AUTOTANQUES FORANEOS, S.A. DE C.V.

Trámite: **Propuesta de Remediación**.

UNIDAD DE GESTIÓN INDUSTRIAL
DE LA ASEA.
P R E S E N T E.-

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

23 de mayo de 2022

C. DANIEL YAIR LEAL HERNÁNDEZ, en mi carácter de apoderado legal de la empresa **AUTOTANQUES FORÁNEOS, S.A. DE C.V.**, señalando como domicilio para el efecto de oír y recibir notificaciones el ubicado en: **Ayutla No.1315, Colonia Nuevo Repueblo, Monterrey, Nuevo León, C.P. 64700**, autorizando para los mismos efectos a los CC. [redacted]; con correo electrónico [redacted] con el debido respeto comparezco a exponer:

En fecha **01 de noviembre de 2021**, una unidad de mi propiedad de mi representada, tuvo un accidente en el **km. 050+700 de la Carretera (1615) Mérida – Puerto Juárez, municipio de Hoctún, estado de Yucatán,** derramando aproximadamente **31,000** litros de **Turbosina** sobre suelo natural.

Asimismo, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 75 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y 146 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y artículo 29 fracción XVI del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, presento a su consideración el Programa de Remediación (PR) el cual se presenta con Formato SEMARNAT-07-035, PROPUESTA DE REMEDIACIÓN, MODALIDAD A. EMERGENCIA AMBIENTAL ***(Anexo I – Formato SEMARNAT-07-035), (Anexo II. Programa de Remediación)*** elaborado por nuestro responsable técnico la empresa ISALI, S.A. de C.V., en el que se considera un volumen total de **594 m^3** de material edáfico que se someterán a tratamiento mediante la técnica de **Biorremediación por Biopilas a un lado del sitio contaminado** a realizarse en un plazo de **17 semanas**.

Asimismo, y a efecto de cumplir con el requisito de procedibilidad para la debida evaluación y aprobación del Programa de Remediación, anexo encontrará el pago de derechos efectuado en el formato e5cinco que establece el artículo 194-T-6 fracción II de la Ley Federal de Derechos, que constituye uno de los anexos del formato antes mencionado.

En virtud de lo anteriormente expuesto, solicito a Usted C. director de la manera más atenta lo siguiente:

ÚNICO. - Tenerme por presentando el Programa de Remediación elaborado para el sitio ubicado en el **km. 050+700 de la Carretera (1615) Mérida – Puerto Juárez, municipio de Hoctún, estado de Yucatán**, para su correspondiente evaluación y aprobación, acorde a lo establecido en los artículos 144, 146, 147 y demás relativos del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Sin más por el momento, quedo de Usted para cualquier duda o aclaración.

A T E N T A M E N T E.-

C. DANIEL YAIR LEAL HERNÁNDEZ
APODERADO LEGAL DE LA EMPRESA
AUTOTANQUES FORÁNEOS, S.A. DE C.V.

PROGRAMA DE REMEDIACIÓN

AUTOTANQUES FORÁNEOS, S.A. DE C.V.
Sin. 1147455-21

Derrame de aproximadamente 31,000 L de Turbosina en el Km. 050 + 700 de la Carretera (1615) Mérida – Puerto Juárez, municipio de Hoctún, estado de Yucatán.



"Profesionales y éticos…para su tranquilidad"

Monterrey, Nuevo León, mayo de 2022

ISALI, S.A. DE C.V.
Tel. 01 (81) 8190 7692

ÍNDICE GENERAL

1. DATOS DE INFORMACIÓN DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN…… 1

1.1. RESUMEN EJECUTIVO…… 1

1.2. ANTECEDENTES DEL DERRAME…… 2

1.2.1. Derrame y diligencias …… 2

1.3. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA CONTAMINACIÓN…… 3

1.4. PRE-DELIMITACIÓN DEL ÁREA…… 4

1.5. LABORES DE EMERGENCIA…… 7

1.6. UBICACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO DE HOCTÚN…… 9

1.7. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO DEL DERRAME…… 10

1.8. PROPIEDADES DE LA SUSTANCIA DERRAMADA – TURBOSINA…… 12

1.9. USO DE SUELO Y VEGETACIÓN…… 13

1.10. EDAFOLOGÍA…… 14

1.11. CLIMA…… 15

1.12. HIDROGRAFÍA E HIDROLOGÍA…… 16

1.13. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO…… 17

1.13.1. Localización del área afectada…… 17

1.13.2. Cuadro de muestreo…… 18

1.13.3. Isométrico de concentraciones y migración del contaminante…… 18

1.13.4. Cuadro de construcción …… 18

1.13.5. Tira marginal…… 18

1.14. PLAN DE MUESTREO INICIAL…… 19

1.14.1. Objetivo…… 19

1.14.2. Actividades y tiempos de ejecución…… 19

1.14.3. Personal involucrado y sus responsabilidades…… 19

1.14.4. Sitio de muestreo…… 20

1.14.5. Parámetros analizados…… 21

1.14.6. Muestreo…… 21

1.14.7. Recipientes, preservación y transporte de muestras……..……..… 23

1.14.8 Medidas y equipo de seguridad……..……..…….. 23

1.14.9 Aseguramiento de calidad del muestreo……..……..……..…… 24

1.15. PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DEL MUESTREO INICIAL ……..……..……..……. 25

1.16. RESULTADOS DE LABORATORIO ……..……...……..……...……. 26

1.16.1. Análisis de resultados……...……..……. 28

1.17. CONCLUSIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN……..……..... 29

2. DOCUMENTOS ANEXOS DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN ……..……. 31

3. DATOS DE INFORMACIÓN DE LA PROPUESTA DE REMEDIACIÓN…….. 32

3.1. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA REMEDIACIÓN……...…….. 32

3.2. MARCO TEÓRICO……..……..…… 33

3.2.1. Remediación de suelos contaminados……..……...…… 33

3.3. SELECCIÓN DE TÉCNICA DE BIORREMEDIACIÓN…….……...……. 35

3.3.1. Criterios de selección……..……..……..…… 35

3.4. DESCRIPCIÓN OPERATIVA DEL PROCESO DE TRATAMIENTO…….……..……. 36

3.5. LÍMITES DE LIMPIEZA……..……..……..…… 38

3.6. USO FUTURO DEL SUELO REMEDIADO…...……..……..……. 38

3.7. PROGRAMA CALENDARIZADO DE ACTIVIDADES……..……..……. 39

4. DOCUMENTOS ANEXOS DE LA PROPUESTA DE REMEDIACIÓN……..……..……..…… 40

1. DATOS DE INFORMACIÓN DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN

1.1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente **Programa de Remediación** (**PR**) fue elaborado por **ISALI, S.A. de C.V.** e informa sobre las actividades desarrolladas, las Labores de Emergencia, los resultados y las conclusiones obtenidas en la caracterización de suelo y subsuelo afectado con hidrocarburos, debido al derrame de **Turbosina** manifestándose la cantidad derramada de **aproximadamente 31, 000L**. Este derrame se originó por el accidente de una unidad propiedad de la empresa **Autotanques Foráneos, S.A. de C.V.**, ocurrido el 01 de noviembre de 2021 en el **Km. 050 + 700 de la Carretera (1615) Mérida – Puerto Juárez, municipio de Hoctún, estado de Yucatán.**

Con el fin de dar cumplimiento a las disposiciones ambientales vigentes en materia de suelos, se ha elaborado el presente Programa de Remediación. En éste se detallan las características del sitio del accidente, los procedimientos empleados para su caracterización, las Labores de Emergencia, los resultados de los estudios y análisis realizados, el diagnóstico y las conclusiones correspondientes conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, así como la propuesta de remediación adecuada.

El resultado de los análisis indica que las muestras tomadas en el **área afectada (495 m^2)** del sitio del derrame en el cual se realizaron Labores de Emergencia (*Ver Sección 1.5. del presente documento)* no superan los Límites Máximos Permisibles (LMP) para Hidrocarburos Fracción Media (HFM) así como también para Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAPs), límites establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Debido a esta razón, un **volumen total** de aproximadamente **594 m^3** de material edáfico dañado con **Turbosina** y depositado en Celda Provisional durante las Labores de Emergencia, debe ser sometido a un proceso de remediación mediante la técnica de **Biorremediación por Biopilas a un lado del sitio contaminado**, a realizarse en un plazo de **17 semanas**.

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

[redacted]

[redacted]

1.2. ANTECEDENTES DEL DERRAME

1.2.1. Derrame y diligencias

El accidente ocurrió el día 01 de noviembre de 2021 en el **Km. 050 + 700 de la Carretera (1615) Mérida – Puerto Juárez, municipio de Hoctún, estado de Yucatán.** En el sitio se derramó **Turbosina** *(Anexo I – Carta Porte)* manifestándose la cantidad derramada de **aproximadamente 31, 000L,** sobre suelo natural.

Es importante mencionar que la empresa **Autotanques Foráneos, S.A. de C.V.**, dio aviso del derrame a la Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia de Transporte y Almacenamiento (DGSIVTA) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), mismo que contenía como anexos el formato de Aviso Inmediato P-ASEA-USIVI-004 y el formato de Formalización de Aviso P-ASEA-USIVI-005 *(Anexo II – Aviso de derrame ASEA)*.

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

1.3. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA CONTAMINACIÓN

El transportista responsable del derrame es la empresa **Autotanques Foráneos, S.A. de C.V.** cuya actividad es el autotransporte foráneo de carga especializado. Los datos generales son los siguientes:

- Representante legal: Daniel Yair Leal Hernández.
- Domicilio para oír y recibir notificaciones: [redacted]

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

1.4. PRE-DELIMITACIÓN DEL ÁREA

Con el objetivo de pre-delimitar el área y el volumen a extraer, se realizó un sondeo en campo durante las Labores de Emergencia, mismas que iniciaron en fecha 08 de noviembre de 2021. Es importante mencionar que se analizaron muestras de suelo en diferentes estratos antes de realizar la extracción del material edáfico afectado, analizando las muestras con equipo *PetroFlag Hydrocarbon Test Kit For Soil*, bajo el método EPA-SW-448-DRAFT METHOD 9074, el cual arroja resultados específicos en unidades de partes por millón (lo cual en una base de masa por masa son idénticas a miligramos por kilogramos) para el producto derramado siendo **Turbosina**, ya que antes de realizar el análisis de las muestras tomadas en el sitio durante el mencionado sondeo, dicho equipo se calibra y se configura para el hidrocarburo a analizar seleccionando el factor de respuesta (RF) correspondiente, tal como se puede observar en la Figura Ilustrativa No. 1.1., y en la Hoja de datos de campo del *PetroFlag (Anexo IV – Hoja de datos de campo PetroFlag)*. Cabe mencionar que al tratarse de un monitoreo interno por parte de la empresa ISALI, S.A. de C.V., no se generó un Informe de Resultados ni Cadenas de Custodia, solo la Hoja de datos de campo del *PetroFlag* mencionada anteriormente, llenada por personal de campo durante la realización de las Labores de Emergencia.

Table 1: Response Factors and Method Detection Limits for Common Hydrocarbons

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

Figura Ilustrativa No. 1.1. Factor de respuesta.

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

Tabla No. 1.1. Resultados de Sondeo									
Puntos de sondeo	**Muestra**	**Profundidad (m)**	**Peso (g)**	**Hora**	**Fecha**	**Lectura (ppm)**	**Sitio de toma de muestra**	**Factor de Respuesta**	**Comentarios**
1	S-01	0.30	9.89	08:13	08-nov	>1200	Área afectada	5	Dentro de Norma (<1200 ppm) Fuera de Norma (>1200 ppm)
	S-02	0.60	9.89	08:36	08-nov	>1200		5	
	S-03	0.90	10.00	08:49	08-nov	>1200		5	
	S-04	1.20	10.06	09:06	08-nov	<1200		5	
	S-05	1.50	9.86	09:26	08-nov	<1200		5	
2	S-06	0.30	9.89	09:39	08-nov	>1200		5	
	S-07	0.60	9.84	09:58	08-nov	>1200		5	
	S-08	0.90	10.08	10:11	08-nov	>1200		5	
	S-09	1.20	9.90	10:36	08-nov	<1200		5	
	S-10	1.50	10.05	10:55	08-nov	<1200		5	
3	S-11	0.30	10.10	11:09	08-nov	>1200		5	
	S-12	0.60	9.96	11:34	08-nov	>1200		5	
	S-13	0.90	10.07	11:49	08-nov	>1200		5	
	S-14	1.20	9.84	12:14	08-nov	<1200		5	
	S-15	1.50	9.89	12:30	08-nov	<1200		5	
4	S-16	0.30	9.97	12:53	08-nov	<1200	Periferia del Área Afectada	5	
	S-17	0.50	10.11	13:12	08-nov	<1200		5	
	S-18	0.80	9.94	13:36	08-nov	<1200		5	
5	S-19	0.40	10.06	14:01	08-nov	<1200		5	
	S-20	0.60	9.83	14:19	08-nov	<1200		5	
	S-21	0.90	9.92	14:40	08-nov	<1200		5	
6	S-22	0.70	10.06	15:01	08-nov	<1200		5	
	S-23	1.00	9.99	15:14	08-nov	<1200		5	
	S-24	1.30	9.89	15:39	08-nov	<1200		5	
7	S-25	1.10	9.85	15:55	08-nov	<1200		5	
	S-26	1.40	9.91	16:09	08-nov	<1200		5	
	S-27	1.60	10.07	16:22	08-nov	<1200		5	

Derivado de los resultados obtenidos de las muestras analizadas durante el sondeo realizado en el sitio, se determinó el área afectada que se extrajo a la siguiente profundidad: Fosa de Excavación = 1.20 m, profundidad en la cual se encontraron concentraciones por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) para Hidrocarburos Fracción Media (HFM) según lo estipulado en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

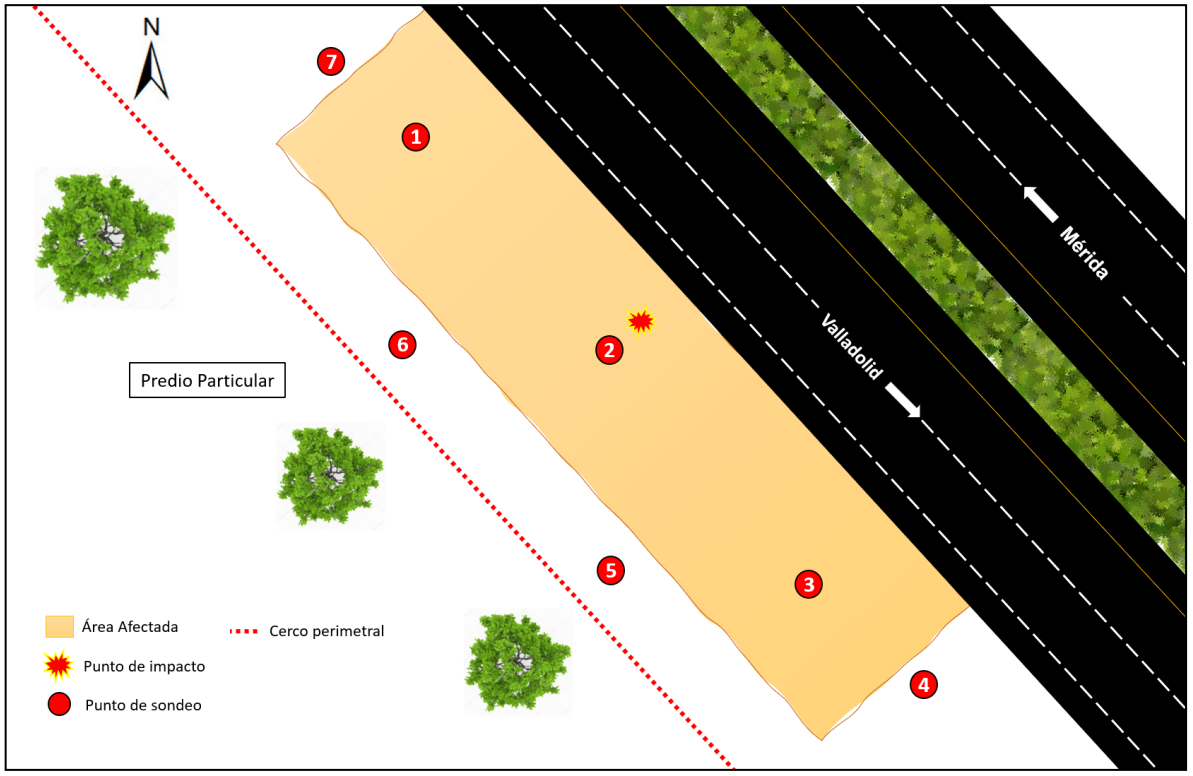


Figura Ilustrativa No. 1.2. Ubicación de puntos de sondeo para pre-delimitación del sitio en estudio.

Tabla No. 1.2. Resumen de Extracción			
Zona de sondeo	**Profundidad (m)**	**Puntos de sondeo**	**Lectura (ppm)**
Fosa de Excavación	0 – 1.20	1, 2 y 3	<1200

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

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

1.5. LABORES DE EMERGENCIA

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

> ***Artículo 130.-*** *Cuando por caso fortuito o fuerza mayor se produzcan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de materiales peligrosos o residuos peligrosos, en cantidad mayor a la señalada en el artículo anterior, durante cualquiera de las operaciones que comprende su manejo integral, el responsable del material peligroso o el generador del residuo peligroso y, en su caso, la empresa que preste el servicio deberá:*
>
> ***I.*** *Ejecutar medidas inmediatas para contener los materiales o residuos liberados, minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio;*
> ***II.*** *Avisar de inmediato a la Procuraduría y a las autoridades competentes, que ocurrió el derrame, infiltración, descarga o vertido de materiales peligrosos o residuos peligrosos;*
> ***III.*** *Ejecutar las medidas que les hubieren impuesto a las autoridades competentes conforme a lo previsto en el artículo 72 de la Ley, y*
> ***IV.*** *En su caso, iniciar los trabajos de caracterización del sitio contaminado y realizar las acciones de remediación correspondientes.*

En el sitio se llevaron a cabo diversas actividades con el objetivo de contener el derrame de **Turbosina** y la afectación al sitio, así como evitar un mayor desplazamiento del hidrocarburo. Es importante mencionar que el hidrocarburo afectó suelo natural en el derecho de vía del Km. 050 + 700 de la Carretera (1615) Mérida – Puerto Juárez, y se desplazó principalmente en dirección hacia el **Noroeste y Sureste**.

- ***Señalización del sitio:*** Personal de ISALI, S.A. de C.V., hizo acto de presencia en el lugar del siniestro. Así mismo, se instaló la correcta señalización preventiva del área afectada y del área de trabajo.
- ***Levantamiento de datos:*** Se cuantificó la superficie horizontal y el corte vertical de la afectación en suelo natural.
- ***Construcción de Celda Provisional:*** Con ayuda de maquinaria pesada como lo es la retroexcavadora se realizó la nivelación y compactación del terreno donde se construyó la Celda Provisional, posteriormente se construyeron los bordos de esta con suelo natural libre de contaminante, de igual manera la base de la Celda se

construyó con una capa de arcilla, misma que fue compactada. Una vez hecho lo anterior, con apoyo de recurso humano se tendió una película de polietileno de alta densidad en dicha Celda, esto con la finalidad de evitar que el suelo impregnado de Turbosina entre en contacto con ella. Finalmente, sobre la película de polietileno de alta densidad se depositó una segunda capa de arcilla sobre la que fue depositado el material edáfico afectado.

Las dimensiones de la Celda son: 68 m de largo x 11 m de ancho, donde se encuentra depositado el material extraído.

- ***Extracción, acarreo y depósito del material edáfico afectado en Celda Provisional:*** Una vez concluida la construcción de la Celda Provisional, con apoyo de maquinaria pesada (retroexcavadora), se procedió a extraer el material edáfico afectado con Turbosina y acarrearlo para su depósito en Celda.

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

1.6. UBICACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO DE HOCTÚN[1]

El municipio de Hoctún se localiza en la región centro Norte del estado. Está situado entre los paralelos 20º 52' y 20º 58' de Latitud Norte y los meridianos 89º 09' y 89º 15' de Longitud Oeste; tiene una altura promedio de 14 metros sobre el nivel del mar.

El municipio de Hoctún ocupa una superficie de 123.91 Km^2.

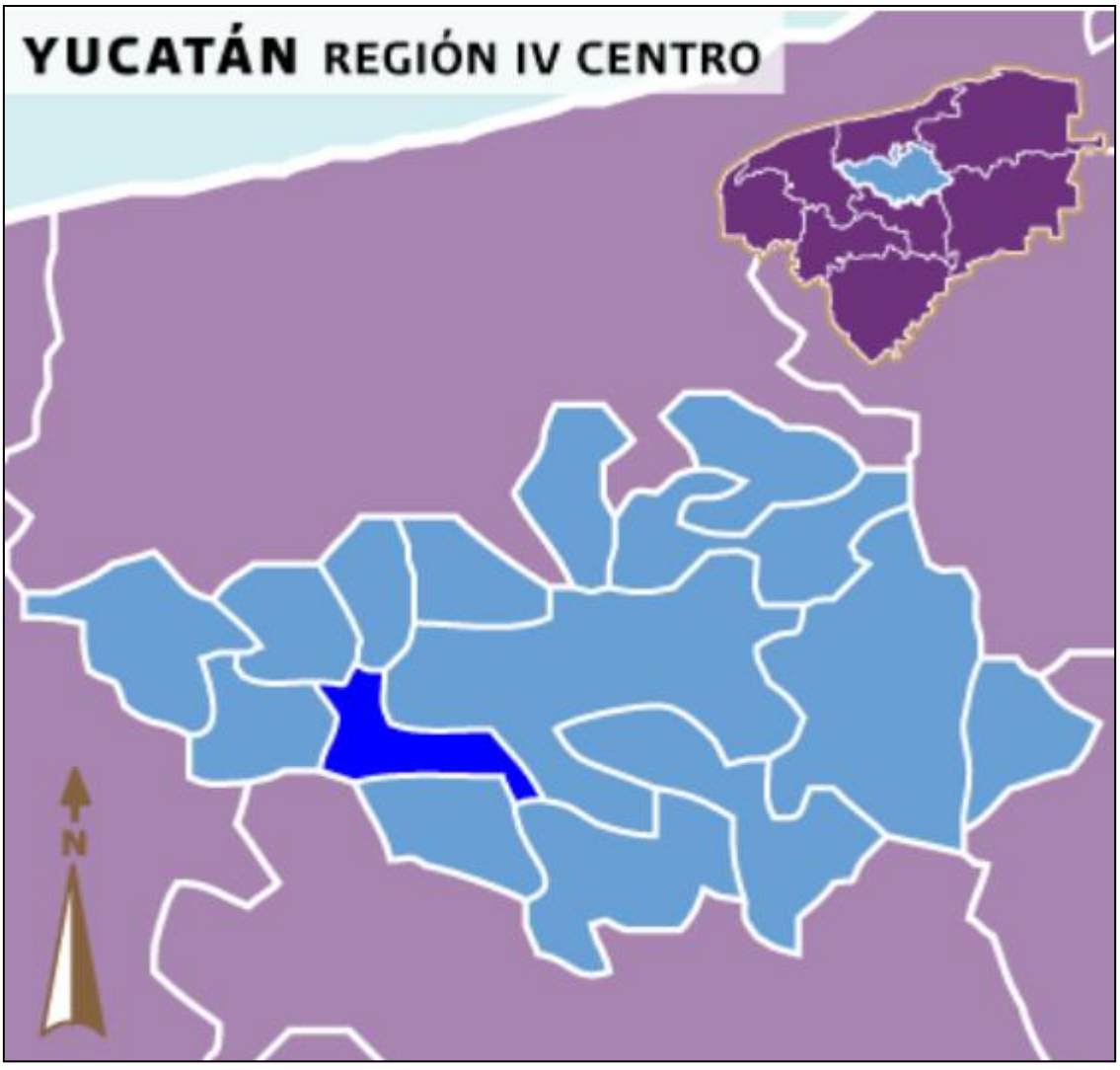


Figura Ilustrativa No. 1.3. Ubicación del municipio de Hoctún.

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

1.7. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO DEL DERRAME

La ubicación del sitio de derrame es en el **Km. 050 + 700 de la Carretera (1615) Mérida – Puerto Juárez, municipio de Hoctún, estado de Yucatán**, donde ocurrió el accidente carretero de una unidad propiedad de la empresa **Autotanques Foráneos**, **S.A. de C.V.** En el sitio se derramaron **aproximadamente 31, 000L** de **Turbosina**, su ubicación geográfica se señala en la Tabla No. 1.3.

Tabla No. 1.3. Ubicación geográfica del sitio del accidente (Punto de Impacto)	
Latitud Norte	**Longitud Oeste**
20°51'30.23" N	89°10'40.19" O
UTM[2]	
16Q 0273407 2308010	

El sitio del derrame se ubica en el derecho de vía del Km. 050 + 700 de la Carretera (1615) Mérida – Puerto Juárez, municipio de Hoctún, en donde la unidad que transportaba Turbosina sufrió un accidente, debido a la pérdida de control por el conductor de la unidad saliéndose del camino de rodamiento, originándose la volcadura sobre su costado derecho provocando el derrame del hidrocarburo en direcciones predominantes hacia el Noroeste y Sureste. En los alrededores, se observa una vegetación típica de la región, siendo palo de tinte, así como diferentes arbustos. Es importante señalar que el mencionado derecho de vía se encuentra dentro de la categoría de uso de suelo Agrícola/Forestal[3].

De acuerdo con la información obtenida del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), esta señala que el sitio de estudio presenta un suelo de textura limosa, sin embargo, de acuerdo con las observaciones realizadas en el sitio, se observa que el suelo presenta una textura limosa-arcillosa, observándose además una coloración rosa *(Sistema de color Munsell 7.5YR 7/4).*

Por otro lado, según los metadatos geográficos de Hidrogeología del Geoportal de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), señalan que el sitio presenta una permeabilidad alta y material consolidado, mismo que fue corroborado al momento de las visitas realizadas en campo, siendo importante recalcar que existe la presencia de rocas de diferentes tamaños.

[2] Sistemas de Coordenadas Universal Transversal de Mercator.
[3] Incluye suelo forestal, pecuario y de conservación.

Aproximadamente a 3.5 km hacia el Noroeste del punto de impacto, se encuentra el Centro del municipio de Hoctún; así como a 59 km hacia el Noroeste se ubica la capital del estado, Mérida. Esta ubicación se ilustra en la siguiente Figura.

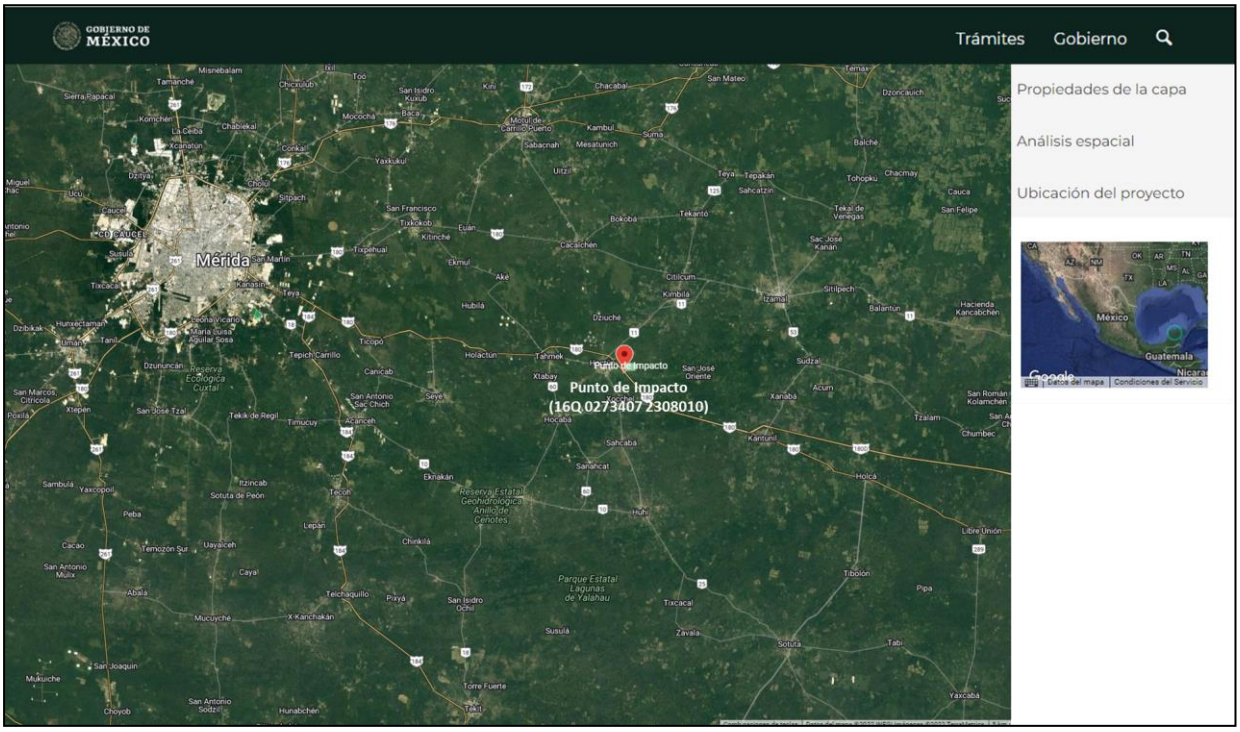


Figura Ilustrativa No. 1.4. Ubicación del sitio del derrame
16Q 0273407 2308010.

1.8. PROPIEDADES DE LA SUSTANCIA DERRAMADA – TURBOSINA

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

Los Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP) constituyen un grupo de contaminantes considerado de estudio prioritario debido a sus propiedades mutagénicas, tóxicas y cancerígenas. Una gran variedad de estos compuestos orgánicos no volátiles puede ser encontrados en el petróleo contaminante de suelo en donde los niveles de estos varían, pero generalmente altas concentraciones pueden ser encontradas en los derrames de hidrocarburos. Los Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP) consisten en 2 o más anillos bencénicos ya sean en forma simple o múltiple formando cadenas.

1.9. USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

De acuerdo con la información obtenida del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en el sitio del derrame existe un suelo y vegetación de tipo **Agricultura de Temporal**, que son terrenos donde el ciclo vegetativo de los cultivos depende del agua de lluvia y se siembran en un 80% de los años.

Es importante mencionar que, en los alrededores se observa una vegetación típica de la región, siendo palo de tinte, así como diferentes arbustos, y que el suelo afectado por el derrame de Turbosina, donde se suscitó la volcadura se encuentra dentro de la categoría del uso de suelo **Agrícola/Forestal**[4].

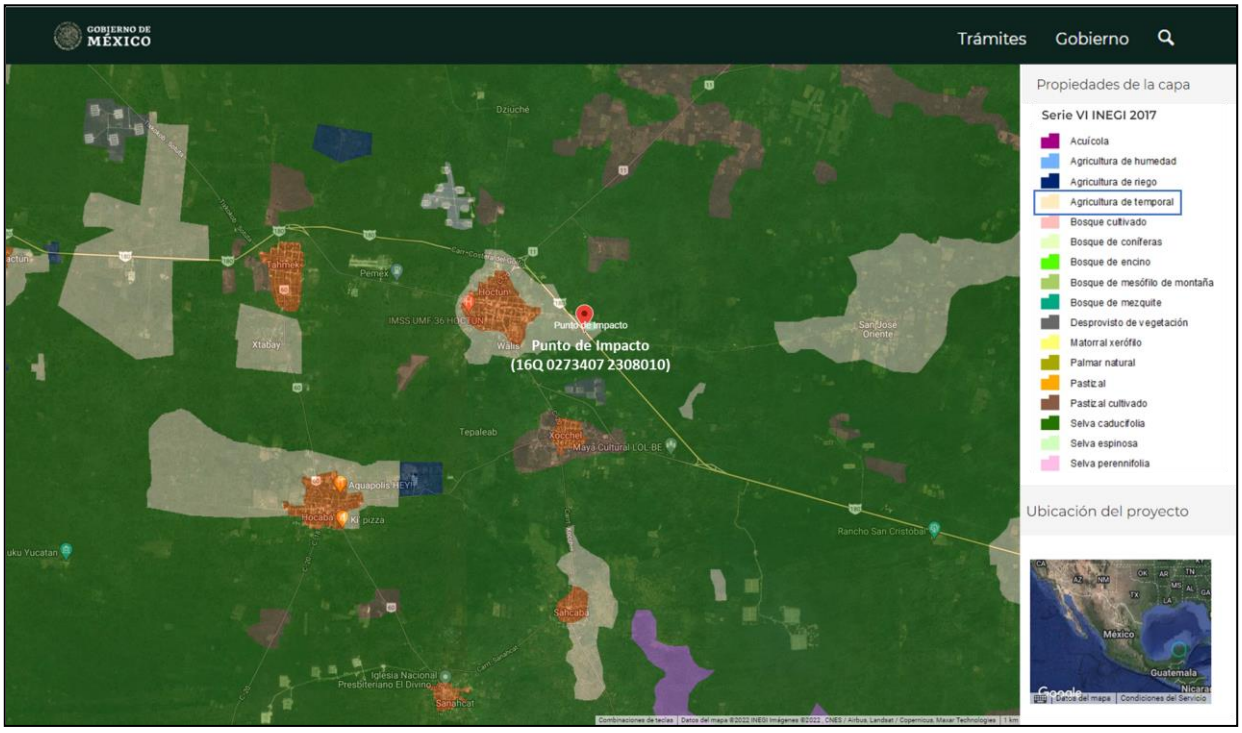


Figura Ilustrativa No. 1.5. Coordenadas del sitio de derrame y su correspondiente uso de suelo y vegetación. 16Q 0273407 2308010.

[4] Incluye suelo forestal, pecuario y de conservación.

1.10. EDAFOLOGÍA[5]

El sitio del derrame presenta la siguiente clasificación del suelo:

CMcrlep + PHcrlep + LPhurz / 2

Suelo predominante: CMcrlep – Cambisol crómico epiléptico.
Suelo secundario: PHcrlep – Phaeozem crómico epiléptico.
Suelo terciario: LPhurz – Leptosol húmico réndzico .
Textura del suelo[6]: 2 – Limosa.

Cambisol, proviene del del latín *cambiare*: cambiar. Literalmente, suelo que cambia. Estos suelos son jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima excepto en los de zonas áridas. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso. También pertenecen a esta unidad algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate. Son muy abundantes, se destinan a muchos usos y sus rendimientos son variables pues dependen del clima donde se encuentre el suelo. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión.

Phaeozem o Feozem, viene del griego *phaeo*: pardo; y del ruso *zemljá*: tierra. Literalmente, tierra parda. Suelos que se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima. Es el cuarto tipo de suelo más abundante en el país. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de los Chernozems y los Castañozems, pero sin presentar las capas ricas en cal con las que cuentan estos dos tipos de suelos. Los Feozems son de profundidad muy variable. Cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos y se utilizan para la agricultura de riego o temporal, de granos, legumbres u hortalizas, con rendimientos altos. Los Feozems menos profundos, situados en laderas o pendientes, presentan como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con más facilidad, sin embargo, pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables. El uso óptimo de estos suelos depende en muchas ocasiones de otras características del terreno y sobre todo de la disponibilidad de agua para riego.

[5] Información obtenida del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la SEMARNAT
[6] Proporción porcentual de las partículas minerales (arena, limo y arcilla) que constituyen el suelo, en los 30 cm. de profundidad.

En cuanto a la textura del suelo, indica una textura media (limosa[7]), textura cuyo contenido de arcilla se encuentra entre 0 y 12%, limo entre 80 y 100% y arena entre 0 y 20%[8]. En el mismo orden de ideas, durante las visitas realizadas en campo, se observaron características del suelo del sitio, hallándose un suelo de textura **limosa - arcillosa**. Además, se observó que el suelo natural del sitio presenta un tipo de color rosa (Sistema de color Munsell *7.5YR 7/4*).

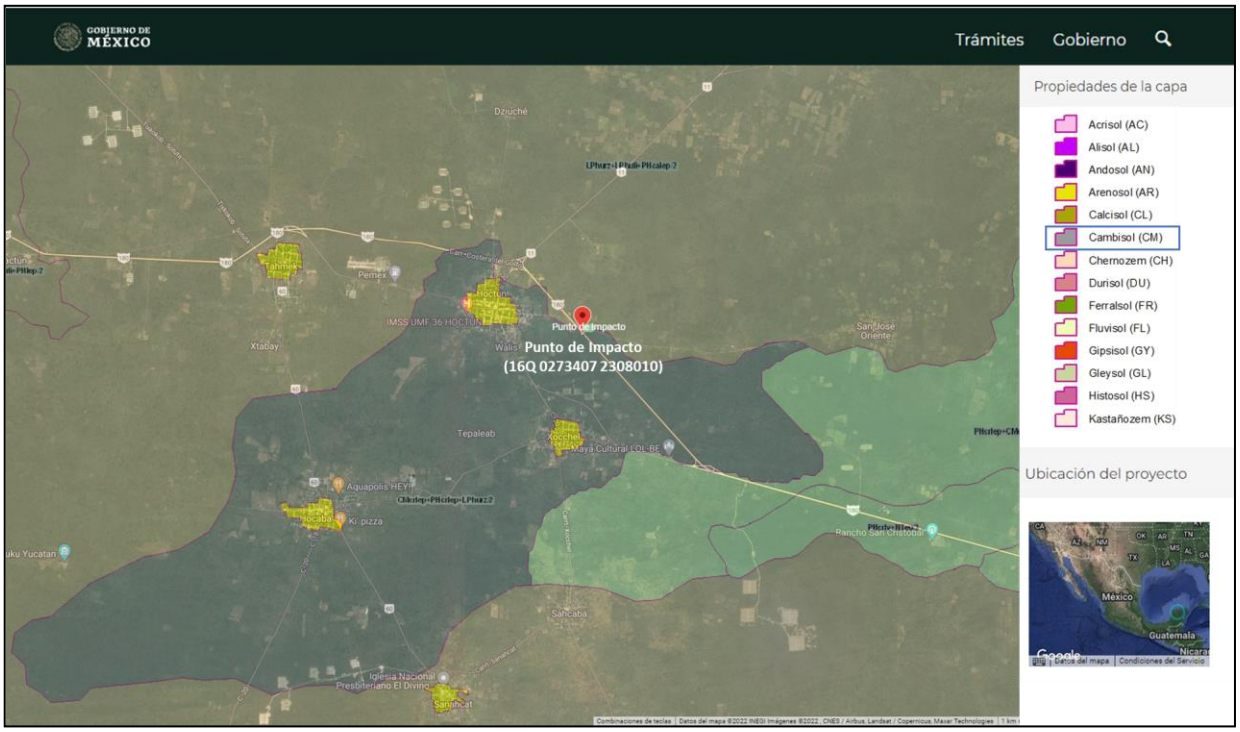


Figura Ilustrativa No. 1.6. Coordenadas del sitio de derrame y su correspondiente tipo de suelo.
16Q 0273407 2308010.

1.11. CLIMA

La región en el municipio de Hoctún está clasificada como cálida-subhúmeda con lluvias en verano, presentándose durante la época de éstas las llamadas sequías de verano. Tiene una temperatura media anual de 26º C y una precipitación media anual de 1,200 mm. Los vientos dominantes provienen en dirección Sureste-Noroeste.

[7] Tamaño de partícula cuyo diámetro se encuentra entre 0.2 mm y 0.002 mm
[8] Diccionario de datos edafológicos.

1.12. HIDROGRAFÍA E HIDROLOGÍA

En el territorio municipal de Hoctún no existen corrientes superficiales de agua. Sin embargo, en el subsuelo se forman depósitos comúnmente conocidos como cenotes. En algunos casos los techos de estos se desploman y forman las aguadas.

Según los datos geográficos de hidrogeología del Geoportal de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) señalan que el sitio presenta una permeabilidad alta y material consolidado (Ver Figura Ilustrativa 1.7.), mismo que fue corroborado al momento de las visitas realizadas en campo, siendo importante recalcar que existe la presencia de rocas de diferentes tamaños.

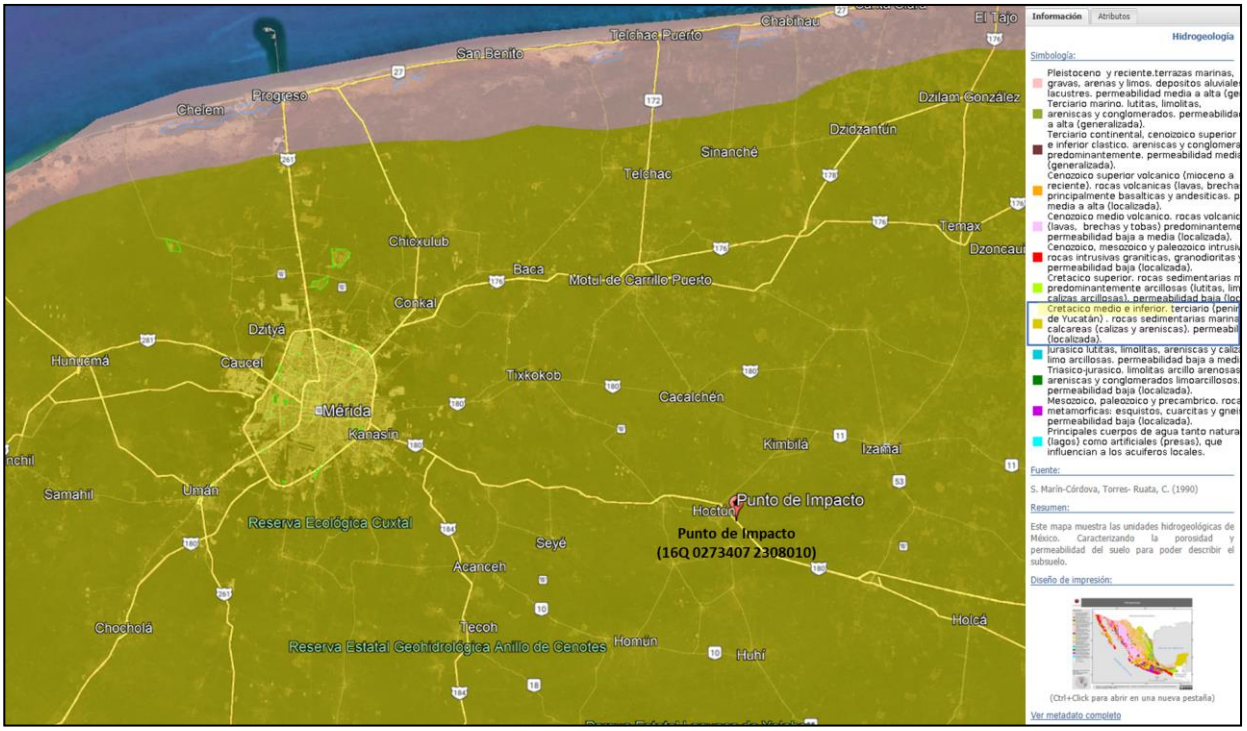


Figura Ilustrativa No. 1.7. Coordenadas del sitio de derrame y su correspondiente hidrología subterránea.
16Q 0273407 2308010

1.13. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El conjunto de operaciones necesarias para determinar la ubicación geográfica del sitio en estudio, la superficie de la mancha originada por el derrame y los niveles de la superficie de dicho lugar se conoce como Levantamiento Topográfico (LT). La utilidad de la información proporcionada por el LT en la caracterización del sitio dañado es fundamental, del cual podemos resaltar:

- Establece de forma precisa la ubicación del sitio del derrame la cual tiene como coordenadas de referencia 20° 51' 30.23" Latitud Norte y 89° 10' 40.19" Longitud Oeste (16Q 0273407 2308010), en el **Km. 050 + 700 de la Carretera (1615) Mérida – Puerto Juárez, municipio de Hoctún, estado de Yucatán,** con la finalidad de que éste sea localizado por cualquier persona involucrada o interesada en la caracterización y/o remediación.
- Determina la superficie de suelo natural con un **área afectada** de **495 m²** (0.0495 ha); la cual se estableció con base en los sondeos realizados en el sitio *(Ver Sección 1.4. del presente documento)* y a los resultados obtenidos del Muestreo Inicial llevado a cabo en el sitio en estudio *(Ver Sección 1.16. del presente documento)*.
- El movimiento horizontal de la sustancia derramada está determinado por lo accidentado del terreno (curvas de nivel[9]), además el comportamiento de la migración del contaminante está en función de las características del sitio, desplazándose en dirección predominante hacia el Noroeste y Sureste.

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

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

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

En el plano adjunto encontraremos lo siguiente:

1.13.1. Localización del área afectada

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

[9] Una curva de nivel es aquella línea que en un mapa une todos los puntos que tienen igualdad de condiciones y de altura o cota.

- Nombre y Escala de la figura representada en la ventana.
- Avenidas, Carreteras y/o Autopistas que cruzan por el sitio, con divisiones de carril, acotamientos, sentido en el que circulan y próximo destino.
- Cerco perimetral.
- Intervalos de las curvas de nivel (elevaciones).
- Puntos de muestreo.
- Celda Provisional.

1.13.2. Cuadro de muestreo

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

1.13.3. Isométrico de concentraciones y migración del contaminante

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

1.13.4. Cuadro de construcción

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

1.13.5. Tira marginal

Contiene la siguiente información técnica:

- Nombre de proyecto
- Autor
- Escala del plano
- Tipo del plano
- Firma
- Disciplina
- Ubicación
- Empresa responsable de la contaminación
- Sustancia derramada
- Orientación geográfica
- Georreferenciado con coordenadas UTM

1.14. PLAN DE MUESTREO INICIAL

1.14.1. Objetivo

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

1.14.2. Actividades y tiempos de ejecución

ACTIVIDAD	TIEMPO DE EJECUCIÓN*	RESPONSABLE
Ubicación en sitio de muestreo	Dependerá de la distancia y punto de partida del personal involucrado	Todos los involucrados
Ubicación y georreferenciación de puntos de muestreo	25 minutos	Responsable técnico
Toma de muestras	15 minutos cada muestra**	Laboratorio
Lavado del equipo	60 minutos	Laboratorio
Envasado, etiquetado y sellado de muestras	60 minutos	Laboratorio
Llenado de cadena(s) de custodia y papelería de campo	30 minutos	Laboratorio
Toma de evidencia fotográfica	20 minutos	Responsable técnico
Elaboración de documento oficial (acta, minuta, etc.)	Dependerá del tipo de documento y de personal de cada Dependencia	ASEA

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

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

1.14.3. Personal involucrado y sus responsabilidades

- **Inspector (es) de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente):** Dar fe de los hechos u omisiones sobre la toma de muestras.
- **Representante Legal de la empresa Autotanques Foráneos, S.A. de C.V.:** Fungir como representante y primer interesado de la atención al derrame de Turbosina, o en su defecto el representante de la empresa.
- **Personal de ISALI, S.A. de C.V.:** Dirigir la toma de muestras con base al presente plan y hacer cumplir las actividades de muestreo establecidas en la Normatividad vigente.
- **Personal de Laboratorio:** Realizar la toma de muestras bajo las especificaciones del presente plan y de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, así como de las recomendaciones de ASEA e ISALI. El laboratorio cuenta con acreditación ante la Entidad Mexicana de Acreditación A.C. (ema®), así como su aprobación por parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

1.14.4. Sitio de muestreo

Características.

El sitio en estudio se encuentra ubicado a la altura del Km. 050 + 700 de la Carretera (1615) Mérida – Puerto Juárez, municipio de Hoctún, estado de Yucatán, donde la unidad que transportaba Turbosina sufrió un accidente, lo cual provocó la volcadura de dicha unidad en el derecho de vía de la carretera, iniciando el derrame del hidrocarburo, afectando suelo natural.

De acuerdo con la información de Edafología (INEGI 2006) obtenida del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), esta señala que el sitio de estudio presenta un suelo de textura limosa, sin embargo, de acuerdo con las observaciones realizadas en el sitio, se observa que el suelo presenta una textura limosa-arcillosa.

Por otro lado, según los metadatos geográficos de Hidrogeología del Geoportal de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), señalan que el sitio presenta una permeabilidad alta y material consolidado, mismo que fue corroborado al momento de las visitas realizadas en campo, siendo importante recalcar que existe la presencia de rocas de diferentes tamaños.

En los alrededores, se observa una vegetación típica de la región, siendo palo de tinte, así como diferentes arbustos, poseyendo el sitio de estudio un uso de suelo y vegetación de agricultura de temporal, esto último, de acuerdo con la información de Uso de Suelo y Vegetación (INEGI 2017) obtenida del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Aproximadamente a 3.5 km hacia el Noroeste del punto de impacto, se encuentra el Centro del municipio de Hoctún; así como a 59 km hacia el Noroeste se ubica la capital del estado, Mérida.

Resulta importante mencionar, que en el sitio en estudio se llevaron a cabo Labores de Emergencia, las cuales consistieron en la extracción de material edáfico afectado con Turbosina para seguidamente ser acarreado y depositado en la Celda Provisional, originándose la Fosa de Excavación.

Con respecto a las probabilidades de afectación a cuerpos de agua, no se encontró ninguno aledaño al sitio en estudio que fuera afectado por el derrame, motivo por el cual se descartó avisar a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Superficie del polígono del sitio.

La superficie del polígono del sitio es de un área total de aproximadamente 495 m^2, misma que pertenece a la Fosa de Excavación

Superficie de la zona o zonas de muestreo.

La superficie total de la zona a muestrear es de aproximadamente 495 m^2 correspondiente a la Fosa de Excavación, además de la Celda Provisional.

1.14.5. Parámetros analizados

Los parámetros analizados en función del producto derramado, siendo Turbosina, y con base en la Tabla No. 1 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, fueron los siguientes:

Hidrocarburos Fracción Media (HFM)	Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP)	Humedad (H)	pH
X	X	X	X

1.14.6. Muestreo

Método de Muestreo.

El método de muestreo fue dirigido, debido a que se cuenta con información previa del sitio, se conoce el producto derramado (**Turbosina**) y se conoce el área total afectada la cual es de aproximadamente 495 m^2 (Fosa de Excavación). Los puntos fueron determinados por el personal de ISALI, S.A. de C.V. el tipo de muestreo fue aleatorio simple, las muestras tomadas fueron simples.

Puntos de muestreo.

En la siguiente tabla se resume la cantidad e identificación de las muestras, los puntos de muestreo, su profundidad, sitio de la toma de éstas, parámetros por analizar y volumen por recolectar, así como las muestras duplicado para el aseguramiento de la calidad en las mismas.

No. de muestra	Puntos de muestreo	Identificación	Profundidad (m)	Sitio de la toma de muestra	Parámetros por analizar	Volumen (ml)
1	1	MI-AF-H-01-F (Sup)	Superficial	Fosa de Excavación	HFM, HAP's, H	235
2	2	MI-AF-H-02-F (0.30 M)	0.30			
3	3	MI-AF-H-03-P (Sup)	Superficial			
4	4	MI-AF-H-04-P (0.20 M)	0.20			
5	5	MI-AF-H-05-P (0.30 M)	0.30			
6	6	MI-AF-H-06-P (0.20 M)	0.20			
7	DUPLICADO	MI-AF-H-06D-P (0.20 M)	0.20			
8	7	MI-AF-H-07-P (Sup)	Superficial			
9	8	MI-AF-H-08-P (Sup)	Superficial			
10	9	MI-AF-H-09 (0.50 M)	0.50	Periferia de la Fosa de Excavación		
11	10	MI-AF-H-10 (0.80 M)	0.80			
12	11	MI-AF-H-11 (0.30 M)	0.30			
13	12	MI-AF-H-12 (0.60 M)	0.60			
14		MI-AF-H-12 (1.20 M)	1.20			
15	13	MI-AF-H-13-CEL (0.50 M)	0.50	Celda Provisional		
16	14	MI-AF-H-14-CEL (1.20 M)	1.20			
17	15	MI-AF-H-15-CEL (0.80 M)	0.80			
18	DUPLICADO	MI-AF-H-15D-CEL (0.80 M)	0.80			
19	TESTIGO	MI-AF-H-T (Sup)	Superficial	Fuera del sitio	H, pH	

Superficial 0 – 0.10 m

Con base en la información obtenida en campo y la de la Tabla No. 4 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, se determinó un total de 19 (diecinueve) muestras simples distribuidas de la siguiente manera: 08 (ocho) muestras simples distribuidas en las paredes y fondo de la Fosa de Excavación, así como 05 (cinco) muestras simples distribuidas en la periferia de la Fosa de Excavación y 03 (tres) muestras simples en la Celda Provisional; por último, para el aseguramiento de la calidad de la toma de muestras se tomaron 02 (dos) muestras duplicadas y 01 (una) muestra testigo fuera del área afectada. Las muestras duplicado cumplen el objetivo de asegurar la calidad de los resultados.

La distribución y la profundidad de las muestras a recolectar de forma manual está basada en función a las observaciones realizadas en campo, de las cuales se obtiene que el suelo en estudio presenta una textura limosa-arcillosa, material consolidado (con presencia de rocas de diferentes tamaños) y con infiltración alta.

Plano georreferenciado.

Ver Anexo VI del presente documento.

Equipo de muestreo.

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

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

Lavado de equipo.

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

1.14.7. Recipientes, preservación y transporte de muestras

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

Los recipientes utilizados para las muestras de suelo fueron frascos de vidrio con contratapa de teflón, dichos frascos eran nuevos, y se preservaron en hielo (4º C). La transportación desde el sitio de la toma de muestras al laboratorio corrió a cargo del personal del laboratorio, las muestras se transportaron en hieleras plásticas.

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

1.14.8. Medidas y equipo de seguridad

El personal de laboratorio utilizó el equipo de protección personal adecuado según las condiciones que se requirieron en el sitio, con el fin de proporcionar las condiciones básicas de seguridad necesarias al personal que participó en la toma y manejo de las muestras.

1.14.9. Aseguramiento de calidad del muestreo

Además de la toma de muestra del duplicado, y con el fin de evitar contaminación cruzada en las muestras, el equipo utilizado en este muestreo fue lavado entre cada toma de muestras con los siguientes aditamentos:

- Agua destilada y/o purificada.
- Jabón libre de fosfatos.
- Cepillo de nylon.
- Papel de secado.

Con el objetivo de que las muestras fueran recibidas de forma íntegra por el laboratorio que les practicó los ensayos químicos correspondientes, las medidas de seguridad en la calidad en la toma de ellas fueron de suma importancia. De forma general, los criterios que se tomaron en el aseguramiento de calidad y que el personal del laboratorio realizó son los siguientes:

- **Control documental:** Cada una de las actividades realizadas fueron apegadas al presente plan y registradas con el objetivo de tener la documentación probatoria de lo que se ha hecho, en caso de que exista alguna variación de las actividades mencionadas en el presente plan se debieron registrar como desviaciones de campo.

Para este muestreo se tienen los siguientes documentos:

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

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

[redacted]

Lugar y fecha de elaboración: Monterrey**,** N.L. a 30 de diciembre de 2021.

Nombre y firma del responsable de la elaboración: [redacted]

1.15. PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DEL MUESTREO INICIAL

El muestreo inicial se ejecutó el día 01 de marzo del 2022, dando aviso previo a la Unidad de Supervisión, Inspección y Vigilancia Industrial (USIVI) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) mediante ingreso de escrito con fecha de acuse 25 de enero de 2022 (*Anexo VII – Invitación a Muestreo Inicial*). En el sitio estuvieron presentes las siguientes personas:

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

- C. [redacted], por parte de EHS Labs de México, S.A. de C.V. encargado de la toma de muestras.
- C. [redacted], en representación de la empresa Autotanques Foráneos, S.A. de C.V., y de la empresa ISALI, S.A. de C.V.

Debido a que no fue posible contar con la presencia de personal adscrito a la Unidad de Supervisión, Inspección y Vigilancia Industrial (USIVI) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) durante la toma de muestras, se ingresaron las evidencias del muestreo inicial a la mencionada Unidad (*Anexo VIII – Ingreso de evidencias muestreo inicial*).

Por otro lado, personal de ISALI, S.A. de C.V., plasmó las actividades realizadas en bitácora de campo (*Anexo IX – Bitácora de campo – Muestreo inicial*), así como en memoria fotográfica (*Anexo X – Fotográfico – Muestreo inicial*). El total de muestras fueron 19 (diecinueve), esta información quedó registrada en las cadenas de custodia correspondientes *(Anexo XI – Cadenas de custodia)*, elaboradas por el personal de laboratorio al momento del muestreo.

Es importante mencionar que, durante la ejecución de los muestreos, se contaba con póliza No. 110766334 con vigencia desde el 13 de mayo de 2021 hasta el 13 de mayo de 2022 estando vigente al momento de realizar el muestreo inicial *(Anexo XII – Póliza No. 110766334)*.

1.16. RESULTADOS DE LABORATORIO

Los parámetros (hidrocarburos) que se analizaron en función del producto derramado (**Turbosina**) fueron Hidrocarburos Fracción Media (HFM) e Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP's), lo anterior con base a la composición del petroquímico, y dado que estos resultados se deben reportar en base seca, se determinó el porcentaje de humedad, además se analizó el pH para la muestra testigo.

EHS Labs de México, S.A. de C.V. (EHS Labs) fue el encargado de llevar a cabo la toma de muestras en el sitio y el análisis químico a las mismas, contando con acreditación **No. R-0062-006/12** por parte de la Entidad Mexicana de Acreditación A.C.[10] (ema®), así como sus respectivas aprobaciones de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) como laboratorio de pruebas *(Anexo XIII – Acreditación y aprobaciones EHS Labs)*.

Los métodos empleados por el laboratorio para los distintos parámetros se enlistan en la Tabla 1.4. mismos que se indican en los reportes emitidos por el Laboratorio (*Anexo XIV – Resultados de Laboratorio, Registro de muestreo y Cromatogramas).*

Tabla No. 1.4. Métodos utilizados por EHS Labs de México, S.A. de C.V.	
Parámetros	**Métodos**
HFM	NMX-AA-145-SCFI-2008
HAP's	NMX-AA-146-SCFI-2008
% Humedad	Anexo AS-05 NOM-021-SEMARNAT-2000
pH	NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, Anexo B.1

La identificación de las muestras, la profundidad a la cual se tomaron, sus características y ubicación geográfica se describen a continuación en la Tabla No. 1.5.

Tabla No. 1.5. Identificación, profundidad, características y ubicación geográfica de las muestras tomadas			
Identificación	**Profundidad (m)**	**Características**	**Coordenadas UTM**
MI-AF-H-01-F (Sup)	Superficial	Suelo seco[11], color rosa[12], textura limosa-arcillosa, sin olor a hidrocarburo	16Q 0273405 2308006
MI-AF-H-02-F (0.30 M)	0.30	Suelo seco, color rosa, textura limosa-arcillosa, sin olor a hidrocarburo	16Q 0273417 2307996
MI-AF-H-03-P (Sup)	Superficial	Suelo seco, color rosa, textura limosa-arcillosa, sin olor a hidrocarburo	16Q 0273405 2308013
MI-AF-H-04-P (0.20 M)	0.20	Suelo seco, color rosa, textura limosa-arcillosa, sin olor a hidrocarburo	16Q 0273402 2308008
MI-AF-H-05-P (0.30 M)	0.30	Suelo seco, color rosa, textura limosa-arcillosa, sin olor a hidrocarburo	16Q 0273412 2307996

[10] www.ema.org.mx
[11] Guidelines For Estimating Soil Moisture Conditions – Natural Resources Conservation Service, USDA
[12] Sistema de color Munsell 7.5YR 7/4

MI-AF-H-06-P (0.20 M)	0.20	Suelo seco, color rosa, textura limosa-arcillosa, sin olor a hidrocarburo	16Q 0273424 2307987
MI-AF-H-06D-P (0.20 M)	0.20	Suelo seco, color rosa, textura limosa-arcillosa, sin olor a hidrocarburo	16Q 0273424 2307987
MI-AF-H-07-P (Sup)	Superficial	Suelo seco, color rosa, textura limosa-arcillosa, sin olor a hidrocarburo	16Q 0273422 2307995
MI-AF-H-08-P (Sup)	Superficial	Suelo seco, color rosa, textura limosa-arcillosa, sin olor a hidrocarburo	16Q 0273415 2308005
MI-AF-H-09 (0.50 M)	0.50	Suelo seco, color rosa, textura limosa-arcillosa, sin olor a hidrocarburo	16Q 0273401 2308013
MI-AF-H-10 (0.80 M)	0.80	Suelo seco, color rosa, textura limosa-arcillosa, sin olor a hidrocarburo	16Q 0273402 2308006
MI-AF-H-11 (0.30 M)	0.30	Suelo seco, color rosa, textura limosa-arcillosa, sin olor a hidrocarburo	16Q 0273410 2307992
MI-AF-H-12 (0.60 M)	0.60	Suelo seco, color rosa, textura limosa-arcillosa, sin olor a hidrocarburo	16Q 0273423 2307986
MI-AF-H-12 (1.20 M)	1.20	Suelo seco, color rosa, textura limosa-arcillosa, sin olor a hidrocarburo	16Q 0273423 2307986
MI-AF-H-13-CEL (0.50 M)	0.50	Suelo seco, color rosa, textura limosa-arcillosa, con olor a hidrocarburo	16Q 0273386 2308034
MI-AF-H-14-CEL (1.20 M)	1.20	Suelo seco, color rosa, textura limosa-arcillosa, con olor a hidrocarburo	16Q 0273373 2308095
MI-AF-H-15-CEL (0.80 M)	0.80	Suelo seco, color rosa, textura limosa-arcillosa, con olor a hidrocarburo	16Q 0273363 2308059
MI-AF-H-15D-CEL (0.80 M)	0.80	Suelo seco, color rosa, textura limosa-arcillosa, con olor a hidrocarburo	16Q 0273363 2308059
MI-AF-H-T (Sup)	Superficial	Suelo seco, color rosa, textura limosa-arcillosa, sin olor a hidrocarburo	16Q 0273346 2308078

*Superficial 0 – 0.05 m

Los resultados obtenidos por EHS Labs de México, S.A. de C.V., se ilustran en la Tabla No. 1.6.

Tabla No. 1.6. Resultados de muestreo inicial

Identificación	HFM (mg/Kg)	Humedad (%)	pH (U)	HAPs (mg/kg)					
				A[13]	B[14]	C[15]	D[16]	E[17]	F[18]
MI-AF-H-01-F (Sup)	<141.59	19.34	A.N.R.	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260
MI-AF-H-02-F (0.30 M)	<141.59	21.34	A.N.R.	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260
MI-AF-H-03-P (Sup)	<141.59	21.93	A.N.R.	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260
MI-AF-H-04-P (0.20 M)	<141.59	18.26	A.N.R.	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260
MI-AF-H-05-P (0.30 M)	<141.59	11.58	A.N.R.	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260
MI-AF-H-06-P (0.20 M)	<141.59	19.46	A.N.R.	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260
MI-AF-H-06D-P (0.20 M)	<141.59	20.41	A.N.R.	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260
MI-AF-H-07-P (Sup)	<141.59	17.93	A.N.R.	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260
MI-AF-H-08-P (Sup)	<141.59	20.35	A.N.R.	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260
MI-AF-H-09 (0.50 M)	<141.59	12.69	A.N.R.	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260
MI-AF-H-10 (0.80 M)	<141.59	18.54	A.N.R.	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260
MI-AF-H-11 (0.30 M)	<141.59	12.50	A.N.R.	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260
MI-AF-H-12 (0.60 M)	<141.59	11.83	A.N.R.	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260
MI-AF-H-12 (1.20 M)	<141.59	22.39	A.N.R.	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260

[13] Benzo [a] antraceno
[14] Benzo [b] fluoranteno
[15] Benzo [k] fluoranteno
[16] Benzo [a] pireno
[17] Indeno (1,2,3-cd pireno)
[18] Dibenzo [a, h] antraceno

MI-AF-H-13-CEL (0.50 M)	55980	13.84	A.N.R.	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260
MI-AF-H-14-CEL (1.20 M)	61093	13.93	A.N.R.	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260
MI-AF-H-15-CEL (0.80 M)	62130	14.37	A.N.R.	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260
MI-AF-H-15D-CEL (0.80 M)	60780	13.92	A.N.R.	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260
MI-AF-H-T (Sup)	A.N.R.	20.67	7.81	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.

1.16.1. Análisis de resultados

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) de Hidrocarburos Fracción Media (HFM), correspondientes a la sustancia derramada (Turbosina)[19], se señalan en la Tabla No. 1.7.

Tabla No. 1.7. Límites Máximos Permisibles Hidrocarburos Fracción Media		
Uso de suelo predominante (mg/Kg base seca)		
Agrícola[20]	**Residencial[21]**	**Industrial[22]**
1200	1200	5000

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) para hidrocarburos específicos en el suelo, en este caso Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP's), se indican en la Tabla 1.8.

Tabla No. 1.8. Límites Máximos Permisibles para hidrocarburos específicos en suelo			
Uso de suelo predominante (mg/Kg base seca)			
HAPs	**Agrícola[23]**	**Residencial[24]**	**Industrial[25]**
Benzo [a] antraceno	2	2	10
Benzo [b] fluoranteno	2	2	10
Benzo [k] fluoranteno	8	8	80
Benzo [a] pireno	2	2	10
Indeno (1,2,3-cd pireno)	2	2	10
Dibenzo [a, h] antraceno	2	2	10

Para determinar si las concentraciones de hidrocarburos en suelo superan los Límites Máximos Permisibles, debe hacerse una comparación entre las Tablas Nos. 1.6., 1.7., 1.8., observando que el suelo en estudio presenta concentraciones por encima de los Límites Máximos Permisibles (LMP) para Hidrocarburos Fracción Media (HFM) señalados en la Tabla No. 2 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, considerando cualquier tipo de uso de suelo. El suelo del sitio se puede clasificar como **medianamente alcalino**[26], por el valor del pH.

[19] Tabla No. 1 de la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.
[20] Incluye suelo forestal, pecuario y de conservación.
[21] Incluye suelo recreativo.
[22] Incluye comercial.
[23] Incluye suelo forestal, pecuario y de conservación.
[24] Incluye recreativo.
[25] Incluye comercial.
[26] Acorde a los señalado en la NOM-021-SEMARNAT-2000.

1.17. CONCLUSIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN

Tomando en cuenta la información recabada durante las visitas realizadas al sitio donde ocurrió la emergencia ambiental, ubicada en el Km. 050 + 700 de la Carretera (1615) Mérida – Puerto Juárez, municipio de Hoctún, estado de Yucatán, donde se derramaron 31, 000L de Turbosina sobre suelo natural; se obtuvo un área total dañada de aproximadamente 495 m^2, observando que el suelo afectado presenta textura limosa-arcillosa, con un porcentaje de humedad del 17.75 % en las muestras tomadas en las Fosas de Excavación y del 14.02 % en las muestras recolectadas en la Celda Provisional (suelo seco), coloración rosa e infiltración Alta.

Derivado de lo anterior, y tomando en cuenta las características fisicoquímicas del hidrocarburo derramado (siendo este una sustancia de fracción media), se llevaron a cabo Labores de Emergencia, las cuales consistieron, entre otras cosas, en la extracción del material edáfico afectado (*Ver Sección 1.4. del presente documento*) para evitar una mayor infiltración del producto derramado y con ello una mayor afectación en el sitio.

Ahora bien, corroborando la correcta delimitación del área y volumen dañado con los resultados obtenidos de los análisis de las muestras recolectadas en el sitio, tenemos que los resultados de las muestras tomadas en la Fosa de Excavación y las periferias de éstas arrojaron concentraciones por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en las Tablas No. 2 y 3 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 para Hidrocarburos Fracción Media (HFM) e Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP's), mientras que las muestras tomadas dentro de la Celda Provisional superan los Límites Máximos Permisibles (LMP) para Hidrocarburos Fracción Media (HFM) señalados en las Tablas 2 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, mas no así para el caso de los Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP's), encontrando valores por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) para las muestras tomadas en Celda Provisional (*Ver Anexo XIV del presente documento*).

En resumen, de lo anteriormente expuesto se proyecta un área de aproximadamente **495 m^2** y un volumen total aproximado de **594 m^3** que serán sometidos al proceso de remediación mediante la técnica de **Biorremediación por Biopilas a un lado del sitio contaminado**, lo cual se puede desglosar de la siguiente manera:

Tabla No. 1.9. Proyección de la pluma del contaminante			
Identificación del área dañada[27]	**Área dañada (m^2)**	**Profundidad de excavación (m) durante Labores de Emergencia**	**Volumen (m^3)**
Fosa de Excavación	495	1.20	594
Área total sometida a Labores de Emergencia:	**495 m^2**	**Volumen extraído durante las Labores de Emergencia**	**594 m^3**

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

[27] Ver Anexo VI correspondiente al Plano Topográfico.

3. DATOS DE INFORMACIÓN DE LA PROPUESTA DE REMEDIACIÓN

3.1. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA REMEDIACIÓN

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

a) Razón social: ISALI, S.A. de C.V.
b) Domicilio: León Guzmán 1308-B, Col. Nuevo Repueblo, Monterrey, Nuevo León. C.P. 64700
c) Registro Federal de Causantes (R.F.C.): ISA080822QS1.
d) No. de autorización para el tratamiento de suelos contaminados: ASEA-ATT-SCH-0076-19 (*Anexo XVI – Autorización ISALI*).
e) Fecha de expedición: 17 de octubre de 2019.
f) Número de oficio: ASEA/UGI/DGGEERC/1583/2019.
g) Vigencia: Diez años a partir de la fecha de expedición.

Las técnicas autorizadas son las siguientes:

- **Bioventeo Aerobio en el sitio contaminado.**
- **Extracción de Vapores en el sitio contaminado.**
- **Biorremediación por Landfarming en el sitio contaminado.**
- **Biorremediación por Biopilas a un lado del sitio contaminado.**
- **Biorremediación por Biopilas estáticas a un lado del sitio contaminado.**
- **Oxidación Química a un lado del sitio contaminado.**

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

3.2. MARCO TEÓRICO

3.2.1. Remediación de suelos contaminados

El mecanismo mediante el cual se restablecen las condiciones originales del suelo se conoce con el nombre de remediación. La remediación se refiere a cualquier operación unitaria o serie de ellas, que tiene como objetivo modificar las condiciones del suelo contaminado mediante procesos físicos, químicos y/o biológicos, ya sea disminuyendo la concentración o modificando su estructura química y propiedades físicas[28]. La legislación federal la define como el "...*conjunto de medidas a las que se someten los sitios contaminados para eliminar o reducir los contaminantes hasta un nivel seguro para la salud y el ambiente o prevenir su dispersión en el ambiente sin modificarlos*[29]*...*".

Para la remediación de los sitios contaminados se utilizan diferentes técnicas que incluyen métodos físicos (separación física, desorción térmica, incineración, inmovilización, venteo, entre otras), químicos (oxidación con diversas sustancias químicas) y/o biológicos (bioventeo, bioaumentación, composteo, biolabranza, fitorremediación, entre otras).

Para el caso de suelos contaminados con hidrocarburos, la tecnología usada en la actualidad es la biorremediación. Las medidas biocorrectoras o los sistemas de biorremediación consisten principalmente en el uso de microorganismos naturales (levaduras, hongos o bacterias) existentes en el medio para descomponer o degradar sustancias de carácter menos tóxico o bien inocuas para el medio ambiente y la salud humana. Estas técnicas biológicas pueden ser de tipo aerobio (presencia de un medio oxidante), o bien de tipo anaerobio (presencia de un medio reductor)[30]. En la figura No. 3.1 se ilustran las posibles reacciones para un medio y otro.

Degradación aerobia:

$$\text{Sustrato} + O_2 \longrightarrow \text{biomasa} + CO_2 + H_2O$$

Degradación anaerobia:

$$\text{Sustrato} + (NO^{3-},\ SO_4^{2-},\ Fe^{3+},\ Mn^{4+},\ CO_2) \longrightarrow \text{biomasa} + CO_2 + (N_2,\ Mn^{2+},\ S^{2+},\ Fe^{2+},\ CH_4)$$

Figura Ilustrativa No. 3.1. Esquema de reacciones en la biorremediación

[28] Volke, T.; Velasco, J.A.; de la Rosa, D.A. (2005). Suelos contaminados por metales y metaloides: muestreo y alternativas para su remediación. Capitulo cuarto. 1ª Edición. México. Pp. 57-115.
[29] Fracción XXVIII del artículo 5 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. SEMARNAT. México 2003
[30] Maroto, M.E.; Rogel, J.M. (2004). Aplicación de sistemas de biorremediación de suelos y aguas contaminadas por hidrocarburos. Geocisa. Div. Protección Ambiental. Pp. 297-305

Una clasificación general de las técnicas de biorremediación, en cuanto al sitio donde éstas se realizan, es la siguiente[31]:

- *In situ*. Son las aplicaciones en las que el suelo contaminado es tratado, o bien, los contaminantes son removidos del suelo contaminado, sin necesidad de excavar el sitio. Es decir, se realizan en el mismo sito en donde se encuentra la contaminación.

- *Ex situ*. La realización de este tipo de tecnologías requiere de excavación, dragado o cualquier otro proceso para remover el suelo contaminado antes de su tratamiento que puede realizarse en el mismo sitio (*on site*) o fuera de él (*off site*).

[31] Tecnologías de remediación… *Op. cit.*

3.3. SELECCIÓN DE TÉCNICA DE BIORREMEDIACIÓN

3.3.1. Criterios de selección

En función de lo observado en campo, además de las características del hidrocarburo derramado y las condiciones del sitio en estudio, se tiene que **Biorremediación por Biopilas a un lado del sitio contaminado**, es la más adecuada con base en los siguientes argumentos:

- Las concentraciones de Hidrocarburos Fracción Media (HFM) encontradas en el suelo, con base en los sondeos realizados con el equipo *PetroFlag (Ver Sección 1.4. del presente documento)*, así como a los valores obtenidos de Hidrocarburos Fracción Media (HFM) en las muestras tomadas durante el muestreo inicial realizado por un laboratorio acreditado y aprobado *(Ver Sección 1.16. del presente documento)*, mismas que superan los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 para dicho parámetro, solo en el caso de las muestras tomadas del material extraído y depositado en la Celda Provisional.
- Las propiedades del sitio, presentándose una textura limosa-arcillosa, e Infiltración Alta.
- El sitio de tratamiento es potencialmente viable para acoplar las condiciones de un tratamiento biológico (temperatura, humedad, etc.).
- La humedad promedio de las muestras tomadas en la Fosa de Excavación se encuentra aproximadamente en 17.75 % mientras que las muestras recolectadas en la Celda Provisional tienen una humedad de 14.02 %.
- El sitio de estudio se ubica en el Km. 050 + 700 de la Carretera (1615) Mérida – Puerto Juárez, municipio de Hoctún, estado de Yucatán., mismo que se encuentra dentro de la categoría de uso de suelo Agrícola/Forestal[32].

[32] Incluye suelo forestal, pecuario y de conservación.

3.4. DESCRIPCIÓN OPERATIVA DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

Tal y como se mencionó en apartados anteriores, la topografía, condiciones del sitio en estudio, la accesibilidad del terreno y la sustancia derramada, son factores que ayudaron determinar la técnica de remediación más adecuada para alcanzar concentraciones por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Tomando en cuenta lo anterior se procederá a desarrollar en la Celda Provisional construida durante las Labores de Emergencia, resultando un volumen de 594 m^3 de suelo dañado con Turbosina lo siguiente:

- Los trabajos se realizarán con técnicas mecánicas con maquinaria pesada tal como lo es la retroexcavadora, la cual aportará al sistema homogeneización y remoción del material en tratamiento.
- Previo al inicio del tratamiento, se realizarán las mediciones de los parámetros pH, temperatura y humedad.
- Se agregará agua, homogeneizando el suelo constantemente hasta obtener una humedad uniforme sin rebasar la capacidad de campo.
- Se realizará la aplicación de los microorganismos *Solibac IP Soil*, previamente activados en agua y se homogeneizará con el suelo contaminado.
- Se adicionarán los insumos (nutrientes), y materia orgánica.
- La cantidad y concentración de la solución de microorganismos y nutrientes dependerá del tipo de suelo en tratamiento, tipo y concentración de hidrocarburos a remover.
- Con la mezcla de insumos y suelo contaminado, se construirá la biopila con una altura entre 1.20 m a 1.50 m y entre 3.00 m a 4.00 m de ancho, dichas medidas serán tomadas como referencias.
- Conforme a las fases establecidas en el programa calendarizado de actividades de remediación *(Ver Anexo XVII del presente documento)* se aplicarán los insumos, se realizará el traspaleo y homogeneización del suelo o material en tratamiento, se conformará una nueva biopila y se realizará el mismo proceso hasta alcanzar los niveles de limpieza establecidos.
- Al final del tratamiento si se generan lixiviados, serán manejados como residuo peligroso y serán enviados a tratamiento o disposición final, debiendo cumplir con la normatividad aplicable en la materia.
- Durante el proceso de tratamiento se monitorearán los parámetros pH, humedad y temperatura *(Ver anexo XVIII del presente documento)*.
- Se realizará el monitoreo de las concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo presentes en el suelo, empleando para ello equipos de campo (*PetroFlag*).

- Con base en los resultados obtenidos se evaluará si se requiere o no un nuevo ciclo de aplicación de los insumos enunciados.
- Una vez que se alcancen los niveles de limpieza requeridos se procederá a un Muestreo Final Comprobatorio realizándolo conforme a lo establecido en la normatividad vigente a través de un laboratorio acreditado ante la entidad mexicana de acreditación (ema®) y aprobado ante la autoridad competente.
- La toma de muestras y las determinaciones analíticas de los parámetros se realizará de acuerdo con lo establecido en la normatividad aplicable y conforme a la propuesta de remediación que al efecto se apruebe.
- Terminando el tratamiento, el suelo limpio será reincorporado a la Fosa de Excavación o podrá disponerse en un sitio autorizado por la autoridad competente.
- La geomembrana se podrá reutilizar, sin contaminante, para otros tratamientos o enviarla a disposición final.

Todas las actividades anteriormente mencionadas se realizarán directamente sobre el material edáfico dañado, mismo que se encuentra contenido en la Celda de Tratamiento, esto en las fases proyectadas en el cronograma adjunto al presente Programa de Remediación.

Tabla No. 3.1. Insumos
Triple 17
Nitrato de potasio
Urea
Fosfato diamónico
Solibac IP Soil
Materia orgánica
Quantum Clean
Verde fuerte
Agua

3.5. LÍMITES DE LIMPIEZA

Como se ha mencionado en el presente documento, la sustancia derramada (Turbosina) tiene como productos asociados a los Hidrocarburos Fracción Media (HFM) e Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP's), señalados en la Tabla No. 1 de la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Por otra parte, en el presente Programa de Remediación se señaló que el tipo de suelo presenta ***Agricultura de temporal***, lo cual en términos de la Norma citada es un tipo de suelo Agrícola/Forestal[33]. Los Límites Máximos Permisibles (LMP) para el tipo de sustancia derramada y el tipo de suelo se señalan en la siguiente tabla:

Tabla 3.2. Límites Máximos Permisibles para limpieza[34]

Parámetro	HFM	Benzo(a) antraceno	Benzo(b) fluoranteno	Benzo(k) fluoranteno	Benzo(a) pireno	Indeno (1,2,3-cd pireno)	Dibenzo (a, h) antraceno
LMP[35]	1200	2	2	8	2	2	2

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

3.6. USO FUTURO DEL SUELO REMEDIADO

El volumen de suelo que será sometido al proceso de remediación mediante la técnica de **Biorremediación por Biopilas a un lado del sitio contaminado**, será utilizado para relleno y nivelación del sitio de origen (Fosa de Excavación), así como en los alrededores del sitio donde se encuentra la Celda de Tratamiento, una vez que se cumplan con los Límites Máximos Permisibles (LMP) para Hidrocarburos Fracción Media (HFM) e Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP's), señalados en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, conservando de esta forma su uso de suelo **Agrícola/Forestal**[36].

[33] Incluye suelo forestal, pecuario y de conservación.
[34] Concentración expresada en mg /kg.
[35] Límite Máximo Permisible, expresado en mg / kg base seca.
[36] Incluye suelo forestal, pecuario y de conservación.

3.7. PROGRAMA CALENDARIZADO DE ACTIVIDADES

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

Los trabajos de remediación estarán sujetos al calendario propuesto *(Anexo XVII – Programa calendarizado de actividades de remediación)*.

De éste, es pertinente hacer algunas aclaraciones.

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

En caso de que se generen residuos durante el proceso de remediación serán manejados conforme a la legislación ambiental vigente.

Fotográfico – Visita Inicial (1/2)



01. Vista panorámica del sitio en estudio.

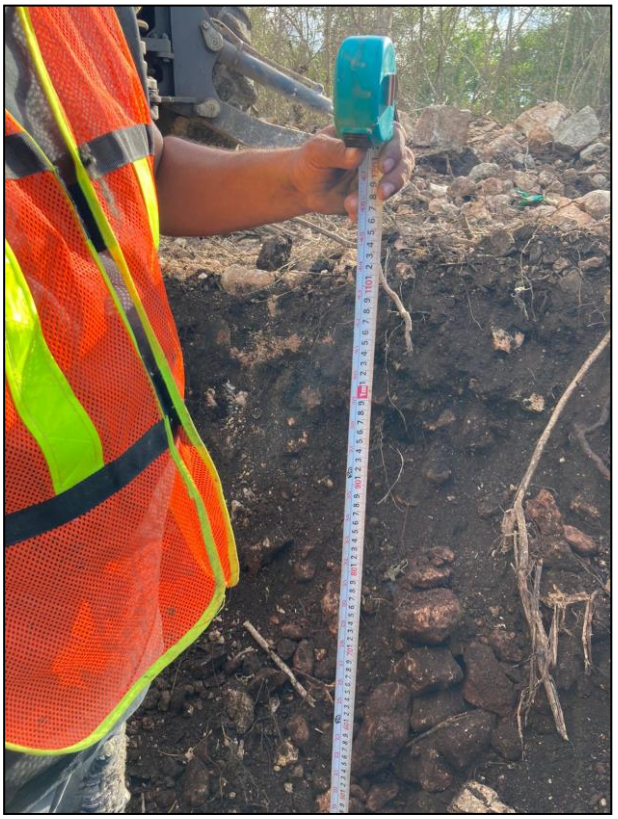


02. El sitio en estudio se encuentra en el Km. 050 + 700 de la Carretera (1615) Mérida – Puerto Juárez, municipio de Hoctún, estado de Yucatán.

.



03. Con ayuda de maquinaria pesada se procedió a realizar sondeos para conocer la infiltración de la sustancia derramada.

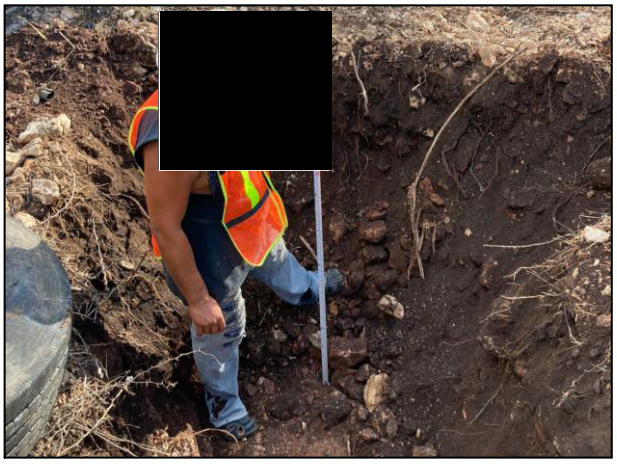


04. Con apoyo de flexómetro se corroboró la infiltración del hidrocarburo.

Fotográfico – Visita Inicial (1/2)



05. Con apoyo de retroexcavadora, se realizaron sondeos en distintos puntos del área afectada.



06. Se realizaron sondeos dentro del área afectada, a fin de corroborar la extensión de la pluma del contaminante.



07. Con apoyo de cinta métrica se midieron las dimensiones del área afectada .



08. Se registraron las coordenadas con ayuda de un GPS.



09. Vista del sitio afectado por el derrame de Turbosina.

Fotográfico – Labores de Emergencia (1/3)



01. Se llevó a cabo la nivelación del terreno en el que se construyó la Celda provisional.



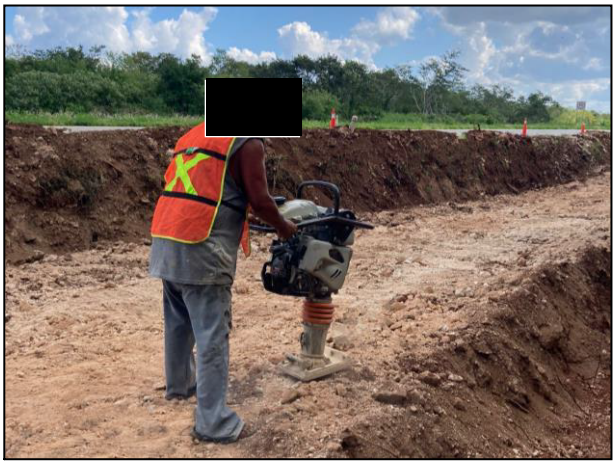
02. Construcción de canaleta para Celda Provisional.



03. Adecuación de los bordos para la Celda Provisional.



04. La base de la Celda se construyó con una capa de arcilla.



05. Compactación de la capa de arcilla.



06. Se cubrió la Celda Provisional con película de polietileno de alta densidad.

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

Fotográfico – Labores de Emergencia (2/3)



07. Depósito y esparcimiento de segunda capa de arcilla sobre película de polietileno de alta densidad



08. Compactación de la segunda capa de arcilla.



09. Se procedió a la extracción del material edáfico afectado con Turbosina.



10. Con apoyo de la retroexcavadora se realizaron las actividades de extracción del material edáfico afectado.



09. Extracción del material edáfico afectado con Diésel para su posterior acarreo y deposito en Celda Provisional.



12. El material edáfico afectado fue acarreado y colocado en la Celda Provisional.

Fotográfico – Labores de Emergencia (3/3)



12. Acarreo y deposito del material edáfico afectado con Turbosina en Celda Provisional.



13. El material edáfico afectado se depositó en la Celda Provisional.



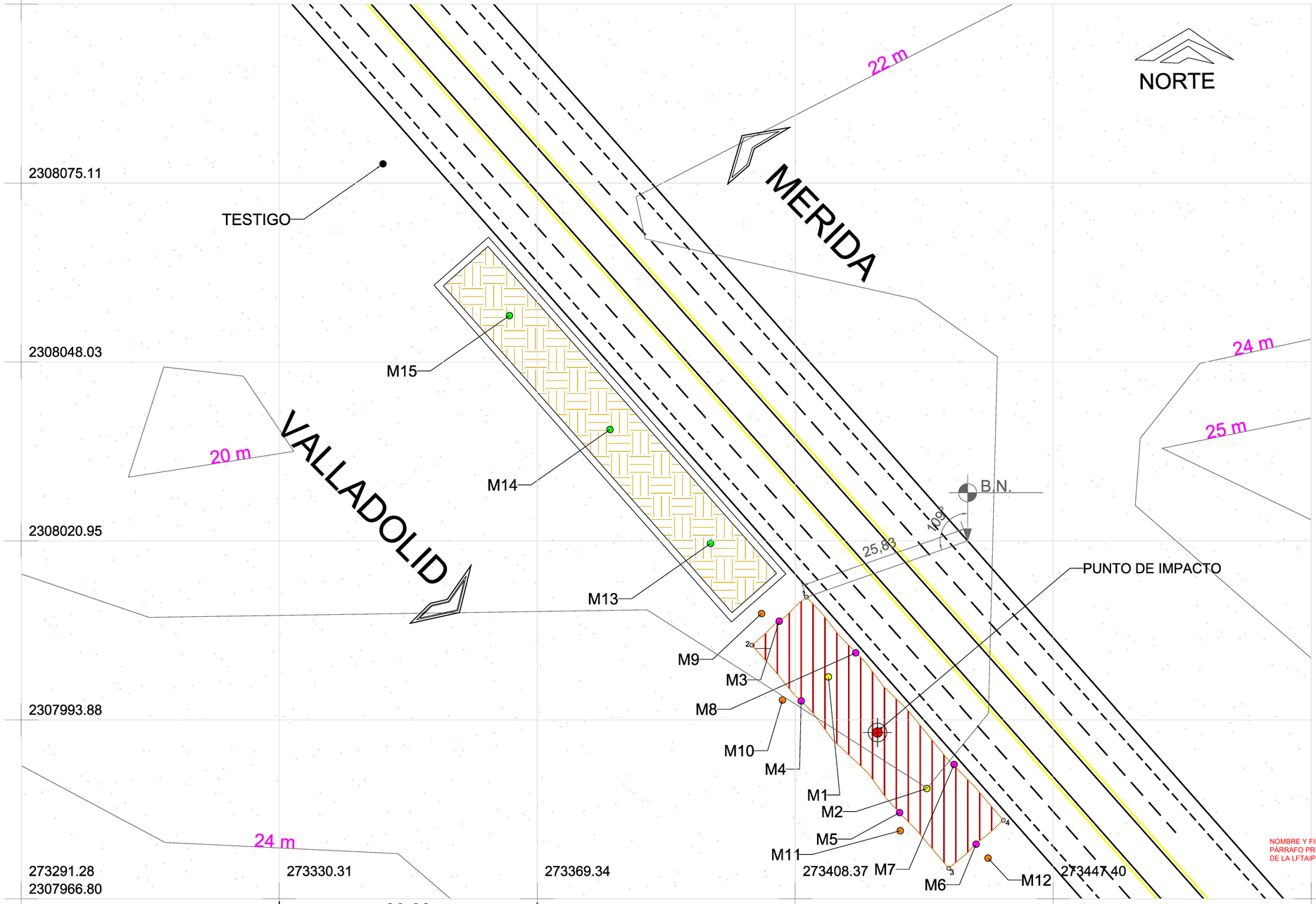
14. Depósito del material edáfico afectado con Turbosina en Celda Provisional.



15. Vista final del área sometida a extracción, dando como resultado la Fosa de Excavación.



16. Vista de la Celda Provisional una vez concluidas las Labores de Emergencia.



FOSA DE EXCAVACIÓN

CELDA PROVISIONAL

MUESTRA SIMPLE (PARED)

MUESTRA SIMPLE (PERIFERIA)

MUESTRA SIMPLE (FONDO)

MUESTRA SIMPLE (CELDA)

B.N. BANCO DE NIVEL

PUNTO DE IMPACTO

ZONA UTM: 16Q	COORDENADAS UTM
PUNTO DE IMPACTO	16Q 0273407 2308010
BANCO DE NIVEL	16Q 0273434 2308020

VISTA EN PLANTA

Escala Gráfica 1:300

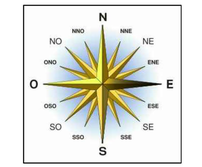
NOMBRE DEL PLANO: **1147455-21**

NOTAS

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

LOCALIZACION







FOTOGRAFIA DEL SITIO



FOTOREFERENCIA GOOGLE EARTH

PROPUESTA DE

AREA	NOMBRE:	FIRMA
DISENO	[redacted]	

FECHA

25 DE MAYO DEL 2022

DIRECCION:

KM. 050 + 700 DE LA CARRETERA (1615) MÉRIDA – PUERTO JUÁREZ, MUNICIPIO DE HOCTÚN, ESTADO DE YUCATÁN

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

DISEÑO POR [redacted]

TRANSPORTISTA:

AUTOTANQUES FORANEOS, S.A. DE C.V.

SUSTANCIA DERRAMADA

TURBOSINA

NOMBRE DEL PROYECTO: PLANO: 1-3

PROGRAMA DE REMEDIACION

RESULTADOS DE MUESTREO INICIAL EN SUELOS

PUNTO DE MUESTREO	IDENTIFICACIÓN	PROFUNDIDAD (M)	HFM	HUMEDAD	PH	HIDROCARBUROS AROMATICOS POLINUCLEARES (HAP´S)						COORDENADAS
						BENZO(A) ANTRACENO	BENZO(B) FLUORANTENO	BENZO(K) FLUORANTENO	BENZO(A) PIRENO	INDENO (1,2,3-CD) PIRENO	DIBENZO(A,H) ANTRACENO	
M1	MI-AF-H-01-F (SUP)	SUPERFICIAL	<141.59	19.34	ANR	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260	16Q 0273405 2308006
M2	MI-AF-H-02-F (0.30 M)	0.30	<141.59	21.34	ANR	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260	16Q 0273417 2307996
M3	MI-AF-H-03-P (SUP)	SUPERFICIAL	<141.59	21.93	ANR	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260	16Q 0273405 2308013
M4	MI-AF-H-04-P (0.20 M)	0.20	<141.59	18.26	ANR	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260	16Q 0273402 2308008
M5	MI-AF-H-05-P (0.30 M)	0.30	<141.59	11.58	ANR	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260	16Q 0273412 2307996
M6	MI-AF-H-06-P (0.20 M)	0.20	<141.59	19.46	ANR	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260	16Q 0273424 2307987
DUPLICADO	MI-AF-H-06D-P (0.20 M)	0.20	<141.59	20.41	ANR	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260	16Q 0273424 2307987
M7	MI-AF-H-07-P (SUP)	SUPERFICIAL	<141.59	17.93	ANR	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260	16Q 0273422 2307995
M8	MI-AF-H-08-P (SUP)	SUPERFICIAL	<141.59	20.35	ANR	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260	16Q 0273415 2308005
M9	MI-AF-H-09 (0.50 M)	0.50	<141.59	12.69	ANR	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260	16Q 0273401 2308013
M10	MI-AF-H-10 (0.80 M)	0.80	<141.59	18.54	ANR	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260	16Q 0273402 2308006
M11	MI-AF-H-11 (0.30 M)	0.30	<141.59	12.50	ANR	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260	16Q 0273410 2307992
M12	MI-AF-H-12 (0.60 M)	0.60	<141.59	11.83	ANR	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260	16Q 0273423 2307986
	MI-AF-H-12 (1.20 M)	1.20	<141.59	22.39	ANR	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260	16Q 0273423 2307986
M13	MI-AF-H-13-CEL (0.50 M)	0.50	55980	13.84	ANR	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260	16Q 0273386 2308034
M14	MI-AF-H-14-CEL (1.20 M)	1.20	61093	13.93	ANR	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260	16Q 0273373 2308095
M15	MI-AF-H-15-CEL (0.80 M)	0.80	62130	14.37	ANR	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260	16Q 0273363 2308059
DUPLICADO	MI-AF-H-15D-CEL (0.80 M)	0.80	60780	13.92	ANR	<0.270	<0.240	<0.250	<0.260	<0.270	<0.260	16Q 0273363 2308059
TESTIGO	MI-AF-H-T (SUP)	SUPERFICIAL	ANR	20.67	7.81	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR	16Q 0273346 2308078

DATOS DEL POLIGONO

LADO EST	LADO PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS UTM
				1	16Q 273410 2308012
1	2	S 48°34'06" W	11.00	2	16Q 273402 2308005
2	3	S 41°25'54" E	45.00	3	16Q 273432 2307971
3	4	N 48°34'06" E	11.00	4	16Q 273440 2307979
4	1	N 41°25'54" W	45.00	1	16Q 273410 2308012

AREA DAÑADA = 495 M2

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

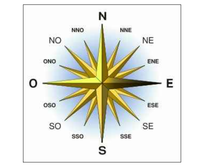
NOMBRE DEL PLANO: **1147455-21**

NOTAS

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

LOCALIZACION







FOTOGRAFIA DEL SITIO



FOTOREFERENCIA GOOGLE EARTH

PROPUESTA DE

AREA	NOMBRE:	FIRMA
DISENO	[redacted]	

FECHA

25 DE MAYO DEL 2022

DIRECCION:

KM. 050 + 700 DE LA CARRETERA (1615) MÉRIDA – PUERTO JUÁREZ, MUNICIPIO DE HOCTÚN, ESTADO DE YUCATÁN

DISEÑO POR

[redacted]

TRANSPORTISTA:

AUTOTANQUES FORÁNEOS, S.A. DE C.V.

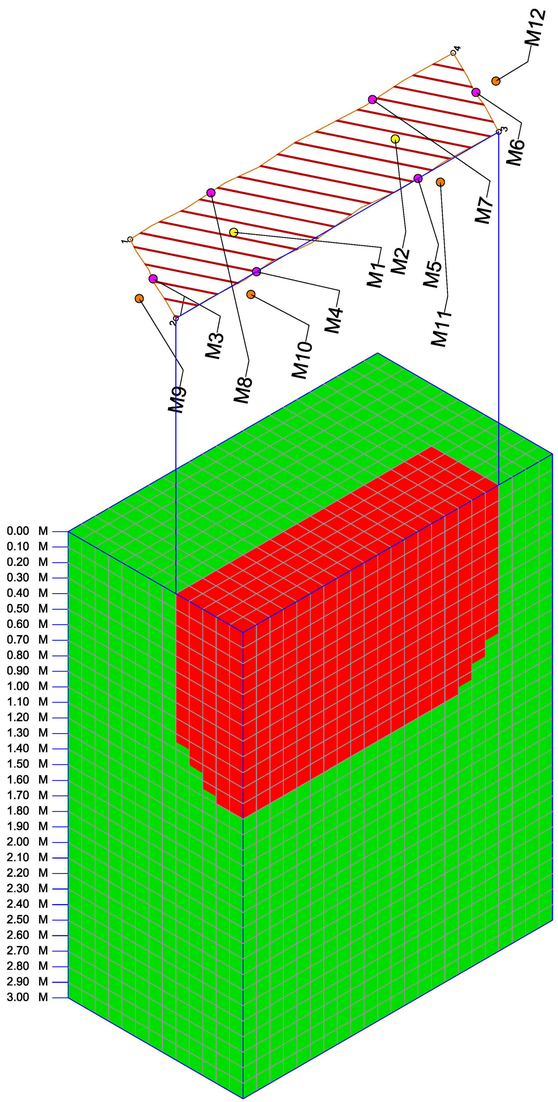
SUSTANCIA DERRAMADA

TURBOSINA

NOMBRE DEL PROYECTO: PLANO: 2-3

PROGRAMA DE REMEDIACION

PROYECCIÓN DE CONCENTRACIONES
HFM (MG/KG)
FOSA DE EXCAVACION



<1200 MG/KG

>1200 MG/KG

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

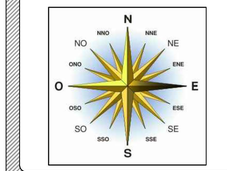
NOMBRE DEL PLANO: **1147455-21**

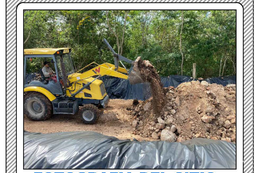
NOTAS

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

LOCALIZACION







FOTOGRAFIA DEL SITIO



FOTOREFERENCIA GOOGLE EARTH

PROPUESTA DE

AREA	NOMBRE:	FIRMA
DISENO	[redacted]	

FECHA

25 DE MAYO DEL 2022

DIRECCION:

KM. 050 + 700 DE LA CARRETERA (1615) MÉRIDA – PUERTO JUÁREZ, MUNICIPIO DE HOCTÚN, ESTADO DE YUCATÁN

DISEÑO POR [redacted]

TRANSPORTISTA:

AUTOTANQUES FORÁNEOS, S.A. DE C.V.

SUSTANCIA DERRAMADA

TURBOSINA

NOMBRE DEL PROYECTO: PLANO: 3-3

PROGRAMA DE REMEDIACION

BITÁCORA DE MUESTREO

Inicial [X] *Intermedio* [ ] *Final* [ ]

Siniestro: 1147455-21 Fecha: 01 de marzo de 2022

Ubicación: Km. 050 + 700 de la Carretera (1615) Mérida – Puerto Juárez municipio de Hoctún, estado de Yucatán.

Empresa: Autotanques Foráneos, S.A. de C.V.

Material derramado: *Diesel* [ ] *Gasolina* [ ] *Turbosina* [X] *Combustóleo* [ ] *Otro:* _____

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

HTP's Fracción: *Ligera* [ ] *Media* [X] *Pesada* [ ] *No aplica* [ ]

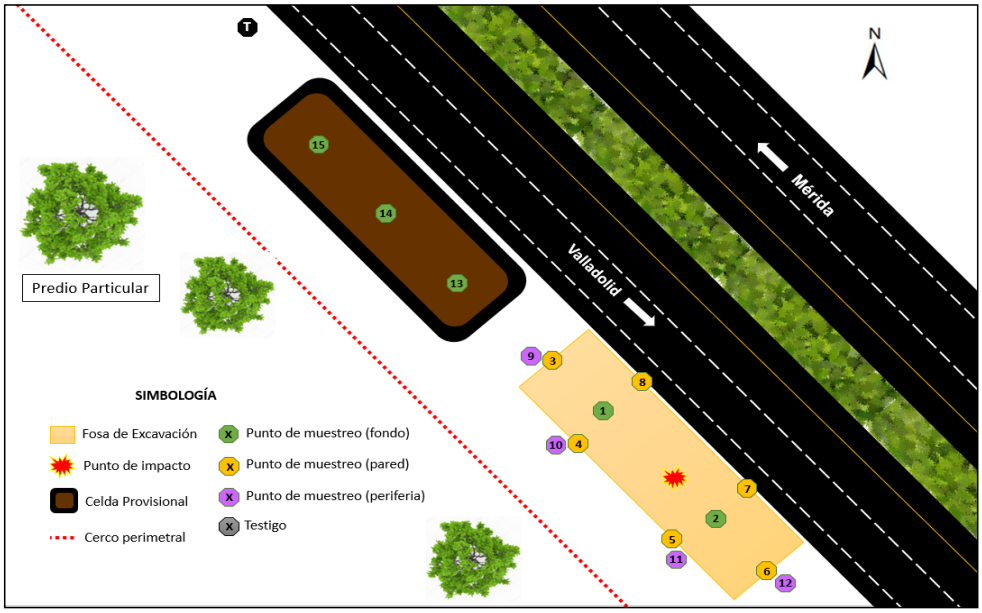
PUNTOS DE MUESTREO

No.	Identificación	Profundidad (m)	Ubicación geográfica	Parámetros a analizar
1	MI-AF-H-01-F (Sup)	Superficial	16Q 0273405 2308006	HFM, HAPs, H
2	MI-AF-H-02-F (0.30 M)	0.30	16Q 0273417 2307996	
3	MI-AF-H-03-P (Sup)	Superficial	16Q 0273405 2308013	
4	MI-AF-H-04-P (0.20 M)	0.20	16Q 0273402 2308008	
5	MI-AF-H-05-P (0.30 M)	0.30	16Q 0273412 2307996	
6	MI-AF-H-06-P (0.20 M)	0.20	16Q 0273424 2307987	
D	MI-AF-H-06D-P (0.20 M)	0.20	16Q 0273424 2307987	
7	MI-AF-H-07-P (Sup)	Superficial	16Q 0273422 2307995	
8	MI-AF-H-08-P (Sup)	Superficial	16Q 0273415 2308005	
9	MI-AF-H-09 (0.50 M)	0.50	16Q 0273401 2308013	
10	MI-AF-H-10 (0.80 M)	0.80	16Q 0273402 2308006	
11	MI-AF-H-11 (0.30 M)	0.30	16Q 0273410 2307992	
12	MI-AF-H-12 (0.60 M)	0.60	16Q 0273423 2307986	
	MI-AF-H-12 (1.20 M)	1.20	16Q 0273423 2307986	
13	MI-AF-H-13-CEL (0.50 M)	0.50	16Q 0273386 2308034	
14	MI-AF-H-14-CEL (1.20 M)	1.20	16Q 0273373 2308095	
15	MI-AF-H-15-CEL (0.80 M)	0.80	16Q 0273363 2308059	
D	MI-AF-H-15D-CEL (0.80 M)	0.80	16Q 0273363 2308059	
T	MI-AF-H-T (Sup)	Superficial	16Q 0273346 2308078	pH, H

****Superficial 0 - 0.10 m**

Se determinó un total de 19 (diecinueve) muestras simples distribuidas de la siguiente manera:
08 (ocho) muestras simples distribuidas en las paredes y fondo de la Fosa de Excavación, así como 05 (cinco)
muestras simples distribuidas en la periferia de la Fosa de Excavación y 03 (tres) muestras simples
en la Celda Provisional; por último, para el aseguramiento de la calidad de la toma de muestras
se tomaron 02 (dos) muestras duplicadas y 01 (una) muestra testigo fuera del área afectada.
Las muestras duplicado cumplen el objetivo de asegurar la calidad de los resultados.

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS PUNTOS DE MUESTREO



OBSERVACIONES

Las muestras fueron tomadas utilizando hand auger y espátula de acero inoxidable.
La muestra testigo se tomó fuera del área afectada.

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

[redacted]

Revisó
Nombre y firma

* Artículo 71 Fracción III del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

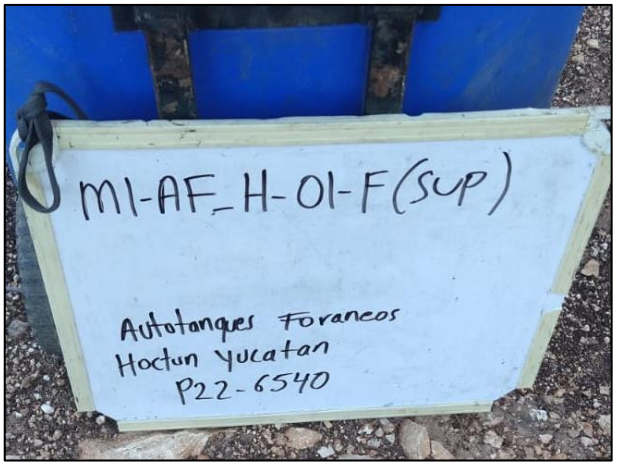
Fotográfico – Muestreo Inicial (1/3)



01. Para la toma de muestras se utilizaron guantes al inicio y entre cada toma de ellas para evitar la contaminación cruzada de las mismas.



02. El equipo de muestreo fue lavado al inicio de la toma de muestras, así como entre cada toma de estas, con ello evitando la contaminación cruzada.



03. Se realizó la identificación de los puntos de muestreo de acuerdo con el plan de muestreo, con apoyo de una pizarra.



04. Se realizó la toma de muestras de acuerdo con el Plan de Muestreo. Toma de muestras en la Fosa de Excavación.



05. Se realizó la toma de muestra duplicada para el aseguramiento de la calidad de estas, en la Pared de la Fosa de Excavación.



06. Con apoyo del cucharon de acero inoxidable se realizó la toma de muestra superficial en la Pared de la Fosa de Excavación.

Fotográfico – Muestreo Inicial (2/3)



07. Las profundidades de los puntos de muestreo fueron verificadas con apoyo de un flexómetro.



08. Se realizó el cambio de guantes entre cada toma de muestras para evitar la contaminación cruzada de las mismas.



09. Con apoyo del Hand Auger de acero inoxidable se realizó la toma de muestra en la Periferia de la Fosa de Excavación.



10. La muestra tomada fue depositada en frasco de vidrio.



11. Cada una de las muestras fueron debidamente etiquetadas, rotuladas y selladas.



12. El personal encargado de la toma de muestras lavó el equipo utilizado con jabón libre de fosfatos entre cada toma de muestras.

Fotográfico – Muestreo Inicial (3/3)



13. Se realizó la toma de muestras a distintas profundidades en la Periferia de la Fosa de Excavación.



14. Con apoyo del Hand Auger de acero inoxidable se realizó la toma de muestra en la Celda Provisional.



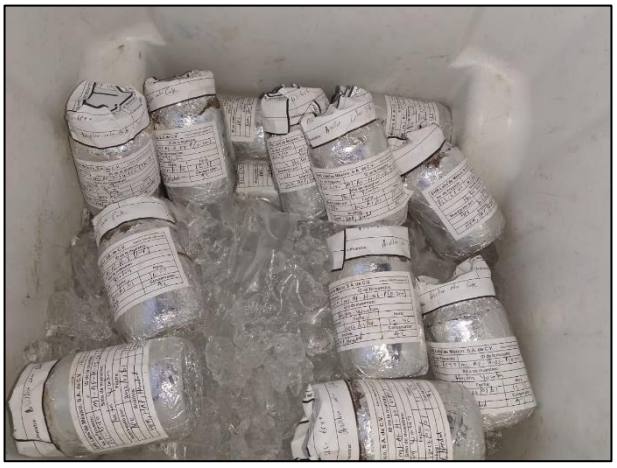
15. Se realizó el cambio de guantes entre cada toma de muestras para evitar la contaminación cruzada de las mismas.



16. Con apoyo del cucharon de acero inoxidable se realizó la toma de la muestra testigo superficial fuera del sitio afectado.



17. Las coordenadas de los puntos de muestreo fueron tomadas con apoyo de un GPS.



18. Preservación de las muestras a 4°C.

EHS Labs® de México, S. A. de C. V.
Matamoros 1441 Pte, Col. María Luisa, Monterrey, N. L. C. P. 64040
R.F.C. ELM030924-R93; Tel.: (81) 8047-6480
ehs@ehslabs.com

CADENA DE CUSTODIA

Pág: 1 de 2

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

NOMBRE DE LA EMPRESA / REF. CLIENTE: Autlanejos Tenaris SA de CV

DIRECCIÓN DEL SITIO DE MUESTREO/ÁREA DE ESTUDIO: Km 080+720 de la Carretera (1615) Merida - Puerto Juarez, mpio. Hoctun Edo. Yucatan

No. DE PROYECTO: P22-6540 ÁREA: ☐AL ☐FF ☐Ag Res. ☐Ag Pot. ☑S ☐R

MUESTREADOR: [redacted] (nombre completo e iniciales)

RESPONSABLE DEL [redacted] (nombre y firma)

TIPO DE SERVICIO: NORMAL ☐ URGENTE ☐ _____(días) ☐SIRALAB

FOLIO: 22400

ISALI
NOMBRE DEL CLIENTE
[redacted]
FIRMA DEL CLIENTE

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FM	H	M	NR	C	P	TIPO DE MUESTRA MP	TIPO DE MUESTRA MC	CM ☑L ☐Kg	HTM	HAP	Humedad	EHS ID*
M1-AF-H-01-F (Sup)	2022/03/01	11:30	S	1	FV	7	✓	–	0.235	✓	✓	✓	98756-1
M1-AF-H-02-F (0.30m)	2022/03/01	11:47	S	1	FV	7	✓	–	0.235	✓	✓	✓	98756-2
M1-AF-H-03-P (Sup)	2022/03/01	#pej2: 11:00	S	1	FV	7	✓	–	0.235	✓	✓	✓	98756-3
M1-AF-H-04-P (0.20 m)	2022/03/01	12:18	S	1	FV	7	✓	–	0.235	✓	✓	✓	98756-4
M1-AF-H-05-P (0.30m)	2022/03/01	12:32	S	1	FV	7	✓	–	0.235	✓	✓	✓	98756-5
M1-AF-H-06-P (0.20m)	2022/03/01	12:46	S	1	FV	7	✓	–	0.235	✓	✓	✓	98756-6
M1-AF-H-06D-P (0.20m)	2022/03/01	12:48	S	1	FV	7	✓	–	0.235	✓	✓	✓	98756-7
M1-AF-H-07-P (Sup)	2022/03/01	13:02	S	1	FV	7	✓	–	0.235	✓	✓	✓	98756-8
M1-AF-H-08-P (Sup)	2022/03/01	13:15	S	1	FV	7	✓	–	0.235	✓	✓	✓	98756-9
M1-AF-H-09 (0.50m)	2022/03/01	13:27	S	1	FV	7	✓	–	0.235	✓	✓	✓	98756-10

LABORATORIO QUE RECIBE LAS MUESTRAS*: EHS Labs

CONDICIONES EN LAS QUE SE RECIBEN LAS MUESTRAS*: Adecuadas

T°C*: 4°

OBSERVACIONES:

ENTREGADO POR: (nombre y firma)	FECHA:	HORA:	RECIBIDO POR: (nombre y firma)	FECHA:	HORA:	COMENTARIOS
[redacted]	2022-03-05	12:00	[redacted]	2022-03-05	12:00	NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012
	2022-03-07	13:00		2022-03-07	13:00	
	2022-03-07	16:14		2022-03-07	16h14	

H: Hora de la toma de muestra (00:00 a 24:00h) **M:** Matriz (**S:** Sólido, **L:** Líquido, **G:** Gas, **O:** Otro) **NR:** Número de recipientes

C: Contenedor (**B:** Bolsa Teldar, **C:** Caja Petri, **T:** Tubos, **FV:** Frasco Vidrio, **FP:** Frasco Plástico, **BE:** Bolsa Esteril, **V:** Vial, **FVO:** Frasco de Vidro Obscuro, **CA:** Cartucho, **O:** Otros)

P: Preservador (**1:** HCl, **2:** HNO_3, **3:** H_2SO_4, **4:** NaOH, **5:** $Na_2S_2O_3$, **6:**$H2SO4$-$CuSO4$, **7:** ≤ 4°C, **8:** Acetato de Zinc, **9:** Otro, **10:** NA, **11:**Buffer/NaOH, **12:** <2°C, **13:** HNO_3 supraputo/$K_2Cr_2O_7$).

CM: Cantidad de Muestra (**L:** Litros, **Kg:** Kilogramos, **NA:** No Aplica, para filtros, TCA y Bolsa Tedlar)

T°C*: Temperatura de la preservación en las que se reciben las muestras.

MP: Muestra Puntual **MC:** Muestra Compuesta

EHS ID*: Identificación interna de cada muestra.

***ÁREA PARA USO EXCLUSIVO DEL LABORATORIO**

4-SCA-018-2A, versión 11

Derechos Reservados. EHS Labs®

EHS Labs® de México, S. A. de C. V.
Matamoros 1441 Pte, Col. María Luisa, Monterrey, N. L. C. P. 64040
R.F.C. ELM030924-R93; Tel.: (81) 8047-6480
ehs@ehslabs.com

CADENA DE CUSTODIA

Pág: 2 de 2

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

NOMBRE DE LA EMPRESA / REF. CLIENTE: Asbestos Foraneos SA de CV

DIRECCIÓN DEL SITIO DE MUESTREO/ÁREA DE ESTUDIO: Km 050+700 de la Carretera (1615) Merida - Puerto Juarez, mpio. Hocaba Edo. Yucatan

No. DE PROYECTO: 22-6540 ÁREA: ☐AL ☐FF ☐Ag Res. ☐Ag Pot. ☑S ☐R

MUESTREADOR: [redacted] (nombre completo e iniciales)

RESPONSABLE DEL M[redacted] (nombre y firma)

TIPO DE SERVICIO: NORMAL ☐ URGENTE ☐ _____ (días) ☐SIRALAB

FOLIO: 280748

ANALISIS: HFM, HAP, Humedad, pH, Hrs

JSALT
NOMBRE DEL CLIENTE

[redacted]
FIRMA DEL CLIENTE

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FM	H	M	NR	C	P	TIPO DE MUESTRA MP	TIPO DE MUESTRA MC	CM ☑L ☐Kg	HFM	HAP	Humedad	pH	Hrs	EHS ID*
M1-AF-H10 (0.80m)	2022/03/01	13:40	S	1	FV	7	✓	—	0.235	✓	✓	✓			98756-11
M1-AF-H-11 (0.70m)	2022/03/01	13:58	S	1	FV	7	✓	—	0.235	✓	✓	✓			98756-12
M1-AF-H-12 (0.60m)	2022/03/01	14:10	S	1	FV	7	✓	—	0.235	✓	✓	✓			98756-13
M1-AF-H-12 (1.20m)	2022/03/01	14:30	S	1	FV	7	✓	—	0.235	✓	✓	✓			98756-14
M1-AF-H-13-CEL (0.50m)	2022/03/01	15:02	S	1	FV	7	✓	—	0.235	✓	✓	✓			98756-15
M1-AF-H-14-CEL (1.20m)	2022/03/01	15:17	S	1	FV	7	✓	—	0.235	✓	✓	✓			98756-16
M1-AF-H-15-CEL (0.80m)	2022/03/01	15:40	S	1	FV	7	✓	—	0.235	✓	✓	✓			98756-17
M1-AF-H-150-CEL (0.80m)	2022/03/01	15:42	S	1	FV	7	✓	—	0.235	✓	✓	✓			98756-18
M1-AF-H-T (SUP)	2022/03/01	16:00	S	1	FV	7	✓	—	0.235	—	—	✓	✓		98756-19

HAP

LABORATORIO QUE RECIBE LAS MUESTRAS*: EHS Labs

CONDICIONES EN LAS QUE SE RECIBEN LAS MUESTRAS*: Adecuadas

T°C*: 4o

OBSERVACIONES:

ENTREGADO POR: (nombre y firma)	FECHA:	HORA:	RECIBIDO POR: (nombre y firma)	FECHA:	HORA:	COMENTARIOS
[redacted]	2022-03-05	12:00	[redacted]	2022-03-05	12:00	NOM-178-SEMARNAT/SSA1-2012
	2022-03-07	13:00		2022-03-07	13:00	
	2022-03-07	16:14		2022-03-07	16h14	

FM: Fecha de muestreo (aaaa/mm/dd) **H:** Hora de la toma de muestra (00:00 a 24:00h) **M:** Matriz (**S:** Sólido, **L:** Líquido, **G:** Gas, **O:** Otro) **NR:** Número de recipientes

C: Contenedor (**B:** Bolsa Teldar, **C:** Caja Petri, **T:** Tubos, **FV:** Frasco Vidrio, **FP:** Frasco Plástico, **BE:** Bolsa Esteril, **V:** Vial, **FVO:** Frasco de Vidro Obscuro, **CA:** Cartucho, **O:** Otros)

P: Preservador (**1:** HCl, **2:** HNO_3, **3:** H_2SO_4, **4:** NaOH, **5:** $Na_2S_2O_3$, **6:**H2SO4-CuSO4, **7:** ≤ 4°C, **8:** Acetato de Zinc, **9:** Otro, **10:** NA, **11**:Buffer/NaOH, **12:** <2°C, **13:** HNO_3 supraputo/$K_2Cr_2O_7$).

CM: Cantidad de Muestra (**L:** Litros, **Kg:** Kilogramos, **NA:** No Aplica, para filtros, TCA y Bolsa Tedlar)

MP: Muestra Puntual **MC:** Muestra Compuesta

EHS ID*: Identificación interna de cada muestra.

T°C*: Temperatura de la preservación en las que se reciben las muestras.

***ÁREA PARA USO EXCLUSIVO DEL LABORATORIO**

4-SCA-018-2A, versión 11

Derechos Reservados. EHS Labs®

AUTOTANQUES FORÁNEOS, S.A. DE C.V.

Km. 050 + 700 de la Carretera (1615) Mérida – Puerto Juárez,
municipio de Hoctún, estado de Yucatán.

INFORME DE RESULTADOS SUELOS

P22-6540

Realizado por:

EHS LABS DE MÉXICO, S.A. DE C.V.

Muestreo Realizado:

2022-03-01

INFORME DE RESULTADOS SUELOS
Autotanques Foráneos, S.A. de C.V.

1. DATOS DEL SOLICITANTE

Empresa:	Autotanques Foráneos, S.A. de C.V.
Dirección:	Av. Paseo de la Reforma No. 383 piso 6, Colonia Cuauhtémoc,
Entidad:	demarcación territorial Cuauhtémoc, Ciudad de México, C.P. 06500.
Atención:	C. Daniel Yair Leal Hernández

2. DATOS DEL MUESTREO

Empresa responsable del muestreo:	EHS Labs de México, S.A. de C.V.
Dirección:	Matamoros 1441 Pte Col. María Luisa, Monterrey, Nuevo León
Ubicación del sitio de muestreo:	Km. 050 + 700 de la Carretera (1615) Mérida – Puerto Juárez, municipio de Hoctún, estado de Yucatán.
Fecha de muestreo:	2022-03-01
Número de muestras en estudio:	19
Anexos:	Registro del Muestreo de Suelos
	Cadena de Custodia Folio: 22400 y 280748
Método de Muestreo:	NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012

3. DATOS DEL MUESTREO

Identificación del cliente:	**Fecha de recepción de las muestras:** 2022-03-07
Sin. 1147455-21	**Fecha de inicio de análisis:** 2022-03-07
	Fecha termino de análisis: 2022-04-13
Identificación EHS Labs:	98756-1 a 98756-19
Descripción física de las muestras:	19 muestras matriz suelo
Empresa responsable del análisis:	EHS Labs de México, S.A. de C.V.
Dirección:	Matamoros 1441 Pte Col. María Luisa, Monterrey, Nuevo León

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

4. RESULTADOS ANALÍTICOS DE HUMEDAD

No. de proyecto: P22-6540
Fecha de Recepción: 2022-03-07
Fecha de muestreo: 2022-03-01
Folio de cadena de Custodia: 22400 y 280748
Parámetro: HUMEDAD EN SUELO (Acreditado)
Método analítico ANEXO AS-05 NOM-021-SEMARNAT-2000

ID del cliente	ID EHS Labs	RESULTADOS (%)	U (%)	Fecha de análisis	Analista
MI-AF-H-01-F(SUP)	98756-1	19.34	6	2022-03-08	LB
MI-AF-H-02-F(0.30 M)	98756-2	21.34	6	2022-03-08	LB
MI-AF-H-03-P(SUP)	98756-3	21.93	6	2022-03-08	LB
MI-AF-H-04-P(0.20M)	98756-4	18.26	6	2022-03-08	LB
MI-AF-H-05-P(0.30M)	98756-5	11.58	6	2022-03-08	LB
MI-AF-H-06-P(0.20M)	98756-6	19.46	6	2022-03-08	LB
MI-AF-H-06D-P(0.20M)	98756-7	20.41	6	2022-03-08	LB
MI-AF-H-07-P(SUP)	98756-8	17.93	6	2022-03-08	LB
MI-AF-H-08-P(SUP)	98756-9	20.35	6	2022-03-08	LB
MI-AF-H-09(0.50 M)	98756-10	12.69	6	2022-03-08	LB
MI-AF-H-10(0.80M)	98756-11	18.54	6	2022-03-08	LB
MI-AF-H-11(0.30M)	98756-12	12.50	6	2022-03-08	LB
MI-AF-H-12(0.60M)	98756-13	11.83	6	2022-03-08	LB
MI-AF-H-12(1.20M)	98756-14	22.39	6	2022-03-08	LB
MI-AF-H-13-CEL(0.50M)	98756-15	13.84	6	2022-03-08	LB
MI-AF-H-14-CEL(1.20M)	98756-16	13.93	6	2022-03-08	LB
MI-AF-H-15-CEL(0.80M)	98756-17	14.37	6	2022-03-08	LB
MI-AF-H-15D-CEL(0.80M)	98756-18	13.92	6	2022-03-08	LB
MI-AF-H-T(SUP)	98756-19	20.67	6	2022-03-08	LB

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

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

5. RESULTADOS ANALÍTICOS DE HFM

No. de proyecto: P22-6540
Fecha de Recepción: 2022-03-07
Fecha de muestreo: 2022-03-01
Folio de cadena de Custodia: 22400 y 280748
Parámetro: HIDROCARBUROS FRACCIÓN MEDIA EN SUELOS (Acreditado)
Método analítico NMX-AA-145-SCFI-2008

ID del cliente	ID EHS Labs	Resultados (mg/kgBS)	LC (mg/kgBS)	U (mg/kgBS)	Fecha de extracción	Fecha de análisis	Analista
MI-AF-H-01-F(SUP)	98756-1	< 141.59	141.59	61.53	2022-03-08	2022-03-16	LB
MI-AF-H-02-F(0.30 M)	98756-2	< 141.59	141.59	61.53	2022-03-08	2022-03-16	LB
MI-AF-H-03-P(SUP)	98756-3	< 141.59	141.59	61.53	2022-03-08	2022-03-16	LB
MI-AF-H-04-P(0.20M)	98756-4	< 141.59	141.59	61.53	2022-03-08	2022-03-16	LB
MI-AF-H-05-P(0.30M)	98756-5	< 141.59	141.59	61.53	2022-03-08	2022-03-16	LB
MI-AF-H-06-P(0.20M)	98756-6	< 141.59	141.59	61.53	2022-03-08	2022-03-16	LB
MI-AF-H-06D-P(0.20M)	98756-7	< 141.59	141.59	61.53	2022-03-08	2022-03-16	LB
MI-AF-H-07-P(SUP)	98756-8	< 141.59	141.59	61.53	2022-03-08	2022-03-16	LB
MI-AF-H-08-P(SUP)	98756-9	< 141.59	141.59	61.53	2022-03-08	2022-03-16	LB
MI-AF-H-09(0.50 M)	98756-10	< 141.59	141.59	61.53	2022-03-08	2022-03-16	LB
MI-AF-H-10(0.80M)	98756-11	< 141.59	141.59	61.53	2022-03-08	2022-03-16	LB
MI-AF-H-11(0.30M)	98756-12	< 141.59	141.59	61.53	2022-03-08	2022-03-16	LB
MI-AF-H-12(0.60M)	98756-13	< 141.59	141.59	61.53	2022-03-08	2022-03-16	LB
MI-AF-H-12(1.20M)	98756-14	< 141.59	141.59	61.53	2022-03-08	2022-03-16	LB
MI-AF-H-13-CEL(0.50M)	98756-15	55980	141.59	61.53	2022-03-08	2022-03-16	LB
MI-AF-H-14-CEL(1.20M)	98756-16	61093	141.59	61.53	2022-03-08	2022-03-16	LB
MI-AF-H-15-CEL(0.80M)	98756-17	62130	141.59	61.53	2022-03-08	2022-03-16	LB
MI-AF-H-15D-CEL(0.80M)	98756-18	60780	141.59	61.53	2022-03-08	2022-03-16	LB

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

6. RESULTADOS ANALÍTICOS DE HAP's

No. De proyecto: P22-6540
Fecha de Recepción: 2022-03-07
Fecha de muestreo: 2022-03-01
Folio de cadena de Custodia: 22400 y 280748
Parámetro: HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICICLICOS EN SUELOS (Acreditado)
Método analítico NMX-AA-146-SCFI-2008
Analista: OG

ID del cliente	ID EHS Labs	Fecha de extracción	Fecha de análisis	RESULTADOS (mg/kg BS)					
				Benzo(a) antraceno	Benzo(b) fluoranteno	Benzo(k) fluoranteno	Benzo(a) pireno	Indeno (1,2,3-cd) pireno	Dibenzo(a,h) antraceno
MI-AF-H-01-F(SUP)	98756-1	2022-03-08	2022-03-30	< 0.270	< 0.240	< 0.250	< 0.260	< 0.270	< 0.260
MI-AF-H-02-F(0.30 M)	98756-2	2022-03-08	2022-03-30	< 0.270	< 0.240	< 0.250	< 0.260	< 0.270	< 0.260
MI-AF-H-03-P(SUP)	98756-3	2022-03-08	2022-03-30	< 0.270	< 0.240	< 0.250	< 0.260	< 0.270	< 0.260
MI-AF-H-04-P(0.20M)	98756-4	2022-03-08	2022-03-30	< 0.270	< 0.240	< 0.250	< 0.260	< 0.270	< 0.260
MI-AF-H-05-P(0.30M)	98756-5	2022-03-08	2022-03-30	< 0.270	< 0.240	< 0.250	< 0.260	< 0.270	< 0.260
MI-AF-H-06-P(0.20M)	98756-6	2022-03-08	2022-03-30	< 0.270	< 0.240	< 0.250	< 0.260	< 0.270	< 0.260
MI-AF-H-06D-P(0.20M)	98756-7	2022-03-08	2022-03-30	< 0.270	< 0.240	< 0.250	< 0.260	< 0.270	< 0.260
MI-AF-H-07-P(SUP)	98756-8	2022-03-08	2022-03-30	< 0.270	< 0.240	< 0.250	< 0.260	< 0.270	< 0.260
MI-AF-H-08-P(SUP)	98756-9	2022-03-08	2022-03-30	< 0.270	< 0.240	< 0.250	< 0.260	< 0.270	< 0.260
MI-AF-H-09(0.50 M)	98756-10	2022-03-08	2022-03-30	< 0.270	< 0.240	< 0.250	< 0.260	< 0.270	< 0.260
MI-AF-H-10(0.80M)	98756-11	2022-03-08	2022-03-30	< 0.270	< 0.240	< 0.250	< 0.260	< 0.270	< 0.260
MI-AF-H-11(0.30M)	98756-12	2022-03-08	2022-03-30	< 0.270	< 0.240	< 0.250	< 0.260	< 0.270	< 0.260
MI-AF-H-12(0.60M)	98756-13	2022-03-08	2022-03-30	< 0.270	< 0.240	< 0.250	< 0.260	< 0.270	< 0.260
MI-AF-H-12(1.20M)	98756-14	2022-03-08	2022-03-30	< 0.270	< 0.240	< 0.250	< 0.260	< 0.270	< 0.260
MI-AF-H-13-CEL(0.50M)	98756-15	2022-03-08	2022-03-30	< 0.270	< 0.240	< 0.250	< 0.260	< 0.270	< 0.260
MI-AF-H-14-CEL(1.20M)	98756-16	2022-03-08	2022-03-30	< 0.270	< 0.240	< 0.250	< 0.260	< 0.270	< 0.260
MI-AF-H-15-CEL(0.80M)	98756-17	2022-03-08	2022-03-30	< 0.270	< 0.240	< 0.250	< 0.260	< 0.270	< 0.260
MI-AF-H-15D-CEL(0.80M)	98756-18	2022-03-08	2022-03-30	< 0.270	< 0.240	< 0.250	< 0.260	< 0.270	< 0.260
LC (mg/kgBS)				0.27	0.24	0.25	0.26	0.27	0.26
U (mg/kg BS)				0.024	0.026	0.027	0.021	0.027	0.027

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

7. RESULTADOS ANALÍTICOS DE pH

No. de proyecto: P22-6540
Fecha de Recepción: 2022-03-07
Fecha de muestreo: 2022-03-01
Folio de cadena de Custodia: 22400 y 280748
Parámetro: pH EN SUELO (Acreditado)
Método analítico NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, Anexo B.1

ID del cliente	ID EHS Labs	Resultados (U de pH)	U (U de pH)	Fecha de análisis	Analista
MI-AF-H-T(SUP)	98756-19	7.81	0.12	2022-03-08	LB

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

Comentarios: Ninguno

[redacted]

Signatario Autorizado

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

SIMBOLOGÍA:

LC Límite de Cuantificación, concentración mínima del analito que puede determinarse con un nivel de confianza predeterminado en condiciones rutinarias de operación.

<LC Menor al Límite de Cuantificación.

%U Porcentaje de incertidumbre estimada con un factor de cobertura igual a 2, que representa un intervalo de confianza de aproximadamente 95%. Para su aplicación, la incertidumbre se divide entre 100 y se multiplica por el resultado reportado, el valor obtenido representará el rango de incertidumbre expandida +/- en cada parámetro.

U incertidumbre estimada con un factor de cobertura igual a 2, que representa un intervalo de confianza de aproximadamente 95%. El valor obtenido representará el rango de incertidumbre expandida +/- en cada parámetro.

mg/kg BS Concentración expresada en miligramos por kilogramo en Base Seca.

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

ANEXOS

- Registro del Muestreo de Suelos
- Cadena de Custodia Folio: 22400 y 280748

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

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

DATOS GENERALES DEL PROYECTO

Número de proyecto: P22-6540

Fecha de incio de muestreo: 2022/03/01 (año/mes/día) — ha termino de muestreo: 2022/03/01 (año/mes/día)

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

Km 050+700 de la Carretera (1615) merida – Puerto Juarez, mpio. Hocaba
Estado: Yucatán

Descripción del sitio de muestreo:

Vegetación: — Presente en toda la superficie; ✓ Ausente en toda la superficie
— Cubierta vegetal presente en secciones o manchones

Tipo de área: — Urbana; ✓ Suburbana

Usos de suelo en el sitio: — Industrial; — Comercial y de Servicios
— Turismo; — Ext. Mineral; — Agrícola y/o forestal
— Residencial; — Recreación; ✓ Otro*

*Describir: Derecho de Vía Carretero

Actividades en colindancias:

NORTE: Mesa Teya Yucatan
SUR: Xocchel Yucatan
ESTE: Conkal Otro
OESTE: Merida Yucatan

Uso actual del sitio: Derecho de Vía Carretero

Condiciones ambientales durante la toma de muestras

Temperatura: 30 °C — EHS-TML-1003 (ID del Instrumento) — EHS-GPS-011 (ID del GPS) — Velocidad del viento: 01 Beaufort (indicar unidades)

Precipitación pluvial: ✓ Ausente; — Presente

DESARROLLO DEL MUESTREO

Tipo de muestreo realizado: ✓ Dirigido; — Estadístico

Descripción de las muestras:

Identificación	Profundidad de extracción (m)	Tipo de envase: Frasco de Vidrio	Tipo de envase: Cartucho	Ubicación en UTM y presición del GPS
1) ML-AF-A-01-F (SUP)	Superficial	✓	—	16Q 0273405 / 2308006 (6)
2) ML-AF-H-02-F (0.30-)	0.30	✓	—	16Q 0273417 / 2307996 (6)
3) ML-AF-H-03-P (SUP)	Superficial	✓	—	16Q 0273405 / 2308013 (6)
4) ML-AF-H-04-P (0.20-)	0.20	✓	—	16Q 0273402 / 2308008 (6)
5) ML-AF-H-05-P (0.30-)	0.30	✓	—	16Q 0273412 / 2307996 (6)
6) ML-AF-H-06-P (0.20-)	0.20	✓	—	16Q 0273424 / 2307987 (6)

UTM= Universal Transversal de Mercator

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

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

Escaneado con CamScanner

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

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

Número de proyecto: P 22-6540

Descripción de muestras extraídas:

Identificación	Profundidad de extracción (m)	Tipo de envase		Ubicación en UTM y presición del GPS
		Frasco de Vidrio	Cartucho	
7) ML-AF-H-060-P (0.20m)	0.20	✓	—	16Q 0273424 / 2307987 (G)
8) ML-AF-H-07-P (SUP)	superficial	✓	—	16Q 0273422 / 2307995 (G)
9) ML-AF-H-08-P (SUP)	superficial	✓	—	16Q 0273415 / 2308005 (G)
10) ML-AF-H-09 (0.50m)	0.50	✓	—	16Q 0273401 / 2308013 (G)
11) ML-AF-H-10 (0.80m)	0.80	✓	—	16Q 0273402 / 2308006 (G)
12) ML-AF-H-11 (0.30m)	0.30	✓	—	16Q 0273416 / 2307992 (G)
13) ML-AF-H-12 (0.60m)	0.60	✓	—	16Q 0273423 / 2307986 (G)
14) ML-AF-H-12 (1.20m)	1.20	✓	—	16Q 0273423 / 2307986 (G)
15) ML-AF-H-13-(E2 (0.50m)	0.50	✓	—	16Q 0273386 / 2308034 (G)
16) ML-AF-H-14-CEL (1.20m)	1.20	✓	—	16Q 0273373 / 2308045 (G)
17) ML-AF-H-15-CEL (0.80m)	0.80	✓	—	16Q 0273363 / 2308059 (G)
18) ML-AF-H-15D-CEL (0.80m)	0.80	✓	—	16Q 0273363 / 2308059 (G)
19) ML-AF-H-T (SUP)	superficial	✓	—	16Q 0273346 / 2308078 (G)
20)				
21)				
22)				
23)				
24)				
25)				
26)				
27)				
28)				
29)				
30)				
31)				
32)				

Responsable del Muestreo (nombre y firma [redacted]

Revisó Registro del Muestreo de Suelos (nombre y firma [redacted]

Escaneado con CamScanner

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

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

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

Número de proyecto: P22-6540

Verificación de las actividades realizadas en el sitio

		Responsable
Extracción y recolección de material		
✓	Ubicación del transecto de muestreo	HPE
✓	Ubicación de los puntos de muestreo	HPE
✓	Manejó el equipo de muestreo	HPE
✓	Indicó profundidad	HPE
✓	Medición de la profundidad	HPE
✓	Extracción de la muestra	HPE
✓	Envasado de muestras	HPE
✓	Realizó duplicados de muestreo	HPE
✓	Ubicación con GPS de muestras	HPE
Integridad de las muestras		
✓	Lavado inicial del equipo	HPE
✓	Lavado del equipo entre toma de muestras	HPE
✓	Espacio mínimo sin muestra en parámetros aplicables	HPE
✓	Identificación y sellado de muestras	HPE
✓	Conservación adecuada	HPE
Llenado de registros		
✓	Registro de muestreo	HPE
✓	Croquis de ubicación de puntos de muestreo	HPE
—	Desviaciones al plan de muestreo	—
✓	Cadena de Custodia	HPE
✓	Solicitud de firmas	HPE
Controles de calidad realizados		
✓	Muestra Duplicada (MD)	HPE
	Muestra Duplicada para autoridad (MD)	
	Blanco de transporte (BT)	
	Blanco de campo (BC)	
	Blanco de equipo de muestreo (BEM)	

Resumen de actividades realizadas y equipo utilizado:

El muestreo se llevó a cabo según el plan de muestreo

NOMBRE Y FIRMAS DE LOS INVOLUCRADOS

Solicitante del servicio:	[redacted]
Cliente:	
Nombre de la dependencia:	
Responsable del muestreo:	
Técnico de muestreo:	

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

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

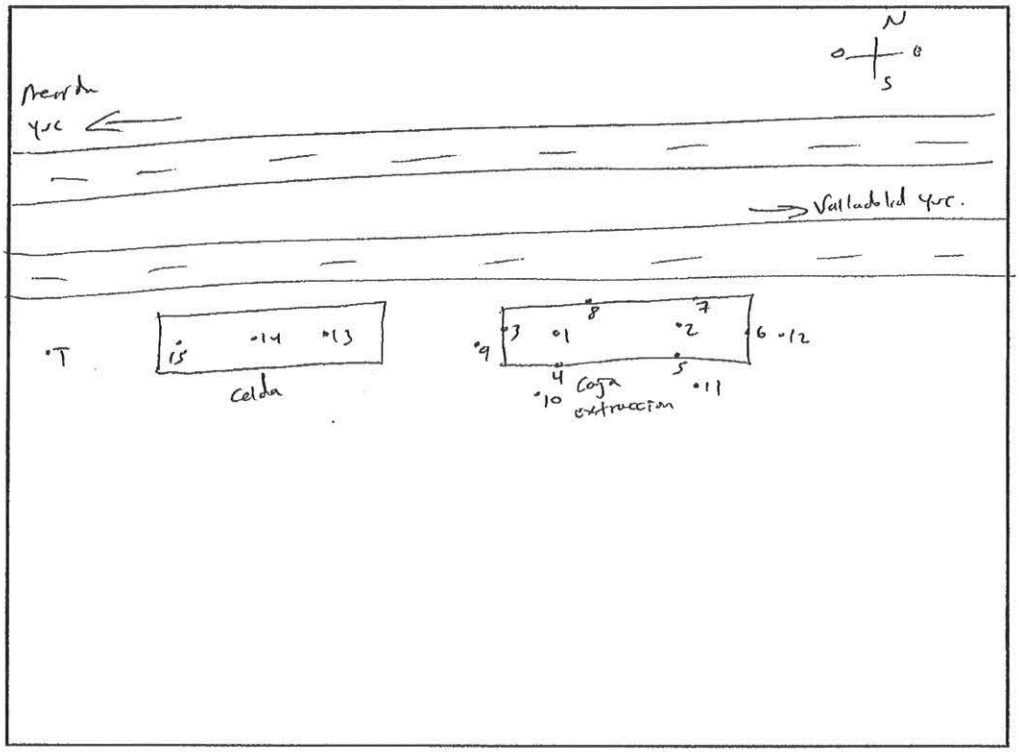
Escaneado con CamScanner

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

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

Número de proyecto: P22-6540

CROQUIS DEL SITIO DE MUESTREO Y PUNTOS DE EXTRACCIÓN



Nombre y dirección del sitio de muestreo:

Km 050 + 700 de la Carret (1615) Merida - Puerto Juarez Mpio. Hoctun Edo. Yucatan

Identificación-Ubicación de los puntos de muestreo:

1= ML-AF-H-01(-F (SUP)
2= ML-AF-H-02-F (0.30m)
3= ML-AF-H-03-P (SUP)
4= ML-AF-H-04-P (0.20m)
5= ML-AF-H-05-P (0.30m)
6= ML-AF-H-06-P (0.20m)
ML-AF-H-06D-P (0.20m)
7= ML-AF-H-07-P (SUP)
8= ML-AF-H-08-P (SUP)
9= ML-AF-H-09 (0.80m)
10= ML-AF-H-10 (0.80m)
11= ML-AF-H-11 (0.30m)
12= ML-AF-H-12 (0.60m)
ML-AF-H-12 (1.20m)
13= ML-AF-H-13-CEL (0.80m)
14= ML-AF-H-14-CEL (1.20m)
15= ML-AF-H-15-CEL (0.80m)
ML-AF-H-15A-CEL (0.80m)
T= ML-AF-H-T (SUP)

Responsable del Muestreo (nombre y firma): [redacted]

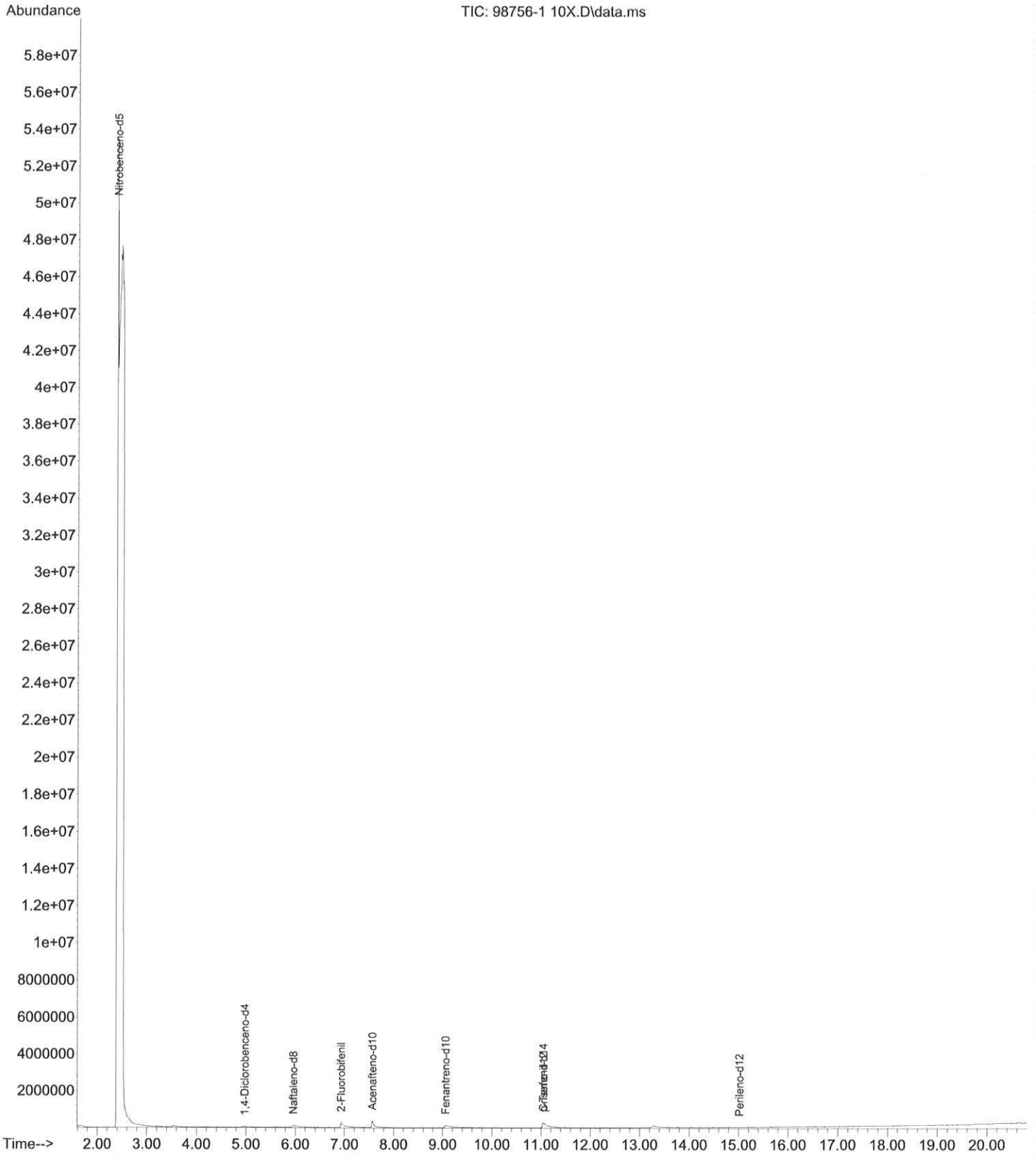
Revisó Registro del Muestreo de Suelos (nombre y firma):

Escaneado con CamScanner

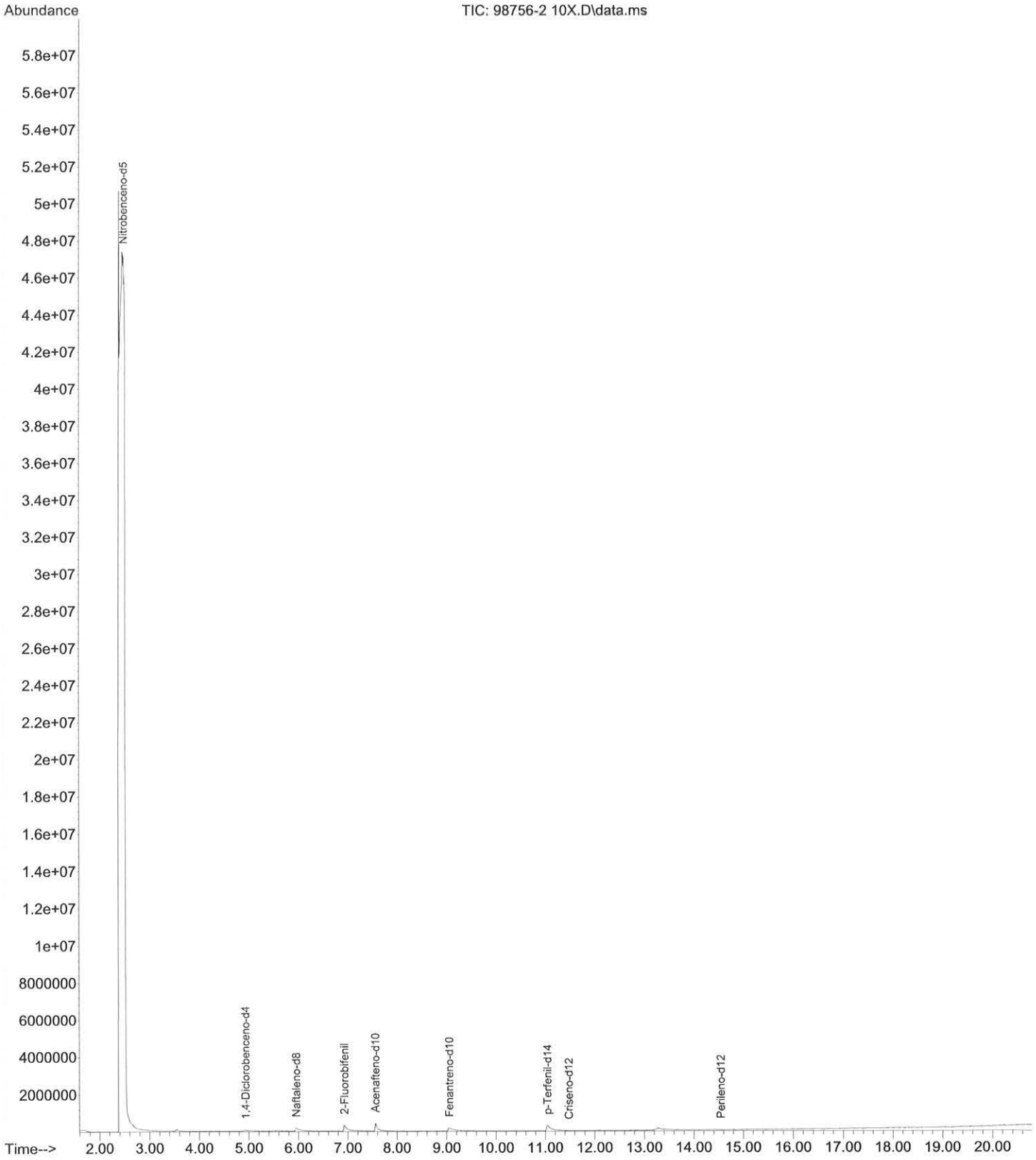
NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

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

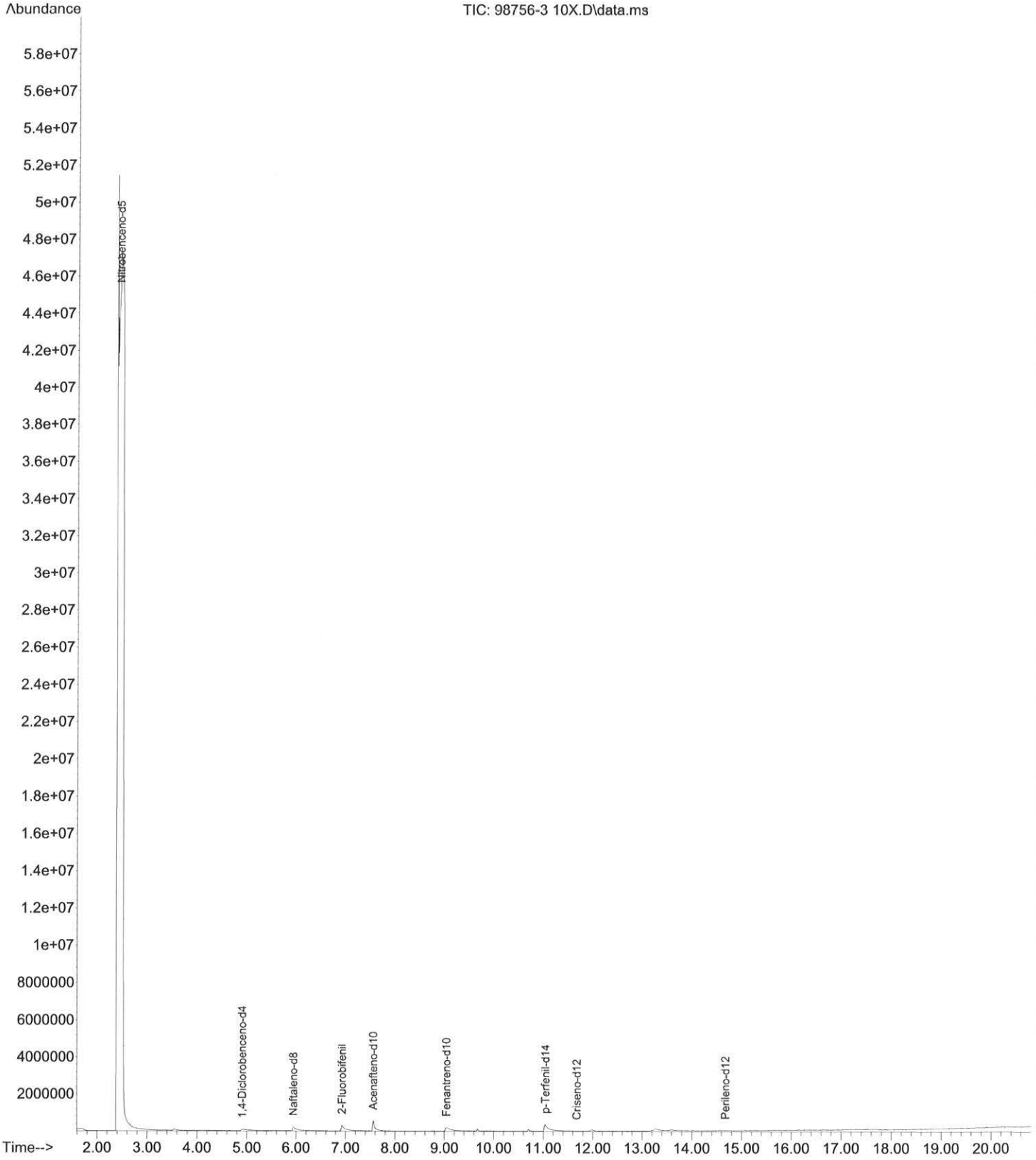
File :C:\Users\karla\Desktop\respaldo\GC-MS\anteriores\2022\220330
... HAPs\98756-1 10X.D
Operator :
Instrument : Instrument #1
Acquired : 30 Mar 2022 8:46 pm using AcqMethod SVOC-1.M
Sample Name: 98756-1 10X
Misc Info : HAPS



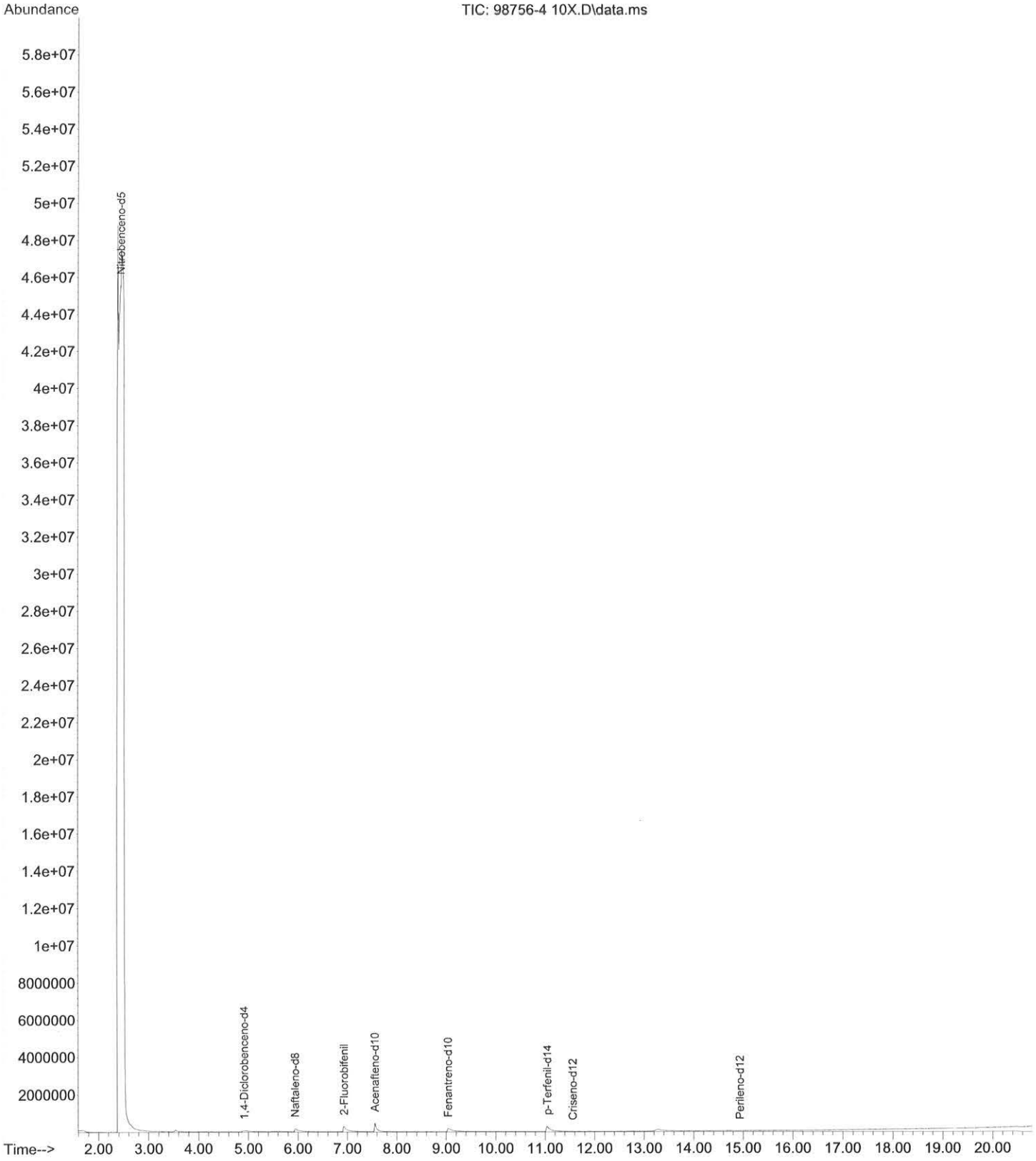
File :C:\Users\karla\Desktop\respaldo\GC-MS\anteriores\2022\220330
... HAPs\98756-2 10X.D
Operator :
Instrument : Instrument #1
Acquired : 30 Mar 2022 9:15 pm using AcqMethod SVOC-1.M
Sample Name: 98756-2 10X
Misc Info : HAPS



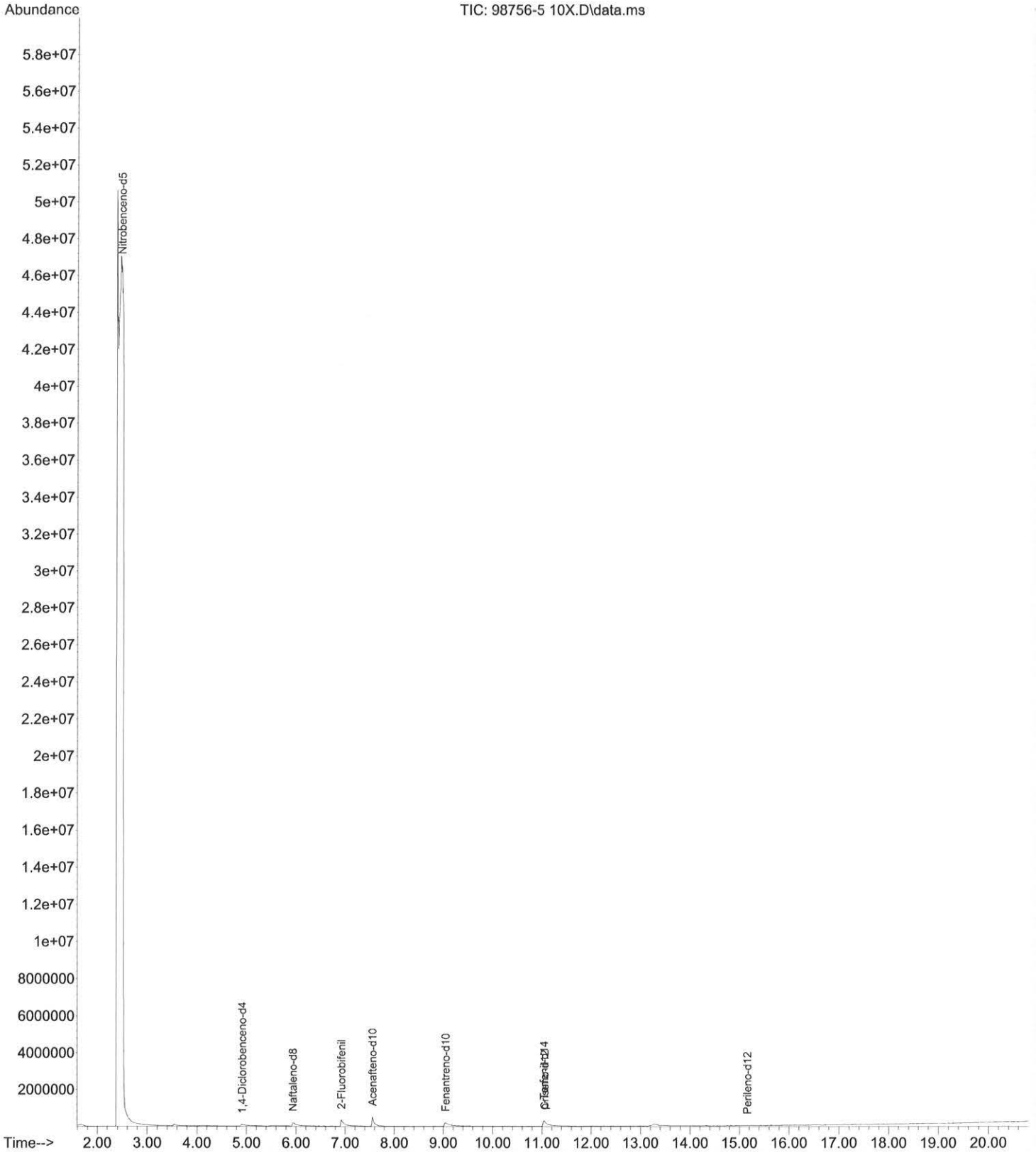
File :C:\Users\karla\Desktop\respaldo\GC-MS\anteriores\2022\220330
... HAPs\98756-3 10X.D
Operator :
Instrument : Instrument #1
Acquired : 30 Mar 2022 9:44 pm using AcqMethod SVOC-1.M
Sample Name: 98756-3 10X
Misc Info : HAPS



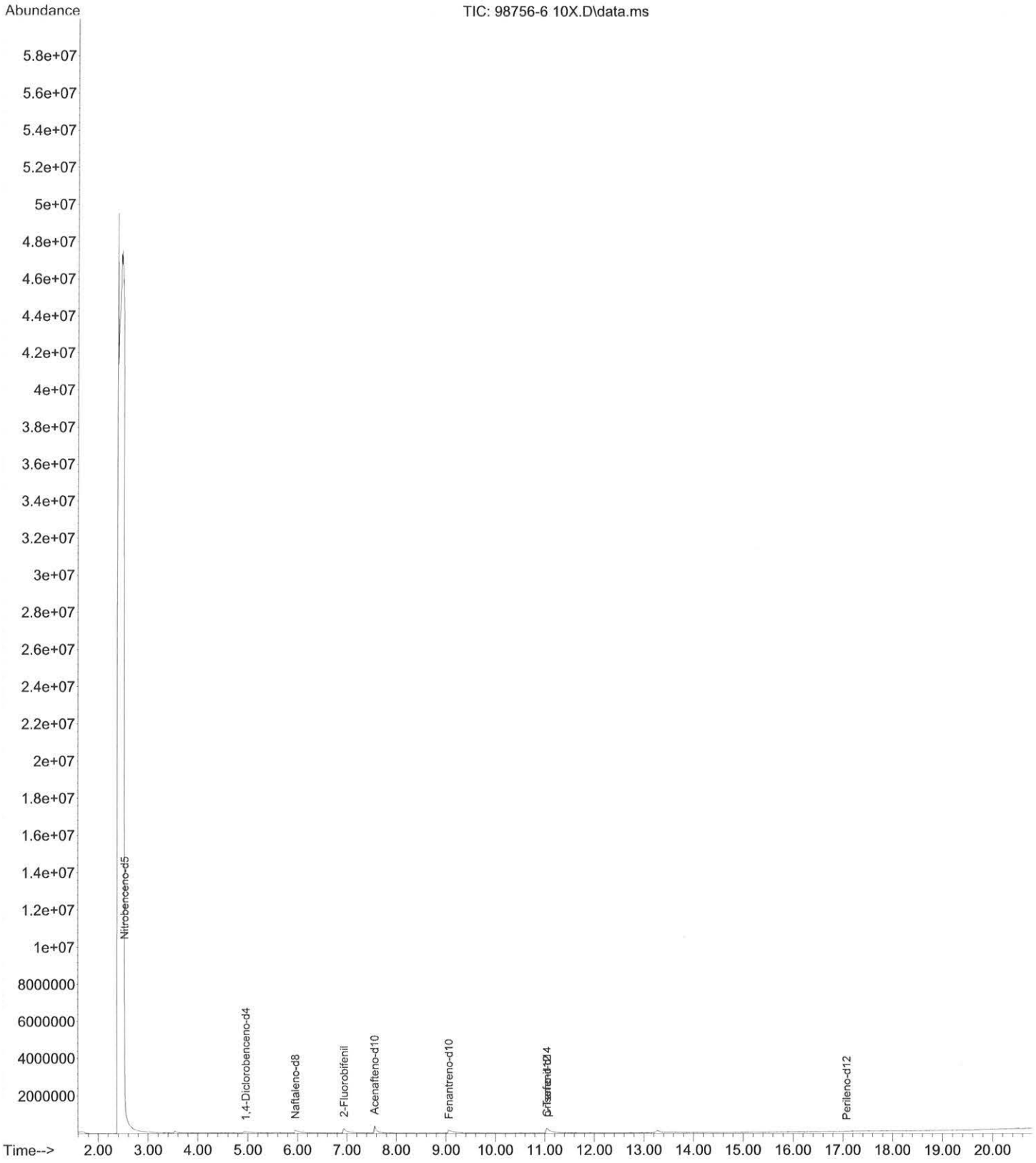
File :C:\Users\karla\Desktop\respaldo\GC-MS\anteriores\2022\220330
... HAPs\98756-4 10X.D
Operator :
Instrument : Instrument #1
Acquired : 30 Mar 2022 10:13 pm using AcqMethod SVOC-1.M
Sample Name: 98756-4 10X
Misc Info : HAPS



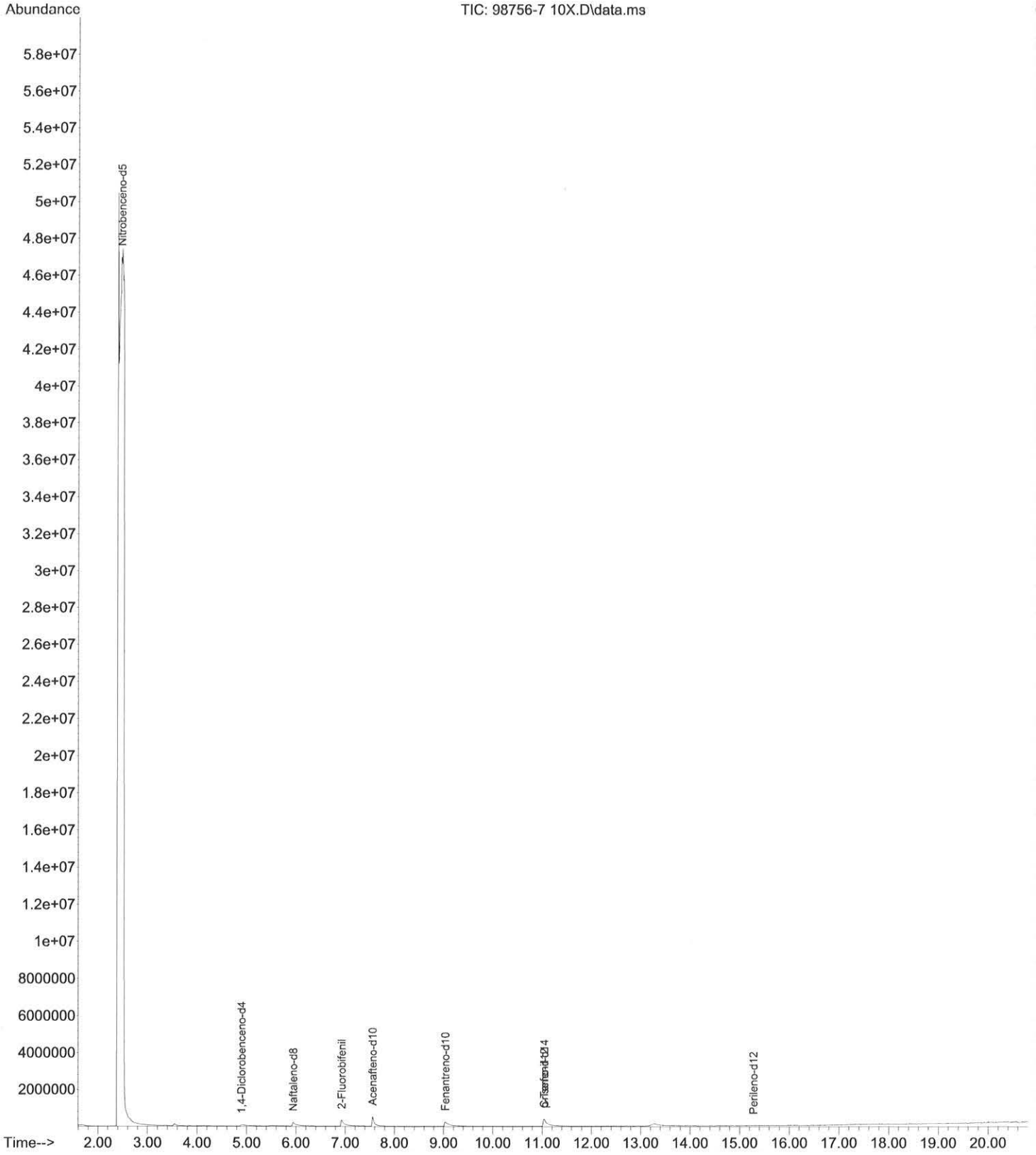
File :C:\Users\karla\Desktop\respaldo\GC-MS\anteriores\2022\220330
... HAPs\98756-5 10X.D
Operator :
Instrument : Instrument #1
Acquired : 30 Mar 2022 10:41 pm using AcqMethod SVOC-1.M
Sample Name: 98756-5 10X
Misc Info : HAPS



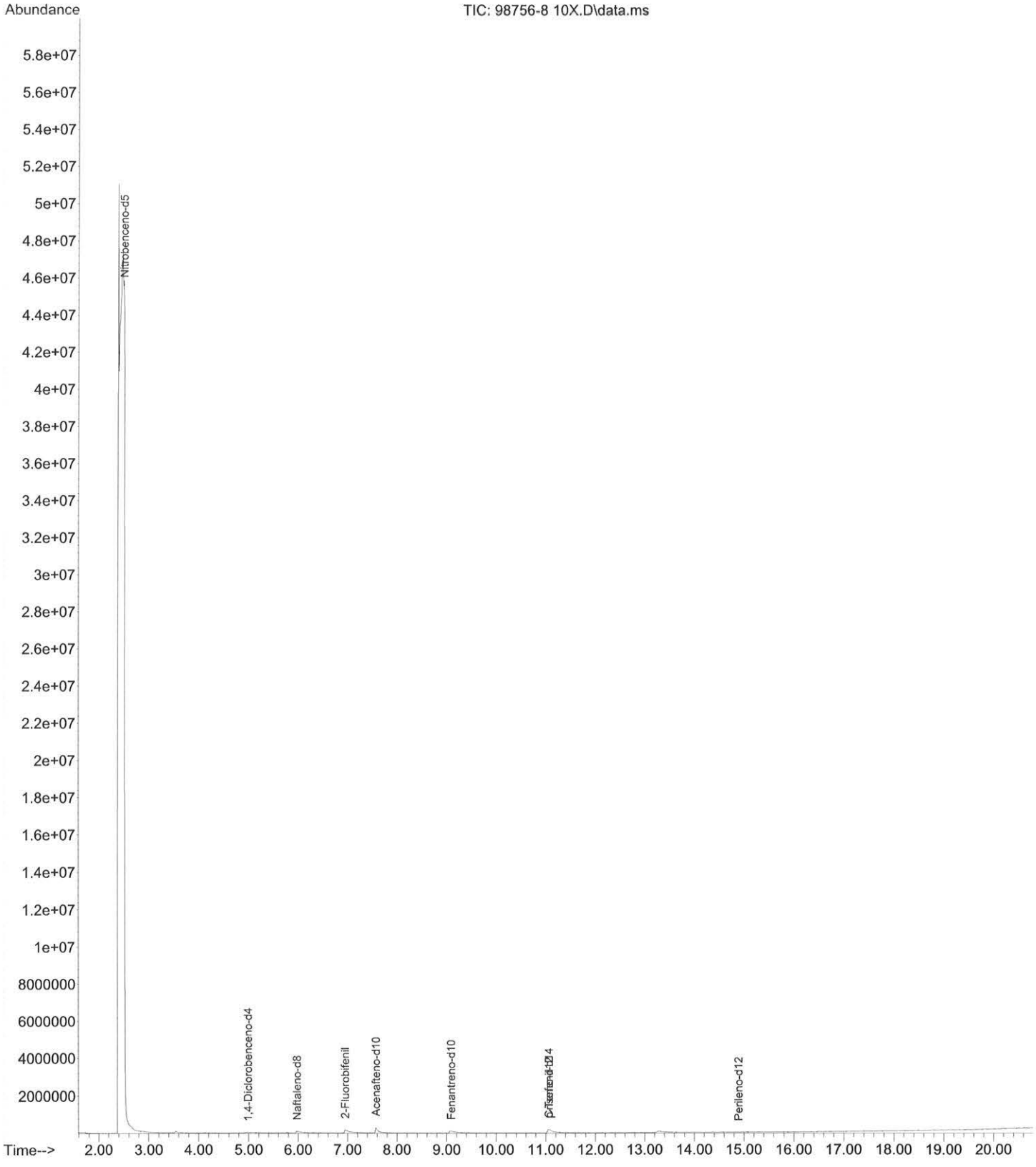
File :C:\Users\karla\Desktop\respaldo\GC-MS\anteriores\2022\220330
... HAPs\98756-6 10X.D
Operator :
Instrument : Instrument #1
Acquired : 30 Mar 2022 11:10 pm using AcqMethod SVOC-1.M
Sample Name: 98756-6 10X
Misc Info : HAPS



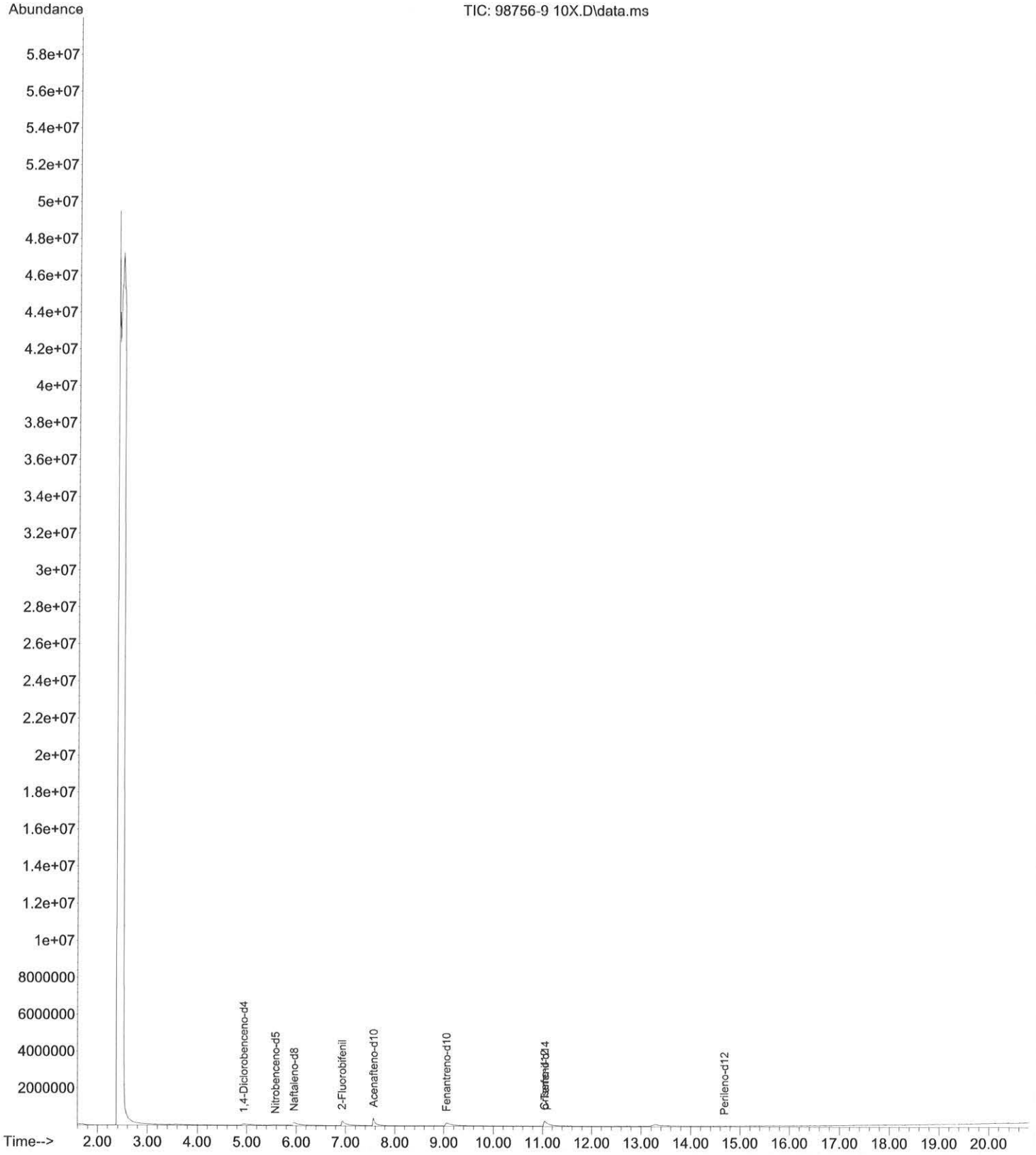
File :C:\Users\karla\Desktop\respaldo\GC-MS\anteriores\2022\220330
... HAPs\98756-7 10X.D
Operator :
Instrument : Instrument #1
Acquired : 31 Mar 2022 12:36 am using AcqMethod SVOC-1.M
Sample Name: 98756-7 10X
Misc Info : HAPS



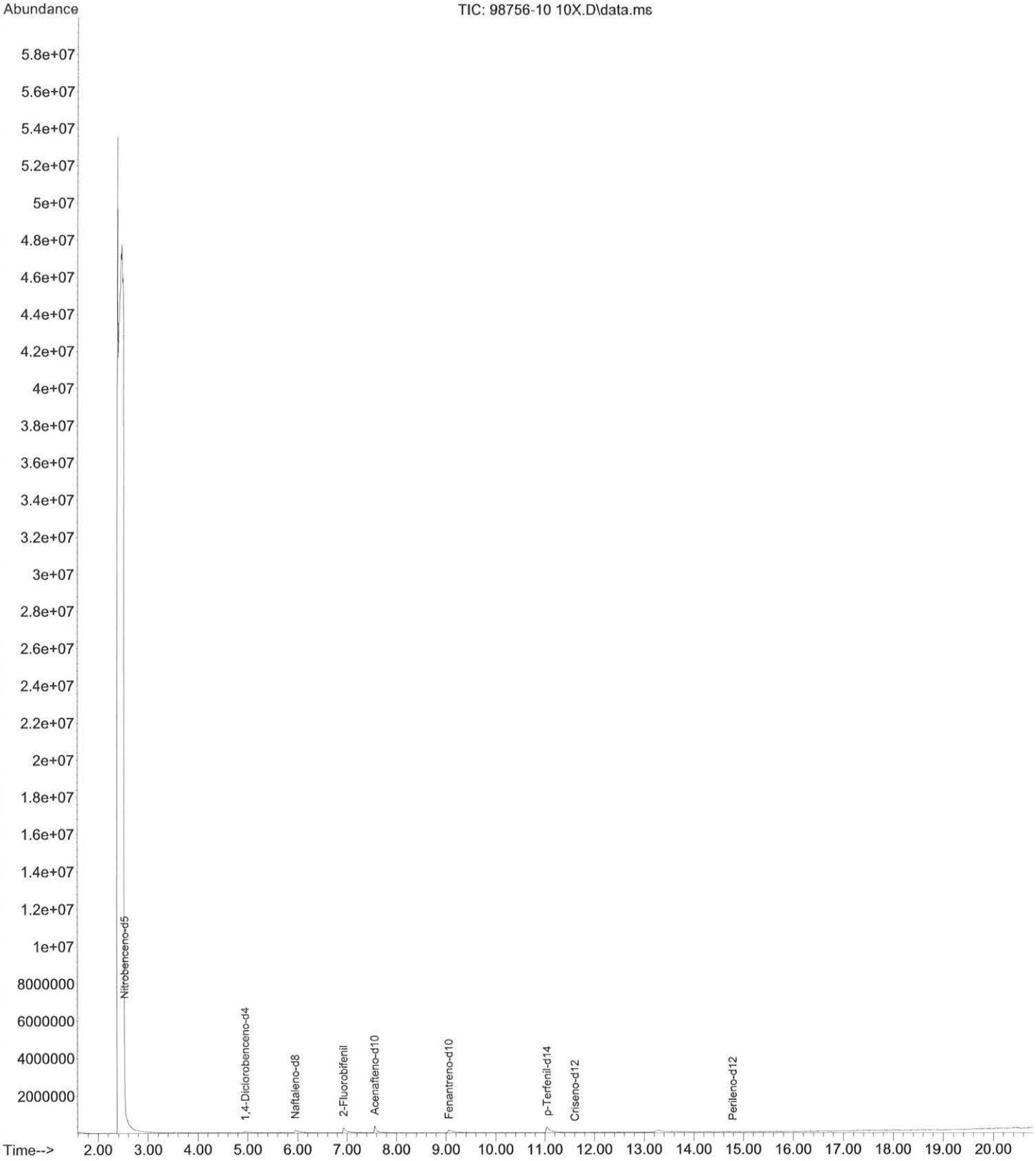
File :C:\Users\karla\Desktop\respaldo\GC-MS\anteriores\2022\220330
... HAPs\98756-8 10X.D
Operator :
Instrument : Instrument #1
Acquired : 31 Mar 2022 1:05 am using AcqMethod SVOC-1.M
Sample Name: 98756-8 10X
Misc Info : HAPS



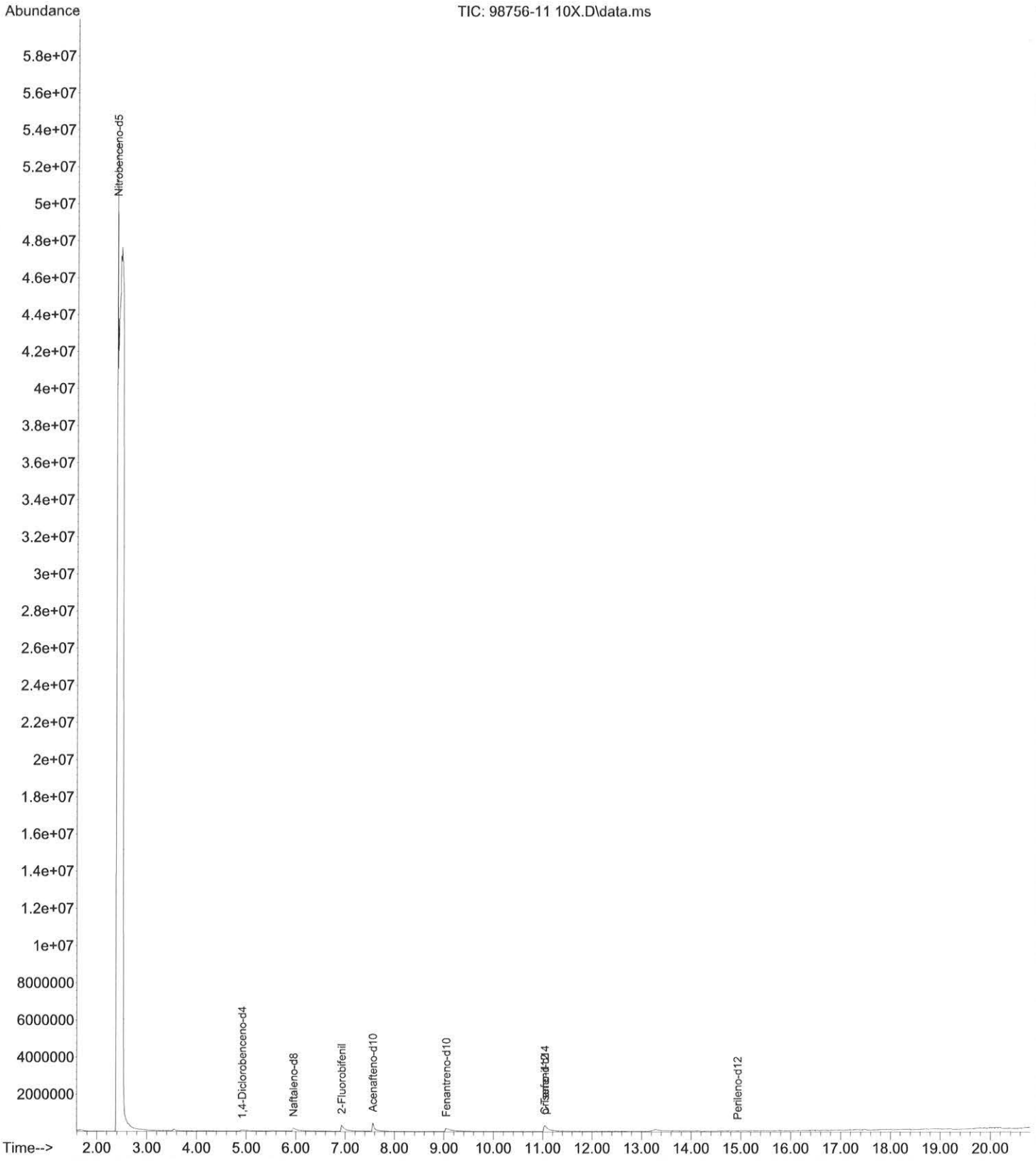
File :C:\Users\karla\Desktop\respaldo\GC-MS\anteriores\2022\220330
... HAPs\98756-9 10X.D
Operator :
Instrument : Instrument #1
Acquired : 31 Mar 2022 1:33 am using AcqMethod SVOC-1.M
Sample Name: 98756-9 10X
Misc Info : HAPS



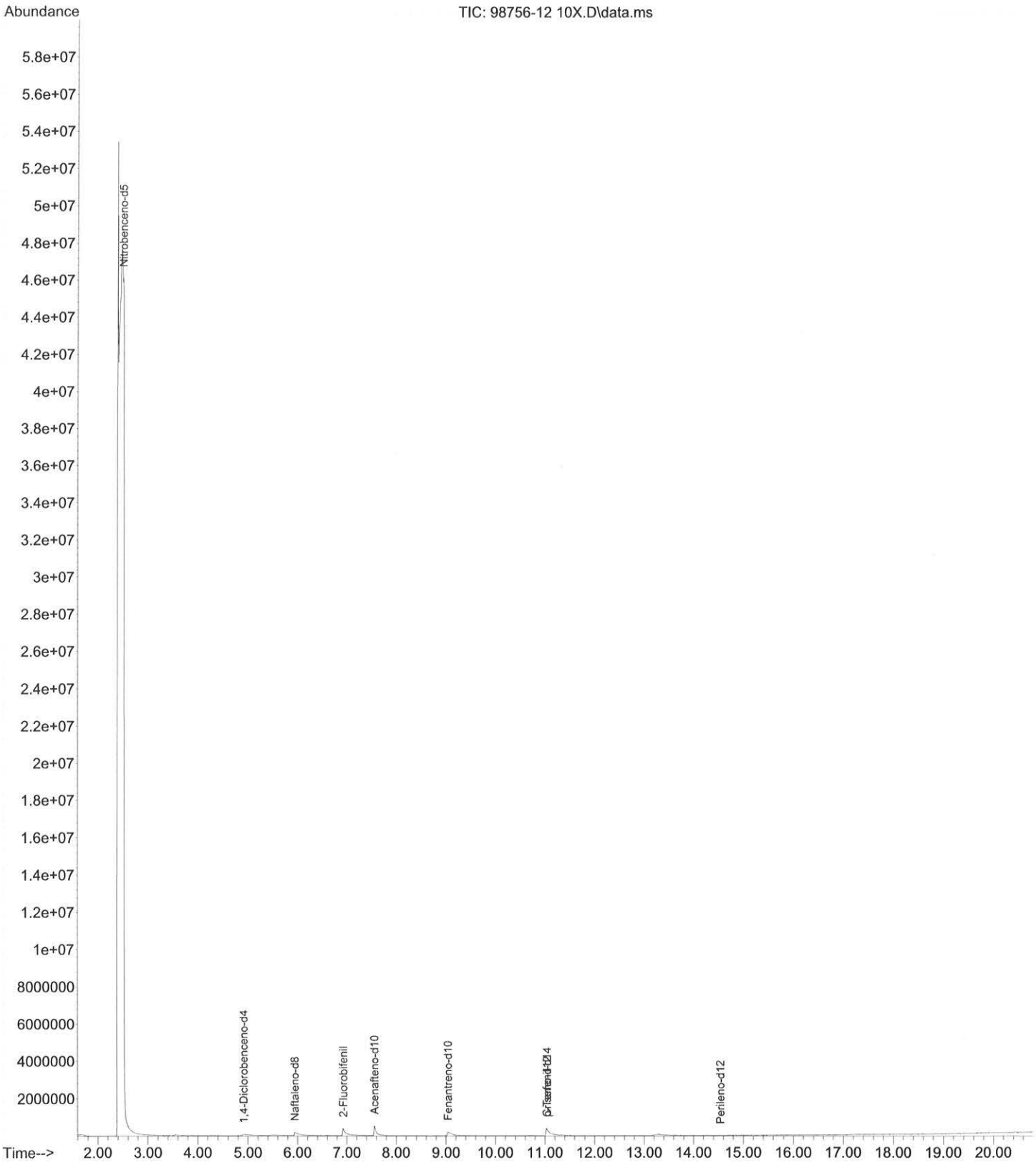
File :C:\Users\karla\Desktop\respaldo\GC-MS\anteriores\2022\220330
... HAPs\98756-10 10X.D
Operator :
Instrument : Instrument #1
Acquired : 31 Mar 2022 2:02 am using AcqMethod SVOC-1.M
Sample Name: 98756-10 10X
Misc Info : HAPS



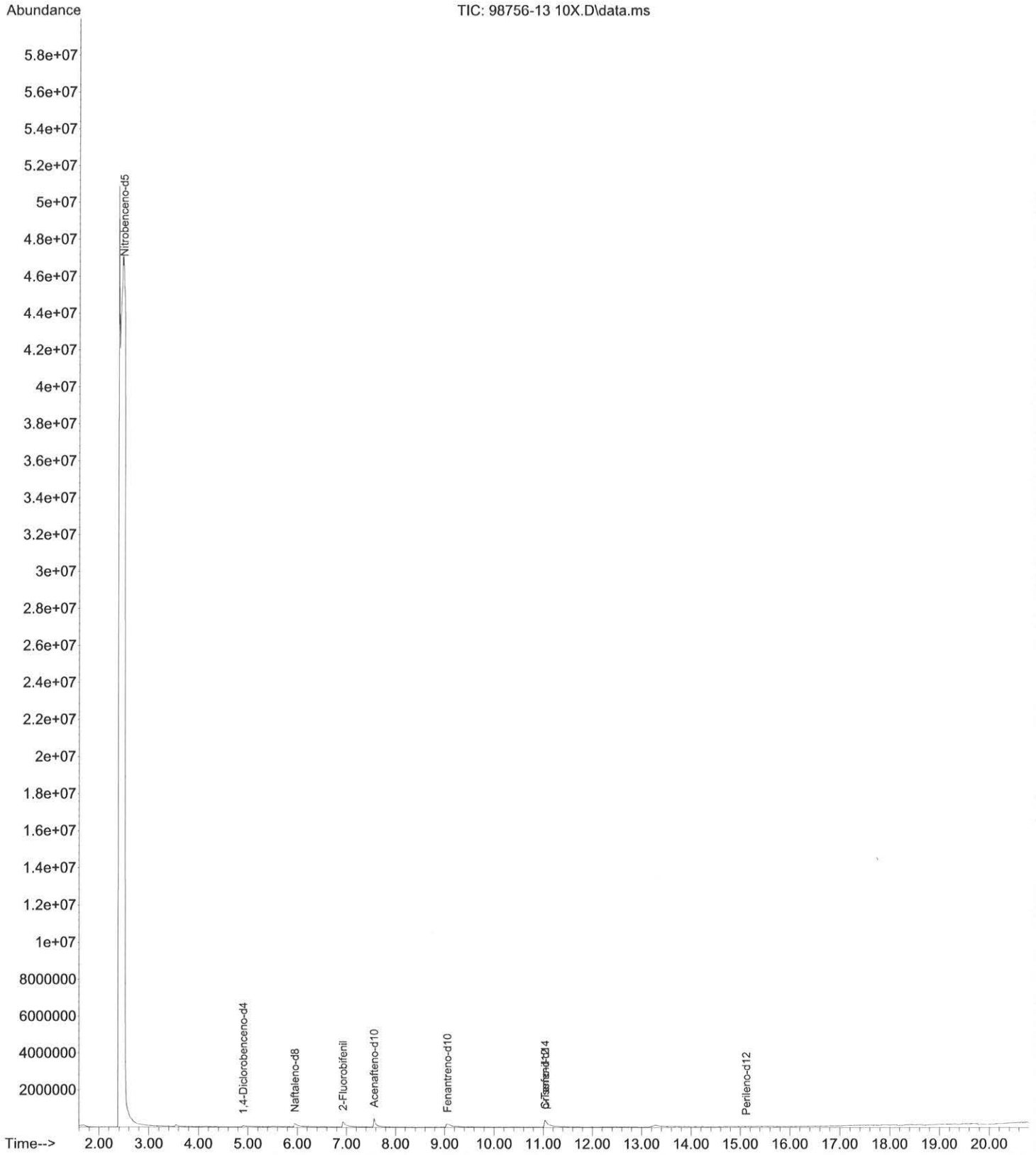
File :C:\Users\karla\Desktop\respaldo\GC-MS\anteriores\2022\220330
... HAPs\98756-11 10X.D
Operator :
Instrument : Instrument #1
Acquired : 31 Mar 2022 2:30 am using AcqMethod SVOC-1.M
Sample Name: 98756-11 10X
Misc Info : HAPS



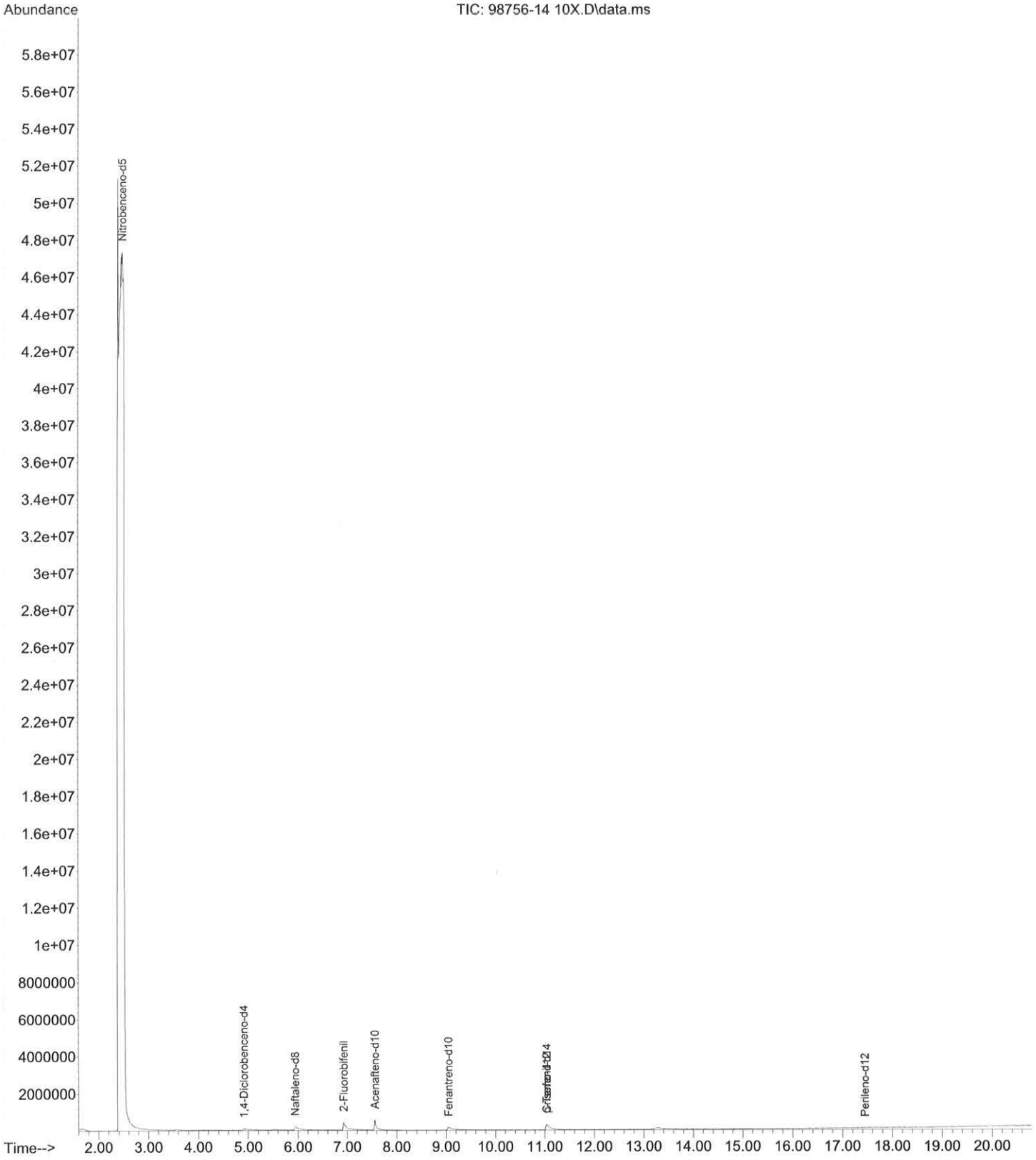
File :C:\Users\karla\Desktop\respaldo\GC-MS\anteriores\2022\220330
... HAPs\98756-12 10X.D
Operator :
Instrument : Instrument #1
Acquired : 31 Mar 2022 2:59 am using AcqMethod SVOC-1.M
Sample Name: 98756-12 10X
Misc Info : HAPS



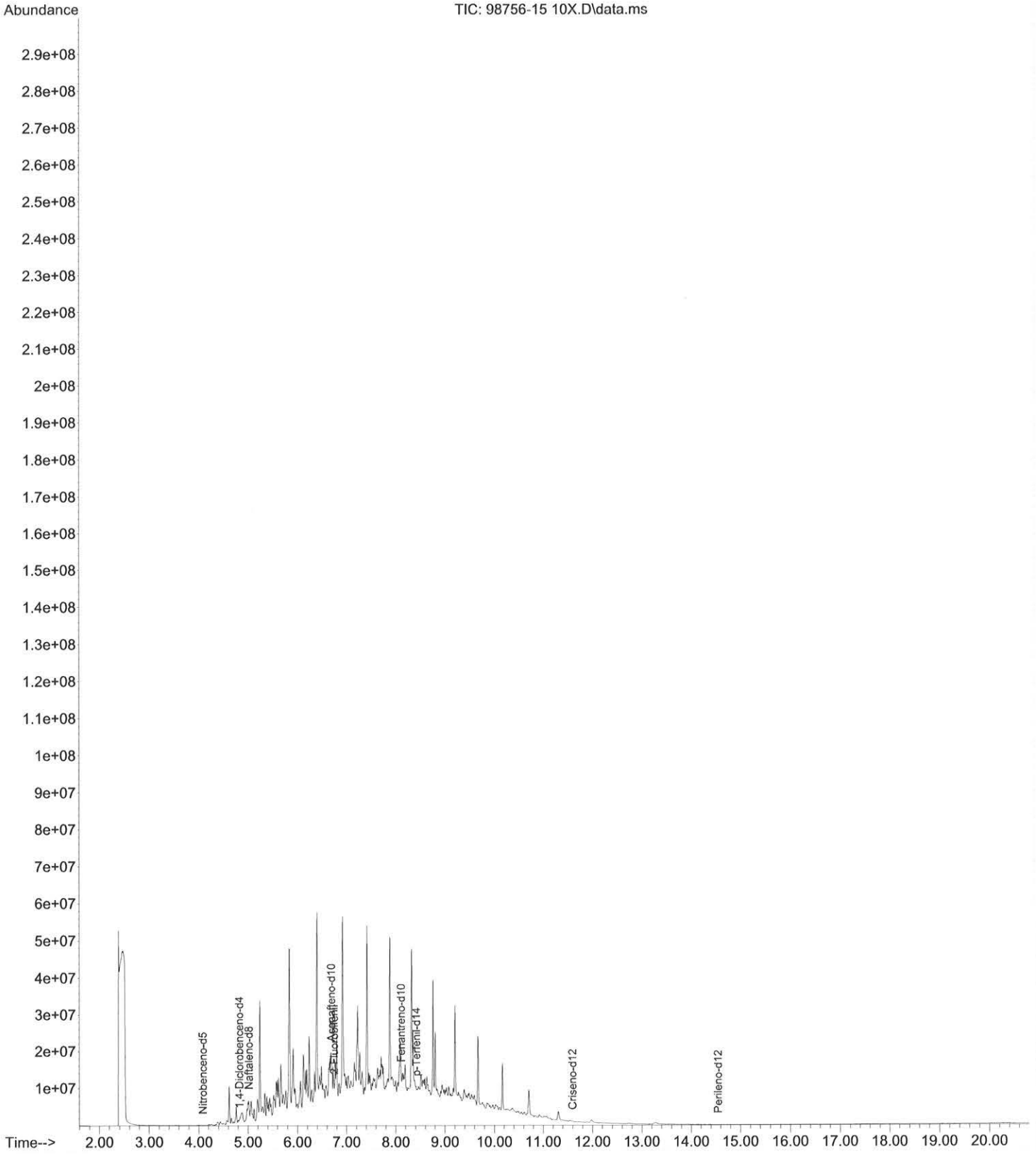
File :C:\Users\karla\Desktop\respaldo\GC-MS\anteriores\2022\220330
... HAPs\98756-13 10X.D
Operator :
Instrument : Instrument #1
Acquired : 31 Mar 2022 3:28 am using AcqMethod SVOC-1.M
Sample Name: 98756-13 10X
Misc Info : HAPS



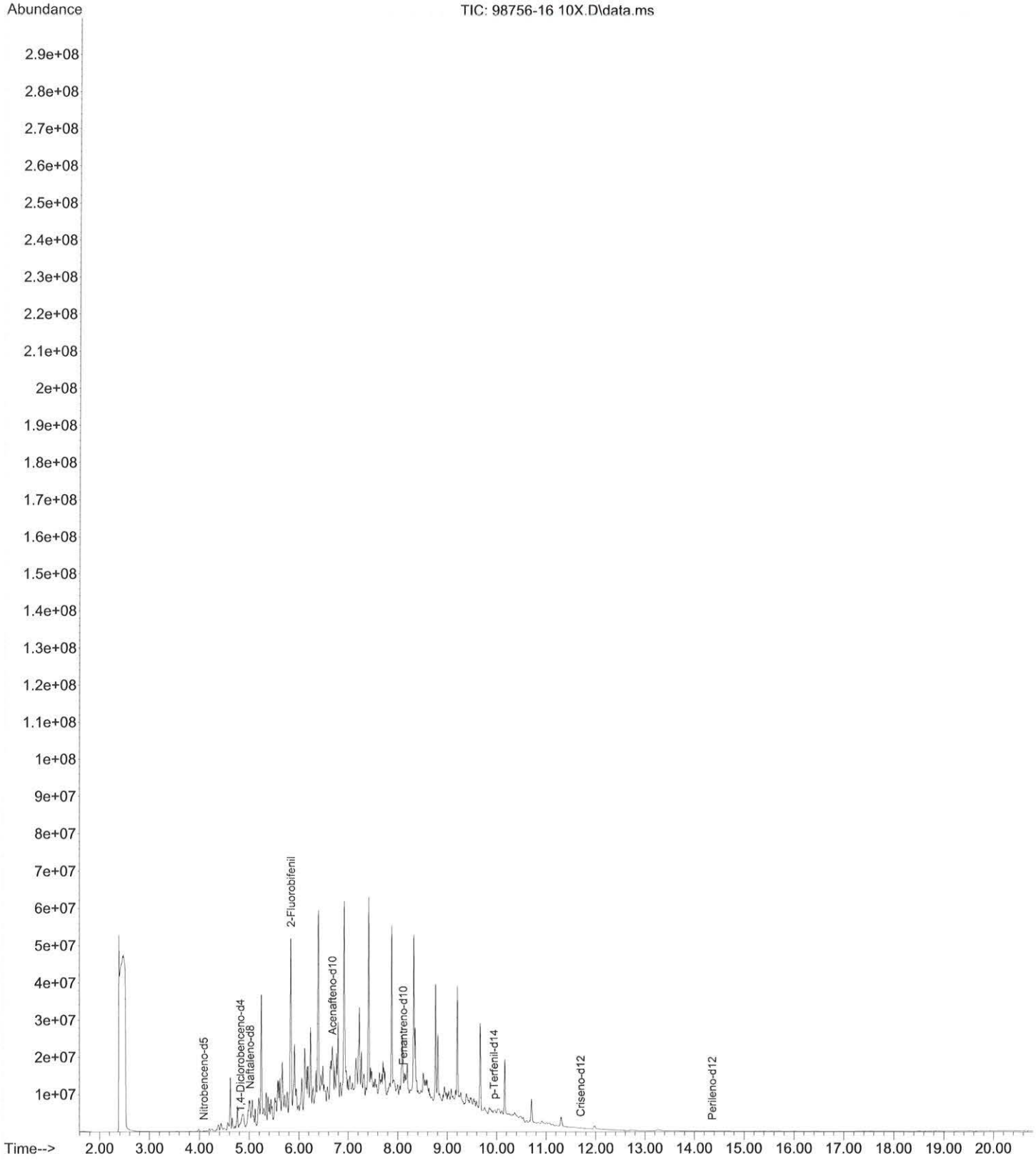
File :C:\Users\karla\Desktop\respaldo\GC-MS\anteriores\2022\220330
... HAPs\98756-14 10X.D
Operator :
Instrument : Instrument #1
Acquired : 31 Mar 2022 3:56 am using AcqMethod SVOC-1.M
Sample Name: 98756-14 10X
Misc Info : HAPS



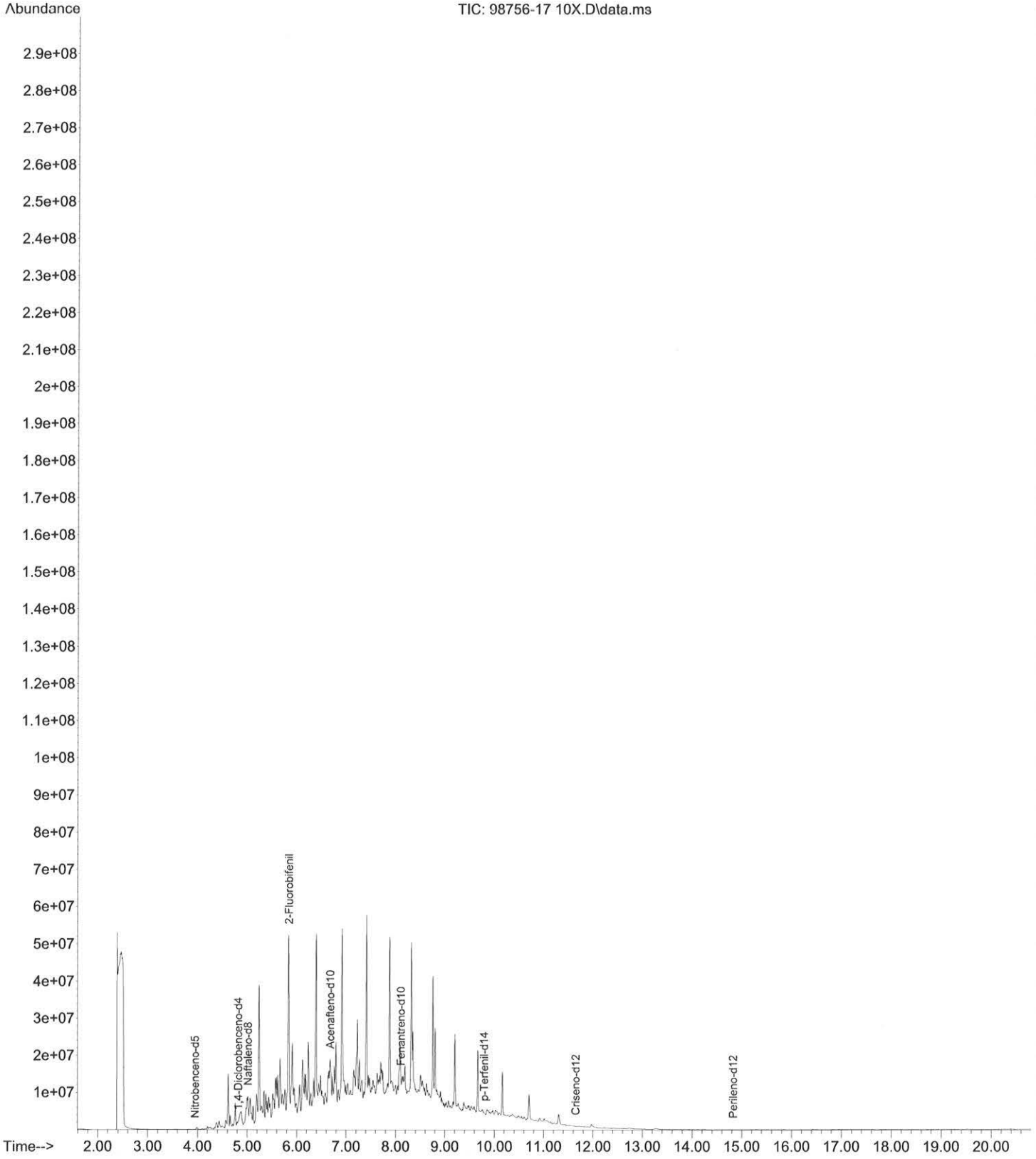
File :C:\Users\karla\Desktop\respaldo\GC-MS\anteriores\2022\220330
... HAPs\98756-15 10X.D
Operator :
Instrument : Instrument #1
Acquired : 31 Mar 2022 4:25 am using AcqMethod SVOC-1.M
Sample Name: 98756-15 10X
Misc Info : HAPS



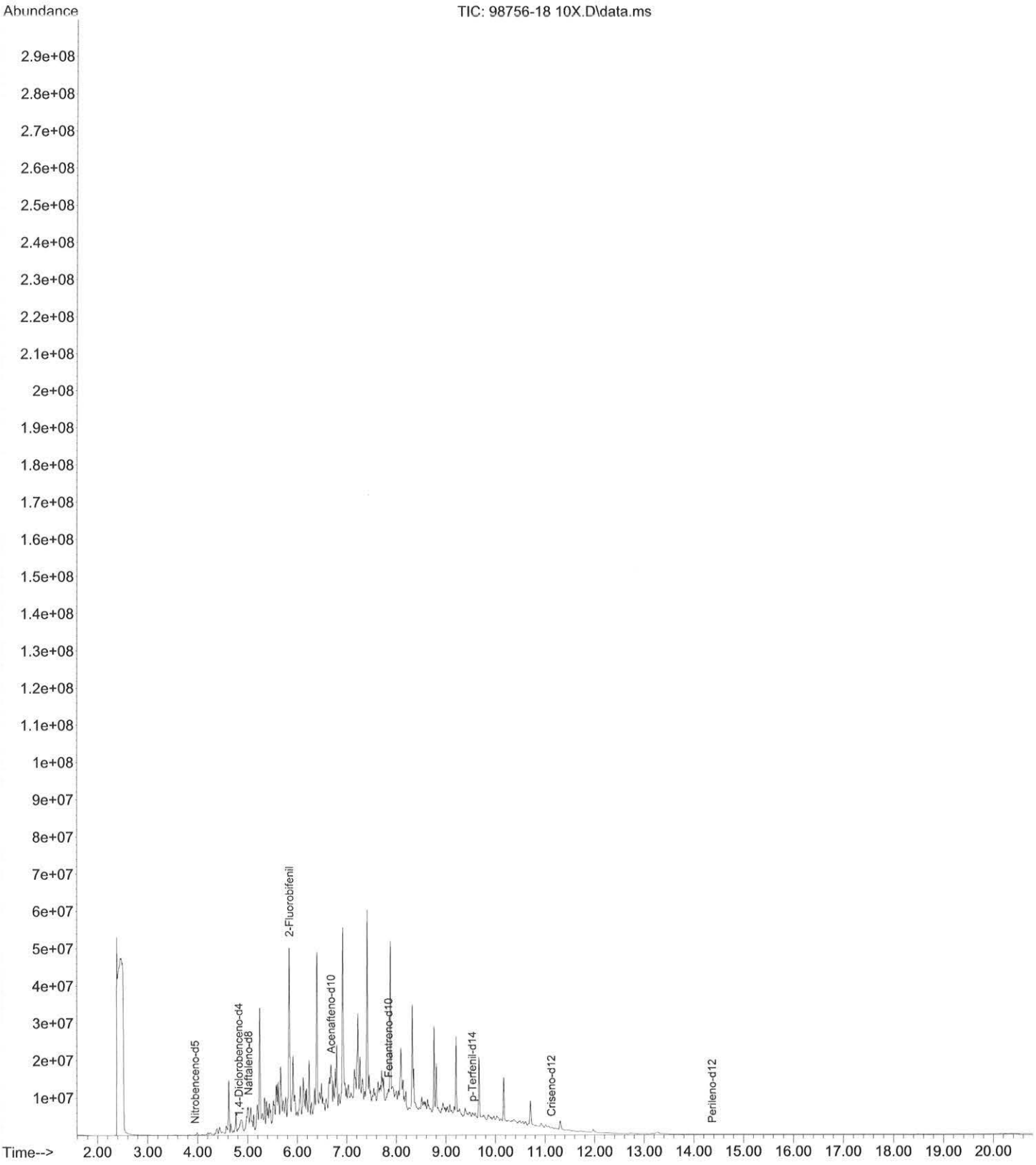
File :C:\Users\karla\Desktop\respaldo\GC-MS\anteriores\2022\220330
... HAPs\98756-16 10X.D
Operator :
Instrument : Instrument #1
Acquired : 31 Mar 2022 4:54 am using AcqMethod SVOC-1.M
Sample Name: 98756-16 10X
Misc Info : HAPS



File :C:\Users\karla\Desktop\respaldo\GC-MS\anteriores\2022\220330
... HAPs\98756-17 10X.D
Operator :
Instrument : Instrument #1
Acquired : 31 Mar 2022 5:23 am using AcqMethod SVOC-1.M
Sample Name: 98756-17 10X
Misc Info : HAPS

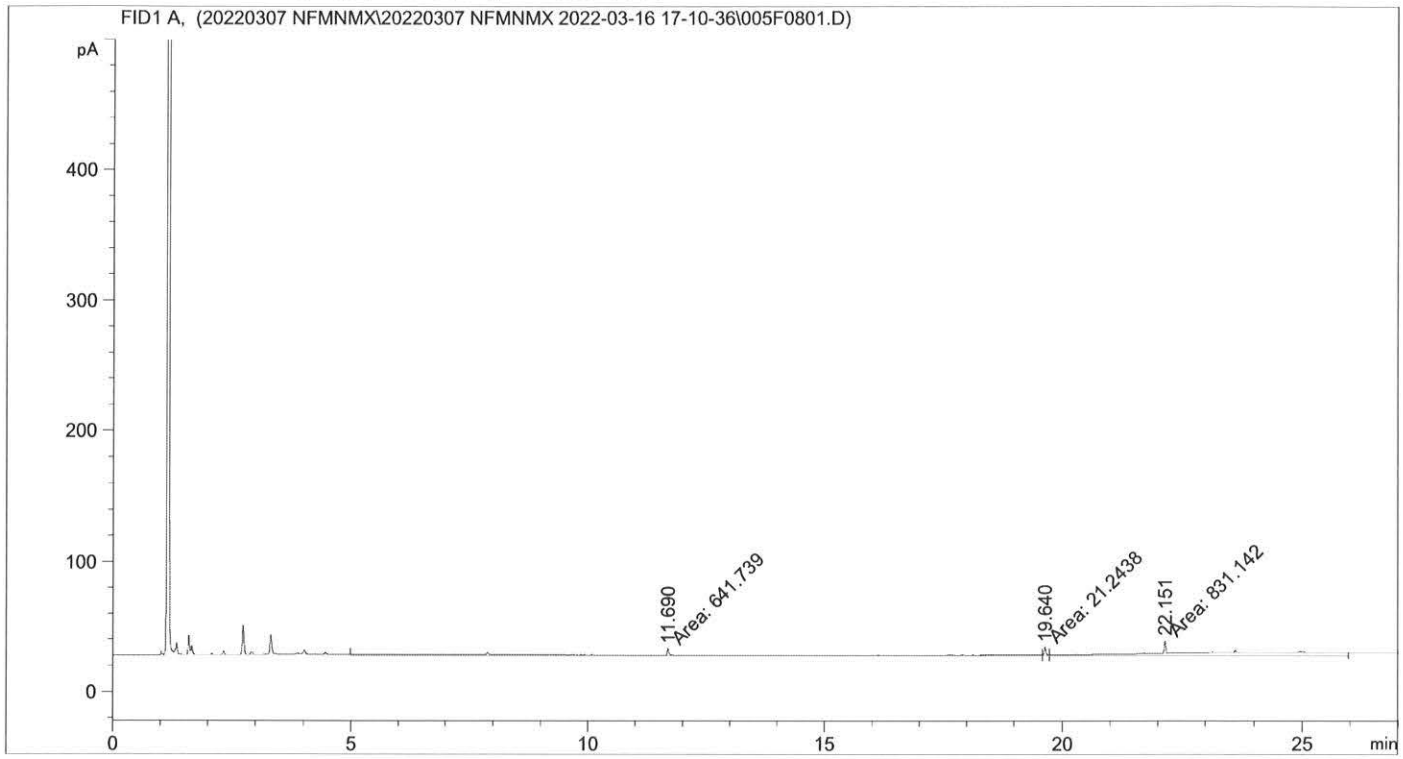


File :C:\Users\karla\Desktop\respaldo\GC-MS\anteriores\2022\220330
... HAPs\98756-18 10X.D
Operator :
Instrument : Instrument #1
Acquired : 31 Mar 2022 5:52 am using AcqMethod SVOC-1.M
Sample Name: 98756-18 10X
Misc Info : HAPS



Data File C:\CHEM32\...DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\005F0801.D
Sample Name: 98756-1

```
==========================================================================
Acq. Operator   :                                   Seq. Line :   8
Acq. Instrument : Instrument 1                       Location : Vial 5
Injection Date  : 2022-03-16 9:27:59 PM                  Inj :   1
                                                  Inj Volume : 1 µl
Acq. Method     : C:\CHEM32\2\1\DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\
                  FMNMX2020.M
Last changed    : 2022-03-10 12:24:38 PM by LB
Analysis Method : C:\CHEM32\2\1\METHODS\4 QUANT\FM NMX LB 2020.M
Last changed    : 2022-03-31 9:24:38 AM by LB
                  (modified after loading)
Additional Info : Peak(s) manually integrated
```




```
==========================================================================
                          Area Percent Report
==========================================================================

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      2022-03-31 9:24:30 AM
Multiplier:                   :      1.0000
Dilution:                     :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

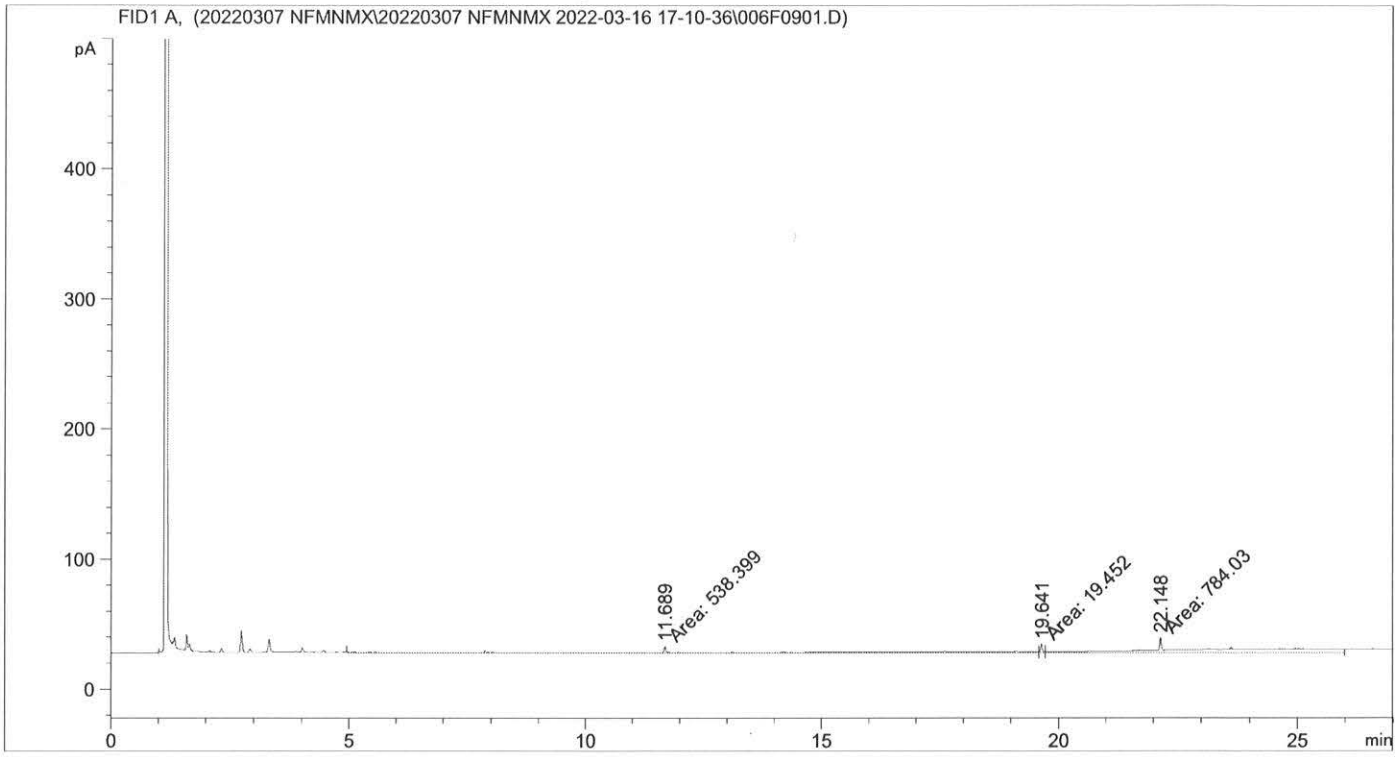

Signal 1: FID1 A,

Peak RetTime  Type    Width     Area      Area     Name
  #   [min]           [min]   [pA*s]       %
----|-------|------|-------|----------|--------|--------------------
   1  11.690 MF      2.0040  641.73938 42.95084 DRO1
   2  19.640 MF      0.0523   21.24379  1.42182 SUBROGADO
   3  22.151 FM      1.2000  831.14215 55.62734 DRO2

Totals :                    1494.12532
```

Data File C:\CHEM32\...DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\006F0901.D
Sample Name: 98756-2

```
==========================================================================
Acq. Operator   :                                  Seq. Line :   9
Acq. Instrument : Instrument 1                      Location : Vial 6
Injection Date  : 2022-03-16 10:04:43 PM                Inj :   1
                                                  Inj Volume : 1 µl
Acq. Method     : C:\CHEM32\2\1\DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\
                  FMNMX2020.M
Last changed    : 2022-03-10 12:24:38 PM by LB
Analysis Method : C:\CHEM32\2\1\METHODS\4 QUANT\FM NMX LB 2020.M
Last changed    : 2022-03-31 9:24:38 AM by LB
                  (modified after loading)
Additional Info : Peak(s) manually integrated
```




```
==========================================================================
                          Area Percent Report
==========================================================================

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      2022-03-31 9:24:57 AM
Multiplier:                   :      1.0000
Dilution:                     :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

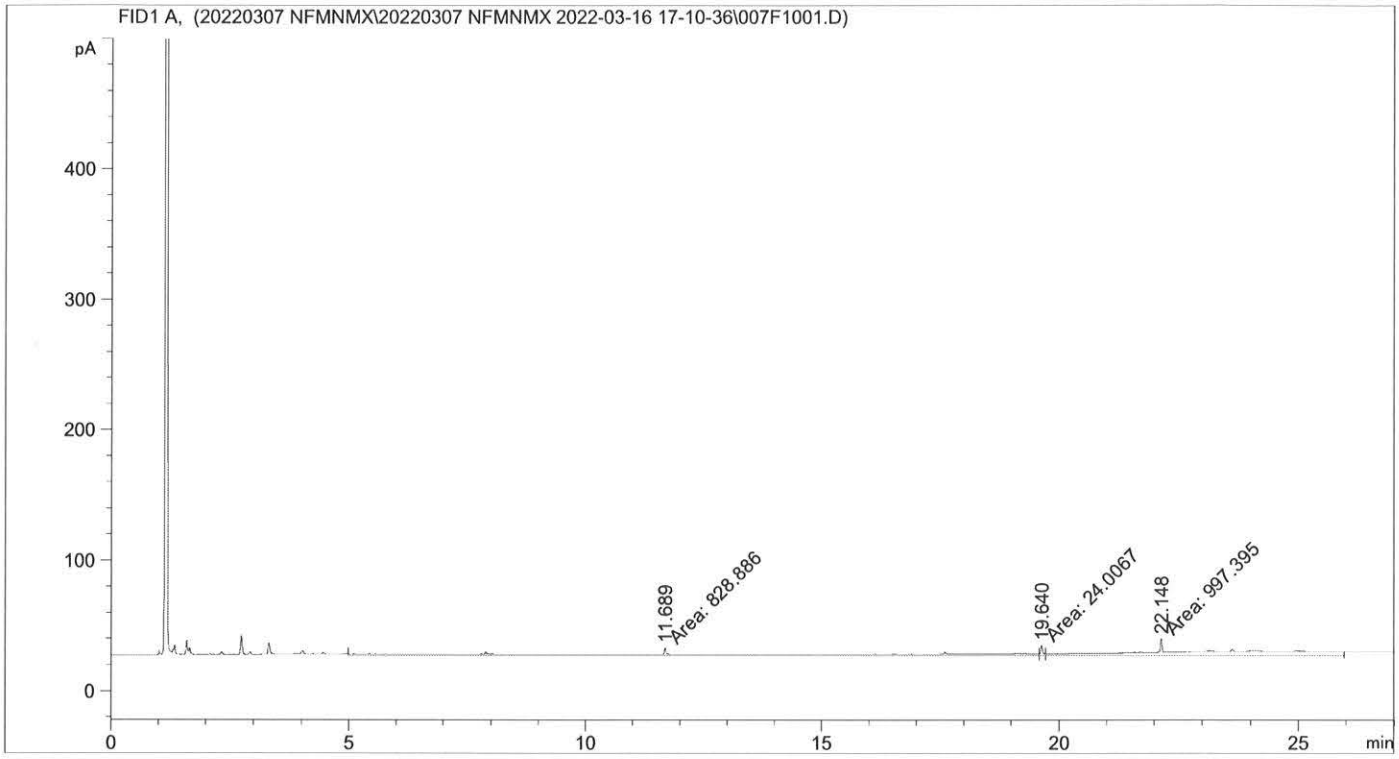

Signal 1: FID1 A,

Peak RetTime  Type   Width     Area      Area    Name
  #   [min]          [min]   [pA*s]        %
----|-------|------|-------|----------|--------|--------------------
   1  11.689 MF      1.6536  538.39899 40.12272 DRO1
   2  19.641 MF      0.0474   19.45195  1.44960 SUBROGADO
   3  22.148 FM      1.1186  784.02979 58.42768 DR02

Totals :                    1341.88073
```

Data File C:\CHEM32\...DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\007F1001.D
Sample Name: 98756-3

```
==========================================================================
Acq. Operator   :                                  Seq. Line :  10
Acq. Instrument : Instrument 1                      Location : Vial 7
Injection Date  : 2022-03-16 10:41:05 PM                 Inj :   1
                                                  Inj Volume : 1 µl
Acq. Method     : C:\CHEM32\2\1\DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\
                  FMNMX2020.M
Last changed    : 2022-03-10 12:24:38 PM by LB
Analysis Method : C:\CHEM32\2\1\METHODS\4 QUANT\FM NMX LB 2020.M
Last changed    : 2022-03-31 9:24:38 AM by LB
                  (modified after loading)
Additional Info : Peak(s) manually integrated
```




```
==========================================================================
                          Area Percent Report
==========================================================================

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      2022-03-31 9:24:57 AM
Multiplier:                   :      1.0000
Dilution:                     :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

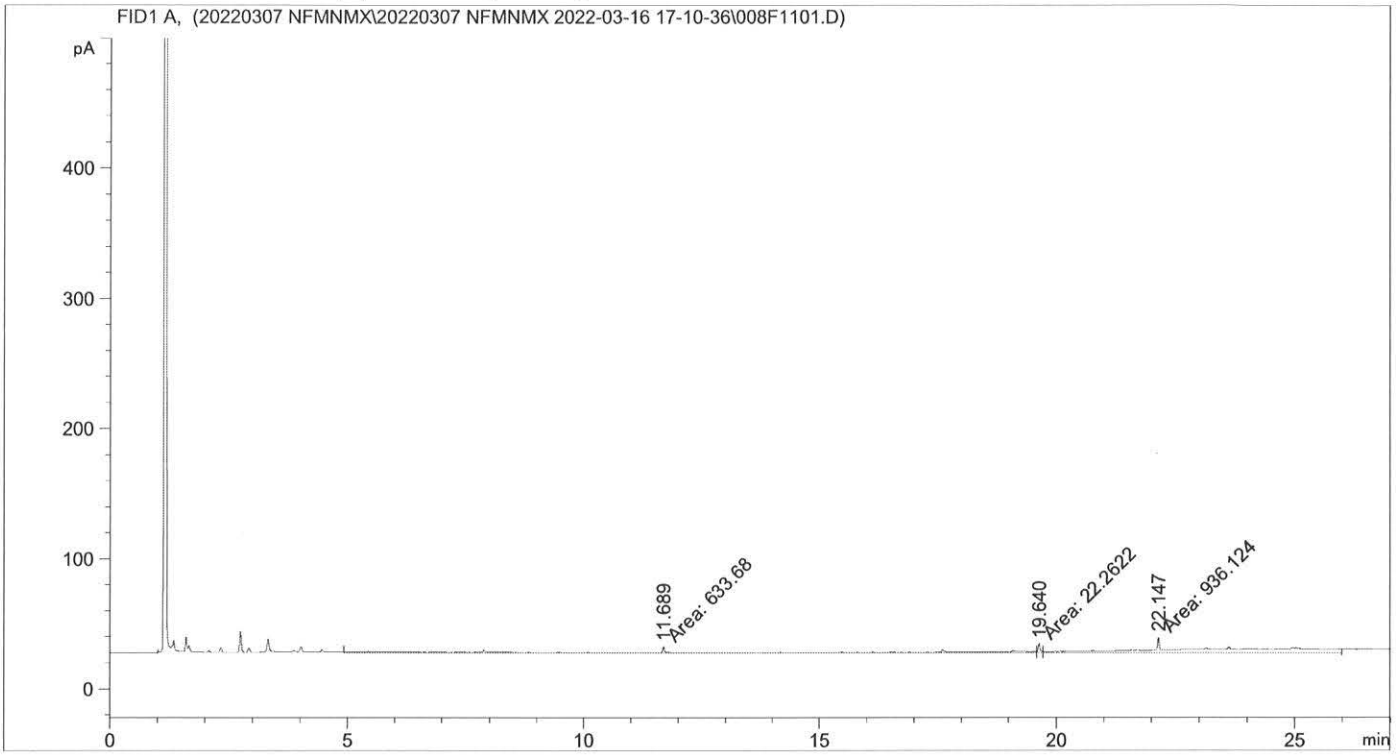

Signal 1: FID1 A,

Peak RetTime  Type    Width     Area      Area     Name
  #   [min]           [min]   [pA*s]        %
----|-------|------|-------|----------|--------|--------------------
   1  11.689 MF      2.3812  828.88641 44.79770 DRO1
   2  19.640 MF      0.0533   24.00667  1.29746 SUBROGADO
   3  22.148 FM      1.3110  997.39478 53.90484 DRO2

Totals :                    1850.28786
```

Data File C:\CHEM32\...DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\008F1101.D
Sample Name: 98756-4

```
======================================================================
Acq. Operator   :                                  Seq. Line :  11
Acq. Instrument : Instrument 1                      Location : Vial 8
Injection Date  : 2022-03-16 11:17:42 PM                 Inj :   1
                                                  Inj Volume : 1 µl
Acq. Method     : C:\CHEM32\2\1\DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\
                  FMNMX2020.M
Last changed    : 2022-03-10 12:24:38 PM by LB
Analysis Method : C:\CHEM32\2\1\METHODS\4 QUANT\FM NMX LB 2020.M
Last changed    : 2022-03-31 9:24:38 AM by LB
                  (modified after loading)
Additional Info : Peak(s) manually integrated
```




```
======================================================================
                        Area Percent Report
======================================================================

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      2022-03-31 9:24:57 AM
Multiplier:                   :      1.0000
Dilution:                     :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

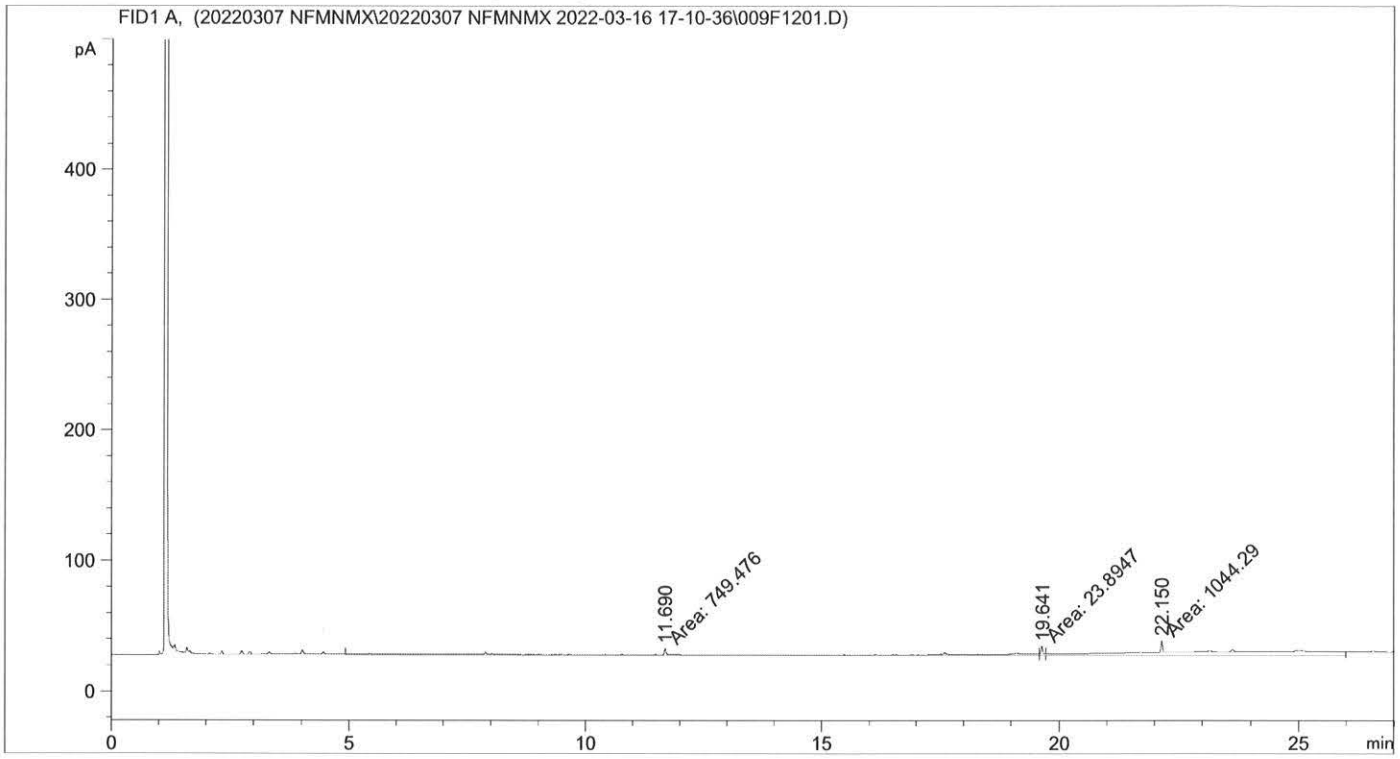

Signal 1: FID1 A,

Peak RetTime  Type   Width     Area      Area    Name
  #   [min]          [min]   [pA*s]       %
----|-------|------|-------|----------|--------|--------------------
   1  11.689 MF      1.9305  633.67957 39.80234 DRO1
   2  19.640 MF      0.0518   22.26225  1.39832 SUBROGADO
   3  22.147 FM      1.2281  936.12415 58.79933 DRO2

Totals :                    1592.06596
```

Data File C:\CHEM32\...DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\009F1201.D
Sample Name: 98756-5

```
==========================================================================
Acq. Operator   :                                  Seq. Line :  12
Acq. Instrument : Instrument 1                      Location : Vial 9
Injection Date  : 2022-03-16 11:54:16 PM                 Inj :   1
                                                  Inj Volume : 1 µl
Acq. Method     : C:\CHEM32\2\1\DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\
                  FMNMX2020.M
Last changed    : 2022-03-10 12:24:38 PM by LB
Analysis Method : C:\CHEM32\2\1\METHODS\4 QUANT\FM NMX LB 2020.M
Last changed    : 2022-03-31 9:24:38 AM by LB
                  (modified after loading)
Additional Info : Peak(s) manually integrated
```




```
==========================================================================
                          Area Percent Report
==========================================================================

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      2022-03-31 9:24:57 AM
Multiplier:                   :      1.0000
Dilution:                     :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

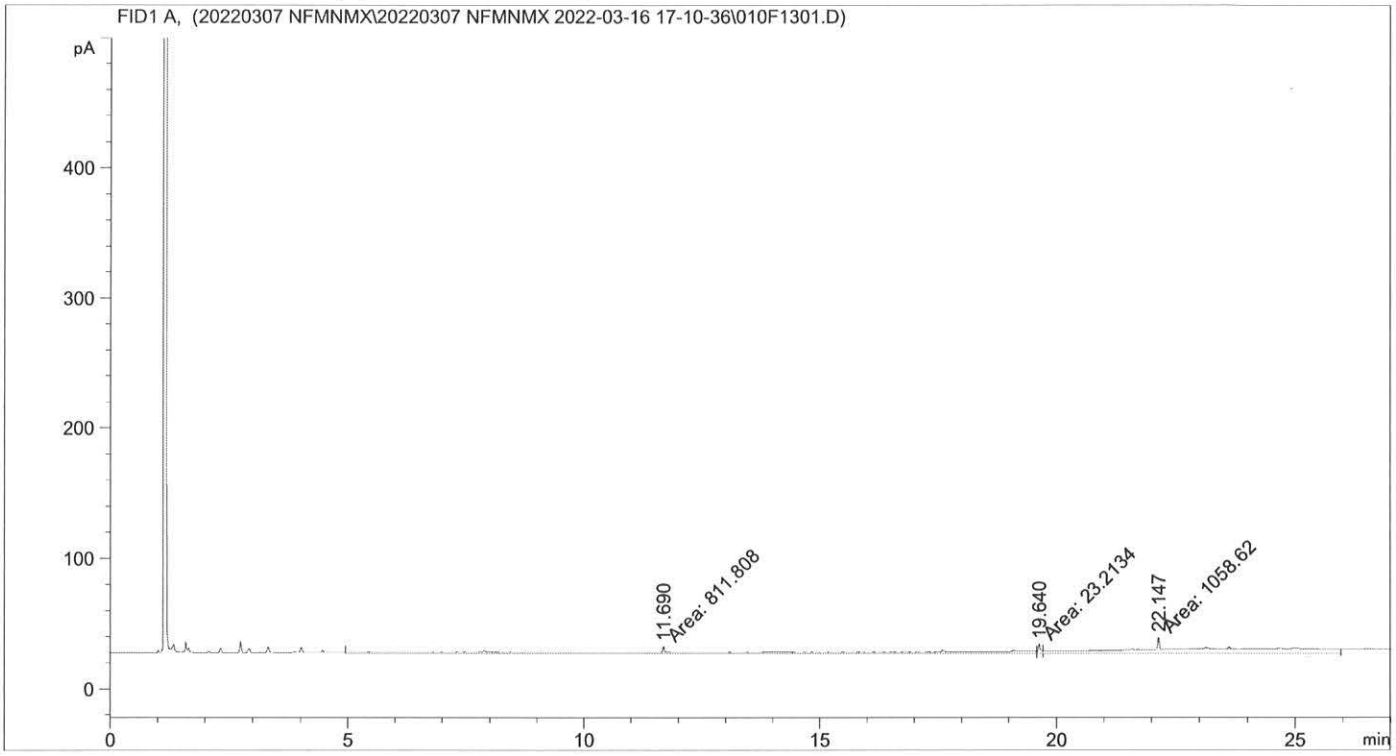

Signal 1: FID1 A,

Peak RetTime  Type   Width     Area      Area    Name
  #   [min]          [min]   [pA*s]       %
----|-------|------|-------|----------|--------|--------------------
   1  11.690 MF      2.2374  749.47607 41.23296 DRO1
   2  19.641 MF      0.0548   23.89468  1.31458 SUBROGADO
   3  22.150 FM      1.5166 1044.29199 57.45246 DRO2

Totals :                   1817.66275
```

Data File C:\CHEM32\...DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\010F1301.D
Sample Name: 98756-6

```
======================================================================
Acq. Operator   :                                  Seq. Line :  13
Acq. Instrument : Instrument 1                      Location : Vial 10
Injection Date  : 2022-03-17 12:30:53 AM                 Inj :   1
                                                  Inj Volume : 1 µl
Acq. Method     : C:\CHEM32\2\1\DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\
                  FMNMX2020.M
Last changed    : 2022-03-10 12:24:38 PM by LB
Analysis Method : C:\CHEM32\2\1\METHODS\4 QUANT\FM NMX LB 2020.M
Last changed    : 2022-03-31 9:24:38 AM by LB
                  (modified after loading)
Additional Info : Peak(s) manually integrated
```




```
======================================================================
                        Area Percent Report
======================================================================

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      2022-03-31 9:24:57 AM
Multiplier:                   :      1.0000
Dilution:                     :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

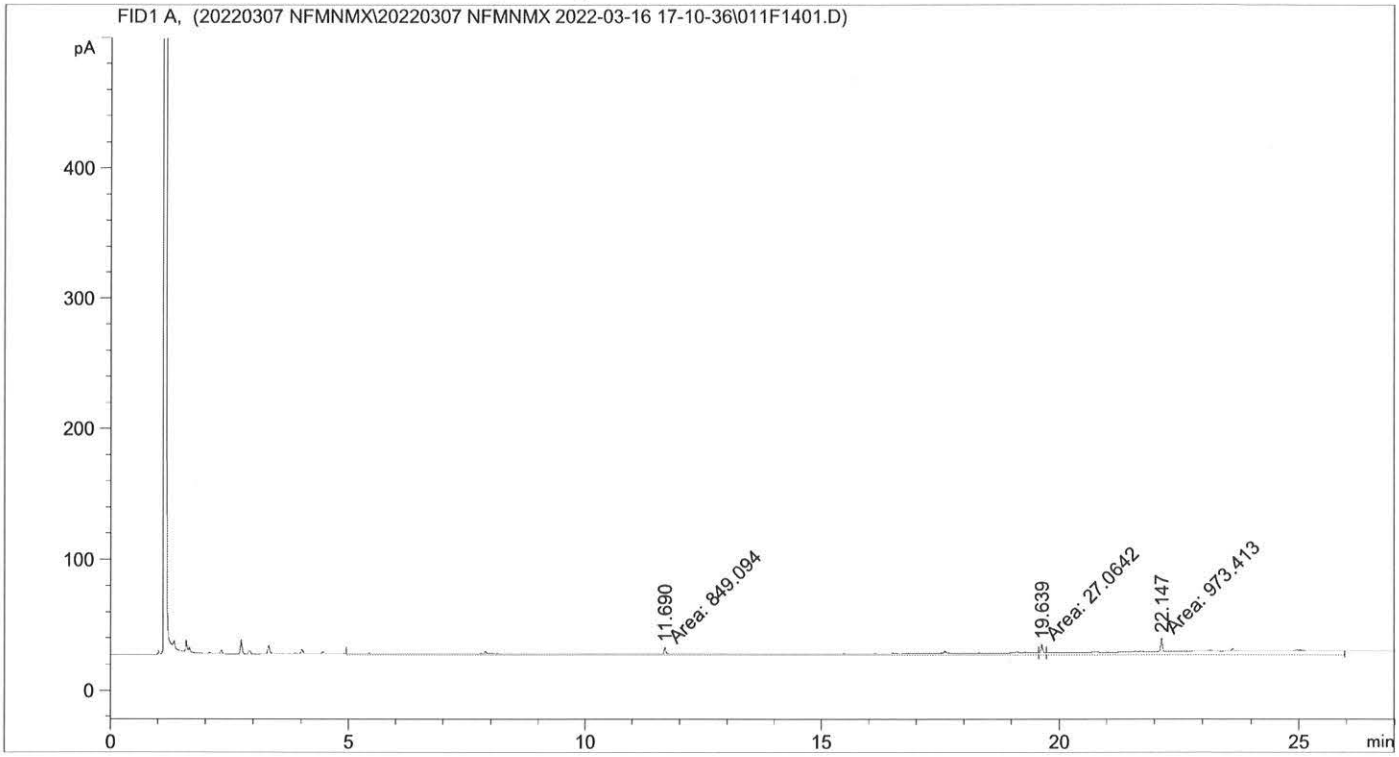

Signal 1: FID1 A,

Peak RetTime  Type   Width     Area      Area    Name
  #   [min]          [min]   [pA*s]       %
----|-------|------|-------|----------|--------|--------------------
   1  11.690 MF      2.4512  811.80804 42.87026 DRO1
   2  19.640 MF      0.0548   23.21337  1.22586 SUBROGADO
   3  22.147 FM      1.4072 1058.61780 55.90388 DR02

Totals :                    1893.63921
```

Data File C:\CHEM32\...DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\011F1401.D
Sample Name: 98756-7

```
==========================================================================
Acq. Operator   :                                  Seq. Line :  14
Acq. Instrument : Instrument 1                      Location : Vial 11
Injection Date  : 2022-03-17 1:07:13 AM                  Inj :   1
                                                  Inj Volume : 1 µl
Acq. Method     : C:\CHEM32\2\1\DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\
                  FMNMX2020.M
Last changed    : 2022-03-10 12:24:38 PM by LB
Analysis Method : C:\CHEM32\2\1\METHODS\4 QUANT\FM NMX LB 2020.M
Last changed    : 2022-03-31 9:24:38 AM by LB
                  (modified after loading)
Additional Info : Peak(s) manually integrated
```




```
==========================================================================
                          Area Percent Report
==========================================================================

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      2022-03-31 9:24:57 AM
Multiplier:                   :      1.0000
Dilution:                     :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

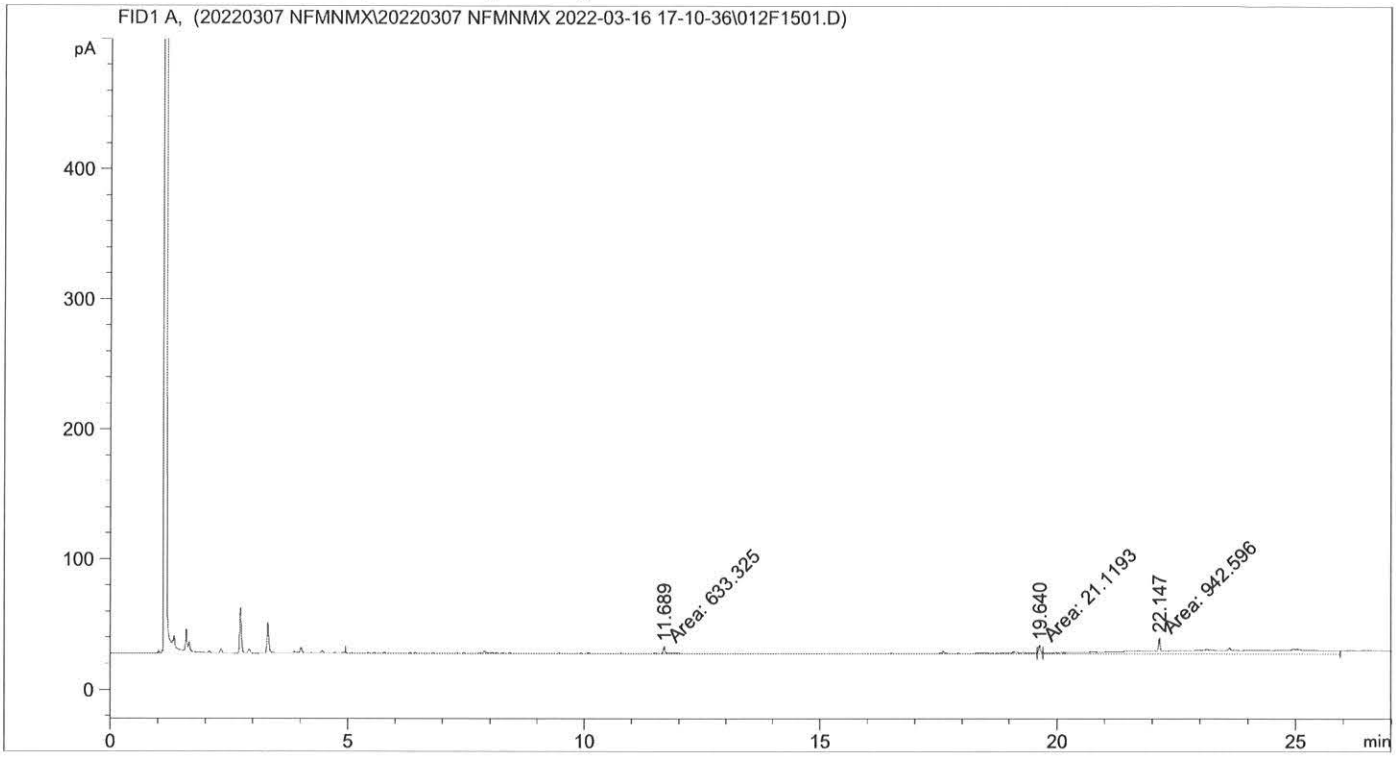

Signal 1: FID1 A,

Peak RetTime  Type   Width     Area      Area    Name
  #   [min]          [min]   [pA*s]       %
----|-------|------|-------|----------|--------|--------------------
   1  11.690 MF      2.4225  849.09381 45.90760 DRO1
   2  19.639 MF      0.0584   27.06419  1.46327 SUBROGADO
   3  22.147 FM      1.2626  973.41327 52.62913 DRO2

Totals :                   1849.57127
```

Data File C:\CHEM32\...DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\012F1501.D
Sample Name: 98756-8

```
======================================================================
Acq. Operator   :                                  Seq. Line :  15
Acq. Instrument : Instrument 1                      Location : Vial 12
Injection Date  : 2022-03-17 1:43:45 AM                 Inj :   1
                                                  Inj Volume : 1 µl
Acq. Method     : C:\CHEM32\2\1\DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\
                  FMNMX2020.M
Last changed    : 2022-03-10 12:24:38 PM by LB
Analysis Method : C:\CHEM32\2\1\METHODS\4 QUANT\FM NMX LB 2020.M
Last changed    : 2022-03-31 9:24:38 AM by LB
                  (modified after loading)
Additional Info : Peak(s) manually integrated
```




```
======================================================================
                        Area Percent Report
======================================================================

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      2022-03-31 9:24:57 AM
Multiplier:                   :      1.0000
Dilution:                     :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

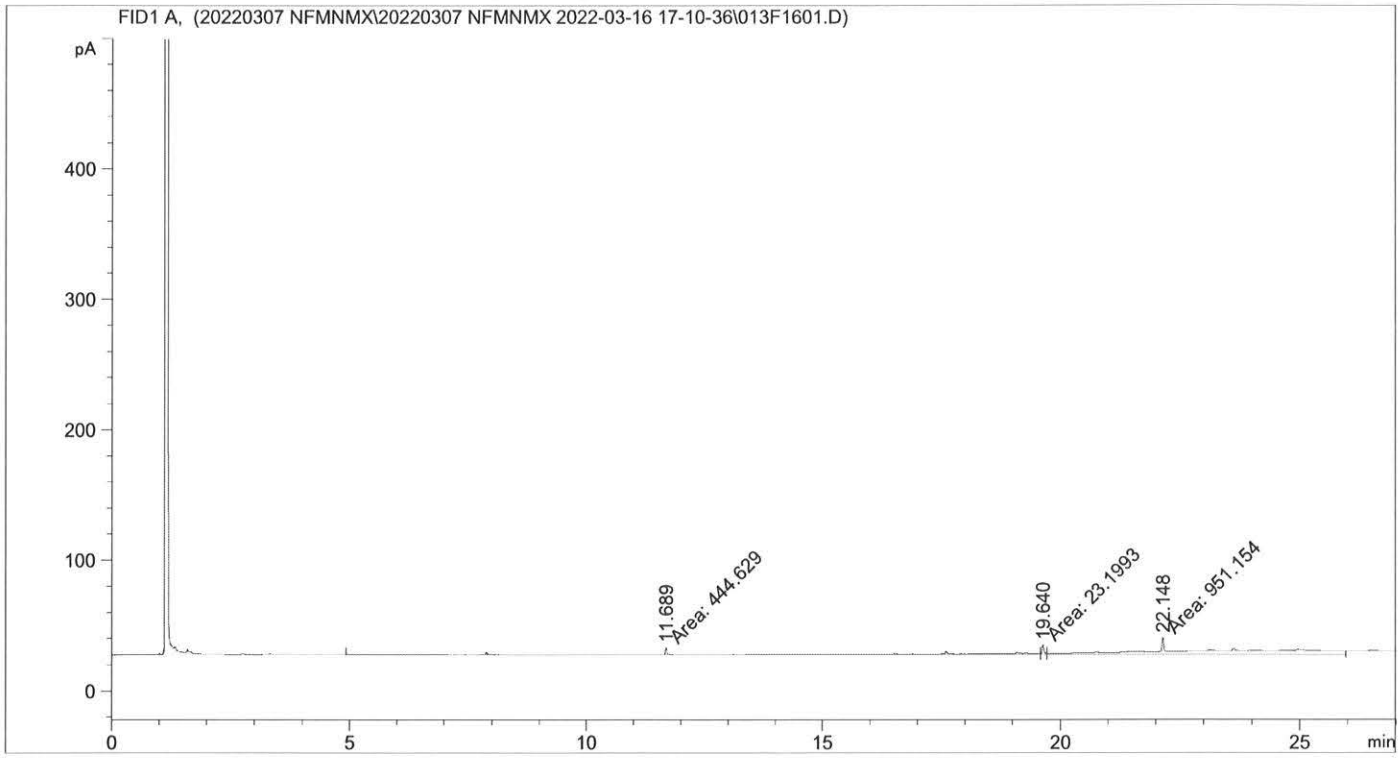

Signal 1: FID1 A,

Peak RetTime  Type   Width     Area      Area    Name
  #   [min]          [min]   [pA*s]       %
----|-------|------|-------|----------|--------|--------------------
   1  11.689 MF      1.8059  633.32526 39.65618 DRO1
   2  19.640 MF      0.0502   21.11933  1.32240 SUBROGADO
   3  22.147 FM      1.2631  942.59601 59.02142 DR02

Totals :                    1597.04059
```

Data File C:\CHEM32\...DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\013F1601.D
Sample Name: 98756-9

```
==========================================================================
Acq. Operator   :                                  Seq. Line :  16
Acq. Instrument : Instrument 1                      Location : Vial 13
Injection Date  : 2022-03-17 2:20:06 AM                  Inj :   1
                                                  Inj Volume : 1 µl
Acq. Method     : C:\CHEM32\2\1\DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\
                  FMNMX2020.M
Last changed    : 2022-03-10 12:24:38 PM by LB
Analysis Method : C:\CHEM32\2\1\METHODS\4 QUANT\FM NMX LB 2020.M
Last changed    : 2022-03-31 9:24:38 AM by LB
                  (modified after loading)
Additional Info : Peak(s) manually integrated
```




```
==========================================================================
                          Area Percent Report
==========================================================================

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      2022-03-31 9:24:57 AM
Multiplier:                   :      1.0000
Dilution:                     :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

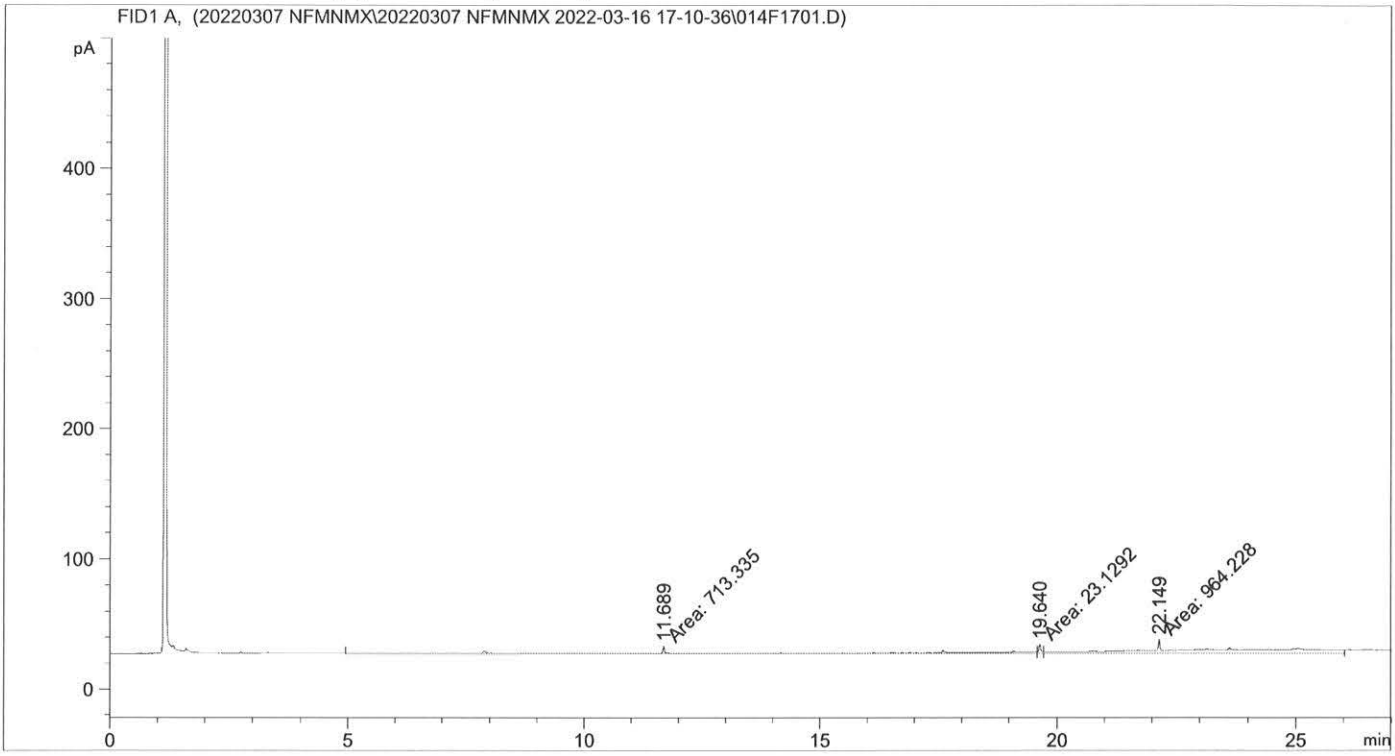

Signal 1: FID1 A,

Peak RetTime  Type   Width     Area      Area    Name
  #   [min]          [min]   [pA*s]       %
----|-------|------|-------|----------|--------|--------------------
   1  11.689 MF      1.3905  444.62857 31.33433 DRO1
   2  19.640 MF      0.0526   23.19929  1.63492 SUBROGADO
   3  22.148 FM      1.2634  951.15417 67.03074 DRO2

Totals :                    1418.98203
```

Data File C:\CHEM32\...DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\014F1701.D
Sample Name: 98756-10

```
======================================================================
Acq. Operator   :                                  Seq. Line :  17
Acq. Instrument : Instrument 1                      Location : Vial 14
Injection Date  : 2022-03-17 2:56:38 AM                 Inj :   1
                                                  Inj Volume : 1 µl
Acq. Method     : C:\CHEM32\2\1\DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\
                  FMNMX2020.M
Last changed    : 2022-03-10 12:24:38 PM by LB
Analysis Method : C:\CHEM32\2\1\METHODS\4 QUANT\FM NMX LB 2020.M
Last changed    : 2022-03-31 9:24:38 AM by LB
                  (modified after loading)
Additional Info : Peak(s) manually integrated
```




```
======================================================================
                        Area Percent Report
======================================================================

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      2022-03-31 9:24:57 AM
Multiplier:                   :      1.0000
Dilution:                     :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

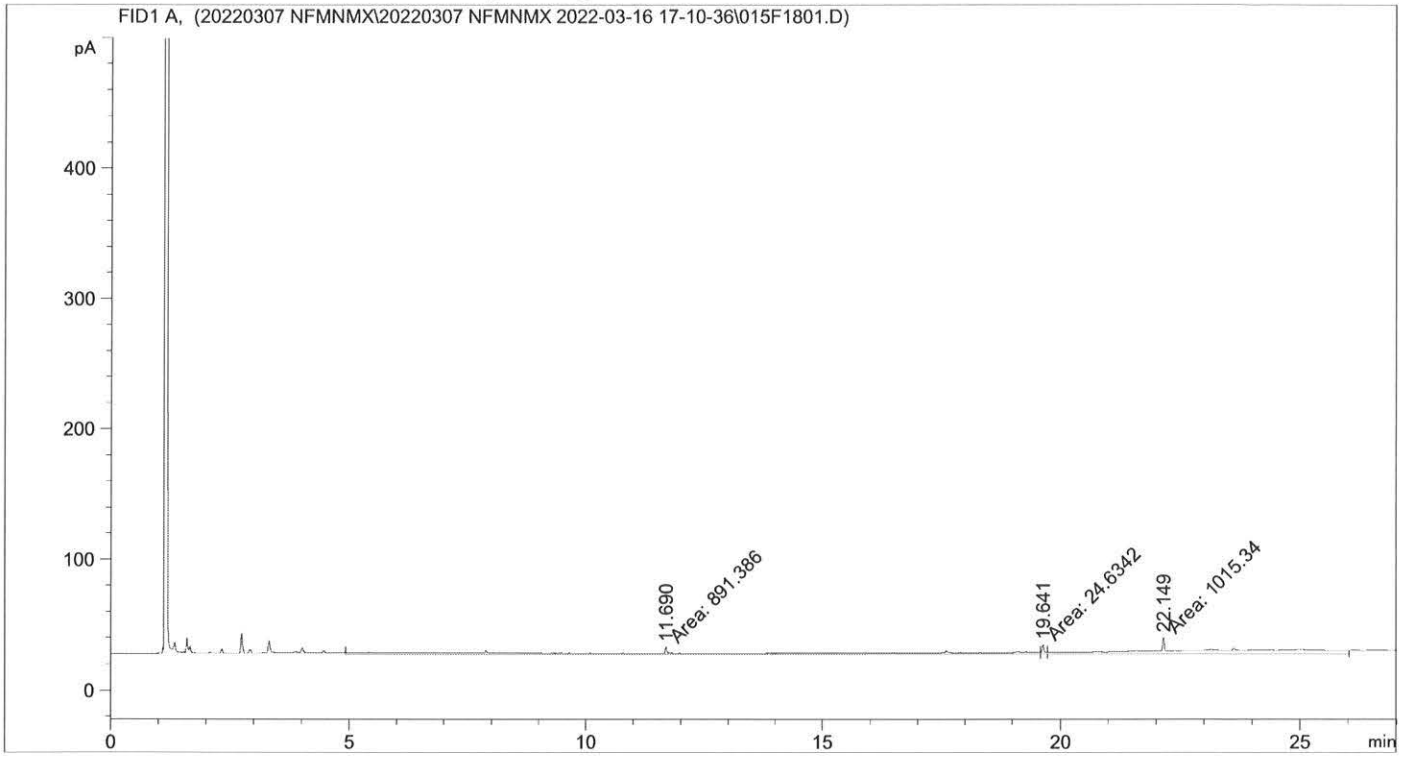

Signal 1: FID1 A,

Peak RetTime  Type   Width     Area      Area    Name
  #   [min]          [min]   [pA*s]       %
----|-------|------|-------|----------|--------|--------------------
   1  11.689 MF      2.0135  713.33466 41.94378 DRO1
   2  19.640 MF      0.0520   23.12924  1.35999 SUBROGADO
   3  22.149 FM      1.4756  964.22833 56.69623 DRO2

Totals :                    1700.69223
```

Data File C:\CHEM32\...DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\015F1801.D
Sample Name: 98756-11

```
==========================================================================
Acq. Operator   :                                  Seq. Line :  18
Acq. Instrument : Instrument 1                      Location : Vial 15
Injection Date  : 2022-03-17 3:33:01 AM                 Inj :   1
                                                  Inj Volume : 1 µl
Acq. Method     : C:\CHEM32\2\1\DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\
                  FMNMX2020.M
Last changed    : 2022-03-10 12:24:38 PM by LB
Analysis Method : C:\CHEM32\2\1\METHODS\4 QUANT\FM NMX LB 2020.M
Last changed    : 2022-03-31 9:24:38 AM by LB
                  (modified after loading)
Additional Info : Peak(s) manually integrated
```




```
==========================================================================
                          Area Percent Report
==========================================================================

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      2022-03-31 9:24:57 AM
Multiplier:                   :      1.0000
Dilution:                     :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

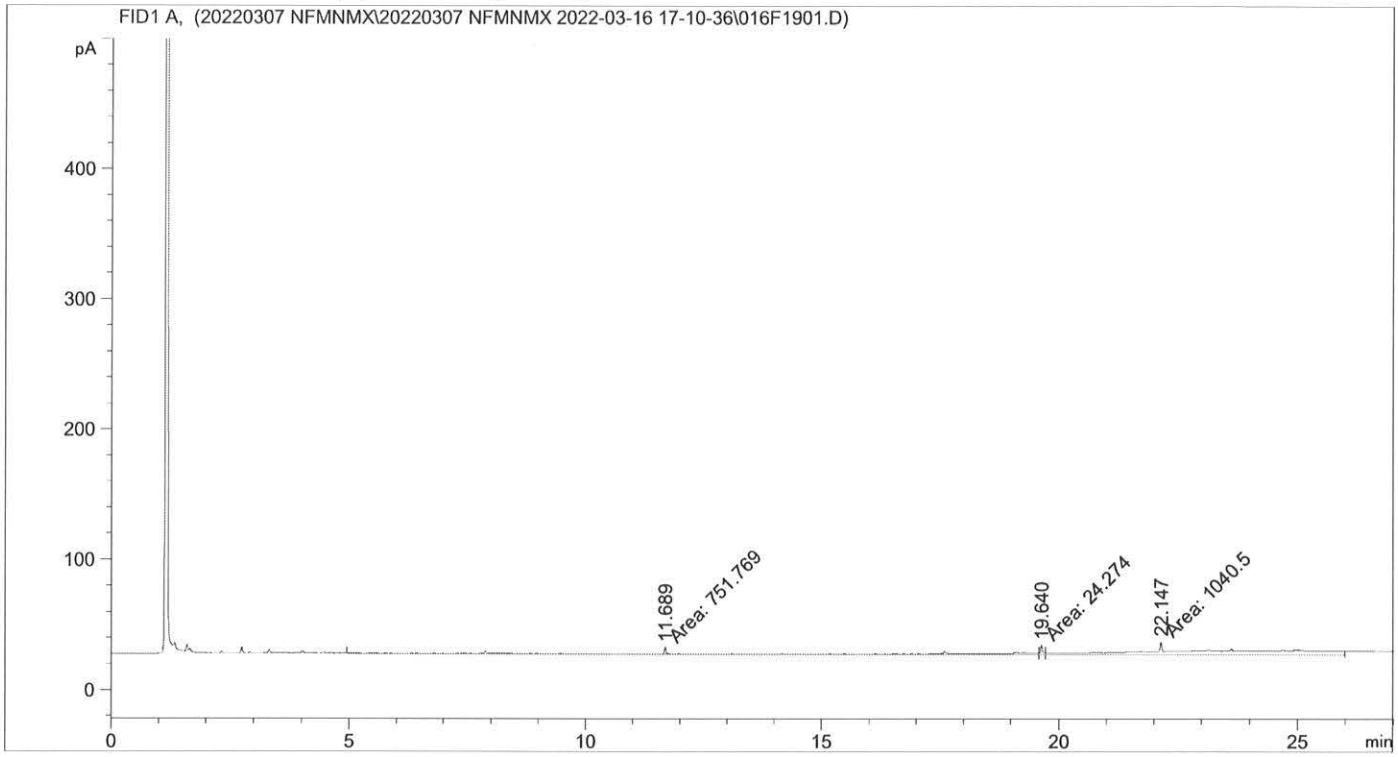

Signal 1: FID1 A,

Peak RetTime  Type   Width     Area      Area    Name
  #   [min]          [min]   [pA*s]       %
----|-------|------|-------|----------|--------|--------------------
   1  11.690 MF      2.5856  891.38562 46.15327 DRO1
   2  19.641 MF      0.0571   24.63419  1.27548 SUBROGADO
   3  22.149 FM      1.3446 1015.33997 52.57125 DR02

Totals :                   1931.35978
```

Data File C:\CHEM32\...DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\016F1901.D
Sample Name: 98756-12

```
======================================================================
Acq. Operator   :                                  Seq. Line :  19
Acq. Instrument : Instrument 1                      Location : Vial 16
Injection Date  : 2022-03-17 4:09:45 AM                 Inj :   1
                                                  Inj Volume : 1 µl
Acq. Method     : C:\CHEM32\2\1\DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\
                  FMNMX2020.M
Last changed    : 2022-03-10 12:24:38 PM by LB
Analysis Method : C:\CHEM32\2\1\METHODS\4 QUANT\FM NMX LB 2020.M
Last changed    : 2022-03-31 9:24:38 AM by LB
                  (modified after loading)
Additional Info : Peak(s) manually integrated
```




```
======================================================================
                        Area Percent Report
======================================================================

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      2022-03-31 9:24:57 AM
Multiplier:                   :      1.0000
Dilution:                     :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

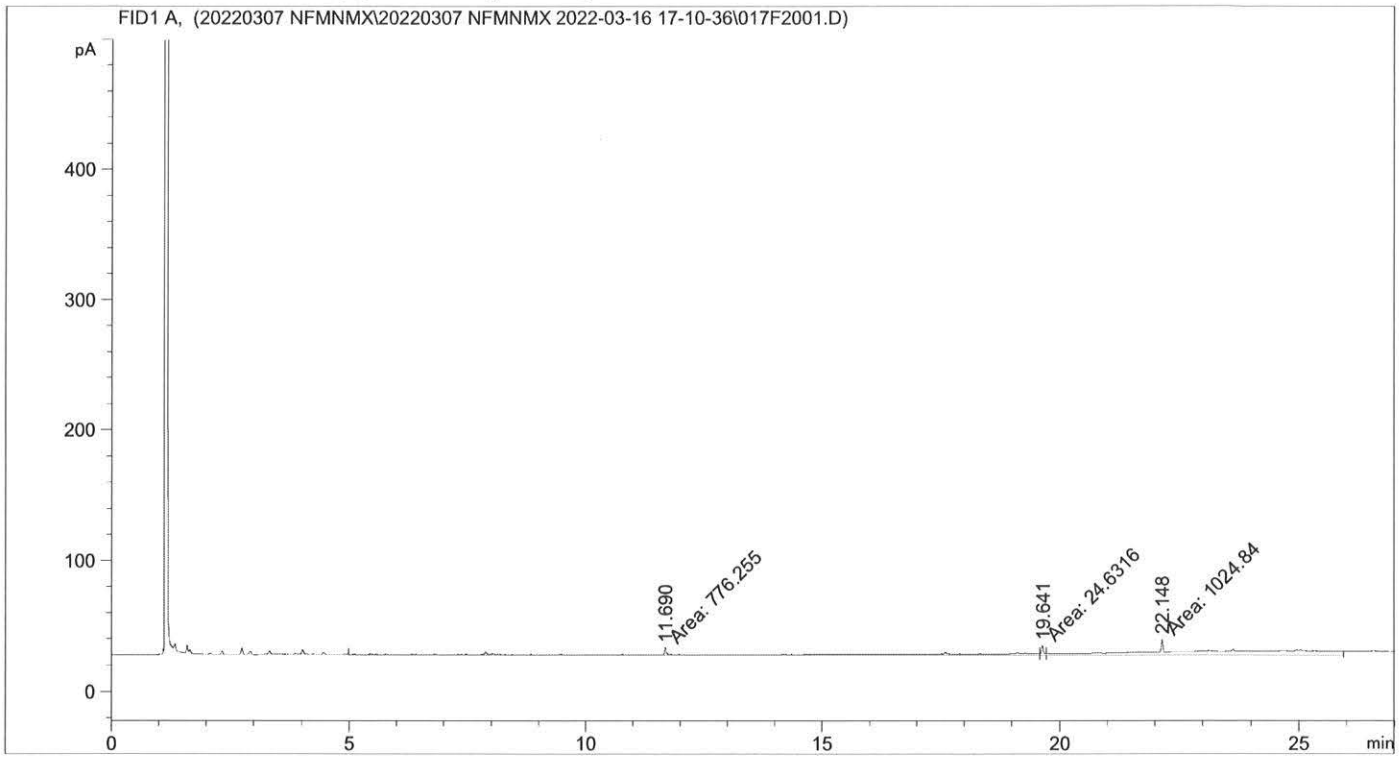

Signal 1: FID1 A,

Peak RetTime  Type   Width     Area      Area    Name
  #   [min]          [min]   [pA*s]       %
----|-------|------|-------|----------|--------|--------------------
   1  11.689 MF      2.0607  751.76855 41.38460 DRO1
   2  19.640 MF      0.0527   24.27405  1.33628 SUBROGADO
   3  22.147 FM      1.6761 1040.49939 57.27913 DRO2

Totals :                    1816.54199
```

Data File C:\CHEM32\...DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\017F2001.D
Sample Name: 98756-13

```
==========================================================================
Acq. Operator   :                                  Seq. Line :  20
Acq. Instrument : Instrument 1                      Location : Vial 17
Injection Date  : 2022-03-17 4:46:20 AM                Inj :   1
                                                  Inj Volume : 1 µl
Acq. Method     : C:\CHEM32\2\1\DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\
                  FMNMX2020.M
Last changed    : 2022-03-10 12:24:38 PM by LB
Analysis Method : C:\CHEM32\2\1\METHODS\4 QUANT\FM NMX LB 2020.M
Last changed    : 2022-03-31 9:24:38 AM by LB
                  (modified after loading)
Additional Info : Peak(s) manually integrated
```




```
==========================================================================
                          Area Percent Report
==========================================================================

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      2022-03-31 9:24:57 AM
Multiplier:                   :      1.0000
Dilution:                     :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

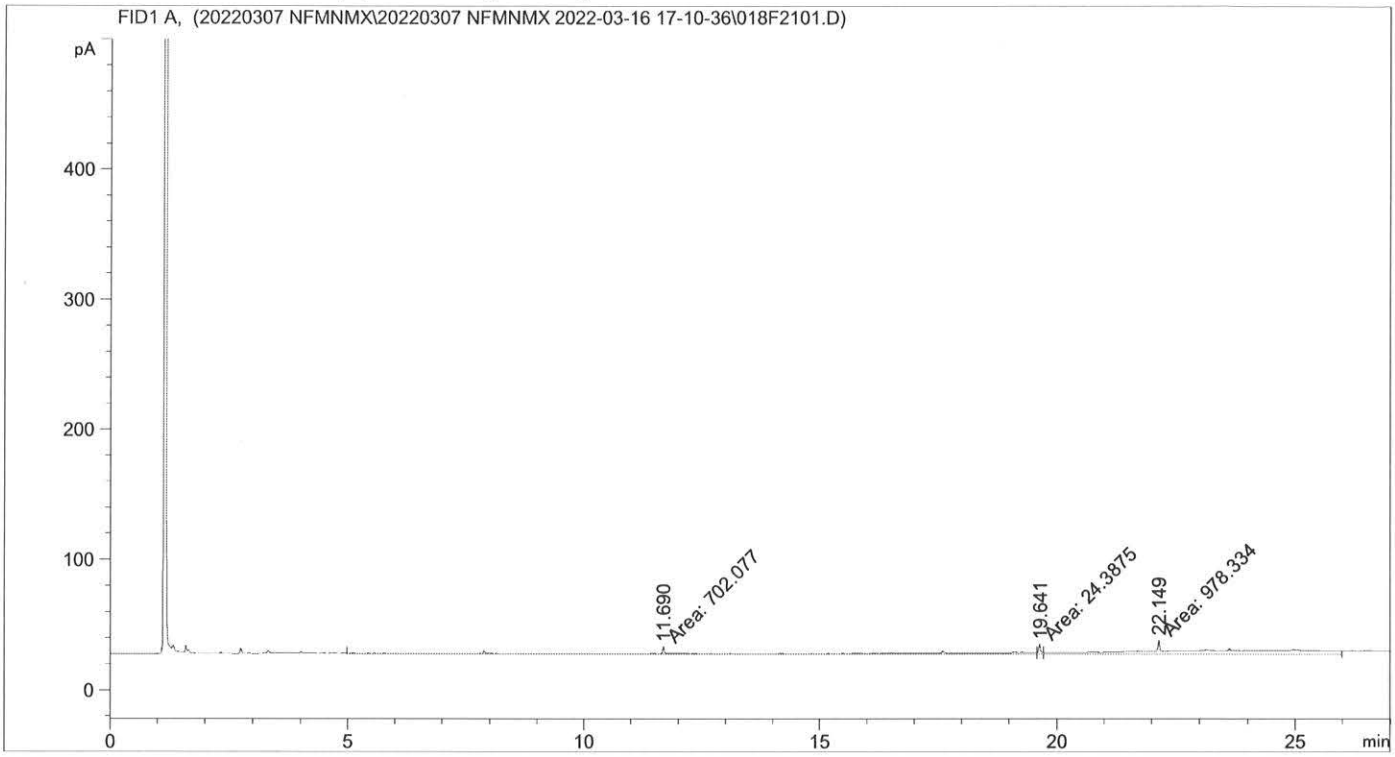

Signal 1: FID1 A,

Peak RetTime  Type   Width     Area      Area    Name
  #   [min]          [min]   [pA*s]       %
----|-------|------|-------|----------|--------|--------------------
   1  11.690 MF      2.1371  776.25452 42.51747 DRO1
   2  19.641 MF      0.0535   24.63157  1.34913 SUBROGADO
   3  22.148 FM      1.4121 1024.84448 56.13339 DR02

Totals :                   1825.73056
```

Data File C:\CHEM32\...DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\018F2101.D
Sample Name: 98756-14

```
======================================================================
Acq. Operator   :                                  Seq. Line :  21
Acq. Instrument : Instrument 1                      Location : Vial 18
Injection Date  : 2022-03-17 5:23:11 AM                 Inj :   1
                                                  Inj Volume : 1 µl
Acq. Method     : C:\CHEM32\2\1\DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\
                  FMNMX2020.M
Last changed    : 2022-03-10 12:24:38 PM by LB
Analysis Method : C:\CHEM32\2\1\METHODS\4 QUANT\FM NMX LB 2020.M
Last changed    : 2022-03-31 9:24:38 AM by LB
                  (modified after loading)
Additional Info : Peak(s) manually integrated
```




```
======================================================================
                        Area Percent Report
======================================================================

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      2022-03-31 9:24:57 AM
Multiplier:                   :      1.0000
Dilution:                     :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

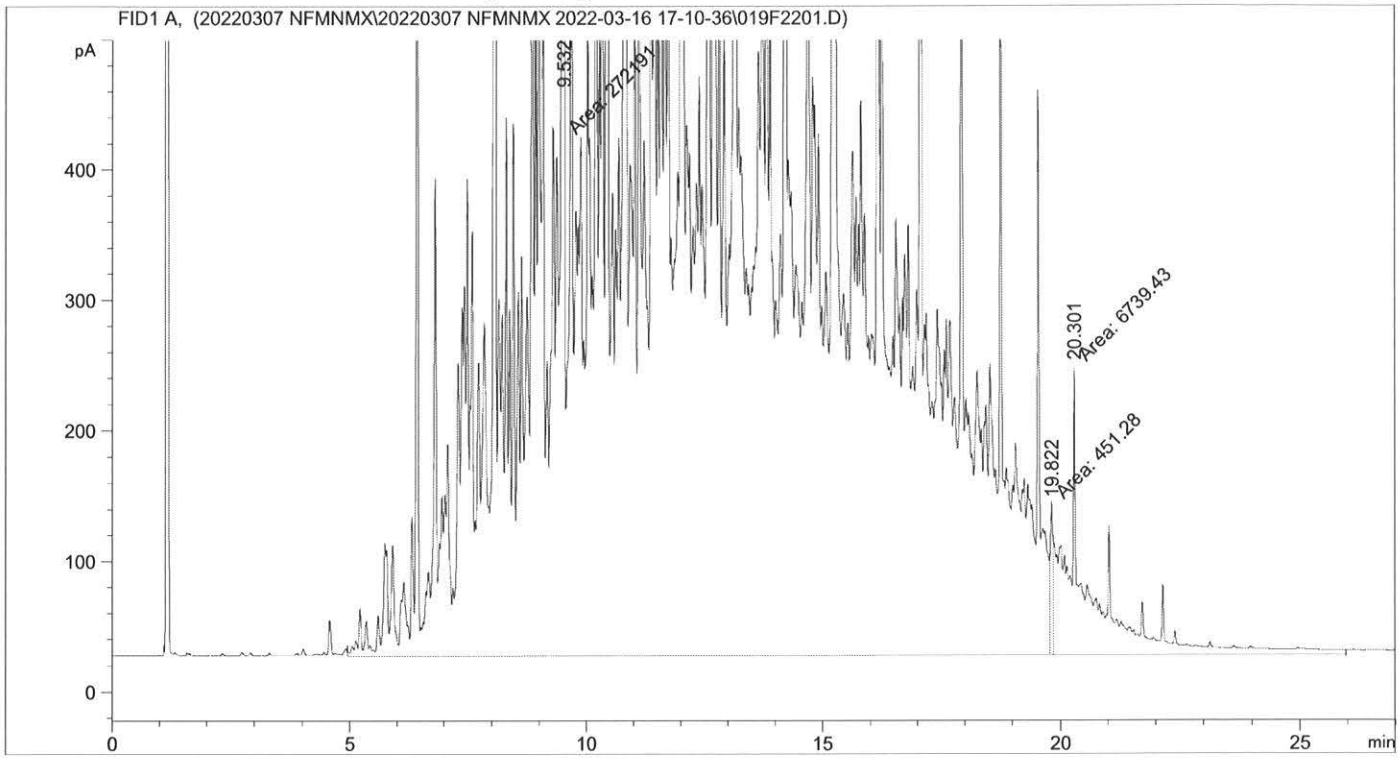

Signal 1: FID1 A,

Peak RetTime  Type   Width     Area      Area    Name
  #   [min]          [min]   [pA*s]       %
----|-------|------|-------|----------|--------|--------------------
   1  11.690 MF      1.9189  702.07672 41.18240 DRO1
   2  19.641 MF      0.0532   24.38749  1.43052 SUBROGADO
   3  22.149 FM      1.4846  978.33368 57.38708 DRO2

Totals :                    1704.79789
```

Data File C:\CHEM32\...DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\019F2201.D
Sample Name: 98756-15

```
==========================================================================
Acq. Operator   :                                  Seq. Line :  22
Acq. Instrument : Instrument 1                      Location : Vial 19
Injection Date  : 2022-03-17 5:59:47 AM                  Inj :   1
                                                 Inj Volume : 1 µl
Acq. Method     : C:\CHEM32\2\1\DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\
                  FMNMX2020.M
Last changed    : 2022-03-10 12:24:38 PM by LB
Analysis Method : C:\CHEM32\2\1\METHODS\4 QUANT\FM NMX LB 2020.M
Last changed    : 2022-03-31 9:50:16 AM by LB
                  (modified after loading)
Additional Info : Peak(s) manually integrated
```




```
==========================================================================
                          Area Percent Report
==========================================================================

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      2022-03-31 9:50:41 AM
Multiplier:                   :      1.0000
Dilution:                     :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

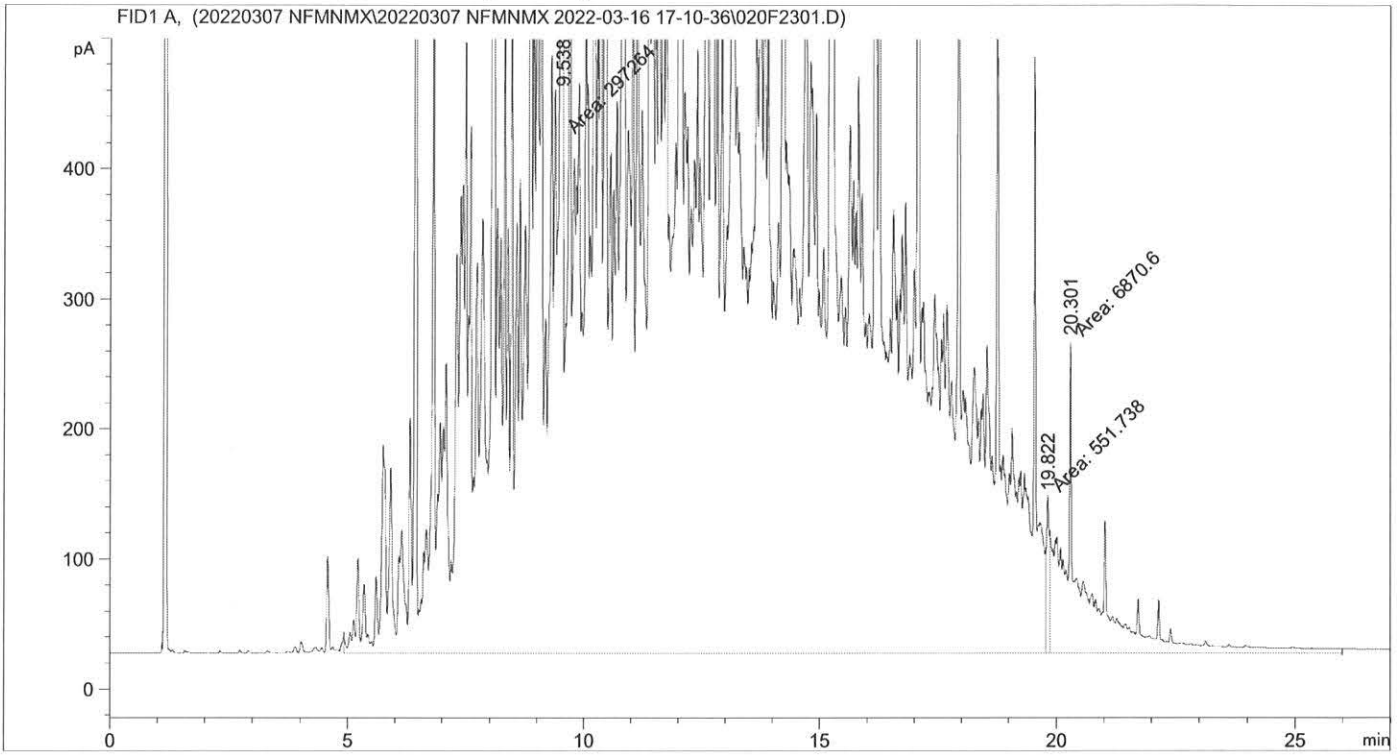

Signal 1: FID1 A,

Peak RetTime  Type    Width     Area      Area    Name
  #   [min]           [min]   [pA*s]       %
----|-------|------|-------|----------|--------|--------------------
   1   9.532 MF      1.5930 2.72191e5  97.42621 DRO1
   2  19.822 MF      0.0642  451.27997  0.16153 SUBROGADO
   3  20.301 FM      0.5061 6739.43311  2.41226 DRO2

Totals :                   2.79382e5
```

Data File C:\CHEM32\...DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\020F2301.D
Sample Name: 98756-16

```
==========================================================================
Acq. Operator   :                                   Seq. Line :  23
Acq. Instrument : Instrument 1                       Location : Vial 20
Injection Date  : 2022-03-17 6:36:22 AM                   Inj :  1
                                                  Inj Volume : 1 µl
Acq. Method     : C:\CHEM32\2\1\DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\
                  FMNMX2020.M
Last changed    : 2022-03-10 12:24:38 PM by LB
Analysis Method : C:\CHEM32\2\1\METHODS\4 QUANT\FM NMX LB 2020.M
Last changed    : 2022-03-31 9:50:16 AM by LB
                  (modified after loading)
Additional Info : Peak(s) manually integrated
```




```
==========================================================================
                          Area Percent Report
==========================================================================

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      2022-03-31 9:50:41 AM
Multiplier:                   :      1.0000
Dilution:                     :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

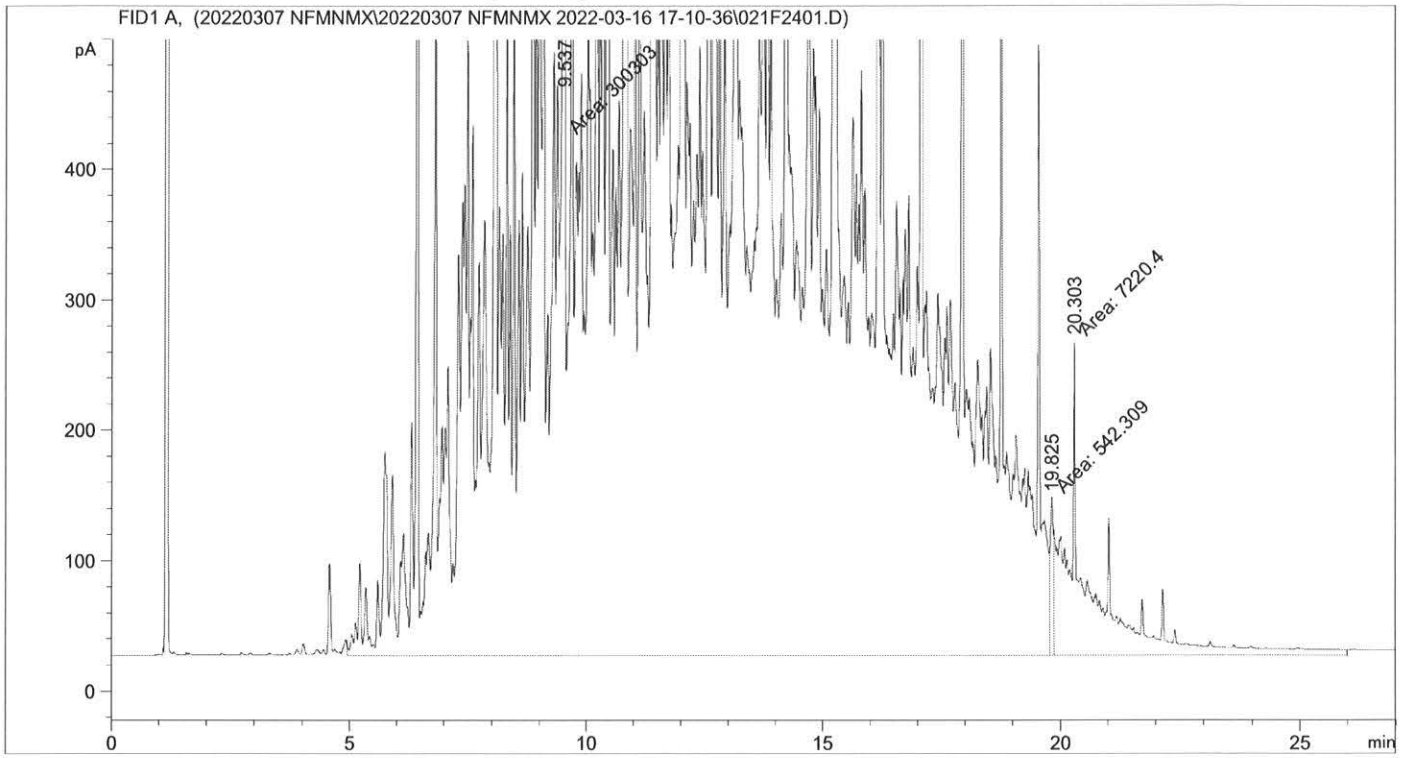

Signal 1: FID1 A,

Peak RetTime  Type   Width     Area      Area    Name
  #   [min]          [min]   [pA*s]       %
----|-------|------|-------|----------|--------|--------------------
   1   9.538 MF      1.6144 2.97264e5  97.56394 DRO1
   2  19.822 MF      0.0762  551.73792  0.18108 SUBROGADO
   3  20.301 FM      0.4760 6870.60205  2.25497 DRO2

Totals :                   3.04687e5
```

Data File C:\CHEM32\...DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\021F2401.D
Sample Name: 98756-17

```
==========================================================================
Acq. Operator   :                                  Seq. Line :  24
Acq. Instrument : Instrument 1                      Location : Vial 21
Injection Date  : 2022-03-17 7:12:46 AM                  Inj :   1
                                                  Inj Volume : 1 µl
Acq. Method     : C:\CHEM32\2\1\DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\
                  FMNMX2020.M
Last changed    : 2022-03-10 12:24:38 PM by LB
Analysis Method : C:\CHEM32\2\1\METHODS\4 QUANT\FM NMX LB 2020.M
Last changed    : 2022-03-31 9:50:16 AM by LB
                  (modified after loading)
Additional Info : Peak(s) manually integrated
```




```
==========================================================================
                          Area Percent Report
==========================================================================

Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      2022-03-31 9:50:41 AM
Multiplier:                   :      1.0000
Dilution:                     :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

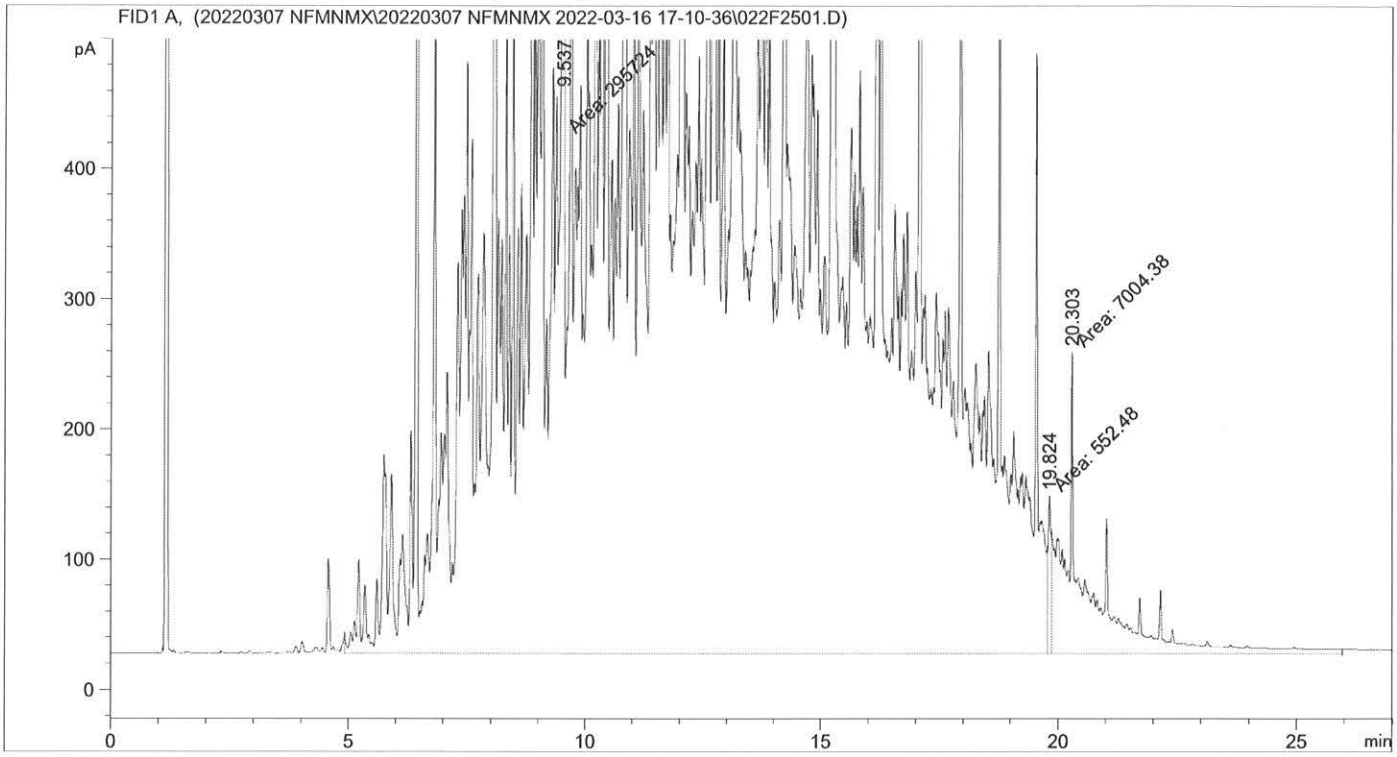

Signal 1: FID1 A,

Peak RetTime  Type    Width     Area      Area    Name
  #   [min]           [min]   [pA*s]        %
----|-------|------|-------|----------|--------|--------------------
   1   9.537 MF      1.6151 3.00303e5  97.48017 DRO1
   2  19.825 MF      0.0745  542.30853  0.17604 SUBROGADO
   3  20.303 FM      0.4974 7220.40039  2.34379 DRO2

Totals :                   3.08065e5
```

Data File C:\CHEM32\...DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\022F2501.D
Sample Name: 98756-18

```
Acq. Operator   :                                   Seq. Line :  25
Acq. Instrument : Instrument 1                       Location : Vial 22
Injection Date  : 2022-03-17 7:49:17 AM                  Inj :   1
                                                   Inj Volume : 1 µl
Acq. Method     : C:\CHEM32\2\1\DATA\20220307 NFMNMX\20220307 NFMNMX 2022-03-16 17-10-36\
                  FMNMX2020.M
Last changed    : 2022-03-10 12:24:38 PM by LB
Analysis Method : C:\CHEM32\2\1\METHODS\4 QUANT\FM NMX LB 2020.M
Last changed    : 2022-03-31 9:50:16 AM by LB
                  (modified after loading)
Additional Info : Peak(s) manually integrated
```



Area Percent Report

```
Sorted By             :      Signal
Calib. Data Modified  :      2022-03-31 9:50:41 AM
Multiplier:                   :      1.0000
Dilution:                     :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs


Signal 1: FID1 A,

Peak RetTime  Type   Width     Area      Area    Name
  #   [min]          [min]   [pA*s]       %
----|-------|------|-------|----------|--------|--------------------
   1   9.537 MF      1.6246 2.95724e5  97.50830 DRO1
   2  19.824 MF      0.0756  552.47992  0.18217 SUBROGADO
   3  20.303 FM      0.5017 7004.38086  2.30954 DRO2

Totals :                   3.03281e5
```

Diagrama de Gantt para las Actividades de Remediación						
Fase	**Actividad**	**BIORREMEDIACIÓN POR BIOPILAS A UN LADO DEL SITIO CONTAMINADO**				
		Semanas				
		1	**5**	**9**	**13**	**17**
I	Ubicación de cuadrilla en el sitio					
	Acondicionamiento de Celda de Tratamiento					
	Hidratación					
	Homogeneización - Aireación					
	Aplicación de nutrientes					
	Homogeneización - Aireación					
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)					
	Homogeneización - Aireación					
II	Hidratación					
	Homogeneización - Aireación					
	Aplicación de nutrientes					
	Homogeneización - Aireación					
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)					
	Homogeneización - Aireación					
M-I	Monitoreo intermedio					
III	Hidratación					
	Homogeneización - Aireación					
	Aplicación de nutrientes					
	Homogeneización - Aireación					
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)					
	Homogeneización - Aireación					
IV	Hidratación					
	Homogeneización - Aireación					
	Aplicación de nutrientes					
	Homogeneización - Aireación					
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)					
	Homogeneización - Aireación					
M-II	Monitoreo intermedio					
V	Hidratación					
	Homogeneización - Aireación					
	Aplicación de nutrientes					
	Homogeneización - Aireación					
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)					
	Homogeneización - Aireación					
M-III	Hidratación					

- **Método de muestreo, número de muestras, profundidad y parámetros a medir**

En la Celda de Tratamiento se distribuirán 03 (tres) puntos de muestreo, en los cuales se tomarán 01 (una) muestra simple en cada uno de ellos a diferentes profundidades.

En el material tratado mediante la técnica de **Biorremediación por Biopilas a un lado del sitio contaminado** se tomarán las muestras simples a partir de un muestreo dirigido, el volumen total a tratar es de 594 m^3.

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

- **Instrumentos para el muestreo**

Los instrumentos de muestreo adecuados son esenciales para realizar un correcto muestreo. Personal de Campo de ISALI, S.A. de C.V. usarán los siguientes:

  - Hand auger.
  - Espátulas planas con lados paralelos y/o cucharones.

- **Toma de muestras**

Aleatoriamente se escogerán los 03 (tres) puntos de muestreo distribuidos en la Celda de Tratamiento para realizar la toma de las muestras simples, lo anterior con apoyo de Hand Auger.

- **Parámetros, equipos y método de análisis**

Para el monitoreo de Hidrocarburos, Humedad, pH y Temperatura se utilizarán los siguientes equipos:

Tabla No. 1.2. Equipos de monitoreo	
Parámetro	***Equipo***
Hidrocarburos	Petroflag Hydrocarbon Test Kit For Soil, bajo el método EPA-SW-846-DRAFT METHOD 9074
pH y Humedad	Kelway HB-02 o similar
Temperatura	Termómetro para suelos

- **Medidas de seguridad para el personal**

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

  - Zapatos de seguridad industrial.
  - Guantes.

- **Control documental**

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

- **Periodicidad**

La periodicidad de la toma de muestras y su análisis se realizará conforme a lo establecido en el programa calendarizado de actividades de remediación *(Ver Anexo XVII del presente documento).*

PLAN DE MUESTREO
FINAL COMPROBATORIO

1. OBJETIVO

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

2. ACTIVIDADES Y TIEMPOS DE EJECUCIÓN

ACTIVIDAD	TIEMPO DE EJECUCIÓN*	RESPONSABLE
Ubicación en sitio de muestreo	Dependerá de la distancia y punto de partida del personal involucrado	Todos los involucrados
Ubicación y georreferenciación de puntos de muestreo	20 minutos	Responsable técnico
Toma de muestra	10 minutos cada muestra**	Laboratorio
Lavado del equipo	15 minutos	Laboratorio
Envasado, etiquetado y sellado de muestras	15 minutos	Laboratorio
Llenado de cadena(s) de custodia y papelería de campo	20 minutos	Laboratorio
Toma de evidencia fotográfica	20 minutos	Responsable técnico
Elaboración de documento oficial (acta, minuta, etc.)	Dependerá del tipo de documento y de personal de cada Dependencia	Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA)

*Tiempo total aproximado que se destinará a cada actividad durante todo el proceso de ejecución de la toma de muestras.
**Este tiempo es estimado y dependerá de las condiciones del sitio en el momento de la toma de muestra.

3. PERSONAL INVOLUCRADO Y SUS RESPONSABILIDADES

- **Inspector (es) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA):** Dar fe de los hechos u omisiones sobre la toma de muestras.
- **Representante Legal de la empresa Autotanques Foráneos, S.A. de C.V.:** Fungir como representante y primer interesado de la atención al derrame de **Turbosina**, o en su defecto el representante de la empresa.
- **Personal de ISALI, S.A. de C.V. (ISALI) :** Dirigir la toma de muestras con base al presente plan y hacer cumplir las actividades de muestreo establecidas en la Normatividad vigente.
- **Personal de Laboratori**o: Realizar la toma de muestras bajo las especificaciones del presente plan y de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, así como de las recomendaciones de ISALI y la ASEA. El Laboratorio cuenta con acreditación ante la entidad mexicana de acreditación a.c. (ema®) así como sus respectivas aprobaciones por parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

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

[redacted]

Lugar y fecha de elaboración
Monterrey, N.L. a 20 de mayo de 2022

4. SITIO DE MUESTREO

4.1 Características

El sitio en estudio se encuentra ubicado a la altura del **Km. 050 + 700 de la Carretera (1615) Mérida – Puerto Juárez, municipio de Hoctún, estado de Yucatán,** donde la unidad que transportaba Turbosina sufrió un accidente, lo cual provocó la volcadura de dicha unidad en el derecho de vía de la carretera, iniciando el derrame del hidrocarburo, afectando suelo natural.

De acuerdo con la información de Edafología (INEGI 2006) obtenida del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), esta señala que el sitio de estudio presenta un suelo de textura limosa, sin embargo, de acuerdo con las observaciones realizadas en el sitio, se observa que el suelo presenta una textura limosa-arcillosa.

Por otro lado, según los metadatos geográficos de Hidrogeología del Geoportal de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), señalan que el sitio presenta una permeabilidad alta y material consolidado, mismo que fue corroborado al momento de las visitas realizadas en campo**,** siendo importante recalcar que existe la presencia de rocas de diferentes tamaños.

En los alrededores, se observa una vegetación típica de la región, siendo palo de tinte, así como diferentes arbustos, poseyendo el sitio de estudio un uso de suelo y vegetación de agricultura de temporal, esto último, de acuerdo con la información de Uso de Suelo y Vegetación (INEGI 2017) obtenida del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Aproximadamente a 3.5 km hacia el Noroeste del punto de impacto, se encuentra el Centro del municipio de Hoctún; así como a 59 km hacia el Noroeste se ubica la capital del estado, Mérida.

4.1 Superficie del polígono del sitio

La superficie del polígono del sitio corresponde a la Celda de Tratamiento.

4.2 Superficie de la zona o zonas de muestreo

La superficie de la zona de muestreo corresponde a la Celda de Tratamiento.

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

[redacted]

5. PARÁMETROS POR ANALIZAR

Los parámetros por analizar en función de la sustancia derramada, siendo Turbosina, serán los siguientes:

Hidrocarburos Fracción Media (HFM)	Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP)	Humedad (H)	pH
X	X	X	X

6. MUESTREO

6.1 Método de Muestreo

El método de muestreo será dirigido, debido a que se cuenta con información previa del sitio, se conoce el producto derramado y se conoce el volumen del material edáfico de la Celda de Tratamiento que corresponde a aproximadamente 594 m^3, tratado mediante la técnica de Biorremediación por biopilas a un lado del sitio contaminado. Los puntos serán determinados por el personal de ISALI, S.A. de C.V. El tipo de muestreo será aleatorio simple. Las muestras a tomar serán simples.

6.2 Puntos de muestreo

En la siguiente tabla se resume la cantidad e identificación de las muestras, los puntos de muestreo, su profundidad, sitio de la toma de éstas, parámetros por analizar y volumen por recolectar, así como las muestras duplicado para el aseguramiento de la calidad en las mismas.

No. de muestra	Puntos de muestreo	Identificación	Profundidad (m)	Sitio de la toma de muestra	Parámetros por analizar	Volumen (ml)
1	1	MF-AF-H-01-CEL (0.50 M)	0.50	Celda Provisional	HFM, HAPS, H, pH	235
2	2	MF-AF-H-02-CEL (1.20 M)	1.20			
3	3	MF-AF-H-03-CEL (0.80 M)	0.80			
4	DUPLICADO	MF-AF-H-03D-CEL (0.80 M)	0.80			

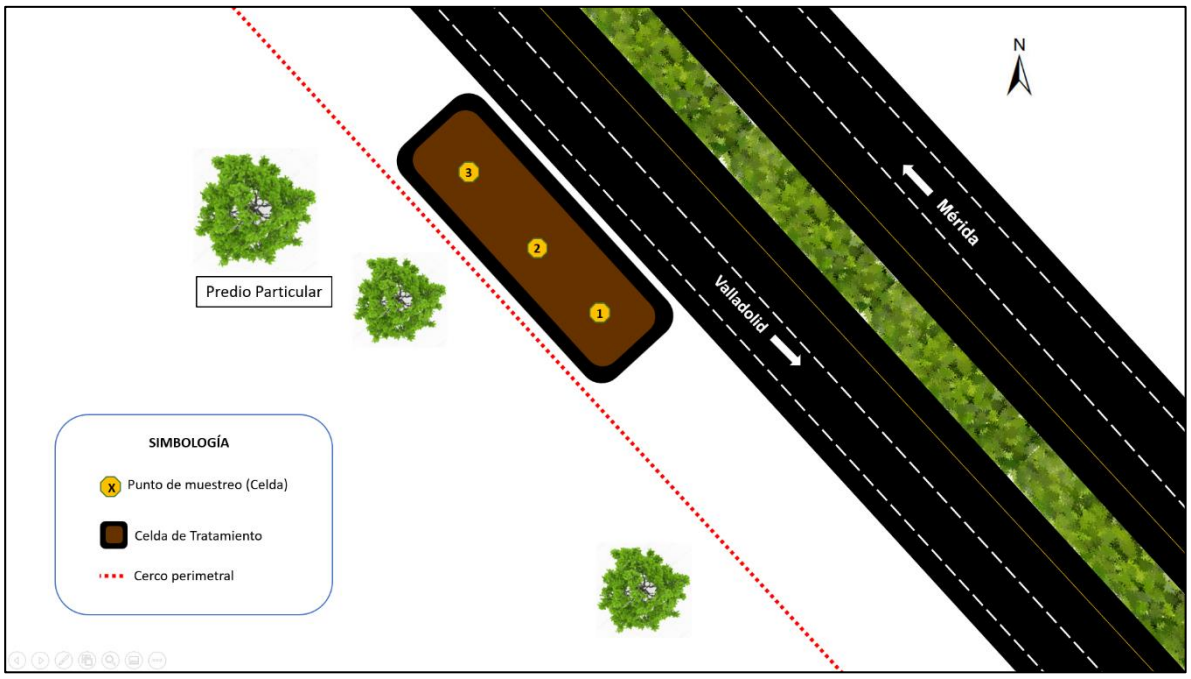
Superficial 0 – 0.10 m

Con base en la Tabla No. 4 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, las observaciones realizadas en campo, así como la técnica utilizada para la remediación del sitio dañado, se determinaron 03 (tres) puntos de muestreo en la Celda de Tratamiento, además de 01 (un) duplicado para el aseguramiento de la calidad de las muestras.

6.3 Croquis de los puntos de muestreo *(Ver croquis en la siguiente página).*

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

[redacted]



6.4 Equipo de muestreo

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

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

6.5 Lavado de equipo

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

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

[redacted]

7. RECIPIENTES, PRESERVACIÓN Y TRANSPORTE DE MUESTRAS

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

Los recipientes por utilizar para las muestras de suelo son frascos de vidrio con contratapa de teflón, dichos frascos son nuevos, y se preservarán en hielo (4 ºC).

La transportación desde el sitio de la toma de muestras al laboratorio correrá a cargo del personal del Laboratorio, las muestras se transportarán en hieleras plásticas.

Cada muestra será sellada y etiquetada inmediatamente después de ser tomada y debe ser entregada para su análisis, todos los sellos contarán con el número o clave única de la muestra. Todas las etiquetas llevarán la siguiente información: iniciales de la persona que tomó la muestra las cuales deben coincidir con los datos asentados en la Cadena de Custodia, fecha y hora en que se tomó la muestra, y número o clave única misma que la del sello.

8. MEDIDAS Y EQUIPO DE SEGURIDAD

El personal de laboratorio utilizará el equipo de protección personal adecuado según las condiciones que se requieran en el sitio, con el fin de proporcionar las condiciones básicas de seguridad necesarias al personal que participará en la toma y manejo de las muestras.

9. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DEL MUESTREO

Además de la toma de muestra del duplicado, y con el fin de evitar contaminación cruzada en las muestras, el equipo por utilizar en este muestreo será lavado entre cada toma de muestras con los siguientes aditamentos:

- Agua destilada y/o purificada
- Jabón libre de fosfatos
- Cepillo de nylon
- Papel de secado

Con el objetivo de que las muestras sean recibidas de forma íntegra por el laboratorio que les practicará los ensayos químicos correspondientes, las medidas de seguridad en la calidad en la toma de ellas es de suma importancia. De forma general, los criterios que se toman en el aseguramiento de calidad y que el personal del laboratorio realizará son los siguientes:

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

[redacted]

- **Control documental:** Cada una de las actividades realizadas deben ser apegadas al presente plan y registradas con el objetivo de tener la documentación probatoria de lo que se ha hecho, en caso de que exista alguna variación de las actividades mencionadas en el presente plan se **registrarán** como desviaciones de campo.

  Para este muestreo se tienen los siguientes documentos:

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

10. DESVIACIONES DE CAMPO[1]

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

Motivo:

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

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

[redacted]