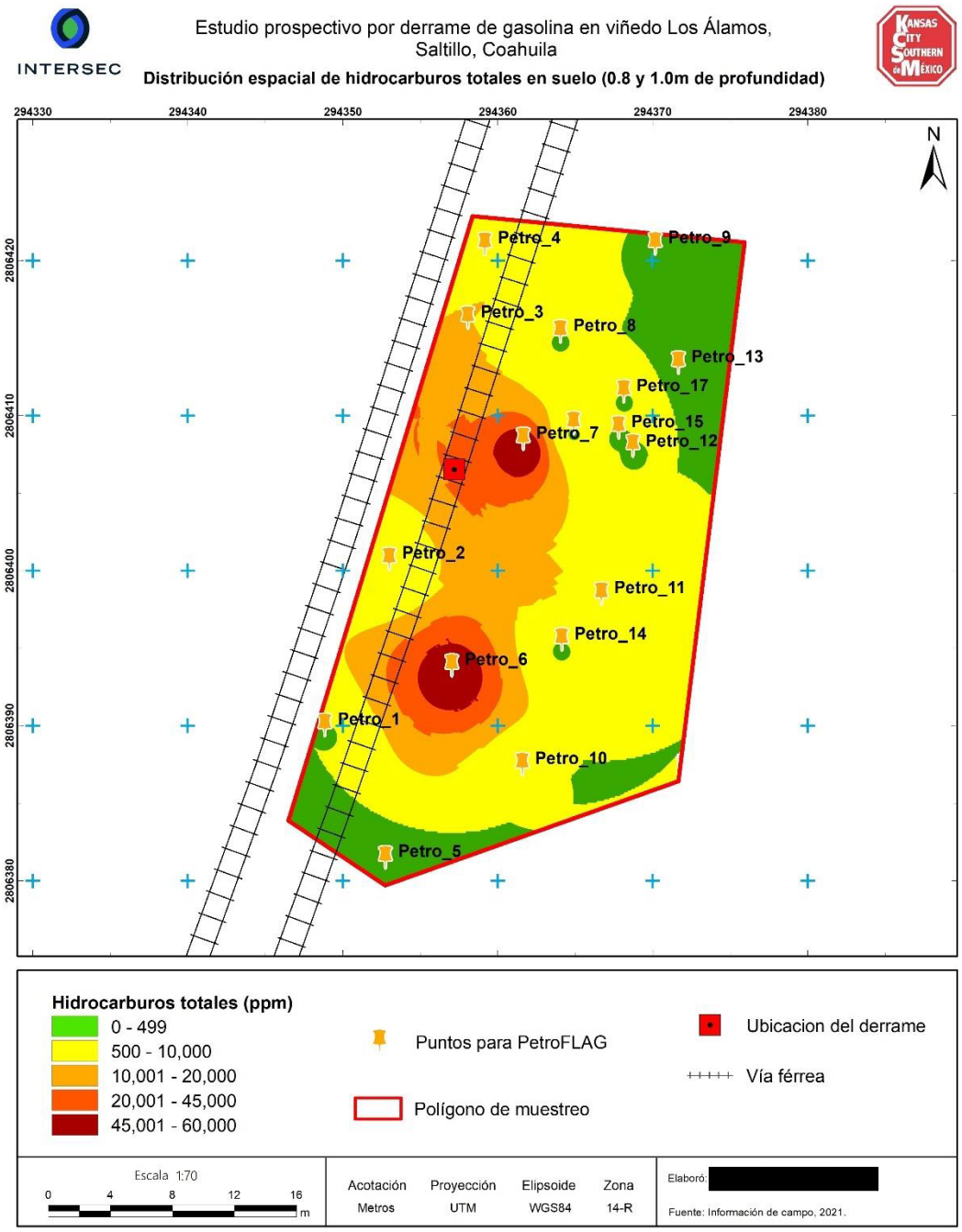


Figura 5.15. Mapa geoestadístico de isoconcentraciones de 0.8 a 1.0 m de profundidad

5.4. Exploración subterránea con Georradar

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

El método de exploración utilizado conocido como Ground Penetrating Radar (GPR) es una técnica de fuente controlada, lo que significa que el operador manipula la intensidad de la señal emitida. El principio básico del método consiste en enviar ondas de radio electromagnéticas con ayuda de una antena, las ondas penetran en el subsuelo y son

reflejadas a la superficie dónde se encuentra el receptor, que muestra la señal emitida modificada por su viaje a través de los materiales del área de estudio. En este caso la propiedad asociada con el campo electromagnético y qué sirve como apoyo para detectar cambios en las propiedades de los materiales es la permitividad eléctrica. La permitividad eléctrica relativa es también conocida como constante dieléctrica y es diferente para cada material como se puede observar en la Tabla 5.4.

Tabla 5.4. Valores de la constante dieléctrica (k), conductividad (σ), velocidad (v) y atenuación (a) observados en algunos materiales geológicos comunes

MATERIAL	K	Σ (MS/M)	V (M/NS)	A (DB/M)
AIRE	1	0	0.3	0
AGUA DESTILADA	80	0.01	0.033	0.002
AGUA DULCE	80	0.05	0.033	0.1
AGUA SALADA	80	3000	0.01	103
ARENA SECA	3 - 5	0.01	0.15	0.01
ARENA SATURADA	20 - 30	0.1 - 1.0	0.06	0.03 - 0.3
CALIZA	4 - 8	0.5 - 2	0.12	0.4 - 1
LUTITA	5 - 15	1 - 100	0.09	1 - 100
LIMOS	5 - 30	1 - 100	0.07	1 - 100
ARCILLAS	5 - 40	2 - 1000	0.06	1 - 300
GRANITO	4 - 6	0.01 - 1	0.13	0.01 - 1
SAL	5 - 6	0.01 - 1	0.13	0.01 - 1
HIELO	3 - 4	0.01	0.16	0.01

**Fuente: Ground Penetrating Radar Principles, procedures and applications*

Esta técnica es implementada para detectar estructuras geológicas y cambios de litología, pero también es de gran utilidad para detección de:

- Obras civiles (detección de tuberías, varillas, cimientos, etcétera)
- Arqueología
- Sepultamientos
- Fibra óptica
- Tanques enterrados de almacenamiento
- Investigación forense
- Vacíos, oquedades, huecos, fisuras

Esto es gracias a la resolución que se puede llegar a tener que va de unos cuantos milímetros hasta 50 m máximos en condiciones muy específicas.

El método de georadar puede utilizar antenas que emiten ondas de radio a diferentes frecuencias, que van de 1-1000 MHz. Las antenas transforman una señal de voltaje eléctrico en ondas de radio electromagnéticas que se propagan hacia el subsuelo y además realizan el proceso inverso para tener nuevamente voltajes eléctricos y que puedan ser visualizados. La diferencia entre una antena y otra es la resolución que tienen, es decir con algunas se pueden observar objetivos más pequeños que con otras, por lo que es importante tener claro el objetivo del estudio.

El equipo utilizado es un Georadar GPR US Radar modelo Q5P con una antena de 500 MHz y una Tablet controladora GETAC F110 con sistema operativo Windows 10 de 64 bits procesador i5vPro, resistente a caída de 4 pies, polvo y agua.

Figura 5.16. Equipo de exploración con método GPR

El cambio entre un medio y otro se observa como una distorsión en la señal reflejada, debido a los cambios en la permitividad y conductividad eléctricas de cada material. Los instrumentos de medición nos permiten tener una imagen (conocida como radargrama) prácticamente en el mismo instante en el que se está realizando la exploración. En la Figura 5.17 se observa la realización de la exploración, trasladando el equipo sobre superficie y en caso de encontrar una estructura como tubería o ducto de cierto diámetro, se producen unas formas conocidas como hipérbolas en las imágenes generadas. En la generación de estas formas influye la trayectoria entre el Georradar y la trayectoria de la infraestructura, así como también la profundidad, las propiedades del subsuelo y el diámetro.

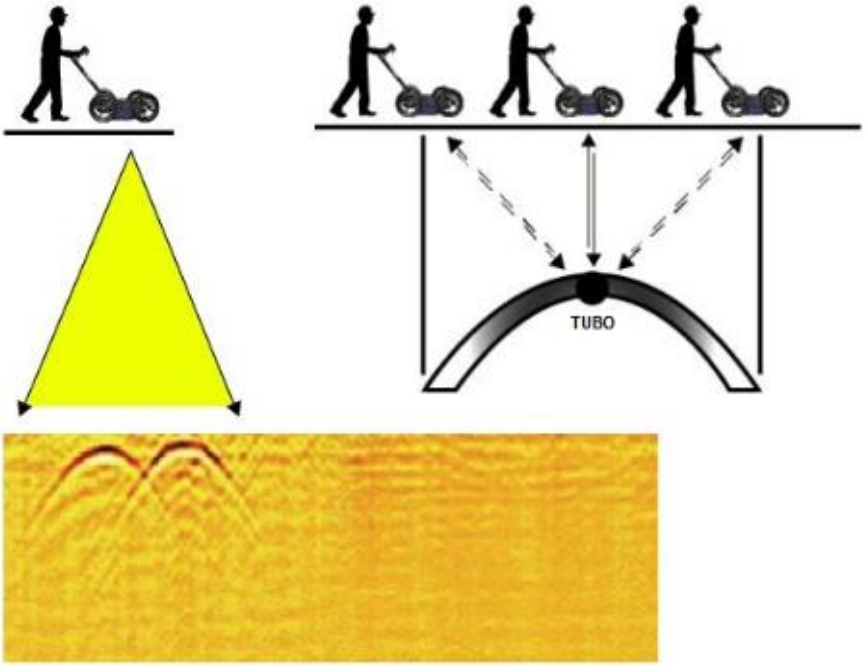


Figura 5.17. Exploración con radar (superior) y radargrama generado por la tubería en el subsuelo (inferior).

Sin embargo, la imagen inicial obtenida en la mayoría de los casos no es de mucha utilidad ya que presenta ruido en la señal de respuesta, este ruido puede ser generado por las propias características del medio o por causas antropogénicas. Por esta razón, para obtener una imagen de calidad en la que se pueda realizar una interpretación, es necesario trabajar la imagen en diversos softwares que nos permitan filtrar la señal y así eliminar el ruido y mejorar la calidad.

Aunque no existe un procedimiento único para mejorar los datos, existen una serie de pasos básicos que usualmente ayudan, por ejemplo:

- Aplicar un filtro temporal para remover las bajas frecuencias, ya que las componentes de bajas frecuencias normalmente se asocian a fenómenos inductivos o posibles limitaciones del instrumento.
- Modificar la ganancia, esto significa ecualizar la amplitud de las señales para poder observar de mejor manera el radargrama a todas las profundidades.
- Aplicar filtros espaciales, los filtros espaciales sirven para resaltar o suavizar estructuras presentes en el medio.

Además de estas herramientas existen otras que se consideran más específicas ya que ayudan a mejorar objetivos muy bien ubicados, algunas de las técnicas son: deconvolución, migración, análisis de velocidad en un punto medio común etc. Cabe destacar que la mayoría de las técnicas utilizadas en el procesamiento de datos de radar son extraídas del procesamiento de datos sísmicos que es otra técnica de exploración geofísica

5.4.1. Implementación del método Georradar para la exploración del subsuelo

Esta actividad se realizó el día 7 de mayo, realizando la nivelación del terreno en las trayectorias marcadas para el recorrido con la antena, se cubrió un área de 850 m^2 aproximadamente, con la exploración de 100 metros lineales, distribuidos en 8 líneas (Figura 5.18 y Figura 5.19).

Se inició colocando estacas cortas de aproximadamente 40 cm de largo, para indicar los trayectos de exploración y continuar con la nivelación del terreno para poder asegurar el contacto entre la antena y la superficie durante el recorrido. Se utilizó herramienta manual como palas, pico y barreta (Figura 5.20, Figura 5.21, Figura 5.22 y Figura 5.23).

Figura 5.18. Terreno natural donde se trazó una trayectoria

Figura 5.19. Nivelación y limpieza para realizar la trayectoria trazada

Figura 5.20. Uso de barreta para romper cohesión del suelo

Figura 5.21. Colocación de estaca de madera para señalización de trayectoria

Figura 5.22. Final de trayectoria indicado por estaca de madera

Figura 5.23. Recorrido de la trayectoria con la antena

La Figura 5.24 muestra la ubicación de cada una de las líneas de exploración con Georradar. De la Figura 5.25 a la Figura 5.32 se muestran las imágenes procesadas y las señalizaciones realizadas en cada imagen obtenida por cada línea de exploración realizada. Los planos pueden observarse en formato PDF adjuntos en el ANEXO I

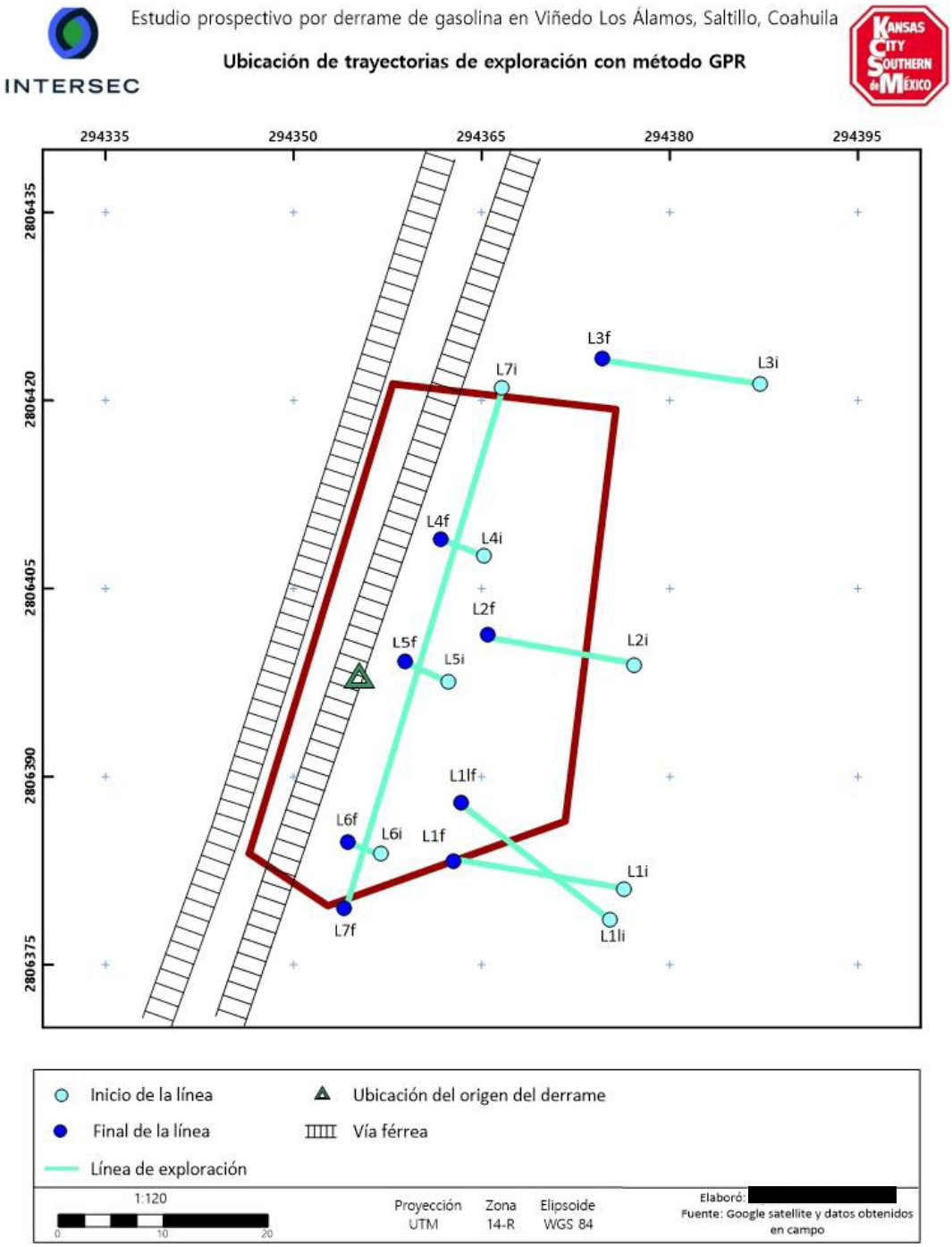


Figura 5.24. Ubicación de las líneas de exploración con georradar

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

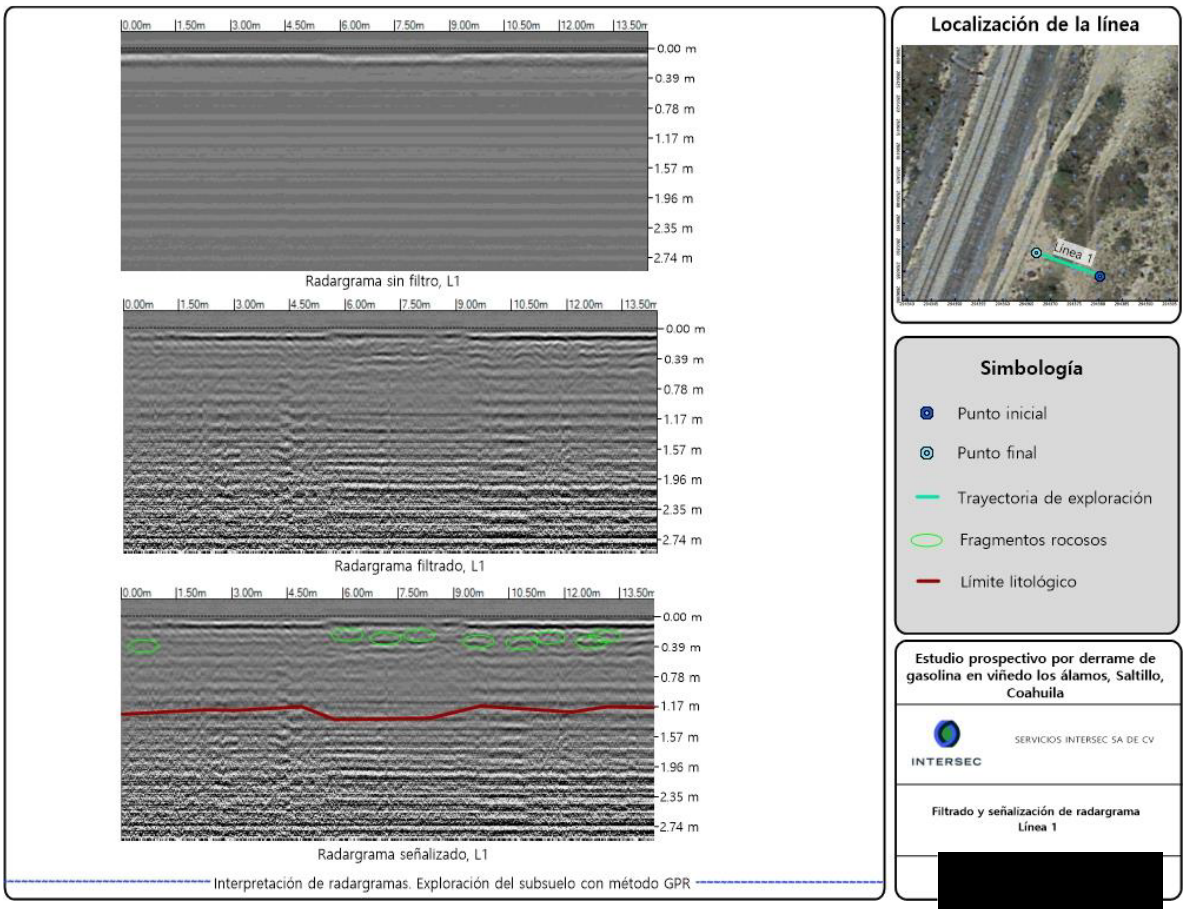


Figura 5.25. Filtrado y señalización de L1

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

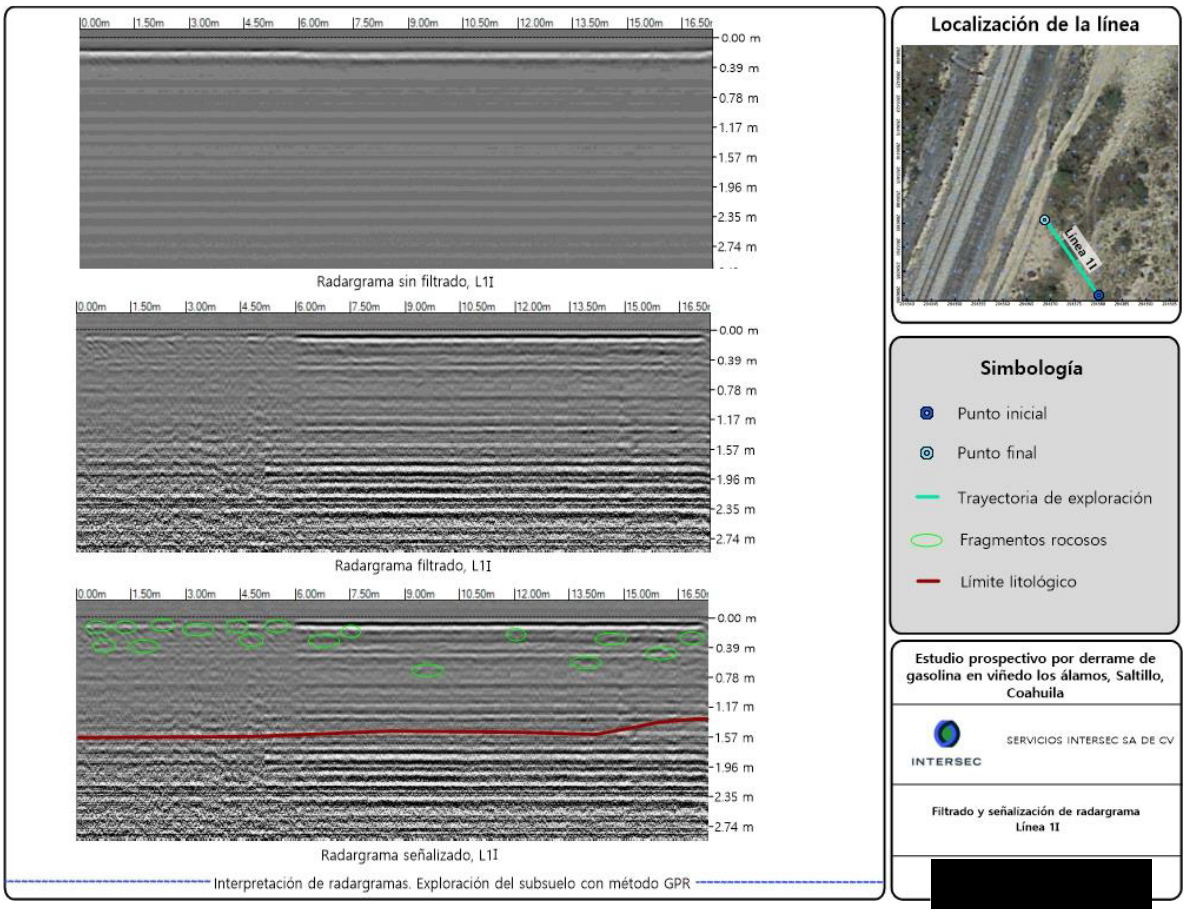


Figura 5.26. Filtrado y señalización de L1I

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

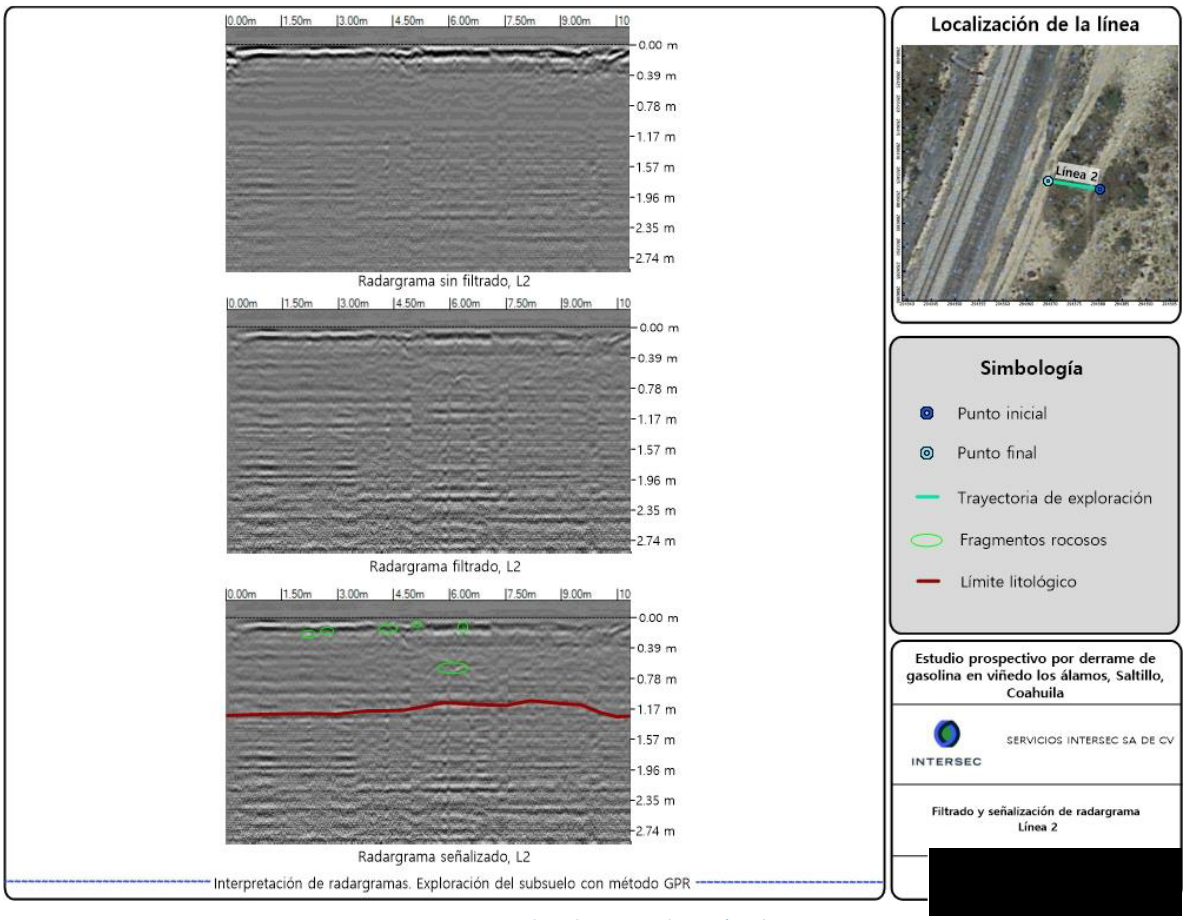


Figura 5.27. Filtrado y señalización de L2

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

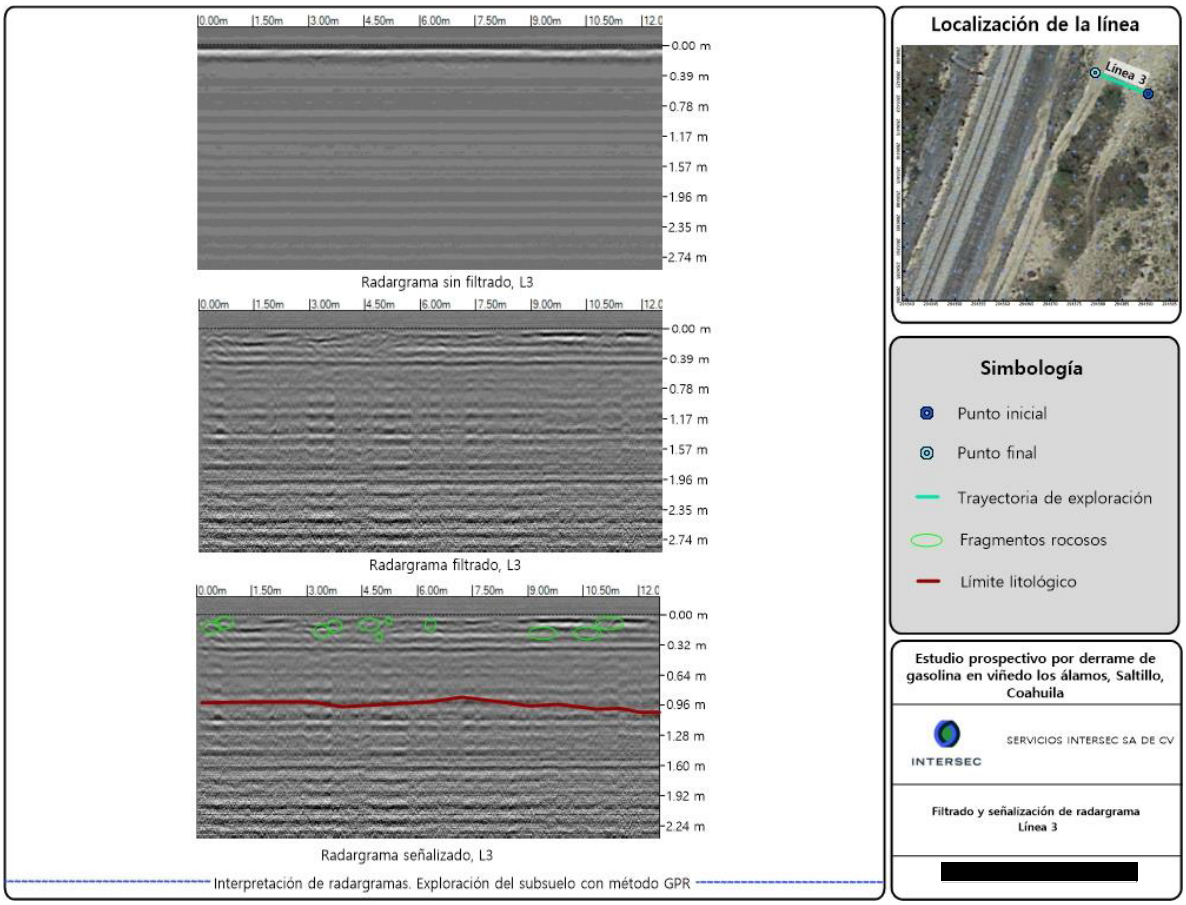


Figura 5.28. Filtrado y señalización de L3

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

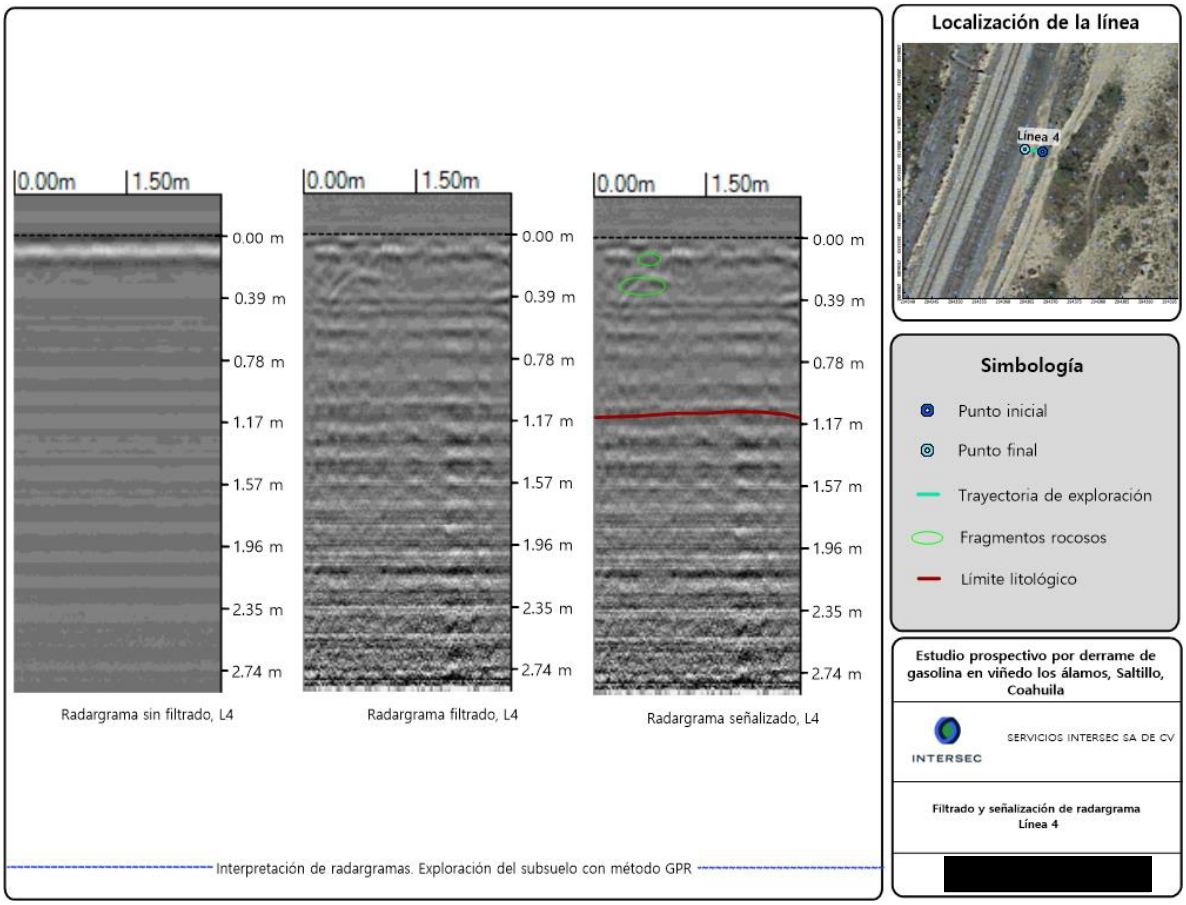


Figura 5.29. Filtrado y señalización de L4

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

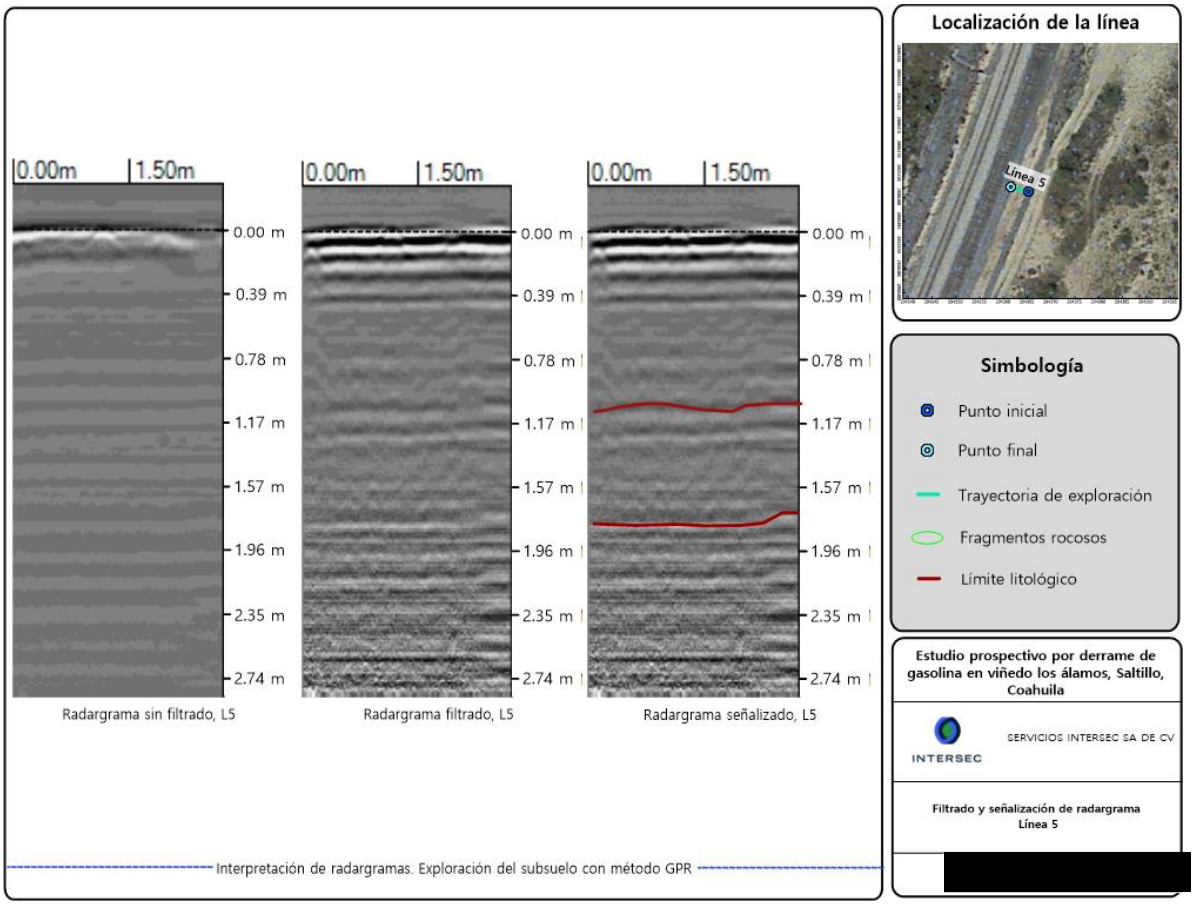


Figura 5.30. Filtrado y señalización de L5

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

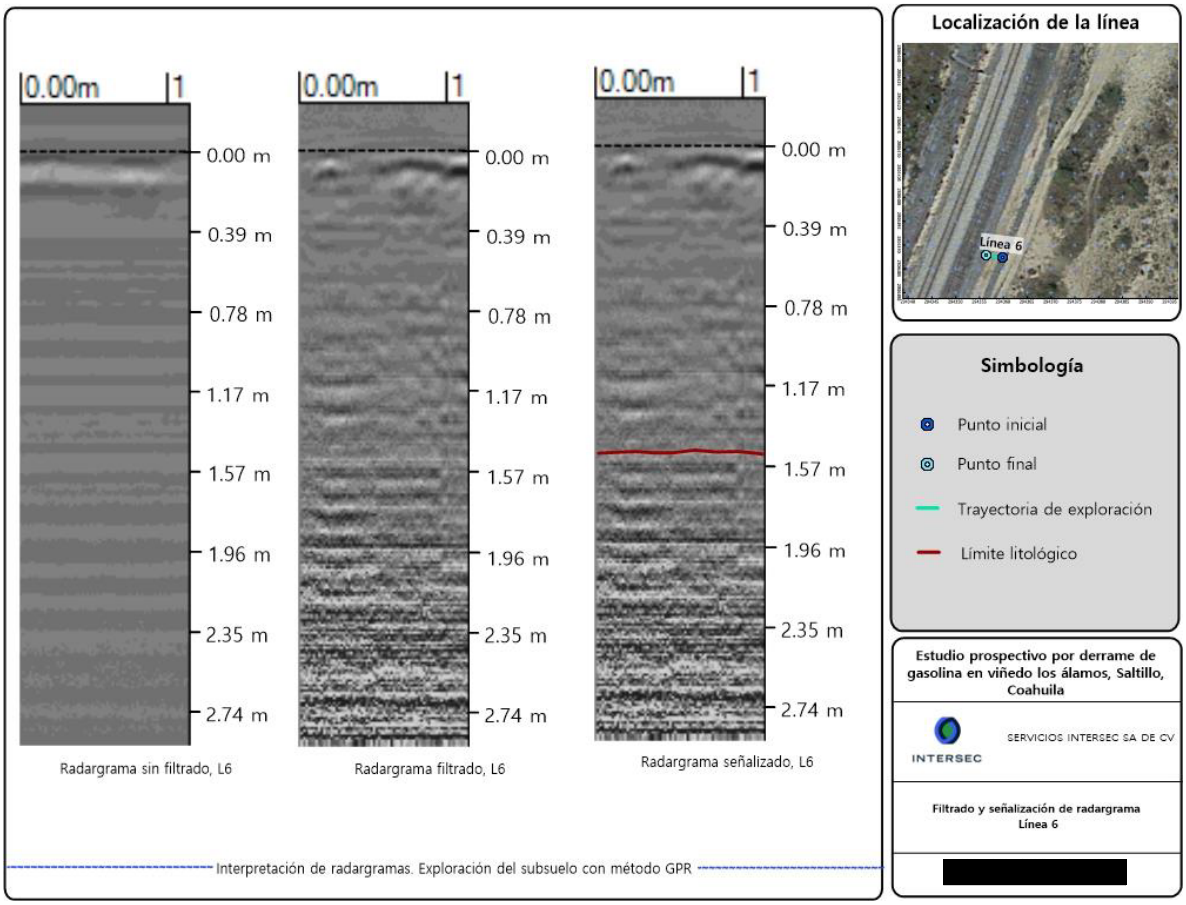


Figura 5.31. Filtrado y señalización de L6

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

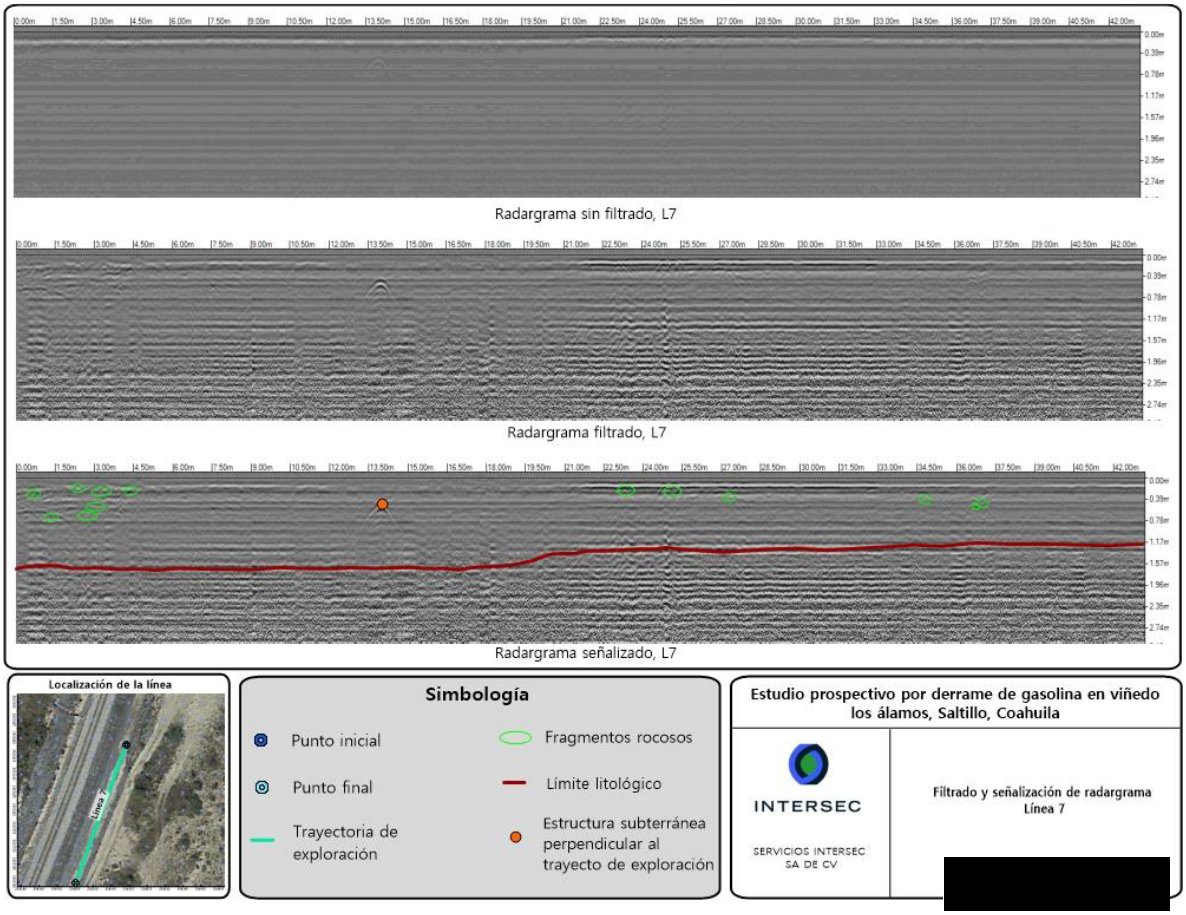


Figura 5.32. Filtrado y señalización de L7

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

En los radargramas se aprecian cambios de litología, el primer cambio se observa por debajo de los 0.64 m y hasta 1.57 m de profundidad, este primer horizonte superficial se asocia a depósitos aluviales, de textura limoarcillosa y presencia de clastos de entre 5 mm a 8 mm de diámetro, horizonte impactado del cual se obtuvieron las muestras de sueño, al que le subyace un horizonte rocoso, el cual delimita de manera vertical la pluma contaminante, este corresponde a intercalaciones de limolita, lutita y areniscas principalmente, dichas capas tienen espesores de delgados a medianos, como se pudo observar en la parte oeste del polígono de estudio por el corte realizado para el trayecto de las vías del tren (Figura 5.33 y Figura 5.34). En la fotografía de la derecha, se puede observar un corte realizado para la construcción de la vía férrea, ubicado al oeste del polígono, la unidad de tonalidad naranja de mayor espesor corresponde a las areniscas, este presenta fracturamiento levemente cerrado y no continuo, debajo de este se puede observar una capa

de lutitas, en las cuales no se aprecia fracturamiento, de manera natural estas unidades forman secuencias que se repiten a profundidad, por la naturaleza impermeable de las lutitas, hacen de esta formación una barrera natural por su baja permeabilidad.

Figura 5.33. Corte donde se observa la interestratificación

Figura 5.34. Estratificación de capas delgadas y gruesas

5.5. Exploración subterránea con Tomografía de Resistividad Eléctrica

El objetivo final de un estudio de resistividad eléctrica es determinar la distribución espacial de esta propiedad en el subsuelo, esto se logra a través de mediciones realizadas en superficie.

Una tomografía de resistividad eléctrica es la combinación de dos técnicas conocidas como calicata y sondeo eléctrico vertical (SEV), dando como resultado una imagen en 2D donde se obtienen valores a lo largo de una línea de manera horizontal y vertical. En un estudio de tomografía se utilizan varios electrodos que están conectados por un cable de alimentación de corriente, un *switch* electrónico y una computadora, estos elementos hacen posible la automatización del procedimiento, teniendo que conectarlos y colocarlos únicamente.

Para la adquisición de datos se utilizan 4 electrodos, la manera en cómo se mueven y como están dispuestos recibe un nombre de arreglo. Para el caso del presente estudio se utilizó un arreglo de tipo dipolo-dipolo y se acomoda como se muestra en la Figura 5.35, los primeros dos electrodos (16-18) son de lectura (adquisición) y los siguientes 2 son de

inyección de corriente. Para obtener la primera línea de puntos el espaciamiento entre electrodos se mantiene constante y sólo se van recorriendo a lo largo de la línea. Para obtener el siguiente nivel de puntos el espaciamiento entre el par de electrodos se habrá modificado a uno mayor. Debe notarse que, por cada nivel aumentado a profundidad se va perdiendo la cantidad de mediciones captadas.

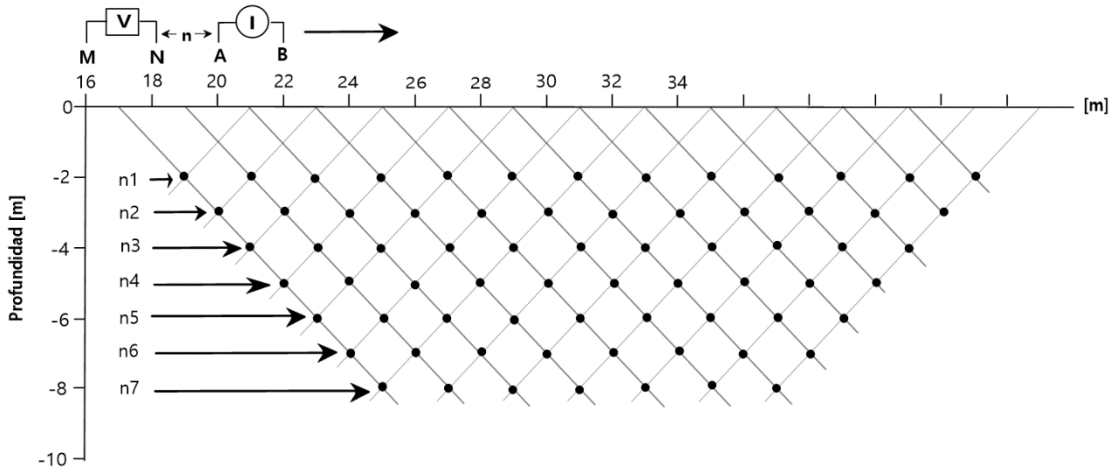


Figura 5.35. Esquema de los puntos de atribución adquiridos para un arreglo dipolo-dipolo

5.5.1. Implementación del método de Tomografía de Resistividad Eléctrica (TRE) para la exploración del subsuelo

Se realizó el tendido de una línea para adquisición de datos mediante la medición de diferencia de potencial, la línea se extendió en dirección NE-SW, utilizando para ello 40 electrodos con un espaciamiento de 3 metros entre cada uno, cubriendo una longitud de 117 metros con lo que se obtuvo una profundidad de investigación de 21.5 m (

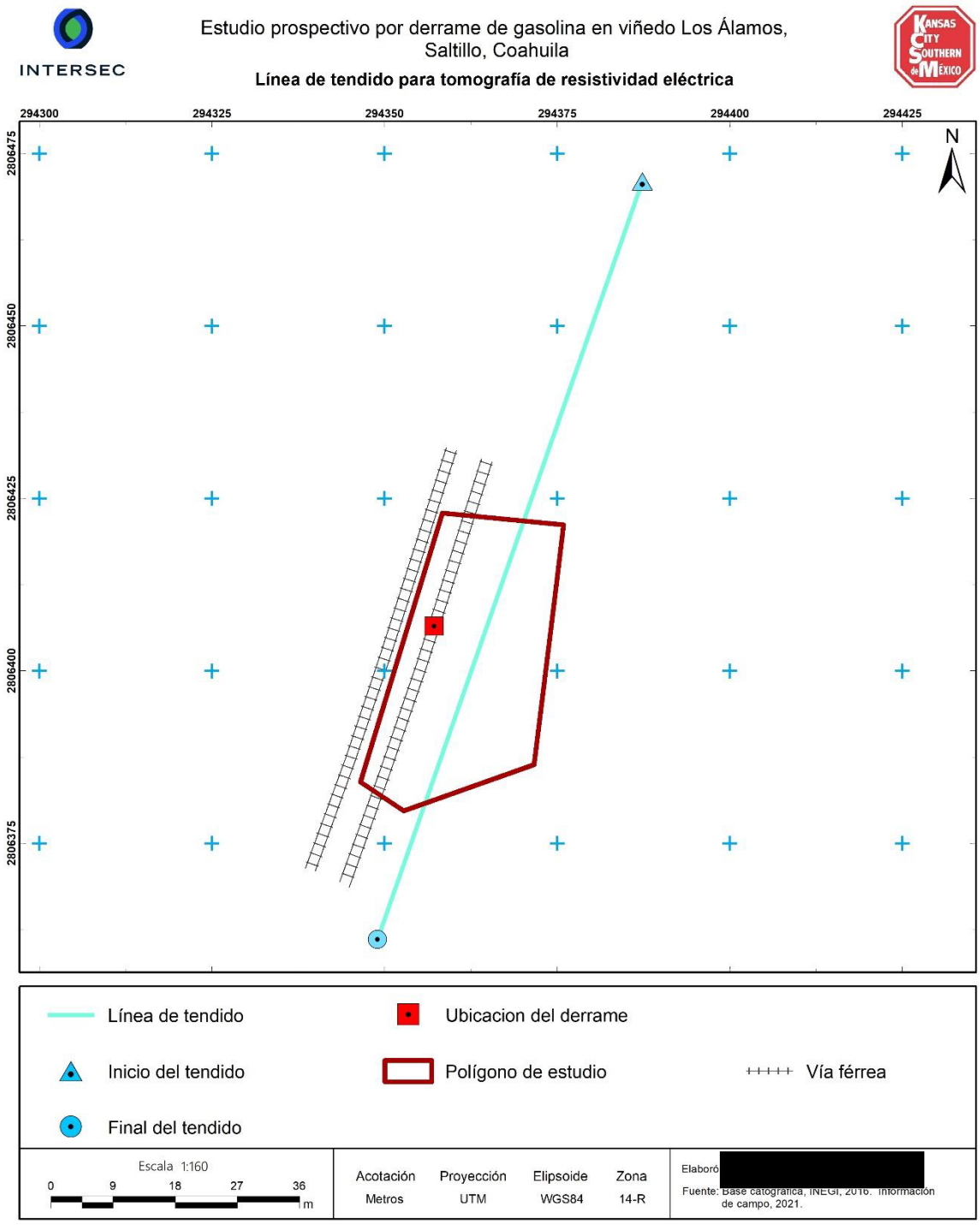


Figura 5.36).

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

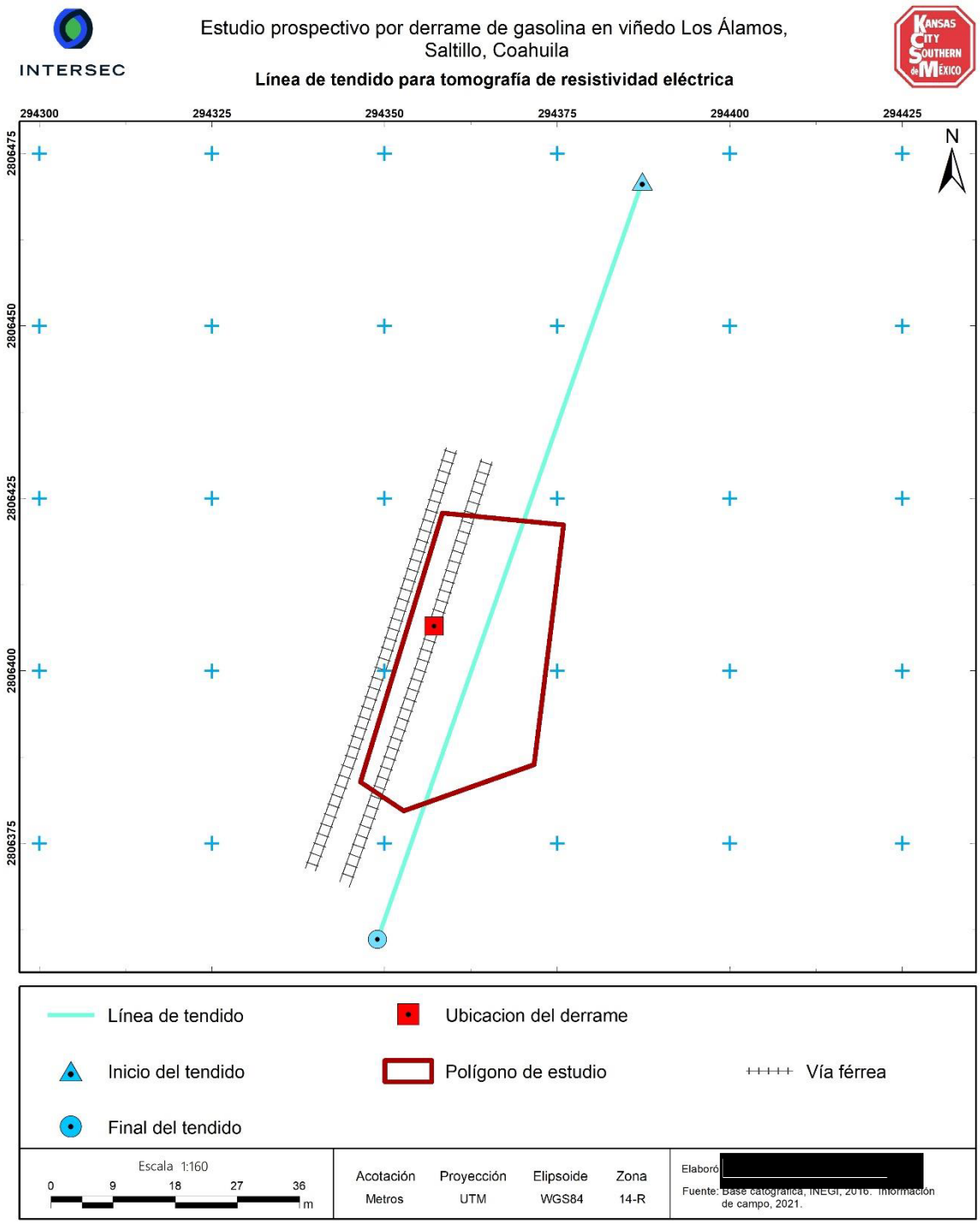


Figura 5.36. Ubicación de la línea para exploración con TRE

Se extendió una cinta métrica para colocar los electrodos con el espaciamiento correspondiente, una vez colocados en sus posiciones los 40 electrodos, se conectaron mediante cables de alimentación interconectados entre sí para unificar la línea, controlados

cada uno por un *switch* electrónico (*switchbox*) y con elásticos se aseguró el contacto entre el cable y el electrodo. Posteriormente se encendió la consola ARES II para la inyección de corriente y toma de datos.

Figura 5.37. Conexión de electrodo con el cable de inyección de corriente y lectura

Figura 5.38. Conexiones para la operación del equipo

Figura 5.39. Operación del equipo y revisión de los datos

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

Los datos obtenidos fueron descargados a una computadora para realizar la inversión de datos y obtener un modelo que representara dichos datos, utilizando para ello el software RES2IINV

A partir del modelo generado, se distinguen 3 unidades geoeléctricas las cuales son asociadas con estratos de lutita y arenisca como se menciona en los estudios anteriores (Figura 5.40 y Figura 5.41), la **unidad 1** corresponde a valores de resistividad entre 65 y 73 [ohm-m], esta unidad se muestra de forma interrumpida a lo largo de la superficie con un espesor aproximado de 2.5 m desde la profundidad 3.0 hasta los 7.0 m en su parte más ancha, se observa en los flancos izquierdo y derecho del perfil, esta unidad se asocia con un horizonte de arenisca no continuo, el flanco izquierdo aparece al inicio de línea y se corta entre los metros 40 y 50 de longitud, el flanco derecho inicia entre los metros 80 y 90 y termina hasta el final de la línea, de un espesor promedio de 3 m.

A esta unidad le subyace la **unidad 2** la cual tiene un espesor aproximado de 3.0 m y se extiende a lo largo del perfil con valores de resistividad entre 29 y 45 [ohm-m], esta unidad inicia aproximadamente desde los 4.0 m de profundidad en su parte más superficial y los 6.5 m hasta los 9.0 – 10.0 m de profundidad. Se asocia con un horizonte de lutita, de un espesor promedio de 5m el cual tiene su parte más superficial al centro de la línea y se encuentra debajo de la arenisca.

Finalmente, la **unidad 3** que predomina en el perfil obtenido, cuyos rangos de resistividad son iguales a los de la primer unidad de entre 57 y 89 [ohm-m], esta inicia entre las profundidades 7.0 y 10.0 m y se extiende hasta donde se profundizó con el método, es decir, hasta los 21.5 metros de profundidad. Esta unidad es asociada a un estrato de arenisca de un espesor mayor al anterior descrito.

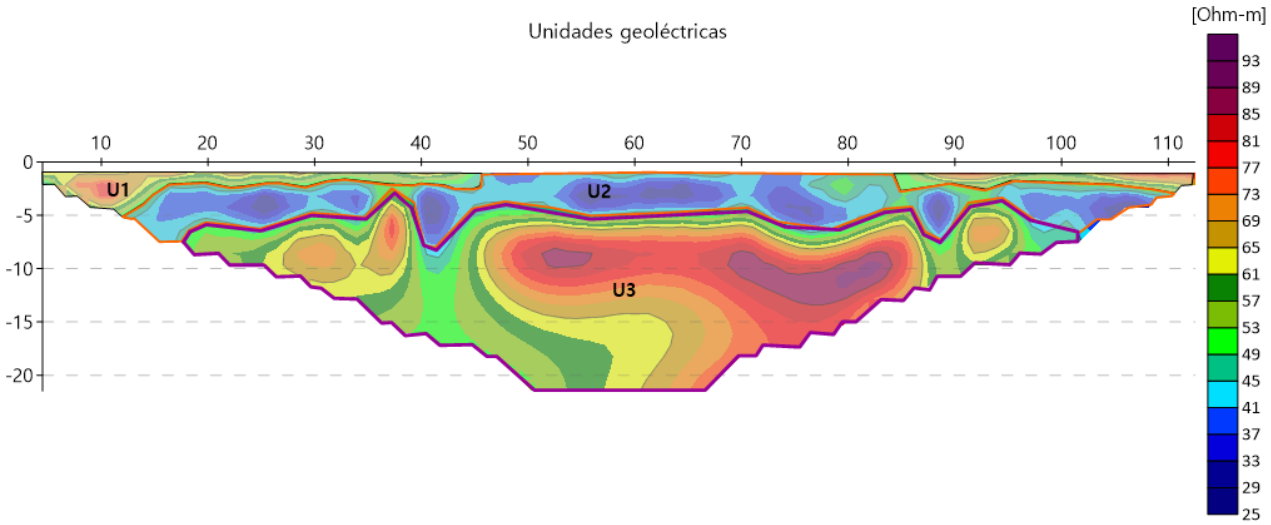
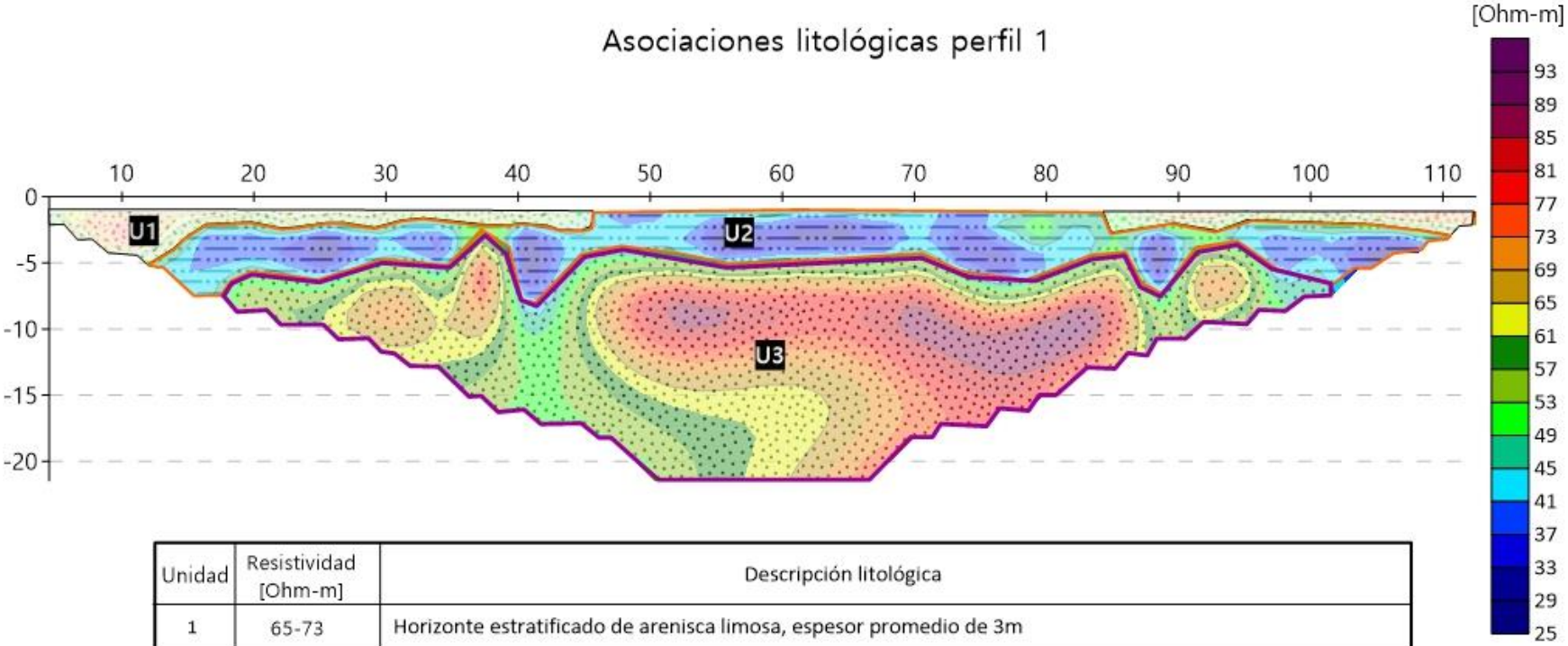


Figura 5.40. Identificación de las unidades geoeléctrica



Unidad	Resistividad [Ohm-m]	Descripción litológica
1	65-73	Horizonte estratificado de arenisca limosa, espesor promedio de 3m
2	29-45	Horizonte estratificado de lutita arcillosa, espesor promedio de 5 m
3	57-89	Horizonte estratificado de areniscas de los 5 m de profundidad en la parte mas superficial a los 20m

Figura 5.41. Asociaciones litológicas del modelo

5.6. Secciones geológicas

Con la información anterior se realizaron dos secciones geológicas con orientación 23°NE y 33° NE, en el plano general en el ANEXO II se puede consultar la ubicación de las secciones. En las secciones se aprecia la secuencia de areniscas y lutitas descrita como Grupo Difunta y el depósito superficial de aluvión de un espesor promedio de 1.15 metros, el cual se encontró en toda la extensión del área (Figura 5.42 y Figura 5.43).

Los estratos conformados por lutita y arenisca son intercalaciones de baja permeabilidad de espesores variados que también se extienden en general a lo largo de los cortes litológicos, los cuales impidieron el avance a una mayor profundidad con equipo manual de perforación.

En cuanto a la topografía se puede apreciar que el sitio tiene una elevación hacia el suroeste de aproximadamente medio metro.

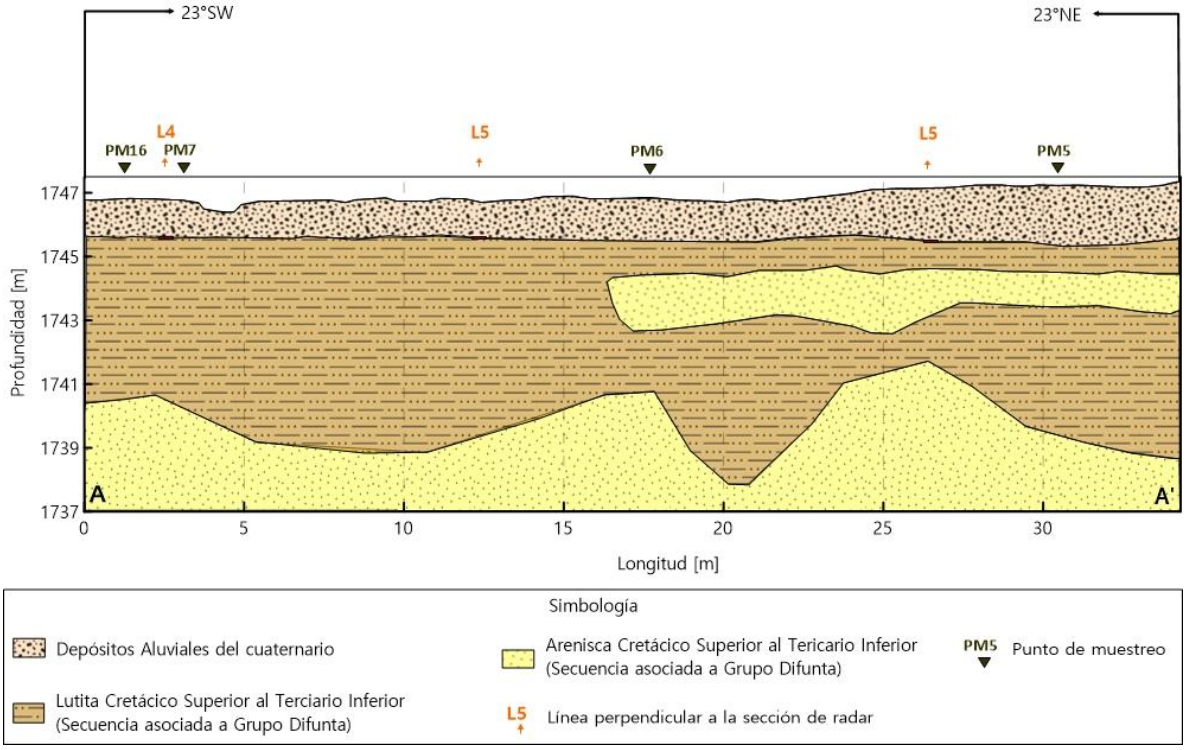


Figura 5.42. Sección geológica AA'

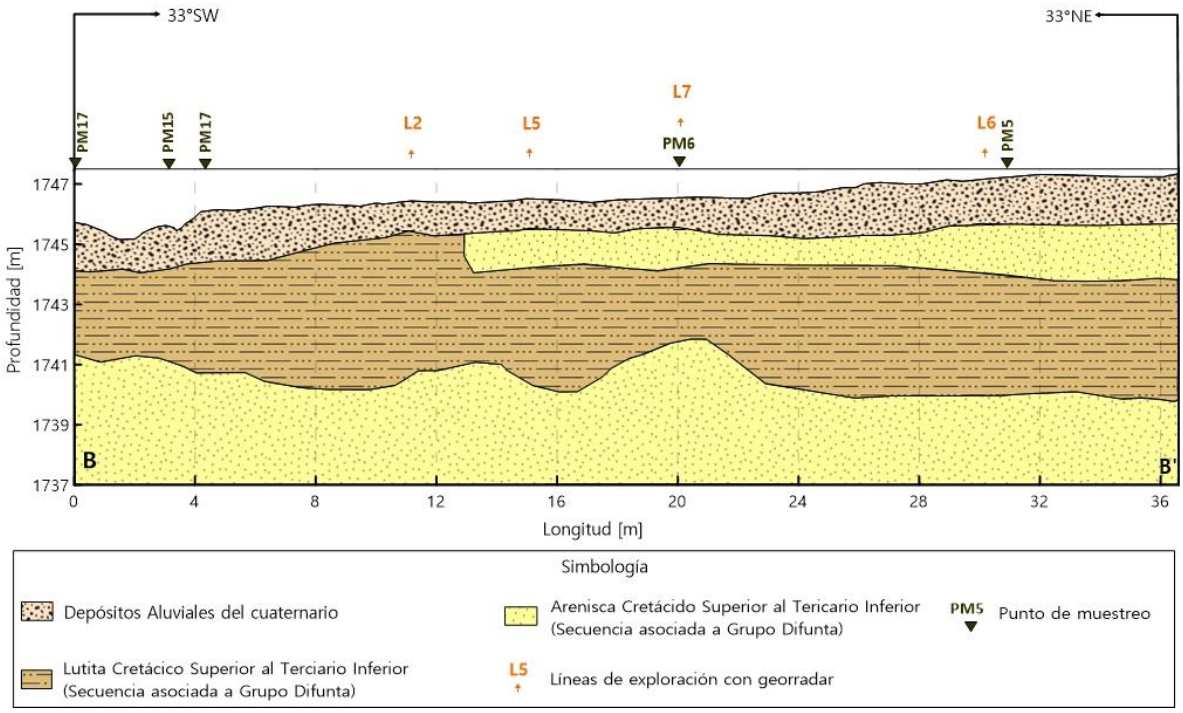


Figura 5.43. Sección geológica BB'

5.7. Muestreo y análisis con laboratorio acreditado

Para la determinación cuantitativa de la contaminación en la matriz de suelo se realizó un muestreo con el método dirigido de tipo estratigráfico, ya que con base en los resultados obtenidos con análisis químico con equipo PetroFLAG se confirmó la presencia de contaminación por hidrocarburos en el suelo. La ubicación, profundidad y número de puntos para obtención de muestras. se realizó con base en los estudios de exploración, topografía, análisis químico de muestras con equipo PetroFLAG y con lo establecido en la Tabla 4 de la NOM-138- SEMARNAT-SSA1-2012 tomando en cuenta un área de 0.1 hA. La profundidad se estableció hasta la barrera natural conformada por lutitas y areniscas, con la distribución que se muestra en la Figura 5.44, las coordenadas UTM se presentan en la Tabla 5.5

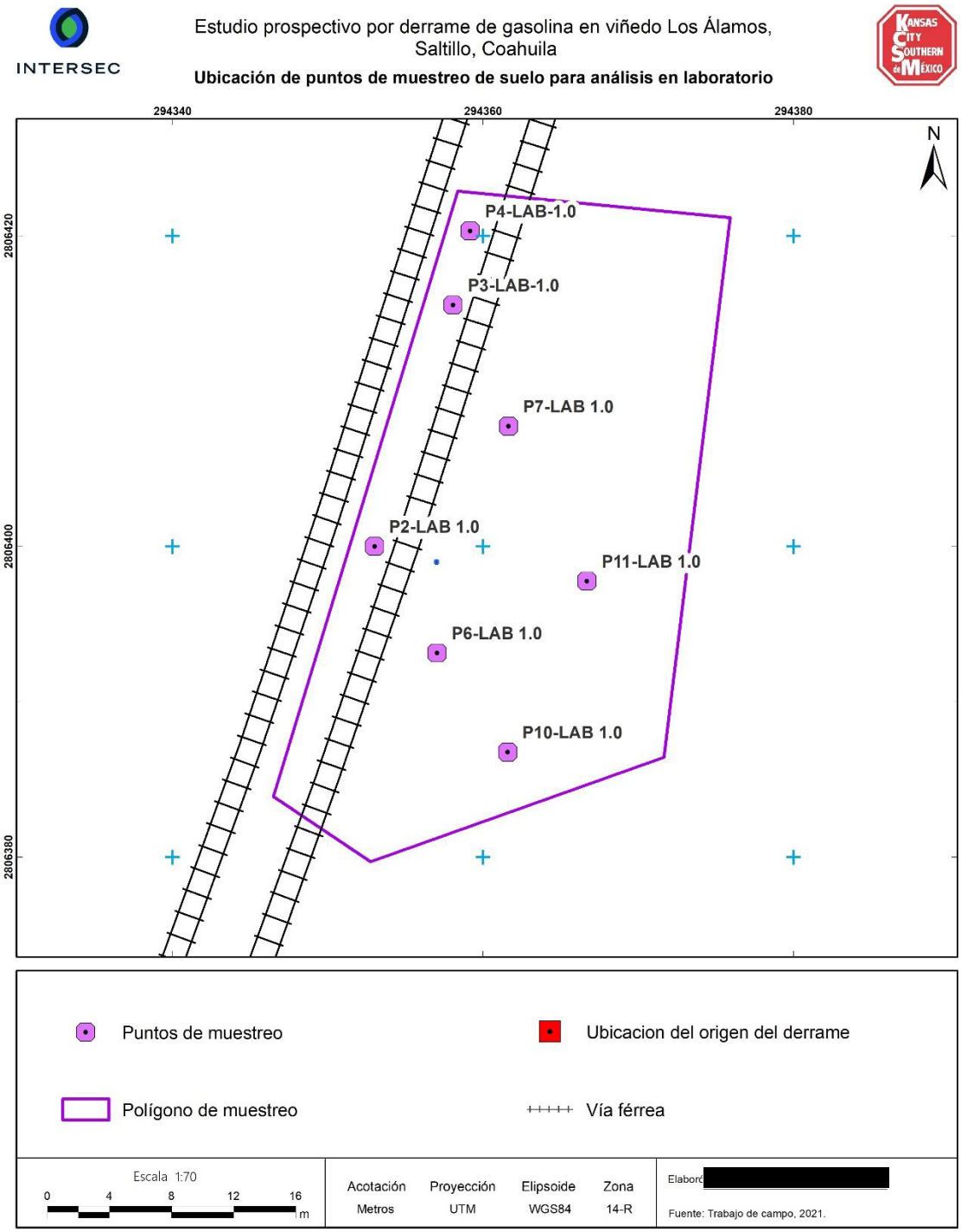


Figura 5.44. Ubicación de los puntos de muestreo para análisis con laboratorio acreditado (fase 1)

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

Tabla 5.5. Coordenadas UTM de puntos de muestreo con laboratorio acreditado (fase 1)

ID	X	Y	Z
P2-LAB	294353	2806400	0.5
P2-LAB	294353	2806400	1.0
P3-LAB	294358.06	2806415.55	0.5
P3-LAB	294358.06	2806415.55	1.0
P4-LAB	294359.16	2806420.32	0.5
P4-LAB	294359.16	2806420.32	1.0
P6-LAB	294357.03	2806393.14	0.5

ID	X	Y	Z
P6-LAB	294357.03	2806393.14	1.0
P7-LAB	294361.63	2806407.74	0.5
P7-LAB	294361.63	2806407.74	1.0
P10-LAB	294361.58	2806386.76	0.5
P10-LAB	294361.58	2806386.76	1.0
P11-LAB	294366.68	2806397.76	0.5
P11-LAB	294366.68	2806397.76	1.0

El análisis y toma de muestras se realizó con Laboratorios y suministros ambientales e industriales S.A de C.V. (LABSA) quien cuenta con aprobación ante PROFEPA No. PFPA-APR-LP-RS-04-MS/2018 y acreditación ante la ema No: R-0549-029/14 adjuntas en el ANEXO III

5.7.1. Parámetros de análisis

Los parámetros de análisis se definieron con base en los establecido en la tabla 1 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 presentada en la Tabla 5.6, donde se puede observar que para el producto derramado en el área que corresponde a gasolina corresponden los parámetros de hidrocarburo fracción ligera e hidrocarburo monoaromático (BTEX).

Tabla 5.6. Parámetros de análisis en función del producto contaminante. Tomada de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012

Producto contaminante	***Hidrocarburos***				
	Fracción pesada	Fracción media	HAP	Fracción ligera	BTEX
Mezcla de productos desconocidos derivados del petróleo.	X	X	X	X	X
Petróleo crudo	X	X	X	X	X
Combustóleo	X		X		
Parafinas	X		X		
Petrolatos	X		X		
Aceites derivados del petróleo	X		X		
Gasóleo		X	X		
Diesel		X	X		
Turbosina		X	X		
Queroseno		X	X		
Creosota		X	X		
Gasavión				X	X
Gasolvente				X	X
Gasolinas				X	X
Gas nafta				X	X

5.7.2. Toma de muestras

Para la toma de las 16 muestras (14 simples más dos duplicados) se utilizó equipo de perforación manual Hand Auger de empuje directo de acero inoxidable, mismo que se utilizó durante la toma de muestras para análisis con equipo PetroFLAG. El equipo consiste en barrenas o *auger* de 3 ¼" de diámetro, las cuales se emplean para diferentes tipos de suelo según diseño y forma; también consta de un martinete recubierto de goma y tres varillas o tubería de perforación denominadas extensiones de 1.20 metros de longitud.

La cadena de custodia elaborada durante la toma de muestras se encuentra adjunto en el ANEXO IV.

Para la recolección de las muestras de suelo se utilizaron frascos de vidrio de 250 ml con tapa teflón. Entre cada toma de muestras se lavaron todas las piezas de la siguiente forma

- Lavado del equipo con detergente biodegradable y libre de fosfatos, agua y cepillo de cerda plástica con mangos largos para remoción de residuos
- Enjuagado con agua destilada
- Secado del equipo con toallas absorbentes

Inmediatamente después de la obtención de las muestras se realizó lo siguiente:

1. Etiqueta del recipiente con la información de la persona que tomó la muestra, clave de identificación, hora, fecha, sitio de muestreo y parámetros a analizar
2. Colocación de un sello de custodio en el recipiente para asegurar la integridad de la muestra
3. Registro de la muestra en la cadena de custodia
4. Almacenamiento de las muestras en un contenedor con hielo en su interior, a temperaturas cercanas a los 4°C, para su manejo y transporte al laboratorio.
5. Envío para análisis químico al laboratorio mencionado

De manera complementaria con los equipos de perforación se usaron los siguientes instrumentos y materiales de trabajo

- Posicionador satelital marca Garmin
- Cámara fotográfica
- Pala
- Hielera
- Hielo
- Guantes de látex y nitrilo
- Cintra transparente
- Cadena de custodia
- Etiquetas adheribles
- Bitácora de campo
- Flexómetro de 5.0 m

5.7.3. Resultados del análisis

Con las muestras obtenidas a una profundidad de 1.0 metro y una vez entregados los resultados del análisis del laboratorio acreditado se generaron los mapas de distribución espacial de las isoconcentraciones en el área de estudio. En la Tabla 5.7 se muestran los valores obtenidos del análisis de muestras de suelo con laboratorio acreditado. El reporte del laboratorio donde se encuentran los cromatogramas y los valores obtenidos puede consultarse en el ANEXO V

Tabla 5.7. Resultados de las muestras analizadas con laboratorio acreditado (fase 1)

ID	X	Y	Z	HFL [MG/KG]	BENCENO [MG/KG]	TOLUENO [MG/KG]	ETILBENCENO [MG/KG]	XILENOS [MG/KG]
P2-LAB	294353	2806400	0.5	623.57	<L.C	2.69	2.47	4.07
P2-LAB	294353	2806400	1.0	1000.22	<L.C	3.35	4.27	6.76
P3-LAB	294358.06	2806415.55	0.5	1548.67	<L.C	4.16	4.24	3.76
P3-LAB	294358.06	2806415.55	1.0	2848.43	<L.C	1.72	5.04	<L.C
P4-LAB	294359.16	2806420.32	0.5	985.65	<L.C	2.55	1.94	7.66
P4-LAB	294359.16	2806420.32	1.0	3301.37	<L.C	4.74	1.82	14.07
P6-LAB	294357.03	2806393.14	0.5	2399.59	<L.C	<L.C	1.82	3.71
P6-LAB	294357.03	2806393.14	1.0	3162.66	<L.C	5.91	5.40	23.02
P6-LAB DUP	294357.03	2806393.14	1.0	3458.23	<L.C	5.60	5.49	22.36
P7-LAB	294361.63	2806407.74	0.5	1728.21	<L.C	<L.C	2.90	10.35
P7-LAB	294361.63	2806407.74	1.0	3533.16	<L.C	2.86	2.63	4.33
P10-LAB	294361.58	2806386.76	0.5	<L.C	<L.C	<L.C	<L.C	<L.C
P10-LAB	294361.58	2806386.76	1.0	<L.C	<L.C	<L.C	<L.C	<L.C
P11-LAB	294366.68	2806397.76	0.5	498.25	<L.C	<L.C	4.96	9.68
P11-LAB	294366.68	2806397.76	1.0	856.98	<L.C	2.56	2.77	6.64
P11-LAB DUP	294366.68	2806397.76	1.0	872.65	<L.C	3.44	3.20	7.42

*Los valores en rojo se encuentran por encima del LMP establecido en la NOM-138/SSA1-2012

La Figura 5.45 muestra la distribución de isoconcentraciones de hidrocarburo fracción ligera dentro del polígono delimitado a una profundidad de 0.5 m, en esta se observan dos áreas focalizadas de mayor concentración de 1,501 a 3,600 [mg/kg] alrededor de los puntos identificados como P7-LAB 0.5 y P6-LAB 0.5. Estas dos áreas se sitúan dentro de un área con mayor extensión en color amarillo que representa las concentraciones entre 500 y 1,500 [mg/kg], la cual se ubica en todo el lado oeste iniciando desde el noroeste pasando por la parte central oeste y hasta la parte suroeste del polígono. El área verde que representa las concentraciones entre 0 y 499 [mg/kg], por debajo del LMP establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 para uso de suelo industrial y comercial para fracción ligera que es de 500 [mg/kg], se extiende por la parte noreste, este y sur del polígono.

La Figura 5.46 muestra la distribución de isoconcentraciones de hidrocarburo fracción ligera para una profundidad de 1.0 m dentro del polígono delimitado, en la cual se observa que existen dos áreas de mayor concentración entre los rangos de 1,501 y 3,600 [mg/kg] una de manera focalizada alrededor del punto identificado como P6-LAB 1.0 y la otra en la parte noroeste del polígono. Estas áreas son rodeadas por el área en color amarillo que representa el rango de concentraciones de 500 a 1,500, la cual rodea ambas áreas y se extiende hacia el centro-sureste del polígono. Las áreas verdes que presentan concentraciones de HFL por debajo del LMP establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 para uso de suelo industrial y comercial, se ubican en la parte noreste y sur del polígono.

Las figuras Figura 5.47, Figura 5.48, Figura 5.49 y Figura 5.50 muestran que los valores de concentraciones obtenidos para los parámetros de BTEX en ambas profundidades (0.5 y 1.0 m), se encuentran por debajo de los LMP establecidos en la norma anteriormente referida para uso de suelo industrial y comercial, por lo que todos aparecen en verde.

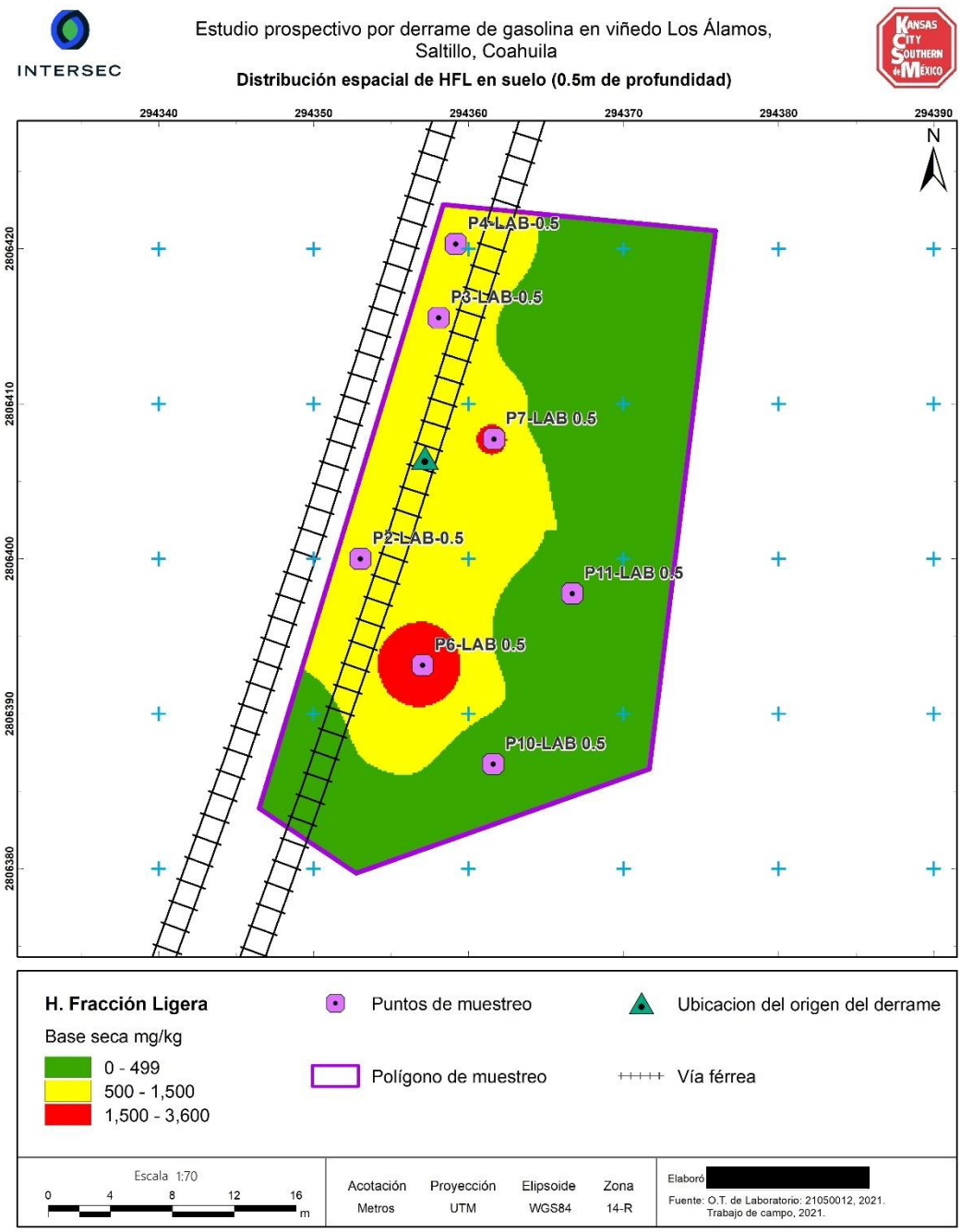


Figura 5.45. Distribución espacial de HFL en suelo a 0.5 m de profundidad (fase1)

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

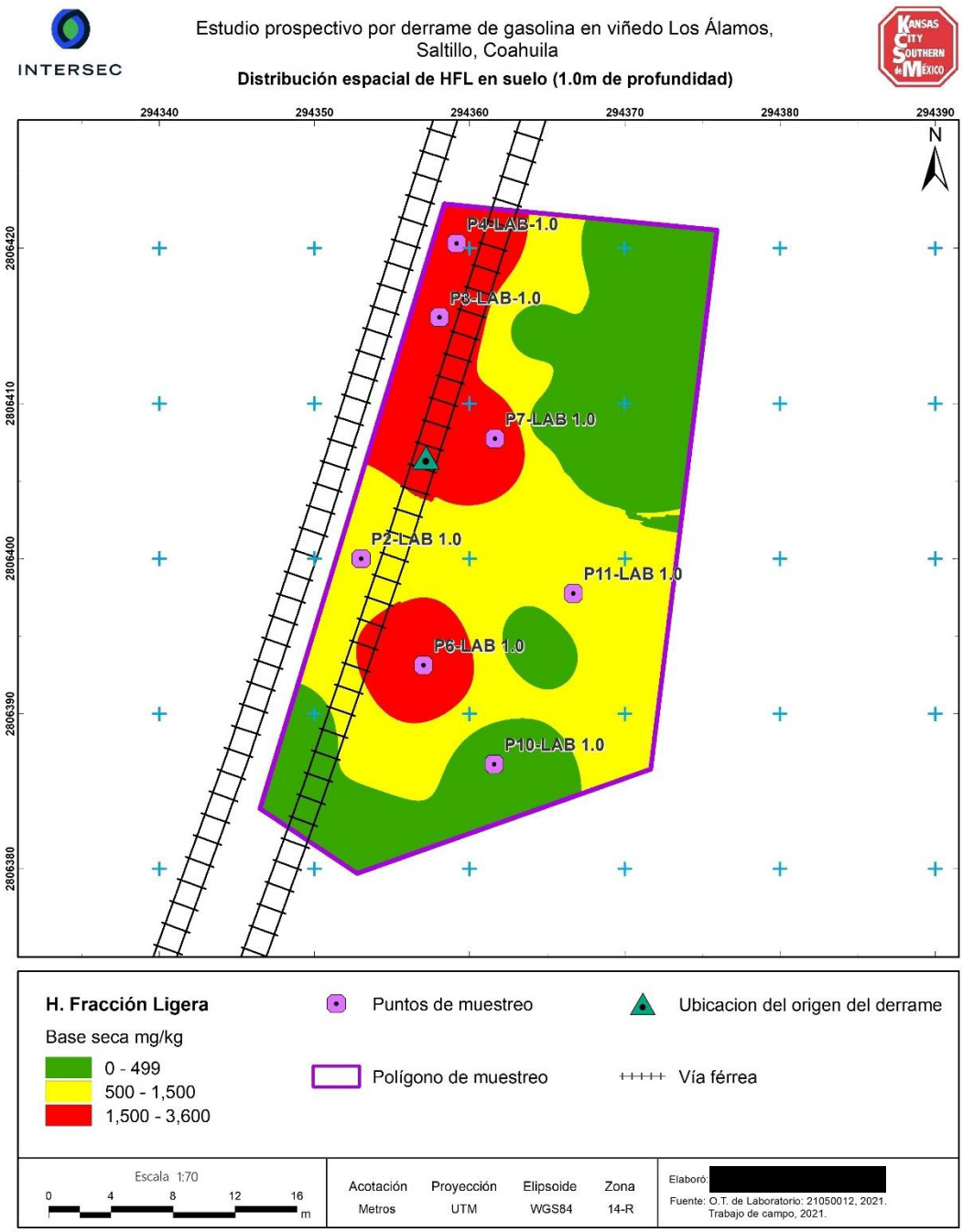


Figura 5.46. Distribución espacial de HFL en suelo a 0.8 y 1.0 m de profundidad (fase 1)

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

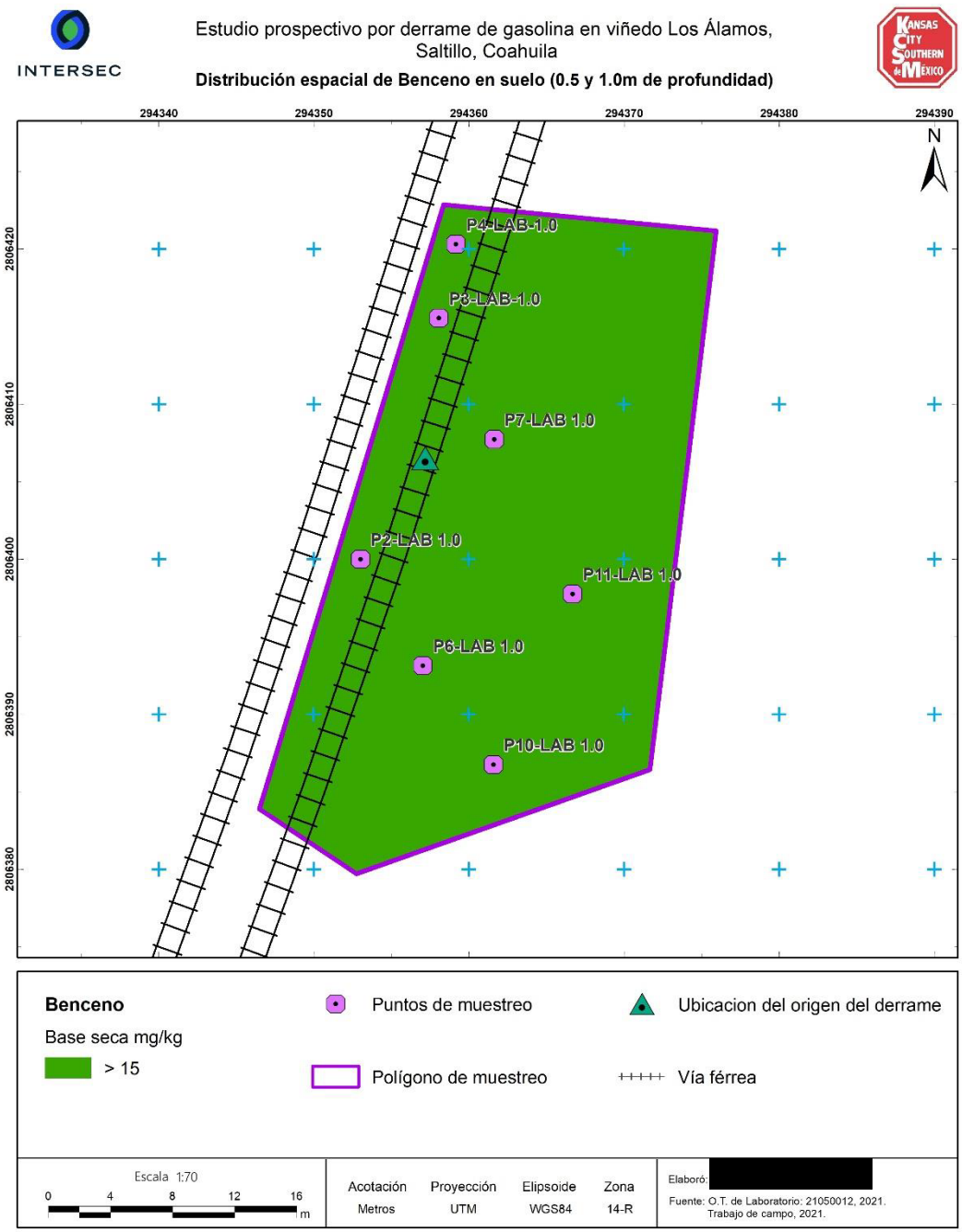


Figura 5.47. Distribución espacial de la concentración de Benceno en suelo a 0.5 y 1.0 m de profundidad (fase1)

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

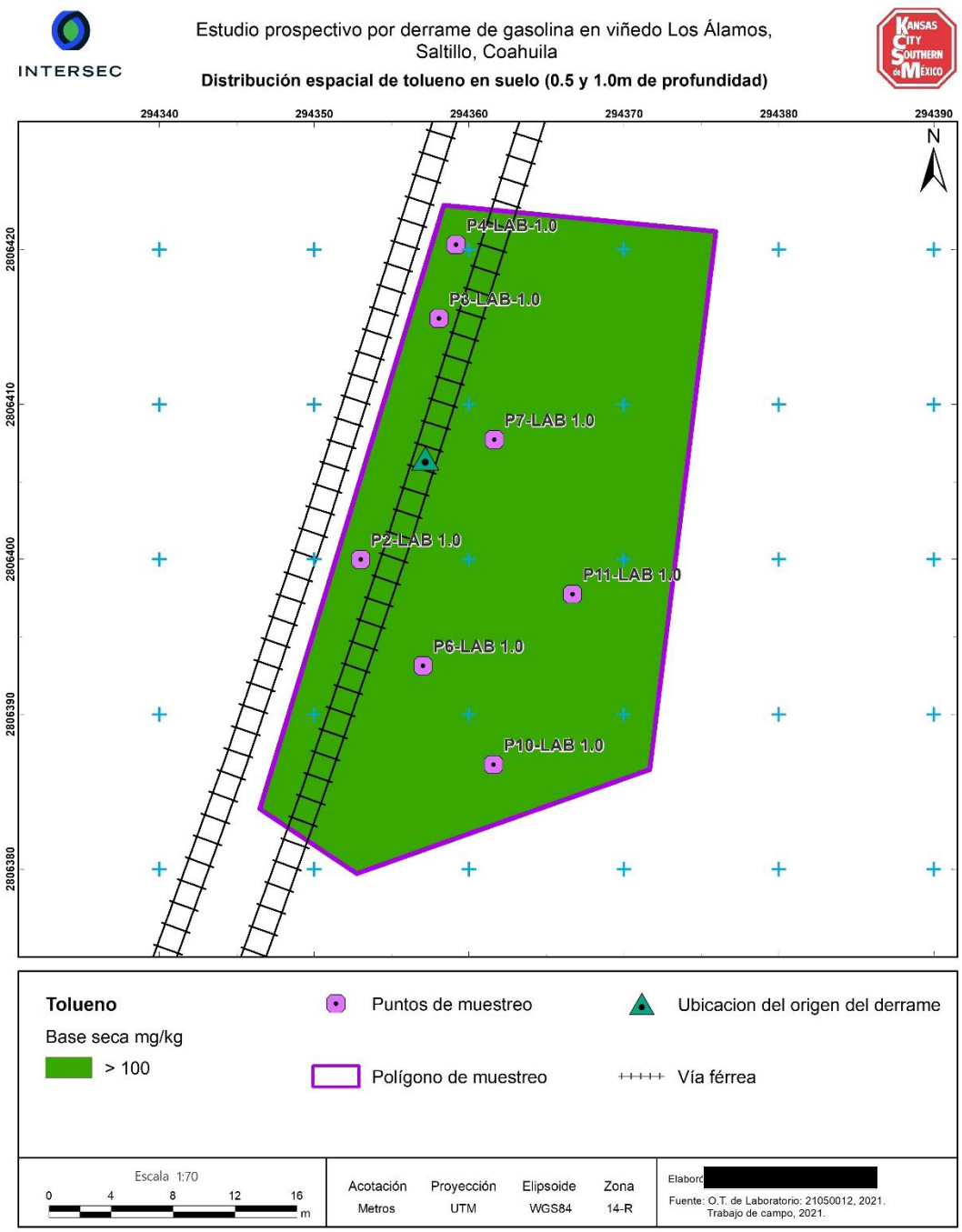


Figura 5.48. Distribución espacial de la concentración de Tolueno en suelo a 0.5 y 1.0 m de profundidad (fase1)

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

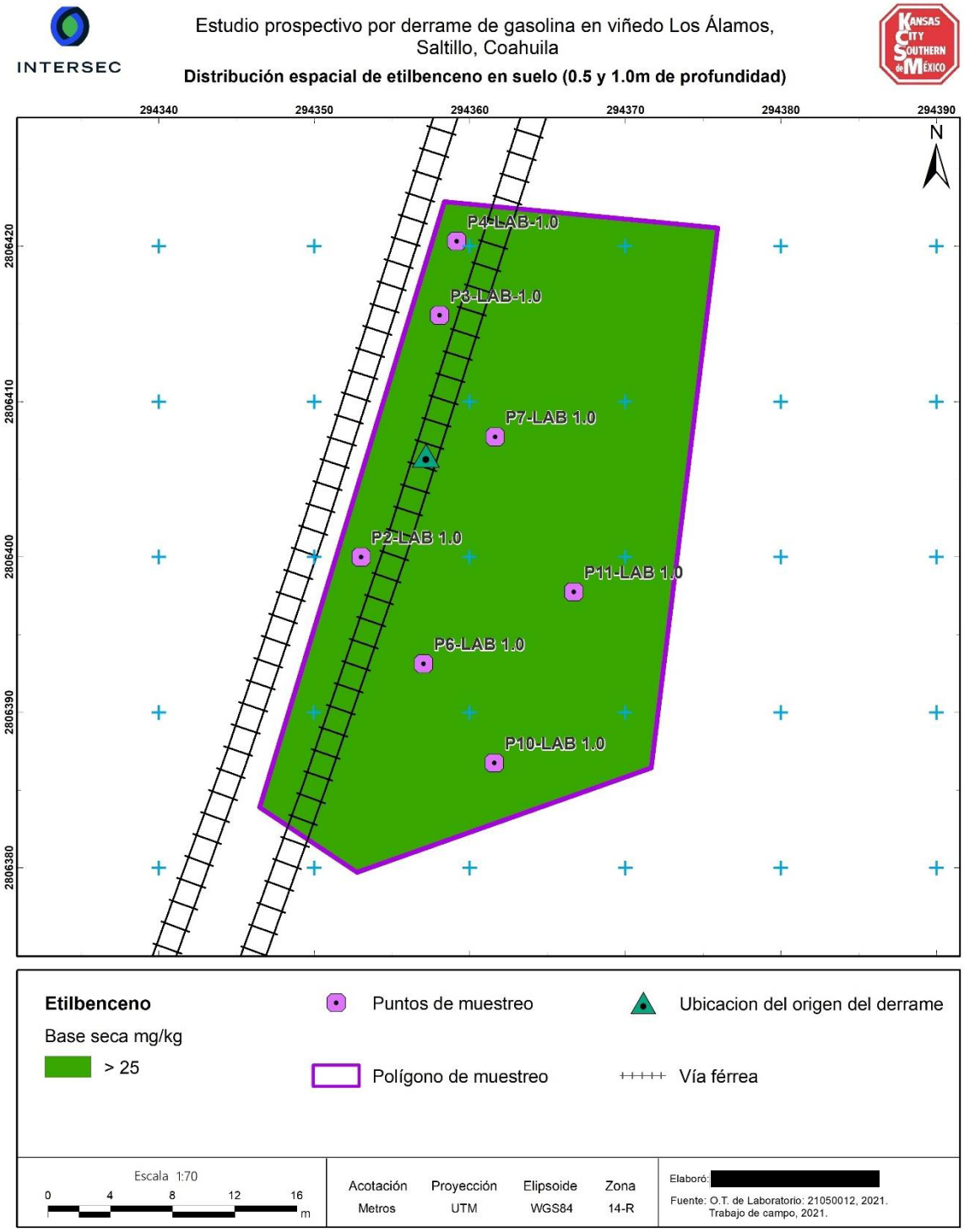


Figura 5.49. Distribución espacial de la concentración de Etilbenceno en suelo a 0.5 y 1.0 m de profundidad (fase1)

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

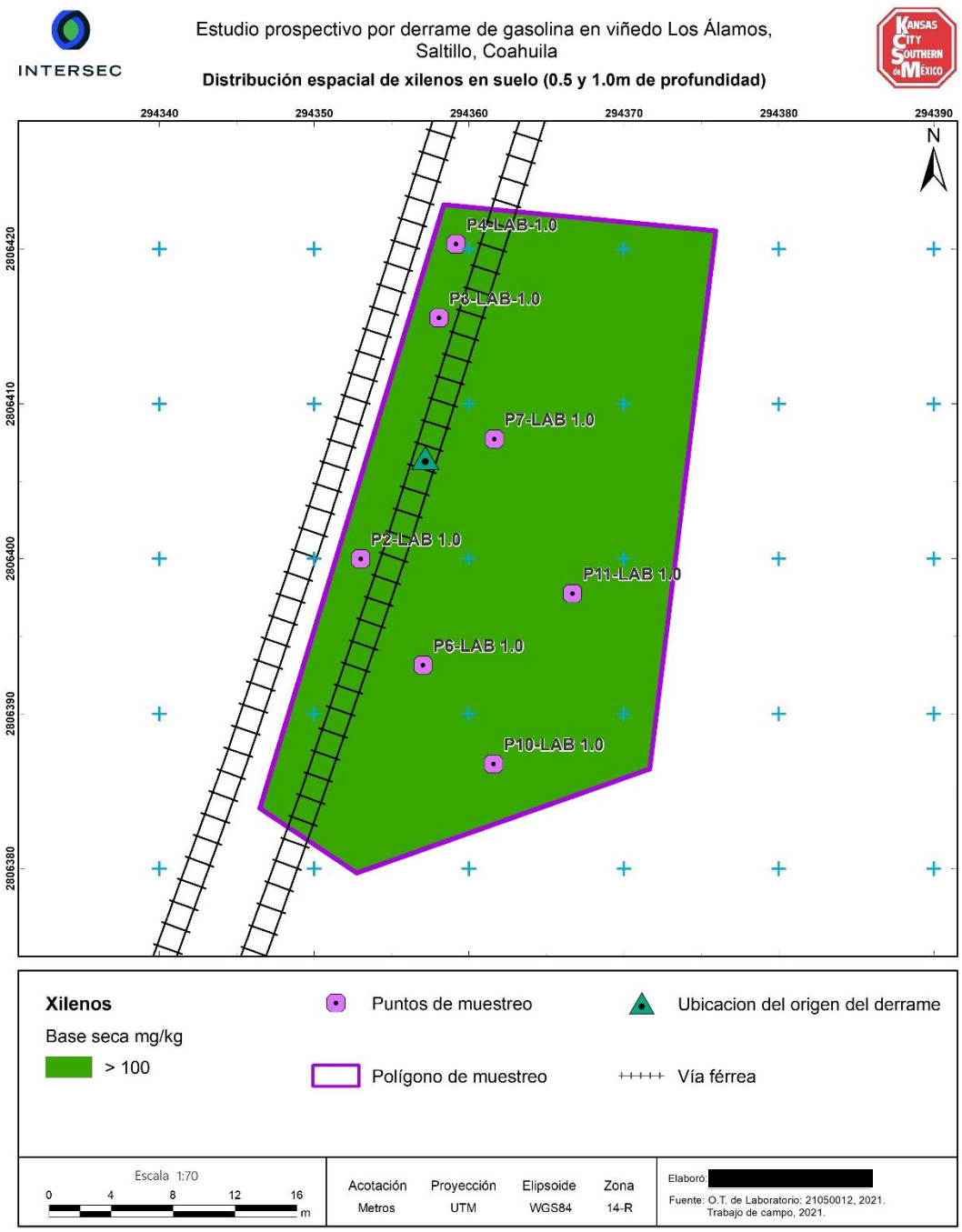


Figura 5.50. Distribución espacial de la concentración de Xilenos en suelo a 0.5 y 1.0 m de profundidad (fase 1)

Con base en las isoconfiguraciones presentadas anteriormente, se pueden observar las mayores concentraciones en la profundidad 0.5m, donde se ubican dos áreas principales en los alrededores del punto P6-LAB y P7-LAB y para la profundidad de 1.0m de igual manera alrededor del punto P6-LAB y en la zona noroeste, debido al cárcamo construido para

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

contención del producto en la zona de vías y la remoción de material de manera superficial a la altura del P6-LAB.

Durante esta primera fase se logró definir la extensión vertical del suelo impactado, en conjunto con la geofísica y los muestreos realizados se presenta un horizonte de una profundidad promedio de 1.15 m, denominado aluvión en donde está contenido el producto derramado en fase residual.

Como se puede observar en los mapas de isoconcentraciones, es necesario precisar para ambos casos la pluma contaminante de forma horizontal al oeste y norte del polígono y para el caso del rango de profundidad de 0.8 a 1.0m es además necesario precisarlo para el lado este.

6. Actividades realizadas durante la fase 2

De acuerdo con los resultados obtenidos durante la fase 1, se extendió el área del polígono de atención de 850 m^2 a 1,145.71 m^2 sobre la cual se ubicaron 6 puntos de muestreo para obtener muestras a dos profundidades y delimitar de manera horizontal el suelo impactado.

6.1. Muestreo y análisis con laboratorio acreditado

En la Figura 6.1 se muestra la ubicación de los puntos de muestreo adicionales y el polígono de atención definido para esta segunda fase, en la Tabla 6.1 se encuentran las coordenadas de cada uno de los puntos, así como las profundidades a las que se tomaron las muestras.

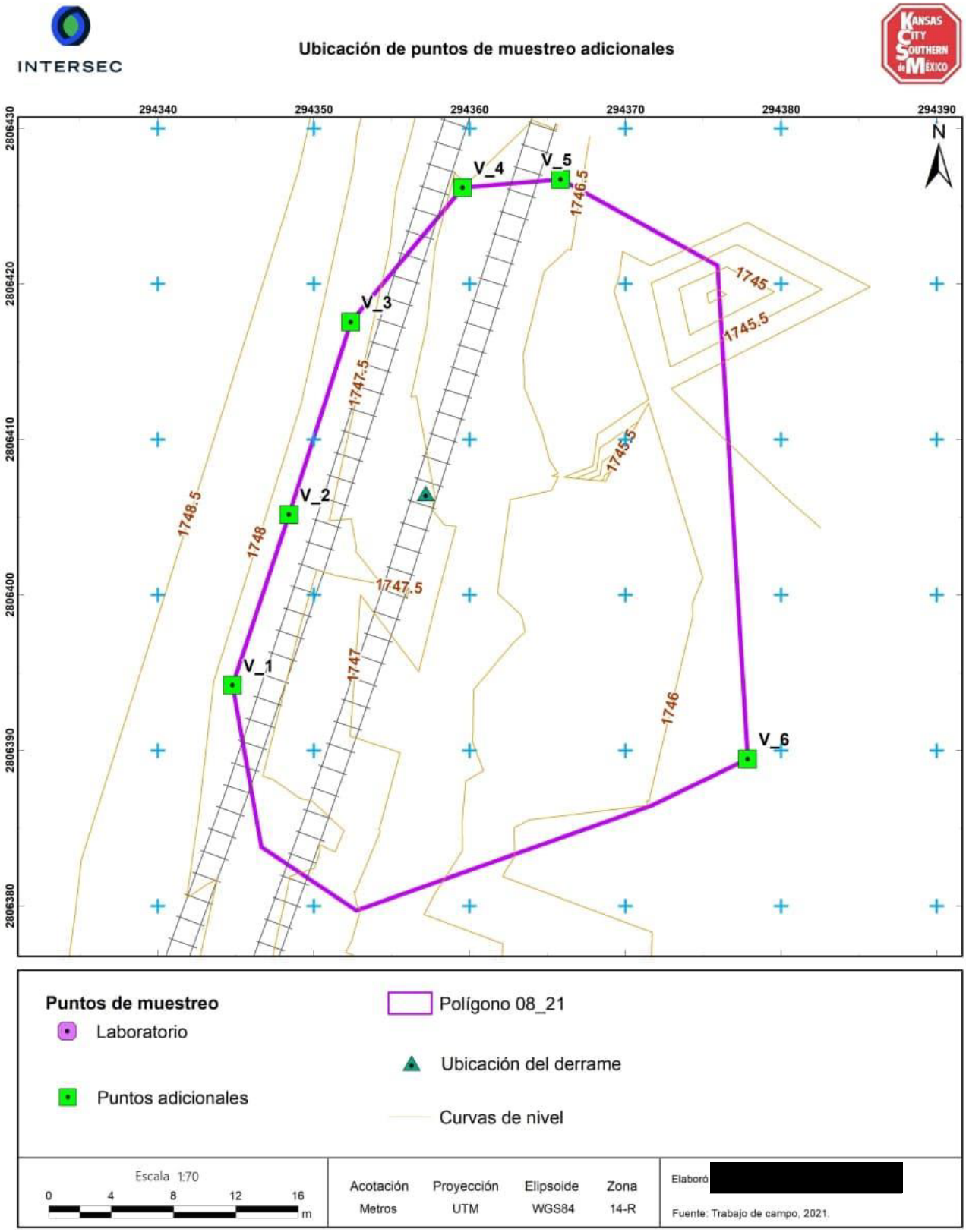


Figura 6.1. Ubicación de los puntos de muestreo y extensión del polígono de estudio (fase 2)

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

Tabla 6.1. Coordenadas UTM de puntos de muestreo con laboratorio acreditado (fase 2)

ID	X	Y	Z1	Z2
V_1	294344.774	2806394.2	0.50	0.8-1.0
V_2	294348.4	2806405.17	0.50	0.8-1.0
V_3	294352.364	2806417.55	0.50	0.8-1.0
V_4	294359.551	2806426.19	0.50	0.8-1.0
V_5	294365.848	2806426.72	0.50	0.8-1.0
V_6	294377.853	2806389.46	0.50	0.8-1.0

Durante esta etapa, para llevar a cabo la toma de muestras de suelo y parámetros de análisis se realizaron con el uso de un roto martillo mecánico, alimentado con un generador de luz a motor gasolina (acondicionado con matachispas), hasta alcanzar la profundidad de muestreo deseada, para posteriormente introducir el equipo tipo hand auger para la obtención de la muestra, el laboratorio que realizó la obtención de muestras con muestreador acreditado y el análisis de las muestras fue laboratorio LABSA, los parámetros de análisis fueron HFL y BTEX de acuerdo con lo establecido en la NOM-138-SEMARNAT-SSA1-2012. Durante la toma de muestras se elaboró la correspondiente cadena de custodia, misma que se encuentra adjunta en el ANEXO VI

6.1.1. Toma de muestras

El muestreo se realizó mediante método dirigido de tipo estratigráfico, con base en los resultados obtenidos durante la fase 1 y con la finalidad de la delimitación del área afectado de forma horizontal en direcciones oeste, este y norte.

Se tomaron 12 muestras simples y 2 duplicados en 6 puntos a dos profundidades, utilizando el mismo equipo y metodología para lavado de este, descrito en la sección 5.7.2.

6.1.2. Resultados del análisis

En la Tabla 6.2 se muestran los valores obtenidos del análisis de muestras de suelo con laboratorio. El reporte de resultados puede consultarse en el ANEXO VII

Tabla 6.2 Resultados de las muestras analizadas con laboratorio acreditado (fase 2)

ID	Z	HFL [MG/KG]	BENCENO [MG/KG]	TOLUENO [MG/KG]	ETILBENCENO [MG/KG]	XILENOS [MG/KG]
V-4	0.5	381.30	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
V-4	1.0	101.10	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
V-3	0.5	84.20	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
V-3	1.0	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
V-2	0.5	63.10	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
V-2	1.0	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
V-2 DUP	1.0	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
V-1	0.5	54.20	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
V-1	1.0	18.30	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
V-6	0.5	46.30	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
V-6 DUP	0.5	44.50	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
V-6	1.0	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
V-5	0.5	12.10	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
V-5	1.0	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	

Para esta segunda fase, todas las muestras obtenidas tuvieron concentraciones por debajo del LMP establecido en la NOM-138-SEMARNAT-2012 para los HFL y BTEX para uso de suelo industrial y comercial, cumpliendo el objetivo de la delimitación en las direcciones oeste, este y norte, como se observa en las figuras Figura 6.2 y Figura 6.3 para suelo afectado por hidrocarburo de fracción ligera.

El área obtenida para la afectación a una profundidad de 0.5 m es de 413.31 m^2 la cual está contenida en el área delimitada para una profundidad de 1.0 m que corresponde a 527.39 m^2.

En las figuras Figura 5.47, Figura 5.48, Figura 5.49 y Figura 5.50, se representa gráficamente el análisis correspondiente a los compuestos orgánicos volátiles (BTEX), que no fueron detectados en ninguna muestra, por lo que el polígono en todos los casos se presenta en color verde.

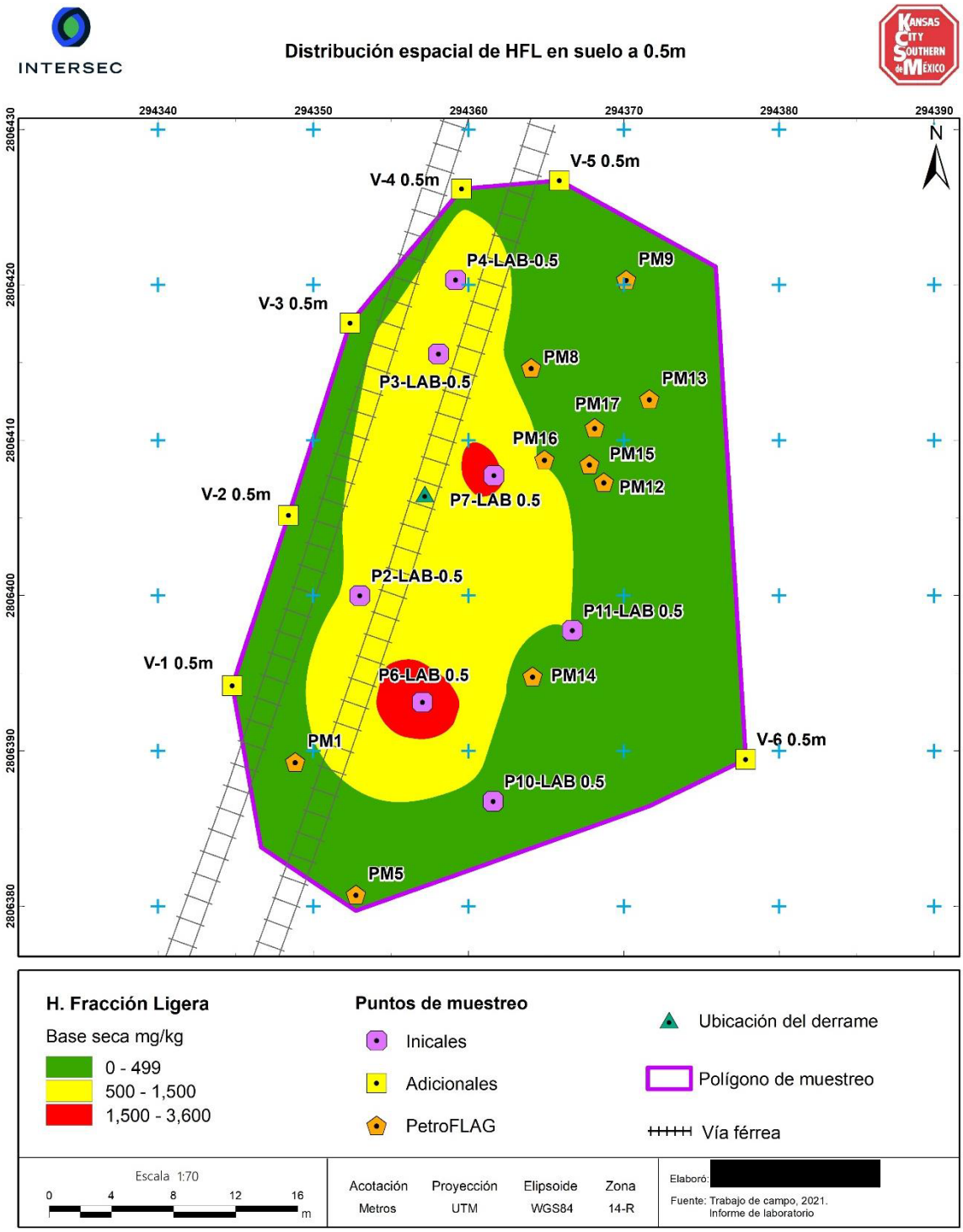


Figura 6.2. Distribución espacial de HFL en suelo a 0.5 m de profundidad (fase 2)

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

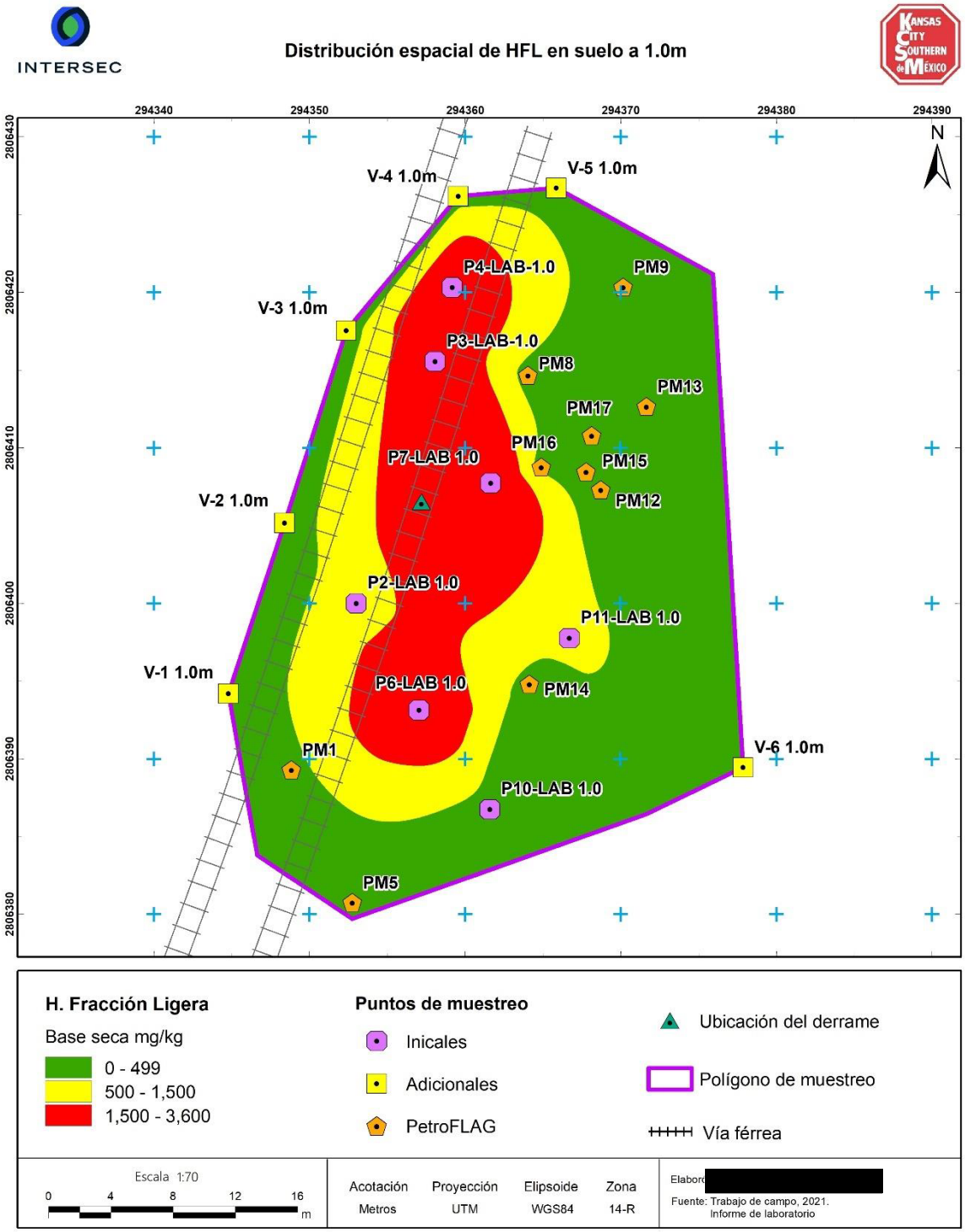


Figura 6.3. Distribución espacial de HFL en suelo a 0.8 y 1.0 m de profundidad (fase 2)

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

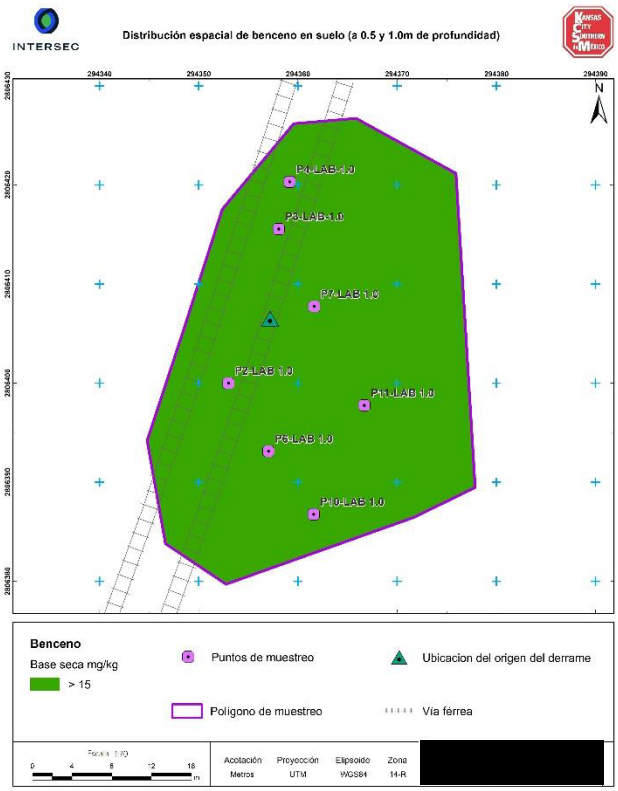


Figura 6.4. Benceno en suelo a 0.5 y 1.0 m de profundidad

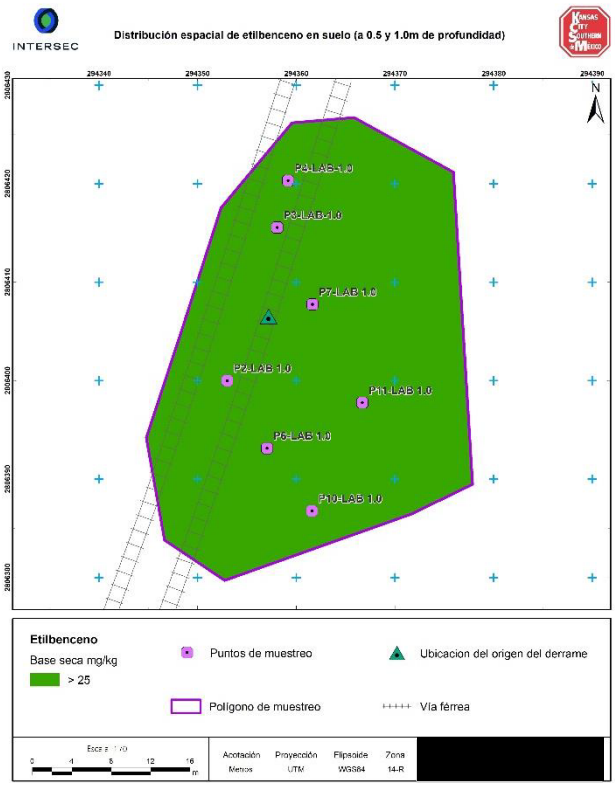


Figura 6.5. Etilbenceno en suelo a 0.5 y 1.0 m de profundidad

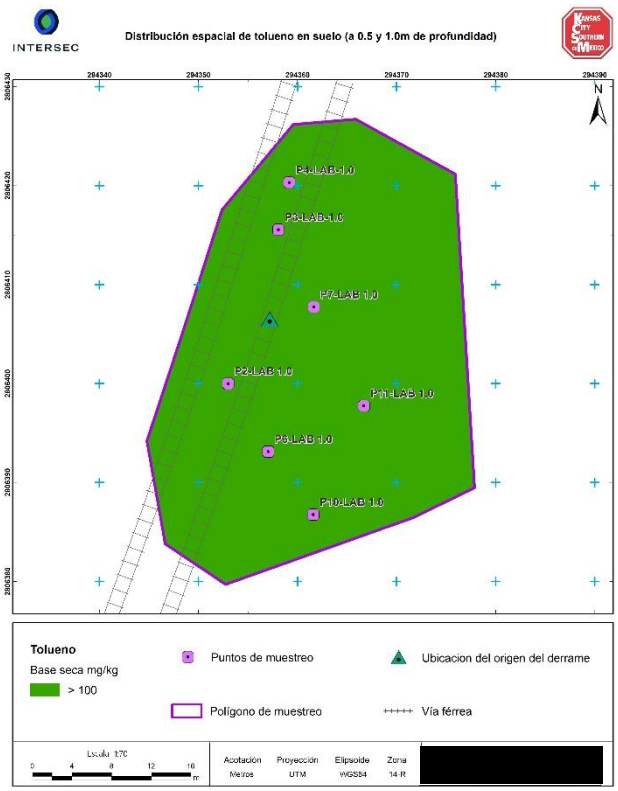


Figura 6.6. Tolueno en suelo a 0.5 y 1.0 m de profundidad

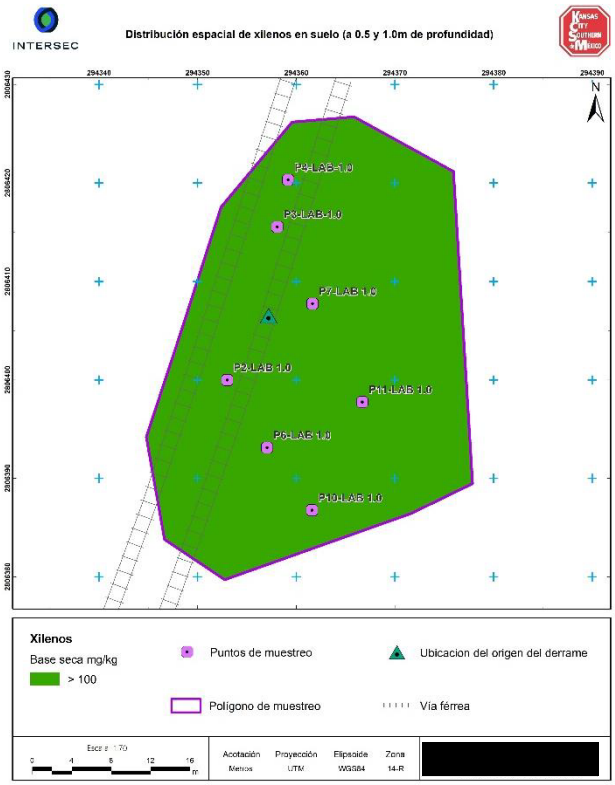


Figura 6.7. Xilenos en suelo a 0.5 y 1.0 m de profundidad

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

6.1.3. Cálculo de áreas y volúmenes

Con base en los resultados obtenidos se determina que el hidrocarburo se infiltró hasta el intervalo de 0.8-1.0m, por la percolación del agua aplicada en aspersión para control del incendio y por la permeabilidad del horizonte identificado como aluvión, el cual se presenta con un espesor promedio de 1.15m, al cual le subyace una formación de intercalación de estratos identificados como lutita-arenisca, la lutita es de naturaleza impermeable, haciendo a esta secuencia una barrera natural por su baja permeabilidad. La extensión y orientación del área impactada se debe a la topografía a partir del punto de fuga extendiéndose hacia el noroeste y suroeste.

Para el cálculo del área se utilizaron los mapas geoestadísticos generados con base en el análisis e interpretación de los datos obtenidos. Se determinó que el área total de afectación fue de 527.39m^2 la cual corresponde al mapa de isoconcentraciones con muestras obtenidas a una profundidad de 1.0m, dentro de la cual se encuentra el área afectada delimitada en el mapa de isoconcentraciones con muestras obtenidas a una profundidad de 0.5.

Con esta área y el espesor promedio de afectación en suelo de 1.15m, determinado a partir de los estudios de exploración y lo observado durante las perforaciones manuales para toma de muestras, se calculó un volumen total impactado de 606.49 m^3

7. Conclusiones

A partir de los estudios y actividades realizadas en el área de estudio se identificaron áreas y volúmenes impactados de suelo por hidrocarburo de fracción ligera, ya que para los parámetros de BTEX no fue detectado o se encontraron valores por debajo del LMP establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 para uso de suelo industrial y comercial.

Durante la primera fase se realizaron estudios de exploración del subsuelo que consistieron en el recorrido de 100 ml distribuidos en 8 líneas con georradar, filtrado e interpretación de los radargramas a una profundidad de 2.74 e implementación de una línea

de 117 ml de longitud con la metodología de Tomografía de Resistividad Eléctrica (TRE) en la que se profundizó a 21.5 m, se lograron definir espesores y geometrías de 3 unidades litológicas y la confirmación de que no hay presencia de agua a 20m de profundidad. Se elaboraron 2 secciones geológicas para presentar la distribución en subsuelo de las 3 unidades identificadas, la primera corresponde a un horizonte superficial asociado a depósito aluvial de un espesor promedio de 1.15 metros, a este le subyace la secuencia de areniscas y lutitas descrita como Grupo Difunta en la bibliografía encontrada.

Para la identificación de zonas afectadas se realizó un muestreo manual para análisis químico con equipo PetroFLAG, se propuso inicialmente realizar el muestreo a 3 profundidades (0.5, 1.0 y 1.5m), sin embargo, por las condiciones litológicas, sólo se logró obtener dos muestras por punto. Se ubicaron 17 puntos y dos blancos, obteniendo muestras de 0.5 y hasta entre 0.8 y 1.0 de profundidad, recolectando un total de 39 muestras de suelo para análisis, 12 de las 39 muestras superaron los valores de concentración del LMP establecido en la tabla 2 de la nom-138-SEMARNAT/SSA1-2012 para HFL para uso de suelo industrial y comercial ubicados desde el sureste del polígono pasando por la parte central y hasta el noroeste.

Con la información anterior, durante la fase 1, se determinó realizar un muestreo con laboratorio acreditado con método dirigido de tipo estratificado, en 7 puntos a una profundidad máxima de 1.0 m, obteniendo un total de 16 muestras (14 muestras simples y dos duplicados), de las cuales 13 obtuvieron valores de concentraciones por encima del LMP establecido en la tabla 2 de la nom-138-SEMARNAT/SSA1-2012 para HFL para uso de suelo industrial y comercial. Para los parámetros de BTEX, todas las muestras analizadas presentaron valores por debajo del LMP establecido en la tabla 2 de la nom-138-SEMARNAT/SSA1-2012 para uso de suelo industrial y comercial

La actividad final de la fase uno, fue el levantamiento topográfico del polígono delimitado de 850 m^2 donde se ubicaron los puntos de muestreo, líneas de exploración y las

curvas de nivel del área, con esta información se completaron las 2 secciones litológicas y los mapas geoestadísticos.

Durante la fase 2, se delimitó de forma horizontal el área afectada en direcciones oeste, este y norte, extendiendo el polígono de 850 m^2 a 1,145.71 m^2 y proponiendo la ubicación de 6 puntos de muestreo adicionales, realizando nuevos mapas geoestadísticos y cálculo de áreas y volumen, se obtuvo un valor de 527.39 m^2 y 606.49 m^3

8. Referencias

CONAGUA. (2020). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Saltillo-Ramoz Arizpe (0510).* Ciudad de México.

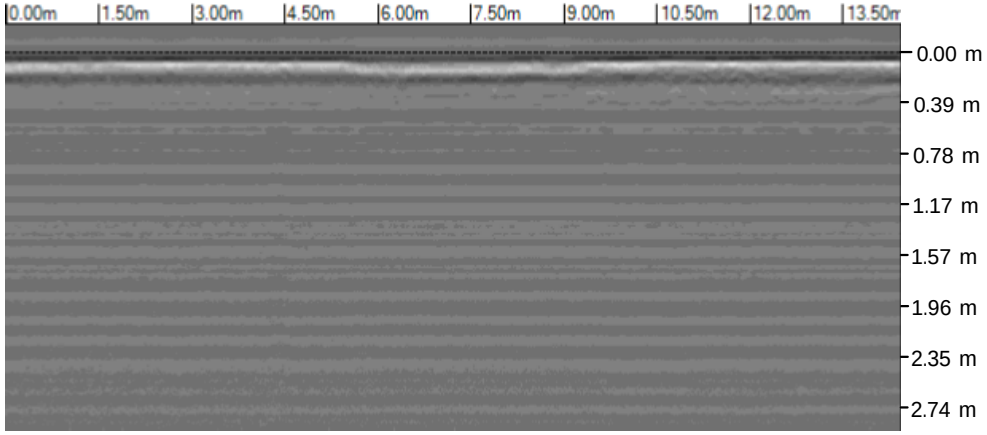
McBride, E. F., & Caffey, K. C. (1979). *Geologic report on upper cretaceous coal.bearing rocks, rio escondido basin, Coahuila, Mexico.* Sociedad geológica mexicana.

Servicio Geológico Mexicano. (Septiembre de 2008). *Cartas disponibles SGM.* Obtenido de https://www.sgm.gob.mx/CartasDisponibles/

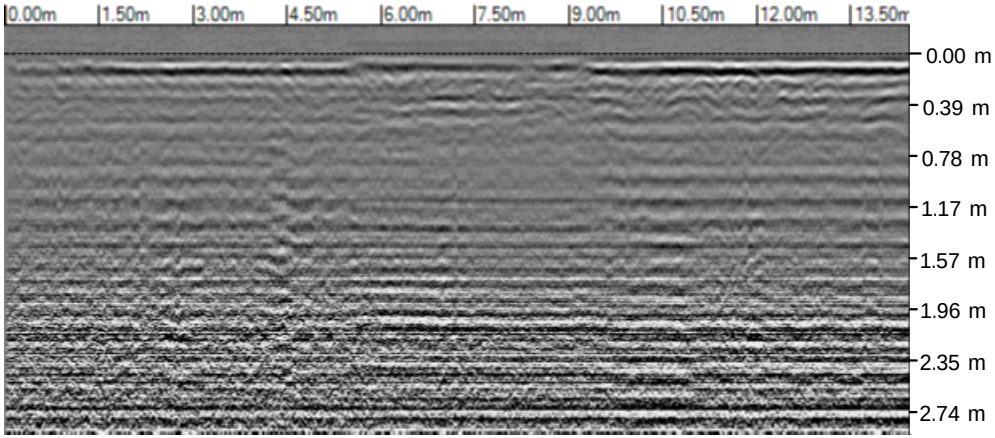
Anexos

1. Radargramas
2. Planos Temáticos
3. Aprobación de PROFEPA y acreditación ante la e.m.a (LABSA)
4. Cadena de custodia muestreo 1
5. Reporte de resultados del laboratorio (Muestreo fase 1)
6. Cadena de custodia muestreo 2
7. Reporte de resultados del laboratorio (Muestreo fase 2)
8. Soporte fotográfico

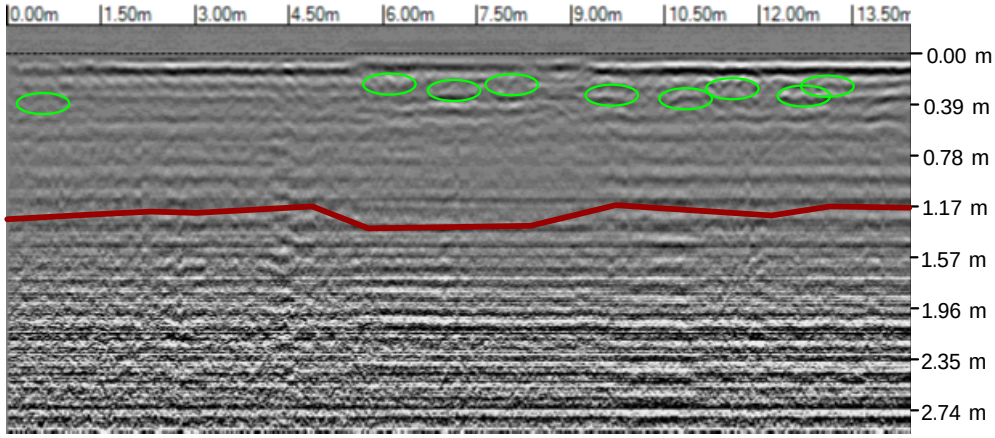
Anexo 1. Radargramas



Radargrama sin filtro, L1



Radargrama filtrado, L1



Radargrama señalizado, L1

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

Localización de la línea

Simbología

- Punto inicial
- Punto final
- Trayectoria de exploración
- Fragmentos rocosos
- Límite litológico

Caracterización por derrame de gasolina en viñedo los álamos, Saltillo, Coahuila

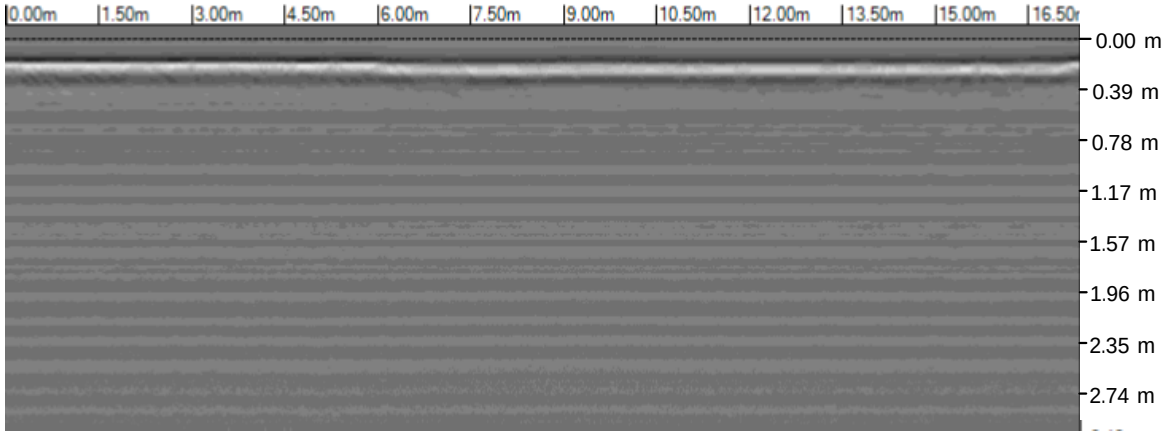
INTERSEC

SERVICIOS INTERSEC SA DE CV

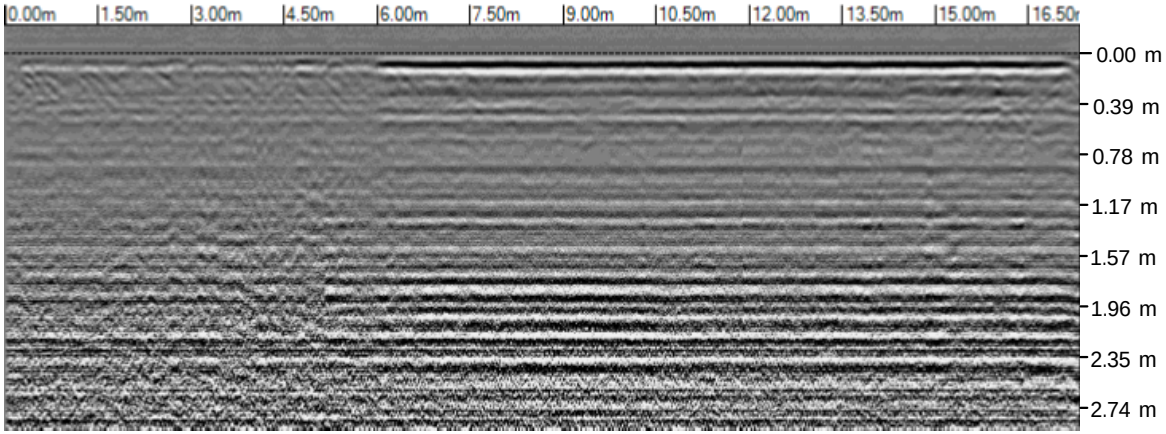
Filtrado y señalización de radargrama
Línea 1

[redacted]

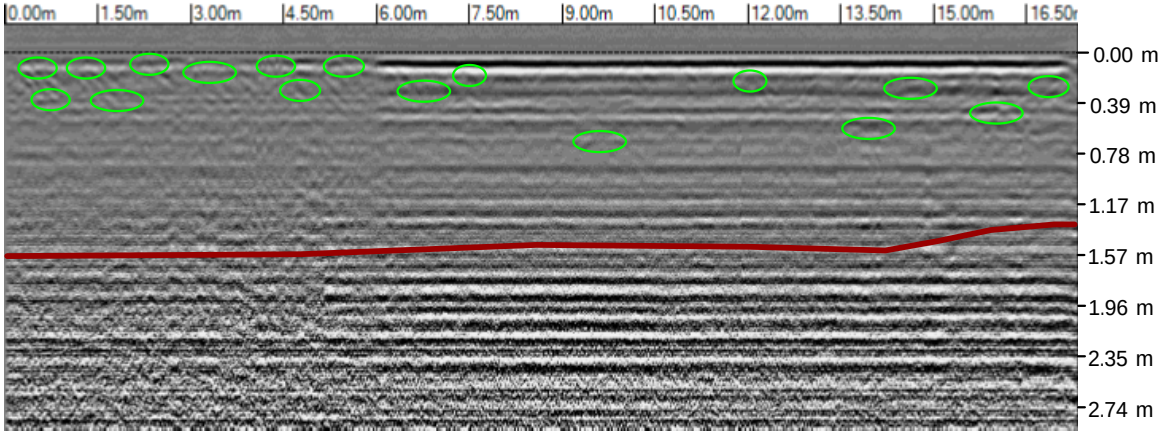
Interpretación de radargramas. Exploración del subsuelo con método GPR



Radargrama sin filtrado, L1I



Radargrama filtrado, L1I



Radargrama señalizado, L1I

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

Interpretación de radargramas. Exploración del subsuelo con método GPR

Localización de la línea

Simbología

- Punto inicial
- Punto final
- Trayectoria de exploración
- Fragmentos rocosos
- Límite litológico

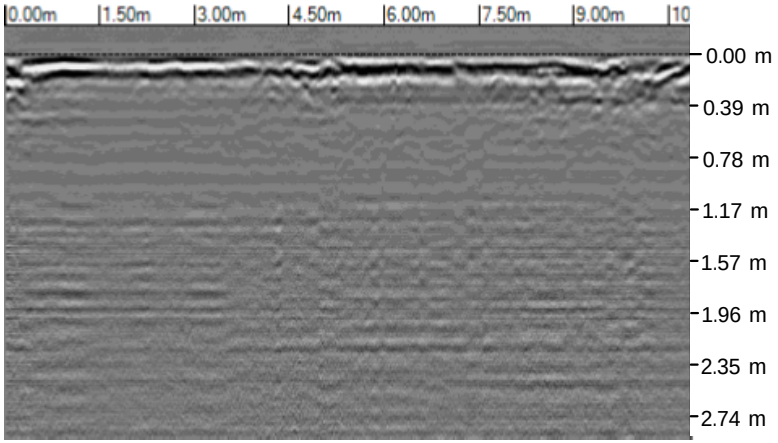
Caracterización por derrame de gasolina en viñedo los álamos, Saltillo, Coahuila

INTERSEC

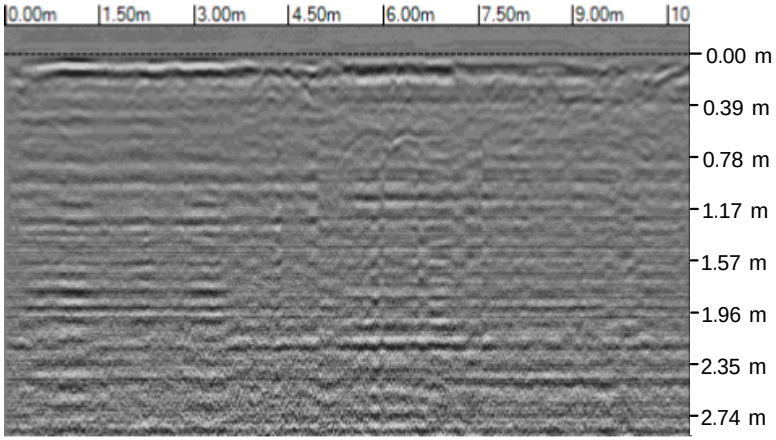
SERVICIOS INTERSEC SA DE CV

Filtrado y señalización de radargrama
Línea 1I

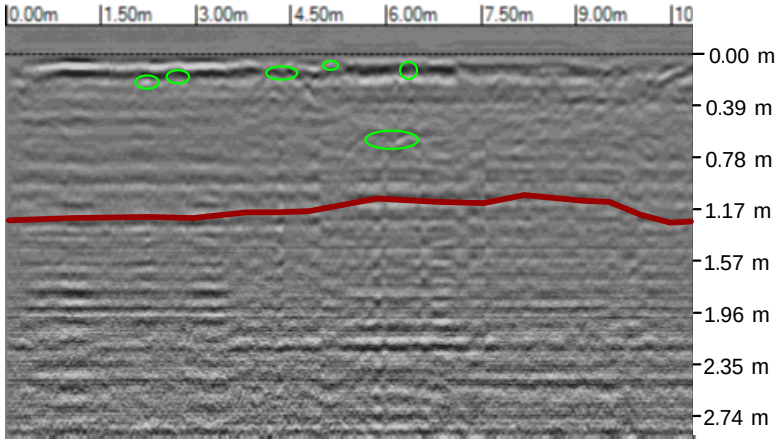
[redacted]



Radargrama sin filtrado, L2



Radargrama filtrado, L2



Radargrama señalizado, L2

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

Interpretación de radargramas. Exploración del subsuelo con método GPR

Localización de la línea

Simbología

- Punto inicial
- Punto final
- Trayectoria de exploración
- Fragmentos rocosos
- Límite litológico

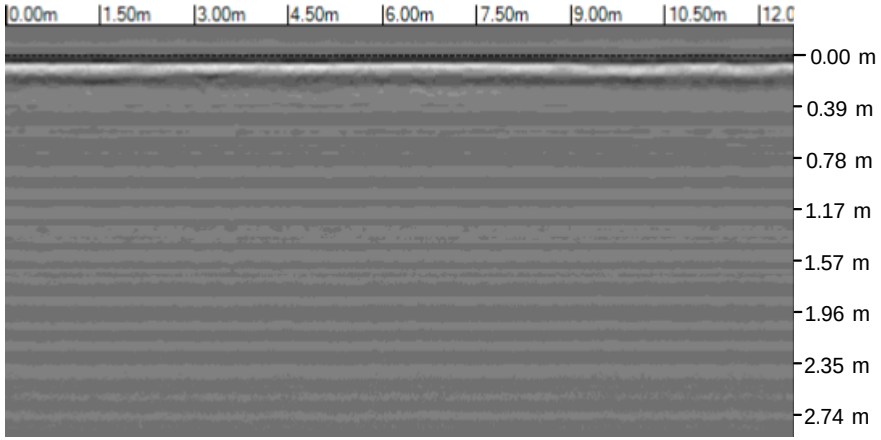
Caracterización por derrame de gasolina en viñedo los álamos, Saltillo, Coahuila

INTERSEC

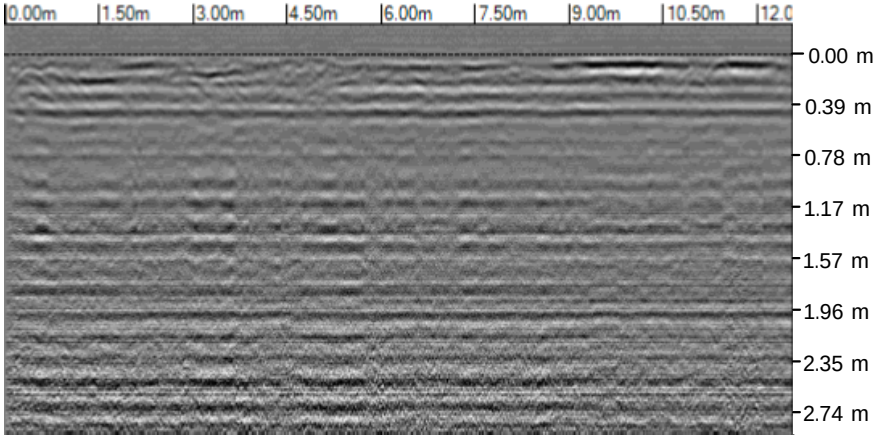
SERVICIOS INTERSEC SA DE CV

Filtrado y señalización de radargrama
Línea 2

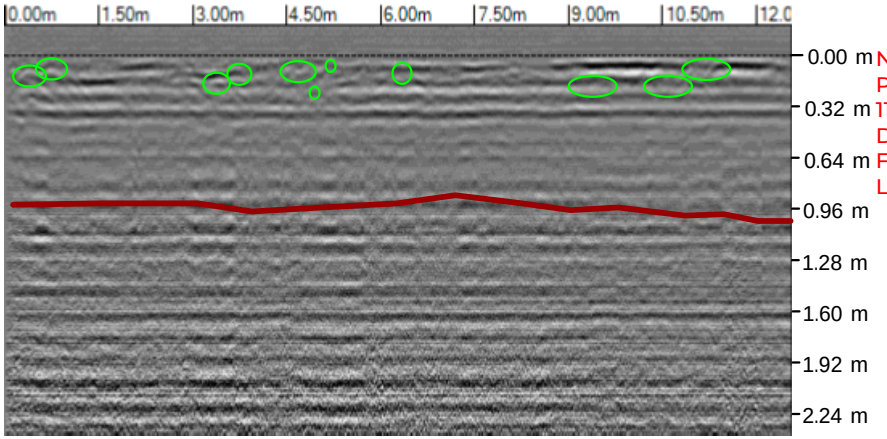
[redacted]



Radargrama sin filtrado, L3



Radargrama filtrado, L3



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

Radargrama señalizado, L3

Interpretación de radargramas. Exploración del subsuelo con método GPR

Localización de la línea

Simbología

- Punto inicial
- Punto final
- Trayectoria de exploración
- Fragmentos rocosos
- Límite litológico

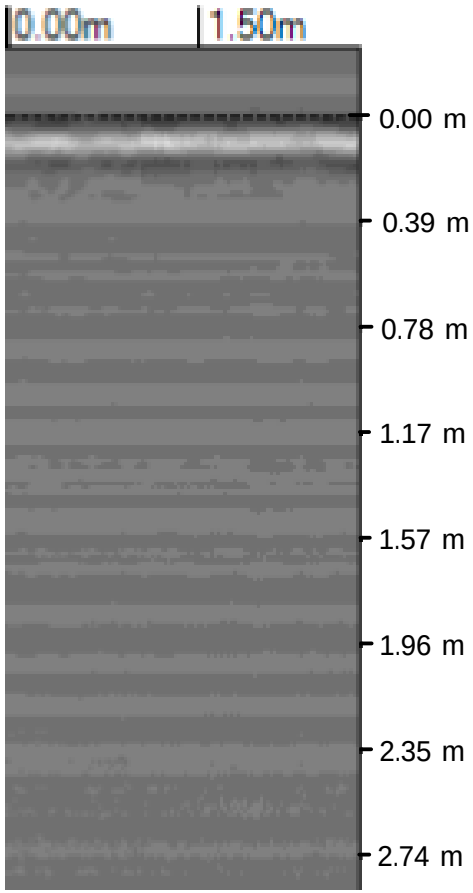
Caracterización por derrame de gasolina en viñedo los álamos, Saltillo, Coahuila

INTERSEC

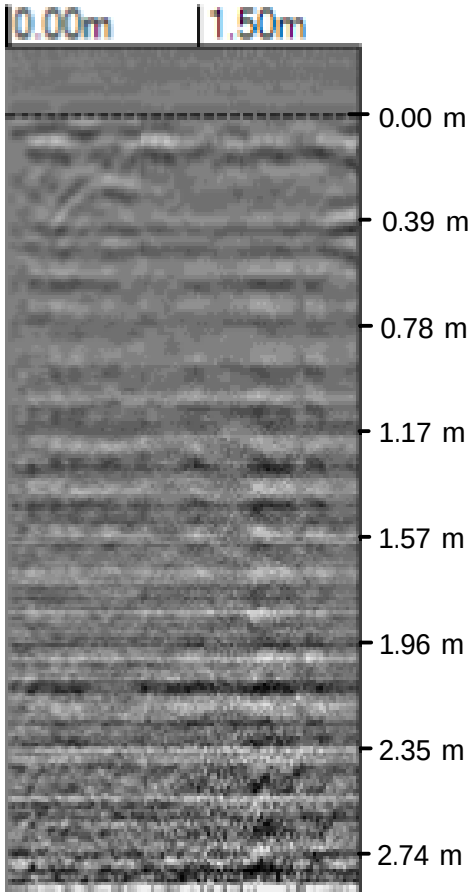
SERVICIOS INTERSEC SA DE CV

Filtrado y señalización de radargrama
Línea 3

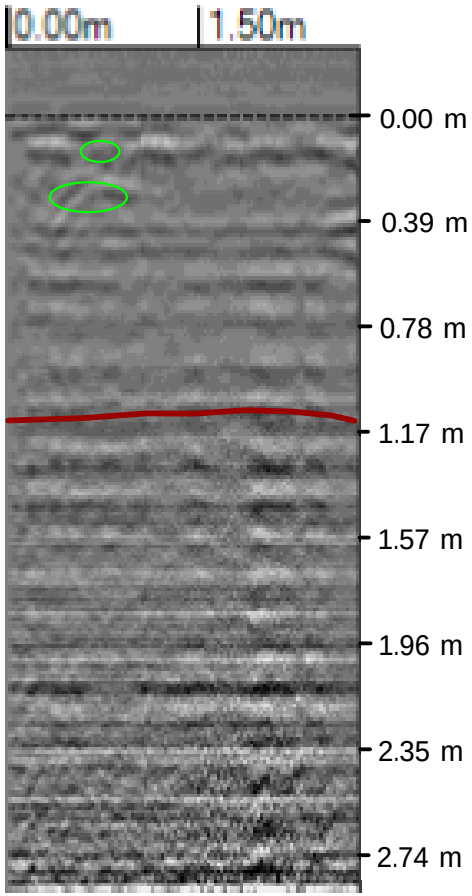
[redacted]



Radargrama sin filtrado, L4



Radargrama filtrado, L4



Radargrama señalizado, L4

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

Localización de la línea

Simbología

- Punto inicial
- Punto final
- Trayectoria de exploración
- Fragmentos rocosos
- Límite litológico

Carcaterización por derrame de gasolina en viñedo los álamos, Saltillo, Coahuila

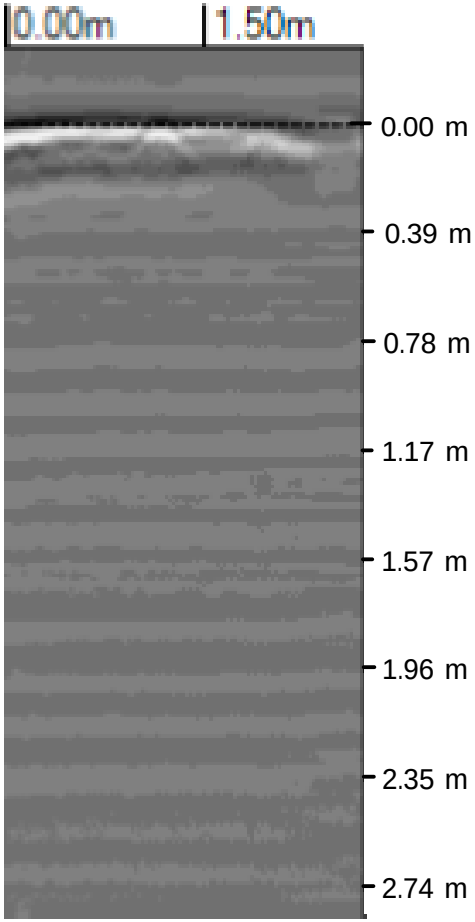
INTERSEC

SERVICIOS INTERSEC SA DE CV

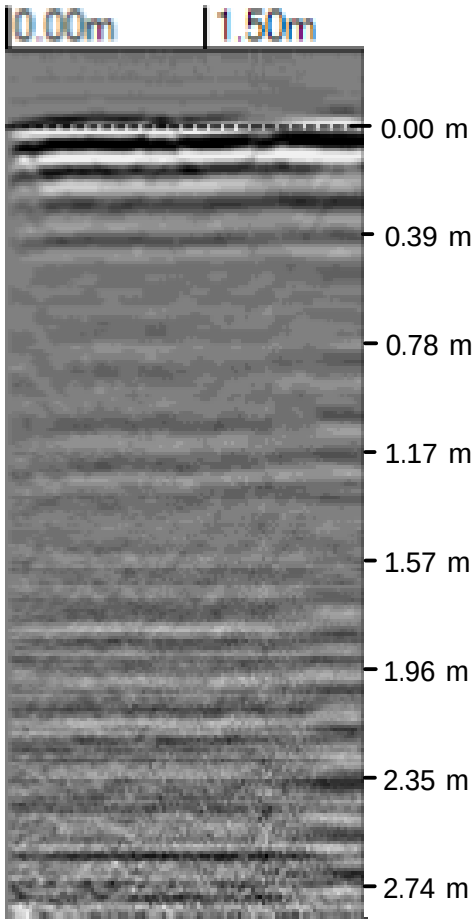
Filtrado y señalización de radargrama
Línea 4

[redacted]

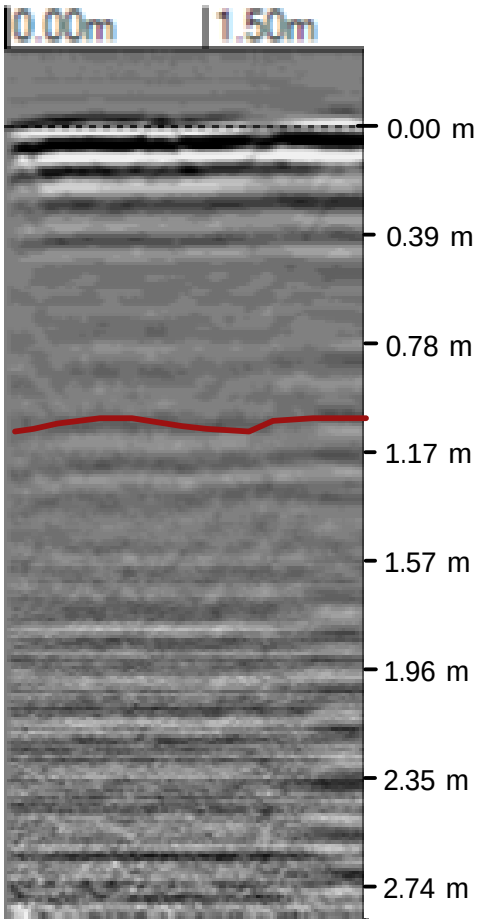
Interpretación de radargramas. Exploración del subsuelo con método GPR



Radargrama sin filtrado, L5



Radargrama filtrado, L5



Radargrama señalizado, L5

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

Localización de la línea

Simbología

- Punto inicial
- Punto final
- Trayectoria de exploración
- Fragmentos rocosos
- Límite litológico

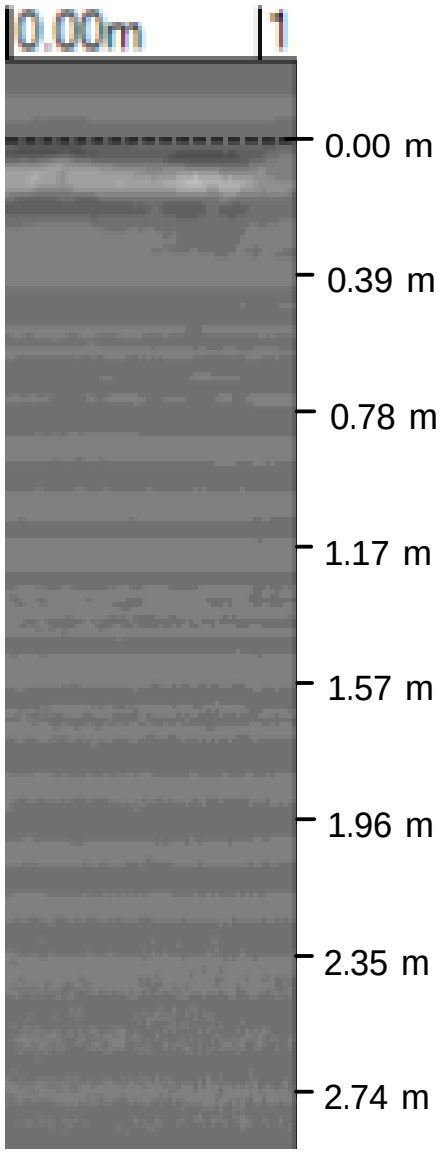
Caracterización por derrame de gasolina en viñedo los álamos, Saltillo, Coahuila

INTERSEC

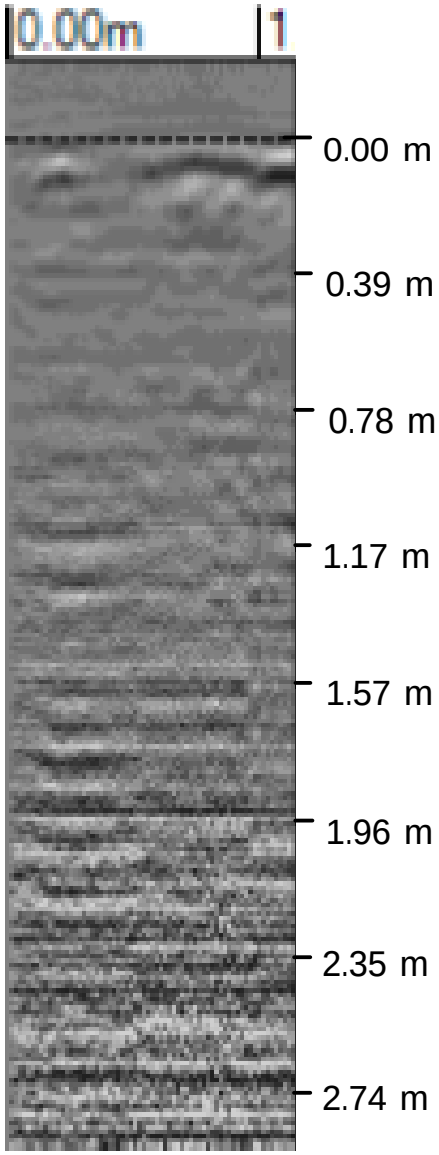
SERVICIOS INTERSEC SA DE CV

Filtrado y señalización de radargrama
Línea 5

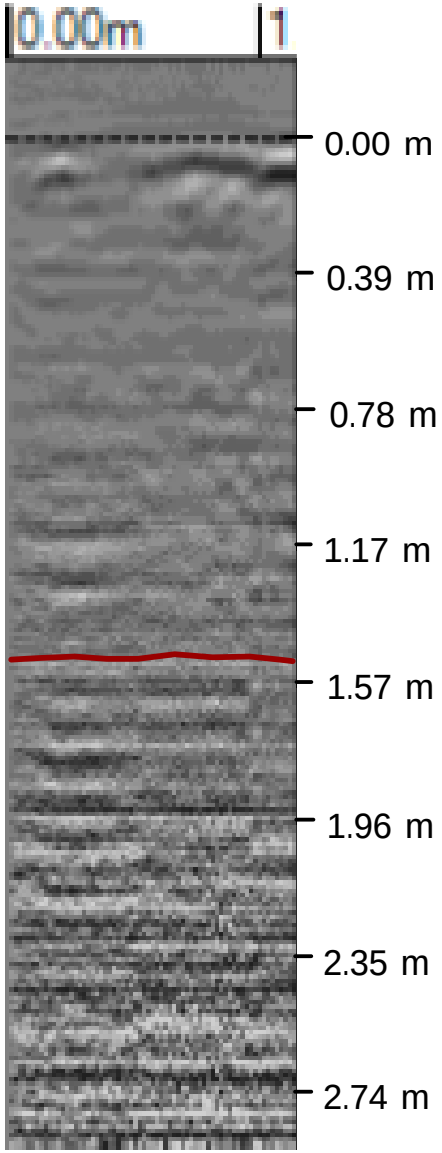
[redacted]



Radargrama sin filtrado, L6



Radargrama filtrado, L6



Radargrama señalizado, L6

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

Localización de la línea

Simbología

- Punto inicial
- Punto final
- Trayectoria de exploración
- Límite litológico

Caracterización por derrame de gasolina en viñedo los álamos, Saltillo, Coahuila

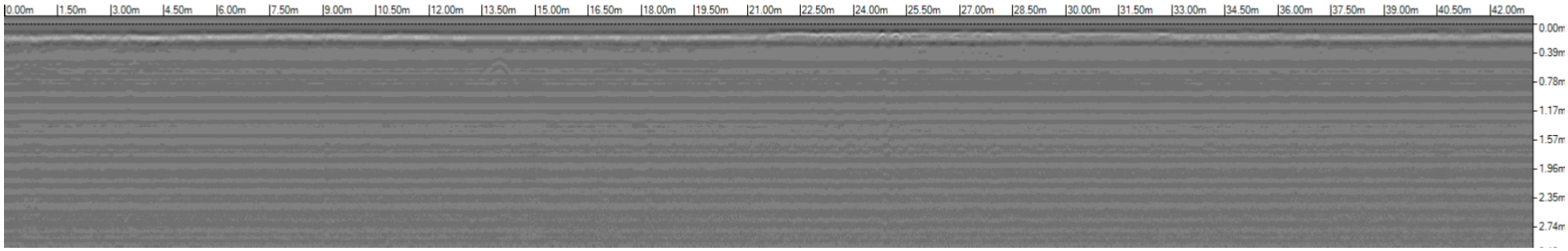
INTERSEC

SERVICIOS INTERSEC SA DE CV

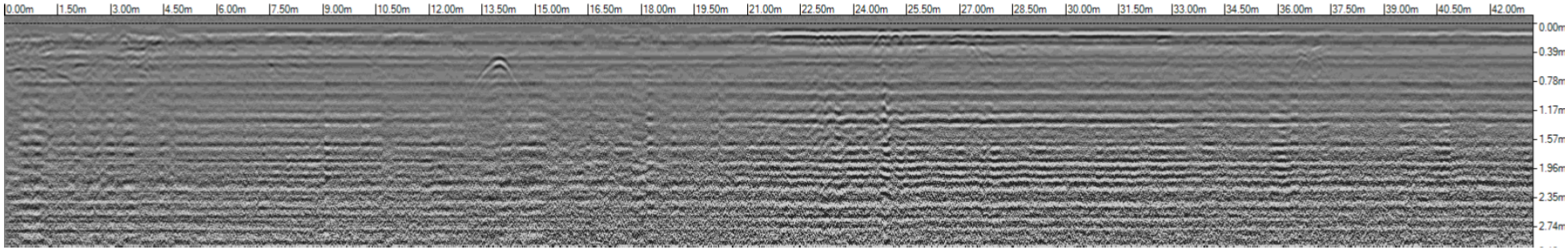
Filtrado y señalización de radargrama
Línea 6

[redacted]

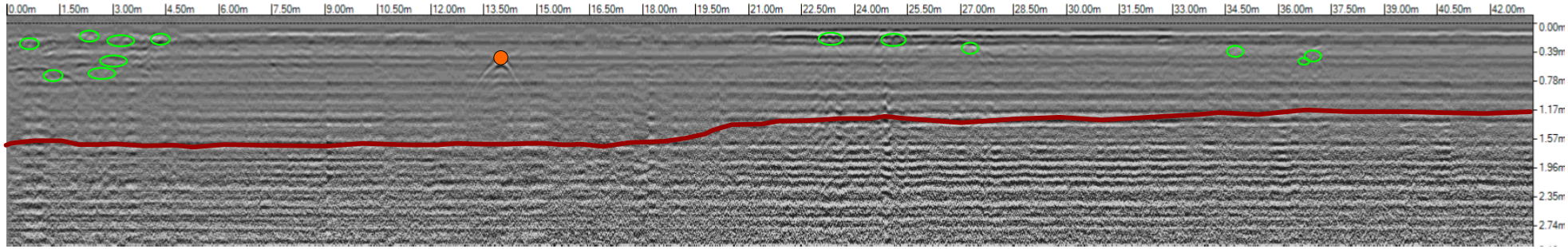
Interpretación de radargramas. Exploración del subsuelo con método GPR



Radargrama sin filtrado, L7



Radargrama filtrado, L7



Radargrama señalizado, L7

Localización de la línea

Simbología

- Punto inicial
- Punto final
- Trayectoria de exploración
- Fragmentos rocosos
- Límite litológico
- Estructura subterránea perpendicular al trayecto de exploración

Caracterización por derrame de gasolina en viñedo los álamos, Saltillo, Coahuila

INTERSEC

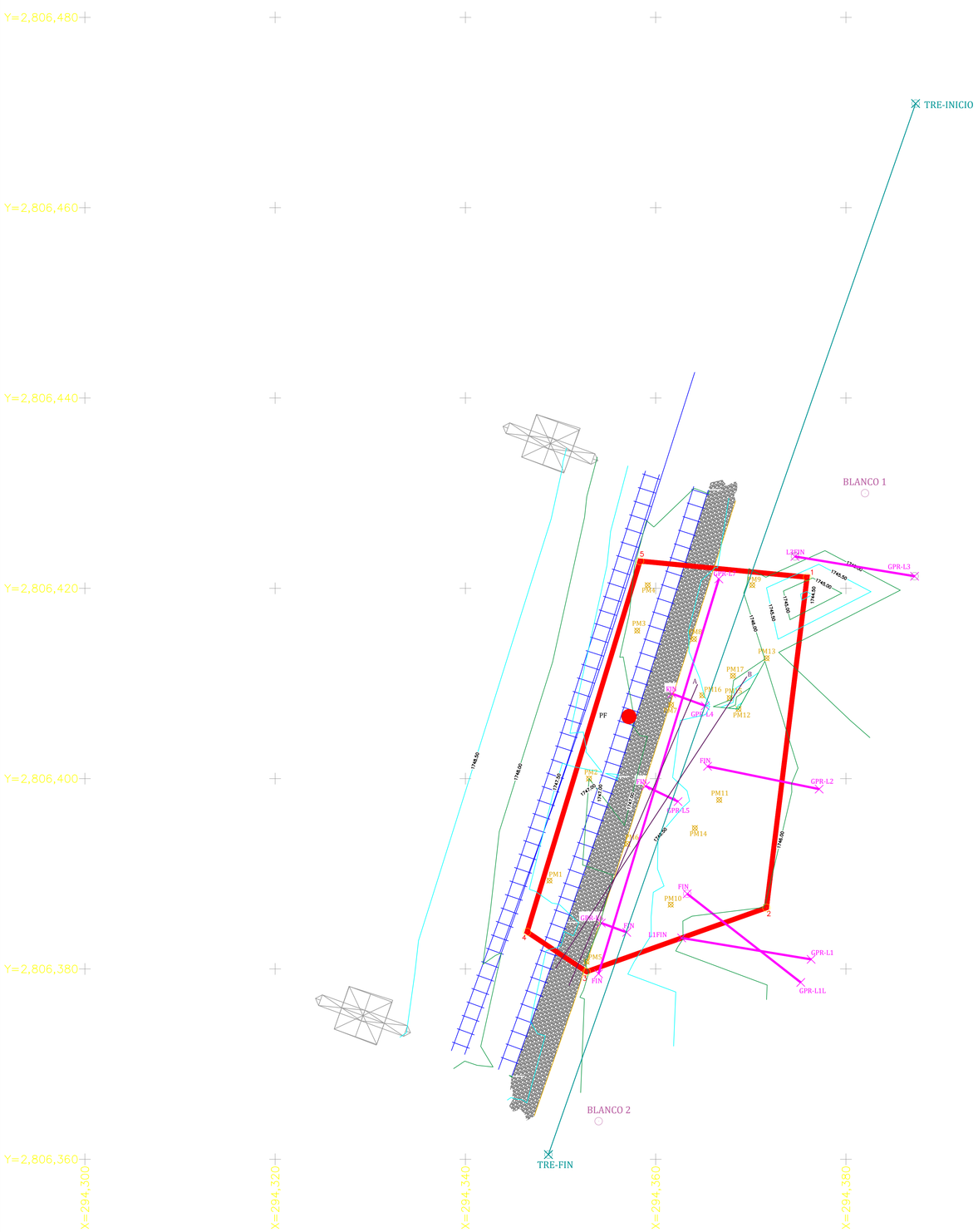
SERVICIOS INTERSEC SA DE CV

Filtrado y señalización de radargrama
Línea 7

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

[redacted]

Anexo 2. Planos temáticos



CUADROS DE CONSTRUCCION

CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO EST	LADO PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS Y	COORDENADAS X
				1	2,806,421.16	294,375.91
1	2	S 07°00'26" W	35.002	2	2,806,386.43	294,371.65
2	3	S 70°26'01.42" W	20.073	3	2,806,379.71	294,352.73
3	4	N 56°11'26.91" W	7.520	4	2,806,383.89	294,346.48
4	5	N 16°56'24" E	30.743	5	2,806,422.86	294,358.35
5	1	S 84°28'19" E	17.642	1	2,806,421.16	294,375.91

SUPERFICIE = 844.52 m2

COORDENADAS PETROFLAG

ID	X	Y	Z
PM1	294348.84	2806389.29	1747.15
PM2	294353.00	2806400.00	1747.00
PM3	294358.06	2806415.55	1746.83
PM4	294359.16	2806420.32	1746.72
PM5	294352.74	2806380.76	1746.97
PM6	294357.03	2806393.14	1746.80
PM7	294361.63	2806407.74	1746.59
PM8	294364.03	2806414.67	1746.47
PM9	294370.15	2806420.34	1745.92
PM10	294361.58	2806386.76	1746.19
PM11	294366.68	2806397.76	1746.21
PM12	294368.71	2806407.30	1746.22
PM13	294371.65	2806412.66	1745.99
PM14	294364.12	2806394.80	1746.14
PM15	294367.78	2806408.47	1746.30
PM16	294364.89	2806408.76	1746.51
PM17	294368.12	2806410.80	1746.26

COORDENADAS DE BLANCO

ID	INICIAL X	INICIAL Y
BLANCO 1	294387.312	2806476.559
BLANCO 2	294354	2806364

COORDENADAS DE GPR - SALTILLO

ID	INICIAL X	INICIAL Y	FINAL X	FINAL Y	LONGITUD ML
GPR-L1	294364.376	2806382.987	294362.728	2806383.26	13.79
GPR-L1L	294375.253	2806378.577	294363.316	2806387.900	15.15
GPR-L2	294377.188	2806398.897	294365.457	2806401.295	11.97
GPR-L3	294387.217	2806421.268	294374.64	2806423.349	12.75
GPR-L4	294365.214	2806407.647	294361.698	2806408.935	3.74
GPR-L5	294362.348	2806397.587	294358.931	2806399.226	3.79
GPR-L6	294356.957	2806383.845	294354.291	2806384.829	2.84
GPR-L7	294366.644	2806420.987	294353.991	2806379.49	43.38
				TOTAL	107.41

COORDENADAS DE TOMOGRAFIA ELÉCTRICA (TRE) - SALTILLO

ID	INICIAL X	INICIAL Y	FINAL X	FINAL Y	LONGITUD ML
TRE-L1	294387.32	2806470.94	294348.72	2806360.49	117.00
				TOTAL	117.00

COORDENADAS DE SECCIONES GEOLÓGICAS

LÍNEA	INICIAL X	INICIAL Y	FINAL X	FINAL Y	LONGITUD ML
A	294364.40	2806409.89	294350.90	2806378.28	34.36
B	294369.57	2806410.7	294349.49	2806380.08	36.6
				TOTAL	70.96

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

0 2.5 5 12.5 25 m

ESCALA GRAFICA 1 : 250

LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

- POLIGONO DE ESTUDIO
- VIAS DE TREN
- DERECHO DE VIA
- LIMITE EMPEDRADO
- PUNTO DE FUGA - PF
- POSTES DE LUZ
- RETICULA - UTM
- GPR
- TOMOGRAFÍA - TRE
- SECCIONES GEOLÓGICAS
- PUNTOS DE TOMOGRAFÍA - TRE
- PUNTOS DE MUESTREO PETROFLAG
- CURVA DE NIVEL 1.0 M
- CURVA DE NIVEL 0.50 M

KANSAS CITY SOUTHERN DE MEXICO

AUTORIZÓ: [redacted]

SUPERVISO: [redacted]

ELABORÓ: [redacted]

PROYECTO:

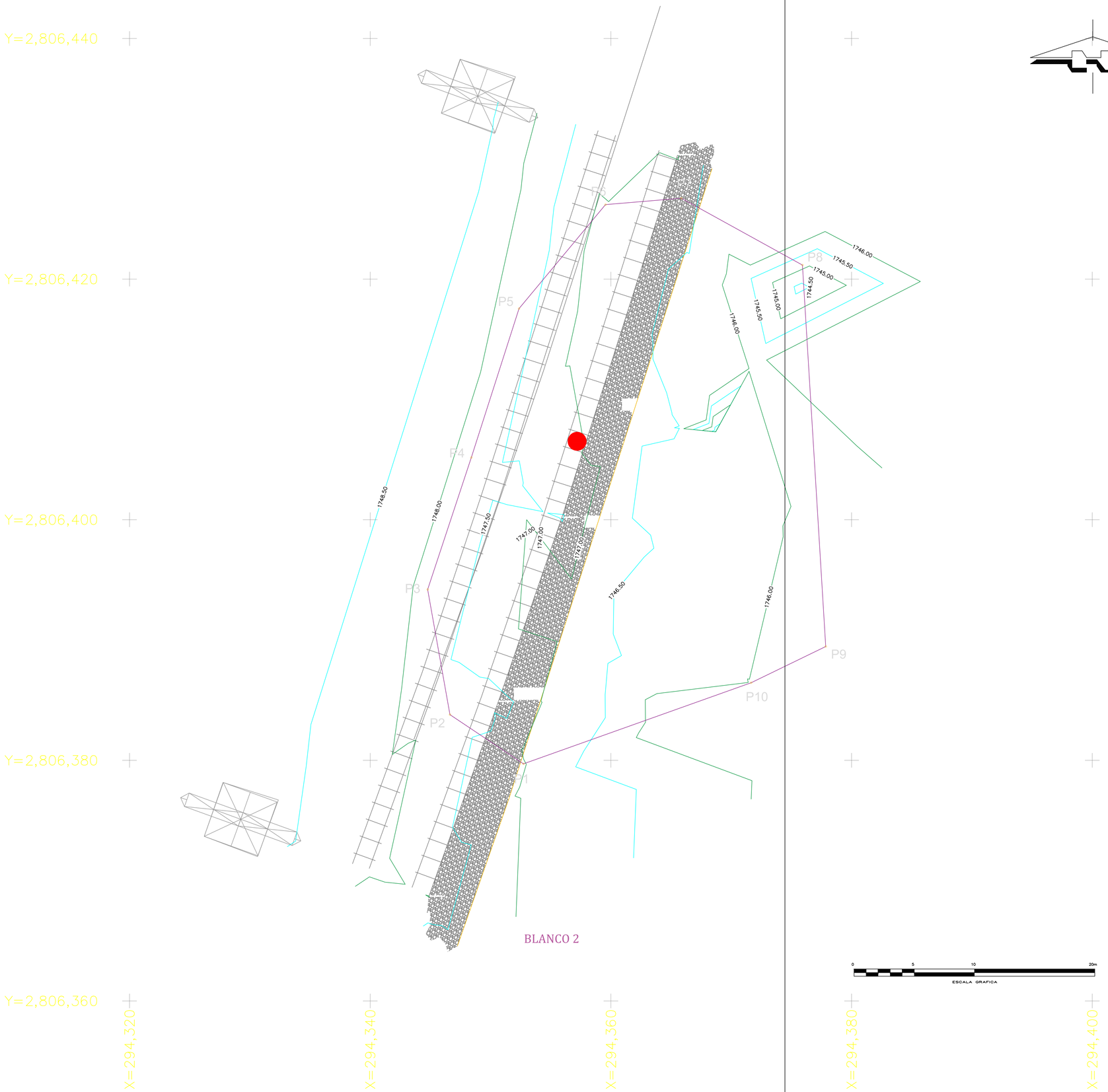
"ESTUDIO PROSPECTIVO POR DERRAME DE GASOLINA EN VIÑEDO LOS ALAMOS SALTILLO COAHUILA."

PLANO:

"PLANO GENERAL"

INTERSEC

COORDENADAS: UTM	ESCALA: 1 : 150	EMPRESA: SERVICIOS INTERSEC SA DE CV
ZONA HORARIA: 14R	ACOTACIÓN: M	
DATUM: WGS84	FECHA: MAYO - 2021	



CUADROS DE CONSTRUCCION

Cuandro de construcción del polígono de estudio					
Vértice	Lado	Distancia	Rumbo	Coordenadas UTM	
				X	Y
P10	P10 - P1	20.08	S 70°23'2.6" W	294,371.65	2,806,386.45
P9	P9 - P10	6.9	S 64°5'44.3" W	294,377.85	2,806,389.46
P8	P8 - P9	31.77	S 3°25'39.3" E	294,375.92	2,806,421.17
P7	P7 - P8	11.5	S 61°7'9.2" E	294,365.85	2,806,426.72
P6	P6 - P7	6.32	N 85°11'47.5" E	294,359.55	2,806,426.19
P5	P5 - P6	11.24	N 39°44'59.2" E	294,352.36	2,806,417.55
P4	P4 - P5	13	N 17°45'0.3" E	294,348.40	2,806,405.17
P3	P3 - P4	11.55	N 18°17'37.3" E	294,344.77	2,806,394.20
P2	P2 - P3	10.57	N 10°5'45.8" W	294,346.63	2,806,383.80
P1	P1 - P2	7.35	N 56°11'26.9" W	294,352.73	2,806,379.71
Superficie: 1,145.70 m2					

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

LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

- POLÍGONO DE ESTUDIO
- PUNTO DE FUGA - PF
- VÍAS DE TREN
- DERECHO DE VÍA
- LIMITE EMPEDRADO
- CURVA DE NIVEL 1.0 M
- CURVA DE NIVEL 0.50 M
- POSTES DE LUZ
- RETICULA - UTM

KANSAS CITY SOUTHERN DE MEXICO

AUTORIZÓ: [redacted]

SUPERVISO: [redacted]

ELABORÓ: [redacted]

PROYECTO:

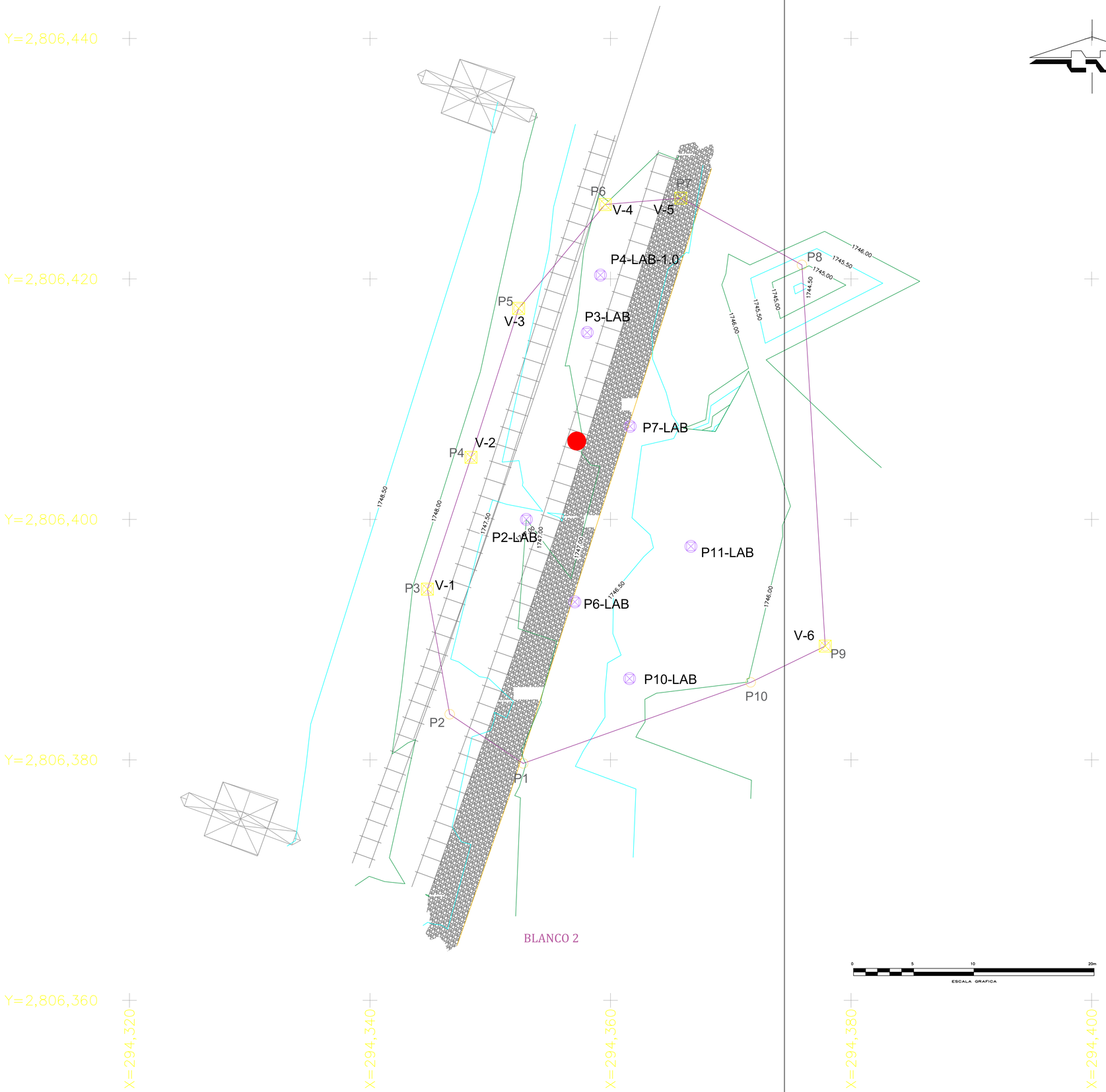
"ESTUDIO PROSPECTIVO POR DERRAME DE GASOLINA EN VIÑEDO LOS ALAMOS SALTILLO COAHUILA."

PLANO:

POLÍGONO DE ESTUDIO EN LA SEGUNDA FASE

INTERSEC

COORDENADAS: UTM	ESCALA: 1 : 150	EMPRESA: SERVICIOS INTERSEC SA DE CV
ZONA HORARIA: 14R	ACOTACIÓN: M	
DATUM: WGS84	FECHA: MAYO - 2021	



CUADROS DE CONSTRUCCION

Cuadro de construcción del polígono de estudio					
Vértice	Lado	Distancia	Rumbo	Coordenadas UTM	
				X	Y
P10	P10 - P1	20.08	S 70°23'2.6" W	294,371.65	2,806,386.45
P9	P9 - P10	6.9	S 64°5'44.3" W	294,377.85	2,806,389.46
P8	P8 - P9	31.77	S 3°29'39.3" E	294,375.92	2,806,421.17
P7	P7 - P8	11.5	S 61°7'9.2" E	294,365.85	2,806,426.72
P6	P6 - P7	6.32	N 85°11'47.5" E	294,359.55	2,806,426.19
P5	P5 - P6	11.24	N 39°44'59.2" E	294,352.36	2,806,417.55
P4	P4 - P5	13	N 17°45'0.3" E	294,348.40	2,806,405.17
P3	P3 - P4	11.55	N 18°17'37.3" E	294,344.77	2,806,394.20
P2	P2 - P3	10.57	N 10°5'45.8" W	294,346.63	2,806,383.80
P1	P1 - P2	7.35	N 56°11'26.9" W	294,352.73	2,806,379.71
Superficie: 1,146.70 m2					

Ubicación de puntos de muestreo		
Puntos	Coordenadas UTM	
	X	Y
P2-LAB	294,353	2,80,6400
P3-LAB	294,358.06	2,806,415.55
P4-LAB	294,359.16	2,806,420.32
P6-LAB	294,357.03	2,806,393.14
P7-LAB	294,361.63	2,80,6407.74
P10-LAB	294,361.58	2,806,386.76
P11-LAB	294,366.68	2,806,397.76
V_1	294,344.77	2,806,394.20
V_2	294,348.40	2,806,405.17
V_3	294,352.36	2,806,417.55
V_4	294,359.55	2,806,426.19
V_5	294,365.85	2,806,426.72
V_6	294,377.85	2,806,389.46

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

LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

- PUNTO DE MUESTREO
- PUNTO DE MUESTREO ADICIONAL
- POLÍGONO DE ESTUDIO
- PUNTO DE FUGA - PF
- VÍAS DE TREN
- DERECHO DE VÍA
- LIMITE EMPEDRADO
- CURVA DE NIVEL 1.0 M
- CURVA DE NIVEL 0.50 M
- POSTES DE LUZ
- RETICULA - UTM

KANSAS CITY SOUTHERN DE MEXICO

AUTORIZÓ: [redacted]

SUPERVISO: [redacted]

ELABORÓ: [redacted]

PROYECTO:

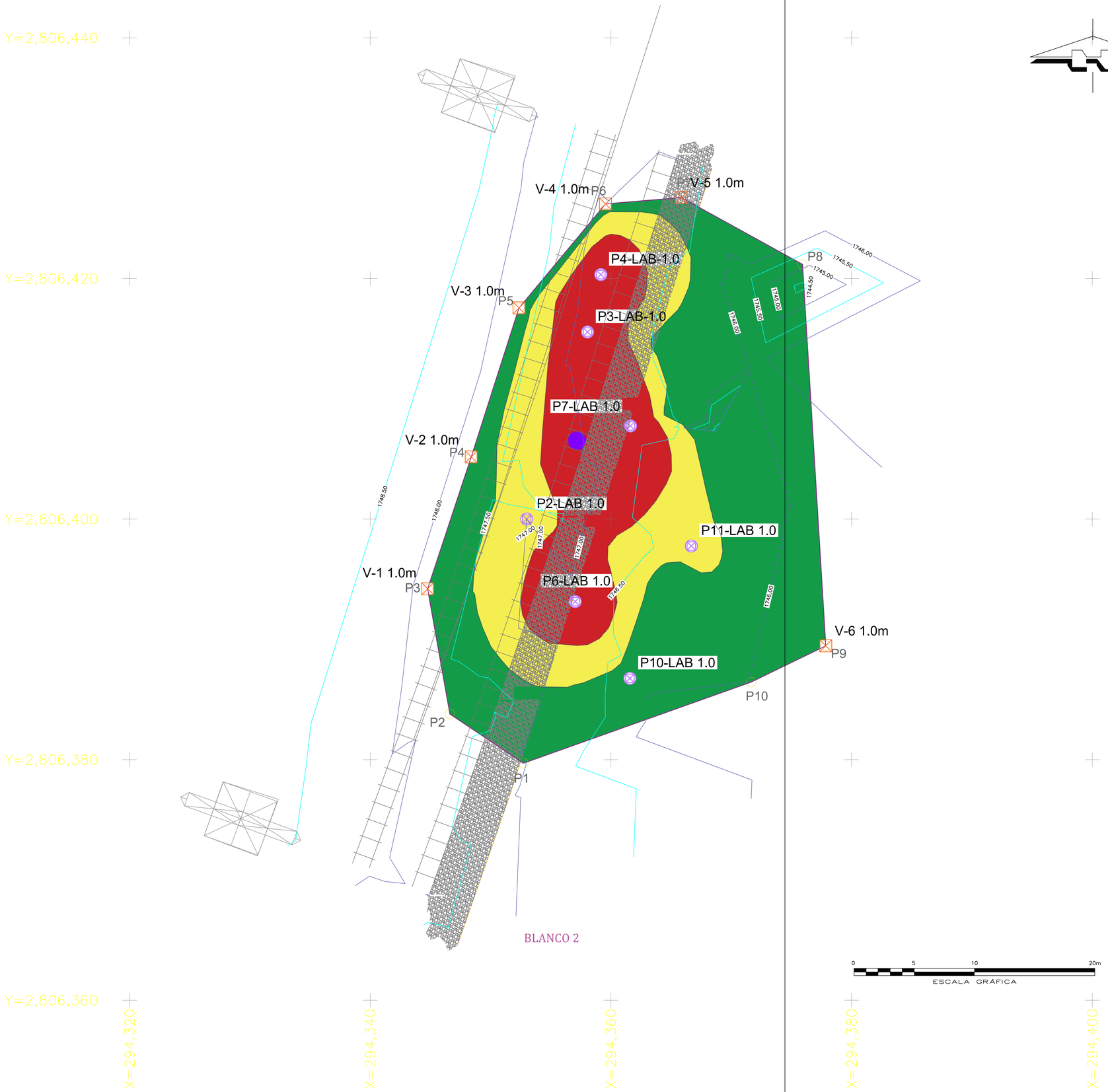
"ESTUDIO PROSPECTIVO POR DERRAME DE GASOLINA EN VIÑEDO LOS ALAMOS SALTILLO COAHUILA."

PLANO:

PUNTOS DE MUESTREO DE SUELO PARA ANÁLISIS CON LABORATORIO

INTERSEC

COORDENADAS: UTM	ESCALA: 1 : 150	EMPRESA: SERVICIOS INTERSEC SA DE CV
ZONA HORARIA: 14R	ACOTACIÓN: M	
DATUM: WGS84	FECHA: MAYO - 2021	



CUADROS DE CONSTRUCCION

Cuadro de construcción del polígono de estudio					
Vértice	Lado	Distancia	Rumbo	Coordenadas UTM	
				X	Y
P10	P10 - P1	20.08	S 70°23'2.6" W	294,371.65	2,806,386.45
P9	P9 - P10	6.9	S 64°5'44.1" W	294,377.85	2,806,389.46
P8	P8 - P9	31.77	S 3°25'39.3" E	294,375.92	2,806,421.17
P7	P7 - P8	11.5	S 61°7'9.2" E	294,365.85	2,806,426.72
P6	P6 - P7	6.32	N 85°11'47.5" E	294,359.55	2,806,426.19
P5	P5 - P6	11.24	N 39°44'59.2" E	294,352.36	2,806,417.55
P4	P4 - P5	13	N 17°45'0.3" E	294,348.40	2,806,405.17
P3	P3 - P4	11.55	N 18°17'37.3" E	294,344.77	2,806,394.20
P2	P2 - P3	10.57	N 10°5'45.8" W	294,346.63	2,806,383.80
P1	P1 - P2	7.35	N 56°11'26.9" W	294,352.73	2,806,379.71
Superficie: 1,146.70 m2					

Ubicación de puntos de muestreo		
Puntos	Coordenadas UTM	
	X	Y
P2-LAB 1.0	294,353	2,80,6400
P3-LAB-1.0	294,358.06	2,806,415.55
P4-LAB-1.0	294,359.16	2,806,420.32
P6-LAB 1.0	294,357.03	2,806,393.14
P7-LAB 1.0	294,361.63	2,80,6407.74
P10-LAB 1.0	294,361.58	2,806,386.76
P11-LAB 1.0	294,366.68	2,806,397.76
V_1 1.0m	294,344.77	2,806,394.20
V_2 1.0m	294,348.40	2,806,405.17
V_3 1.0m	294,352.36	2,806,417.55
V_4 1.0m	294,359.55	2,806,426.19
V_5 1.0m	294,365.85	2,806,426.72
V_6 1.0m	294,377.85	2,806,389.46

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

LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

- PUNTO DE MUESTREO
- PUNTO DE MUESTREO ADICIONAL
- POLÍGONO DE ESTUDIO
- PUNTO DE FUGA - PF
- VÍAS DE TREN
- DERECHO DE VÍA
- LIMITE EMPEDRADO
- CURVA DE NIVEL 1.0 M
- CURVA DE NIVEL 0.50 M
- POSTES DE LUZ
- RETICULA - UTM

Hidrocarburos Fracción Ligera

Base seca mg7kg

- 1,500 - 3,600
- 500 - 1,500
- 0 - 499

KANSAS CITY SOUTHERN DE MEXICO

AUTORIZÓ: [redacted]

SUPERVISO: [redacted]

ELABORÓ: [redacted]

PROYECTO:

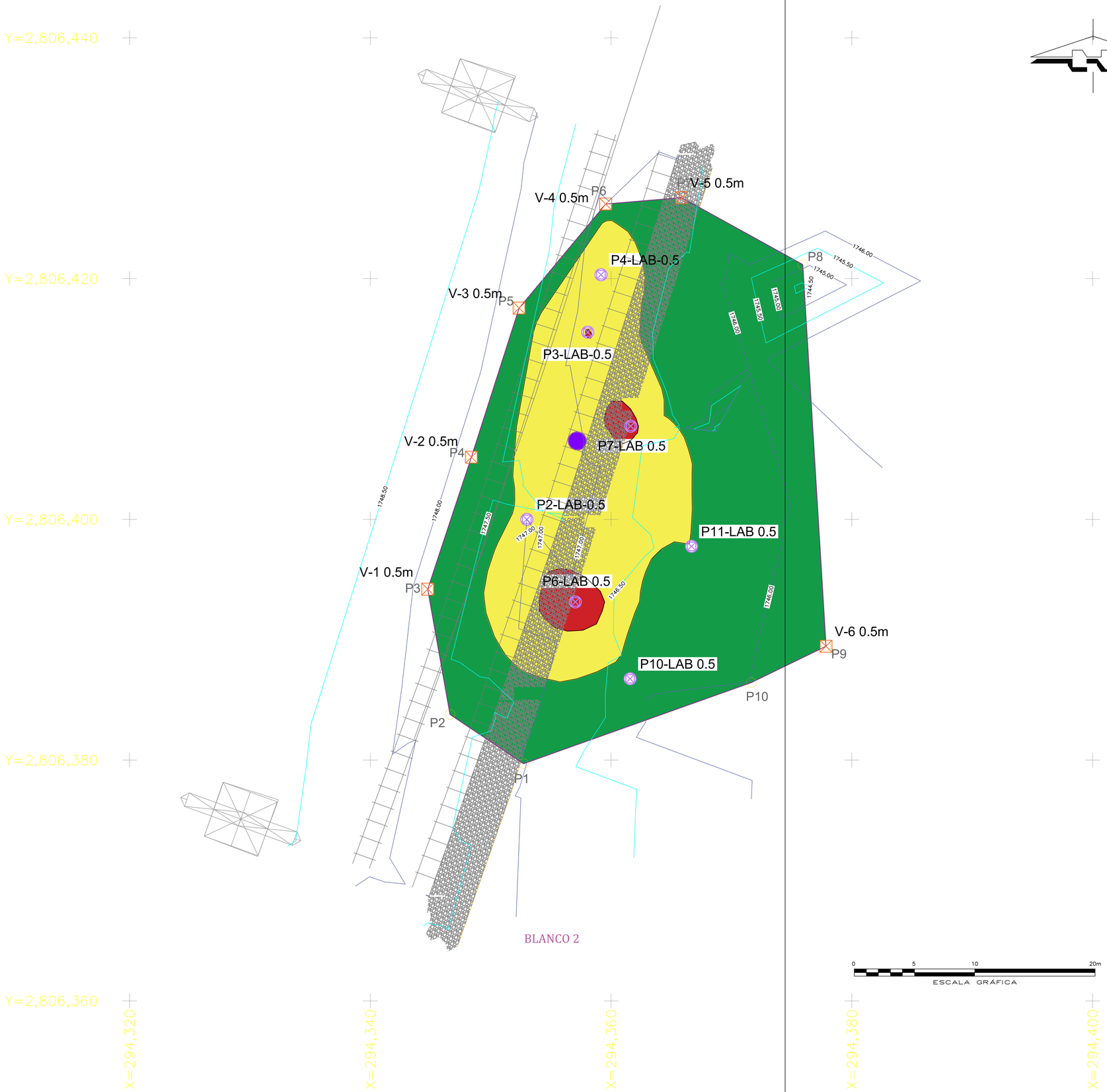
"ESTUDIO PROSPECTIVO POR DERRAME DE GASOLINA EN VIÑEDO LOS ALAMOS SALTILLO COAHUILA."

PLANO:

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE HFL EN SUELO A 1.0 M DE PROFUNDIDAD

INTERSEC

COORDENADAS: UTM	ESCALA: 1 : 150	EMPRESA: SERVICIOS INTERSEC SA DE CV
ZONA HORARIA: 14R	ACOTACIÓN: M	
DATUM: WGS84	FECHA: MAYO - 2021	



CUADROS DE CONSTRUCCION

Cuandro de construcción del polígono de estudio					
Vértice	Lado	Distancia	Rumbo	Coordenadas UTM	
				X	Y
P10	P10 - P1	20.08	S 70°23'2.6" W	294,371.65	2,806,386.45
P9	P9 - P10	6.9	S 64°5'44.3" W	294,377.85	2,806,389.46
P8	P8 - P9	31.77	S 3°29'39.3" E	294,375.92	2,806,421.17
P7	P7 - P8	11.5	S 61°7'9.2" E	294,365.85	2,806,426.72
P6	P6 - P7	6.32	N 85°11'47.5" E	294,359.55	2,806,426.19
P5	P5 - P6	11.24	N 39°44'59.2" E	294,352.36	2,806,417.55
P4	P4 - P5	13	N 17°45'0.3" E	294,348.40	2,806,405.17
P3	P3 - P4	11.55	N 18°17'37.3" E	294,344.77	2,806,394.20
P2	P2 - P3	10.57	N 10°5'45.8" W	294,346.63	2,806,383.80
P1	P1 - P2	7.35	N 56°11'26.9" W	294,352.73	2,806,379.71
Superficie: 1,146.70 m2					

Ubicación de puntos de muestreo		
Puntos	Coordenadas UTM	
	X	Y
P2-LAB-0.5	294,353	2,80,6400
P3-LAB-0.5	294,358.06	2,806,415.55
P4-LAB-0.5	294,359.16	2,806,420.32
P6-LAB 0.5	294,357.03	2,806,393.14
P7-LAB 0.5	294,361.63	2,80,6407.74
P10-LAB 0.5	294,361.58	2,806,386.76
P11-LAB 0.5	294,366.68	2,806,397.76
V_1 0.5m	294,344.77	2,806,394.20
V_2 0.5m	294,348.40	2,806,405.17
V_3 0.5m	294,352.36	2,806,417.55
V_4 0.5m	294,359.55	2,806,426.19
V_5 0.5m	294,365.85	2,806,426.72
V_6 0.5m	294,377.85	2,806,389.46

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

LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

- PUNTO DE MUESTREO
- PUNTO DE MUESTREO ADICIONAL
- POLÍGONO DE ESTUDIO
- PUNTO DE FUGA - PF
- VÍAS DE TREN
- DERECHO DE VÍA
- LIMITE EMPEDRADO
- CURVA DE NIVEL 1.0 M
- CURVA DE NIVEL 0.50 M
- POSTES DE LUZ
- RETICULA - UTM

Hidrocarburos Fracción Ligera

Base seca mg7kg

- 1,500 - 3,600
- 500 - 1,500
- 0 - 499

KANSAS CITY SOUTHERN DE MEXICO

AUTORIZÓ: [redacted]

SUPERVISO: [redacted]

ELABORÓ: [redacted]

PROYECTO:

"ESTUDIO PROSPECTIVO POR DERRAME DE GASOLINA EN VIÑEDO LOS ALAMOS SALTILLO COAHUILA."

PLANO:

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE HFL EN SUELO A 0.5 M DE PROFUNDIDAD

INTERSEC

COORDENADAS: UTM	ESCALA: 1 : 150	EMPRESA: SERVICIOS INTERSEC SA DE CV
ZONA HORARIA: 14R	ACOTACIÓN: M	
DATUM: WGS84	FECHA: MAYO - 2021	

LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V.
CADENA DE CUSTODIA

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel: (722) 273 1275
Email: contacto@labsa.mx
[redacted]

LABSA **O.T. Lab.:** 21050012 **Identificación:** FR-SGC-19.01 **Revisión:** 7 **Fecha de última revisión:** 2019-09-03 **Inicio de Vigencia:** 2013-01-01

Datos del Cliente

Razón Social: Servicios Intersec S.A. de C.V.

Dirección: Atlixco 42, Condesa, Cuauhtémoc, CDMX

Giro: Ambiental

Atención: [redacted]

Tel/e-mail: [redacted]

Tipo de análisis Requerido

Identificación de la muestra	Código de la muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Matriz	No. de Contenedores	HFL	BTEX	Tipo de muestra	Condiciones de preservación	Temperatura 4°C (+/- 2°C)
P4-LAB-0.5	2105210309	2021-05-18	08:59	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
P4-LAB-1.0	0310	2021-05-18	09:41	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
P3-LAB-0.5	0311	2021-05-18	10:11	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
P3-LAB-1.0	0312	2021-05-18	10:32	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
P2-LAB-0.5	0313	2021-05-18	11:00	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
P2-LAB-1.0	0314	2021-05-18	11:35	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
P6-LAB-0.5	0315	2021-05-18	12:09	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
P6-LAB-1.0	0316	2021-05-18	12:27	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
P6-LAB-1.0 Dup	0317	2021-05-18	12:27	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
P7-LAB-0.5	0318	2021-05-18	13:18	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
P7-LAB-1.0	0319	2021-05-18	13:43	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
P10-LAB-0.5	0320	2021-05-18	14:21	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
P10-LAB-1.0	0321	2021-05-18	14:41	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
P11-LAB-0.5	0322	2021-05-18	15:02	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
P11-LAB-1.0	0323	2021-05-18	16:00	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
P11-LAB-1.0 Dup	0324	2021-05-18	16:00	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
Blanco de campo	0325	2021-05-18	16:40	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
Blanco de viaje	0326	2021-05-18	16:40	Suelo	1	X	X	S	R	4°C

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

No. de Folio

No. de Proyecto 21050114

Contacto de LABSA: [redacted]

Contacto del cliente: [redacted]

Observaciones

(V= Vidrio) (P=Plástico) (B=Bolsa) (G= Garrafón) (L=Liner) (Vi=Vial Ámbar) (VA= Vidrio Ámbar)	Tipo de Contenedor:	L L
(h=horas) (d=días) (m=meses) (R=Refrigeración) (NA=No Aplica)	Tiempo máximo de espera:	14 d 14 d
	Conservador:	NA NA
(L: Litro) (g: gramo) (Kg: Kilo gramo)	Volumen de muestras	250g 250g

□: HCL 1:1
●: $Na_2S_2O_3$
◊: H_2SO_4 4 mol/L
Δ: HNO_3 Concentrado
#: $K_2Cr_2O_7$ al 20%
Φ: NaOH
F: Formaldehído 10%
Ω: Ácido Suprapuro
†:Disolución buffer($(NH_4)_2SO_4$ y NH_4OH)
«:H_2SO_4 1:1
¢:HNO3 1:1

[redacted]

Entrega de Muestras	Entrega de Muestras
Nombre y firma:	Nombre y firma:
Fecha: Hora:	Fecha: Hora:

Recibo de muestras	Recibo de muestras
Nombre y firma:	Nombre y firma:
Fecha: Hora:	Fecha: Hora:

Sito de Muestreo: Derecho de vía en la localidad Angostura, Coahuila.

Requerimientos especiales: NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 Industrial

Nombre del laboratorio que recibe las muestras: LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V.

Tipo de muestra Compuesta= C Simple= S

Preservación Cumple:	Si	X	No
Etiquetado cumple:	Si	X	No

Prioridad

Normal	X
Urgente	
Días	

Área sombreada exclusiva de laboratorio

Anexo 5. Reporte de resultados del laboratorio (Muestreo fase 1)

LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V.

LABSA

Servicios Intersec S.A. de C.V.

Atlixco 42, Condesa, Cuauhtémoc, CDMX

INFORME DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO

TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO
MAYO-2021

O.S.: 2105120-SISA

LABSA

Toluca, Estado de México
2021-Mayo-29

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

Servicios Intersec S.A. de C.V.
Atlixco 42, Condesa, Cuauhtémoc, CDMX

At'n.: Ing. [redacted]

Asunto: INFORME DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO

En relación al muestreo practicado el día 18 de Mayo del presente año en el sitio identificado como: **Derecho de vía en la localidad Angostura, Coahuila.**, nos permitimos informarle lo siguiente:

Las muestras fueron analizadas por LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V., el cual cuenta con acreditación ante la Entidad Mexicana de Acreditación (E.M.A.) y aprobación ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

Los métodos de muestreo y análisis, están referenciados en la Normatividad Nacional, los cuales son indicados en los resultados del análisis.

De acuerdo con los análisis realizados se determina que los parámetros: **Hidrocarburos Fracción Ligera EXCEDEN** los Límites Máximos Permisibles, mientras que los **BTEX NO EXCEDEN** de acuerdo a los Límites Máximos Permisibles de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

El presente informe está integrado por resultados del estudio, cromatogramas, cadena de custodia, acreditación ante la E.M.A., aprobación ante PROFEPA, además cuenta con holograma de seguridad, sello de relieve y código QR.

Agradecemos su interés en nuestros servicios y esperamos poder atenderle en futuras ocasiones.

Atentamente.

M.A.E. Ivonne Gabriel Paz
Dirección General

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel: (722) 273 1275 Email: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

Hidrocarburos en Suelos

Con relación a los Hidrocarburos en suelo analizados para la Fracción Ligera y BTEX´S, bajo los métodos NMX-AA-105-SCFI-2014 y NMX-AA-141-SCFI-2014, Bajo los criterios de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 respectivamente, presentamos a continuación los valores obtenidos:

Identificación de la Muestra	Resultado Hidrocarburos en Suelos (mg/kg)	Incertidumbre (±)	*Límites Máximos Permisibles		
			Fracción (pm)	Industrial Y Comercial	Cumplimiento
P4-LAB-0.5	985.65	97.165	Ligera (C5-C10) 60-170 °C	500	NO CUMPLE
P4-LAB-1.0	3301.37	325.449			NO CUMPLE
P3-LAB-0.5	1548.67	152.667			NO CUMPLE
P3-LAB-1.0	2848.43	280.798			NO CUMPLE
P2-LAB-0.5	623.57	61.472			NO CUMPLE
P2-LAB-1.0	1000.22	98.602			NO CUMPLE
P6-LAB-0.5	2399.59	236.552			NO CUMPLE
P6-LAB-1.0	3162.66	311.775			NO CUMPLE
P6-LAB-1.0 Dup	3458.23	340.912			NO CUMPLE
P7-LAB-0.5	1728.21	170.367			NO CUMPLE
P7-LAB-1.0	3533.16	348.299			NO CUMPLE
P10-LAB-0.5	< L.C.	-			CUMPLE
P10-LAB-1.0	< L.C.	-			CUMPLE
P11-LAB-0.5	498.25	49.117			CUMPLE
P11-LAB-1.0	856.98	84.481			NO CUMPLE
P11-LAB-1.0 Dup	872.65	86.026			NO CUMPLE

*Límites Máximos Permisibles con base a la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel: (722) 273 1275 Email: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

BTEX´S

A continuación se presenta la tabla comparativa de estos parámetros:

Identificación de la Muestra	Parámetro	Resultado (mg/kg)	Incertidumbre (±)	*Límites Máximos Permisibles	
				Industrial Y Comercial	Cumplimiento
P4-LAB-0.5	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	2.55	0.219	100	CUMPLE
	Etilbenceno	1.94	0.171	25	CUMPLE
	Xilenos	7.66	1.557	100	CUMPLE
P4-LAB-1.0	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	4.74	0.408	100	CUMPLE
	Etilbenceno	1.82	0.160	25	CUMPLE
	Xilenos	14.07	2.860	100	CUMPLE
P3-LAB-0.5	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	4.16	0.358	100	CUMPLE
	Etilbenceno	4.24	0.374	25	CUMPLE
	Xilenos	3.76	0.764	100	CUMPLE
P3-LAB-1.0	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	1.72	0.148	100	CUMPLE
	Etilbenceno	5.04	0.444	25	CUMPLE
	Xilenos	< L.C.	0.764	100	CUMPLE
P2-LAB-0.5	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	2.69	0.231	100	CUMPLE
	Etilbenceno	2.47	0.218	25	CUMPLE
	Xilenos	4.07	0.827	100	CUMPLE
P2-LAB-1.0	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	3.35	0.288	100	CUMPLE
	Etilbenceno	4.27	0.377	25	CUMPLE
	Xilenos	6.76	1.374	100	CUMPLE
P6-LAB-0.5	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	< L.C.	-	100	CUMPLE
	Etilbenceno	1.82	0.160	25	CUMPLE
	Xilenos	3.71	0.754	100	CUMPLE
P6-LAB-1.0	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	5.91	0.509	100	CUMPLE
	Etilbenceno	5.40	0.476	25	CUMPLE
	Xilenos	23.02	4.680	100	CUMPLE

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel: (722) 273 1275 Email: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

Identificación de la Muestra	Parámetro	Resultado (mg/kg)	Incertidumbre (±)	*Límites Máximos Permisibles	
				Industrial Y Comercial	Cumplimiento
P6-LAB-1.0 Dup	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	5.60	0.482	100	CUMPLE
	Etilbenceno	5.49	0.484	25	CUMPLE
	Xilenos	22.36	4.545	100	CUMPLE
P7-LAB-0.5	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	< L.C.	-	100	CUMPLE
	Etilbenceno	2.90	0.256	25	CUMPLE
	Xilenos	10.35	2.104	100	CUMPLE
P7-LAB-1.0	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	2.86	0.246	100	CUMPLE
	Etilbenceno	2.63	0.232	25	CUMPLE
	Xilenos	4.33	0.880	100	CUMPLE
P10-LAB-0.5	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	< L.C.	-	100	CUMPLE
	Etilbenceno	< L.C.	-	25	CUMPLE
	Xilenos	< L.C.	-	100	CUMPLE
P10-LAB-1.0	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	< L.C.	-	100	CUMPLE
	Etilbenceno	< L.C.	-	25	CUMPLE
	Xilenos	< L.C.	-	100	CUMPLE
P11-LAB-0.5	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	< L.C.	-	100	CUMPLE
	Etilbenceno	4.96	0.437	25	CUMPLE
	Xilenos	9.68	1.968	100	CUMPLE
P11-LAB-1.0	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	2.56	0.220	100	CUMPLE
	Etilbenceno	2.77	0.244	25	CUMPLE
	Xilenos	6.64	1.350	100	CUMPLE
P11-LAB-1.0 Dup	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	3.44	0.296	100	CUMPLE
	Etilbenceno	3.20	0.282	25	CUMPLE
	Xilenos	7.42	1.508	100	CUMPLE

*Límites Máximos Permisibles con base a la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel: (722) 273 1275 Email: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

LABSA

ANEXO

INFORME DE LABORATORIO

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel.: (722) 273 12 75 E-mail.: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

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

INFORME FINAL DE RESULTADOS DE PRUEBA

O.T. DE LABORATORIO: 21050012

DATOS DEL CLIENTE

RAZÓN SOCIAL: Servicios Intersec S.A. de C.V.

DIRECCIÓN: Atlixco 42, Condesa, Cuauhtémoc, CDMX

ATENCIÓN: [redacted]

DATOS DEL MUESTREO

FECHA DE MUESTREO: 2021-05-18

O.T. DE MUESTREO: 21050114

DATOS DE LA(S) MUESTRA(S)

INFORMACIÓN DE LA(S) MUESTRA(S): Las muestras fueron entregadas a nuestro laboratorio el día 2021-05-21 por Emmanuel Flores Merced.

LAPSO DE ANÁLISIS: 2021-05-21 al 2021-05-28

FECHA DE INFORME: 2021-05-29

SITIO DE MUESTREO: Derecho de vía en la localidad Angostura, Coahuila.

PARÁMETRO(S)	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S)				MÉTODO DE REFERENCIA	REALIZADO
	P4-LAB-0.5	I (±)	P4-LAB-1.0	I (±)		
	2105210309		2105210310			
HFL (mg/Kg)	985.65	97.17	3301.37	325.45	NMX-AA-105-SCFI-2014	JGM/JMC
(Benceno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Tolueno) (mg/Kg)	2.55	0.22	4.74	0.41	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Etilbenceno) (mg/Kg)	1.94	0.17	1.82	0.16	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Xilenos) (mg/Kg)	7.66	1.56	14.07	2.86	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

PARÁMETRO(S)	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S)				MÉTODO DE REFERENCIA	REALIZADO
	P3-LAB-0.5	I (±)	P3-LAB-1.0	I (±)		
	2105210311		2105210312			
HFL (mg/Kg)	1548.67	152.67	2848.43	280.80	NMX-AA-105-SCFI-2014	JGM/JMC
(Benceno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Tolueno) (mg/Kg)	4.16	0.36	1.72	0.15	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Etilbenceno) (mg/Kg)	4.24	0.37	5.04	0.44	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Xilenos) (mg/Kg)	3.76	0.76	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel: (722) 273 1275 Email: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

PARÁMETRO(S)	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S)				MÉTODO DE REFERENCIA	REALIZADO
	P2-LAB-0.5	I (±)	P2-LAB-1.0	I (±)		
	2105210313		2105210314			
HFL (mg/Kg)	623.57	61.47	1000.22	98.60	NMX-AA-105-SCFI-2014	JGM/JMC
(Benceno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Tolueno) (mg/Kg)	2.69	0.23	3.35	0.29	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Etilbenceno) (mg/Kg)	2.47	0.22	4.27	0.38	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Xilenos) (mg/Kg)	4.07	0.83	6.76	1.37	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

PARÁMETRO(S)	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S)				MÉTODO DE REFERENCIA	REALIZADO
	P6-LAB-0.5	I (±)	P6-LAB-1.0	I (±)		
	2105210315		2105210316			
HFL (mg/Kg)	2399.59	236.55	3162.66	311.78	NMX-AA-105-SCFI-2014	JGM/JMC
(Benceno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Tolueno) (mg/Kg)	< L.C.	-	5.91	0.51	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Etilbenceno) (mg/Kg)	1.82	0.16	5.40	0.48	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Xilenos) (mg/Kg)	3.71	0.75	23.02	4.68	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

PARÁMETRO(S)	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S)				MÉTODO DE REFERENCIA	REALIZADO
	P6-LAB-1.0 Dup	I (±)	P7-LAB-0.5	I (±)		
	2105210317		2105210318			
HFL (mg/Kg)	3458.23	340.91	1728.21	170.37	NMX-AA-105-SCFI-2014	JGM/JMC
(Benceno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Tolueno) (mg/Kg)	5.60	0.48	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Etilbenceno) (mg/Kg)	5.49	0.48	2.90	0.26	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Xilenos) (mg/Kg)	22.36	4.55	10.35	2.10	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

PARÁMETRO(S)	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S)				MÉTODO DE REFERENCIA	REALIZADO
	P7-LAB-1.0	I (±)	P10-LAB-0.5	I (±)		
	2105210319		2105210320			
HFL (mg/Kg)	3533.16	348.30	< L.C.	-	NMX-AA-105-SCFI-2014	JGM/JMC
(Benceno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Tolueno) (mg/Kg)	2.86	0.25	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Etilbenceno) (mg/Kg)	2.63	0.23	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Xilenos) (mg/Kg)	4.33	0.88	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel: (722) 273 1275 Email: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

PARÁMETRO(S)	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S)				MÉTODO DE REFERENCIA	REALIZADO
	P10-LAB-1.0	I (±)	P11-LAB-0.5	I (±)		
	2105210321		2105210322			
HFL (mg/Kg)	< L.C.	-	498.25	49.12	NMX-AA-105-SCFI-2014	JGM/JMC
(Benceno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Tolueno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Etilbenceno) (mg/Kg)	< L.C.	-	4.96	0.44	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Xilenos) (mg/Kg)	< L.C.	-	9.68	1.97	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

PARÁMETRO(S)	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S)				MÉTODO DE REFERENCIA	REALIZADO
	P11-LAB-1.0	I (±)	P11-LAB-1.0 Dup	I (±)		
	2105210323		2105210324			
HFL (mg/Kg)	856.98	84.48	872.65	86.03	NMX-AA-105-SCFI-2014	JGM/JMC
(Benceno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Tolueno) (mg/Kg)	2.56	0.22	3.44	0.30	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Etilbenceno) (mg/Kg)	2.77	0.24	3.20	0.28	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Xilenos) (mg/Kg)	6.64	1.35	7.42	1.51	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

OBSERVACIONES			
PARÁMETRO(S)	LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN O MÍNIMO A CUANTIFICAR*	NORMA	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE (L.M.P.)
HFL	7.5793 mg/kg	NMX-AA-105-SCFI-2014	• Industrial y Comercial: 500 mg/kg.
BTEX´S	Benceno: 0.0317 mg/Kg Tolueno: 0.0113 mg/Kg Etilbenceno: 0.0243 mg/kg o,p-Xilenos: 0.0348 mg/Kg m-Xileno: 0.0235 mg/kg	NMX-AA-141-SCFI-2014	Industrial y Comercial: • Benceno: 15 mg/Kg. • Tolueno: 100 mg/Kg. • Etilbenceno: 25 mg/kg. • Xilenos: 100 mg/kg.

Ing. José Guzmán Martínez

Aseguramiento de Calidad

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel: (722) 273 1275 Email: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

LABSA

ANEXO

CADENA DE CUSTODIA

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel.: (722) 273 12 75 E-mail.: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V.
CADENA DE CUSTODIA

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel: (722) 273 1275
Email: [redacted]

LABSA **O.T. Lab.:** 21050012 **Identificación:** FR-SGC-19.01 **Revisión:** 7 **Fecha de última revisión:** 2019-09-03 **Inicio de Vigencia:** 2013-01-01

Datos del Cliente

Razón Social: Servicios Intersec S.A. de C.V.

Dirección: Atlixco 42, Condesa, Cuauhtémoc, CDMX

Giro: Ambiental

Atención: [redacted]

Tel/e-mail: [redacted]

[redacted]

No. de Folio

No. de Proyecto 21050114

Contacto de LABSA: [redacted]

Contacto del cliente: [redacted]

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

Tipo de análisis Requerido

Identificación de la muestra	Código de la muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Matriz	No. de Contenedores	HFL	BTEX	Tipo de muestra	Condiciones de preservación	Temperatura 4°C (+/- 2°C)	Observaciones
P4-LAB-0.5	2105210309	2021-05-18	08:59	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
P4-LAB-1.0	0310	2021-05-18	09:41	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
P3-LAB-0.5	0311	2021-05-18	10:11	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
P3-LAB-1.0	0312	2021-05-18	10:32	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
P2-LAB-0.5	0313	2021-05-18	11:00	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
P2-LAB-1.0	0314	2021-05-18	11:35	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
P6-LAB-0.5	0315	2021-05-18	12:09	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
P6-LAB-1.0	0316	2021-05-18	12:27	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
P6-LAB-1.0 Dup	0317	2021-05-18	12:27	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
P7-LAB-0.5	0318	2021-05-18	13:18	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
P7-LAB-1.0	0319	2021-05-18	13:43	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
P10-LAB-0.5	0320	2021-05-18	14:21	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
P10-LAB-1.0	0321	2021-05-18	14:41	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
P11-LAB-0.5	0322	2021-05-18	15:02	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
P11-LAB-1.0	0323	2021-05-18	16:00	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
P11-LAB-1.0 Dup	0324	2021-05-18	16:00	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
Blanco de campo	0325	2021-05-18	16:40	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
Blanco de viaje	0326	2021-05-18	16:40	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	

(V= Vidrio) (P=Plástico) (B=Bolsa) (G= Garrafón) (L=Liner) (Vi=Vial Ámbar) (VA= Vidrio Ámbar) — Tipo de Contenedor: L L

(h=horas) (d=días) (m=meses) (R=Refrigeración) (NA=No Aplica) — Tiempo máximo de espera: 14 d 14 d

Conservador: NA NA

(L: Litro) (g: gramo) (Kg: Kilo gramo) — Volumen de muestras 250g 250g

□: HCL 1:1
●: $Na_2S_2O_3$
◊: H_2SO_4 4 mol/L
Δ: HNO_3 Concentrado
#: $K_2Cr_2O_7$ al 20%
Φ: NaOH
F: Formaldehído 10%
Ω: Ácido Suprapuro
†:Disolución buffer($(NH_4)_2SO_4$ y NH_4OH)
«:H_2SO_4 1:1
¢:HNO3 1:1

[redacted]

Entrega de Muestras	Entrega de Muestras
Nombre y firma:	Nombre y firma:
Fecha: Hora:	Fecha: Hora:

Recibo de muestras	Recibo de muestras
Nombre y firma:	Nombre y firma:
Fecha: Hora:	Fecha: Hora:

Sito de Muestreo: Derecho de vía en la localidad Angostura, Coahuila.

Requerimientos especiales: NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 Industrial

Nombre del laboratorio que recibe las muestras: LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V.

Tipo de muestra

Compuesta= C Simple= S

Preservación Cumple:	Si	X	No	
Etiquetado cumple:	Si	X	No	

Prioridad

Normal	X
Urgente	
Días	

Área sombreada exclusiva de laboratorio

ANEXO

PLAN DE MUESTREO

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel.: (722) 273 12 75 E-mail.: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

FORMATO PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MUESTREO

Identificación: FR-MTA-018.1
Revisión: 7
Fecha de última revisión: 2020-01-20
Inicio de Vigencia: 2013-01-01

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

Fecha: 2021-05-17
Lugar : Saltillo
O.T.: 21050114

Información General

Razón Social: Servicios Intersec S.A. de C.V.
Dirección: Atlixco 42, Condesa, Cuauhtémoc, CDMX
Giro: Ambiental
Contacto: [redacted] Correo electrónico: [redacted] Teléfono: [redacted]

Descripción breve del problema: Fuga de gasolina de carrotanque

Origen de la contaminación: Fuga de gasolina de carrotanque accidental

Objetivo del muestreo: Se realizará muestreo y análisis inicial, para determinar la presencia o ausencia de hidrocarburos en zona de impacto, con base en los lineamientos de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Sitio de Muestreo: Derecho de vía en la localidad Angostura, Coahuila.

Necesidad del estudio: [ ] Requerimiento de la Autoridad [X] Control Interno Otro:

Personal involucrado en el proyecto y sus responsabilidades y actividades.

Ingeniero de proyecto (Signatario): Juan Carlos Alcantara Benitez

Responsabilidades y actividades:

	Actividades	Tiempo estimado de ejecución
X	Recabar información con el cliente de las causas que originaron la contaminación en el sitio.	15 minutos
X	Realizar el reconocimiento físico en el sitio de muestreo para plantear la estrategia de muestreo.	20 minutos
X	Seleccionar el número de puntos de muestreo de acuerdo al área contaminada establecida en la norma.	5 minutos
X	Realizar la ubicación de los puntos de muestreo con la ayuda del localizador en el sitio.	20 minutos
X	Establecer los parámetros que deben analizarse en el laboratorio en función del producto contaminante establecido en la tabla 1 de la norma.	5 minutos
X	Establecer los niveles de profundidad (cuando no estén determinadas por el responsable de caracterizar el sitio) de los puntos de muestreo.	15 minutos

	Actividades	Tiempo estimado de ejecución
X	Vigilar el cumplimiento de los niveles de perforación en el suelo para la toma de muestras en los puntos establecidos en el plan de muestreo	1 día
X	Establecer los criterios de aseguramiento de calidad y establecidos en el plan de muestreo y vigilar su cumplimiento.	10 minutos
X	Realizar el llenado de los formatos de campo, etiquetas, cadena de custodia.	20 minutos
X	Vigilar el cumplimiento de empacado y preservación de la muestras con hielo.	10 minutos
X	Establecer la estrategia de envío de muestras al laboratorio.	10 minutos

Técnico de Campo: Emanuel Flores Merced
Técnico de Campo:

	Actividades	Tiempo estimado de ejecución
X	Realizar la descontaminación del equipo de perforación (hand auger) y muestreo, antes de cada toma de muestra.	3 minutos
X	Realizar la perforación del suelo en los puntos establecidos en el plan de muestreo.	10 minutos
X	Realizar la preservación de las muestras tomadas en sitio y vigilar la misma hasta la entrega de muestras en el laboratorio.	10 minutos
X	En ausencia del ingeniero de proyecto, debe de cumplir sus actividades antes mencionadas.	1 día

Características del sitio para la planeación del muestreo.

Superficie del polígono (ha): 0.06 Área de suelo a muestrear (ha): 0.05
Profundidad de interés (m): 0.5 m, 1.0 m.
Condiciones en que se tomará la muestra: Día soleado con poca nubosidad.

Uso de Suelo Predominante: Industrial

Croquis de ubicación del sitio (localización geográfica y vías de acceso):

Se Anexa Croquis

Procedimiento y/o criterio a emplear para el muestreo y análisis:

LBS-MTA-018 Método para la toma de muestra de suelo contaminado con hidrocarburos derivados del petróleo de acuerdo a la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012

Criterios para el muestreo:

Forma de realizar el muestreo:

Simple [X]

Método de muestreo:

Estadístico [ ] Dirigido [X]

Tipo de Muestreo:

Aleatorio [ ] Aleatorio Simple [ ]
Sistemático [ ] Estratificado [ ]
Otros [ ]

Técnica de Muestreo:

Manual [X] Mecánica [ ]

Tiempo estimado: 1 día

Tipo de hidrocarburo derramado: Gasolina

Parámetros a analizar para la(s) muestra(s) tomada(s):

Fracción Ligera	BTEX	Fracción Media	Fracción Pesada	HAP
X	X	-	-	-

Numero de puntos a muestrear y la profundidad: 7 puntos a profundidad de : 0.5 m, 1.0 m.

Justificación de la profundidad: A petición del cliente.

No. de muestras a tomar	Tipo de recipiente contenedor de la muestra		Volumen de muestra
14	Liner de PVC de 2 " de 250 mL con tapa de teflón	X	250 gramos
	Frasco de vidrio ámbar de 250 mL con contratapa de teflón	-	250 gramos

No. de muestras de aseguramiento de Calidad	Tipo de recipiente contenedor de la muestra		Volumen de muestra
2	Liner de PVC de 2 " de 250 mL con tapa de teflón	X	250 gramos
	Frasco de vidrio ámbar de 250 mL con contratapa de teflón	-	250 gramos

Es pasivo ambiental Si [ ] No [X]

Si es pasivo ambiental, recopilar antecedentes históricos, elementos geológicos e hidrogeológicos:

FORMATO PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MUESTREO

LABSA

Identificación: FR-MTA-018.1
Revisión: 7
Fecha de última revisión: 2020-01-20
Inicio de Vigencia: 2013-01-01

Croquis del sitio con sus puntos de muestreo:

Se Anexa Croquis

Se anexa plano georeferenciado en coordenadas UTM (tamaño mínimo 60cm x 90 cm), donde se indica la superficie del polígono del sitio, la ubicación de los puntos de muestreo, las vías de acceso al sitio, así como edificaciones y estructuras en el sitio.

Justificación de la ubicación de los puntos de muestreo: A petición del cliente.

Equipo, materiales y reactivos a utilizar:

X	Muestreador hand auger	X	Martillo	X	Bitácora de muestreador	X	Bolígrafos (negra, azul, roja)
-	Perforadora mecánica (opcional)	X	Barreta	X	Etiquetas y sellos	X	Plumón de tinta indeleble
X	Geoposicionador	X	Llave perica	X	Cadena de custodia	X	Recipiente para muestras
X	Cámara fotográfica	X	Cucharón/cuchara de acero inoxidable	X	Hojas de campo	X	Cubeta
X	Espátula de acero inoxidable	X	Charola de acero inoxidable	X	Plan de muestreo	X	Bolsas para basura
X	Cepillo cerdas duras de plástico	X	Martinete (opcional)	X	Cinta adhesiva	X	Agua purificada (garrafón)
X	Pala	X	Guantes de látex	X	Hieleras	X	Agua potable
X	Flexómetro	X	Papel absorbente	X	Guantes de carnaza/blutoff	X	Jabón libre de fosfatos
X	Blanco de Campo y Viaje (Suelo)	Otro:					

Medidas de aseguramiento de Calidad:	Si	No	No Aplica
*Lavado de material entre tomas (ver procedimiento)	X		
Uso de material nuevo	X		
Etiquetas	X		
Sellos	X		
Duplicados de campo	X		
Conservación adecuada de las muestras	X		
Cadena de custodia	X		
Bitácora	X		
Procedimiento	X		

FORMATO PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MUESTREO

LABSA

Identificación: FR-MTA-018.1
Revisión: 7
Fecha de última revisión: 2020-01-20
Inicio de Vigencia: 2013-01-01

Especificación de la identificación de las muestras: Las muestras deberán estar etiquetadas y selladas con base a la identificación proporcionada por el cliente.

Requisitos de traslado:

Conservador	Hielo
Empacado y flejado en hileras	Sí
Preservación de muestra(s) a <4 °C	Sí

***PROCEDIMIENTO DE LAVADO DE MATERIAL**

1.- El primer tiempo consiste en remover todos los residuos de suelo impregnados en ellos, con el uso de los materiales de limpieza (cepillo de cuerdas duras de plástico espátulas , etc.).

2.- En el segundo, se introduce el material y/o equipo al primer recipiente (cubeta) previamente preparado con agua potable y jabón libre de fosfatos para su lavado con el uso de cepillos.

3.- En el tercero se enjuaga el material y/o equipo con agua purificada.

4.- En el cuarto, nuevamente se enjuaga el material y/o equipo con agua purificada.

5.- En el quinto, finalmente se seca con el papel absorbente.

	Medidas y equipo de seguridad:
X	Acordonar el área
X	Casco de seguridad
X	Botas de seguridad
X	Traje tyvek (opcional)
X	Overol
X	Lentes de seguridad
	Tapones auditivos (opcional)
	Mascarilla con filtro para vapores orgánicos
X	Chaleco anti-reflejante (opcional)

Logística a realizar en campo.

Fecha y hora estimada de llegada de personal de LABSA al sitio de muestreo: 2021-05-18 a las 08:00 h.

Persona o dependencia que recibirá en sitio de muestreo: Personal de INTERSEC, Ingeniero de Seguridad.

Fecha y hora estimada de inicio de muestreo: 2021-05-18 a las 08:30

Fecha y hora estimada para concluir el muestreo: 2021-05-18 las 17:00 h

Observaciones adicionales: En caso de no concluir el muestreo se continuará al día siguiente.

Descripción de las actividades de muestreo:	Si	No	No aplica
Se preparará y colocará blanco de campo y de viaje.	X		
Se preparará y armará el equipo hand auger.	X		
Se lavará el equipo de muestreo, antes de cada toma de muestra.	X		
Se realizará la toma de muestra en recipientes adecuados de acuerdo al tipo de analito.	X		
Se colocará sello y etiqueta a la muestra.	X		
Se tomará registro de la coordenada UTM del punto de muestreo.	X		
Se registrará la toma muestra en hoja de campo.	X		
Se registrará la muestra en cadena de custodia.	X		
Se resguardará la muestra tomada en hilera con hielo a 4°C.	X		

Registro de incidencias y desviaciones del plan de muestreo: Derivado de las condiciones del sitio, puede demorar el tiempo de ejecución.

[redacted]

[redacted]

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

LABSA

ANEXO

FORMATO DE CAMPO

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel.: (722) 273 12 75 E-mail.: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

FORMATO DE CAMPO PARA MUESTREO DE SUELO

LABSA

Identificación: FR-MTA-018.2
Revisión: 6
Fecha de última revisión: 2020-01-20
Inicio de Vigencia: 2013-01-01

O.T.: 21050114

Sitio de Muestreo: Derecho de vía en la localidad Angostura, Coahuila.

No.	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Identificación de la muestra	Profundidad (m)	Localización GPS (UTM)			Características físicas de la muestra
					Zona y Banda	Metros Este	Metros Norte	
1	2021-05-18	08:59	P4-LAB-0.5	0.5	14R	294364.071	2806422.595	Suelo limoso con olor a hidrocarburo
2	2021-05-18	09:41	P4-LAB-1.0	1.0	14R	294364.071	2806422.595	Suelo limoso con olor a hidrocarburo
3	2021-05-18	10:11	P3-LAB-0.5	0.5	14R	294363.489	2806418.119	Suelo limoso con olor a hidrocarburo
4	2021-05-18	10:32	P3-LAB-1.0	1.0	14R	294363.489	2806418.119	Suelo limoso con olor a hidrocarburo
5	2021-05-18	11:00	P2-LAB-0.5	0.5	14R	294352.822	2806399.943	Suelo limoso con olor a hidrocarburo
6	2021-05-18	11:35	P2-LAB-1.0	1.0	14R	294352.822	2806399.943	Suelo limoso con olor a hidrocarburo
7	2021-05-18	12:09	P6-LAB-0.5	0.5	14R	294362.001	2806396.351	Suelo limoso con olor a hidrocarburo
8	2021-05-18	12:27	P6-LAB-1.0	1.0	14R	294362.001	2806396.351	Suelo limoso con olor a hidrocarburo
9	2021-05-18	12:27	P6-LAB-1.0 Dup	1.0	14R	294362.001	2806396.351	Suelo limoso con olor a hidrocarburo
10	2021-05-18	13:18	P7-LAB-0.5	0.5	14R	294364.36	2806413.017	Suelo limoso con olor a hidrocarburo
11	2021-05-18	13:43	P7-LAB-1.0	1.0	14R	294364.36	2806413.017	Suelo limoso con olor a hidrocarburo
12	2021-05-18	14:21	P10-LAB-0.5	0.5	14R	294366.306	2806391.653	Suelo limoso sin olor a hidrocarburo
13	2021-05-18	14:41	P10-LAB-1.0	1.0	14R	294366.306	2806391.653	Suelo limoso sin olor a hidrocarburo
14	2021-05-18	15:02	P11-LAB-0.5	0.5	14R	294371.174	2806400.098	Suelo limoso con olor a hidrocarburo
15	2021-05-18	16:00	P11-LAB-1.0	1.0	14R	294371.174	2806400.098	Suelo limoso con olor a hidrocarburo
16	2021-05-18	16:00	P11-LAB-1.0 Dup	1.0	14R	294371.174	2806400.098	Suelo limoso con olor a hidrocarburo
-	2021-05-18	16:40	Blanco de campo					
-	2021-05-18	16:40	Blanco de viaje					

LMK@PC W DGPK ? BC J ? NCPQML ? DôQGA ?* ? PR, //4 NéPP ? DM
NPGKCPM BC J ? JER ? GN W //1 DP ? AAGùL G BC J ? JDR ? GN

Desviaciones de acuerdo al plan de muestreo: No se presentaron desviaciones durante el muestreo

[redacted]

LABSA

ANEXO

PLANOS CON COORDENADAS

DE

MUESTREO

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel.: (722) 273 12 75 E-mail.: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

LABSA

Derecho de vía en la localidad Angostura, Coahuila.

O.T.: 21050114

Vías ferroviarias

P4-LAB
P3-LAB
P7-LAB
P2-LAB
P11-LAB
P6-LAB
P10-LAB

Superficie del polígono (ha): 0.06

Área de suelo a muestrear (ha): 0.05

Ruta de aceso

Vías ferroviarias

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

Leyendas

- Punto de Muestreo
- Polígono área de muestreo
- Vías de acceso Principal
- Delegación o Municipio
- Ruta de Acceso

NOTAS:

A) La imagen representada en el plano, es solo con fines de referencia. Por lo tanto, pueden existir variaciones en la zona donde se obtuvo dicha imagen.

Fuente: Google Earth

B) Se anexa tabla con coordenadas de los sitios de muestreo

INFORMACIÓN ADICIONAL

Datum: WGS84

Proyección UTM: 14R

Municipio: Saltillo

Entidad Federativa: Coahuila

Razón Social:	Servicios Intersec S.A. de C.V.
Superficie de Area de Estudio:	0.05
Total de Puntos de Muestreo:	7
Calle de Acceso Principal:	[redacted]
Referencias de Acceso Principal:	
Uso del suelo predominante	
Descripción de edificaciones y estructuras en el sitio de muestreo:	El punto de muestreo se encuentra en las vías del ferrocarril.
Fecha:	2021-05-18
Elaboró:	[redacted]

LABSA

ANEXO

ACREDITACIÓN

Y

APROBACIÓN

LABSA

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel.: (722) 273 12 75 E-mail.: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

Acreditaciones y Aprobaciones

Números proporcionados por la Entidad Mexicana de Acreditación **(EMA)**

- Acreditación 18LP3466 en Residuos — EMA número: R-0549-029/14
- Acreditación 18LP3389 en Agua — Ema número: AG-0710-074/16
- Acreditación 15LP0039 en Ambiente Laboral — EMA número: AL-0696-047/15
- Acreditación 17LP2383 en Fuentes Fijas — EMA número: FF-0693-062/15

Aprobaciones **PROFEPA**

- Aprobación No. PFPA-APR-LP-RS-004ª/2017 — Oficio: PFPA/1/2S.1/0375/2016
- Aprobación No. PFPA-APR-LP-RS-04-MS/2018 — Oficio: PFPA/1/2S.1/1518/2018

Aprobación **CONAGUA**

- Aprobación No. CNA-GCA-1881

Aprobación **STPS**

- Aprobación No. LP-STPS/AL-0696-047/2015

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel: (722) 273 1275 Email: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

Anexo 6. Cadena de custodia muestreo 2

LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V.
CADENA DE CUSTODIA

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel: (722) 273 1275
[redacted]

LABSA **O.T. Lab.:** 121080191 **Identificación:** FR-SGC-19.01 **Revisión:** 7 **Fecha de última revisión:** 2019-09-03 **Inicio de Vigencia:** 2013-01-01

Datos del Cliente

Razón Social: Servicios Intersec S.A. de C.V.

Dirección: Atlixco No.42, Colonia Condesa, Cuauhtémoc, Ciudad de México, C.P. 06140.

Giro: Ambiental

Atención: [redacted]

Tel/e-mail: [redacted]

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

Tipo de análisis Requerido

Identificación de la muestra	Código de la muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Matriz	No. de Contenedores	HFL	BTEX	Tipo de muestra	Condiciones de preservación	Temperatura 4°C (+/- 2°C)	Observaciones
V-4 0.5	2108132340	2021-08-11	10:40	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
V-4 1.0	2341	2021-08-11	10:50	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
V-3 0.5	2342	2021-08-11	11:12	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
V-3 1.0	2343	2021-08-11	11:18	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
V-2 0.5	2344	2021-08-11	11:28	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
V-2 1.0	2345	2021-08-11	11:54	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
V-2 1.0 DUP	2346	2021-08-11	11:54	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
V-1 0.5	2347	2021-08-11	12:30	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
V-1 1.0	2348	2021-08-11	12:45	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
V-6 0.5	2349	2021-08-11	12:48	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
V-6 0.5 DUP	2350	2021-08-11	12:48	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
V-6 1.0	2351	2021-08-11	12:50	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
V-5 0.5	2352	2021-08-11	13:00	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
V-5 1.0	2353	2021-08-11	13:05	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
Blanco de Campo	2354	2021-08-11	13:15	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
Blanco de Viaje	2355	2021-08-11	13:15	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	

JPLM JPLM JPLM JPLM

	HFL	BTEX
Tipo de Contenedor:	L	L
Tiempo máximo de espera:	14 d	14 d
Conservador:	NA	NA
Volumen de muestras	250g	250g

(V= Vidrio) (P=Plástico) (B=Bolsa) (G= Garrafón) (L=Liner) (VI=Vial Ámbar) (VA= Vidrio Ámbar)
(h=horas) (d=días) (m=meses) (R=Refrigeración) (NA=No Aplica)
(L: Litro) (g: gramo) (Kg: Kilo gramo)

□: HCL 1:1
●: $Na_2S_2O_3$
◊: H_2SO_4 4 mol/L
Δ: HNO_3 Concentrado
#: $K_2Cr_2O_7$ al 20%
Φ: NaOH
F: Formaldehído 10%
Ω: Ácido Suprapuro
†:Disolución
buffer($(NH_4)_2SO_4$ y NH_4OH)
«:H_2SO_4 1:1
¢:HNO3 1:1

No. de Proyecto: 210080173

Contacto de LABSA: Ivonne Gabriel Paz

Contacto del cliente: Jorge Goicoechea

Observaciones

Entrega de Muestras	Entrega de Muestras
Nombre y firma:	Nombre y firma:
Fecha:	Fecha:
Hora:	Hora:

Recibo de muestras	Recibo de muestras
Nombre y firma:	Nombre y firma:
Fecha:	Fecha:
Hora:	Hora:

[redacted]

Sito de Muestreo: Vía ferroviaria Angostura, Saltillo.

Requerimientos especiales: NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 Suelo Industrial

Nombre del laboratorio que recibe las muestras: LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V.

Tipo de muestra: Compuesta= C Simple= S

Preservación Cumple:	Si	X	No
Etiquetado cumple:	Si	X	No

JPLM

Prioridad	
Normal	X
Urgente	
Días	

JPLM

Área sombreada exclusiva de laboratorio

Anexo 7. Reporte de resultados del laboratorio (Muestreo fase 2)

LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V.

LABSA

Servicios Intersec S.A. de C.V.

Atlixco No. 42, Colonia Condesa, Cuauhtémoc, Ciudad de México, C.P. 16140.

INFORME DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO

TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO
AGOSTO-2021

O.S.: 2108225-SISA

LABSA

Toluca, Estado de México
2021-Agosto-16

Servicios Intersec S.A. de C.V.
Atlixco No. 42, Colonia Condesa,
Cuauhtémoc, Ciudad de México, C.P. 06140.

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

At'n. [redacted]

Asunto: INFORME DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO

En relación al muestreo practicado el día 11 de Agosto del presente año en el sitio identificado como: **Vía ferroviaria Angostura, Saltillo.,** nos permitimos informarle lo siguiente:

Las muestras fueron analizadas por LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V., el cual cuenta con acreditación ante la Entidad Mexicana de Acreditación (E.M.A.) y aprobación ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

Los métodos de muestreo y análisis, están referenciados en la Normatividad Nacional, los cuales son indicados en los resultados del análisis.

De acuerdo con los análisis realizados se determina que los parámetros: **Hidrocarburos Fracción Ligera y BTEX NO EXCEDEN** de acuerdo a los Límites Máximos Permisibles bajo la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

El presente informe está integrado por resultados del estudio, cromatogramas, cadena de custodia, acreditación ante la E.M.A., aprobación ante PROFEPA, además cuenta con holograma de seguridad, sello de relieve y código QR.

Agradecemos su interés en nuestros servicios y esperamos poder atenderle en futuras ocasiones.

Atentamente.

M.A.E. Ivonne Gabriel Paz
Dirección General

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel: (722) 273 1275 Email: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

Hidrocarburos en Suelos

Con relación a los Hidrocarburos en suelo analizados para la Fracción Ligera y BTEX´S, bajo los métodos NMX-AA-105-SCFI-2014 y NMX-AA-141-SCFI-2014, Bajo los criterios de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 respectivamente, presentamos a continuación los valores obtenidos:

Identificación de la Muestra	Resultado Hidrocarburos en Suelos (mg/kg)	Incertidumbre (±)	*Límites Máximos Permisibles		
			Fracción (pm)	Industrial Y Comercial	Cumplimiento
V-4 0.5	381.30	37.589	Ligera (C5-C10) 60-170 °C	500	CUMPLE
V.4 1.0	101.10	9.966			CUMPLE
V-3 0.5	84.20	8.300			CUMPLE
V-3 1.0	< L.C.	-			CUMPLE
V-2 0.5	63.10	6.220			CUMPLE
V-2 1.0	< L.C.	-			CUMPLE
V-2 1.0 DUP	< L.C.	-			CUMPLE
V-1 0.5	54.20	5.343			CUMPLE
V-1 1.0	18.30	1.804			CUMPLE
V-6 0.5	46.30	4.564			CUMPLE
V-6 0.5 DUP	44.50	4.387			CUMPLE
V-6 1.0	< L.C.	-			CUMPLE
V-5 0.5	12.10	1.193			CUMPLE
V-5 1.0	< L.C.	-			CUMPLE

*Límites Máximos Permisibles con base a la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel: (722) 273 1275 Email: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

BTEX´S

A continuación se presenta la tabla comparativa de estos parámetros:

Identificación de la Muestra	Parámetro	Resultado (mg/kg)	Incertidumbre (±)	*Límites Máximos Permisibles	
				Industrial Y Comercial	Cumplimiento
V-4 0.5	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	< L.C.	-	100	CUMPLE
	Etilbenceno	< L.C.	-	25	CUMPLE
	Xilenos	< L.C.	-	100	CUMPLE
V.4 1.0	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	< L.C.	-	100	CUMPLE
	Etilbenceno	< L.C.	-	25	CUMPLE
	Xilenos	< L.C.	-	100	CUMPLE
V-3 0.5	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	< L.C.	-	100	CUMPLE
	Etilbenceno	< L.C.	-	25	CUMPLE
	Xilenos	< L.C.	-	100	CUMPLE
V-3 1.0	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	< L.C.	-	100	CUMPLE
	Etilbenceno	< L.C.	-	25	CUMPLE
	Xilenos	< L.C.	-	100	CUMPLE
V-2 0.5	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	< L.C.	-	100	CUMPLE
	Etilbenceno	< L.C.	-	25	CUMPLE
	Xilenos	< L.C.	-	100	CUMPLE
V-2 1.0	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	< L.C.	-	100	CUMPLE
	Etilbenceno	< L.C.	-	25	CUMPLE
	Xilenos	< L.C.	-	100	CUMPLE
V-2 1.0 DUP	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	< L.C.	-	100	CUMPLE
	Etilbenceno	< L.C.	-	25	CUMPLE
	Xilenos	< L.C.	-	100	CUMPLE
V-1 0.5	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	< L.C.	-	100	CUMPLE
	Etilbenceno	< L.C.	-	25	CUMPLE
	Xilenos	< L.C.	-	100	CUMPLE

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel: (722) 273 1275 Email: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

Identificación de la Muestra	Parámetro	Resultado (mg/kg)	Incertidumbre (±)	*Límites Máximos Permisibles	
				Industrial Y Comercial	Cumplimiento
V-1 1.0	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	< L.C.	-	100	CUMPLE
	Etilbenceno	< L.C.	-	25	CUMPLE
	Xilenos	< L.C.	-	100	CUMPLE
V-6 0.5	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	< L.C.	-	100	CUMPLE
	Etilbenceno	< L.C.	-	25	CUMPLE
	Xilenos	< L.C.	-	100	CUMPLE
V-6 0.5 DUP	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	< L.C.	-	100	CUMPLE
	Etilbenceno	< L.C.	-	25	CUMPLE
	Xilenos	< L.C.	-	100	CUMPLE
V-6 1.0	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	< L.C.	-	100	CUMPLE
	Etilbenceno	< L.C.	-	25	CUMPLE
	Xilenos	< L.C.	-	100	CUMPLE
V-5 0.5	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	< L.C.	-	100	CUMPLE
	Etilbenceno	< L.C.	-	25	CUMPLE
	Xilenos	< L.C.	-	100	CUMPLE
V-5 1.0	Benceno	< L.C.	-	15	CUMPLE
	Tolueno	< L.C.	-	100	CUMPLE
	Etilbenceno	< L.C.	-	25	CUMPLE
	Xilenos	< L.C.	-	100	CUMPLE

*Límites Máximos Permisibles con base a la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel: (722) 273 1275 Email: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

LABSA

ANEXO

INFORME DE LABORATORIO

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel.: (722) 273 12 75 E-mail.: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

LABSA

INFORME FINAL DE RESULTADOS DE PRUEBA

O.T. DE LABORATORIO: 121080191

DATOS DEL CLIENTE

RAZÓN SOCIAL: Servicios Intersec S.A. de C.V.

DIRECCIÓN: Atlixco No. 42, Colonia Condesa, Cuauhtémoc, Ciudad de México, C.P. 06140.

ATENCIÓN: [redacted]

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

DATOS DEL MUESTREO

FECHA DE MUESTREO: 2021-08-11

O.T. DE MUESTREO: 210080173

DATOS DE LA(S) MUESTRA(S)

INFORMACIÓN DE LA(S) MUESTRA(S): Las muestras fueron entregadas a nuestro laboratorio el día 2021-08-13 po[redacted]

LAPSO DE ANÁLISIS: 2021-08-13 al 2021-08-16

FECHA DE INFORME: 2021-08-16

SITIO DE MUESTREO: Vía ferroviaria Angostura, Saltillo.

PARÁMETRO(S)	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S)				MÉTODO DE REFERENCIA	REALIZADO
	V-4 0.5	I (±)	V.4 1.0	I (±)		
	2108132340		2108132341			
HFL (mg/Kg)	381.30	37.589	101.10	9.966	NMX-AA-105-SCFI-2014	JGM/JMC
(Benceno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Tolueno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Etilbenceno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Xilenos) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

PARÁMETRO(S)	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S)				MÉTODO DE REFERENCIA	REALIZADO
	V-3 0.5	I (±)	V-3 1.0	I (±)		
	2108132342		2108132343			
HFL (mg/Kg)	84.20	8.300	< L.C.	-	NMX-AA-105-SCFI-2014	JGM/JMC
(Benceno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Tolueno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Etilbenceno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Xilenos) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel: (722) 273 1275 Email: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

PARÁMETRO(S)	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S)				MÉTODO DE REFERENCIA	REALIZADO
	V-2 0.5	I (±)	V-2 1.0	I (±)		
	2108132344		2108132345			
HFL (mg/Kg)	63.10	6.220	< L.C.	-	NMX-AA-105-SCFI-2014	JGM/JMC
(Benceno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Tolueno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Etilbenceno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Xilenos) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

PARÁMETRO(S)	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S)				MÉTODO DE REFERENCIA	REALIZADO
	V-2 1.0 DUP	I (±)	V-1 0.5	I (±)		
	2108132346		2108132347			
HFL (mg/Kg)	< L.C.	-	54.20	5.343	NMX-AA-105-SCFI-2014	JGM/JMC
(Benceno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Tolueno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Etilbenceno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Xilenos) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

PARÁMETRO(S)	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S)				MÉTODO DE REFERENCIA	REALIZADO
	V-1 1.0	I (±)	V-6 0.5	I (±)		
	2108132348		2108132349			
HFL (mg/Kg)	18.30	1.804	46.30	4.564	NMX-AA-105-SCFI-2014	JGM/JMC
(Benceno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Tolueno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Etilbenceno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Xilenos) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel: (722) 273 1275 Email: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

PARÁMETRO(S)	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S)				MÉTODO DE REFERENCIA	REALIZADO
	V-6 0.5 DUP	I (±)	V-6 1.0	I (±)		
	2108132350		2108132351			
HFL (mg/Kg)	44.50	4.387	< L.C.	-	NMX-AA-105-SCFI-2014	JGM/JMC
(Benceno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Tolueno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Etilbenceno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Xilenos) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

PARÁMETRO(S)	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S)				MÉTODO DE REFERENCIA	REALIZADO
	V-5 0.5	I (±)	V-5 1.0	I (±)		
	2108132352		2108132353			
HFL (mg/Kg)	12.10	1.193	< L.C.	-	NMX-AA-105-SCFI-2014	JGM/JMC
(Benceno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Tolueno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Etilbenceno) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC
(Xilenos) (mg/Kg)	< L.C.	-	< L.C.	-	NMX-AA-141-SCFI-2014	JGM/JMC

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

OBSERVACIONES			
PARÁMETRO(S)	LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN O MÍNIMO A CUANTIFICAR*	NORMA	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE (L.M.P.)
HFL	7.5793 mg/kg	NMX-AA-105-SCFI-2014	• Industrial y Comercial: 500 mg/kg.
BTEX´S	Benceno: 0.0317 mg/Kg Tolueno: 0.0113 mg/Kg Etilbenceno: 0.0243 mg/kg o,p-Xilenos: 0.0348 mg/Kg m-Xileno: 0.0235 mg/kg	NMX-AA-141-SCFI-2014	Industrial y Comercial: • Benceno: 15 mg/Kg. • Tolueno: 100 mg/Kg. • Etilbenceno: 25 mg/kg. • Xilenos: 100 mg/kg.

Ing. José Guzmán Martínez

Aseguramiento de Calidad

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel: (722) 273 1275 Email: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

LABSA

ANEXO

CADENA DE CUSTODIA

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel.: (722) 273 12 75 E-mail.: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V.
CADENA DE CUSTODIA

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel: (722) 273 1275
[redacted]

LABSA **O.T. Lab.:** 121080191 **Identificación:** FR-SGC-19.01 **Revisión:** 7 **Fecha de última revisión:** 2019-09-03 **Inicio de Vigencia:** 2013-01-01

Datos del Cliente

Razón Social: Servicios Intersec S.A. de C.V.

Dirección: Atlixco No.42, Colonia Condesa, Cuauhtémoc, Ciudad de México, C.P. 06140.

Giro: Ambiental

Atención: [redacted]

Tel/e-mail: [redacted]

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

Tipo de análisis Requerido

Identificación de la muestra	Código de la muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Matriz	No. de Contenedores	HFL	BTEX	Tipo de muestra	Condiciones de preservación	Temperatura 4°C (+/- 2°C)	Observaciones
V-4 0.5	2108132340	2021-08-11	10:40	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
V-4 1.0	2341	2021-08-11	10:50	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
V-3 0.5	2342	2021-08-11	11:12	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
V-3 1.0	2343	2021-08-11	11:18	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
V-2 0.5	2344	2021-08-11	11:28	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
V-2 1.0	2345	2021-08-11	11:54	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
V-2 1.0 DUP	2346	2021-08-11	11:54	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
V-1 0.5	2347	2021-08-11	12:30	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
V-1 1.0	2348	2021-08-11	12:45	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
V-6 0.5	2349	2021-08-11	12:48	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
V-6 0.5 DUP	2350	2021-08-11	12:48	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
V-6 1.0	2351	2021-08-11	12:50	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
V-5 0.5	2352	2021-08-11	13:00	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
V-5 1.0	2353	2021-08-11	13:05	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
Blanco de Campo	2354	2021-08-11	13:15	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	
Blanco de Viaje	2355	2021-08-11	13:15	Suelo	1	X	X	S	R	4°C	

JPLM JPLM JPLM JPLM JPLM

(V= Vidrio) (P=Plástico) (B=Bolsa) (G= Garrafón) (L=Liner) (VI=Vial Ámbar) (VA= Vidrio Ámbar)	Tipo de Contenedor:	L L
(h=horas) (d=días) (m=meses) (R=Refrigeración) (NA=No Aplica)	Tiempo máximo de espera:	14 d 14 d
	Conservador:	NA NA
(L: Litro) (g: gramo) (Kg: Kilo gramo)	Volumen de muestras	250g 250g

□: HCL 1:1
●: $Na_2S_2O_3$
◊: H_2SO_4 4 mol/L
Δ: HNO_3 Concentrado
#: $K_2Cr_2O_7$ al 20%
Φ: NaOH
F: Formaldehído 10%
Ω: Ácido Suprapuro
†:Disolución
buffer($(NH_4)_2SO_4$ y NH_4OH)
«:H_2SO_4 1:1
¢:HNO3 1:1

No. de Proyecto: 210080173

Contacto de LABSA: Ivonne Gabriel Paz

Contacto del cliente: Jorge Goicoechea

Observaciones

Entrega de Muestras	Entrega de Muestras
Nombre y firma:	Nombre y firma:
Fecha:	Fecha:
Hora:	Hora:

Recibo de muestras	Recibo de muestras
Nombre y firma:	Nombre y firma:
Fecha:	Fecha:
Hora:	Hora:

[redacted]

Sito de Muestreo: Vía ferroviaria Angostura, Saltillo.

Requerimientos especiales: NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 Suelo Industrial

Nombre del laboratorio que recibe las muestras: LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V.

Tipo de muestra

Compuesta= C Simple= S

Preservación Cumple:	Si	X	No
Etiquetado cumple:	Si	X	No

JPLM

Prioridad

Normal	X
Urgente	
Días	

JPLM

LABSA

ANEXO

PLAN DE MUESTREO

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel.: (722) 273 12 75 E-mail.: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

FORMATO PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MUESTREO

Identificación: FR-MTA-018.1
Revisión: 7
Fecha de última revisión: 2020-01-20
Inicio de Vigencia: 2013-01-01

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

Fecha: 2021-08-10
Lugar : Saltillo, Coahuila
O.T.: 210080173

Información General

Razón Social: Servicios Intersec S.A. de C.V.

Dirección: Atlixco No.42, Colonia Condesa, Cuauhtémoc, Ciudad de México, C.P. 06140.

Giro: Ambiental

Contacto: [redacted] Correo electrónico: [redacted] Teléfono: [redacted]

Descripción breve del problema: Fisura de gasolina de carro tanque. JPCR

Origen de la contaminación: Gasolina de carrotanque. JPCR

Objetivo del muestreo: Se realizará muestreo y análisis, para determinar la presencia o ausencia de hidrocarburos en zona de impacto, con base en los lineamientos de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Para HFL y BTEX.

Sitio de Muestreo: Vía ferroviaria Angostura, Saltillo. JPCR

Necesidad del estudio: [X] Requerimiento de la Autoridad [ ] Control Interno Otro: JPCR

Personal involucrado en el proyecto y sus responsabilidades y actividades.

Ingeniero de proyecto (Signatario): Juan Carlos Alcantara Benitez

Responsabilidades y actividades:

	Actividades	Tiempo estimado de ejecución
X	Recabar información con el cliente de las causas que originaron la contaminación en el sitio.	15 minutos
X	Realizar el reconocimiento físico en el sitio de muestreo para plantear la estrategia de muestreo.	20 minutos
X	Seleccionar el número de puntos de muestreo de acuerdo al área contaminada establecida en la norma.	5 minutos
X	Realizar la ubicación de los puntos de muestreo con la ayuda del localizador en el sitio.	20 minutos
X	Establecer los parámetros que deben analizarse en el laboratorio en función del producto contaminante establecido en la tabla 1 de la norma.	5 minutos
X	Establecer los niveles de profundidad (cuando no estén determinadas por el responsable de caracterizar el sitio) de los puntos de muestreo.	15 minutos

	Actividades	Tiempo estimado de ejecución
X	Vigilar el cumplimiento de los niveles de perforación en el suelo para la toma de muestras en los puntos establecidos en el plan de muestreo	1 día
X	Establecer los criterios de aseguramiento de calidad y establecidos en el plan de muestreo y vigilar su cumplimiento.	10 minutos
X	Realizar el llenado de los formatos de campo, etiquetas, cadena de custodia.	20 minutos
X	Vigilar el cumplimiento de empacado y preservación de la muestras con hielo.	10 minutos
X	Establecer la estrategia de envío de muestras al laboratorio.	10 minutos

JPCR

Técnico de Campo: José Alfonso Carteño Ramírez

Técnico de Campo: JPCR

	Actividades	Tiempo estimado de ejecución
X	Realizar la descontaminación del equipo de perforación (hand auger) y muestreo, antes de cada toma de muestra.	3 minutos
X	Realizar la perforación del suelo en los puntos establecidos en el plan de muestreo.	10 minutos
X	Realizar la preservación de las muestras tomadas en sitio y vigilar la misma hasta la entrega de muestras en el laboratorio.	10 minutos
X	En ausencia del ingeniero de proyecto, debe de cumplir sus actividades antes mencionadas.	1 día

Características del sitio para la planeación del muestreo.

Superficie del polígono (ha): 0.1 ha Área de suelo a muestrear (ha): 0.08 ha

Profundidad de interés (m): 0.5 m y 1.0 m

Condiciones en que se tomará la muestra: Día soleado JPCR

Uso de Suelo Predominante: Suelo Industrial

FORMATO PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MUESTREO

LABSA

Identificación: FR-MTA-018.1
Revisión: 7
Fecha de última revisión: 2020-01-20
Inicio de Vigencia: 2013-01-01

Croquis de ubicación del sitio (localización geográfica y vías de acceso):

Se Anexa Croquis

Procedimiento y/o criterio a emplear para el muestreo y análisis: JPCN

LBS-MTA-018 Método para la toma de muestra de suelo contaminado con hidrocarburos derivados del petróleo de acuerdo a la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012

Criterios para el muestreo:

Forma de realizar el muestreo:

Simple [X]

Método de muestreo:

Estadístico [ ] JPCN Dirigido [X]

Tipo de Muestreo:

Aleatorio [ ] Aleatorio Simple [ ]
Sistemático [ ] Estratificado [ ] JPCN
Otros [ ] JPCN

Técnica de Muestreo:

Manual [X] Mecánica [ ] JPCN

Tiempo estimado: 1 día

Tipo de hidrocarburo derramado: Derrame de Gasolina

Parámetros a analizar para la(s) muestra(s) tomada(s):

Fracción Ligera	BTEX	Fracción Media	Fracción Pesada	HAP
X	X	-	-	-

Numero de puntos a muestrear y la profundidad: 6 puntos a profundidad de : 0.5 m y 1.0 m

Justificación de la profundidad: A petición del cliente. JPCN

No. de muestras a tomar	Tipo de recipiente contenedor de la muestra		Volumen de muestra
12	Liner de PVC de 2 " de 250 mL con tapa de teflón	X	250 gramos
	Frasco de vidrio ámbar de 250 mL con contratapa de teflón	-	250 gramos

No. de muestras de aseguramiento de Calidad	Tipo de recipiente contenedor de la muestra		Volumen de muestra
2	Liner de PVC de 2 " de 250 mL con tapa de teflón	X	250 gramos
	Frasco de vidrio ámbar de 250 mL con contratapa de teflón	-	250 gramos

Es pasivo ambiental Si [ ] JPCN No [-]

Si es pasivo ambiental, recopilar antecedentes históricos, elementos geológicos e hidrogeológicos: N/A JPCN

Croquis del sitio con sus puntos de muestreo:

Se Anexa Croquis

Se anexa plano georeferenciado en coordenadas UTM (tamaño mínimo 60cm x 90 cm), donde se indica la superficie del polígono del sitio, la ubicación de los puntos de muestreo, las vías de acceso al sitio, así como edificaciones y estructuras en el sitio.

Justificación de la ubicación de los puntos de muestreo: A petición del cliente

JPCM

Equipo, materiales y reactivos a utilizar:

X	Muestreador hand auger	X	Martillo	X	Bitácora de muestreador	X	Bolígrafos (negra, azul, roja)
-	Perforadora mecánica (opcional)	X	Barreta	X	Etiquetas y sellos	X	Plumón de tinta indeleble
X	Geoposicionador	X	Llave perica	X	Cadena de custodia	X	Recipiente para muestras
X	Cámara fotográfica	X	Cucharón/cuchara de acero inoxidable	X	Hojas de campo	X	Cubeta
X	Espátula de acero inoxidable	X	Charola de acero inoxidable	X	Plan de muestreo	X	Bolsas para basura
X	Cepillo cerdas duras de plástico	X	Martinete (opcional)	X	Cinta adhesiva	X	Agua purificada (garrafón)
X	Pala	X	Guantes de látex	X	Hieleras	X	Agua potable
X	Flexómetro	X	Papel absorbente	X	Guantes de carnaza/blutoff	X	Jabón libre de fosfatos
X	Blanco de Campo y Viaje (Suelo)	Otro:					

JPCM

Medidas de aseguramiento de Calidad:	Si	No	No Aplica
*Lavado de material entre tomas (ver procedimiento)	X		
Uso de material nuevo	X		
Etiquetas	X		
Sellos	X		
Duplicados de campo	X		
Conservación adecuada de las muestras	X		
Cadena de custodia	X		
Bitácora	X		
Procedimiento	X		

JPCM

FORMATO PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MUESTREO

Identificación: FR-MTA-018.1
Revisión: 7
Fecha de última revisión: 2020-01-20
Inicio de Vigencia: 2013-01-01

Especificación de la identificación de las muestras: Las muestras deberán estar etiquetadas y selladas con base en la ID propocionada por el cliente.

JPCL

Requisitos de traslado:

Conservador	Hielo
Empacado y flejado en hileras	Sí
Preservación de muestra(s) a <4 °C	Sí

***PROCEDIMIENTO DE LAVADO DE MATERIAL**

1.- El primer tiempo consiste en remover todos los residuos de suelo impregnados en ellos, con el uso de los materiales de limpieza (cepillo de cuerdas duras de plástico espátulas , etc.).

2.- En el segundo, se introduce el material y/o equipo al primer recipiente (cubeta) previamente preparado con agua potable y jabón libre de fosfatos para su lavado con el uso de cepillos.

3.- En el tercero se enjuaga el material y/o equipo con agua purificada.

4.- En el cuarto, nuevamente se enjuaga el material y/o equipo con agua purificada.

5.- En el quinto, finalmente se seca con el papel absorbente.

	Medidas y equipo de seguridad:
X	Acordonar el área
X	Casco de seguridad
X	Botas de seguridad
X	Traje tyvek (opcional)
X	Overol
X	Lentes de seguridad
	Tapones auditivos (opcional)
JPCL	Mascarilla con filtro para vapores orgánicos
X	Chaleco anti-reflejante (opcional)

Logística a realizar en campo.

Fecha y hora estimada de llegada de personal de LABSA al sitio de muestreo: 2021-08-11 a las 09:00 h.

Persona o dependencia que recibirá en sitio de muestreo: Personal de Intersec, Ingeniero de Seguridad.

Fecha y hora estimada de inicio de muestreo: 2021-08-11 a las 09:30 h.

Fecha y hora estimada para concluir el muestreo: 2021-08-11 a las 13:30 h.

Observaciones adicionales: En caso de no concluir el muestreo se continuará al día siguiente.

Descripción de las actividades de muestreo:	Si	No	No aplica
Se preparará y colocará blanco de campo y de viaje.	X		
Se preparará y armará el equipo hand auger.	X		
Se lavará el equipo de muestreo, antes de cada toma de muestra.	X		
Se realizará la toma de muestra en recipientes adecuados de acuerdo al tipo de analito.	X		
Se colocará sello y etiqueta a la muestra.	X		
Se tomará registro de la coordenada UTM del punto de muestreo.	X		
Se registrará la toma muestra en hoja de campo.	X		
Se registrará la muestra en cadena de custodia.	X		
Se resguardará la muestra tomada en hilera con hielo a 4°C.	X		

JPCL

Registro de incidencias y desviaciones del plan de muestreo: Derivado de las condiciones del sitio, puede demorar el tiempo de ejecución.

JPCL

[redacted]

[redacted]

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

LABSA

ANEXO

FORMATO DE CAMPO

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel.: (722) 273 12 75 E-mail.: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

FORMATO DE CAMPO PARA MUESTREO DE SUELO

LABSA

Identificación: FR-MTA-018.2
Revisión: 6
Fecha de última revisión: 2020-01-20
Inicio de Vigencia: 2013-01-01

O.T.: 210080173

Sitio de Muestreo: Vía ferroviaria Angostura, Saltillo.

No.	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Identificación de la muestra	Profundidad (m)	Localización GPS (UTM)			Características físicas de la muestra
					Zona y Banda	Metros Este	Metros Norte	
1	2021-08-11	10:40	V-4 0.5	0.50	14R	294358	2806425	Suelo arcilloso color café con ligero olor a hidrocarburo
2	2021-08-11	10:50	V-4 1.0	1.00	14R	294358	2806425	Suelo arcilloso color café con ligero olor a hidrocarburo
3	2021-08-11	11:12	V-3 0.5	0.50	14R	294351	2806415	Suelo arcilloso color café con ligero olor a hidrocarburo
4	2021-08-11	11:18	V-3 1.0	1.00	14R	294351	2806415	Suelo arcilloso color café sin olor a hidrocarburo
5	2021-08-11	11:28	V-2 0.5	0.50	14R	294347	2806403	Suelo arcilloso color café con ligero olor a hidrocarburo
6	2021-08-11	11:54	V-2 1.0	1.00	14R	294347	2806403	Suelo arcilloso color café sin olor a hidrocarburo
7	2021-08-11	11:54	V-2 1.0 DUP	1.00	14R	294347	2806403	Suelo arcilloso color café sin olor a hidrocarburo
8	2021-08-11	12:30	V-1 0.5	0.50	14R	294343	2806392	Suelo arcilloso color café con ligero olor a hidrocarburo
9	2021-08-11	12:45	V-1 1.0	1.00	14R	294343	2806392	Suelo arcilloso color café con ligero olor a hidrocarburo
10	2021-08-11	12:48	V-6 0.5	0.50	14R	294376	2806387	Suelo arcilloso color café con ligero olor a hidrocarburo
11	2021-08-11	12:48	V-6 0.5 DUP	0.50	14R	294376	2806387	Suelo arcilloso color café con ligero olor a hidrocarburo
12	2021-08-11	12:50	V-6 1.0	1.00	14R	294376	2806387	Suelo arcilloso color café sin olor a hidrocarburo
13	2021-08-11	13:00	V-5 0.5	0.50	14R	294364	2806424	Suelo arcilloso color café con ligero olor a hidrocarburo
14	2021-08-11	13:05	V-5 1.0	1.00	14R	294365	2806425	Suelo arcilloso color café sin olor a hidrocarburo
15	2021-08-11	13:15	Blanco de Campo	-	-	-	-	-
16	2021-08-11	13:15	Blanco de Viaje	-	-	-	-	-
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

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

Desviaciones de acuerdo a [redacted] iones durante el muestreo

[redacted]

Técnico de Campo (Nombre y Firma)

LABSA

ANEXO

PLANOS CON COORDENADAS

DE

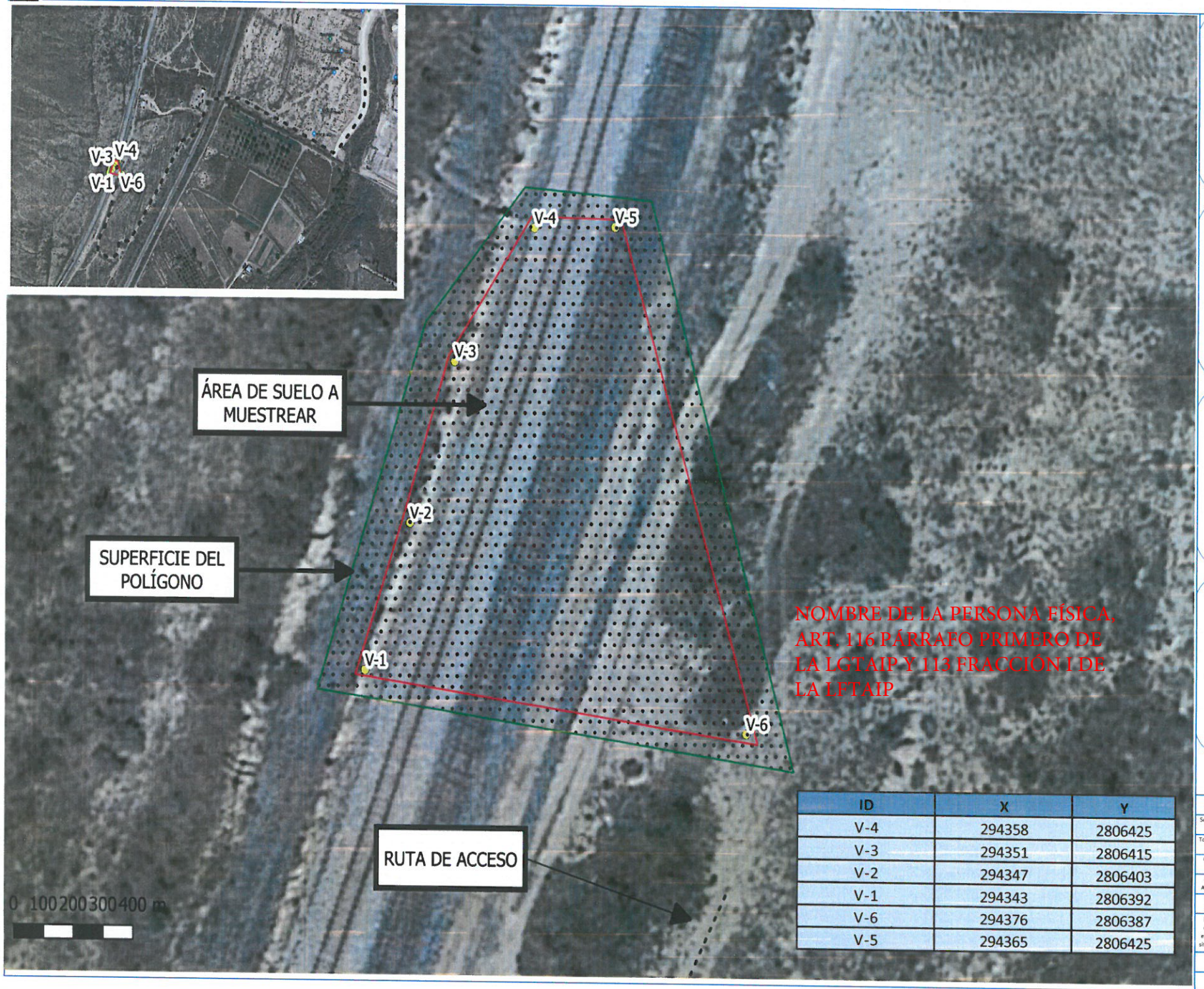
MUESTREO

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel.: (722) 273 12 75 E-mail.: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

LABSA

Vía ferroviaria Angostura, Saltillo.

O.T.: 210080173



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

ID	X	Y
V-4	294358	2806425
V-3	294351	2806415
V-2	294347	2806403
V-1	294343	2806392
V-6	294376	2806387
V-5	294365	2806425

Vías de Acceso

Leyendas

- Punto de Muestreo
- Polígono área de muestreo
- Vías de acceso Principal
- Delegación o Municipio
- Ruta de Acceso

NOTAS:

A) La imagen representada en el plano, es solo con fines de referencia. Por lo tanto, pueden existir variaciones en la zona donde se obtuvo dicha imagen.

Fuente: Google Earth

B) Se anexa tabla con coordenadas de los sitios de muestreo

INFORMACIÓN ADICIONAL

Datum: WGS84

Proyección UTM: 14R

Municipio: Saltillo, Coahuila

Entidad Federativa: Coahuila de Zaragoza

Razón Social:	Servicios Intersec S.A. de C.V.
Superficie de Área de Estudio:	0.08 ha
Total de Puntos de Muestreo:	6
Calle de Acceso Principal:	Vía ferroviaria Angostura, Saltillo.
Referencias de Acceso Principal:	Vía ferroviaria Angostura, Saltillo.
Uso del suelo predominante	Suelo Industrial
Descripción de edificaciones y estructuras en el sitio de muestreo:	Vías ferroviaria y parcelas.
Fecha:	2021-08-11
Elaboró:	[redacted]

LABSA

ANEXO

ACREDITACIÓN

Y

APROBACIÓN

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel.: (722) 273 12 75 E-mail.: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

Acreditaciones y Aprobaciones

Números proporcionados por la Entidad Mexicana de Acreditación **(EMA)**

- Acreditación 18LP3466 en Residuos — EMA número: R-0549-029/14
- Acreditación 18LP3389 en Agua — Ema número: AG-0710-074/16
- Acreditación 15LP0039 en Ambiente Laboral — EMA número: AL-0696-047/15
- Acreditación 17LP2383 en Fuentes Fijas — EMA número: FF-0693-062/15

Aprobaciones **PROFEPA**

- Aprobación No. PFPA-APR-LP-RS-004ª/2017 — Oficio: PFPA/1/2S.1/0375/2016
- Aprobación No. PFPA-APR-LP-RS-04-MS/2018 — Oficio: PFPA/1/2S.1/1518/2018

Aprobación **CONAGUA**

- Aprobación No. CNA-GCA-1881

Aprobación **STPS**

- Aprobación No. LP-STPS/AL-0696-047/2015

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200
Tel: (722) 273 1275 Email: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

Anexo 8. Soporte fotográfico

INTERSEC
INGENIERÍA PARA EL PLANETA

Proyecto: Caracterización por derrame de gasolina en Viñedo Los Álamos, Saltillo, Coahuila	**Preparado para:** Kansas City Southern de México
Acontecimiento: Soporte fotográfico de trabajos ejecutados	**Fecha**: Septiembre de 2021

Delimitación del polígono de estudio

Figura 1. Acotamiento del polígono con cinta precautoria, lado este

Figura 2. Acotamiento del polígono con cinta precautoria, lado sur

Muestreo manual con equipo Hand Auger y análisis químico con PetroFLAG

Figura 3. Perforación mecánica manual

Figura 4. Evidencia de perforaciones en área de vías

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

Figura 5. Verificación de profundidad con flexómetro

Figura 6. Lavado de equipo durante la actividad

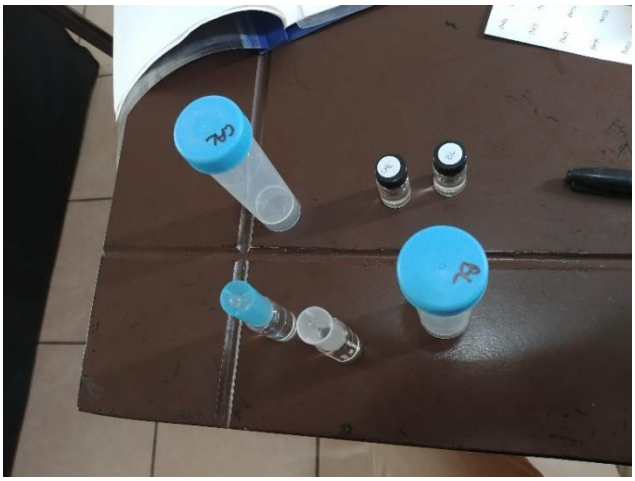


Figura 7. Calibración del equipo antes del análisis

Figura 8. Menú de selección de curva y factor

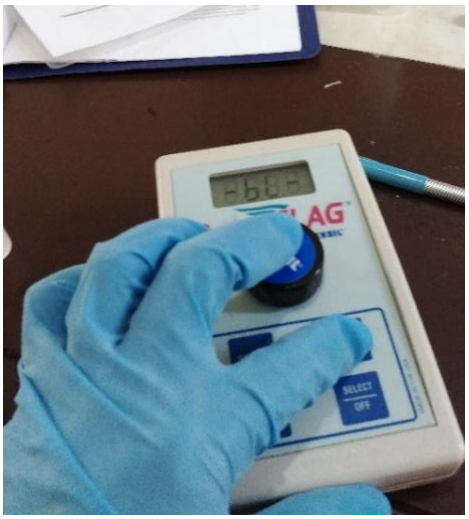


Figura 9. Uso de blanco

Figura 10. Lectura del blanco

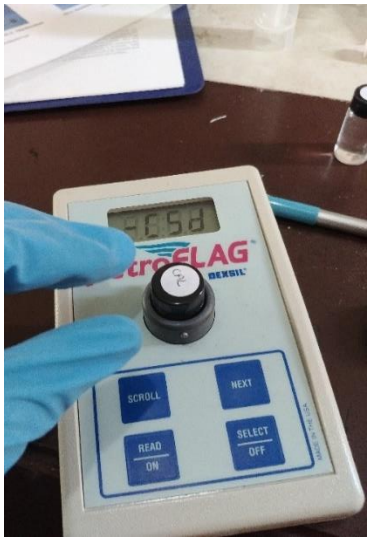


Figura 11. Uso del calibrador

Figura 12. Lectura del calibrador

Figura 13. Filtrado del proceso de extracción con jeringa

Figura 14. Llenado del vial con la mezcla filtrada

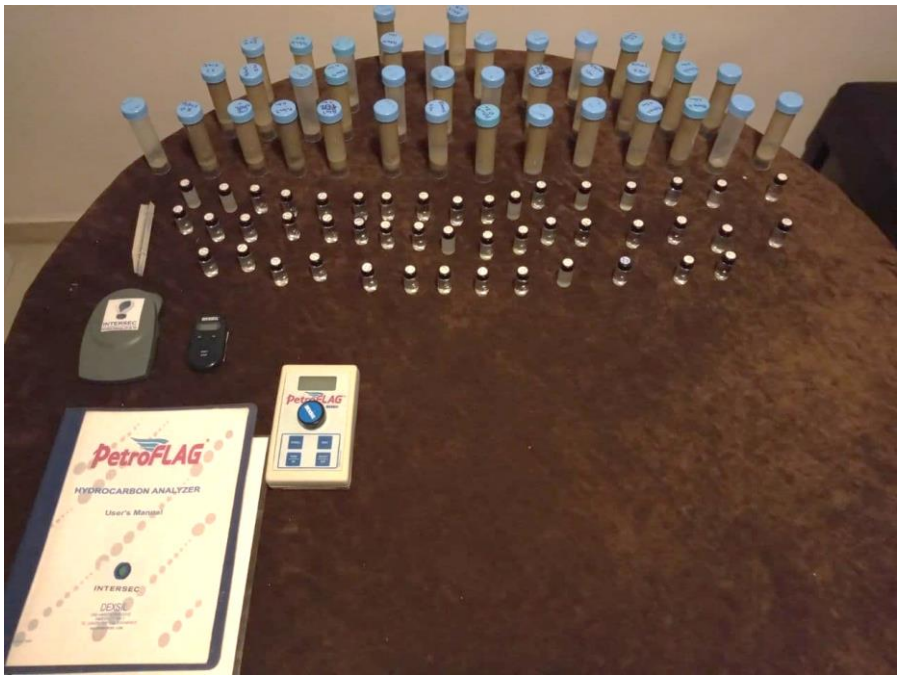


Figura 15. Viales y tubos mezcladores utilizados en las pruebas

Figura 16. Concentración resultante de la muestra "Petro14" a 0.5 m

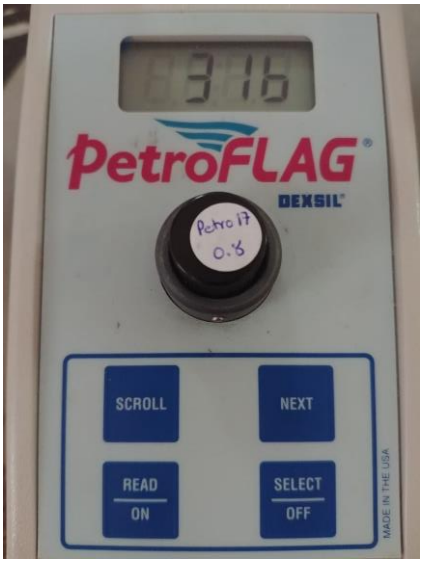


Figura 17. Concentración resultante de la muestra "Petro17" a 0.8 m

Figura 18. Concentración resultante de una muestra

Figura 19. Muestra analizada fuera de rango de detección

con Georradar y TRE

Figura 20. Señalización de inicio y final de trayectorias

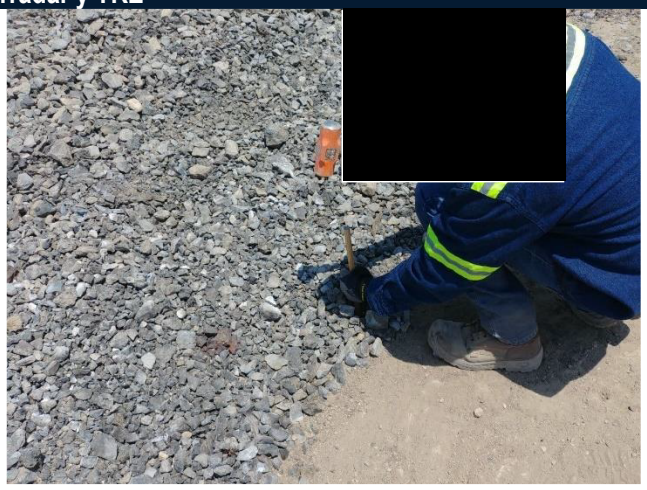


Figura 21. Señalización de inicio y final de trayectorias

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

Figura 22. Inicio de recorrido de línea desde marca

Figura 23. Identificación de línea "L2"

Figura 24. Identificación de línea "L1i"

Figura 25. Recorrido de trayectorias

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

Figura 26. Exploración de la zona al costado de vías

Figura 27. Programación de la tomografía desde la consola ARES II

Figura 28. Conexión de cables para inyección de corriente y lectura

Figura 29. Conexión de cables y electrodos

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

Figura 30. Tendido de exploración con TRE en costado este de vías

Toma de muestras para su envío y análisis con laboratorio acreditado (fase 1)

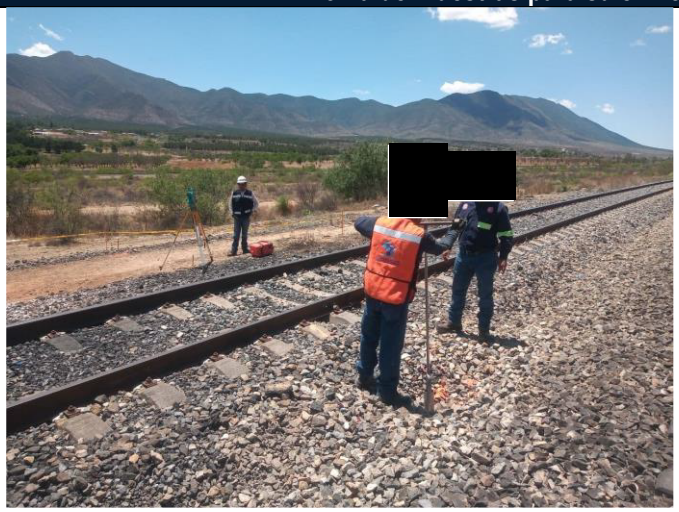


Figura 31. Muestreo con Hand Auger en área entre vías

Figura 32. Toma de muestras en zona este

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

Figura 33. Identificación de muestra

Figura 34. Toma de muestras al costado este de las vías

Figura 35. Etiquetado y preservación de las muestras

Figura 36. Uso de martillo rotativo para profundizar

Toma de muestras para su envío y análisis con laboratorio acreditado (fase 2)

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

Figura 37. Toma de muestras en costado oeste de las vías

Figura 38. Uso de equipo mecánico-eléctrico para profundizar

Figura 39. Obtención de muestra de suelo

Figura 40. Recolección de muestra en recipiente etiquetado

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

Figura 41. Final del recorrido de la trayectoria marcada

Levantamiento topográfico

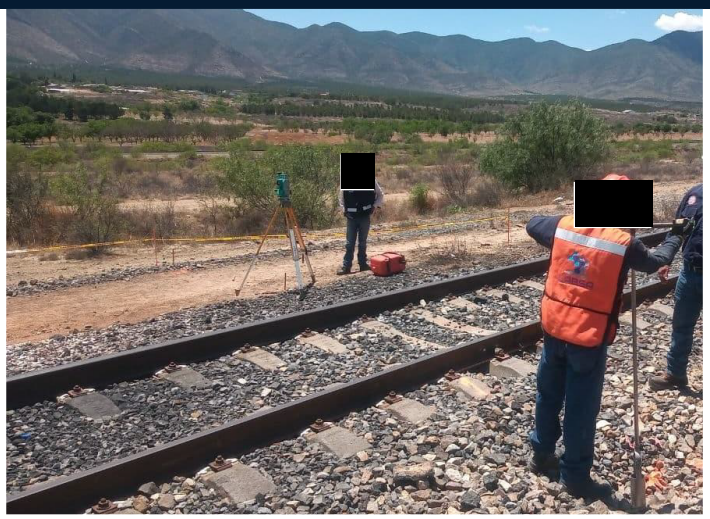


Figura 42. Levantamiento topográfico durante muestreo

Figura 43. Mediciones con estación total

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

Figura 44. Estación total en área despejada para mediciones

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

Propuesta de remediación ambiental por método de bioventeo y extracción de vapores *insitu* en Viñedo Los Álamos, Saltillo, Coahuila

Modalidad – A

Emergencia ambiental

Preparado para:

Kansas City Southern de México S.A. de C.V.

CDMX, septiembre de 2021

Atlixco No. 42, Col. Condesa, Del. Cuauhtémoc
Ciudad de México, C.P. 06140 | Tel. (55) 5207-6738 / (55) 5207-6895

Contenido

1. Introducción 6
2. Antecedentes 9
3. Objetivos 11
4. Contexto geográfico 12
4.1. Localización 12
5. Descripción de la propuesta de remediación 14
5.1. Áreas y volúmenes de suelo a tratar 14
5.2. Niveles de limpieza 14
6. Técnicas y tecnologías de remediación de suelo propuestas 16
6.1. Bioventeo 16
6.2. Extracción de vapores 20
7. Descripción de actividades a realizar 22
7.1. Delimitación de áreas afectadas para seguridad del sitio 22
7.2. Elaboración de pruebas para determinación de radio de influencias 22
7.3. Perforación de suelo para instalación de pozos de extracción de vapores y bioventeo 29
7.4. Instalación de pozos 31
7.5. Instalación de ramaleo y sistema de tratamiento 36
7.6. Instalación de sistema de inyección de aire (bioventeo) 36
7.7. Instalación de sistema de extracción de vapores 37
7.8. Levantamiento topográfico 37
7.9. Tratamiento de suelo impactado con Fracción Ligera, mediante los procesos de extracción de vapores y bioventeo 40
7.10. Monitoreo del proceso de remediación 42
7.11. Muestreo Intermedio durante el proceso de remediación de suelos y 44
7.11.1. Equipo de muestreo a utilizar y su procedimiento de lavado 46
7.11.2. Equipo de muestreo a utilizar y su procedimiento de lavado 47
7.11.3. Tipos de recipientes y preservación de las muestras 48
7.11.4. Medidas de seguridad 49
7.11.5. Medidas de aseguramiento de la calidad del muestreo incluyendo la cadena de custodia 50
7.12. Muestreo final comprobatorio 51

8. Cronograma de remediación 53
9. Referencias 54

Índice de tablas

Tabla 1-1.- Resultados de laboratorio (tabla extraída del informe de caracterización) 6
Tabla 1-2.- Resultados de laboratorio (tabla extraída del informe de caracterización, segunda etapa de caracterización). 7
Tabla 6-1.- Ventajas y desventajas del bioventeo 17
Tabla 7-1. Valores indicativos de la conductividad hidráulica, en función del tipo de material granular (Tomado de Custodio-Llamas, 1983) 28
Tabla 7-2. Coordenadas de los puntos de muestreo 46

Índice de figuras

Figura 2-1. Combustión de gasolina 9
Figura 2-2. Nube de humo por combustión de gasolina 9
Figura 2-3. Código del producto transportado en el carrotanque 10
Figura 2-4. Control del fuego por combustión de combustible mediante la aspersión de agua 10
Figura 4-1. Localización del sitio afectado por la combustión de combustible 12
Figura 4-2.- Fotografía panorámica del sitio a remediar con ubicación de polígono sujeto a tratamiento 13
Figura 5-1.- Polígonos de impacto por HFL a 0.5m (izquierda) y a 1m (derecha) de profundidad 14
Figura 6-1.- Esquema de bioventeo. 18
Figura 7-1.- Delimitación de zonas de trabajo con malla de polietileno naranja con postes de madera 22
Figura 7-2.- Ejemplificación de traslape de pozos con base en radios de influencia 23
Figura 7-3. Radios de influencia 23
Figura 7-4.- Ejecución de pruebas de radios de influencia 25
Figura 7-5. Acondicionamiento del punto de perforación con herramienta manual 30
Figura 7-6. Inicio de la perforación con equipo mecánico 30

Figura 7-7. Avance de la perforación con equipo mecánico 1 30
Figura 7-8. Avance de la perforación con equipo mecánico 2 30
Figura 7-9. Enroscado de tapa con tubería ranurada 32
Figura 7-10. Enroscado de tubería ranurada y tubería lisa 32
Figura 7-11. Tubería de PVC ranurada y lisa para ser instalada 32
Figura 7-12. Colocación de tubería en perforación para instalación de pozos de bioventeo 32
Figura 7-13. Colocación de gravilla es espacio anular del pozo 1 33
Figura 7-14. Colocación de gravilla es espacio anular del pozo 2 33
Figura 7-15. Colocación de sello de bentonita en pozo 33
Figura 7-16. Relleno de mezcla de cemento y arena hasta la superficie 1 33
Figura 7-17. Señalamientos preventivos para localización de pozos 34
Figura 7-18. Señalamientos preventivos para localización de pozos 2 34
Figura 7-19. Diseño esquemático de pozo de bioventeo 34
Figura 7-20. Ubicación y radios de influencia de los pozos de bioventeo y extracción de vapores del sistema de remediación 35
Figura 7-21.- Instalación de ramaleo 36
Figura 7-22. Sistema de tratamiento de vapores del suelo 37
Figura 7-23.- División de Husos y Zonas 38
Figura 7-24.- Levantamiento topográfico con estación total 39
Figura 7-25. Diagrama de proceso de remediación 42
Figura 7-26. Manómetros para mediciones de presión 43
Figura 7-27. Equipos de monitoreo para medición de COVs (fotoionizadores) 44
Figura 7-28. Ubicación de los puntos de muestreo 45
Figura 7-29. Equipo hand auger 47
Figura 7-30. Ejemplo de cadena de custodia 51

Anexos

I. Autorización para el tratamiento de suelos contaminados de Servicios Intersec S.A. de C.V.
II. Ficha técnica de *PolyPetroSolve PPS2100*
III. Aprobación ante la PROFEPA de Laboratorios y Suministros Ambientales e Industriales S.A. de C.V. (LABSA)
IV. Acreditación ante la *ema* de Laboratorios y Suministros Ambientales e Industriales S.A. de C.V. (LABSA)
V. Autorizacion y permisos para manejo de residuos peligrosos
VI. Plan de muestreo de suelo intermedio
VII. Plan de muestreo de suelo final comprobatorio
VIII. Planos

1. Introducción

Derivado del estudio de "Caracterización ambiental por derrame de gasolina en los Álamos, Saltillo, Coahuila", desarrollado en dos etapas para determinar de manera horizontal y vertical la presencia de contaminación por Hidrocarburos Fracción Ligera (HFL), definiendo niveles de contaminación, profundidad, áreas y volúmenes de suelo impactado. De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de muestras con laboratorio acreditado, **"Laboratorios y Suministros ambientales S.A. de C.V."** (LABSA), se obtuvo que de las 30 muestras recolectadas (26 muestras simples y 4 duplicados) en 13 puntos de muestreo, **13 muestras** presentaron valores de concentraciones que **rebasan** los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en la tabla 2 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 para HFL para uso de suelo industrial y comercial, con un **valor máximo correspondiente a la muestra P-7-LAB a 1.0m** de profundidad con una concentración **de 3,533.16 mg/kg**, en cuanto a los parámetros de BTEX todas las muestras analizadas, presentaron valores pode debajo de los LMP establecidos en la tabla 2 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 para uso de suelo industrial y comercial como se presenta en las siguientes tablas (Tabla 1-1 y Tabla 1-2).

Tabla 1-1.- Resultados de laboratorio (tabla extraída del informe de caracterización)

ID	X	Y	Z	HFL [MG/KG]	BENCENO [MG/KG]	TOLUENO [MG/KG]	ETILBENCENO [MG/KG]	XILENOS [MG/KG]
P2-LAB	294353	2806400	0.5	623.57	<L.C	2.69	2.47	4.07
P2-LAB	294353	2806400	1.0	1000.22	<L.C	3.35	4.27	6.76
P3-LAB	294358.06	2806415.55	0.5	1548.67	<L.C	4.16	4.24	3.76
P3-LAB	294358.06	2806415.55	1.0	2848.43	<L.C	1.72	5.04	<L.C
P4-LAB	294359.16	2806420.32	0.5	985.65	<L.C	2.55	1.94	7.66
P4-LAB	294359.16	2806420.32	1.0	3301.37	<L.C	4.74	1.82	14.07
P6-LAB	294357.03	2806393.14	0.5	2399.59	<L.C	<L.C	1.82	3.71
P6-LAB	294357.03	2806393.14	1.0	3162.66	<L.C	5.91	5.40	23.02
P6-LAB DUP	294357.03	2806393.14	1.0	3458.23	<L.C	5.60	5.49	22.36
P7-LAB	294361.63	2806407.74	0.5	1728.21	<L.C	<L.C	2.90	10.35
P7-LAB	294361.63	2806407.74	1.0	3533.16	<L.C	2.86	2.63	4.33
P10-LAB	294361.58	2806386.76	0.5	<L.C	<L.C	<L.C	<L.C	<L.C
P10-LAB	294361.58	2806386.76	1.0	<L.C	<L.C	<L.C	<L.C	<L.C
P11-LAB	294366.68	2806397.76	0.5	498.25	<L.C	<L.C	4.96	9.68

ID	X	Y	Z	HFL [MG/KG]	BENCENO [MG/KG]	TOLUENO [MG/KG]	ETILBENCENO [MG/KG]	XILENOS [MG/KG]
P11-LAB	294366.68	2806397.76	1.0	856.98	<L.C	2.56	2.77	6.64
P11-LAB DUP	294366.68	2806397.76	1.0	872.65	<L.C	3.44	3.20	7.42

Tabla 1-2.- Resultados de laboratorio (tabla extraída del informe de caracterización, segunda etapa de caracterización).

ID	Z	HFL [MG/KG]	BENCENO [MG/KG]	TOLUENO [MG/KG]	ETILBENCENO [MG/KG]	XILENOS [MG/KG]
V-4	0.5	381.30	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
V-4	1.0	101.10	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
V-3	0.5	84.20	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
V-3	1.0	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
V-2	0.5	63.10	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
V-2	1.0	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
V-2 DUP	1.0	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
V-1	0.5	54.20	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
V-1	1.0	18.30	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
V-6	0.5	46.30	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
V-6 DUP	0.5	44.50	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
V-6	1.0	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
V-5	0.5	12.10	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
V-5	1.0	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	

Como se aprecia en la Tabla 1-1, a la profundidad de 0.5m se obtuvo que 5 puntos presentaron valores que oscilan por arriba de los LMP para HFL, los cuales en orden descendente se presenta a continuación: P6LAB (2,399.59 mg/kg), P7LAB (1,728.21 mg/kg), P3LAB (1,548.67 mg/kg), P4LAB (985.65 mg/kg), P2LAB (623.57 mg/kg).

Con respecto a la profundidad de 1m se obtuvo que 6 de los 7 puntos de muestreo presentaron valores que oscilaron por arriba de los LMP para HFL, los cuales en orden descendente son: P7LAB (3533.16 mg(kg), P6LAB DUP (3,458.23 mg/kg), P4LAB (3,301.76 mg/kg), P3LAB (2,848.43 mg/kg), P2LAB (1,000,22 mg/kg), P11LAB (856.98 mg/kg).

Se calculó un área de afectación de 527.39 m^2, observando que el área delimitada afectada para las muestras a 1.0 m de profundidad contenía al área delimitada para las muestras a 0.5m de profundidad y para el volumen se estableció una profundidad de afectación de 1.15 metros obteniendo un volumen de 606.49 m^3.

Como resultado y con base en lo que establece el Capítulo V, sobre las "Responsabilidades acerca de la contaminación y remediación de sitios", Artículo 68, que dice textualmente *quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes", de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), así como el Titulo VI de la Remediación de sitios contaminados, capítulo II Remediación de sitios contaminados, Sección II, Disposiciones comunes, Articulo 132, 133, 134 y 135 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y la NOM 138-SEMARNAT/SSA1-2012"*, se presenta la siguiente **propuesta de remediación** para resarcir la contaminación ambiental, ocasionada por el derrame de gasolina en Viñedo los Álamos, con la convicción de propiciar la liberación del sitio por la autoridad competente.

Dada la profundidad a la que se encuentra el impacto y al presentarse en zonas de derecho de vía, se propone llevar a cabo una remediación con un **sistema no intrusivo**. Por lo antes expuesto, y de acuerdo a las zonas con concentraciones superiores al límite máximo permisible, el tipo de material geológico, el contaminante presente con un alto porcentaje de volatilidad, se propone emplear una combinación de las **tecnologías de extracción de vapores y bioventeo,** para el tratamiento del suelo impactado, con lo estipulado en la autorización **ASEA-ATT-SCH-0089-2021** a favor de **Servicios Intersec S.A. de C.V.**

2. Antecedentes

El 01/05/2021 se recibió una notificación del incidente suscitado el 30/04/2021 por parte de la empresa KCSM, referente al derrame e incendio de combustible (gasolina) de la unidad TCBX 305477 en la punta norte **PK B 901** en Saltillo en el estado de Coahuila, por lo que se llevó a cabo un estudio de caracterización para determinar el grado de impacto al ambiente de manera vertical y horizontal.

Es de suma importancia estipular que el derrame de combustible fue de aproximadamente 115,000 litros de gasolina, sin embargo derivado del rozamiento con las vías se presente un incendio, conllevando a la combustión del combustible, situación controlada por el cuerpo de bomberos y protección civil estatales, quienes mantuvieron la diferencia de presiones controlada para evitar una explosión, además se mantuvo en enfriamiento las paredes del tanque con la aspersión de agua de forma constante y abundante, así mismo sobre el material en combustión. (Figura 2-1, Figura 2-2, Figura 2-3 y Figura 2-4).

Figura 2-1. Combustión de gasolina

Figura 2-2. Nube de humo por combustión de gasolina

Figura 2-3. Código del producto transportado en el carrotanque

Figura 2-4. Control del fuego por combustión de combustible mediante la aspersión de agua

3. Objetivos

El objetivo del presente documento, es presentar a evaluación la propuesta de remediación con referencia al estudio de caracterización previamente realizado, estipulando los siguientes objetivos particulares del proyecto:

- Remediar el sitio afectado por HFL, a través del acoplamiento de las tecnologías de bioventeo y extracción de vapores en la punta norte de la placa kilométrica PK B 901 que se encuentra en concesión de Kansas City Southern de México, S.A. de C.V.
- Mitigar la contaminación ambiental por HFL, por debajo de los límites máximos permisibles de la tabla 2 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.
- Obtener la liberación del sitio por la autoridad ambiental competente.

4. Contexto geográfico

4.1. Localización

La emergencia ambiental tuvo lugar en la punta norte PK B 901, ubicado en el municipio de Saltillo en el estado de Coahuila de Zaragoza al norte de México (Figura 4-1). El municipio de Saltillo se encuentra localizado en el extremo sureste del estado. Al noreste limita con el municipio de Arteaga, al norte con Ramos Arizpe, al noroeste General Cepeda y al oeste con el municipio de Parras, todos pertenecientes al estado de Coahuila; al sur limita con los municipios Mazapil y El salvador, pertenecientes al estado de Zacatecas, y al este con el municipio de Galeana del estado de Nuevo León.

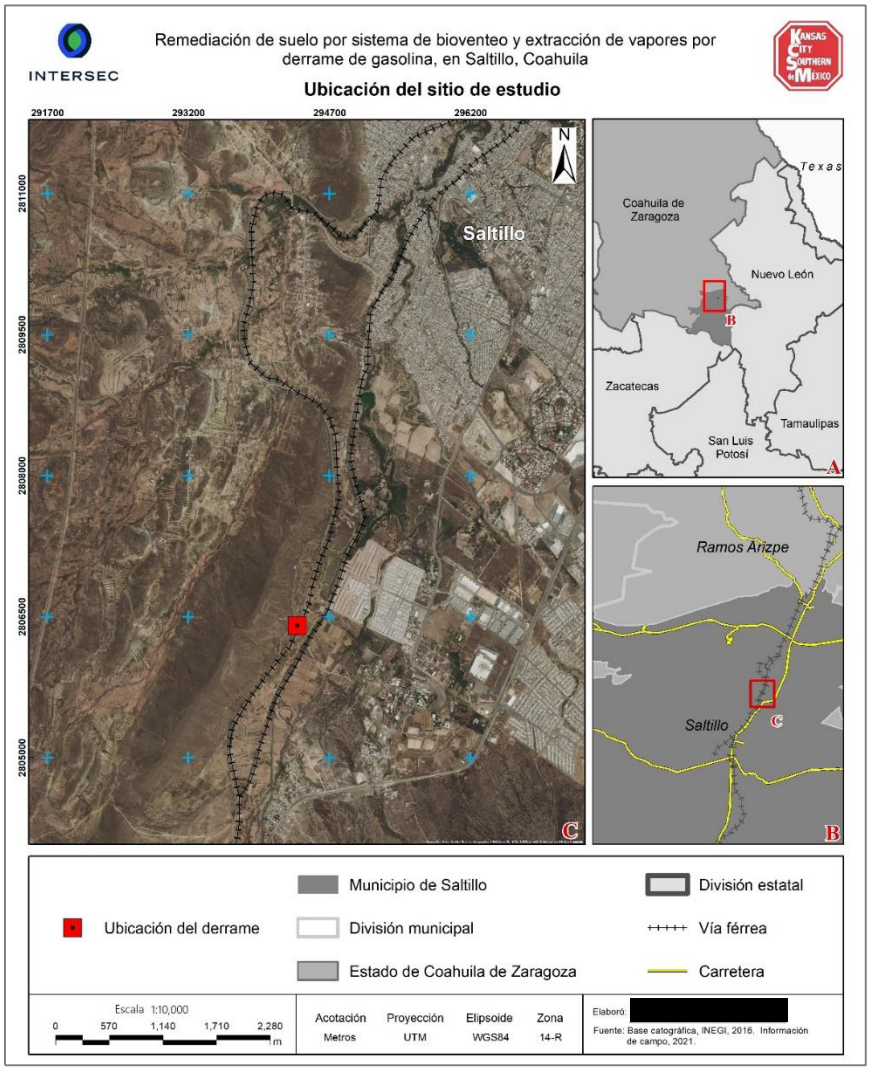


Figura 4-1. Localización del sitio afectado por la combustión de combustible

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

Geográficamente el sitio se encuentra, como punto unidimensional tomando el centro del incidente, en las coordenadas UTM zona 14R X: 294366.01, Y= 2806402. En la siguiente figura (Figura 4-2) se muestra una fotografía panorámica del sitio a remediar, el cual considera la infraestructura de la vía ferroviaria principal, el derecho de vía y la zona aledaña al este y oeste de la vía principal.

Figura 4-2.- Fotografía panorámica del sitio a remediar con ubicación de polígono sujeto a tratamiento

5. Descripción de la propuesta de remediación

5.1. Áreas y volúmenes de suelo a tratar

Con base en el estudio de caracterización se presentan 1 polígono sujeto a tratamiento, con 2 profundidades diferentes, sin embargo, el polígono de contaminación de la profundidad correspondiente a 0.5m se encuentra dentro del polígono de 1m de profundidad, por lo que se tiene un área afectada de **527.39m²**, estableciendo un espesor promedio de 1.15 m se tiene un volumen de **606.49m³** de suelo a remediar.

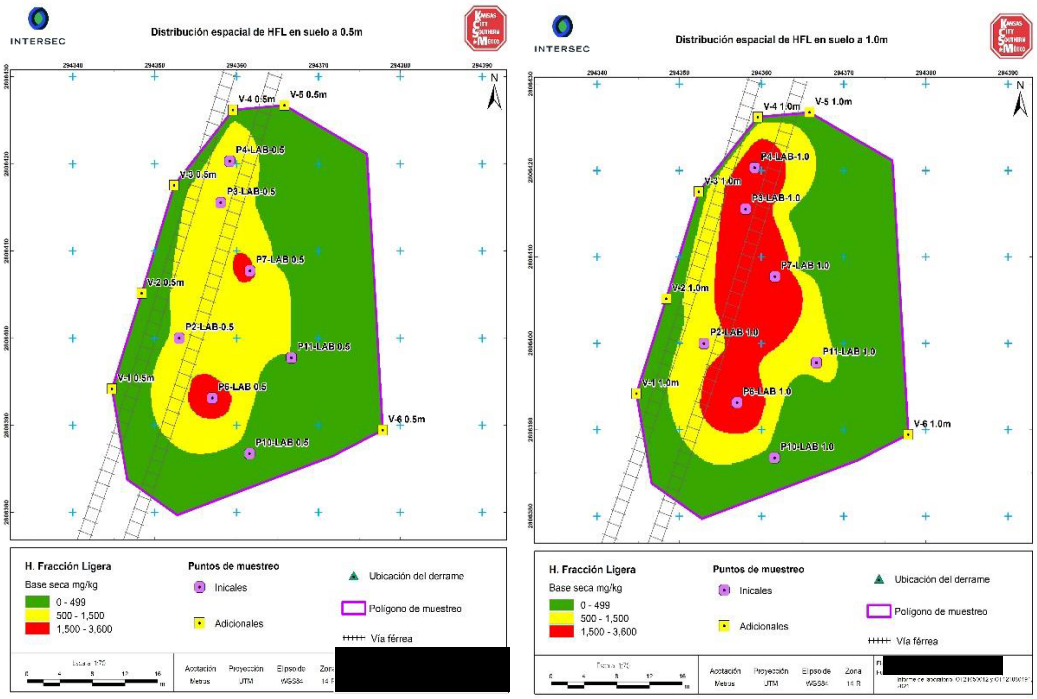


Figura 5-1.- Polígonos de impacto por HFL a 0.5m (izquierda) y a 1m (derecha) de profundidad

5.2. Niveles de limpieza

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

Los niveles de limpieza que se tienen como alcance de la remediación propuesta son hasta alcanzar las concentraciones menores o iguales a los límites máximos permisibles de hidrocarburos fracción ligera, establecidos en la tabla 2 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 para uso de suelo industrial y comercial, correspondiente a 500 mg/kg.

Tabla 2.- Límites máximos permisibles para fracciones de hidrocarburos en suelo

FRACCION DE HIDROCARBUROS	Uso de suelo predominante[1] (mg/kg base seca)			Método analítico
	Agrícola[2]	Residencial[3]	Industrial	
Ligera	200	200	500	Anexo A.1
Media	1,200	1,200	5,000	Anexo A.2
Pesada	3,000	3,000	6,000	Anexo A.3

6. Técnicas y tecnologías de remediación de suelo propuestas

A partir de los análisis y actividades realizadas en el área de estudio se identificaron áreas y volúmenes impactados, por fracción ligera, por lo cual las técnicas que se proponen a utilizar para la remediación son un acoplamiento de dos técnicas; **extracción de vapores y bioventeo,** en términos generales este método de remediación se eligió debido a que en el sitio contaminado no se recomendaría llevar a cabo excavaciones, con referencia al debilitamiento de las vías, ya que se presenta contaminación en las áreas de las vías ferroviarias, por lo cual en el siguiente apartado se describe de manera general en qué consisten éstas técnicas:

6.1. Bioventeo

El bioventeo es una tecnología que ha sido muy efectiva al degradar compuestos de petróleo como gasolina, turbosina, queroseno y diésel. Así mismo es efectivo para el tratamiento de hidrocarburos de mediano peso molecular. Es ambientalmente más amigable al biodegradar la contaminación que incinerarla, el bioventeo tiene menores emisiones de carbono que la extracción. El bioventeo trata la contaminación de compuestos volátiles utilizando una clase de biofiltro *in-situ*, en vez de un proceso ex situ de combustión. La inyección de aire proporcionará una mejor aireación, dando como resultado el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo al finalizar el tratamiento en comparación con la extracción. La única desventaja del bioventeo, en algunos casos, pueden ser los prolongados periodos del proceso los cuales pueden ir desde los 6 meses a 3 años mínimo de tratamiento, según responda la bioactivación de cada sitio. En la siguiente tabla (Tabla 6-1) se presenta una síntesis de las ventajas y desventajas.

Tabla 6-1.- Ventajas y desventajas del bioventeo

Ventajas	*Desventajas*
Instalación fácil de los equipos.	*Concentraciones altas de contaminantes pueden ser tóxicas para los microorganismos.*
No se tienen que realizar muchas modificaciones e interrupciones al sitio donde se va a trabajar.	*No se puede aplicar a todos los tipos de suelo.*
Dependiendo del suelo y del sitio generalmente no se requieren tiempos muy grandes (6 meses a 2 años)	
Es más competitiva con referencia a costos.	
Se puede combinar con otras tecnologías como air sparging *y extracción de agua subterránea, así como con extracción de vapores.*	

Este método está aprobado en la autorización de la empresa prestadora de servicios (Servicios Intersec) con la que KCSM cuenta con convenio de trabajo vigente para la atención a emergencias ambientales y remediaciones. Los equipos que serán empleados son de fácil instalación, no requiere de grandes movimientos o extracciones de suelos y no interrumpir las actividades del sitio en particular.

La tecnología de bioventeo aprovecha la presencia de los microorganismos autóctonos del suelo bioestimulándolos para biodegradar compuestos orgánicos adsorbidos/absorbidos en la matriz de los suelos de la zona no saturada. En el bioventeo, la actividad de los microorganismos se incrementa al inducir un determinado flujo de aire (u oxígeno) hacia la zona no saturada, usando para ello pozos de inyección. Una representación muy general del proceso de bioventeo se muestra en la Figura 6-1.

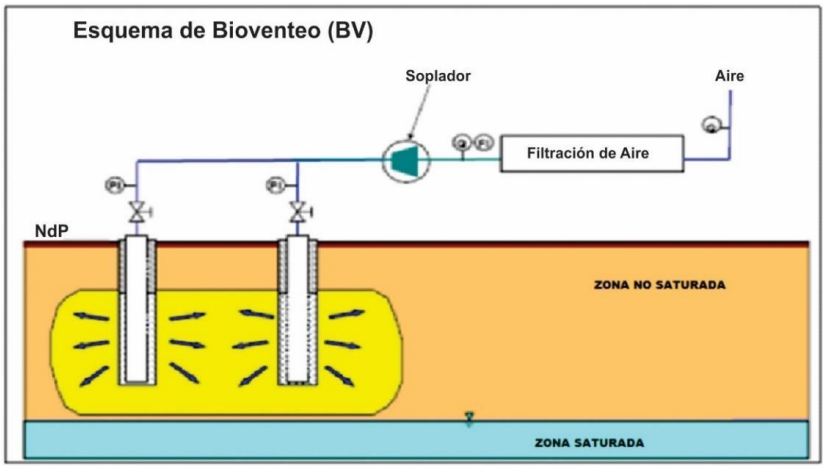


Figura 6-1.- Esquema de bioventeo.

La inyección de aire mejora la porosidad y la densidad aparente del suelo, lo que fomenta la actividad microbiológica que garantiza que los remantes de contaminantes se degraden por atenuación natural, una vez concluido el tratamiento hasta los niveles permisibles. El bioventeo es una tecnología que no necesita equipos muy complicados, se pueden tratar superficies grandes de suelo, se puede combinar con otras tecnologías, entre sus desventajas están que concentraciones muy altas de ciertos contaminantes son tóxicos para los microorganismos.

Todos los compuestos biodegradables aeróbicamente pueden ser tratados por bioventeo como son los compuestos orgánicos volátiles, los compuestos orgánicos semivolátiles y no volátiles. Los microorganismos, principalmente bacterias, utilizan el oxígeno para metabolizar los hidrocarburos (como fuente de carbono) y producir bióxido de carbono y agua, además de que la población se incrementará constantemente cuando se tienen las condiciones adecuadas.

Al inicio del tratamiento de bioventeo se incrementa la biomasa del suelo, llega a su auge y declina en su fase final conforme disminuye la disponibilidad de contaminante; el decaimiento de la biomasa es casi igual a su crecimiento. La ecuación para degradar n-hexano es:

$$C_6H_{14} + 9.5\ O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 7H_2O$$

Para degradar un mol de hidrocarburo se requieren 9.5 moles de oxígeno o 3.5g por cada gramo de hidrocarburo consumido; por esto es muy importante suministrar constantemente el oxígeno a los microorganismos para que puedan degradar los hidrocarburos.

Con base en la autorización ASEA-ATT-SCH-0089-2021, el proceso de la remediación por bioventeo consiste en lo siguiente:

- Dependiendo de los requerimientos específicos del sitio se perforarán pozos y se instalará dentro de éstos tubería de PCV Cédula 40 con ranuraciones a la altura de la pluma de contaminante.
- El número, ubicación y profundidad de los pozos será variable, dependerá del área y volumen de suelo contaminado.
- Se interconectan los pozos por un ramal y se instala una bomba de presión/vacío que contará con un sistema de condensación de vapores.
- Se activan en agua los microorganismos comerciales marca PolyPetroSolve PPS2100, la solución y se agrega al suelo en tratamiento a través de los pozos.
- Posteriormente, a través de los pozos, se aplica una solución acuosa de nutrientes N- P-K-Triple 17.
- En caso de que se extraigan Compuestos Orgánicos Volátiles, éstos deberán pasar a través de un filtro de carbón activado antes de ser emitidos a la atmósfera.
- Esta actividad se realizará de manera continua durante todo el proceso de tratamiento hasta alcanzar los niveles de limpieza requeridos.
- Con equipo de campo analizador de hidrocarburos se realizará el monitoreo de las concentraciones de hidrocarburos presentes en el sitio, con base en los

resultados obtenidos se evalúa si se continúa con la inyección de microrganismo y nutrientes.

- Si los valores de hidrocarburos analizados se encuentran dentro de los aprobados por la autoridad correspondiente se considera concluido el tratamiento y se procede al muestreo final.
- La toma de muestras y las determinaciones analíticas de los parámetros se realizará de acuerdo con lo establecido en la NOM 138-SEMARNAT/SSA1-2012.
- En caso de presentarse agua en los pozos durante el proceso de tratamiento, será tratada previo a su reúso o descarga debiendo cumplir con la normatividad aplicable en la materia.

6.2. Extracción de vapores

La extracción de vapores del suelo (EV) es uno de los métodos con mejor costo-beneficio y más efectivos para la remoción de compuestos orgánicos volátiles (COVs) de la zona no saturada. Un sistema de EV consiste esencialmente en uno o más pozos de extracción ranurados en la zona no saturada del subsuelo, y acoplado a sopladores, un separador de fases (líquido/gases) y un sistema de tratamiento de vapores. En esta tecnología es aplicado un vacío en la matriz del suelo para crear un gradiente de presión negativo que provoque el movimiento del aire intersticial del suelo, de esta forma los vapores de los COVs son arrastrados junto con el aire hacia los pozos de extracción. Los vapores de COVs contenidos en esta mezcla son entonces enviados al sistema de tratamiento.

El éxito de la EV consiste en que al fluir la corriente gaseosa por el suelo incrementa la velocidad de transferencia de masa de los COVs hacia el aire en la zona no saturada, debido a la evaporación de los COVs, la volatilización de los contaminantes disueltos en el agua intersticial y a la desorción de los COVs de las superficies sólidas del suelo. El uso de la tecnología de EV es recomendable para la remediación de la zona no saturada del suelo cuando ha sido impactado con hidrocarburos que poseen bajos puntos de ebullición, bajas

presiones de vapor, es decir, son sustancias volátiles y el suelo posee permeabilidades moderadas a elevadas de manera que la mezcla de aire con hidrocarburos fluya hacia los pozos a velocidad apreciables.

7. Descripción de actividades a realizar

7.1. Delimitación de áreas afectadas para seguridad del sitio

Para el acordonamiento del área en la que se trabajará, se usará malla de polietileno color naranja con postes de madera. La delimitación de la zona afectada a través de conos de señalamiento; se realizará con la finalidad de indicar una situación de peligro potencial en área impactada e impedir el paso a personas y vehículos ajenos al personal de la empresa.

La malla será usada para delimitar las zonas de trabajo sujetas a remediación, así mismo se manejarán señalamientos específicos que indiquen zona de trabajo (Figura 7-1).

Figura 7-1.- Delimitación de zonas de trabajo con malla de polietileno naranja con postes de madera

7.2. Elaboración de pruebas para determinación de radio de influencias

Estas pruebas tienen la finalidad de determinar las condiciones óptimas de funcionamiento de los pozos de extracción, aplicando diferentes tasas de extracción y vacíos en la boca de los pozos. La influencia del vacío a mayor distancia de los pozos de extracción de vapores se mide a través de sondas de vapor o pozos existentes para establecer el campo de presión inducida en el subsuelo por el funcionamiento del sistema de extracción de

vapores. Se utilizan mediciones de campo de presión para definir el radio de influencia (RI) del diseño de la extracción.

Tanto los pozos de extracción como de bioventeo deben estar ubicados de tal manera que sus radios de influencia se traslapen y cubran completamente el área contaminada. Como regla general, se considera un RI a la distancia del pozo de extracción a la cual se observa un vacío de por lo menos 0.1" de agua (60° F).

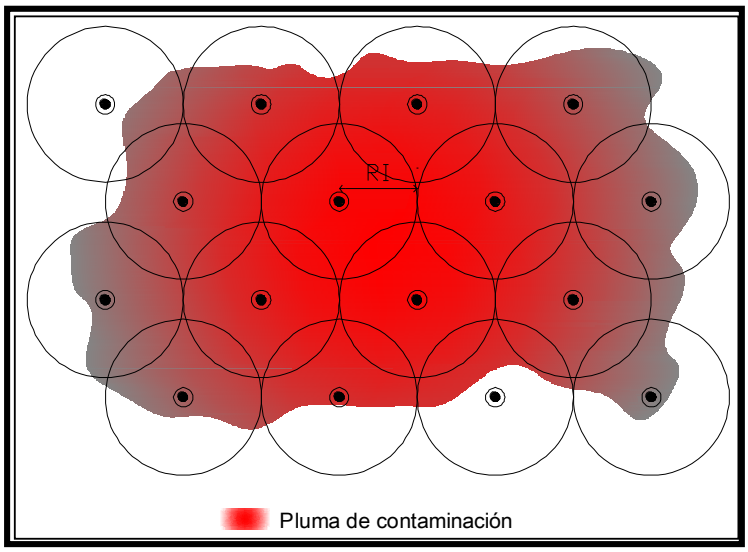


Figura 7-2.- Ejemplificación de traslape de pozos con base en radios de influencia

La ubicación de los pozos de extracción se basará principalmente en la profundidad y distribución de la pluma contaminante y la estratigrafía del suelo. Para dicha prueba de radios de influencia, se seleccionarán 4 radios de influencia alrededor del pozo de extracción, siendo 1, 3, 5 y 10 m.

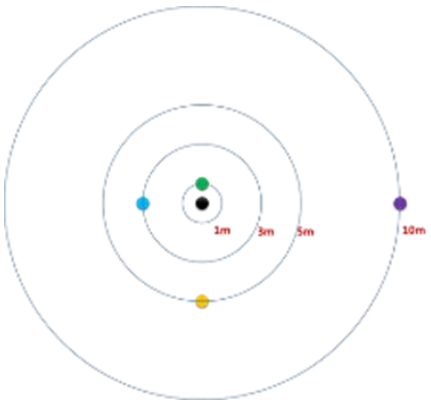


Figura 7-3. Radios de influencia

EQUIPO A UTILIZAR EN LA PRUEBA

Los equipos a utilizar para la realización de las pruebas de radios de influencia son:

- 1 compresor de aire o soplador de aire: (Soplador regenerativo): 1 etapa, 3-5 hP, trifásicos.
- Manguera de 2": corrugada, transparente. 30 m.
- 1 anemómetro de molinete: Rango de medición aprox. 06 – 40 m/s.
- 1 fotoionizador
- 1 cronómetro: Digital
- 1 motogenerador: 5000 watts.
- 1 termómetro: tipo k.
- 2 vacuómetros digitales: 0 a 30 In Hg (vacío), rango de temperatura de 1 – 49° C.
- 1 tambo: (Filtro de carbón activado) Tanque de 200 lts, con tapa desmontable. Con dos tomas roscadas de 2" NPT soldadas en el tanque, una en la tapa y otra en la parte inferior del tanque. Filtro o malla colocada en el interior del tanque y en la toma inferior roscada de 2" Ø. Conexión rápida para manguera de 2" Ø en ambas roscadas.
- 1 tambo de condensación: (Separador): Tanque o depósito de 200 lts, con tapa desmontable. Deflector soldado en la parte interior del tanque para evitar turbulencia o choque. Tres tomas roscadas de 2" NPT soldadas en el tanque. Nivel de manguera trasparente tramada en un costado a una altura de 30 cm. Niple de 2" NPT x 6" con arreglo de dos coples soldados de ¼ NPT y 1" NPT para vacuometro y flujometro colocado en la toma roscada a la entrada del tanque. Conexión rápida para manguera de 2"Ø en una toma roscada del tanque.
- Carbón activado: 4 sacos de 25 Kg, de carbón activado para tratamiento de gases.
- 1 bidón: 20 l. con gasolina

- 1 inversor de corriente.

Se llevará una bitácora de campo y control en donde se anotarán los siguientes datos en forma continua y que serán empleados para la interpretación de los resultados:

- Flujo de aire en el puerto de muestreo durante la extracción de vapores.
- Presión negativa (vacío) generada en cada pozo durante la extracción de aire.
- Concentración de COVs en el puerto de muestreo y saluda del soplador.
- Temperatura en el aire saliendo del soplador de extracción de vapores.
- Presión negativa (vacío) en la línea de extracción de aire.

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

Figura 7-4.- Ejecución de pruebas de radios de influencia

Con base en la información obtenida por medio de la caracterización del área de estudio, se desarrolló una memoria de cálculo bibliográfico para determinar el número de pozos y la equidistancia específica para instalar el sistema, la cual se presenta a continuación:

Radio de influencia. El radio de influencia es conocido como los alcances del flujo de fluidos entre puntos (pozos) de extracción de vapores; esto debe de ser calculado para determinar el número de pozos y la localización de estos en el sitio en donde se va a instalar

un sistema de inyección de aire o extracción de vapores. El radio de influencia es calculado con ecuaciones para agua subterránea que son usadas para flujos de aire en la zona vadosa, las cuales son:

Ecuación de THEIS:

$$s = \frac{114.6Q}{T} W(u) \qquad u = \frac{r^2 S}{4Tt}$$

Ecuación de JACOB:

$$s = \frac{246Q}{T} \log\left[\frac{2.246Tt}{r^2 S}\right]$$

Donde:

s: Reducción en presión de aire

T: Transmisividad de gas (L^2/T) =($K_g b$)

Q: Rango de flujo

t: Tiempo de extracción en días

r: Distancia del centro del pozo

S: Coeficiente de almacenamiento

W(u): Pozo de Theis función de *u*

b: Espesor de la zona vadosa

La Ecuación de THEIS es válida para todo valor de r y la ecuación de JACOB no es válida para valores de r grandes (a partir del pozo de extracción). La limitación de ambas ecuaciones es debido a que no se considera el escape de aire de la superficie y que el flujo de aire sólo es en direcciones horizontales. El logaritmo extrapolado del radio de influencia R está dado por la siguiente ecuación:

(Desde $s = 0$ en la ecuación de JACOB en el límite del radio de influencia).

$$R = \sqrt{\frac{2.246Tt}{S}}$$

Donde: *R*: Radio de influencia

T: Transmisividad de gas (L^2/T) =($K_g b$)

t: Tiempo de extracción en días

S: Coeficiente de almacenamiento

K_g Permeabilidad del aire = (0.0656 * Permeabilidad del suelo)

b: Espesor de la zona vadosa

Con esta ecuación se conoce la relación que existe entre la generación del vacío del subsuelo y la distancia que se ve afectada por este efecto. Teniendo esta información, se calculan con precisión el número de pozos y la ubicación que tendrán para que el funcionamiento y tiempo de operación del SEV, sean los adecuados para llegar al objetivo planteado y a los niveles establecidos anteriormente.

$$R = \sqrt{\frac{2.246Tt}{S}}$$

Donde: R: Radio de influencia

T: Transmisividad del aire en la ZNS (m^2/día)

t: Tiempo de extracción en días

S: Coeficiente de almacenamiento

Dado que la extracción de vapores o inyección de aire implica el flujo de fluidos a través de pozos, la operación y la estimación de la efectividad de la remoción de contaminantes en fase gaseosa del subsuelo dependen del cálculo del Radio de influencia (R), la Transmisividad (TAIRE) y permeabilidad del aire (KAIRE) en los suelos del sitio.

Con los datos obtenidos de la caracterización se tiene que la estratigrafía del sitio y particularmente del área afectada se compone en superficie por un horizonte de depósitos aluviales, es decir, granulometrías de limos principalmente, arenas, gravas y cantos rodados. Para asegurar que se logrará el objetivo de remediación se tomará un valor correspondiente

a arenas limosa, por lo cual el valor de conductividad hidráulica (k) correspondiente será de 2 [m/día] (Tabla 7-1).

Tabla 7-1. Valores indicativos de la conductividad hidráulica, en función del tipo de material granular (Tomado de Custodio-Llamas, 1983)

Material	k en cm/seg	k en m/día
Grava limpia	>1	>1000
Arena gruesa limpia	1 a 10^{-2}	1000 a 10
Mezcla de arena	10^{-2} a 5.10^{-3}	10 a 5
Arena fina	5.10^{-3} a 10^{-3}	5 a 1
Arena limosa	2.10^{-4} a 10^{-4}	2 a 0,1
Limo	5.10^{-4} 10^{-5}	0,5 a 0,001
Arcilla	<10^{-6}	<0,001

Adicionalmente, según la estratigrafía determinada durante el estudio de Caracterización, S se puede igualar con la porosidad eficaz (ΦEF), que en función de la granulometría afectada (areno limosas), se puede estimar en torno del 10%. Así mismo, la transmisividad del aire (es decir, la capacidad del suelo para trasmitir o ceder aire por unidad de área) se determina de la siguiente manera:

$T_{AIRE} = k*b$

Donde:

K: Permeabilidad del suelo (m/día)

b: Espesor de la ZNS

A su vez $K_{AIRE} = 0.0656\ K_{SUELO}$

Es decir, tomando como referencia el valor de la permeabilidad o conductividad hidráulica (K) con el valor de 7.5 m/día (que corresponde al valor medio del intervalo de valores estimados para mezclas de arenas según la tabla anterior). Se obtiene una conductividad hidráulica del aire en torno a:

K_{AIRE}= (0.0656) (K_{SUELO})

K_{AIRE} = (0.0656) *(2 m/día). = 0.1312 m/día

De esta manera, sustituyendo valores en la ecuación anterior y determinando un espesor promedio de la Zona No Saturada de 1.15 m, dada la profundidad máxima de operación de los sistemas a través de pozos se obtiene una transmisividad del aire de:

T_{AIRE} = K_{AIRE}*b

T_{AIRE} = (0.1312 m/d(1.20m) = 0.15744 m^2/día.

Utilizando este valor de Transmisividad en la ecuación de radio de influencia y estimando una porosidad eficaz del 3% y 1 día de extracción (valor recomendado durante la implementación de una prueba piloto), se obtiene un radio de influencia del orden de:

$R = \sqrt{\frac{2.246Tt}{S}} = \sqrt{10.8047}$ = 3.43 m

R = 3.43 m.

Dada la ausencia de agua subterránea en la porción afectada del área, el valor del radio de influencia puede ser aplicable tanto para la extracción de vapores de suelos como para la inyección de aire. Así mismo, puesto que para llevar a cabo la remediación del sitio se pretende instalar diversos pozos que no penetran algún cuerpo de agua y que además verticalmente abarquen los suelos afectados; se considera que el aire succionado por un extractor de vapores sería exclusivamente del intervalo de afectación de entre 0 y 1.10 m. También, es de suma importancia establecer que la equidistancia propuesta de los pozos es de 4.6m, con un empalme de 1.9m.

7.3. Perforación de suelo para instalación de pozos de extracción de vapores y bioventeo

Con base en lo anterior expuesto, se realizará la perforación en seco de 45 pozos (30 pozos de extracción de vapores y 15 pozos de bioventeo), al ser perforaciones con una

profundidad máxima de 1.20m, las perforaciones se realizarán con una perforadora mecánica marca Predator modelo Earth Auger, que cuenta con las siguientes características:

- Motor con potencia de 15 hp.
- Velocidad: máxima de 320RPM.
- Torque máximo de 45 N/m
- Taladro de 4 ” diámetro por 31” de largo.

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

Una vez señalizada la ubicación de los pozos, se procederá con la perforación hasta alcanzar un metro con veinte centímetros de profundidad (Figura 7-5 a Figura 7-8).

Figura 7-5. Acondicionamiento del punto de perforación con herramienta manual

Figura 7-6. Inicio de la perforación con equipo mecánico

Figura 7-7. Avance de la perforación con equipo mecánico 1

Figura 7-8. Avance de la perforación con equipo mecánico 2

Con la finalidad de evitar la migración de contaminantes durante la perforación, esta se realizará en seco sin utilizar fluidos. Las actividades de perforación con el equipo y herramientas empleadas se llevarán a cabo por personal capacitado. El ingeniero de campo se encargará de vigilar el cumplimiento de los aspectos de seguridad e higiene industrial en el sitio, así como llevar a cabo el registro de toda la información obtenida durante las

perforaciones, como lo es el material usado, la profundidad alcanzada y una breve descripción de la estratigrafía del subsuelo de cada perforación, con anotaciones como la presencia de olor a hidrocarburo, presencia de humedad, etc.

7.4. Instalación de pozos

Una vez concluida cada perforación se llevará a cabo la instalación de los elementos o materiales que conformarán cada uno de los pozos, los cuales corresponden a:

- Tubería de PVC de 2 pulgadas de Ø, cédula 40, de tipo ranurada en tramos de aproximadamente 0.90m de longitud y cuerdas macho y hembra en sus extremos; con aberturas de ranuras de 5 mm.
- Tubería de PVC de 2 pulgadas de Ø, cédula 40, ciego, en tramos de 0.30m de longitud y cuerdas hembra y macho en sus extremos.
- Tapón inferior (punta lápiz) con terminación en punta de PVC de 2 pulgadas de Ø, cédula 40 y cuerda hembra.
- Gravilla sílica de granulometrías ¼" colocada en el espacio anular entre la perforación y la tubería de PVC, por arriba de la parte superior de la longitud de tubería ranurada empleada.
- Sello de bentonita en forma granulada por arriba de la gravilla, también en el espacio entre la pared de la perforación y la tubería de PVC.
- Sello sanitario de cemento y arena, como cementado por arriba del sello de bentonita, en la parte final de la perforación.

El procedimiento de instalación de pozos consistirá en primer lugar en el ensamblaje de la tubería, se iniciará con acoplar un tapón con un tramo de tubería de tipo ranurada de ademe (Figura 7-9), a la que posteriormente se enroscará un tramo liso de ademe en la parte superior (Figura 7-10 y Figura 7-11), finalmente la tubería conjunta se colocará hasta el fondo de la perforación realizada (Figura 7-12).

Figura 7-9. Enroscado de tapa con tubería ranurada

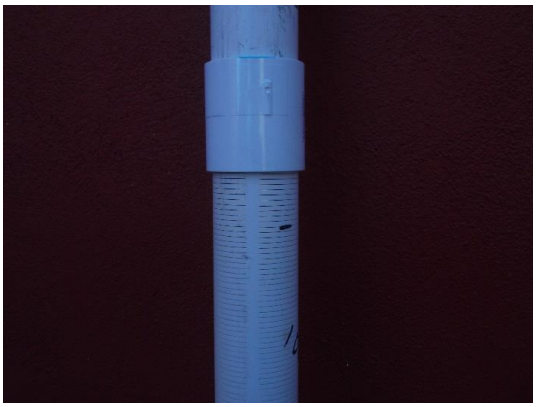


Figura 7-10. Enroscado de tubería ranurada y tubería lisa

Figura 7-11. Tubería de PVC ranurada y lisa para ser instalada

Figura 7-12. Colocación de tubería en perforación para instalación de pozos de bioventeo

Una vez concluida la colocación del ademe en el interior de la perforación, se introducirá gravilla en el espacio anular entre la pared de la perforación y del ademe de PVC (Figura 7-13 y Figura 7-14), la cual funcionaría como filtro para evitar el taponeamiento de las ranuras y propagar una mayor eficiencia en la distribución de la inyección de aire y extracción de vapores, hasta cubrir y quedar por encima de la tubería ranurada.

Figura 7-13. Colocación de gravilla es espacio anular del pozo 1

Figura 7-14. Colocación de gravilla es espacio anular del pozo 2

Después de colocada la gravilla, se introducirá entre el PVC y la perforación una capa de bentonita granulada para la formación de un sello de 0.15m de espesor sobre el filtro de gravilla (Figura 7-15). El espacio restante a partir de la superficie del sello y hasta el brocal del pozo, será rellenado con una mezcla de cemento y arena, para finalmente colocar un tapón a la altura del cemento (Figura 7-16). Estos sellos son de importancia ya que con ello se evitarán infiltración de agua vertical y fugas de aire al momento de activar el sistema de inyección de aire en el tratamiento del suelo.

Figura 7-15. Colocación de sello de bentonita en pozo

Figura 7-16. Relleno de mezcla de cemento y arena hasta la superficie 1

Además, como medida preventiva ante la vibración causada por el constante tránsito de trenes, se colocará un cajón con tablas de madera para sostener los sellos de bentonita y cemento en los pozos cercanos a las vías, de esta forma se amortiguará la vibración para evitar posibles cuarteaduras en estas capas. Finalmente, y como medida adicional, se

colocarán señalamientos (conos y cinta de precaución) alrededor de los pozos para indicar su localización a simple vista (Figura 7-17 y Figura 7-18).

Figura 7-17. Señalamientos preventivos para localización de pozos

Figura 7-18. Señalamientos preventivos para localización de pozos 2

En la Figura 7-19 se muestra el diseño esquemático de del diseño final de los pozos de inyección de aire y extracción de vapores.

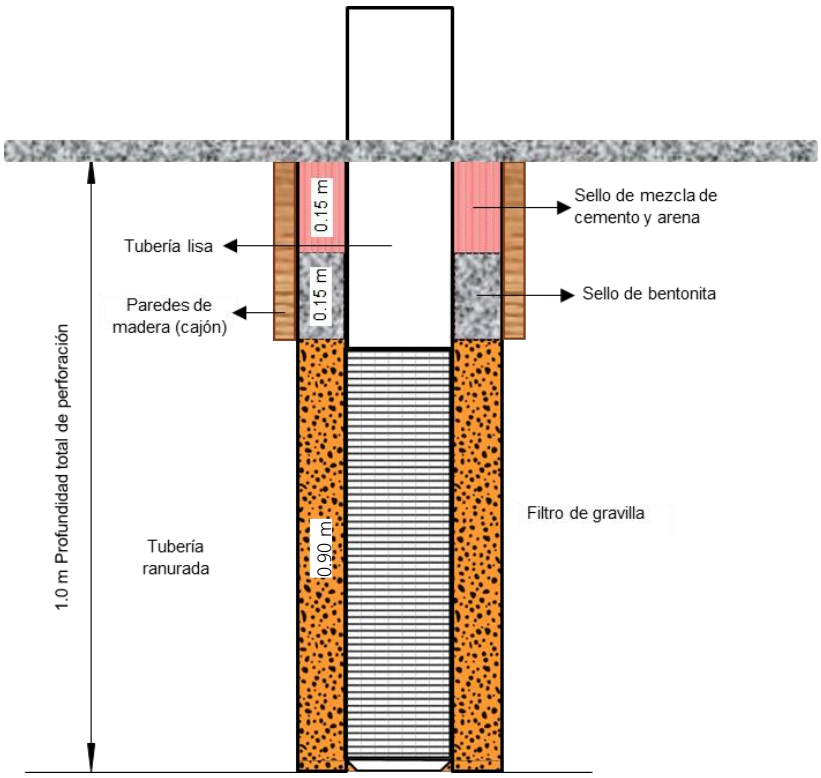


Figura 7-19. Diseño esquemático de pozo de bioventeo

De acuerdo al radio de influencia obtenido de manera bibliográfico, se presenta la distribución del sistema de tratamiento propuesto para resarcir los daños ambientales ocasionados por HFL en suelo, siendo un total de 15 pozos de bioventeo y 30 pozos de extracción de vapores, bajo la configuración presentada en la siguiente figura (Figura 7-20).

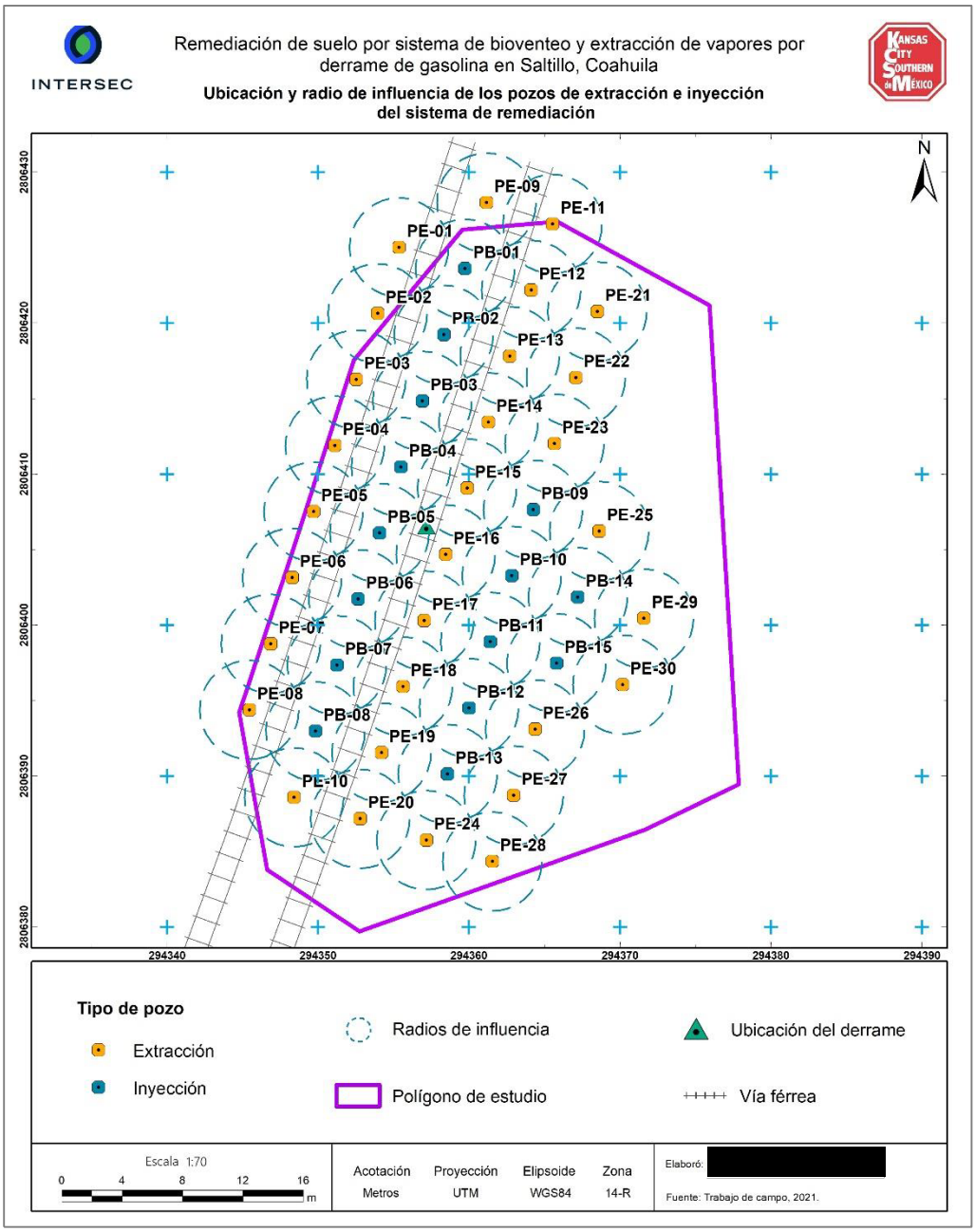


Figura 7-20. Ubicación y radios de influencia de los pozos de bioventeo y extracción de vapores del sistema de remediación

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

7.5. Instalación de ramaleo y sistema de tratamiento

El ramaleo se realizará con tubería del tipo PVC cedula 40 y manguera de HDPE (Polietilieno de alta densidad) este ramaleo consistirá en tender la tubería y/o la manguera de 2" de diámetro sobre la superficie del sitio a tratar, tubería que se conectará con accesorios de PVC cedula 40 de 2" y la colocación de cabezales.

Figura 7-21.- Instalación de ramaleo

El sistema que se instalará, será dual, esto quiere decir que la tubería que se instala será independiente, considerando una línea para extraer vapores orgánicos y una línea para inyectar el aire para introducir el oxígeno al subsuelo. Con el fin de que el sistema sea eficiente se instalaran dos líneas independientes, una en la periferia de la pluma de contaminación y la segunda en el centro de la pluma de contaminación. La tubería y/o manguera que se instalará será de 2". Las líneas de tuberías se conectarán a los equipos de extracción e inyección de aire.

7.6. Instalación de sistema de inyección de aire (bioventeo)

Posterior a la instalación de la tubería de conducción y elementos de interconexión de pozos, se realizará la conexión de los equipos con los que se llevará a cabo la extracción de vapores e inyección de aire. Se utilizará un soplador regenerativo marca Actec modelo HRT-001S-1R4 con un motor eléctrico de 5.3 Hp (caballos de fuerza) y de 60 Mz, con capacidades de flujo de hasta 175 m^3.

Para el abastecimiento eléctrico del equipo se instalará un generador eléctrico de 10 - 35kva. Es de suma importancia mencionar que como medida preventiva se construirá una caseta de trabajo, que la cual aislará los sopladores regenerativos y el generador.

7.7. Instalación de sistema de extracción de vapores

Para el tratamiento de los vapores extraídos del suelo, se realizará la instalación de filtros de carbón activado, conformados por recipientes metálicos con cubierta sellada y comunicados entre sí a través de tuberías de PVC y con conexiones de desensamblado rápido por roscado (cuerdas unión).

Una vez instalada la fuente eléctrica y los instrumentos de control para el equipo extractor, este será conectado en su entrada de succión de aire a la línea de tubería de conducción proveniente de los pozos de remediación, y su salida será direccionada hacia los filtros de carbón activado (Figura 7-22).

Figura 7-22. Sistema de tratamiento de vapores del suelo

7.8. Levantamiento topográfico

Una vez finalizada la instalación de los pozos de extracción de vapores e inyección de aire, así como la instalación del ramaleo, se procederá a realizar un levantamiento topográfico

con la finalidad de obtención de datos coordenados en "X", "Y" y "Z", referente a pozos y ramaleo.

Para poder trabajar las coordenadas obtenidas en campo en un sistema en el que el factor de escala en la dirección del paralelo y en la dirección del meridiano sea igual y que la unidad de medida sea el metro, se utilizará un sistema cartesiano; utilizando coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator).

La utilización de coordenadas UTM representa un cambio de un sistema esférico (coordenadas geográficas) a un sistema plano, por lo que la Tierra es dividida en husos y zonas, la primera, dividida a cada 6º de longitud obteniendo 60 divisiones las cuales se identifican con números del 1 al 60 y la segunda, a cada 8º de latitud con 20 divisiones identificadas por letras, desde la "C" hasta la "X" excluyendo las letras "I" y "O" por su parecido con los números uno y cero respectivamente (Figura 8), que para el caso de la zona de estudio, esta se encuentra localizada en el cuadrante 13Q o 13N (tomando como referencia el Ecuador).

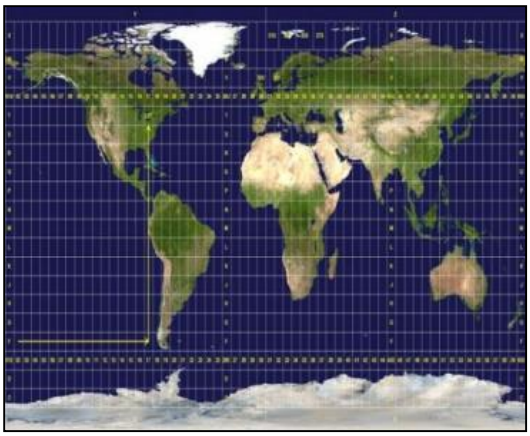


Figura 7-23.- División de Husos y Zonas

LEVANTAMIENTO CON ESTACIÓN TOTAL

Partiendo de los puntos de control geodésicos previamente establecidos mediante el sistema de posicionamiento satelital diferencial, se efectuará el levantamiento topográfico de todos los trabajos realizados.

Para el desarrollo de los levantamientos topográficos se utilizará el equipo de medición (Figura 7-24). Como se sabe, una estación total a diferencia del teodolito, permite el almacenamiento de la información en una libreta electrónica interna así como su procesamiento con el software del equipo.

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

Figura 7-24.- Levantamiento topográfico con estación total

El método de trabajo será radial, el cual consiste en leer ángulo y distancia de los puntos medidos; en lo que respecta al cálculo de las coordenadas y la altura correspondiente, se encarga de efectuarlo el mismo software interno de la estación total.

Una vez almacenados todos los datos en la libreta electrónica, se transfirieren al equipo de cómputo mediante la utilización de un software, para su procesamiento y generación de archivos en formato SDR, los cuales son manipulados y plasmados gráficamente por medio de un Software Autocad Civil 3D 2012, así como toda la información generada por los GPS de precisión milimétrica, descargándola e incorporándola con la antes mencionada para realizar los planos correspondientes.

Con equipo de estación total se elabora la planta topográfica, curvas de niveles, perfiles longitudinales, transversales, seccionamiento de polígonos de atención, zonas superficies remediadas, sistemas de tratamiento, puntos de muestreo, ubicación de celdas de tratamiento, medición de elevaciones, etc.

7.9. Tratamiento de suelo impactado con Fracción Ligera, mediante los procesos de extracción de vapores y bioventeo

El tratamiento de remediación tendrá una duración de **10 meses**, a partir del aviso de inicio de actividades de remediación ante la autoridad ambiental.

Se llevará el registro en una bitácora de tratamiento para cumplimiento de lo que se establece en el apartado **IV** del **Artículo 75** del **Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.**

- **Inyección de aire (IA).**

Como se mencionó anteriormente, la inyección de aire se realizará a través del uso de equipo especializados con la suficiente capacidad para suministrar y mantener el flujo de aire constante, manteniendo el sistema en funcionamiento de 60 minutos, por 25 minutos de extracción los compuestos orgánicos Volátiles, en jornadas de trabajo 8.0 horas aproximadamente.

- **Extracción de vapores (EV).**

Los tiempos considerados para la Extracción de vapores, será de 25 minutos aproximadamente por cada 60 minutos de inyección de Aire en jornadas de trabajo de 8 horas diarias aproximadamente.

La función del Carbón activado es de filtrar los vapores contaminantes extraídos del suelo con la finalidad de evitar emisiones contaminantes al ambiente, cumpliendo con lo establecido en el apartado IV de las Cedula de operación anual, del Art. 2, de las disposiciones preliminares del Reglamento de la ley general para la prevención y gestión integral de los residuos.

Cabe mencionar que el filtro de carbón activado usado será enviado a disposición final con empresa autorizada. Los residuos urbanos provenientes de las actividades en el proyecto serán entregados al área correspondiente para su manejo.

- Uso de productos orgánicos al suelo (biopreparado)

Se realizará la inyección del producto orgánico conocido en el mercado como PolyPetrosolve PPS2100, el cual cuenta con microorganismos para la bioestimulación de los organismos nativos del suelo en la disminución de la contaminación.

- Dosis:

La aplicación se realizará en diluciones de 1 litro de producto en 100 litros de agua por hectárea.

Se realizarán 8 aplicaciones, una por mes, se alternará la aplicación, en el primer mes se aplicará a la superficie de tratamiento y en el siguiente mes será directamente en pozos y así sucesivamente. Las aplicaciones se realizarán por la mañana o por la tarde para evitar la exposición del producto a la luz y al calor, para mayor eficacia.

El PolyPetroSolve es un producto compuesto de microorganismos móviles, petrofílico, no dañino, no patógeno, diseñados para la degradación de hidrocarburos.

Estos microorganismos tienen la habilidad natural de emigrar hacia el material a tratar (el objetivo) y así comenzar el proceso de biodegradación. Además, son tolerantes a cambios, concentraciones de hidrocarburos, temperatura y pH. En promedio su rendimiento es de 1 a 2 galones por cada $5m^3$ de material contaminado.

Contiene elementos naturales y comunes del suelo que incrementa la vida bacteriana en el suelo. No se encuentran elementos químicos o tóxicos en este producto.

- Propiedades fisicoquímicas del PolyPetroSolve PPS2100

Forma	Sólido, composta
Color	Café oscuro
Olor	Medio Orgánico
pH	6.0 – 8.5
Conteo Bacterial	$50x10^7$

En el siguiente diagrama se muestra el proceso de remediación en general (Figura 7-25):

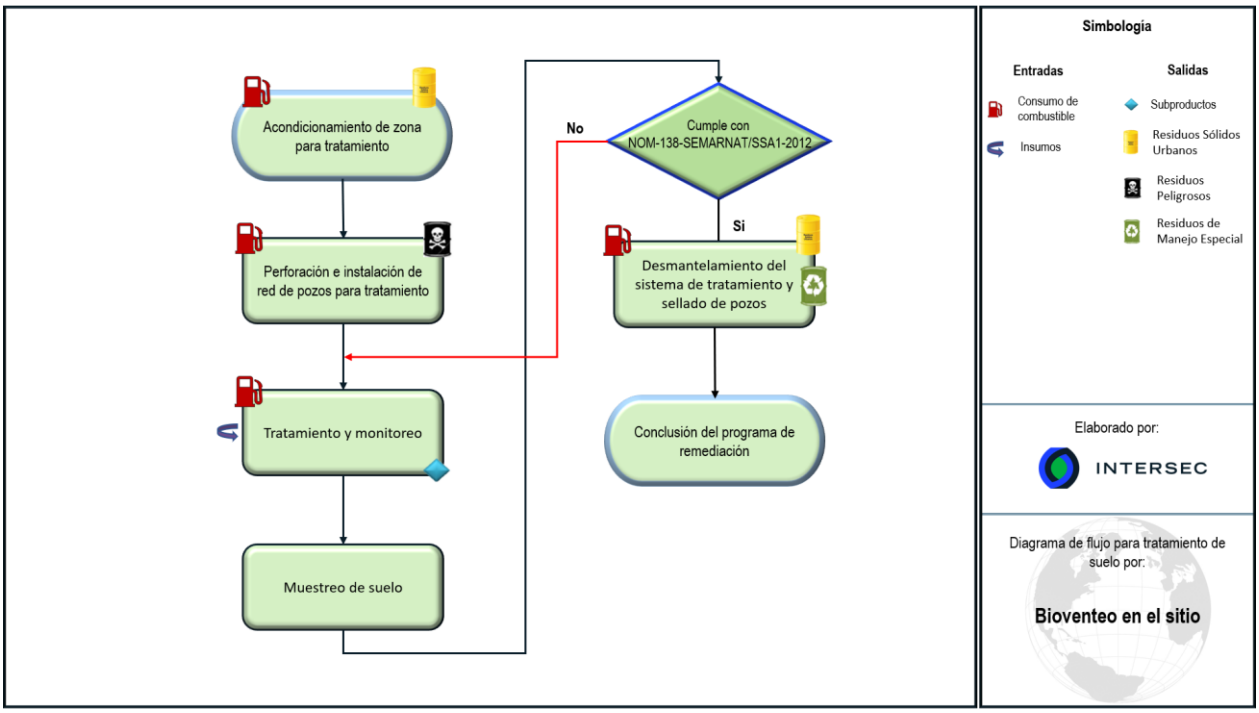


Figura 7-25. Diagrama de proceso de remediación

7.10. Monitoreo del proceso de remediación

Durante el proceso de remediación, se realizará un monitoreo permanente del proceso, con la finalidad de obtener un nivel confiable en el cálculo de las cantidades de los contaminantes a remover, así como mantener el sistema en funcionamiento detectando las fallas a tiempo, en caso de presentarse, para hacer los ajustes pertinentes, como fugas con respecto a pérdidas de presión.

Para la obtención de valores de la degradación del contaminante se realizarán tres criterios: con base en las concentraciones de volátiles en cada pozo, un segundo criterio es el cálculo con base en el flujo total de vapores extraídos y el tercero es el cálculo con base en un balance de masas. Los equipos de medición usados en el monitoreo de campo serán los siguientes:

- Manómetros de presión.

Para las mediciones del aire inyectado se usarán manómetros con diferentes intervalos de presión para el tratamiento tipo Aneroide para el proceso de monitoreo, se colocarán conexiones de ensamble rápido en la entrada de los pozos de tratamiento. Las presiones se tomarán una vez cada quince días, tomando como referencia los pozos iniciales y finales de cada línea de pozos.

Figura 7-26. Manómetros para mediciones de presión

- Equipo Eagle® o similar.

Se estará monitoreando el proceso de remediación a través del uso de equipo Eagle portátil para la medición de los gases (compuestos orgánicos volátiles), mismo que cuenta con un sensor para medir Hexano, O2 y CO2. La finalidad es verificar el proceso de remediación del suelo impactado con respecto al tiempo de tratamiento. Las lecturas se realizarán de forma diaria y los registros se llevarán en una bitácora de tratamiento.

Figura 7-27. Equipos de monitoreo para medición de COVs (fotoionizadores)

Este equipo es portátil, proporciona lecturas inmediatas en campo para la determinación de los gases del suelo, así como emisiones que se cuentan en el ambiente por fuentes externas o emisiones superficiales.

7.11. Muestreo Intermedio durante el proceso de remediación de suelos y

El muestreo será estadístico de tipo sistemático cuadriculado, el cual se realizará en el cuarto mes del tratamiento, este se llevará a cabo en seguimiento de un plan de muestreo que será entregado al responsable de KCSM para su aprobación. Dicho plan será elaborado conforme a la NOM 138- SEMARNAT/SSA1-2012, por lo que a continuación desarrollan los puntos establecidos en la norma, considerando:

Obtención de 43 muestras distribuidas en 13 puntos a 3 profundidades (0.10, 0.50 y 1.20m), incluyendo 4 duplicados, para su envío y análisis de los parámetros de HFL y BTEX en un laboratorio acreditado, y así verificar y comprobar que el sistema de tratamiento esté funcionando de acuerdo a lo esperado, es decir, comprobar que las concentraciones del suelo han disminuido respecto a los resultados obtenidos durante la caracterización, esto considerando de acuerdo con el estudio de caracterización, un polígono irregular de 0.11ha (1,145.71m^2).

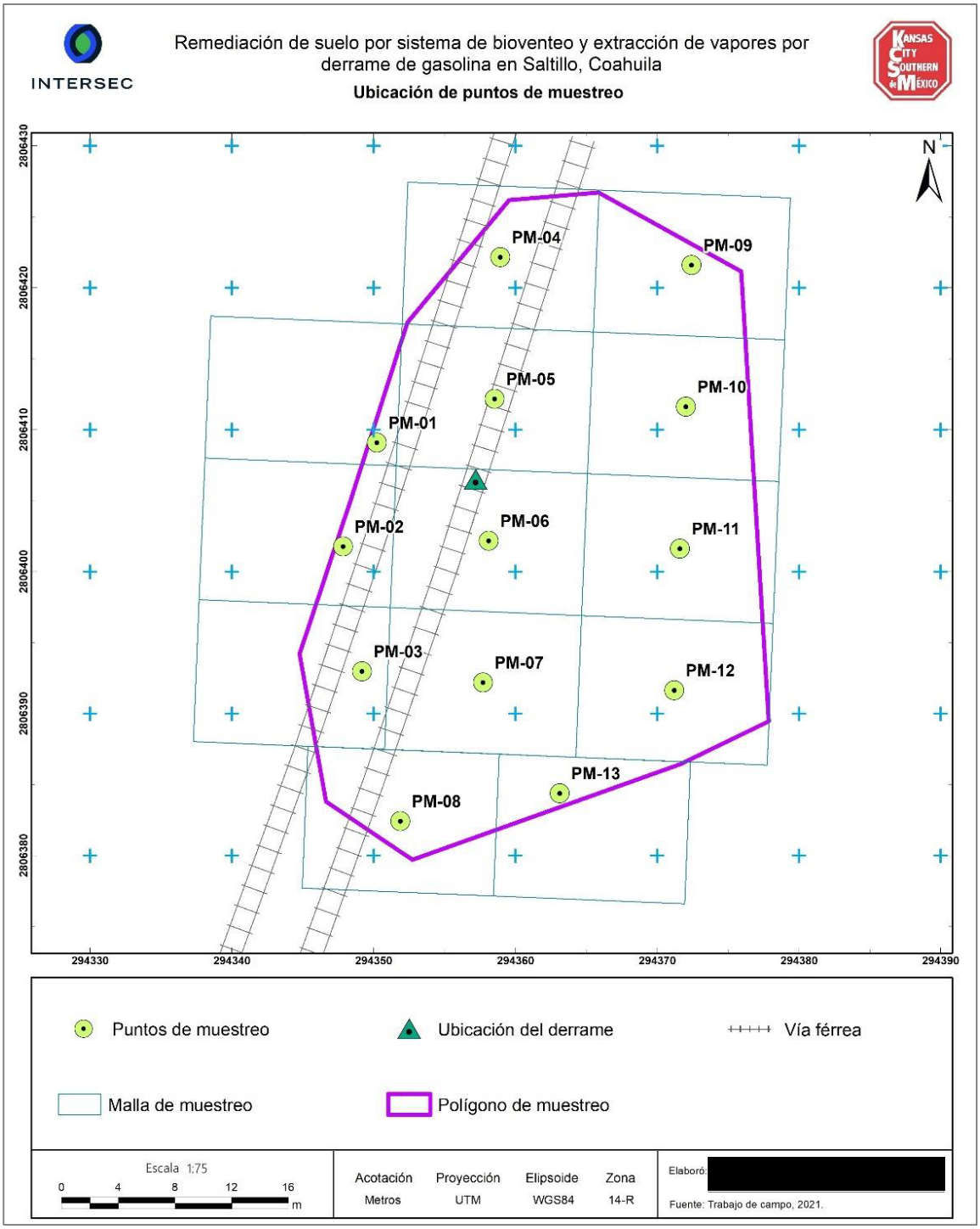


Figura 7-28. Ubicación de los puntos de muestreo

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

Tabla 7-2. Coordenadas de los puntos de muestreo

Punto de muestreo	*X*	*Y*
PM-01	294350.24	2806409.10
PM-02	294347.85	2806401.79
PM-03	294349.19	2806392.98
PM-04	294358.95	2806422.17
PM-05	294358.54	2806412.18
PM-06	294358.12	2806402.19
PM-07	294357.71	2806392.20
PM-08	294351.90	2806382.43
PM-09	294372.44	2806421.62
PM-10	294372.02	2806411.63
PM-11	294371.61	2806401.64
PM-12	294371.20	2806391.64
PM-13	294363.14	2806384.39

La decisión de adicionar puntos de muestreo se podrá tomar en campo o a solicitud por escrito, por parte de la supervisión de KCSM y/o de la autoridad ambiental competente, sin disminuir los puntos ya propuestos.

7.11.1. Equipo de muestreo a utilizar y su procedimiento de lavado

El método de perforación será manual con equipo *hand auger* (Figura 7-29), el cual consiste en barrenas cerradas o abiertas con cuchillas de distinta forma para extraer diferentes tipos de suelo, varillas de extensión de acero inoxidable y cabezal de tipo manubrio de cromo con cubierta de goma.

Figura 7-29. Equipo hand auger

Las actividades de perforación con el equipo y herramientas empleadas durante el muestreo se llevarán a cabo por personal capacitado y debidamente acreditado. El ingeniero de campo, se encargará de vigilar el cumplimiento de los aspectos de Seguridad e Higiene Industrial en el sitio, así como llevar a cabo el registro de toda la información obtenida durante las perforaciones, además de verificar el muestreo, etiquetado, preservación de las muestras para ser transportadas al laboratorio de análisis químicos seleccionado. El técnico especialista, se encargará de todos los aspectos técnicos y mecánicos de las perforaciones, así como de la verificación de los intervalos de profundidad de muestreo.

7.11.2. Equipo de muestreo a utilizar y su procedimiento de lavado

A continuación, se presenta un listado de materiales y equipos que se usarán durante el muestreo.

- Equipo de muestreo manual tipo cuchara o cucharon de acero inoxidable
- Navegador portátil (GPS)
- Cámara fotográfica
- Cubetas de plástico
- Jabón biodegradable

- Marcador de tinta permanente
- Tabla de apoyo y soporte
- Bolígrafo
- Toallas de papel para secado
- Bolsa de plástico para residuos inorgánicos y material producto de desecho
- Agua destilada
- Cepillo con cerdas suaves, para limpieza de herramienta
- Hieleras de plástico

El proceso de descontaminación del equipo previo a cada toma de muestra se realizará de la siguiente manera:

1. Lavado del equipo con detergente biodegradable (cucharon de acero inoxidable, nucleador, canaleta), agua destilada y cepillo de cerda suave con mango largos para remover contaminantes.
2. Enjuagado con agua destilada o desionizada.
3. Secado el equipo con papel absorbente.
4. Después de cada toma de muestra se realiza el proceso de descontaminación y lavado del equipo.

7.11.3. Tipos de recipientes y preservación de las muestras

Los recipientes que se tendrán que usar en el muestreo de suelo se indican en la Tabla 5 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, cartucho de 2" o frasco de vidrio con contratapa o sello de politetrafluoroetileno, mejor conocido como teflón, para asegurar la integridad de las muestras.

A cada muestra se le colocará una etiqueta y sello de inviolabilidad, que contendrá los siguientes datos: clave de identificación de la muestra, fecha de muestreo, hora de la toma de muestra, sitio de muestreo, nombre del signatario que tomará la muestra y parámetros de análisis.

Las muestras serán registradas en una cadena de custodia del propio laboratorio, en las cuales se encuentran los siguientes datos: nombre de compañía, dirección de muestreo, contacto, teléfono, fax, email, nombre del sitio, matriz de análisis (suelo/ agua), fecha de la

toma de muestra, tipo de muestra (simple o compuesta), identificación de la muestra, tipo de contenedor (cartucho/frasco), tipo de análisis, método normado, prioridad de análisis, datos del signatario autorizado y fecha y hora del registro de la cadena de custodia.

Las muestras serán colocadas en hieleras para preservar las muestras a 4ºC, conforme la Tabla 5, los recipientes para las muestras, temperatura de preservación y tiempo máximo de conservación por tipo de parámetro se encuentran en la NOM -138-SEMARNAT/SSA1-2012.

El transporte de las muestras la realiza el personal de laboratorio LABSA desde el lugar de muestreo hasta el laboratorio de análisis, el envío incluye las cadenas de custodia para el resguardo y control de las muestras.

La recepción de las muestras en el laboratorio la realiza personal acreditado, así como la generación de la orden de servicios de análisis y el sellado la cadena de custodia con fecha y hora.

7.11.4. Medidas de seguridad

Los trabajos se realizarán en un área considerada dentro de clasificación C o D según los estándares de la EPA/OSHA (zonas de riesgo). Por lo que todo el personal involucrado en las actividades contara con el equipo básico de protección personal: casco, guantes, calzado de seguridad, traje tyvek/overol de algodón, lentes de seguridad y mascarillas para vapores orgánicos.

Al momento de la toma de muestras, los recipientes se sellarán de manera inmediata para evitar la volatilización o pérdida de contaminantes.

El equipo de muestreo será lavado entre puntos de perforación para evitar la contaminación cruzada. Todos los recipientes se identifican en campo con marcador permanente, con una nomenclatura compuesta por claves de identificación del polígono, punto de muestreo y profundidad, principalmente. Para asegurar la integridad de las muestras, se implementan las siguientes acciones:

- Uso de etiquetas y sellos adheridle
- Cadena de custodia del laboratorio LABSA (original y copia).
- Formato para registro de datos de campo
- Toma de fotografías
- Limpieza y desinfección de barrenas con jabón biodegradable
- Firma del signatario autorizado y del responsable de la supervisión.

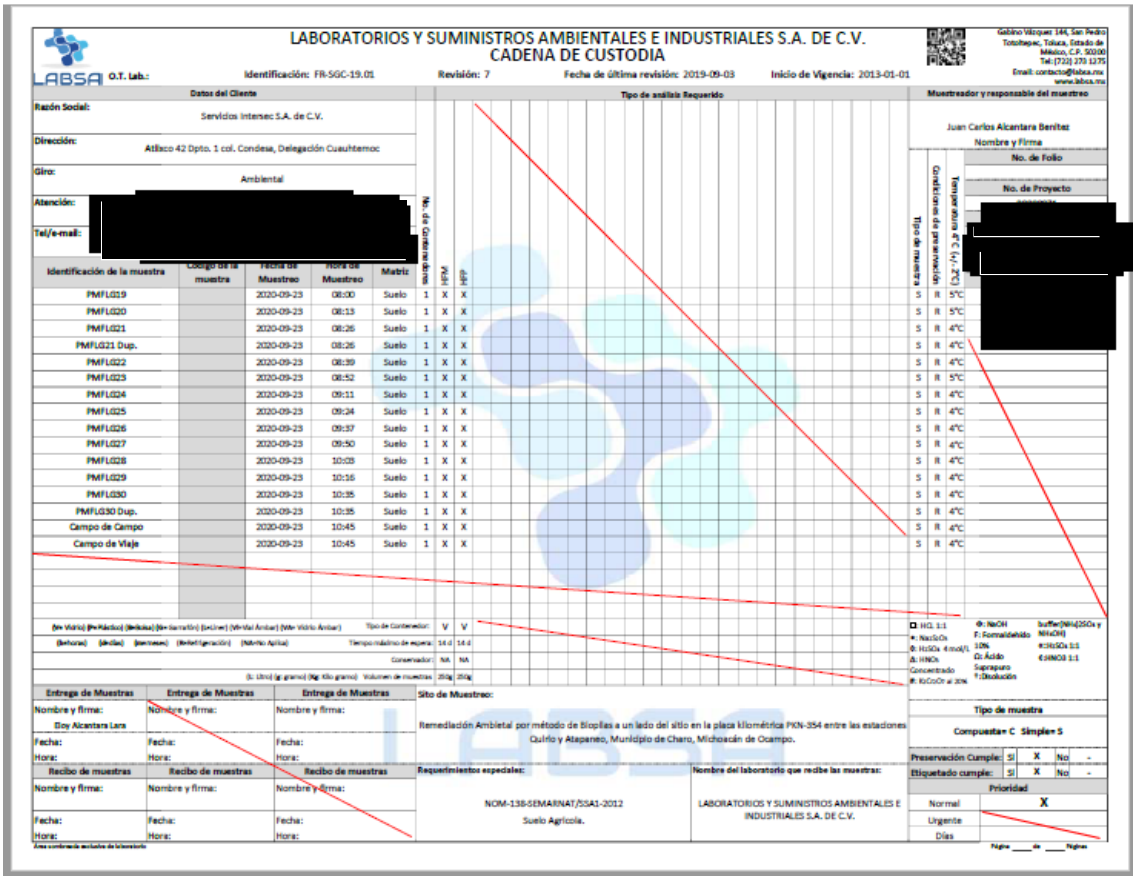
7.11.5. Medidas de aseguramiento de la calidad del muestreo incluyendo la cadena de custodia

La cadena de custodia es un conjunto de procedimientos utilizados para proporcionar un registro escrito preciso que puede ser utilizado para rastrear la posesión de una muestra desde el momento de su colección a través de su llenado en un conjunto de datos.

La cadena de custodia representa el documento de seguridad que avala el muestreo, asegurando que los procedimientos aseguran las características originales de los elementos físicos de la muestra, así como demostrar que las muestras analizadas son las mismas que se recogieron en el sitio de muestreo. En este documento especificaran los siguientes datos:

- Nombre del proyecto. - Se deberá especificar el nombre del proyecto al que se refiere el muestreo a realizar.
- Sitio de muestreo. - Se deberá indicar, el Estado, Municipio, Localidad y dirección específica del sitio de muestreo o en su caso, poner el nombre con el que es conocido el lugar, en caso de sitios de ductos, se deberá especificar por lo menos el km y tramo del derecho de vía.
- La matriz de la muestra. - Se deberá especificar el tipo de matriz (suelo, agua, sedimentos, residuos, líquidos, lodos, aceite, aire, filtro) en caso de ser otro tipo especificar cuál.
- Fecha de toma de muestra. - Se deberá indicar la fecha en la que fue colectada la muestra.
- Hora. - Se deberá indicar la hora específica a la que fue tomada la muestra.
- Parámetros de análisis. - Deberá especificarse los parámetros analizar y bajo cual método analítico de referencia.

- Datos del técnico acreditado. - Se deberá poner el nombre del técnico acreditado que es responsable de la toma de muestra y deberá firmar al final de la jornada de trabajo.
- Especificaciones de la muestra. - Deberá especificar el tipo de matriz, y el recipiente que contiene la muestra, así como el volumen de la muestra.
- Firma del responsable del proyecto. - Los responsables del proyecto deberán de firmar cada una de las hojas de custodia al término de cada jornada de trabajo.
- Datos de recibido en laboratorio. La hoja de custodia deberá de contener el nombre de quien recibe las muestras en el laboratorio, además del sello que indique fecha y hora de recepción.



LABSA

LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V.
CADENA DE CUSTODIA

O.T. Lab.: Identificación: FR-SGC-19.01 Revisión: 7 Fecha de última revisión: 2019-09-03 Inicio de Vigencia: 2013-01-01

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50100
Tel: (722) 270 1275
Email: contacto@labsa.mx
www.labsa.mx

Datos del Cliente

Razón Social: Servicios Intersec S.A. de C.V.

Dirección: Atlixco 42 Dpto. 1 col. Condesa, Delegación Cuauhtemoc

Giro: Ambiental

Atención: [redacted]

Tel/e-mail: [redacted]

Tipo de análisis Requerido

Muestreador y responsable del muestreo: Juan Carlos Alcantara Benitez

Nombre y Firma

No. de Folio

No. de Proyecto [redacted]

Identificación de la muestra	Geolocalización muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Matriz	No. de Contenedores	HFL	BTEX	Tipo de muestra	Condiciones de preservación	Temperatura 4°C (+/- 2°C)
PMFLG19		2020-09-23	08:00	Suelo	1	X	X	S	R	5°C
PMFLG20		2020-09-23	08:13	Suelo	1	X	X	S	R	5°C
PMFLG21		2020-09-23	08:26	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFLG21 Dup.		2020-09-23	08:26	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFLG22		2020-09-23	08:39	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFLG23		2020-09-23	08:52	Suelo	1	X	X	S	R	5°C
PMFLG24		2020-09-23	09:11	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFLG25		2020-09-23	09:24	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFLG26		2020-09-23	09:37	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFLG27		2020-09-23	09:50	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFLG28		2020-09-23	10:03	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFLG29		2020-09-23	10:16	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFLG30		2020-09-23	10:35	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFLG30 Dup.		2020-09-23	10:35	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
Campo de Campo		2020-09-23	10:45	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
Campo de Viaje		2020-09-23	10:45	Suelo	1	X	X	S	R	4°C

Tipo de Contenedor: V V

Tiempo máximo de espera: 14 d 14 d

Conservador: NA NA

Volumen de muestras: 250g 250g

Entrega de Muestras: Nombre y firma: Boy Alcantara Lara; Fecha: ; Hora:

Entrega de Muestras: Nombre y firma: ; Fecha: ; Hora:

Entrega de Muestras: Nombre y firma: ; Fecha: ; Hora:

Sitio de Muestreo: Remediación Ambiental por método de Biopilas a un lado del sitio en la placa kilométrica PKN-354 entre las estaciones Quirio y Atapaneo, Municipio de Charo, Michoacán de Ocampo.

Recibo de muestras: Nombre y firma: ; Fecha: ; Hora:

Recibo de muestras: Nombre y firma: ; Fecha: ; Hora:

Recibo de muestras: Nombre y firma: ; Fecha: ; Hora:

Requerimientos especiales: NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 Suelo Agrícola.

Nombre del laboratorio que recibe las muestras: LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V.

Tipo de muestra: Compuesta= C Simple= S

Preservación Cumple: SI X No -

Etiquetado cumple: SI X No -

Prioridad: Normal X; Urgente; Días

Área confirmada exclusiva de laboratorio

Página ___ de ___ Páginas

Figura 7-30. Ejemplo de cadena de custodia

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

7.12. Muestreo final comprobatorio

Este se ejecutará al término del tratamiento del suelo. Como su nombre lo indica, tendrá como objetivo comprobar la eficacia del método de remediación, es decir, que las concentraciones para los parámetros de HFL y BTEX sean inferiores a los LMP establecidos

en la NOM 138- SEMARNAT/SSA1-2012 para uso de suelo industrial. La toma de muestras y su análisis se realizará con el laboratorio LABSA, que cuenta con acreditación ante la *ema* y con aprobación de la PROFEPA para dichas actividades.

Al igual que en caso del MI, este muestreo se llevará a cabo en seguimiento de un plan de muestreo, el cual será previamente entregado al supervisor de KCSM para su aprobación. Este plan considerará las mismas especificaciones indicadas para el plan del muestreo intermedio. De igual forma se consideran 13 puntos de muestreo, cinco más que lo establecido en NOM 138-SEMARNAT/SSA1-2012, y los parámetros de análisis serán HFL y BTEX.

Ya que la distribución de los puntos y las profundidades del MI se establecieron de forma que se abarque la totalidad de la pluma de contaminación y para que se tenga una distribución ideal para el análisis geoestadístico, estos puntos serán usados también para el MFC así como las profundidades establecidas en el MI, por lo que el número de muestras a tomar en campo será de 39 más 4 duplicados, para un total de 43 muestras.

Así mismo, en caso de que la autoridad ambiental competente solicite se realice el muestreo en un punto adicional al propuesto, este se determinara en campo o a solicitud por escrito.

8. Cronograma de remediación

Para más claridad en los tiempos de ejecución de las actividades de la propuesta de remediación, se presenta un diagrama de Gantt.

CRONOGRAMA DE REMEDIACIÓNDESALTILLO,COAHUILA																																											
P	Concepto	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES 8				MES 9				MES 10			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	Perforación e instalación de pozos de bioventeo																																								
2	Perforación e instalación de pozos de extracción de vapores																																								
3	Pruebas de radio de influencia en campo																																								
4	Instalación de ramaleo de tubería																																								
5	Instalación de equipos de tratamiento																																								
6	Pruebas operacionales																																								
7	Tratamiento de suelo por extracción de vapores																																								
8	Tratamiento de suelo por bioventeo																																								
9	Verificaciones de los sistemas de tratamiento																																								
10	Monitoreo del proceso de remediación																																								
11	Muestreo Intermedio																																								
12	Muestreo Final Comprobatorio																																								
13	Desinstalación de equipos y materiales																																								
14	Limpieza de las zonas de trabajo																																								

9. Referencias

CONAGUA. (2020). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Saltillo-Ramos Arizpe (0510).* Ciudad de México.

McBride, E. F., & Caffey, K. C. (1979). *Geologic report on upper cretaceous coal.bearing rocks, rio escondido basin, Coahuila, Mexico.* Sociedad geológica mexicana.

Servicio Geológico Mexicano. (Septiembre de 2008). *Cartas disponibles SGM.* Obtenido de https://www.sgm.gob.mx/CartasDisponibles/

Propuesta de remediación ambiental por método de bioventeo y extracción de vapores *in situ* en Viñedo Los Álamos, Saltillo, Coahuila

Plan de muestreo de suelo intermedio (MI)

Preparado para:

Kansas City Southern de México

Septiembre, 2021

Atlixco No. 42, Col. Condesa, Del. Cuauhtémoc
Ciudad de México, C.P. 06140 | Tel. (55) 5207-6738 / (55) 5207-6895

Contenido

1. Plan de muestreo 4

1.1. Objetivo 4

1.2. Lugar y fecha de elaboración 4

1.3. Descripción de actividades y tiempos de ejecución 5

1.4. Definición de las responsabilidades del personal involucrado en cada actividad 5

1.5. Características del sitio en dónde se ejecutará el muestreo de suelos 6

1.6. Superficie del polígono de muestreo 6

1.7. Definición de los parámetros de análisis en función del contaminante 7

1.8. Método y tipo de muestreo bajo el que se diseña el plan 8

1.9. Número de puntos y profundidades de muestreo 8

1.10. Justificación para la ubicación de los puntos de muestreo y para la profundidad de la perforación, los criterios utilizados y la selección de la técnica de muestreo 10

1.11. Equipo de muestreo a utilizar y su procedimiento de lavado 11

1.12. Tipos de recipientes y preservación de las muestras 12

1.13. Medidas de seguridad 13

1.14. Medidas de aseguramiento de la calidad del muestreo incluyendo la cadena de custodia 14

1.15. Programa de ejecución de actividades 16

1.16. Procedimiento para el registro de incidencias y desviaciones al plan de muestreo 16

Índice de tablas

Tabla 1-1. Descripción de actividades y tiempos de ejecución 5
Tabla 1-2. Hidrocarburos que deberán analizarse en función del producto contaminante..... 8
Tabla 1-3. Coordenadas de los puntos de muestreo 10

Índice de figuras

Figura 1-2. Ubicación del polígono de muestreo 7
Figura 1-3. Ubicación de los puntos de muestreo..... 9
Figura 1-4. Equipo hand auger 11
Figura 1-5. Ejemplo de cadena de custodia 15

1. Plan de muestreo

Como resultado del estudio *Caracterización ambiental por derrame de gasolina en Viñedo los Álamos, Saltillo, Coahuila,* se determinaron los niveles de contaminación, áreas, profundidades y volúmenes de suelo impactado por un derrame e incendio de combustible (gasolina) de la unidad TCBX 305477 en la punta norte PK B 901 en Saltillo en el estado de Coahuila.

Dicho estudio fue realizado por la empresa Servicios Intersec S.A. de C.V. a petición de Kansas City Southern de México, por lo que, una vez concluida la investigación en el sitio, se dio paso a la elaboración de la *Propuesta de remediación ambiental por método de bioventeo y extracción de vapores in situ en Viñedo Los Álamos, Saltillo, Coahuila,* de la cual forma parte el presente plan de muestreo.

A continuación, se desarrollan los puntos establecidos en el numeral *7. Lineamientos para el plan de muestreo en la caracterización,* de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

1.1. Objetivo

Obtención de 43 muestras de suelo, incluidos cuatro duplicados, en 13 puntos de muestreo a 0.10, 0.50 y 1.20m de profundidad, para su envío y análisis de los parámetros de HFL y BTEX en un laboratorio acreditado, y así verificar y comprobar que el sistema de tratamiento esté funcionando de acuerdo a lo esperado, es decir, comprobar que las concentraciones del suelo han disminuido respecto a los resultados obtenidos durante la caracterización.

1.2. Lugar y fecha de elaboración

La elaboración del plan de muestreo se realizará en la Ciudad de México, México, en las oficinas de Intersec S.A. de C.V., durante el tercer mes del tratamiento.

1.3. Descripción de actividades y tiempos de ejecución

En la siguiente tabla (Tabla 1-1) se especifican las actividades a realizar en el sitio y las posteriores a la entrega de las muestras al laboratorio acreditado, incluido sus tiempos de ejecución.

Tabla 1-1. Descripción de actividades y tiempos de ejecución

Actividades	*Tiempos de ejecución (Días)*	*Fecha de termino*
Ubicación de puntos de muestreo (geoposicionamiento)	2 días de trabajo de muestreo	Por definir
Perforación de puntos y toma de muestras		
Envío de muestras al laboratorio acreditado ante EMA		
Análisis de muestras en laboratorio	12 días hábiles	Por definir
Trabajo de gabinete	5 días	Por definir
Entrega de informe	5 días	Por definir

1.4. Definición de las responsabilidades del personal involucrado en cada actividad

En el muestreo de suelo se contará con la presencia del siguiente personal:

- Responsable técnico del proyecto

Coordinará y verificará las actividades con apego a lo establecido en el Plan de Muestreo. Realizará el registro fotográfico de las actividades y fungirá como enlace con la Autoridad Ambiental y Kansas City Southern de México SA de CV.

- Técnico acreditado

Es la persona encargada de realizar la obtención, envasado y etiquetado de las muestras de fondos y paredes programadas en el Plan de Muestreo. Realizar el llenado de las cadenas de custodia, mismas que serán validadas mediante firmas por las partes involucradas.

- Supervisor de KCSM.

Vigilará y verificará la correcta ejecución del muestreo. Asimismo, validará mediante su firma la conclusión del muestreo en cadenas de custodia y minuta de trabajo.

- Autoridad ambiental (PROFEPA)

Para el caso de muestreos en donde se presente la asistencia de la autoridad ambiental, esta tendrá la responsabilidad de vigilar y verificar la correcta ejecución del Plan de Muestreo. Podrá realizar las observaciones pertinentes en campo e indicar puntos de muestreo a consideración. Asimismo, validará mediante su firma la conclusión del muestreo en cadenas de custodia y minuta de trabajo.

1.5. Características del sitio en dónde se ejecutará el muestreo de suelos

Ya que el derrame de gasolina que provocó la contaminación del sitio se presentó sobre las vías, el área sujeta a remediación comprende la vía férrea y el derecho de vía. La zona se caracteriza por el flujo de trenes desde y hacia la ciudad de Saltillo, debido a la ausencia de otras de actividades industriales, agrícolas o comerciales, no existe otro tipo de infraestructura en la zona, por lo que además el acceso al sitio se realiza por caminos de terracería.

1.6. Superficie del polígono de muestreo

De acuerdo con el estudio de caracterización se delimitó mediante un levantamiento topográfico, un polígono de 0.11ha (1,145.71m^2).

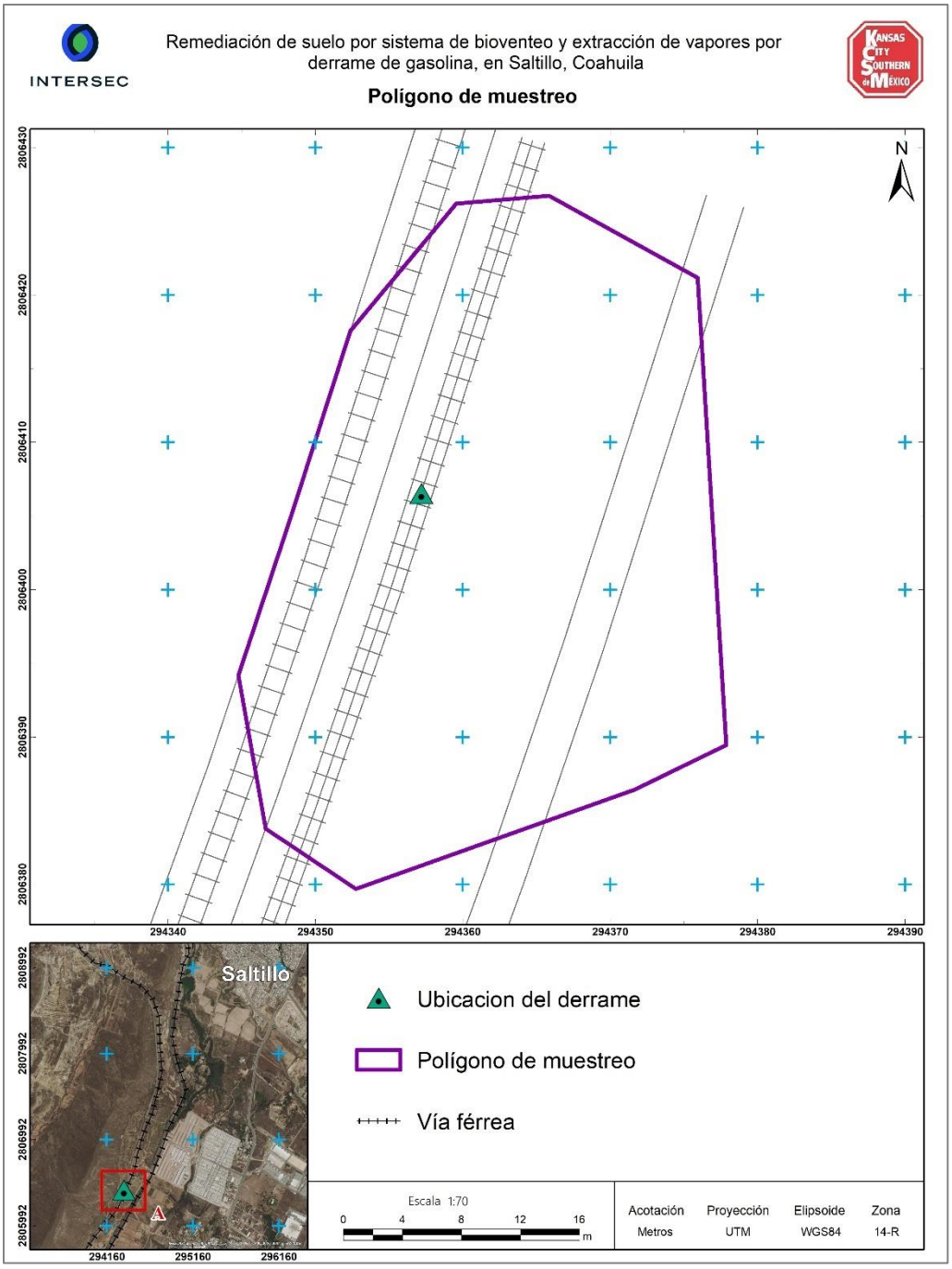


Figura 1-1. Ubicación del polígono de muestreo

1.7. Definición de los parámetros de análisis en función del contaminante

En cumplimiento con lo estipulado en la Tabla 1. de la NOM 138- SEMARNAT/SSA1-2012 (Tabla 1-2), los parámetros de análisis serán HFL y BTEX, por tratarse de un derrame de gasolina.

Tabla 1-2. Hidrocarburos que deberán analizarse en función del producto contaminante

	Hidrocarburos				
Producto contaminante	*Fracción pesada*	*Fracción media*	*HAP*	*Fracción ligera*	*BTEX*
Mezcla de productosdesconocidos derivados delpetróleo	X	X	X	X	X
Petróleo crudo	X	X	X	X	X
Combustóleo	X		X		
Parafinas	X		X		
Petrolatos	X		X		
Aceites derivados del petróleo	X		X		
Gasóleo		X	X		
Diesel		X	X		
Turbosina		X	X		
Queroseno		X	X		
Creosota		X	X		
Gasavión				X	X
Gasolvente				X	X
Gasolinas				X	X
Gas nafta				X	X

1.8. Método y tipo de muestreo bajo el que se diseña el plan

El método de muestreo será aleatorio de tipo sistemático cuadriculado, de tal forma que los puntos contemplen todo el polígono de muestreo.

1.9. Número de puntos y profundidades de muestreo

Ya que el polígono de muestreo es de 0.11ha, el número mínimo de puntos de muestreo es 8, de acuerdo a lo establecido por la NOM 138- SEMARNAT/SSA1-2012 para un área de hasta 0.2 ha, pero se proponen 13 puntos de muestreo, de tal forma que se cubra la pluma de contaminación definida en el estudio de caracterización y además la distribución y densidad de los puntos permita tener un análisis geoestadístico de mayor precisión. En la Figura 1-2 se muestra la malla de muestreo definida y la ubicación de los puntos, posteriormente, en la Tabla 1-3, se indican las coordenadas de los puntos.

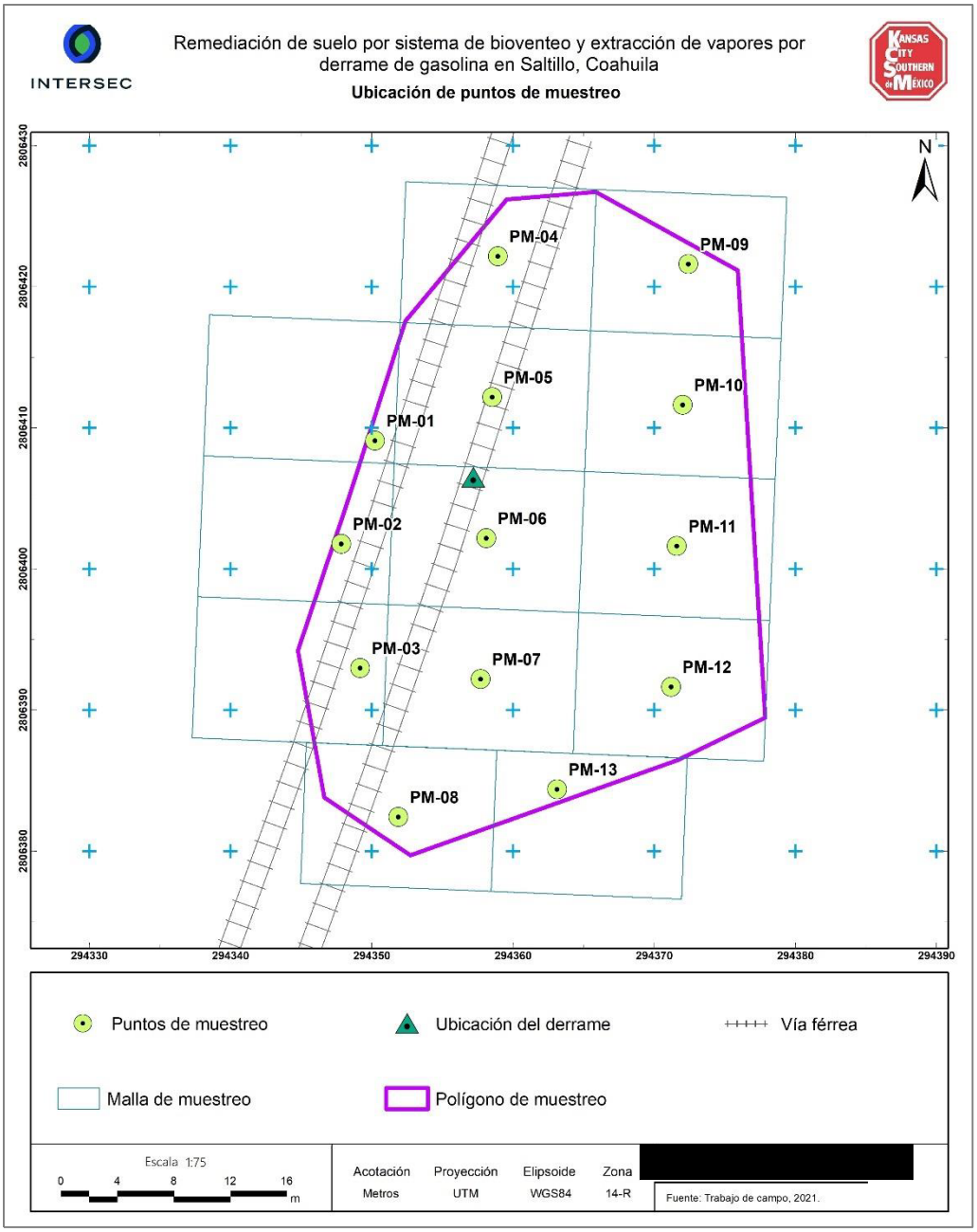


Figura 1-2. Ubicación de los puntos de muestreo

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

Tabla 1-3. Coordenadas de los puntos de muestreo

Punto de muestreo	*Coordenadas UTM*	
	X	*Y*
PM-01	294350.24	2806409.10
PM-02	294347.85	2806401.79
PM-03	294349.19	2806392.98
PM-04	294358.95	2806422.17
PM-05	294358.54	2806412.18
PM-06	294358.12	2806402.19
PM-07	294357.71	2806392.20
PM-08	294351.90	2806382.43
PM-09	294372.44	2806421.62
PM-10	294372.02	2806411.63
PM-11	294371.61	2806401.64
PM-12	294371.20	2806391.64
PM-13	294363.14	2806384.39

Se considera la toma de muestra a tres profundidades, 0.10, 0.50 y 1.20m, por lo que el número de muestras a tomar en campo será de 39 muestras y 4 duplicados, para un total de 43 muestras.

La decisión de adicionar puntos de muestreo se podrá tomar en campo o a solicitud por escrito, por parte de la supervisión de KCSM y/o de la autoridad ambiental competente, sin disminuir los puntos ya propuestos.

1.10. Justificación para la ubicación de los puntos de muestreo y para la profundidad de la perforación, los criterios utilizados y la selección de la técnica de muestreo

Con el número de puntos y las tres profundidades de muestreo 0.10, 0.5 y 1.20 m se podrá verificar la atención del área y volumen de suelo contaminado de acuerdo con los LMP de la Nom-138-SEMARNAT/SSA1-2012 y lo reportado en el estudio de caracterización, para el área 527.39m^2 y un volumen estimado de 606.49m^3, considerando un espesor promedio

de 1.15 metros de impacto. Ya que la profundidad de muestreo máxima será a 1.20m, el método de perforación será manual con equipo *hand auger* (Figura 1-3)

Figura 1-3. Equipo hand auger

Las actividades de perforación con el equipo y herramientas empleadas durante el muestreo se llevarán a cabo por personal capacitado y debidamente acreditado. El ingeniero de campo, se encargará de vigilar el cumplimiento de los aspectos de Seguridad e Higiene Industrial en el sitio, así como llevar a cabo el registro de toda la información obtenida durante las perforaciones, además de verificar el muestreo, etiquetado, preservación de las muestras para ser transportadas al laboratorio de análisis químicos seleccionado. El técnico especialista, se encargará de todos los aspectos técnicos y mecánicos de las perforaciones, así como de la verificación de los intervalos de profundidad de muestreo.

1.11. Equipo de muestreo a utilizar y su procedimiento de lavado

A continuación, se presenta un listado de materiales y equipos que se usarán durante el muestreo:

- Equipo de muestreo manual tipo cuchara o cucharon de acero inoxidable
- Navegador portátil (GPS)
- Cámara fotográfica
- Cubetas de plástico
- Jabón biodegradable
- Marcador de tinta permanente
- Tabla de apoyo y soporte
- Bolígrafo
- Toallas de papel para secado
- Bolsa de plástico para residuos inorgánicos y material producto de desecho
- Agua destilada
- Cepillo con cerdas suaves, para limpieza de herramienta
- Hieleras de plástico

El proceso de descontaminación del equipo previo a cada toma de muestra se realizará de la siguiente manera:

1. Lavado del equipo con detergente biodegradable (cucharon de acero inoxidable, nucleador, canaleta), agua destilada y cepillo de cerda suave con mango largos para remover contaminantes.
2. Enjuagado con agua destilada o desionizada.
3. Secado el equipo con papel absorbente.
4. Después de cada toma de muestra se realiza el proceso de descontaminación y lavado del equipo.

1.12. Tipos de recipientes y preservación de las muestras

Los recipientes que se tendrán que usar en el muestreo de suelo se indican en la Tabla 5 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, cartucho de 2" o frascos de vidrio con contratapa o sello de politetrafluoroetileno, mejor conocido como teflón, para asegurar la integridad de las muestras.

A cada muestra se le colocará una etiqueta y sello de inviolabilidad, que contendrá los siguientes datos: clave de identificación de la muestra, fecha de muestreo, hora de la toma

de muestra, sitio de muestreo, nombre del signatario que tomará la muestra y parámetros de análisis.

Las muestras serán registradas en una cadena de custodia del propio laboratorio, en las cuales se encuentran los siguientes datos: nombre de compañía, dirección de muestreo, contacto, teléfono, fax, email, nombre del sitio, matriz de análisis (suelo/ agua), fecha de la toma de muestra, tipo de muestra (simple o compuesta), identificación de la muestra, tipo de contenedor (cartucho/frasco), tipo de análisis, método normado, prioridad de análisis, datos del signatario autorizado y fecha y hora del registro de la cadena de custodia.

Las muestras serán colocadas en hieleras para preservar las muestras a 4ºC, conforme la Tabla 5, los recipientes para las muestras, temperatura de preservación y tiempo máximo de conservación por tipo de parámetro se encuentran en la NOM -138-SEMARNAT/SSA1-2012.

El transporte de las muestras la realiza el personal de laboratorio LABSA desde el lugar de muestreo hasta el laboratorio de análisis, el envío incluye las cadenas de custodia para el resguardo y control de las muestras.

La recepción de las muestras en el laboratorio la realiza personal acreditado, así como la generación de la orden de servicios de análisis y el sellado la cadena de custodia con fecha y hora.

1.13. Medidas de seguridad

Los trabajos se realizarán en un área considerada dentro de clasificación C o D según los estándares de la EPA/OSHA (zonas de riesgo). Por lo que todo el personal involucrado en las actividades contara con el equipo básico de protección personal: casco, guantes, calzado de seguridad, traje tyvek/overol de algodón, lentes de seguridad y mascarillas para vapores orgánicos.

Al momento de la toma de muestras, los recipientes se sellarán de manera inmediata para evitar la volatilización o pérdida de contaminantes.

El equipo de muestreo será lavado entre puntos de perforación para evitar la contaminación cruzada. Todos los recipientes se identifican en campo con marcador permanente, con una nomenclatura compuesta por claves de identificación del polígono, punto de muestreo y profundidad, principalmente.

- Para asegurar la integridad de las muestras, se implementan las siguientes acciones:
  - Uso de etiquetas y sellos adheridle
  - Cadena de custodia del laboratorio LABSA (original y copia).
  - Formato para registro de datos de campo
  - Toma de fotografías
  - Limpieza y desinfección de barrenas con jabón biodegradable
  - Firma del signatario autorizado y del responsable de la supervisión.

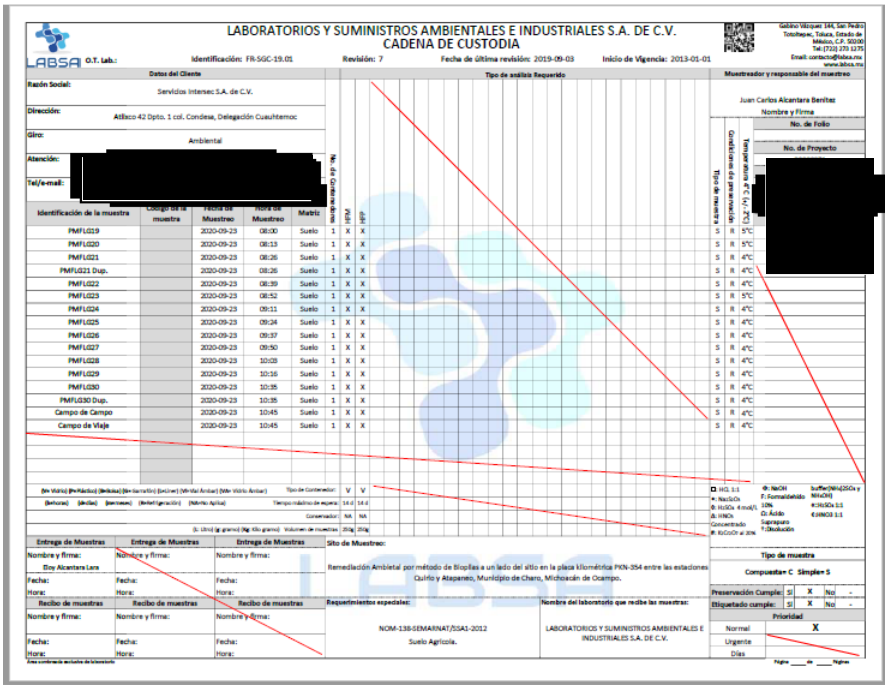
1.14. Medidas de aseguramiento de la calidad del muestreo incluyendo la cadena de custodia

La cadena de custodia es un conjunto de procedimientos utilizados para proporcionar un registro escrito preciso que puede ser utilizado para rastrear la posesión de una muestra desde el momento de su colección a través de su llenado en un conjunto de datos.

La cadena de custodia representa el documento de seguridad que avala el muestreo, asegurando que los procedimientos aseguran las características originales de los elementos físicos de la muestra, así como demostrar que las muestras analizadas son las mismas que se recogieron en el sitio de muestreo. En este documento especificaran los siguientes datos:

- Nombre del proyecto. - Se deberá especificar el nombre del proyecto al que se refiere el muestreo a realizar.
- Sitio de muestreo. - Se deberá indicar, el Estado, Municipio, Localidad y dirección específica del sitio de muestreo o en su caso, poner el nombre con el que es conocido el lugar, en caso de sitios de ductos, se deberá especificar por lo menos el km y tramo del derecho de vía.

- La matriz de la muestra. - Se deberá especificar el tipo de matriz (suelo, agua, sedimentos, residuos, líquidos, lodos, aceite, aire, filtro) en caso de ser otro tipo especificar cuál.
- Fecha de toma de muestra. - Se deberá indicar la fecha en la que fue colectada la muestra.
- Hora. - Se deberá indicar la hora específica a la que fue tomada la muestra.
- Parámetros de análisis. - Deberá especificarse los parámetros analizar y bajo cual método analítico de referencia.
- Datos del técnico acreditado. - Se deberá poner el nombre del técnico acreditado que es responsable de la toma de muestra y deberá firmar al final de la jornada de trabajo.
- Especificaciones de la muestra. - Deberá especificar el tipo de matriz, y el recipiente que contiene la muestra, así como el volumen de la muestra.
- Firma del responsable del proyecto. - Los responsables del proyecto deberán de firmar cada una de las hojas de custodia al término de cada jornada de trabajo.
- Datos de recibido en laboratorio. La hoja de custodia deberá de contener el nombre de quien recibe las muestras en el laboratorio, además del sello que indique fecha y hora de recepción.



LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V.
CADENA DE CUSTODIA

LABSA O.T. Lab.: Identificación: FR-SGC-19.01 Revisión: 7 Fecha de última revisión: 2019-09-03 Inicio de Vigencia: 2013-01-01

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50100 Tel: (722) 275 1275 Email: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

Datos del Cliente
Razón Social: Servicios Intersec S.A. de C.V.
Dirección: Atlixco 42 Dpto. 1 col. Condesa, Delegación Cuauhtemoc
Giro: Ambiental
Atención: [redacted]
Tel/e-mail: [redacted]

Tipo de análisis Requerido

Muestreador y responsable del muestreo: Juan Carlos Alcantara Benitez
Nombre y Firma
No. de Folio
No. de Proyecto: [redacted]

Identificación de la muestra	Código de la muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Matriz	No. de Contenedores	PMFL	ARP	Tipo de muestra	Condiciones del preservativo	Temperatura de C.C. (°C)
PMFL019		2020-09-23	08:00	Suelo	1	X	X	S	R	5°C
PMFL020		2020-09-23	08:13	Suelo	1	X	X	S	R	5°C
PMFL021		2020-09-23	08:26	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL021 Dup.		2020-09-23	08:26	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL022		2020-09-23	08:39	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL023		2020-09-23	08:52	Suelo	1	X	X	S	R	5°C
PMFL024		2020-09-23	09:11	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL025		2020-09-23	09:24	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL026		2020-09-23	09:37	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL027		2020-09-23	09:50	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL028		2020-09-23	10:03	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL029		2020-09-23	10:16	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL030		2020-09-23	10:35	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL030 Dup.		2020-09-23	10:35	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
Campo de Campo		2020-09-23	10:45	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
Campo de Viaje		2020-09-23	10:45	Suelo	1	X	X	S	R	4°C

(Nv Vidrio) (Pv Plástico) (Bolsa) (Nv Garrafón) (Envase) (Vial Ámbar) (Vdr Vidrio Ámbar) — Tipo de Contenedor: V V
(Bolsas) (Jícalas) (Jeringas) (Refrigeración) (Nitrito Agrícola) — Tiempo máximo de espera: 14 d 14 d
Conservador: NA NA
(L: Litro) (g: gramo) (Kg: Kilo gramo) — Volumen de muestras: 250g 250g

Tipo de Contenedor: ☐ HG. 1:1 ●: NaOH buffer(NH4)2SO4 y NH4OH ▲: Na2S2O3 F: Formaldehído 10% ■: H2SO4 4 mol/L ■: H2SO4 1:1 ◆: HNO3 1:1 O: Ácido Sulfúrico Concentrado ▲: HNO3 Concentrado ★: KrCrO7 al 20% T:Disolución

Entrega de Muestras
Nombre y firma: Eloy Alcantara Lara
Fecha:
Hora:

Entrega de Muestras
Nombre y firma:
Fecha:
Hora:

Entrega de Muestras
Nombre y firma:
Fecha:
Hora:

Sitio de Muestreo:
Remediación Ambiental por método de Biopilas a un lado del sitio en la plaza kilométrica PKN-354 entre las estaciones Quirio y Atapaneo, Municipio de Charo, Michoacán de Ocampo.

Tipo de muestra: Compuesta= C Simples= S

Preservación Cumple: SI X No -
Etiquetado cumple: SI X No -

Recibo de muestras
Nombre y firma:
Fecha:
Hora:

Recibo de muestras
Nombre y firma:
Fecha:
Hora:

Recibo de muestras
Nombre y firma:
Fecha:
Hora:

Requerimientos especiales:
NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012
Suelo Agrícola.

Nombre del laboratorio que recibe las muestras:
LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V.

Prioridad
Normal X
Urgente
Días

Área exclusiva de laboratorio

Página ___ de ___ Páginas

Figura 1-4. Ejemplo de cadena de custodia

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

El muestreo y la preparación de las muestras son los procesos más críticos que contribuyen a la incertidumbre, sin embargo, para fines de control de calidad, se recomienda que del 5-10% de las muestras sean recogidas por duplicado.

1.15. Programa de ejecución de actividades

Para la ejecución de esta actividad, se contempla una brigada de trabajo, las actividades se realizarán en el horario de 08:00 a 17:00 horas; durante este tiempo se colectarán las muestras por personal acreditado y se llevará un registro en hojas de campo de las horas en las que se tomó cada muestra, así como las actividades que se realicen. Este registro se plasmará en una bitácora de campo debidamente llenada.

1.16. Procedimiento para el registro de incidencias y desviaciones al plan de muestreo

El procedimiento que se seguirá para el registro de incidencias y/o desviaciones al plan de muestreo, será informar a la autoridad ambiental presente en el sitio durante el muestreo mediante un acta de trabajo para validar los procedimientos.

Anexo VII

Propuesta de remediación ambiental por método de bioventeo y extracción de vapores *in situ* en Viñedo Los Álamos, Saltillo, Coahuila

Plan de muestreo de suelo final comprobatorio (MFC)

Preparado para:

Kansas City Southern de México

Septiembre, 2021

Atlixco No. 42, Col. Condesa, Del. Cuauhtémoc
Ciudad de México, C.P. 06140 | Tel. (55) 5207-6738 / (55) 5207-6895

Contenido

1. Plan de muestreo 4

1.1. Objetivo 4

1.2. Lugar y fecha de elaboración 4

1.3. Descripción de actividades y tiempos de ejecución 5

1.4. Definición de las responsabilidades del personal involucrado en cada actividad 5

1.5. Características del sitio en dónde se ejecutará el muestreo de suelos 6

1.6. Superficie del polígono de muestreo 6

1.7. Definición de los parámetros de análisis en función del contaminante 7

1.8. Método y tipo de muestreo bajo el que se diseña el plan 8

1.9. Número de puntos y profundidades de muestreo 8

1.10. Justificación para la ubicación de los puntos de muestreo y para la profundidad de la perforación, los criterios utilizados y la selección de la técnica de muestreo 10

1.11. Equipo de muestreo a utilizar y su procedimiento de lavado 11

1.12. Tipos de recipientes y preservación de las muestras 12

1.13. Medidas de seguridad 13

1.14. Medidas de aseguramiento de la calidad del muestreo incluyendo la cadena de custodia 14

1.15. Programa de ejecución de actividades 16

1.16. Procedimiento para el registro de incidencias y desviaciones al plan de muestreo 16

Índice de tablas

Tabla 1-1. Descripción de actividades y tiempos de ejecución 5
Tabla 1-2. Hidrocarburos que deberán analizarse en función del producto contaminante..... 8
Tabla 1-3. Coordenadas de los puntos de muestreo 10

Índice de figuras

Figura 1-2. Ubicación del polígono de muestreo 7
Figura 1-3. Ubicación de los puntos de muestreo..... 9
Figura 1-4. Equipo hand auger 11
Figura 1-5. Ejemplo de cadena de custodia 15

1. Plan de muestreo

Como resultado del estudio *Caracterización ambiental por derrame de gasolina en Viñedo los Álamos, Saltillo, Coahuila,* se determinaron los niveles de contaminación, áreas, profundidades y volúmenes de suelo impactado por un derrame e incendio de combustible (gasolina) de la unidad TCBX 305477 en la punta norte PK B 901 en Saltillo en el estado de Coahuila.

Dicho estudio fue realizado por la empresa Servicios Intersec S.A. de C.V. a petición de Kansas City Southern de México, por lo que, una vez concluida la investigación en el sitio, se dio paso a la elaboración de la *Propuesta de remediación ambiental por método de bioventeo y extracción de vapores in situ en Viñedo Los Álamos, Saltillo, Coahuila,* de la cual forma parte el presente plan de muestreo.

A continuación, se desarrollan los puntos establecidos en el numeral *7. Lineamientos para el plan de muestreo en la caracterización,* de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, a partir de los cuales se elaboró el plan de muestreo final comprobatorio.

1.1. Objetivo

Obtención de 43 muestras de suelo, incluidos cuatro duplicados, en 13 puntos de muestreo a 0.10, 0.50 y 1.20m de profundidad, para su envío y análisis de los parámetros de HFL y BTEX en un laboratorio acreditado, y así comprobar que el sistema de tratamiento resultó exitoso para lograr niveles de concentración inferiores a los LMP definidos en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

1.2. Lugar y fecha de elaboración

La elaboración del plan de muestreo se realizará en la Ciudad de México, México, en las oficinas de Intersec S.A. de C.V., al finalizar el tratamiento.

1.3. Descripción de actividades y tiempos de ejecución

En la siguiente tabla (Tabla 1-1) se especifican las actividades a realizar en el sitio y las posteriores a la entrega de las muestras al laboratorio acreditado, incluido sus tiempos de ejecución.

Tabla 1-1. Descripción de actividades y tiempos de ejecución

Actividades	*Tiempos de ejecución (Días)*	*Fecha de termino*
Ubicación de puntos de muestreo (geoposicionamiento)	2 días de trabajo de muestreo	Por definir
Perforación de puntos y toma de muestras		
Envío de muestras al laboratorio acreditado ante EMA		
Análisis de muestras en laboratorio	12 días hábiles	Por definir
Trabajo de gabinete	5 días	Por definir
Entrega de informe	5 días	Por definir

1.4. Definición de las responsabilidades del personal involucrado en cada actividad

En el muestreo de suelo se contará con la presencia del siguiente personal:

- Responsable técnico del proyecto

Coordinará y verificará las actividades con apego a lo establecido en el Plan de Muestreo. Realizará el registro fotográfico de las actividades y fungirá como enlace con la Autoridad Ambiental y Kansas City Southern de México SA de CV.

- Técnico acreditado

Es la persona encargada de realizar la obtención, envasado y etiquetado de las muestras de fondos y paredes programadas en el Plan de Muestreo. Realizar el llenado de las cadenas de custodia, mismas que serán validadas mediante firmas por las partes involucradas.

- Supervisor de KCSM.

Vigilará y verificará la correcta ejecución del muestreo. Asimismo, validará mediante su firma la conclusión del muestreo en cadenas de custodia y minuta de trabajo.

- Autoridad ambiental (PROFEPA)

Para el caso de muestreos en donde se presente la asistencia de la autoridad ambiental, esta tendrá la responsabilidad de vigilar y verificar la correcta ejecución del Plan de Muestreo. Podrá realizar las observaciones pertinentes en campo e indicar puntos de muestreo a consideración. Asimismo, validará mediante su firma la conclusión del muestreo en cadenas de custodia y minuta de trabajo.

1.5. Características del sitio en dónde se ejecutará el muestreo de suelos

Ya que el derrame de gasolina que provocó la contaminación del sitio se presentó sobre las vías, el área sujeta a remediación comprende la vía férrea y el derecho de vía. La zona se caracteriza por el flujo de trenes desde y hacia la ciudad de Saltillo, debido a la ausencia de otras de actividades industriales, agrícolas o comerciales, no existe otro tipo de infraestructura en la zona, por lo que además el acceso al sitio se realiza por caminos de terracería.

1.6. Superficie del polígono de muestreo

De acuerdo con el estudio de caracterización se delimitó mediante un levantamiento topográfico, un polígono de 0.11ha (1,1475.71m^2).

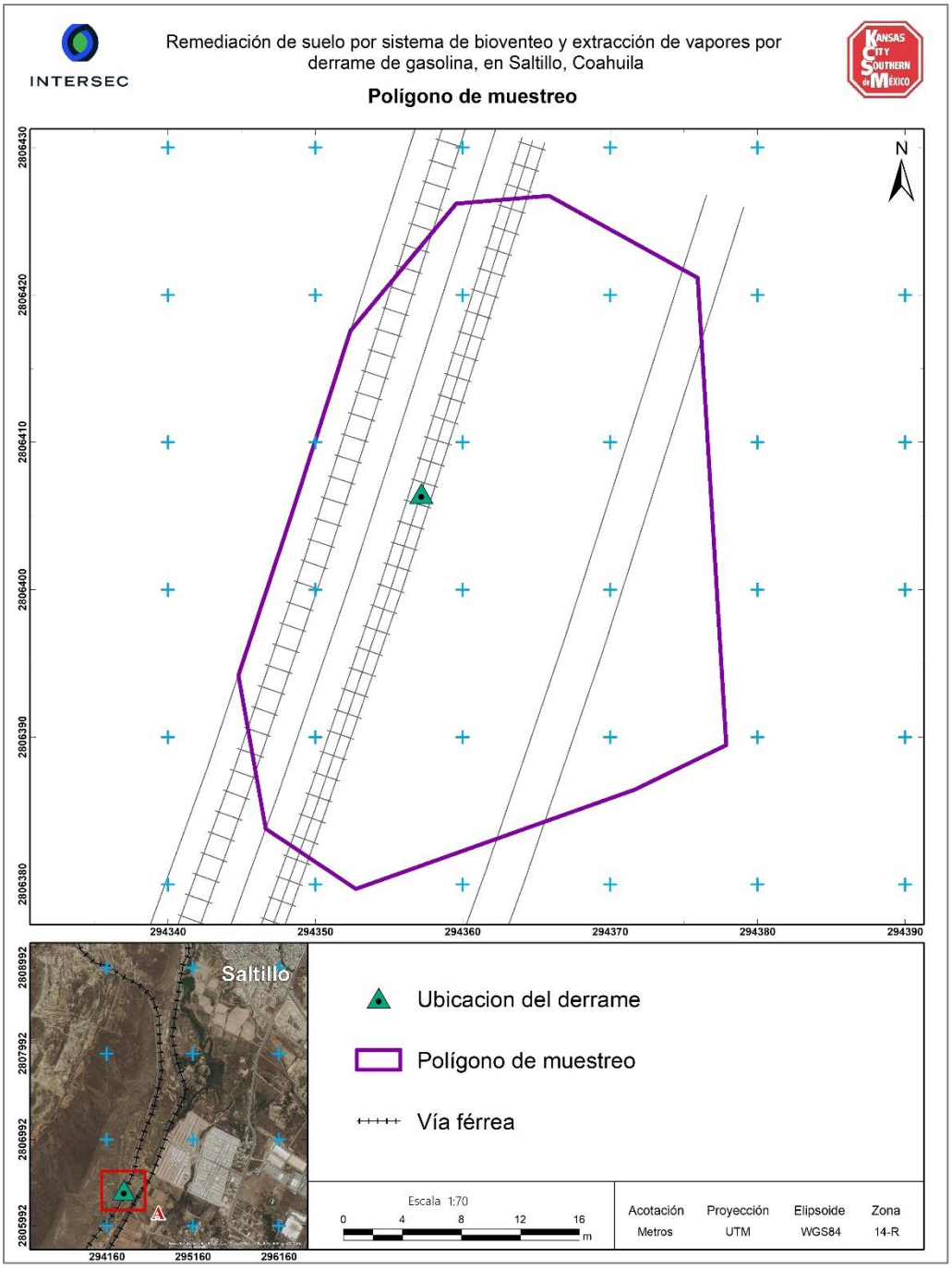


Figura 1-1. Ubicación del polígono de muestreo

1.7. Definición de los parámetros de análisis en función del contaminante

En cumplimiento con lo estipulado en la Tabla 1. de la NOM 138- SEMARNAT/SSA1-2012 (Tabla 1-2), los parámetros de análisis serán HFL y BTEX, por tratarse de un derrame de gasolina.

Tabla 1-2. Hidrocarburos que deberán analizarse en función del producto contaminante

	Hidrocarburos				
Producto contaminante	*Fracción pesada*	*Fracción media*	*HAP*	*Fracción ligera*	*BTEX*
Mezcla de productosdesconocidos derivados delpetróleo	X	X	X	X	X
Petróleo crudo	X	X	X	X	X
Combustóleo	X		X		
Parafinas	X		X		
Petrolatos	X		X		
Aceites derivados del petróleo	X		X		
Gasóleo		X	X		
Diesel		X	X		
Turbosina		X	X		
Queroseno		X	X		
Creosota		X	X		
Gasavión				X	X
Gasolvente				X	X
Gasolinas				X	X
Gas nafta				X	X

1.8. Método y tipo de muestreo bajo el que se diseña el plan

El método de muestreo será aleatorio de tipo sistemático cuadriculado, de tal forma que los puntos contemplen todo el polígono de muestreo.

1.9. Número de puntos y profundidades de muestreo

Ya que el polígono de muestreo es de 0.11ha, el número mínimo de puntos de muestreo es 8, de acuerdo a lo establecido por la NOM 138- SEMARNAT/SSA1-2012 para un área de hasta 0.2 ha, pero se proponen 13 puntos de muestreo, de tal forma que se cubra la pluma de contaminación definida en el estudio de caracterización y además la distribución y densidad de los puntos permita tener un análisis geoestadístico de mayor precisión. En la Figura 1-2 se muestra la malla de muestreo definida y la ubicación de los puntos, posteriormente, en la Tabla 1-3, se indican las coordenadas de los puntos.

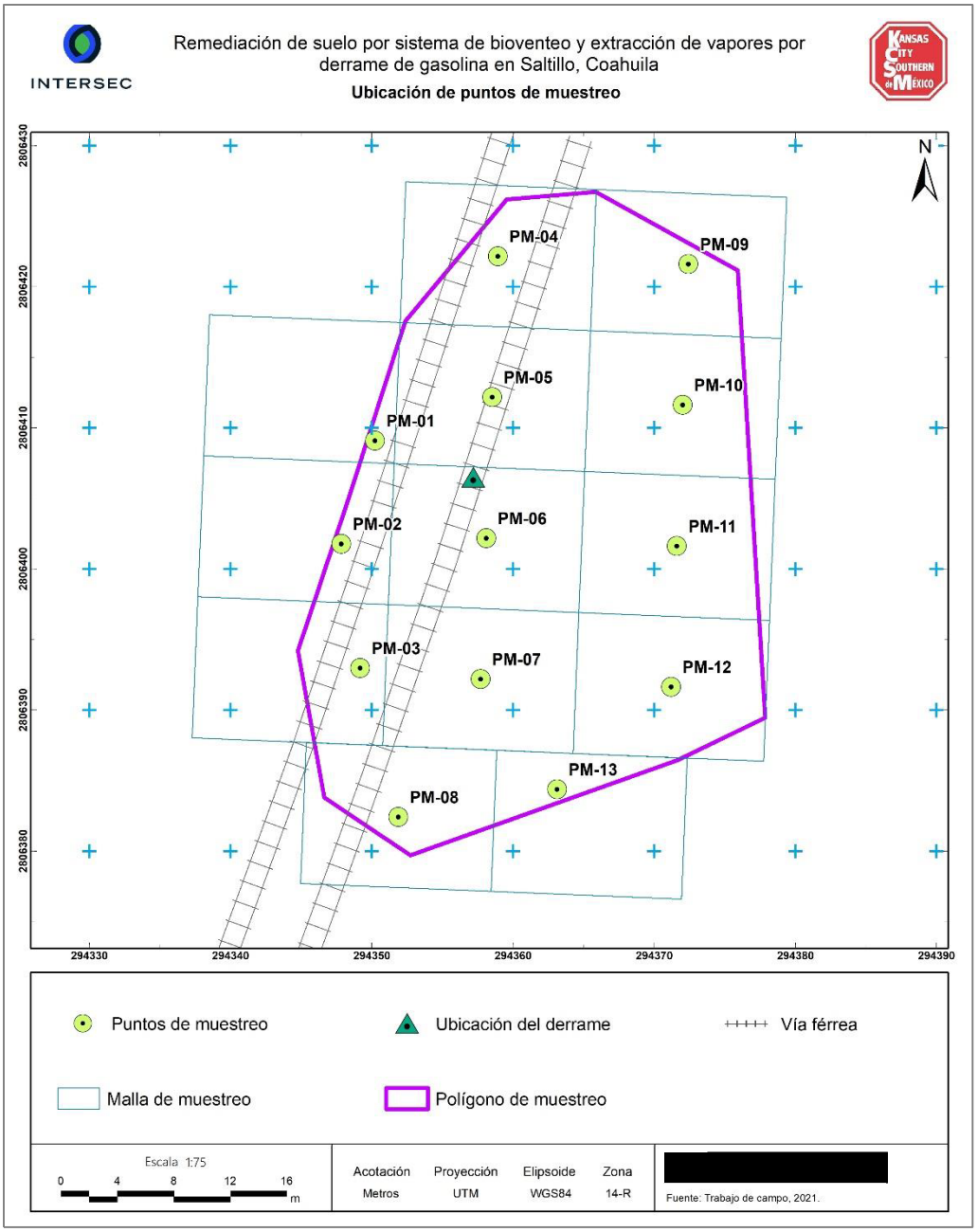


Figura 1-2. Ubicación de los puntos de muestreo

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

Tabla 1-3. Coordenadas de los puntos de muestreo

Punto de muestreo	*Coordenadas UTM*	
	X	*Y*
PM-01	294350.24	2806409.10
PM-02	294347.85	2806401.79
PM-03	294349.19	2806392.98
PM-04	294358.95	2806422.17
PM-05	294358.54	2806412.18
PM-06	294358.12	2806402.19
PM-07	294357.71	2806392.20
PM-08	294351.90	2806382.43
PM-09	294372.44	2806421.62
PM-10	294372.02	2806411.63
PM-11	294371.61	2806401.64
PM-12	294371.20	2806391.64
PM-13	294363.14	2806384.39

Se considera la toma de muestra a tres profundidades, a 0.10, 0.50 y 1.20m, por lo que el número de muestras a tomar en campo será de 39 muestras y 4 duplicados, para un total de 43 muestras.

La decisión de adicionar puntos de muestreo se podrá tomar en campo o a solicitud por escrito, por parte de la supervisión de KCSM y/o de la autoridad ambiental competente, sin disminuir los puntos ya propuestos.

1.10. Justificación para la ubicación de los puntos de muestreo y para la profundidad de la perforación, los criterios utilizados y la selección de la técnica de muestreo

Con el número de puntos y las tres profundidades de muestreo a 0.10, 0.5 y 1.20 m se podrá verificar que se dio atención al área y volumen de suelo contaminado de acuerdo con los LMP de la Nom-138-SEMARNAT/SSA1-2012, obtenidos durante el estudio de caracterización, para un área de 527.39m^2 y un volumen estimado de 606.49m^3, considerando un espesor promedio de 1.15 metros de impacto. Ya que la profundidad

máxima será a 1.20m, el método de perforación será manual con equipo *hand auger* (Figura 1-3)

Figura 1-3. Equipo hand auger

Las actividades de perforación con el equipo y herramientas empleadas durante el muestreo se llevarán a cabo por personal capacitado y debidamente acreditado. El ingeniero de campo, se encargará de vigilar el cumplimiento de los aspectos de Seguridad e Higiene Industrial en el sitio, así como llevar a cabo el registro de toda la información obtenida durante las perforaciones, además de verificar el muestreo, etiquetado, preservación de las muestras para ser transportadas al laboratorio de análisis químicos seleccionado. El técnico especialista, se encargará de todos los aspectos técnicos y mecánicos de las perforaciones, así como de la verificación de los intervalos de profundidad de muestreo.

1.11. Equipo de muestreo a utilizar y su procedimiento de lavado

A continuación, se presenta un listado de materiales y equipos que se usarán durante el muestreo:

- Equipo de muestreo manual tipo cuchara o cucharon de acero inoxidable
- Navegador portátil (GPS)
- Cámara fotográfica
- Cubetas de plástico
- Jabón biodegradable
- Marcador de tinta permanente
- Tabla de apoyo y soporte
- Bolígrafo
- Toallas de papel para secado
- Bolsa de plástico para residuos inorgánicos y material producto de desecho
- Agua destilada
- Cepillo con cerdas suaves, para limpieza de herramienta
- Hieleras de plástico

El proceso de descontaminación del equipo previo a cada toma de muestra se realizará de la siguiente manera:

1. Lavado del equipo con detergente biodegradable (cucharon de acero inoxidable, nucleador, canaleta), agua destilada y cepillo de cerda suave con mango largos para remover contaminantes.
2. Enjuagado con agua destilada o desionizada.
3. Secado el equipo con papel absorbente.
4. Después de cada toma de muestra se realiza el proceso de descontaminación y lavado del equipo.

1.12. Tipos de recipientes y preservación de las muestras

Los recipientes que se tendrán que usar en el muestreo de suelo se indican en la Tabla 5 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, cartucho de 2" o frasco de vidrio con contratapa o sello de politetrafluoroetileno, mejor conocido como teflón, para asegurar la integridad de las muestras.

A cada muestra se le colocará una etiqueta y sello de inviolabilidad, que contendrá los siguientes datos: clave de identificación de la muestra, fecha de muestreo, hora de la toma

de muestra, sitio de muestreo, nombre del signatario que tomará la muestra y parámetros de análisis.

Las muestras serán registradas en una cadena de custodia del propio laboratorio, en las cuales se encuentran los siguientes datos: nombre de compañía, dirección de muestreo, contacto, teléfono, fax, email, nombre del sitio, matriz de análisis (suelo/ agua), fecha de la toma de muestra, tipo de muestra (simple o compuesta), identificación de la muestra, tipo de contenedor (cartucho/frasco), tipo de análisis, método normado, prioridad de análisis, datos del signatario autorizado y fecha y hora del registro de la cadena de custodia.

Las muestras serán colocadas en hieleras para preservar las muestras a 4ºC, conforme la Tabla 5, los recipientes para las muestras, temperatura de preservación y tiempo máximo de conservación por tipo de parámetro se encuentran en la NOM -138-SEMARNAT/SSA1-2012.

El transporte de las muestras la realiza el personal de laboratorio LABSA desde el lugar de muestreo hasta el laboratorio de análisis, el envío incluye las cadenas de custodia para el resguardo y control de las muestras.

La recepción de las muestras en el laboratorio la realiza personal acreditado, así como la generación de la orden de servicios de análisis y el sellado la cadena de custodia con fecha y hora.

1.13. Medidas de seguridad

Los trabajos se realizarán en un área considerada dentro de clasificación C o D según los estándares de la EPA/OSHA (zonas de riesgo). Por lo que todo el personal involucrado en las actividades contara con el equipo básico de protección personal: casco, guantes, calzado de seguridad, traje tyvek/overol de algodón, lentes de seguridad y mascarillas para vapores orgánicos.

Al momento de la toma de muestras, los recipientes se sellarán de manera inmediata para evitar la volatilización o pérdida de contaminantes.

El equipo de muestreo será lavado entre puntos de perforación para evitar la contaminación cruzada. Todos los recipientes se identifican en campo con marcador permanente, con una nomenclatura compuesta por claves de identificación del polígono, punto de muestreo y profundidad, principalmente.

- Para asegurar la integridad de las muestras, se implementan las siguientes acciones:
  - Uso de etiquetas y sellos adheridle
  - Cadena de custodia del laboratorio LABSA (original y copia).
  - Formato para registro de datos de campo
  - Toma de fotografías
  - Limpieza y desinfección de barrenas con jabón biodegradable
  - Firma del signatario autorizado y del responsable de la supervisión.

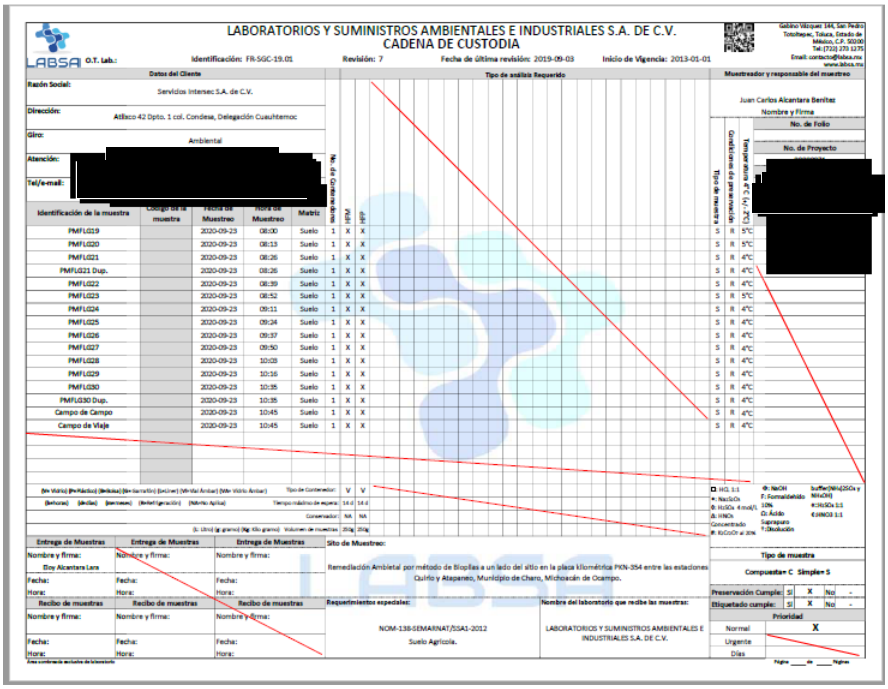
1.14. Medidas de aseguramiento de la calidad del muestreo incluyendo la cadena de custodia

La cadena de custodia es un conjunto de procedimientos utilizados para proporcionar un registro escrito preciso que puede ser utilizado para rastrear la posesión de una muestra desde el momento de su colección a través de su llenado en un conjunto de datos.

La cadena de custodia representa el documento de seguridad que avala el muestreo, asegurando que los procedimientos aseguran las características originales de los elementos físicos de la muestra, así como demostrar que las muestras analizadas son las mismas que se recogieron en el sitio de muestreo. En este documento especificaran los siguientes datos:

- Nombre del proyecto. - Se deberá especificar el nombre del proyecto al que se refiere el muestreo a realizar.
- Sitio de muestreo. - Se deberá indicar, el Estado, Municipio, Localidad y dirección específica del sitio de muestreo o en su caso, poner el nombre con el que es conocido el lugar, en caso de sitios de ductos, se deberá especificar por lo menos el km y tramo del derecho de vía.

- La matriz de la muestra. - Se deberá especificar el tipo de matriz (suelo, agua, sedimentos, residuos, líquidos, lodos, aceite, aire, filtro) en caso de ser otro tipo especificar cuál.
- Fecha de toma de muestra. - Se deberá indicar la fecha en la que fue colectada la muestra.
- Hora. - Se deberá indicar la hora específica a la que fue tomada la muestra.
- Parámetros de análisis. - Deberá especificarse los parámetros analizar y bajo cual método analítico de referencia.
- Datos del técnico acreditado. - Se deberá poner el nombre del técnico acreditado que es responsable de la toma de muestra y deberá firmar al final de la jornada de trabajo.
- Especificaciones de la muestra. - Deberá especificar el tipo de matriz, y el recipiente que contiene la muestra, así como el volumen de la muestra.
- Firma del responsable del proyecto. - Los responsables del proyecto deberán de firmar cada una de las hojas de custodia al término de cada jornada de trabajo.
- Datos de recibido en laboratorio. La hoja de custodia deberá de contener el nombre de quien recibe las muestras en el laboratorio, además del sello que indique fecha y hora de recepción.



LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V.
CADENA DE CUSTODIA

LABSA O.T. Lab.: Identificación: FR-SGC-19.01 Revisión: 7 Fecha de última revisión: 2019-09-03 Inicio de Vigencia: 2013-01-01

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50100 Tel: (722) 275 1275 Email: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

Datos del Cliente
Razón Social: Servicios Intersec S.A. de C.V.
Dirección: Atlixco 42 Dpto. 1 col. Condesa, Delegación Cuauhtemoc
Giro: Ambiental
Atención: [redacted]
Tel/e-mail: [redacted]

Tipo de análisis Requerido

Muestreador y responsable del muestreo: Juan Carlos Alcantara Benitez
Nombre y Firma
No. de Folio
No. de Proyecto: [redacted]

Identificación de la muestra	Código de la muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Matriz	No. de Contenedores	PMFL	ddP	Tipo de muestra	Condiciones del preservativo	Temperatura 4°C ± 2°C
PMFL019		2020-09-23	08:00	Suelo	1	X	X	S	R	5°C
PMFL020		2020-09-23	08:13	Suelo	1	X	X	S	R	5°C
PMFL021		2020-09-23	08:26	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL021 Dup.		2020-09-23	08:26	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL022		2020-09-23	08:39	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL023		2020-09-23	08:52	Suelo	1	X	X	S	R	5°C
PMFL024		2020-09-23	09:11	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL025		2020-09-23	09:24	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL026		2020-09-23	09:37	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL027		2020-09-23	09:50	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL028		2020-09-23	10:03	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL029		2020-09-23	10:16	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL030		2020-09-23	10:35	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL030 Dup.		2020-09-23	10:35	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
Campo de Campo		2020-09-23	10:45	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
Campo de Viaje		2020-09-23	10:45	Suelo	1	X	X	S	R	4°C

(Nv Vidrio) (Pv Plástico) (Bolsa) (Nv Ámbar) (Lata) (Vidrio Ámbar) (Mv Vidrio Ámbar) — Tipo de Contenedor: V V
(Refrig) (Hielo) (Congelado) (Refrigeración) (Nitrito Agrícola) — Tiempo máximo de espera: 14 d 14 d
Conservador: NA NA
(L: Litro) (g: gramo) (Kg: Kilo gramo) — Volumen de muestras: 250g 250g

Tipo de Contenedor: ☐ HG. 1:1 ●: NaOH; ■: $Na_2S_2O_3$; ▲: H_2SO_4 4 mol/L; ◆: HNO_3 Concentrado; ★: $K_2Cr_2O_7$ al 20%; F: Formaldehído 10%; O: Ácido Sulfúrico; T: Disolución; buffer(NH_4ClO_4 y NH_4OH); ★: H_2SO_4 1:1; ★: HNO_3 1:1

Tipo de muestra: Compuesta= C Simples= S

Preservación Cumple:	S	X	No -
Etiquetado cumple:	S	X	No -

Prioridad: Normal X; Urgente; Días

Entrega de Muestras: Nombre y firma: Eloy Alcantara Lara; Fecha: ; Hora:
Entrega de Muestras: Nombre y firma: ; Fecha: ; Hora:
Entrega de Muestras: Nombre y firma: ; Fecha: ; Hora:

Sitio de Muestreo: Remediación Ambiental por método de Biopilas a un lado del sitio en la plaza kilométrica PKN-354 entre las estaciones Quiría y Atapaneo, Municipio de Charo, Michoacán de Ocampo.

Recibo de muestras: Nombre y firma: ; Fecha: ; Hora:
Recibo de muestras: Nombre y firma: ; Fecha: ; Hora:
Recibo de muestras: Nombre y firma: ; Fecha: ; Hora:

Requerimientos especiales: NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 Suelo Agrícola.

Nombre del laboratorio que recibe las muestras: LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V.

Área contenida exclusiva de laboratorio

Página ___ de ___ Páginas

Figura 1-4. Ejemplo de cadena de custodia

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

El muestreo y la preparación de las muestras son los procesos más críticos que contribuyen a la incertidumbre, sin embargo, para fines de control de calidad, se recomienda que del 5-10% de las muestras sean recogidas por duplicado.

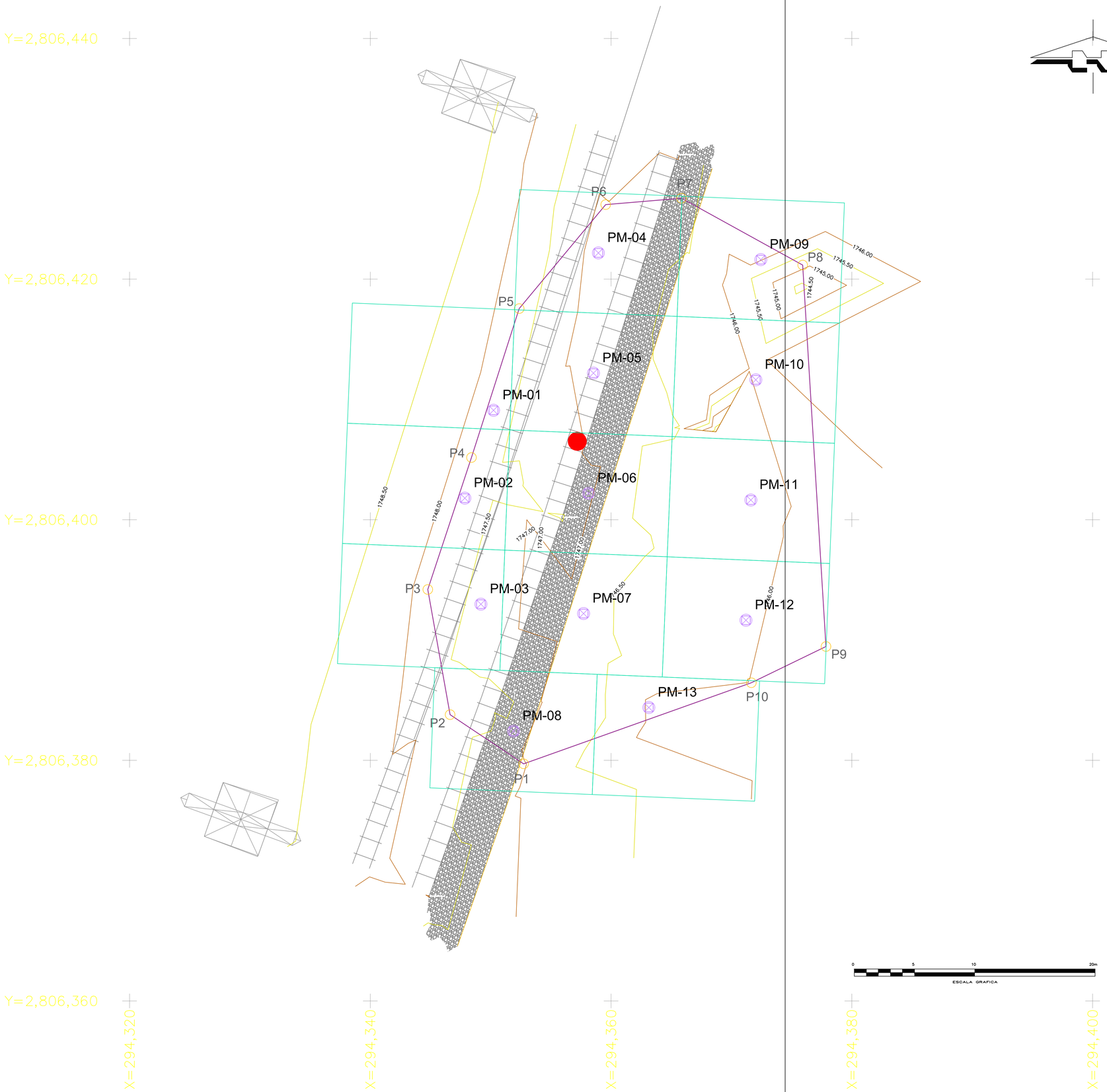
1.15. Programa de ejecución de actividades

Para la ejecución de esta actividad, se contempla una brigada de trabajo, las actividades se realizarán en el horario de 08:00 a 17:00 horas; durante este tiempo se colectarán las muestras por personal acreditado y se llevará un registro en hojas de campo de las horas en las que se tomó cada muestra, así como las actividades que se realicen. Este registro se plasmará en una bitácora de campo debidamente llenada.

1.16. Procedimiento para el registro de incidencias y desviaciones al plan de muestreo

El procedimiento que se seguirá para el registro de incidencias y/o desviaciones al plan de muestreo, será informar a la autoridad ambiental presente en el sitio durante el muestreo mediante un acta de trabajo para validar los procedimientos.

Anexo VIII



CUADROS DE CONSTRUCCION

Cuandro de construcción del polígono de estudio					
Vértice	Lado	Distancia	Rumbo	Coordenadas UTM	
				X	Y
P10	P10 - P1	20.08	S 70°23'2.6" W	294,371.65	2,806,386.45
P9	P9 - P10	6.9	S 64°5'44.3" W	294,377.85	2,806,389.46
P8	P8 - P9	31.77	S 3°29'39.3" E	294,375.92	2,806,421.17
P7	P7 - P8	11.5	S 61°7'9.2" E	294,365.85	2,806,426.72
P6	P6 - P7	6.32	N 85°11'47.5" E	294,359.55	2,806,426.19
P5	P5 - P6	11.24	N 39°44'59.2" E	294,352.36	2,806,417.55
P4	P4 - P5	13	N 17°45'0.3" E	294,348.40	2,806,405.17
P3	P3 - P4	11.55	N 18°17'37.3" E	294,344.77	2,806,394.20
P2	P2 - P3	10.57	N 10°5'45.8" W	294,346.63	2,806,383.80
P1	P1 - P2	7.35	N 56°11'26.9" W	294,352.73	2,806,379.71
Superficie: 1,146.70 m2					

Punto de muestreo	Coordendas UTM	
	X	Y
PM-01	294350.24	2806409.10
PM-02	294347.85	2806401.79
PM-03	294349.19	2806392.98
PM-04	294358.95	2806422.17
PM-05	294358.54	2806412.18
PM-06	294358.12	2806402.19
PM-07	294357.71	2806392.20
PM-08	294351.90	2806382.43
PM-09	294372.44	2806421.62
PM-10	294372.02	2806411.63
PM-11	294371.61	2806401.64
PM-12	294371.20	2806391.64
PM-13	294363.14	2806384.39

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

LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

- PUNTO DE MUESTREO
- MALLA DE MUESTREO
- POLÍGONO DE ESTUDIO
- PUNTO DE FUGA - PF
- VÍAS DE TREN
- DERECHO DE VÍA
- LIMITE EMPEDRADO
- CURVA DE NIVEL 1.0 M
- CURVA DE NIVEL 0.50 M
- POSTES DE LUZ
- RETICULA - UTM

KANSAS CITY SOUTHERN DE MEXICO

AUTORIZÓ: [redacted]

SUPERVISO: [redacted]

ELABORÓ: [redacted]

PROYECTO:

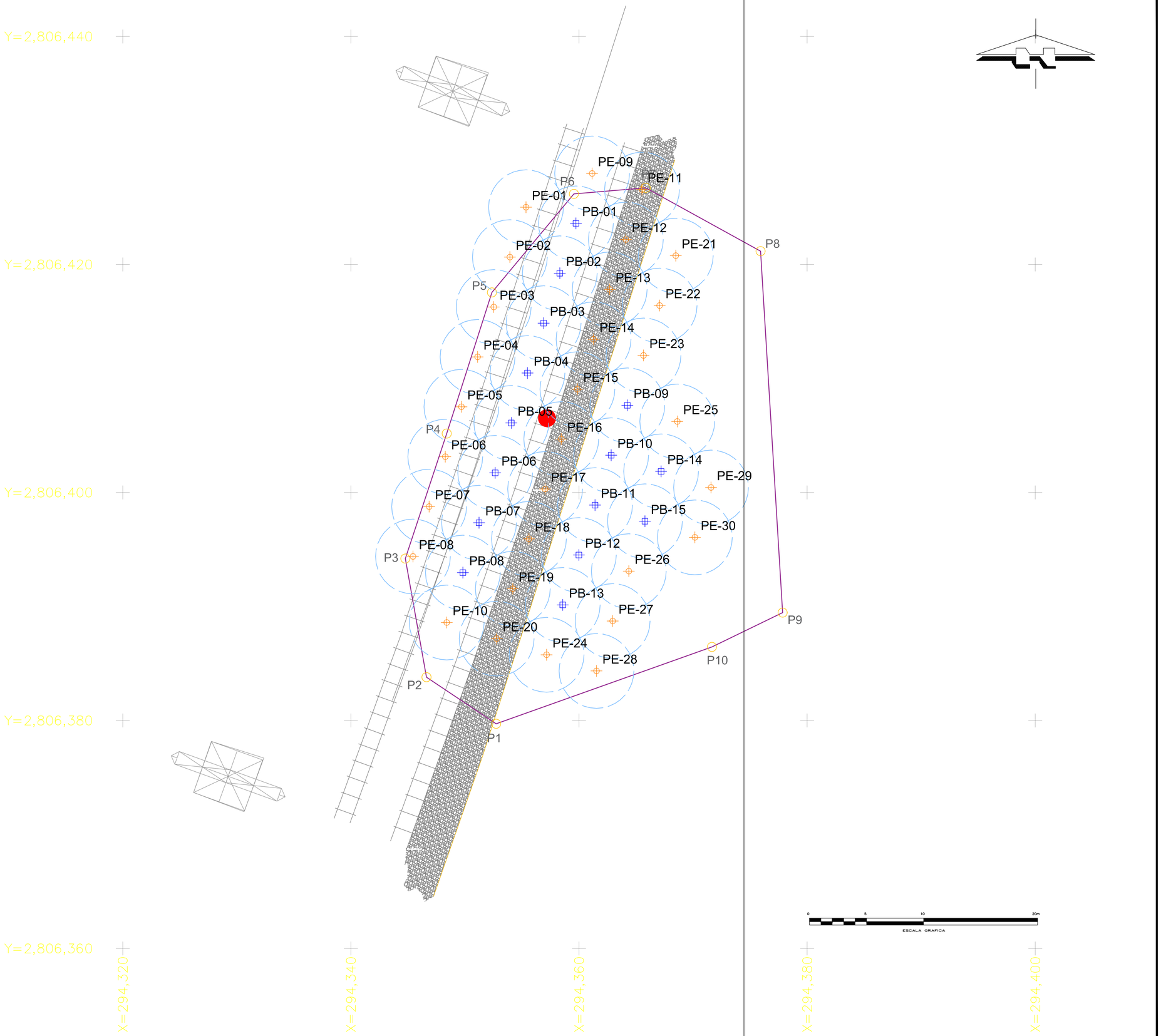
Propuesta de remediación ambiental por método de bioventeo y extracción de vapores in situ en Viñedo Los Álamos, Saltillo, Coahuila

PLANO:

Ubicación de puntos de muestreo de suelo

INTERSEC

COORDENADAS: UTM	ESCALA: 1 : 150	EMPRESA: SERVICIOS INTERSEC SA DE CV
ZONA HORARIA: 14R	ACOTACIÓN: M	
DATUM: WGS84	FECHA: SEPTIEMBRE - 2021	



CUADROS DE CONSTRUCCION

Cuandro de construcción del polígono de estudio					
Vértice	Lado	Distancia	Rumbo	Coordenadas UTM	
				X	Y
P10	P10 - P1	20.08	S 70°23'2.6" W	294,371.65	2,806,386.45
P9	P9 - P10	6.9	S 64°5'44.3" W	294,377.85	2,806,389.46
P8	P8 - P9	31.77	S 3°25'39.3" E	294,375.92	2,806,421.17
P7	P7 - P8	11.5	S 61°7'9.2" E	294,365.85	2,806,426.72
P6	P6 - P7	6.32	N 85°11'47.5" E	294,359.55	2,806,426.19
P5	P5 - P6	11.24	N 39°44'59.2" E	294,352.36	2,806,417.55
P4	P4 - P5	13	N 17°45'0.3" E	294,348.40	2,806,405.17
P3	P3 - P4	11.55	N 18°17'37.3" E	294,344.77	2,806,394.20
P2	P2 - P3	10.57	N 10°5'45.8" W	294,346.63	2,806,383.80
P1	P1 - P2	7.35	N 56°11'26.9" W	294,352.73	2,806,379.71
Superficie: 1,145.70 m2					

Pozo	Tipo	Coordenadas UTM	
		X	Y
PB-01	Inyección	294359.73	2806423.61
PB-02	Inyección	294358.32	2806419.23
PB-03	Inyección	294356.90	2806414.85
PB-04	Inyección	294355.48	2806410.48
PB-05	Inyección	294354.07	2806406.10
PB-06	Inyección	294352.65	2806401.72
PB-07	Inyección	294351.24	2806397.35
PB-08	Inyección	294349.82	2806392.97
PB-09	Inyección	294364.24	2806407.64
PB-10	Inyección	294362.82	2806403.27
PB-11	Inyección	294361.40	2806398.89
PB-12	Inyección	294359.99	2806394.51
PB-13	Inyección	294358.57	2806390.14
PB-14	Inyección	294367.20	2806401.85
PB-15	Inyección	294365.78	2806397.48
PE-01	Extracción	294355.35	2806425.02
PE-02	Extracción	294353.94	2806420.65
PE-03	Extracción	294352.52	2806416.27
PE-04	Extracción	294351.11	2806411.89
PE-05	Extracción	294349.69	2806407.52
PE-06	Extracción	294348.27	2806403.14
PE-07	Extracción	294346.86	2806398.76
PE-08	Extracción	294345.44	2806394.39
PE-09	Extracción	294361.15	2806427.98
PE-10	Extracción	294348.40	2806388.59
PE-11	Extracción	294365.52	2806426.57
PE-12	Extracción	294364.11	2806422.19
PE-13	Extracción	294362.69	2806417.81
PE-14	Extracción	294361.28	2806413.44
PE-15	Extracción	294359.86	2806409.06
PE-16	Extracción	294358.44	2806404.68
PE-17	Extracción	294357.03	2806400.31
PE-18	Extracción	294355.61	2806395.93
PE-19	Extracción	294354.20	2806391.55
PE-20	Extracción	294352.78	2806387.18
PE-21	Extracción	294368.48	2806420.77
PE-22	Extracción	294367.07	2806416.40
PE-23	Extracción	294365.65	2806412.02
PE-24	Extracción	294357.16	2806385.76
PE-25	Extracción	294368.61	2806406.23
PE-26	Extracción	294364.37	2806393.10
PE-27	Extracción	294362.95	2806388.72
PE-28	Extracción	294361.53	2806384.35
PE-29	Extracción	294371.57	2806400.44
PE-30	Extracción	294370.16	2806396.06

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

LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

- POLIGONO DE ESTUDIO
- VIAS DE TREN
- DERECHO DE VIA
- LIMITE EMPEDRADO
- PUNTO DE FUGA - PF
- POSTES DE LUZ
- RETICULA - UTM
- POZOS DE EXTRACCIÓN
- POZOS DE BIOVENTEO
- RADIOS DE INFLUENCIA

KANSAS CITY SOUTHERN DE MEXICO

AUTORIZÓ: [redacted]

SUPERVISO: [redacted]

ELABORÓ: [redacted]

PROYECTO:

Propuesta de remediación ambiental por método de bioventeo y extracción de vapores in situ en Viñedo Los Álamos, Saltillo, Coahuila

PLANO:

Ubicación y radio de influencia de los pozos de extracción e inyección de aire del sistema de remediación

INTERSEC

COORDENADAS: UTM	ESCALA: 1 : 150	EMPRESA: SERVICIOS INTERSEC SA DE CV
ZONA HORARIA: 14R	ACOTACIÓN: M	
DATUM: WGS84	FECHA: SEPTIEMBRE - 2021	

Propuesta de remediación ambiental por método de bioventeo y extracción de vapores *in situ* en Viñedo Los Álamos, Saltillo, Coahuila

Plan de muestreo de suelo final comprobatorio (MFC)

Preparado para:

Kansas City Southern de México

Septiembre, 2021

Atlixco No. 42, Col. Condesa, Del. Cuauhtémoc
Ciudad de México, C.P. 06140 | Tel. (55) 5207-6738 / (55) 5207-6895

Contenido

1. Plan de muestreo 4

1.1. Objetivo 4

1.2. Lugar y fecha de elaboración 4

1.3. Descripción de actividades y tiempos de ejecución 5

1.4. Definición de las responsabilidades del personal involucrado en cada actividad 5

1.5. Características del sitio en dónde se ejecutará el muestreo de suelos 6

1.6. Superficie del polígono de muestreo 6

1.7. Definición de los parámetros de análisis en función del contaminante 7

1.8. Método y tipo de muestreo bajo el que se diseña el plan 8

1.9. Número de puntos y profundidades de muestreo 8

1.10. Justificación para la ubicación de los puntos de muestreo y para la profundidad de la perforación, los criterios utilizados y la selección de la técnica de muestreo 10

1.11. Equipo de muestreo a utilizar y su procedimiento de lavado 11

1.12. Tipos de recipientes y preservación de las muestras 12

1.13. Medidas de seguridad 13

1.14. Medidas de aseguramiento de la calidad del muestreo incluyendo la cadena de custodia 14

1.15. Programa de ejecución de actividades 16

1.16. Procedimiento para el registro de incidencias y desviaciones al plan de muestreo 16

Índice de tablas

Tabla 1-1. Descripción de actividades y tiempos de ejecución 5
Tabla 1-2. Hidrocarburos que deberán analizarse en función del producto contaminante..... 8
Tabla 1-3. Coordenadas de los puntos de muestreo 10

Índice de figuras

Figura 1-2. Ubicación del polígono de muestreo 7
Figura 1-3. Ubicación de los puntos de muestreo..... 9
Figura 1-4. Equipo hand auger 11
Figura 1-5. Ejemplo de cadena de custodia 15

1. Plan de muestreo

Como resultado del estudio *Caracterización ambiental por derrame de gasolina en Viñedo los Álamos, Saltillo, Coahuila,* se determinaron los niveles de contaminación, áreas, profundidades y volúmenes de suelo impactado por un derrame e incendio de combustible (gasolina) de la unidad TCBX 305477 en la punta norte PK B 901 en Saltillo en el estado de Coahuila.

Dicho estudio fue realizado por la empresa Servicios Intersec S.A. de C.V. a petición de Kansas City Southern de México, por lo que, una vez concluida la investigación en el sitio, se dio paso a la elaboración de la *Propuesta de remediación ambiental por método de bioventeo y extracción de vapores in situ en Viñedo Los Álamos, Saltillo, Coahuila,* de la cual forma parte el presente plan de muestreo.

A continuación, se desarrollan los puntos establecidos en el numeral *7. Lineamientos para el plan de muestreo en la caracterización,* de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, a partir de los cuales se elaboró el plan de muestreo final comprobatorio.

1.1. Objetivo

Obtención de 43 muestras de suelo, incluidos cuatro duplicados, en 13 puntos de muestreo a 0.10, 0.50 y 1.20m de profundidad, para su envío y análisis de los parámetros de HFL y BTEX en un laboratorio acreditado, y así comprobar que el sistema de tratamiento resultó exitoso para lograr niveles de concentración inferiores a los LMP definidos en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

1.2. Lugar y fecha de elaboración

La elaboración del plan de muestreo se realizará en la Ciudad de México, México, en las oficinas de Intersec S.A. de C.V., al finalizar el tratamiento.

1.3. Descripción de actividades y tiempos de ejecución

En la siguiente tabla (Tabla 1-1) se especifican las actividades a realizar en el sitio y las posteriores a la entrega de las muestras al laboratorio acreditado, incluido sus tiempos de ejecución.

Tabla 1-1. Descripción de actividades y tiempos de ejecución

Actividades	*Tiempos de ejecución (Días)*	*Fecha de termino*
Ubicación de puntos de muestreo (geoposicionamiento)	2 días de trabajo de muestreo	Por definir
Perforación de puntos y toma de muestras		
Envío de muestras al laboratorio acreditado ante EMA		
Análisis de muestras en laboratorio	12 días hábiles	Por definir
Trabajo de gabinete	5 días	Por definir
Entrega de informe	5 días	Por definir

1.4. Definición de las responsabilidades del personal involucrado en cada actividad

En el muestreo de suelo se contará con la presencia del siguiente personal:

- Responsable técnico del proyecto

Coordinará y verificará las actividades con apego a lo establecido en el Plan de Muestreo. Realizará el registro fotográfico de las actividades y fungirá como enlace con la Autoridad Ambiental y Kansas City Southern de México SA de CV.

- Técnico acreditado

Es la persona encargada de realizar la obtención, envasado y etiquetado de las muestras de fondos y paredes programadas en el Plan de Muestreo. Realizar el llenado de las cadenas de custodia, mismas que serán validadas mediante firmas por las partes involucradas.

- Supervisor de KCSM.

Vigilará y verificará la correcta ejecución del muestreo. Asimismo, validará mediante su firma la conclusión del muestreo en cadenas de custodia y minuta de trabajo.

- Autoridad ambiental (PROFEPA)

Para el caso de muestreos en donde se presente la asistencia de la autoridad ambiental, esta tendrá la responsabilidad de vigilar y verificar la correcta ejecución del Plan de Muestreo. Podrá realizar las observaciones pertinentes en campo e indicar puntos de muestreo a consideración. Asimismo, validará mediante su firma la conclusión del muestreo en cadenas de custodia y minuta de trabajo.

1.5. Características del sitio en dónde se ejecutará el muestreo de suelos

Ya que el derrame de gasolina que provocó la contaminación del sitio se presentó sobre las vías, el área sujeta a remediación comprende la vía férrea y el derecho de vía. La zona se caracteriza por el flujo de trenes desde y hacia la ciudad de Saltillo, debido a la ausencia de otras de actividades industriales, agrícolas o comerciales, no existe otro tipo de infraestructura en la zona, por lo que además el acceso al sitio se realiza por caminos de terracería.

1.6. Superficie del polígono de muestreo

De acuerdo con el estudio de caracterización se delimitó mediante un levantamiento topográfico, un polígono de 0.11ha (1,1475.71m^2).

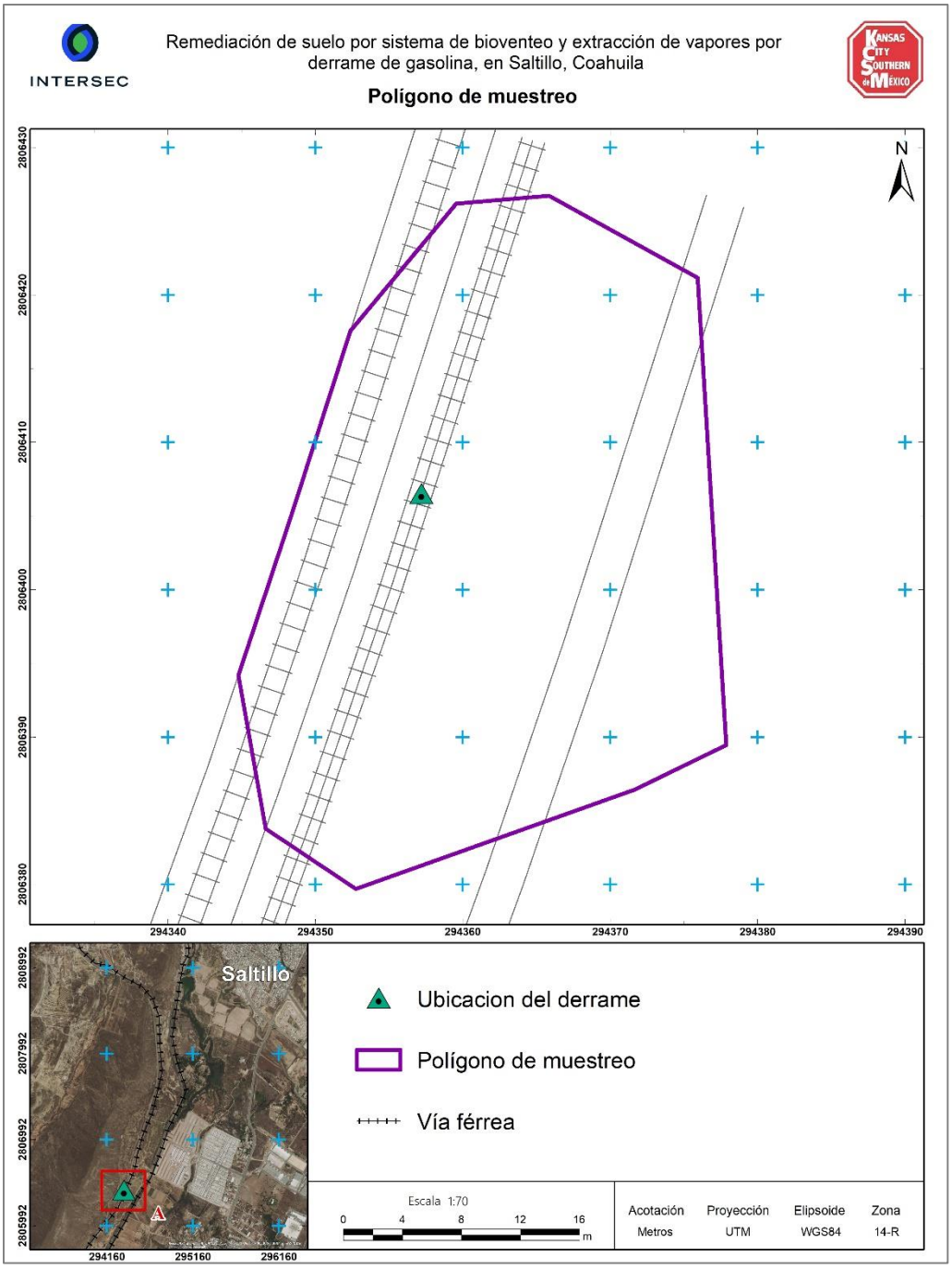


Figura 1-1. Ubicación del polígono de muestreo

1.7. Definición de los parámetros de análisis en función del contaminante

En cumplimiento con lo estipulado en la Tabla 1. de la NOM 138- SEMARNAT/SSA1-2012 (Tabla 1-2), los parámetros de análisis serán HFL y BTEX, por tratarse de un derrame de gasolina.

Tabla 1-2. Hidrocarburos que deberán analizarse en función del producto contaminante

	Hidrocarburos				
Producto contaminante	*Fracción pesada*	*Fracción media*	*HAP*	*Fracción ligera*	*BTEX*
Mezcla de productosdesconocidos derivados delpetróleo	X	X	X	X	X
Petróleo crudo	X	X	X	X	X
Combustóleo	X		X		
Parafinas	X		X		
Petrolatos	X		X		
Aceites derivados del petróleo	X		X		
Gasóleo		X	X		
Diesel		X	X		
Turbosina		X	X		
Queroseno		X	X		
Creosota		X	X		
Gasavión				X	X
Gasolvente				X	X
Gasolinas				X	X
Gas nafta				X	X

1.8. Método y tipo de muestreo bajo el que se diseña el plan

El método de muestreo será aleatorio de tipo sistemático cuadriculado, de tal forma que los puntos contemplen todo el polígono de muestreo.

1.9. Número de puntos y profundidades de muestreo

Ya que el polígono de muestreo es de 0.11ha, el número mínimo de puntos de muestreo es 8, de acuerdo a lo establecido por la NOM 138- SEMARNAT/SSA1-2012 para un área de hasta 0.2 ha, pero se proponen 13 puntos de muestreo, de tal forma que se cubra la pluma de contaminación definida en el estudio de caracterización y además la distribución y densidad de los puntos permita tener un análisis geoestadístico de mayor precisión. En la Figura 1-2 se muestra la malla de muestreo definida y la ubicación de los puntos, posteriormente, en la Tabla 1-3, se indican las coordenadas de los puntos.

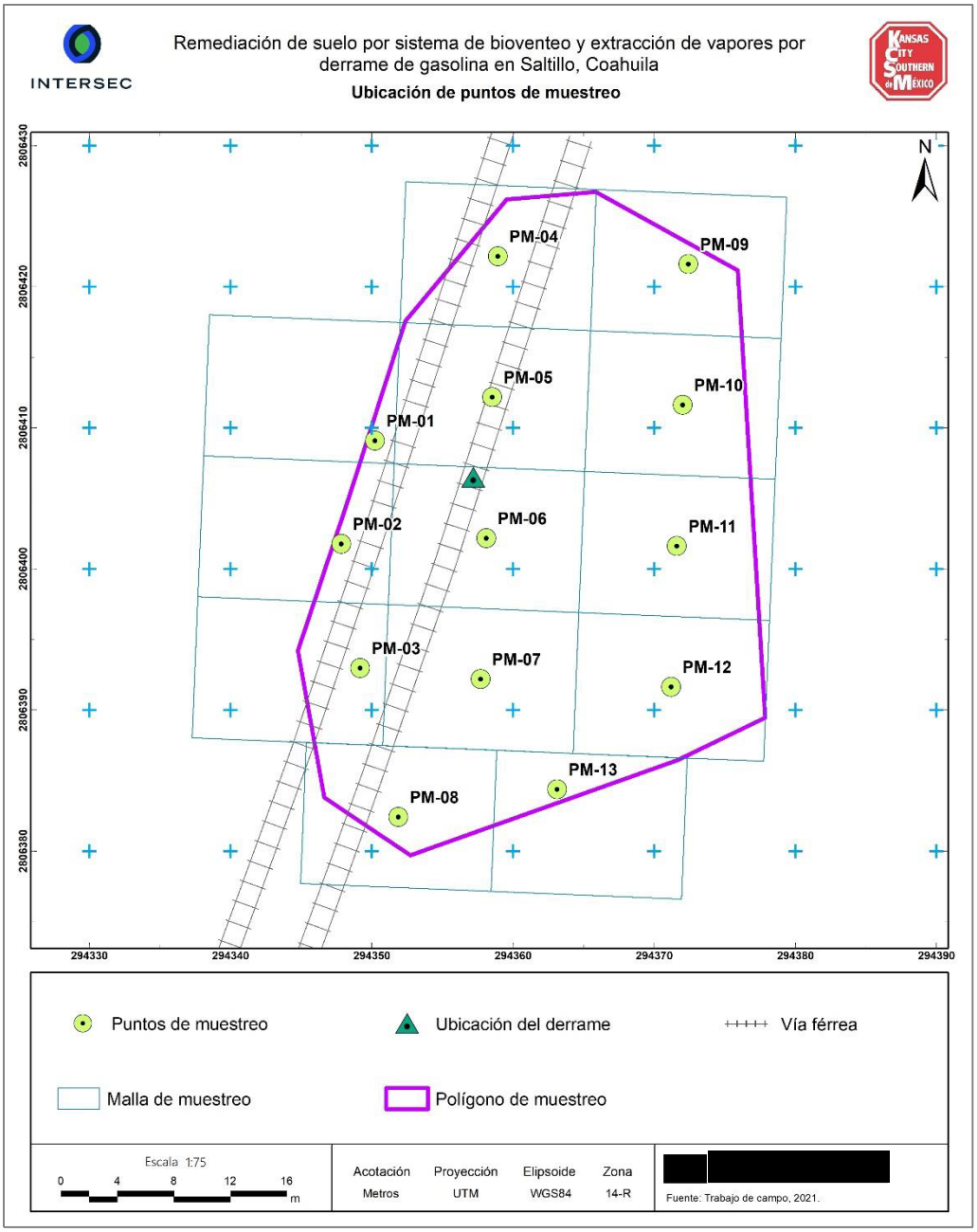


Figura 1-2. Ubicación de los puntos de muestreo

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

Tabla 1-3. Coordenadas de los puntos de muestreo

Punto de muestreo	*Coordenadas UTM*	
	X	*Y*
PM-01	294350.24	2806409.10
PM-02	294347.85	2806401.79
PM-03	294349.19	2806392.98
PM-04	294358.95	2806422.17
PM-05	294358.54	2806412.18
PM-06	294358.12	2806402.19
PM-07	294357.71	2806392.20
PM-08	294351.90	2806382.43
PM-09	294372.44	2806421.62
PM-10	294372.02	2806411.63
PM-11	294371.61	2806401.64
PM-12	294371.20	2806391.64
PM-13	294363.14	2806384.39

Se considera la toma de muestra a tres profundidades, a 0.10, 0.50 y 1.20m, por lo que el número de muestras a tomar en campo será de 39 muestras y 4 duplicados, para un total de 43 muestras.

La decisión de adicionar puntos de muestreo se podrá tomar en campo o a solicitud por escrito, por parte de la supervisión de KCSM y/o de la autoridad ambiental competente, sin disminuir los puntos ya propuestos.

1.10. Justificación para la ubicación de los puntos de muestreo y para la profundidad de la perforación, los criterios utilizados y la selección de la técnica de muestreo

Con el número de puntos y las tres profundidades de muestreo a 0.10, 0.5 y 1.20 m se podrá verificar que se dio atención al área y volumen de suelo contaminado de acuerdo con los LMP de la Nom-138-SEMARNAT/SSA1-2012, obtenidos durante el estudio de caracterización, para un área de 527.39m^2 y un volumen estimado de 606.49m^3, considerando un espesor promedio de 1.15 metros de impacto. Ya que la profundidad

máxima será a 1.20m, el método de perforación será manual con equipo *hand auger* (Figura 1-3)

Figura 1-3. Equipo hand auger

Las actividades de perforación con el equipo y herramientas empleadas durante el muestreo se llevarán a cabo por personal capacitado y debidamente acreditado. El ingeniero de campo, se encargará de vigilar el cumplimiento de los aspectos de Seguridad e Higiene Industrial en el sitio, así como llevar a cabo el registro de toda la información obtenida durante las perforaciones, además de verificar el muestreo, etiquetado, preservación de las muestras para ser transportadas al laboratorio de análisis químicos seleccionado. El técnico especialista, se encargará de todos los aspectos técnicos y mecánicos de las perforaciones, así como de la verificación de los intervalos de profundidad de muestreo.

1.11. Equipo de muestreo a utilizar y su procedimiento de lavado

A continuación, se presenta un listado de materiales y equipos que se usarán durante el muestreo:

- Equipo de muestreo manual tipo cuchara o cucharon de acero inoxidable
- Navegador portátil (GPS)
- Cámara fotográfica
- Cubetas de plástico
- Jabón biodegradable
- Marcador de tinta permanente
- Tabla de apoyo y soporte
- Bolígrafo
- Toallas de papel para secado
- Bolsa de plástico para residuos inorgánicos y material producto de desecho
- Agua destilada
- Cepillo con cerdas suaves, para limpieza de herramienta
- Hieleras de plástico

El proceso de descontaminación del equipo previo a cada toma de muestra se realizará de la siguiente manera:

1. Lavado del equipo con detergente biodegradable (cucharon de acero inoxidable, nucleador, canaleta), agua destilada y cepillo de cerda suave con mango largos para remover contaminantes.
2. Enjuagado con agua destilada o desionizada.
3. Secado el equipo con papel absorbente.
4. Después de cada toma de muestra se realiza el proceso de descontaminación y lavado del equipo.

1.12. Tipos de recipientes y preservación de las muestras

Los recipientes que se tendrán que usar en el muestreo de suelo se indican en la Tabla 5 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, cartucho de 2" o frasco de vidrio con contratapa o sello de politetrafluoroetileno, mejor conocido como teflón, para asegurar la integridad de las muestras.

A cada muestra se le colocará una etiqueta y sello de inviolabilidad, que contendrá los siguientes datos: clave de identificación de la muestra, fecha de muestreo, hora de la toma

de muestra, sitio de muestreo, nombre del signatario que tomará la muestra y parámetros de análisis.

Las muestras serán registradas en una cadena de custodia del propio laboratorio, en las cuales se encuentran los siguientes datos: nombre de compañía, dirección de muestreo, contacto, teléfono, fax, email, nombre del sitio, matriz de análisis (suelo/ agua), fecha de la toma de muestra, tipo de muestra (simple o compuesta), identificación de la muestra, tipo de contenedor (cartucho/frasco), tipo de análisis, método normado, prioridad de análisis, datos del signatario autorizado y fecha y hora del registro de la cadena de custodia.

Las muestras serán colocadas en hieleras para preservar las muestras a 4ºC, conforme la Tabla 5, los recipientes para las muestras, temperatura de preservación y tiempo máximo de conservación por tipo de parámetro se encuentran en la NOM -138-SEMARNAT/SSA1-2012.

El transporte de las muestras la realiza el personal de laboratorio LABSA desde el lugar de muestreo hasta el laboratorio de análisis, el envío incluye las cadenas de custodia para el resguardo y control de las muestras.

La recepción de las muestras en el laboratorio la realiza personal acreditado, así como la generación de la orden de servicios de análisis y el sellado la cadena de custodia con fecha y hora.

1.13. Medidas de seguridad

Los trabajos se realizarán en un área considerada dentro de clasificación C o D según los estándares de la EPA/OSHA (zonas de riesgo). Por lo que todo el personal involucrado en las actividades contara con el equipo básico de protección personal: casco, guantes, calzado de seguridad, traje tyvek/overol de algodón, lentes de seguridad y mascarillas para vapores orgánicos.

Al momento de la toma de muestras, los recipientes se sellarán de manera inmediata para evitar la volatilización o pérdida de contaminantes.

El equipo de muestreo será lavado entre puntos de perforación para evitar la contaminación cruzada. Todos los recipientes se identifican en campo con marcador permanente, con una nomenclatura compuesta por claves de identificación del polígono, punto de muestreo y profundidad, principalmente.

- Para asegurar la integridad de las muestras, se implementan las siguientes acciones:
  - Uso de etiquetas y sellos adheridle
  - Cadena de custodia del laboratorio LABSA (original y copia).
  - Formato para registro de datos de campo
  - Toma de fotografías
  - Limpieza y desinfección de barrenas con jabón biodegradable
  - Firma del signatario autorizado y del responsable de la supervisión.

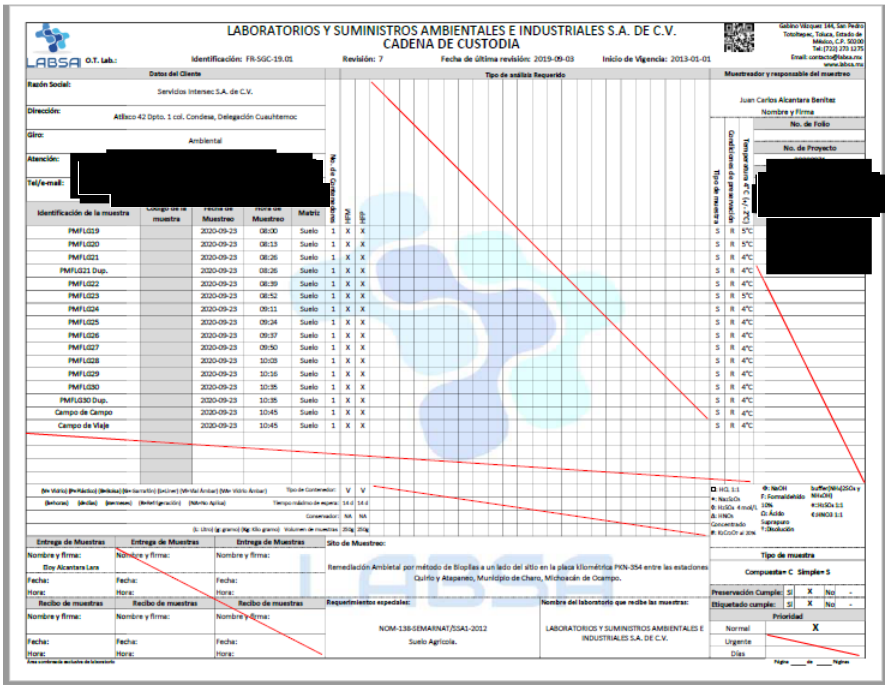
1.14. Medidas de aseguramiento de la calidad del muestreo incluyendo la cadena de custodia

La cadena de custodia es un conjunto de procedimientos utilizados para proporcionar un registro escrito preciso que puede ser utilizado para rastrear la posesión de una muestra desde el momento de su colección a través de su llenado en un conjunto de datos.

La cadena de custodia representa el documento de seguridad que avala el muestreo, asegurando que los procedimientos aseguran las características originales de los elementos físicos de la muestra, así como demostrar que las muestras analizadas son las mismas que se recogieron en el sitio de muestreo. En este documento especificaran los siguientes datos:

- Nombre del proyecto. - Se deberá especificar el nombre del proyecto al que se refiere el muestreo a realizar.
- Sitio de muestreo. - Se deberá indicar, el Estado, Municipio, Localidad y dirección específica del sitio de muestreo o en su caso, poner el nombre con el que es conocido el lugar, en caso de sitios de ductos, se deberá especificar por lo menos el km y tramo del derecho de vía.

- La matriz de la muestra. - Se deberá especificar el tipo de matriz (suelo, agua, sedimentos, residuos, líquidos, lodos, aceite, aire, filtro) en caso de ser otro tipo especificar cuál.
- Fecha de toma de muestra. - Se deberá indicar la fecha en la que fue colectada la muestra.
- Hora. - Se deberá indicar la hora específica a la que fue tomada la muestra.
- Parámetros de análisis. - Deberá especificarse los parámetros analizar y bajo cual método analítico de referencia.
- Datos del técnico acreditado. - Se deberá poner el nombre del técnico acreditado que es responsable de la toma de muestra y deberá firmar al final de la jornada de trabajo.
- Especificaciones de la muestra. - Deberá especificar el tipo de matriz, y el recipiente que contiene la muestra, así como el volumen de la muestra.
- Firma del responsable del proyecto. - Los responsables del proyecto deberán de firmar cada una de las hojas de custodia al término de cada jornada de trabajo.
- Datos de recibido en laboratorio. La hoja de custodia deberá de contener el nombre de quien recibe las muestras en el laboratorio, además del sello que indique fecha y hora de recepción.



LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V.
CADENA DE CUSTODIA

LABSA O.T. Lab.: Identificación: FR-SGC-19.01 Revisión: 7 Fecha de última revisión: 2019-09-03 Inicio de Vigencia: 2013-01-01

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50100 Tel: (722) 275 1275 Email: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

Datos del Cliente
Razón Social: Servicios Intersec S.A. de C.V.
Dirección: Atlixco 42 Dpto. 1 col. Condesa, Delegación Cuauhtemoc
Giro: Ambiental
Atención: [redacted]
Tel/e-mail: [redacted]

Tipo de análisis Requerido

Muestreador y responsable del muestreo: Juan Carlos Alcantara Benitez
Nombre y Firma
No. de Folio
No. de Proyecto: [redacted]

Identificación de la muestra	Código de la muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Matriz	No. de Contenedores	PMF	HPP	Tipo de muestra	Condición del muestreo	Temperatura de Ref. (°C)
PMFLG19		2020-09-23	08:00	Suelo	1	X	X	S	R	5°C
PMFLG20		2020-09-23	08:13	Suelo	1	X	X	S	R	5°C
PMFLG21		2020-09-23	08:26	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFLG21 Dup.		2020-09-23	08:26	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFLG22		2020-09-23	08:39	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFLG23		2020-09-23	08:52	Suelo	1	X	X	S	R	5°C
PMFLG24		2020-09-23	09:11	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFLG25		2020-09-23	09:24	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFLG26		2020-09-23	09:37	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFLG27		2020-09-23	09:50	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFLG28		2020-09-23	10:03	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFLG29		2020-09-23	10:16	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFLG30		2020-09-23	10:35	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFLG30 Dup.		2020-09-23	10:35	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
Campo de Campo		2020-09-23	10:45	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
Campo de Viaje		2020-09-23	10:45	Suelo	1	X	X	S	R	4°C

(Mv Vidrio) (Pv Plástico) (Bolsa) (Mv Ámbar) (Pv Ámbar) (Mv Vidrio Ámbar) Tipo de Contenedor: V V
(Bolsa) (Bolsa) (Bolsa) (Refrigeración) (Refrigeración) Tiempo máximo de espera: 14 d 14 d
Conservador: NA NA
(L: Litro) (g: gramo) (Kg: Kilo gramo) Volumen de muestra: 250g 250g

Tipo de muestra: Compuesta= C Simple= S
Preservación Cumple: SI X No -
Etiquetado cumple: SI X No -
Prioridad: Normal X; Urgente; Días

Entrega de Muestras: Nombre y firma: Eloy Alcantara Lara; Fecha: ; Hora:
Entrega de Muestras: Nombre y firma: ; Fecha: ; Hora:
Entrega de Muestras: Nombre y firma: ; Fecha: ; Hora:

Sitio de Muestreo: Remediación Ambiental por método de Biopilas a un lado del sitio en la plaza kilométrica PKN-354 entre las estaciones Quiría y Atapaneo, Municipio de Charo, Michoacán de Ocampo.

Recibo de muestras: Nombre y firma: ; Fecha: ; Hora:
Recibo de muestras: Nombre y firma: ; Fecha: ; Hora:
Recibo de muestras: Nombre y firma: ; Fecha: ; Hora:

Requerimientos especiales: NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 Suelo Agrícola.

Nombre del laboratorio que recibe las muestras: LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V.

Área exclusiva de laboratorio

Figura 1-4. Ejemplo de cadena de custodia

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

El muestreo y la preparación de las muestras son los procesos más críticos que contribuyen a la incertidumbre, sin embargo, para fines de control de calidad, se recomienda que del 5-10% de las muestras sean recogidas por duplicado.

1.15. Programa de ejecución de actividades

Para la ejecución de esta actividad, se contempla una brigada de trabajo, las actividades se realizarán en el horario de 08:00 a 17:00 horas; durante este tiempo se colectarán las muestras por personal acreditado y se llevará un registro en hojas de campo de las horas en las que se tomó cada muestra, así como las actividades que se realicen. Este registro se plasmará en una bitácora de campo debidamente llenada.

1.16. Procedimiento para el registro de incidencias y desviaciones al plan de muestreo

El procedimiento que se seguirá para el registro de incidencias y/o desviaciones al plan de muestreo, será informar a la autoridad ambiental presente en el sitio durante el muestreo mediante un acta de trabajo para validar los procedimientos.

Propuesta de remediación ambiental por método de bioventeo y extracción de vapores *in situ* en Viñedo Los Álamos, Saltillo, Coahuila

Plan de muestreo de suelo intermedio (MI)

Preparado para:

Kansas City Southern de México

Septiembre, 2021

Atlixco No. 42, Col. Condesa, Del. Cuauhtémoc
Ciudad de México, C.P. 06140 | Tel. (55) 5207-6738 / (55) 5207-6895

Contenido

1. Plan de muestreo 4

1.1. Objetivo 4

1.2. Lugar y fecha de elaboración 4

1.3. Descripción de actividades y tiempos de ejecución 5

1.4. Definición de las responsabilidades del personal involucrado en cada actividad 5

1.5. Características del sitio en dónde se ejecutará el muestreo de suelos 6

1.6. Superficie del polígono de muestreo 6

1.7. Definición de los parámetros de análisis en función del contaminante 7

1.8. Método y tipo de muestreo bajo el que se diseña el plan 8

1.9. Número de puntos y profundidades de muestreo 8

1.10. Justificación para la ubicación de los puntos de muestreo y para la profundidad de la perforación, los criterios utilizados y la selección de la técnica de muestreo 10

1.11. Equipo de muestreo a utilizar y su procedimiento de lavado 11

1.12. Tipos de recipientes y preservación de las muestras 12

1.13. Medidas de seguridad 13

1.14. Medidas de aseguramiento de la calidad del muestreo incluyendo la cadena de custodia 14

1.15. Programa de ejecución de actividades 16

1.16. Procedimiento para el registro de incidencias y desviaciones al plan de muestreo 16

Índice de tablas

Tabla 1-1. Descripción de actividades y tiempos de ejecución 5
Tabla 1-2. Hidrocarburos que deberán analizarse en función del producto contaminante..... 8
Tabla 1-3. Coordenadas de los puntos de muestreo 10

Índice de figuras

Figura 1-2. Ubicación del polígono de muestreo 7
Figura 1-3. Ubicación de los puntos de muestreo..... 9
Figura 1-4. Equipo hand auger 11
Figura 1-5. Ejemplo de cadena de custodia 15

1. Plan de muestreo

Como resultado del estudio *Caracterización ambiental por derrame de gasolina en Viñedo los Álamos, Saltillo, Coahuila,* se determinaron los niveles de contaminación, áreas, profundidades y volúmenes de suelo impactado por un derrame e incendio de combustible (gasolina) de la unidad TCBX 305477 en la punta norte PK B 901 en Saltillo en el estado de Coahuila.

Dicho estudio fue realizado por la empresa Servicios Intersec S.A. de C.V. a petición de Kansas City Southern de México, por lo que, una vez concluida la investigación en el sitio, se dio paso a la elaboración de la *Propuesta de remediación ambiental por método de bioventeo y extracción de vapores in situ en Viñedo Los Álamos, Saltillo, Coahuila,* de la cual forma parte el presente plan de muestreo.

A continuación, se desarrollan los puntos establecidos en el numeral *7. Lineamientos para el plan de muestreo en la caracterización,* de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

1.1. Objetivo

Obtención de 43 muestras de suelo, incluidos cuatro duplicados, en 13 puntos de muestreo a 0.10, 0.50 y 1.20m de profundidad, para su envío y análisis de los parámetros de HFL y BTEX en un laboratorio acreditado, y así verificar y comprobar que el sistema de tratamiento esté funcionando de acuerdo a lo esperado, es decir, comprobar que las concentraciones del suelo han disminuido respecto a los resultados obtenidos durante la caracterización.

1.2. Lugar y fecha de elaboración

La elaboración del plan de muestreo se realizará en la Ciudad de México, México, en las oficinas de Intersec S.A. de C.V., durante el tercer mes del tratamiento.

1.3. Descripción de actividades y tiempos de ejecución

En la siguiente tabla (Tabla 1-1) se especifican las actividades a realizar en el sitio y las posteriores a la entrega de las muestras al laboratorio acreditado, incluido sus tiempos de ejecución.

Tabla 1-1. Descripción de actividades y tiempos de ejecución

Actividades	*Tiempos de ejecución (Días)*	*Fecha de termino*
Ubicación de puntos de muestreo (geoposicionamiento)	2 días de trabajo de muestreo	Por definir
Perforación de puntos y toma de muestras		
Envío de muestras al laboratorio acreditado ante EMA		
Análisis de muestras en laboratorio	12 días hábiles	Por definir
Trabajo de gabinete	5 días	Por definir
Entrega de informe	5 días	Por definir

1.4. Definición de las responsabilidades del personal involucrado en cada actividad

En el muestreo de suelo se contará con la presencia del siguiente personal:

- Responsable técnico del proyecto

Coordinará y verificará las actividades con apego a lo establecido en el Plan de Muestreo. Realizará el registro fotográfico de las actividades y fungirá como enlace con la Autoridad Ambiental y Kansas City Southern de México SA de CV.

- Técnico acreditado

Es la persona encargada de realizar la obtención, envasado y etiquetado de las muestras de fondos y paredes programadas en el Plan de Muestreo. Realizar el llenado de las cadenas de custodia, mismas que serán validadas mediante firmas por las partes involucradas.

- Supervisor de KCSM.

Vigilará y verificará la correcta ejecución del muestreo. Asimismo, validará mediante su firma la conclusión del muestreo en cadenas de custodia y minuta de trabajo.

- Autoridad ambiental (PROFEPA)

Para el caso de muestreos en donde se presente la asistencia de la autoridad ambiental, esta tendrá la responsabilidad de vigilar y verificar la correcta ejecución del Plan de Muestreo. Podrá realizar las observaciones pertinentes en campo e indicar puntos de muestreo a consideración. Asimismo, validará mediante su firma la conclusión del muestreo en cadenas de custodia y minuta de trabajo.

1.5. Características del sitio en dónde se ejecutará el muestreo de suelos

Ya que el derrame de gasolina que provocó la contaminación del sitio se presentó sobre las vías, el área sujeta a remediación comprende la vía férrea y el derecho de vía. La zona se caracteriza por el flujo de trenes desde y hacia la ciudad de Saltillo, debido a la ausencia de otras de actividades industriales, agrícolas o comerciales, no existe otro tipo de infraestructura en la zona, por lo que además el acceso al sitio se realiza por caminos de terracería.

1.6. Superficie del polígono de muestreo

De acuerdo con el estudio de caracterización se delimitó mediante un levantamiento topográfico, un polígono de 0.11ha (1,145.71m^2).

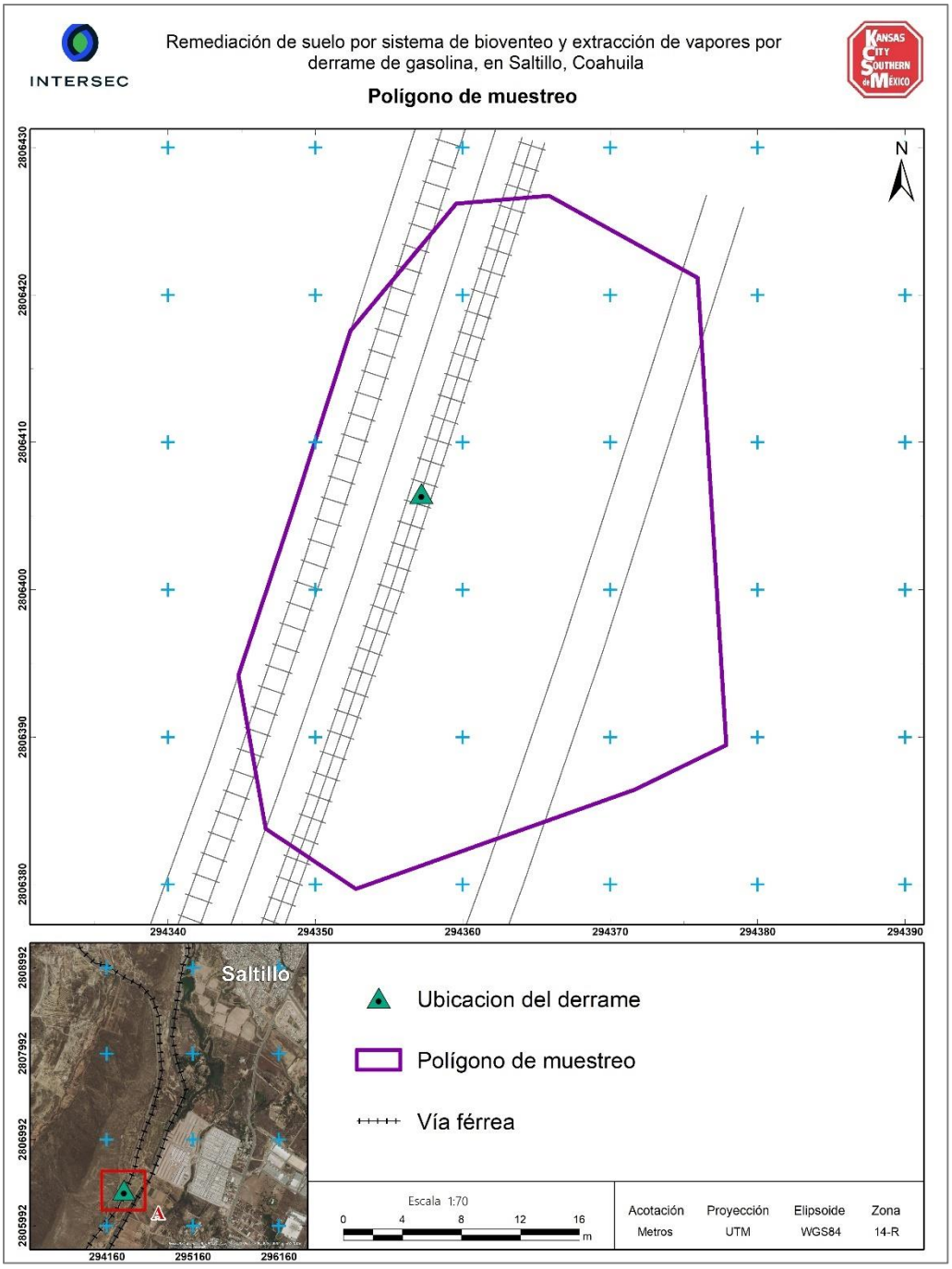


Figura 1-1. Ubicación del polígono de muestreo

1.7. Definición de los parámetros de análisis en función del contaminante

En cumplimiento con lo estipulado en la Tabla 1. de la NOM 138- SEMARNAT/SSA1-2012 (Tabla 1-2), los parámetros de análisis serán HFL y BTEX, por tratarse de un derrame de gasolina.

Tabla 1-2. Hidrocarburos que deberán analizarse en función del producto contaminante

	Hidrocarburos				
Producto contaminante	*Fracción pesada*	*Fracción media*	*HAP*	*Fracción ligera*	*BTEX*
Mezcla de productosdesconocidos derivados delpetróleo	X	X	X	X	X
Petróleo crudo	X	X	X	X	X
Combustóleo	X		X		
Parafinas	X		X		
Petrolatos	X		X		
Aceites derivados del petróleo	X		X		
Gasóleo		X	X		
Diesel		X	X		
Turbosina		X	X		
Queroseno		X	X		
Creosota		X	X		
Gasavión				X	X
Gasolvente				X	X
Gasolinas				X	X
Gas nafta				X	X

1.8. Método y tipo de muestreo bajo el que se diseña el plan

El método de muestreo será aleatorio de tipo sistemático cuadriculado, de tal forma que los puntos contemplen todo el polígono de muestreo.

1.9. Número de puntos y profundidades de muestreo

Ya que el polígono de muestreo es de 0.11ha, el número mínimo de puntos de muestreo es 8, de acuerdo a lo establecido por la NOM 138- SEMARNAT/SSA1-2012 para un área de hasta 0.2 ha, pero se proponen 13 puntos de muestreo, de tal forma que se cubra la pluma de contaminación definida en el estudio de caracterización y además la distribución y densidad de los puntos permita tener un análisis geoestadístico de mayor precisión. En la Figura 1-2 se muestra la malla de muestreo definida y la ubicación de los puntos, posteriormente, en la Tabla 1-3, se indican las coordenadas de los puntos.

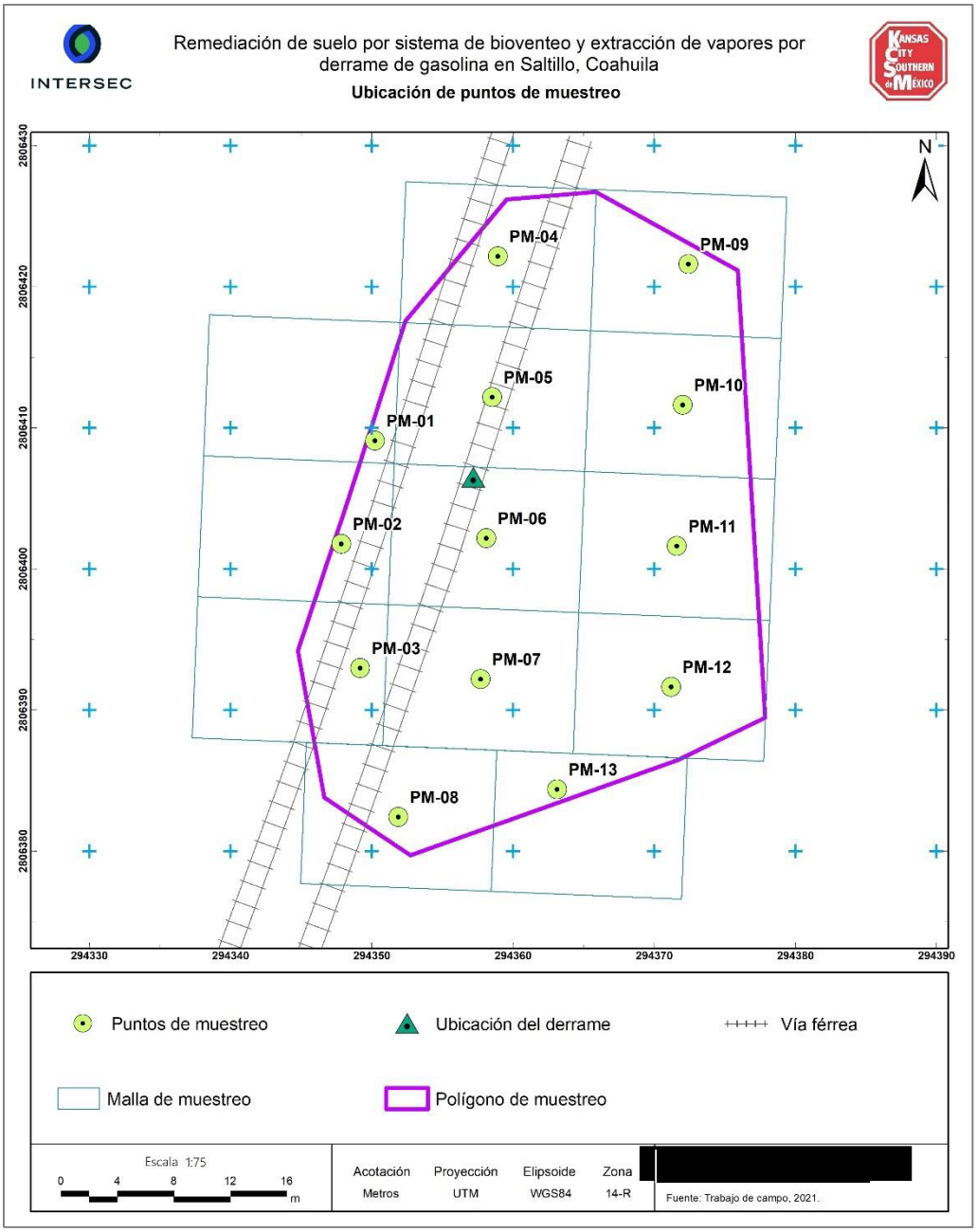


Figura 1-2. Ubicación de los puntos de muestreo

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

Tabla 1-3. Coordenadas de los puntos de muestreo

Punto de muestreo	*Coordenadas UTM*	
	X	*Y*
PM-01	294350.24	2806409.10
PM-02	294347.85	2806401.79
PM-03	294349.19	2806392.98
PM-04	294358.95	2806422.17
PM-05	294358.54	2806412.18
PM-06	294358.12	2806402.19
PM-07	294357.71	2806392.20
PM-08	294351.90	2806382.43
PM-09	294372.44	2806421.62
PM-10	294372.02	2806411.63
PM-11	294371.61	2806401.64
PM-12	294371.20	2806391.64
PM-13	294363.14	2806384.39

Se considera la toma de muestra a tres profundidades, 0.10, 0.50 y 1.20m, por lo que el número de muestras a tomar en campo será de 39 muestras y 4 duplicados, para un total de 43 muestras.

La decisión de adicionar puntos de muestreo se podrá tomar en campo o a solicitud por escrito, por parte de la supervisión de KCSM y/o de la autoridad ambiental competente, sin disminuir los puntos ya propuestos.

1.10. Justificación para la ubicación de los puntos de muestreo y para la profundidad de la perforación, los criterios utilizados y la selección de la técnica de muestreo

Con el número de puntos y las tres profundidades de muestreo 0.10, 0.5 y 1.20 m se podrá verificar la atención del área y volumen de suelo contaminado de acuerdo con los LMP de la Nom-138-SEMARNAT/SSA1-2012 y lo reportado en el estudio de caracterización, para el área 527.39m^2 y un volumen estimado de 606.49m^3, considerando un espesor promedio

de 1.15 metros de impacto. Ya que la profundidad de muestreo máxima será a 1.20m, el método de perforación será manual con equipo *hand auger* (Figura 1-3)

Figura 1-3. Equipo hand auger

Las actividades de perforación con el equipo y herramientas empleadas durante el muestreo se llevarán a cabo por personal capacitado y debidamente acreditado. El ingeniero de campo, se encargará de vigilar el cumplimiento de los aspectos de Seguridad e Higiene Industrial en el sitio, así como llevar a cabo el registro de toda la información obtenida durante las perforaciones, además de verificar el muestreo, etiquetado, preservación de las muestras para ser transportadas al laboratorio de análisis químicos seleccionado. El técnico especialista, se encargará de todos los aspectos técnicos y mecánicos de las perforaciones, así como de la verificación de los intervalos de profundidad de muestreo.

1.11. Equipo de muestreo a utilizar y su procedimiento de lavado

A continuación, se presenta un listado de materiales y equipos que se usarán durante el muestreo:

- Equipo de muestreo manual tipo cuchara o cucharon de acero inoxidable
- Navegador portátil (GPS)
- Cámara fotográfica
- Cubetas de plástico
- Jabón biodegradable
- Marcador de tinta permanente
- Tabla de apoyo y soporte
- Bolígrafo
- Toallas de papel para secado
- Bolsa de plástico para residuos inorgánicos y material producto de desecho
- Agua destilada
- Cepillo con cerdas suaves, para limpieza de herramienta
- Hieleras de plástico

El proceso de descontaminación del equipo previo a cada toma de muestra se realizará de la siguiente manera:

1. Lavado del equipo con detergente biodegradable (cucharon de acero inoxidable, nucleador, canaleta), agua destilada y cepillo de cerda suave con mango largos para remover contaminantes.
2. Enjuagado con agua destilada o desionizada.
3. Secado el equipo con papel absorbente.
4. Después de cada toma de muestra se realiza el proceso de descontaminación y lavado del equipo.

1.12. Tipos de recipientes y preservación de las muestras

Los recipientes que se tendrán que usar en el muestreo de suelo se indican en la Tabla 5 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, cartucho de 2" o frascos de vidrio con contratapa o sello de politetrafluoroetileno, mejor conocido como teflón, para asegurar la integridad de las muestras.

A cada muestra se le colocará una etiqueta y sello de inviolabilidad, que contendrá los siguientes datos: clave de identificación de la muestra, fecha de muestreo, hora de la toma

de muestra, sitio de muestreo, nombre del signatario que tomará la muestra y parámetros de análisis.

Las muestras serán registradas en una cadena de custodia del propio laboratorio, en las cuales se encuentran los siguientes datos: nombre de compañía, dirección de muestreo, contacto, teléfono, fax, email, nombre del sitio, matriz de análisis (suelo/ agua), fecha de la toma de muestra, tipo de muestra (simple o compuesta), identificación de la muestra, tipo de contenedor (cartucho/frasco), tipo de análisis, método normado, prioridad de análisis, datos del signatario autorizado y fecha y hora del registro de la cadena de custodia.

Las muestras serán colocadas en hieleras para preservar las muestras a 4ºC, conforme la Tabla 5, los recipientes para las muestras, temperatura de preservación y tiempo máximo de conservación por tipo de parámetro se encuentran en la NOM -138-SEMARNAT/SSA1-2012.

El transporte de las muestras la realiza el personal de laboratorio LABSA desde el lugar de muestreo hasta el laboratorio de análisis, el envío incluye las cadenas de custodia para el resguardo y control de las muestras.

La recepción de las muestras en el laboratorio la realiza personal acreditado, así como la generación de la orden de servicios de análisis y el sellado la cadena de custodia con fecha y hora.

1.13. Medidas de seguridad

Los trabajos se realizarán en un área considerada dentro de clasificación C o D según los estándares de la EPA/OSHA (zonas de riesgo). Por lo que todo el personal involucrado en las actividades contara con el equipo básico de protección personal: casco, guantes, calzado de seguridad, traje tyvek/overol de algodón, lentes de seguridad y mascarillas para vapores orgánicos.

Al momento de la toma de muestras, los recipientes se sellarán de manera inmediata para evitar la volatilización o pérdida de contaminantes.

El equipo de muestreo será lavado entre puntos de perforación para evitar la contaminación cruzada. Todos los recipientes se identifican en campo con marcador permanente, con una nomenclatura compuesta por claves de identificación del polígono, punto de muestreo y profundidad, principalmente.

- Para asegurar la integridad de las muestras, se implementan las siguientes acciones:
  - Uso de etiquetas y sellos adheridle
  - Cadena de custodia del laboratorio LABSA (original y copia).
  - Formato para registro de datos de campo
  - Toma de fotografías
  - Limpieza y desinfección de barrenas con jabón biodegradable
  - Firma del signatario autorizado y del responsable de la supervisión.

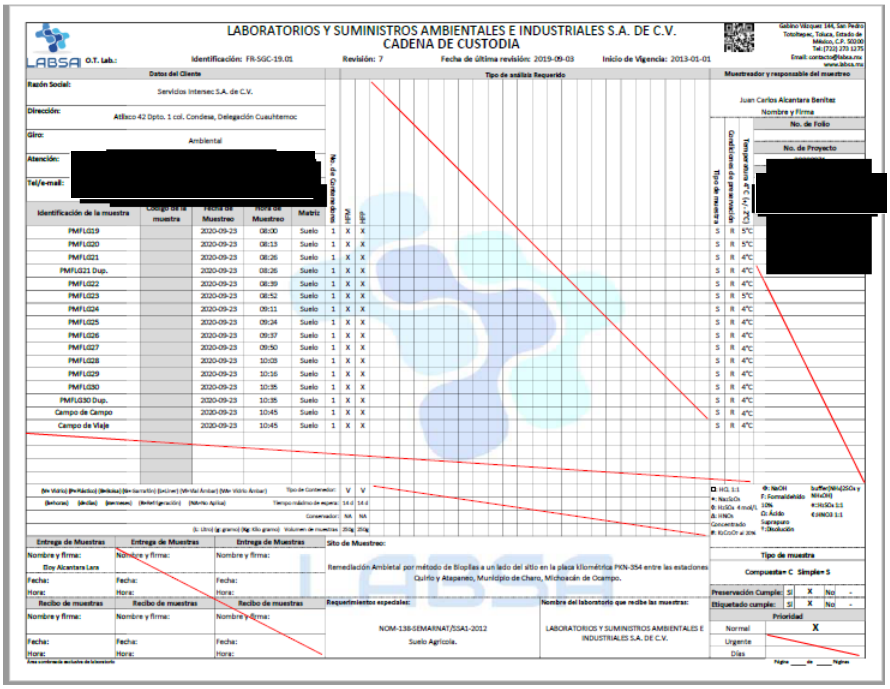
1.14. Medidas de aseguramiento de la calidad del muestreo incluyendo la cadena de custodia

La cadena de custodia es un conjunto de procedimientos utilizados para proporcionar un registro escrito preciso que puede ser utilizado para rastrear la posesión de una muestra desde el momento de su colección a través de su llenado en un conjunto de datos.

La cadena de custodia representa el documento de seguridad que avala el muestreo, asegurando que los procedimientos aseguran las características originales de los elementos físicos de la muestra, así como demostrar que las muestras analizadas son las mismas que se recogieron en el sitio de muestreo. En este documento especificaran los siguientes datos:

- Nombre del proyecto. - Se deberá especificar el nombre del proyecto al que se refiere el muestreo a realizar.
- Sitio de muestreo. - Se deberá indicar, el Estado, Municipio, Localidad y dirección específica del sitio de muestreo o en su caso, poner el nombre con el que es conocido el lugar, en caso de sitios de ductos, se deberá especificar por lo menos el km y tramo del derecho de vía.

- La matriz de la muestra. - Se deberá especificar el tipo de matriz (suelo, agua, sedimentos, residuos, líquidos, lodos, aceite, aire, filtro) en caso de ser otro tipo especificar cuál.
- Fecha de toma de muestra. - Se deberá indicar la fecha en la que fue colectada la muestra.
- Hora. - Se deberá indicar la hora específica a la que fue tomada la muestra.
- Parámetros de análisis. - Deberá especificarse los parámetros analizar y bajo cual método analítico de referencia.
- Datos del técnico acreditado. - Se deberá poner el nombre del técnico acreditado que es responsable de la toma de muestra y deberá firmar al final de la jornada de trabajo.
- Especificaciones de la muestra. - Deberá especificar el tipo de matriz, y el recipiente que contiene la muestra, así como el volumen de la muestra.
- Firma del responsable del proyecto. - Los responsables del proyecto deberán de firmar cada una de las hojas de custodia al término de cada jornada de trabajo.
- Datos de recibido en laboratorio. La hoja de custodia deberá de contener el nombre de quien recibe las muestras en el laboratorio, además del sello que indique fecha y hora de recepción.



LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V.
CADENA DE CUSTODIA

LABSA O.T. Lab.: Identificación: FR-SGC-19.01 Revisión: 7 Fecha de última revisión: 2019-09-03 Inicio de Vigencia: 2013-01-01

Gabino Vázquez 144, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50100 Tel: (722) 275 1275 Email: contacto@labsa.mx www.labsa.mx

Datos del Cliente
Razón Social: Servicios Intersec S.A. de C.V.
Dirección: Atlixco 42 Dpto. 1 col. Condesa, Delegación Cuauhtemoc
Giro: Ambiental
Atención: [redacted]
Tel/e-mail: [redacted]

Tipo de análisis Requerido

Muestreador y responsable del muestreo: Juan Carlos Alcantara Benitez
Nombre y Firma
No. de Folio: [redacted]
No. de Proyecto: [redacted]

Identificación de la muestra	Código de la muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Matriz	No. de Contenedores	PMFL	AMP	Tipo de muestra	Condiciones del preservativo	Temperatura 4°C ± 2°C
PMFL019		2020-09-23	08:00	Suelo	1	X	X	S	R	5°C
PMFL020		2020-09-23	08:13	Suelo	1	X	X	S	R	5°C
PMFL021		2020-09-23	08:26	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL021 Dup.		2020-09-23	08:26	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL022		2020-09-23	08:39	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL023		2020-09-23	08:52	Suelo	1	X	X	S	R	5°C
PMFL024		2020-09-23	09:11	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL025		2020-09-23	09:24	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL026		2020-09-23	09:37	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL027		2020-09-23	09:50	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL028		2020-09-23	10:03	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL029		2020-09-23	10:16	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL030		2020-09-23	10:35	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
PMFL030 Dup.		2020-09-23	10:35	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
Campo de Campo		2020-09-23	10:45	Suelo	1	X	X	S	R	4°C
Campo de Viaje		2020-09-23	10:45	Suelo	1	X	X	S	R	4°C

(Mr Vidrio) (Pr Plástico) (Bolsa) (Mr Garrafón) (Lata) (Mr Vidrio Ámbar) (Mr Vidrio Ámbar) — Tipo de Contenedor: V V
(Bolsas) (Jícalas) (Jeringas) (Refrigeración) (Metal Agrícola) — Tiempo máximo de espera: 14 d 14 d
Conservador: NA NA
(L: Litro) (g: gramo) (Kg: Kilo gramo) — Volumen de muestras: 250g 250g

□ HCl. 1:1
■: $Na_2S_2O_3$
B: H_2SO_4 4 mol/L
Δ: HNO_3 Concentrado
#: $K_2Cr_2O_7$ al 20%
⊕: NaOH
F: Formaldehído 10%
O: Ácido Sulfúrico
T:Disolución
buffer(NH_4ClO_4 y NH_4OH)
#:H_2SO_4 1:1
€:HNO_3 1:1

Entrega de Muestras: Nombre y firma: Eloy Alcantara Lara; Fecha: ; Hora:
Entrega de Muestras: Nombre y firma: ; Fecha: ; Hora:
Entrega de Muestras: Nombre y firma: ; Fecha: ; Hora:

Sitio de Muestreo: Remediación Ambiental por método de Biopilas a un lado del sitio en la plaza kilométrica PKN-354 entre las estaciones Quiría y Atapaneo, Municipio de Charo, Michoacán de Ocampo.

Tipo de muestra: Compuesta= C Simple= S

Preservación Cumple: S X No -
Etiquetado cumple: S X No -

Recibo de muestras: Nombre y firma: ; Fecha: ; Hora:
Recibo de muestras: Nombre y firma: ; Fecha: ; Hora:
Recibo de muestras: Nombre y firma: ; Fecha: ; Hora:

Requerimientos especiales: NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 Suelo Agrícola.

Nombre del laboratorio que recibe las muestras: LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V.

Prioridad: Normal X; Urgente; Días

Página ___ de ___ Páginas

Área exclusiva de laboratorio

Figura 1-4. Ejemplo de cadena de custodia

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

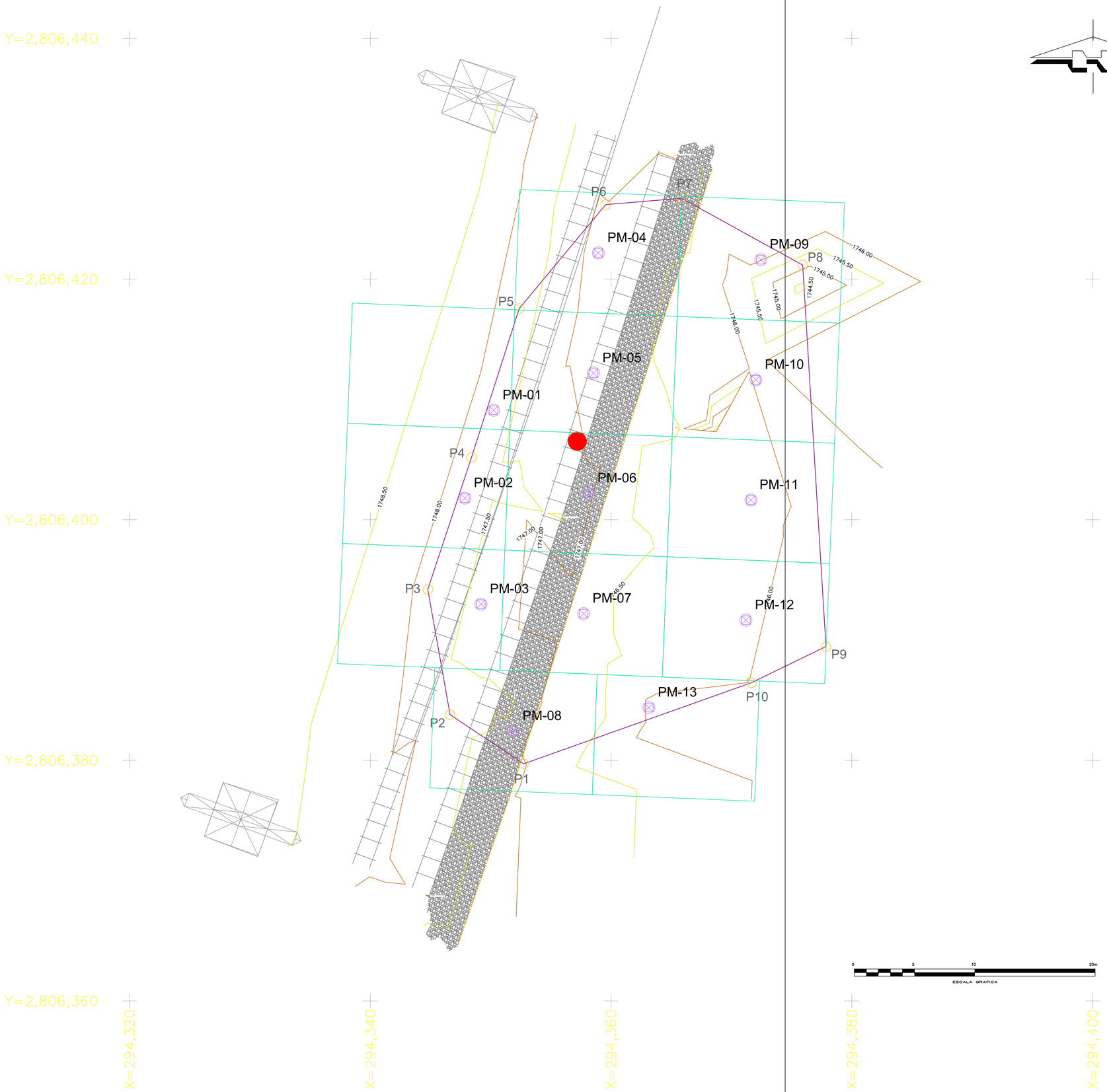
El muestreo y la preparación de las muestras son los procesos más críticos que contribuyen a la incertidumbre, sin embargo, para fines de control de calidad, se recomienda que del 5-10% de las muestras sean recogidas por duplicado.

1.15. Programa de ejecución de actividades

Para la ejecución de esta actividad, se contempla una brigada de trabajo, las actividades se realizarán en el horario de 08:00 a 17:00 horas; durante este tiempo se colectarán las muestras por personal acreditado y se llevará un registro en hojas de campo de las horas en las que se tomó cada muestra, así como las actividades que se realicen. Este registro se plasmará en una bitácora de campo debidamente llenada.

1.16. Procedimiento para el registro de incidencias y desviaciones al plan de muestreo

El procedimiento que se seguirá para el registro de incidencias y/o desviaciones al plan de muestreo, será informar a la autoridad ambiental presente en el sitio durante el muestreo mediante un acta de trabajo para validar los procedimientos.



CUADROS DE CONSTRUCCION

Cuandro de construcción del polígono de estudio					
Vértice	Lado	Distancia	Rumbo	Coordenadas UTM	
				X	Y
P10	P10 - P1	20.08	S 70°23'2.6" W	294,371.65	2,806,386.45
P9	P9 - P10	6.9	S 64°5'44.3" W	294,377.85	2,806,389.46
P8	P8 - P9	31.77	S 3°29'39.3" E	294,375.92	2,806,421.17
P7	P7 - P8	11.5	S 61°7'9.2" E	294,365.85	2,806,426.72
P6	P6 - P7	6.32	N 85°11'47.5" E	294,359.55	2,806,426.19
P5	P5 - P6	11.24	N 39°44'59.2" E	294,352.36	2,806,417.55
P4	P4 - P5	13	N 17°45'0.3" E	294,348.40	2,806,405.17
P3	P3 - P4	11.55	N 18°17'37.3" E	294,344.77	2,806,394.20
P2	P2 - P3	10.57	N 10°5'45.8" W	294,346.63	2,806,383.80
P1	P1 - P2	7.35	N 56°11'26.9" W	294,352.73	2,806,379.71
Superficie: 1,146.70 m2					

Punto de muestreo	Coordendas UTM	
	X	Y
PM-01	294350.24	2806409.10
PM-02	294347.85	2806401.79
PM-03	294349.19	2806392.98
PM-04	294358.95	2806422.17
PM-05	294358.54	2806412.18
PM-06	294358.12	2806402.19
PM-07	294357.71	2806392.20
PM-08	294351.90	2806382.43
PM-09	294372.44	2806421.62
PM-10	294372.02	2806411.63
PM-11	294371.61	2806401.64
PM-12	294371.20	2806391.64
PM-13	294363.14	2806384.39

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

LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

- PUNTO DE MUESTREO
- MALLA DE MUESTREO
- POLÍGONO DE ESTUDIO
- PUNTO DE FUGA - PF
- VÍAS DE TREN
- DERECHO DE VÍA
- LIMITE EMPEDRADO
- CURVA DE NIVEL 1.0 M
- CURVA DE NIVEL 0.50 M
- POSTES DE LUZ
- RETICULA - UTM

KANSAS CITY SOUTHERN DE MEXICO

AUTORIZÓ: [redacted]

SUPERVISO: [redacted]

ELABORÓ: [redacted]

PROYECTO:

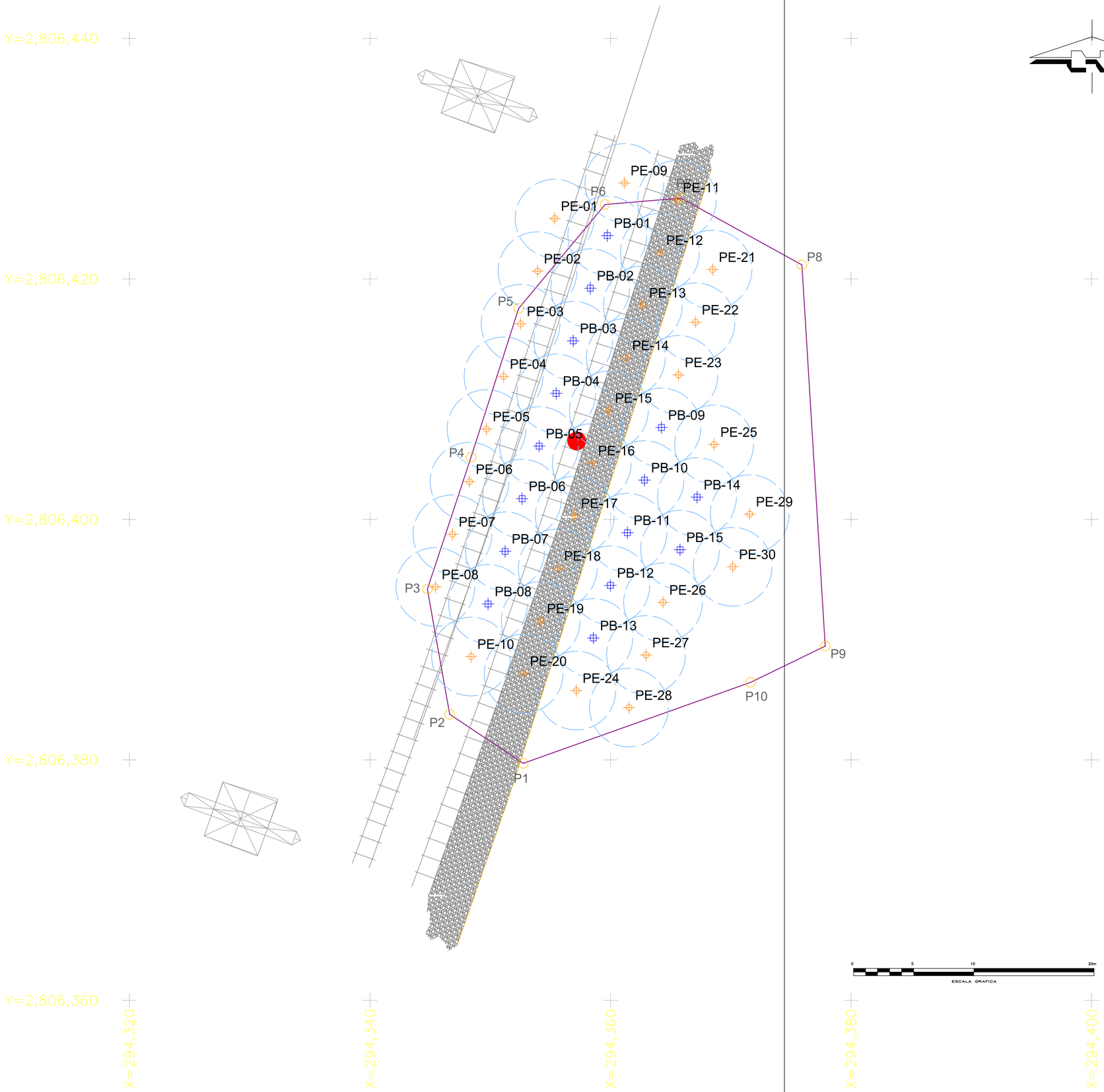
Propuesta de remediación ambiental por método de bioventeo y extracción de vapores in situ en Viñedo Los Álamos, Saltillo, Coahuila

PLANO:

Ubicación de puntos de muestreo de suelo

INTERSEC

COORDENADAS: UTM	ESCALA: 1 : 150	EMPRESA: SERVICIOS INTERSEC SA DE CV
ZONA HORARIA: 14R	ACOTACIÓN: M	
DATUM: WGS84	FECHA: SEPTIEMBRE - 2021	



CUADROS DE CONSTRUCCION

Cuandro de construcción del polígono de estudio					
Vértice	Lado	Distancia	Rumbo	Coordenadas UTM	
				X	Y
P10	P10 - P1	20.08	S 70°23'2.6" W	294,371.65	2,806,386.45
P9	P9 - P10	6.9	S 64°5'44.3" W	294,377.85	2,806,389.46
P8	P8 - P9	31.77	S 3°25'39.3" E	294,375.92	2,806,421.17
P7	P7 - P8	11.5	S 61°7'9.2" E	294,365.85	2,806,426.72
P6	P6 - P7	6.32	N 85°11'47.5" E	294,359.55	2,806,426.19
P5	P5 - P6	11.24	N 39°44'59.2" E	294,352.36	2,806,417.55
P4	P4 - P5	13	N 17°45'0.3" E	294,348.40	2,806,405.17
P3	P3 - P4	11.55	N 18°17'37.3" E	294,344.77	2,806,394.20
P2	P2 - P3	10.57	N 10°5'45.8" W	294,346.63	2,806,383.80
P1	P1 - P2	7.35	N 56°11'26.9" W	294,352.73	2,806,379.71
Superficie: 1,145.70 m2					

Pozo	Tipo	Coordenadas UTM	
		X	Y
PB-01	Inyección	294359.73	2806423.61
PB-02	Inyección	294358.32	2806419.23
PB-03	Inyección	294356.90	2806414.85
PB-04	Inyección	294355.48	2806410.48
PB-05	Inyección	294354.07	2806406.10
PB-06	Inyección	294352.65	2806401.72
PB-07	Inyección	294351.24	2806397.35
PB-08	Inyección	294349.82	2806392.97
PB-09	Inyección	294364.24	2806407.64
PB-10	Inyección	294362.82	2806403.27
PB-11	Inyección	294361.40	2806398.89
PB-12	Inyección	294359.99	2806394.51
PB-13	Inyección	294358.57	2806390.14
PB-14	Inyección	294367.20	2806401.85
PB-15	Inyección	294365.78	2806397.48
PE-01	Extracción	294355.35	2806425.02
PE-02	Extracción	294353.94	2806420.65
PE-03	Extracción	294352.52	2806416.27
PE-04	Extracción	294351.11	2806411.89
PE-05	Extracción	294349.69	2806407.52
PE-06	Extracción	294348.27	2806403.14
PE-07	Extracción	294346.86	2806398.76
PE-08	Extracción	294345.44	2806394.39
PE-09	Extracción	294361.15	2806427.98
PE-10	Extracción	294348.40	2806388.59
PE-11	Extracción	294365.52	2806426.57
PE-12	Extracción	294364.11	2806422.19
PE-13	Extracción	294362.69	2806417.81
PE-14	Extracción	294361.28	2806413.44
PE-15	Extracción	294359.86	2806409.06
PE-16	Extracción	294358.44	2806404.68
PE-17	Extracción	294357.03	2806400.31
PE-18	Extracción	294355.61	2806395.93
PE-19	Extracción	294354.20	2806391.55
PE-20	Extracción	294352.78	2806387.18
PE-21	Extracción	294368.48	2806420.77
PE-22	Extracción	294367.07	2806416.40
PE-23	Extracción	294365.65	2806412.02
PE-24	Extracción	294357.16	2806385.76
PE-25	Extracción	294368.61	2806406.23
PE-26	Extracción	294364.37	2806393.10
PE-27	Extracción	294362.95	2806388.72
PE-28	Extracción	294361.53	2806384.35
PE-29	Extracción	294371.57	2806400.44
PE-30	Extracción	294370.16	2806396.06

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

LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

- POLIGONO DE ESTUDIO
- VIAS DE TREN
- DERECHO DE VIA
- LIMITE EMPEDRADO
- PUNTO DE FUGA - PF
- POSTES DE LUZ
- RETICULA - UTM
- POZOS DE EXTRACCIÓN
- POZOS DE BIOVENTEO
- RADIOS DE INFLUENCIA

KANSAS CITY SOUTHERN DE MEXICO

AUTORIZÓ: [redacted]

SUPERVISO: [redacted]

ELABORÓ: [redacted]

PROYECTO:

Propuesta de remediación ambiental por método de bioventeo y extracción de vapores in situ en Viñedo Los Álamos, Saltillo, Coahuila

PLANO:

Ubicación y radio de influencia de los pozos de extracción e inyección de aire del sistema de remediación

INTERSEC

COORDENADAS: UTM	ESCALA: 1 : 150	EMPRESA: SERVICIOS INTERSEC SA DE CV
ZONA HORARIA: 14R	ACOTACIÓN: M	
DATUM: WGS84	FECHA: SEPTIEMBRE - 2021	