

INFORME FINAL

**ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN PARA EVALUAR
CONTAMINACIÓN DE SUELO POR DERRAME DE GASOLINA
MAGNA POR SINIESTRO DE UN AUTOTANQUE EN LA
CARRETERA TOLUCA – CD ALTAMIRANO KM 75+500,
LOCALIDAD DE SAN SIMON GUERRERO, MUNICIPIO DE
TEMASCALTEPEC DE GONZALEZ, ESTADO DE MEXICO.**

CDMX, ENERO 2020

CONTENIDO

1	ANTECEDENTES.....	1
1.1	Descripción del Accidente y Áreas Afectadas	1
1.2	Trabajos de Atención a la Emergencia.....	7
1.3	Características de la Gasolina	7
1.3.1	Efectos a la salud humana por exposición aguda.....	8
1.3.2	Efectos por exposición crónica.....	8
1.3.3	Otros riesgos o efectos a la salud	9
1.4	Efectos al ambiente por derrame del hidrocarburo.....	9
1.5	Procedimiento, precauciones y métodos de mitigación en caso de fuga o derrame 10	
1.5.1	Recomendaciones para evacuación.....	11
2	MARCO LEGAL APLICABLE	12
3	ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN.....	14
4	OBJETIVO	16
4.1	Objetivo General	16
4.2	Objetivos específicos	16
5	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SITIO CONTAMINADO	18
5.1	Localización del sitio.....	18
5.2	Características ambientales de la zona	20
5.2.1	Orografía	20
5.2.2	Hidrografía.....	20
5.2.3	Clima.....	20
5.2.4	Flora.....	20
5.2.5	Fauna.....	21
5.2.6	Clasificación y Uso del Suelo	21
5.3	Población e Infraestructura	21
5.3.1	Cultura indígena en San Simón de Guerrero	22
5.3.2	Empleo y economía en San Simón de Guerrero	22
5.3.3	Viviendas e infraestructuras en San Simón de Guerrero	22
5.3.4	Escolaridad en San Simón de Guerrero.....	22
5.3.5	Vías de Comunicación.....	22

5.3.6	Vía de acceso al sitio de estudio	22
6	METODOLOGÍA Y TRABAJOS DE CAMPO	23
6.1	Aviso a la ASEA.....	23
6.2	Etapas de Planeación	23
6.3	Etapas de Trabajos de Campo	23
6.4	Etapas de Gabinete.....	24
6.5	Recopilación de información	24
6.6	Localización del sitio	24
6.7	Determinación del área afectada.....	25
6.8	Levantamiento topográfico.....	25
6.9	Planeación de la Toma de Muestras	27
6.9.1	Plan para la toma de Muestras	27
6.9.2	Parámetros a Analizar	32
6.10	Laboratorio para toma de Muestras y Análisis	34
6.11	Toma de Muestras	34
6.12	Aspectos Técnicos.....	36
7	RESULTADOS.....	38
7.1	Trabajos de campo realizados y análisis de resultados	38
7.2	Ubicación de los puntos de muestreo	38
7.3	Perforación de pozos de muestreo con extracción de núcleos para determinar perfil estratigráfico	38
7.4	Toma de muestras de suelo y resultados de análisis de laboratorio para determinar HFL y HAP's	39
7.4.1	Resultados de laboratorio para determinar Hidrocarburos Fracción Ligera.....	42
7.4.1.1	Resultados de análisis a muestras a los 0.15 m de profundidad.....	43
7.4.1.2	Resultados de análisis a muestras a 0.50 m de profundidad.....	45
7.4.1.3	Resultados de análisis a muestras a 0.25 m de profundidad.....	46
7.4.2	Resultados de Laboratorio para determinar Tolueno, Benceno, Etilbenceno y Xilenos (BTEX)	47

7.5	Integración y análisis de los resultados de laboratorio.....	49
8	IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LA PLUMA CONTAMINANTE	52
8.1	Modelo De Simulación	52
8.2	Simulación y cálculo de la pluma de contaminación por Hidrocarburos Fracción Ligeras (HFL) a 0.15 m de profundidad	53
8.3	Simulación y cálculo de la pluma de contaminación por Xilenos a 0.15 m de profundidad	54
8.4	Determinación del área y volumen total de contaminación	56
9	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE DAÑOS AL AMBIENTE	58
9.1	Estimación de Daños al Ambiente	58
9.2	Estimación de Daños Materiales.....	60
10	EVALUACIÓN DEL RIESGO ECOLÓGICO Y A LA SALUD HUMANA	61
10.1	Riesgo a la Salud Humana	61
10.2	Evaluación de Riesgo Ecológico	61
11	ANÁLISIS Y CONCLUSIONES	63
12	PLAN DE SANEAMIENTO.....	65
12.1	Propuesta de Saneamiento para suelo contaminado con HFL y Xileno.....	65
12.1.1	Diseño de la retícula de pozos.....	66
12.1.2	Equipos para la inyección de aire, sustancias y la extracción de gases generados durante el proceso de tratamiento.....	70
12.1.3	Bacterias para una bioaumentación	71
12.1.4	Tratamiento de gases generados por el proceso de tratamiento	71
12.1.5	Evaluaciones de seguimiento	74
12.1.6	Evaluación final	75
12.1.7	Informe final y reintegración de material a su lugar de origen	75
12.1.8	Tiempo requerido para el tratamiento.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Punto del siniestro y ubicación del autotanque accidentado	1
Figura 2. Punto del siniestro y ubicación del autotanque accidentado	2
Figura 3. Ubicación Regional de la zona del Siniestro	3
Figura 4. Ubicación a Nivel Municipal del área afectada por el derrame de gasolina	4
Figura 5. Ubicación a Nivel Local del área afectada por el derrame de gasolina	4
Figura 6. Zona afectada por el derrame de gasolina	6
Figura 7. Ubicación regional del sitio afectado por el derrame de Gasolina	18
Figura 8. Ubicación local del sitio afectado por el derrame de Gasolina	19
Figura 9. Ubicación del sitio afectado por el derrame de Gasolina	19
Figura 10. Levantamiento Topográfico del área del siniestro.....	26
Figura 11. Ubicación de sondeos dentro de las áreas afectadas por el derrame de Gasolina	29
Figura 12. Ubicación de los Puntos de Muestreo dentro y fuera del área afectada.....	31
Figura 13. Perfil estratigráfico general de la zona, observada en la perforación de los puntos de muestreo	39
Figura 14. Ubicación de los puntos de muestreo que presentan concentraciones mayores al LMP establecido por la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 para HFL a 0.15 m de profundidad	44
Figura 15. Ubicación del Punto de Muestreo PI-16 que presentan concentraciones por arriba de los LMP marcados por la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, para Xilenos a 0.15 m de profundidad	49
Figura 16. Simulación de la pluma contaminante de Hidrocarburos Fracción Ligera a 0.15 m.....	53
Figura 17. Simulación de la pluma contaminante de Benceno a 0.20 m.	55
Figura 18. Integración de las Plumas Contaminantes determinadas por el modelo de simulación para Hidrocarburos Fracción Ligera y Xileno.	56
Figura 19. Punto del siniestro y ubicación del autotanque accidentado	58
Figura 19. Punto del siniestro y ubicación del autotanque accidentado	59
Figura 21. Cuneta del camino de terracería afectada por derrame de gasolina	59
Figura 22. Dimensiones consideradas para la remediación	67

Figura 23. Distribución de los pozos para la restauración de suelo contaminado con HFL y Xileno69

Figura 24. Esquema de construcción de los pozos de tratamiento70

Figura 25. Cronograma para realización del Tratamiento de "Bioventeo Aerobio en el Sitio Contaminado"76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones de las Áreas Afectadas por el derrame de gasolina magna.....	5
Tabla 2. Parámetros a analizar y Límites Máximos Permisibles establecidos en la NOM 138 SEMARNAT/SSA1-2012.....	12
Tabla 3. Límites máximos permisibles de Hidrocarburos Fracción Ligera y BTEX para Uso de Suelo Agrícola, Forestal, Pecuario y de Conservación (NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012)	16
Tabla 4. Características de las secciones identificadas en el área afectada para la toma de muestras	28
Tabla 5. Puntos de muestreo, profundidad de las muestras y parámetros a analizar	32
Tabla 6. Ubicación en coordenadas "UTM" de los puntos de muestreo.....	35
Tabla 7. Resultados de análisis de laboratorio para determinar HFL y BTEX	40
Tabla 8. Resultados de análisis de laboratorio para Hidrocarburos Fracción Pesada.....	43
Tabla 9. Resultados de análisis de laboratorio para Hidrocarburos Fracción Ligera	45
Tabla 10. Resultados de análisis de laboratorio para Hidrocarburos Fracción Ligera	46
Tabla 11. Resultados de análisis de laboratorio para Xilenos a 0.15 m de profundidad	48
Tabla 12. Cálculo de la superficie de la Zona A y Zona B y volumen total de la pluma contaminante por HFL y BTEX.....	57

ANEXOS

- A. Memoria Fotográfica
- B. Copia de acuse de recibido de notificación a la ASEA. Formatos P-ASEA-USIVI-004 Y P-ASEA-USIVI-005
- C. Copia de acuse de recibido de entrega de protocolo para toma de muestras y solicitud de supervisión
- D. 1) Copia de facturas de adquisición de gasolina a PEMEX Transformación Industrial por Grupo Crisan S.A. de C.V.
2) Constancia de volumen recibido en instalaciones de Grupo Crisan S.A. de C.V.
- E. Plano "Levantamiento topográfico (T1)"
- F. Plano "Ubicación Puntos de Muestreo (M1)"
- G. Plano "Plumas de Contaminación (M2) (M3) (M4)"
- H. Resultados de Análisis de Laboratorio
- I. Acreditación del Laboratorio
- J. 1) Oficio de Requerimiento de Información de la ASEA
2) Copia de acuse de recibido de entrega de información requerida

1 ANTECEDENTES

1.1 Descripción del Accidente y Áreas Afectadas

Con fecha 14 de agosto del 2019, la unidad Autotanque con placas 083 AJ4, propiedad del **Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP** sufrió un accidente en el km 75+500 de la Carretera Federal Toluca-Altamirano, Poblado San Simón, Municipio de Temascaltepec, Estado de México, donde el Autotanque que transportaba gasolina en 2 tanques de 20,000 litros de capacidad cada uno, se volcó derramando 4,198 litros de Gasolina.

El accidente de la unidad, se dio cuando circulando de Toluca hacia Ciudad Altamirano, el operador del tracto, al entrar a la curva perdió el control de la unidad derrapando sobre el costado izquierdo y rebotando en el cerro, volcándose el primero de los tanques, derramando 4,198 litros de gasolina. El segundo tanque se ladeo y quedó recargado sobre la pared del cerro.

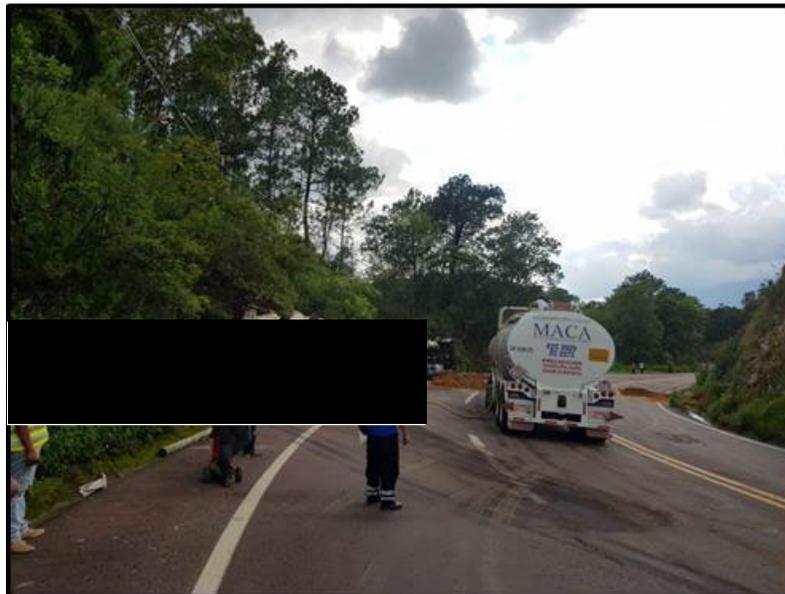


Figura 1. Punto del siniestro y ubicación del autotanque accidentado

Debido a que del tanque que estaba volteado, tenía escurrimiento de gasolina, se procedió a colocar bordos de contención a base de tierra a fin de evitar que la gasolina se dispersara e incrementará el área de riesgo.

Se hace la precisión que ninguno de los 2 tanques se fisuro, y que el derrame de gasolina se dio a través de la tapa de carga del tanque por donde se fugó el hidrocarburo, razón por la cual no se dio un derrame de mayores dimensiones.

Una vez controlada la situación de riesgo y con la participación de personal experimentado de la empresa, se llevó al sitio 2 autotanques de capacidad de 22,000 litros cada uno, para realizar el trasvase del combustible contenido en los tanques accidentados. El producto retirado fue dispuesto al destino al cual se dirigía el Autotanque accidentado.

Como parte de los trabajos de limpieza, se colocaron bordos de tierra para la contención de los escurrimientos del lavado de la carpeta asfáltica, para lo cual el propietario del autotanque accidentado llevo al sitio 2 pipas con agua ligera (solución de agua y AFFF al 30%). El remanente de dicho lavado y parte de la gasolina derramada, escurrió por aproximadamente 100 m de la cuneta de concreto para posteriormente desviarse hacia una planicie de un camino de terracería, que a causa de la pendiente, escurrió sobre una cuneta de tierra del camino a lo largo de 205 metros de longitud y de forma intermitente afectaba parte del camino.

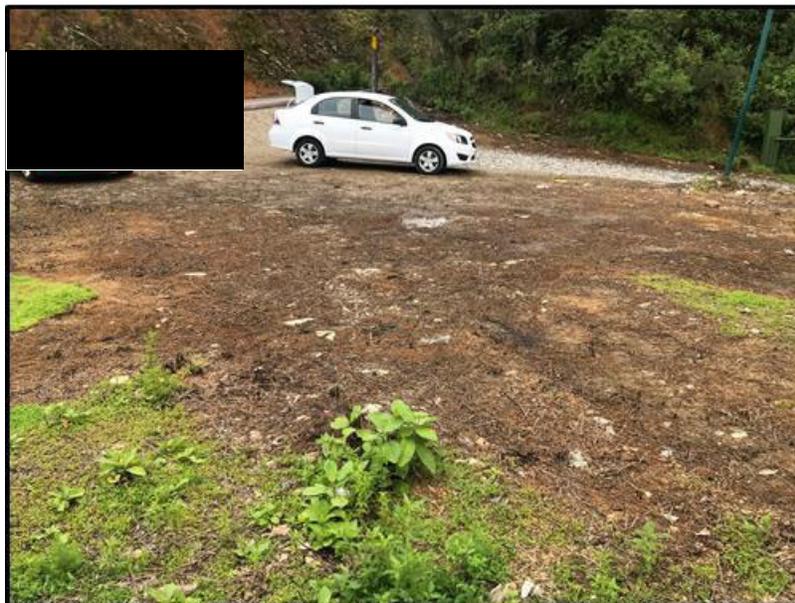


Figura 2. Punto del siniestro y ubicación del autotanque accidentado

Para evaluar los daños ambientales ocasionados por el derrame de Gasolina Magna en la zona se designó a la empresa Consultoría Ambiental Estudios y Proyectos S.A. de C.V., para realizar los trabajos de evaluación de los daños ambientales que se pudieron ocasionar, así como de todos aquellos trámites ambientales que se generen con la autoridad competente.

Las coordenadas geográficas de la zona del siniestro en el km 75+500 de la Carretera Federal Toluca-Altamirano, Poblado San Simón, Municipio de Temascaltepec, Estado de México son: Longitud 19°1'24" y Latitud 100°2'41", las cuales corresponden a una zona rural sin zonas habitaciones ni áreas de cultivo. Dicha zona corresponde a un uso de suelo forestal (*Figuras 3, 4 y 5*).



Figura 3. Ubicación Regional de la zona del Siniestro



Figura 4. Ubicación a Nivel Municipal del área afectada por el derrame de gasolina

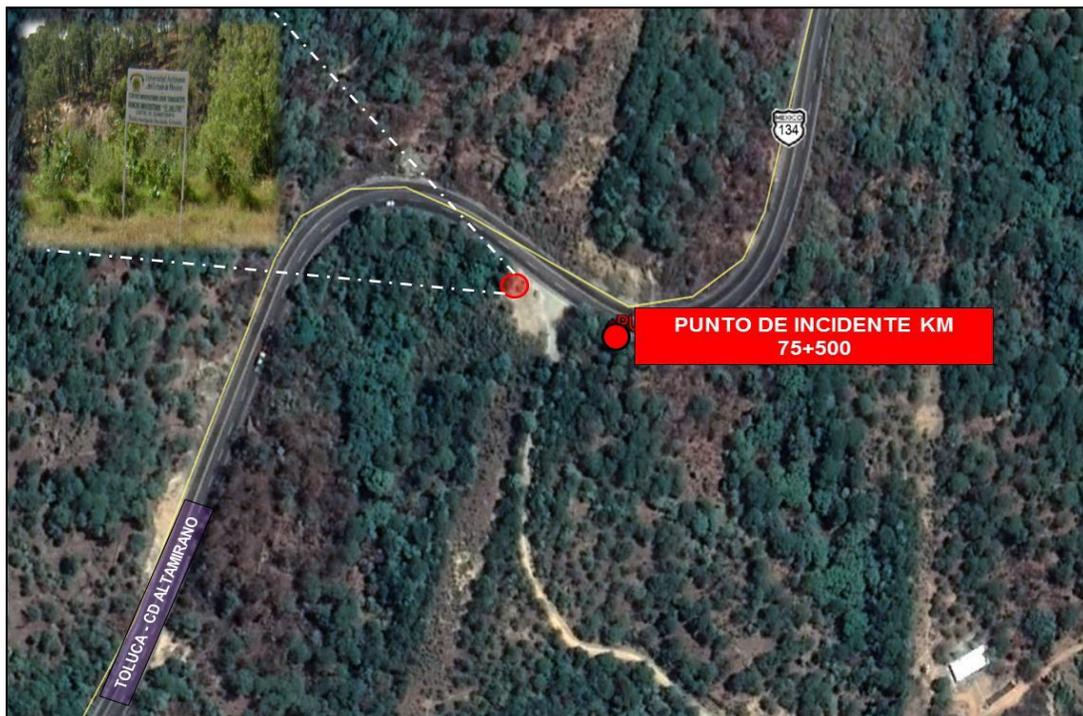


Figura 5. Ubicación a Nivel Local del área afectada por el derrame de gasolina

En la realización de un levantamiento inicial en el área afectada por el derrame de gasolina, se identificó que el remanente del agua ligera utilizada para el lavado de la carpeta asfáltica y parte de la gasolina derramada, escurrió por aproximadamente 100 m de la cuneta de concreto de la carretera, para desviarse hacia una planicie de un camino de terracería, que posteriormente a causa de la pendiente, corrió a lo largo de 205 metros de longitud sobre un cauce de escurrimiento pluvial (cuneta de terracería).

Con base en los sondeos realizados, y tomando en consideración la profundidad de penetración en el subsuelo de la gasolina, se delimitaron claramente 2 secciones (áreas afectadas) denominadas Zona "A" y Zona "B" de las cuales se tienen las siguientes características (*Tabla 1*) y que se representan en la *Figura 6*.

Tabla 1. Dimensiones de las Áreas Afectadas por el derrame de gasolina magna

Área Afectada	Dimensiones
<u>Zona A</u>	Longitud: 35.0 m
	Ancho: 20.0 m
	Superficie: 700 m ²
	Profundidad Detectada: 0.20 m
<u>Zona B</u>	Longitud: 185.0 m
	Ancho: 3.0 m
	Superficie: 555 m ²
	Profundidad Detectada: 0.20 m

Se estima que la superficie inicial total afectada por el derrame es de 1,255 m².

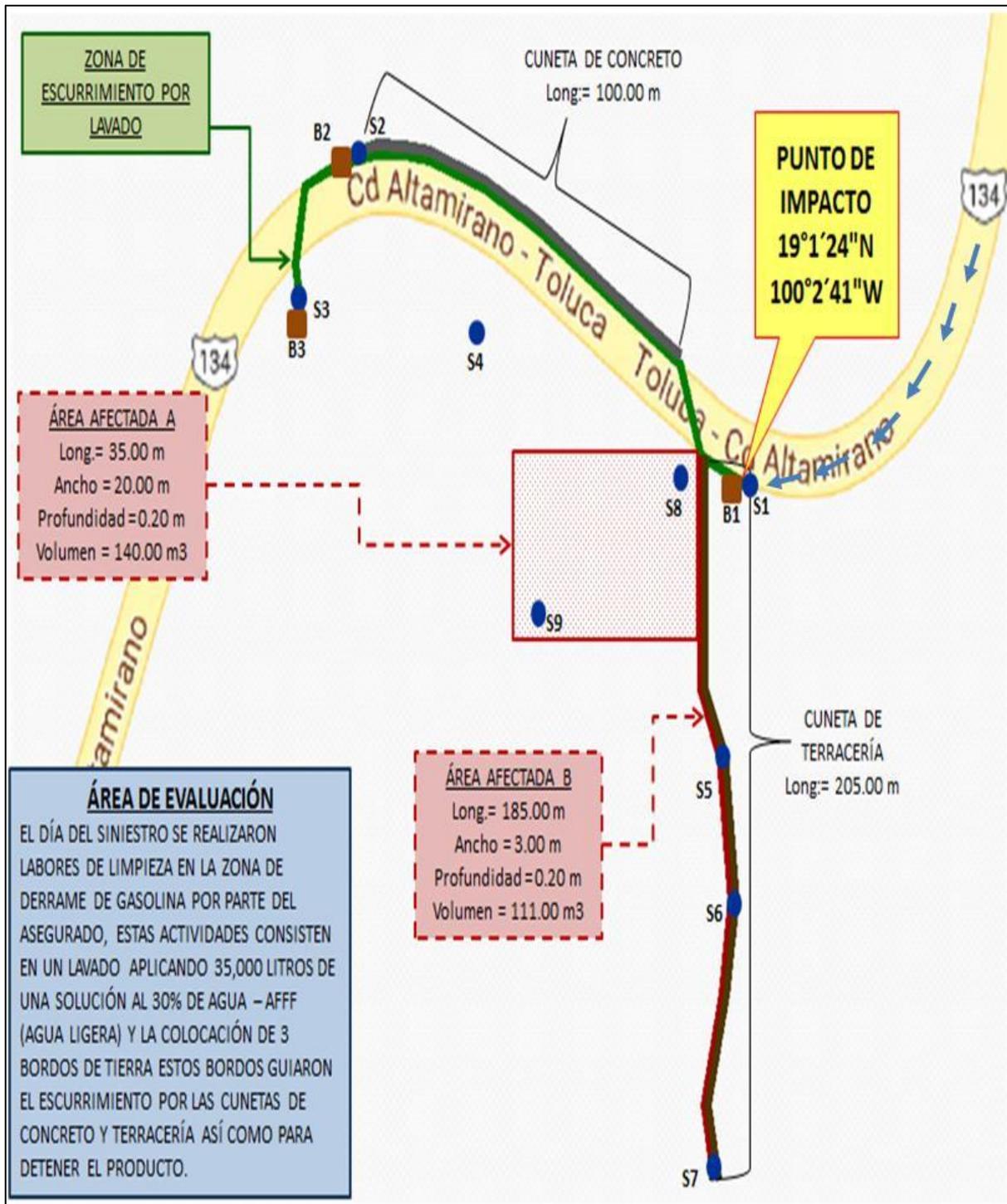


Figura 6. Zona afectada por el derrame de gasolina

1.2 Trabajos de Atención a la Emergencia

Debido a que la gasolina derramada constituía un riesgo potencial de incendio y/o explosión, se llevaron a cabo trabajos de Atención a la Emergencia, consistentes en la limpieza del área afectada de la carpeta asfáltica en el tramo donde ocurrió el accidente. Como parte de los trabajos de limpieza, se colocaron bordos de tierra para la contención de los escurrimientos del lavado de la carpeta asfáltica, para lo cual el propietario del autotank accidentado llevó al sitio 2 pipas con agua ligera (solución de agua y AFFF al 30%). El remanente de dicho lavado y parte de la gasolina derramada, escurrió por aproximadamente 100 m de la cuneta de concreto para posteriormente desviarse hacia un camino de terracería, que a causa de la pendiente, corrió a lo largo de 205 metros de longitud sobre un cauce de escurrimiento pluvial (cuneta de terracería).

Una vez controlada la situación de riesgo y con la participación de personal experimentado de la empresa, se llevó al sitio 2 autotankes de capacidad de 22,000 litros cada uno, para realizar el trasvase del combustible contenido en los tanques accidentados. El producto retirado fue dispuesto al destino al cual se dirigía el Autotank accidentado.

1.3 Características de la Gasolina

La gasolina es un compuesto que se usa como combustible en los motores de combustión interna que encienden con una chispa, ya sea convencional o por compresión. Es un hidrocarburo que deriva del petróleo y en algunos países se conoce con el nombre de nafta o bencina.

La gasolina se obtiene partiendo de la destilación directa y corresponde a la fracción más ligera en estado líquido del petróleo. También se puede obtener de fracciones pesadas en un proceso que se conoce como craqueo catalítico fluidizado (FCC) o hidro craqueo. Este compuesto es una mezcla de centenares de hidrocarburos individuales, desde butanos y butenos hasta cadenas más largas, como el metilnaftaleno.

La gasolina es una mezcla de hidrocarburos parafínicos de cadena recta y ramificada, olefinas, cicloparafinas y aromáticos, que se obtienen del petróleo. Se utiliza como combustible en motores de combustión interna y es obligatorio para la mayor parte de las ciudades de México se tenga un índice de octano igual a 87 y 500 ppm de

contenido máximo de azufre total. Esta sustancia no se descompone a temperatura ambiente ni tampoco presenta polimerización.

1.3.1 Efectos a la salud humana por exposición aguda

Los efectos a la salud humana por exposición aguda a la Gasolina considera lo siguiente:

- La exposición extrema a esta sustancia deprime el sistema nervioso central; los efectos pueden incluir somnolencia, anestesia, coma, paro respiratorio y arritmia cardiaca.
- La ingestión: produce inflamación y ardor, irritación de la mucosa de la garganta, esófago y estómago.
- En caso de presentarse vómito severo puede haber aspiración hacia los bronquios y pulmones, lo que puede causar inflamación y riesgo de infección.
- La Inhalación y/o exposición a concentraciones elevadas de vapores causan irritación a los ojos, nariz, garganta, bronquios y pulmones; puede causar dolor de cabeza y mareos; puede ser anestésico y puede causar otros efectos al sistema nervioso central.
- Causa sofocación (asfixiante) si se permite que se acumule a concentraciones que reduzcan la cantidad de Oxígeno por abajo de niveles de respiración seguros.
- En altas concentraciones, los componentes de la gasolina pueden causar desórdenes en el sistema nervioso central.
- Es asfixiante, la exposición a atmósferas con concentraciones excesivas de vapores de gasolina, puede causar un colapso repentino, coma y la muerte.
- El contacto de gasolina en la piel causa irritación y resequedad.
- El contacto de esta sustancia con los ojos causa irritación y/o quemadura de la córnea y/o conjuntiva, así como inflamación de los párpados.
- La gasolina causa sensación de quemadura severa, con irritación temporal e hinchazón de los párpados.

1.3.2 Efectos por exposición crónica

- La exposición repetida a la gasolina puede causar efectos en el sistema nerviosos central, como: fatiga, trastornos de la memoria, dificultad de concentración y para conciliar el sueño, cefalea y vértigo, entre otros.

- En la piel el contacto prolongado puede causar inflamación, resequedad, comezón, formación de grietas y riesgo de infección secundaria.

1.3.3 Otros riesgos o efectos a la salud

- La exposición prolongada a vapores de gasolina, puede producir signos y síntomas de intoxicación, como depresión del sistema nervioso central; sin embargo, estos síntomas pueden variar dependiendo del tiempo de exposición y de la concentración de vapores de gasolina.

1.4 Efectos al ambiente por derrame del hidrocarburo

El derrame de hidrocarburo también causa efectos en las propiedades físicas del **suelo**, sobre todo en su capacidad para retener agua y en sus mecanismos para absorber nutrientes

En cuanto a sus propiedades químicas, el derrame de gasolina afecta en buena medida el pH del **suelo**, dañando su conductividad eléctrica e incrementando los niveles de contaminantes que vienen en los hidrocarburos, como los compuestos aromáticos y los compuestos alifáticos de cadenas largas que el suelo tardará años en poderlos destruir. Asimismo, afecta las condiciones redox de los suelos, lo que impide que estos realicen numerosas reacciones biogeoquímicas que son importantes para el ecosistema.

En su actividad biológica, los hidrocarburos derramados matan la microbiota que existe en el suelo, afectando todas las actividades de síntesis y de reorganización de sustancias para producir nutrientes en las plantas, ya que se ven eliminados.

La **contaminación del agua** por hidrocarburos representa un riesgo para la salud humana y, desafortunadamente, esta contaminación no se detecta visualmente (el agua no tiene ningún color) porque hay algunos compuestos incoloros que son muy solubles en agua. Algunos de estos contaminantes sólo pueden ser detectados por el olor y sabor desagradable que le da al agua: el MTBE (*Metil-tert-butil éter*) es uno de ellos.

El MTBE, producto presente en la gasolina mexicana, es un aditivo que se utiliza para incrementar el octanaje y su uso surgió como una alternativa para eliminar el plomo. El gran problema con el MTBE, es que cuando hay un derrame es un compuesto que fácilmente contamina aguas subterráneas, ya que difícilmente se degrada por biodegradación natural, y viaja grandes distancias por lo que es posible encontrarlo lejos de la zona del derrame. Además, de acuerdo a un estudio publicado por la Agencia Californiana de Protección Ambiental, el MTBE es posiblemente un agente cancerígeno

1.5 Procedimiento, precauciones y métodos de mitigación en caso de fuga o derrame

El procedimiento que se debe llevar a cabo en caso de alguna fuga o derrame es:

1. Llamar primeramente al número telefónico de respuesta en caso de emergencia.
2. Eliminar todo tipo de fuentes de ignición cercana a la emergencia.
3. No tocar ni caminar sobre el producto derramado.
4. Detener la salida de producto (fuga) en caso de poder hacerlo sin riesgo.
5. De ser posible, los recipientes que lleguen a derramarse (fugar) deben ser trasladados a un área bien ventilada y alejada del resto de las instalaciones y de fuentes de ignición; el producto debe trasegarse a otros recipientes que se encuentren en buenas condiciones, observando los procedimientos establecidos para esta actividad.
6. Mantener alejado al personal que no participa directamente en las acciones de control; aislar el área de riesgo y prohibir el acceso al área de la emergencia.
7. Permanecer fuera de las zonas bajas donde pueda acumularse el producto y ubicarse en un sitio donde el viento sople a favor.
8. Debe evitarse la introducción de este producto a vías pluviales, alcantarillas, sótanos o espacios confinados, ya que por su volatilidad desprende vapores que forman mezclas explosivas o inflamables, capaces de recorrer grandes distancias hasta encontrar una fuente de ignición.
9. En caso de fugas o derrames pequeños, cubrir con arena u otro material absorbente especializado.
10. En caso de ocurrir una fuga o derrame, aislar inmediatamente un área de por lo menos 50 metros a la redonda.

11. Cuando se trate de un derrame mayor, tratar de confinarlo, recoger el producto para su disposición posterior. En caso de emplear equipos de bombeo para recuperar el producto derramado, deben ser a prueba de explosión.
12. Ventile los espacios cerrados antes de entrar.
13. El agua en forma de rocío puede reducir los vapores, pero no puede prevenir su ignición en espacios cerrados.
14. Utilizar cortina de agua para reducir los vapores o desviar la nube de vapor.
15. Todo el equipo que se use para el manejo del producto, debe estar conectado eléctricamente a tierra.

1.5.1 Recomendaciones para evacuación

Cuando se trate de un derrame grande, considere una evacuación inicial a favor del viento de por lo menos 300 metros.

En caso de que un tanque, carro tanque o auto tanque esté involucrado en un incendio, considere un aislamiento y evacuación inicial de 800 metros a la redonda.

2 MARCO LEGAL APLICABLE

En cumplimiento del Art. 130 fracción I del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y de los Art. 134, 136, 139, y 152 Bis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como de los Art. 68 y 69 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, los cuales entre otras cosas establecen que en los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer las condiciones de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista en el Programa de Desarrollo Urbano o de Ordenamiento Ecológico.

La legislación actualmente en México para la evaluación de la contaminación de los suelos por hidrocarburos es la "*Norma Oficial Mexicana NOM 138 SEMARNAT/SSA1-2012 que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación*".

En esta norma se establecen las concentraciones máximas de hidrocarburos y sus componentes principales que se deberán presentar en los suelos afectados, para que éstos se consideren contaminados. En la *Tabla 2*, se describen los parámetros a evaluar correspondientes al presente siniestro de derrame de Gasolina Magna, marcando la concentración máxima permisible (en mg/kg) de acuerdo al uso del suelo y el método analítico reconocido definidos en la *NOM 138 SEMARNAT/SSA1-2012*.

Tabla 2. Parámetros a analizar y Límites Máximos Permisibles establecidos en la NOM 138 SEMARNAT/SSA1-2012

Contaminante	Concentración Máxima Permitida (mg/kg)	Método Analítico
HFL	200	NMX-AA-105-SCFI-2008
Benceno	6	NMX-AA-141-SCFI-2007
Tolueno	40	NMX-AA-141-SCFI-2007
Etilbenceno	10	NMX-AA-141-SCFI-2007
Xilenos	40	NMX-AA-141-SCFI-2007

Los criterios consideran que no es factible de encontrar TPH's en forma natural por lo que es motivo a evaluar la sola presencia de ellos.

En México, el marco legal ambiental referente al manejo de la contaminación de los suelos que se tiene, además de la Norma Oficial Mexicana NOM 138 SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación, se cuenta con:

- La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente,
- La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
- El Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

3 ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN

Una vez que se han realizado los trabajos de identificación del área afectada, delimitando la superficie y la posible ruta por donde se desplazó el contaminante, se procedió a planear la realización del Estudio de Caracterización.

Derivado de que se presenta contaminación por Gasolina Magna y tratándose de la fracción ligera del hidrocarburo se considerará en el presente estudio la presencia de otros contaminantes como son: Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos (BTEX); y se tomó como referencia para su evaluación lo establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, "Límites Máximos Permisibles de Hidrocarburos en Suelo y Lineamientos para el Muestreo y Especificaciones para la Remediación", bajo el concepto de Uso de Suelo Agrícola, Forestal, Pecuario y de Conservación.

Tal como se establece en la *Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos* (LGPGIR) se define la caracterización de sitios contaminados como "la determinación cualitativa y cuantitativa de los contaminantes químicos o biológicos presentes, provenientes de materiales o residuos peligrosos, para estimar la magnitud y tipo de riesgos que conlleva dicha contaminación".

La realización del Estudio de Caracterización en el área afectada por contaminación de Gasolina y BTEX, permitirá identificar con certeza la existencia de los contaminantes y sus concentraciones a fin de poder determinar, si es el caso, si existen concentraciones que sobrepasen los Límites Máximos Permisibles establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, determinando superficies afectadas y profundidad de penetración, reportándose el volumen de suelo contaminado, expresado en metros cúbicos.

Para realizar el estudio de caracterización de sitio, se requiere trabajar en una "evaluación integral", la cual comprende de la recopilación de toda la información referente al sitio, tal como los antecedentes del accidente ocurrido, características del sitio y del entorno ecológico (su ubicación), actividad desarrollada en el lugar, sustancia derramada, posibles fuentes externas de contaminación, etc.

Una vez recopilada esta información se elabora un “plan de caracterización” donde se señalan las posibles áreas críticas y los métodos para determinar la distribución de lo(s) contaminante(s) en el sitio en cuestión. De lo anterior se obtiene una evaluación cuantitativa del grado de contaminación del sitio afectado, justificada mediante el análisis del contaminante por métodos y técnicas de instrumentación y control de laboratorios acreditados. La evaluación final se presenta con la obtención de una pluma contaminante, identificando su localización dentro del sitio contaminante.

Con todo lo anterior, se puede buscar la mejor alternativa para la remediación del sitio mediante técnicas probadas y admitidas por la autoridad ambiental. Esta actividad es el punto concluyente del proceso técnico que se sigue para rehabilitar un sitio, con lo que se pretende devolver al suelo (si es factible) su uso potencial de acuerdo a su vocación natural, así como su uso correspondiente de acuerdo a los planes y programas de ordenamiento territorial, estatal y municipal.

En México, la dependencia que se encarga de establecer las metodologías e instrumentos normativos que deben seguirse para realizar los trabajos de caracterización y remediación de sitios contaminados es la: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) por medio de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), así como de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

4 OBJETIVO

4.1 Objetivo General

Realizar el Estudio de Caracterización del sitio identificado como: "*Derrame de Gasolina Magna por siniestro de un autotank en carretera Toluca – Cd Altamirano km 75+500, localidad de San Simón Guerrero, Municipio de Temascaltepec de González, Estado de México*", para determinar el nivel de contaminación por Gasolina Magna (Hidrocarburos Fracción Ligera) y/o BTEX, así como el volumen de suelo afectado, dimensionando la superficie y el volumen.

El estudio se realizó con base en la actual Normatividad Mexicana bajo los criterios de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 la cual indica los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación mostrados en la *Tabla 3*.

Tabla 3. Límites máximos permisibles de Hidrocarburos Fracción Ligera y BTEX para Uso de Suelo Agrícola, Forestal, Pecuario y de Conservación (NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012)

PARAMETRO	Límite Máximo Permisible (mg/kg base seca)
Hidrocarburos Fracción Ligera	200
Benceno	6
Tolueno	40
Etilbenceno	10
Xilenos	40

4.2 Objetivos específicos

- Localizar el sitio de estudio mediante coordenadas geográficas, elaborando croquis y planos.
- Realizar la búsqueda documental para la caracterización del sitio.
- Realizar un levantamiento topográfico del sitio de estudio.

- Determinar el comportamiento del contaminante, así como de las características del área afectada y del área libre de hidrocarburo.
- Realizar la perforación vertical de pozos de muestreo manualmente, extrayendo núcleos inalterados de suelo en la zona contaminada.
- Tomar muestras de suelo contaminado para su análisis en laboratorio, de acuerdo a los lineamientos establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, a fin de determinar la presencia de contaminación por HFL y/o BTEX.
- Determinar de las características específicas del área contaminada mediante una simulación de la migración del contaminante en el suelo, a través de la cual se determine el tamaño de la Pluma Contaminante y el Volumen de Suelo Contaminado.
- Realizar el informe final del estudio de caracterización y la propuesta de remediación de acuerdo a los resultados obtenidos.

5 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SITIO CONTAMINADO

Como elemento importante del Estudio de Caracterización es necesario saber las características ambientales y sociales del área donde se dio el siniestro a fin de proyectar los alcances de la afectación por la contaminación. A continuación se presenta una descripción de las características de la zona de estudio.

5.1 Localización del sitio

El sitio está ubicado en la zona sur de la sección occidental de la entidad, ligeramente al suroeste de la ciudad de Toluca y pertenece a la región IV Tejupilco. Está ubicado a los 19°01'21" de longitud norte y a los 100°00'24" de longitud oeste del meridiano de Greenwich y Coordenadas UTM 390084.59 mE – 2103753.58 mN (*Figuras, 7, 8 y 9*).

El municipio está integrado por la cabecera municipal, nueve delegaciones y doce rancherías. Cuenta con una extensión territorial de 129.23 kilómetros cuadrados y una altura media de 2,552 msnm (metros sobre el nivel del mar). Sus colindancias son: al norte con el municipio de Temascaltepec, al sur con Tejupilco; al este con Texcaltitlán y al oeste con Tejupilco.



Figura 7. Ubicación regional del sitio afectado por el derrame de Gasolina



Figura 8. Ubicación local del sitio afectado por el derrame de Gasolina



Figura 9. Ubicación del sitio afectado por el derrame de Gasolina

5.2 Características ambientales de la zona

5.2.1 Orografía

Los terrenos pertenecientes a San Simón de Guerrero tienen en su mayoría la forma de un plano inclinado y presentan diversas alturas que van desde los 2,800 msnm hacia la parte oriental y hasta los 1,600 msnm hacia la parte occidental. En la localidad las elevaciones orográficas más importantes que se encuentran son: Los Toros, Tejocotes, Los Comoentos, La Avanzada, Cerro Alto o también conocido como El Calvario; el cerro de La Cumbre y el cerro Colorado.

El relieve en San Simón de Guerrero presenta tres formas características: las zonas accidentadas (78%) se localizan en la parte noroeste, sur y suroeste; las zonas semiplanas (20%) que se localizan en el área oeste de la localidad y por último las zonas planas (2%) que se ubican en la parte norte y noroeste.

5.2.2 Hidrografía

La localidad de San Simón de Guerrero pertenece a la región hidrológica de del río Balsas, en la subcuenca del río Temascaltepec y el río Ixtapan con corrientes de agua perenes como son: Aquagua y Temascaltepec.

5.2.3 Clima

De acuerdo a lo reportado en el prontuario de información geográfica municipal con clave geoestadística 15077; el clima en San Simón de Guerrero es principalmente semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (55.11%) y templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (44.89%). Con un rango de temperaturas de 12 a 22°C; siendo la temperatura media anual de 17°C con máximas de hasta 36°C y mínimas de 1°C; y una precipitación que va de los 1300 a los 2000 mm.

5.2.4 Flora

En la zona destacan los bosques pléticos de blondas coníferas, entre la flora del lugar destaca el ciruelo silvestre, el cual se puede encontrar en los montes de municipalidad; el cedro rojo y blanco, así como también el cocote, fresno, eucalipto, encino, colorín, guaje,

ciruelo, plátano de hueso, limón, lima, naranja, toronja, café durazno, granada, manzana, aguacate y maguey de pulque.

5.2.5 Fauna

Entre la fauna que habita en el municipio se encuentran los coyotes, venados, tigrillos, gato montés, zorros, armadillos, zorrillos y tlacuaches; así como también víboras mazacuatas y coralillos.

5.2.6 Clasificación y Uso del Suelo

En San Simón de Guerrero predomina el uso de suelo de tipo forestal entre los cuales se incluyen diferentes tipos de vegetación: bosque (68.14%), pastizal (14.69%) y selva (0.74%); sin embargo también se tienen otros tipos de usos de suelo como son: agricultura (15.57%) y zona urbana (0.86%).

El tipo de suelo predominante en la localidad es Cambisol (49.68%) el cual es un tipo de suelo que se desarrolla sobre sustratos muy variables y presenta horizontes diferenciados y tiene numerosos usos agrarios, seguido de Luvisol (28.37%) este tipo de suelo se desarrolla en zonas llanas o con suave pendiente el cual se produce de una acumulación de arcillas y óxidos de hierro que se favorece por la sequía estival; otro tipo de suelo que se puede encontrar en este municipio es el Regosol (14.99%) este se considera un suelo joven y es resultado del depósito reciente de roca y arena acarreadas por el agua, este tipo de suelo se caracteriza por estar recubiertos por una capa "ócrica" la cual se vuelve dura y costrosa lo que impide la penetración del agua hacia el subsuelo; en menor porcentaje se encuentra el Andosol (5.47%) y el Leptosol (0.63%) este último es un suelo con poco espesor que se forma sobre roca dura o en áreas muy pedregosas y laderas con fuerte pendiente, este es poco apto para la agricultura.

En la zona en la cual ocurrió el siniestro la textura del suelo es arcillosa.

5.3 Población e Infraestructura

La localidad de San Simón de Guerrero tiene una población total de 6,272 habitantes de los cuales el 48.3% (3,026 habitantes) son hombres y el 51.8% restante (3,246

habitantes) son mujeres. La densidad de población del municipio es de 46 habitantes/km². El 89.8% de la población mayor a 15 años es analfabeta; y el grado de escolaridad promedio es de 7.8.

5.3.1 Cultura indígena en San Simón de Guerrero

En la localidad de San Simón de Guerrero no existen poblaciones indígenas que hablen algún dialecto en específico.

5.3.2 Empleo y economía en San Simón de Guerrero

El 35.6% de la población mayor de 12 años del municipio se encuentra económicamente activa (28.5% de la población femenina y 71.5% de la población masculina).

5.3.3 Viviendas e infraestructuras en San Simón de Guerrero

En el municipio existen un total de 1,430 viviendas de las cuales el 97.5% cuentan con electricidad, el 98.6% tienen agua entubada, el 83.8% cuentan con sanitario, el 35.6% tienen servicio de televisión de paga, el 11.9% cuenta con computadora personal, el 5.6% tiene teléfono fijo y el 69.3% cuenta con teléfono celular, únicamente el 5.0% cuentan con internet.

5.3.4 Escolaridad en San Simón de Guerrero

De acuerdo con los registros censales del 2010, el nivel de escolaridad en el municipio en comparación con el Estado reporta los siguientes porcentajes: Primaria, 39.81% y 60.81%; Secundaria 14.54% y 33.20%; Superior 6.49% y 13.89%; Posgrado 0.67% y 0.73%, respectivamente.

5.3.5 Vías de Comunicación

La principal vía de comunicación para llegar a la localidad de San Simón de Guerrero es a través de la carretera Toluca-Cd. Altamirano.

5.3.6 Vía de acceso al sitio de estudio

Para llegar al sitio de estudio se puede acceder a través de la carretera Toluca-Cd. Altamirano.

6 METODOLOGÍA Y TRABAJOS DE CAMPO

Para los trabajos de Caracterización de Sitios Contaminados con Hidrocarburos, se consideró como primera instancia el aviso a la autoridad ambiental ASEA, seguido de una etapa de planeación, una de trabajos de campo y finalmente una de trabajos en gabinete.

6.1 Aviso a la ASEA

Se dió la notificación del siniestro a la ASEA (Agencia de Seguridad Energía y Ambiente) vía Correo Electrónico el 8 de septiembre del 2019 y vía Oficialía de Partes el 9 de septiembre del 2019 mediante los Formatos P-ASEA-USIVI-004 de Aviso Inmediato y P-ASEA-USIVI-005 Formalización de Aviso (Anexo B).

6.2 Etapa de Planeación

En esta etapa, se recabó la información y datos acerca del siniestro, producto y volumen derramado, área de afectación y también se visita el sitio recabando información importante tal como el uso del suelo, superficie afectada, topografía, etc.

Con esta información se tiene los elementos para considerar el tipo de trabajo a realizar, se estima el volumen de obra y la forma de realizar los trabajos.

6.3 Etapa de Trabajos de Campo

En esta etapa, se realizó en campo los diversos trabajos necesarios para hacer un reconocimiento detallado, para determinar si existe presencia de contaminante en el suelo y subsuelo, se pudo identificar el área afectada y de forma indirecta y directa a través de las perforaciones, así como realizar la toma de muestras de suelo e identificar la presencia o ausencia de contaminante.

La realización de los trabajos de campo, consideró las actividades de delimitación del área de estudio, levantamiento topográfico, realización de trabajos de evaluación, perforación de pozos y toma de muestras de suelo las cuales se remitieron al laboratorio acreditado para su análisis.

6.4 Etapa de Gabinete

En esta etapa, se realizaron los trabajos para la elaboración del informe, y en ella se integró toda la información recabada, la descripción de los trabajos realizados y el análisis de resultados de los estudios de gasometrías, geofísica y análisis de laboratorio. Se realizó una modelación con un software de simulación que permitió dimensionar y cuantificar el área que se encuentra contaminada.

Con las conclusiones generadas de los resultados obtenidos, se realizó la propuesta de la técnica autorizada por las autoridades ambientales para llevar a cabo el saneamiento del suelo contaminado.

6.5 Recopilación de información

Con la finalidad de conocer un panorama sobre el marco físico, biológico y socioeconómico del sitio y previo a los trabajos de campo, se realizó el acopio de información del medio físico, tal como hidrología, climatología, etc. del área de estudio y de su entorno; en dependencias gubernamentales tales como Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Comisión Nacional del Agua (CNA), Municipio Santa María Ecatepec, Sistema Meteorológico Nacional (SMN); así como de educación superior en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Instituto Politécnico Nacional (IPN), Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), entre otras.

6.6 Localización del sitio

Durante el desarrollo de los trabajos en campo, como primera actividad se realizó la ubicación del sitio, utilizando un posicionador geográfico Garmin e Trex Summit, para obtener una referencia satelital en los límites del área de estudio. Las coordenadas del punto del siniestro son: Latitud 19°1´24"N y Longitud 100°2´41" W y Coordenadas UTM 390084.59 mE – 2103753.58 mN.

La zona del siniestro corresponde a una zona rural, donde no se encuentran zonas habitacionales, ni áreas de cultivo. El uso del suelo es totalmente forestal.

Se determinó el área afectada, con base a la topografía del terreno, la distribución del escurrimiento de la Gasolina y se consideraron las observaciones de campo tales como

impregnación del hidrocarburo en el suelo, vegetación afectada, observaciones organolépticas, condiciones climáticas y barreras físicas. Obteniéndose como resultado un área preliminar a estudiar que corresponde al área delimitada por el levantamiento realizado.

6.7 Determinación del área afectada

De común acuerdo con la supervisión, se marcaron los límites que se consideran para el área de estudio, para lo cual se usarán estacas y se marcarán las líneas de la poligonal determinada.

6.8 Levantamiento topográfico

Como parte de los trabajos del estudio de caracterización, se realizó un levantamiento topográfico, con lo cual se pudo determinar la pendiente del terreno y por lo tanto, tener en planta y a escala todas las características físicas del sitio, para poder determinar con mayor exactitud la pluma de contaminación.

La superficie del levantamiento topográfico fue de 3,685.29 m², estando dentro de su perímetro el área de estudio y las zonas circunvecinas que servirán como referencia para las siguientes etapas (Ver *Figura 10 y Plano T1 en Anexo E*). El equipo utilizado para el levantamiento topográfico fue el siguiente:

- Estación total FOCUS 8 SPECTRA PRECISION precisión ±1".
- Triple aluminio con plomada.
- Bastón con prisma de -0.30 OFFSET.
- GPS Garmin Precisión ±5".
- Brújula 1" Ø c/ OFFSET simple.

6.9 Planeación de la Toma de Muestras

Con la información de campo ya recabada se generó un Protocolo de Muestreo (Anexo C) donde se propuso la toma de muestras de suelo, considerando tanto la superficie afectada, como su área periférica inmediata.

6.9.1 Plan para la toma de Muestras

El Plan para la toma de Muestras consideró lo siguiente:

Al generarse el derrame del combustible sobre la carpeta asfáltica, como parte de los trabajos de limpieza, se colocaron bordos de tierra para la contención de los escurrimientos del lavado de la carpeta asfáltica, para lo cual el propietario del autotank accidentado llevó al sitio 2 pipas con agua ligera (solución de agua y AFFF al 30%). El remanente de dicho lavado y parte de la gasolina derramada, escurrió por aproximadamente 100 m de la cuneta de concreto para posteriormente desviarse hacia una planicie de un camino de terracería, que posteriormente a causa de la pendiente, corrió a lo largo de 205 metros de longitud sobre la cuneta de terracería de un camino de terracería.

En una evaluación inicial realizada para identificar y delimitar la superficie afectada del camino de terracería por el derrame de gasolina, se hicieron varios sondeos para detectar la profundidad de penetración y los límites de afectación, determinándose que el área afectada se divide en 2 zonas:

- Zona afectada A: corresponde a una pequeña planicie en la parte inicial del camino de terracería, donde el producto se extendió en una superficie de suelo que tiene 35.00 m de longitud X 20.00 m de ancho (los 20 m son parte de la cuneta de terracería) con un área de 700.00 m², con una profundidad de penetración del producto de 0.20 m.
- Zona afectada B: esta zona se afectó a causa del escurrimiento de gasolina por una cuneta de terracería paralela al camino de terracería de acceso al campus de la UAEM, la afectación consta de 185.00 m de longitud x 3.00 m de ancho con un área de 555.00 m² con una profundidad de penetración de 0.20 m.

El cálculo total estimado de superficie afectada es de 1,255.00 m² y la profundidad promedio de penetración de la gasolina en el suelo es de 0.20 m.

En el punto de impacto y área afectada, el Uso del Suelo es forestal.

Con base en los sondeos realizados, se determinó dividir el área afectada en 2 secciones (*Tabla 4 y Figura 11*), las cuales tienen las siguientes dimensiones y profundidad máxima de posible afectación:

Tabla 4. Características de las secciones identificadas en el área afectada para la toma de muestras

Sección	Longitud (m)	Ancho (m)	Superficie (m ²)	Profundidad promedio de Detección de HFL (m)	Profundidad donde no se Detecta HFL (m)
A	35.0	20.00	700.00	0.20	0.50
B	185.0	3.00	555.00	0.20	0.50

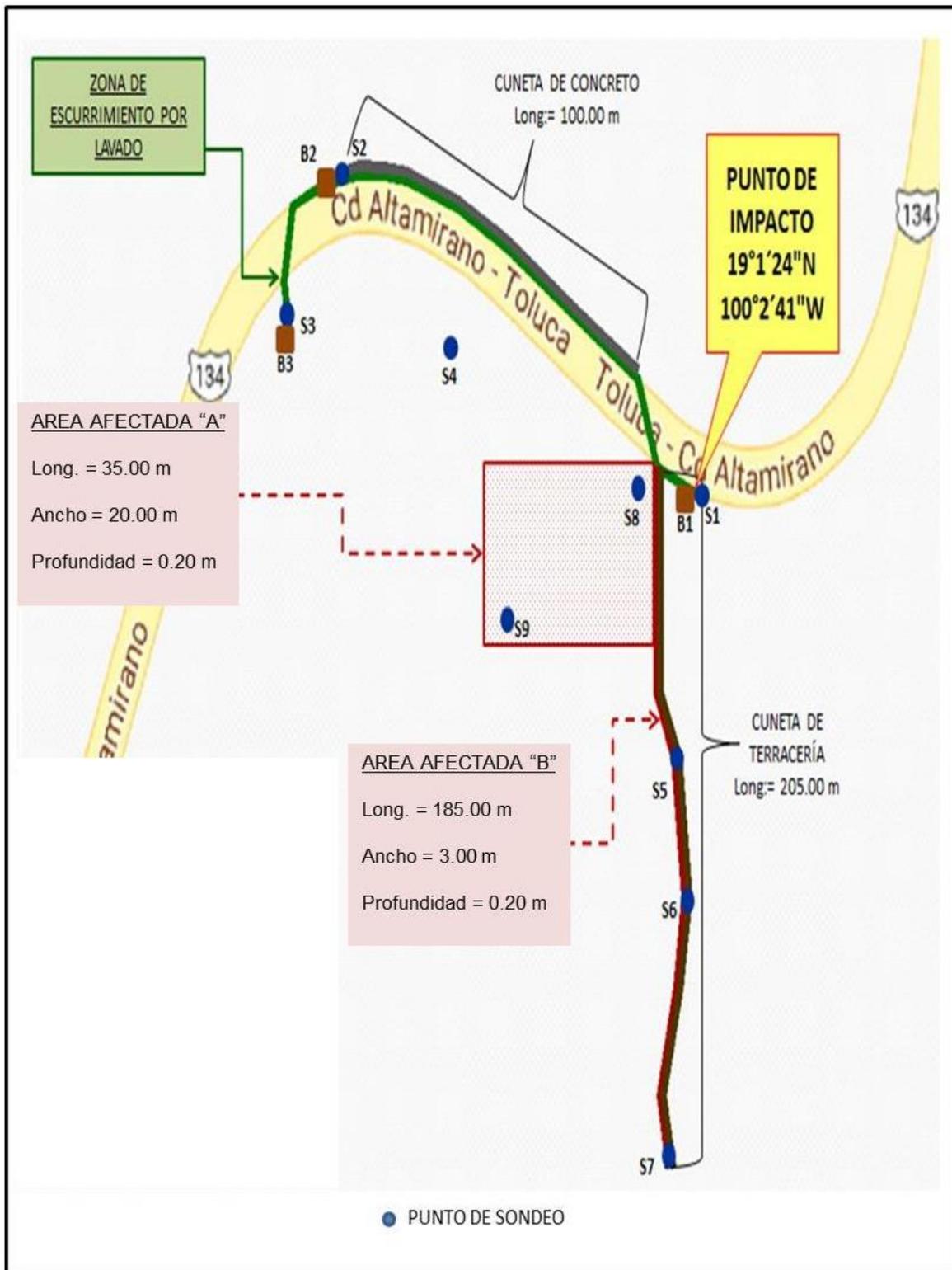


Figura 11. Ubicación de sondeos dentro de las áreas afectadas por el derrame de Gasolina

Con base en las dimensiones que tienen las áreas identificadas como afectadas, se propone ubicar los Puntos de Muestreo de la siguiente manera (*Figura 12*):

- Zona Afectada "A": 12 Puntos de Muestreo dentro del área contaminada (PI) y 8 Puntos de Muestreo como delimitante fuera del área contaminada (PE).
- Zona Afectada "B": 9 Puntos de Muestreo dentro del área contaminada (PI) y 13 Puntos de Muestreo como delimitante fuera del área contaminada (PE).

La profundidad de la toma de muestras dentro del área contaminada (PI) es de 0.15 y 0.50 m, esto es 2 muestras en cada Punto de Muestreo Interior. Y para los Puntos de Muestreo Exterior (PE) se tomara solo 1 muestra en cada punto a 0.25 m.

El criterio para la ubicación de Puntos de Muestreo en la Zona Afectada B, la cual corresponde al cauce de escurrimiento de una cuneta de terracería de 3 m de ancho y una longitud de 185 m, fue colocar dentro de la Pluma Contaminante 1 Punto de Muestreo cada 20 m para un total de 9 Puntos de Muestreo. Y también, para delimitar la pluma contaminante en esta Zona Afectada B, se colocó por fuera de la Pluma, al lado izquierdo y lado derecho del cauce de escurrimiento, puntos de muestreo cada 28 m de distancia para un total de 6 puntos en cada lado más 1 en la punta de la pluma contaminante (en total 13 Puntos de Muestreo para Delimitación).

En total se propuso ubicar 42 puntos de muestreo para la toma de 63 muestras de suelo para analizar en el laboratorio. Adicionalmente se tomarán 6 muestras duplicadas.

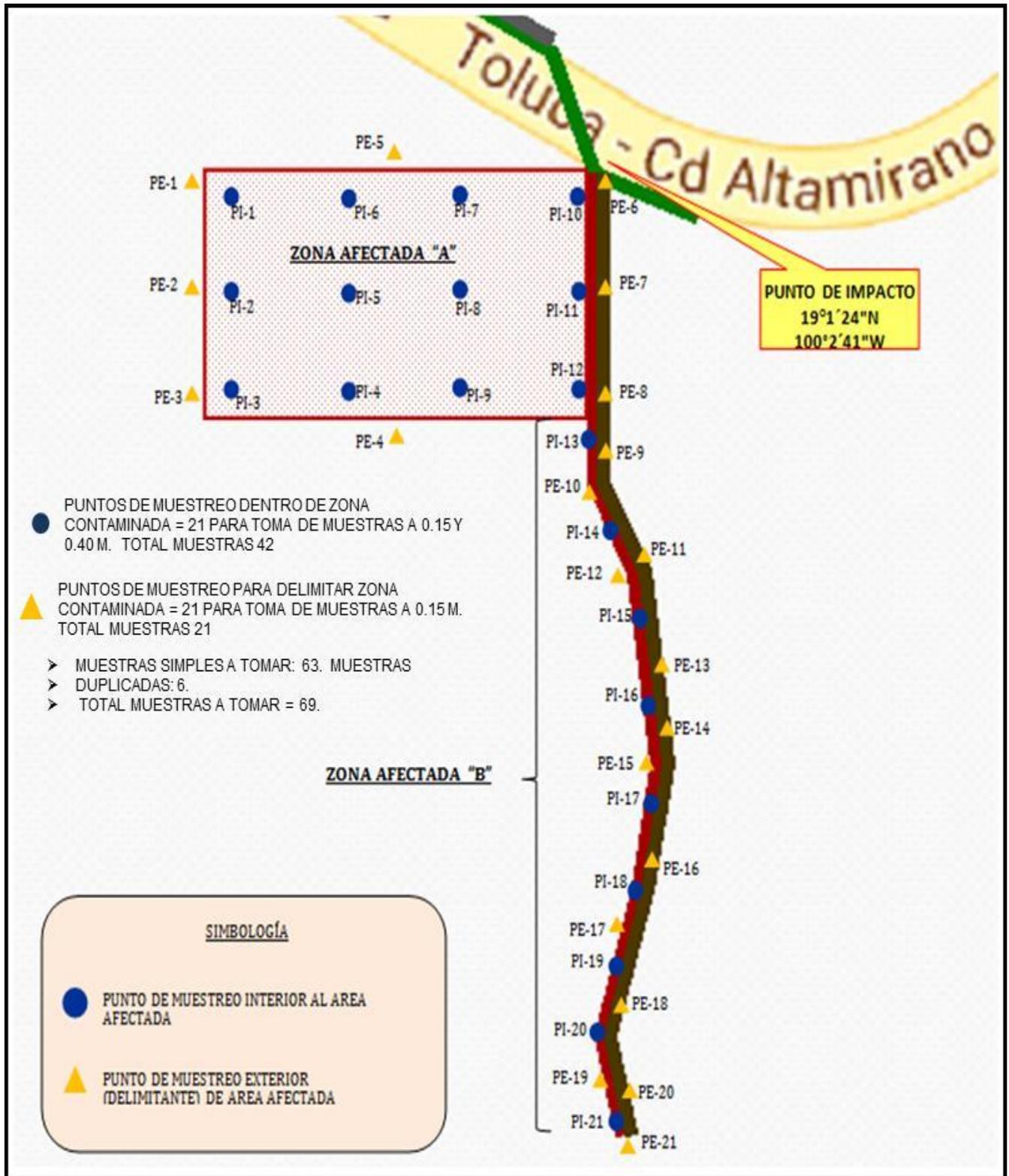


Figura 12. Ubicación de los Puntos de Muestreo dentro y fuera del área afectada

6.9.2 Parámetros a Analizar

Los parámetros a analizar considerando que el contaminante es Gasolina, y de acuerdo a lo establecido en la Norma NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, serán Hidrocarburos Totales del Petróleo Fracción Ligera y BTEX.

En la *Tabla 5*, se resume la cantidad de pozos a perforar, profundidad del pozo, las muestras a tomar, las profundidades para toma de muestras y los parámetros a analizar, de acuerdo a lo marcado en la NOM 138 SEMARNAT/SSA1-2012.

Tabla 5. Puntos de muestreo, profundidad de las muestras y parámetros a analizar

No.	AREA AFECTADA	MUESTRAS	COORDENADAS UTM		PROFUND. (m)	HTP FRACC. LIGERA	BTEX
			X	Y			
PI-1	A	2	389969.27	2103785.83	0.15-0.50	√	√
PI-2	A	2	389965.36	2103781.96	0.15-0.50	√	√
PI-3	A	2	389960.08	2103779.30	0.15-0.50	√	√
PI-4	A	2	389966.56	2103772.41	0.15-0.50	√	√
PI-5	A	2	389970.49	2103778.22	0.15-0.50	√	√
PI-6	A	2	389973.64	2103782.81	0.15-0.50	√	√
PI-7	A	2	389979.78	2103778.56	0.15-0.50	√	√
PI-8	A	2	389976.96	2103770.90	0.15-0.50	√	√
PI-9	A	2	389970.75	2103767.56	0.15-0.50	√	√
PI-10	A	2	389987.45	2103773.45	0.15-0.50	√	√
PI-11	A	2	389982.45	2103761.64	0.15-0.50	√	√
PI-12	A	2	389984.55	2103753.58	0.15-0.50	√	√
PI-13	B	2	389984.55	2103746.20	0.15-0.50	√	√
PI-14	B	2	389978.71	2103733.31	0.15-0.50	√	√
PI-15	B	2	389973.58	2103718.87	0.15-0.50	√	√
PI-16	B	2	389970.05	2103707.22	0.15-0.50	√	√
PI-17	B	2	389970.46	2103697.62	0.15-0.50	√	√
PI-18	B	2	389968.97	2103689.64	0.15-0.50	√	√
PI-19	B	2	389967.15	2103681.67	0.15-0.50	√	√
PI-20	B	2	389966.27	2103673.15	0.15-0.50	√	√

No.	AREA AFECTADA	MUESTRAS	COORDENADAS UTM		PROFUND. (m)	HTP FRACC. LIGERA	BTEX
			X	Y			
PI-21	B	2	389969.71	2103666.94	0.15-0.50	✓	✓
PE-1	A	1	389964.79	2103792.19	0.25	✓	✓
PE-2	A	1	389962.51	2103785.60	0.25	✓	✓
PE-3	A	1	389961.39	2103773.63	0.25	✓	✓
PE-4	A	1	389970.26	2103762.26	0.25	✓	✓
PE-5	A	1	389981.71	2103783.87	0.25	✓	✓
PE-6	A	1	389995.61	2103772.49	0.25	✓	✓
PE-7	A	1	389988.33	2103767.60	0.25	✓	✓
PE-8	A	1	389988.86	2103751.62	0.25	✓	✓
PE-9	B	1	389987.27	2103744.32	0.25	✓	✓
PE-10	B	1	389977.86	2103741.07	0.25	✓	✓
PE-11	B	1	389979.07	2103729.62	0.25	✓	✓
PE-12	B	1	389974.49	2103729.69	0.25	✓	✓
PE-13	B	1	389968.12	2103713.36	0.25	✓	✓
PE-14	B	1	389973.48	2103712.59	0.25	✓	✓
PE-15	B	1	389974.63	2103704.53	0.25	✓	✓
PE-16	B	1	389967.08	2103697.74	0.25	✓	✓
PE-17	B	1	389973.16	2103691.38	0.25	✓	✓
PE-18	B	1	389971.15	2103682.22	0.25	✓	✓
PE-19	B	1	389963.46	2103675.93	0.25	✓	✓
PE-20	B	1	389972.31	2103672.36	0.25	✓	✓
PE-21	B	1	389968.64	2103662.22	0.25	✓	✓
	TOTAL	63					
	MUESTRAS DUPLICADAS	6				✓	✓
	TOTAL	69					

*Adicionalmente se tomaron 6 muestra duplicada por cada 10 muestras simples (en total 6 muestras adicionales)

El total de muestras a analizar será de 63 muestras simples más 6 muestras duplicadas, a las cuales también se les analizarán los parámetros de Hidrocarburos Totales del Petróleo Fracción Ligera y BTEX.

6.10 Laboratorio para toma de Muestras y Análisis

El laboratorio acreditado ante la EMA y la PROFEPA que realizó la toma de muestras de suelo y los análisis es: Laboratorios y Suministros Ambientales e Industriales S.A. de C.V., del cual se anexa copia de sus acreditaciones (Anexo I)

6.11 Toma de Muestras

La toma de muestras se realizó el día 18 de Octubre del 2019, iniciando a las 10:30 am, terminando actividades a las 13:30 hrs.

El muestreo se realizó con la presencia del siguiente personal:

Por Caepsa:

Nombres de Personas Físicas, Art.
113 fracción I de la LFTAIP y 116
primer párrafo de la LGTAIP

3 Peones como personal de apoyo

Por parte del Laboratorio:

Nombres de Personas Físicas, Art.
113 fracción I de la LFTAIP y 116
primer párrafo de la LGTAIP

La toma de muestras se realizó con la herramienta manual denominada "Hand Auger". Los procedimientos para la toma de muestras, su conservación, etiquetado y análisis están apegados a lo establecido por la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, donde también se menciona que por cada 10 muestras tomadas se deberá coleccionar una muestra duplicada. De igual forma los materiales y equipos a utilizar se apegaron a lo establecido en dicha norma.

En la siguiente tabla se presenta la ubicación en coordenadas UTM de los puntos de muestreo.

Tabla 6. Ubicación en coordenadas "UTM" de los puntos de muestreo

No.	COORDENADAS UTM		PROFUND. (m)
	X	Y	
PI-1	389969.27	2103785.83	0.15-0.50
PI-2	389965.36	2103781.96	0.15-0.50
PI-3	389960.08	2103779.30	0.15-0.50
PI-4	389966.56	2103772.41	0.15-0.50
PI-5	389970.49	2103778.22	0.15-0.50
PI-6	389973.64	2103782.81	0.15-0.50
PI-7	389979.78	2103778.56	0.15-0.50
PI-8	389976.96	2103770.90	0.15-0.50
PI-9	389970.75	2103767.56	0.15-0.50
PI-10	389987.45	2103773.45	0.15-0.50
PI-11	389982.45	2103761.64	0.15-0.50
PI-12	389984.55	2103753.58	0.15-0.50
PI-13	389984.55	2103746.20	0.15-0.50
PI-14	389978.71	2103733.31	0.15-0.50
PI-15	389973.58	2103718.87	0.15-0.50
PI-16	389970.05	2103707.22	0.15-0.50
PI-17	389970.46	2103697.62	0.15-0.50
PI-18	389968.97	2103689.64	0.15-0.50
PI-19	389967.15	2103681.67	0.15-0.50
PI-20	389966.27	2103673.15	0.15-0.50
PI-21	389969.71	2103666.94	0.15-0.50
PE-1	389964.79	2103792.19	0.25
PE-2	389962.51	2103785.60	0.25
PE-3	389961.39	2103773.63	0.25
PE-4	389970.26	2103762.26	0.25
PE-5	389981.71	2103783.87	0.25
PE-6	389995.61	2103772.49	0.25
PE-7	389988.33	2103767.60	0.25
PE-8	389988.86	2103751.62	0.25
PE-9	389987.27	2103744.32	0.25

No.	COORDENADAS UTM		PROFUND. (m)
	X	Y	
PE-10	389977.86	2103741.07	0.25
PE-11	389979.07	2103729.62	0.25
PE-12	389974.49	2103729.69	0.25
PE-13	389968.12	2103713.36	0.25
PE-14	389973.48	2103712.59	0.25
PE-15	389974.63	2103704.53	0.25
PE-16	389967.08	2103697.74	0.25
PE-17	389973.16	2103691.38	0.25
PE-18	389971.15	2103682.22	0.25
PE-19	389963.46	2103675.93	0.25
PE-20	389972.31	2103672.36	0.25
PE-21	389968.64	2103662.22	0.25

Para asegurar la calidad de las muestras tomadas y evitar el cruzamiento de información, toda herramienta utilizada para la toma y preparación de una muestra fue lavada, siguiendo los siguientes pasos:

- Enjuague con agua y cepillo para eliminar los residuos mayores.
- Lavado con detergente sin fosfatos y cepillo.
- Enjuague con agua corriente.
- Enjuague final con agua destilada.

Las muestras enviadas al laboratorio fueron conservadas a una temperatura inferior a los 4° C, para la determinación de Hidrocarburos Totales del Petróleo Fracción Ligera y BTEX utilizando las técnicas analíticas establecidas en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

6.12 Aspectos Técnicos

Durante los trabajos de la toma de muestras, se realiza un levantamiento en detalle de las características organolépticas a fin de tener información a detalle que podrá ser de importancia, ya que una vez que se tengan los resultados de los análisis de laboratorio y con los datos de levantamiento de campo se generarán representaciones gráficas con el

Software denominado Surface Mapping System (SURFER), versión 12.0, de Golden Software Inc.

Este paquete facilita la realización de diagramas de isoconcentraciones, que se generan, a partir de información analítica de muestras de suelo. Los datos de todas las muestras, que incluyen las coordenadas de los puntos de evaluación y la profundidad de cada una, conforman una base de datos que alimentará a los diferentes métodos geoestadísticos de interpolación del SURFER, los cuales pueden presentar diferentes interpretaciones dependiendo del método utilizado.

La importancia del levantamiento de la información de campo, es que nos permitira identificar y en un momento dado delimitar la extensión de la pluma contaminante obtenida del modelo de simulación, a fin de que sea representativa del nivel de afectación del sitio.

7 RESULTADOS

7.1 Trabajos de campo realizados y análisis de resultados

Los trabajos de campo realizados fueron:

1. Ubicación de los puntos de muestreo
2. Perforación en los pozos de muestreo con extracción de núcleos para determinar perfil estratigráfico.
3. La toma de muestras de suelo para la Sección A se realizó a las profundidades de 0.15 m y 0.50 m dentro del área identificada como afectada y a 0.25 m por fuera del área identificada como afectada ; para la Sección B también se tomó muestras a las profundidades de 0.15 m y 0.50 m dentro del área identificada como afectada y a 0.25 m por fuera del área identificada como afectada.

7.2 Ubicación de los puntos de muestreo

La ubicación de los puntos de muestreo correspondió a zonas representativas y bien definidas como afectadas por el derrame del Diesel. Se ubicaron en total 42 Puntos de muestreo, de los cuales en la Zona Afectada "A" 12 se ubicaron dentro del área afectada y 8 en el área perimetral, y en la Zona Afectada "B" 9 se ubicaron dentro del área afectada y 13 en el área perimetral a fin de tener elementos que permitan delimitar la presencia de la posible pluma de contaminación. Se anexa plano de ubicación de los puntos (Anexo F).

7.3 Perforación de pozos de muestreo con extracción de núcleos para determinar perfil estratigráfico

Una vez ubicados los puntos de muestreo, se procede a la perforación de los pozos utilizando herramienta manual (Hand Auger) para la extracción de núcleos inalterados de suelo, obteniéndose muestras cada 0.15 m de profundidad en cada pozo, a fin de determinar sus características y estratigrafía.

Al momento de realizar la perforación de cada uno de los pozos, se observó el tipo de suelo que presentaba cada uno de ellos, teniendo un perfil estratigráfico homogéneo en la mayoría. La estratigrafía identificada en la zona es:

- 0.00 m a 0.50 Arcilloso con boleo

En la siguiente figura se muestra la estratigrafía general de la zona.

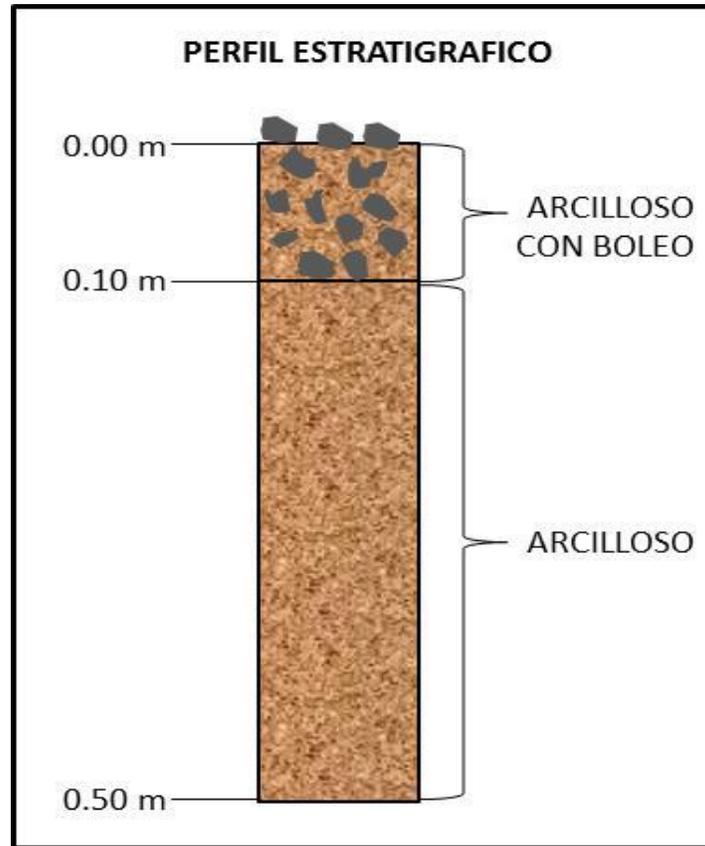


Figura 13. Perfil estratigráfico general de la zona, observada en la perforación de los puntos de muestreo

Como se puede observar, el perfil estratigráfico de la zona que se identifica en todos los pozos, en un primer estrato de 0.0 a 10 cm de espesor se tiene una capa de suelo arcilloso con presencia de boleó y posteriormente se tiene un estrato de 10 a 50 cm de suelo Arcilloso muy compacto, de permeabilidad baja.

7.4 Toma de muestras de suelo y resultados de análisis de laboratorio para determinar HFL y HAP's

Se realizó la toma de 69 muestras (63 simples y 6 duplicadas) y se les realizó los análisis de laboratorio para determinar Hidrocarburos de Fracción Ligera y BTEX por los métodos NMX-AA-105-SCFI-2008, NMX-AA-141-SCFI-2007 y respectivamente. (Anexo H)

De acuerdo al Plan de Muestreo, se ubicarán 42 puntos de muestreo para la toma de 21 muestras simples a 0.15 m de profundidad, 21 muestras a 0.50 m de profundidad y 21 muestras a 0.25 m de profundidad. Adicionalmente se tomaron 6 muestras duplicadas (3 a 0.50 m y 3 a 0.25 m).

La ubicación de los puntos de muestreo correspondió a zonas representativas y bien definidas como afectadas por el derrame de gasolina. Se ubicaron en total 42 Puntos de muestreo, de los cuales en la Zona Afectada "A" 12 se ubicaron dentro del área afectada y 8 en el área perimetral, y en la Zona Afectada "B" 9 se ubicaron dentro del área afectada y 13 en el área perimetral a fin de tener elementos que permitan delimitar la presencia de la posible pluma de contaminación.

En la siguiente tabla se presentan los resultados de los análisis de laboratorio para la determinación cualitativa y cuantitativa de Hidrocarburos Fracción Ligera, Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos.

Tabla 7. Resultados de análisis de laboratorio para determinar HFL y BTEX

No.	Profundidad (m)	HFL (mg/kg)	Benceno (mg/kg)	Tolueno (mg/kg)	Etilbenceno (mg/kg)	Xilenos (mg/kg)
		L.M.P. 200	L.M.P. 6.0	L.M.P. 40.0	L.M.P. 10.0	L.M.P. 40.0
PI-1	0.15	1,002.45	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
	0.50	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PI-2	0.15	1,151.50	< L.C.	< L.C.	< L.C.	23.54
	0.50	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PI-3	0.15	985.60	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
	0.50	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PI-4	0.15	1,059.70	< L.C.	< L.C.	< L.C.	23.54
	0.50	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PI-5	0.15	990.64	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
	0.50	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
	0.50 Dup	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PI-6	0.15	1,125.24	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
	0.50	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PI-7	0.15	972.84	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.

No.	Profundidad (m)	HFL (mg/kg)	Benceno (mg/kg)	Tolueno (mg/kg)	Etilbenceno (mg/kg)	Xilenos (mg/kg)
		L.M.P. 200	L.M.P. 6.0	L.M.P. 40.0	L.M.P. 10.0	L.M.P. 40.0
	0.50	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PI-8	0.15	1,003.57	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
	0.50	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PI-9	0.15	1,068.45	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
	0.50	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PI-10	0.15	966.33	< L.C.	< L.C.	< L.C.	10.18
	0.50	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
	0.50 Dup	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PI-11	0.15	1,158.95	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
	0.50	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PI-12	0.15	935.74	< L.C.	< L.C.	< L.C.	10.68
	0.50	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PI-13	0.15	985.42	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
	0.50	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PI-14	0.15	1,005.91	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
	0.50	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PI-15	0.15	941.67	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
	0.50	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
	0.50 Dup	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PI-16	0.15	959.47	< L.C.	< L.C.	< L.C.	188.43
	0.50	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PI-17	0.15	1081.92	< L.C.	< L.C.	< L.C.	27.65
	0.50	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PI-18	0.15	937.28	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
	0.50	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PI-19	0.15	1014.86	< L.C.	< L.C.	< L.C.	5.24
	0.50	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PI-20	0.15	964.89	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
	0.50	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PI-21	0.15	935.84	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
	0.50	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PE-1	0.25	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.

No.	Profundidad (m)	HFL (mg/kg)	Benceno (mg/kg)	Tolueno (mg/kg)	Etilbenceno (mg/kg)	Xilenos (mg/kg)
		L.M.P. 200	L.M.P. 6.0	L.M.P. 40.0	L.M.P. 10.0	L.M.P. 40.0
PE-2	0.25	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PE-3	0.25	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PE-4	0.25	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PE-5	0.25	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PE-6	0.25	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PE-7	0.25	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PE-8	0.25	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
	0.25 Dup	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PE-9	0.25	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PE-10	0.25	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PE-11	0.25	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
P3-12	0.25	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PE-13	0.25	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PE-14	0.25	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PE-15	0.25	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PE-16	0.25	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PE-17	0.25	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PE-18	0.25	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
	0.25 Dup	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PE-19	0.25	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PE-20	0.25	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
PE-21	0.25	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.
	0.50 Dup	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.

* < L.C. = MENOR AL LIMITE DE CUANTIFICACIÓN

7.4.1 Resultados de laboratorio para determinar Hidrocarburos Fracción Ligera

De los resultados de análisis de laboratorio que se realizó a muestras de suelo en los 42 puntos de muestreo a las profundidades de 0.15 m, 0.50 m y 0.25 m, a continuación se presenta lo siguiente:

De acuerdo al Plan de Muestreo, se ubicarán 42 puntos de muestreo para la toma de 21 muestras simples a 0.15 m de profundidad, 21 muestras a 0.50 m de profundidad y 21

muestras a 0.25 m de profundidad. Adicionalmente se tomaron 6 muestras duplicadas (3 a 0.50 m y 3 a 0.25 m).

7.4.1.1 Resultados de análisis a muestras a los 0.15 m de profundidad

De las 21 muestras analizadas a la profundidad de 0.15 m, las 21 muestras presentaron concentraciones de Hidrocarburos Fracción Ligera que sobrepasan el Límite Máximo Permissible (200 mg/kg) que se establece en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, con valores que oscilan desde 935.74 mg/kg, hasta los 1,158.95 mg/kg, tal como se puede apreciar en la Tabla 8, lo cual nos indica que en toda el área identificada por donde escurrió la gasolina se tiene contaminación por Hidrocarburos Fracción Ligera.

Tabla 8. Resultados de análisis de laboratorio para Hidrocarburos Fracción Pesada a 0.15 m de Profundidad

No.	Profundidad (m)	Hidrocarburos Fracc. Ligera (mg/kg)
		L.M.P. 200
PI-1	0.15	1,002.45
PI-2	0.15	1,151.50
PI-3	0.15	985.60
PI-4	0.15	1,059.70
PI-5	0.15	990.64
PI-6	0.15	1,125.24
PI-7	0.15	972.84
PI-8	0.15	1,003.57
PI-9	0.15	1,068.45
PI-10	0.15	966.33
PI-11	0.15	1,158.95
PI-12	0.15	935.74
PI-13	0.15	985.42
PI-14	0.15	1,005.91
PI-15	0.15	941.67
PI-16	0.15	959.47
PI-17	0.15	1081.92
PI-18	0.15	937.28
PI-19	0.15	1014.86
PI-20	0.15	964.89
PI-21	0.15	935.84

En la siguiente figura se muestra la distribución de los puntos a 0.15 m de profundidad que presentaron concentraciones superiores a los 200 mg/kg de Hidrocarburos Fracción Ligera (establecidos como el Límite Máximo Permissible en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012), y donde se aprecia que corresponden a las zonas por donde escurrió el contaminante.

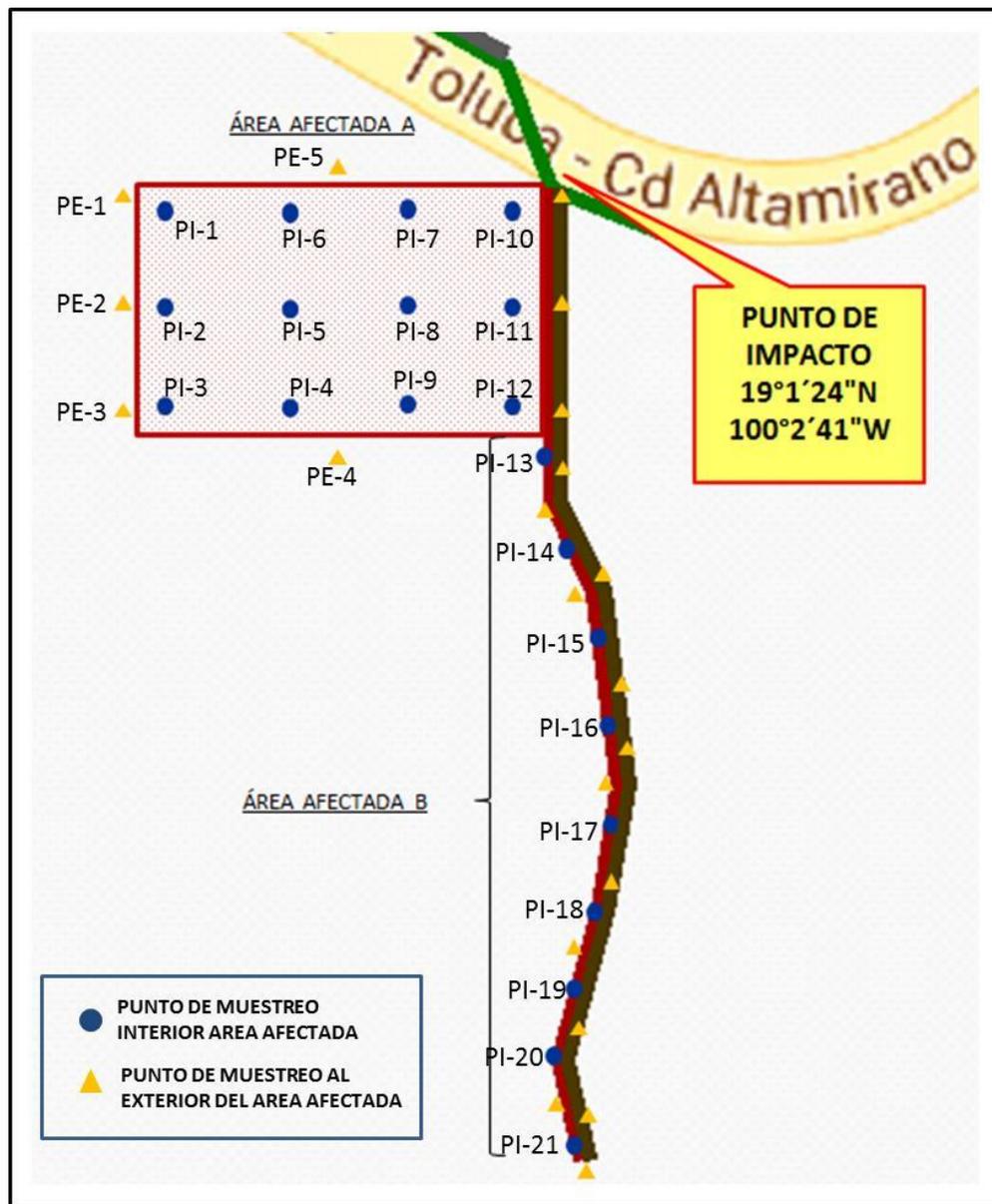


Figura 14. Ubicación de los puntos de muestreo que presentan concentraciones mayores al LMP establecido por la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 para HFL a 0.15 m de profundidad

7.4.1.2 Resultados de análisis a muestras a 0.50 m de profundidad

De las 24 muestras analizadas a la profundidad de 0.50 m (21 simples y 3 duplicadas), se observa en los resultados de los análisis de laboratorio, que en NINGUNA muestra se identificó presencia de Hidrocarburos Fracción Ligera, reportándose como < L.C. (menor al Límite de Cuantificación o detección del equipo de laboratorio), lo que significa que o no se tiene presencia de gasolina o la cantidad que existe es tan pequeña que el equipo no la detecta, lo anterior indica que está por debajo del Límite Máximo Permisible establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, que es de 200 mg/. En la Tabla 9, se presenta los resultados del laboratorio reportados para las muestras obtenidas a los 0.50 m de profundidad dentro del área afectada.

Tabla 9. Resultados de análisis de laboratorio para Hidrocarburos Fracción Ligera a 0.50 m de Profundidad

No.	Profundidad (m)	Hidrocarburos Fracc. Ligera (mg/kg)
PI-1	0.50	< L.C.
PI-2	0.50	< L.C.
PI-3	0.50	< L.C.
PI-4	0.50	< L.C.
PI-5	0.50	< L.C.
	0.50 Dup	< L.C.
PI-6	0.50	< L.C.
PI-7	0.50	< L.C.
PI-8	0.50	< L.C.
PI-9	0.50	< L.C.
PI-10	0.50	< L.C.
	0.50 Dup	< L.C.
PI-11	0.50	< L.C.
PI-12	0.50	< L.C.
PI-13	0.50	< L.C.
PI-14	0.50	< L.C.
PI-15	0.50	< L.C.

	0.50 Dup	< L.C.
PI-16	0.50	< L.C.
PI-17	0.50	< L.C.
PI-18	0.50	< L.C.
PI-19	0.50	< L.C.
PI-20	0.50	< L.C.
PI-21	0.50	< L.C.
* < L.C. = MENOR AL LIMITE DE CUANTIFICACIÓN		

7.4.1.3 Resultados de análisis a muestras a 0.25 m de profundidad

De las 24 muestras analizadas a la profundidad de 0.25 m (21 simples y 3 Duplicadas), ubicadas para delimitar la Pluma Contaminante, se observa que en los resultados de los análisis de laboratorio que en NINGUNA se identifico presencia de Hidrocarburos Fracción Ligera, reportándose como < L.C. (menor al Límite de Cuantificación o detección del equipo de laboratorio). Lo que significa que o no se tiene presencia de gasolina o la cantidad que existe es tan pequeña que el equipo no la detecta, lo que indica que está por debajo del Límite Máximo Permisible establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, que es de 200 mg/. En la Tabla 10, se presenta los resultados del laboratorio reportados para las muestras obtenidas a los 0.25 m de profundidad dentro del área afectada.

Tabla 10. Resultados de análisis de laboratorio para Hidrocarburos Fracción Ligera a 0.25 m de Profundidad

No.	Profundidad (m)	Hidrocarburos Fracc. Ligera (mg/kg)
		L.M.P. 200
PE-1	0.25	< L.C.
PE-2	0.25	< L.C.
PE-3	0.25	< L.C.
PE-4	0.25	< L.C.
PE-5	0.25	< L.C.
PE-6	0.25	< L.C.
PE-7	0.25	< L.C.
PE-8	0.25	< L.C.
	0.25 Dup	< L.C.
PE-9	0.25	< L.C.
PE-10	0.25	< L.C.

No.	Profundidad (m)	Hidrocarburos Fracc. Ligera (mg/kg)
		L.M.P. 200
PE-11	0.25	< L.C.
P3-12	0.25	< L.C.
PE-13	0.25	< L.C.
PE-14	0.25	< L.C.
PE-15	0.25	< L.C.
PE-16	0.25	< L.C.
PE-17	0.25	< L.C.
PE-18	0.25	< L.C.
	0.25 Dup	< L.C.
PE-19	0.25	< L.C.
PE-20	0.25	< L.C.
PE-21	0.25	< L.C.
	0.50 Dup	< L.C.
* < L.C. = MENOR AL LIMITE DE CUANTIFICACIÓN		

7.4.2 Resultados de Laboratorio para determinar Tolueno, Benceno, Etilbenceno y Xilenos (BTEX)

De las 69 muestras (63 simples y 6 duplicadas) analizadas para determinar BTEX, los resultados de laboratorio reportan que en 7 muestras de suelo (provenientes de los Puntos de Muestreo dentro de las áreas afectadas A y B PI-2, PI-4, PI-10, PI-12, PI-16, PI-17 y PI-19), se detecta presencia de Xilenos a 0.15 m de profundidad, pero solo 1 de ellas, la correspondiente al PI-16, sobrepasa el Límite Máximo Permisible establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, que es de 40 mg/kg, ya que se reporto que tiene 188.43 mg/kg.

Las 6 muestras restantes que reportaron presencia de Xilenos en concentraciones que van desde 5.24 mg/kg hasta 27.65 mg/kg, se encuentran por debajo del Límite Máximo Permisible establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, que es de 40 mg/kg.

En las 62 muestras restantes analizadas (56 simples y 6 duplicadas), en ninguna se detecto presencia de Xilenos, reportándose como < L.C. (menor al Límite de Cuantificación o detección del equipo de laboratorio).

En la siguiente tabla se presenta la relación de las muestras analizadas de los Puntos de Muestreo donde se detectó presencia de Xilenos.

Tabla 11. Resultados de análisis de laboratorio para Xilenos a 0.15 m de profundidad

No.	Profundidad (m)	Xilenos (mg/kg)
		L.M.P. 40.0
PI-2	0.15	23.54
PI-4	0.15	23.54
PI-10	0.15	10.18
PI-12	0.15	10.68
PI-16	0.15	188.43
PI-17	0.15	27.65
PI-19	0.15	5.24

En la siguiente figura se muestra la ubicación del Punto de Muestreo PI-16 dentro de la Sección "B" de las áreas afectadas, el cual reporto presencia de 188.43 mg/kg de Xilenos.

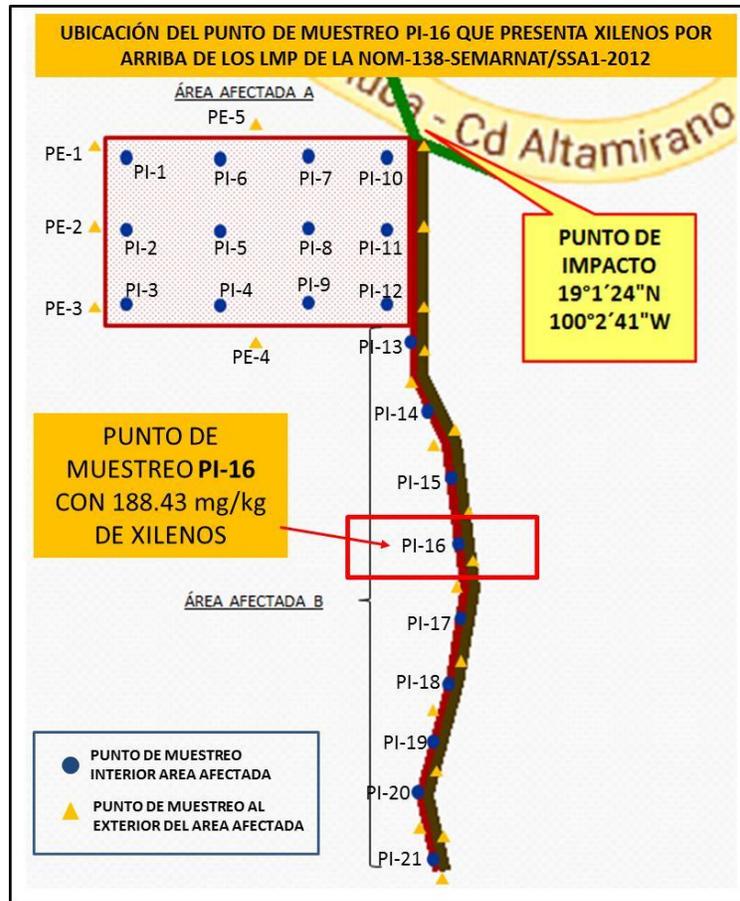


Figura 15. Ubicación del Punto de Muestreo PI-16 que presentan concentraciones por arriba de los LMP marcados por la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, para Xilenos a 0.15 m de profundidad. Referente a los análisis de laboratorio de 69 muestras (63 simples y 6 duplicadas), para determinar Benceno, Tolueno y Etilbenceno, tomadas en las profundidades de 0.15 m, 0.50 m y 0.25 m, en todas ellas se reporto como < L.C. (menor al Límite de Cuantificación o detección del equipo de laboratorio), de tal forma que en ninguna muestra se detectó presencia de estos elementos.

7.5 Integración y análisis de los resultados de laboratorio

Con base en los resultados obtenidos, y que fueron presentados de forma desglosada, se presenta el siguiente resumen:

- Debido a que el hidrocarburo derramado fue gasolina, los parámetros de análisis fueron Hidrocarburos Fracción Ligera, Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos
- De los 42 Puntos de Muestreo establecidos, 12 se ubicaron dentro del área afectada y 8 en el área perimetral de la Zona Afectada "A", y en la Zona Afectada

“B” 9 se ubicaron dentro del área afectada y 13 en el área perimetral a fin de tener elementos que permitan delimitar la presencia de la posible pluma de contaminación.

- En los 21 Puntos de Muestreo ubicados en las áreas afectadas (12 en la A y 9 en la B), se reporta contaminación por Hidrocarburos Fracción Ligera (HFL) en el estrato de 0.15 m de profundidad. De las 21 muestras analizadas a la profundidad de 0.15 m, todas las muestras presentaron concentraciones de Hidrocarburos Fracción Ligera por arriba de los 200 mg/kg que es el Límite Máximo Permisible establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, en valores que van desde 935.74 mg/kg, hasta los 1,158.95 mg/kg.
- De las 24 muestras analizadas a la profundidad de 0.50 m (21 simples y 3 duplicadas), obtenidas en las áreas afectadas (Zonas A y B), se observa en los resultados de los análisis de laboratorio, que en NINGUNA muestra se identifico presencia de Hidrocarburos Fracción Ligera, reportándose como < L.C. (menor al Límite de Cuantificación o detección del equipo de laboratorio),
- De las 24 muestras analizadas a la profundidad de 0.25 m (21 simples y 3 Duplicadas), ubicadas para delimitar la Pluma Contaminante, se observa que en los resultados de los análisis de laboratorio que en NINGUNA se identifico presencia de Hidrocarburos Fracción Ligera, reportándose como < L.C. (menor al Límite de Cuantificación o detección del equipo de laboratorio).
- De las 69 muestras (63 simples y 6 duplicadas) analizadas para determinar BTEX, los resultados de laboratorio reportan que en 7 muestras de suelo se detecta presencia de Xilenos a 0.15 m de profundidad (provenientes de los Puntos de Muestreo dentro de las áreas afectadas A y B, PI-2, PI-4, PI-10, PI-12, PI-16, PI-17 y PI-19), pero solo 1 de ellas, la correspondiente al PI-16, se encuentra por arriba del Límite Máximo Permisible establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, que es de 40 mg/kg, ya que se reporto que tiene 188.43 mg/kg.
- Referente a los análisis de laboratorio de 69 muestras (63 simples y 6 duplicadas), para determinar Benceno, Tolueno y Etilbenceno, tomadas en las profundidades de 0.15 m, 0.50 m y 0.25 m, en todas ellas se reporto como < L.C. (menor al Límite de Cuantificación o detección del equipo de laboratorio), de tal forma que en ninguna muestra se detectó presencia de estos elementos.

- En resumen, se confirmó a través de los resultados de los análisis de laboratorio, que solo es en las áreas afectadas denominadas como "A" y "B", que es donde se tiene contaminación por la Gasolina derramada y que fundamentalmente se encuentra en el estrato entre 0.0 y 0.20 m como límite de penetración.

8 IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LA PLUMA CONTAMINANTE

8.1 Modelo De Simulación

Con los datos analizados de los resultados de laboratorio, se realizó la pluma de contaminación, con ayuda de la modelación Surface Mapping System (SURFER), versión 12.0, de Golden Software Inc. La pluma de contaminación generada con el software se exportó al plano del levantamiento topográfico para conocer la ubicación, el área y por consiguiente el volumen de suelo contaminado de la pluma contaminante. Se incluye en anexos los planos con la modelación obtenida (Anexo G).

En la elaboración de la pluma de contaminación, además de basarse en los resultados de los análisis de laboratorio, también se considera usar los datos obtenidos en campo, tales como:

- La estratigrafía del suelo
- Las características físicas del sitio
- La infraestructura
- La zona visible de contaminación
- La topografía del lugar
- Las pruebas de campo y sondeos realizados

Para la cuantificación de la superficie afectada y del volumen de suelo contaminado se considero lo siguiente:

1. La superficie corresponde al área calculada de la Pluma Contaminante utilizando la sobreposición en el Software AutoCad.
2. Para la profundidad del área afectada el espesor en el primer estrato se estableció de 0.0 m, tomando como base las pruebas de campo y sondeos realizados.
3. Para la profundidad máxima se establece los 0.20 m, que es donde inicia un paquete muy compacto de arcilla que funciona como sello hidráulico, que impide que los líquidos penetren a mayor profundidad.

8.2 Simulación y cálculo de la pluma de contaminación por Hidrocarburos Fracción Ligera (HFL) a 0.15 m de profundidad

En la siguiente figura se presenta la Pluma Contaminante obtenida en la modelación, donde se identifica la superficie contaminada por Hidrocarburos Fracción Ligera en concentraciones mayores a 200 mg/kg en el estrato de 0.15 m. En ella se puede apreciar que la Pluma Contaminante se presenta en toda la zona de las Secciones "A" y "B" previamente identificadas.

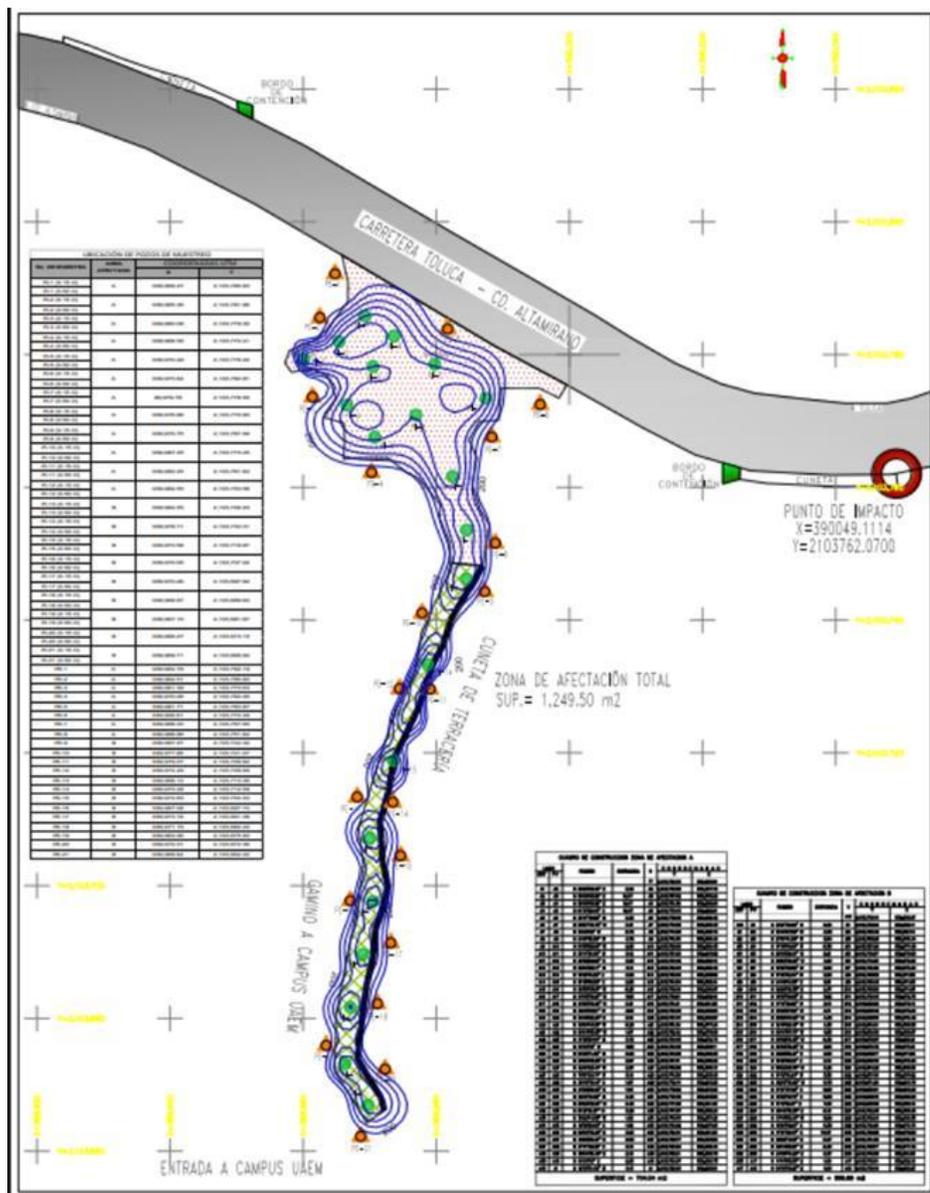


Figura 16. Simulación de la pluma contaminante de Hidrocarburos Fracción Ligera a 0.15 m

Teniendo la simulación de la Pluma de Contaminación, exportada al sistema AutoCad se procede al cálculo de las áreas afectadas. ***La superficie calculada como afectada a través del modelo de simulación en el estrato de 0.15 m es de 1,249.50 m², correspondiendo 840.19 m² a la Sección "A" y 409.31 m² a la Sección "B".***

8.3 Simulación y cálculo de la pluma de contaminación por Xilenos a 0.15 m de profundidad

En la siguiente figura se presenta la Pluma Contaminante obtenida en la modelación, donde se identifica la superficie contaminada por Xilenos en el estrato de 0.15 m y que corresponde al Punto de Muestreo PI-16 en el Área Afectada "B". En ella se puede apreciar que la Pluma Contaminante se presenta solo en la zona del Punto de Muestreo PI-16, generando un área de afectación en su perímetro.

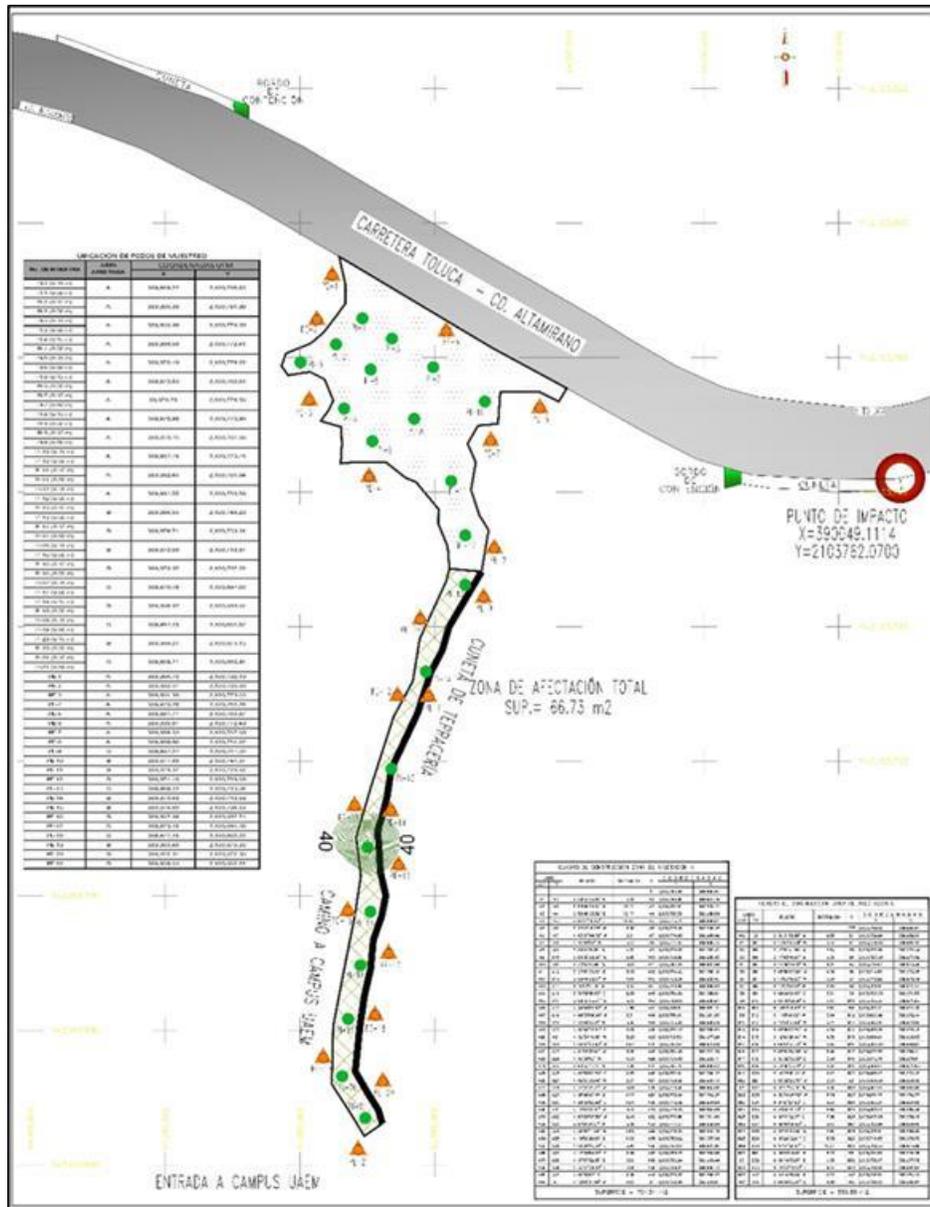


Figura 17. Simulación de la pluma contaminante de Xileno a 0.15 m.

Teniendo la simulación de la Pluma de Contaminación, exportada al sistema AutoCad se procede al cálculo de las áreas afectadas. **La superficie calculada como afectada por Xilenos a través del modelo de simulación en el estrato de 0.15 m en el perímetro del Punto de Muestreo PI-16 es de 66.73 m².**

8.4 Determinación del área y volumen total de contaminación

Para realizar la identificación del Área Total Afectada se realiza la sobreposición de la Pluma Contaminante de Hidrocarburos Fracción Ligera y de la Pluma Contaminante por Xilenos, se realizó una sobreposición de las dos plumas contaminantes identificadas a 0.15 m, trazándose nuevamente el perímetro de la Pluma Contaminante, la cual se aprecia en la siguiente *Figura*:

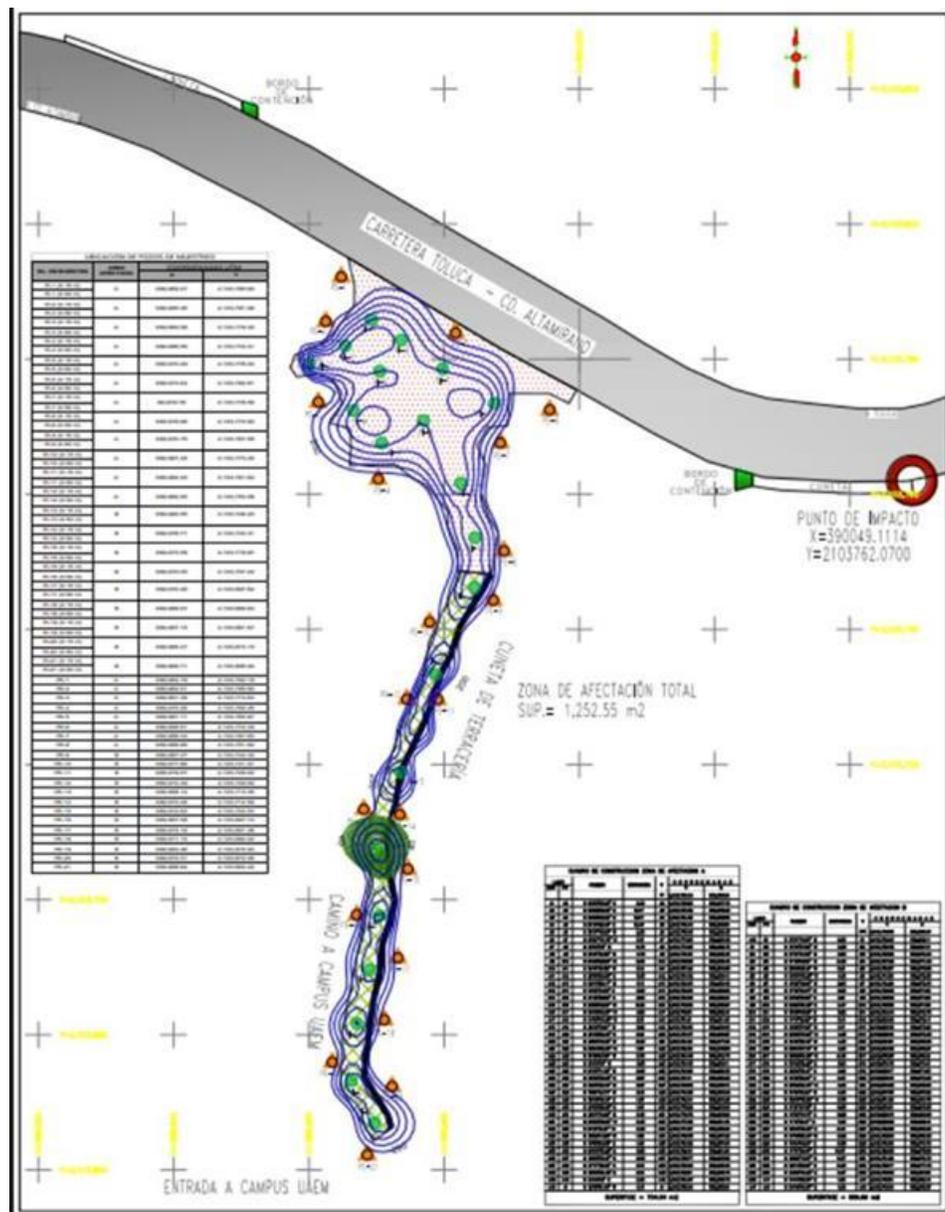


Figura 18. Integración de las Plumas Contaminantes determinadas por el modelo de simulación para Hidrocarburos Fracción Ligera y Xileno.

Exportando la Pluma de Contaminación obtenida al sistema AutoCad, se procede al cálculo de las áreas afectadas. **La superficie calculada como afectada a través del modelo de simulación de la Pluma Contaminante es de 1,252.55 m².**

Considerando que la profundidad máxima de afectación fue de 0.20 m, **el volumen de suelo total afectado para ambas zonas (A y B) es de 250.51 m³.**

En la siguiente tabla se registran las superficies de las Plumas Contaminantes (a 0.15 m), que se sobrepusieron para obtener la Pluma Contaminante total generada por el derrame de gasolina.

Tabla 12. Cálculo de la superficie de la Zona A y Zona B y volumen total de la pluma contaminante por HFL y BTEX

Profundidad (m)	Contaminante	Área Zona A (m ²)	Área Zona B (m ²)
0.15	HFL	840.19	409.31
	BTEX (Xilenos)	-	
Superficie Total Pluma Contaminante (m²):		1,252.55	
Volumen Total Pluma Contaminante (m³):		(1,252.55)(0.20)=250.51	

9 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE DAÑOS AL AMBIENTE

9.1 Estimación de Daños al Ambiente

Los daños ambientales generados por el siniestro ocurrido en el km 75+500 de la Carretera Federal Toluca-Altamirano, Poblado San Simón, Municipio de Temascaltepec, Estado de México, en el cual se derramaron 4,198 L de Gasolina Magna, el recurso natural afectado fue el suelo contaminando una una superficie de 1,252.55 m².

En el área de suelo afectada por el derrame del hidrocarburo, existe poca presencia de vegetación, siendo la mayor parte de esta maleza o algunos tipos de pastos, sin embargo en el área que rodea la zona contaminada existe una basta vegetación (la cual no fue afectada). En las *Figuras 19, 20 y 21*, se muestra las áreas afectadas donde no se tiene presencia de vegetación.



Figura 19. Punto del siniestro y ubicación del autotanque accidentado



Figura 20. Punto del siniestro y ubicación del autotank accidentado



Figura 21. Cuneta del camino de terracería afectada por derrame de gasolina

Considerando la afectación al suelo, subsuelo y vegetación, también se genera la destrucción de microorganismos endémicos, al momento del derrame afectando la microbiota del lugar.

Debido a la alta volatilidad que presenta la gasolina magna se consideró contaminación a la atmósfera a causa de la evaporación del producto. Sin embargo, al estar en un área abierta, el hidrocarburo se dispersó en poco tiempo.

En la zona no se observó la presencia de fauna silvestre ni doméstica que pudiera resultar afectada por la contaminación.

9.2 Estimación de Daños Materiales

No se consideraron daños materiales adicionales a los causados por el siniestro, daños al autotank y pérdida del hidrocarburo que se transportaba.

10 EVALUACIÓN DEL RIESGO ECOLÓGICO Y A LA SALUD HUMANA

10.1 Riesgo a la Salud Humana

La evaluación de riesgo a la salud humana consiste en conocer cuales son los efectos nocivos a la salud que se puede presentar en una población debido a la exposición a una sustancia tóxica, la cual en este caso es la gasolina magna.

El área donde se encuentra la población más cercana al punto donde se generó el siniestro se localiza a más de 4 km (campus de la UAEM), por lo que no se considera que existan personas que de forma inmediata pudieran estar expuesta al contaminante evaluado, ya que al dispersarse en una superficie tan grande (1,252.55 m²) y al estar en un área ventilada se tiene una muy baja posibilidad de afectación por inhalar vapores.

10.2 Evaluación de Riesgo Ecológico

Para llevar a cabo esta evaluación se tomaron en consideración la naturaleza, magnitud y la transitoriedad o permanencia de los efectos ecológicos potenciales, así como los siguientes puntos:

- Caracterización ecológica e identificación de la población potencialmente receptora.
- Evaluación ecológica de la toxicidad, hacia los organismos.
- Caracterización del riesgo.

Un derrame de materiales o residuos peligrosos en un ecosistema es directamente peligroso para los organismos en la reproducción, otra de las consecuencias del contaminante es que puede afectar a la estructura y función de un ecosistema o de sus componentes.

Tomando en consideración que el derrame del producto sucedió el 26 de Julio del 2019, debemos establecer que el daño ecológico ya fue originado, viéndose afectados los elementos naturales correspondientes principalmente al suelo y a la microfauna de la superficie por donde escurrió el contaminante.

En lo que se refiere al agua subterránea, ésta no se encuentra expuesta a ser

contaminada con lixiviados o infiltraciones generadas por el derrame de Gasolina ya que se tiene a la profundidad de 0.25 m un estrato arcilloso compacto impermeable, que impide que el contaminante migre a zonas más profundas, por lo que se considera el elemento natural de menor riesgo potencial de ser afectado.

De acuerdo a lo anterior, se puede establecer que el mayor riesgo ecológico se presenta en la matriz suelo por la afectación directa a su calidad, pero también porque no se han dado aún las condiciones favorables para una atenuación natural.

Al tiempo de presentarse un derrame de materiales o residuos peligrosos, es conveniente conocer sus características fisicoquímicas (determinadas en la hoja de seguridad), para conocer las vías de exposición (aire, agua, suelo y sedimentos), por las cuales se canaliza el contaminante al ecosistema dependiendo de las características y condiciones ambientales, así como de la presencia de organismos en el lugar, debiendo considerarse lo siguiente:

- Efectos laterales y sublaterales.
- Biotransformación, bioacumulación y/o transferencia en la cadena trófica.

Los factores mencionados presentan respuestas en los sistemas como la reproducción alterada o interrumpida de microorganismos, la migración de algunas especies debido a afectaciones ocurridas en su hábitad o la mortalidad de alguna especie por efectos nocivos por la presencia del contaminante.

Lo anterior anterior puede ser revertido o favorecer su recuperación mediante la técnicas de restauración la eliminación de los contaminantes.

11 ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

De acuerdo con la información recopilada y los resultados analíticos obtenidos del muestreo en la zona del siniestro en la cual se produjo el derrame de 4,198 L de Gasolina Magna en el Km 75+500 de la Carretera Federal Toluca-Altamirano, Poblado San Simón, Municipio de Temascaltepec, Estado de México; se establece que:

1. La zona donde ocurrió el siniestro corresponde a zona de montaña, la cual tiene una pendiente mayor a 15°, lo que favoreció el escurrimiento de la gasolina, producto derramado a causa del accidente.
2. El suelo sobre el cual se derramó el contaminante corresponde a un suelo de tipo forestal, y en la zona del siniestro por donde escurrió el hidrocarburo no se tiene vegetación por lo cual no se tiene afectación sobre este elemento. Adicionalmente el suelo en esta zona es arcilloso, por lo que la migración del contaminante no excedió los 0.20 m de profundidad, debido a que después de esta profundidad existe una capa de arcilla impermeable.
3. Para los trabajos de evaluación de campo, se establecieron 42 puntos de muestreo para la toma de 63 muestras simples de suelo más 6 muestras duplicadas para un total de 69 muestras para analizar en el laboratorio. 21 puntos de muestreo están dentro del área afectada y 21 en el área perimetral. Las profundidades de toma de muestras fue a 0.15 m y 0.50 m dentro del área afectada y de 0.25 m en la zona perimetral.
4. Los resultados de los análisis de laboratorio indicaron que en los 21 puntos de muestreo dentro del área afectada, en las 21 muestras tomadas a 0.15 m de profundidad (12 en la zona A y 9 en la zona B), las concentraciones de Hidrocarburos Fracción Ligera sobrepasan el valor máximo permisible establecido en la NOM-138-SEMARANT/SSA1-2012 para un Uso de Suelo Agrícola y Forestal es de 200 mg/kg, en valores que van desde 935.74 mg/kg hasta los 1,158.95 mg/kg.
5. De las 24 muestras analizadas a la profundidad de 0.50 m (21 simples y 3 duplicadas), obtenidas en las áreas afectadas (Zonas A y B), así como las 24 muestras analizadas de profundidad de 0.25 m provenientes de la zona perimetral,

se observa en los resultados de los análisis de laboratorio, que en NINGUNA muestra se identificó presencia de Hidrocarburos Fracción Ligera.

6. Los resultados de los análisis de laboratorio en 69 muestras (63 simples y 6 duplicadas) para determinar BTEX indicaron que solo en 1 muestra, la P-16B (Zona Afectada B), se tiene presencia de Xilenos con una concentración de 188.43 mg/kg, la cual es superior al Límite Máximo Permisible establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, que es de 40 mg/kg. Todas las demás muestras analizadas se encuentran por debajo del Límite Máximo Permisible establecido para Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos.
7. La contaminación en la zona fue superficial (0.20 m) principalmente debido al tipo de suelo que es arcilloso con baja permeabilidad. Esta se localizó principalmente en la zona de la planicie del camino de terracería y de la cuneta del mismo camino, debido a que el derrame se extendió en favor a la pendiente de la zona, sin embargo la migración a profundidad del contaminante estuvo limitada por las características del suelo.
8. **Con los resultados de los análisis de laboratorio y de las evaluaciones realizadas se determinó que existen dos plumas de contaminación, una de ellas corresponde a la pluma de contaminación de HFL, y la segunda corresponde a la pluma de contaminación por Xileno, las cuales se ubican en el estrato de 0.15 m (0.0 m a 0.20 m de profundidad).**
9. **El resultado final del estudio, además de delimitar las Plumbras contaminantes, determinó que se afectó una superficie de 1,252.55 m² generando un volumen total de 250.51 m³ de suelo contaminado.**
10. **Ya que se tiene bien identificado el nivel de contaminación generado por el derrame de Gasolina Magna, y de que las condiciones así lo permiten, es necesario se considere llevar a cabo los trabajos de saneamiento que permitan al área afectada recuperar sus condiciones originales.**

12 PLAN DE SANEAMIENTO

Del Estudio de Caracterización realizado para identificar la afectación a causa del derrame de 4,198 L de Gasolina Magna por siniestro de un autotank en el Km 75+500 de la Carretera Federal Toluca-Altamirano, Poblado San Simón, Municipio de Temascaltepec, Estado de México, se identificó:

- Que se tiene una superficie afectada de 1,252.55 m² generando 250.51 m³ de suelo contaminado, el cual predominantemente es de tipo arcilloso con baja permeabilidad.
- Que la Pluma de Contaminación, principalmente esta generada por Hidrocarburo Fracción Ligera y se complementa con presencia de Xileno.
- Que el suelo contaminado se ubica en el estrato de 0.0 m a 0.20 m de profundidad, donde inicia .

Con base en lo anterior, se establece que para realizar el saneamiento del suelo contaminado por Hidrocarburo Fracción Ligera y Xileno, y considerando que la Gasolina al ser un producto de alta volatilidad el tipo de tratamiento deberá ser "*In Situ*" (en el sitio contaminado).

Una de las tecnologías utilizadas para el saneamiento de suelos con las características de los contaminantes de la Hidrocarburos Fracción Ligera y Xileno es el "Bioventeo aerobio en el sitio contaminado".

12.1 Propuesta de Saneamiento para suelo contaminado con HFL y Xileno

A continuación se presenta la propuesta para realizar el saneamiento del suelo contaminado. Debido a las características del contaminante la técnica propuesta a realizar para la remoción de HFL y Xileno es: "Bioventeo Aerobio *In Situ*"

La técnica de remediación "Bioventeo Aerobio *In Situ*" para eliminar o disminuir la concentración de hidrocarburos presentes en el subsuelo, consistirá básicamente en inyección de aire limpio y de soluciones acuosas que contengan nutrientes y/u oxígeno a través del suelo contaminado, con lo cual se estimula el metabolismo y la velocidad de crecimiento de los microorganismos endógenos, y se aceleran las tasas de biodegradación, siempre y cuando las condiciones ambientales sean favorables. A fin de favorecer la

eficiencia del proceso, es factible desarrollar de forma externa un cultivo microbiano de cepas autóctonas en la solución de nutrientes a inyectar. De forma alterna periódicamente se realiza la extracción de vapores a través del mismo sistema de inyección a fin de extraer los compuestos orgánicos volátiles (COV`s) presentes en el suelo (en este caso Benceno, Etilbenceno, Tolueno y Xilenos) y los dirige hacia a un filtro de carbón activado, por donde pasa el aire y quedan atrapados los COV`s, saliendo el aire nuevamente limpio.

El primer paso para construir un sistema de Bioventeo Aerobio *In Situ* en el suelo consiste en instalar pozos de inyección y una red de interconexión en la zona contaminada, los cuales a su vez, funcionarán para la extracción de COV`s. Cuando el aire que entra pasa por el suelo camino a los pozos, por acción de la fricción genera calor, los contaminantes se evaporan de los huecos existentes entre las partículas del suelo, siendo arrastrados por el aire hasta los pozos de extracción. Los vapores extraídos con éste proceso por lo general son sometidos a un tratamiento posterior de adsorción con carbón activado, incineración, oxidación catalítica o condensación. También se han usado otros métodos, como tratamiento biológico y oxidación ultravioleta. La adsorción con carbón es el tratamiento que más se usa para los vapores contaminados y se puede adaptar a una amplia gama de compuestos orgánicos volátiles.

12.1.1 Diseño de la retícula de pozos

Para la planeación de los pozos para el tratamiento se debe de conocer las características y dimensiones del área de la pluma contaminante. En este caso se considera construir 2 retículas de pozos para el tratamiento de cada zona (A y B), siendo las siguientes áreas las que se deberán considerar:

- Zona "A": 20 m largo X 42 m ancho = 840 m².
- Zona "B": 185 m largo X 2.22 m ancho = 410.7 m².

Considerando una cuadrícula y para asegurar la remediación en toda el área afectada las medidas consideradas que abarcan las diferentes plumas de los contaminantes son:

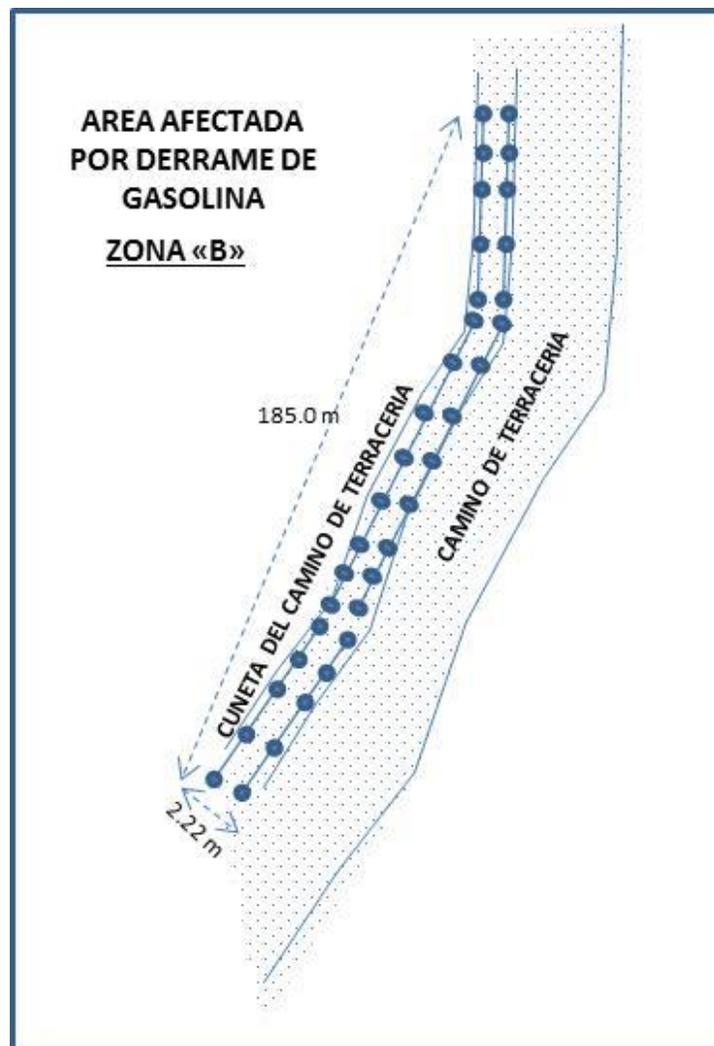


Figura 22. Dimensiones consideradas para la remediación

Se propone la instalación de pozos utilizando tubería de PVC cédula 40 de 2.0" de diámetro, ranurada a la profundidad a la que se identificaron los estratos con contaminación fuera de norma que en este caso aun cuando es a 0.20 m se colocarán a 0.35 m, en cada una de las zonas, y tubería lisa hacia la parte superior, se usará arena como filtro, un tapón de bentonita como sello arriba de la arena y una base de cemento en la parte superior.

Los pozos se equiparán con válvulas, accesorios que permiten regular los flujos y bombas de vacío para la extracción de los gases generados durante el proceso de tratamiento, donde en un momento dado podrán ser recirculados. En los pozos se podrá verter las sustancias necesarias para el proceso de tratamiento e inyectar aire y se podrá monitorear su comportamiento; se deben de interconectar entre ellos y con los equipos de inyección de aire y bombas de vacío, utilizando tubería lisa de PVC con las mismas especificaciones de la utilizada para la instalación de los pozos; en cada pozo se instalarán tapones herméticos que garanticen que no se infiltren sustancias indeseadas, y; en cada pozo en la superficie del terreno se contará con un registro que garantice la protección del pozo, para evitar daños por el paso de personal, maquinaria, etc.

Se considera un área de influencia de cada pozo de 1.5 m. Los pozos se colocarán a una distancia de 2.00 m entre cada uno con el fin de que se intercalen las áreas de influencia y se cubra toda el área afectada. Las cantidad de pozos que se propone instalar en cada zona son:

- Zona "A": 290 pozos, los cuales tendrán una profundidad de 0.35 m cada uno.
- Zona "B": 180 pozos, los cuales tendrán una profundidad de 0.35 m cada uno.

En la siguiente figura se esquematiza el arreglo de las líneas de pozos para la Zona Contaminada "A" y para la Zona Contaminada "B".

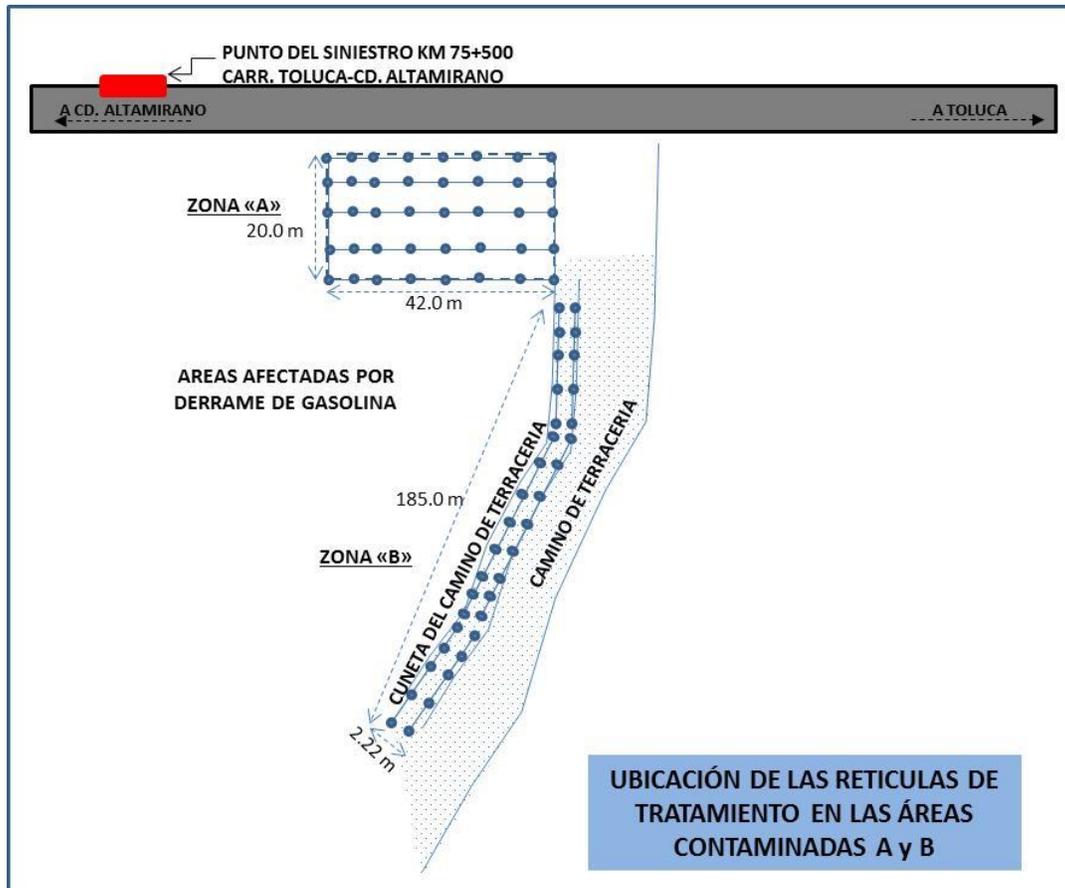


Figura 23. Distribución de los pozos para la restauración de suelo contaminado con HFL y Xileno

Debido a la gran cantidad de pozos, con la finalidad de hacer eficiente el tratamiento, se propone organizarlos en secciones de acuerdo a lo siguiente:

- Zona "A": en esta área se tendrán 9 líneas de 22 pozos cada una, mas 4 líneas de 23 pozos cada una para un total 290 pozos, los cuales tendrán una profundidad de 0.35 m cada uno. Cada línea será independiente de tal forma que la inyección de aire y nutrientes y la extracción de vapores será por línea.
- Zona "B": en esta área se tendrán 2 líneas de 90 pozos cada una, para un total de 180 pozos, los cuales tendrán una profundidad de 0.35 m cada uno. Cada línea a su vez se dividirá en 5 secciones de 18 pozos cada una de tal forma que la inyección de aire y nutrientes y la extracción de vapores será por sección.

A través de estos pozos se realizará la inyección-extracción de aire y vapores y la aplicación de las soluciones utilizadas en el tratamiento.

Cada uno de los pozos se construirá de la siguiente manera:

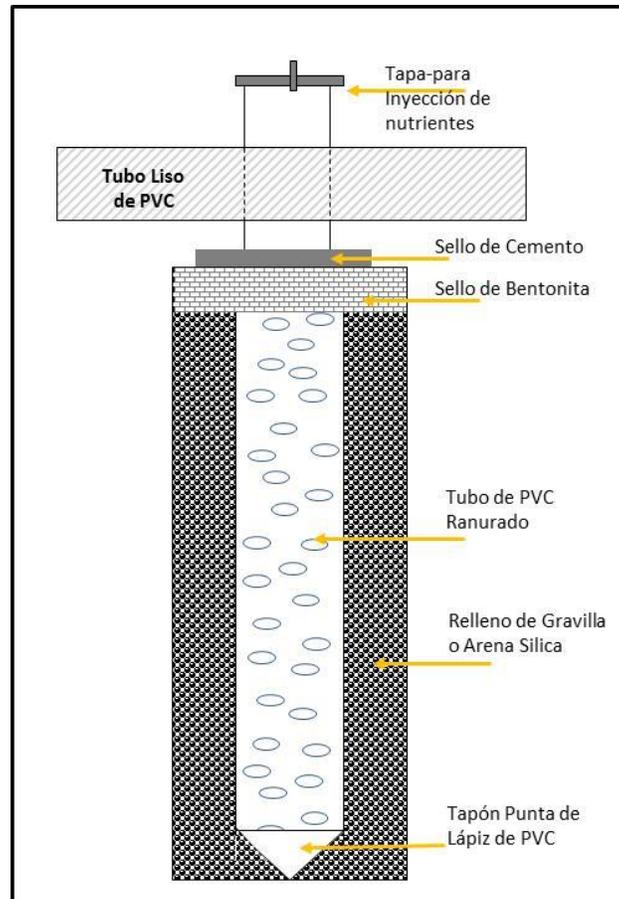


Figura 24. Esquema de construcción de los pozos de tratamiento

12.1.2 Equipos para la inyección de aire, sustancias y la extracción de gases generados durante el proceso de tratamiento

Se propone que se utilicen sopladores que puedan funcionar como generadores de aire y como bombas de vacío, de tal forma que permitan inyectar aire a presión y/o extraer los gases.

La capacidad de los equipos deberá ajustarse a la cantidad de pozos, teniendo en cuenta que cada pozo reciba del orden de 3 ft³ por minuto de aire. Los equipos se deberán instalar en áreas estratégicas para que el aire y las sustancias se puedan distribuir en los

distintos pozos y zonas. Deberán equiparse con sistemas de paro automático para protección en caso de sobrecargas de energía y colocarse en casetas techadas para su protección de la intemperie.

La aplicación de la inyección puede darse por secciones de pozos, para lo cual se deberá tener una bitácora de registro para organizar los tiempos de operación.

12.1.3 Bacterias para una bioaumentación

Se podrá trabajar con bacterias autóctonas (endógenas). El suelo normalmente contiene un gran número de diversos microorganismos tales como bacterias, algas, hongos, protozoos y actinomicetos.

Se requiere la inyección de aire para que las bacterias se puedan desarrollar y llevar a cabo la actividad degradadora. Deberán mantenerse niveles de humedad adecuados y de ser necesario, adicionar nutrientes, sustancias químicas, etc.

12.1.4 Tratamiento de gases generados por el proceso de tratamiento

Los gases que sean extraídos, deberán tratarse ya sea por recirculación o mediante filtros de carbón activado, para no emitir sustancias tóxicas al ambiente.

- Material a utilizar.
 - Tubería de PVC cédula 40 de diámetro de 2" .
 - Arena o gravilla.
 - Cemento.
 - Bentonita.
 - Grava.
 - Tapones herméticos de PVC.
 - Válvulas para regular flujos.
 - Pegamento para PVC.
 - Filtros de carbón activado.
 - Productos agroquímicos y abono.

- Equipo a utilizar.
 - ❖ Equipo de Inyección de aire.

Serie XVL Premium Compresores de Tornillo Rotativo

MOTOR		PRESION		DESPLAZAMIENTO	
HP	VOLTAJE	PSI	BAR	CFM	M ³ /MIN
75	220/440	100	7	297	10.5
		115	8	283	10
		145	10	241	8.5

PUERTO DE DESCARGA		PESO	DIMENCIONES
AJUSTE	CONEXION	KG	L x H x P. (Cm)
Directa	2" NPT	2020	210* 132 * 188

- ❖ Bombas de Vacío
FE-1374 650 L/ min

Presion Garantizada	0.1 Micron (Mcleod Gauge) 0.0001 Mm Hg (1x10 ⁻⁴ Torr)
Desplazamiento En Vacio	650 L /Min 23 Cfm
Etapas/ Stages 2	Peso Neto/ Net Weigth Kg 63
MOTOR Hp 2	Bomba Montada/ Mounted Pum Kg 99
Bomba/ Pumb R.P.M 510	Peso Embarque/Shipping Weight 107 Kg
Motor R.P.M 1725	Dimensiones Cm 66 X 35 X 48
Motor 3fases/ 3 Phases V 220	Filtro Salida/ Muffler Filter Standar
Transimision/ Drive Bv/Vb 2	Valvula Venteo/ Vented Exhaust Standar
Aceite/Oil L 1.2	Cubre Banda/ Belt Guard Standar

- ❖ Generador de energía
Planta De 20 Kw A 6000 Kw
 - Generadores de energía eléctrica con capacidad de 20 kw a 6000 kw; motor a diesel con inyección directa de combustible, enfriada por agua en versión

cerrada, acoplada a un generador eléctrico trifásico a 1800 RPM, 60 HZ en operación manual; o automático, regulador de voltaje electrónico que proporciona una variación de +/- 1.5 %.

- Interruptor termo magnético para protección contra sobrecargas a la salida del generador y tanque de combustible integrado a la base de 10 a 36 hrs de operación.
- Soportes de neopreno para vibración entre motor y base.
- Equipadas con caseta acústica original de fábrica en lámina de acero al carbón a prueba de sonido e intemperie.
- Dos o cuatro puertas para acceso y servicio al motor – generador y silenciador súper crítico tipo hospital.

- Maquinaria a utilizar.

- ❖ Perforadora

Máquina de perforación Mototaladro para perforación de suelo, marca EVANS. El equipo de perforación rotatoria EVANS cuenta con las siguientes especificaciones:

- Perforadora de tierra a gasolina 6.5 Hp B&S sin broca incluida de 2 operadores
- Modelo 9800
- Carácterística especial: Funciona con brocas de 2" a 14"
- Descripción Comercial: Perforadora a gasolina 6.5 Hp.
- Extensión de 18" para perforadora con eje de 7/8
- Modelo EXT18
- Carácterística Especial: Extensión.
- Descripción Comercial: Extensión de 18"
- Marca EVANS
- Brocas de 2 y 4" para perforadora 8900E y 9800E
- Modelo EA4F
- Carácterística especial: Armada de acero
- Descripción Comercial: Brocas de 2" y 4"

Este equipo de perforación es manual y se encuentra montado en una plataforma específicamente para para su transportación maniobras y operación.

- Personal
 - Superintendente de Construcción.
 - Ingeniero de Seguridad.
 - Tec. Electricista.
 - Cabo.
 - Peones.

12.1.5 Evaluaciones de seguimiento

Deberán practicarse análisis, para el seguimiento interno del avance de la restauración y para identificar zonas en las que el sistema no esté funcionando adecuadamente, de tal forma que de manera oportuna se realicen las adecuaciones pertinentes para su optimización.

Deberán recolectarse muestras de suelo y enviarse para su análisis a un laboratorio acreditado, cumpliendo con lo establecido en la norma NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, la cual establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y sus especificaciones para su caracterización y remediación, con la finalidad de evaluar el avance de la restauración. Los muestreos y análisis deberán realizarse con una periodicidad preestablecida. Se propone, cada 15 días.

Teniendo en cuenta que se restaurará hasta los 0.20 m, se propone que se recolecten muestras para análisis en laboratorio, representativas de la profundidad de 0.15 m. Se propone que la cantidad de puntos de muestreo en cada evento, sea de tres (3) puntos en cada zona.

El parámetro a analizar es HFL y Xilenos, considerando como referencia el valor establecido como Límite Máximo Permissible en la NOM-138 SEMARNAT/SSA1-2012.

Adicionalmente, también se podrán medir los COV's con fotoionizador lo que indicará si en los vapores de extracción se están expulsando estos compuestos.

12.1.6 Evaluación final

Una vez que se tenga la certeza de haber logrado las metas de saneamiento del suelo afectado por el derrame de Gasolina, se deberá realizar un Muestreo Final Comprobatorio, teniendo en cuenta lo establecido en la norma NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Elaborando el informe final.

Se propone que para el muestreo final, la cantidad de puntos de muestreo sea de acuerdo con lo establecido en la Tabla 4 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, que establece la cantidad de puntos Mínimos de muestreo de acuerdo con el área contaminada. Teniendo en cuenta que para el sitio en cuestión, se tiene una superficie afectada de 1,218.55 m², dividida en 2 Zonas, se proponen 8 puntos de muestreo para la Zona "A" y 8 Puntos de Muestreo para la Zona "B". Para el muestreo final, se propone que las profundidades sean las mismas del seguimiento de avance : 0.15 m analizando HFL y Xilenos.

Los niveles de limpieza deberán de ser los establecidos en la norma NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, correspondientes a 200 mg/Kg para HFL y 40 mg/Kg para Xilenos (suma de isómeros), para uso de suelo agrícola y forestal.

12.1.7 Informe final y reintegración de material a su lugar de origen

Al final del proceso, previa autorización y reconocimiento por parte de la autoridad de que se ha cumplido con los objetivos de sanear el sitio, se procedera a desarmar la red de tuberías y a extraer la tubería de los pozos, se retirará las bases de concreto y se limpiara y nivelara los terrenos sobre los que se realizaron los trabajos de saneamiento.

El material de la tubería de PVC que no sea reciclable, será dispuesto como desecho en el tiradero municipal.

12.1.8 Tiempo requerido para el tratamiento

Se estima que para la restauración del suelo mediante el sistema de "Bioventeo Aerobio en el Sitio Contaminado", el tiempo requerido es de 4 meses, para lo cual se presenta el siguiente cronograma:

ACTIVIDAD	TIEMPO (MESES)										
	1		2		3		4		5		
	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	
INSTALACIÓN DE LOS POZOS PARA EL TRATAMIENTO. EQUIPAMIENTO E INICIO DE OPERACIÓN	■	■									
TRATAMIENTO HASTA LA PRIMERA EVALUACIÓN DEL AVANCE		■	■								
TRATAMIENTO HASTA LA SEGUNDA EVALUACIÓN DEL AVANCE				■	■						
TRATAMIENTO HASTA LA SEGUNDA EVALUACIÓN DEL AVANCE					■	■					
MUESTREO FINAL COMPROBATORIO							■				
ELABORACIÓN DEL INFORME FINAL								■			
DESARMADO DE POZOS Y LIMPIEZA DEL AREA								■			

Figura 25. Cronograma para realización del Tratamiento de "Bioventeo Aerobio en el Sitio Contaminado"



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

O.T. Lab.: 119100965 Identificación: FR-SGC-19.01

Revisión: 7

Fecha de última revisión: 2019-09-03

Inicio de Vigencia: 2013-01-01

Detos del Cliente

Razón Social: CONSULTORÍA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A. DE C.V.

Dirección: Orión 44, Col. Prado Churubusco C.P. 04230 Del. Coyoacán, México D.F.

Giro: AMBIENTAL

Atención: Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LOTAIP

Tel/e-mail: 5555818871 caepsa@yahoo.com.mx

Tipo de análisis Requerido

Identificación de la muestra	Código de la muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Matriz	No. de Contenedores		Tipo de muestra	Temperatura de preservación: 4°C / 1°C / 2°C
					2L	10L		
PI-1 0.15	3168	2019-10-18	10:26	Suelo	2	X	X	S R 4°C
PI-1 0.50	3169	2019-10-18	10:28	Suelo	2	X	X	S R 4°C
PI-2 0.15	3170	2019-10-18	10:29	Suelo	2	X	X	S R 4°C
PI-2 0.50	3171	2019-10-18	10:36	Suelo	2	X	X	S R 4°C
PI-3 0.15	3172	2019-10-18	10:41	Suelo	2	X	X	S R 4°C
PI-3 0.50	3173	2019-10-18	10:42	Suelo	2	X	X	S R 4°C
PI-4 0.15	3174	2019-10-18	10:45	Suelo	2	X	X	S R 4°C
PI-4 0.50	3175	2019-10-18	10:46	Suelo	2	X	X	S R 4°C
PI-5 0.15	3176	2019-10-18	10:47	Suelo	2	X	X	S R 4°C
PI-5 0.50	3177	2019-10-18	10:49	Suelo	2	X	X	S R 4°C
PI-5 0.50 Dup	3178	2019-10-18	10:49	Suelo	2	X	X	S R 4°C
PI-6 0.15	3179	2019-10-18	10:46	Suelo	2	X	X	S R 4°C
PI-6 0.50	3180	2019-10-18	10:47	Suelo	2	X	X	S R 4°C
PI-7 0.15	3181	2019-10-18	10:48	Suelo	2	X	X	S R 4°C
PI-7 0.50	3182	2019-10-18	10:50	Suelo	2	X	X	S R 4°C
PI-8 0.15	3183	2019-10-18	10:51	Suelo	2	X	X	S R 4°C
PI-8 0.50	3184	2019-10-18	10:52	Suelo	2	X	X	S R 4°C
PI-9 0.15	3185	2019-10-18	10:51	Suelo	2	X	X	S R 4°C
PI-9 0.50	3186	2019-10-18	10:53	Suelo	2	X	X	S R 4°C
PI-10 0.15	3187	2019-10-18	10:50	Suelo	2	X	X	S R 4°C

Nombre y firma de Personas Físicas, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LOTAIP

No. de Proyecto: 119100242

Contacto de LABSA: Ivonne Gabriel Paz

Contacto del cliente: BICL. JUAN CARLOS MARGAS MELLADO

Observaciones:

Nombre y firma de Personas Físicas, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LOTAIP

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:

Sito de Muestreo:

CONTAMINACIÓN DE SUELO POR DERRAME DE GASOLINA POR SINIESTRO DE UN AUTOTANQUE EN KM 75+500 CARRETERA FEDERAL TOLUCA - CD. ALTAMIRANO, LOCALIDAD DE SAN SIMÓN DE GUERRERO, MUNICIPIO DE TEMASCALTEPEC DE GONZALEZ, ESTADO DE MEXICO

Requerimientos especiales:

Suelo Forestal

Nombre del laboratorio que recibe las muestras:

Laboratorios y Suministros Ambientales e Industriales S.A. de C.V.

HCl 1:1 NaOH buffer(NH₄)₂SO₄ y NH₄OH
 Na₂SO₄ F: Formaldehído 10% H₂SO₄ 1:1
 H₂SO₄ 4 mol/L HNO₃ 1:1
 HNO₃ Ácido Suprapure CHNOS 1:1
 Concentrado K₂Cr₂O₇ 1:20% Disolución

Tipo de muestra

Compuesta= C Simplex S

Preservación Cumple: Si X No

Etiquetado cumple: Si X No

Prioridad

Normal

Urgente

Días



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

CADENA DE CUSTODIA



Gabino Vázquez 144, San Pedro
Tototepiec, Toluca, Estado de
México, C.P. 50200
Tel: 17221 239 1295

O.T. Lab.: 119100465

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: CONSULTORÍA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A. DE C.V.

Dirección: Orión 44, Col. Prado Churubusco C.P. 04230 Del. Coyacacán, México D.F.

Giro: AMBIENTAL

Atención: **Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP**

Tel/e-mail: 5555818871 caepsa@yahoo.com.mx

Identificación de la muestra	Código de la muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Matriz	No. de Contenedores	Tipo de análisis Requerido		
						Si	No	X
PI-19 0.50	7208	2019-10-18	12:36	Suelo	2	X	X	
PI-20 0.15	7209	2019-10-18	12:41	Suelo	2	X	X	
PI-20 0.50	7210	2019-10-18	12:46	Suelo	2	X	X	
PI-20 0.50 Dup	7211	2019-10-18	12:46	Suelo	2	X	X	
PI-21 0.15	7212	2019-10-18	12:50	Suelo	2	X	X	
PI-21 0.50	7213	2019-10-18	12:55	Suelo	2	X	X	
PE-1 0.25	7214	2019-10-18	10:26	Suelo	2	X	X	
PE-2 0.25	7215	2019-10-18	10:30	Suelo	2	X	X	
PE-3 0.25	7216	2019-10-18	10:34	Suelo	2	X	X	
PE-4 0.25	7217	2019-10-18	11:00	Suelo	2	X	X	
PE-5 0.25	7218	2019-10-18	10:56	Suelo	2	X	X	
PE-6 0.25	7219	2019-10-18	10:58	Suelo	2	X	X	
PE-7 0.25	7220	2019-10-18	10:59	Suelo	2	X	X	
PE-8 0.25	7221	2019-10-18	11:03	Suelo	2	X	X	
PE-8 0.25 Dup	7222	2019-10-18	11:03	Suelo	2	X	X	
PE-9 0.25	7223	2019-10-18	11:05	Suelo	2	X	X	
PE-10 0.25	7224	2019-10-18	11:07	Suelo	2	X	X	
PE-11 0.25	7225	2019-10-18	11:09	Suelo	2	X	X	
PE-12 0.25	7226	2019-10-18	11:11	Suelo	2	X	X	
PE-13 0.25	7227	2019-10-18	11:13	Suelo	2	X	X	

Nombre y firma de Personas Físicas, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

No. de Proyecto: 119100242

Contacto de LABSA: Ivonne Gabriel Paz

Contacto del cliente: BIOL. JUAN CARLOS VARGAS MELLADO

Observaciones:

Nombre y firma de Personas Físicas, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

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

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

Horario: 09:25

Sitio de Muestreo: CONTAMINACIÓN DE SUELO POR DERRAME DE GASOLINA POR SINIESTRO DE UN AUTOTANQUE EN KM 75+500 CARRETERA FEDERAL TOLUCA - CD. ALTAMIRANO, LOCALIDAD DE SAN SIMÓN DE GUERRERO, MUNICIPIO DE TEMASCALTEPEC DE GONZALEZ, ESTADO DE MEXICO

Requerimientos especiales: Suelo Forestal

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: 3 de 3



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

CADENA DE CUSTODIA

Gobierno Vázquez 140, San Pedro Totoltepec, Toluca, Estado de México, C.P. 50200

O.T. Lab.: 119100965 Identificación: FR-SGC-19.01

Revisión: 7 Fecha de última revisión: 2019-09-03 Inicio de Vigencia: 2013-01-01



Razón Social: CONSULTORÍA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A. DE C.V.

Dirección: Orión 44, Col. Prado Charubusco C.P. 04730 Del. Coyoacán, México D.F.

Giro: AMBIENTAL

Atención: Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

Tel/e-mail: 5555818871 caepsa@yahoo.com.mx

Identificación de la muestra	Código de la muestra	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Matriz	No. de Conservadores		Tipo de análisis Requerido
					101	102	
PE-14 0.25	7228	2019-10-18	11:15	Suelo	2	X	X
PE-15 0.25	7229	2019-10-18	11:17	Suelo	2	X	X
PE-16 0.25	7230	2019-10-18	11:19	Suelo	2	X	X
PE-17 0.25	7231	2019-10-18	11:20	Suelo	2	X	X
PE-18 0.25	7232	2019-10-18	11:22	Suelo	2	X	X
PE-18 0.25 Dup	7233	2019-10-18	11:22	Suelo	2	X	X
PE-19 0.25	7234	2019-10-18	11:24	Suelo	2	X	X
PE-20 0.25	7235	2019-10-18	11:26	Suelo	2	X	X
PE-21 0.25	7236	2019-10-18	11:28	Suelo	2	X	X
PE-21 0.25 Dup	7237	2019-10-18	11:28	Suelo	2	X	X
BC	7238	2019-10-18	13:00	Suelo	1	X	X
BV	7239	2019-10-18	13:00	Suelo	1	X	X

Nombre y firma de Personas Físicas, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

No. de Proyecto: 119100242

Contacto de LABSA: Ivonne Gabriel Paz

Contacto del cliente: BDL JUAN CARLOS VARGAS MELLADO

Observaciones:

Tipo de muestra	condiciones de preservación	temperatura 4°C (-7-2°C)
S	R	4°C

Tipo de Contenedor: L Y

Conservador: 101 102

Volúmen de muestras: 100 200 300

- HCL 1:1
- NaOH
- NH4/250x y NH4OH
- Na2S2O8
- Formaldehído
- H2SO4 1:1
- H2SO4 4 mol/L
- 10%
- HNO3 1:1
- HNO3
- Ácido
- Suprapuro
- Concentrado
- 1:Disolución
- K2CrO7 al 20%

Nombre y firma de Personas Físicas, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

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:

Sito de Muestreo: CONTAMINACIÓN DE SUELO POR DERRAME DE GASOLINA POR SINIESTRO DE UN AUTOTANQUE EN KM 75+500 CARRETERA FEDERAL TOLUCA - CD. ALTAMIRANO, LOCALIDAD DE SAN SIMÓN DE GUERRERO, MUNICIPIO DE TEMASCALTEPEC DE GONZALEZ, ESTADO DE MEXICO

Requerimientos especiales: Suelo Forestal

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 Urgente Días

PROPUESTA DE SANEAMIENTO

PARA EL SUELO CONTAMINADO POR DERRAME DE GASOLINA MAGNA POR SINIESTRO DE UN AUTOTANQUE EN LA CARRETERA TOLUCA – CD ALTAMIRANO KM 75+500, LOCALIDAD DE SAN SIMON GUERRERO, MUNICIPIO DE TEMASCALTEPEC DE GONZALEZ, ESTADO DE MEXICO.

1 PLAN DE SANEAMIENTO

Del Estudio de Caracterización realizado para identificar la afectación a causa del derrame de 4,198 Lts. de Gasolina Magna por siniestro de un autotanque en el Km 75+500 de la Carretera Federal Toluca-Altamirano, Poblado San Simón, Municipio de Temascaltepec, Estado de México, se identificó:

- Que se tiene una superficie afectada de 1,218.55 m² generando 243.71 m³ de suelo contaminado, el cual predominantemente es de tipo arcilloso con baja permeabilidad.
- Que la Pluma de Contaminación, principalmente esta generada por Hidrocarburo Fracción Ligera y se complementa con presencia de Xileno.
- Que el suelo contaminado se ubica en el estrato de 0.0 m a 0.20 m de profundidad, donde inicia .

Con base en lo anterior, se establece que para realizar el saneamiento del suelo contaminado por Hidrocarburo Fracción Ligera y Xileno, y considerando que la Gasolina al ser un producto de alta volatilidad el tipo de tratamiento deberá ser "*In Situ*" (en el sitio contaminado).

Una de las tecnologías utilizadas para el saneamiento de suelos con las características de los contaminantes de Hidrocarburos Fracción Ligera Gasolina y BTEX es el "Bioventeo aerobio en el sitio contaminado".

1.1 Propuesta de Saneamiento para suelo contaminado con HFL y Xileno

A continuación se presenta la propuesta para realizar el saneamiento del suelo contaminado. Debido a las características del contaminante la técnica propuesta a realizar para la remoción de HFL y Xileno es: "Bioventeo Aerobio *In Situ*"

La técnica de remediación "Bioventeo Aerobio *In Situ*" para eliminar o disminuir la concentración de hidrocarburos presentes en el subsuelo, consistirá básicamente en inyección de aire limpio y de soluciones acuosas que contengan nutrientes y/u oxígeno a través del suelo contaminado, con lo cual se estimula el metabolismo y la velocidad de crecimiento de los microorganismos endógenos, y se aceleran las tasas de biodegradación, siempre y cuando las condiciones ambientales sean favorables. A fin de favorecer la eficiencia del proceso, es factible desarrollar de forma externa un cultivo microbiano de cepas autóctonas en la solución de nutrientes a inyectar. De forma alterna periódicamente se realiza la extracción de vapores a través del mismo sistema de inyección a fin de extraer los compuestos orgánicos volátiles (COV`s) presentes en el suelo (en este caso Benceno, Etilbenceno, Tolueno y Xilenos) y los dirige hacia a un filtro de carbón activado, por donde pasa el aire y quedan atrapados los COV`s, saliendo el aire nuevamente limpio.

El primer paso para construir un sistema de Bioventeo Aerobio *In Situ* en el suelo consiste en instalar pozos de inyección y una red de interconexión en la zona contaminada, los cuales a su vez, funcionarán para la extracción de COV`s. Cuando el aire que entra pasa por el suelo camino a los pozos, por acción de la fricción genera calor, los contaminantes se evaporan de los huecos existentes entre las partículas del suelo, siendo arrastrados por el aire hasta los pozos de extracción. Los vapores extraídos con éste proceso por lo general son sometidos a un tratamiento posterior de adsorción con carbón activado, incineración, oxidación catalítica o condensación. También se han usado otros métodos, como tratamiento biológico y oxidación ultravioleta. La adsorción con carbón es el tratamiento que más se usa para los vapores contaminados y se puede adaptar a una amplia gama de compuestos orgánicos volátiles.

1.1.1 Diseño de la retícula de pozos

Para la planeación de los pozos para el tratamiento se debe de conocer las características y dimensiones del área de la pluma contaminante. En este caso se considera construir 2 retículas de pozos para el tratamiento de cada zona (A y B), siendo las siguientes áreas las que se deberán considerar:

- Zona "A": 20 m largo X 42 m ancho = 840 m².
- Zona "B": 185 m largo X 2.05 m ancho = 379.25 m².

Considerando una cuadrícula y para asegurar la remediación en toda el área afectada las medidas consideradas que abarcan las diferentes plumas de los contaminantes son:

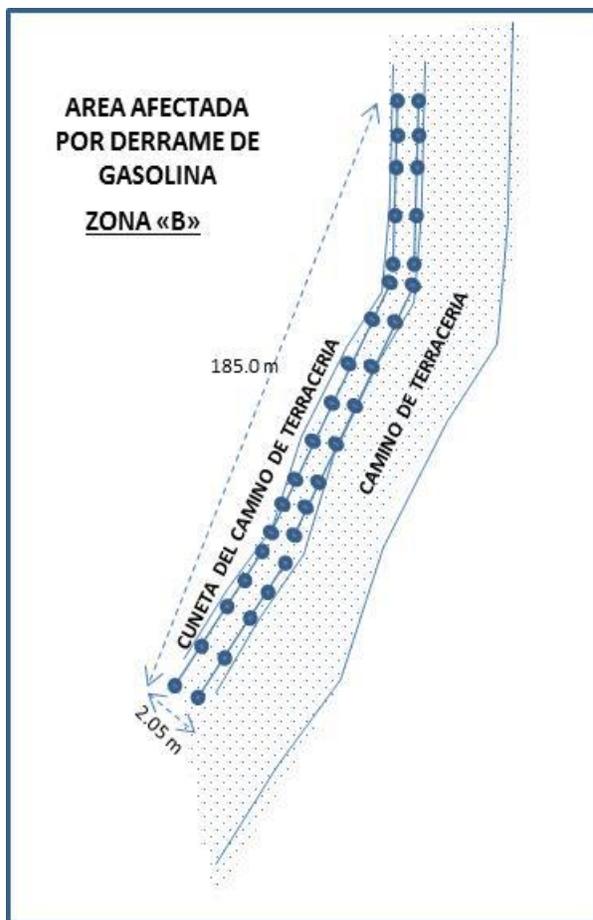


Figura 1. Dimensiones consideradas para la remediación

Se propone la instalación de pozos utilizando tubería de PVC cédula 40 de 2.0" de diámetro, ranurada a la profundidad a la que se identificaron los estratos con contaminación fuera de norma que en este caso aun cuando es a 0.20 m se colocarán a 0.35 m, en cada una de las zonas, y tubería lisa hacia la parte superior, se usará arena como filtro, un tapón de bentonita como sello arriba de la arena y una base de cemento en la parte superior.

Los pozos se equiparán con válvulas, accesorios que permiten regular los flujos y bombas de vacío para la extracción de los gases generados durante el proceso de tratamiento, donde en un momento dado podrán ser recirculados. En los pozos se podrá verter las sustancias necesarias para el proceso de tratamiento e inyectar aire y se podrá monitorear su comportamiento; se deben de interconectar entre ellos y con los equipos de inyección de aire y bombas de vacío, utilizando tubería lisa de PVC con las mismas especificaciones de la utilizada para la instalación de los pozos; en cada pozo se instalarán tapones herméticos que garanticen que no se infiltren sustancias indeseadas, y; en cada pozo en la superficie del terreno se contará con un registro que garantice la protección del pozo, para evitar daños por el paso de personal, maquinaria, etc.

Se considera un área de influencia de cada pozo de 1.5 m. Los pozos se colocarán a una distancia de 2.00 m entre cada uno con el fin de que se intercalen las áreas de influencia y se cubra toda el área afectada. Las cantidad de pozos que se propone instalar en cada zona son:

- Zona "A": 290 pozos, los cuales tendrán una profundidad de 0.35 m cada uno.
- Zona "B": 180 pozos, los cuales tendrán una profundidad de 0.35 m cada uno.

En la siguiente figura se esquematiza el arreglo de las líneas de pozos para la Zona Contaminada "A" y para la Zona Contaminada "B".

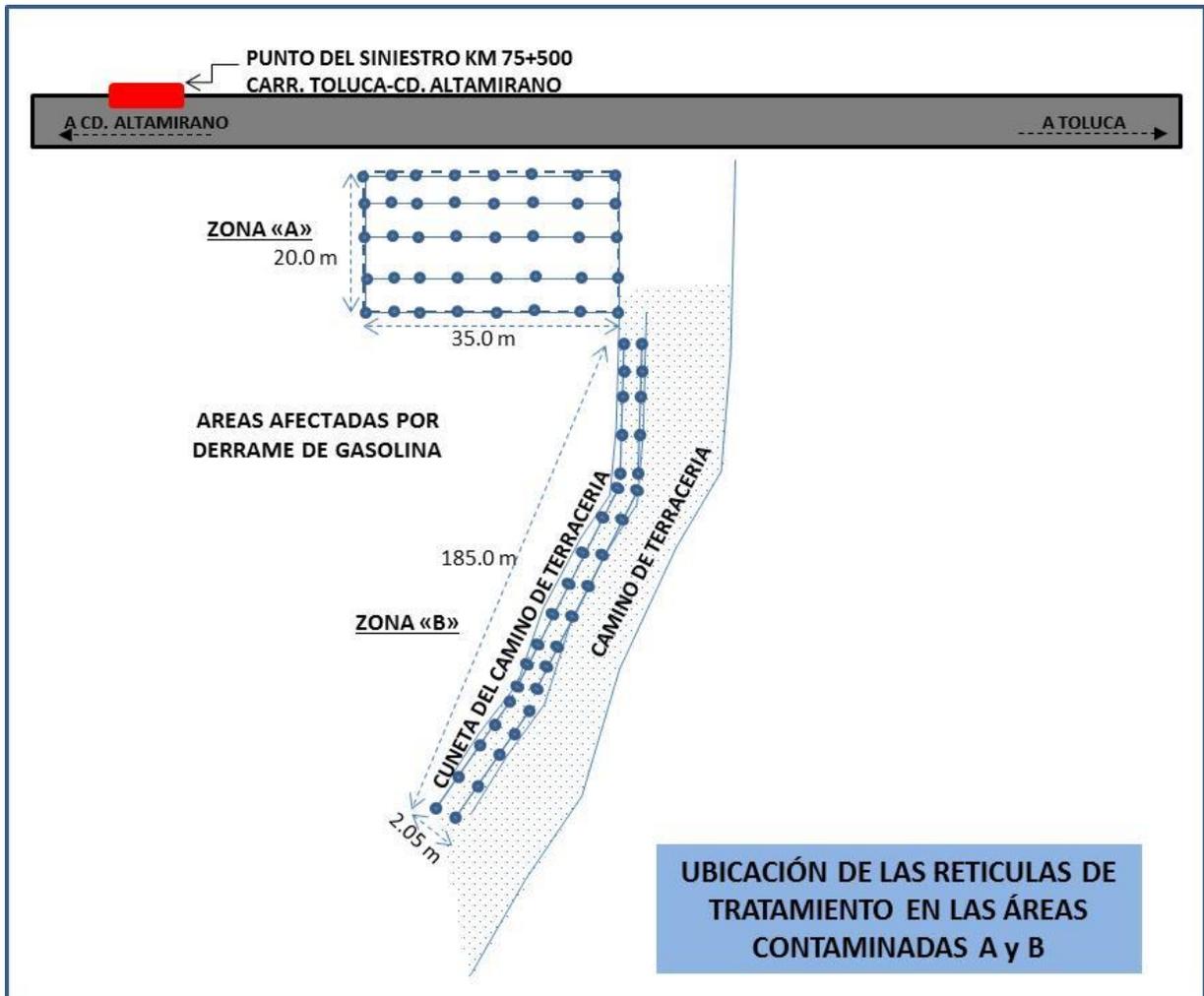


Figura 2. Distribución de los pozos para la restauración de suelo contaminado con HFL y Xilenos

Debido a la gran cantidad de pozos, con la finalidad de hacer eficiente el tratamiento, se propone organizarlos en secciones de acuerdo a lo siguiente:

- Zona "A": en esta área se tendrán 9 líneas de 22 pozos cada una, mas 4 líneas de 23 pozos cada una para un total 290 pozos, los cuales tendrán una profundidad de 0.35 m cada uno. Cada línea será independiente de tal forma que la inyección de aire y nutrientes y la extracción de vapores será por línea.
- Zona "B": en esta área se tendrán 2 líneas de 90 pozos cada una, para un total de 180 pozos, los cuales tendrán una profundidad de 0.35 m cada uno. Cada línea a

su vez se dividirá en 5 secciones de 18 pozos cada una de tal forma que la inyección de aire y nutrientes y la extracción de vapores será por sección.

A través de estos pozos se realizará la inyección-extracción de aire y vapores y la aplicación de las soluciones utilizadas en el tratamiento.

Cada uno de los pozos se construirá de la siguiente manera:

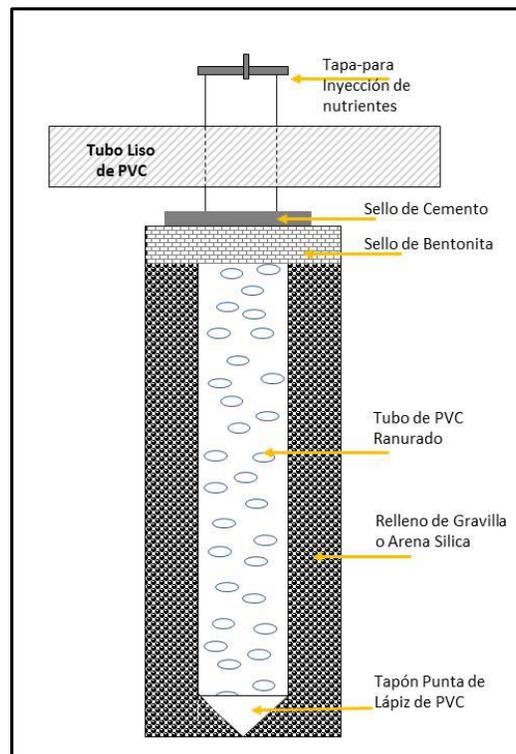


Figura 3. Esquema de construcción de los pozos de tratamiento

1.1.2 Equipos para la inyección de aire, sustancias y la extracción de gases generados durante el proceso de tratamiento

Se propone que se utilicen sopladores que puedan funcionar como generadores de aire y como bombas de vacío, de tal forma que permitan inyectar aire a presión y/o extraer los gases.

La capacidad de los equipos deberá ajustarse a la cantidad de pozos, teniendo en cuenta que cada pozo reciba del orden de 3 ft³ por minuto de aire. Los equipos se deberán instalar en áreas estratégicas para que el aire y las sustancias se puedan distribuir en los distintos pozos y zonas. Deberán equiparse con sistemas de paro automático para protección en caso de sobrecargas de energía y colocarse en casetas techadas para su protección de la intemperie.

La aplicación de la inyección puede darse por secciones de pozos, para lo cual se deberá tener una bitacora de registro para organizar los tiempos de operación.

1.1.3 Bacterias para una bioaumentación

Se podrá trabajar con bacterias autóctonas (endógenas). El suelo normalmente contiene un gran número de diversos microorganismos tales como bacterias, algas, hongos, protozoos y actinomicetos.

Se requiere la inyección de aire para que las bacterias se puedan desarrollar y llevar a cabo la actividad degradadora. Deberán mantenerse niveles de humedad adecuados y de ser necesario, adicionar nutrientes, sustancias químicas, etc.

1.1.4 Tratamiento de gases generados por el proceso de tratamiento

Los gases que sean extraídos, deberán tratarse ya sea por recirculación o mediante filtros de carbón activado, para no emitir sustancias tóxicas al ambiente.

- Material a utilizar.
 - Tubería de PVC cédula 40 de diámetro de 2" .
 - Arena o gravilla.
 - Cemento.
 - Bentonita.
 - Grava.
 - Tapones herméticos de PVC.
 - Válvulas para regular flujos.
 - Pegamento para PVC.

- Filtros de carbón activado.
- Productos agroquímicos y abono.
- Equipo a utilizar.
 - ❖ Equipo de Inyección de aire.

Serie XVL Premium Compresores de Tornillo Rotativo

MOTOR		PRESION		DESPLAZAMIENTO	
HP	VOLTAJE	PSI	BAR	CFM	M ³ /MIN
75	220/440	100	7	297	10.5
		115	8	283	10
		145	10	241	8.5

PUERTO DE DESCARGA		PESO	DIMENCIONES
AJUSTE	CONEXION	KG	L x H x P. (Cm)
Directa	2" NPT	2020	210* 132 * 188

- ❖ Bombas de Vacío
FE-1374 650 L/ min

Presion Garantizada	0.1 Micron (Mcleod Gauge) 0.0001 Mm Hg (1x10 ⁻⁴ Torr)
Desplazamiento En Vacio	650 L /Min 23 Cfm
Etapas/ Stages 2	Peso Neto/ Net Weigth Kg 63
MOTOR Hp 2	Bomba Montada/ Mounted Pum Kg 99
Bomba/ Pumb R.P.M 510	Peso Embarque/Shipping Weight 107 Kg
Motor R.P.M 1725	Dimensiones Cm 66 X 35 X 48
Motor 3fases/ 3 Phases V 220	Filtro Salida/ Muffler Filter Standar
Transimision/ Drive Bv/Vb 2	Valvula Venteo/ Vented Exhaust Standar
Aceite/Oil L 1.2	Cubre Banda/ Belt Guard Standar

- ❖ Generador de energía

Planta De 20 Kw A 6000 Kw

- Generadores de energía eléctrica con capacidad de 20 kw a 6000 kw; motor a diesel con inyección directa de combustible, enfriada por agua en versión cerrada, acoplada a un generador eléctrico trifásico a 1800 RPM, 60 HZ en operación manual; o automático, regulador de voltaje electrónico que proporciona una variación de +/- 1.5 %.
- Interruptor termo magnético para protección contra sobrecargas a la salida del generador y tanque de combustible integrado a la base de 10 a 36 hrs de operación.
- Soportes de neopreno para vibración entre motor y base.
- Equipadas con caseta acústica original de fábrica en lámina de acero al carbón a prueba de sonido e intemperie.
- Dos o cuatro puertas para acceso y servicio al motor – generador y silenciador súper crítico tipo hospital.
- Maquinaria a utilizar.
 - ❖ Perforadora
 - Máquina de perforación Mototaladro para perforación de suelo, marca EVANS. El equipo de perforación rotatoria EVANS cuenta con las siguientes especificaciones:
 - Perforadora de tierra a gasolina 6.5 Hp B&S sin broca incluida de 2 operadores
 - Modelo 9800
 - Carácterística especial: Funciona con brocas de 2" a 14"
 - Descripción Comercial: Perforadora a gasolina 6.5 Hp.
 - Extensión de 18" para perforadora con eje de 7/8
 - Modelo EXT18
 - Carácterística Especial: Extensión.
 - Descripción Comercial: Extensión de 18"
 - Marca EVANS
 - Brocas de 2 y 4" para perforadora 8900E y 9800E
 - Modelo EA4F
 - Carácterística especial: Armada de acero
 - Descripción Comercial: Brocas de 2" y 4"

Este equipo de perforación es manual y se encuentra montado en una plataforma específicamente para para su transportación maniobras y operación.

- Personal
 - Superintendente de Construcción.
 - Ingeniero de Seguridad.
 - Tec. Electricista.
 - Cabo.
 - Peones.

1.1.5 Evaluaciones de seguimiento

Deberán practicarse análisis, para el seguimiento interno del avance de la restauración y para identificar zonas en las que el sistema no esté funcionando adecuadamente, de tal forma que de manera oportuna se realicen las adecuaciones pertinentes para su optimización.

Deberán recolectarse muestras de suelo y enviarse para su análisis a un laboratorio acreditado, cumpliendo con lo establecido en la norma NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, la cual establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y sus especificaciones para su caracterización y remediación, con la finalidad de evaluar el avance de la restauración. Los muestreos y análisis deberán realizarse con una periodicidad preestablecida. Se propone, cada 15 días.

Teniendo en cuenta que se restaurará hasta los 0.20 m, se propone que se recolecten muestras para análisis en laboratorio, representativas de la profundidad de 0.15 m. Se propone que la cantidad de puntos de muestreo en cada evento, sea de tres (3) puntos en cada zona.

El parámetro a analizar es HFL y Xilenos, considerando como referencia el valor establecido como Límite Máximo Permissible en la NOM-138 SEMARNAT/SSA1-2012.

Adicionalmente, también se podrá medir los COV's con fotoionizador que nos indicara si en los vapores de extracción se están expulsando estos compuestos.

1.1.6 Evaluación final

Una vez que se tenga la certeza de haber logrado las metas de saneamiento del suelo afectado por el derrame de Gasolina, se deberá realizar un Muestreo Final Comprobatorio, teniendo en cuenta lo establecido en la norma NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Elaborando el informe final.

Se propone que para el muestreo final, la cantidad de puntos de muestreo sea de acuerdo con lo establecido en la Tabla 4 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, que establece la cantidad de puntos Mínimos de muestreo de acuerdo con el área contaminada. Teniendo en cuenta que para el sitio en cuestión, se tiene una superficie afectada de 1,218.55 m², dividida en 2 Zonas, se proponen 8 puntos de muestreo para la Zona "A" y 8 Puntos de Muestreo para la Zona "B". Para el muestreo final, se propone que las profundidades sean las mismas del seguimiento de avance : 0.15 m analizando HFL y Xilenos.

Los niveles de limpieza deberán de ser los establecidos en la norma NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, correspondientes a 200 mg/Kg para HFL y 40 mg/Kg para Xilenos (suma de isómeros), para uso de suelo agrícola y forestal.

1.1.7 Informe final y Reintegración de material a su lugar de origen

Al final del proceso, previa autorización y reconocimiento por parte de la autoridad de que se ha cumplido con los objetivos de sanear el sitio, se procedera a desarmar la red de tuberías y a extraer la tubería de los pozos, se retirará las bases de concreto y se limpiara y nivelara los terrenos sobre los que se realizaron los trabajos de saneamiento.

El material de la tubería de PVC que no sea reciclable, será dispuesto como desecho en el tiradero municipal.

1.1.8 Tiempo requerido para el tratamiento

Se estima que para la restauración del suelo mediante el sistema de "Bioventeo Aerobio en el Sitio Contaminado", el tiempo requerido es de 4 meses, para lo cual se presenta el siguiente cronograma:

ACTIVIDAD	TIEMPO (MESES)									
	1		2		3		4		5	
	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30
INSTALACIÓN DE LOS POZOS PARA EL TRATAMIENTO. EQUIPAMIENTO E INICIO DE OPERACIÓN	■	■								
TRATAMIENTO HASTA LA PRIMERA EVALUACIÓN DEL AVANCE		■	■							
TRATAMIENTO HASTA LA SEGUNDA EVALUACIÓN DEL AVANCE				■	■					
TRATAMIENTO HASTA LA SEGUNDA EVALUACIÓN DEL AVANCE					■	■				
MUESTREO FINAL COMPROBATORIO							■			
ELABORACIÓN DEL INFORME FINAL								■		
DESARMADO DE POZOS Y LIMPIEZA DEL AREA								■		

Figura 4. Cronograma para realización del Tratamiento de "Bioventeo Aerobio en el Sitio Contaminado"



AGENCIA DE SEGURIDAD ENERGIA Y AMBIENTE

ANEXO FOTOGRAFICO

**ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN PARA EVALUAR
CONTAMINACIÓN DE SUELO POR DERRAME DE
GASOLINA POR SINIESTRO DE UN AUTOTANQUE EN
KM 75+500 CARRETERA FEDERAL TOLUCA – CD.
ALTAMIRANO, LOCALIDAD DE SAN SIMÓN DE
GUERRERO, MUNICIPIO DE TEMASCALTEPEC DE
GONZALEZ, ESTADO DE MEXICO.**



**CONSULTORIA AMBIENTAL, ESTUDIOS
Y PROYECTOS S.A. DE C.V.**



IMAGENES DEL SINIESTRO DONDE SE APRECIA QUE EL PRIMER TANQUE SE VOLCO Y EL SEGUNDO TANQUE SE LADEO QUEDANDO RECARGADO EN EL CERRO



CUNETA POR DONDE ESCURRIO LA GASOLINA Y EL AGUA DE LAVADO

Persona Física, Art. 113
fracción I de la LFTAIP y
116 primer párrafo de la
LGTAIP



AREA AFECTADA "A" POR DERRAME DE GASOLINA JUNTO A LA CARRETERA



CAMINO DE TERRACERIA HACIA DONDE ESCURRIO LA GASOLINA (AREA AFECTADA "B") Y EL AGUA DE LAVADO

Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP



Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP



SONDEOS EN EL CAMINO DE TERRACERIA (AREA AFECTADA "B") POR DONDE ESCURRIO LA GASOLINA Y EL AGUA DE LAVADO PARA DETERMINAR PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN

Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP



Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP



Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP



TOMA DE MUESTRAS EN AREA AFECTADA "A" (JUNTO A LA CARRETERA)
POR PERSONAL DEL LABORATORIO LABSA

Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP





Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP



Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP



TOMA DE MUESTRAS EN AREA AFECTADA "B" (CAMINO DE TERRACERIA)
POR PERSONAL DEL LABORATORIO LABSA



Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP



Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP





REGISTRO DE LA PROFUNDIDAD DE LA TOMA DE MUESTRAS



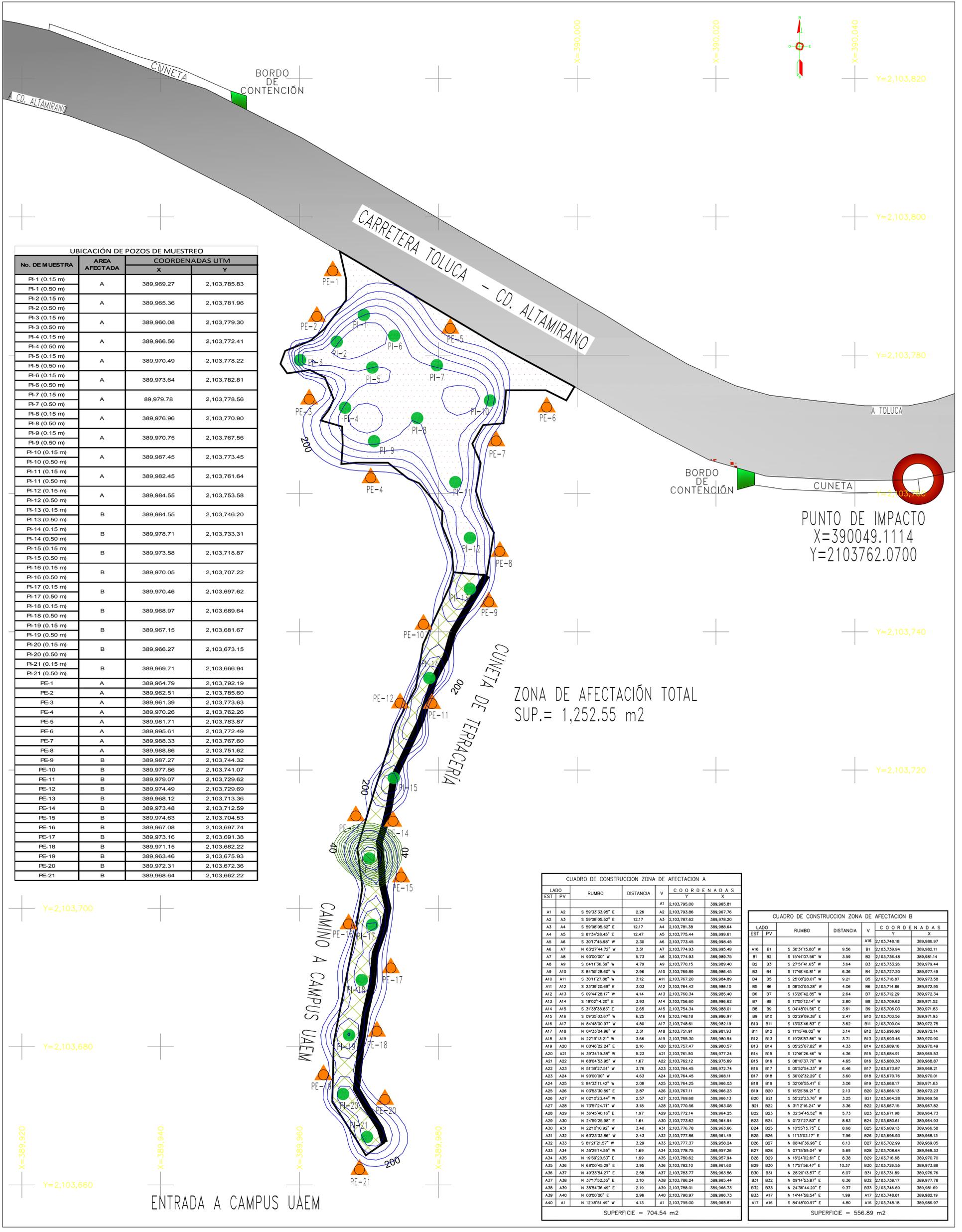
Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP



LAVADO CON SURFACTANTE BIODEGRADABLE Y AGUA LIMPIA DE LAS HERRAMIENTAS.



DISPOSICIÓN DE LAS MUESTRAS DE SUELO EN UNA HIELERA PARA MANTENERLAS A BAJA TEMPERATURA HASTA SU ENTREGA.



UBICACIÓN DE POZOS DE MUESTREO

No. DE MUESTRA	AREA AFECTADA	COORDENADAS UTM	
		X	Y
PI-1 (0.15 m)	A	389,969.27	2,103,785.83
PI-1 (0.50 m)	A	389,965.36	2,103,781.96
PI-2 (0.15 m)	A	389,960.08	2,103,779.30
PI-2 (0.50 m)	A	389,966.56	2,103,772.41
PI-3 (0.15 m)	A	389,970.49	2,103,778.22
PI-3 (0.50 m)	A	389,973.64	2,103,782.81
PI-4 (0.15 m)	A	89,979.78	2,103,778.56
PI-4 (0.50 m)	A	389,976.96	2,103,770.90
PI-5 (0.15 m)	A	389,970.75	2,103,767.56
PI-5 (0.50 m)	A	389,987.45	2,103,773.45
PI-6 (0.15 m)	A	389,982.45	2,103,761.64
PI-6 (0.50 m)	A	389,984.55	2,103,753.58
PI-7 (0.15 m)	A	389,984.55	2,103,746.20
PI-7 (0.50 m)	B	389,978.71	2,103,733.31
PI-8 (0.15 m)	B	389,973.58	2,103,718.87
PI-8 (0.50 m)	B	389,970.05	2,103,707.22
PI-9 (0.15 m)	B	389,970.46	2,103,697.62
PI-9 (0.50 m)	B	389,968.97	2,103,689.64
PI-10 (0.15 m)	B	389,967.15	2,103,681.67
PI-10 (0.50 m)	B	389,966.27	2,103,673.15
PI-11 (0.15 m)	B	389,969.71	2,103,666.94
PI-11 (0.50 m)	A	389,964.79	2,103,792.19
PI-12 (0.15 m)	A	389,962.51	2,103,785.60
PI-12 (0.50 m)	A	389,961.39	2,103,773.63
PI-13 (0.15 m)	A	389,970.26	2,103,762.26
PI-13 (0.50 m)	A	389,981.71	2,103,783.87
PI-14 (0.15 m)	A	389,995.61	2,103,772.49
PI-14 (0.50 m)	A	389,988.33	2,103,767.60
PI-15 (0.15 m)	A	389,988.86	2,103,751.62
PI-15 (0.50 m)	B	389,987.27	2,103,744.32
PI-16 (0.15 m)	B	389,977.96	2,103,741.07
PI-16 (0.50 m)	B	389,979.07	2,103,729.62
PI-17 (0.15 m)	B	389,974.49	2,103,729.69
PI-17 (0.50 m)	B	389,968.12	2,103,713.36
PI-18 (0.15 m)	B	389,973.48	2,103,712.59
PI-18 (0.50 m)	B	389,974.63	2,103,704.53
PI-19 (0.15 m)	B	389,967.08	2,103,697.74
PI-19 (0.50 m)	B	389,973.16	2,103,691.38
PI-20 (0.15 m)	B	389,971.15	2,103,682.22
PI-20 (0.50 m)	B	389,963.46	2,103,675.93
PI-21 (0.15 m)	B	389,972.31	2,103,672.36
PI-21 (0.50 m)	B	389,968.64	2,103,662.22
PE-1	A	389,964.79	2,103,792.19
PE-2	A	389,962.51	2,103,785.60
PE-3	A	389,961.39	2,103,773.63
PE-4	A	389,970.26	2,103,762.26
PE-5	A	389,981.71	2,103,783.87
PE-6	A	389,995.61	2,103,772.49
PE-7	A	389,988.33	2,103,767.60
PE-8	A	389,988.86	2,103,751.62
PE-9	B	389,987.27	2,103,744.32
PE-10	B	389,977.96	2,103,741.07
PE-11	B	389,979.07	2,103,729.62
PE-12	B	389,974.49	2,103,729.69
PE-13	B	389,968.12	2,103,713.36
PE-14	B	389,973.48	2,103,712.59
PE-15	B	389,974.63	2,103,704.53
PE-16	B	389,967.08	2,103,697.74
PE-17	B	389,973.16	2,103,691.38
PE-18	B	389,971.15	2,103,682.22
PE-19	B	389,963.46	2,103,675.93
PE-20	B	389,972.31	2,103,672.36
PE-21	B	389,968.64	2,103,662.22

CUADRO DE CONSTRUCCION ZONA DE AFECTACION A

LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	X	Y
A1	A2	S 59°33'33.96" E	2.26	A2	2,103,795.00	389,965.81		
A2	A3	S 59°08'05.52" E	12.17	A3	2,103,787.86	389,967.76		
A3	A4	S 59°08'05.52" E	12.17	A4	2,103,781.38	389,988.64		
A4	A5	S 61°34'28.45" E	12.47	A5	2,103,775.44	389,999.61		
A5	A6	S 30°17'45.98" W	2.30	A6	2,103,773.45	389,998.45		
A6	A7	N 63°27'44.72" W	3.31	A7	2,103,774.93	389,995.49		
A7	A8	N 90°00'00" W	5.73	A8	2,103,774.93	389,989.75		
A8	A9	S 04°11'36.39" W	4.79	A9	2,103,770.15	389,989.40		
A9	A10	S 84°50'28.60" W	2.96	A10	2,103,769.89	389,986.45		
A10	A11	S 30°17'27.86" W	3.12	A11	2,103,767.20	389,984.89		
A11	A12	S 23°59'20.69" E	3.03	A12	2,103,764.42	389,986.10		
A12	A13	S 09°44'28.17" W	4.14	A13	2,103,760.34	389,985.40		
A13	A14	S 19°02'14.20" E	3.93	A14	2,103,756.60	389,986.62		
A14	A15	S 31°38'38.83" E	2.65	A15	2,103,754.34	389,988.01		
A15	A16	S 09°50'03.67" W	6.25	A16	2,103,748.18	389,986.97		
A16	A17	N 84°48'00.97" W	4.80	A17	2,103,748.61	389,982.19		
A17	A18	N 04°33'04.98" W	3.31	A18	2,103,751.91	389,981.93		
A18	A19	N 22°19'13.21" W	3.66	A19	2,103,755.30	389,980.54		
A19	A20	N 00°46'22.24" E	2.16	A20	2,103,757.47	389,980.57		
A20	A21	N 39°34'19.38" W	5.23	A21	2,103,761.50	389,977.24		
A21	A22	N 68°04'53.95" W	1.67	A22	2,103,762.12	389,975.69		
A22	A23	N 51°39'27.51" W	3.76	A23	2,103,764.45	389,972.74		
A23	A24	N 90°00'00" W	4.63	A24	2,103,764.45	389,968.11		
A24	A25	S 84°33'11.42" W	2.08	A25	2,103,764.25	389,966.03		
A25	A26	N 03°53'30.97" E	2.87	A26	2,103,761.11	389,966.23		
A26	A27	N 02°10'33.44" W	2.57	A27	2,103,769.68	389,966.13		
A27	A28	N 73°51'34.71" W	3.18	A28	2,103,770.56	389,963.08		
A28	A29	N 36°45'40.16" E	1.97	A29	2,103,772.14	389,964.25		
A29	A30	N 24°59'25.98" E	1.64	A30	2,103,776.62	389,964.94		
A30	A31	N 22°10'10.92" W	3.40	A31	2,103,776.78	389,963.66		
A31	A32	N 63°23'33.86" W	2.43	A32	2,103,777.86	389,961.49		
A32	A33	S 81°21'21.57" W	3.29	A33	2,103,777.37	389,958.24		
A33	A34	N 35°29'14.55" W	1.69	A34	2,103,778.75	389,957.26		
A34	A35	N 19°59'20.53" E	1.99	A35	2,103,780.62	389,957.04		
A35	A36	N 68°04'53.95" W	3.95	A36	2,103,782.10	389,961.60		
A36	A37	N 49°33'54.27" E	2.58	A37	2,103,783.77	389,963.56		
A37	A38	N 37°15'52.35" E	3.10	A38	2,103,786.24	389,965.44		
A38	A39	N 35°54'36.49" E	2.19	A39	2,103,788.01	389,966.73		
A39	A40	N 00°00'00" W	2.96	A40	2,103,790.97	389,966.73		
A40	A1	N 12°45'51.49" W	4.13	A1	2,103,795.00	389,965.81		

SUPERFICIE = 704.54 m²

CUADRO DE CONSTRUCCION ZONA DE AFECTACION B

LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	X	Y
B1	B2	S 15°44'07.56" W	3.59	B2	2,103,736.48	389,981.14		
B2	B3	S 27°51'41.65" W	3.64	B3	2,103,733.26	389,979.44		
B3	B4	S 17°48'40.81" W	6.36	B4	2,103,727.20	389,977.49		
B4	B5	S 25°08'26.07" W	9.21	B5	2,103,716.87	389,973.58		
B5	B6	S 08°50'33.28" W	4.06	B6	2,103,714.86	389,972.95		
B6	B7	S 13°28'42.85" W	2.64	B7	2,103,712.29	389,972.34		
B7	B8	S 17°02'12.14" W	2.80	B8	2,103,709.62	389,971.52		
B8	B9	S 04°48'01.56" E	3.61	B9	2,103,706.03	389,971.83		
B9	B10	S 02°29'09.38" E	2.47	B10	2,103,703.56	389,971.93		
B10	B11	S 13°03'46.83" E	3.62	B11	2,103,700.04	389,972.75		
B11	B12	S 11°54'49.02" W	3.14	B12	2,103,696.96	389,972.14		
B12	B13	S 19°28'57.86" W	3.71	B13	2,103,693.46	389,970.90		
B13	B14	S 05°25'07.82" W	4.33	B14	2,103,689.16	389,970.49		
B14	B15	S 12°48'26.46" W	4.36	B15	2,103,684.91	389,969.53		
B15	B16	S 08°10'37.70" W	4.65	B16	2,103,680.30	389,968.87		
B16	B17	S 05°52'34.33" W	6.46	B17	2,103,673.87	389,968.21		
B17	B18	S 30°02'32.29" E	3.60	B18	2,103,670.76	389,970.01		
B18	B19	S 32°06'35.41" E	3.06	B19	2,103,668.17	389,971.63		
B19	B20	S 16°25'59.21" E	2.13	B20	2,103,666.13	389,972.23		
B20	B21	S 55°22'33.76" W	3.25	B21	2,103,664.28	389,969.56		
B21	B22	N 31°21'16.24" W	3.36	B22	2,103,667.15	389,967.82		
B22	B23	N 32°34'45.52" W	5.73	B23	2,103,671.98	389,964.73		
B23	B24	N 01°21'27.83" E	8.63	B24	2,103,660.61	389,964.93		
B24	B25	N 10°50'15.75" E	8.68	B25	2,103,659.13	389,966.58		
B25	B26	N 11°13'02.17" E	7.96	B26	2,103,656.93	389,968.13		
B26	B27	N 08°40'36.96" E	6.13	B27	2,103,702.99	389,966.05		
B27	B28	N 07°15'59.04" W	5.69	B28	2,103,708.64	389,968.33		
B28	B29	N 16°24'02.61" E	8.38	B29	2,103,716.68	389,970.70		
B29	B30	N 17°51'56.47" E	10.37	B30	2,103,726.55	389,973.88		
B30	B31	N 28°20'15.57" E	6.07	B31	2,103,731.89	389,976.76		
B31	B32	N 09°14'53.87" E	6.36	B32	2,103,738.17	389,977.78		
B32	B33	N 24°36'44.20" E	9.37	B33	2,103,746.69	389,981.69		
B33	A17	N 14°44'58.54" E	1.99	A17	2,103,748.18	389,982.19		
A17	A16	S 84°48'00.97" E	4.80	A16	2,103,748.18	389,986.97		

SUPERFICIE = 556.89 m²



SIMBOLOGIA

- LINEA DE DVV
- PUNTO DE VOLCADERA
- LINEAS EN OPERACION (DUCTOS)
- 2205.00
- CURVA DE NIVEL MAESTRA A CADA 1.00m
- CURVA DE NIVEL ORDINARIA A CADA 0.20m
- VERTICE DE INTERSECCION
- POSTE PEMEX
- ZONA DE EVALUACION
- SONDEO DE LOCALIZACION
- POZO DE MUESTREO
- LINEAS DE ISOCONCENTRACION HFL>200 PPM
- LINEAS DE ISOCONCENTRACION XILENOS>40 PPM

NOTAS

COORDENADAS DE INICIO DE LA ESTACION BASE LIGADA A LA RED GEODESICA NACIONAL ACTIVA DEL INEGI NORTE

DATUM: WGS84
EIPSIDIO DE REFERENCIA: GRS 80
CUADRICULA: A CADA 50.00 mts.
ZONA UTM: 14

PLUMA CONTAMINANTE ÁREA TOTAL

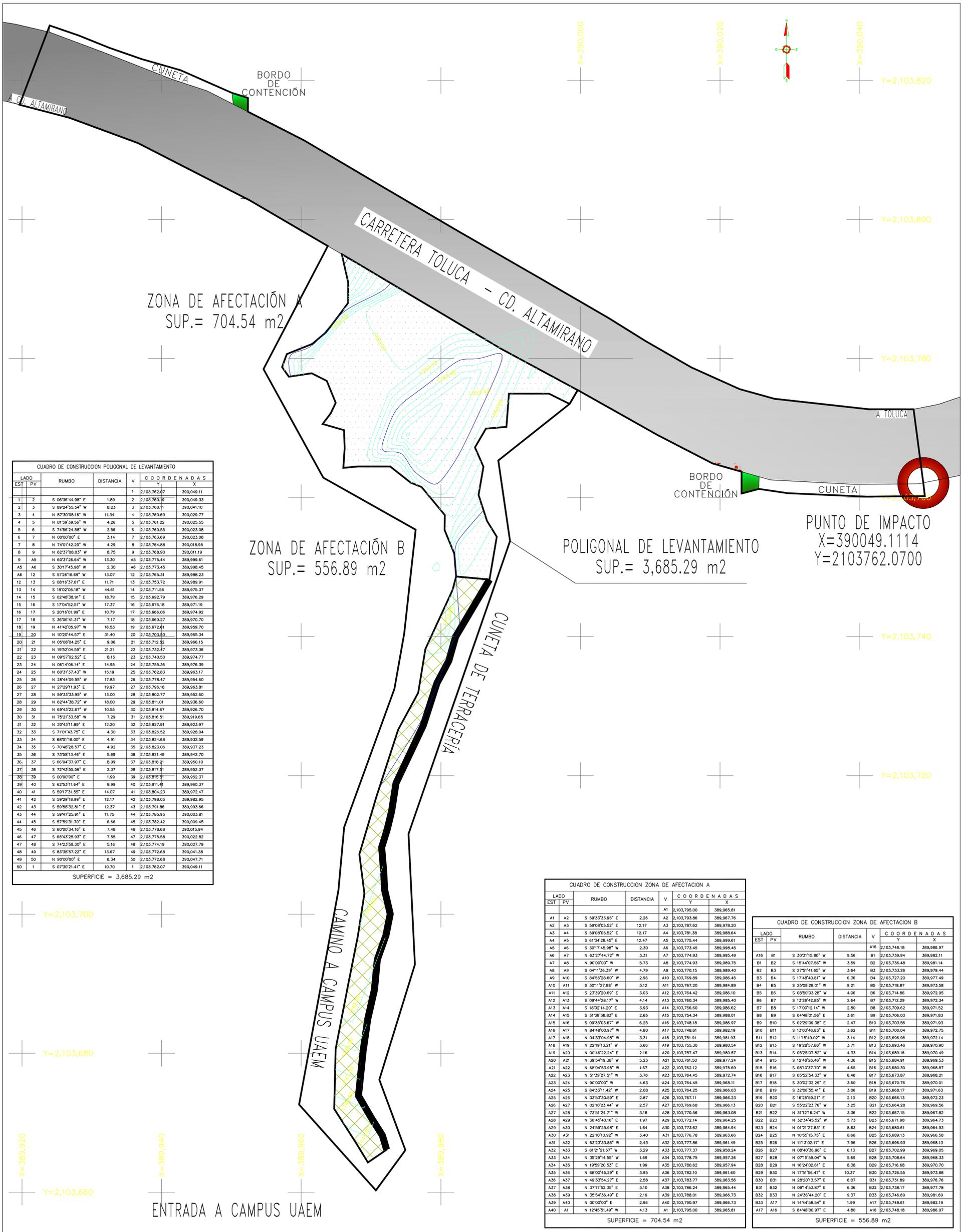
DERRAME DE GASOLINA POR VOLCADERA DE TANQUE EN KM. 75+500 CARRETERA TOLUCA - CD. ALTAMIRANO EN EL POBLADO SAN SIMÓN DE GUERRERO, MUNICIPIO DE TEMASCALTEPEC, ESTADO DE MEXICO.

TRABAJOS: CONSULTORIA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A. DE C.V.

FECHA: ENERO DE 2020

UNIDAD DE MEDIDA: METROS

NUMERO DE PLANO: M4



CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONAL DE LEVANTAMIENTO

LADO EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS		
					X	Y	
1	2	S 06°36'44.98" E	1.89	2	2,103,762.07	390,049.11	
2	3	S 89°24'55.54" W	8.23	3	2,103,760.41	390,041.10	
3	4	N 87°30'08.16" W	11.34	4	2,103,760.60	390,029.77	
4	5	N 81°39'39.56" W	4.26	5	2,103,761.22	390,025.55	
5	6	S 74°56'24.58" W	2.56	6	2,103,760.55	390,023.08	
6	7	N 00°00'00" E	3.14	7	2,103,763.69	390,023.08	
7	8	N 74°01'42.20" W	4.29	8	2,103,764.88	390,018.95	
8	9	N 62°37'08.03" W	8.75	9	2,103,768.90	390,011.19	
9	A5	N 60°31'26.64" W	13.30	A5	2,103,775.44	389,999.61	
A5	A6	S 20°17'45.98" W	2.30	A6	2,103,773.45	389,998.46	
A6	12	S 01°26'16.59" W	13.07	12	2,103,765.31	389,988.23	
12	13	S 08°16'37.61" E	11.71	13	2,103,753.72	389,989.91	
13	14	S 19°02'05.18" W	44.61	14	2,103,711.56	389,975.37	
14	15	S 02°48'38.91" E	18.79	15	2,103,692.79	389,978.29	
15	16	S 17°04'52.51" W	17.37	16	2,103,676.18	389,971.19	
16	17	S 20°16'01.99" E	10.79	17	2,103,666.06	389,974.92	
17	18	S 36°06'41.31" W	7.17	18	2,103,660.27	389,970.70	
18	19	N 41°42'05.97" W	16.53	19	2,103,672.41	389,959.70	
19	20	N 10°20'44.57" E	31.40	20	2,103,703.30	389,965.34	
20	21	N 05°08'04.25" E	9.06	21	2,103,712.52	389,966.15	
21	22	N 19°52'04.59" E	21.21	22	2,103,732.47	389,973.36	
22	23	N 09°57'02.52" E	8.15	23	2,103,740.90	389,974.77	
23	24	N 08°14'06.14" E	14.95	24	2,103,755.36	389,976.39	
24	25	N 60°31'37.43" W	15.19	25	2,103,762.83	389,963.17	
25	26	N 28°44'09.55" W	17.83	26	2,103,776.47	389,956.60	
26	27	N 27°29'11.93" E	19.97	27	2,103,786.18	389,963.81	
27	28	N 59°33'33.95" W	13.00	28	2,103,802.77	389,952.60	
28	29	N 62°44'38.72" W	18.00	29	2,103,811.01	389,936.60	
29	30	N 69°43'22.67" W	10.55	30	2,103,814.67	389,926.70	
30	31	N 75°21'33.58" W	7.29	31	2,103,816.51	389,919.65	
31	32	N 20°43'11.89" E	12.20	32	2,103,827.91	389,923.97	
32	33	S 71°01'43.75" E	4.30	33	2,103,826.52	389,928.04	
33	34	S 68°01'16.00" E	4.91	34	2,103,824.68	389,932.59	
34	35	S 70°48'28.57" E	4.92	35	2,103,823.06	389,937.23	
35	36	S 73°56'13.46" E	5.69	36	2,103,821.49	389,942.70	
36	37	S 66°04'37.97" E	8.09	37	2,103,818.21	389,950.10	
37	38	S 72°43'55.56" E	2.37	38	2,103,817.91	389,952.37	
38	39	S 00°00'00" E	1.99	39	2,103,815.51	389,952.37	
39	40	S 62°51'11.64" E	8.99	40	2,103,811.41	389,960.37	
40	41	S 59°17'31.55" E	14.07	41	2,103,804.23	389,972.47	
41	42	S 59°29'18.99" E	12.17	42	2,103,798.05	389,982.95	
42	43	S 59°56'32.81" E	12.37	43	2,103,791.86	389,993.66	
43	44	S 59°47'25.91" E	11.75	44	2,103,785.95	390,003.81	
44	45	S 57°59'31.70" E	6.66	45	2,103,782.42	390,009.45	
45	46	S 60°50'34.16" E	7.48	46	2,103,778.68	390,015.94	
46	47	S 65°43'25.93" E	7.55	47	2,103,775.58	390,022.82	
47	48	S 74°23'58.30" E	5.16	48	2,103,774.19	390,027.79	
48	49	S 83°38'57.22" E	13.67	49	2,103,772.68	390,041.38	
49	50	N 90°00'00" E	6.34	50	2,103,772.68	390,047.71	
50	1	S 07°30'21.41" E	10.70	1	2,103,762.07	390,049.11	

SUPERFICIE = 3,685.29 m²

CUADRO DE CONSTRUCCION ZONA DE AFECTACION A

LADO EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS		
					X	Y	
A1	A2	S 59°33'33.95" E	2.26	A2	2,103,795.00	389,965.81	
A2	A3	S 59°08'05.52" E	12.17	A3	2,103,787.62	389,978.20	
A3	A4	S 59°08'05.52" E	12.17	A4	2,103,781.38	389,988.64	
A4	A5	S 61°34'28.45" E	12.47	A5	2,103,775.44	389,999.61	
A5	A6	S 30°17'45.98" W	2.30	A6	2,103,773.45	389,998.46	
A6	A7	N 67°27'44.72" W	3.31	A7	2,103,774.93	389,995.49	
A7	A8	N 90°00'00" W	5.73	A8	2,103,774.93	389,989.75	
A8	A9	S 04°11'36.39" W	4.79	A9	2,103,770.15	389,989.40	
A9	A10	S 84°50'28.60" W	2.96	A10	2,103,769.89	389,986.45	
A10	A11	S 30°17'27.86" W	3.12	A11	2,103,767.20	389,984.89	
A11	A12	S 23°59'20.69" E	3.03	A12	2,103,764.42	389,986.10	
A12	A13	S 09°44'28.17" W	4.14	A13	2,103,760.34	389,985.40	
A13	A14	S 19°02'14.20" E	3.93	A14	2,103,756.60	389,986.62	
A14	A15	S 31°38'38.83" W	2.65	A15	2,103,754.34	389,988.01	
A15	A16	S 09°35'03.67" W	6.25	A16	2,103,748.18	389,986.97	
A16	A17	N 84°48'00.97" W	4.80	A17	2,103,748.61	389,982.19	
A17	A18	N 04°33'04.98" W	3.31	A18	2,103,751.91	389,981.93	
A18	A19	N 22°19'13.21" W	3.66	A19	2,103,755.30	389,980.54	
A19	A20	N 00°46'22.24" E	2.16	A20	2,103,757.47	389,980.57	
A20	A21	N 39°34'19.38" W	5.23	A21	2,103,761.50	389,977.24	
A21	A22	N 68°04'53.95" W	1.67	A22	2,103,762.12	389,975.69	
A22	A23	N 51°39'27.51" W	3.76	A23	2,103,764.45	389,972.74	
A23	A24	N 90°00'00" W	4.63	A24	2,103,764.45	389,968.11	
A24	A25	S 84°33'11.42" W	2.08	A25	2,103,764.25	389,966.03	
A25	A26	N 03°53'30.59" E	2.87	A26	2,103,761.11	389,966.23	
A26	A27	N 02°10'33.44" W	2.57	A27	2,103,769.68	389,966.13	
A27	A28	N 73°51'34.71" W	3.18	A28	2,103,770.56	389,963.08	
A28	A29	N 36°45'40.16" E	1.97	A29	2,103,772.14	389,964.25	
A29	A30	N 24°59'25.88" E	1.64	A30	2,103,773.62	389,964.94	
A30	A31	N 22°10'10.92" W	3.40	A31	2,103,776.78	389,963.66	
A31	A32	N 63°23'33.86" W	2.43	A32	2,103,777.86	389,961.49	
A32	A33	S 81°21'21.57" W	3.29	A33	2,103,777.37	389,958.24	
A33	A34	N 35°29'14.55" W	1.69	A34	2,103,778.75	389,957.26	
A34	A35	N 19°59'20.53" E	1.99	A35	2,103,780.62	389,957.04	
A35	A36	N 68°00'45.29" E	3.95	A36	2,103,782.10	389,961.60	
A36	A37	N 49°33'54.27" E	2.58	A37	2,103,783.77	389,963.56	
A37	A38	N 37°17'52.35" E	3.10	A38	2,103,786.24	389,965.44	
A38	A39	N 35°54'36.49" E	2.19	A39	2,103,788.01	389,966.73	
A39	A40	N 00°00'00" E	2.96	A40	2,103,790.97	389,966.73	
A40	A1	N 12°45'51.49" W	4.13	A1	2,103,795.00	389,965.81	

SUPERFICIE = 704.54 m²

CUADRO DE CONSTRUCCION ZONA DE AFECTACION B

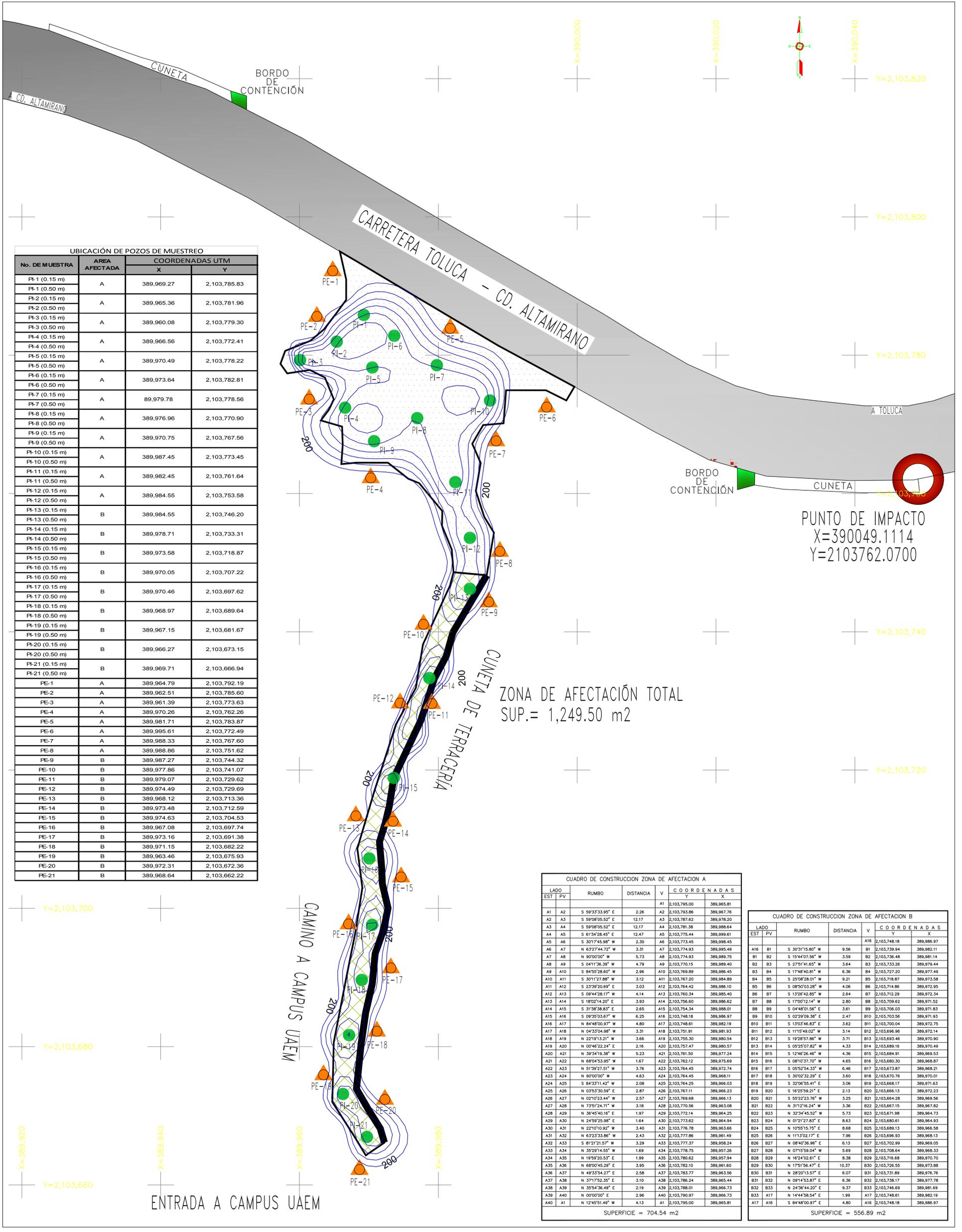
LADO EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS		
					X	Y	
A16	B1	S 30°31'15.80" W	9.56	B1	2,103,748.18	389,986.97	
B1	B2	S 15°44'07.56" W	3.59	B2	2,103,739.94	389,982.11	
B2	B3	S 27°51'41.65" W	3.64	B3	2,103,733.26	389,979.44	
B3	B4	S 17°48'40.81" W	6.36	B4	2,103,727.20	389,977.49	
B4	B5	S 25°08'26.01" W	9.21	B5	2,103,716.87	389,973.58	
B5	B6	S 08°50'33.28" W	4.06	B6	2,103,714.86	389,972.95	
B6	B7	S 13°28'42.85" W	2.64	B7	2,103,712.29	389,972.34	
B7	B8	S 17°00'12.14" W	2.80	B8	2,103,709.62	389,971.52	
B8	B9	S 04°48'01.56" E	3.61	B9	2,103,706.03	389,971.83	
B9	B10	S 02°29'09.38" E	2.47	B10	2,103,703.56	389,972.75	
B10	B11	S 13°03'46.83" E	3.62	B11	2,103,700.04	389,972.75	
B11	B12	S 11°54'49.02" W	3.14	B12	2,103,696.96	389,972.14	
B12	B13	S 19°28'57.86" W	3.71	B13	2,103,693.46	389,970.90	
B13	B14	S 05°25'07.82" W	4.33	B14	2,103,689.16	389,970.49	
B14	B15	S 12°48'26.46" W	4.36	B15	2,103,684.91	389,969.53	
B15	B16	S 08°10'37.70" W	4.65	B16	2,103,680.30	389,968.87	
B16	B17	S 05°52'54.33" W	6.46	B17	2,103,673.87	389,968.21	
B17	B18	S 30°02'32.20" E	3.60	B18	2,103,670.76	389,970.01	
B18	B19	S 32°06'55.41" E	3.06	B19	2,103,668.17	389,971.63	
B19	B20	S 16°25'59.21" E	2.13	B20	2,103,666.13	389,972.23	
B20	B21	S 55°22'33.70" W	3.25	B21	2,103,664.28	389,969.56	
B21	B22	N 31°12'16.24" W	3.36	B22	2,103,667.15	389,967.82	
B22	B23	N 32°34'45.20" W	5.73	B23	2,103,671.98	389,964.73	
B23	B24	N 01°21'27.83" E	8.63	B24	2,103,660.61	389,964.93	
B24	B25	N 10°55'15.75" E	8.68	B25	2,103,659.13	389,966.58	
B25	B26	N 11°10'02.17" E	7.96	B26	2,103,656.93	389,968.13	
B26	B27	N 08°40'36.96" E	6.13	B27	2,103,702.99	389,969.05	
B27	B28	N 07°15'59.04" W	5.69	B28	2,103,708.64	389,968.33	
B28	B29	N 16°24'02.61" E	8.38	B29	2,103,716.68	389,970.70	
B29	B30	N 17°51'56.47" E	10.37	B30	2,103,726.55	389,973.88	
B30	B31	N 28°20'13.57" E	6.07	B31	2,103,731.89	389,976.76	
B31	B32	N 09°14'53.87" E	6.36	B32	2,103,738.17	389,977.78	
B32	B33	N 24°36'44.20" E	9.37	B33	2,103,746.69	389,981.69	
B33	A17	N 14°44'58.54" E	1.99	A17	2,103,748.61	389,982.19	
A17	A16	S 84°48'00.97" W	4.80	A16	2,103,748.18	389,986.97	

SUPERFICIE = 556.89 m²



SIMBOLOGIA

- LINEA DE DVV
- PUNTO DE VOLCADURA
- LINEAS EN OPERACION (DUCTOS)
- CURVA DE NIVEL MAESTRA A CADA 1.00m
- CURVA DE NIVEL ORDINARIA A CADA 0.20m
- VERTICE DE INTERSECCION
- POSTE PEMEX
- ZONA DE EVALUACION
- SONDEO DE LOCALIZACION
- P1 POZO DE MUESTRE



UBICACIÓN DE POZOS DE MUESTREO

No. DE MUESTRA	AREA AFECTADA	COORDENADAS UTM	
		X	Y
PI-1 (0.15 m)	A	389,969.27	2,103,785.83
PI-1 (0.50 m)	A	389,965.36	2,103,781.96
PI-2 (0.15 m)	A	389,960.08	2,103,779.30
PI-2 (0.50 m)	A	389,966.56	2,103,772.41
PI-3 (0.15 m)	A	389,970.49	2,103,778.22
PI-3 (0.50 m)	A	389,973.64	2,103,782.81
PI-4 (0.15 m)	A	89,979.78	2,103,778.56
PI-4 (0.50 m)	A	389,976.96	2,103,770.90
PI-5 (0.15 m)	A	389,970.75	2,103,767.56
PI-5 (0.50 m)	A	389,987.45	2,103,773.45
PI-6 (0.15 m)	A	389,982.45	2,103,761.64
PI-6 (0.50 m)	A	389,984.55	2,103,753.58
PI-7 (0.15 m)	B	389,984.55	2,103,746.20
PI-7 (0.50 m)	B	389,978.71	2,103,733.31
PI-8 (0.15 m)	B	389,973.58	2,103,718.87
PI-8 (0.50 m)	B	389,970.05	2,103,707.22
PI-9 (0.15 m)	B	389,970.46	2,103,697.62
PI-9 (0.50 m)	B	389,968.97	2,103,689.64
PI-10 (0.15 m)	B	389,967.15	2,103,681.67
PI-10 (0.50 m)	B	389,966.27	2,103,673.15
PI-11 (0.15 m)	B	389,969.71	2,103,666.94
PI-11 (0.50 m)	B	389,964.79	2,103,792.19
PI-12 (0.15 m)	A	389,962.51	2,103,785.60
PI-12 (0.50 m)	A	389,961.39	2,103,773.63
PI-13 (0.15 m)	A	389,970.26	2,103,762.26
PI-13 (0.50 m)	A	389,981.71	2,103,783.87
PI-14 (0.15 m)	A	389,995.61	2,103,772.49
PI-14 (0.50 m)	A	389,988.33	2,103,767.60
PI-15 (0.15 m)	A	389,988.86	2,103,751.62
PI-15 (0.50 m)	A	389,987.27	2,103,744.32
PI-16 (0.15 m)	B	389,977.96	2,103,741.07
PI-16 (0.50 m)	B	389,979.07	2,103,729.62
PI-17 (0.15 m)	B	389,974.49	2,103,729.69
PI-17 (0.50 m)	B	389,968.12	2,103,713.36
PI-18 (0.15 m)	B	389,973.48	2,103,712.59
PI-18 (0.50 m)	B	389,974.63	2,103,704.53
PI-19 (0.15 m)	B	389,967.08	2,103,697.74
PI-19 (0.50 m)	B	389,973.16	2,103,691.38
PI-20 (0.15 m)	B	389,971.15	2,103,682.22
PI-20 (0.50 m)	B	389,963.46	2,103,675.93
PI-21 (0.15 m)	B	389,972.31	2,103,672.36
PI-21 (0.50 m)	B	389,968.64	2,103,662.22
PE-1	A	389,964.79	2,103,792.19
PE-2	A	389,962.51	2,103,785.60
PE-3	A	389,961.39	2,103,773.63
PE-4	A	389,970.26	2,103,762.26
PE-5	A	389,981.71	2,103,783.87
PE-6	A	389,995.61	2,103,772.49
PE-7	A	389,988.33	2,103,767.60
PE-8	A	389,988.86	2,103,751.62
PE-9	A	389,987.27	2,103,744.32
PE-10	B	389,977.96	2,103,741.07
PE-11	B	389,979.07	2,103,729.62
PE-12	B	389,974.49	2,103,729.69
PE-13	B	389,968.12	2,103,713.36
PE-14	B	389,973.48	2,103,712.59
PE-15	B	389,974.63	2,103,704.53
PE-16	B	389,967.08	2,103,697.74
PE-17	B	389,973.16	2,103,691.38
PE-18	B	389,971.15	2,103,682.22
PE-19	B	389,963.46	2,103,675.93
PE-20	B	389,972.31	2,103,672.36
PE-21	B	389,968.64	2,103,662.22

ZONA DE AFECTACIÓN TOTAL
SUP.= 1,249.50 m²

CUADRO DE CONSTRUCCION ZONA DE AFECTACION A

LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	X	Y
A1	A2	S 59°33'33.96" E	2.26	A2	2,103,795.00	389,965.81		
A2	A3	S 59°08'05.52" E	12.17	A3	2,103,787.82	389,978.20		
A3	A4	S 59°08'05.52" E	12.17	A4	2,103,781.38	389,988.64		
A4	A5	S 61°34'28.45" E	12.47	A5	2,103,775.44	389,999.61		
A5	A6	S 30°17'45.98" W	2.30	A6	2,103,773.45	389,998.45		
A6	A7	N 63°27'44.72" W	3.31	A7	2,103,774.93	389,995.49		
A7	A8	N 90°00'00" W	5.73	A8	2,103,774.93	389,989.75		
A8	A9	S 04°11'36.39" W	4.79	A9	2,103,770.15	389,989.40		
A9	A10	S 84°50'28.60" W	2.96	A10	2,103,769.89	389,986.45		
A10	A11	S 30°17'27.86" W	3.12	A11	2,103,767.20	389,984.89		
A11	A12	S 23°59'20.69" E	3.03	A12	2,103,764.42	389,986.10		
A12	A13	S 09°44'28.17" W	4.14	A13	2,103,760.34	389,985.40		
A13	A14	S 19°02'14.20" E	3.93	A14	2,103,756.60	389,986.62		
A14	A15	S 31°38'38.83" E	2.65	A15	2,103,754.34	389,988.01		
A15	A16	S 09°30'03.67" W	6.25	A16	2,103,748.18	389,986.97		
A16	A17	N 84°48'00.97" W	4.80	A17	2,103,748.61	389,982.19		
A17	A18	N 04°33'04.98" W	3.31	A18	2,103,751.91	389,981.93		
A18	A19	N 22°19'13.21" W	3.66	A19	2,103,755.30	389,980.54		
A19	A20	N 00°46'22.24" E	2.16	A20	2,103,757.47	389,980.57		
A20	A21	N 39°34'19.38" W	5.23	A21	2,103,761.50	389,977.24		
A21	A22	N 68°04'53.95" W	1.67	A22	2,103,762.12	389,975.69		
A22	A23	N 51°39'27.51" W	3.76	A23	2,103,764.45	389,972.74		
A23	A24	N 90°00'00" W	4.63	A24	2,103,764.45	389,968.11		
A24	A25	S 84°33'11.42" W	2.08	A25	2,103,764.25	389,966.03		
A25	A26	N 03°53'30.59" E	2.87	A26	2,103,761.11	389,966.23		
A26	A27	N 02°10'33.44" W	2.57	A27	2,103,769.68	389,966.13		
A27	A28	N 73°51'34.71" W	3.18	A28	2,103,770.56	389,963.08		
A28	A29	N 36°45'40.16" E	1.97	A29	2,103,772.14	389,964.25		
A29	A30	N 24°59'25.84" E	1.64	A30	2,103,776.82	389,964.94		
A30	A31	N 22°10'10.92" W	3.40	A31	2,103,776.78	389,963.66		
A31	A32	N 63°23'33.86" W	2.43	A32	2,103,777.86	389,961.49		
A32	A33	S 81°21'21.57" W	3.29	A33	2,103,777.37	389,958.24		
A33	A34	N 35°29'14.55" W	1.69	A34	2,103,778.75	389,957.26		
A34	A35	N 19°59'20.53" E	1.99	A35	2,103,780.62	389,957.04		
A35	A36	N 68°00'45.29" E	3.95	A36	2,103,782.10	389,961.60		
A36	A37	N 49°33'54.27" E	2.58	A37	2,103,783.77	389,963.56		
A37	A38	N 37°19'52.35" E	3.10	A38	2,103,786.24	389,965.44		
A38	A39	N 35°54'36.49" E	2.19	A39	2,103,788.01	389,966.73		
A39	A40	N 00°00'00" W	2.96	A40	2,103,790.97	389,966.73		
A40	A1	N 12°45'51.49" W	4.13	A1	2,103,795.00	389,965.81		

SUPERFICIE = 704.54 m²

CUADRO DE CONSTRUCCION ZONA DE AFECTACION B

LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	X	Y
B1	B2	S 30°31'15.80" W	9.56	B2	2,103,748.18	389,986.97		
B2	B3	S 15°44'07.56" W	3.59	B3	2,103,736.48	389,981.14		
B3	B4	S 27°51'41.65" W	3.64	B4	2,103,733.26	389,979.44		
B4	B5	S 17°48'40.81" W	6.36	B5	2,103,727.20	389,977.49		
B5	B6	S 25°08'26.07" W	9.21	B6	2,103,716.87	389,973.58		
B6	B7	S 08°50'33.28" W	4.06	B7	2,103,714.86	389,972.95		
B7	B8	S 13°28'42.85" W	2.64	B8	2,103,712.29	389,972.34		
B8	B9	S 17°00'12.14" W	2.80	B9	2,103,709.62	389,971.52		
B9	B10	S 04°48'01.56" E	3.61	B10	2,103,706.03	389,971.83		
B10	B11	S 02°29'09.38" E	2.47	B11	2,103,703.56	389,971.93		
B11	B12	S 13°03'46.83" E	3.62	B12	2,103,700.04	389,972.75		
B12	B13	S 11°54'49.02" W	3.14	B13	2,103,696.96	389,972.14		
B13	B14	S 19°28'57.86" W	3.71	B14	2,103,693.46	389,970.90		
B14	B15	S 05°25'07.82" W	4.33	B15	2,103,689.16	389,970.49		
B15	B16	S 12°48'26.46" W	4.36	B16	2,103,684.91	389,969.53		
B16	B17	S 08°10'37.70" W	4.65	B17	2,103,680.30	389,968.87		
B17	B18	S 05°52'54.33" W	6.46	B18	2,103,673.87	389,968.21		
B18	B19	S 30°02'32.29" E	3.60	B19	2,103,670.76	389,970.01		
B19	B20	S 32°06'55.41" E	3.06	B20	2,103,668.17	389,971.63		
B20	B21	S 16°25'59.21" E	2.13	B21	2,103,666.13	389,972.23		
B21	B22	S 55°23'23.76" W	3.25	B22	2,103,664.28	389,969.56		
B22	B23	N 31°21'16.24" W	3.36	B23	2,103,667.15	389,967.82		
B23	B24	N 32°34'45.52" W	5.73	B24	2,103,671.98	389,964.73		
B24	B25	N 01°21'27.83" E	8.63	B25	2,103,660.61	389,964.93		
B25	B26	N 10°50'15.75" E	8.68	B26	2,103,659.13	389,966.58		
B26	B27	N 11°13'02.17" E	7.96	B27	2,103,656.93	389,968.13		
B27	B28	N 08°40'36.96" E	6.13	B28	2,103,702.99	389,966.05		
B28	B29	N 07°15'59.04" W	5.69	B29	2,103,708.64	389,968.33		
B29	B30	N 16°24'02.61" E	8.38	B30	2,103,716.68	389,970.70		
B30	B31	N 17°51'56.47" E	10.37	B31	2,103,726.55	389,973.88		
B31	B32	N 28°20'15.57" E	6.07	B32	2,103,731.89	389,976.76		
B32	B33	N 09°14'53.87" E	6.36	B33	2,103,738.17	389,977.78		
B33	B34	N 24°36'44.20" E	9.37	B34	2,103,746.69	389,981.69		
B34	A17	N 14°44'58.54" E	1.99	A17	2,103,748.61	389,982.19		
A17	A16	S 84°48'00.97" E	4.80	A16	2,103,748.18	389,986.97		

SUPERFICIE = 556.89 m²



LOCALIZACIÓN DEL SITIO

SIMBOLOGIA

- LINEA DE DVV
- PUNTO DE VOLCADURA
- LINEAS EN OPERACION (DUCTOS)
- CURVA DE NIVEL MAESTRA A CADA 1.00m
- CURVA DE NIVEL ORDINARIA A CADA 0.20m
- VERTICE DE INTERSECCION
- POSTE PEMEX
- ZONA DE EVALUACION
- SONDEO DE LOCALIZACION
- POZO DE MUESTREO
- LINEAS DE ISOCONCENTRACION HFL>200 PPM

NOTAS

COORDENADAS DE INICIO DE LA ESTACION BASE LIGADA A LA RED GEODESICA NACIONAL ACTIVA DEL INEGI NORTE

DATUM: WGS84
ELIPSOIDE DE REFERENCIA: GRS 80
QUADRICULA: A CADA 50.00 mts.
ZONA UTM: 14

PLUMA CONTAMINANTE HFL 0.15 m

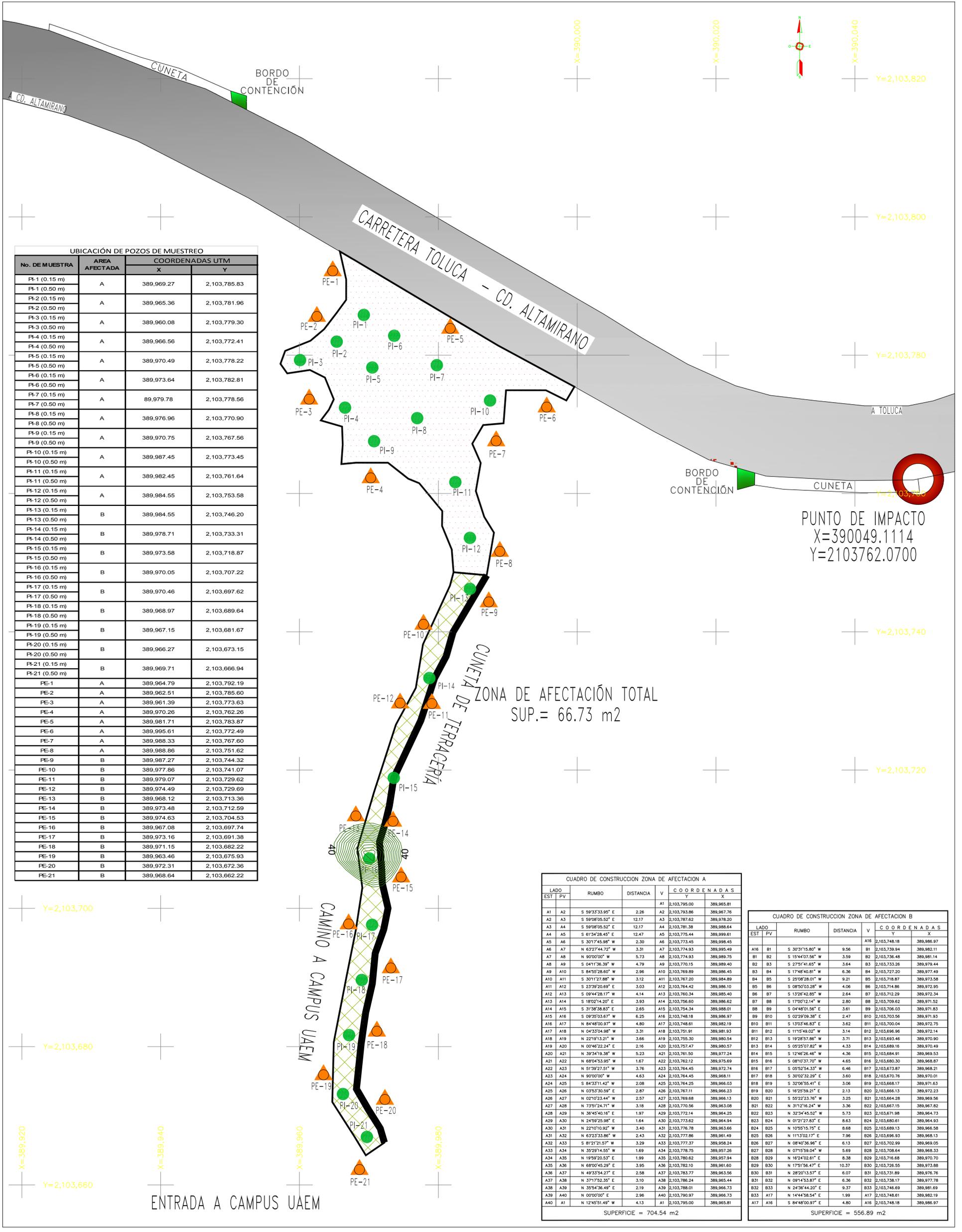
DEBARRA DE GASOLINA POR VOLCADURA DE TANQUE EN KM. 75+500 CARRETERA TOLUCA - CD. ALTAMIRANO EN EL POBLADO SAN SIMÓN DE GUERRERO, MUNICIPIO DE TEMASCALTEPEC, ESTADO DE MEXICO.

TRABAJA: CONSULTORIA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A. DE C.V.

FECHA: ENERO DE 2020

UNIDAD DE MEDIDA: METROS

NUMERO DE PLANO: **M2**



UBICACIÓN DE POZOS DE MUESTREO

No. DE MUESTRA	AREA AFECTADA	COORDENADAS UTM	
		X	Y
PI-1 (0.15 m)	A	389,969.27	2,103,785.83
PI-1 (0.50 m)	A	389,965.36	2,103,781.96
PI-2 (0.15 m)	A	389,960.08	2,103,779.30
PI-2 (0.50 m)	A	389,966.56	2,103,772.41
PI-3 (0.15 m)	A	389,970.49	2,103,778.22
PI-3 (0.50 m)	A	389,973.64	2,103,782.81
PI-4 (0.15 m)	A	89,979.78	2,103,778.56
PI-4 (0.50 m)	A	389,976.96	2,103,770.90
PI-5 (0.15 m)	A	389,970.75	2,103,767.56
PI-5 (0.50 m)	A	389,987.45	2,103,773.45
PI-6 (0.15 m)	A	389,982.45	2,103,761.64
PI-6 (0.50 m)	A	389,984.55	2,103,753.58
PI-7 (0.15 m)	A	389,978.71	2,103,733.31
PI-7 (0.50 m)	B	389,973.58	2,103,718.87
PI-8 (0.15 m)	B	389,970.05	2,103,707.22
PI-8 (0.50 m)	B	389,970.46	2,103,697.62
PI-9 (0.15 m)	B	389,968.97	2,103,689.64
PI-9 (0.50 m)	B	389,967.15	2,103,681.67
PI-10 (0.15 m)	B	389,966.27	2,103,673.15
PI-10 (0.50 m)	B	389,969.71	2,103,666.94
PI-11 (0.15 m)	A	389,964.79	2,103,792.19
PI-11 (0.50 m)	A	389,962.51	2,103,785.60
PI-12 (0.15 m)	A	389,961.39	2,103,773.63
PI-12 (0.50 m)	A	389,970.26	2,103,762.26
PI-13 (0.15 m)	A	389,981.71	2,103,783.87
PI-13 (0.50 m)	A	389,995.61	2,103,772.49
PI-14 (0.15 m)	A	389,988.33	2,103,767.60
PI-14 (0.50 m)	A	389,988.86	2,103,751.62
PI-15 (0.15 m)	B	389,987.27	2,103,744.32
PI-15 (0.50 m)	B	389,977.86	2,103,741.07
PI-16 (0.15 m)	B	389,979.07	2,103,729.62
PI-16 (0.50 m)	B	389,974.49	2,103,729.69
PI-17 (0.15 m)	B	389,968.12	2,103,713.36
PI-17 (0.50 m)	B	389,973.48	2,103,712.59
PI-18 (0.15 m)	B	389,974.63	2,103,704.53
PI-18 (0.50 m)	B	389,967.08	2,103,697.74
PI-19 (0.15 m)	B	389,973.16	2,103,691.38
PI-19 (0.50 m)	B	389,971.15	2,103,682.22
PI-20 (0.15 m)	B	389,963.46	2,103,675.93
PI-20 (0.50 m)	B	389,972.31	2,103,672.36
PI-21 (0.15 m)	B	389,968.64	2,103,662.22
PI-21 (0.50 m)	B	389,968.64	2,103,662.22

ZONA DE AFECTACIÓN TOTAL
SUP.= 66.73 m²

CUADRO DE CONSTRUCCION ZONA DE AFECTACION A

LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
A1	A2	S 59°33'33.96" E	2.26	A2	2,103,795.00	389,965.81	
A2	A3	S 59°08'05.52" E	12.17	A3	2,103,787.62	389,978.20	
A3	A4	S 59°08'05.52" E	12.17	A4	2,103,781.38	389,988.64	
A4	A5	S 61°34'28.45" E	12.47	A5	2,103,775.44	389,999.61	
A5	A6	S 30°17'45.98" W	2.30	A6	2,103,773.45	389,998.45	
A6	A7	N 63°27'44.72" W	3.31	A7	2,103,774.93	389,995.49	
A7	A8	N 90°00'00" W	5.73	A8	2,103,774.93	389,989.75	
A8	A9	S 04°11'36.39" W	4.79	A9	2,103,770.15	389,989.40	
A9	A10	S 84°50'28.60" W	2.96	A10	2,103,769.89	389,986.45	
A10	A11	S 30°17'27.86" W	3.12	A11	2,103,767.20	389,984.89	
A11	A12	S 23°59'20.69" E	3.03	A12	2,103,764.42	389,986.10	
A12	A13	S 09°44'28.17" W	4.14	A13	2,103,760.34	389,985.40	
A13	A14	S 19°02'14.20" E	3.93	A14	2,103,756.60	389,986.62	
A14	A15	S 31°38'38.83" E	2.65	A15	2,103,754.34	389,988.01	
A15	A16	S 09°50'03.67" W	6.25	A16	2,103,748.18	389,986.97	
A16	A17	N 84°48'00.97" W	4.80	A17	2,103,748.61	389,982.19	
A17	A18	N 04°33'04.98" W	3.31	A18	2,103,751.91	389,981.93	
A18	A19	N 22°19'13.21" W	3.66	A19	2,103,755.30	389,980.54	
A19	A20	N 00°46'22.24" E	2.16	A20	2,103,757.47	389,980.57	
A20	A21	N 39°34'19.38" W	5.23	A21	2,103,761.50	389,977.24	
A21	A22	N 68°04'53.95" W	1.67	A22	2,103,762.12	389,975.69	
A22	A23	N 51°39'27.51" W	3.76	A23	2,103,764.45	389,972.74	
A23	A24	N 90°00'00" W	4.63	A24	2,103,764.45	389,968.11	
A24	A25	S 84°33'11.42" W	2.08	A25	2,103,764.25	389,966.03	
A25	A26	N 03°53'30.97" E	2.87	A26	2,103,767.11	389,966.23	
A26	A27	N 02°10'33.44" W	2.57	A27	2,103,769.68	389,966.13	
A27	A28	N 73°51'34.71" W	3.18	A28	2,103,770.56	389,963.08	
A28	A29	N 36°45'40.16" E	1.97	A29	2,103,772.14	389,964.25	
A29	A30	N 24°59'25.98" E	1.64	A30	2,103,776.62	389,964.94	
A30	A31	N 22°10'02.92" W	3.40	A31	2,103,776.78	389,963.66	
A31	A32	N 63°23'33.86" W	2.43	A32	2,103,777.86	389,961.49	
A32	A33	S 81°21'21.57" W	3.29	A33	2,103,777.37	389,958.24	
A33	A34	N 35°29'14.55" W	1.69	A34	2,103,778.75	389,957.26	
A34	A35	N 19°59'20.53" E	1.99	A35	2,103,780.62	389,957.04	
A35	A36	N 68°00'45.29" E	3.95	A36	2,103,782.10	389,961.60	
A36	A37	N 49°33'54.27" E	2.58	A37	2,103,783.77	389,963.56	
A37	A38	N 37°19'52.35" E	3.10	A38	2,103,786.24	389,965.44	
A38	A39	N 35°54'36.49" E	2.19	A39	2,103,788.01	389,966.73	
A39	A40	N 00°00'00" W	2.96	A40	2,103,790.97	389,966.73	
A40	A1	N 12°45'51.49" W	4.13	A1	2,103,795.00	389,965.81	

SUPERFICIE = 704.54 m²

CUADRO DE CONSTRUCCION ZONA DE AFECTACION B

LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
B1	B2	S 30°31'15.80" W	9.56	B2	2,103,748.18	389,986.97	
B2	B3	S 15°44'07.56" W	3.59	B3	2,103,736.48	389,981.14	
B3	B4	S 27°51'41.65" W	3.64	B4	2,103,733.26	389,979.44	
B4	B5	S 17°48'40.81" W	6.36	B5	2,103,727.20	389,977.49	
B5	B6	S 25°08'26.07" W	9.21	B6	2,103,718.87	389,973.58	
B6	B7	S 08°50'33.28" W	4.06	B7	2,103,714.86	389,972.95	
B7	B8	S 13°28'42.85" W	2.64	B8	2,103,712.29	389,972.34	
B8	B9	S 17°02'12.14" W	2.80	B9	2,103,709.62	389,971.52	
B9	B10	S 04°48'01.56" E	3.61	B10	2,103,706.03	389,971.83	
B10	B11	S 02°29'09.38" E	2.47	B11	2,103,703.56	389,971.93	
B11	B12	S 13°03'46.83" E	3.62	B12	2,103,700.04	389,972.75	
B12	B13	S 11°54'49.02" W	3.14	B13	2,103,696.96	389,972.14	
B13	B14	S 19°28'57.86" W	3.71	B14	2,103,693.46	389,970.90	
B14	B15	S 05°25'07.82" W	4.33	B15	2,103,689.16	389,970.49	
B15	B16	S 12°48'26.46" W	4.36	B16	2,103,684.91	389,969.53	
B16	B17	S 08°10'37.70" W	4.65	B17	2,103,680.30	389,968.87	
B17	B18	S 05°52'34.33" W	6.46	B18	2,103,673.87	389,968.21	
B18	B19	S 30°02'32.29" E	3.60	B19	2,103,670.76	389,970.01	
B19	B20	S 32°06'55.41" E	3.06	B20	2,103,668.17	389,971.63	
B20	B21	S 16°25'59.21" E	2.13	B21	2,103,666.13	389,972.23	
B21	B22	S 55°23'23.70" W	3.25	B22	2,103,664.28	389,969.56	
B22	B23	N 31°21'16.24" W	3.36	B23	2,103,667.15	389,967.82	
B23	B24	N 32°34'45.52" W	5.73	B24	2,103,671.98	389,964.73	
B24	B25	N 01°21'27.83" E	8.63	B25	2,103,660.61	389,964.93	
B25	B26	N 10°50'15.75" E	8.68	B26	2,103,659.13	389,966.58	
B26	B27	N 11°13'02.17" E	7.96	B27	2,103,656.93	389,968.13	
B27	B28	N 08°40'36.96" E	6.13	B28	2,103,702.99	389,966.05	
B28	B29	N 07°15'59.04" W	5.69	B29	2,103,708.64	389,968.33	
B29	B30	N 16°24'02.61" E	8.38	B30	2,103,716.68	389,970.70	
B30	B31	N 17°51'56.47" E	10.37	B31	2,103,726.55	389,973.88	
B31	B32	N 28°20'13.57" E	6.07	B32	2,103,731.89	389,976.76	
B32	B33	N 09°14'53.85" E	6.36	B33	2,103,738.17	389,977.78	
B33	B34	N 24°36'44.20" E	9.37	B34	2,103,746.69	389,981.69	
B34	A17	N 14°44'58.54" E	1.99	A17	2,103,748.18	389,982.19	
A17	A16	S 84°48'00.97" E	4.80	A16	2,103,748.18	389,986.97	

SUPERFICIE = 556.89 m²



SIMBOLOGIA

- LINEA DE DVV
- PUNTO DE VOLCADURA
- LINEAS EN OPERACION (DUCTOS)
- 2205.00
- CURVA DE NIVEL MAESTRA A CADA 1.00m
- CURVA DE NIVEL ORDINARIA A CADA 0.20m
- VERTICE DE INTERSECCION
- POSTE PEMEX
- ZONA DE EVALUACION
- SONDEO DE LOCALIZACION
- POZO DE MUESTREO
- LINEAS DE ISOCONCENTRACION XILENOS >40 PPM

NOTAS

COORDENADAS DE INICIO DE LA ESTACION BASE LIGADA A LA RED GEODESICA NACIONAL ACTIVA DEL INEGI NORTE

DATUM: WGS84
EIPSIDIO DE REFERENCIA: GRS 80
CUADRICULA: A CADA 50.00 mts.
ZONA UTM: 14

PLUMA CONTAMINANTE BTEX (XILENOS) 0.15 m

DERIVADO DE GASOLINA POR VOLCADURA DE TANQUE EN KM. 75+500 CARRETERA FEDERAL TOLUCA - CD. ALTAMIRANO EN EL POBLADO SAN SIMÓN DE GUERRERO, MUNICIPIO DE TEMASCALTEPEC, ESTADO DE MEXICO.

TRABAJOS: CONSULTORIA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A. DE C.V.

REVISOR: CONSULTORIA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A. DE C.V.

Nombre de Personas Físicas, Art. 113 fracción I de la LFTAIIP y 116 primer párrafo de la LOTAIP

COMPANIA CONTRATADA: CONSULTORIA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A. DE C.V.

FECHA: ENERO DE 2020

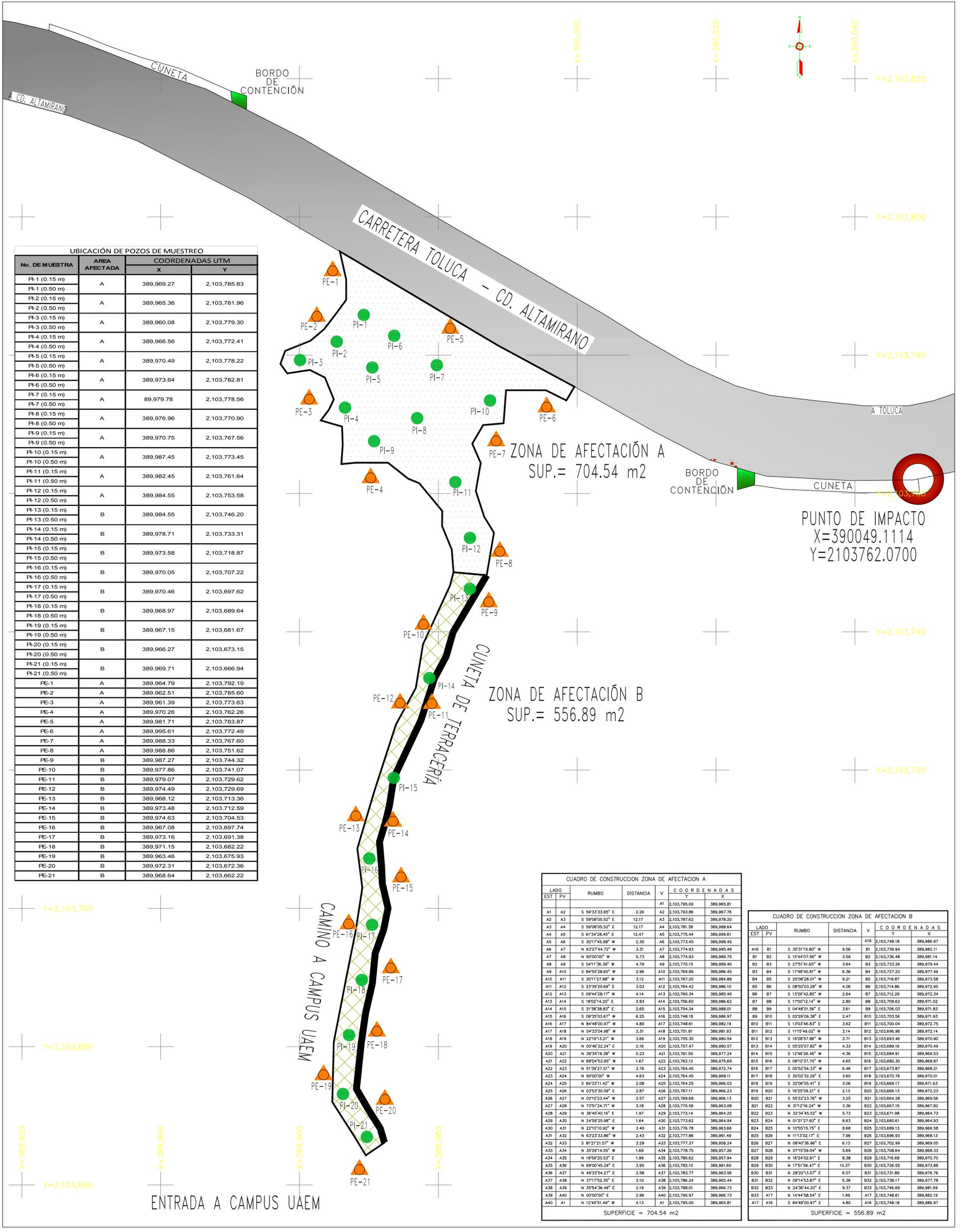
NOTACION: METROS

M3

LOCALIZACIÓN DEL SITIO

SIMBOLOGIA

NOTAS



UBICACIÓN DE POZOS DE MUESTREO

No. DE MUESTRA	AREA AFECTADA	COORDENADAS UTM	
		X	Y
PI-1 (0.15 m)	A	389,969.27	2,103,785.83
PI-1 (0.50 m)	A	389,965.36	2,103,781.96
PI-2 (0.15 m)	A	389,960.08	2,103,779.30
PI-2 (0.50 m)	A	389,966.56	2,103,772.41
PI-3 (0.15 m)	A	389,970.49	2,103,778.22
PI-3 (0.50 m)	A	389,973.64	2,103,782.81
PI-4 (0.15 m)	A	89,979.78	2,103,778.56
PI-4 (0.50 m)	A	389,976.96	2,103,770.90
PI-5 (0.15 m)	A	389,970.75	2,103,767.56
PI-5 (0.50 m)	A	389,987.45	2,103,773.45
PI-6 (0.15 m)	A	389,982.45	2,103,761.64
PI-6 (0.50 m)	A	389,984.55	2,103,753.58
PI-7 (0.15 m)	B	389,978.71	2,103,733.31
PI-7 (0.50 m)	B	389,973.58	2,103,718.87
PI-8 (0.15 m)	B	389,970.05	2,103,707.22
PI-8 (0.50 m)	B	389,970.46	2,103,697.62
PI-9 (0.15 m)	B	389,968.97	2,103,689.64
PI-9 (0.50 m)	B	389,967.15	2,103,681.67
PI-10 (0.15 m)	B	389,966.27	2,103,673.15
PI-10 (0.50 m)	B	389,969.71	2,103,666.94
PI-11 (0.15 m)	A	389,964.79	2,103,792.19
PI-11 (0.50 m)	A	389,962.51	2,103,785.60
PI-12 (0.15 m)	A	389,961.39	2,103,773.63
PI-12 (0.50 m)	A	389,970.26	2,103,762.26
PI-13 (0.15 m)	A	389,981.71	2,103,783.87
PI-13 (0.50 m)	A	389,995.61	2,103,772.49
PI-14 (0.15 m)	A	389,988.33	2,103,767.60
PI-14 (0.50 m)	A	389,988.86	2,103,751.62
PI-15 (0.15 m)	B	389,987.27	2,103,744.32
PI-15 (0.50 m)	B	389,977.96	2,103,741.07
PI-16 (0.15 m)	B	389,979.07	2,103,729.62
PI-16 (0.50 m)	B	389,974.49	2,103,729.69
PI-17 (0.15 m)	B	389,968.12	2,103,713.36
PI-17 (0.50 m)	B	389,973.48	2,103,712.59
PI-18 (0.15 m)	B	389,974.63	2,103,704.53
PI-18 (0.50 m)	B	389,967.08	2,103,697.74
PI-19 (0.15 m)	B	389,973.16	2,103,691.38
PI-19 (0.50 m)	B	389,971.15	2,103,682.22
PI-20 (0.15 m)	B	389,963.46	2,103,675.93
PI-20 (0.50 m)	B	389,972.31	2,103,672.36
PI-21 (0.15 m)	B	389,968.64	2,103,662.22
PI-21 (0.50 m)	B	389,968.64	2,103,662.22

CUADRO DE CONSTRUCCION ZONA DE AFECTACION A

LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
A1	A2	S 59°33'33.96" E	2.26	A2	2,103,795.00	389,965.81	
A2	A3	S 59°08'05.52" E	12.17	A3	2,103,787.86	389,978.20	
A3	A4	S 59°08'05.52" E	12.17	A4	2,103,781.38	389,988.64	
A4	A5	S 61°34'28.45" E	12.47	A5	2,103,775.44	389,999.61	
A5	A6	S 30°17'45.98" W	2.30	A6	2,103,773.45	389,998.45	
A6	A7	N 63°27'44.72" W	3.31	A7	2,103,774.93	389,995.49	
A7	A8	N 90°00'00" W	5.73	A8	2,103,774.93	389,989.75	
A8	A9	S 04°11'36.39" W	4.79	A9	2,103,770.15	389,989.40	
A9	A10	S 84°50'28.60" W	2.96	A10	2,103,769.89	389,986.45	
A10	A11	S 30°17'27.86" W	3.12	A11	2,103,767.20	389,984.89	
A11	A12	S 23°59'20.69" E	3.03	A12	2,103,764.42	389,986.10	
A12	A13	S 09°44'28.17" W	4.14	A13	2,103,760.34	389,985.40	
A13	A14	S 19°02'14.20" E	3.93	A14	2,103,756.60	389,986.62	
A14	A15	S 31°38'38.83" E	2.65	A15	2,103,754.34	389,988.01	
A15	A16	S 09°35'03.67" W	6.25	A16	2,103,748.18	389,986.97	
A16	A17	N 84°48'00.97" W	4.80	A17	2,103,748.61	389,982.19	
A17	A18	N 04°33'04.98" W	3.31	A18	2,103,751.91	389,981.93	
A18	A19	N 22°19'13.21" W	3.66	A19	2,103,755.30	389,980.54	
A19	A20	N 00°46'22.24" E	2.16	A20	2,103,757.47	389,980.57	
A20	A21	N 39°34'19.38" W	5.23	A21	2,103,761.50	389,977.24	
A21	A22	N 68°04'53.95" W	1.67	A22	2,103,762.12	389,975.69	
A22	A23	N 51°39'27.51" W	3.76	A23	2,103,764.45	389,972.74	
A23	A24	N 90°00'00" W	4.63	A24	2,103,764.45	389,968.11	
A24	A25	S 84°33'11.42" W	2.08	A25	2,103,764.25	389,966.03	
A25	A26	N 03°53'30.97" E	2.87	A26	2,103,767.11	389,966.23	
A26	A27	N 02°10'33.44" W	2.57	A27	2,103,769.68	389,966.13	
A27	A28	N 73°51'34.71" W	3.18	A28	2,103,770.56	389,963.08	
A28	A29	N 36°45'40.16" E	1.97	A29	2,103,772.14	389,964.25	
A29	A30	N 24°59'25.88" E	1.64	A30	2,103,776.62	389,964.94	
A30	A31	N 22°10'10.92" W	3.40	A31	2,103,776.78	389,963.66	
A31	A32	N 63°23'33.86" W	2.43	A32	2,103,777.86	389,961.49	
A32	A33	S 81°21'57.57" W	3.29	A33	2,103,777.37	389,958.24	
A33	A34	N 35°29'14.55" W	1.69	A34	2,103,778.75	389,957.26	
A34	A35	N 19°59'20.53" E	1.99	A35	2,103,780.62	389,957.04	
A35	A36	N 68°00'45.29" E	3.95	A36	2,103,782.10	389,961.60	
A36	A37	N 49°33'54.27" E	2.58	A37	2,103,783.77	389,963.56	
A37	A38	N 37°19'52.35" E	3.10	A38	2,103,786.24	389,965.44	
A38	A39	N 35°54'36.49" E	2.19	A39	2,103,788.01	389,966.73	
A39	A40	N 00°00'00" W	2.96	A40	2,103,790.97	389,966.73	
A40	A1	N 12°45'51.49" W	4.13	A1	2,103,795.00	389,965.81	

SUPERFICIE = 704.54 m²

CUADRO DE CONSTRUCCION ZONA DE AFECTACION B

LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
B1	B2	S 30°31'15.80" W	9.56	B2	2,103,748.18	389,986.97	
B2	B3	S 15°44'07.56" W	3.59	B3	2,103,736.48	389,981.14	
B3	B4	S 27°51'41.65" W	3.64	B4	2,103,733.26	389,979.44	
B4	B5	S 17°48'40.81" W	6.36	B5	2,103,727.20	389,977.49	
B5	B6	S 25°08'26.07" W	9.21	B6	2,103,718.87	389,973.58	
B6	B7	S 08°50'33.28" W	4.06	B7	2,103,714.86	389,972.95	
B7	B8	S 13°28'42.85" W	2.64	B8	2,103,712.29	389,972.34	
B8	B9	S 17°02'12.14" W	2.80	B9	2,103,709.62	389,971.52	
B9	B10	S 04°48'01.56" E	3.61	B10	2,103,706.03	389,971.83	
B10	B11	S 02°29'09.38" E	2.47	B11	2,103,703.56	389,971.93	
B11	B12	S 13°03'46.83" E	3.62	B12	2,103,700.04	389,972.75	
B12	B13	S 11°54'49.02" W	3.14	B13	2,103,696.96	389,972.14	
B13	B14	S 19°28'57.86" W	3.71	B14	2,103,693.46	389,970.90	
B14	B15	S 05°25'07.82" W	4.33	B15	2,103,689.16	389,970.49	
B15	B16	S 12°48'26.46" W	4.36	B16	2,103,684.91	389,969.53	
B16	B17	S 08°10'37.70" W	4.65	B17	2,103,680.30	389,968.87	
B17	B18	S 05°52'34.33" W	6.46	B18	2,103,673.87	389,968.21	
B18	B19	S 30°02'32.29" E	3.60	B19	2,103,670.76	389,970.01	
B19	B20	S 32°06'55.41" E	3.06	B20	2,103,668.17	389,971.63	
B20	B21	S 16°25'59.21" E	2.13	B21	2,103,666.13	389,972.23	
B21	B22	S 55°22'33.78" W	3.25	B22	2,103,664.28	389,969.56	
B22	B23	N 31°21'16.24" W	3.36	B23	2,103,667.15	389,967.82	
B23	B24	N 32°34'45.52" W	5.73	B24	2,103,671.98	389,964.73	
B24	B25	N 01°21'27.83" E	8.63	B25	2,103,660.61	389,964.93	
B25	B26	N 10°55'15.75" E	8.68	B26	2,103,659.13	389,966.58	
B26	B27	N 11°13'02.17" E	7.96	B27	2,103,656.93	389,968.13	
B27	B28	N 08°40'36.96" E	6.13	B28	2,103,702.99	389,966.05	
B28	B29	N 07°15'59.04" W	5.69	B29	2,103,708.64	389,968.33	
B29	B30	N 16°24'02.61" E	8.38	B30	2,103,716.68	389,970.70	
B30	B31	N 17°51'56.47" E	10.37	B31	2,103,726.55	389,973.88	
B31	B32	N 28°20'13.57" E	6.07	B32	2,103,731.89	389,976.76	
B32	B33	N 09°14'53.87" E	6.36	B33	2,103,738.17	389,977.78	
B33	B34	N 24°36'44.20" E	9.37	B34	2,103,746.69	389,981.69	
B34	A17	N 14°44'58.54" E	1.99	A17	2,103,748.18	389,982.19	
A17	A16	S 84°48'00.97" E	4.80	A16	2,103,748.18	389,986.97	

SUPERFICIE = 556.89 m²



SIMBOLOGIA

- LINEA DE DVV
- PUNTO DE VOLCADURA
- LINEAS EN OPERACION (DUCTOS)
- 2205.00
- CURVA DE NIVEL MAESTRA A CADA 1.00m
- CURVA DE NIVEL ORDINARIA A CADA 0.20m
- VERTICE DE INTERSECCION
- POSTE PEMEX
- ZONA DE EVALUACION
- SONDEO DE LOCALIZACION
- POZO DE MUESTREO

NOTAS

COORDENADAS DE INICIO DE LA ESTACION BASE LIGADA A LA RED GEODESICA NACIONAL ACTIVA DEL INEGI. NORTE

DATUM: WGS84
EIPSIDIO DE REFERENCIA: GRS 80
QUADRICULA: A CADA 50.00 mts.
ZONA UTM: 14

PLANO DE UBICACIÓN DE POZOS DE MUESTREO
DERRAME DE GASOLINA POR VOLCADURA DE TANQUE EN KM. 75+500 CARRETERA FEDERAL TOLUCA - CD. ALTAMIRANO EN EL POBLADO SAN SIMÓN DE GUERRERO, MUNICIPIO DE TEMASCALTEPEC, ESTADO DE MEXICO.

EMPRESA: CONSULTORIA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A. DE C.V.
PROYECTO: CONSULTORIA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A. DE C.V.
Nombres de Personas Físicas, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.
FECHA: ENERO DE 2020
Escala: METROS

M1