



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN**

**EVALUACIÓN DEL GRADO DE
CONTAMINACIÓN POR HIDROCARBUROS EN
LA ESTACIÓN ZAPATA EN EL TRAZO DE LA
LÍNEA 12 DEL SISTEMA DE TRANSPORTE
COLECTIVO METRO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

SILVINO SÁNCHEZ TORRES



ASESOR:

ING. JOSÉ MARIO AVALOS HERNÁNDEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Contenido

INTRODUCCIÓN.....	4
OBJETIVOS.....	9
ALCANCES.....	9
I. MEDIO FÍSICO	11
LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES.....	11
CLIMA.....	18
OROGRAFÍA.....	23
FISIOGRAFÍA.....	25
GEOLOGÍA.....	26
ESTRATIGRAFÍA.....	29
HIDROLOGÍA.....	31
EDAFOLOGÍA.....	36
VEGETACIÓN.....	38
FAUNA.....	39
II. MEDIO DEMOGRÁFICOS Y SOCIOECONÓMICOS	42
POBLACIÓN.....	42
SALUD.....	43
ASPECTOS ECONÓMICOS.....	44
INFRAESTRUCTURA, EQUIPAMIENTO Y SERVICIOS.....	51
EQUIPAMIENTO Y SERVICIOS.....	57
PROBLEMÁTICA AMBIENTAL.....	60
RIESGOS Y VULNERABILIDAD.....	63
III. METODOLOGÍA.....	68
REUNIÓN INICIAL.....	68
MUESTREO DE SUELO EN POZOS.....	73
ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELO.....	78
MUESTREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	78
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE MUESTRAS DE SUELO.....	79
IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE DAÑOS AMBIENTALES.....	80
IV. RESULTADOS Y SU EVALUACIÓN.....	82
ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE SUELO Y SUBSUELO.....	82
EVALUACIÓN DE RESULTADOS.....	107



V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	130
ACCIONES Y MEDIDAS DE DESCONTAMINACIÓN	134
VI. BIBLIOGRAFÍA	152
NORMATIVIDAD APLICABLE Y DE REFERENCIA	153
VII. ANEXOS	
ANEXO 1. PLAN DE REMEDIACION	
ANEXO 2. PRUEBAS DE LABORATORIO	
ANEXO 3. PLANOS	



INTRODUCCIÓN.

La problemática del transporte que vive el Distrito Federal causa la pérdida de millones de horas hombre, que repercuten en su competitividad y socialmente, en menor tiempo para la convivencia familiar generando una serie de conflictos. El Gobierno del Distrito Federal preocupado por atender las necesidades de la ciudadanía, lleva a cabo la construcción de la Línea 12 del Metro, con la cual se generará una serie de beneficios y coadyuvará en gran medida a disminuir la brecha entre los niveles de bienestar y desarrollo de esta gran urbe, acorde con el espíritu de equidad, conocimiento y una mejor convivencia. Todo esto emanado del Programa General de Desarrollo del Distrito Federal 2007-2012, que en su Séptimo Eje se refiere al “Nuevo Orden Urbano: servicios eficientes y calidad de vida, para todos” apoyado además, en el Plan Maestro del Metro, la Encuesta de Origen y Destino y las demandas ciudadanas de las Delegaciones del sur-este de la Ciudad. La inversión necesaria, la ubica como la mayor de las obras de infraestructura de los próximos años a nivel nacional. Esta línea será conocida como la “Línea 12 Dorada del Bicentenario” ya que conmemorará los doscientos años de nuestra Independencia y cien años del inicio de la Revolución Mexicana. La línea recorrerá la Ciudad del sur-oriental al poniente, comenzando en Tláhuac y finalizando en Mixcoac. Contará con servicios adicionales; guarderías, espacios culturales, sanitarios y dispondrá del servicio de Internet. En sus instalaciones se brindará la atención necesaria a las personas de la tercera edad y con discapacidad, ya que tendrá dispositivos normados internacionalmente para facilitar el acceso, señalización, lugares asignados, rampas y elevadores. Una de las actividades más importantes que lleva a cabo PROCURACIÓN-ICACC METRO L-12, en materia de Seguridad Industrial y Protección Ambiental, es dar seguimiento a los efectos resultantes de pasivos ambientales encontrados en los trazos de la línea 12 del Sistema de Transporte Colectivo (Metro) que actualmente se construye en la Delegación Benito Juárez.

Los objetivos que busca subsanar la construcción de esta línea son:



- Cubrir la zona sur-oriente del Distrito Federal con la red del Sistema de Transporte Colectivo Metro.
- Mejorar la conectividad de la zona sur-oriente con el Centro de la Ciudad de México.
- Incrementar las opciones de transporte con una alternativa rápida y eficiente.
- Dar servicio a lo largo de su recorrido, en forma directa a las Delegaciones: Tláhuac, Iztapalapa, Benito Juárez y en forma indirecta a Milpa Alta, Xochimilco, Coyoacán y Álvaro Obregón.
- Mejorar la vialidad en la zona sur-oriente del Distrito Federal, agilizando el flujo de usuarios en las horas de mayor demanda de transporte dentro de la Ciudad.
- Reordenar el transporte a lo largo de los corredores viales de su recorrido.

Para poder cubrir los objetivos antes mencionados la Línea 12 contará con 25.1 km de líneas en su trayectoria repartidos en 20 estaciones.

Esta línea será construida con cuatro procedimientos diferentes; inicia como superficial en predios baldíos de Tláhuac al tomar la avenida Tláhuac cambia a elevada, corre al centro de esta avenida y casi al llegar a la calle Ganaderos se convierte en una solución de cajón subterráneo, con este procedimiento gira al poniente sobre la calzada Ermita Iztapalapa hasta la calle Centeno en este punto inicia el túnel profundo llegando de esta forma hasta Mixcoac.

Como parte de los beneficios sociales que la línea 12 dará a la capital del país, se contempla:

- Transportará alrededor de 475 mil usuarios en un día hábil.
- 35 minutos Tláhuac-Mixcoac.



- Mejorará la calidad de vida al permitir una mayor disponibilidad de tiempo.
- Resolverá la conectividad oriente-poniente así como la conexión de Tláhuac e Iztapalapa con el resto de la Ciudad.
- Será un transporte seguro, rápido y confiable.

Las estaciones contarán con servicios públicos de:

- Internet
- Sanitarios
- Espacios culturales
- Guarderías para el apoyo a madres trabajadoras
- Elevadores e instalaciones especiales en las escaleras para sillas de ruedas
- Guía táctil
- Señales en braille y guías auditivas
- Señales luminosas para sordomudos
- Escaleras mecánicas
- Bandas transportadoras

Como parte integral de la construcción de la línea 12 del metro se tiene contemplado realizar la estación Zapata, misma que dará correspondencia entre la línea 12 y la actual línea 3 del Sistema de Transporte Colectivo.

Durante los trabajos de instalación y localización del sistema de bombeo profundo (mediante puntas eyectoras), previo a los trabajos de excavación y construcción de la estación Zapata. Se encontraron indicios de contaminación por hidrocarburos en uno de los pozos de bombeo, específicamente en el ubicado en la esquina sur poniente de la intersección de las avenidas Félix cuevas y Zapata.



El hidrocarburo se detectó en la perforación de un pozo de 12" Ø a profundidades de entre los 4 y 7.5 m. Sin embargo, debido a que este tipo de perforadora utiliza agua como fluido de perforación, no se pudo definir exactamente la profundidad a la que se encontraba el contaminante. Por lo que, debido al persistente olor a hidrocarburo en el aire y a los rastros encontrados (iridiscencia) en el agua, se optó por detener la perforación cuando se llevaban excavados 7.55 m. Una vez definida la posibilidad de encontrarse en un sitio contaminado con hidrocarburos, el constructor dio aviso de este hallazgo a la PROFEPA delegación en la Zona Metropolitana del Valle de México y solicitó la realización de sondeos preliminares con el fin de delimitarlos posibles límites del sitio contaminado, para poder tomar las medidas de prevención necesarias.

Con base en lo anterior realizó la contratación de los trabajos a la empresa Gaan Consultores, S.A. de C.V. Dicho estudio tenía como objetivo determinar de manera preliminar los posibles alcances de la contaminación encontrada en dicho sitio.

Se estimó un área con posibilidad de afectación de aproximadamente 2,187.35 m², sin embargo esta superficie puede tener variaciones ya que no se pudieron realizar sondeos en todas las áreas, especialmente en el suelo bajo la Panadería la Esperanza y en la Av. Universidad.

Esta superficie fue definida de acuerdo con los resultados de las concentraciones encontradas en los pozos a una profundidad de 4 m mismas que fueron obtenidas por el analizador de campo *Petroflag*® (análisis de 10 muestras), dado que los alcances del estudio solo incluían determinaciones cualitativas de los hidrocarburos y no involucraron, a petición del cliente, análisis de suelo mediante un laboratorio acreditado por la EMA.

Tomando en consideración la posible gravedad del problema, dada su ubicación en una zona densamente poblada que involucra uno de los cruces viales más importantes de la



ciudad y dado que dentro de la matriz de suelo contaminado se encuentran las actuales instalaciones de la estación Zapata del Sistema de Transporte Colectivo, se determinó prudente establecer los mecanismos necesarios para la realización de una caracterización del sitio contaminado y determinar mediante esta los volúmenes de suelo afectados, definiendo una estrategia adecuada para establecer el plan de restauración de dicho suelo afectado.



OBJETIVOS.

Generales.

“EVALUAR EL GRADO DE CONTAMINACIÓN POR HIDROCARBUROS, EN EL TRAZO DE LA LINEA 12 DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO EN LA ESTACION ZAPATA, MÉXICO D.F” determinando la migración potencial desde la fuente hacia los receptores sensibles, dentro y fuera del sitio de interés, así como el impacto en el medio ambiente.

Particulares.

- Realizar un análisis de campo para la identificación de sitios con problemas de contaminación por hidrocarburos HCB.
- Generar un programa de trabajo de campo que permita definir el tipo y método de muestreo de suelo con base a lo normatividad en materia existente. (NOM-021-SEMARNAT/2000).
- Analizar en laboratorio las características físico-químicas de las muestras de suelo bajo los Límites Máximos Permisibles de la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003.
- Clasificar los suelos del sitio aplicando la (NOM-021-SEMARNAT/2000).
- Comenzar un programa de remediación del suelo contaminado, considerando los Límites Máximos Permisibles de contaminación de la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, realizando una revisión bibliográfica de tecnología y proyectos de remediación de suelos exitosos.

ALCANCES

La generación de un posible dictamen de la concentración y tipo de Hidrocarburos en el sitio y una propuesta específica técnica de la remediación del suelo.



Asimismo, se establece que en todo momento se cumplirá con lo indicado en la NOM-138- SEMARNAT/SS-2003, que establece los límites máximos permisibles de contaminación en suelos afectados por hidrocarburos, la caracterización del sitio y procedimientos para la restauración.

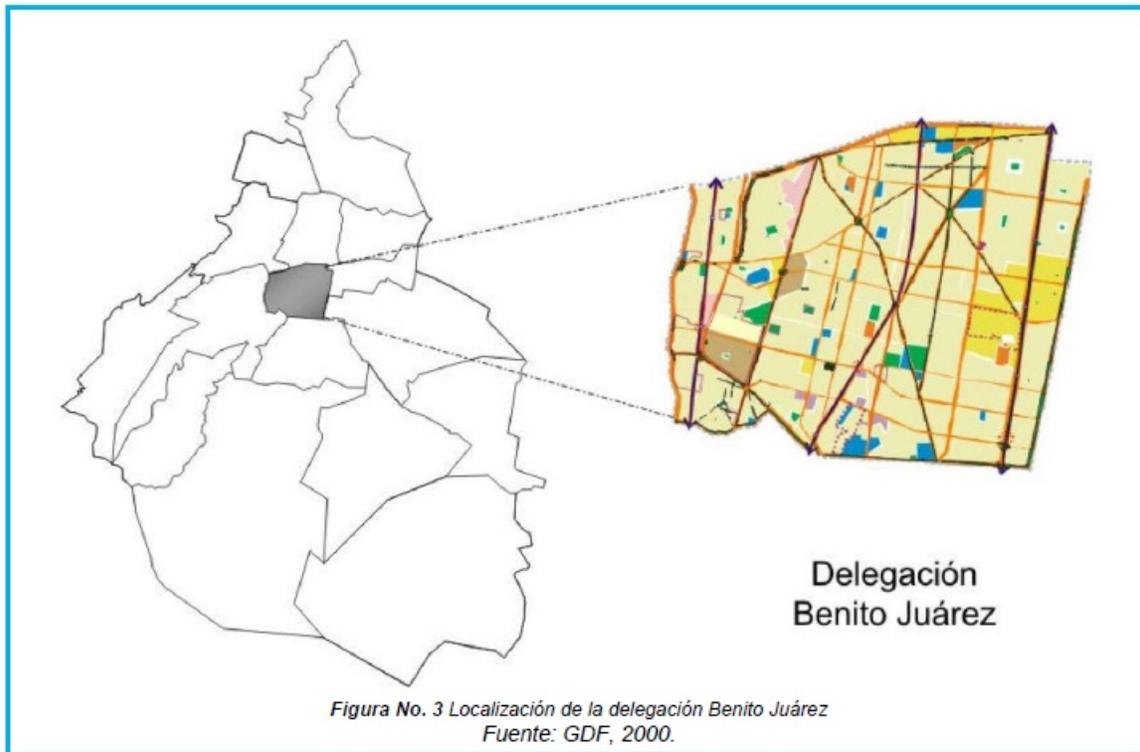


I. MEDIO FÍSICO

El Distrito Federal es la capital de los Estados Unidos Mexicanos y una de las 32 entidades Federativas que componen la República Mexicana, cuenta con una superficie territorial de 1,479 km², altura máxima de 3,930 msnm, coordenadas 19° 36"- 19°03" latitud norte y 98° 57"-99 ° 22" longitud oeste y con una densidad poblacional estimada hasta el año 2000 de 5,862 habitantes por kilómetro cuadrado.

LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES.

El área de estudio se encuentra ubicada en la delegación Benito Juárez del Distrito Federal cuya clave delegacional conferida por el INEGI es 017, tiene una superficie territorial de 2,661.5 ha lo que representa el 1.8 % de la superficie del Distrito Federal. El 42 % del uso del suelo de la Demarcación está destinado al uso mixto, el 39 % al uso habitacional, 13.0 % está destinado para el equipamiento, 4.0 % a los espacios abiertos y solamente el 2.0% a la industria. La altitud es de 2,242 msnm.



La actual zona delegacional está localizada al suroeste del valle de México y limita al norte con el Anillo Periférico –denominado Presidente Adolfo López Mateos– y la calle 11 de Abril. La línea continúa hacia el noroeste, y sobre el eje de la mencionada calle 11 de Abril cruza avenida Revolución y el Puente de la Morena hasta interceptarse con el eje del Viaducto Miguel Alemán. Sigue su trayectoria sobre Viaducto hasta el cruce de éste con la calzada de Tlalpan, en donde desciende hacia el sur, hasta entroncar con calzada de Santa Anita. Después va hacia el oriente, hasta el cruce con la calle de Atzayácatl; baja en dirección sur, por el eje de esta calle, hasta llegar a la avenida Plutarco Elías Calles; la línea continúa su descenso por esta misma avenida hasta Río Churubusco. Cruza avenida Universidad, continúa por Valerio Trujano hacia el noroeste, hasta la intersección con la calle de Barranca del Muerto. Ya sobre Barranca del Muerto cambia de rumbo y va en dirección suroeste, hasta tocar el Anillo Periférico y un tramo de presidente Adolfo López Mateos, punto del cual partimos para trazar esta línea.



Tabla 1.- *Coordenadas geográficas de la Delegación Benito Juárez.*

COORDENADAS GEOGRÁFICAS	MÍNIMA	MÁXIMA
Longitud Oeste	99°08'	99°12'
Latitud Norte	19° 24'	19°21'

En su territorio se constituyen 56 colonias y 3 centros urbanos (unidades habitacionales) totalmente dotados de los servicios e infraestructura urbana, a lo largo y ancho de 2,210 manzanas, en las que confluyen las vialidades más importantes de la capital.

Tabla 2.- *Relación de colonias que conforman la Delegación Benito Juárez.*

No.	COLONIAS	No.	COLONIAS
1	Acacias	29	Moderna
2	Actipan	30	Nápoles
3	Álamos	31	Narvarte Oriente
4	Albert	32	Narvarte Poniente
5	Américas Unidas	33	Nativitas
6	Ampliación Nápoles	34	Noche Buena
7	Atenor Salas	35	Nonoalco
8	Centro Urbano Presidente Miguel Alemán (CUPA)	36	Niños Héroe
9	Ciudad de los Deportes	37	Ocho de Agosto
10	Crédito Constructor	38	Periodista
11	Del Lago	39	Piedad Narvarte
12	Del Valle Norte	40	Portales Norte
13	Del Valle Centro	41	Portales Sur
14	Del Valle Sur	42	Portales Oriente
15	Ermita	43	Postal
16	Extremadura Insurgentes	44	Residencial Emperadores
17	Pedro María Anaya	45	San José Insurgentes
18	Independencia	46	San Juan



No.	COLONIAS	No.	COLONIAS
19	Insurgentes Mixcoac	47	San Pedro de los Pinos
20	Insurgentes San Borja	48	San Simón Ticuman
21	Iztaccihuatl	49	Santa Cruz Atoyac
22	Josefa Ortiz de Domínguez	50	Módulo las Flores
23	Letrán Valle	51	Tlacoquemécatl del Valle
24	María del Carmen	52	U. Habitacional Esperanza
25	Merced Gómez	53	Vértiz Narvarte
26	Miguel Alemán	54	Villa de Cortés
27	Miravalle	55	Xoco
28	Mixcoac	56	Zacahuitzco

Fuente: Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la Delegación Benito Juárez. 2008

De manera regional el sitio en que se encuentra inmerso el estudio de la caracterización y su área de influencia se localizan en el centro del Distrito Federal.

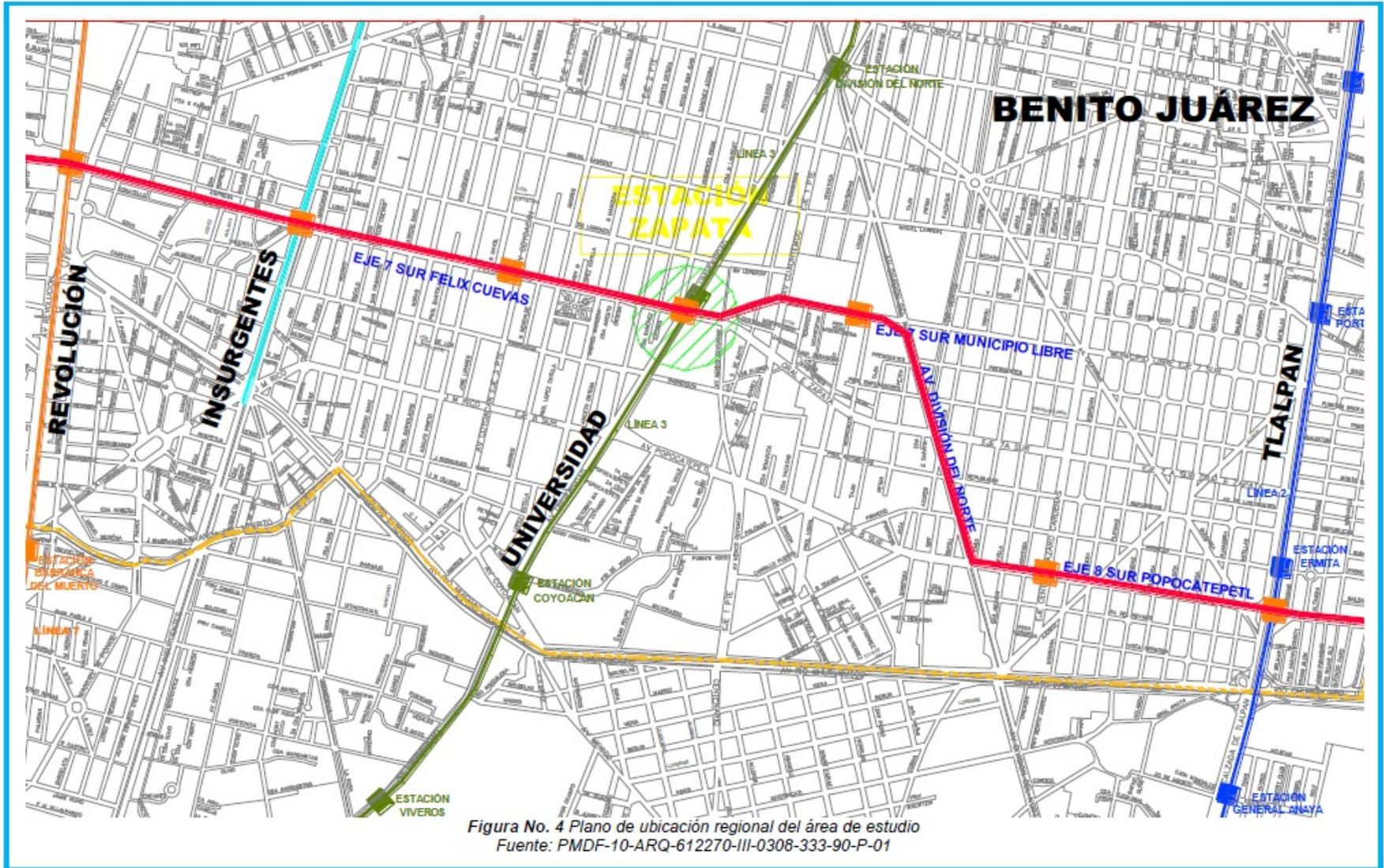
El área de estudio está ubicada dentro de un polígono que se encuentra delimitado por las siguientes coordenadas (UTM):

Tabla 3.- Coordenadas del polígono del área de estudio.

VERTICE	X	Y
A	482634.0799	2141889.5648
B	482627.8288	2141857.7096
C	482660.2782	2141850.1792
D	482658.7319	2141842.3886
E	482669.7039	2141839.7811
F	482688.3442	2141870.2281
G	482685.1679	2141872.2919
H	482685.7862	2141874.9252
I	482681.2697	2141876.0078
J	482681.6860	2141877.7220
K	482634.0993	2141889.4383



Localmente el área de interés se encuentra asentada sobre el trazo de la Av. Félix Cuevas, Esquina Av. Universidad en la colonia Santa Cruz Atoyac, Delegación Benito Juárez, C. P. 03310, México Distrito Federal.





FES Aragón





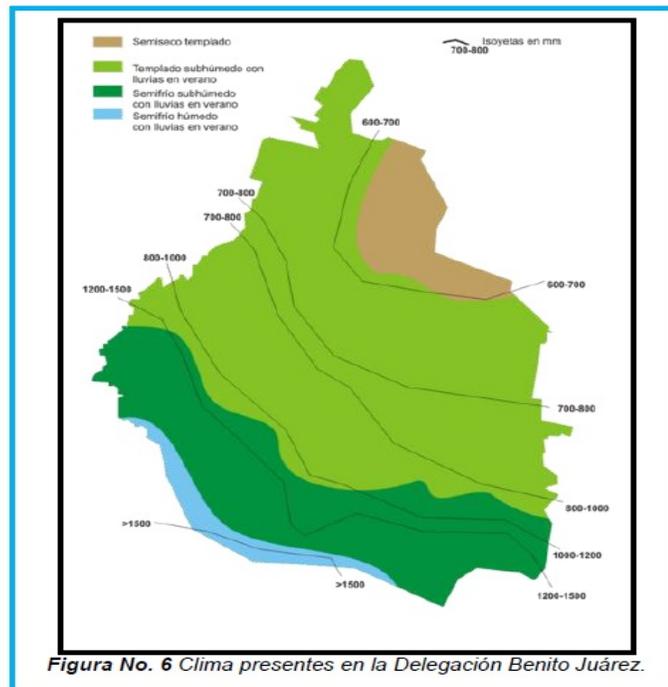
CLIMA.

El clima es el estado medio de la atmósfera en un punto cualquiera de la superficie terrestre. Éste se obtiene analizando los datos de los elementos temperatura y precipitación y toma en cuenta los diferentes factores climáticos que influyen, como la presencia de barreras orográficas, la latitud, la altitud, cercanía o lejanía a cuerpos de agua. Teniendo en cuenta lo anterior, y encontrándose a una altitud superior a 2,000 msnm, el Distrito Federal cuenta con cuatro tipos de clima:

- Templado subhúmedo (C(w)), ocupa más de la mitad de la superficie, incluyendo la Delegación Benito Juárez, con lluvias en verano, se caracteriza por presentar una temperatura media anual que varía de 12° a 18° C, su grado de humedad es intermedio y tiene una temporada lluviosa en verano, la precipitación total anual se encuentra en rango de menos de 600 mm en el noroeste a menos de 1,500 mm en la porción occidental, siendo muy propicio para el desarrollo de asentamientos humanos.
- Semifrío subhúmedo (C(E)(w)): se localiza hacia el sur y suroeste del Distrito Federal, con lluvias en verano; su grado de humedad es alto y tiene una temporada lluviosa en el verano; mantiene temperaturas medias anuales entre 5 ° y 12 °C y su precipitación total anual se encuentra en un rango de 1, 200 a menos de 1,500 milímetros.
- Semifrío húmedo (C(E)(m)): se localiza hacia el sureste del Distrito Federal, con abundantes lluvias en verano; se considera la región más húmeda de la capital. En esta zona se presentan temperaturas medias anuales entre 5 ° y los 12 °C y una precipitación total anual en un rango mayor a 1 200 mm al año.



- Clima semiseco templado (BS1k): localizado hacia la zona noreste y tiene como límite el Vaso de Texcoco, ocupando sólo 10.0 % del territorio. Este clima es semiseco templado, con lluvias en verano, temperaturas medias
- anuales entre 12 ° y 18 °C, con una precipitación total anual menor de 600 mm.



Para la obtención de los datos climatológicos se consideraron los registros reportados en la estación meteorológica Tacubaya de la Comisión Nacional del Agua, estación más cercana al sitio de interés.

Tabla No. 4 Datos de la estación meteorológica Tacubaya, D. F.

ESTACIÓN	CLAVE	COORDENADAS		ELEVACIÓN (MSNM)
		LATITUD:	LONGITUD:	
Tacubaya		19° 24 ' 13 ''	99° 11 ' 46''	2,309

Fuente: CNA, Servicio Meteorológico Nacional, 2010



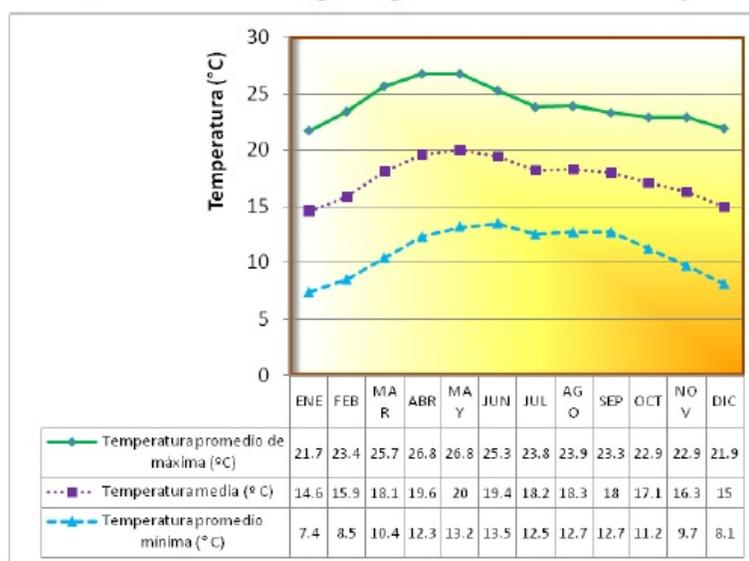
En la tabla siguiente se plasman las estadísticas climatológicas reportadas en la estación anteriormente referida.

Tabla No. 5 Estadísticas climatológicas normales de la estación Tacubaya

VARIABLE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Temperatura extrema (° C)	27.7	29.3	33.3	33.0	33.9	33.5	29.6	28.3	28.5	28.0	27.9	28.0	33.9
Temperatura promedio de máxima (°C)	21.7	23.4	25.7	26.8	26.8	25.3	23.8	23.9	23.3	22.9	22.9	21.9	24.0
Temperatura media (° C)	14.6	15.9	18.1	19.6	20.0	19.4	18.2	18.3	18.0	17.1	16.3	15.0	17.5
Temperatura promedio mínima (° C)	7.4	8.5	10.4	12.3	13.2	13.5	12.5	12.7	12.7	11.2	9.7	8.1	11.0
Temperatura mínima extrema (°C)	-0.4	1.5	-0.1	6.5	7.8	8.1	8.5	9.8	6.8	4.8	2.6	1.0	-0.4
Oscilación térmica (°C)	14.3	15.0	15.2	14.5	13.6	11.8	11.3	11.3	10.6	11.7	13.2	13.8	13.0
Total de horas insolación	240	234	268	232	225	183	176	176	157	194	232	236	2,555

Fuente: CNA, Servicio Meteorológico Nacional, 2010

Figura 7 Normales climatológicas registradas en la estación Tacubaya.



Fuente: Elaborado con datos de la CNA, Servicio Meteorológico Nacional, 2010

Precipitación promedio (mm).

De acuerdo con la información obtenida de la estación Tacubaya, la precipitación media anual es de 846.1 mm, siendo julio el mes más lluvioso con 189.5 mm y febrero con 7.0 mm el más seco.



Tabla No. 6 Precipitación registrada en la estación Tacubaya.

Variable	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Precipitación media anual (mm)	7.6	7.0	8.9	22.5	66.5	140.0	189.5	171.2	139.8	72.4	12.6	8.2	846.1
Precipitación máxima (mm)	26.7	46.3	39.2	63.4	127.0	309.4	320.7	311.1	317.1	194.2	64.0	46.8	320.7
Precipitación máxima en 24 hr (mm)	19.3	20.0	30.1	60.0	77.7	60.8	53.0	59.8	63.3	77.0	24.7	38.0	77.7
Precipitación máxima en 1 hr (mm)	9.7	5.0	5.5	4.2	13.8	25.5	17.6	33.1	21.0	32.9	12.3	7.8	33.1
Días con lluvia apreciable	2.2	2.5	4.1	6.8	12.9	18.7	23.2	20.9	18.2	9.6	3.8	2.0	124.8

FUENTE: CNA, Sistema Meteorológico Nacional, 2010.

De acuerdo a la anterior, se aprecia que la precipitación máxima que se llega a presentar en el área circundante a la estación meteorológica Tacubaya en un periodo máximo de 24 horas es de 77.0 mm, mientras que en una hora se ha reportado una máxima lluvia de 32.9 mm. En la estación Tacubaya se tiene registrado para el periodo comprendido entre 1961 y 2000 un promedio de 124.8 días con presencia de lluvia apreciable.

Niebla.

De acuerdo a la información presentada en la siguiente, en las zonas circundantes a la estación Tacubaya se presentan en promedio al año 165.4 días con niebla; siendo el mes de mayo donde se acentúa dicho fenómeno meteorológico con un índice de ocurrencia de 19.1 días, en contraste con el mes de septiembre, donde solo se observa éste fenómeno 5.9 días.

Tabla No. 7 Días con niebla registrados en la estación Tacubaya.

ELEMENTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Días despejados	11.2	7.6	9.2	4.6	3.2	2.0	0.8	1.7	3.6	3.3	6.7	8.3	62.1
Días medio Nublados	156.	16.7	18.2	18.4	19.1	9.5	8.5	8.2	5.9	12.2	17.1	16.1	165.4
Días nublado/cerrado	15.6	16.7	18.2	18.4	19.1	9.5	8.5	8.2	5.9	12.2	17.1	16.1	165.4

FUENTE CNA, Sistema Meteorológico Nacional, 2010.

En promedio al año se registran 62.1 días despejados y 165.4 días clasificados como medio nublados al año.



Evaporación

En la Delegación la evaporación media anual reportada es de 1,864.4 mm, la mayor evaporación se presenta en el mes de mayo con 206 mm ya que éste es el mes más caluroso, en contraste, en diciembre tan solo se registra una evaporación promedio de 120 mm.

Tabla No.8 Evaporación registrada en la estación Tacubaya.

ELEMENTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Evaporación (mm)	126	148	212	212	206	166	151	146	125	135	117	120	1,864.4

FUENTE CNA, Sistema Meteorológico Nacional, 2010.

Granizadas

En la Delegación Benito Juárez las granizadas no son muy frecuentes, pues para el periodo comprendido entre los años 1981 y 2000, al año solamente se han registrado en promedio 0.1 días, que ocurren principalmente en los meses de enero y febrero.

Tabla No.9 Días con granizo registrados en la estación Tacubaya.

ELEMENTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Granizo	0.41	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

FUENTE CNA, Sistema Meteorológico Nacional, 2010.

Tormentas eléctricas

Para el periodo comprendido entre los años 1981 y 2000, se han registrado en la estación Tacubaya 59.9 días con tormentas eléctricas al año, distribuidos conforme a la información plasmada en la siguiente tabla.

Tabla No. 10 Días con tormenta eléctrica registrados en la estación Tacubaya

ELEMENTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Tormenta eléctrica	1.1	2.1	1.7	4.2	8.4	7.7	9.3	11.2	7.4	4.9	1.3	0.7	59.9

FUENTE CNA, Sistema Meteorológico Nacional, 2010.



Vientos dominantes.

Los vientos máximos diarios presentes en la estación meteorológica Tacubaya es de 7.7 m/s, presentando la mayor intensidad en el mes de mayo con 9.0 m/s y la mínima intensidad en diciembre con 6.2 m/s.

Tabla No.11 Vientos máximos diarios presentes en la estación Tacubaya.

ELEMENTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Magnitud media (m/s)	7.2	8.0	8.7	8.6	9.0	7.6	7.8	8.1	7.5	7.7	6.5	6.2	7.7

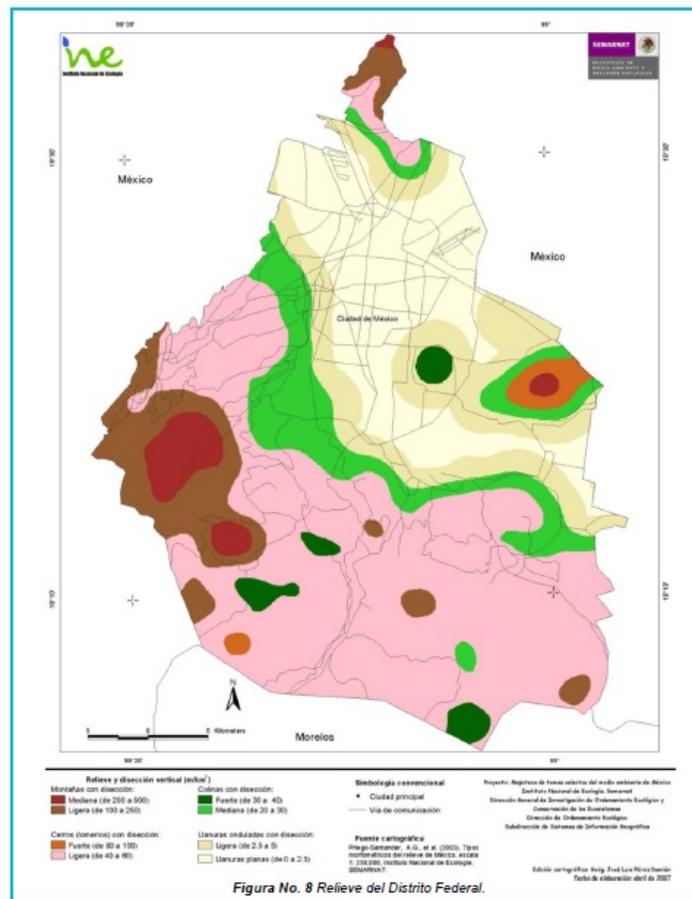
FUENTE CNA, Sistema Meteorológico Nacional, 2010.

Presión.

La presión media registrada en la estación meteorológica de Tacubaya para el periodo comprendido entre los años 1981-2000 es de 774.8 mb; la mínima se registra en el mes de abril con 774.0 mb y la máxima ocurre en julio con 775.7 mb.

OROGRAFÍA

El paisaje orográfico del Distrito Federal presenta alturas que van desde 2,240 msnm, en sus áreas planas (las partes centrales), como las delegaciones Cuauhtémoc, Benito Juárez, Azcapotzalco, Iztacalco, entre otras, y elevaciones que pasan de 3,700 msnm, (Tlalpan, Milpa Alta, La Magdalena Contreras y Tláhuac).



Al describir al Distrito Federal de norte a sur, se encuentra, en forma de herradura, la Sierra de Guadalupe, macizo más o menos compacto y aislado donde se localizan los cerros de Zacatenco (2,550 msnm) y Chiquihuite (2,930 msnm) que corresponden a las máximas elevaciones en el Distrito Federal de esta sierra. Al oeste, y avanzando hacia el sur, se localiza la sierra de las Cruces, donde están otros cerros, como El Triángulo (3,820 msnm) y El Muñeco (3,870 msnm). Al este se localiza la sierra de Santa Catarina, donde resalta el cerro de Guadalupe (2,820 msnm). Cerca de esta sierra se localiza el cerro La Estrella (2,450 msnm), que es un punto importante de referencia. Al sur, se localiza la sierra Ajusco-Chichinautzin donde se encuentran los cerros Pico del Águila (3,890 msnm), Cruz del Marqués (3,930 msnm), los dos formando al volcán Ajusco; también se localiza el volcán Tláloc (3,690 msnm), entre otros. Además de los anteriores, existen cerros aislados como el de Chapultepec (2,280 msnm), localizado en la



delegación Miguel Hidalgo, el cerro Peñón de los Baños (2,290 msnm), de la delegación Venustiano Carranza, y el cerro Peñón del Marqués (2,360 msnm).

FISIOGRAFÍA.

De las 15 Provincias en las que se encuentra dividida la República Mexicana, la provincia número 10, Eje Neovolcánico, es la que alberga la totalidad del territorio del Distrito Federal. Todas las provincias de México se dividen en subprovincias y éstas, a su vez, en sistemas de topoformas para un mejor estudio y delimitación. Dicha provincia se divide en varias subprovincias, de las cuales interesa resaltar la subprovincia 57 denominada de Lagos y Volcanes del Anáhuac. Para realizar una mejor descripción del terreno y con el fin de tener más detalle en cuanto a las geoformas, se ha dividido al Distrito Federal en varios sistemas de topoformas –geoformas geoméricamente reducibles a un número pequeño de elementos topográficos–, es decir, formas accidentadas o no del relieve de un lugar. El Distrito Federal está ubicado hacia la parte meridional de la cuenca de México, abarcando geoformas correspondientes al piso del valle, parte de la Sierra de las Cruces (al oeste) y de la Sierra del Ajusco (al sur), así como pequeñas sierras como la de Guadalupe (al norte) y la Sierra de Santa Catarina (al este). Para la descripción del Distrito Federal se necesitan nueve sistemas: las sierras volcánicas con estrato volcanes, sierra volcánica de laderas escarpadas, sierra escudo volcán, Lomerío, Lomerío con cañadas, Meseta basáltica malpaís, Llanura aluvial, Llanura lacustre y Llanura lacustre salina. Mientras que las características fisiográficas de la Delegación Benito Juárez, la ubican en la zona geográfica del altiplano mexicano y en la Provincia del Eje Neovolcánico, cuya Subprovincia son los lagos y volcanes de Anáhuac. El Sistema de Topoformas se encuentra integrado por la Sierra Volcánica que representa el 34.35 % de la superficie Delegacional; en Lomerío con Cañadas en el 39.13 %; Meseta Basáltica Malpaís en el 16.27 % y Llanura Aluvial con el 9.75 %. La pendiente en su mayoría es plana con una ligera ascendencia al Poniente.



Tabla No. 12 Características fisiográficas de la Delegación Benito Juárez.

Zona Geográfica	Provincia	Subprovincia	Sistema de topoformas	% de la superficie delegacional	Altitud media (msnm)	Pendiente
Altiplano Mexicano	Eje Neovolcánico	Lagos y volcanes de Anáhuac	Sierra volcánica	34.35	2,250	Terreno plano con una ligera pendiente ascendente al poniente
			Lomerío con cañadas	39.13		
			Meseta basáltica malpais	16.77		
			Llanura aluvial	9.75		

Fuente: Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2003.

GEOLOGÍA

La estructura litológica de la Ciudad de México se encuentra formada en su totalidad por rocas de la era Cenozoica en la que predominaron rocas volcánicas extrusivas que formaron las sierras que componen el eje Volcánico Transversal. De acuerdo a la zonificación, desde el punto de vista estratigráfico, el Distrito Federal presenta tres tipos de zonas:

- Zona I de Lomas: conformada por gravas, arenas, bloques, basaltos y piroclásticas.
- Zona II de Transición: conformada por arcilla, arena y grava.
- Zona III la Lacustre: conformada por tobas, limos, arcillas y arenas finas.

La Delegación Benito Juárez se encuentra ubicada principalmente en la Zona III, integrada por depósitos de arcilla altamente compresibles, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo o arcilla. Estas capas arenosas son de consistencia firme a muy dura y de espesores variables de centímetros a varios metros. Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales y rellenos artificiales; el espesor de este conjunto puede ser superior a 50 m.

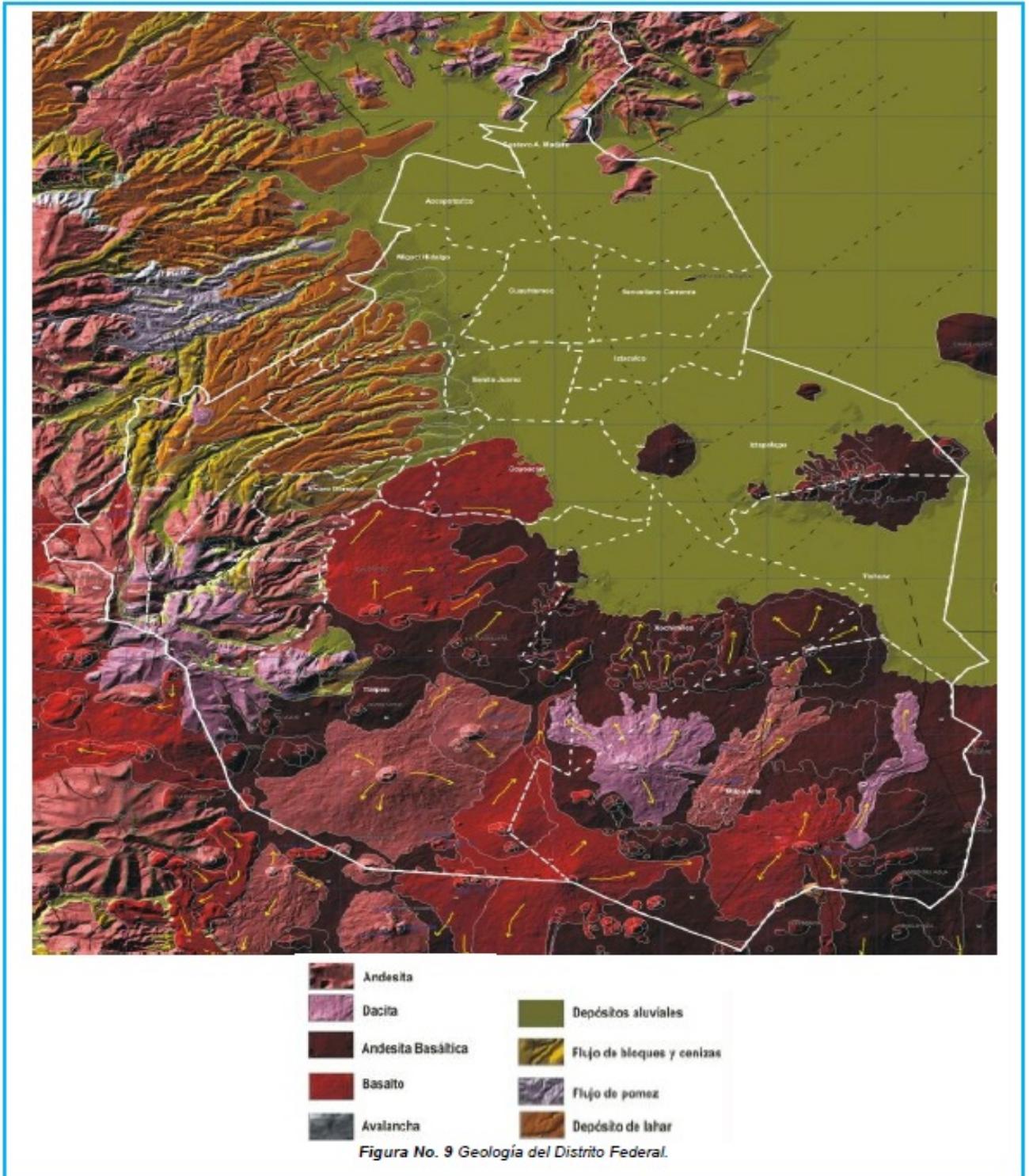


Las Unidades Litológicas de la Delegación datan de la era (C) Cenozoico y del periodo (Q) Cuaternario, entre la roca o suelo predomina el suelo con una porción de Aluvial del 5.26 % y el Lacustre representa el 94.74 % de la superficie delegacional.

Tabla No. 13. Zonificación de la Delegación Benito Juárez según tipo de material estratigráfico.

Zona		Norte	Sur	Este	Oeste	Centro
Ígneas: Andesitas		X	X		X	
Sedimentarias	Arcillas	X	X	X		X
	Arenas	X	X		X	

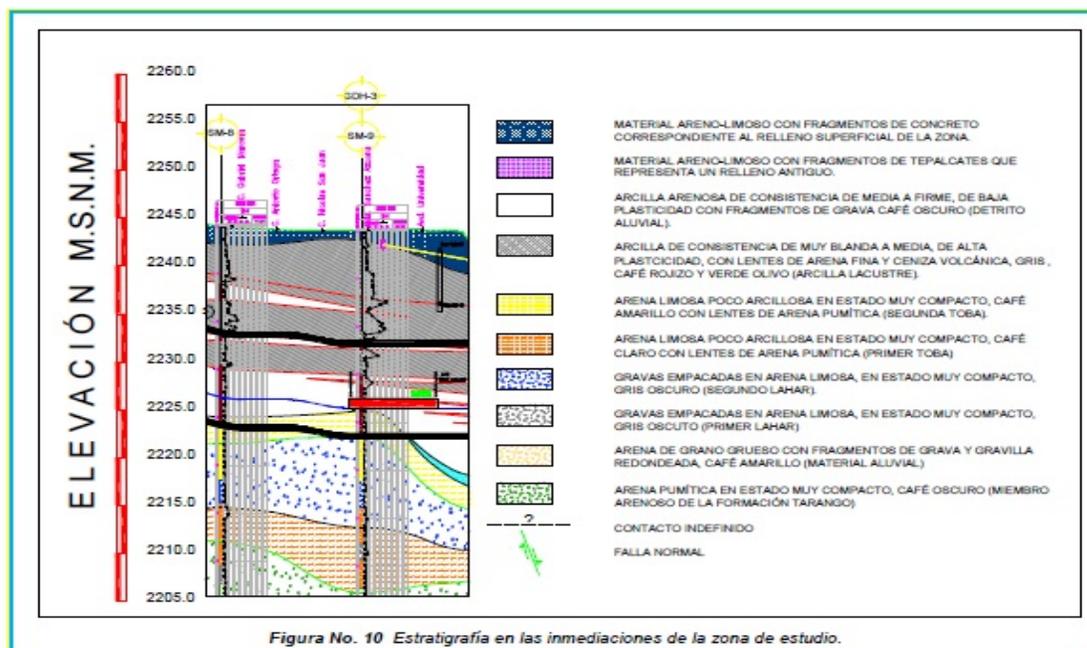
Fuente: Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2003.





ESTRATIGRAFÍA

De acuerdo con los datos geológicos referidos anteriormente la estructura de la estratigrafía del sitio se espera que integre elementos tanto de origen volcánico como aluvial. De acuerdo con la información plasmada en el plano DGPM-09-MS-612000-II-001-000-P-D_PERFIL(12-021- 09).DWG el área del proyecto (alrededores del cadenamiento 26+035) presenta una capa de aproximadamente 2 m de material arenolimoso con fragmentos de concreto correspondientes al relleno superficial de la zona aproximadamente; posteriormente una capa de aproximadamente 10 m de arcilla de consistencia muy blanda a media, de alta plasticidad, con lentes de arena fina y cenizas volcánicas, gris, café rojizo y verde olivo (arcilla lacustre) posteriormente se presenta intercaladas capas de arcilla arenosa con fragmentos de grava café, y arena pumítica, hasta alcanzar cerca de los 40 m de profundidad parte de la formación Tarango tal como se presentan en la Figura No. 9.





Localmente la estratigrafía del suelo comprendido en la zona de estudio presenta una cubierta de material de relleno de aproximadamente 0.75 m de espesor, para dar paso a una capa de arcillas que se presentan hasta una profundidad promedio de 3 m, a la que subyace una capa de arenas arcillosas en la que se presenta agua subterránea con un espesor aproximado de 1.3 m. Por debajo de esta capa subyacen arenas con lentes de ceniza volcánica, tal como se aprecia en la siguiente tabla. Durante los trabajos relacionados con el muestreo de suelo y subsuelo, se recabó la siguiente información vinculada con las características generales del estrato estudiado.

Tabla No. 14. Características generales del suelo en el área de trabajo.

No.	Identificación del pozo	Profundidad (m)	Características.
1	P1	0.75	Suelo de tipo arcilloso.
		2.00.	Se tiene suelo de tipo arcilloso, con olor a hidrocarburo
		2.75	Presencia de agua con rastros de hidrocarburo (iridiscencia)
		3.00	Mezcla de suelo arenosos y arcilloso.
		5.00	Suelo arenoso.
2	P2	0.70	Suelo arcilloso con olor a hidrocarburo.
		2.50	Presencia de agua con olor a hidrocarburo.
		3.60	Mezcla de suelo arenosos y arcilloso.
		3.90	Suelo arenoso.
		5.00	Suelo arenoso.
3	P3	0.35	Suelo arcilloso.
		0.90	Suelo arcilloso con olor a hidrocarburo.
		2.60	Suelo arcilloso arenoso con olor a hidrocarburo.
		3.00	Indicio de agua con olor a hidrocarburo.
		4.2	Suelo arenoso
4	P4	5.00	Suelo arenoso con ligero olor a hidrocarburo.
		0.90	Suelo arcillosos
		2.40	Suelo arenoso arcilloso.
5	P5	2.50	Suelo arenoso con presencia de material bentonítico.
		0.60	Suelo arcilloso
		1.15	Se presenta una grieta o desprendimiento del terreno.
6	P6	2.00	Suelo arcilloso.
		0.70	Suelo arcilloso.
		1.20	Suelo de tipo arcillosos con olor a hidrocarburo.
		2.45	Presencia de agua.
		3.00	Suelo de tipo arenoso con un ligero olor a hidrocarburo.
7	P7	5.00	Suelo arenoso.
		0.60	Suelo de tipo arcilloso.
		2.30	Suelo arenoso con ligero olor a hidrocarburo.
		4.40	Presencia de agua.
8	P8	5.00	Suelo arenoso sin aparente olor a hidrocarburo.
		0.60	Suelo arcilloso con ligero olor a hidrocarburo.
		3.00	Suelo arcilloso arenoso sin olor a hidrocarburo.



No.	Identificación del pozo	Profundidad (m)	Características.
9	P9	5.00	Suelo arenoso.
		0.70	Suelo arcilloso.
		0.90	Ligero olor a hidrocarburo.
		2.60	Presencia de agua.
		3.50	Suelo arcilloso arenoso sin olor a hidrocarburo.
		3.70	Suelo predominantemente arenoso.
		5.00	Suelo sin olor a hidrocarburo.
10	P10	0.90	Suelo arcilloso.
		3.50	Suelo con olor a hidrocarburo.
		4.50	Presencia de material bentonítico y olor a hidrocarburo.
		4.90	Presencia de agua.
		5.00	Ligero olor a hidrocarburo, no se aprecian trazas de bentonita.
11	P11	0.70	Suelo arcilloso.
		2.70	Presencia de agua.
		3.00	Suelo arcilloso con ligero olor a hidrocarburo.

Fuente: Elaborado por Gaan Consultores con datos obtenidos en campo. 2010.

HIDROLOGÍA

Hablar de la hidrología del Distrito Federal es referirse a avenidas con nombres de ríos o ríos que han sido entubados. Esto es debido al intenso crecimiento urbano que se presentó durante la segunda mitad del siglo XX en el llamado Valle de México. Cuando en 1325 se fundó Tenochtitlán, el Valle de México contenía un lago en proceso de desecación por azolvamiento. Con el crecimiento de la ciudad, su conquista por los españoles y posterior florecimiento de la ciudad colonial, se aceleró su desecación. A manera de canales, surgieron algunos ríos (Churubusco, Consulado, Los Remedios, La Piedad), que se sumaron a los existentes en las zonas montañosas del oeste y sur del Distrito Federal (arroyos: El Borracho, Texcalatlaco; ríos: Hondo, Los Venados, Cieneguita o La Magdalena), muchos de éstos actualmente entubados, total o parcialmente.

Subsisten en la zona de Xochimilco y Tláhuac algunos canales que son vestigios de las áreas de chinampas. Entre los más relevantes se encuentran los canales de Chalco, Nacional, Apatlaco y Santa Cruz. El país está dividido en 37 regiones hidrológicas, tomando como base la orografía y la hidrografía. Una región hidrológica es un área que



por su relieve y escurrimiento superficial presenta características similares en su drenaje. Para el Distrito Federal, la RH26 Pánuco, es la principal y la que ocupa mayor superficie territorial; las otras dos son la RH18 Balsas y la RH12 Lerma- Santiago, ubicadas hacia el sur y suroeste respectivamente.

Las regiones hidrológicas se subdividen en cuencas y éstas a su vez en subcuencas. El área que les proporciona una parte o la totalidad del flujo de agua de una corriente y sus afluentes es considerada una cuenca, que está delimitada por un parteaguas. La Cuenca del Valle de México se localiza en la parte central del Cinturón Volcánico Transmexicano y tiene un área aproximada de 9,000 km². El valle, situado a una altitud cercana a los 2,400 metros sobre el nivel del mar, es el más alto de la región y se encuentra rodeado por montañas que alcanzan elevaciones superiores a los 5,000 metros. La temperatura promedio anual es de 15 grados centígrados. La mayor parte de los 700 milímetros de agua de lluvia que caen anualmente en la región se concentra en unas cuantas tormentas intensas, las cuales se presentan por lo regular de junio a septiembre; durante el resto del año las precipitaciones pluviales suelen ser escasas o nulas. Esta cuenca es una depresión cerrada de manera natural, que a fines del siglo XVIII fue modificada artificialmente para controlar las inundaciones en la ciudad. Las fuentes de recarga del agua subterránea en la cuenca se derivan, en gran medida, de las precipitaciones infiltradas y de la nieve derretida en las montañas y cerros que la rodean; este flujo se desplaza en forma de una corriente subterránea hacia las zonas menos elevadas.



Tabla No. 15 Región Hidrológica del Distrito Federal.

Región Hidrológica				Cuenca y subcuenca		
Número	Nombre	Superficie (km ²)	Gasto medio anual (m ³ /s)	Clave	Nombre	Superficie (km ²)
26	Pánuco	84, 956	527.4	D	Río Moctezuma	11, 588
				m	El Salto	865
				n	Cuautitlán	594
				o	Tepotzotlán	221
				p	Texcoco Zumpango	4, 900
				q	Salado	339
				t	Tezontepec	1, 610
				u	Lago Tuchac y Tecocomulco	1, 900

Fuente: INEGI, 2010.

En su estado natural, la cuenca tenía una serie de lagos, desde los de agua dulce en el extremo superior, hasta los salados del extremo más bajo, en los que se concentraba la sal debido a la evaporación. La corriente de agua subterránea originaba numerosos manantiales al pie de las montañas, así como pozos en el valle. Geológicamente, el área sur de la Sierra Guadalupe es la porción mejor investigada de la Cuenca de México. A esta área, que abarca la Ciudad de México, suele denominarse Valle de México, o porción sur de la cuenca, ya que está parcialmente dividida por varias montañas de menor elevación. De igual manera, al sistema acuífero con frecuencia se le llama Acuífero de la Ciudad de México.

Los depósitos de arcillas lacustres superficiales (por ejemplo, la capa de arcilla existente tanto en el fondo del lago antiguo como en el del actual) cubren el 23 por ciento de las elevaciones menos pronunciadas del Valle de México. Los depósitos aparecen en formaciones divididas, por lo que se conocen como "capa dura". Compuesta principalmente de sedimentos y arena, la capa dura se localiza entre los 10 y los 40 metros de profundidad y sólo tiene unos cuantos metros de espesor. A las capas de arcillas lacustres superficiales que alcanzan una profundidad de 100 metros se les denomina acuitardo, y son considerablemente menos permeables que la capa dura o los sedimentos aluviales subyacentes. En el siglo XIX, al explotarse el agua del subsuelo por primera vez, la capa dura dio origen a los primeros pozos artesianos. En la actualidad, de



acuerdo a los datos reportados por la Comisión Nacional del Agua para el año 2010 existen nueve pozos de extracción en la Delegación Benito Juárez.

Tabla No. 16 Pozos de extracción particulares, Delegación Benito Juárez.

No	TITULAR	TÍTULO	COORDENADAS		USO	FECHA REGISTRO
			LATITUD	LONGITUD		
1	Asociación Suiza de México, A.C./Centro Suizo Mexicano Cultural y Deportivo, A.C.	13DFE100589/26 EMDA10	19°23'05.20"	-99°09'47.50"	Servicios	03/06/1997
2	Autofinanciamiento México S.A. de C.V.	13DFE100777/26 EMGR99	19°20'08.00"	-99°11'00.00"	Servicios	13/09/1999
3	Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos	13DFE100716/26 EKGR98	19°09'25.00"	-99°09'03.00"	Servicios	18/02/1998
4	Electropura, S. de R. L. de C.V.	13DFE100692/26 FMGR97	19°17'45.00"	-99°08'48.00"	Industrial	30/06/1997
5	Embotelladora Aga de México, S.A. de C.V.	13DFE101111/26 FMDA09	19°21'58.00"	-99°10'22.00"	Industrial	14/05/2009
6	Federación Canofila Mexicana, A.C.	5DFE100021/26E DGR94	SD	SD	Servicios	01/07/1994
7	Gustavo Rocha Arguelles, Estela Guadalupe Rocha Arguelles, Carlos Alberto Arriola Solares, Leonel Enriquez Garza, Alberto Ramirez Piedrabuena, Carlos Alberto Delgado Garcia Granados y Germantina Del Pilar Ascencio Lemus	13DFE100895/26 EAGR02	19°19'01.00"	-99°13'12.00"	Servicios	14/08/2002
8	Propimex, S.A. de C.V.	13DFE100095/26 FMGR03	19°21'41.00"	-99°09'34.00"	Industrial	22/12/1994
9	Terrazas del Olivar, S. A. de C. V.	13DFE100712/26 EGGR97	19°19'53.00"	-99°13'30.00"	Servicios	03/03/1998

Fuente: <http://www.conagua.gob.mx/Repda.aspx>, 2010
SD Sin dato.

El relleno aluvial se encuentra por debajo de las arcillas lacustres y tiene un espesor de 100 a 500 metros. Este material está interestratificado con depósitos de basalto, tanto del Pleistoceno como recientes; juntos, abarcan la porción superior del acuífero principal en explotación. Otra unidad inferior del acuífero, compuesta por depósitos volcánicos estratificados que tienen de 100 a 600 metros de espesor, alcanza una profundidad que va de los 500 hasta los 1000 metros, aproximadamente. Esta unidad más profunda está limitada por un depósito de arcillas lacustres del Plioceno. Tres principales zonas



hidrológicas han sido definidas para el Valle de México: la zona lacustre, arriba descrita, el piedemonte o zona de transición y la zona montañosa. La zona lacustre corresponde a las elevaciones de menor altura. La región piedemonte se encuentra por lo general entre el lecho de los antiguos lagos y las montañas de mayor pendiente. Aquí, las capas de arcilla lacustre se intercalan con las de sedimento y arena; en las áreas más cercanas a la base de las montañas, el piedemonte está compuesto en gran medida por basalto fracturado de flujos volcánicos. La formación de basalto es altamente permeable, con una buena capacidad de almacenamiento, y es considerada como el componente principal del acuífero en explotación; se encuentra expuesta cerca de la porción superior del piedemonte y se extiende por debajo de los depósitos aluviales del valle. El piedemonte, conocido también como zona de transición, es importante para la recarga natural del acuífero. Las montañas que circundan la Cuenca de México son de origen volcánico. La Sierra Nevada se encuentra hacia el este, mientras que la Sierra de las Cruces se localiza hacia el oeste. La Sierra Chichinautzin, en el sur, forma la cadena más reciente. Su erupción ocurrió hace aproximadamente 600,000 años, bloqueando lo que antes fue un drenaje hacia el sur y cerrando definitivamente la cuenca. La Sierra Chichinautzin es la zona de recarga natural del acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, debido a la alta permeabilidad de su roca de basalto. Los grandes manantiales de Xochimilco son un punto de descarga del flujo subterráneo; aquí se localizan algunos de los pozos más productivos del área. Debido a que toda la cuenca se encuentra rodeada por montañas, probablemente existan otras zonas de recarga del acuífero. El modelo conceptual de la porción sur de la cuenca ha permitido identificar dos unidades permeables más profundas: un acuífero intermedio y otro profundo. Ambos están pobremente caracterizados, pero se les considera independientes del acuífero principal. El acuífero intermedio se compone de depósitos volcánicos del Mioceno. La formación subyacente de calizas del Cretácico puede también ser un acuífero. En los lugares donde la formación de calizas se encuentra expuesta la parte exterior de la porción sur de la cuenca es donde generalmente se efectúa la explotación de agua subterránea.



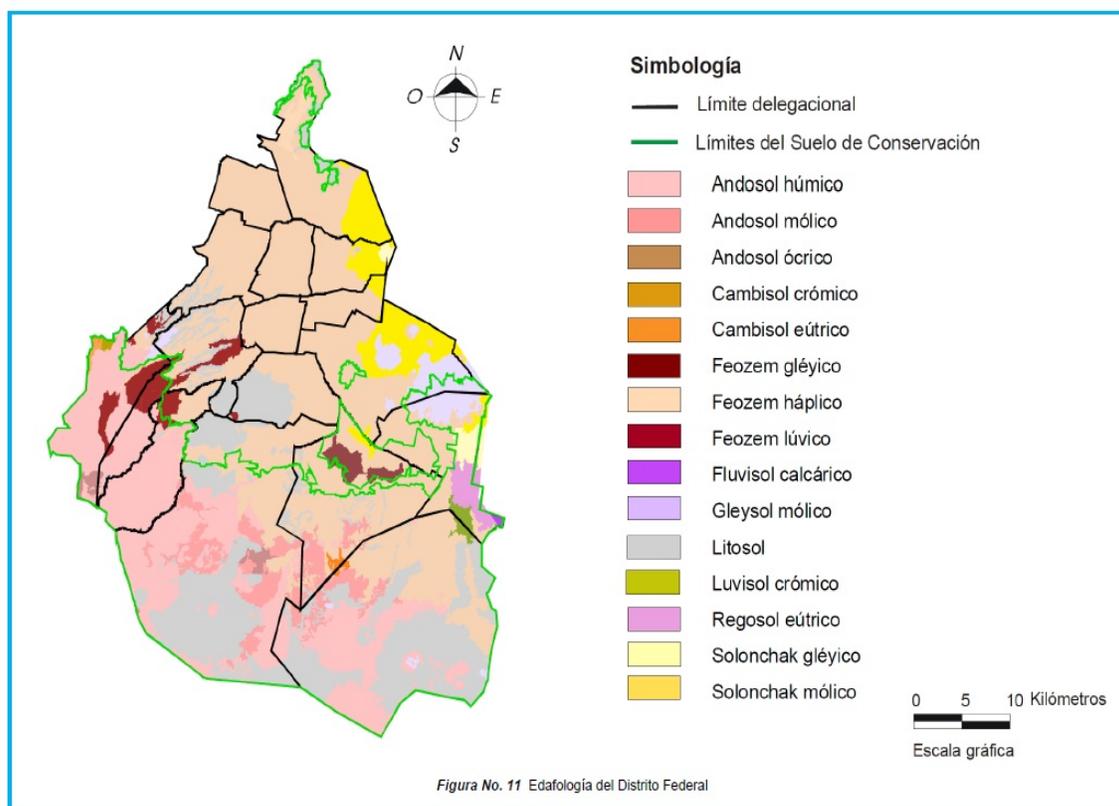
Históricamente, el principal acuífero abastecedor de agua estuvo sujeto a la presión artesiana, de manera que todos los pozos del fondo del valle llevaban el agua a la superficie sin necesidad de bombeo. Los gradientes hidráulicos naturales provocaban que el agua ascendiera sobre los acuitardos arcilloso. La proliferación de pozos en los últimos cien años ha cambiado las condiciones hidrológicas naturales. Ahora, los gradientes y el flujo en las capas superiores de los depósitos se encuentran, generalmente revertidos, hacia las zonas de mayor extracción. En la actualidad, la fuente de abastecimiento de agua potable para la Delegación, lo constituye el manto acuífero de la Cuenca de México de la región RH26 del Pánuco, que es uno de los más importantes del país, tanto por su magnitud como por el destino de sus aguas. El acuífero del Valle de México se recarga básicamente con la infiltración de agua de lluvia, que se precipita sobre las sierras del poniente, sur y oriente de donde fluye hacia el centro de la zona lacustre de la Subcuenca L. Texcoco- Zumpango. También existe una zona de corrientes de agua que se encuentran entubados como: La Piedad, Becerra, Mixcoac, Barranca del Muerto y Churubusco.

EDAFOLOGÍA.

En la mayor parte de la Delegación predominan los suelos arcillosos, mientras que en la zona poniente su composición es a base de suelos arenosos (arena gruesa andesítica), lo que significa que el 40 % de la superficie delegacional se encuentra en suelo lacustre, principalmente en el lado oriente; el 50 % está catalogado como suelo de transición, ocupando la zona centro poniente y sólo el 10 % del total de la superficie está ocupada por suelo en lomerío, en el área sur poniente de la Delegación. Por haberse constituido como una zona lacustre con material volcánico acumulado que se intemperizó con la presencia de agua, disolviendo materiales, cuenta con suelos y aguas salinas tal como lo demostraron los estudios realizados por la UAM en 1997, en la Delegación Benito Juárez se localiza el suelo de tipo Fozem háplico (Hh). Del griego phaeo: pardo; y del ruso zemljá: tierra. Literalmente, tierra parda. Suelos que se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas.



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 sobretodo de la disponibilidad de agua para riego.





VEGETACIÓN

Durante el siglo XX, específicamente a partir de la década de los cuarentas, la Ciudad de México experimentó un crecimiento desbordado. Esta explosión demográfica fue motivada por una intensa y constante inmigración de la población rural. La causa fundamental fue la profunda desigualdad socioeconómica que aun existe entre la sociedad urbana y la que habita el campo mexicano, que ha vivido en el máximo grado de marginación. Durante los últimos años la superficie de áreas verdes en el Distrito Federal ha aumentado, pero el ritmo del crecimiento de la población ha sido aún mayor. Mientras que en 1794 el 14% de la superficie ocupada por la ciudad correspondía a áreas verdes, en 1910 esta proporción se redujo a 2.8%. Actualmente sólo el 2.2% de la extensión total del área metropolitana (33.1 km²) corresponde a áreas verdes dentro de la zona urbana. La Ciudad de México cuenta aproximadamente con 1.94 m² de áreas verdes por habitante, cifra que resulta muy por debajo de los 9 m² por habitante recomendados por la Organización Mundial de la Salud (L.M Rodríguez y Cohen E.J, 2003). La respuesta tradicional a esta problemática ha sido la forestación y reforestación. Al respecto se han realizado esfuerzos importantes en dos períodos: el primero, a principios del siglo XX, con la intensa labor realizada por el ingeniero Miguel Ángel de Quevedo y el segundo, que dio inicio en la década de los sesentas, con la creación de los viveros de Yecapixtla en Morelos y de Netzahualcóyotl en Xochimilco, por parte del gobierno del Distrito Federal. En los dos periodos, si bien se realizó una importante labor en materia de producción de plantación de árboles, no se efectuó un trabajo de igualo magnitud para investigar que especies eran las más apropiadas o para conocer el impacto que iban a tener años más tarde las que se plantaron. Tampoco existió planeación ni diseño de las plantaciones y menos aún, un programa de mantenimiento organizado. El manejo del arbolado en la Ciudad de México, por lo tanto, nunca ha sido integral ni planificado. Más recientemente los gobiernos municipales y estatales de la ZMVM se han preocupado por la producción de especies ecológicamente más apropiadas para la región; también se ha intentado fomentar la participación de las comunidades, tanto en la plantación como en el cuidado de los árboles, sobre todo en las



áreas de conservación ecológica. Sin embargo, el impacto real de estos programas todavía está por verse. En cuanto al manejo del arbolado urbano, los problemas de podas mal realizadas, mala ubicación y deficiente plantación, permanecen vigentes. Dentro del área de influencia del proyecto solo se presenta vegetación de áreas urbanas, representada casi exclusivamente por árboles frutales y ornamentales que se encuentra en el interior de los jardines de las casas habitación, Así como unos cuantos elementos arbóreos en jardines y parques, *Fraxinus udhei* (fresno); *Ligustrum lucidum* (laurel) y *Cupressus lindleyi* (ciprés), así como individuos de especies introducidas como *Eucalyptus* sp. (eucalipto), *Casuarina equisetifolia* (casuarina), *Ficus* sp. (laurel) y *Schinus molle* (pirúl), entre otros.

FAUNA

Las características actuales del desarrollo socioeconómico de la región en la que se encuentra la zona en estudio, han provocado la modificación, alteración y/o deterioro de los diversos hábitats en los cuales pudieron desarrollarse las distintas especies faunísticas características de la zona.

En este sentido, las visitas de campo realizadas, permitieron definir al sitio como un lugar totalmente alterado y/o modificado hacia sus componentes ambientales, especialmente en la conformación de hábitats para el desarrollo de las poblaciones bióticas características de la región.

Con la finalidad de conocer los pocos componentes la fauna silvestre que habita en un área de influencia directa y el interior del predio, se llevaron a cabo tres visitas de campo. Aun cuando se recorrió toda el área de interés sólo se decidió realizar transectos en los sitios más representativos con el fin de tipificar las especies presentes en el sitio. En cuanto a los anfibios, éstos se encuentran ausentes en el área de influencia directa, ya que no se presentan cuerpos de agua en las inmediaciones. Para el grupo de los reptiles,



se llevaron a cabo recorridos lineales en áreas abiertas y entre la vegetación, los ejemplares observados de esta manera fueron identificados mediante bibliografía especializada (Smith y Taylor, 1950; Casas Andreu y McCoy, 1987 y Flores Villela, 1993). De acuerdo con Del Olmo y Roldan, (2004) existen 82 especies de aves a las que por su abundancia y fácil localización en la Ciudad de México se denominó “comunes”. Las cuales pueden observarse en jardines públicos, banquetas o camellones y en las zonas boscosas o rurales de la periferia de la Ciudad de México. Para poder identificar a las especies en cuestión se realizaron transectos en las primeras horas de la mañana y al atardecer, registrándose los individuos mediante el uso de binoculares y claves especializadas (Howell and Webb, 1995; Peterson, 1973; Blake 1953 y National Geographic Society, 1996). En el caso de los mamíferos, debido a sus hábitos nocturnos y/o crepusculares no se realizaron verificaciones y solamente se reportan los individuos observados en campo.

Tabla No. 17 Fauna observada en el área afectada y alrededores de esta.

Nombre científico	Nombre vulgar	Organismos observados
Reptiles		
<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija	2
Aves		
<i>Amazilia berilina</i>	Colibrí	1
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Gorrión mexicano	5
<i>Columbia livia</i>	Paloma	7
<i>Columbina inca</i>	Tortolita	12
<i>Falco sparverius</i>	Halcón	1
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina	10
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión inglés	24
<i>Pipilo fuscus</i>	Rascador arroyero	10
<i>Molothrus ater</i>	Tordo	4
<i>Tyrannus sp</i>	Mosquero	3
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	1
Mamíferos		
<i>Rattus rattus</i>	Rata de alcantarilla	1
<i>Mus musculus</i>	Ratón doméstico	3



En las inmediaciones del área de estudio solamente se presentan algunas especies de hábitos antropofílicos ya que el grueso de la fauna ha sido desplazada a sitios con menor perturbación ambiental.



II. MEDIO DEMOGRÁFICOS Y SOCIOECONÓMICOS

POBLACIÓN

La Delegación Benito Juárez cuenta con el 4.1 % de la población total del Distrito Federal. De ésta, el 54.5 % son mujeres y el 45.5 % son hombres.

Tabla No. 18 Crecimiento poblacional en la delegación y el Distrito Federal, 1990-2005

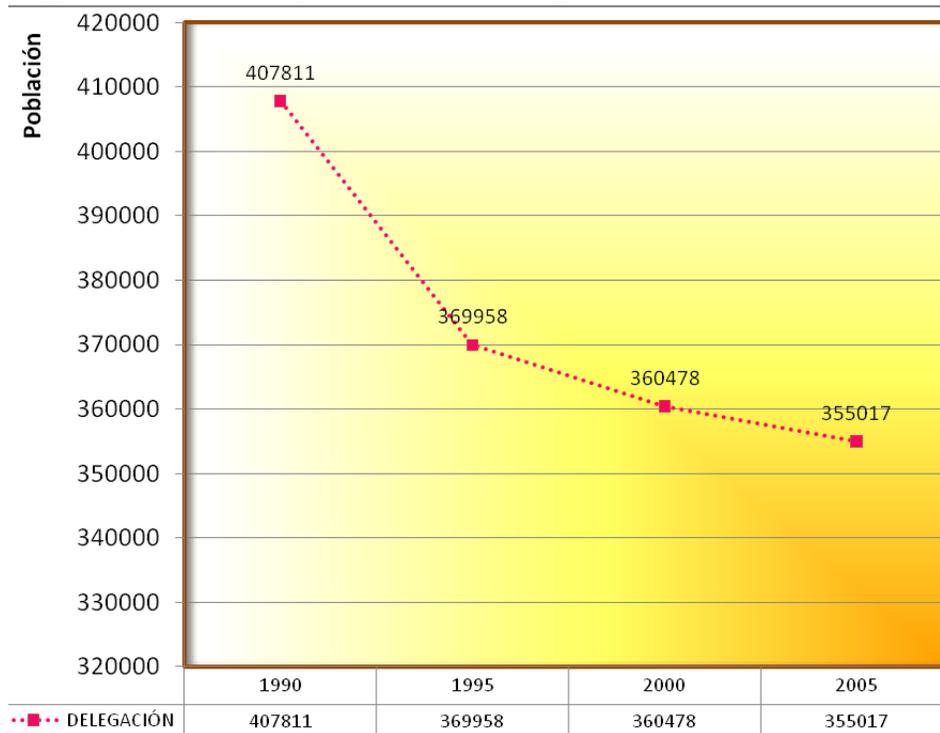
DELEGACIÓN BENITO JUÁREZ				DISTRITO FEDERAL	
AÑO	POBLACIÓN DELEGACIÓN	TCMA	% RESPECTO AL DISTRITO FEDERAL	POBLACIÓN DISTRITO FEDERAL	TCMA
1990	407,811	-2.9	5.0	8,235,744	0.7
1995	369,958	-1.9	4.4	8,489,007	0.6
2000	360,478	-1.2	4.2	8,605,239	0.4
2005	355,017	-.03	4.1	8,720,916	0.3

Fuente: Cuaderno Estadístico delegacional INEGI 2006

El grupo de edad más importante en esta demarcación lo conforman los individuos de entre 25 a 34 años, éstos representan el 17.0 %, seguidos por el grupo de 60 años y más con el 15.2 % del total.



Figura 12 Crecimiento poblacional de la delegación Benito Juárez, 1990-2005



Fuente: Cuaderno Estadístico delegacional INEGI 2006

La tasa de crecimiento media anual de su población en los primeros cinco años de la actual década ha sido negativa (-0.3 %), aunque en menor proporción que la presentada en periodos anteriores, sobre todo en los años ochenta (-2.9 %). Cabe destacar que esta Delegación presenta el mejor estándar de vida para la población en el ámbito nacional, según un estudio elaborado por el Consejo Nacional de Población sobre Índices de Marginalidad.

SALUD

Dentro del complejo aparato y la infraestructura en el ramo de salud y asistencia social se cuenta con hospitales y clínicas que atienden las necesidades de la población.

- Hospital General de Xoco
- Hospital 20 de Noviembre



ASPECTOS ECONÓMICOS.

El número total de las Unidades Económicas Censadas (UEC) es de 23,882, de las cuales la actividad más representativa son los servicios con 12,946 unidades, seguido por el comercio con 9,011 y en tercer lugar las manufacturas con 1,925 unidades. Producto de lo anterior se tiene un total de 219,096 personas ocupadas, distribuidas de la siguiente forma: el sector que ocupa más personal son los servicios con 130,494 habitantes, seguido del sector comercio con 57,480 habitantes, mientras que las manufacturas ocupan a 31,122 habitantes. Los ingresos totales más elevados se registran en el sector comercio, los cuales representan el 14.61 % de los ingresos totales generados en este sector en el Distrito Federal, los sectores de servicios y manufacturas participaron con 10.30 % y 6.52 % respectivamente, respecto a los generados en cada uno de éstos sectores a nivel Distrito Federal. *Grado de Marginación* El nivel de marginación que presenta la Delegación es mínimo ya que sólo se presenta en parte de algunas colonias como: Miguel Alemán; Niños Héroes de Chapultepec, Villa de Cortés; Independencia, Nativitas, Portales Oriente y San Simón Ticumac; esto se debe a que en dichas colonias existe gente joven que se encuentra estudiando y adultos mayores a los 65 años, que cuentan con ingresos menores a dos veces el salario mínimo; otro elemento es que su cobertura de servicios no es eficiente (tandeo de agua en diferentes horarios, iluminación pública deficiente, índices delictivos, etc.), sin embargo, a nivel Distrito Federal.

Grado de Marginación

El nivel de marginación que presenta la Delegación es mínimo ya que sólo se presenta en parte de algunas colonias como: Miguel Alemán; Niños Héroes de Chapultepec, Villa de Cortés; Independencia, Nativitas, Portales Oriente y San Simón Ticumac; esto se debe a que en dichas colonias existe gente joven que se



encuentra estudiando y adultos mayores a los 65 años, que cuentan con ingresos menores a dos veces el salario mínimo; otro elemento es que su cobertura de servicios no es eficiente (tandeo de agua en diferentes horarios, iluminación pública deficiente, índices delictivos, etc.), sin embargo, a nivel Distrito Federal, es la única que presenta los más altos índices de habitabilidad y de bienestar social.

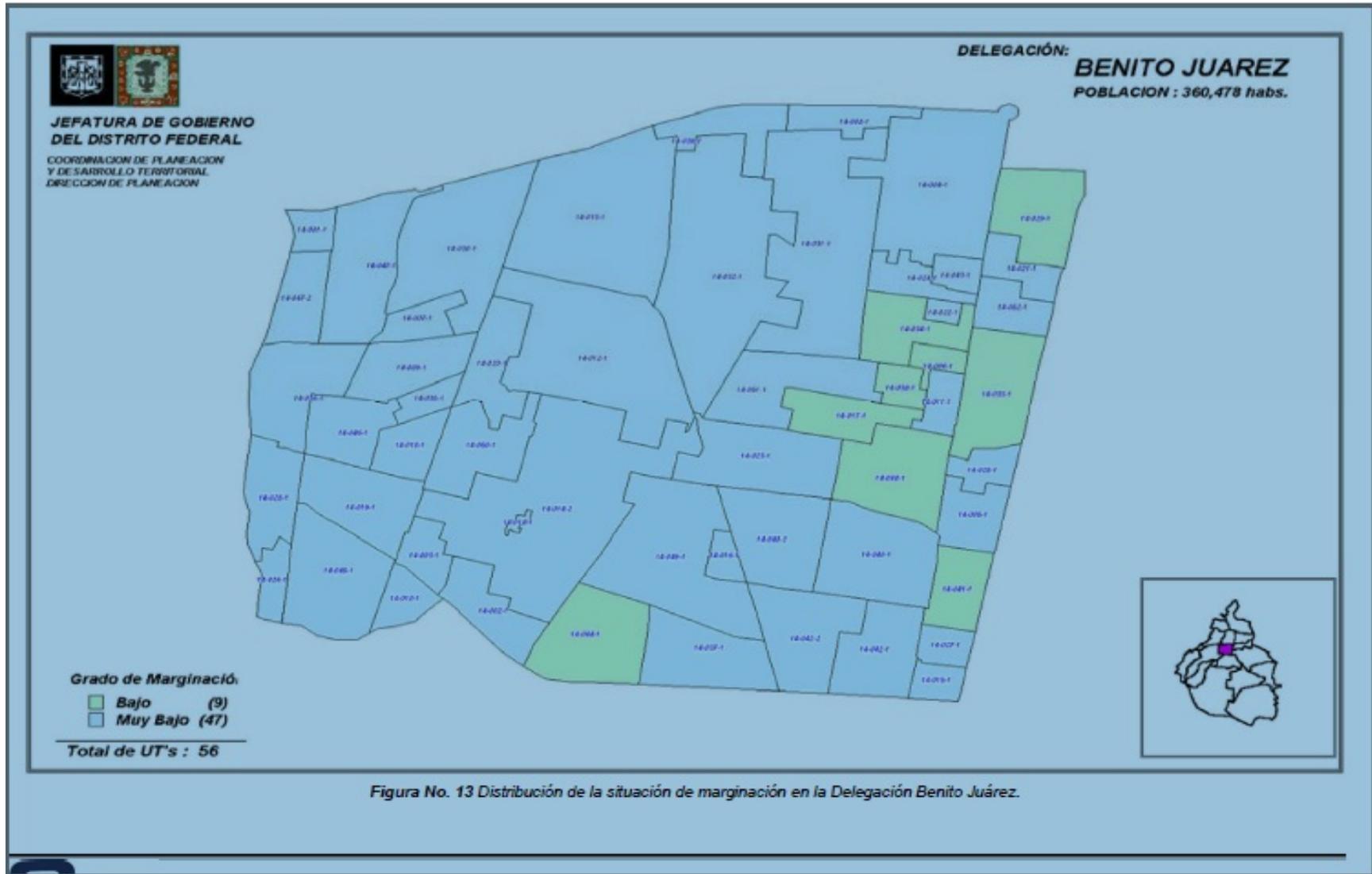


Figura No. 13 Distribución de la situación de marginación en la Delegación Benito Juárez.



Al efectuar un análisis a nivel de manzana, se tiene que de las 2,082 manzanas que conforman el territorio delegacional, 1,464 manzanas habitadas por el 75 % de la población delegacional presentan muy baja marginación, 468 manzanas que contienen el 21 % de la población delegacional presentan baja marginación, y 95 con el 4 % de la población presentan media, alta y muy alta marginación; mientras que el resto de las manzanas (55) no reportan información. *Uso de suelo.* La traza urbana que presenta la Delegación Benito Juárez es de forma ortogonal, estructurada por las vialidades de mayor importancia que conectan a la Delegación con el resto del Distrito Federal y la Zona Metropolitana del Valle de México, la mayoría: de forma regular, con diversas secciones (desde 60 metros hasta callejones de 3 a 4 metros) y de acuerdo a su jerarquía y tipo de concentración, se clasifican en tres grandes grupos:

Corredores.

Definidos por las vías de acceso controlado Río Churubusco; Anillo Periférico; Viaducto Miguel Alemán y la Calzada de Tlalpan, que a pesar de su jerarquía (número de carriles, flujos vehiculares, longitud) contienen predios subutilizados como en el caso de los localizados en el Anillo Periférico o cuentan con un alto nivel de consolidación como la Calzada de Tlalpan, que cuenta con tramos importantes de vivienda plurifamiliar, mezclada con comercio y servicios en planta baja, así como, oficinas de gobierno, privadas y equipamiento a diferentes niveles de atención.

Corredores integrados por vías primarias.

Por su importancia trascienden el ámbito delegacional, destacándose como el más importante la Av. Insurgentes Sur, la cual resalta a nivel metropolitano por la densidad e intensidad de construcción (edificio del World Trade Center, Plaza Galerías Insurgentes, etc.), presentando una fuerte tendencia hacia la especialización en oficinas privadas, corporativas, centros comerciales, hoteles, restaurantes, bares, centros nocturnos y comercio especializado de lujo.



Otras vialidades.

Circuito Interior (Av. Revolución, Av. Patriotismo y Río Mixcoac); Av. Universidad; Eje 1 Poniente Cuauhtémoc; Eje Central Lázaro Cárdenas; Eje 7 y 7A Sur Municipio Libre y Emiliano Zapata respectivamente; Eje 8 Sur José María Rico y Popocatepetl, en las cuales se observa una intensidad de construcción menor a la de Av. de los Insurgentes, sin embargo, cuentan con una sección de 5 a 8 carriles en promedio por lo que poseen un alto potencial para aplicar una política de redensificación.

Corredores establecidos por las vías primarias y secundarias.

A lo largo de las cuales existen concentraciones de vivienda plurifamiliar, comercio, servicios y equipamiento a nivel básico, que corresponden en la mayoría de los casos a corredores vecinales, entre los que destacan: Félix Parra y Plateros (Col. San José Insurgentes); Molinos (Col. Mixcoac); Parroquia (Del Valle Sur); Cumbres de Maltrata (Narvarte y Col. Periodistas); Bolívar (Col. Álamos y Col. Niños Héroes de Chapultepec); Ajusco (Col. Portales); Diagonal de San Antonio (Del Valle Norte y Centro y Narvarte Poniente y Oriente); y Obrero Mundial (Narvarte Pte. y Ote).

Además de éstas, cuya influencia es principalmente a nivel local, existen otras vías que por su jerarquía trascienden el ámbito delegacional y en cuyos frentes se detecta una intensidad de construcción mayor a la que se observa al interior de las colonias donde predomina la vivienda plurifamiliar; en algunos casos, mezclada con oficinas, comercio y servicios en planta baja. Dentro de este grupo se encuentran: los Ejes 4, 5 y 6 Sur, los Ejes 2 y 3 Poniente, Av. División del Norte, Av. Plutarco Elías Calles (paramento Poniente) y Av. Dr. Vértiz. Cabe señalar, que en las vialidades de mayor jerarquía se concentran distintas actividades de la administración pública y/o equipamiento y servicios a nivel metropolitano en donde convergen tanto la población residente como la flotante, particularmente en la zona centro y sur de la Delegación, en donde se localizan entre otros elementos el Edificio de Gobierno Delegacional; la Cineteca Nacional; el Deportivo Benito Juárez; los Hospitales de Xoco, del ISSSTE y el 20 de Noviembre; la Clínica de Gineco-Obstetricia IMSS y el Centro de Asistencia Social del DIF; la Plaza de Toros



México y el Estadio Azul, generando movimientos urbanos principalmente los fines de semana; las Oficinas Centrales del Banco Bilbao Vizcaya (BBV); las áreas y/o ejes comerciales como Plaza Universidad, Galerías Insurgentes, Centro Coyoacán, Av. Universidad, el Wal Mart, Gigante, SAM'S Club; áreas de esparcimiento como los Parques Luis G Urbina, Hundido, Francisco Villa y el de los Venados; así como, las Estaciones del Metro Zapata y Coyoacán con paraderos multimodales de autotransporte. Por otra parte, las zonas de concentración de la actividad comercial y de servicios a nivel delegacional, son principalmente Mixcoac que se originó como Centro de Barrio, ya que cuenta con elementos de equipamiento principalmente a este nivel (mercado, casa de cultura y escuelas), este último elemento del subsistema de educación cuenta con varios planteles de nivel medio y superior que incluye a la Universidad Panamericana; el entorno de la Delegación cuya dinámica se genera a partir de la estación del Metro Zapata, el paradero de autotransporte contiguo y la concentración de comercio especializado de tipo popular; los grandes Centros Comerciales (Gigante y Comercial Mexicana, Carrefour), derivado de la ubicación estratégica dentro de la estructura vial y de las rutas de transporte de la ciudad.

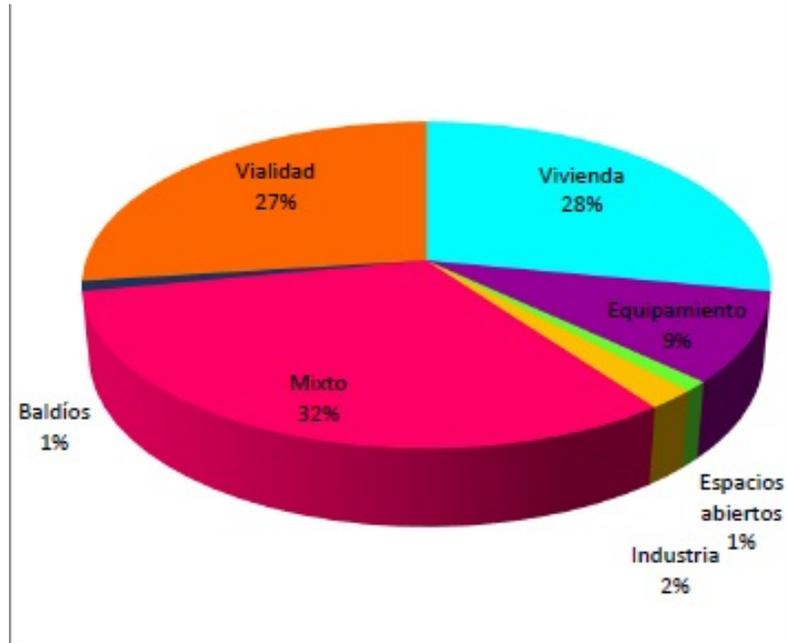
Respecto a otro tipo de concentraciones, las Colonias de San José Insurgentes y Nápoles se caracterizan funcionalmente como subcentros de oficinas privadas, comercio y vivienda plurifamiliar de nivel socioeconómico alto y medio: constituyéndose en el caso de San José Insurgentes por el núcleo de oficinas corporativas (Torre Opción; comprende el Teatro de los Insurgentes, el Centro Cultural del Club Libanés y una tienda de autoservicio Comercial Mexicana) y en la Colonia Nápoles, localizada en el polígono de aplicación del Programa Parcial de Desarrollo Urbano "Nápoles, Ampliación Nápoles, Ciudad de los Deportes y Noche Buena", por el edificio Corporativo y Centro Comercial World Trade Center, los cuales se encuentran en proceso de consolidación. Otra área con funciones de subcentro es Xola, que concentra las oficinas de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (equipamiento administrativo a nivel federal).



A nivel vecinal, los centros de barrio que estructuran el área urbana actual de la Delegación son cuatro y se localizan en las colonias: Del Valle Norte, Narvarte Oriente, San Simón Ticumac y Del Valle Sur en las cuales se concentran comercios, servicios básicos además de mercados, espacios abiertos, centros de salud, escuelas e iglesias. Este patrón de comportamiento es muy diferente al existente en algunas otras colonias o poblados antiguos que contienen zonas patrimoniales y edificios históricos como son las colonias San Juan, Mixcoac, Xoco, Santa Cruz Atoyac, en las colonias San Pedro de los Pinos, Portales Norte y la Portales Sur son las más antiguas y ofrecen diferentes servicios como comercio de abasto y educación. Cabe señalar que también se detectan numerosas concentraciones de comercio y servicios básicos, ubicados a lo largo de vías secundarias y locales, estableciendo los denominados corredores de barrio que complementan la estructura de los centros en cuanto a la atención de los requerimientos de la población local y flotante. Adicionalmente, existen otros centros de colonias que cuentan con gran arraigo entre la población por ser puntos de reunión de los residentes, como por ejemplo: Parque San Lorenzo (Tlacoquemécatl del Valle); Parque Piombo (San Pedro de los Pinos); Parque Esparza Oteo (Nápoles); Parque Tlacoquemécatl (Tlacoquemécatl del Valle); Parque Acacias (Acacias); Parque Pascual Ortiz Rubio (Del Valle Sur); Parque Arboledas (Del Valle Centro); Parque Las Américas (Narvarte Pte.); Parque Odesa (Col. Miguel Alemán); Jardín Manuel C. Rejón (Narvarte); Jardín Xicoténcatl (Álamos); Jardín Col. Moderna y Jardín Col. Iztaccíhuatl.



Figura 14 Distribución del uso de suelo.



INFRAESTRUCTURA, EQUIPAMIENTO Y SERVICIOS

Vialidad y Transporte Con base en su función dentro de la estructura urbana de la ciudad, la vialidad se puede clasificar en los siguientes tipos: Vías de acceso controlado, Viaductos, Vialidad Primaria y Vialidad Local.

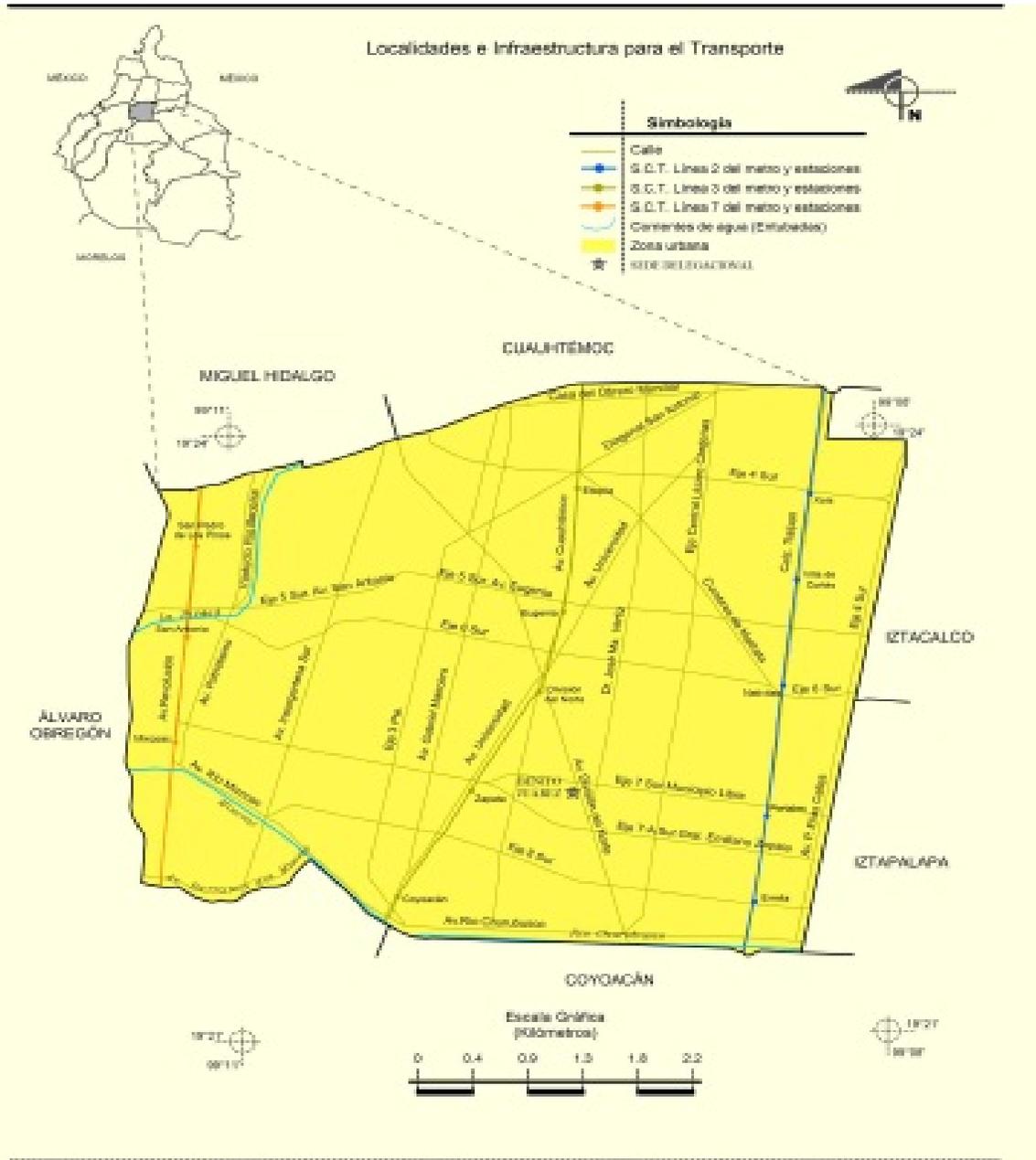


Figura No. 15 Infraestructura para el transporte en la Delegación Benito Juárez.
Fuente: INEGI, 2006.

Vías de acceso controlado: son aquellas que satisfacen la demanda de la movilidad continua de grandes volúmenes de tránsito vehicular, cuentan con accesos y salidas a los carriles centrales en lugares de mayor demanda y en su enlace con vialidades importantes, cuentan con distribuidores viales o pasos a desnivel; son consideradas la columna vertebral de la red vial y básicamente adquieren la categoría, el Anillo Periférico



y el Circuito Interior. **Viaductos:** también de acceso controlado y flujo continuo, cuya función es comunicar las altas demandas de los viajes a los puntos específicos de la ciudad, entre los que se encuentran el Viaducto Miguel Alemán, Río Becerra y Calzada de Tlalpan. **Ejes Viales:** que se definen como vialidades semaforizadas las cuales forman una retícula a todo lo largo y ancho de la ciudad; actualmente están construidos 328.60 kilómetros, los ejes viales son 31, distribuidos de la siguiente manera: 6 al norte, 10 al sur, 7 al oriente, 7 al poniente y el Eje Central. **Vialidad Primaria:** la cual permite la comunicación entre áreas urbanas contiguas proporcionando continuidad en la zona existiendo intersecciones a nivel con calles secundarias. En total existen 97, 025 km de vías primarias. **Vialidad Secundaria:** alimentadora de la vialidad primaria, es la parte de la red vial que permite la distribución interna de un área específica, proporcionando el acceso a los diferentes barrios y colonias. Las vialidades secundarias están conformadas por 410. 43 km. **Vialidad Local:** conformada por las Calles colectoras al interior de los barrios y colonias comunicando a las de penetración. *Vías de Comunicación* Con la incorporación de la Delegación al núcleo de la ciudad de México y con el auge del automóvil se construyeron a través de su territorio las primeras vías rápidas: el Viaducto Miguel Alemán, Río Becerra, la calzada de Tlalpan y el Periférico cruzaron a la demarcación de norte a sur y de oriente a poniente. La introducción del Viaducto Miguel Alemán, Río Becerra y el entubamiento de los ríos Mixcoac y Churubusco acabó con los últimos arroyos de esta demarcación; éstos se convirtieron en las interminables cintas de asfalto que atraviesan hoy nuestra capital. Hay que recordar que durante la Colonia la delegación se comunicaba con San Ángel y con lo que era Mixcoac (hoy Tacubaya) por el viejo camino que iba de Atlacuihuayan; esta vía corría por donde hoy pasa avenida Revolución. Otro de los tránsitos esenciales era el que unía al pueblo de La Piedad con la ciudad de México, construido a principios del siglo XVIII; por él se transportaba el ladrillo y el pulque destinados al consumo de la capital. De igual manera, el camino a San Agustín de las Cuevas (Tlalpan) fue una carretera fundamental que comunicaba a la ciudad de México con el interior de la República.



De acuerdo con información proporcionada por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM), la Delegación Benito Juárez se encuentra dotada al 100% del líquido. El 98.9% de las viviendas habitadas, contaban en el año 2000, con el servicio de agua entubada; su abastecimiento se realiza a partir de las aportaciones que recibe de los Sistemas Sur y Poniente, así como de los pozos profundos ubicados dentro de su territorio, los cuales aportan su caudal directamente a la red de distribución. El agua que recibe el Sistema Poniente de las fuentes de abastecimiento del Valle de Lerma-Cutzamala, es conducida hasta el ramal Sur que alimenta a los tanques Santa Lucía, Jardín del Arte y Dolores Casa Amarilla; recordando que el ramal de Santa Lucía y la trifurcación El Judío respectivamente, están ubicadas en la Delegación Álvaro Obregón. El tanque Santa Lucía alimenta a la zona Poniente y Sur a través de una línea que ingresa por la Av. Mixcoac; el Tanque Jardín del Arte beneficia a las zonas Oriente y Centro, mientras que los tanques Dolores Casa Amarilla surten al Noroeste por medio de la conexión al sistema central de red primaria que va a lo largo de la Av. División del Norte y cuyo diámetro es de 122 cm. El Sistema Sur aporta parte de su caudal mediante la planta de bombeo Xotepingo, ubicada en la Delegación Coyoacán, abastece a las zonas Centro, Norte y Oriente. Finalmente, la infraestructura se complementa con una garza para el llenado de carros tanques y cinco estaciones medidoras de presión para conocer las presiones existentes en la red, mientras que el caudal aportado por el Sistema Poniente, es menor comparado con el que recibe del Sistema Sur. La planta de bombeo Xotepingo alimenta a Benito Juárez por medio de dos líneas de conducción de 122 cm de diámetro que corren por la Av. División del Norte. La red de distribución de agua potable cuenta con 956.1 km, de los cuales 90.1 km son de la red primaria y 866 km pertenecen a la red secundaria. A pesar de que cuenta con una eficiente prestación del servicio, es necesario mencionar que se presentan problemas en algunas zonas, los cuales son consecuencia de las condiciones de operación y funcionamiento del sistema, así como de la antigüedad de algunos componentes. Las bajas presiones, que se presentan con mayor frecuencia en la zona Poniente, son producto de la falta de tanques de almacenamiento y de plantas de bombeo que alimenten directamente a la red de distribución. Las colonias que presentan baja presión en la red, son: San Pedro de los



Pinos, Mixcoac, 8 de Agosto y Nonoalco. *Calidad del agua.* En lo referente a la calidad del agua, la situación no es muy crítica, en la mayoría de los casos los problemas se deben a la falta de limpieza en tanques y cisternas en los tanques particulares. El problema de las fugas de agua se presenta principalmente en las zonas donde se localizan los asentamientos más antiguos que cuentan con instalaciones de más de 60 años y en algunos casos la infraestructura ha rebasado su vida útil. De acuerdo con datos de Sistemas de Aguas de la Ciudad de México, en el año de 1993 la Delegación ocupó el doceavo lugar en cuanto al número de fugas reportadas, con un total de 1,549 representando el 3.8 % durante ese año. Actualmente las colonias que presentan este problema son: Del Valle Sur, Del Valle Centro, Del Valle Norte, Insurgentes San Borja, San Pedro de los Pinos, Nonoalco y Mixcoac y se presentan fugas menores en las colonias: Álamos, Narvarte Oriente, un sector de la Miguel Alemán y Nativitas, Independencia, Crédito Constructor y al Oriente de la Nápoles.

Drenaje En relación con el sistema de aguas residuales, la única calle que no cuenta con drenaje es la 5 de Mayo en la Colonia Santa. Cruz Atoyac. En el caso del agua residual tratada, es necesario mencionar que la Delegación Benito Juárez actualmente no cuenta con plantas de tratamiento dentro de su territorio; el agua tratada que se recicla proviene de las plantas Coyoacán y Ciudad Deportiva, ubicadas en la delegaciones Coyoacán e Iztacalco, respectivamente. Por lo que cuenta sólo con 22 km de líneas de agua tratada. Para atender las zonas que no cuentan con este tipo de infraestructura, se hace por medio de carros tanque. Es necesario mencionar, que en la Delegación el agua tratada es utilizada principalmente para el riego de áreas verdes, como son los Parques: Hundido, de los Venados, Iztaccíhuatl, Las Arboledas, Félix Cuevas, San Lorenzo y Tlacoquemécatl principalmente, además de los camellones de las Av. s División del Norte, Río Churubusco y Av. de los Insurgentes. Sin embargo, la infraestructura para el tratamiento y reciclamiento del agua residual con que cuenta la Delegación, no cubre totalmente los requerimientos que se tienen ya que actualmente gran porcentaje de sus parques y áreas verdes son regadas con carros tanque, incrementándose con esto los costos en la distribución del líquido. La cobertura del servicio de drenaje es del 100%.



Según los datos arrojados por el XII Censo General de Población y Vivienda, el 98.6 % de las viviendas habitadas cuentan con la prestación de este servicio; sin embargo, durante la época de lluvias llegan a generarse encharcamientos, debidos principalmente al taponamiento de coladeras y tuberías por la basura que arrastran las aguas pluviales. Los principales encharcamientos son en los cruces de San Antonio con Periférico, Calle de Lourdes con Eje 6 (Morelos), Plateros con La Cordada y en las intersecciones de la Calzada de Tlalpan con las siguientes vialidades: Eje 4 Sur Xola (Napoleón), Cumbres de Maltrata, Eje 5 Sur (Ramos Millán) y Eje 8 Sur Av. Popocatepetl. La red de drenaje tiene 1,444.2 km, de los cuales 84.2 km, integran la red primaria y 1,360 km, la red secundaria. En algunos de estos casos fue necesario instalar sifones para permitir la construcción de las líneas del Metro las cuales contribuyen al acumulación de azolve, produciendo remansos y encharcamientos de aguas. En términos generales se puede afirmar que el desalojo de aguas negras y pluviales, no presenta grandes complicaciones y es considerada como una de las zonas con menor problemática en la prestación de este servicio. Es indispensable mencionar además que en la Delegación se encuentran 2 cauces entubados que permiten la captación de aguas de varios colectores, dichos cauces son: Río de la Piedad que opera entubado desde el año de 1960, este colector tiene una capacidad de conducción de 15 m³/s y una longitud de 10.7 Km, de los cuales 6.5 Km, se localizan en el límite Norte de la Delegación. El otro cauce entubado es el de Río Churubusco, el cual se ubica al Sur de la Delegación, inicia su recorrido en la Av. Revolución para descargar sus aguas en la planta de bombeo Lago, que a su vez alimenta a las lagunas de regulación Horaria y Churubusco, ubicadas en el antiguo vaso del Lago de Texcoco. Este río está entubado desde el año de 1979, tiene una capacidad de 165.25 m³/s. Su longitud total es de 21 Km, de los cuales 5.9 Km se localizan en el límite Sur de la Delegación Benito Juárez.

Infraestructura Eléctrica Se registra que el 100 % de viviendas habitadas en la Delegación están dotadas con el servicio de energía eléctrica. En cuanto al alumbrado público, todas las colonias cuentan con este servicio, detectándose que las condiciones de la prestación del servicio son mejores que en el promedio del Distrito Federal;



representando 25 habitantes / luminaria y 2.3 luminarias / ha. En resumen, el estado actual de la infraestructura que presenta la Delegación es eficiente, a pesar de esto existen algunos problemas de operación y funcionamiento del sistema de agua potable, aunado a las bajas presiones y fugas que se presentan, mientras que el abastecimiento de las aguas residuales no es suficiente para las necesidades requeridas ya que no se cuenta con una planta de tratamiento; por otra parte en la red de drenaje existen problemas de encharcamientos y remansos. En lo que respecta a la cobertura del servicio de energía eléctrica y alumbrado público no presenta problema alguno.

EQUIPAMIENTO Y SERVICIOS

Educación Se ubican 86 escuelas primarias públicas y 102 privadas; el número de aulas es de 998 y 948, respectivamente. En cuanto a escuelas secundarias existen 23 escuelas diurnas federales; 10 para trabajadores federales y 46 particulares incorporadas y 15 secundarias técnicas. A nivel medio superior se cuenta con 67 bachilleratos; 2 públicos federales; 2 autónomos y 63 privados; además existen 3 escuelas Normales y una de las preparatorias de la Universidad Ciudad de México. En educación superior (profesional) existen 13 escuelas, entre las que destacan en el sector privado la Universidad Panamericana; Universidad Simón Bolívar; Universidad Latinoamericana; Instituto Superior de Estudios Fiscales A.C. y Centro de Enseñanza de Mecánica Dental A.C. y en el público, instalaciones de la Universidad de la Ciudad de México. En cuanto a educación especial reúne 17 elementos del sector público y 1 privado, que representa el 8.22 % del Distrito Federal. *Cultura y recreación.* Cuenta con 14 casas de cultura, que atienden principalmente a nivel de barrio; 10 teatros; 27 cines y 6 bibliotecas. No existen museos en toda el área, pero destacan los equipamientos para entretenimiento: Cineteca Nacional; Teatro Insurgentes; Teatro Julio Prieto; Teatro 11 de Julio; Polyforum Cultural Siqueiros; Zona Arqueológica y Casa de Cultura La Pirámide.

Servicios. En este subsistema existen dos comandancias de Policía; un Cementerio y/o Panteón Civil Xoco; una Estación de Transferencia de Residuos Sólidos y Campamentos



de limpia, operación hidráulica y obras viales y una Central de Bomberos en el Eje Central Lázaro Cárdenas. En términos del grado de satisfacción de la comunidad por los servicios urbanos prestados y los problemas de tránsito e inseguridad; de un total de 56 colonias 42 manifestaron algún tipo de inconformidad al respecto. *Administración Pública*. En el sector privado destacan el World Trade Center y el conjunto financiero comercial Centro Insurgentes. En el sector público a nivel federal sobresalen: la Secretaría de Comunicaciones y Transportes; Contaduría Mayor de Hacienda; Oficinas Nacionales del DIF; Oficinas del Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR); Procuraduría General de Justicia (PGJ); Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGARPA); Secretaría de Energía; Dirección General de Carreteras Federales (SCT) y Módulo de expedición de Pasaportes dependiente de la Secretaría de Relaciones Exteriores. A nivel Distrito Federal sobresalen: el Consejo Tutelar de Menores; la Secretaría de Desarrollo Económico (SEDECO); Juzgados del Registro Civil; Tribunal Electoral del D.F.; Agencias Investigadoras del Ministerio Público. A nivel delegacional se encuentran: el edificio de gobierno de la Delegación Benito Juárez; Módulos de Información y Protección Ciudadana y; Módulos de seguridad. *Comunicaciones (Telégrafos y Correos)*. De acuerdo con el inventario de la Delegación Benito Juárez, el número de administraciones telegráficas se ha mantenido constante existiendo una totalidad de 8 oficinas. En cuanto al número de oficinas postales, éstas se han incrementado de 229 unidades en 1994 a 261 en 2000, dándose una ligera disminución en los expendios que pasan de 215 a 214.10. En resumen, la cobertura que presenta el equipamiento urbano en la Delegación es en su mayoría de superávit, salvo en algunos elementos como el Comercio (Mercados Públicos), siendo que este subsistema es complementado con un total de 58 centros comerciales que abastecen a toda la Delegación y además tienen un radio de influencia de cobertura a nivel metropolitano y regional; mientras que en el subsistema de Recreación (Espacios Abiertos), existe un déficit ya que no se cuenta con los espacios suficientes para dotar de estos servicios. Por consiguiente, el estado físico que guardan los inmuebles de todo el equipamiento urbano que se concentran en la demarcación se encuentran en su mayoría en condiciones favorables, dado el cuidado y el mantenimiento continuo de estos.



Asistencia Social La Delegación Benito Juárez cuenta con diversos elementos para la prestación de servicios relacionados con la asistencia social: se tienen habilitadas 10 casa hogar, cuatro centros recreativos y culturales, dos centros de bienestar social, un albergue temporal, siete centros de desarrollo infantil, un centro de integración juvenil, un centro deportivo, cinco oficinas de Procuraduría de la defensa del Menor y la Familia y dos unidades de rehabilitación, para un total de 33 establecimientos que en promedio atienden a 364, 398 habitantes. *Comercio y Abasto* Dentro de este subsistema, la población delegacional se abastece en los 16 mercados públicos existentes en las colonias: Álamos; Del Lago; 2 en la Colonia San Simón Ticumac; Nativitas; 2 en la Colonia. Narvarte Poniente; Moderna; Mixcoac; Del Valle Norte; San Pedro de los Pinos; 2 en la Colonia Postal; Independencia; Narvarte Oriente; Tlacoquemécatl del Valle y Santa Cruz Atoyac, que concentran un total de 3,733 locales. En el sector privado destacan por su magnitud los Centros Comerciales y tiendas de autoservicio tales como: Plaza Universidad; Plaza Coyoacán; Galerías Insurgentes; Conjunto Insurgentes y World Trade Center. En otro orden de ideas dentro de la economía informal, es necesario señalar que ésta es la base de los ingresos de una parte de la población de la Ciudad de México y su magnitud no está documentada con cifras exactas, por lo que resulta difícil mencionar el total de la población delegacional que se dedica a éstas actividades. Sin embargo de acuerdo con datos proporcionados por la Delegación, en ésta se encuentran 16 organizaciones de Tianguistas los cuales operan a través de un Consejo Delegacional de Mercados. Tienen un total de 67 ubicaciones que operan durante 4 días con un total de 8,000 tianguistas con 500 oferentes por tianguis. Cabe destacar que estos mercados sobre ruedas o "Tianguis", originan conflictos vecinales y de contaminación por desechos sólidos; siendo los más representativos: - Parque de las Acacias. (Col. Acacias), instalado los martes; - Parque Tlacoquemécatl. (Col. Tlacoquemécatl), instalado los lunes; - Sagredo y José Ma. Velasco (Col. San José Insurgentes), instalado los sábados; - Calle de Obrero Mundial entre Casas Grandes y la Quemada, (Col. Atenor Salas), instalado los viernes; - Calle de Bélgica, entre Emiliano Zapata y Av. Repúblicas, (Col. Portales Sur) y - Calle de Magdalena ente Eugenia y Tijuana, (Col Nápoles) instalado los



martes. Los sitios de la Delegación en donde se instalan son principalmente en torno a las estaciones del Sistema Colectivo Metro y a las afueras de equipamientos de gran magnitud, como hospitales regionales y oficinas de gobierno además de corredores urbanos como Patriotismo, Av. Revolución, Av. de los Insurgentes, Eje Central y Calzada de Tlalpan. *Deporte*

Existen 8 unidades deportivas, una a nivel olímpico que es la Alberca y Gimnasio Olímpico Juan de la Barrera; 3 de primer nivel: Deportivo Benito Juárez; Estadio de Fútbol del Cruz Azul y Plaza de Toros México y 4 de nivel vecinal: Deportivo Gumersindo Romero (Letrán Valle); Deportivo Joaquín Capilla (Col. Mixcoac); Deportivo Tirso Hernández (Col 8 de Agosto) y Deportivo Vicente Saldivar (Col. San Simón Ticumac).

PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

Contaminación Atmosférica. Este aspecto en la Ciudad de México ha venido aumentando con el crecimiento mismo de la ciudad y el de su población, los procesos en la industria y los transportes necesarios para el traslado de sus habitantes, con el fin de reconocer las afectaciones en la población, la Secretaría de Salud ha establecido un proceso de evaluación de la calidad del aire, tomando como parámetro de este análisis las Normas publicadas en el Diario Oficial de la Federación en diciembre de 1994, definiendo por cada contaminante el tiempo máximo de exposición permisible. Los elementos contaminantes atmosféricos de mayor impacto para la población se mencionan a continuación: Ozono (O₃): actualmente toda la Zona Metropolitana del Valle de México rebasa prácticamente todos los días del año la Norma de ozono en toda el área urbana; lo que permite aseverar que el 100 % de la población se ve expuesta a concentraciones superiores a la Norma establecida (0.11 p.p.m.), por una o más horas diariamente, lo que genera afectaciones graves en las mucosas de sus habitantes y en individuos asmáticos. Sobre los Compuestos Orgánicos Volátiles (COVS), precursores del Ozono, en la Delegación se generan 1,523.88 Tons./año, contribuyendo con el 4.98 % del generado a ese mismo nivel. Monóxido de Carbono (CO): el origen más importante se debe a la



combustión incompleta y al nivel de afinación de los vehículos automotores, agudizándose en la Zona Metropolitana del Valle de México, por existir un porcentaje menor de oxígeno en la atmósfera (23 %), en relación con el presentado a nivel del mar. La exposición a este contaminante es muy severa, aunque no rebase el índice de la Norma en los análisis de la calidad del aire, dado que éste se presenta en microambientes (calles con intenso tránsito vehicular), generando graves trastornos en angina y enfermos de la arteria coronaria. En la Delegación Benito Juárez este contaminante específicamente comprende a todos los medios de transporte que mediante la combustión interna de sus motores generan los contaminantes antes mencionados; entre estos se encuentran los taxis y microbuses y autobuses de pasajeros Ex-R 100 que inciden en la Delegación. Sin embargo, la principal fuente de contaminante atmosférico la generan los vehículos automotores que se han incrementado considerablemente en los últimos años, creando conflictos viales especialmente en Anillo Periférico, Av. Patriotismo, Av. Revolución, Av. de los Insurgentes, Viaducto Miguel Alemán, Calzada de Tlalpan y Circuito Interior Av. Río Churubusco, así como, en toda la red vial primaria. Plomo (Pb): su principal fuente de emisión son los vehículos automotores, donde aproximadamente el 70 % del plomo de la gasolina se emite a la atmósfera; su concentración en el aire disminuyó notoriamente, como consecuencia a las sucesivas formulaciones en la gasolina, la cual ha variado su contenido de plomo, abatiendo en 1987 su índice a menos del 50 % del registrado en 1982 por lo que ahora se mantiene por debajo de la Norma.

Este contaminante guarda su territorialización coincidente con la generación del Monóxido de Carbono (CO), dado que corresponde a la misma fuente que lo genera. Según el Programa de Protección Ecológica vigente, aproximadamente el 85 % de la contaminación atmosférica proviene de vehículos automotores (fuentes móviles); el 15 % se debe a deficiencias en los procesos productivos y/o sin instalaciones de equipos anticontaminantes. *Contaminación por Ruido.* Es una de las causas graves de la problemática ambiental, cuyas fuentes emisoras son múltiples y variadas, van desde las industriales, centros de diversión, pero son particularmente críticos los registrados en



zonas de intenso tráfico vehicular como es el caso de las Av. s: Periférico; Revolución, Patriotismo; Insurgentes; Universidad; División del Norte; Calzada de Tlalpan; Plutarco E. Calles; Viaducto Miguel Alemán; Circuito Interior y todos los Ejes Viales, que pueden provocar en la población residente trastornos irreversibles en su capacidad auditiva, así como un estado de ansiedad que genera enfermedades en el aparato digestivo, circulatorio y del sistema nervioso. *Contaminación del Agua.* Por el uso doméstico: dado que en la Ciudad de México no se cuenta con un servicio de drenaje repartido entre aguas grises (aseo personal) y aguas negras (aseo doméstico general y sanitarios), las afluentes se vierten dentro de un mismo caudal (674.28 lts./seg. promedio) y cuyos contaminantes más frecuentes son: materia orgánica; limpiadores líquidos y sólidos; detergentes; jabones; desinfectantes; blanqueadores y colorantes. Por el uso industrial: el agua potable utilizada en la industria es contaminada en su mayoría por las materias primas usadas en sus procesos o por sustancias resultantes a consecuencia de los mismos. Por el uso en servicios: el agua potable utilizada para la prestación de servicios dentro de la Delegación, es contaminada en su mayoría por materia orgánica; detergentes; blanqueadores; colorantes; aceite; jabones; solventes; grasas; desinfectantes; tintes y aceites minerales. Por el uso en comercios: los contaminantes principales que están presentes en el agua usada en estas actividades son materia orgánica; detergentes; jabones; grasas y aceites y desinfectantes. *Desechos Sólidos.* El acelerado proceso de urbanización, el crecimiento industrial y la modificación de los patrones de consumo, han originado un incremento en la generación de residuos sólidos y se carece de la suficiente capacidad financiera y administrativa para dar un adecuado tratamiento a estos problemas. La generación de residuos sólidos se ha incrementado en las últimas tres décadas en casi siete veces; sus características han cambiado de biodegradables, a elementos de lenta y difícil degradación. Del total generado, se da tratamiento al 5 % y la disposición final de un 95 % se realiza en rellenos sanitarios, lo que significa que el problema de los residuos sólidos debe ser resuelto de manera integral, con la participación de las autoridades, industriales y de la sociedad en general. En la Delegación se producen 491.060 toneladas diarias de residuos sólidos, lo que corresponde 4.30 % del total del Distrito Federal.



Los tiraderos clandestinos que existen en la Delegación se encuentran en distintas áreas y zonas donde en la mayoría de los casos se debe a que el carro de recolección no pasa continuamente, aunado a la falta de conciencia ciudadana que arroja a los cauces abiertos, zanjas, lotes baldíos, banquetas y camellones, como sitios predilectos para depositar la basura, provocando una fuerte contaminación ambiental (malos olores y proliferación de roedores) y visual.

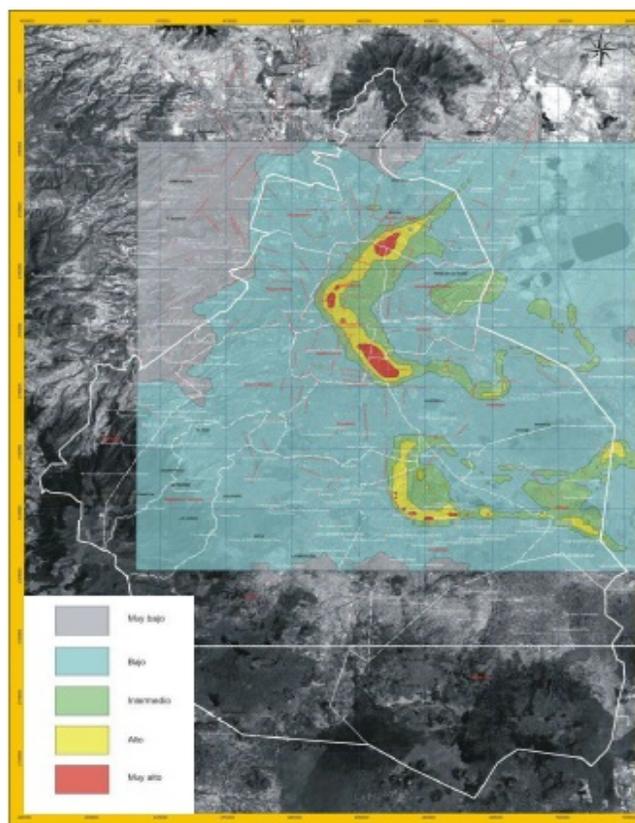
RIESGOS Y VULNERABILIDAD

Zonificación geotécnica. La demarcación ocupa 2,663 ha, de las cuales, conforme a la zonificación geotécnica del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, aproximadamente el 40 % de su superficie se ubica en la Zona Lacustre, porción Nororiente de la demarcación, 50 % se ubica en Zona de Transición, en su porción central y Sur, mientras que el restante 10 % se ubica dentro de la zona de lomas, en su extremo Poniente. La Delegación se encuentra en una zona semiplano, con pendiente del terreno entre 0 y 5 % que levanta hacia su extremo Poniente, la elevación promedio de la demarcación es de 2,250 msnm. Es nulo su desarrollo de escurrimientos a cielo abierto, no contiene canales antrópicos, ni vasos reguladores de aguas pluviales.

Elementos de Riesgo de Origen Geológico. La unidad litológica más antigua que aflora en la Delegación es la Formación Tarango, misma que se ubica en la zona de lomas. Se conforma por rocas volcánicas suaves, como son tobas limosas, arenosas y arenolimosas (mejor conocidas como tepetates) y horizontes de arenas pumíticas, cuyo comportamiento geomecánico es semejante al de suelos muy firmes, no deformables o poco deformables. Esta unidad litológica se cubre con sedimentos de playa y lacustres. Su comportamiento físico es de suelos muy blandos y altamente deformables. Por su parte, la zona de transición corresponde con un depósito de playa lacustre, que incluye arenas, gravas y cantidades menores de limos y arcillas, su comportamiento geomecánico es semejante al de un suelo firme, poco deformable. Por otro lado, De Cerna, investigador del Instituto de Geología, interpreta la existencia de 3 fallas geológicas que cruzan el subsuelo de la Delegación, con orientación SW – NE, mientras



que la Delegación reconoce la existencia de una estructura de este tipo cruzando la demarcación. *Elementos de Riesgo Sísmico.* En virtud de que los eventos sísmicos inciden con mayores daños en la zona geotécnica lacustre, el 40 % de la demarcación se encuentra en condición de peligro sísmico alto, razón por la cual se deben revisar viviendas y todo tipo estructuras, en especial las construidas antes de 1986, para establecer si cumplen con los lineamientos de seguridad estructural del Reglamento de Construcciones de Distrito Federal vigente y, en su caso, para emitir las recomendaciones e instrucciones necesarias a fin de que se refuercen las estructuras. El resto de la demarcación se encuentra en condición de peligro sísmico bajo a medio.



Elementos de Riesgo Volcánico. La demarcación se encuentra fuera de la Sierra de Chichináutzin - Ajusco, que es el campo volcanogénico activo más cercano, por lo tanto, no existen elementos técnicos para suponer la reactivación de actividad volcánica. Por otro lado, al encontrarse a 68 Km de distancia promedio del Volcán Popocatepetl,



aparato activo más cercano al Distrito Federal, la lluvia de cenizas, producto de una emisión violenta, tan sólo implicaría la caída de unos milímetros o sí acaso de centímetros de ceniza. En conclusión, de momento, el peligro volcánico de la Delegación Benito Juárez es bajo. *Fallas y Fracturas.* A causa del hundimiento regional de la ciudad se ha producido una zona de agrietamientos que afecta a las colonias: Pedro María Anaya, Portales Sur, Portales Norte, Albert, Zacahuitzco, Álamos, Carmen, Nativitas y Postal, principalmente deteriorando pavimentos, tubería de agua y viviendas antiguas; en éstas se debe poner énfasis en el mantenimiento y mejoramiento de la estructura e instalaciones de los inmuebles, a fin de garantizar la seguridad de sus habitantes. Sin embargo, no existen evidencias fehacientes de que se traten de estructuras geológicas activas, es recomendable su exploración y monitoreo a fin de confirmar su nula actividad, ya que de existir y reactivarse, su movimiento implicaría daños a las viviendas, mobiliario urbano y obras de infraestructura. *Elementos de Riesgo de Origen Químico.* Existen un total de 38 gasolineras, distribuidas en varias colonias, las cuales cuentan con un sistema de captación de fluidos para evitar fugas y algún accidente generado por las mismas, debiendo tomar en cuenta lo establecido en los manuales de seguridad y operación para su adecuado funcionamiento; debido a su ubicación inmediata a las áreas de concentración habitacional y de equipamientos relevantes. En la Delegación Benito Juárez se localizan 192 empresas de transformación química (6.3 % del total de empresas en el Distrito Federal), de las cuales 38 se consideran de importancia (19.79 % del total de las empresas) y sólo 7, manejan diversos productos químicos que podrían presentar problemas de toxicidad en caso de liberarse, al considerarse su concentración en el ambiente y se localizan en la Calle 8 y Periférico, Colonia San Pedro de los Pinos; Av. Gabriel Mancera y Amores, Colonia Del Valle Sur; tres industrias en Av. Popocatepetl y la Calle de Sevilla, Repúblicas y Filipinas y la última entre Pirineos y Antillas, en la colonia Portales Sur; en Tokio y Presidentes de la colonia Portales Norte y la séptima, en el Eje 4 Sur Xola y la Calle Asturias.

Del lado poniente del territorio delegacional existe un gasoducto que atraviesa de norte a sur por las colonias Mixcoac, Insurgentes Mixcoac, Nápoles, Santa Ma. Nonoalco, San



José Insurgentes y San Pedro de los Pinos, por lo que en estas colonias se debe tener cuidado de no promover construcciones que impliquen perforaciones en las calles por donde pasa este y disponer de los dispositivos de emergencia que atiendan en caso de explosión. Asimismo, es conveniente tomar en cuenta las especificaciones que el Reglamento de Construcción determina en materia de comunicación y prevención de riesgos, para los predios aledaños al ducto, así como realizar estudios de impacto urbano pertinentes y monitorear las medidas de seguridad en el sentido de una constante vigilancia, mantenimiento y detección de fugas. Así como mantener una distancia aproximada de 25 metros de afectación en caso de explosión a ambos lados del gasoducto. *Elementos de Riesgo de Origen Hidrometeorológico.* En la diversidad de riesgos, las de origen hidrometeorológico son las que más daños han acumulado a través del tiempo por su incidencia periódica en determinadas áreas de la Delegación, refiriendo fenómenos destructivos como inundaciones, granizadas, lluvias torrenciales, temperaturas extremas, tormentas eléctricas e inversiones térmicas. *Inundaciones.* Considerándose como inundación al flujo o a la invasión de agua por exceso de escurrimientos superficiales o por la acumulación de agua en terrenos planos ocasionada por falta o insuficiencia de drenaje tanto natural como artificial, en la Delegación Benito Juárez existen 7 colonias con riesgo: Álamos, Del Valle, Nativitas, Portales, San Pedro de los Pinos, San Simón Ticumac y Nonoalco. En este sentido, se deben considerar los posibles conflictos viales que se pueden presentar en épocas de lluvia, además de la dificultad que representa para vehículos de emergencias como patrullas y ambulancias. Asimismo, el barrido de calles, tanto como el mantenimiento y desazolve del alcantarillado, es de vital importancia para evitar que las mismas se tapen con basura y tierra del propio ambiente. Adicionalmente se detectan 36 puntos con problemas de encharcamiento, destacándose los que se presentan en los cruces de la Calzada de Tlalpan con las calles de Napoleón, Ramos Millán, Cumbres de Maltrata, Av. Popocatepetl, Lourdes y Eje 6 Morelos y la Cordada. *Elementos de Riesgo de Origen Sanitario – Ecológico.* Es la situación caracterizada por la presencia en el medio ambiente de uno o más contaminantes en cantidades superiores a los límites humanamente tolerables, combinados en tal forma, que atendiendo a sus características



y duración, en mayor o menor medida, causan un desequilibrio ecológico, y dañan la salud y el bienestar del hombre. Los principales agentes perturbadores son los siguientes: a) La alta producción de monóxido de carbono, de taxis, microbuses y vehículos particulares; b) Alta concentración de óxido de nitrógeno y azufre; c) La producción de residuos sólidos y d) La carencia de áreas verdes y espacios abiertos.

Elementos de Riesgo de Origen Socio – Organizativo. En este grupo de fenómenos se encuentran aquellas manifestaciones del quehacer humano, asociadas directamente con procesos del desarrollo económico, político, social y cultural, que se presenta como subproducto de la energía de la población al interactuar en la realización de sus diversas actividades cotidianas tales como el comercio y abasto y las concentraciones masivas de población.



III. METODOLOGÍA

REUNIÓN INICIAL

Inicialmente se realizó una reunión entre el personal técnico de Gaan Consultores, S.A. de C.V. con el personal del Centro Nacional para la Prevención de Desastres; PROFEPA; así como personal de Proyecto Metro D.F., personal de ICAACC y supervisión de obra para dar a conocer los alcances y requerimientos del proyecto de caracterización. Dicha reunión se realizó directamente en el sitio de trabajo.

Gaan Consultores, S.A. de C.V., se comprometió a contar con un representante técnico de las obras el cual tuviera amplios conocimientos en la materia, estuviera presente en el desarrollo de los trabajos y tuviese la facultad para la toma de decisiones, además, trabajó en total coordinación con el personal de ICAACC. Durante la ejecución de la obra se cuidó de no descargar, infiltrar o depositar aguas residuales, líquidos químicos y bioquímicos, desechos contaminantes en los suelos y demás depósitos o corrientes de agua.



Figura No. 17 Reunión con personal del panel interinstitucional e inicio de trabajos de campo

Una de las primeras actividades a efectuar para poder determinar los sitios en que se realizarían los pozos de muestreo de suelo (11) y de agua subterránea (2), consistió en el



análisis de la información vertida en el estudio denominado: “*Evaluación del grado de contaminación en un predio ubicado en Av. Félix Cuevas, esquina Av. Universidad, colonia Santa Cruz Atoyac, C. P. 03310, México D. F.*”, donde se reportó que se efectuaron 15 sondeos a una profundidad máxima de 7.55 m y distribuidos de tal forma que se cubriera la totalidad del área probablemente impactada con hidrocarburo.

Durante los trabajos de investigación efectuados para el presente documento, se llevaron a cabo entrevistas de manera directa con la población vecinal del área de interés, donde varias personas informaron que aproximadamente en la década de 1980 existía una estación de servicio y áreas destinadas al lavado y engrasado de vehículos automotrices.



Figura No. 18 Realización de los sondeos preliminares para la toma de muestras de suelo y subsuelo.

Posteriormente se consultó el documento emitido por PEMEX Refinación denominado “Directorio de estaciones de autoconsumo al 30 de noviembre de 2006”, donde no se encontró información que indique la presencia de una estación de servicio en el área de estudio. Sin embargo, la única evidencia con que se cuenta es una fotografía aérea del sitio tomada en el año 1978, que confirma la existencia de las instalaciones anteriormente citadas.

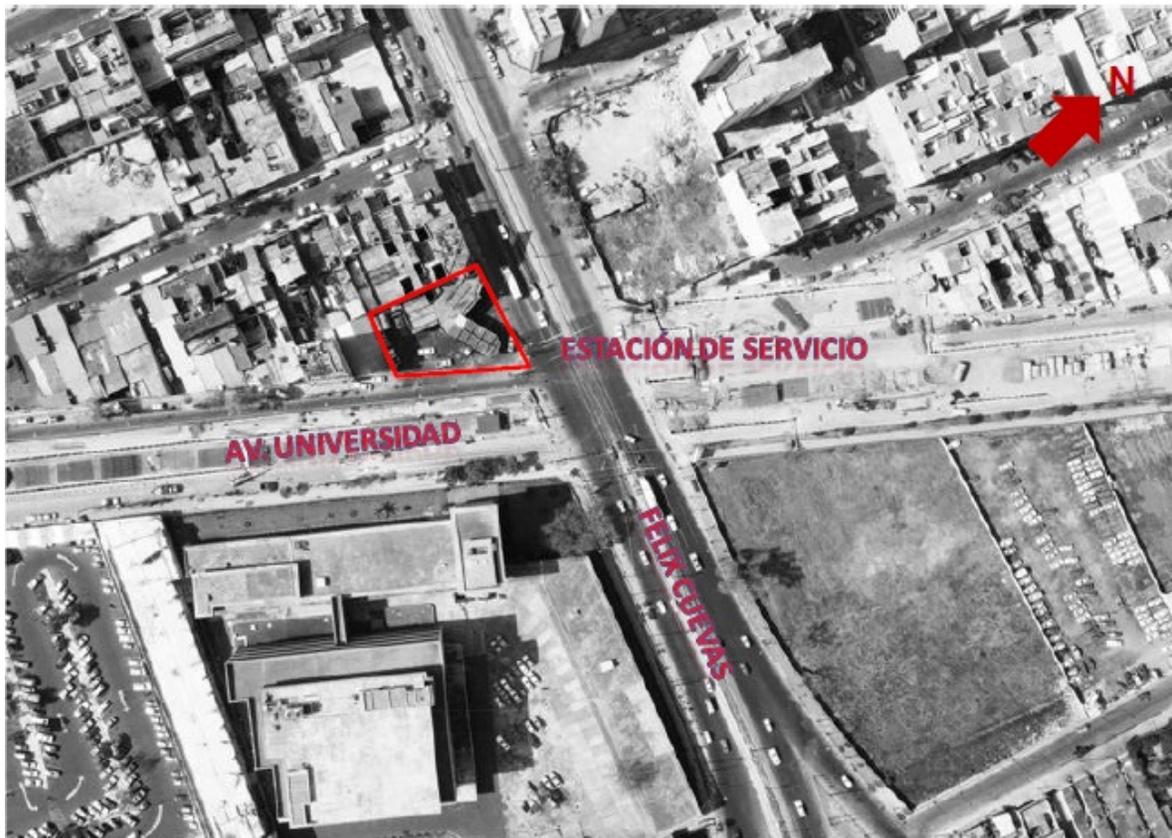
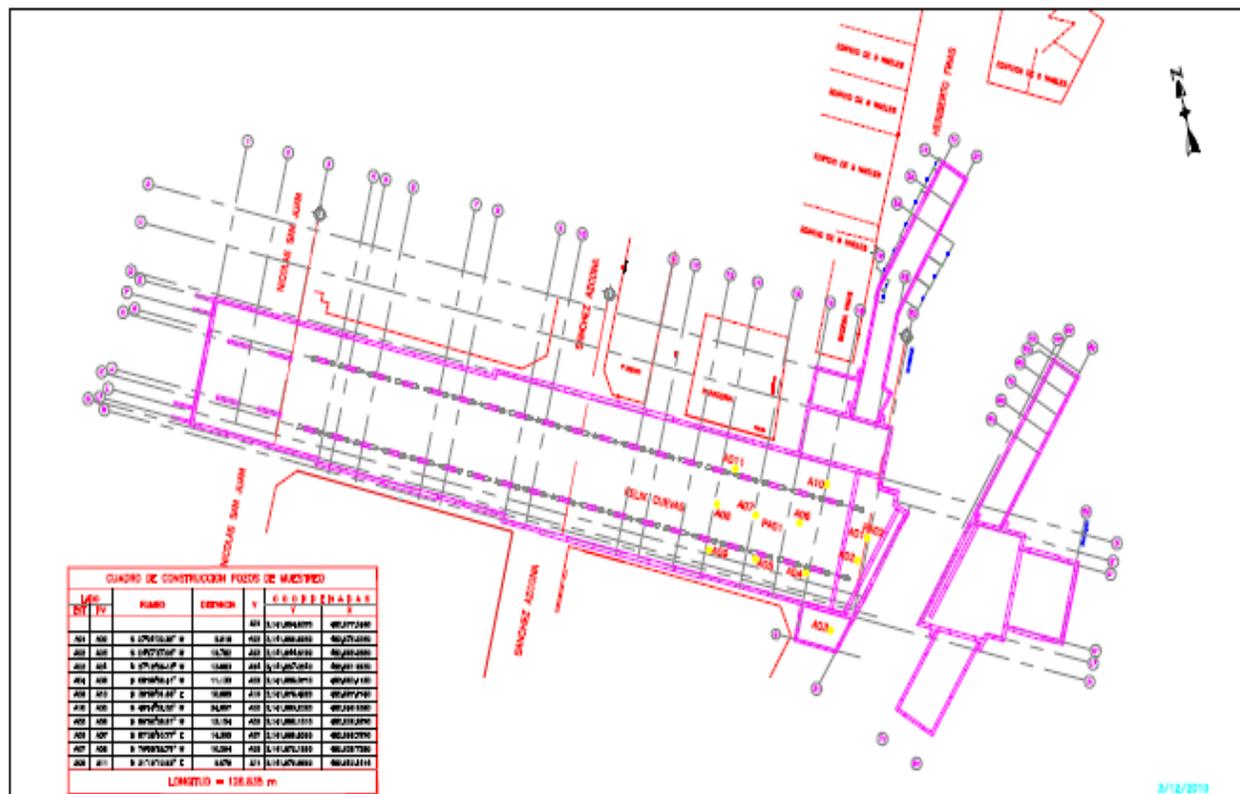


Figura No. 19 Fotografía aérea del sitio de interés, donde se muestra la existencia de una estación de servicio al año

La investigación anterior se desarrolló con la finalidad de obtener información básica para ubicar los puntos de muestreo en sitios que nos puedan ofrecer la mejor fuente de datos para realizar la “CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN POR HIDROCARBUROS, EN EL TRAZO DE LA LÍNEA 12 DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO, AV. FÉLIX, CUEVAS, ESQUINA AV. UNIVERSIDAD, COLONIA SANTA CRUZ ATOYAC, C. P. 03310, MÉXICO D.F.” A todos los sondeos se les asignaron coordenadas geográficas en Unidades Transversas de Mercator (UTM), mediante el apoyo de una estación total Trimble serie 5000.



Se realizó un total de 11 sondeos los cuales se efectuaron de forma manual en terreno natural, las muestras (31) se tomaron considerando la superficie asignada originalmente a este proyecto y en particular las áreas que presentaron evidencia o rastros de posible contaminación, según se indica en la siguiente tabla:

Tabla No. 19 Identificación de los pozos de muestreo.

No.	Identificación muestra	Profundidades (metros)	Coordenadas		Fecha de muestreo
			X	Y	
1	P1-2.0	2.0	482677.54	2141864.80	02-Dic-2010
2	P2-2.0	2.0	482675.03	2141859.09	02-Dic-2010
3	P3-2.0	2.0	482668.08	2141844.61	02-Dic-2010
4	P4-2.0	2.0	482661.69	2141857.05	02-Dic-2010
5	P5-2.0	2.0	482648.83	2141880.23	02-Dic-2010
6	P6-2.0	2.0	482660.11	2141868.07	02-Dic-2010
7	P7-2.0	2.0	482648.76	2141869.80	03-Dic-2010
8	P8-2.0	2.0	482638.73	2141872.12	03-Dic-2010
9	P9-2.0	2.0	482636.88	2141562.15	03-Dic-2010
10	P10-2.0	2.0	482667.17	2141876.49	03-Dic-2010
11	P11-3.00	3.00	482643.44	2141879.88	03-Dic-2010

Fuente: elaborado por Gaan Consultores, S.A. de C. V., con datos de campo, 2010.



Tomando en consideración los resultados emitidos en el estudio previo a la caracterización, e información proporcionada por el grupo de ingeniería a cargo del proyecto, se definieron los puntos de sondeo y el número de muestras para los siguientes parámetros:

- Hidrocarburos Fracción pesada (31)
- Hidrocarburos fracción media (31)
- Hidrocarburos fracción ligera (31)
- Hidrocarburos poliaromáticos (31)
- Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos (suma de isómeros) (31)

Paralelamente se designaron también los sitios (2) en que se obtuvieron muestras de agua para determinar hidrocarburos fracción ligera, media y pesada.

Cabe hacer mención que la ubicación de estos puntos de muestreo obedece a un proceso de selección el cual ha estado apoyado en datos y mediciones de campo, que permiten dirigir dicho muestreo para obtener la mayor información posible que nos permita obtener resultados con poco margen de error. De manera adicional esta información fue consensada entre las diversas instancias y dependencias gubernamentales involucradas en la problemática señalada.



Figura No. 20 Rompimiento de la carpeta asfáltica y concreto hidráulico.

MUESTREO DE SUELO EN POZOS.

Previo al inicio de las actividades de perforación se colocaron señalamientos de seguridad en el área de trabajo y se verificó que el personal técnico y operativo portara su equipo de protección personal, conformado por casco resistente a impactos, ropa de algodón, calzado provisto de protección frontal, chaleco con cintas reflejantes y guantes de carnaza, conforme lo establece la Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS- 2008 equipo de protección personal selección, uso y manejo en los centros de trabajo.

Una vez que se definieron los puntos de muestreo se procedió a realizar el marcado para continuar con la apertura preliminar de los pozos, la cual consistió básicamente en el rompimiento de la carpeta asfáltica y concreto hidráulico mediante el uso de un equipo Bobcat modelo 337 y posteriormente con herramienta manual consistente en palas, picos y barretas.

Previo y durante los trabajos relacionados con el uso de maquinaria especialmente, se tuvo cuidado en regar constantemente el área de trabajo y sus zonas colindantes con agua tratada, a fin de evitar la generación de partículas de polvo que en determinado momento pudiesen causar molestias a la población circundante.



Figura No. 21 Regado de agua en área de trabajo.

Las muestras se tomaron a tres profundidades (2.0, 3.0 y 5.0 m), basadas en los acuerdos tomados con las diferentes instancias involucradas y manifestadas en la propuesta de estrategia de muestreo presentada ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) mediante el oficio No. DGP-DEX-360/10 con fecha de recibo por la autoridad ambiental del 08 de noviembre de 2010, según consta del documento. Los días 02 y 03 del mes de diciembre de 2010 se efectuaron los trabajos correspondientes para la obtención de 31 muestras de suelo y subsuelo distribuidas en 11 pozos de muestreo, conforme se plasma en la tabla siguiente.



Tabla No. 20. Ubicación de los sondeos y datos generales de las muestras tomadas.

No.	Identificación muestra	Profundidades (metros)	Coordenadas		Hora de muestreo	Fecha de muestreo
			X	Y		
1	P1-2.0	2.0	482677.54	2141864.80	12:07	02-Dic-2010
2	P1-3.37	3.37			12:37	02-Dic-2010
3	P1-5.0	5.0			13:39	02-Dic-2010
4	P2-2.0	2.0	482675.03	2141859.09	12:55	02-Dic-2010
5	P2-3.0	3.0			13:29	02-Dic-2010
6	P2-5.0	5.0			14:10	02-Dic-2010
7	P3-2.0	2.0	482668.08	2141844.61	14:00	02-Dic-2010
8	P3-3.0	3.0			14:40	02-Dic-2010
9	P3-5.0	5.0			15:06	02-Dic-2010
10	P4-2.0	2.0	482661.69	2141857.05	15:17	02-Dic-2010
11	P4-3.0	3.0			15:30	02-Dic-2010
12	P4-5.0	5.0			16:55	02-Dic-2010
13	P5-2.0	2.0	482648.83	2141880.23	17:30	02-Dic-2010
14	P5-3.0	3.0			17:37	02-Dic-2010
15	P5-5.0	5.0			18:06	02-Dic-2010
16	P6-2.0	2.0	482660.11	2141868.07	16:23	02-Dic-2010
17	P6-3.0	3.0			16:36	02-Dic-2010
18	P6-5.0	5.0			17:14	02-Dic-2010
19	P7-2.0	2.0	482648.76	2141869.80	10:09	03-Dic-2010
20	P7-3.0	3.0			10:23	03-Dic-2010
21	P7-5.0	5.0			11:05	03-Dic-2010
22	P8-2.0	2.0	482638.73	2141872.12	10:32	03-Dic-2010
23	P8-3.0	3.0			10:50	03-Dic-2010
24	P8-5.0	5.0			11:18	03-Dic-2010
25	P9-2.0	2.0	482636.88	2141562.15	11:52	03-Dic-2010
26	P9-3.0	3.0			12:26	03-Dic-2010
27	P9-5.0	5.0			13:00	03-Dic-2010
28	P10-2.0	2.0	482667.17	2141876.49	11:59	03-Dic-2010
29	P10-3.0	3.0			12:26	03-Dic-2010

FUENTE: Elaborado por Gaan Consultores, S.A. de C.V., 2010.

El procedimiento para el muestreo en pozos incluyó la extracción de la muestra del nucleador en el caso de las muestras para BTEXe hidrocarburos fracción ligera a 2.0 m; para la segunda (3.0 m) y tercera (5.0 m) profundidad se utilizó *hand auger* ya que la muestra presentaba mucha humedad y no se anclaba al nucleador.

Se utilizaron guantes desechables de plástico, depositando las muestras de suelo provenientes del *hand auger* en frascos de clase OA/QC de aproximadamente 250 gramos de capacidad, los cuales están elaborados de cristal borosilicatado y lavados previamente mediante vapor para evitar posibles vectores de contaminación externa.



La muestra se comprimió en el frasco de tal manera que se generara el menor número posible de cámaras de aire que fomentaran la pérdida de los compuestos volátiles. Adicionalmente para la toma de muestras para la determinación de hidrocarburos fracción ligera, se utilizaron recipientes independientes.



Figura No. 22 Toma de muestra mediante nucleador

El procedimiento de muestreo requirió de la limpieza del material entre perforación y perforación, por lo que éste se realizó de la siguiente manera:

- Lavado con detergente biodegradable y libre de fosfatos.
- Enjuague con agua.
- Enjuague con agua destilada.

Las muestras de suelo se preservaron en hielo a 4 °C para su transportación y envío para su análisis en el laboratorio *Intertek Testing Services*, el cual cuenta con acreditación de la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) **Anexo No. 2**.

A fin de asegurar el control en el manejo de las muestras tomadas, se emplearon cadenas de custodia. En ellas se describen los datos generales del cliente, un número



clave de laboratorio, la identificación de la muestra, el origen de cada muestra, la fecha y hora de muestreo, la forma de preservación de cada una de las muestras, el área analítica que se encargó del tipo de análisis, los parámetros solicitados, así como el cuadro de firmas de las personas encargadas de su seguimiento hasta el personal encargado directo de su análisis.



Figura No. 23 Conservación de muestras para su transportación al laboratorio

En la etiqueta de identificación de cada muestra se incluyó el número de muestra, fecha y hora de recolección, punto de muestreo y nombre del técnico que lo realizó. Las muestras de suelo y subsuelo se conservaron de acuerdo con la normatividad mexicana de referencia y con el método de análisis a utilizar, según se indica en la siguiente tabla.

Tabla No. 21 Métodos de preservación para las muestras de suelo tomadas.

Parámetro	Preservación	Tipo de muestra	Recipiente para muestra
Hidrocarburos fracción ligera	4°C	SUELO	Vidrio transparente 125 mL,
BTEX's	4°C	SUELO	Vidrio transparente 125 mL,
Hidrocarburos fracción media	4° C	SUELO	Vidrio transparente 125 mL,
HAP's	4 °C	SUELO	Vidrio transparente 125 mL
Hidrocarburos fracción pesada	4° C	SUELO	Vidrio transparente 125 mL,
Fisicoquímicos	4°C	SUELO	Bolsas Ziploc 1 Kg.
Microbiológicos	4°C	SUELO	Bolsas Ziploc 1 Kg.



FUENTE: Elaborado por Gaan Consultores, S.A. de C.V., 2010.

Cabe mencionar que las actividades relacionadas con el muestreo de suelo y subsuelo estuvieron inspeccionadas por personal representante de la PROFEPA, de acuerdo a lo establecido en el Acta de Inspección No. 09-003-0017/10 con orden de inspección PFFPA/3912/000799/10.

ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELO.

Las muestras de suelo y subsuelo obtenidas fueron evaluadas por el laboratorio *Intertek Testing Services* para la determinación de hidrocarburos totales del petróleo fracción pesada, media y ligera, HAP's y BTEX's.

MUESTREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.

Con base la determinación del número y sitios de muestreo propuesto por el panel interinstitucional, se realizó la toma de dos muestras de agua subterránea. En la siguiente tabla se indica la ubicación de los pozos y sondeos para muestreo de agua.



Figura No. 24 Toma de muestra de agua subterránea mediante bailer



Tabla No. 22. *Identificación de muestras para agua de pozo.*

Identificación muestra	Coordenada X	Coordenada Y	Hora	Fecha
PA-1	482653.71	2141868.65	11:37	03-Dic-2010
PA-2	482675.03	2141859.09	12:13	03-Dic-2010

FUENTE: Elaborado por Gaan Consultores, S.A. de C.V., 2010.

Las muestras de agua se preservaron de acuerdo con la normatividad mexicana de referencia y con el método de conservación, según se indica en la siguiente tabla.

Tabla No. 23 *Métodos de preservación para las muestras de agua tomadas.*

Parámetro	Preservación	Tipo de muestra	Recipiente para muestra
Hidrocarburos fracción ligera	4° C	AGUA	Frasco de vidrio 1,000 ml
Hidrocarburos fracción ligera	4° C	AGUA	Frasco de vidrio 1,000 ml
Hidrocarburos fracción media	4° C	AGUA	Frasco de vidrio 1,000 ml
HAP's	4° C	AGUA	Vial 40 ml
BTEX's	4° C	AGUA	Vial 40 ml

FUENTE: Elaborado por Gaan Consultores, S.A. de C.V., 2010

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE MUESTRAS DE SUELO.

Simultáneamente a la determinación de la ubicación de los pozos de muestreo, también se definió el punto donde se realizó la toma de muestra para conocer las características fisicoquímicas del sitio, mediante la evaluación de núcleos de suelo. Para tal fin se tomó una muestra en el área seleccionada, según se indica en la siguiente tabla. Dicha muestra fue enviada para su análisis al laboratorio de calidad de agua y residuos de la Universidad Autónoma Metropolitana.



Tabla No. 24 Identificación de las muestras de suelo para caracterización físicoquímica.

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO						
Identificación muestra	Coordenada X	Coordenada Y	Hora	Fecha	Profundidad (m)	Observaciones
FQ-1.00	482632.91	2141863.39	14:15	06-Dic-2010	1.00	Suelo contaminado

FUENTE: Elaborado por Gaan Consultores, S.A. de C.V., 2010

Los parámetros físicoquímicos evaluados son los indicados en la siguiente tabla, de manera adicional se cita el método de análisis empleado.

Tabla No. 25 Parámetros y métodos de análisis para las características físicoquímicas del suelo.

PARÁMETRO	MÉTODO
Contenido de materia orgánica	Walkey y Black
Contenido de Humedad del suelo	Gravimétrico
Por ciento de fracción mineral	Por cálculo
Determinación de Textura del suelo	Hidrómetro de Bouyoucos
Conductividad hidráulica (permeabilidad vertical)	Permeámetro de carga constante
Porosidad	Por cálculo
Determinación de Porcentaje de saturación	Pasta de saturación y gravimétrico
pH	Potenciométrico relación suelo agua 1:2 y EPA 9045
Densidad real	Método Picnómetro
Densidad aparente	Método de la probeta
Capacidad De intercambio catiónico	Acetato de amonio 1.0N pH 7.0 centrifugación
N-Nitratos	Extracción con cloruro de potasio 2N y determinación por reducción con aleación de devarda
Cloruros	Volumetría de nitrato de plata en el extracto de la pasta
Sulfatos	Turbidimetría de cloruro de bario en el extracto de la pasta
Fósforo	Extracción de muestra para determinación de micronutrientes
Capacidad de campo	Membrana y olla de presión

FUENTE: Elaborado por Gaan Consultores, S.A. de C.V., 2010

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE DAÑOS AMBIENTALES.

La identificación y evaluación de los daños ambientales se lleva a cabo con la finalidad de verificar la posible afectación de los recursos naturales así como a las actividades humanas en el sitio y en áreas circundantes al mismo, pero sus alcances son limitados,



ya que no es del todo representativa por no completar ciclos anuales o al menos estaciones lluviosas y de sequía.

Las imágenes mostradas serán referenciadas en el **Anexo No. 3**



IV. RESULTADOS Y SU EVALUACIÓN.

Con base en las actividades realizadas durante los trabajos de campo, así como en los resultados del laboratorio del análisis de las muestras de suelo y agua subterránea (**Anexo No. 2**), se presentan los siguientes resultados y gráficas:

ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE SUELO Y SUBSUELO.

En las tablas siguientes se presentan los resultados de las determinaciones analíticas realizadas a las muestras de suelo y subsuelo.

Resultados para la evaluación de hidrocarburos fracción ligera

De acuerdo a lo indicado en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 el suelo y subsuelo se analizaron para determinar la concentración de hidrocarburos fracción ligera por el método EPA 8015B los resultados se compararon con los LMP para uso de suelo residencial. En la tabla siguiente se presentan los resultados de dichos análisis realizados a las muestras de suelo y subsuelo.



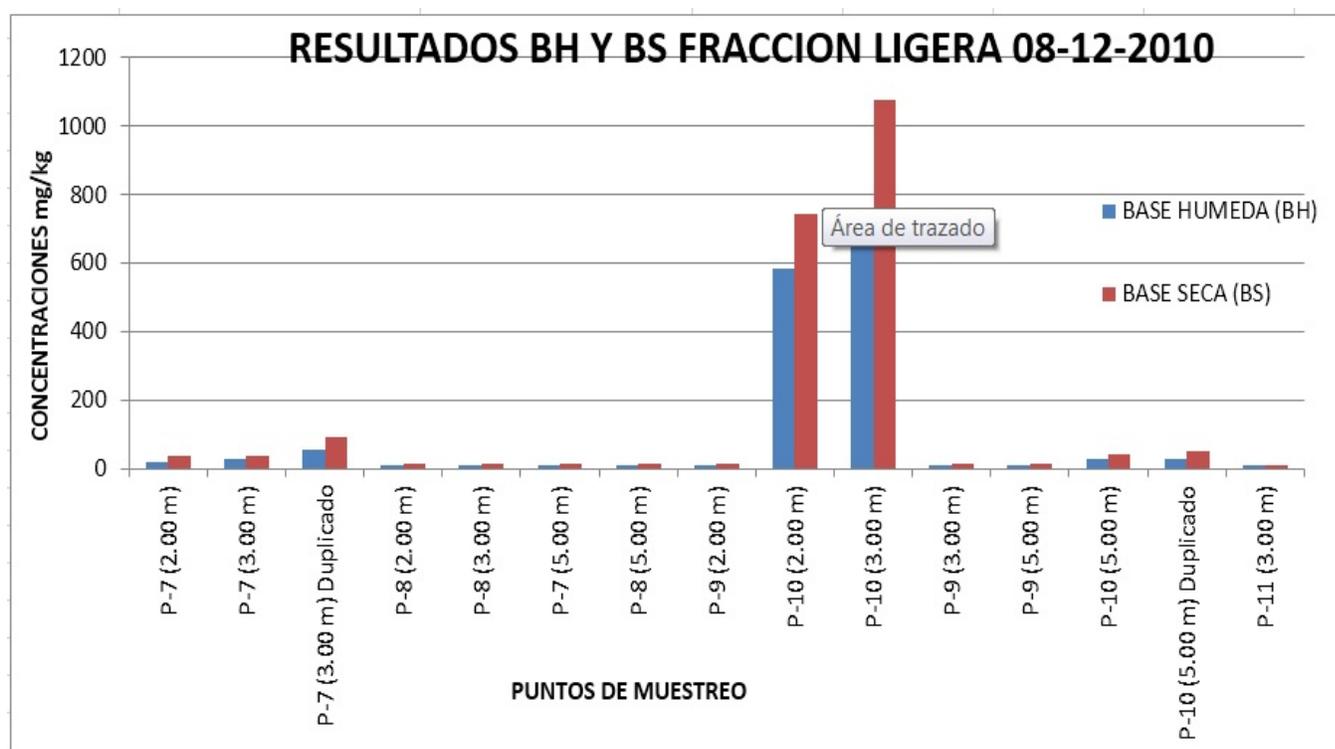
Tabla No. 26 Resultados para el parámetro Hidrocarburos Fracción Ligera (HCFL).

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINACIÓN EN SUELOS HCFM FRACCIÓN LIGERA: 200.00 mg/kg			
MUESTRA	COORDENADA		HCFL(mg/kg) (Base seca)
	X	Y	
P1-2.00			755.43
P1-3.37	482677.54	2141864.80	79.4
P1-5.00			79.4
P2-2.00			482675.03
P2-3.00	1,510.13		
P2-5.00	111.11		
P3-2.00	482668.08	2141844.61	633.28
P3-3.00			834.05
P3-5.00			93.38
P4-2.00	482661.69	2141857.05	15.85
P4-3.00			42.00
P4-3.00(DUPLICADO)			28.92
P4-5.00			<13.41
P5-2.00	482648.83	2141880.23	17.35
P5-3.00			90.12
P5-5.00			<12.73
P6-2.00	482660.11	2141868.07	146.70
P6-3.00			539.65
P6-5.00			30.47
P7-2.00	482648.76	2141869.80	36.35
P7-3.00			39.81
P7-3.00 (DUPLICADO)			90.5
P7-5.00			15.55
P8-2.00	482638.73	2141872.12	<14.75
P8-3.00			<14.75
P8-5.00			<13.39
P9-2.00	482636.88	2141562.15	<13.39
P9-3.00			16.88
P9-5.00			<15.39
P10-2.00	482667.17	2141876.49	741.93
P10-3.00			1,075.03
P10-5.00			42.17
P10-5.00 (DUPLICADO)			50.10
P11-3.00	482643.44	2141879.88	<12.87



De acuerdo a los resultados derivados del análisis de las muestras de suelo para la determinación de hidrocarburos fracción ligera se tiene que las muestras identificadas como P1-2.00 (755.43 mg/kg), P2-3.00 (1,510.13 mg/kg), P3-2.00 (633.28 mg/kg), P3-3.00 (834.05 mg/kg), P6-3.00 (539.65 mg/kg), P10-2.00 (741.93 mg/kg) y P10-3.00 (1,075 mg/kg) sobrepasan el LMP establecido en la NOM-138- SEMARNAT/SS-2003 de 200 mg/kg para uso de suelo residencial.

GRAFICAS DE RESULTADOS DE FRACCION LIGERA



Resultados para la evaluación de hidrocarburos fracción media

De acuerdo a lo indicado en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 el suelo y subsuelo se analizaron para determinar la concentración de hidrocarburos fracción media por el método EPA 8015B, los resultados se compararon con los LMP para uso de suelo residencial. En la tabla siguiente se presentan los resultados de dichos análisis realizados a las muestras de suelo y subsuelo.



Tabla No. 27 Resultados de los análisis para el parámetro Hidrocarburos Fracción Media (HCFM).

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINACIÓN EN SUELOS HCFM FRACCIÓN MEDIA: 1,200.00 mg/kg			
MUESTRA	COORDENADA		HCFM (mg/kg) (Base seca)
	X	Y	
P1-2.00	482677.54	2141864.80	125.55
P1-3.37			89.55
P1-5.00			<72.97
P2-2.00	482675.03	2141859.09	<69.49
P2-3.00			242.65
P2-5.00			<74.72
P3-2.00	482668.08	2141844.61	<63.54
P3-3.00			<77.06
P3-5.00			<73.31
P4-2.00	482661.69	2141857.05	<60.34
P4-3.00			<61.13
P4-3.00(DUPLICADO)			<64.59
P4-5.00			<66.91
P5-2.00	482648.83	2141880.23	<69.49
P5-3.00			<67.39
P5-5.00			<63.45
P6-2.00	482660.11	2141868.07	<33.05
P6-3.00			<64.68
P6-5.00			<68.08
P7-2.00	482648.76	2141869.80	<71.51
P7-3.00			<69.49
P7-3.00 (DUPLICADO)			<30.71
P7-5.00			<68.65
P8-2.00	482638.73	2141872.12	<29.59

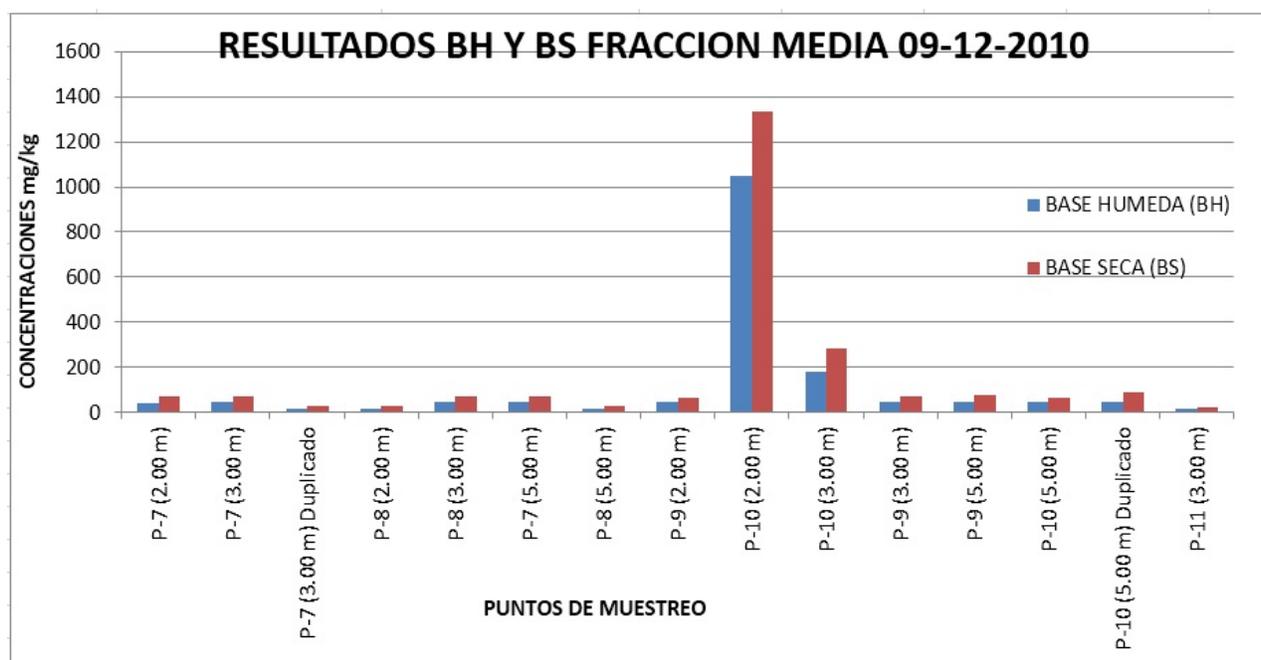
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINACIÓN EN SUELOS HCFM FRACCIÓN MEDIA: 1,200.00 mg/kg			
MUESTRA	COORDENADA		HCFM (mg/kg) (Base seca)
	X	Y	
P8-3.00	482636.88	2141562.15	<72.74
P8-5.00			<26.71
P9-2.00			<66.67
P9-3.00	482667.17	2141876.49	<71.41
P9-5.00			<74.22
P10-2.00			1,335.03
P10-3.00	482643.44	2141879.88	286.44
P10-5.00			<67.29
P10-5.00 (DUPLICADO)			<88.45
P11-3.00			<23.98

FUENTE: Elaborado por Gaan Consultores, S.A. de C.V. con datos de laboratorio Intertek Testing Services, 2010
LMP: Límites Máximos Permisibles establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 para uso residencial



De acuerdo a los resultados derivados del análisis de las muestras de suelo para la determinación de hidrocarburos fracción media se tiene que la muestra identificada como P10-2.00 (1,335.03 mg/kg) presenta valores por encima del LMP establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 de 1,200 mg/kg.

GRAFICAS DE RESULTADOS DE FRACCION MEDIA



Resultados para la evaluación de hidrocarburos fracción pesada

De acuerdo a lo indicado en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 el suelo y subsuelo se analizaron para determinar la concentración de hidrocarburos fracción pesada por el método EPA 9071B, los resultados se compararon con los LMP para uso de suelo residencial. En las tablas siguientes se presentan los resultados de dichos análisis realizados a las muestras de suelo y subsuelo.



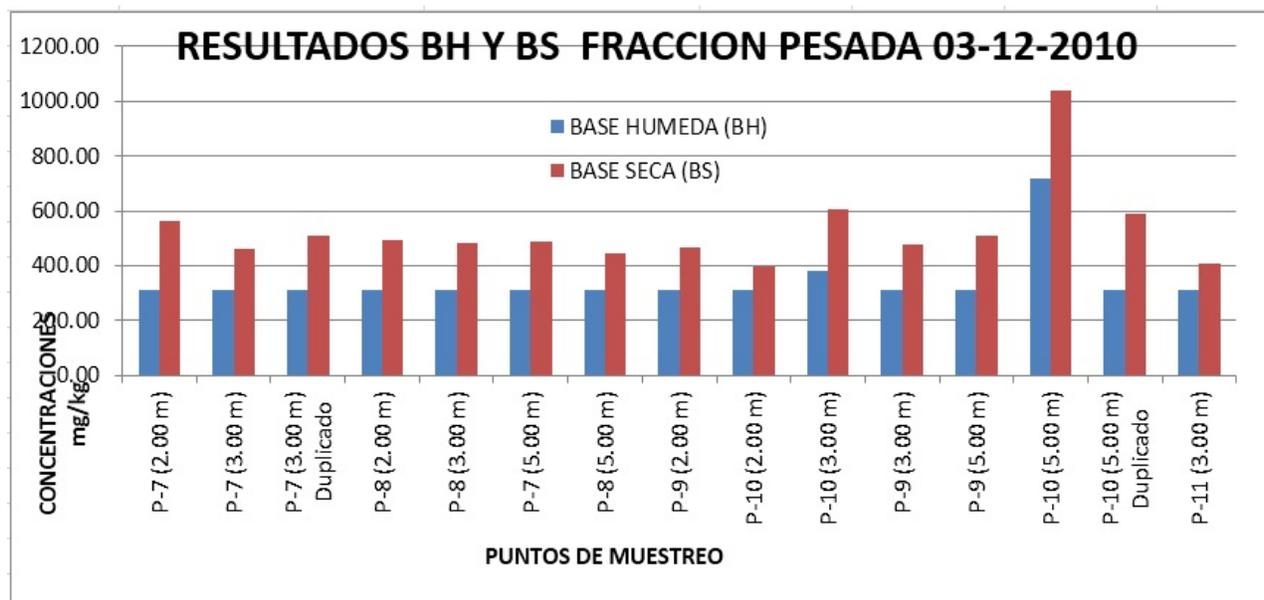
Tabla No. 28 Resultados para el parámetro Hidrocarburos Fracción Pesada (HCFP)

LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINACION EN SUELOS HCFP FRACCION PESADA: 3,000.00 mg/kg			
MUESTRA	COORDENADA		HCFP (mg/kg) (Base seca)
	X	Y	
P1-2.00	482677.54	2141864.80	<460.12
P1-3.37			<392.32
P1-5.00			<486.72
P2-2.00	482675.03	2141859.09	<463.54
P2-3.00			<497.60
P2-5.00			<498.40
P3-2.00	482668.08	2141844.61	<423.81
P3-3.00			<514.03
P3-5.00			<489.01
P4-2.00	482661.69	2141857.05	<402.45
P4-3.00			<407.72
P4-3.00(DUPLICADO)			1,217.15
P4-5.00			<446.28
P5-2.00	482648.83	2141880.23	2,113.10
P5-3.00			<449.49
P5-5.00			<423.23
P6-2.00	482660.11	2141868.07	<441.84
P6-3.00			<431.44
P6-5.00			<454.08
P7-2.00	482648.76	2141869.80	<565.34
P7-3.00			<463.54
P7-3.00 (DUPLICADO)			<511.49
P7-5.00			<488.24
P8-2.00	482638.73	2141872.12	<492.88
P8-3.00			<485.20
P8-5.00			<445.00
P9-2.00	482636.88	2141562.15	<467.72
P9-3.00			<476.30
P9-5.00			<511.49
P10-2.00	482667.17	2141876.49	<396.82
P10-3.00			606.06
P10-5.00			1,037.46
P10-5.00 (DUPLICADO)			<589.96
P11-3.00	482643.44	2141879.88	<408.26



De acuerdo a los resultados derivados del análisis de las muestras de suelo para la determinación de hidrocarburos fracción pesada se tiene que ninguna de las muestras analizadas sobrepasa el LMP establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 3, 000 mg/kg para uso de suelo residencial.

GRAFICAS DE RESULTADOS DE FRACCION PESADA



Resultados para la evaluación de BTEX's

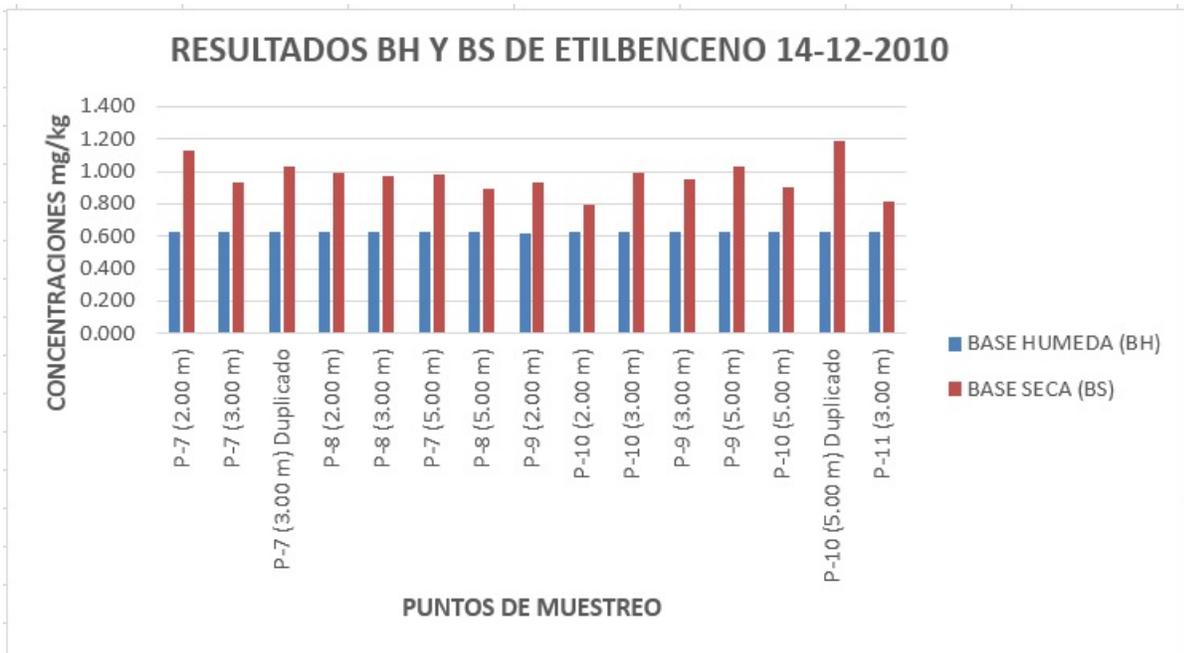
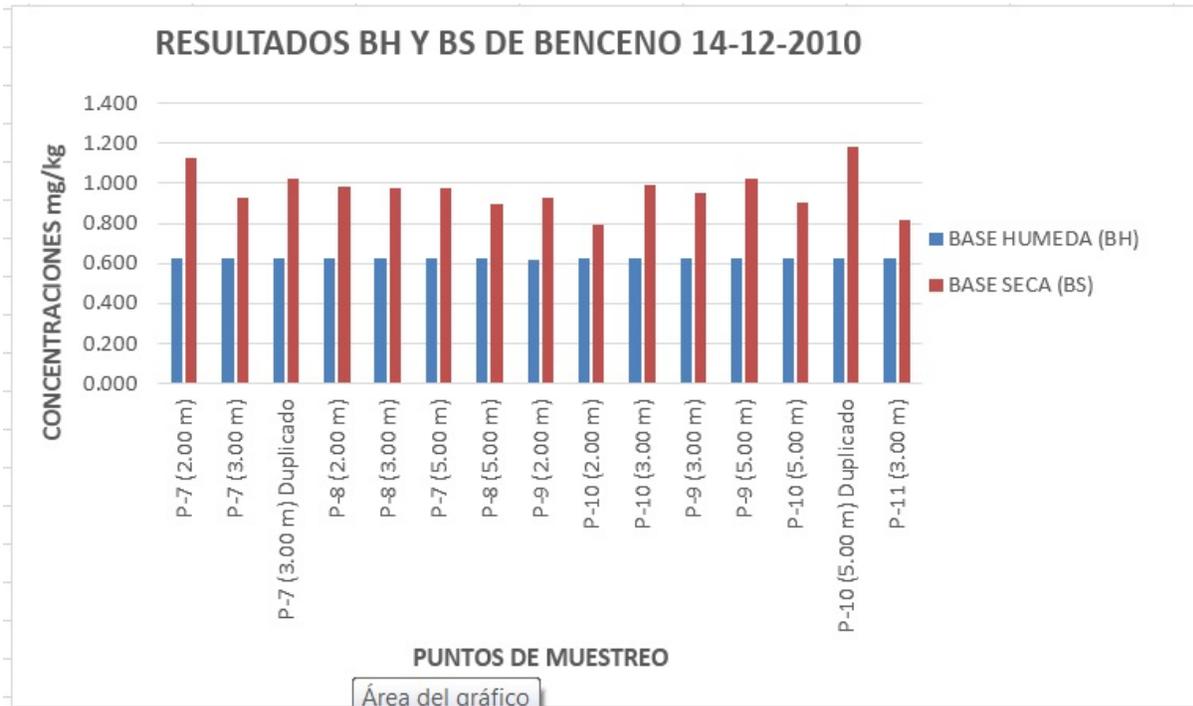
De acuerdo a lo indicado en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 el suelo y subsuelo se analizaron para determinar la concentración de: benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos (suma de isómeros) por el método 8260B 1996, los resultados se compararon con los LMP para uso de suelo residencial. En la tabla siguiente se presentan los resultados de dichos análisis aplicados a las muestras de suelo y subsuelo.

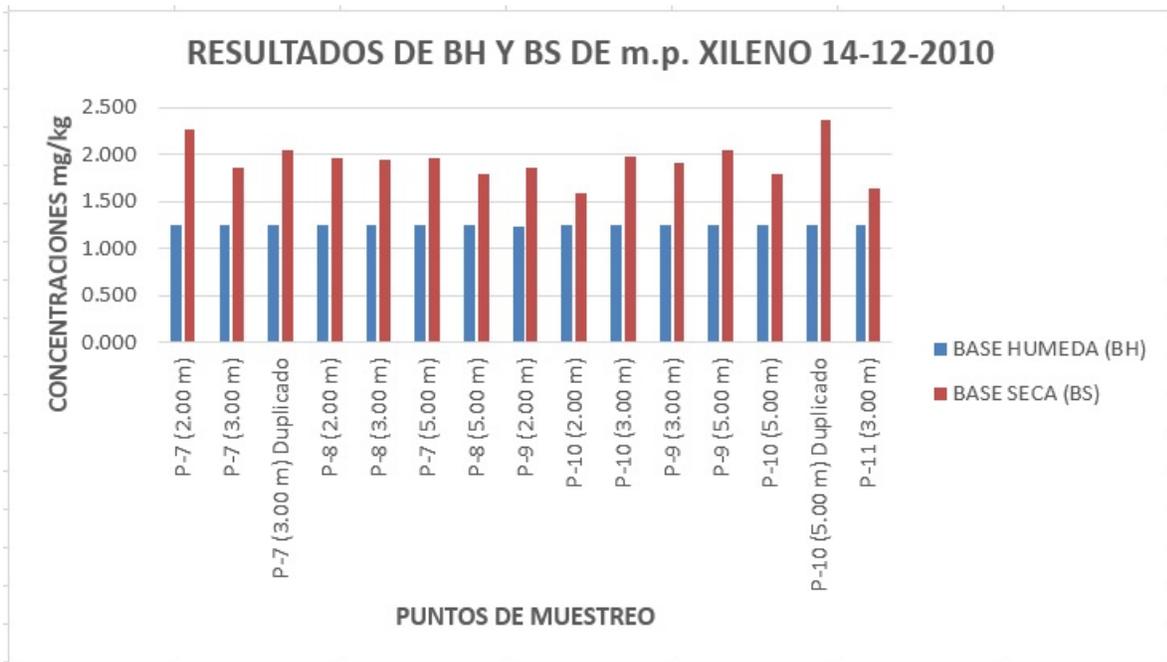
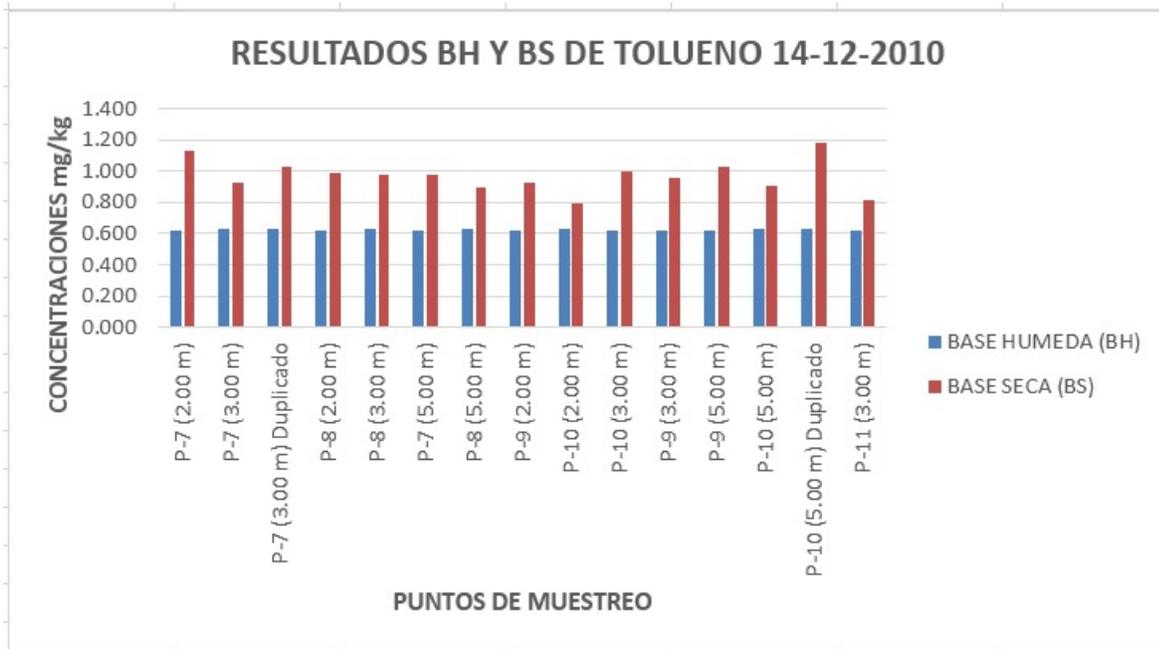


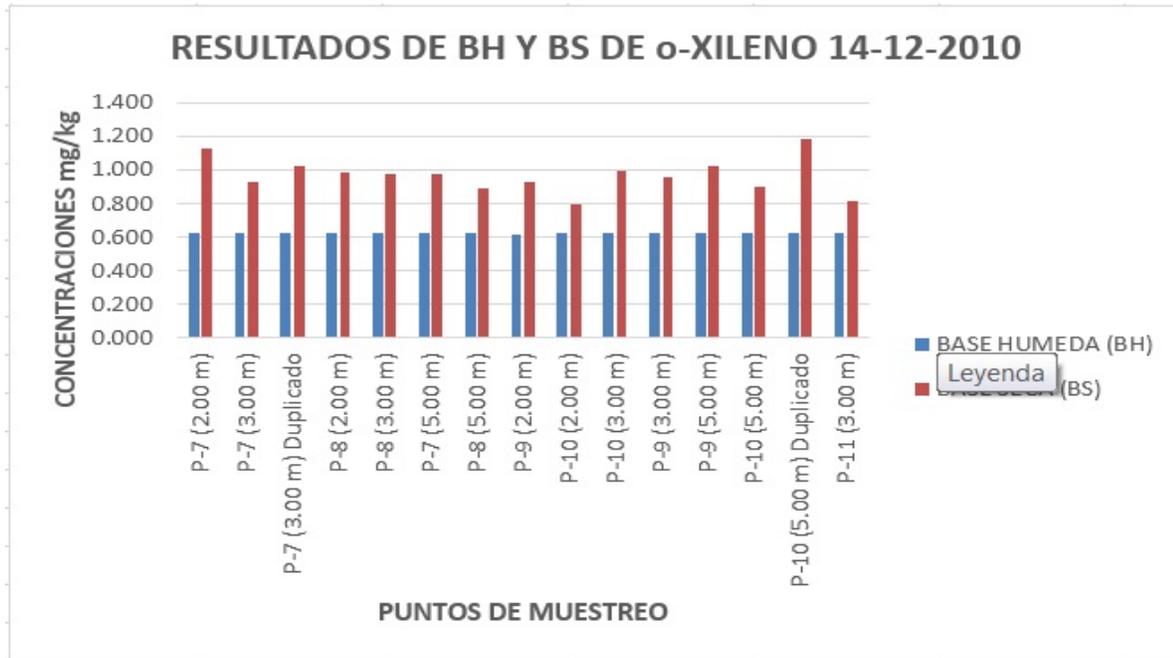
Tabla No. 29 Resultados para, benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos (BTEX's).

COMPUESTO	Benceno	Etilbenceno	Tolueno	m, p Xileno	O Xileno	Total de BTEX
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	(6 mg/kg)	(10 mg/kg)	(40 mg/kg)	(40 mg/kg)		
P1-2.00	<0.92	<0.92	<0.92	<1.84	<0.92	ND
P1-3.37	<0.78	<0.78	<0.78	<1.54	<0.78	ND
P1-5.00	<0.99	<0.99	<0.99	<1.95	<0.97	ND
P2-2.00	<0.93	<0.93	<0.93	<1.86	<0.93	ND
P2-3.00	<0.99	<0.99	<0.99	<1.99	<0.99	ND
P2-5.00	<0.99	<0.99	<0.99	<1.99	<0.99	ND
P3-2.00	<0.85	<0.85	<0.85	<1.70	<0.85	ND
P3-3.00	<1.03	<1.03	<1.03	<2.05	<1.03	ND
P3-5.00	<0.98	<0.98	<0.98	<1.96	<0.98	ND
P4-2.00	<0.80	<0.80	<0.80	<1.61	<0.80	ND
P4-3.00	<0.81	<0.81	<0.81	<1.63	<0.81	ND
P4-3.00(DUPLICADO)	<0.86	<0.86	<0.86	<1.72	<0.86	ND
P4-5.00	0.89	0.89	<0.89	1.79	0.89	ND
P5-2.00	<0.93	<0.93	<0.93	<1.86	<0.93	ND
P5-3.00	<0.90	<0.90	<0.90	<1.80	<0.90	ND
P5-5.00	<0.84	<0.84	<0.84	<1.69	<0.84	ND
P6-2.00	<0.88	<0.88	<0.88	<1.76	<0.88	ND
P6-3.00	<0.86	<0.86	<0.86	<1.73	<0.86	ND
P6-5.00	<0.90	<0.90	<0.90	<1.81	<0.90	ND
P7-2.00	<1.13	<1.13	<1.13	<2.26	<1.31	ND
P7-3.00	<0.93	<0.93	<0.93	<1.86	<0.93	ND
P7-3.00 (DUPLICADO)	<1.02	<1.02	<1.02	<2.05	<1.02	ND
P7-5.00	<0.97	<0.97	<0.97	<1.95	<0.97	ND
P8-2.00	<0.98	<0.98	<0.98	<1.97	<0.97	ND
P8-3.00	<0.97	<0.97	<0.97	<1.94	<0.97	ND
P8-5.00	0.89	0.89	<0.89	<1.79	<0.89	ND
P9-2.00	<0.92	<0.92	<0.92	<1.85	<0.92	ND
P9-3.00	<0.95	<0.95	<0.95	<1.90	<0.95	ND
P9-5.00	<1.02	<1.02	<1.02	<2.04	<1.02	ND
P10-2.00	<0.79	<0.79	<0.79	<1.59	<0.79	ND
P10-3.00	<0.99	<0.99	<0.99	<1.98	<0.99	ND
P10-5.00	<0.90	<0.90	<0.90	<1.80	<0.90	ND
P10-5.00 (DUPLICADO)	<1.18	<1.18	<1.18	<2.36	<1.18	ND
P11-3.00	<0.81	<0.81	<0.81	<1.63	<0.81	ND

FUENTE: Elaborado por Gaan Consultores, S.A. de C.V. con datos de laboratorio Intertek Testing Services, 2010.
LMP: Límites Máximos Permisibles establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 para uso residencial







En base a los resultados de laboratorio emitidos para la determinación de BTEX^{ns} se tiene que ninguna de las muestras analizadas sobrepasa el Límite Máximo Permisible establecido en la NOM- 138-SEMARNAT/SS-2003.

Resultados para la evaluación de HAP's

De acuerdo a lo indicado en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 el suelo y subsuelo se analizaron para determinar la concentración de Hidrocarburos poliaromáticos (HAP^{ns}) por el método EPA 8270C 1996, los resultados se compararon con los LMP para uso de suelo residencial. En la tabla siguiente se presentan los resultados de dichos análisis realizados a las muestras de suelo y subsuelo.



Tabla No. 30 Resultados para el parámetro Hidrocarburos Poliarmáticos (HAP'S).

COMPUESTO	Benzo (a) antraceno	Benzo (a) pireno	Benzo (b) fluoranteno	Benzo (k) Fluoranteno	Dibenzo (a, h) antraceno	Indeno (1, 2, 3-cd) pireno
LMP	2 mg/kg	2 mg/kg	2 mg/kg	8 mg/kg	2 mg/kg	2 mg/kg
P1-2.00	<0.49	<0.49	<0.49	<0.49	<0.49	<0.49
P1-3.37	<0.41	<0.41	<0.41	<0.41	<0.41	<0.41
P1-5.00	<0.52	<0.52	<0.52	<0.52	<0.52	<0.52
P2-2.00	<0.49	<0.49	<0.49	<0.49	<0.49	<0.49
P2-3.00	<0.53	<0.53	<0.53	<0.53	<0.53	<0.53
P2-5.00	<0.53	<0.53	<0.53	<0.53	<0.53	<0.53
P3-2.00	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45
P3-3.00	<0.55	<0.55	<0.55	<0.55	<0.55	<0.55
P3-5.00	<0.52	<0.52	<0.52	<0.52	<0.52	<0.52
P4-2.00	<0.43	<0.43	<0.43	<0.43	<0.43	<0.43
P4-3.00	<0.43	<0.43	<0.43	<0.43	<0.43	<0.43
P4-3.00(DUPLICADO)	<0.46	<0.46	<0.46	<0.46	<0.46	<0.46
P4-5.00	<0.47	<0.47	<0.47	<0.47	<0.47	<0.47
P5-2.00	<0.49	<0.49	<0.49	<0.49	<0.49	<0.49
P5-3.00	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48
P5-5.00	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45
P8-2.00	<0.23	<0.23	<0.23	<0.23	<0.23	<0.23
P8-3.00	<0.46	<0.46	<0.46	<0.46	<0.46	<0.46
P8-5.00	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48
P7-2.00	<0.51	<0.51	<0.51	<0.51	<0.51	<0.51
P7-3.00	<0.49	<0.49	<0.49	<0.49	<0.49	<0.49
P7-3.00 (DUPLICADO)	<0.21	<0.21	<0.21	<0.21	<0.21	<0.21
P7-5.00	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48
P8-2.00	<0.21	<0.21	<0.21	<0.21	<0.21	<0.21
P8-3.00	<0.51	<0.51	<0.51	<0.51	<0.51	<0.51
P8-5.00	<0.19	<0.19	<0.19	<0.19	<0.19	<0.19
P9-2.00	<0.47	<0.47	<0.47	<0.47	<0.47	<0.47
P9-3.00	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
P9-5.00	<0.52	<0.52	<0.52	<0.52	<0.52	<0.52
P10-2.00	<0.41	<0.41	<0.41	<0.41	<0.41	<0.41
P10-3.00	<0.53	<0.53	<0.53	<0.53	<0.53	<0.53
P10-5.00	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48
P10-5.00 (DUPLICADO)	<0.63	<0.63	<0.63	<0.63	<0.63	<0.63
P11-3.00	<0.17	<0.17	<0.17	<0.17	<0.17	<0.17

FUENTE: Elaborado por Gaan Consultores, S.A. de C.V. con datos de laboratorio Intertek Testing Services, 2010.
LMP: Límites Máximos Permisibles establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 para uso residencial



En base a los resultados de laboratorio emitidos para la determinación de HAP^s se tiene que ninguna de las muestras analizadas sobrepasa el Límite Máximo Permisible establecido en la NOM-138- SEMARNAT/SS-2003.

Caracterización fisicoquímica del suelo y subsuelo

Como parte de los trabajos relacionados con la caracterización del suelo impactado con hidrocarburo fue necesario llevar a cabo la determinación de parámetros fisicoquímicos, los cuales serán de gran utilidad al momento de efectuar las simulaciones de dispersión de contaminantes así como para la selección de las técnicas de restauración más apropiadas al tipo de suelo presente en la zona de trabajo. La prueba fisicoquímica realizada al núcleo de suelo fue realizada por el Laboratorio de Calidad de Agua y Residuos de la Universidad Autónoma Metropolitana, de acuerdo con los lineamientos de la NOM-021-RECNAT-2000. El procedimiento general que se siguió para determinar las diferentes características del suelo consta de las siguientes fases: preparación de la muestra, determinación de las variables químicas y físicas. La muestra identificada con el número de custodia 2010/12/06-001/001-S-FQ-275 estuvo constituida por un suelo de tipo homogéneo, con piedras de tamaño medio con un diámetro promedio de un centímetro, el color del suelo es color café claro. Una vez analizados los parámetros fisicoquímicos se obtuvieron los siguientes resultados:



Tabla No. 31 Resultados de los análisis físicoquímicos de las muestras de suelo y subsuelo.

PARAMETRO	RESULTADO
pH	7.19
Contenido de materia orgánica	0.32 %
Contenido de humedad del suelo	5.39 %
Por ciento de fracción mineral	94.29 %
Determinación de Textura del suelo	Arcilla 77.5 %; arena 12.5 % y limo 10.0 %
Permeabilidad	0.107 cm/min
Porosidad	52.398 %
Densidad real	2.463 g/cm ³
Densidad aparente	1.172 g/cm ³
Capacidad de intercambio catiónico	18.61 cmol Na /kg
N-Nitratos	16.129 mg/kg
Cloruros	8.00 m mol Cl/L
Sulfatos	4.8 m mol SO ₄ ²⁻ /L
Fósforo	43.67 mg/kg
Capacidad de campo	57.8 %
Capacidad de saturación	57.8 %

FUENTE: Elaborado por Gaan Consultores, S.A. de C.V. con datos del Laboratorio de Calidad de Agua y Residuos de la Universidad Autónoma Metropolitana. 2010

1. pH.

La muestra de suelo analizada presenta un pH de 7.19 unidades, lo que permite clasificarlo como neutro, y será un factor a favor que permitirá la aplicación de diversas tecnologías de restauración al suelo impactado con hidrocarburo.

2. Materia orgánica expresada como carbón orgánico.

La materia orgánica, favorece a la formación de agregados minerales ("terrones"). Por otra parte, este componente posee importantes propiedades químicas que pueden inducir la inmovilización de cationes en disolución. Tomando en cuenta la clasificación de suelos según el contenido de materia orgánica se tiene que la muestra analizada es de 0.32 %, valor que expresa un contenido muy bajo de dicho elemento. La concentración de materia orgánica encontrada en el suelo de la zona de interés favorece la técnica de restauración denominada **oxidación química**, puesto que el agente oxidante actúa sobre los compuestos orgánicos principalmente y en este caso los primeros productos oxidados



serán las cadenas de hidrocarburo con lo que se verá incrementada la eficiencia del tratamiento, de acuerdo a los lineamientos establecidos por la autoridad ambiental el suelo deberá dejarse en condiciones similares a las encontradas antes de la aplicación del tratamiento, por lo cual no será necesario adicionar grandes cantidades de materia orgánica para cumplir con dicho requerimiento.

3. Contenido de humedad del suelo.

La humedad confiere al suelo fundamentalmente plasticidad, sobre todo si va acompañada de un alto contenido en arcillas. Su ausencia produce la desecación del suelo, que implica por un lado la posibilidad de que éste se agriete por retracción, y por otro, de que se produzca la precipitación de sales. Como el suelo analizado presenta una humedad de 5.39 % y tiene una mayor composición arcillosa, tiene la propiedad de absorber grandes cantidades de agua, como se observa en los resultados emitidos por el laboratorio.

4. Fracción mineral.

Los minerales que componen el suelo pueden ser tan variados como lo sea la naturaleza de las rocas sobre las que se implanta. No obstante, hay una tendencia general de la mineralogía del suelo hacia la formación de fases minerales que sean estables en las condiciones termodinámicas del mismo, lo cual está condicionado por un lado por el factor composicional, y por otro por el climático, que condiciona la temperatura, la pluviosidad, y la composición de las fases líquida y gaseosa en contacto con el suelo.

De esta forma, los minerales del suelo podrán ser de dos tipos: 1) heredados, es decir, procedentes de la roca-sustrato que se altera para dar el suelo, que serán minerales estables en condiciones atmosféricas, resistentes a la alteración físico-química; y 2) formados durante el proceso edafológico por alteración de los minerales de la roca-sustrato que no sean estables en estas condiciones.



Respecto a la muestra analizada se observó que el mayor porcentaje en la composición del suelo es debido a la fracción mineral con valores de 94.29 %.

5. Textura

La cantidad de arena, arcilla y limo definen el grupo al que pertenece dicho suelo, en general, tanto grava, como arena son consideradas partículas gruesas, en comparación con los limos y arcillas, que se consideran partículas finas.

La determinación del tipo de suelo se llevó a cabo mediante el hidrómetro de Bouyoucus y con el empleo del triángulo de texturas, donde se definió que el suelo de la muestra analizada es de tipo arcilloso y considerando la asignación de claves designadas en la NOM-021-SEMARNAT-2000 le corresponde R. En general aquellos suelos con predominio de arcillas, como es el caso del suelo analizado suelen ser cohesivos y presentan una gran capacidad de retención de agua aunada a una baja permeabilidad, lo que supone velocidades de infiltración y aireación bajas.

6. Permeabilidad.

Con los valores reportados en los análisis se tiene una permeabilidad vertical relativamente baja en la muestra, lo cual se debe principalmente a la composición textural del suelo, la cual corresponde en su mayoría a arcillas, lo que involucra la necesidad de incluir mejoradores de permeabilidad para cualquiera de las tecnologías que se propongan, esto para garantizar la fácil aplicación de los tratamientos.

7. Porosidad.

La porosidad de un suelo o roca es su propiedad de presentar huecos, poros o fisuras. Se expresa por el porcentaje de volumen poroso respecto al volumen total de suelo o roca (porosidad total o bruta). Además de esta porosidad total, se define como porosidad útil la correspondiente a huecos interconectados, es decir, el volumen de huecos susceptibles de ser ocupados por fluidos. Este concepto de porosidad útil está



directamente relacionado con el de permeabilidad. La porosidad útil es, en general, inferior en un 20-50 % a la total, dependiendo, sobre todo, del tamaño de grano del suelo. Cuanto menor sea este tamaño de grano, más baja será la porosidad útil respecto a la total. También influye la forma de los granos. La diferencia entre porosidad total y porosidad útil expresa el agua (o fluido en general) inmovilizada en el suelo, y recibe la denominación de "agua irreductible".

La muestra recolectada en el área de estudio presenta una porosidad de 52.39 %, lo cual indica que más de la mitad del estrato contiene aire o agua en su matriz.

8. Densidad real.

La densidad que se mide en los suelos corresponde en realidad a dos parámetros: densidad real y aparente. La real corresponde a la densidad media de la fase sólida del suelo, mientras que la aparente es la que puede medirse directamente, esto es, masa por unidad de volumen, siendo éste el volumen total de la muestra, incluyendo los huecos que contenga. Por lo tanto, esta densidad es sistemáticamente menor que la real.

La densidad real en suelos arcillosos es más baja que en suelos arenosos, esto es debido al tamaño y peso de la partícula. Para la muestra analizada se obtuvo un resultado de 2.463 g/cm³.

9. Densidad aparente.

La densidad aparente refleja el contenido total de porosidad en un suelo y es importante para el manejo de los suelos (refleja la compactación y facilidad de circulación de agua y aire). También es un dato necesario para transformar muchos de los resultados de los análisis de los suelos en el laboratorio (expresados en % en peso) a valores de % en volumen en el campo. La densidad aparente para la muestra que se recolectó en el área de trabajo corresponde a 1.172 g/cm³.



10. Capacidad de intercambio catiónico (Na⁺).

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es una propiedad química a partir de la cual es posible inferir acerca del tipo de arcilla presente, de la magnitud de la reserva nutrimental y del grado de intemperismo de los suelos, en este caso, se trata de esmectitas. Con respecto al grado de intemperismo se considera que un valor de CIC inferior a 10 Cmol (+) Kg⁻¹ de suelo en un horizonte B con más de 30 a 40% de arcilla indica la ausencia de minerales primarios intemperizables y la acumulación de minerales secundarios del grupo caolinítico y óxidos libres. Por lo que respecta a la reserva nutrimental se considera que ésta es media con 18.61 cmol Na⁺/kg de suelo.

11. N-Nitratos

El nitrógeno expresado como nitratos es uno de los nutrientes más importantes, que posiblemente será necesario adicionar en una primera etapa de restauración de suelos en caso de optar por el método de bioestimulación con posterior aplicación de bacteria. Los valores reportados fueron 16.129 mg/kg, que se consideran como bajo.

12. Cloruros.

La muestra analizada tiene en promedio una concentración de 8.0 m mol Cl⁻/L.

13.Sulfatos.

La muestra analizada tiene en promedio una concentración de 4.8 m mol SO₄/L.

14. Fósforo.

La determinación de fósforo como extraíble se realizó por el procedimiento Bray y Kurtz, en donde el valor interpretado para la muestra es de 43.67 mg/kg, lo que indica un contenido alto de este elemento. Debido a que la concentración de fósforo en el suelo es alta, la tecnología de restauración denominada composteo es factible debido a que dicho elemento ya se encuentra disponible de manera natural en el suelo y por consecuencia las concentraciones a adicionar serán mínimas o muy probablemente nulas.



15. Capacidad de campo.

La capacidad de campo reportada para la muestra analizada es de 57.8 %.

16. Capacidad de saturación.

Una pasta de suelo saturado es una mezcla particular de agua y suelo, por ejemplo la pasta de suelo brilla cuando refleja luz; fluye ligeramente cuando el recipiente se inclina y resbala libremente desde una espátula, excepto para aquellos suelos con alto contenido de arcilla. Esta relación suelo agua se usa porque representa la más baja relación reproducible, de la cual puede obtenerse por vacío bastante extracto para el análisis de cationes y aniones solubles, y es relacionada también con el contenido de humedad o capacidad de campo. Por lo que la muestra analizada presenta una capacidad de saturación de 57.8 % o bien 57.8 gramos de agua para saturar 100 g de suelo seco, considerando un suelo seco aquél secado a la estufa a 105 °C hasta obtener un peso constante, este valor es muy importante para elegir la tecnología ya que se tomará en cuenta para los diferentes riegos a aplicar y de esta manera mantener la humedad del suelo en condiciones favorables para la restauración por remediación, y de otra manera para considerar la aplicación de un oxidante si se toma en cuenta la restauración por oxidación química.

Caracterización microbiológica del suelo y subsuelo

Como parte de las determinaciones analíticas practicadas a las muestras de suelo, se consideró la cuantificación de la población microbiana presente en la zona; los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla No. 32 Resultados de los microbiológicos de la muestra de suelo y subsuelo.

PARÁMETRO	RESULTADO
Población microbiana.	16 X 10 ² UFC/g

FUENTE: Elaborado por Gaan Consultores, S.A. de C.V. con datos del Laboratorio de Calidad de Agua y Residuos de la Universidad Autónoma Metropolitana. 2010



Existen diferentes especies de microbiota, proliferando bacterias totales no identificadas, así como colonias de probables *Pseudomonas*, sin embargo se considera como un suelo con baja población microbiana por lo que para desarrollar técnicas de biorremediación biológica, se tendrá que integrar cepas comerciales.

Análisis de las muestras de agua.

Como ya se ha mencionado anteriormente, se recolectaron dos muestras de agua para la determinación y cuantificación de hidrocarburos fracción ligera, media, pesada, poliaromáticos y Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos (suma de isómeros).

Resultados para la evaluación de Hidrocarburos Fracción Ligera.

Las muestras de agua para la determinación de Hidrocarburos Fracción Ligera fueron analizadas por el método EPA 530 y EPA 8015, los resultados de los análisis realizados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla No. 33 Resultados de los análisis en agua para el parámetro hidrocarburos fracción ligera.

IDENTIFICACIÓN MUESTRA	COORDENADA		HORA	FECHA	HTP FRACC. LIGERA (mg/l)
	X	Y			
PA-1	482675.03	2141859.09	11:37	03-Dic-2010	<0.225
PA-2	482653.71	2141868.65	12:30	03-Dic-2010	24,677

FUENTE: Elaborado por Gaan Consultores, S.A. de C.V. con datos de laboratorio Intertek Testing Services, 2010

No se tienen establecidos en la normatividad mexicana límites máximos permisibles de contaminación en agua para el parámetro hidrocarburos fracción ligera.

En la actualidad no existe en nuestro país normatividad de referencia donde se establezcan límites máximos permisibles para la contaminación por hidrocarburos, sin embargo, se procedió a determinar la concentración para fracción ligera, donde se obtuvo para la muestra identificada como PA1 una concentración <0.225 mg/l y para PA2 24,677 mg/l.



Resultados para la evaluación de Hidrocarburos Fracción Media.

La determinación de Hidrocarburos Fracción Media se realizó mediante la aplicación de los métodos EPA 3510 y EPA 8015 respectivamente; los resultados se plasmaron en la tabla siguiente.

Tabla No. 34 Resultados de los análisis en agua para el parámetro hidrocarburos fracción media.

IDENTIFICACIÓN MUESTRA	COORDENADA		HORA	FECHA	HTP FRACC. MEDIA (mg/l)
	X	Y			
PA-1	482675.03	2141859.09	11:37	03-Dic-2010	<0.521
PA-2	482653.71	2141868.65	12:30	03-Dic-2010	19,100

FUENTE: Elaborado por Gaan Consultores, S.A. de C.V. con datos de laboratorio Intertek Testing Services, 2010

En la actualidad no existe en nuestro país normatividad de referencia donde se establezcan límites máximos permisibles para la contaminación por hidrocarburos, sin embargo, se procedió a determinar la concentración para fracción media, donde se obtuvo para la muestra identificada como PA1 a <0.521 mg/l y en PA2 19,100 mg/l.

Resultados para la evaluación de Hidrocarburos Fracción Pesada.

Las determinaciones analíticas en las muestras de agua recolectadas fueron realizadas a través de la aplicación de los métodos EPA 3510 y EPA 1664A; los resultados se anotan en la tabla siguiente.

Tabla No. 35 Resultados de los análisis en agua para el parámetro hidrocarburos fracción pesada.

IDENTIFICACIÓN MUESTRA	COORDENADA		HORA	FECHA	HTP FRACC. PESADA (mg/l)
	X	Y			
PA-1	482675.03	2141859.09	11:37	03-Dic-2010	<4.1
PA-2	482653.71	2141868.65	12:30	03-Dic-2010	<4.1

FUENTE: Elaborado por Gaan Consultores, S.A. de C.V. con datos de laboratorio Intertek Testing Services, 2010



Las muestras identificadas como PA1 y PA2 respectivamente mostraron concentraciones menores a 4.1 mg/l de hidrocarburos fracción pesada.

En el **Anexo No. 2** se presentan los resultados emitidos por el Laboratorio *Intertek Testing Services*, acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditamiento (EMA).

Isolíneas de concentración

Con base en los resultados analíticos obtenidos, se realizaron isolíneas de concentración para hidrocarburos fracción ligera (HFL) desde 0.15 de profundidad y hasta un promedio de 4.30 m, mediante la aplicación del programa *Surfer*® (*Surface Mapping System*) Versión 8.00 para *Windows* de *Golden Software Inc.* El objetivo fundamental de la generación de las isolíneas de contaminantes, es poder visualizar las posibles áreas afectadas y definir la concentración de contaminantes de interés en dichas zonas.

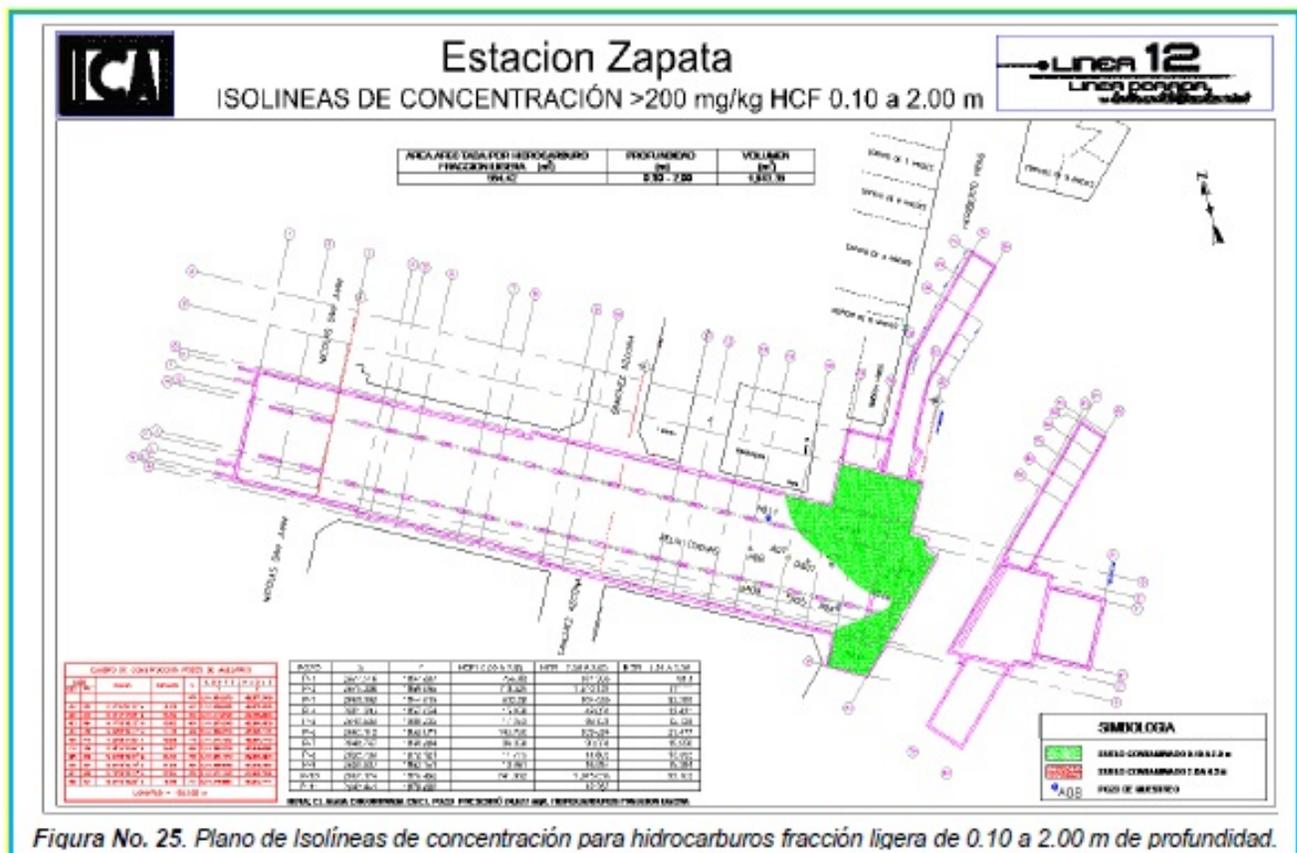
Surfer® es un programa de elaboración de contornos basado en rejillas o cuadrículas y de trazado de planos o mapas superficiales de tres dimensiones que corre bajo *Microsoft Windows*. *Surfer*® interpola valores XYZ espaciados de manera irregular en una rejilla o cuadrícula regular, y coloca los datos interpolados en un archivo de cuadrícula. Los archivos de cuadrícula se utilizan para producir contornos de mapas y planos superficiales.

El control de *Surfer*® sobre las operaciones de cuadrículado y sobre el despliegue de los mapas, permite producir el tipo de mapa de contornos o planos superficiales que mejor representan los datos de entrada. Los métodos de cuadrículado definen la manera en la cual los datos XYZ son interpretados cuando producen el archivo de cuadrícula. *Surfer*® incluye varios métodos de cuadrículado, lo permite producir diferentes interpretaciones de los datos de entrada. También se pueden crear archivos de cuadrícula basados en una fórmula matemática.



Surfer[®] produce mapas de contornos o planos superficiales de los datos XYZ. Un mapa de contorno es una representación bidimensional de los datos tridimensionales. Los contornos definen líneas con igual valor de Z a lo largo del mapa mientras los planos superficiales son la representación tridimensional de un archivo de cuadrícula.

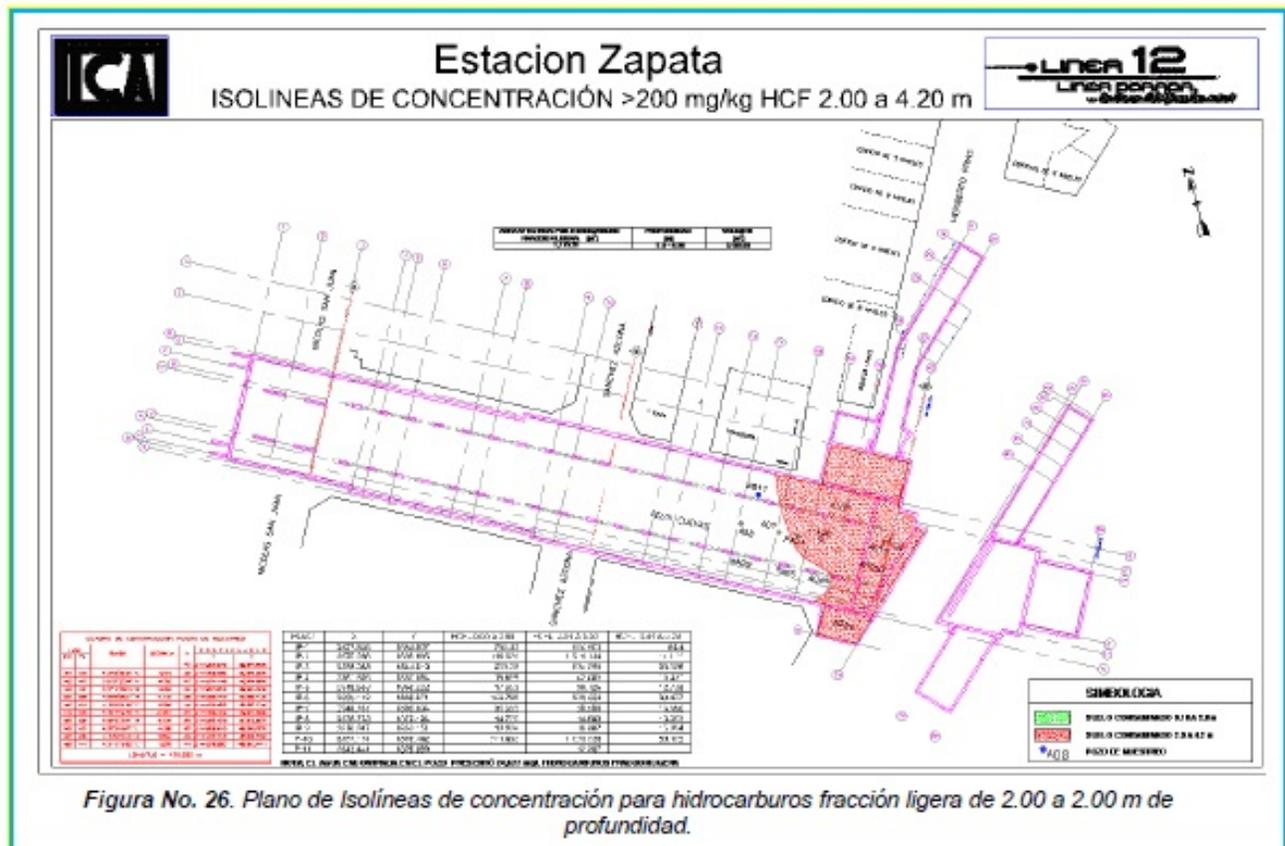
Las isolíneas generadas se presentan en las siguientes figuras. Debido a que ninguno de los demás parámetros rebasan las concentraciones establecidas por la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. Las isolíneas de concentración superiores a 200 mg/kg se presentan en las siguientes figuras: Los planos para las isolíneas de hidrocarburos fracción ligera a las distintas profundidades donde se detectaron, así como la memoria técnica de la generación de las mismas, se presentan en el **Anexo No. 4**





Para esta profundidad se tiene un cálculo aproximado de afectación para un área de 954.42 m², pero dado que esta superficie se presenta bajo la vialidad se tienen que hacer ciertas acotaciones, debidas fundamentalmente a la construcción ya existente de muros Milán, que tienen como objeto dar sustentación durante las obras constructivas y cuyo volumen se debe descontar al volumen calculado inicialmente.

De esta manera los 954.42 m² se convierten por en 1,813.39 m³ debido a la profundidad existente desde la superficie hasta la profundidad de muestreo (1.90 m descontando 0.10 m de espesor de pavimento). De manera adicional existe un volumen de 137.46 m³ de material representado por el concreto del muro Milán ya construido, por lo que el volumen real de suelo afectado es de 1,675.93 m³ para esta profundidad.



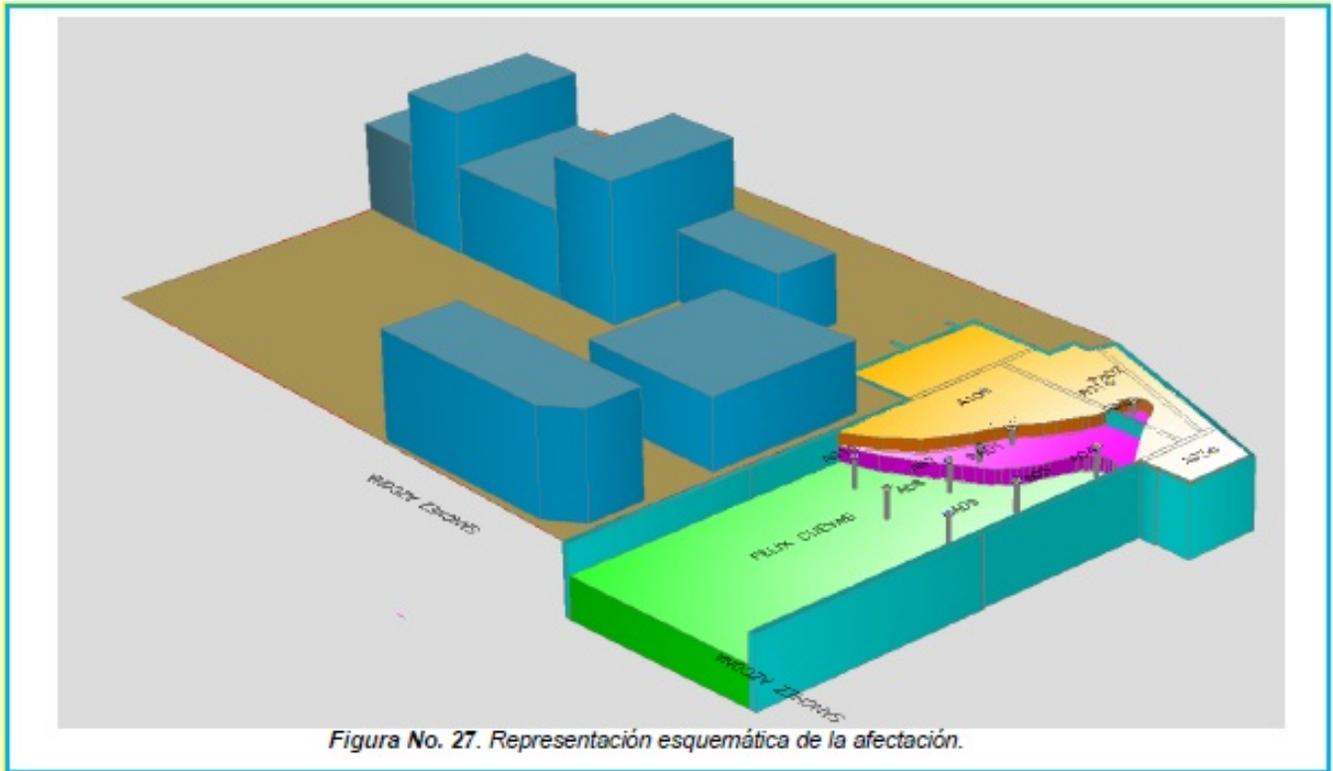


En el caso de de la profundidad a de 2.0 a 4.2 m, los 1,175.29 m² se convierten por en 2,585.63 m³ debido a la profundidad existente desde la superficie hasta la profundidad de muestreo (2.20 m). De manera adicional al igual que en caso anterior, existe un volumen de 159.17 m³ de material representado por el concreto del muro Milán ya construido, por lo que el volumen real de suelo afectado es de 2,426.46 m³ para esta profundidad.

En total se considera un volumen de 4,102.39 m³ de material contaminado por hidrocarburos fracción ligera. Si este material es extraído para realizar restauración *on site* o *ex situ*, se tendrá que considerar su factor de abundamiento lo que nos podría arrojar un volumen a transportar de aproximadamente 4,922.86 m³, considerando un factor de abundamiento de 1.2.

La representación esquemática en 3D se presenta en la siguiente figura, en ella se muestra en naranja la afectación de 0.10 a 2.00 m; en magenta la afectación de 2.00 a 4.20 m y en verde el suelo sin contaminar, aunque los muros Milán tienen en promedio 26 m solo se representan los primeros 10 m de dichas estructuras.

Debido a que se presentó agua subterránea a profundidades de 2.8 m, se prevé el ingreso de esta a la excavación por lo que se tendrán que tomar en consideración las medidas preventivas correspondientes, así como los avisos a las autoridades correspondientes.



EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Evaluación a riesgos de la Salud

Metodología de evaluación.

Para la evaluación del riesgo a la salud por la presencia de hidrocarburos totales del petróleo fracción ligera, media y pesada en el predio, así como a algunos resultados de BTEX, se optó por el marco de trabajo denominado RBCA (*Risk Based Corrective Action*) de la ASTM (*American Society of Testing and Materials*). La ASTM es una sociedad de gran prestigio internacional que se ha caracterizado por promulgar estándares para pruebas de ingeniería y especificaciones de materiales para la construcción; dentro de estos estándares ha publicado el marco de trabajo RBCA, que inicialmente se creó para derrames de productos del petróleo exclusivamente, y en 1998 amplió su aplicación a



compuestos orgánicos e inorgánicos. Dentro de este marco de trabajo pueden obtenerse tanto el nivel de riesgo existente, como los niveles de limpieza de los medios afectados (suelo y agua subterránea). Los niveles de limpieza están basados en el nivel de riesgo establecido como “aceptable” por la U.S. EPA (intervalo de 1×10^{-6} a 1×10^{-4} para compuestos cancerígenos, y HQ de 1 para compuestos no cancerígenos). La mayoría de los estados de la Unión Americana están estableciendo sus niveles de limpieza con base en este marco de trabajo, debido a que permite realizar decisiones que son económicamente factibles **(ASTM, 1997)**.

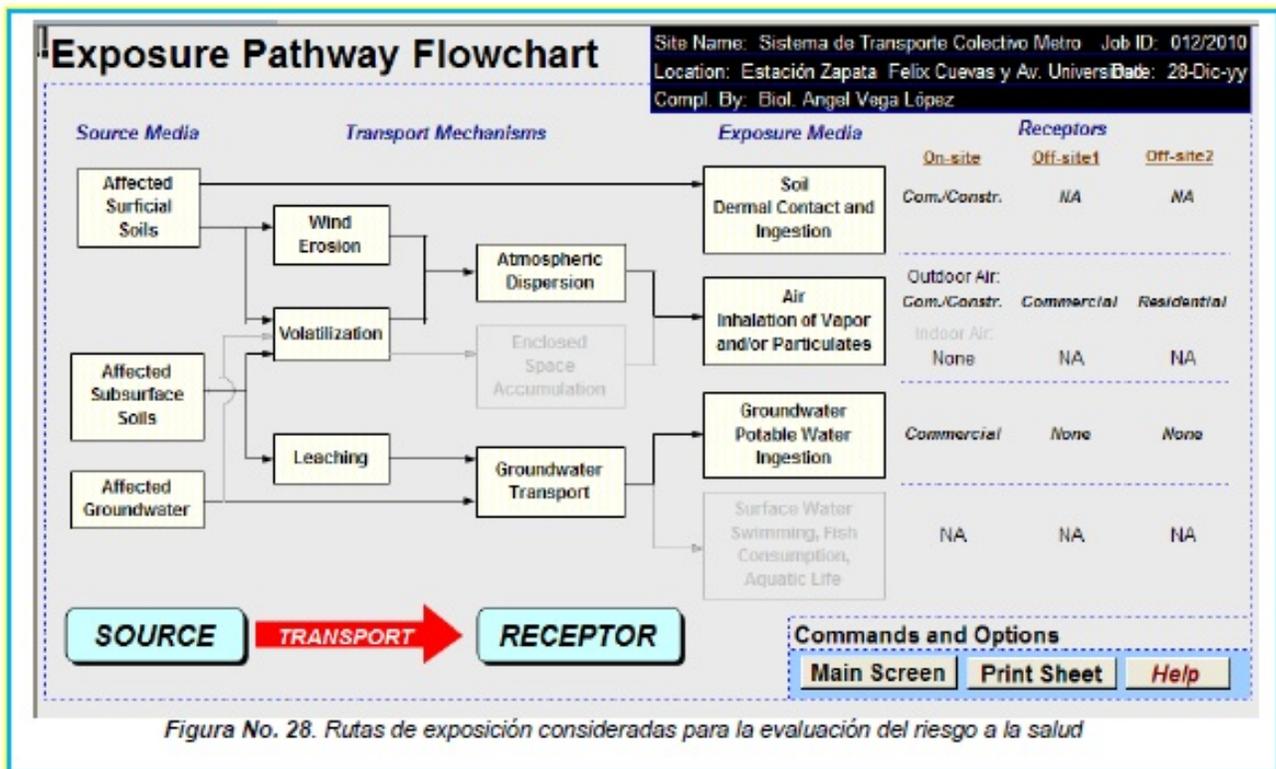
La metodología maneja tres diferentes modalidades, denominadas nivel 1, nivel 2 y nivel 3; sin embargo, el programa de cómputo *RBCA Tool Kit for Chemical Releases* **(GSI, 1999)** creado para cumplir con lo establecido por la ASTM, sólo considera a los niveles 1 y 2, ya que el nivel 3 requiere de procedimientos estadísticos más complejos que hasta el momento, en Estados Unidos de América, sólo pueden realizarlos ciertas dependencias gubernamentales.

El nivel 1 considera que el punto de exposición se encuentra sobre la fuente de contaminación, de manera que se tiene el peor escenario, con lo cual se puede sobreestimar el riesgo existente; asimismo, se consideran parámetros geohidrológicos estándares para el tipo de suelo de interés, y las máximas concentraciones encontradas en el suelo y agua subterránea del sitio de estudio se comparan con los denominados RBSL (Niveles de Comparación Basados en Riesgo), que son las concentraciones máximas permisibles para agua subterránea y suelo, que aseguran un riesgo aceptable (de entre 1×10^{-4} y 1×10^{-6} , que es el intervalo de riesgo aceptado por la U.S. EPA). En Estados Unidos de América, los RBSL se determinan por la autoridad gubernamental.

En el nivel 2, se considera que el punto de exposición está alejado de la fuente de contaminación y también considera a trabajadores que se encuentren sobre la fuente de contaminación, como es el caso de los propios trabajadores encargados de la excavación para los muestreos u otro tipo de obra. Asimismo, considera las condiciones particulares



del sitio en cuanto a parámetros geohidrológicos y de exposición de la población, de manera que se modela un escenario más parecido a la realidad, que en el nivel 1. Por lo anterior, para realizar la evaluación de riesgo a la salud del sitio de estudio se optó por el nivel 2, que es el que representa la realidad con mayor fidelidad, considerando la ruta de exposición que se muestra en la siguiente figura.



Ruta de exposición, vías de exposición y receptores

En la misma anterior, se muestran los receptores considerados, los cuales son: a) receptores dentro de la fuente de contaminación (*On-Site*) y b) receptores fuera de la fuente de contaminación (*Off-Site*). Los receptores *On-Site* son los trabajadores de la construcción que realizan actividades de restauración o excavaciones de mantenimiento y fueron clasificados como pertenecientes a un uso de suelo Comercial/Trabajadores de Construcción y los receptores *Off-Site* son los pobladores más cercanos a la fuente de exposición (áreas comerciales y residenciales en un área de 50 m y hasta 70m del sitio



respectivamente). Cabe aclarar que actualmente el predio donde se realizan los trabajos se encuentra restringido, motivo por el cual ninguna persona o animal puede acceder al sitio sin autorización. Las vías de exposición consideradas son:

- Contacto dérmico de suelo y/o ingestión de suelo
- Inhalación de partículas y/o vapores de suelo
- Ingestión de agua subterránea (accidental)

Valores de riesgo considerados

De acuerdo con lo recomendado por la ASTM, el riesgo individual que se consideró como aceptable para cada compuesto químico presente dentro del sitio de estudio fue de 1×10^{-6} para compuestos cancerígenos clase A y B, y de 1×10^{-5} para compuestos cancerígenos clase C. El riesgo total acumulado que se considera aceptable es de 1×10^{-5} . Para compuestos no cancerígenos (clase D y E), se consideró que el cociente de peligrosidad individual (HQ) y el índice de peligrosidad acumulado (HI) tienen un valor aceptable de 1.0. Para determinar la carcinogenicidad de un compuesto, la U.S. EPA clasifica a los compuestos en cinco categorías, de acuerdo con las evidencias toxicológicas y médicas que existen. Esta clasificación es la siguiente **(Moore, 1992)**:

- A) Carcinógeno para la salud humana
- B1) Probablemente carcinógeno: evidencia humana deficiente
- B2) Probablemente carcinógeno: suficiente evidencia en animales, pero sin evidencias o con evidencias inadecuadas en humanos
- C) Posible carcinógeno para humanos
- D) No clasificable como carcinógeno para humanos
- E) Evidencias de que no es carcinógeno para humanos



Los compuestos considerados tradicionalmente para la evaluación de riesgo a la salud son los que la ASTM establece como compuestos de interés para sitios contaminados con hidrocarburos:

- BTEX: benceno, tolueno, etilbenceno y xileno
- HAP (hidrocarburos aromáticos poliaromáticos): pireno, benzo(a)pireno, antraceno; fenantreno, naftaleno, criseno, benzo(k)fluoranteno, fluoreno, fluoranteno, benzo(g,h,i)perileno, benzo(b)fluoranteno, benzo(a)antraceno.
- Los siguientes aditivos de gasolina con y sin plomo: MEK (metil etil cetona), MTBE (metilterbutil eter), MIBK (metil isobutil cetona), TBA (tributylamina)
- Los siguientes compuestos de gasolina con plomo: EDC (1,2-dicloroetano o dicloruro de etileno), EDB (1,2-dibromoetano o dibromuro de etileno)

Los compuestos considerados para esta evaluación de riesgo a la salud son los denominados hidrocarburos fracciones ligera y media, así como BTEX's y HAP's esto se debe a que el derrame en cuestión fue de diesel y gasolina.

Fórmulas de riesgo empleadas

Para realizar la evaluación de riesgo a la salud se empleó el programa *RBCA Tool Kit for Chemical Releases* versión 1.2. Dentro de este programa, las fórmulas genéricas empleadas por vía de exposición son: ***Inhalación, Ingestión y Contacto dérmico de partículas de suelo superficial:***



Compuesto cancerígeno:

$$\text{Concentración en suelo} = \frac{AT \times BW \times \text{Riesgo}}{[EF \times ED \times ((SF \times IR_s) + (URF \times 1000 \times BW \times (VF_{ss} + VF_p))) + (SF_d \times SA \times M \times RAF_d)]}$$

Compuesto no cancerígeno:

$$\text{Concentración en suelo} = \frac{BW \times AT \times HQ}{EF \times ED \times \left[\left(\frac{IR_s}{RfD_o} \right) + \left(\frac{BW \times (VF_{ss} + VF_p)}{RfC} \right) + \left(\frac{SA \times M \times RAF_d}{RfD_d} \right) \right]}$$

Estas ecuaciones expresan la concentración del contaminante existente en el suelo para valores de Riesgo y HQ determinados; por lo tanto, a su vez pueden obtenerse los valores de Riesgo y HQ para una concentración de contaminante existente en el suelo.

Inhalación de vapores del subsuelo:

Compuesto cancerígeno:

$$\text{Concentración en suelo} = \frac{\text{Riesgo} \times AT}{[EF \times ED \times URF \times 1000 \times VF_{samb}]}$$

Compuesto no cancerígeno:

$$\text{Concentración en suelo} = \frac{HQ \times AT \times RfC}{[EF \times ED \times VF_{samb}]}$$

Estas ecuaciones expresan la concentración del contaminante existente en el suelo para valores de Riesgo y HQ determinados; por lo tanto, a su vez pueden obtenerse los valores de Riesgo y HQ para una concentración de contaminante existente en el suelo.



Ingestión de agua subterránea:

Compuesto cancerígeno:

$$\text{Concentración en agua} = \frac{AT \times BW \times \text{Riesgo}}{[EF \times ED \times SF \times IRw]}$$

Compuesto no cancerígeno:

$$\text{Concentración en agua} = \frac{HQ \times AT \times BW \times RfDo}{[EF \times ED \times IRw]}$$

Estas ecuaciones expresan la concentración del contaminante existente en el suelo para valores de Riesgo y HQ determinados; por lo tanto, a su vez pueden obtenerse los valores de Riesgo y HQ para una concentración de contaminante existente en el agua.

En las **siguientes tablas** se definen los parámetros empleados en las ecuaciones.

Tabla No. 36. Parámetros de exposición empleados en las fórmulas de riesgo

Parámetros de exposición		Residencial			Comercial/Ind.
		Adulto	(1-6 años)	(1-16 años)	Construcción
AT _c	Tiempo de exposición promedio para compuestos cancerígenos (años)	70			
AT _n	Tiempo de exposición promedio para compuestos No cancerígenos (años)	30			1
BW	Peso corporal (kg)	68*	13*	30*	
ED	Duración de la exposición (años)	30	6	16	1
IR _s	Tasa de ingestión de suelo (mg/día)	100	200		100
EF	Frecuencia de exposición (días/año)	350			180
EF _D	Frecuencia de exposición por exposición dérmica (días/año)	350			
SA	Área superficial de la piel (cm ²)	5800		2023	5800
M	Factor de adherencia del suelo a la piel	1			

Fuente: GSI (1999)

*datos modificados para el sitio mediante levantamientos en campo. Gaan Consultores, S.A. de C.V. 2009



Tabla No. 37. Factores de volatilización calculados por el modelo

Parámetro	Descripción
VF _{samb}	Factor de volatilización de aire del subsuelo al aire exterior (mg/m ³ aire)/(mg/kg suelo)
VF _{ss}	Factor de volatilización de aire del suelo superficial al aire exterior (mg/m ³ aire)/(mg/kg suelo)
VF _p	Factor de emisión de partículas (mg/m ³ aire)/(mg/kg suelo)

Fuente: GSI (1999)

Riesgos asociados a los contaminantes.

En la siguiente figura, se muestran los valores de riesgo obtenidos por vía de exposición por el programa *RBCA Tool Kit for Chemical Releases*. En este se observa que **no se rebasan los límites de riesgo cancerígeno establecidos como aceptables** (riesgo total de 1×10^{-5} y riesgo individual de 1×10^{-6} para compuestos cancerígenos, pero si se rebasan los límites HQ y HI de 1 para compuestos no cancerígenos) debido al suelo que lixivia contaminante (HCFL) al agua freática.

Return		Print Sheet		RBCA SITE ASSESSMENT				Baseline Risk Summary-All Pathways			
Site Name: Sistema de Transporte Colectivo Metro				Completed By: Biol. Angel Vega López							
Site Location: Estación Zapata Felix Cuevas y Av. Universidad				Date Completed: 28-Dic-yy				1 of 1			
TIER 2 BASELINE RISK SUMMARY TABLE											
EXPOSURE PATHWAY	BASELINE CARCINOGENIC RISK					BASELINE TOXIC EFFECTS					
	Individual COC Risk		Cumulative COC Risk		Risk Limit(s) Exceeded?	Hazard Quotient		Hazard Index		Toxicity Limit(s) Exceeded?	
	Maximum Value	Target Risk	Total Value	Target Risk		Maximum Value	Applicable Limit	Total Value	Applicable Limit		
OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS											
Complete:	NC	1.0E-6	NC	1.0E-5	<input type="checkbox"/>	1.2E-5	1.0E+0	1.2E-5	1.0E+0	<input type="checkbox"/>	
INDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS											
Complete:	NA	NA	NA	NA	<input type="checkbox"/>	NA	NA	NA	NA	<input type="checkbox"/>	
SOIL EXPOSURE PATHWAYS											
Complete:	NC	1.0E-6	NC	1.0E-5	<input type="checkbox"/>	4.4E-1	1.0E+0	4.4E-1	1.0E+0	<input type="checkbox"/>	
GROUNDWATER EXPOSURE PATHWAYS											
Complete:	NC	1.0E-6	NC	1.0E-5	<input type="checkbox"/>	2.4E+3	1.0E+0	2.5E+3	1.0E+0	<input checked="" type="checkbox"/>	
SURFACE WATER EXPOSURE PATHWAYS											
Complete:	NA	NA	NA	NA	<input type="checkbox"/>	NA	NA	NA	NA	<input type="checkbox"/>	
CRITICAL EXPOSURE PATHWAY (Maximum Values From Complete Pathways)											
	NC	1.0E-6	NC	1.0E-5	<input type="checkbox"/>	2.4E+3	1.0E+0	2.5E+3	1.0E+0	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Outdoor Air		Outdoor Air			Groundwater		Groundwater			

Figura No. 29. Tabla resumen de valoración de riesgo en la evaluación del riesgo a la salud



El programa *RBCA Tool Kit for Chemical Releases* realizó los cálculos para las vías de exposición de ingestión y contacto dérmico de suelo por un lado, y por el otro, los de la vía de inhalación de partículas, así como de ingesta de agua subterránea. De acuerdo con los datos y concentraciones indicadas los valores de riesgo indican posible afectación a los receptores *on site* para el compuesto de interés hidrocarburos alifáticos de cadena C8-C10 que pueda lixiviar del suelo hacia el agua subterránea y por ende que pudiera ser ingerido de manera accidental.

SIMULACIÓN DE LA DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES EN EL SUELO Y SUBSUELO.

Se realizó la simulación del incidente para cuantificar el daño y determinar el comportamiento de los hidrocarburos en el sitio, considerando las características del área y comparando los datos obtenidos con el modelo y los resultados de los muestreos realizados a suelo, con el fin de determinar la migración del hidrocarburo en la zona afectada.

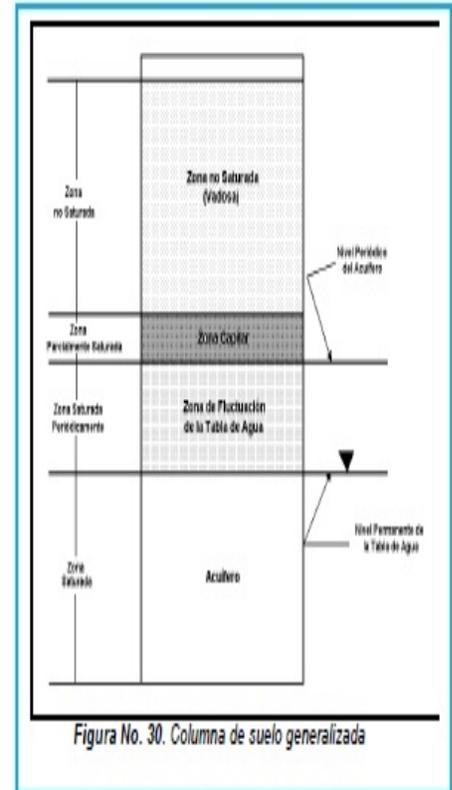
Para lograr lo anterior, se recurrió a un *software* para eventos de fuga o derrame, que se identifica con la fuente que originó la problemática. Para la selección del modelo de simulación a utilizar, se realizó una revisión de los programas disponibles en el *Center for Subsurface Modeling Support* dependiente de la Oficina de Investigación y Desarrollo de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). Esta dependencia es la responsable de desarrollar programas de simulación para predecir el comportamiento de contaminantes en el suelo, subsuelo y agua subterránea en distintas condiciones.

De los modelos evaluados, el seleccionado es el *Hydrocarbon Spill Screening Model* (HSSM), debido a que:



- Simula el transporte del LNAPL a través de la zona vadosa, en la zona capilar y en la tabla de agua del acuífero.
- Se ha demostrado que el modelo es capaz de reproducir las tendencias de los datos de campo y las concentraciones en intervalos de un orden de magnitud (**Weaver, J.W., 1996**).
- El derrame del NAPL se puede simular de tres distintas maneras: mediante un flujo conocido de cierta duración, colocando un volumen conocido de NAPL a una profundidad específica, y colocando una charca de profundidad constante del NAPL en el suelo durante un intervalo conocido.
- Cuenta con una guía para seleccionar los valores de los parámetros que se requieren, así como con diversas utilidades que permiten calcular ciertos parámetros.

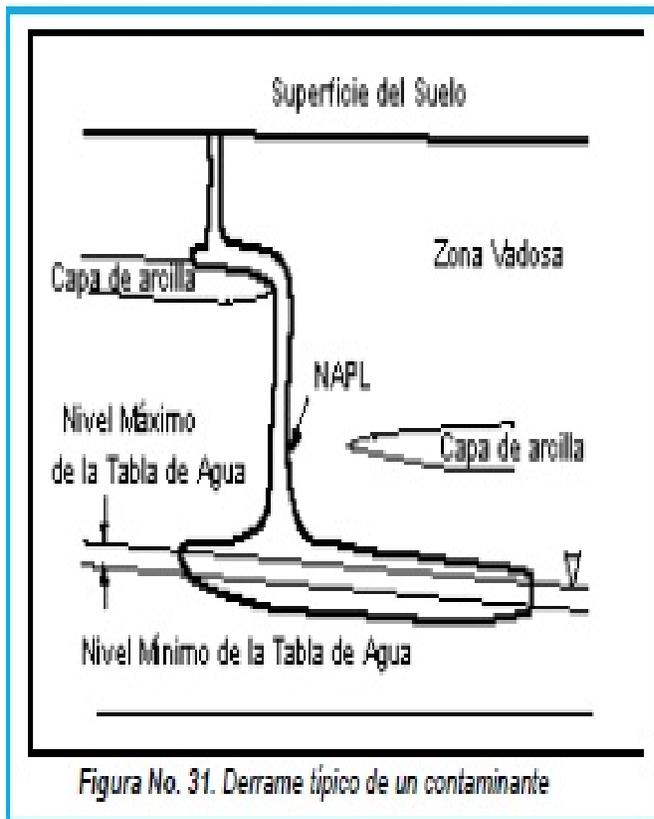
Finalmente, los datos que arroja la modelación satisfacen la necesidad de conocer la dispersión y comportamiento del contaminante derramado durante la operación de la supuesta fuente de origen.



El Programa *Hydrocarbon Spill Screening Model* (HSSM) fue desarrollado por la *Environmental Protection Agency* de los Estados Unidos en 1994, y sirve para simular la liberación en el subsuelo de líquidos no acuosos ligeros (LNAPL, *light non aqueous phase liquids*). El modelo consiste de módulos separados para el flujo del LNAPL a través de la zona vadosa, su dispersión en la franja capilar, y transporte de los constituyentes químicos del LNAPL en la tabla de agua de un acuífero.



Cuando los fluidos son inmiscibles en agua (también llamados líquidos en fase no acuosa, NAPL, por sus siglas en inglés) se liberan en la superficie, se separan de acuerdo a su densidad y fluyen junto con la fase acuosa. Los fluidos menos densos que el agua (LNAPL) migran hacia el subsuelo a través de la zona vadosa donde se extienden formando manchas del fluido con forma de lentes (de aquí en adelante se les denominará lentes) por encima de la tabla de agua (acuífero). Esta es la concepción básica del modelo que estima el impacto de un componente del fluido en el acuífero.



En la figura se muestra un derrame típico de un contaminante LNAPL en la superficie del suelo. El LNAPL fluye hacia el subsuelo a través de la zona vadosa debido a las fuerzas de gravedad y capilares. El LNAPL se desvía de su trayectoria por la presencia de una formación geológica impermeable. El agua de lluvia que se infiltra puede forzar al LNAPL a desplazarse más rápido que cuando lo hace por su propio peso. Una vez en la vecindad del acuífero, el LNAPL flota en los espacios capilares y las fluctuaciones en la tabla de agua pueden crear una pequeña zona donde queda confinado el LNAPL.

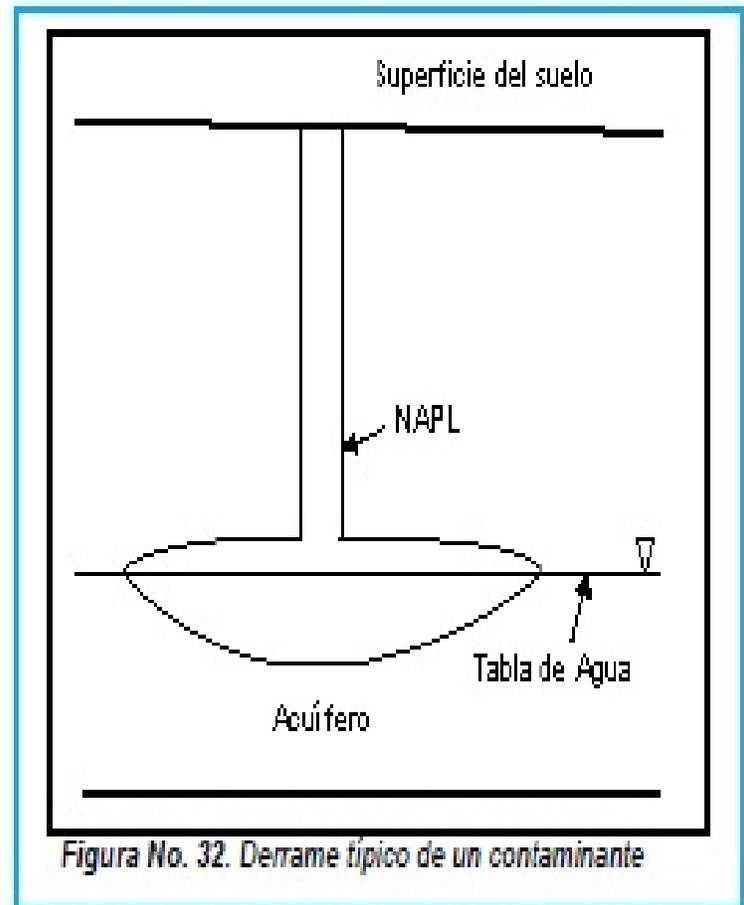
El contacto con el agua del subsuelo o con el agua de infiltración de recarga provoca que los componentes del producto derramado se disuelvan, provocando contaminación al acuífero. Los componentes pueden lixiviar a diferentes velocidades debido a sus



diferentes propiedades. Dependiendo de su volatilidad, los componentes también pueden permanecer en el aire de la zona vadosa.

Una vez en el acuífero, las condiciones de mezclado limitadas permiten que los componentes formen una banda o capa en la superficie del mismo, de donde son transportados por advección y dispersión a través del acuífero.

Los módulos que constituyen el HSSM se basan en una conceptualización simplificada de un derrame de LNAPL. La figura muestra la geometría asumida por el programa, la cual es una versión simplificada del esquema anterior. El HSSM supone una trayectoria unidimensional a partir de la superficie hasta la tabla de agua. Las propiedades del suelo y subsuelos se suponen uniformes. El LNAPL se forma con dos componentes: el primero es la fase del LNAPL y el segundo es el compuesto químico de interés. En la tabla de agua, el LNAPL se dispersa radialmente, lo que implica que el gradiente regional no tiene algún efecto en el flujo del LNAPL.



La disolución del compuesto químico de interés depende del equilibrio químico local, pero condicionado al flujo del agua subterránea y del agua de recarga que llega al acuífero.



Este compuesto químico se transporta por advección y dispersión a los múltiples puntos receptores aguas abajo del acuífero.

El modelo se compone de tres módulos basados en la conceptualización simplificada mencionada. Estos módulos utilizan soluciones semianalíticas de las ecuaciones que gobiernan los procesos, por lo que el HSSM no utiliza elementos discretos o técnicas de solución iterativas. Estas aproximaciones están diseñadas para que se ejecuten rápidamente.

Los dos primeros módulos del programa se enfocan al flujo y transporte del LNAPL en la zona vadosa.

Estos dos módulos son el *Kinematic Oily Pollutant Transport (KOPT)* y el *OILENS*. Estos módulos se combinan en un solo proceso computacional que calcula las condiciones de variación con el tiempo en la fuente para el modelo.

La tercera parte del modelo es el transporte, a través del acuífero, de un constituyente químico del NAPL. Debido a que el flujo másico del *OILENS* es variable con el tiempo, el modelo debe ser capaz de simular condiciones variables en la fuente. Una opción para hacer esto es utilizar el modelo *Transient Source Gaussian Plume (TSGPLUME)* incorporado al *HSSM*, el cual utiliza una solución analítica de la ecuación de advección – dispersión. El *TSGPLUME* utiliza técnicas numéricas diferentes al *KOPT* y *OILENS*, de manera que está implementado como un módulo separado.

Los parámetros más importantes que se requieren para correr el modelo, se indican en la siguiente tabla.



Tabla No. 38. Parámetros más importantes para correr el HSSM.

PARAMETROS DE IMPORTANCIA		
Conductividad hidráulica	Contenido de agua residual	Contenido de agua saturada
Relación de conductividad horizontal – vertical	Porosidad	Textura del suelo
Densidad del suelo	Velocidad de recarga anual	Viscosidad dinámica del agua
Densidad del agua	Tensión superficial del agua	Ancho del acuífero saturado
Distancia a la tabla de agua	Densidad del NAPL	Viscosidad dinámica del NAPL
Solubilidad del NAPL	Coefficiente de partición suelo / agua	Tensión superficial del NAPL
Concentración inicial del HC de interés en el NAPL	Solubilidad del constituyente de interés	Especificar flujo o relación volumen / área o carga constante o carga variable

El Manual del Programa incluye una guía para seleccionar los valores de las distintas variables, así como los valores típicos de varias de ellas.

Como resultado de una simulación del *HSSM*, se pueden obtener hasta seis gráficas que dan un resumen visual de los resultados, de acuerdo a lo indicado en la siguiente tabla.

Tabla No. 39. Descripción de las gráficas generadas por el HSSM.

Título	Descripción
Perfiles de saturación	Saturación de la zona vadosa, desde la superficie hasta la tabla de agua.
Perfiles de los lentes del NAPL	Sección transversal de los lentes de NAPL sobre la tabla de agua
Radios históricos de los lentes del NAPL	Historial de los radios de los lentes del NAPL y los radios efectivos del contaminante.
Historial del flujo másico del contaminante	Historial del flujo másico desde los lentes de NAPL hasta el acuífero.
Balance de masa de los lentes de NAPL	Historial de la masa en los lentes del NAPL.
Historial de concentraciones en el receptor.	Historial de las concentraciones del contaminante en los puntos receptores.

Cada una de las gráficas anteriores lleva asociado un archivo con los datos correspondientes



Para el desarrollo del Modelo se consideró el siguiente escenario:

- **Dispersión de 1,000 litros de Gasolina, con pérdida de total, en un suelo de tipo arcillosos arenoso a partir de una fuga de 2 mm Ø con duración máxima de 1 días.**

En este caso, se consideró que el contaminante proviene de un derrame de gasolina, que es el hidrocarburo que corría por el poliducto en el momento del derrame, se considera el punto de inicio del derrame a una profundidad de 0.30 m (nivel de profundidad del ducto). No se seleccionó ningún compuesto de interés. Solamente se corrieron los módulos que se enfocan en el flujo y transporte del LNAPL. Para determinar las propiedades y características del contaminante, se recurrió a la hoja de datos de seguridad y bibliografía especializada.

La textura de suelo se seleccionó con base en el tipo de suelo encontrado, tomando como promedio los valores encontrados en toda la extensión de la misma. Hay que recordar que el modelo no puede tomar en cuenta la presencia de distintos estratos en el suelo que se detectaron durante los trabajos de campo, por lo que el comportamiento del contaminante obtenido a partir del modelo puede presentar algunas variaciones.

Datos para el modelo.

Uno de los supuestos del modelo es que la fuga se presentó en el ducto de 2" de Ø dentro de la antigua estación. Dicha fuga se presentó por una fuga con diámetro de salida de 2 mm. Para fines de la modelación, se presupone un derrame constante durante un tiempo máximo de 1 días hasta su total reparación, derramándose en este periodo solamente el volumen de producto antes mencionado (1,000 litros) hasta la detección y cierre de la fuga. Se consideró un tiempo arbitrario de modelación de 12,000 días para determinar el desplazamiento de la fuga, tomando en consideración que la estación estaba en operación en 1978.



Los datos de entrada al programa fueron obtenidos de diversas fuentes, tales como los resultados emitidos por los laboratorios encargados de determinar las características fisicoquímicas del suelo, recopilación de información histórica del incidente, datos climatológicos, adicionalmente el modelo cuenta con una base de datos generales de donde se retoman los valores los diferentes tipos de suelo.

VALORES INTRODUCIDOS AL MODELO DE SIMULACIÓN HSSM

Propiedades hidrológicas.

Para la simulación se utilizaron las propiedades estándar del agua: densidad de 1.0 g/cm³, viscosidad de 1.0 cp, y tensión superficial de 65 dinas/cm. Se asume que durante la infiltración la conductividad hidráulica máxima del agua es la mitad de la conductividad hidráulica de saturación. A partir de esta suposición, el modelo automáticamente determina la cantidad de aire atrapado en el espacio poroso.

Recarga.

La velocidad de recarga para el sitio se tomó de los datos encontrados en la delegación Benito Juárez, estimándose una precipitación promedio anual de 842 mm. Cuando este valor se convierte a las unidades de metros por día, la velocidad de recarga es 2.3068 X 10⁻³ m/d. Esto, debido a que la simulación abarca un periodo mayor a un año.

Modelo para la Curva de Presión Capilar y Propiedades del Medio Poroso.

Debido al número relativamente grande de muestras usadas para obtener la clasificación del suelo, se utilizó la tabulación de parámetros del suelo desarrollada por Carsel y Parrish para las propiedades del suelo. Los parámetros de la Tabla No. A.4.1.1 se tomaron de dicha tabulación, para un suelo con textura arcilla arenosa, de acuerdo con las observaciones realizadas en campo.



Tabla No. 40. Propiedades Hidráulicas	
Parámetro	Valor promedio de Carsel y Parrish (1988)
Suelo arcillo arenoso	
Conductividad hidráulica, K_S	0.31 m/d
Contenido de agua residual, θ_{wr}	0.100
Contenido de agua saturada, θ_m	0.39
Parámetro de capilaridad de van Genuchten, α	5.9
Parámetro de capilaridad de van Genuchten, n	1.48

Estos parámetros son la base para varios de los parámetros requeridos por el Modelo. Los parámetros enlistados en la Tabla siguiente se obtienen a partir de los datos anteriores del suelo.

Tabla 41. Parámetros derivados de las Propiedades Hidráulicas		
Parámetro	Explicación	Suelo arcillo arenoso
Saturación residual del agua, S_{wr}	La saturación residual de agua que se requiere para el modelo HSSM se calcula dividiendo el contenido residual entre la porosidad	0.1923 (0.100/0.52)
Relación conductividad horizontal / vertical	Se asume que el suelo es ligeramente anisotrópico.	2.5
Porosidad, η	Valor determinado en laboratorio a partir de las muestras de suelo del sitio.	0.52
Densidad aparente, ρ_b	Valor determinado en laboratorio a partir de las muestras de suelo del sitio.	1.172 g/cm ³

Para este caso, se consideró una profundidad del acuífero a 10 m con un espesor de capa saturada de 10 metros. Para esta simulación no se incluye una zona de fluctuación, por lo que el NAPL se dispersa libremente sobre la tabla de agua. Esto fija el parámetro de espesor de capilaridad en un valor mínimo de 0.01 m.



El gradiente del agua subterránea se estima en 0.01. La dispersividad longitudinal se toma como 10 metros. Este valor permite, a partir de la regla del pulgar, decir que la dispersividad longitudinal es un décimo de la distancia al punto receptor. La dispersividad transversal horizontal se asume de 1 metro y la dispersividad transversal vertical se asume de 0.1 m.

Propiedades de la fase del hidrocarburo.

El primer grupo de parámetros se usa para describir las propiedades del NAPL, el cual se asume como una fase aceitosa inerte. La densidad y viscosidad del petróleo crudo, de acuerdo con la hoja de datos de seguridad proporcionada por Pemex Refinación, es de 0.74 g/cm³ y 0.45 cp, respectivamente. La solubilidad del NAPL se toma como 10 mg/L. Durante la simulación, una pequeña cantidad de la fase NAPL se puede disolver, pero esta cantidad tiene un efecto despreciable en el constituyente de interés. El coeficiente de partición suelo / agua para la fase NAPL se toma como 0.83. La tensión superficial del NAPL se asume que es cerca de la mitad de la tensión superficial agua / aire, □a o o 35
dinas/cm.

Liberación del hidrocarburo.

La velocidad de liberación se da como un volumen derramado durante un cierto intervalo de tiempo. La definición apropiada de liberación para esta situación es mediante una velocidad de flujo. Los parámetros requeridos son el tiempo de inicio en días y el tiempo final en días, y el flujo del NAPL en metros por día. El tiempo de inicio es 0.0 días y el tiempo final es 1.0 días. El flujo de NAPL, q_0 , se calcula dividiendo el volumen derramado por el área de la fuente y la duración. Se supone un diámetro 2" para la fuga, lo que da una velocidad de liberación de 3,947.49 m/d.

Parámetros de Control de la Simulación.

Algunos parámetros de control interactúan para controlar varios aspectos de la simulación. Éstos son enlistados en la Tabla siguiente:



<i>Tabla 42 Parámetros de Control de la Simulación</i>		
Parámetro	Explicación	Valor
Radio de la fuente del NAPL, R_s	Radio de la fuga	0.0254 m
Factor de multiplicación del radio	Valor sugerido	1.001
Saturación máxima del NAPL en las lentes, $S_{\alpha(max)}$	Estimado a partir de la utilidad NTHICK descrita en el Manual del Modelo	0.3260
Tiempo final para la simulación	Un tiempo mucho mayor que el esperado para la formación de los lentes del NAPL	12,000 días
Intervalo de tiempo para la solución máxima	Límite de aproximadamente menos de un mes	1 días
Tiempo mínimo entre los pasos de tiempo y el balance de masa	El modelo puede producir resultados en periodos muy pequeños, tal información es de poca utilidad	0.1 día

Criterio de Terminación para la Simulación del OILENS.

La cuarta opción, “lixiviado contaminante desde las lentes”, se selecciona para la condición final debido a que es la única opción que permite correr el modelo HSSM-T. Se selecciona un valor de 0.01 para la fracción de masa remanente. La porción OILENS del HSSM-KO terminará cuando menos del 1% de la masa que ha entrado en los lentes a lo largo de la simulación, permanezca en los mismos. El otro 99% se habrá lixiviado hacia el agua subterránea. El constituyente químico de interés todavía existirá por debajo de la fuente en la zona vadosa. Esta cantidad de químico permanece en la fase NAPL como una saturación residual y nunca entrará a las lentes.

Parámetros del Modelo HSSM-T.

Los parámetros restantes a usar por el modelo, se enlistan en la Tabla siguiente:



<i>Tabla 43 Parámetro para el Modelo HSSM-T</i>		
Parámetro	Explicación	Valor
Porcentaje del radio de contaminación máximo	El radio que se presenta cuando el flujo másico hacia el acuífero es máximo. El valor de 101 activa esta selección.	101
Concentración mínima de salida	La concentración mínima que el HSSM-T reportará. Se requiere un valor distinto de cero para que el HSSM-T funcione adecuadamente.	0.001 mg/L
Tiempo de inicio	Es un valor arbitrario que se sobre escribe para una simulación exitosa del HSSM-T.	0 días
Tiempo final	Es un valor arbitrario que se sobre escribe para una simulación exitosa del HSSM-T.	12,000 días

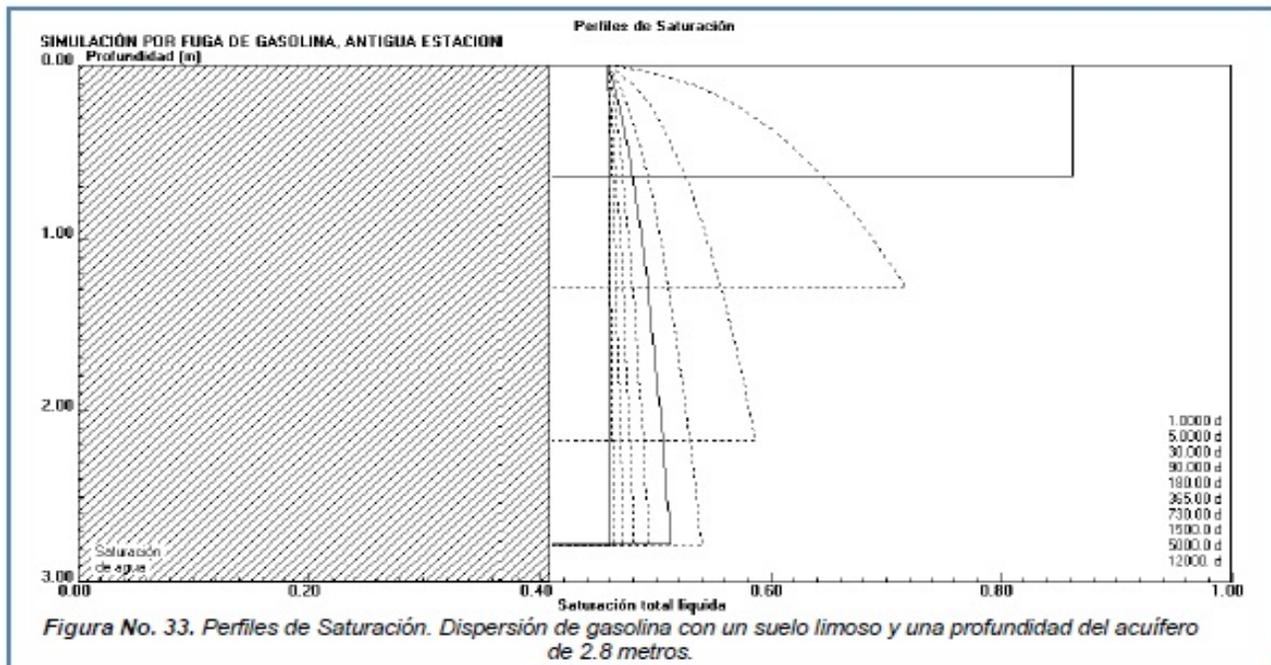
<i>Tabla 43 Parámetro para el Modelo HSSM-T</i>		
Parámetro	Explicación	Valor
Aumento en el tiempo	Un incremento en el tiempo de 50 días usualmente produce curvas ligeras de concentración históricas.	50 días

Perfiles de los Lentos del NAPL.

El HSSM produce perfiles a varios tiempos durante la simulación. Los perfiles representan la cantidad de NAPL en el espacio poroso de la zona vadosa y la configuración de los lentos del NAPL. Debido a que el movimiento del derrame es lento, los perfiles se deben calcular alejados del tiempo del derrame. En este caso, sin embargo, la configuración de los lentos es de mayor interés y se seleccionaron nueve perfiles posteriores en el tiempo a 1, 5, 90, 30, 90, 180, 365, 730, 1000, 1500, 5000 y 12,000 días.

Resultados y análisis del modelo.

Los resultados obtenidos se presentan en las siguientes gráficas.



La gráfica de perfiles de saturación representa la distribución calculada de los fluidos en la zona vadosa del subsuelo. La zona sombreada en la izquierda representa la saturación uniforme de agua asumida. Las gráficas entre la saturación de agua y “1.0” son los perfiles del NAPL. Estos perfiles se obtienen para los tiempos especificados antes de correr el modelo. Los tiempos de cada perfil están indicados en la esquina inferior derecha. Los tiempos corresponden a los perfiles graficados de derecha a izquierda (por ejemplo, el perfil que está a la derecha corresponde al primer tiempo).

En la siguiente gráfica se observa que: debido al tipo de suelo con permeabilidad media, la gasolina se desplaza de manera rápida, por lo que para alcanzar la cota de 2.8 m a los 82 días.

Aunque el modelo corre un supuesto hipotético, deja ver que existen las condiciones geohidrológicas para que un derrame de dimensiones pequeñas, pueda afectar al agua subterránea y utilizar a esta como un vector de contaminación.



Los datos de entrada se muestran en las siguientes imágenes:

Parámetros Generales del Modelo

Títulos de la Corrida

SIMULACIÓN POR FUGA DE GASOLINA. ANTIGUA ESTACION
FELIX CUEVAS Y UNIVERSIDAD COL. SANTA CRUZ ATOYAC
DELEGACION BENITO JUAREZ. FUGA EN LINEA DE 2" D.N

Interruptores de Impresión

- Crear archivos de salida
- Eco de impresión de datos únicamente
- Correr modelos

Interruptores de Módulos

- Correr KOPT
- Correr DILENS
- Escribir archivo de entrada HSSM-T

Nombres de Archivos

NOTA: Estos nombres de archivos se usarán si el archivo de datos se guarda bajo un nombre nuevo con la opción "Guardar Como"

C:\ZAPATA\ZAPATA.DAT	Archivo de entrada HSSM-KO
C:\ZAPATA\ZAPATA.HSS	Archivo de Salida HSSM-KO
C:\ZAPATA\ZAPATA.PL1	Archivo de gráfica 1 de HSSM-KO
C:\ZAPATA\ZAPATA.PL2	Archivo de gráfica 2 de HSSM-KO
C:\ZAPATA\ZAPATA.PL3	Archivo de gráfica 3 de HSSM-KO
C:\ZAPATA\ZAPATA.PMI	Archivo de entrada de HSSM-T
C:\ZAPATA\ZAPATA.TSG	Archivo de salida de HSSM-T
C:\ZAPATA\ZAPATA.PMP	Archivo de gráfica de HSSM-T

ACEPTAR
CANCELAR



Parámetros Hidráulicos	
PROPIEDADES HIDRAULICAS	
Viscosidad dinámica del agua (cp)	1
Densidad del agua (g/cm ³)	1
Tensión superf. agua (dina/cm)	65
Valor máx. de k _{rw} durante inf.	0.5
Recarga	
<input checked="" type="radio"/> Velocidad media de recarga (m/d) valor:	
<input type="radio"/> Saturación	2.3068E-3
Modelo de la curva de presión Capilar	
<input type="radio"/> Brooks y Corey	
<input checked="" type="radio"/> van Genuchten	
Lambda de Brooks y Corey	0
Carga de entrada de aire (m)	0
Saturación residual de agua	0.1923
Alpha de van Genuchten (1/m)	5.9
n de van Genuchten	1.48
Archivo de Datos: C:\ZAPATA\ZAPATA.DAT	
<input checked="" type="checkbox"/> Activar comprobación de rango	<input type="button" value="ACEPTAR"/> <input type="button" value="Cancelar"/>
PROPIEDADES DEL MEDIO POROSO	
Conductividad hidr. vert. sat. (m/d)	0.31
Razón de cond. hidr. horiz/vert	2.5
Porosidad	0.52
Densidad global (g/cm ³)	1.2001
Espesor saturado del acuífero (m)	10
Profundidad al nivel freático (m)	2.8
Parámetro de espesor capilar (m)	0.1E-1
Gradiente agua subt. (m/m)	00.1E-1
Dispersividad longitudinal (m)	10
Dispersividad transversal (m)	1
Dispersividad vertical (m)	0.1

Parámetros de la Fase de Hidrocarburos	
PROPIEDADES DE LA FASE DE HIDROCARBUROS	
Densidad del NAPL (g/cm ³)	0.74
Viscosidad din. NAPL (cp)	0.45
Solubilidad del Hidrocarburo (mg/l)	10
Sat. res. NAPL en Acuífero	0.15
Sat. res. NAPL en Zona vadosa	0.5E-1
Coef. part. suelo/aqua (l/kg)	0.83E-1
Tens. superf. NAPL (dina/cm)	35
PROPIEDADES DE COMPUESTOS DISUELTOS	
<input checked="" type="checkbox"/> Existe Compuesto Disuelto	
Conc. inic. comp. en NAPL (mg/l)	8208
Coef. partición NAPL/aqua	311
Coef. partición suelo/aqua (l/kg)	0.83E-1
Solubilidad compuesto (mg/l)	1750
<input type="checkbox"/> Vida med. Compuesto en acuíf.	0.0
Archivo: C:\ZAPATA\ZAPATA.DAT	
<input checked="" type="checkbox"/> Activar comprobación de rango	<input type="button" value="ACEPTAR"/> <input type="button" value="CANCELAR"/>
DERRAME DE HIDROCARBUROS	
<input checked="" type="radio"/> Flujo especificado	
<input type="radio"/> Volúmen/Área especificado	
<input type="radio"/> Encharcamiento de carga const.	
<input type="radio"/> Encharc. var. desp. carga const.	
Flujo de NAPL (m/d)	3947.49
Tiempo de inicio (d)	0
Tiempo de terminación (d)	1
Profundidad encharcamiento (m)	0
Volúmen/Área del NAPL (m)	0
Prof. inf. zona NAPL (m)	0



V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Una vez llevado a cabo la **CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN POR HIDROCARBUROS, EN EL TRAZO DE LA LÍNEA 12 DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO, AV. FÉLIX, CUEVAS, ESQUINA AV. UNIVERSIDAD, COLONIA SANTA CRUZ ATOYAC, C. P. 03310, MÉXICO D.F.**”, se tienen los siguientes resultados:

Se efectuaron un total de 11 sondeos manuales preliminares a profundidades desde superficie hasta 5.0 m, tomando 31 muestras seleccionadas para la cuantificación de:

- Hidrocarburos Fracción pesada
- Hidrocarburos fracción media
- Hidrocarburos fracción ligera
- Hidrocarburos poliaromáticos
- Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos (suma de isómeros)

De manera adicional se recolectaron dos muestras de agua provenientes de dos pozos de bombeo para la determinación y cuantificación de hidrocarburos totales de petróleo.

De acuerdo a los resultados derivados del análisis de las muestras de suelo para la determinación de hidrocarburos fracción media se tiene que las muestras identificadas como P1-2.00 (755.43 mg/kg), P2-3.00 (1,510.13 mg/kg), P3-2.00 (633.28 mg/kg), P3-3.00 (834.05 mg/kg), P6-3.00 (539.65 mg/kg), P10-2.00 (741.93 mg/kg) y P10-3.00 (1,075 mg/kg) sobrepasan el LMP establecido en la NOM-138- SEMARNAT/SS-2003 de 200 mg/kg para uso de suelo residencial.



El análisis de las muestras de suelo para la determinación de hidrocarburos fracción media indicó que la muestra identificada como P10-2.00 (1,335.03 mg/kg) presenta valores por encima del LMP establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 de 1, 200 mg/kg.

Considerando los resultados derivados del análisis de las muestras de suelo para la determinación de hidrocarburos fracción pesada, BTEX"s y HAP"s se tiene que ninguna de las muestras analizadas sobrepasa el LMP establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003.

Otros de los parámetros evaluados fueron las características físico químicas en muestras de suelo que indican un material arcilloso con clasificación R, pH (7.19 unidades) neutro, una cantidad muy baja (0.32 %) de materia orgánica, un porcentaje (5.39 %) muy bajo de humedad con capacidad de absorber grandes cantidades de agua, gran composición del suelo proveniente de la fracción mineral (94, 29 %), permeabilidad relativamente baja (0.107 cm/min), porosidad de 52.39 %, densidad real de 2.463 g/cm³, densidad aparente de 1.172 g/cm³, capacidad de intercambio catiónico media (cmol Na⁺/kg de suelo.), niveles bajos de nitratos (16.129 mg/kg), concentración de cloruros de 8.0 m mol Cl⁻/L., 4.8 m mol SO₄/L, alto contenido de fósforo (43.67 mg/kg), capacidad de saturación de 57.8 % o bien 57.8 gramos de agua para saturar 100 g de suelo seco.

El suelo analizado presentó una concentración microbiana de 16 X 10² UFC/g, así como diferentes especies de microbiota, proliferando bacterias totales no identificadas, así como colonias de probables *Pseudomonas*.

Las determinaciones analíticas en agua estuvieron conformadas por la cuantificación de hidrocarburos fracción ligera, media y pesada en dos muestras identificadas como PA1 y PA2.



La concentración en agua para fracción ligera en la muestra identificada como PA1 fue menor de 0.225 mg/l y para PA2 corresponde a 24,677 mg/l.

El análisis para la determinación de hidrocarburos fracción media en la muestra identificada como PA1 fue menor a 0.521 mg/l y en PA2 19,100 mg/l.

Las muestras identificadas como PA1 y PA2 respectivamente mostraron concentraciones menores a 4.1 mg/l de hidrocarburos fracción pesada.

En total se considera un volumen de 4,102.39 m³ de material contaminado por hidrocarburos fracción ligera. Si este material es extraído para realizar restauración *on site* o *ex situ*, se tendrá que considerar su factor de abundamiento lo que nos podría arrojar un volumen a transportar de aproximadamente **4,922.86 m³**, considerando un factor de abundamiento de 1.2.

El programa *RBCA Tool Kit for Chemical Releases* realizó los cálculos para las vías de exposición de ingestión y contacto dérmico de suelo por un lado, y por el otro, los de la vía de inhalación de partículas, así como de ingesta de agua subterránea. De acuerdo con los datos y concentraciones indicadas los valores de riesgo indican posible afectación a los receptores *on site* para el parámetro benceno en la evaluación de riesgo a la salud se encontró que para el caso del agua subterránea. En la siguiente figura, se muestran los valores de riesgo obtenidos por vía de exposición por el programa *RBCA Tool Kit for Chemical Releases*. En este se observa que **no se rebasan los límites de riesgo cancerígeno establecidos como aceptables** (riesgo total de 1×10^{-5} y riesgo individual de 1×10^{-6} para compuestos cancerígenos, **pero si se rebasan los límites** HQ y HI de 1 para compuestos no cancerígenos) debido al suelo que lixivia contaminante (HCFL) al agua freática.



De acuerdo con los resultados de la modelación de dispersión de contaminantes, el sitio reúne las condiciones geohidrológicas para que pequeños derrames lleguen al agua subterránea y esta sea el vector de afectaciones mayores.

Basados en los resultados derivados de este estudio se puede concluir que:

El trazo de construcción de la línea 12 del Sistema de Transporte Colectivo presenta suelo contaminado por hidrocarburos fracción ligera en un volumen de **4,102.39 m³**. Dicha contaminación se encuentra ubicada en un área aproximada de los 1,175.29 m² a la altura del cadenamiento 26+035, específicamente en la intersección surponiente de la Av. Félix Cuevas y Av. Universidad, Colonia Santa Cruz Atoyac, delegación Benito Juárez, México D.F.

Se presenta contaminación de agua subterránea, aunque aun no existen en nuestro país los lineamientos para definir si los valores presentes requieren de acciones de limpieza de la misma.

Basados en las características del sitio, tipo de suelo y concentraciones presentes de hidrocarburos fracción ligera, se recomienda la restauración del sitio mediante la siguiente tecnología:

Destrucción térmica o tratamiento fisicoquímico.

Para esta tecnología se propone la excavación del material y su traslado a un sitio autorizado para su destrucción, para poder continuar con la obra de construcción del sistema de transporte Colectivo Línea 12, en tanto se realiza paralelamente la restauración del suelo contaminado. El plan de restauración para esta tecnología se detalla en el **Anexo No. 1**, así también se da algunos procesos de descontaminación que se mencionan a continuación:



ACCIONES Y MEDIDAS DE DESCONTAMINACIÓN

Fin principal

La eliminación de los peligros y los riesgos que provienen de un sitio contaminado o por lo menos la reducción de estos a un nivel aceptable es el fin primario de estos procesos de remediación.

Medidas de tratamiento ejecutadas con remoción de suelos y su tratamiento sobre el sitio se denominan: On-site.

Medidas de tratamiento sin remoción del suelo contaminado y su tratamiento en el sitio se denominan: In-situ.

Si el suelo es removido y transportado fuera del sitio para su tratamiento entonces se denomina el tratamiento: Ex-situ.

Adecuación: Medidas de descontaminación son adecuadas para:

1. Emergencias ambientales por hidrocarburos de petróleo.
2. Pasivos ambientales sin depósitos de residuos peligrosos como metales pesados o pesticidas.
3. Emergencias y pasivos ambientales cuyas áreas contaminadas con Hidrocarburos presentan concentraciones de contaminantes menores a los 50 - 60000 [mg/KgTS].

Objetivo específico

La degradación (mineralización) de todos los contaminantes en el suelo es el objeto de cualquier proceso de remediación de este tipo. Las estrategias y medidas de descontaminación deberán considerar el carácter químico de los contaminantes, sus



formas de conjugación, sus especies químicas y sus concentraciones. Se debe perseguir el eliminar los contaminantes por el camino más simple y directo. Pero no es de evitarse que los productos de la descomposición de los contaminantes (CO₂, H₂O, metabolitos secundarios) sean transferidos a otros medios o permanezcan en el suelo.

Además el fenómeno de la transferencia de contaminantes de una fase a otra debe de ser controlado por medio de otras medidas adicionales.

En este grupo de medidas de bioremediación se hallan las siguientes variantes: (a) Remediación biológica, (b) remediación hidráulica-biológica, (c) remediación neumaticabiológica, (d) procesos fisico-químicos combinados con bioremediación, (e) procesos térmicos y de extracción y de separación combinados con ésta.

1. Bioremediación

La bioremediación de suelos puede llevarse a cabo con o sin la excavación de los suelos contaminados. La bioremediación consiste en la instauración de las condiciones físicas y bioquímicas ideales para que las poblaciones de microorganismos autóctonas o plantas mineralicen los contaminantes o los transformen en compuestos no peligrosos.

Debido a que las plantas autóctonas en la mayoría de los casos presentan un Rizoma relativamente pequeño está limitada su actividad a la capa superficial del suelo. Las raíces de estas plantas no pueden penetrar en estratos más profundos y tomar, almacenar y metabolizar allí los contaminantes. A ello se agrega que la biodisponibilidad de los contaminantes para estas plantas se halla condicionada al tipo de suelo y a las condiciones prevalecientes en el sitio, por ello y debido también a los largos ciclos reproductivos de ellas se halla limitada la bioremediación con plantas (Phytoremediación) a solo algunos casos específicos.



Las ventajas de estos procesos radican en la gran capacidad de adaptación de los microorganismos a un rango variado de condiciones, estos microorganismos son también capaces de degradar los contaminantes (Mineralización de la estructura química original del contaminante orgánico a CO_2 y H_2O). Estos procesos resguardan en gran medida la estructura y funciones del suelo y son también capaces de transformar los contaminantes en relativamente cortos plazos. Como sus principales desventajas se han considerado la formación de metabolitos de igual toxicidad.

2. Bioceldas y Biopilas

Tanto las biopilas como las bioceldas se utilizan con el fin de degradar biológicamente contaminantes orgánicos principalmente hidrocarburos de petróleo. El término bioceldas se refiere a la base aislante que se construye para contener una biopila y donde se realizara el tratamiento controlado.

Los contaminantes orgánicos que son destruidos en estos procesos de tratamiento son principalmente hidrocarburos alifáticos (alcanos y ciclo-alcanos) e hidrocarburos aromáticos (mono- y poli-aromáticos de hasta tres anillos bencénicos). Estos métodos se han utilizado también con éxito en el tratamiento de suelos contaminados con explosivos como el TNT. Los contaminantes pueden ser biodegradados completamente a CO_2 y H_2O , lo que es considerado como mineralización o son biodegradados parcialmente a compuestos intermedios (metabolitos), los cuales pueden ser más tarde mineralizados o ser absorbidos en la matrix del suelo. El sendero más común de la biodegradación es la oxidación de los hidrocarburos catalizada biológicamente por las enzimas de los microorganismos. La reacción de oxidación de los hidrocarburos biodisponibles comienza cuando una enzima ataca un grupo terminal Metileno (CH_2) de las cadenas de carbono de los hidrocarburos. El resultado de la inclusión de un átomo de Oxígeno (oxidación primaria) es hidróxilo ($\text{R-CH}_2\text{-OH}$), la inclusión de un segundo átomo de oxígeno (oxidación secundaria) conduce a la formación de un ácido graso (RCOOH) o a la formación de un Ester ($\text{R-CH}_2\text{-COO-R}$). A esto sigue la repetición de este proceso de oxidación del otro extremo de la cadena del hidrocarburo con la consecuente formación



de un segundo grupo terminal Hidroxilo. Una vez realizado esto, las cadenas de carbón son cortadas en trozos más pequeños y de esta forma introducidos en los ciclos metabólicos de los microorganismos. Los principales grupos de microorganismos que han sido identificados como miembros activos de consorcios biodegradantes de hidrocarburos, entre estos se hallan: bacterias, hongos, levaduras, actinomicetos y algas microscópicas.

Las propiedades físico-químicas determinan que tan rápido se infiltran en el suelo (viscosidad cinemática), que tan rápido se disuelven en el agua (solubilidad), que tan rápido se evaporaran (presión de vapor y punto de ebullición), hasta que punto en el acuífero se hunden (densidad), que tanto son absorbidos en la matriz del suelo sobre todo en la fracción orgánica (coeficiente de retardación R, coeficiente octanol-agua KOW, coeficiente de absorción KOC, Coeficiente de partición Kd).

Propiedades físico-químicas de hidrocarburos

Propiedades fisico-quimicas de algunos hidrocarburos

Contaminante	Solubilidad en agua [mg/l] a 25 °C	Densidad [g/l] a 20 °C
Gasolina	4 - 50	0,80 – 0,93
Benceno	1800	0,88
Fenol	87000	1,05
Naftaleno	30	1,16
Tetracloretileno	150	1,62

Propiedades fisico-quimicas de los HPA

HPA	Nr. de anillos	mM ¹⁾ [g/mol]	Wlk ²⁾ [mg/l]	Dd ³⁾ [torr]	log K _{ow} ⁴⁾
Naphthalin	2	128	30,0	4,9•10 ⁻²	3,37
Acenaphthylen	3	152	3,93	2,9•10 ⁻²	4,07
Acenaphthen	3	154	3,47	2,0•10 ⁻²	4,33
Fluoren	3	166	1,98	1,3•10 ⁻²	4,18
Phenanthren	3	178	1,29	6,8•10 ⁻⁴	4,46
Anthracen	3	178	0,07	2,0•10 ⁻⁴	4,45
Fluoranthen	4	202	0,26	6,0•10 ⁻⁶	5,33
Pyren	4	202	0,14	6,9•10 ⁻⁷	5,32
Benzo[a]anthracen	4	228	0,014	5,0•10 ⁻⁹	5,61
Chrysen	4	228	0,002	6,3•10 ⁻⁷	5,61
Benzo[b]fluoranthen	5	252	0,0012	5,0•10 ⁻⁷	6,57
Benzo[k]fluoranthen	5	252	0,0006	5,0•10 ⁻⁷	6,48
Benzo[a]pyren	5	228	0,0038	5,0•10 ⁻⁷	6,04
Dibenzo[a,h]anthracen	5	278	0,0005	1,0•10 ⁻¹⁰	5,97
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	6	276	0,062	1,0•10 ⁻¹⁰	7,66
Benzo[g,h,i]perylene	6	276	0,0003	1,0•10 ⁻¹⁰	7,23

1) Masa molecular, 2) Solubilidad, 3) Presión de vapor, 4) Coeficiente Octanol - Agua



Los factores que regulan las condiciones óptimas de biodegradación son:

4. La concentración del contaminante,
5. El contenido de agua,
6. El valor del pH,
7. El contenido de oxígeno (aeración) y
8. La concentración de nutrientes en el suelo.

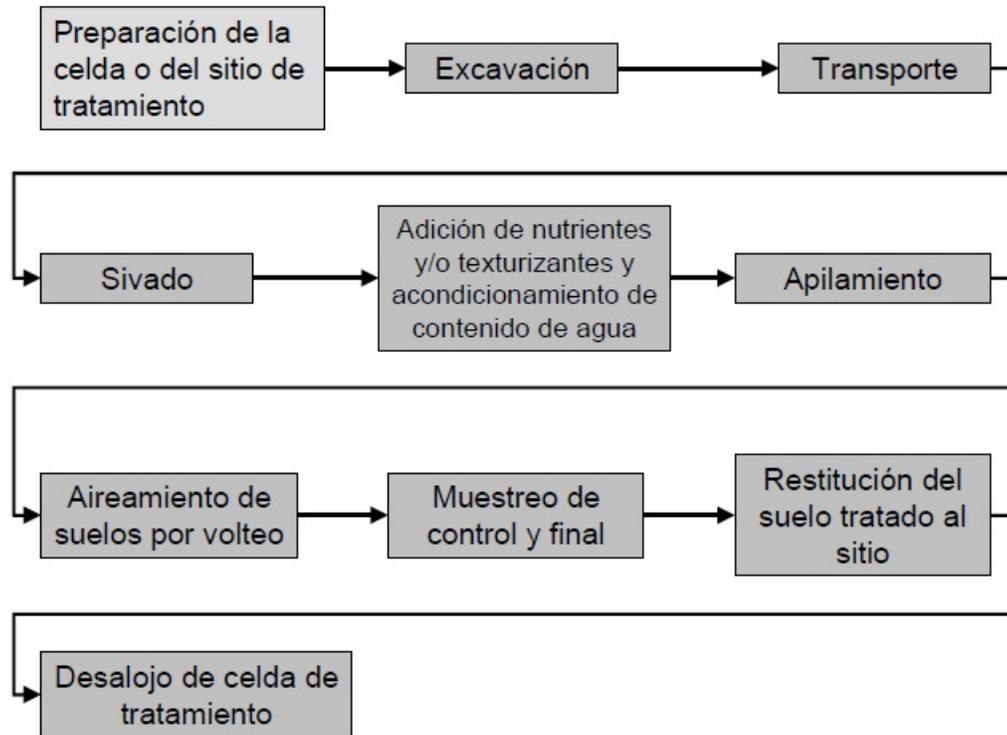
La influencia de estos factores y su rango óptimo para la bioremediación se dan en la siguiente tabla:

Factores que influyen la biodegradación y rangos óptimos

Parametro	Efecto sobre la biodegradacion	Rango optimo
Concentracion de contaminante	- Efectos toxicos - El gradiente de concentracion influencia la biodisponibilidad y la biodegradabilidad de contaminantes	- Limitacion de biodegradacion por una concentracion muy alta o muy baja
Contenido de Agua	- Influencia sobre la solubilidad de los contaminantes y por ende sobre la biodisponibilidad - Influencia sobre el transporte de contaminantes, nutrientes oxigeno y metabolitos	- 40 – 60 % de la capacidad maxima de retencion de agua
Temperatura	- Influencia sobre las tazas de Difusion, Solubilidad y Volatilizacion - Influencia sobre la actividad biologica	- (<i>mesophilico</i>) 30 - 40°C
Valor de pH	- Influencia sobre los procesos de Sorpcion y Desorpcion - Influencia sobre la actividad biologica	- Bacterias: pH 6,0 – 7,5 - Hongos: pH 4,5 – 6,0
Concentracion de oxigeno	- Influencia sobre la actividad biologica y con ello sobre la biodegradacion de los contaminantes	- > 1 Vol.-%
Nutrientes	- Influencia sobre la actividad biologica	- C:N:P ~ 50:4:1



Diagrama de flujo del tratamiento por biopilas o bioceldas



El proceso de tratamiento por biopilas puede presentar dos alternativas en su operación: (a) pasivas o se estáticas y (b) activas o la operación se refiere al método de aireamiento utilizado en la biopila y a la altura de las mismas.

En vista de las investigaciones llevadas a cabo en este campo se considera que las biopilas estáticas, con un aireamiento pasivo por difusión de oxígeno del aire en la biopila, solo pueden tener una altura máxima de 1,5 m, en cambio las biopilas dinámicas, con un aireamiento activo con aire comprimido, pueden alcanzar alturas de aproximadamente 3 m. El aireamiento activo puede realizarse por volteo con trascabos o por inyección directa de aire comprimido.



Esquema del proceso con biopilas



3. Biolabranza o Landfarming

Landfarming es una tecnología para la remediación de suelos que reduce las concentraciones de hidrocarburos de petróleo por biodegradación. Esta tecnología implica generalmente el arar los suelos contaminados (cuando la contaminación es superficial) o removéndolos y depositarlos en la superficie del sitio o sus inmediaciones en una capa delgada y el estimular la actividad microbiana aeróbica dentro de los suelos a través de la aireación por arado con la adición de nutrientes y de la humedad necesaria. La actividad microbiana así impulsada da lugar a la degradación por respiración aeróbica de los componentes fijados por adsorción del producto de petróleo.



Si los suelos están contaminados a muy poca profundidad (es decir a, menos de 1 m de la superficie) es posible estimular la actividad microbiana sin la excavación de los suelos. Si el suelo contaminado alcanza una profundidad de más de 1 m, el suelo se debe excavar y colocar en la superficie del sitio.

Principios de operación: El suelo contiene normalmente una gran cantidad de microorganismos diversos incluyendo bacterias, algas, hongos, protozoos y actinomicetos. En los suelos bien drenados, que son los más apropiados para landfarming, estos organismos son generalmente aerobios. De estos organismos, las bacterias son las más numerosas y el grupo bioquímico más activo, lo cual conduce a una baja en el contenido de oxígeno en el suelo. Las bacterias requieren además una fuente de carbón para el crecimiento de las células y una fuente de energía para sostener sus funciones metabólicas requeridas para su crecimiento. Las bacterias también requieren el nitrógeno y el fósforo para su crecimiento. Aunque los microorganismos están generalmente presentes en el suelo en cantidades y tipos suficientes, en tiempos recientes se han empezado a aplicar formulaciones de microorganismos y Tensoactivos para el tratamiento del suelo o se han aplicado materiales auxiliares como estiércol o residuos orgánicos composteados, semidegradados.

El material auxiliar que se incorpora sirve para aumenta a población microbiana y proporciona los nutrientes adicionales además de mejorar la aeración al aumentar la porosidad del material. El proceso metabólico usado por las bacterias para producir energía requiere un aceptador terminal de electrones para oxidar enzimáticamente la fuente de carbón y convertirla en dióxido de carbono y agua (mineralización).

Los microbios son clasificados por el carbón y las fuentes del aceptador terminal de electrones que utilizan para realizar sus procesos metabólicos. Bacterias que utilizan compuestos orgánicos por ejemplo los componentes del petróleo y otros componentes naturales como su fuente del carbón son denominados: heterótrofos. Los que utilizan carbón inorgánico o componentes inorgánicos que lo contienen por ejemplo el dióxido de



carbono se les denomina: autotróficos. Bacterias que utilizan oxígeno como su aceptador terminal de electrones se les denomina: bacterias aeróbicas. Las bacterias que utilizan otros aceptadores terminales de electrones por ejemplo el nitrato o el sulfato se les denomina: bacterias anaeróbicas. Los que pueden utilizar otros aceptadores terminales de electrones o el oxígeno se les denomina: Microorganismos facultativos. Para el proceso de degradación durante el landfarming aplicado a los hidrocarburos de petróleo son importantes solamente las bacterias heterotróficas aeróbicas o las facultativas. La eficiencia del proceso depende de tres categorías de parámetros: (a) características del suelo, (b) características constitutivas propias de los contaminantes y (c) las condiciones climáticas.

La textura del suelo afecta la permeabilidad, el contenido de agua, y la densidad aparente del suelo. Para asegurarse de que la adición del oxígeno (por labrando o arando), la distribución de nutrientes y el contenido de agua de los suelos se puedan mantener dentro de rangos efectivos de degradación, se debe considerar la textura de los suelos. Los suelos que tienden a aglomerarse (por ejemplo las arcillas) son difíciles de airear y dan por ello lugar a concentraciones de oxígeno bajas. Es también difícil distribuir uniformemente los nutrientes en ellos. También conservan el agua por períodos mas largos de tiempo después de un acontecimiento de precipitación pluvial.

Aunque casi todos los componentes en los productos de petróleo encontrados típicamente en los sitios contaminados son biodegradables cuanto más compleja es la estructura molecular del componente cuanto más difícil y menos rápido es su tratamiento biológico. Los componentes alifáticos y mono-aromáticos en su mayoría con pesos moleculares bajos (nueve átomos o menos del carbón) se biodegradan más fácilmente que componentes orgánicos alifáticos o poli-aromáticos con pesos moleculares altos.

La aplicación típica del proceso ocurre al aire libre, por lo tanto, se expone el suelo a los factores climáticos incluyendo la precipitación, el viento y la radiación solar así como a la variación de la temperatura ambiental. El agua de lluvia la cual cae directamente o fluye



en el área de tratamiento aumentará el contenido de agua del suelo y causará erosión hídrica. Durante y después de un acontecimiento significativo de precipitación, el contenido de agua de los suelos puede estar temporalmente por encima del requerido para una actividad bacteriana eficaz. Por otra parte, durante períodos de la sequía, el contenido de agua puede estar por debajo del nivel óptimo, en este caso agua adicional deberá de ser agregada. La erosión eólica de los suelos puede ocurrir durante períodos ventosos y particularmente durante las operaciones la labranza o arado. La erosión del viento puede ser limitada arando suelos en hileras y aplicando agua periódicamente durante la labranza por aspersión. En regiones cálidas semi-secas se puede aplicar Landfarming durante todo el año.

La aplicación del Landfarming incluye la preparación del sitio de tratamiento, excavación del suelo en su caso, construcción de caminos de acceso al sitio de tratamiento, trazado de líneas de arado, construcción del sistema de recolección del lixiviado y colocación de sistemas de tratamiento previo del suelo por ejemplo, destrozando, mezclando y rectificación de humedad y control del pH, construcción de celdas e instalaciones apropiadas.

Para apoyar el crecimiento bacteriano, el valor de pH del suelo debe estar dentro del rango de pH entre 6 y 8, con un valor alrededor de 7 como valor óptimo. Los suelos con valores de pH fuera de este rango requerirán el ajuste del pH antes y durante las operaciones de landfarming. El pH del suelo puede ser elevado a través de la adición de la cal y ser bajado agregando el azufre elemental o soluciones de este. La aplicación de cal ha sido muy criticada para una aclaración a este respecto vea (recomendaciones del grupo de trabajo de la Profepa de 1997-1998).

Los microorganismos del suelo requieren para su crecimiento una humedad apropiada. Una humedad excesiva en el suelo restringe el movimiento del aire (por convección y difusión) a través de la superficie hacia el interior del suelo de tal modo que reduce la disponibilidad del oxígeno que es necesario para los procesos metabólicos bacterianos



aerobios. En general se puede decir que el suelo debe estar húmedo pero no debe de estar tan húmedo que el agua escurra por goteo del suelo o éste tenga apariencia de lodo. El rango ideal de humedad del suelo (contenido de agua) está entre 40 - 60% de la capacidad máxima de retención del suelo. En dependencia del peso entre 12 - 30% del peso total del suelo. Periódicamente la humedad debe de ser controlada y en su caso debe de ser agregada porque los suelos de otra manera pueden llegar a resecaarse como resultado de la evaporación, que aumenta durante las operaciones de la aireación es decir el labrando y/o arando o durante las épocas cálidas del año. La acumulación excesiva de humedad puede ocurrir en zonas con alta precipitación o cuando el drenaje es pobre o deficiente. Estas condiciones se deben considerar cuando se diseñe el proceso o se planee su aplicación. Una cubierta impermeable por ejemplo puede atenuar la erosión hídrica o eólica excesiva debida a la infiltración y al viento. Sistemas de desalojo y manejo de aguas para el control de lixiviados y precipitaciones son necesarios evitar la saturación en el área del tratamiento y para evitar arrastre de sólidos. Esta agua de salida es controlada generalmente por zanjas de tierra que interceptan y dirigen el flujo de agua a una fosa, carcamo o tanque de retención y almacenamiento. Esta agua puede ser tratada antes de reutilizarse en el proceso o debe de ser tratada antes de descargarse. El sistema de recolección de aguas y lixiviados es también importante para evitar una contaminación de acuíferos.

La aplicación de nutrientes al suelo en solución (Nitratos, Fosfatos y Sulfatos) debe de ser cuidadosa, debido a que un exceso de estos pueden inhibir el metabolismo microbiano. Tanto el control de la humedad, de los nutrientes y del pH debe de hacerse de manera regular y deben de ser ajustados por aspersión en caso dado. Si la época del año en la cual se planea llevar a cabo la aplicación de este proceso de tratamiento coincide con la época de lluvia y esta es mayor a 750 mm/m² entonces es de considerarse la aplicación de una cubierta plástica.



Ventajas y desventajas del landfarming

Ventajas	Desventajas
Simple de diseñar e implementar	Grados de reducción superiores a 95% son muy difíciles de alcanzar
Tiempos cortos de tratamiento usualmente entre 6 meses y 2 años bajo condiciones ideales	No es efectivo para concentraciones superiores a los 50 000 mg/kg de HTP
Costos aproximados entre 300 – 600 pesos/tonelada de suelo contaminado (costos dados por USEPA)	La presencia de metales pesados por encima de 2500 mg/kg puede inhibir el crecimiento de los microorganismos
Efectivo para la reducción de contaminantes orgánicos con tasas de biodegradación bajas	Fraciones volátiles tienden a evaporarse en vez de ser biodegradadas
	Tienden a ocupar una gran extensión de tratamiento, se generan vapores y polvo durante el arado, requiere de un aislamiento de base y de un sistema de recolección de aguas y lixiviados
Información obtenida de la USEPA http://www.epa.gov/swrust1/cat/landfarm.htm http://www.epa.gov/swrust1/pubs/tums.htm	

4. Procesos de remediación hidráulico-biológicos

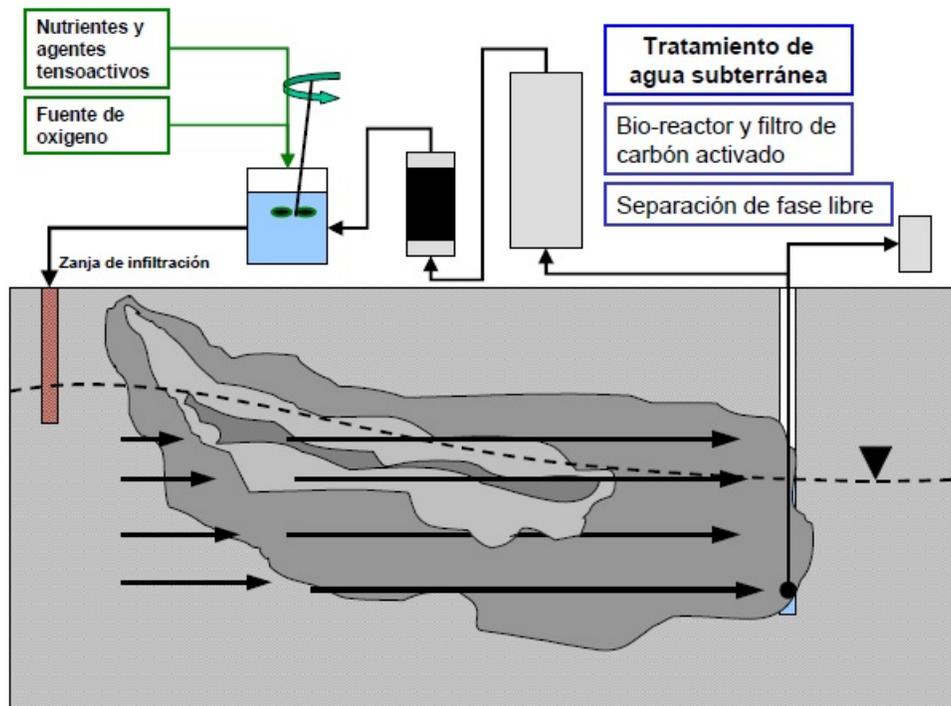
Los procesos de remediación de este tipo permiten degradar los contaminantes en el sitio mismo de la contaminación (in-situ). La biodegradación ocurre por la inyección en el suelo de una fuente de oxígeno por ejemplo: aire o soluciones de Nitrato o de Peroxido de hidrógeno. Estas fuentes de oxígeno pueden poner en marcha los procesos de biodegradación. Las condiciones básicas que permiten la aplicación de este tipo de procesos de remediación son:

1. La permeabilidad del suelo es lo suficientemente alta como para permitir que la fuente de oxígeno se distribuya de manera adecuada a través de toda el área contaminada. Permeabilidades (K_f) superiores a 10^{-4} [m/s] permiten esto.
2. Los contaminantes son biodegradables y biodisponibles.
3. La biodisponibilidad de los contaminantes puede ser elevada por aplicación de agentes tensoactivos.



4. Sustancias tóxicas no se hallan presentes o no son formadas durante la biodegradación.

Proceso de remediación hidráulica-biológica



En esta primera opción de remediación es extraída el agua y al mismo tiempo es separada la fase libre presente en el pozo de extracción. El agua es bombeada a un tanque que funciona como Bioreactor donde una gran parte de los hidrocarburos disueltos son degradados, enseguida es bombeada esta agua a un filtro de carbón activado para aumentar el grado de eliminación de los hidrocarburos. En un tercer tanque son adicionados el aire, los nutrientes y los Tensoactivos en solución. En el Bioreactor se forma una cantidad de lodos al igual que en el tanque de aireación por la precipitación de hidróxidos principalmente de Hierro contenidos en el agua subterránea.

Ya que en la gran mayoría de sitios contaminados se hallan en el suelo microorganismos adaptados a las condiciones existentes, entonces se pueden eliminar las condiciones que



inhiben la biodegradación. La extracción del agua subterránea, su tratamiento y la posterior adición de una fuente de oxígeno, nutrientes y agentes. Tensioactivos contribuye a establecer las condiciones óptimas de biodegradación y eliminación de los contaminantes. Está presente en suficiente cantidad o concentración el oxígeno entonces las bacterias heterótrofas utilizarán a los hidrocarburos como fuente de carbón. Para una mineralización completa a CO_2 y H_2O de hidrocarburos teóricamente se necesita 3,5 veces más Oxígeno O_2 que la cantidad de hidrocarburos presentes. El límite para la utilización del Oxígeno es el grado de solubilidad en agua.

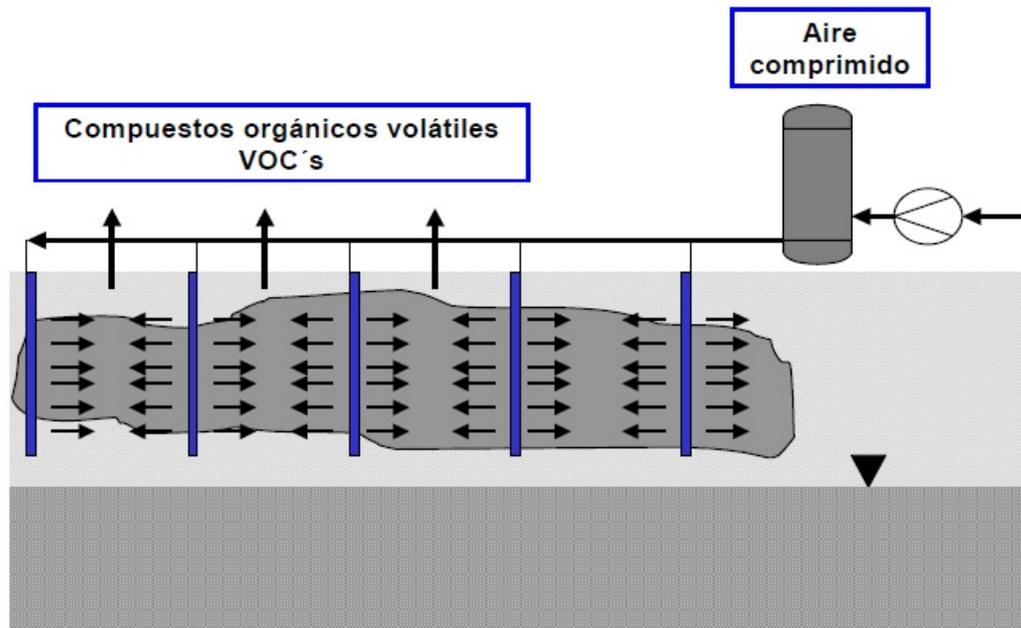
En ocasiones puede ser ventajoso el utilizar otras fuentes de Oxígeno como lo es el Nitrato pues esta sustancia puede disolverse en una solución acuosa a mayores concentraciones que el Oxígeno.

5. Bioventeo

Directamente en el suelo a través de lanzas o pozos, esto produce una aeración del suelo sin que tenga que ser removido, lo cual estimula la biodegradación y acelera la evaporación de los contaminantes. Este proceso de remediación puede ser utilizado para contaminaciones por gasolina y en combinación con otras medidas como lo es la extracción de vapores o la inyección de vapor de agua puede ser removidos o eliminados otro tipo de hidrocarburos menos volátiles.



Bioventeo (Hinchee et al. 1995), (Schachtebeck, 1995)



Los contaminantes que han sido eliminados con este proceso son: Los combustibles como gasolina y combustibles de aviones y compuestos orgánicos volátiles. Las siguientes condiciones deben estar presentes para alcanzar una aplicación eficaz de este proceso de remediación: Una buena permeabilidad debe caracterizar al suelo, poblaciones autóctonas de microorganismos deben estar presentes en concentraciones adecuadas. Algunos de los factores que disminuyen su eficacia son: la presencia de estratos arcillosos de baja permeabilidad y saturados de hidrocarburos, alta compactación del subsuelo, bajo contenido de agua, cambios estacionales pronunciados de la profundidad de la tabla de agua subterránea. La tasa que más comúnmente se utiliza es alrededor de 3,0 - 3,5 mg O₂/mg TPH. Los tiempos de eliminación van de los 180 - 365 días para grados de eliminación altos (superiores a 70 %).



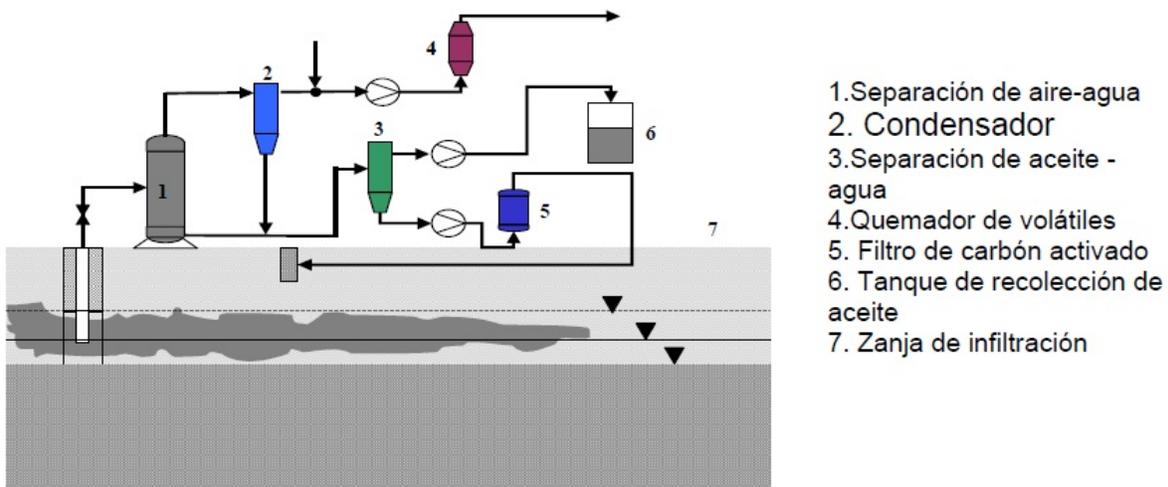
6. Bioslurping

Esta opción representa una variación del anterior proceso de remediación. En este caso es inyectado el aire comprimido dentro de la zona saturada del suelo (acuífero). El proceso se ha aplicado cuando este acuífero yace muy cerca de la superficie del suelo.

Su limitación principal se da por la inhomogénea distribución del oxígeno en el agua y la formación de canales de flujo con el paso del tiempo.

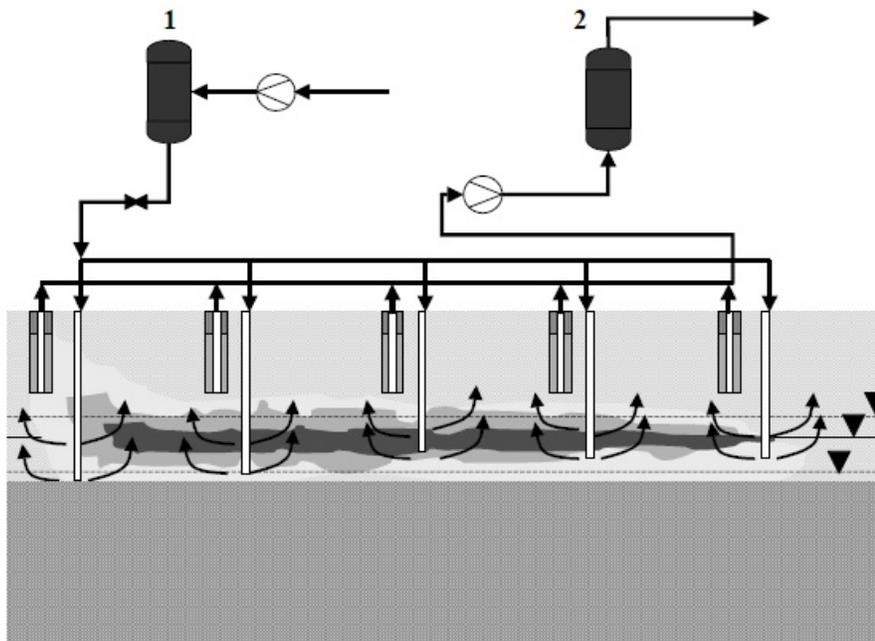
Planta de tratamiento del aire extraído por Bioslurping

(Hinchee et al. 1995)





Método de Bioslurping (Gemperline et al., 1995)



La comparación de la tasa de consumo de oxígeno (de orden cero y primer orden), la porosidad y la tasa de degradación de Hexano para distintas profundidades de inyección se muestra en la siguiente tabla.

Comparación de tasas de consumo de oxígeno (Davis G. et al., 1995)

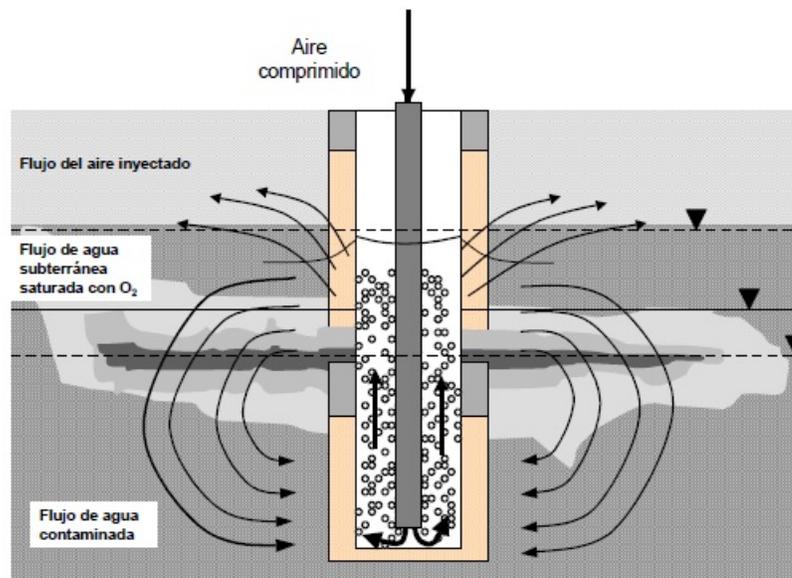
Sitio	Profundidad [m]	Taza de (Orden cero) consumo de O ₂ (%O ₂ /h)	Taza de (Primer orden) consumo de O ₂ (1/h)	Porosidad	Taza calculada de degradación de Hexano (mg Hexano/Kg suelo * día)
Dentro del radio de influencia calculado	3,9	1,20	0,071	0,22	19
	4,5	2,40	0,230	0,24	40
Fuera del radio de influencia calculado	3,9	0,51	0,036	0,22	7,8
	4,5	0,74	0,071	0,24	12



Distintos estudios por ejemplo los de Li et al., (1995) y los de Leeson et al., (1995) muestran que la tasa de consumo de O_2 depende principalmente del flujo de inyección y de la permeabilidad del suelo. Estos y otros estudios muestran que se forman zonas de burbujeo alrededor de los puntos de inyección cuyos radios dependen del flujo aplicado.

La degradación puede ser medida como formación de Disolved Inorganic Carbon (DIC), cambios del potencial de Redox y por los cambios en la alcalinidad y dureza en agua (Lund, 1991). La aplicación de este método de remediación esta limitado por la concentración de los hidrocarburos en suelos. A altas concentraciones este método pierde eficiencia (Nitsche et al., 1995).

Flujo de agua alrededor de un pozo de inyección





VI. BIBLIOGRAFÍA

1. **Anónimo, 1998.** *Appendix A: Petroleum Fuel Characteristics: Composition, Physical Chemical Properties, and Toxicological Assessment Summary.* <http://kemb.uwrl.usu.edu/rbca/text/AppA.html>.
2. **ASTM, 1997.** *Risk Based Corrective Action Course Notes PCN #36-003004-00.* American Society of Testing and Materials, West Conshohocken, PA.
3. **Bouwer, E. J. y Zehnder, A.J.B. 1993.** *Bioremediation of organic compounds – putting microbial metabolism to work.* Trends in Biotechnology, 8(11):360-367.
4. **Brady, Nyle C., 1990.** *The Nature and Properties of Soils.* 10th Ed. MacMillan Publishing Company, Estados Unidos.
5. **Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2009.** *Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea. Acuífero (0901) zona metropolitana de la Cd. de México.* México.
6. **Diario Oficial de la Federación. 2008.** *Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.* México.
7. **EPA (Environmental Protection Agency) 1992.** *Framework for ecological risk assessment.* EPA/630/R-92/001. Risk Assessment Forum U.S. Environmental Protection, Washington, D.C.
8. **EPA (Environmental Protection Agency) 1998.** *Field Application of In Situ Remediation Technologies: Chemical Oxidación.* EPA/542/R-98/008. Office of Solid Waste and Emergency Response U.S. Environmental Protection, Washington, D.C.
9. **Ewis, J.B.; Ergas, S.J.; Chang, D.P.Y. y Schroeder, E.D. 1999.** *Principios de Biorrecuperación.* McGraw-Hill Interamericana de España. España.
10. Fuente: <http://www.conagua.gob.mx/Repda.aspx>. 2010
11. **Gaan Consultores S. A. de C. V. 2010.** *Evaluación del grado de contaminación en un predio ubicado en Av. Félix, Cuevas, esquina Av. Universidad, colonia Santa Cruz Atoyac, C. P. 03310, México D.F.*
12. **Gaceta Oficial del Distrito Federal (GODF) . 2003.** *Decreto por el que se aprueba el Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal.*



13. **García, E., 1988.** *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana.* Enriqueta García de Miranda. México.
14. **Gobierno del Distrito Federal (GDF). 2000.** *Breviario 2000 Benito Juárez.*
15. **GSI, 1999.** *RBCA Tool Kit for Chemical Releases v 1.2.* Ground Water Services Inc., Houston, Texas.
16. **ICA.2010.** *Plano No. PMDF-10-ARQ-612270-III-0308-333-90-P-01. Estación Zapata, cortes Generales1, arquitectónicos.* México.
17. **Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI. 2006.** *Cuaderno Estadístico Delegacional de Benito Juárez, Distrito Federal.*
18. **Leahy, J. G. y Colwell, R.R. 1990.** *Microbial Degradation of Hydrocarbons in the Environment.* Microbiological Reviews, 54(3):305-315.
19. **Michelsen, T. and Petito, C. 1993.** *Cleanup Standards for Petroleum Hydrocarbons. Part I. Review of Methods and Recent Developments.* Journal of Soil Contamination, Vol 2, No 2.
20. **Morgan, P. and Watkinson, R.J. 1989.** *Hydrocarbon Degradation in Soils and Methods for Soil Biotreatment.* Critical Reviews in Biotechnology 8(4):305-333
21. **Ortiz-Villanueva, B., 1977.** *Edafología.* Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
22. **PEMEX. 2006.** *Directorio de Autoconsumo al 30 de noviembre de 2006.* México.
23. **Weaver, J.W.; Charbeneau, R.J.; Tauxe, J.D.; Lien, B.K. y Provost, J.B., 1995.** *The Hydrocarbon Spill Screening Model (HSSM). Volume 1: User's Guide.* U.S. Environmental Protection Agency, Estados Unidos. EPA/600/R-94/039
24. <http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/estados/df/geolo.cfm?c=444&e=17>
25. [http//. Googleearth.com](http://. Googleearth.com)
26. <http://www.conagua.gob.mx/Repda.aspx>

NORMATIVIDAD APLICABLE Y DE REFERENCIA

- **NOM-138-SEMARNAT/SS-2003,** Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.



- **NOM-121-SEMARNAT-2000** Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, muestreo y análisis.
- **NOM-017-STPS-2000.** Equipo de protección personal selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. México.



Contenido

I. INTRODUCCIÓN.....	2
II. DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE CONTAMINACIÓN DEL SITIO.....	5
III. CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON BASE A LOS NOM-138-SEMARNAT/SS-2003.....	8
III.1 RESULTADOS.....	13
III.2 ISOLÍNEAS DE CONCENTRACIÓN.....	23
III.3 CONCLUSIONES.....	27
IV. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN.....	28
IV.1 ROMPIMIENTO Y REMOCIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA.....	29
IV.2 EXCAVACIÓN Y RECUPERACIÓN DEL SUELO CONTAMINADO.....	29
IV.3 RECUPERACIÓN Y TRATAMIENTO DEL AGUA SUBTERRÁNEA CONTAMINADA.....	30
IV.4 RECOLECCIÓN, TRANSPORTE, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DEL SUELO CONTAMINADO.....	31
IV.5 COLECCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO EN LA BASE DE LA EXCAVACIÓN PARA CONFIRMAR LA CONCENTRACIÓN DE HIDROCARBUROS.....	34
V. PROGRAMA DE ACTIVIDADES.....	35



I. INTRODUCCIÓN

El Consorcio ICA/ALSTOM/CARSO se encuentra en proceso de construcción de la Línea Dorada 12 del metro y en particular está bajo proceso constructivo la estación Zapata, misma que dará correspondencia entre la línea 12 y la actual línea 3 del Sistema de Transporte Colectivo.

Durante los trabajos de instalación y localización del sistema de bombeo profundo (mediante puntas eyectoras), previo a los trabajos de excavación y construcción de la estación Zapata, se detectó la presencia de hidrocarburos en uno de los pozos de bombeo, específicamente en el ubicado en la esquina surponiente de la intersección de las avenidas Félix Cueva y Zapata.

Una vez definida la posibilidad de encontrarse en un sitio contaminado con hidrocarburos ICA/ALSTOM/CARSO, dio aviso de este hallazgo a la PROFEPA delegación en la Zona Metropolitana del valle de México y solicitó la realización de sondeos preliminares con el fin de delimitar los posibles límites del sitio contaminado, para poder tomar las medidas de prevención necesarias.

Por tal motivo, el 20 de octubre de 2010, se dicta un “ACUERDO DE EMPLAZAMIENTO Y MEDIDAS CORRECTIVAS N° 387/2010”, en contra del EL GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL, RESPONSABLE DEL PROYECTO LINEA 12 TLAHUAC – MIXCOAC, SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO ESTACION ZAPATA, donde se establece de manera textual que:

Primero.- Se tiene por instaurado procedimiento administrativo a nombre del GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL, RESPONSABLE DEL PROYECTO LÍNEA



12 TLAHUAC MIXCOAC, TRANSPORTE COLECTIVO METRO, ESTACION ZAPATA.

Segundo.- Con fundamento en el artículo 167 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente se concede a dicha sociedad (sic) un plazo de quince días hábiles para que manifieste lo que a su derecho convenga y ofrezca pruebas.

Tercero.- Que esta Delegación es competente para conocer y resolver este procedimiento..., ...Por lo que esta autoridad procedió a los análisis de los documentos y manifestaciones vertidos por la empresa INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS, S.A. DE C.V., determinando lo siguiente:

-Resulta improcedente la responsabilidad adjudicada a la empresa INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS, S.A. DE C.V., en virtud de que la misma se encuentra prestando servicios derivados del contrato de obra pública...

- En virtud de lo anterior, quien resulta responsable de responder por las medidas necesarias para corregir la situación del suelo contaminado con hidrocarburos es el GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL, toda vez que las avenidas constituyen un bien del dominio público de uso común y es la autoridad primordialmente responsable del proyecto de construcción de la Línea 12 Tláhuac – Mixcoac...*

-Y toda vez que el hallazgo resulta una situación de hecho dentro de la ejecución de las actividades de la empresa INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS, S.A. DE C.V., no le es atribuible a la misma, no obstante informó haber dado cumplimiento a las medidas correctivas 1, 2 y 3...

-En virtud de lo antes señalado y considerando la gravedad de las irregularidades detectadas...en este acto se le ordena la adopción de las medidas correctivas en el plazo que en las mismas se establecen.

1.- El GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL, RESPONSABLE DEL PROYECTO LINEA 12 TLAHUAC – MIXCOAC, SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO ESTACION ZAPATA, deberá realizar el muestreo para su debida caracterización.



2.- El GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL, RESPONSABLE DEL PROYECTO LINEA 12 TLAHUAC – MIXCOAC, SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO ESTACION ZAPATA, deberá presentar ante esta Delegación el informe de caracterización...

3.- En caso de que los resultados indiquen que el suelo presenta concentraciones de hidrocarburos por arriba de los límites permitidos, deberá ser restaurado hasta cumplir con el numeral 8.1 de la Norma (Plazo de 20 días hábiles posteriores a la notificación del presente acuerdo).

4.- Se le informa que deberá aportar los elementos probatorios para determinar las condiciones económicas del mismo.

5.- Se le hace saber que el cumplimiento de las medidas no lo exime de las sanciones que procedan.

6.- Se le requiere para que señale domicilio dentro de la población donde se encuentra esta Delegación.

7.- Se le requiere para que indique el medio por el que desee se le notifiquen aquéllos actos que la ley no establezca su notificación personal.

8.- Se le hace saber que el expediente está para su consulta en las oficinas de la Delegación.

Con fecha 18 de noviembre de 2010, el Gobierno del Distrito Federal por medio de su Director General de obras Inducidas, notifica a la Delegación de PROFEPA que se llevarán a cabo los trabajos de caracterización de suelo a través de la empresa Ingenieros Civiles Asociados y con un laboratorio acreditados por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).

Por esta razón, el 25 de noviembre de 2010, la Delegación de la Zona Metropolitana del Valle de México de la PROFEPA, emitió la orden de inspección No. PFFPA/39.2/000799/10, donde se notifica al Gobierno del Distrito Federal para recibir visita de inspección con el objeto de supervisar junto con personal del Centro Nacional de



Desastres (CENAPRED), el muestreo en diez puntos en la zona de excavación para la construcción de la Estación Zapata.

Finalmente, el 2 de diciembre de 2010 se recibe la visita de los inspectores de PROFEPA para verificar la realización de los muestreos antes mencionados, con base a los lineamientos establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, donde se confirmó la presencia de hidrocarburos en concentraciones que se encuentran por arriba de los límites máximos permisibles establecidos en la citada norma, que indican que se deberán llevar a cabo trabajos de remediación para la limpieza del sitio.

Es por lo anterior, que se emite el presente documento donde se establecen los lineamientos y procedimientos; así como la ingeniería que será aplicada para llevar a cabo los trabajos de restauración del suelo con la finalidad de coadyuvar en la solución del problema y evitar retrasos en la construcción del proyecto de la Línea 12 y por instrucciones del nuestro cliente, se presente ante esta autoridad el “PLAN DE RESTAURACIÓN DEL SITIO UBICADO EN AV. FÉLIX, CUEVAS, ESQUINA AV. UNIVERSIDAD, COLONIA SANTA CRUZ ATOYAC, C.P. 03310, MÉXICO D.F.”

II. DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE CONTAMINACIÓN DEL SITIO

Con el objeto de evaluar el grado de contaminación y de esta forma analizar el riesgo que implica área afectada y determinar la migración potencial, el 18 de mayo del 2010 se llevó a cabo un muestreo en el que se consideró la toma de muestras en rejilla con muestreo dirigido a juicio de un experto. En este muestreo se colectaron un total de 51 muestras de suelo distribuidas en 15 pozos de perforación a profundidades desde 1.0 m a 7.55 m.



Los resultados del muestreo indicaron contaminación en suelo y subsuelo en los 15 sondeos realizados, considerándose niveles medios de contaminación. Asimismo, para verificar la parte de los hidrocarburos ligeros, también se analizaron los Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) mediante el empleo de fotoionizador portátil (PID) y la utilización del método indirecto conocido como “head space”, el cual consiste en tomar una muestra de suelo y dejarlo vaporizar por unos minutos y posteriormente medir las concentraciones de los COVs con el PID.

Asimismo, a las muestras colectadas se les determinó los de hidrocarburos totales del petróleo mediante el método Petroflag, así como hidrocarburos fracción pesada, media y ligera con base a los métodos analíticos de la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 (sólo a tres muestras). Los resultados analíticos de este diagnóstico preliminar se presentan en la siguiente tabla.

RESULTADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE COV's e HTP

Identificación	Profundidad (m)	Hora	Fecha	COV's ppm	Concentración de hidrocarburos totales mg/kg
P3-4.0	4.0	13:06	18-mayo-2010	60	1,750
P4-4.0	4.0	14:05	18-mayo-2010	50	1,660
P5-4.0	4.0	15:18	18-mayo-2010	120	2,160
P6-4.0	4.0	16:11	18-mayo-2010	45	1,530
P7-4.0	4.0	17:30	18-mayo-2010	55	1,840
P8-1.0	1.0	18:08	18-mayo-2010	50	1,530
P9-4.0	4.0	11: 50	19-mayo-2010	35	1,340
P10-4.0	4.0	13:13	19-mayo-2010	40	1,450
P11-3.0	3.0	17:34	19-mayo-2010	2	146
P12-3.0	3.0	18:55	19-mayo-2010	0	179

Después de hacer los recorridos de verificación y los sondeos correspondientes en las zonas seleccionadas se obtuvieron los siguientes resultados y conclusiones:



- Se realizaron sondeos de forma manual para dar un total de 51 muestras colectadas, las muestras se tomaron en las áreas que presentaban la posibilidad de derrames de hidrocarburos.
- PLAN DE RESTAURACIÓN PROYECTO INTEGRAL L-12 0827LD DIRECCIÓN GENERAL DE PROYECTO Página 8 de 41.
- De manera adicional se tomaron datos de campo tales como las mediciones de agua subterránea (tomadas 24 h después de elaborado el sondeo) y datos históricos proporcionados por el constructor para niveles observados en pozos realizados como parte de los estudios preliminares del trazo de la línea 12 del metro.
- También se consideraron los datos de estratigrafía proporcionados de acuerdo con los estudios realizados mediante pozos de perforación y las actualizaciones realizadas a los mismos.
- Por último se consideró la estratigrafía local obtenida en la perforación de los pozos de sondeos realizados como parte integral de este trabajo.
- Basados en los datos proporcionados, se realizó una corrida con el programa HSSM (EPA, 1996) para determinar en base a un derrame hipotético, la máxima penetración de los hidrocarburos en un suelo con estas características.
- Aunque se realizaron 15 sondeos no se puede determinar con certeza el origen de la contaminación, sin embargo, atendiendo a la pluma estimada, se puede pensar que esta tuvo origen en la esquina suroeste de la intersección de las avenidas Félix Cuevas y Universidad o más hacia el sur, lugar donde se encontraba instalada anteriormente una estación de combustible de Pemex que posiblemente los tanques subterráneos estuvieron fisurados y el combustible almacenado contaminó el subsuelo.



III. CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON BASE A LOS NOM-138-SEMARNAT/SS-2003

La caracterización realizada en el periodo del 2 al 3 de diciembre tuvo como objetivo analizar el riesgo que implican las áreas contaminadas por hidrocarburos; determinándose la migración potencial desde la fuente hacia los receptores sensibles, que se encuentren dentro y fuera de las instalaciones donde se produjo el derrame o fuga, para poder dictaminar el impacto que se ha producido en el entorno, físico, biológico y socioeconómico; y proponer la técnica más adecuada para llevar a cabo el proceso de remediación de la zona afectada tomando en cuenta lo establecido por la SEMARNAT.

Para llevar a cabo los muestreos, inicialmente se realizó una reunión entre el personal técnico de Gaan Consultores, S.A. de C.V. con el personal del Centro Nacional para la Prevención de Desastres; PROFEPA; así como personal de Proyecto Metro D.F., personal de ICAACC y supervisión de obra para dar a conocer los alcances y requerimientos del proyecto de caracterización. Dicha reunión se realizó directamente en el sitio de trabajo.

Para esta caracterización se realizó un total de 11 sondeos los cuales se efectuaron de forma manual en terreno natural, las muestras (31) se tomaron considerando la superficie asignada originalmente a este proyecto y en particular las áreas que presentaron evidencia o rastros de posible contaminación, según se indica en la siguiente tabla:



Tabla 2. Identificación y ubicación de los puntos de muestreo

No.	Identificación muestra	Profundidades (metros)	Coordenadas		Fecha de muestreo
			X	Y	
1	P1-2.0	2.0	482677.54	2141864.80	02-Dic-2010
2	P2-2.0	2.0	482675.03	2141859.09	02-Dic-2010
3	P3-2.0	2.0	482668.08	2141844.61	02-Dic-2010
4	P4-2.0	2.0	482661.69	2141857.05	02-Dic-2010
5	P5-2.0	2.0	482648.83	2141880.23	02-Dic-2010
6	P6-2.0	2.0	482660.11	2141868.07	02-Dic-2010
7	P7-2.0	2.0	482648.76	2141869.80	03-Dic-2010
8	P8-2.0	2.0	482638.73	2141872.12	03-Dic-2010
9	P9-2.0	2.0	482636.88	2141562.15	03-Dic-2010
10	P10-2.0	2.0	482667.17	2141876.49	03-Dic-2010
11	P11-3.00	3.00	482643.44	2141879.88	03-Dic-2010

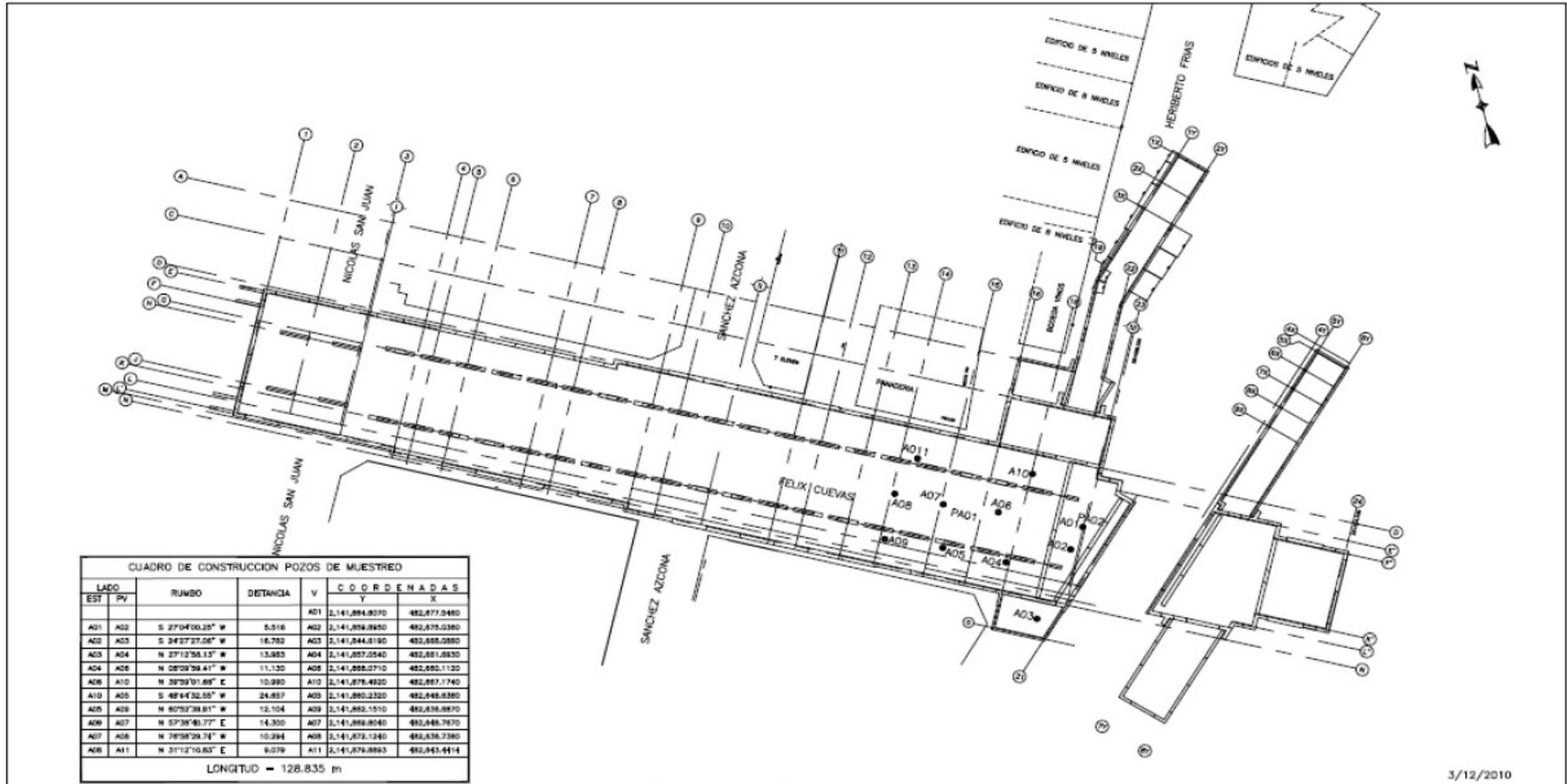


Figura 1. Localización de los puntos de muestreo

3/12/2010



Tomando en consideración los resultados emitidos en el estudio previo a la caracterización, e información proporcionada por el grupo de ingeniería a cargo del proyecto, se definieron los puntos de sondeo y el número de muestras para los siguientes parámetros:

- Hidrocarburos Fracción pesada (31)
- Hidrocarburos fracción media (31)
- Hidrocarburos fracción ligera (31)
- Hidrocarburos poliaromáticos (31)
- Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos (suma de isómeros) (31)

Paralelamente se designaron también los sitios (2) en que se obtuvieron muestras de agua para determinar hidrocarburos fracción ligera, media y pesada.

Una vez que se definieron los puntos de muestreo se procedió a realizar el marcado para continuar con la apertura preliminar de los pozos, la cual consistió básicamente en el rompimiento de la carpeta asfáltica y concreto hidráulico mediante el uso de un equipo Bobcat modelo 337 y posteriormente con herramienta manual consistente en palas, picos y barretas.

Las muestras se tomaron a tres profundidades (2.0, 3.0 y 5.0 m), basadas en los acuerdos tomados con las diferentes instancias involucradas y manifestadas en la propuesta de estrategia de muestreo presentada ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPa) mediante el oficio No. DGP-DEX-360/10 con fecha de recibo por la autoridad ambiental del 08 de noviembre de 2010.

Los días 02 y 03 del mes de diciembre de 2010, se efectuaron los trabajos correspondientes para la obtención de 31 muestras de suelo y subsuelo distribuidas en 11 pozos de muestreo, conforme se plasma en la tabla siguiente.



Tabla 3. Ubicación de los sondeos y datos generales de las muestras tomadas.

No.	Identificación muestra	Profundidades (metros)	Coordenadas		Hora de muestreo	Fecha de muestreo
			X	Y		
1	P1-2.0	2.0	482677.54	2141864.80	12:07	02-Dic-2010
2	P1-3.37	3.37			12:37	02-Dic-2010
3	P1-5.0	5.0			13:39	02-Dic-2010
4	P2-2.0	2.0	482675.03	2141859.09	12:55	02-Dic-2010
5	P2-3.0	3.0			13:29	02-Dic-2010
6	P2-5.0	5.0			14:10	02-Dic-2010
7	P3-2.0	2.0	482668.08	2141844.61	14:00	02-Dic-2010
8	P3-3.0	3.0			14:40	02-Dic-2010
9	P3-5.0	5.0			15:06	02-Dic-2010
10	P4-2.0	2.0	482661.69	2141857.05	15:17	02-Dic-2010
11	P4-3.0	3.0			15:30	02-Dic-2010
12	P4-5.0	5.0			16:55	02-Dic-2010
13	P5-2.0	2.0	482648.83	2141880.23	17:30	02-Dic-2010
14	P5-3.0	3.0			17:37	02-Dic-2010
15	P5-5.0	5.0			18:06	02-Dic-2010
16	P6-2.0	2.0	482660.11	2141868.07	16:23	02-Dic-2010
17	P6-3.0	3.0			16:36	02-Dic-2010
18	P6-5.0	5.0			17:14	02-Dic-2010
19	P7-2.0	2.0	482648.76	2141869.80	10:09	03-Dic-2010
20	P7-3.0	3.0			10:23	03-Dic-2010
21	P7-5.0	5.0			11:05	03-Dic-2010
22	P8-2.0	2.0	482638.73	2141872.12	10:32	03-Dic-2010
23	P8-3.0	3.0			10:50	03-Dic-2010
24	P8-5.0	5.0			11:18	03-Dic-2010
25	P9-2.0	2.0	482636.88	2141562.15	11:52	03-Dic-2010
26	P9-3.0	3.0			12:26	03-Dic-2010
27	P9-5.0	5.0			13:00	03-Dic-2010
28	P10-2.0	2.0	482667.17	2141876.49	11:59	03-Dic-2010
29	P10-3.0	3.0			12:26	03-Dic-2010
30	P10-5.0	5.0				13:10
31	P11-3.00	3.00	482643.44	2141879.88	13:55	03-Dic-2010

Cabe mencionar que las actividades relacionadas con el muestreo de suelo y subsuelo estuvieron inspeccionadas por personal representante de la PROFEPA, de acuerdo a lo establecido en el Acta de Inspección No. 09-003-0017/10 con orden de inspección PFPA/3912/000799/10.



Las muestras de suelo y subsuelo obtenidas fueron evaluadas por el laboratorio Intertek Testing Services para la determinación de hidrocarburos totales del petróleo fracción pesada, media y ligera, HAP's y BTEX's.

Por otra parte, con base en la determinación del número y sitios de muestreo propuesto por el panel interinstitucional, se realizó la toma de dos muestras de agua subterránea. En la siguiente tabla se indica la ubicación de los pozos y sondeos para muestreo de agua.

Tabla 4. Identificación de muestras para agua de pozo.

Identificación muestra	Coordenada X	Coordenada Y	Hora	Fecha
PA-1	482653.71	2141868.65	11:37	03-Dic-2010
PA-2	482675.03	2141859.09	12:13	03-Dic-2010

III.1 RESULTADOS.

Con base en las actividades realizadas durante los trabajos de campo, así como en los resultados del laboratorio del análisis de las muestras de suelo y agua subterránea, se presentan los siguientes resultados:

Análisis de las muestras de suelo y subsuelo.

En las tablas siguientes se presentan los resultados de las determinaciones analíticas realizadas a las muestras de suelo y subsuelo.

- ***Resultados para la evaluación de hidrocarburos fracción ligera***

De acuerdo a lo indicado en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 el suelo y subsuelo se analizaron para determinar la concentración de hidrocarburos fracción ligera por el



método EPA 8015B los resultados se compararon con los LMP para uso de suelo residencial. En la tabla siguiente se presentan los resultados de dichos análisis realizados a las muestras de suelo y subsuelo.

Tabla 5. Resultados para el parámetro Hidrocarburos Fracción Ligera (HCFL).

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINACIÓN EN SUELOS HCFM FRACCIÓN LIGERA: 200.00 mg/kg			
MUESTRA	COORDENADA		HCFL(mg/kg) (Base seca)
	X	Y	
P1-2.00	482677.54	2141864.80	755.43
P1-3.37			79.4
P1-5.00			79.4
P2-2.00	482675.03	2141859.09	118.32
P2-3.00			1,510.13
P2-5.00			111.11
P3-2.00	482668.08	2141844.61	633.28
P3-3.00			834.05
P3-5.00			93.38
P4-2.00	482661.69	2141857.05	15.85
P4-3.00			42.00
P4-3.00(DUPLICADO)			28.92
P4-5.00			<13.41
P5-2.00	482648.83	2141880.23	17.35
P5-3.00			90.12
P5-5.00			<12.73
P6-2.00	482660.11	2141868.07	146.70
P6-3.00			539.65
P6-5.00			30.47
P7-2.00	482648.76	2141869.80	36.35
P7-3.00			39.81
P7-3.00 (DUPLICADO)			90.5
P7-5.00			15.55
P8-2.00	482638.73	2141872.12	<14.75
P8-3.00			<14.75
P8-5.00			<13.39
P9-2.00	482636.88	2141562.15	<13.39
P9-3.00			16.88
P9-5.00			<15.39
P10-2.00	482667.17	2141876.49	741.93
P10-3.00			1,075.03
P10-5.00			42.17
P10-5.00 (DUPLICADO)			50.10
P11-3.00	482643.44	2141879.88	<12.87



De acuerdo a los resultados derivados del análisis de las muestras de suelo para la determinación de hidrocarburos fracción ligera se tiene que las muestras identificadas como P1-2.00 (755.43 mg/kg), P2-3.00 (1,510.13 mg/kg), P3-2.00 (633.28 mg/kg), P3-3.00 (834.05 mg/kg), P6-3.00 (539.65 mg/kg), P10-2.00 (741.93 mg/kg) y P10-3.00 (1,075 mg/kg) sobrepasan el LMP establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 de 200 mg/kg para uso de suelo residencial.

- ***Resultados para la evaluación de hidrocarburos fracción media***

De acuerdo a lo indicado en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 el suelo y subsuelo se analizaron para determinar la concentración de hidrocarburos fracción media por el método EPA 8015B, los resultados se compararon con los LMP para uso de suelo residencial. En la tabla siguiente se presentan los resultados de dichos análisis realizados a las muestras de suelo y subsuelo.



Tabla 6. Resultados de los análisis para el parámetro Hidrocarburos Fracción Media (HCFM).

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINACIÓN EN SUELOS HCFM FRACCIÓN MEDIA: 1,200.00 mg/kg			
MUESTRA	COORDENADA		HCFM (mg/kg) (Base seca)
	X	Y	
P1-2.00	482677.54	2141864.80	125.55
P1-3.37			89.55
P1-5.00			<72.97
P2-2.00	482675.03	2141859.09	<69.49
P2-3.00			242.65
P2-5.00			<74.72
P3-2.00	482668.08	2141844.61	<63.54
P3-3.00			<77.06
P3-5.00			<73.31
P4-2.00	482661.69	2141857.05	<60.34
P4-3.00			<61.13
P4-3.00(DUPLICADO)			<64.59
P4-5.00	482648.83	2141880.23	<66.91
P5-2.00			<69.49
P5-3.00			<67.39
P5-5.00	482660.11	2141868.07	<63.45
P6-2.00			<33.05
P6-3.00			<64.68
P6-5.00	482648.76	2141869.80	<68.08
P7-2.00			<71.51
P7-3.00			<69.49
P7-3.00 (DUPLICADO)	482638.73	2141872.12	<30.71
P7-5.00			<68.65
P8-2.00			<29.59

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINACIÓN EN SUELOS HCFM FRACCIÓN MEDIA: 1,200.00 mg/kg			
MUESTRA	COORDENADA		HCFM (mg/kg) (Base seca)
	X	Y	
P8-3.00	482636.88	2141562.15	<72.74
P8-5.00			<26.71
P9-2.00			<66.67
P9-3.00	482667.17	2141876.49	<71.41
P9-5.00			<74.22
P10-2.00			1,335.03
P10-3.00	482643.44	2141879.88	286.44
P10-5.00			<67.29
P10-5.00 (DUPLICADO)			<88.45
P11-3.00			<23.98



De acuerdo a los resultados derivados del análisis de las muestras de suelo para la determinación de hidrocarburos fracción media se tiene que la muestra identificada como P10-2.00 (1,335.03 mg/kg) presenta valores por encima del LMP establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 de 1,200 mg/kg.

- ***Resultados para la evaluación de hidrocarburos fracción pesada***

De acuerdo a lo indicado en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 el suelo y subsuelo se analizaron para determinar la concentración de hidrocarburos fracción pesada por el método EPA 9071B, los resultados se compararon con los LMP para uso de suelo residencial. En las tablas siguientes se presentan los resultados de dichos análisis realizados a las muestras de suelo y subsuelo.



Tabla 7. Resultados para el parámetro Hidrocarburos Fracción Pesada (HCFP)

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINACIÓN EN SUELOS HCFP FRACCIÓN PESADA: 3,000.00 mg/kg			
MUESTRA	COORDENADA		HCFP (mg/kg) (Base seca)
	X	Y	
P1-2.00	482677.54	2141864.80	<460.12
P1-3.37			<392.32
P1-5.00			<486.72
P2-2.00	482675.03	2141859.09	<463.54
P2-3.00			<497.60
P2-5.00			<498.40
P3-2.00	482668.08	2141844.61	<423.81
P3-3.00			<514.03
P3-5.00			<489.01

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINACIÓN EN SUELOS HCFP FRACCIÓN PESADA: 3,000.00 mg/kg			
MUESTRA	COORDENADA		HCFP (mg/kg) (Base seca)
	X	Y	
P4-2.00	482661.69	2141857.05	<402.45
P4-3.00			<407.72
P4-3.00(DUPLICADO)			1,217.15
P4-5.00			<446.28
P5-2.00	482648.83	2141880.23	2,113.10
P5-3.00			<449.49
P5-5.00			<423.23
P6-2.00	482660.11	2141868.07	<441.84
P6-3.00			<431.44
P6-5.00			<454.08
P7-2.00	482648.76	2141869.80	<565.34
P7-3.00			<463.54
P7-3.00 (DUPLICADO)			<511.49
P7-5.00			<488.24
P8-2.00	482638.73	2141872.12	<492.88
P8-3.00			<485.20
P8-5.00			<445.00
P9-2.00	482636.88	2141562.15	<467.72
P9-3.00			<476.30
P9-5.00			<511.49
P10-2.00	482667.17	2141876.49	<396.82
P10-3.00			606.06
P10-5.00			1,037.46
P10-5.00 (DUPLICADO)			<589.96
P11-3.00	482643.44	2141879.88	<408.26



De acuerdo a los resultados derivados del análisis de las muestras de suelo para la determinación de hidrocarburos fracción pesada se tiene que ninguna de las muestras analizadas sobrepasa el LMP establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 3, 000 mg/kg para uso de suelo residencial.

- **Resultados para la evaluación de BTEX's**

De acuerdo a lo indicado en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 el suelo y subsuelo se analizaron para determinar la concentración de: benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos (suma de isómeros) por el método 8260B 1996, los resultados se compararon con los LMP para uso de suelo residencial. En la tabla siguiente se presentan los resultados de dichos análisis aplicados a las muestras de suelo y subsuelo.

Tabla 8. Resultados para, benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos (BTEX's).

COMPUESTO IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	Benceno (6 mg/kg)	Etilbenceno (10 mg/kg)	Tolueno (40 mg/kg)	m. p Xileno (40 mg/kg)	O Xileno (40 mg/kg)	Total de BTEX
P1-2.00	<0.92	<0.92	<0.92	<1.84	<0.92	ND
P1-3.37	<0.78	<0.78	<0.78	<1.54	<0.78	ND
P1-5.00	<0.99	<0.99	<0.99	<1.95	<0.97	ND
P2-2.00	<0.93	<0.93	<0.93	<1.86	<0.93	ND
P2-3.00	<0.99	<0.99	<0.99	<1.99	<0.99	ND
P2-5.00	<0.99	<0.99	<0.99	<1.99	<0.99	ND
P3-2.00	<0.85	<0.85	<0.85	<1.70	<0.85	ND
P3-3.00	<1.03	<1.03	<1.03	<2.05	<1.03	ND
P3-5.00	<0.98	<0.98	<0.98	<1.96	<0.98	ND
P4-2.00	<0.80	<0.80	<0.80	<1.61	<0.80	ND
P4-3.00	<0.81	<0.81	<0.81	<1.63	<0.81	ND
P4-3.00(DUPLICADO)	<0.86	<0.86	<0.86	<1.72	<0.86	ND
P4-5.00	0.89	0.89	<0.89	1.79	0.89	ND
P5-2.00	<0.93	<0.93	<0.93	<1.86	<0.93	ND
P5-3.00	<0.90	<0.90	<0.90	<1.80	<0.90	ND
P5-5.00	<0.84	<0.84	<0.84	<1.69	<0.84	ND
P6-2.00	<0.88	<0.88	<0.88	<1.76	<0.88	ND
P6-3.00	<0.86	<0.86	<0.86	<1.73	<0.86	ND
P6-5.00	<0.90	<0.90	<0.90	<1.81	<0.90	ND
P7-2.00	<1.13	<1.13	<1.13	<2.26	<1.13	ND
P7-3.00	<0.93	<0.93	<0.93	<1.86	<0.93	ND
P7-3.00 (DUPLICADO)	<1.02	<1.02	<1.02	<2.05	<1.02	ND
P7-5.00	<0.97	<0.97	<0.97	<1.95	<0.97	ND
P8-2.00	<0.98	<0.98	<0.98	<1.97	<0.97	ND
P8-3.00	<0.97	<0.97	<0.97	<1.94	<0.97	ND
P8-5.00	0.89	0.89	<0.89	<1.79	<0.89	ND
P9-2.00	<0.92	<0.92	<0.92	<1.85	<0.92	ND
P9-3.00	<0.95	<0.95	<0.95	<1.90	<0.95	ND
P9-5.00	<1.02	<1.02	<1.02	<2.04	<1.02	ND
P10-2.00	<0.79	<0.79	<0.79	<1.59	<0.79	ND
P10-3.00	<0.99	<0.99	<0.99	<1.98	<0.99	ND
P10-5.00	<0.90	<0.90	<0.90	<1.80	<0.90	ND
P10-5.00 (DUPLICADO)	<1.18	<1.18	<1.18	<2.36	<1.18	ND



En base a los resultados de laboratorio emitidos para la determinación de BTEX"s se tiene que ninguna de las muestras analizadas sobrepasa el Límite Máximo Permisible establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003.

Resultados para la evaluación de HAP's

De acuerdo a lo indicado en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 el suelo y subsuelo se analizaron para determinar la concentración de Hidrocarburos poliaromáticos (HAP"s) por el método EPA 8270C 1996, los resultados se compararon con los LMP para uso de suelo residencial. En la tabla siguiente se presentan los resultados de dichos análisis realizados a las muestras de suelo y subsuelo.



Tabla 9. Resultados para el parámetro Hidrocarburos Poli aromáticos (HAP'S).

COMPUESTO	Benzo (a) antraceno	Benzo (a) pireno	Benzo (b) fluoranteno	Benzo (k) Fluoranteno	Dibenzo (a, h) antraceno	Indeno (1, 2, 3-ed) pireno
LMP	2 mg/kg	2 mg/kg	2 mg/kg	8 mg/kg	2 mg/kg	2 mg/kg
P1-2.00	<0.49	<0.49	<0.49	<0.49	<0.49	<0.49
P1-3.37	<0.41	<0.41	<0.41	<0.41	<0.41	<0.41
P1-5.00	<0.52	<0.52	<0.52	<0.52	<0.52	<0.52
P2-2.00	<0.49	<0.49	<0.49	<0.49	<0.49	<0.49
P2-3.00	<0.53	<0.53	<0.53	<0.53	<0.53	<0.53
P2-5.00	<0.53	<0.53	<0.53	<0.53	<0.53	<0.53
P3-2.00	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45
P3-3.00	<0.55	<0.55	<0.55	<0.55	<0.55	<0.55
P3-5.00	<0.52	<0.52	<0.52	<0.52	<0.52	<0.52
P4-2.00	<0.43	<0.43	<0.43	<0.43	<0.43	<0.43
P4-3.00	<0.43	<0.43	<0.43	<0.43	<0.43	<0.43
P4-3.00(DUPLICADO)	<0.46	<0.46	<0.46	<0.46	<0.46	<0.46
P4-5.00	<0.47	<0.47	<0.47	<0.47	<0.47	<0.47
P5-2.00	<0.49	<0.49	<0.49	<0.49	<0.49	<0.49
P5-3.00	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48
P5-5.00	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45
P6-2.00	<0.23	<0.23	<0.23	<0.23	<0.23	<0.23
P6-3.00	<0.46	<0.46	<0.46	<0.46	<0.46	<0.46
P6-5.00	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48
P7-2.00	<0.51	<0.51	<0.51	<0.51	<0.51	<0.51
P7-3.00	<0.49	<0.49	<0.49	<0.49	<0.49	<0.49
P7-3.00 (DUPLICADO)	<0.21	<0.21	<0.21	<0.21	<0.21	<0.21
P7-5.00	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48
P8-2.00	<0.21	<0.21	<0.21	<0.21	<0.21	<0.21
P8-3.00	<0.51	<0.51	<0.51	<0.51	<0.51	<0.51
P8-5.00	<0.19	<0.19	<0.19	<0.19	<0.19	<0.19
P9-2.00	<0.47	<0.47	<0.47	<0.47	<0.47	<0.47
P9-3.00	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
P9-5.00	<0.52	<0.52	<0.52	<0.52	<0.52	<0.52
P10-2.00	<0.41	<0.41	<0.41	<0.41	<0.41	<0.41
P10-3.00	<0.53	<0.53	<0.53	<0.53	<0.53	<0.53
P10-5.00	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48

En base a los resultados de laboratorio emitidos para la determinación de HAP's se tiene que ninguna de las muestras analizadas sobrepasa el Límite Máximo Permissible establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003.



Análisis de las muestras de agua.

Como ya se ha mencionado anteriormente, se recolectaron dos muestras de agua para la determinación y cuantificación de hidrocarburos fracción ligera, media, pesada, poliaromáticos y Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos (suma de isómeros).

- **Resultados para la evaluación de Hidrocarburos Fracción Ligera.**

Las muestras de agua para la determinación de Hidrocarburos Fracción Ligera fueron analizadas por el método EPA 530 y EPA 8015, los resultados de los análisis realizados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 10. Resultados de los análisis en agua para el parámetro hidrocarburos fracción ligera.

IDENTIFICACIÓN MUESTRA	COORDENADA		HORA	FECHA	HTP FRACC. LIGERA (mg/l)
	X	Y			
PA-1	482675.03	2141859.09	11:37	03-Dic-2010	<0.225
PA-2	482653.71	2141868.65	12:30	03-Dic-2010	24.677

En la actualidad no existe en nuestro país normatividad de referencia donde se establezcan límites máximos permisibles para la contaminación por hidrocarburos, sin embargo, se procedió a determinar la concentración para fracción ligera, donde se obtuvo para la muestra identificada como PA1 una concentración <0.225 mg/l y para PA2 24.677 mg/l.

- **Resultados para la evaluación de Hidrocarburos Fracción Media.**

La determinación de Hidrocarburos Fracción Media se realizó mediante la aplicación de los métodos EPA 3510 y EPA 8015 respectivamente; los resultados se plasmaron en la tabla siguiente.



Tabla 11. Resultados de los análisis en agua para el parámetro hidrocarburos fracción media.

IDENTIFICACIÓN MUESTRA	COORDENADA		HORA	FECHA	HTP FRACC. MEDIA (mg/l)
	X	Y			
PA-1	482675.03	2141859.09	11:37	03-Dic-2010	<0.521
PA-2	482653.71	2141868.65	12:30	03-Dic-2010	19.100

En la actualidad no existe en nuestro país normatividad de referencia donde se establezcan límites máximos permisibles para la contaminación por hidrocarburos, sin embargo, se procedió a determinar la concentración para fracción media, donde se obtuvo para la muestra identificada como PA1 a <0.521 mg/l y en PA2 19.100 mg/l.

- **Resultados para la evaluación de Hidrocarburos Fracción Pesada.**

Las determinaciones analíticas en las muestras de agua recolectadas fueron realizadas a través de la aplicación de los métodos EPA 3510 y EPA 1664A; los resultados se anotan en la tabla siguiente.

Tabla 12. Resultados de los análisis en agua para el parámetro hidrocarburos fracción pesada.

IDENTIFICACIÓN MUESTRA	COORDENADA		HORA	FECHA	HTP FRACC. PESADA (mg/l)
	X	Y			
PA-1	482675.03	2141859.09	11:37	03-Dic-2010	<4.1
PA-2	482653.71	2141868.65	12:30	03-Dic-2010	<4.1

III.2 ISOLÍNEAS DE CONCENTRACIÓN

Con base en los resultados analíticos obtenidos, se realizaron isolíneas de concentración para hidrocarburos fracción ligera (HFL) desde 0.15 de profundidad y hasta un promedio de 4.30 m, mediante la aplicación del programa Surfer® (Surface Mapping System)



Versión 8.00 para Windows de Golden Software Inc. El objetivo fundamental de la generación de las isolíneas de contaminantes, es poder visualizar las posibles áreas afectadas y definir la concentración de contaminantes de interés en dichas zonas.

Surfer® es un programa de elaboración de contornos basado en rejillas o cuadrículas y de trazado de planos o mapas superficiales de tres dimensiones que corre bajo Microsoft Windows. Surfer® interpola valores XYZ espaciados de manera irregular en una rejilla o cuadrícula regular, y coloca los datos interpolados en un archivo de cuadrícula. Los archivos de cuadrícula se utilizan para producir contornos de mapas y planos superficiales.

El control de Surfer® sobre las operaciones de cuadrículado y sobre el despliegue de los mapas, permite producir el tipo de mapa de contornos o planos superficiales que mejor representan los datos de entrada. Los métodos de cuadrículado definen la manera en la cual los datos XYZ son interpretados cuando producen el archivo de cuadrícula. Surfer® incluye varios métodos de cuadrículado, lo permite producir diferentes interpretaciones de los datos de entrada. También se pueden crear archivos de cuadrícula basados en una fórmula matemática.

Surfer® produce mapas de contornos o planos superficiales de los datos XYZ. Un mapa de contorno es una representación bidimensional de los datos tridimensionales. Los contornos definen líneas con igual valor de Z a lo largo del mapa mientras los planos superficiales son la representación tridimensional de un archivo de cuadrícula.

Las isolíneas generadas se presentan en las siguientes figuras. Debido a que ninguno de los demás parámetros rebasan las concentraciones establecidas por la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. Las isolíneas de concentración superiores a 200 mg/kg se presentan en las siguientes figuras:



Figura 2. Plano de Isolíneas de concentración para hidrocarburos fracción ligera de 0.10 a 2.00 m de profundidad.

Para esta profundidad se tiene un cálculo aproximado de afectación para un área de 954.42 m², pero dado que esta superficie se presenta bajo la vialidad se tienen que hacer ciertas acotaciones, debidas fundamentalmente a la construcción ya existente de muros Milán, que tienen como objeto dar sustentación durante las obras constructivas y cuyo volumen se debe descontar al volumen calculado inicialmente. De esta manera los 954.42 m² se convierten por en 1,813.39 m³ debido a la profundidad existente desde la superficie hasta la profundidad de muestreo (1.90 m descontando 0.10 m de espesor de pavimento). De manera adicional existe un volumen de 137.46 m³ de material representado por el concreto del muro Milán ya construido, por lo que el volumen real de suelo afectado es de 1,675.93 m³ para esta profundidad.

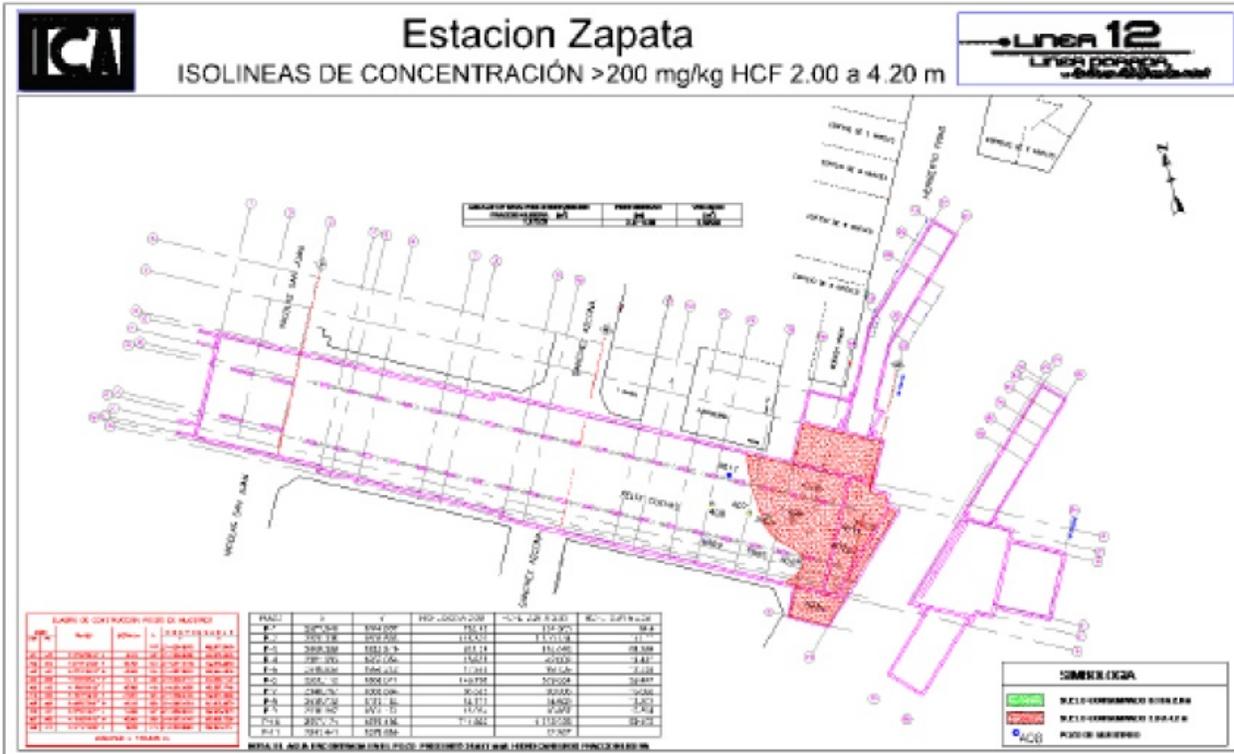


Figura 3. Plano de Isolíneas de concentración para hidrocarburos fracción ligera de 2.00 a 2.00 m de profundidad.

En el caso de la profundidad a de 2.0 a 4.2 m, los 1,175.29 m² se convierten en 2,585.63 m³ debido a la profundidad existente desde la superficie hasta la profundidad de muestreo (2.20 m). De manera adicional al igual que en caso anterior, existe un volumen de 159.17 m³ de material representado por el concreto del muro Milán ya construido, por lo que el volumen real de suelo afectado es de 2,426.46 m³ para esta profundidad.

En total se considera un volumen de 4,102.39 m³ de material contaminado por hidrocarburos fracción ligera.

La representación esquemática en 3D se presenta en la siguiente figura, en ella se muestra en naranja la afectación de 0.10 a 2.00 m; en magenta la afectación de 2.00 a



4.20 m y en verde el suelo sin contaminar, aunque los muros Milán tienen en promedio 26 m solo se representan los primeros 10 m de dichas estructuras.

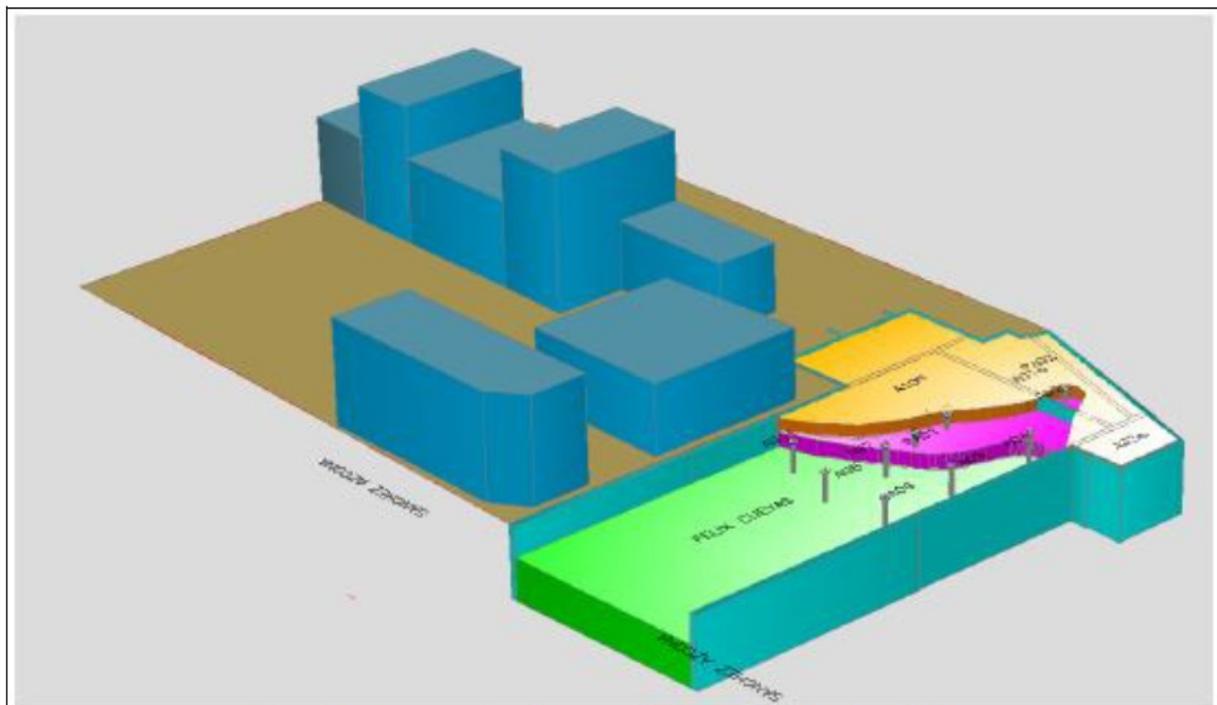


Figura 4. Representación esquemática de la afectación.

III.3 CONCLUSIONES.

Una vez llevado a cabo la “**CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN POR HIDROCARBUROS, EN EL TRAZO DE LA LÍNEA 12 DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO, AV. FÉLIX, CUEVAS, ESQUINA AV. UNIVERSIDAD, COLONIA SANTA CRUZ ATOYAC, C. P. 03310, MÉXICO D.F.**”, se tienen las siguientes conclusiones:

- El trazo de construcción de la línea 12 del Sistema de Transporte Colectivo presenta suelo contaminado por hidrocarburos fracción ligera en un volumen de 4,102.39 m³. Dicha contaminación se encuentra ubicada en un área aproximada de los 1,175.29 m² a la altura del cadenamiento 26+035, específicamente en la



intersección surponiente de la Av. Félix Cuevas y Av. Universidad, Colonia Santa Cruz Atoyac, delegación Benito Juárez, México D.F.

- Se presenta contaminación de agua subterránea, aunque aún no existen en nuestro país los lineamientos para definir si los valores presentes requieren de acciones de limpieza de la misma.

IV. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN

Con base en los análisis de las pruebas realizadas, se diseñó una estrategia específica para la restauración del sitio, la cual se presenta en la siguiente figura.

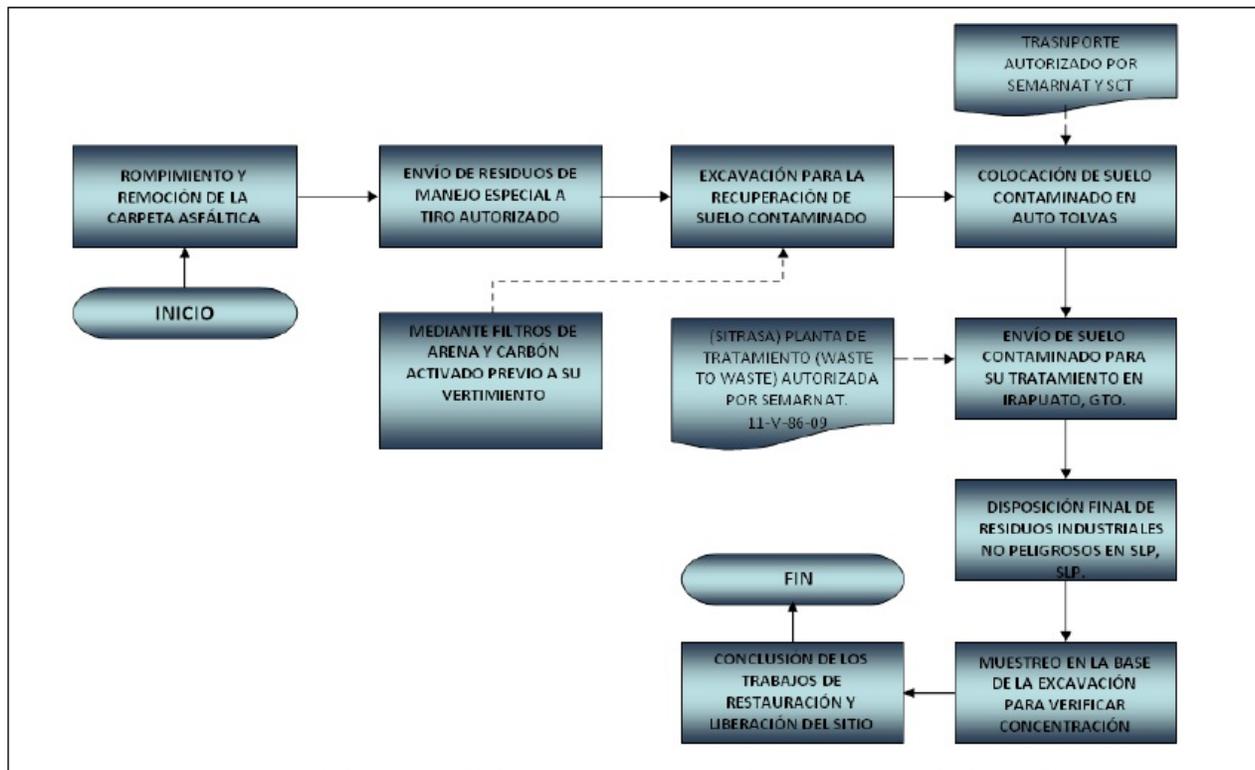


Figura 5. Diagrama de flujo del proceso de restauración del sitio



IV.1 ROMPIMIENTO Y REMOCIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA.

Para esta actividad, se realizará el trazo conforme a plano de proyecto autorizado, por topografía, verificando niveles. Conforme al trazo, se inicia el corte de carpeta asfáltica, mediante cortadora de disco.

Posteriormente, se realizará la demolición de la carpeta asfáltica por secciones, conforme al esquema de avance, mediante rompedoras neumáticas. La capa de asfalto demolida y el rellano se levantarán mediante retroexcavadora y se acumulará en el extremo de la excavación, en donde se carga directamente a los vehículos de transporte mediante retroexcavadora y/o cargador frontal.

Una vez realizada la carga, se colocará la lona para cubrir la carga y evitar emisión de polvos o derrame de material en vialidad. Una vez verificado los camiones salen del proyecto hacia el sitio de tiro asignado.

En este caso se utilizará el sitio denominado “Mina El Milagro”, localizado en Carretera México-Puebla Km. 37.5, Loma Ancha, Ex Hacienda de Zapotitlan, en el Municipio de Ixtapaluca, Estado de México. Permiso otorgado por la Secretaria del Medio Ambiente del Estado de México, No. 212130000/DGOIA/RESOL/205/07. y/o en el sitio “Rehabilitación del Socavón San Miguel Tlaixpan”, el cual se rellenará con material de excavación, Ubicado en el Ejido de San Miguel Tlaixpan, municipio de Texcoco Estado de México, mediante el oficio 212130000/DGOIA/RESOL/0306/10 de fecha 18 de noviembre de 2010. Ambos autorizados por la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de México.

IV.2 EXCAVACIÓN Y RECUPERACIÓN DEL SUELO CONTAMINADO.

Posterior al retiro de la carpeta asfáltica, se llevará a cabo la actividad correspondiente a la excavación para la recuperación del suelo contaminado. Esta actividad se realizará mediante el empleo de una máquina retroexcavadora.



Cabe mencionar que durante esta actividad, se llevará a cabo tomando como base los resultados de la modelación e la pluma contaminante producto de los resultados de la caracterización realizada, donde se definen los diferentes estratos donde se localizan los hidrocarburos, con el objeto de realizar una excavación diferencial y enviar a tratamiento el suelo que se encuentra contaminado.

IV.3 RECUPERACIÓN Y TRATAMIENTO DEL AGUA SUBTERRÁNEA CONTAMINADA.

Debido a las características geohidrológicas del sitio que se encuentra impactado por hidrocarburos, se tiene la presencia de aguas subterráneas con presencia de hidrocarburos por lo que se requiere su recuperación y tratamiento.

Para esta actividad, se procederá a perforar los pozos de bombeo a la distancia y profundidad indicada en el proyecto de la estación y en el cajón, colocando el tubo ranurado y el filtro correspondiente, se introducirán las pipetas eyectoras y se conectarán al cárcamo de bombeo el cual se instalará paralelamente a la construcción de pozos, se iniciará el bombeo el tiempo previo que indique el proyecto y cuando se tenga un avance tal en el confinamiento con muros milán que no se corra el riesgo de afectar las construcciones colindantes, se llevarán registros diarios de cada pozo y durante el tiempo que esté vigente cada uno de ellos hasta concluir el bombeo general de la estación o cajón.

Cabe mencionar que el sistema de bombeo del agua subterránea, contará con un sistema de filtración (lecho de carbón activado) para el tratamiento del agua previo a su vertimiento al sistema de drenaje de la delegación.



IV.4 RECOLECCIÓN, TRANSPORTE, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DEL SUELO CONTAMINADO.

El suelo contaminado producto de la excavación será depositado directamente a en contenedores con capacidad suficiente (auto tolvas) para evitar que se almacenen los residuos fuera de áreas previamente seleccionadas para su manejo. Los contenedores serán proporcionados por las empresa JCB Ambiental, S.A. de C.V. quién cuenta con autorización de SEMARNAT No. 11-17-PS-I-O2-07 y por la empresa EK Ambiental con número de autorización 09-01-GM-I-18-2006 (Ver Anexo 1) para su posterior tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos y se colocarán de manera estratégica en el sitio para garantizar que en el momento de la excavación, el suelo contaminado sea depositado directamente en dichos contenedores.

Para llevar a cabo una adecuada supervisión de los trabajos de excavación para la recuperación del suelo contaminado y su colocación en las auto tolvas, se cuenta con los servicios especializados de la empresa EnviroSense, S.A. de C.V., quién cuenta con peritos en materia de contaminación de suelo, con lo que se garantizará que los trabajos se lleven de acuerdo a lo programado y con base a los lineamientos de la regulación aplicable.

Por seguridad, los camiones se llenarán hasta un 85% de su capacidad total con base a los lineamientos de pesos y medidas que establece la SCT para circular en vías federal. Asimismo, los contenedores serán provistos en el fondo con un material impermeable para impedir cualquier escurrimiento del material y se cubrirán debidamente con lonas para evitar cualquier dispersión del suelo contaminado. Para un control del volumen del suelo contaminado que será transportado, los contenedores serán pesados en básculas públicas antes y después de ser llenados con el objeto de llenar debidamente los formatos de Entrega, Transporte y Recepción de Residuos Peligrosos que se encuentra publicados por la SEMARNAT.



Una vez que los contenedores sean llenados hasta su máxima capacidad, serán retirados del sitio y transportados hasta la planta de de la empresa Sistema de Tratamiento Ambiental, S.A. de C.V. (SITRASA), la cual se ubica en la Ciudad de Irapuato, Guanajuato y cuenta con número de autorización de SEMARNAT para el tratamiento de residuos peligrosos No. 11-V-86-09. Una vez en el sitio de tratamiento, al suelo contaminado se le realizará una identificación física tomando una muestra representativa que será enviada al laboratorio para determinar la compatibilidad de los residuos peligrosos; posteriormente los residuos serán almacenados en tambores con una capacidad de 172,800 litros.

Por otra parte, para el almacenamiento de reactivos que serán utilizados para la estabilización neutralización, fijación y/o reducción, SITRASA cuenta con tres silos, los cuales cuentan con una capacidad de 51 m³ c/u, equipados con sistemas de aeración, válvulas, control de nivel. Por otra parte, la cantidad de los reactivos que alimenta al mezclador es determinada por el laboratorio de forma automática, por medio de transportadores a una tolva con báscula dosificadora de 300 lts de capacidad, de donde pasa al transportador mezclador de reactivo, y se envía al mezclador por medio del transportador inclinado; al mismo tiempo los residuos seleccionados por el laboratorio son colocados en el elevador de tambores, cuya capacidad es de 4 tambores por ciclo, de donde son vertidos a la tolva pesadora de residuos con capacidad de 5000 lts.

Enseguida, en la tolva pesadora se mezclan los residuos con agua, la alimentación de agua es automática y controlada por la válvula, los residuos ya mezclados con agua son transportados hacia el mezclado. Durante el trayecto, los residuos pasan por un electro imán a fin de retener las partículas metálicas, la mezcla se alimenta a un molino, para disminuir el tamaño de las partículas y asegurar una reacción completa con el mezclador, en donde se alimentan los residuos y los reactivos al mismo tiempo, este mezclador cuenta con un controlador de velocidad y un sistema de apertura hidráulico para la descarga, el tiempo de estancia en el mezclador es fijado por el laboratorio, una vez que la mezcla está hecha y transcurrido at tiempo establecido se precede a vaciar el



mezclador sobre el transportador de producto tratado. A manera de resumen y dependiendo de los resultados de las pruebas realizadas en el laboratorio ubicado en las instalaciones de SITRASA, al suelo contaminado se le aplicarán los siguientes tratamientos:

1. Neutralización, con la finalidad de reducir la corrosividad y reactividad de los residuos mezclándolos con materiales ácidos y alcalinos hasta llevarlos a un pH neutro.
2. Oxidación/ reducción, para llevar a cabo este tratamiento se utilizan reactivos oxidantes tales como: hipoclorito de calcio, polisulfuro de calcio, peróxido de hidrógeno, ozono, cloro, permanganato de potasio y como reductores dióxido de azufre, sulfato ferroso, bisulfito de sodio, barohidruro de sodio.
3. Fijación, aplicando la solidificación/ estabilización, para lo cual emplean aditivos para reducir la movilidad de los contaminantes, la solidificación implica que se obtengan bloques monolíticos con alta integridad estructural del residuo tratado.
4. Precipitación química, utilizando hidróxido de calcio o hidróxido de sodio como agentes precipitantes para remover metales insolubles.

En el siguiente diagrama se presenta el proceso de tratamiento del suelo contaminado con hidrocarburos.

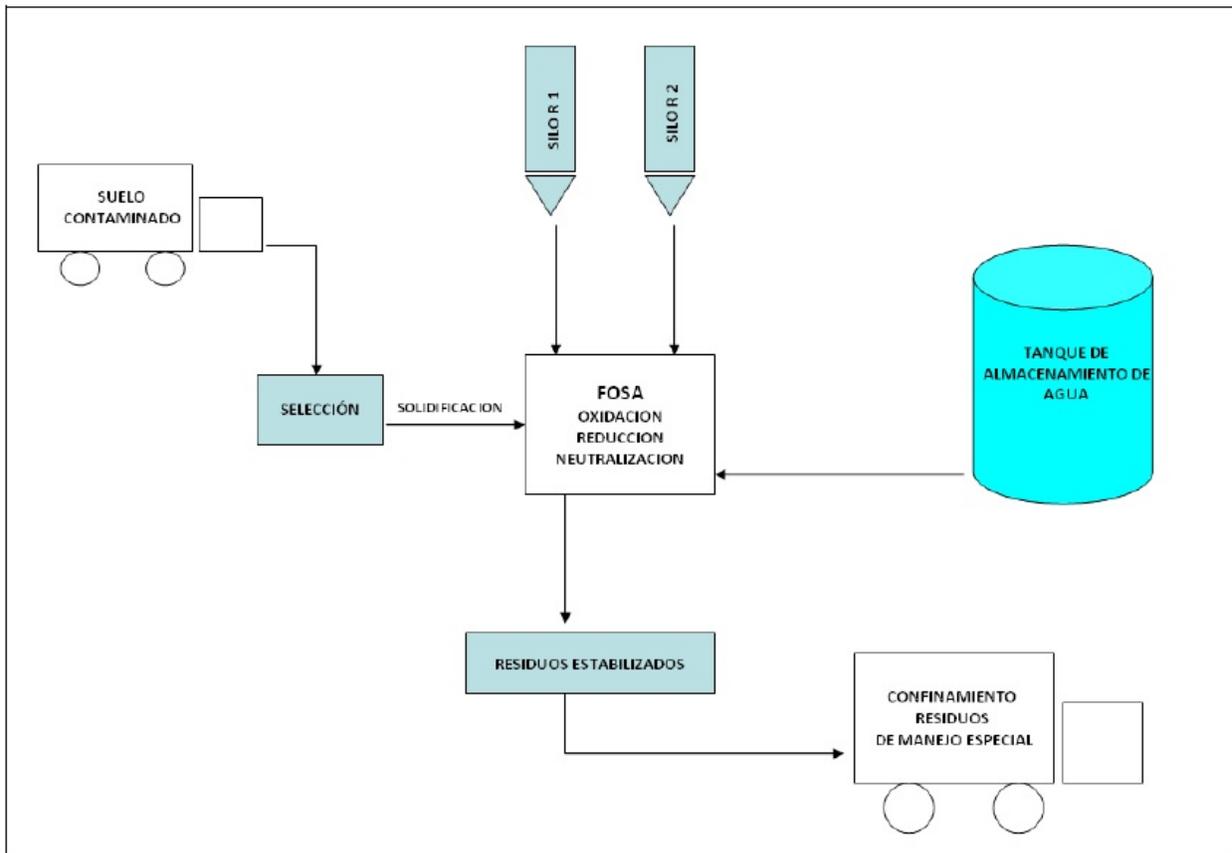


Figura 7. Diagrama de flujo del proceso de tratamiento de los residuos.

De acuerdo al procedimiento del tratamiento y al protocolo autorizado por la SEMARNAT, se lleva a cabo un análisis CRETIB a los residuos estabilizados para su posterior envío a un sitio de disposición de residuos de manejo especial localizado en las ciudades de San Luis Potosí, SLP. e Irapuato, Gto.

IV.5 COLECCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO EN LA BASE DE LA EXCAVACIÓN PARA CONFIRMAR LA CONCENTRACIÓN DE HIDROCARBUROS.

Una vez que el responsable técnico de los trabajos de restauración haya determinado que las actividades de excavación se encuentren concluidas, se llevará a cabo la colección de muestras de suelo en la base de cada excavación, con el objeto de establecer mediante resultados analíticos, que las actividades de remediación han sido



concluidas y que las concentraciones de los diferentes contaminantes no representan un riesgo a la salud o al ambiente.

El número de muestras será determinado una vez que se concluyan las actividades de cada etapa de la excavación y se utilizará métodos manuales para la perforación y colección de muestras.

Las muestras colectadas con el equipo manual, serán enviadas a un laboratorio acreditado por la EMA para su análisis. Los parámetros para las muestras son los siguientes:

- Hidrocarburos fracción pesada
- Hidrocarburos fracción media
- Hidrocarburos fracción ligera
- Benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos (BTEX)
- Hidrocarburos poliaromáticos

V. PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Se estima que para llevar a cabo los trabajos anteriormente descritos, se requiere de 15 semanas.



No.	ACTIVIDAD	SEMANAS															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Elaboración del Programa de Restauración	■															
2	Gestión del Programa de Restauración ante la PROFEPA para su aprobación	■															
3	Inicio de actividades de bombeo y tratamiento de agua subterránea.		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
4	Remoción de la capa de asfalto de vialidad.		■														
5	Recolección, transporte y disposición final de la capa de asfalto de vialidad.		■														
6	Excavación y recuperación del suelo contaminado.		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
7	Recolección y transporte del material de excavación.		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
8	Colección y análisis de muestras de suelo en la base de la excavación para confirmar la concentración de hidrocarburos.		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
9	Elaboración del reporte de actividades de restauración.															■	■
10	Aviso de conclusión de actividades de remediación																■
11	Gestión del aviso de conclusión con PROFEPA para la obtención de la "Declaratoria de Remediación" del sitio.																■

**RESULTADOS DE MUESTRAS ANALIZADAS POR
INTERTEK TESTING SERVICES
LABORATORIOS AMBIENTALES
MÉXICO**

REPORTE ELABORADO PARA: Ingenieros Civiles Asociados S.A. de C.V.
Eugenia # 197, 7° piso, Col. Narvarte México D.F.

ATENCIÓN: Ing. Minerva Cruz

FECHA DE MUESTREO: 2010-12-02

REPORTE DE RESULTADOS

Empresa:	Ingenieros Civiles Asociados S.A. de C.V.	No. de Orden de Trabajo:	MX10-2969
Dirección:	Eugenia # 197, 7° piso, Col. Narvárete México D.F	Fecha de Reporte:	2010-12-15
Contacto:	Ing. Minerva Cruz	Recepción de muestras:	2010-12-02
Muestras Tomadas Por:	Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. (Julio Arévalo / O.M.806-10)	Fecha de Muestreo:	2010-12-02
Nombre del Proyecto:	Proyecto Linea 12 STC		
Sitio de Muestreo:	Benito Juarez		

ABREVIACIONES UTILIZADAS EN ESTE REPORTE

LC	=	Limite de cuantificación.
LCE	=	Limite de Cuantificación Estimado.
LR	=	Limite Reportable
NA	=	No Aplica
ND	=	No Detectado al nivel del LC o al LCE reportado.
NR	=	No Referenciado
NC	=	No Calculable.
NP	=	No Proporcionado.
IM	=	Interferencia de Matriz.
@	=	Identificación tentativa por Interferencia de Matriz
% de Sólidos	=	El resultado se expresa con base a la masa de la muestra total.
HC	=	Hidrocarburos
♦	=	Prueba subcontratada.
Ω	=	No acreditado.
▲	=	Prueba contratada.
&	=	Alcance: ver www.ema.org.mx
+	=	En proceso de acreditación.

La Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002 establece como separador decimal la coma (,).

Se anexa cadena de custodia original, en caso contrario la cadena traerá un comentario.

Para cualquier duda sobre su reporte favor de contactarnos a nuestras oficinas en México; estamos a sus órdenes.

Agradecemos a usted por haber considerado a Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V., como su Laboratorio de Análisis, y quedamos a sus órdenes para cualquier servicio analítico ambiental que usted y su empresa necesiten.

Atentamente

Minerva López
coord. de área

Signatario / Cargo

Luis Zavala Rosales
coordinador

Aprobación: No. CNA-GSCA-537

Aprobación: DF/MEX/QRO/REDLA033/AAR/AE/MER/2010

Acreditamiento: EMA No. A-187-008/07, R-0044-003/07, FF-0043-002/07, AG-188-051/07 Vigencia 2007-05-16 a 2011-05-16

Alcance: ver página www.ema.org.mx

Estos acreditamientos sólo aplican para métodos listados en los mismos. No garantiza que todo lo que se encuentra contenido en este reporte esté acreditado.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).

Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo

C.P. 02303, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150

www.intertek.com

Reporte de Resultados

Fecha de recepción de muestras: 2010-12-02

Reporte No.: MX10-2969
Fecha de Reporte : 2010-12-15

Análisis: Hidrocarburos Fracción Ligera

Nombre del Proyecto: Proyecto Linea 12 STC

Sitio de muestreo: Benito Juarez

Muestras Tomadas por : Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. (Julio Arévalo / O.M.806-10)

Cliente: Ingenieros Civiles Asociados S.A. de C.V.

Dirección: Eugenia # 197, 7° piso, Col. Narvarte México D.F

Atención a: Ing. Minerva Cruz

Matriz de la muestra: Suelo

Método de Preparación y Análisis: EPA 5030 / EPA 8015

Preparado / Analizado por: ELGM,MRZ / LEYF

Fecha de preparación: 2010-12-04

Lote de Control de Calidad: VOL2010-19p62

Límite Máximo Permissible			NOM-138-SEMARNAT/SS-2003		
Uso de Suelo (mg/kg Base Seca)					
Agrícola	Residencial	Industrial			
200,0	200,0	500,0			

Unidades: mg/kg

Identificación Cliente	Identificación ITS	Fecha de Muestreo	Fecha de Análisis	Dilución del Método	Dilución Requerida	LC / LCE*		Resultado		% Sólidos
						BH	BS	BH	BS	
P-7 (2,00m)	MX10-2969-01	2010-12-03	2010-12-08	249,0	1,0	* 9,338	16,947	20,033	36,358	55,1
P-7 (3,00m)	MX10-2969-02	2010-12-03	2010-12-08	250,0	1,0	9,375	13,951	26,756	39,815	67,2
P-7 (3,00m) Duplicado	MX10-2969-03	2010-12-03	2010-12-08	250,0	1,0	9,375	15,394	55,118	90,506	60,9
P-8 (2,00m)	MX10-2969-04	2010-12-03	2010-12-08	249,0	1,0	* 9,338	14,775	< 9,338	< 14,775	63,2
P-8 (3,00m)	MX10-2969-05	2010-12-03	2010-12-08	250,0	1,0	9,375	14,603	< 9,375	< 14,603	64,2
P-7 (5,00m)	MX10-2969-06	2010-12-03	2010-12-08	250,0	1,0	9,375	14,694	9,925	15,556	63,8
P-8 (5,00m)	MX10-2969-07	2010-12-03	2010-12-08	250,0	1,0	9,375	13,393	< 9,375	< 13,393	70,0
P-9 (2,00m)	MX10-2969-08	2010-12-03	2010-12-08	248,0	1,0	* 9,300	13,964	< 9,300	< 13,964	66,6
P-10 (2,00m)	MX10-2969-09	2010-12-03	2010-12-08	250,0	1,0	9,375	11,943	582,417	741,932	78,5
P-10 (3,00m)	MX10-2969-10	2010-12-03	2010-12-08	249,0	1,0	* 9,338	14,893	674,049	1075,038	62,7
P-9 (3,00m)	MX10-2969-11	2010-12-03	2010-12-08,09	249,0	1,0	* 9,338	14,278	11,044	16,887	65,4
P-9 (5,00m)	MX10-2969-12	2010-12-03	2010-12-08,09	250,0	1,0	9,375	15,394	< 9,375	< 15,394	60,9
P-10 (5,00m)	MX10-2969-13	2010-12-03	2010-12-08,09	250,0	1,0	9,375	13,509	29,266	42,170	69,4
P-10 (5,0m) Duplicado	MX10-2969-14	2010-12-03	2010-12-08,09	250,0	1,0	9,375	17,756	26,454	50,102	52,8
P-11 (3,00m)	MX10-2969-15	2010-12-03	2010-12-08,09	250,0	1,0	9,375	12,287	< 9,375	< 12,287	76,3

BH= Base Humeda

BS= Base Seca



Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).
Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo

C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150

www.intertek.com

Reporte de Resultados

Fecha de recepción de muestras: 2010-12-02

Reporte No.: MX10-2969
Fecha de Reporte : 2010-12-15

Análisis: Hidrocarburos Fracción Media

Nombre del Proyecto: Proyecto Linea 12 STC

Sitio de muestreo: Benito Juarez

Muestras Tomadas por : Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. (Julio Arévalo / O.M.806-10)

Cliente: Ingenieros Civiles Asociados S.A. de C.V.

Dirección: Eugenia # 197, 7° piso, Col. Narvarte México D.F

Atención a: Ing. Minerva Cruz

Matriz de la muestra: Suelo

Método de Preparación y Análisis: EPA 3550 / EPA 8015

Preparado / Analizado por: JFBG / SMA

Fecha de preparación: 2010-12-08

Lote de Control de Calidad: EXT2010-42p119

Límite Máximo Permissible			NOM-138-SEMARNAT/SS-2003		
Uso de Suelo (mg/kg Base Seca)					
Agrícola	Residencial	Industrial			
1200,0	1200,0	5000,0			

Unidades: mg/kg

Identificación Cliente	Identificación ITS	Fecha de Muestreo	Fecha de Análisis	Dilución del Método	Dilución Requerida	LCE		Resultado		% Sólidos
						BH	BS	BH	BS	
P-7 (2,00m)	MX10-2969-01	2010-12-03	2010-12-09	0,282	1,0	39,40	71,51	< 39,40	< 71,51	55,1
P-7 (3,00m)	MX10-2969-02	2010-12-03	2010-12-09	0,333	1,0	46,70	69,49	< 46,70	< 69,49	67,2
P-7 (3,00m) Duplicado	MX10-2969-03	2010-12-03	2010-12-09	0,133	1,0	18,70	30,71	< 18,70	< 30,71	60,9
P-8 (2,00m)	MX10-2969-04	2010-12-03	2010-12-09	0,133	1,0	18,70	29,59	< 18,70	< 29,59	63,2
P-8 (3,00m)	MX10-2969-05	2010-12-03	2010-12-09	0,333	1,0	46,70	72,74	< 46,70	< 72,74	64,2
P-7 (5,00m)	MX10-2969-06	2010-12-03	2010-12-09	0,313	1,0	43,80	68,65	< 43,80	< 68,65	63,8
P-8 (5,00m)	MX10-2969-07	2010-12-03	2010-12-09	0,133	1,0	18,70	26,71	< 18,70	< 26,71	70,0
P-9 (2,00m)	MX10-2969-08	2010-12-03	2010-12-09	0,317	1,0	44,40	66,67	< 44,40	< 66,67	66,6
P-10 (2,00m)	MX10-2969-09	2010-12-03	2010-12-09	0,323	2,0	90,30	115,03	1048,00	1335,03	78,5
P-10 (3,00m)	MX10-2969-10	2010-12-03	2010-12-09	0,167	1,0	23,30	37,16	179,60	286,44	62,7
P-9 (3,00m)	MX10-2969-11	2010-12-03	2010-12-09	0,333	1,0	46,70	71,41	< 46,70	< 71,41	65,4
P-9 (5,00m)	MX10-2969-12	2010-12-03	2010-12-09	0,323	1,0	45,20	74,22	< 45,20	< 74,22	60,9
P-10 (5,00m)	MX10-2969-13	2010-12-03	2010-12-09	0,333	1,0	46,70	67,29	< 46,70	< 67,29	69,4
P-10 (5,00m) Duplicado	MX10-2969-14	2010-12-03	2010-12-09	0,333	1,0	46,70	88,45	< 46,70	< 88,45	52,8
P-11 (3,00m)	MX10-2969-15	2010-12-03	2010-12-09	0,131	1,0	18,30	23,98	< 18,30	< 23,98	76,3

BH= Base Humeda

BS= Base Seca



Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).
Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo

C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150

www.intertek.com

Reporte de Resultados

Fecha de recepción de muestras: 2010-12-02

Reporte No.: MX10-2969
Fecha de Reporte : 2010-12-15

Análisis: Hidrocarburos Fracción Pesada

Nombre del Proyecto: Proyecto Línea 12 STC

Sitio de muestreo: Benito Juárez

Muestras Tomadas por : Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. (Julio Arévalo / O.M.806-10)

Cliente: Ingenieros Civiles Asociados S.A. de C.V.

Dirección: Eugenia # 197, 7° piso, Col. Narvarte México D.F

Atención a: Ing. Minerva Cruz

Matriz de la muestra: Suelo

Método de Preparación y Análisis: EPA 9071B / EPA 1664A

Preparado / Analizado por: JLHS

Fecha de preparación: 2010-12-03

Lote de Control de Calidad: QHU2010-99p11

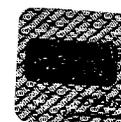
Límite Máximo Permissible		NOM-138-SEMARNAT/SS-2003	
Uso de Suelo (mg/kg Base Seca)			
Agrícola	Residencial	Industrial	
3000,0	3000,0	6000,0	

Unidades: mg/kg

Identificación Cliente	Identificación ITS	Fecha de Muestreo	Fecha de Análisis	Dilución del Método	Dilución Requerida	LC		Resultado		% Sólidos
						BH	BS	BH	BS	
P-7 (2,00m)	MX10-2969-01	2010-12-03	2010-12-03	1,0	1,0	311,50	565,34	< 311,50	< 565,34	55,1
P-7 (3,00m)	MX10-2969-02	2010-12-03	2010-12-03	1,0	1,0	311,50	463,54	< 311,50	< 463,54	67,2
P-7 (3,00m) Duplicado	MX10-2969-03	2010-12-03	2010-12-03	1,0	1,0	311,50	511,49	< 311,50	< 511,49	60,9
P-8 (2,00m)	MX10-2969-04	2010-12-03	2010-12-03	1,0	1,0	311,50	492,88	< 311,50	< 492,88	63,2
P-8 (3,00m)	MX10-2969-05	2010-12-03	2010-12-03	1,0	1,0	311,50	485,20	< 311,50	< 485,20	64,2
P-7 (5,00m)	MX10-2969-06	2010-12-03	2010-12-03	1,0	1,0	311,50	488,24	< 311,50	< 488,24	63,8
P-8 (5,00m)	MX10-2969-07	2010-12-03	2010-12-03	1,0	1,0	311,50	445,00	< 311,50	< 445,00	70,0
P-9 (2,00m)	MX10-2969-08	2010-12-03	2010-12-03	1,0	1,0	311,50	467,72	< 311,50	< 467,72	66,6
P-10 (2,00m)	MX10-2969-09	2010-12-03	2010-12-03	1,0	1,0	311,50	396,82	< 311,50	< 396,82	78,5
P-10 (3,00m)	MX10-2969-10	2010-12-03	2010-12-03	1,0	1,0	311,50	496,81	380,00	606,06	62,7
P-9 (3,00m)	MX10-2969-11	2010-12-03	2010-12-03	1,0	1,0	311,50	476,30	< 311,50	< 476,30	65,4
P-9 (5,00m)	MX10-2969-12	2010-12-03	2010-12-03	1,0	1,0	311,50	511,49	< 311,50	< 511,49	60,9
P-10 (5,00m)	MX10-2969-13	2010-12-03	2010-12-03	1,0	1,0	311,50	448,85	720,00	1037,46	69,4
P-10 (5,0m) Duplicado	MX10-2969-14	2010-12-03	2010-12-03	1,0	1,0	311,50	589,96	< 311,50	< 589,96	52,8
P-11 (3,00m)	MX10-2969-15	2010-12-03	2010-12-03	1,0	1,0	311,50	408,26	< 311,50	< 408,26	76,3

BH= Base Humeda

BS= Base Seca



Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).
Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo

C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150

www.intertek.com

Reporte de Resultados

Fecha de recepción de muestras: 2010-12-02

Reporte No.: MX10-2969
Fecha de Reporte : 2010-12-15

Análisis: BTEX

Nombre del Proyecto: Proyecto Linea 12 STC

Sitio de muestreo: Benito Juarez

Muestras Tomadas por : Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. (Julio Arévalo / O.M.806-10)

Cliente: Ingenieros Civiles Asociados S.A. de C.V.

Dirección: Eugenia # 197, 7° piso, Col. Narvarte México D.F

Atención a: Ing. Minerva Cruz

Matriz de la muestra: Suelo

Método de Preparación / Análisis : EPA 5030 / EPA 8260

Preparado / Analizado por: MRZ / JVD,ELGM

Fecha de Preparación: 2010-12-04

Lote de Control de Calidad: VOL2010-20p100

Parámetro	Límite Máximo Permissible Uso de Suelo (mg/kg Base Seca)		
	Agrícola	Residencial	Industrial
Benceno	6,0	6,0	15,0
Tolueno	40,0	40,0	100,0
Etilbenceno	10,0	10,0	25,0
Xilenos (suma)	40,0	40,0	100,0

Unidades: mg/kg

Identificación Cliente	Identificación ITS	Fecha de Muestreo	Parámetros	Fecha de Análisis	Dilución Requerida	Dilución del Método	LC/ LCE*		Resultado		% Sólidos
							BH	BS	BH	BS	
P-7 (2,00m)	MX10-2969-01	2010-12-03	Benceno	2010-12-14	1,0	124,69	* 0,623	1,131	< 0,623	< 1,131	55,1
P-7 (2,00m)	MX10-2969-01	2010-12-03	Etilbenceno	2010-12-14	1,0	124,69	* 0,623	1,131	< 0,623	< 1,131	55,1
P-7 (2,00m)	MX10-2969-01	2010-12-03	Tolueno	2010-12-14	1,0	124,69	* 0,623	1,131	< 0,623	< 1,131	55,1
P-7 (2,00m)	MX10-2969-01	2010-12-03	m,p-Xileno	2010-12-14	1,0	124,69	* 1,247	2,263	< 1,247	< 2,263	55,1
P-7 (2,00m)	MX10-2969-01	2010-12-03	o-Xileno	2010-12-14	1,0	124,69	* 0,623	1,131	< 0,623	< 1,131	55,1
P-7 (2,00m)	MX10-2969-01	2010-12-03	Total de BTEX	2010-12-14	NA	NA	NA	NA	ND	ND	55,1
P-7 (3,00m)	MX10-2969-02	2010-12-03	Benceno	2010-12-14	1,0	125	0,625	0,930	< 0,625	< 0,930	67,2
P-7 (3,00m)	MX10-2969-02	2010-12-03	Etilbenceno	2010-12-14	1,0	125	0,625	0,930	< 0,625	< 0,930	67,2
P-7 (3,00m)	MX10-2969-02	2010-12-03	Tolueno	2010-12-14	1,0	125	0,625	0,930	< 0,625	< 0,930	67,2
P-7 (3,00m)	MX10-2969-02	2010-12-03	m,p-Xileno	2010-12-14	1,0	125	1,250	1,860	< 1,250	< 1,860	67,2
P-7 (3,00m)	MX10-2969-02	2010-12-03	o-Xileno	2010-12-14	1,0	125	0,625	0,930	< 0,625	< 0,930	67,2
P-7 (3,00m)	MX10-2969-02	2010-12-03	Total de BTEX	2010-12-14	NA	NA	NA	NA	ND	ND	67,2
P-7 (3,00m) Duplicado	MX10-2969-03	2010-12-03	Benceno	2010-12-14	1,0	125	0,625	1,026	< 0,625	< 1,026	60,9
P-7 (3,00m) Duplicado	MX10-2969-03	2010-12-03	Etilbenceno	2010-12-14	1,0	125	0,625	1,026	< 0,625	< 1,026	60,9
P-7 (3,00m) Duplicado	MX10-2969-03	2010-12-03	Tolueno	2010-12-14	1,0	125	0,625	1,026	< 0,625	< 1,026	60,9
P-7 (3,00m) Duplicado	MX10-2969-03	2010-12-03	m,p-Xileno	2010-12-14	1,0	125	1,250	2,053	< 1,250	< 2,053	60,9
P-7 (3,00m) Duplicado	MX10-2969-03	2010-12-03	o-Xileno	2010-12-14	1,0	125	0,625	1,026	< 0,625	< 1,026	60,9
P-7 (3,00m) Duplicado	MX10-2969-03	2010-12-03	Total de BTEX	2010-12-14	NA	NA	NA	NA	ND	ND	60,9
P-8 (2,00m)	MX10-2969-04	2010-12-03	Benceno	2010-12-14	1,0	124,53	* 0,623	0,986	< 0,623	< 0,986	63,2
P-8 (2,00m)	MX10-2969-04	2010-12-03	Etilbenceno	2010-12-14	1,0	124,53	* 0,623	0,986	< 0,623	< 0,986	63,2
P-8 (2,00m)	MX10-2969-04	2010-12-03	Tolueno	2010-12-14	1,0	124,53	* 0,623	0,986	< 0,623	< 0,986	63,2
P-8 (2,00m)	MX10-2969-04	2010-12-03	m,p-Xileno	2010-12-14	1,0	124,53	* 1,245	1,970	< 1,245	< 1,970	63,2
P-8 (2,00m)	MX10-2969-04	2010-12-03	o-Xileno	2010-12-14	1,0	124,53	* 0,623	0,986	< 0,623	< 0,986	63,2
P-8 (2,00m)	MX10-2969-04	2010-12-03	Total de BTEX	2010-12-14	NA	NA	NA	NA	ND	ND	63,2
P-8 (3,00m)	MX10-2969-05	2010-12-03	Benceno	2010-12-14	1,0	125	0,625	0,974	< 0,625	< 0,974	64,2
P-8 (3,00m)	MX10-2969-05	2010-12-03	Etilbenceno	2010-12-14	1,0	125	0,625	0,974	< 0,625	< 0,974	64,2
P-8 (3,00m)	MX10-2969-05	2010-12-03	Tolueno	2010-12-14	1,0	125	0,625	0,974	< 0,625	< 0,974	64,2
P-8 (3,00m)	MX10-2969-05	2010-12-03	m,p-Xileno	2010-12-14	1,0	125	1,250	1,947	< 1,250	< 1,947	64,2
P-8 (3,00m)	MX10-2969-05	2010-12-03	o-Xileno	2010-12-14	1,0	125	0,625	0,974	< 0,625	< 0,974	64,2
P-8 (3,00m)	MX10-2969-05	2010-12-03	Total de BTEX	2010-12-14	NA	NA	NA	NA	ND	ND	64,2

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).
Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo

C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150

www.intertek.com

5 de 11

Reporte de Resultados

Fecha de recepción de muestras: 2010-12-02

Reporte No.: MX10-2969
Fecha de Reporte : 2010-12-15

Análisis: BTEX

Nombre del Proyecto: Proyecto Linea 12 STC

Sitio de muestreo: Benito Juarez

Muestras Tomadas por : Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. (Julio Arévalo / O.M.806-10)

Cliente: Ingenieros Civiles Asociados S.A. de C.V.

Dirección: Eugenia # 197, 7° piso, Col. Narvarte México D.F

Atención a: Ing. Minerva Cruz

Matriz de la muestra: Suelo

Método de Preparación / Análisis : EPA 5030 / EPA 8260

Preparado / Analizado por: MRZ / JVD,ELGM

Fecha de Preparación: 2010-12-04

Lote de Control de Calidad: VOL2010-20p100

Parámetro	Límite Máximo Permissible Uso de Suelo (mg/kg Base Seca)		
	Agrícola	Residencial	Industrial
Benceno	6,0	6,0	15,0
Tolueno	40,0	40,0	100,0
Etilbenceno	10,0	10,0	25,0
Xilenos (suma)	40,0	40,0	100,0

Unidades: mg/kg

Identificación Cliente	Identificación ITS	Fecha de Muestreo	Parámetros	Fecha de Análisis	Dilución Requerida	Dilución del Método	LC / LCE*		Resultado		% Sólidos
							BH	BS	BH	BS	
P-7 (5,00m)	MX10-2969-06	2010-12-03	Benceno	2010-12-14	1,0	124,84	* 0,624	0,978	< 0,624	< 0,978	63,8
P-7 (5,00m)	MX10-2969-06	2010-12-03	Etilbenceno	2010-12-14	1,0	124,84	* 0,624	0,978	< 0,624	< 0,978	63,8
P-7 (5,00m)	MX10-2969-06	2010-12-03	Tolueno	2010-12-14	1,0	124,84	* 0,624	0,978	< 0,624	< 0,978	63,8
P-7 (5,00m)	MX10-2969-06	2010-12-03	m,p-Xileno	2010-12-14	1,0	124,84	* 1,248	1,956	< 1,248	< 1,956	63,8
P-7 (5,00m)	MX10-2969-06	2010-12-03	o-Xileno	2010-12-14	1,0	124,84	* 0,624	0,978	< 0,624	< 0,978	63,8
P-7 (5,00m)	MX10-2969-06	2010-12-03	Total de BTEX	2010-12-14	NA	NA	NA	NA	ND	ND	63,8
P-8 (5,00m)	MX10-2969-07	2010-12-03	Benceno	2010-12-14	1,0	125	0,625	0,893	< 0,625	< 0,893	70,0
P-8 (5,00m)	MX10-2969-07	2010-12-03	Etilbenceno	2010-12-14	1,0	125	0,625	0,893	< 0,625	< 0,893	70,0
P-8 (5,00m)	MX10-2969-07	2010-12-03	Tolueno	2010-12-14	1,0	125	0,625	0,893	< 0,625	< 0,893	70,0
P-8 (5,00m)	MX10-2969-07	2010-12-03	m,p-Xileno	2010-12-14	1,0	125	1,250	1,786	< 1,250	< 1,786	70,0
P-8 (5,00m)	MX10-2969-07	2010-12-03	o-Xileno	2010-12-14	1,0	125	0,625	0,893	< 0,625	< 0,893	70,0
P-8 (5,00m)	MX10-2969-07	2010-12-03	Total de BTEX	2010-12-14	NA	NA	NA	NA	ND	ND	70,0
P-9 (2,00m)	MX10-2969-08	2010-12-03	Benceno	2010-12-14	1,0	123,76	* 0,619	0,929	< 0,619	< 0,929	66,6
P-9 (2,00m)	MX10-2969-08	2010-12-03	Etilbenceno	2010-12-14	1,0	123,76	* 0,619	0,929	< 0,619	< 0,929	66,6
P-9 (2,00m)	MX10-2969-08	2010-12-03	Tolueno	2010-12-14	1,0	123,76	* 0,619	0,929	< 0,619	< 0,929	66,6
P-9 (2,00m)	MX10-2969-08	2010-12-03	m,p-Xileno	2010-12-14	1,0	123,76	* 1,238	1,859	< 1,238	< 1,859	66,6
P-9 (2,00m)	MX10-2969-08	2010-12-03	o-Xileno	2010-12-14	1,0	123,76	* 0,619	0,929	< 0,619	< 0,929	66,6
P-9 (2,00m)	MX10-2969-08	2010-12-03	Total de BTEX	2010-12-14	NA	NA	NA	NA	ND	ND	66,6
P-10 (2,00m)	MX10-2969-09	2010-12-03	Benceno	2010-12-14	1,0	125	0,625	0,796	< 0,625	< 0,796	78,5
P-10 (2,00m)	MX10-2969-09	2010-12-03	Etilbenceno	2010-12-14	1,0	125	0,625	0,796	< 0,625	< 0,796	78,5
P-10 (2,00m)	MX10-2969-09	2010-12-03	Tolueno	2010-12-14	1,0	125	0,625	0,796	< 0,625	< 0,796	78,5
P-10 (2,00m)	MX10-2969-09	2010-12-03	m,p-Xileno	2010-12-14	1,0	125	1,250	1,592	< 1,250	< 1,592	78,5
P-10 (2,00m)	MX10-2969-09	2010-12-03	o-Xileno	2010-12-14	1,0	125	0,625	0,796	< 0,625	< 0,796	78,5
P-10 (2,00m)	MX10-2969-09	2010-12-03	Total de BTEX	2010-12-14	NA	NA	NA	NA	ND	ND	78,5
P-10 (3,00m)	MX10-2969-10	2010-12-03	Benceno	2010-12-14	1,0	124,53	* 0,623	0,994	< 0,623	< 0,994	62,7
P-10 (3,00m)	MX10-2969-10	2010-12-03	Etilbenceno	2010-12-14	1,0	124,53	* 0,623	0,994	< 0,623	< 0,994	62,7
P-10 (3,00m)	MX10-2969-10	2010-12-03	Tolueno	2010-12-14	1,0	124,53	* 0,623	0,994	< 0,623	< 0,994	62,7
P-10 (3,00m)	MX10-2969-10	2010-12-03	m,p-Xileno	2010-12-14	1,0	124,53	* 1,245	1,986	< 1,245	< 1,986	62,7
P-10 (3,00m)	MX10-2969-10	2010-12-03	o-Xileno	2010-12-14	1,0	124,53	* 0,623	0,994	< 0,623	< 0,994	62,7
P-10 (3,00m)	MX10-2969-10	2010-12-03	Total de BTEX	2010-12-14	NA	NA	NA	NA	ND	ND	62,7

BH= Base Humeda

BS= Base Seca

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).
Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).



Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo

C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150

www.intertek.com

Reporte de Resultados

Fecha de recepción de muestras: 2010-12-02

Reporte No.: MX10-2969
Fecha de Reporte : 2010-12-15

Análisis: BTEX

Nombre del Proyecto: Proyecto Linea 12 STC

Sitio de muestreo: Benito Juarez

Muestras Tomadas por : Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. (Julio Arévalo / O.M.806-10)

Cliente: Ingenieros Civiles Asociados S.A. de C.V.

Dirección: Eugenia # 197, 7° piso, Col. Narvarte México D.F

Atención a: Ing. Minerva Cruz

Matriz de la muestra: Suelo

Método de Preparación / Análisis : EPA 5030 / EPA 8260

Preparado / Analizado por: MRZ / JVD,ELGM

Fecha de Preparación: 2010-12-07

Lote de Control de Calidad: VOL2010-20p100

Parámetro	Límite Máximo Permissible Uso de Suelo (mg/kg Base Seca)		
	Agrícola	Residencial	Industrial
Benceno	6,0	6,0	15,0
Tolueno	40,0	40,0	100,0
Etilbenceno	10,0	10,0	25,0
Xileno (suma)	40,0	40,0	100,0

Unidades: mg/kg

Identificación Cliente	Identificación ITS	Fecha de Muestreo	Parámetros	Fecha de Análisis	Dilución Requerida	Dilución del Método	LC / LCE*		Resultado		% Sólidos
							BH	BS	BH	BS	
P-9 (3,00m)	MX10-2969-11	2010-12-03	Benceno	2010-12-14	1,0	124,69	* 0,623	0,953	< 0,623	< 0,953	65,4
P-9 (3,00m)	MX10-2969-11	2010-12-03	Etilbenceno	2010-12-14	1,0	124,69	* 0,623	0,953	< 0,623	< 0,953	65,4
P-9 (3,00m)	MX10-2969-11	2010-12-03	Tolueno	2010-12-14	1,0	124,69	* 0,623	0,953	< 0,623	< 0,953	65,4
P-9 (3,00m)	MX10-2969-11	2010-12-03	m,p-Xileno	2010-12-14	1,0	124,69	* 1,247	1,907	< 1,247	< 1,907	65,4
P-9 (3,00m)	MX10-2969-11	2010-12-03	o-Xileno	2010-12-14	1,0	124,69	* 0,623	0,953	< 0,623	< 0,953	65,4
P-9 (3,00m)	MX10-2969-11	2010-12-03	Total de BTEX	2010-12-14	NA	NA	NA	NA	ND	ND	65,4
P-9 (5,00m)	MX10-2969-12	2010-12-03	Benceno	2010-12-14	1,0	124,84	* 0,624	1,025	< 0,624	< 1,025	60,9
P-9 (5,00m)	MX10-2969-12	2010-12-03	Etilbenceno	2010-12-14	1,0	124,84	* 0,624	1,025	< 0,624	< 1,025	60,9
P-9 (5,00m)	MX10-2969-12	2010-12-03	Tolueno	2010-12-14	1,0	124,84	* 0,624	1,025	< 0,624	< 1,025	60,9
P-9 (5,00m)	MX10-2969-12	2010-12-03	m,p-Xileno	2010-12-14	1,0	124,84	* 1,248	2,049	< 1,248	< 2,049	60,9
P-9 (5,00m)	MX10-2969-12	2010-12-03	o-Xileno	2010-12-14	1,0	124,84	* 0,624	1,025	< 0,624	< 1,025	60,9
P-9 (5,00m)	MX10-2969-12	2010-12-03	Total de BTEX	2010-12-14	NA	NA	NA	NA	ND	ND	60,9
P-10 (5,00m)	MX10-2969-13	2010-12-03	Benceno	2010-12-14	1,0	125	0,625	0,901	< 0,625	< 0,901	69,4
P-10 (5,00m)	MX10-2969-13	2010-12-03	Etilbenceno	2010-12-14	1,0	125	0,625	0,901	< 0,625	< 0,901	69,4
P-10 (5,00m)	MX10-2969-13	2010-12-03	Tolueno	2010-12-14	1,0	125	0,625	0,901	< 0,625	< 0,901	69,4
P-10 (5,00m)	MX10-2969-13	2010-12-03	m,p-Xileno	2010-12-14	1,0	125	1,250	1,801	< 1,250	< 1,801	69,4
P-10 (5,00m)	MX10-2969-13	2010-12-03	o-Xileno	2010-12-14	1,0	125	0,625	0,901	< 0,625	< 0,901	69,4
P-10 (5,00m)	MX10-2969-13	2010-12-03	Total de BTEX	2010-12-14	NA	NA	NA	NA	ND	ND	69,4
P-10 (5,0m) Duplicado	MX10-2969-14	2010-12-03	Benceno	2010-12-14	1,0	125	0,625	1,184	< 0,625	< 1,184	52,8
P-10 (5,0m) Duplicado	MX10-2969-14	2010-12-03	Etilbenceno	2010-12-14	1,0	125	0,625	1,184	< 0,625	< 1,184	52,8
P-10 (5,0m) Duplicado	MX10-2969-14	2010-12-03	Tolueno	2010-12-14	1,0	125	0,625	1,184	< 0,625	< 1,184	52,8
P-10 (5,0m) Duplicado	MX10-2969-14	2010-12-03	m,p-Xileno	2010-12-14	1,0	125	1,250	2,367	< 1,250	< 2,367	52,8
P-10 (5,0m) Duplicado	MX10-2969-14	2010-12-03	o-Xileno	2010-12-14	1,0	125	0,625	1,184	< 0,625	< 1,184	52,8
P-10 (5,0m) Duplicado	MX10-2969-14	2010-12-03	Total de BTEX	2010-12-14	NA	NA	NA	NA	ND	ND	52,8
P-11 (3,00m)	MX10-2969-15	2010-12-03	Benceno	2010-12-14	1,0	124,84	* 0,624	0,818	< 0,624	< 0,818	76,3
P-11 (3,00m)	MX10-2969-15	2010-12-03	Etilbenceno	2010-12-14	1,0	124,84	* 0,624	0,818	< 0,624	< 0,818	76,3
P-11 (3,00m)	MX10-2969-15	2010-12-03	Tolueno	2010-12-14	1,0	124,84	* 0,624	0,818	< 0,624	< 0,818	76,3
P-11 (3,00m)	MX10-2969-15	2010-12-03	m,p-Xileno	2010-12-14	1,0	124,84	* 1,248	1,636	< 1,248	< 1,636	76,3
P-11 (3,00m)	MX10-2969-15	2010-12-03	o-Xileno	2010-12-14	1,0	124,84	* 0,624	0,818	< 0,624	< 0,818	76,3
P-11 (3,00m)	MX10-2969-15	2010-12-03	Total de BTEX	2010-12-14	NA	NA	NA	NA	ND	ND	76,3

BH= Base Humeda

BS= Base Seca

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).

Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo

C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150

www.intertek.com

7 de 11

Reporte de Resultados

Fecha de recepción de muestras: 2010-12-02

Reporte No.: MX10-2969
Fecha de Reporte : 2010-12-15

Análisis: PAH's
Nombre del Proyecto: Proyecto Linea 12 STC
Síto de muestreo: Benito Juárez
Muestras Tomadas por : Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. (Julio Arévalo / O.M.806-10)
Cliente : Ingenieros Civiles Asociados S.A. de C.V.
Dirección: Eugenia # 197, 7° piso, Col. Narvarte México D.F
Atención a: Ing. Minerva Cruz
Matriz de la muestra: Suelo
Método de Preparación / Análisis : EPA 3550 / EPA 8270
Preparado / Analizado por: JFBG / FCC
Fecha de Preparación: 2010-12-08
Lote de Control de Calidad: EXT2010-43p89

Parámetro	Límite Máximo Permissible NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 Uso de Suelo (mg/kg Base Seca)		
	Agrícola	Residencial	Industrial
Benzo (a) antraceno	2,0	2,0	10,0
Benzo (a) pireno	2,0	2,0	10,0
Benzo (b) Fluoranteno	2,0	2,0	10,0
Benzo (k) Fluoranteno	8,0	8,0	80,0
Dibenzo (a,h) antraceno	2,0	2,0	10,0
Indeno (1,2,3-cd) pireno	2,0	2,0	10,0

Unidades: mg/kg

Identificación Cliente	Identificación ITS	Fecha de Muestreo	Parámetros	Fecha de Análisis	Dilución Requerida	Dilución del Método	LCE		Resultado		% Sólidos
							B.H.	B.S.	B. H.	B. S.	
P-7 (2,00m)	MX10-2969-01	2010-12-03	Benzo (a) antraceno	2010-12-09	1,0	281,70	0,281	0,510	< 0,281	< 0,510	55,1
P-7 (2,00m)	MX10-2969-01	2010-12-03	Benzo (a) pireno	2010-12-09	1,0	281,70	0,281	0,510	< 0,281	< 0,510	55,1
P-7 (2,00m)	MX10-2969-01	2010-12-03	Benzo (b) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	281,70	0,281	0,510	< 0,281	< 0,510	55,1
P-7 (2,00m)	MX10-2969-01	2010-12-03	Benzo (k) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	281,70	0,281	0,510	< 0,281	< 0,510	55,1
P-7 (2,00m)	MX10-2969-01	2010-12-03	Dibenzo (a,h) antraceno	2010-12-09	1,0	281,70	0,281	0,510	< 0,281	< 0,510	55,1
P-7 (2,00m)	MX10-2969-01	2010-12-03	Indeno (1,2,3-cd) pireno	2010-12-09	1,0	281,70	0,281	0,510	< 0,281	< 0,510	55,1
P-7 (3,00m)	MX10-2969-02	2010-12-03	Benzo (a) antraceno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,496	< 0,333	< 0,496	67,2
P-7 (3,00m)	MX10-2969-02	2010-12-03	Benzo (a) pireno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,496	< 0,333	< 0,496	67,2
P-7 (3,00m)	MX10-2969-02	2010-12-03	Benzo (b) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,496	< 0,333	< 0,496	67,2
P-7 (3,00m)	MX10-2969-02	2010-12-03	Benzo (k) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,496	< 0,333	< 0,496	67,2
P-7 (3,00m)	MX10-2969-02	2010-12-03	Dibenzo (a,h) antraceno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,496	< 0,333	< 0,496	67,2
P-7 (3,00m)	MX10-2969-02	2010-12-03	Indeno (1,2,3-cd) pireno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,496	< 0,333	< 0,496	67,2
P-7 (3,00m) Duplicado	MX10-2969-03	2010-12-03	Benzo (a) antraceno	2010-12-09	1,0	133,30	0,133	0,218	< 0,133	< 0,218	60,9
P-7 (3,00m) Duplicado	MX10-2969-03	2010-12-03	Benzo (a) pireno	2010-12-09	1,0	133,30	0,133	0,218	< 0,133	< 0,218	60,9
P-7 (3,00m) Duplicado	MX10-2969-03	2010-12-03	Benzo (b) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	133,30	0,133	0,218	< 0,133	< 0,218	60,9
P-7 (3,00m) Duplicado	MX10-2969-03	2010-12-03	Benzo (k) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	133,30	0,133	0,218	< 0,133	< 0,218	60,9
P-7 (3,00m) Duplicado	MX10-2969-03	2010-12-03	Dibenzo (a,h) antraceno	2010-12-09	1,0	133,30	0,133	0,218	< 0,133	< 0,218	60,9
P-7 (3,00m) Duplicado	MX10-2969-03	2010-12-03	Indeno (1,2,3-cd) pireno	2010-12-09	1,0	133,30	0,133	0,218	< 0,133	< 0,218	60,9
P-8 (2,00m)	MX10-2969-04	2010-12-03	Benzo (a) antraceno	2010-12-09	1,0	133,30	0,133	0,210	< 0,133	< 0,210	63,2
P-8 (2,00m)	MX10-2969-04	2010-12-03	Benzo (a) pireno	2010-12-09	1,0	133,30	0,133	0,210	< 0,133	< 0,210	63,2
P-8 (2,00m)	MX10-2969-04	2010-12-03	Benzo (b) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	133,30	0,133	0,210	< 0,133	< 0,210	63,2
P-8 (2,00m)	MX10-2969-04	2010-12-03	Benzo (k) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	133,30	0,133	0,210	< 0,133	< 0,210	63,2
P-8 (2,00m)	MX10-2969-04	2010-12-03	Dibenzo (a,h) antraceno	2010-12-09	1,0	133,30	0,133	0,210	< 0,133	< 0,210	63,2
P-8 (2,00m)	MX10-2969-04	2010-12-03	Indeno (1,2,3-cd) pireno	2010-12-09	1,0	133,30	0,133	0,210	< 0,133	< 0,210	63,2

BH= Base Humeda

BS= Base Seca

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).
 Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo

C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150

www.intertek.com



Reporte de Resultados

Fecha de recepción de muestras: 2010-12-02

Reporte No.: MX10-2969
Fecha de Reporte : 2010-12-15

Análisis: PAH's
Nombre del Proyecto: Proyecto Línea 12 STC
Sitio de muestreo: Benito Juárez
Muestras Tomadas por: Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. (Julio Arévalo / O.M.806-10)
Ciente: Ingenieros Civiles Asociados S.A. de C.V.
Dirección: Eugenia # 197, 7° piso, Col. Narvarte México D.F.
Atención a: Ing. Minerva Cruz
Matriz de la muestra: Suelo
Método de Preparación / Análisis: EPA 3550 / EPA 8270
Preparado / Analizado por: JFBG / FCC
Fecha de Preparación: 2010-12-08
Lote de Control de Calidad: EXT2010-43p89

Parámetro	Límite Máximo Permissible Uso de Suelo (mg/kg Base Seca)		
	Agrícola	Residencial	Industrial
Benzo (a) antraceno	2,0	2,0	10,0
Benzo (a) pireno	2,0	2,0	10,0
Benzo (b) Fluoranteno	2,0	2,0	10,0
Benzo (k) Fluoranteno	8,0	8,0	80,0
Dibenzo (a,h) antraceno	2,0	2,0	10,0
Indeno (1,2,3-cd) pireno	2,0	2,0	10,0

Unidades: mg/kg

Identificación Cliente	Identificación ITS	Fecha de Muestreo	Parámetros	Fecha de Análisis	Dilución Requerida	Dilución del Método	LCE		Resultado		% Sólidos
							B.H.	B.S.	B. H.	B.S.	
P-8 (3,00m)	MX10-2969-05	2010-12-03	Benzo (a) antraceno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,519	< 0,333	< 0,519	64,2
P-8 (3,00m)	MX10-2969-05	2010-12-03	Benzo (a) pireno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,519	< 0,333	< 0,519	64,2
P-8 (3,00m)	MX10-2969-05	2010-12-03	Benzo (b) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,519	< 0,333	< 0,519	64,2
P-8 (3,00m)	MX10-2969-05	2010-12-03	Benzo (k) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,519	< 0,333	< 0,519	64,2
P-8 (3,00m)	MX10-2969-05	2010-12-03	Dibenzo (a,h) antraceno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,519	< 0,333	< 0,519	64,2
P-8 (3,00m)	MX10-2969-05	2010-12-03	Indeno (1,2,3-cd) pireno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,519	< 0,333	< 0,519	64,2
P-7 (5,00m)	MX10-2969-06	2010-12-03	Benzo (a) antraceno	2010-12-09	1,0	312,50	0,312	0,489	< 0,312	< 0,489	63,8
P-7 (5,00m)	MX10-2969-06	2010-12-03	Benzo (a) pireno	2010-12-09	1,0	312,50	0,312	0,489	< 0,312	< 0,489	63,8
P-7 (5,00m)	MX10-2969-06	2010-12-03	Benzo (b) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	312,50	0,312	0,489	< 0,312	< 0,489	63,8
P-7 (5,00m)	MX10-2969-06	2010-12-03	Benzo (k) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	312,50	0,312	0,489	< 0,312	< 0,489	63,8
P-7 (5,00m)	MX10-2969-06	2010-12-03	Dibenzo (a,h) antraceno	2010-12-09	1,0	312,50	0,312	0,489	< 0,312	< 0,489	63,8
P-7 (5,00m)	MX10-2969-06	2010-12-03	Indeno (1,2,3-cd) pireno	2010-12-09	1,0	312,50	0,312	0,489	< 0,312	< 0,489	63,8
P-8 (5,00m)	MX10-2969-07	2010-12-03	Benzo (a) antraceno	2010-12-09	1,0	133,30	0,133	0,190	< 0,133	< 0,190	70,0
P-8 (5,00m)	MX10-2969-07	2010-12-03	Benzo (a) pireno	2010-12-09	1,0	133,30	0,133	0,190	< 0,133	< 0,190	70,0
P-8 (5,00m)	MX10-2969-07	2010-12-03	Benzo (b) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	133,30	0,133	0,190	< 0,133	< 0,190	70,0
P-8 (5,00m)	MX10-2969-07	2010-12-03	Benzo (k) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	133,30	0,133	0,190	< 0,133	< 0,190	70,0
P-8 (5,00m)	MX10-2969-07	2010-12-03	Dibenzo (a,h) antraceno	2010-12-09	1,0	133,30	0,133	0,190	< 0,133	< 0,190	70,0
P-8 (5,00m)	MX10-2969-07	2010-12-03	Indeno (1,2,3-cd) pireno	2010-12-09	1,0	133,30	0,133	0,190	< 0,133	< 0,190	70,0
P-9 (2,00m)	MX10-2969-08	2010-12-03	Benzo (a) antraceno	2010-12-09	1,0	317,50	0,317	0,476	< 0,317	< 0,476	66,6
P-9 (2,00m)	MX10-2969-08	2010-12-03	Benzo (a) pireno	2010-12-09	1,0	317,50	0,317	0,476	< 0,317	< 0,476	66,6
P-9 (2,00m)	MX10-2969-08	2010-12-03	Benzo (b) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	317,50	0,317	0,476	< 0,317	< 0,476	66,6
P-9 (2,00m)	MX10-2969-08	2010-12-03	Benzo (k) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	317,50	0,317	0,476	< 0,317	< 0,476	66,6
P-9 (2,00m)	MX10-2969-08	2010-12-03	Dibenzo (a,h) antraceno	2010-12-09	1,0	317,50	0,317	0,476	< 0,317	< 0,476	66,6
P-9 (2,00m)	MX10-2969-08	2010-12-03	Indeno (1,2,3-cd) pireno	2010-12-09	1,0	317,50	0,317	0,476	< 0,317	< 0,476	66,6

BH= Base Humeda

BS= Base Seca

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).
 Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo

C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150

www.intertek.com

ILT-A/002/CL5.10-F3

Reporte de Resultados

Fecha de recepción de muestras: 2010-12-02

Reporte No.: MX10-2969
Fecha de Reporte : 2010-12-15

Análisis: PAH's
Nombre del Proyecto: Proyecto Linea 12 STC
Sitio de muestreo: Benito Juarez
Muestras Tomadas por : Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. (Julio Arévalo / O.M.806-10)
Cliente : Ingenieros Civiles Asociados S.A. de C.V.
Dirección: Eugenia # 197, 7° piso, Col. Narvarte México D.F
Atención a: Ing. Minerva Cruz
Matriz de la muestra: Suelo
Método de Preparación / Análisis : EPA 3550 / EPA 8270
Preparado / Analizado por: JFBG / FCC
Fecha de Preparación: 2010-12-08
Lote de Control de Calidad: EXT2010-43p89

Parámetro	Límite Máximo Permisible NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 Uso de Suelo (mg/kg Base Seca)		
	Agrícola	Residencial	Industrial
Benzo (a) antraceno	2,0	2,0	10,0
Benzo (a) pireno	2,0	2,0	10,0
Benzo (b) Fluoranteno	2,0	2,0	10,0
Benzo (k) Fluoranteno	8,0	8,0	80,0
Dibenzo (a,h) antraceno	2,0	2,0	10,0
Indeno (1,2,3-cd) pireno	2,0	2,0	10,0

Unidades: mg/kg

Identificación Cliente	Identificación ITS	Fecha de Muestreo	Parámetros	Fecha de Análisis	Dilución Requerida	Dilución del Método	LCE		Resultado		% Sólidos
							B.H.	B.S.	B. H.	B.S.	
P-10 (2,00m)	MX10-2969-09	2010-12-03	Benzo (a) antraceno	2010-12-09	1,0	322,60	0,322	0,410	< 0,322	< 0,410	78,5
P-10 (2,00m)	MX10-2969-09	2010-12-03	Benzo (a) pireno	2010-12-09	1,0	322,60	0,322	0,410	< 0,322	< 0,410	78,5
P-10 (2,00m)	MX10-2969-09	2010-12-03	Benzo (b) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	322,60	0,322	0,410	< 0,322	< 0,410	78,5
P-10 (2,00m)	MX10-2969-09	2010-12-03	Benzo (k) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	322,60	0,322	0,410	< 0,322	< 0,410	78,5
P-10 (2,00m)	MX10-2969-09	2010-12-03	Dibenzo (a,h) antraceno	2010-12-09	1,0	322,60	0,322	0,410	< 0,322	< 0,410	78,5
P-10 (2,00m)	MX10-2969-09	2010-12-03	Indeno (1,2,3-cd) pireno	2010-12-09	1,0	322,60	0,322	0,410	< 0,322	< 0,410	78,5
P-10 (3,00m)	MX10-2969-10	2010-12-03	Benzo (a) antraceno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,531	< 0,333	< 0,531	62,7
P-10 (3,00m)	MX10-2969-10	2010-12-03	Benzo (a) pireno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,531	< 0,333	< 0,531	62,7
P-10 (3,00m)	MX10-2969-10	2010-12-03	Benzo (b) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,531	< 0,333	< 0,531	62,7
P-10 (3,00m)	MX10-2969-10	2010-12-03	Benzo (k) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,531	< 0,333	< 0,531	62,7
P-10 (3,00m)	MX10-2969-10	2010-12-03	Dibenzo (a,h) antraceno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,531	< 0,333	< 0,531	62,7
P-10 (3,00m)	MX10-2969-10	2010-12-03	Indeno (1,2,3-cd) pireno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,531	< 0,333	< 0,531	62,7
P-9 (3,00m)	MX10-2969-11	2010-12-03	Benzo (a) antraceno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,509	< 0,333	< 0,509	65,4
P-9 (3,00m)	MX10-2969-11	2010-12-03	Benzo (a) pireno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,509	< 0,333	< 0,509	65,4
P-9 (3,00m)	MX10-2969-11	2010-12-03	Benzo (b) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,509	< 0,333	< 0,509	65,4
P-9 (3,00m)	MX10-2969-11	2010-12-03	Benzo (k) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,509	< 0,333	< 0,509	65,4
P-9 (3,00m)	MX10-2969-11	2010-12-03	Dibenzo (a,h) antraceno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,509	< 0,333	< 0,509	65,4
P-9 (3,00m)	MX10-2969-11	2010-12-03	Indeno (1,2,3-cd) pireno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,509	< 0,333	< 0,509	65,4
P-9 (5,00m)	MX10-2969-12	2010-12-03	Benzo (a) antraceno	2010-12-09	1,0	322,60	0,322	0,529	< 0,322	< 0,529	60,9
P-9 (5,00m)	MX10-2969-12	2010-12-03	Benzo (a) pireno	2010-12-09	1,0	322,60	0,322	0,529	< 0,322	< 0,529	60,9
P-9 (5,00m)	MX10-2969-12	2010-12-03	Benzo (b) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	322,60	0,322	0,529	< 0,322	< 0,529	60,9
P-9 (5,00m)	MX10-2969-12	2010-12-03	Benzo (k) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	322,60	0,322	0,529	< 0,322	< 0,529	60,9
P-9 (5,00m)	MX10-2969-12	2010-12-03	Dibenzo (a,h) antraceno	2010-12-09	1,0	322,60	0,322	0,529	< 0,322	< 0,529	60,9
P-9 (5,00m)	MX10-2969-12	2010-12-03	Indeno (1,2,3-cd) pireno	2010-12-09	1,0	322,60	0,322	0,529	< 0,322	< 0,529	60,9

BH= Base Humeda

BS= Base Seca

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).

Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo

C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150

www.intertek.com



Reporte de Resultados

Fecha de recepción de muestras: 2010-12-02

Reporte No.: MX10-2969
Fecha de Reporte : 2010-12-15

Análisis: PAH's
Nombre del Proyecto: Proyecto Línea 12 STC
Sitio de muestreo: Benito Juárez
Muestras Tomadas por : Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. (Julio Arévalo / O.M.806-10)
Cliente : Ingenieros Civiles Asociados S.A. de C.V.
Dirección: Eugenia # 197, 7° piso, Col. Narvarte México D.F
Atención a: Ing. Minerva Cruz
Matriz de la muestra: Suelo
Método de Preparación / Análisis : EPA 3550 / EPA 8270
Preparado / Analizado por: JFBG / FCC
Fecha de Preparación: 2010-12-08
Lote de Control de Calidad: EXT2010-43p89

Parámetro	Límite Máximo Permissible Uso de Suelo. (mg/kg Base Seca)		
	Agrícola	Residencial	Industrial
Benzo (a) antraceno	2,0	2,0	10,0
Benzo (a) pireno	2,0	2,0	10,0
Benzo (b) Fluoranteno	2,0	2,0	10,0
Benzo (k) Fluoranteno	8,0	8,0	80,0
Dibenzo (a,h) antraceno	2,0	2,0	10,0
Indeno (1,2,3-cd) pireno	2,0	2,0	10,0

Unidades: mg/kg

Identificación Cliente	Identificación ITS	Fecha de Muestreo	Parámetros	Fecha de Análisis	Dilución Requerida	Dilución del Método	LCE		Resultado		% Sólidos
							B.H.	B.S.	B. H.	B.S.	
P-10 (5,00m)	MX10-2969-13	2010-12-03	Benzo (a) antraceno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,480	< 0,333	< 0,480	69,4
P-10 (5,00m)	MX10-2969-13	2010-12-03	Benzo (a) pireno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,480	< 0,333	< 0,480	69,4
P-10 (5,00m)	MX10-2969-13	2010-12-03	Benzo (b) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,480	< 0,333	< 0,480	69,4
P-10 (5,00m)	MX10-2969-13	2010-12-03	Benzo (k) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,480	< 0,333	< 0,480	69,4
P-10 (5,00m)	MX10-2969-13	2010-12-03	Dibenzo (a,h) antraceno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,480	< 0,333	< 0,480	69,4
P-10 (5,00m)	MX10-2969-13	2010-12-03	Indeno (1,2,3-cd) pireno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,480	< 0,333	< 0,480	69,4
P-10 (5,0m) Duplicado	MX10-2969-14	2010-12-03	Benzo (a) antraceno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,631	< 0,333	< 0,631	52,8
P-10 (5,0m) Duplicado	MX10-2969-14	2010-12-03	Benzo (a) pireno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,631	< 0,333	< 0,631	52,8
P-10 (5,0m) Duplicado	MX10-2969-14	2010-12-03	Benzo (b) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,631	< 0,333	< 0,631	52,8
P-10 (5,0m) Duplicado	MX10-2969-14	2010-12-03	Benzo (k) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,631	< 0,333	< 0,631	52,8
P-10 (5,0m) Duplicado	MX10-2969-14	2010-12-03	Dibenzo (a,h) antraceno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,631	< 0,333	< 0,631	52,8
P-10 (5,0m) Duplicado	MX10-2969-14	2010-12-03	Indeno (1,2,3-cd) pireno	2010-12-09	1,0	333,30	0,333	0,631	< 0,333	< 0,631	52,8
P-11 (3,00m)	MX10-2969-15	2010-12-03	Benzo (a) antraceno	2010-12-09	1,0	130,70	0,130	0,170	< 0,130	< 0,170	76,3
P-11 (3,00m)	MX10-2969-15	2010-12-03	Benzo (a) pireno	2010-12-09	1,0	130,70	0,130	0,170	< 0,130	< 0,170	76,3
P-11 (3,00m)	MX10-2969-15	2010-12-03	Benzo (b) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	130,70	0,130	0,170	< 0,130	< 0,170	76,3
P-11 (3,00m)	MX10-2969-15	2010-12-03	Benzo (k) Fluoranteno	2010-12-09	1,0	130,70	0,130	0,170	< 0,130	< 0,170	76,3
P-11 (3,00m)	MX10-2969-15	2010-12-03	Dibenzo (a,h) antraceno	2010-12-09	1,0	130,70	0,130	0,170	< 0,130	< 0,170	76,3
P-11 (3,00m)	MX10-2969-15	2010-12-03	Indeno (1,2,3-cd) pireno	2010-12-09	1,0	130,70	0,130	0,170	< 0,130	< 0,170	76,3

FIN DEL REPORTE

BH= Base Humeda

BS= Base Seca

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).
 Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo

C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150

www.intertek.com

11 de 11

PLAN DE MUESTREO DE SUELOS (NOM-138-SEMARNAT/SS-2003)

FECHA DE MUESTREO: 2010-11-07/03

ORDEN DE MUESTREO: B06-10

1.- TIPO DE CONTRATACION

ORDEN DE TRABAJO: Uxo-2969

Directa

Subcontratación

2.- INFORMACION DEL ESTABLECIMIENTO

RAZON SOCIAL: Ingenieros Civiles Asociados S.A. de C.V.
 RESPONSABLE O REPRESENTANTE LEGAL: Ing. Minervo Cruz
 CALLE: Eugenia No.: 197 7 piso
 COLONIA: Narvarte
 DELEG. O MUNICIPIO: Benito Juarez C.P.: _____
 ESTADO: Mexico D.F.
 TELEFONO 54 88 98 80 ext 6318 FAX: _____

3.- INFORMACION DEL SITIO DE MUESTREO

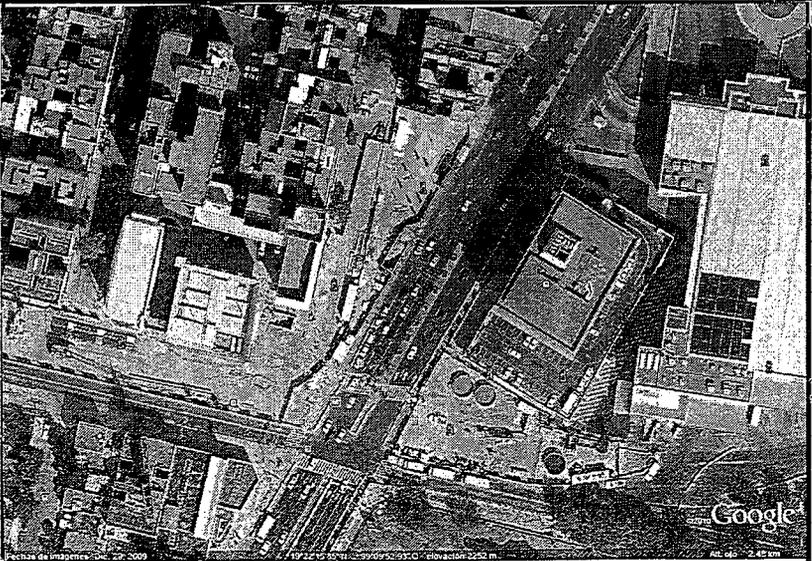
RAZON SOCIAL: Construcción de la línea 12 del metro
 GIRO INDUSTRIAL: Servicio Colectivo de Transporte.
 CONTACTO Ing. Mario Andres Marin Romas
 USO DE SUELO PREDOMINANTE: MIXTO (habitacional y comercial)
 CALLE: Felix Cuevas y Av. Universidad No.: s/n
 COLONIA: Del valle
 DELEG. O MUNICIPIO: Benito Juarez C.P.: _____
 LOCALIZACION SATELITAL DEL SITIO: _____ ESTADO: Mexico D.F.
 TELEFONO 56 04 30 28 FAX: _____

3.1.- EVENTO QUE OCASIONO LA CONTAMINACION DEL SITIO:

DERRAME (PRODUCTO CONTAMINANTE) SE DESCONOCE
 CANTIDAD DE PRODUCTO DERRAMADO (m³): SE DESCONOCE
 PASIVO AMBIENTAL (PRODUCTO CONTAMINANTE Y ANTECEDENTES HISTORICOS):
Estación de Servicio que se lo se sabe que dejó de operar en 1981
 ARE AFECTADA (ha) Se Desconoce

Descripción (describir la ubicación física del sitio de muestreo de modo que cualquier persona pueda tomar muestras del mismo sitio:

Las muestras se toman en la zona de obras de la línea 12 del metro en el cruce de Av Universidad y Felix Cuevas.



3.2.- ESTRATEGIA, NUMERO DE PUNTOS DE MUESTREO, PARAMETROS A DETERMINAR Y PROFUNDIDAD ESTIMADA PARA TOMA DE MUESTRAS:

3.2.1.- Datos de la estrategia de muestreo (Tipo de muestreo):

Dirigido por el cliente: Dirigido: Asistido por Intertek:

3.2.2.- Método de muestreo empleado para la determinación del número y localización de los puntos:

Discriminatorio Aleatorio Estratificado
 Indagatorio Sistemático al azar Sistemático cuadrulado

3.2.3.- Mínimo de puntos de muestreo de acuerdo con el área contaminada: (ver tabla 4 de la Norma)

3.2.4.- Número de muestras estimadas para el muestreo: 10 puntos a 3 profundidades.

3.2.5.- Hidrocarburos que deberán de analizarse en función del producto contaminante:

Hidrocarburos Fracción Ligera: HAP'S (Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares)
 Hidrocarburos Fracción Medía: BTEX (T, Tolueno; E, etilbenzeno; X, xilenos suma de isómeros)
 Hidrocarburos Fracción Pesada:

3.2.6.- Tiempo máximo de conservación, temperatura de preservación y volumen de muestras: Para BTEX son 7 días
para el resto de los parámetros son 14 días a 4°C y un volumen de
200 gr.

3.2.7.- Profundidad estimada para la toma de muestras: 2.00 mts, 3.00 mts y 5.00 mts.

4.- MEDIDAS DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

4.1. Controles de calidad.

Muestra dividida	*Duplicado de campo	Blanco de viaje	Blanco de campo	Blanco de equipo	Blanco de reactivo
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

* Por cada 10 muestras se debe tomar una muestra duplicado

4.2.- ¿Se determino nivel de fondo en el sitio de muestreo?

* Si No

4.3.- ¿Se recupero fase libre del producto en el sitio de muestreo?

* Se debe documentar en cadenas de custodia y aplicar los análisis en laboratorio de acuerdo a parámetros establecidos en la caracterización del sitio.

5.- MATERIAL DE MUESTREO

	Si	No		Si	No
Localizador satelital	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cinta transparente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cámara fotográfica	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Cinta métrica de 30 m.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Marcador de texto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Flexometro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hieleras de plástico	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mesa plegable / Silla	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Atomizadores	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sombrella / Toldo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bolsas de plástico	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Espátulas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Bolsas ziplok	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pericos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Papel absorbente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Piqueta	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
**Plástico Parafilm	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Barreta	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Guantes de látex	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pala	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Cucharones de acero	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pico	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

** Se utilizara como sellador, cuando la muestra de suelo sea extraída en liner.



5.- EQUIPO DE MUESTREO

	Si	No
Hand Auger de acero inoxidable	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Extensiones de acero inoxidable.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tubo partido de acero inoxidable	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Martinete de acero inoxidable	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Frascos de vidrio de 125 ml	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Liner de plástico con tapadera	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Etiquetas, sellos y cadenas de custodia	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6.- EQUIPO DE LAVADO

	Si	No
Agua corriente	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Agua destilada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Detergente libre de fosfatos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alcohol isopropílico al 50%	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cubetas de plástico	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cepillos de plástico	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Papel absorbente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7.- EQUIPO DE SEGURIDAD.

	Si	No		Si	No
Zapatos de seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tapones auditivos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Lentes de seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Traje tyvek	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Casco de seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Overol	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mascarilla de seguridad	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Guantes de piel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8.- DATOS DEL MUESTREADOR.

- 8.1.- Técnico de campo A: Julio César Arevalo Rodriguez
- 8.2.- Responsabilidades:
- 8.2.1.- Realiza la encuesta al cliente de las causas que originaron la contaminación en el sitio.
 - 8.2.2.- Realiza el reconocimiento físico en el sitio de muestreo, para plantear la estrategia de muestreo.
 - 8.2.3.- Selecciona el numero de puntos de muestreo de acuerdo al área contaminada establecida en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, tabla No. 4
 - 8.2.4.- Realiza la ubicación de los puntos de muestreo con ayuda del localizador satelital en el sitio.
 - 8.2.5.- Define los hidrocarburos que deberán analizarse en laboratorio en función de el (los) producto (s) contaminante(s) establecido (s) en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, tabla No. 1
 - 8.2.6.- Establece los niveles de profundidad (cuando no estén determinadas por el responsable de caracterizar el sitio), de los puntos de muestreo.
 - 8.2.7.- Vigila el estricto cumplimiento de los niveles de perforación en el suelo para la toma de muestras en los puntos establecidos en el plan de muestreo.
 - 8.2.8.- Establece los criterios de aseguramiento de calidad establecidos en el plan de muestreo y vigila su cumplimiento.
 - 8.2.9.- Realiza el llenado de formatos de campo y reporta las observaciones presentadas durante el transcurso del muestreo.
 - 8.2.10.- Realiza el llenado de etiquetas, sellado de los frascos que resguardan las muestra.
 - 8.2.11.- Realiza el llenado de cadenas de custodia y resguarda las mismas hasta su entrega a laboratorio.
- 8.3.- Técnico de campo B: _____
- 8.4.- Responsabilidades
- 8.4.1.- Realiza la descontaminación del equipo de perforación (Hand Auger) y muestreo, antes de cada toma de muestra o cambio de punto.
 - 8.4.2.- Realiza la perforación del suelo en los puntos establecidos en el plan de muestreo.
 - 8.4.3.- Realiza la preservación de las muestras tomadas en sitio y vigila la misma hasta la entrega de muestras en laboratorio.
 - 8.4.4.- En ausencia del técnico A, debe cumplir los puntos: 8.2.7 al 8,2,11 de este formato de campo.

FECHA DE MUESTREO: 2010-11-03

8.- OBJETIVO DEL MUESTREO

Caracterización del sitio para conocer las concentraciones de hidrocarburo presentes en el suelo.

9.- DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE MUESTRAS.

Personal contratado por ICA realiza la perforación y extracción de la muestra para que personal de Intertek realice el emvasado en los frascos correspondientes para el análisis así como su etiquetado sellado y conservación.

10.- MUESTRAS.

Hora	Identificación	Localización GPS(UTM) (por punto de muestreo)	Profundidad	Características Físicas de la Muestra
10h09	P-7 (2.00 m)	X-2141860.732 Y-182648.658	2.00 mts	Arcilla-Limo con olor a H.C.
10h23	P-7 (3.00 m)		3.00 mts	Arcilla-Arena con olor a H.C.
10h24	P-7 (3.00 m) Duplicado		3.00 mts	Arcilla-Arena con olor a H.C.
10h32	P-8 (3.00 m) (2.00 m)	X-2141867.151 Y-182636.687	2.00 mts	Arcilla con olor a H.C.
10h50	P-8 (3.00 m)		3.00 mts	Arcilla
11h05	P-7 (5.00 m)		5.00 mts	Arcilla-Arena
11h18	P-8 (5.00 m)		5.00 mts	Arcilla-Arena
11h52	P-9 (2.00 m)	X-2141869.804 Y-182648.788	2.00 mts	Arcilla
11h59	P-10 (2.00 m)		2.00 mts	Arcilla con olor a H.C.
12h17	P-10 (3.00 m)	X-2141872.124 Y-182638.738	3.00 mts	Arcilla con olor a H.C.
12h26	P-9 (3.00 m)		3.00 mts	Arcilla
13h00	P-9 (5.00 m)		5.00 mts	Arcilla-Arena
13h10	P-10 (5.00 m)		5.00 mts	Arcilla-Limo con olor a H.C.
13h11	P-10 (5.00 m) Duplicado		5.00 mts	Arcilla-Limo con olor a H.C.
13h55	P-11 (3.00 m)	X	3.00 mts	Arena

Nota: No es necesario repetir la localización por cada profundidad, sólo especificar la del punto de muestreo

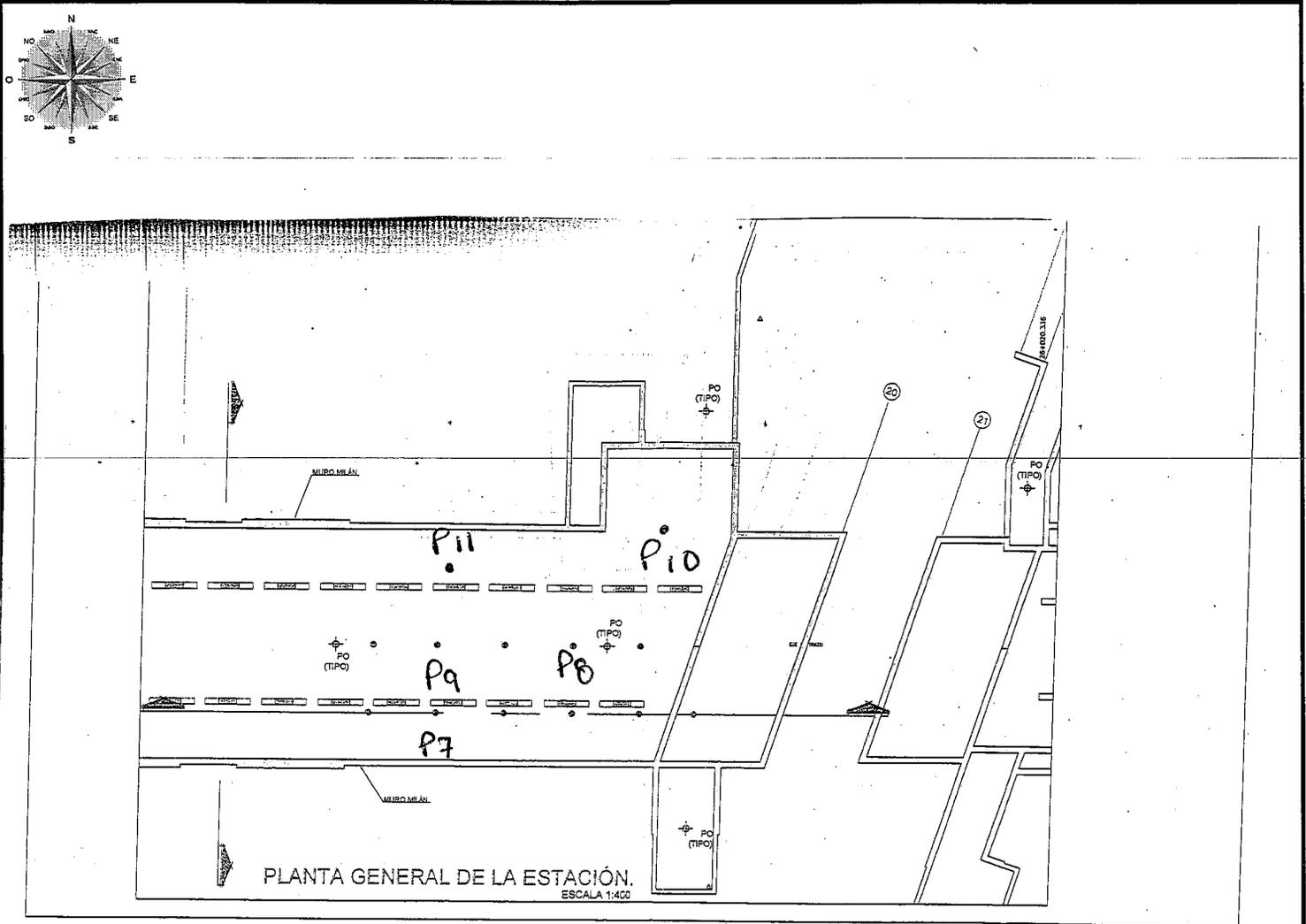
11.- OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS DEL MUESTREO.

El olor que presentan las muestras es a hidrocarburo.

FECHA DE MUESTREO: 2010-12-02

ORDEN DE MUESTREO: 806-17
 ORDEN DE TRABAJO:

12.- 'DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO.



EX	PRO	REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	ELABORADO	REVISADO	APROBADO

SIMBOLOGÍA	
●	POZO DE SONDEO PROPUESTO
▲	PIEZÓMETROS
P-1	PUNTOS DE MUESTREO

ICA ALSTOM	GAN
CONSORCIO LINEA 12	CONSORCIO S.A. DE C.V.

PROYECTO	PROPUESTA DE CARACTERIZACIÓN Y ESTRATEGIA DE MUESTREO EN UN PASEO UBICADO EN AV. FELIX GUAYAS, ESQUINA AV. UNIVERSIDAD, COLONIA SANTA CRUZ ATOTZAC, C.P. 8316, MÉXICO D.F.
FECHA	2010-12-02
HOJA	1
TOTAL	1

Responsable del proyecto	Tecnico de Muestreo	Supervisado (Lab.)	Responsable del transporte de la muestra al laboratorio.
Ing. Mariana Cruz Gutica Nombre y firma de conformidad con el muestreo realizado	JULIO AREVALO Nombre y Firma	[Firma] Nombre y Firma	JULIO AREVALO Nombre y Firma

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
 Data File : V45.D
 Acq On : 14 Dec 2010 3:09 am
 Operator : CRG014 JVD/ELGM
 Sample : MX10-2969-01 FD124.69 ✓
 Misc : (8.02gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
 ALS Vial : 45 Sample Multiplier: 124.69 ✓

Quant Time: Dec 14 09:50:57 2010
 Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M ✓
 Quant Title :
 QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Bromoclorometano	8.200	128	5146864 ✓	50.00	ug/kg	0.00
4) 1,4-Difluorobenceno	9.187	114	31602483 ✓	50.00	ug/kg	0.00
7) Clorobenceno-d5	13.386	117	27612901 ✓	50.00	ug/kg	0.00

System Monitoring Compounds

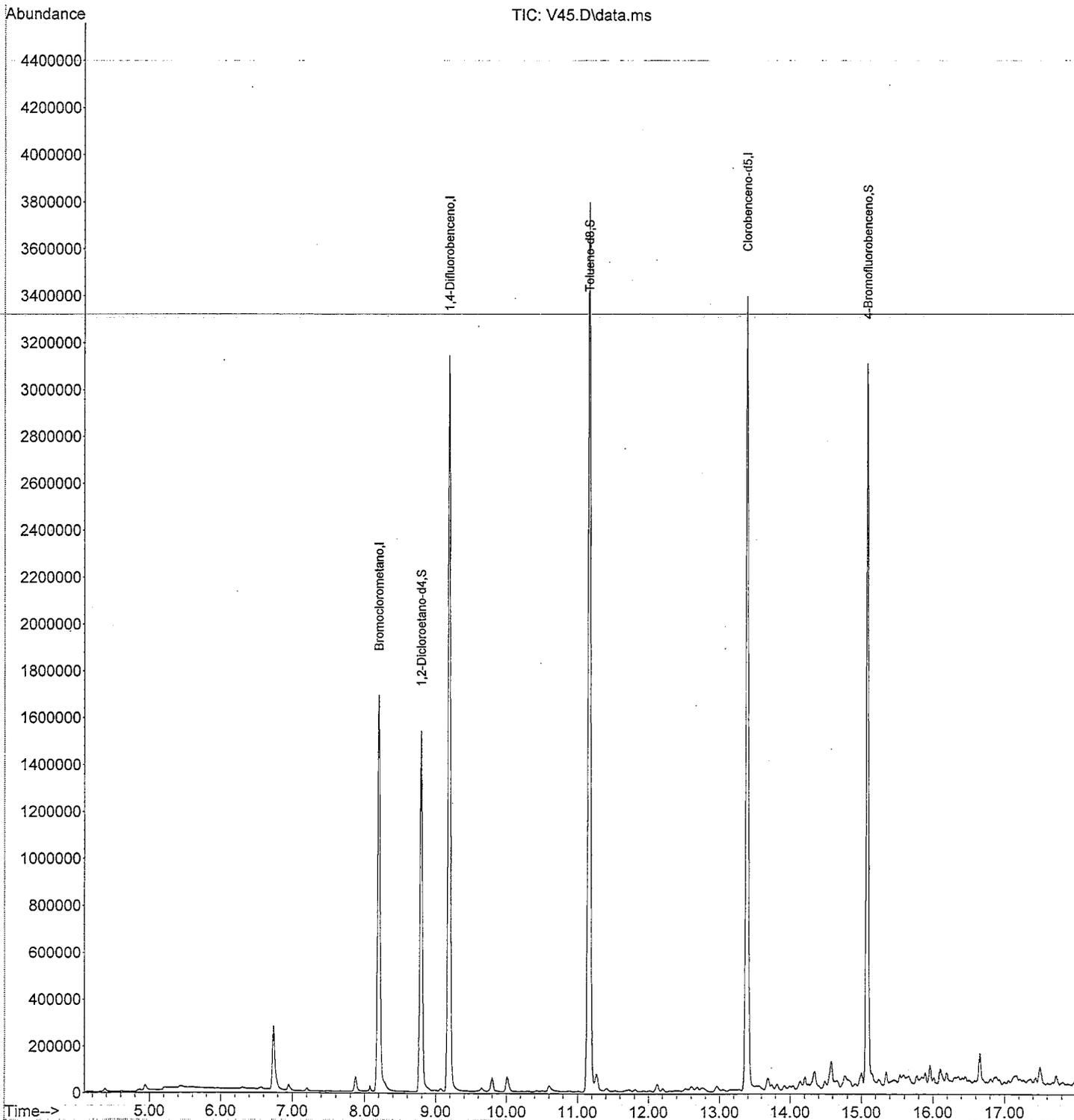
2) 1,2-Dicloroetano-d4	8.790	102	2292010	48.47	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	96.94%	✓
5) Tolueno-d8	11.158	98	37493013	49.60	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	99.20%	✓
11) 4-Bromofluorobenceno	15.078	174	10922678	49.98	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	99.96%	✓

Target Compounds Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
Data File : V45.D
Acq On : 14 Dec 2010 3:09 am
Operator : CRG014 JVD/ELGM
Sample : MX10-2969-01 FD124.69
Misc : (8.02gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
ALS Vial : 45 Sample Multiplier: 124.69

Quant Time: Dec 14 09:50:57 2010
Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M
Quant Title :
QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
Response via : Initial Calibration



Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
 Data File : V46.D
 Acq On : 14 Dec 2010 3:33 am
 Operator : CRG014 JVD/ELGM
 Sample : MX10-2969-02 FD125 ✓
 Misc : (8.00gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
 ALS Vial : 46 Sample Multiplier: 125 ✓

Quant Time: Dec 14 09:51:34 2010
 Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M ✓
 Quant Title :
 QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards R.T. QIon Response Conc Units Dev (Min)

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev (Min)
1) Bromoclorometano	8.198	128	4881595 ✓	50.00	ug/kg	0.00
4) 1,4-Difluorobenceno	9.185	114	30245712 ✓	50.00	ug/kg	0.00
7) Clorobenceno-d5	13.386	117	26698222 ✓	50.00	ug/kg	0.00

System Monitoring Compounds

2) 1,2-Dicloroetano-d4	8.789	102	2136643	47.64	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	95.28%	✓
5) Tolueno-d8	11.156	98	36171189	50.00	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	100.00%	✓
11) 4-Bromofluorobenceno	15.077	174	10454920	49.47	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	98.94%	✓

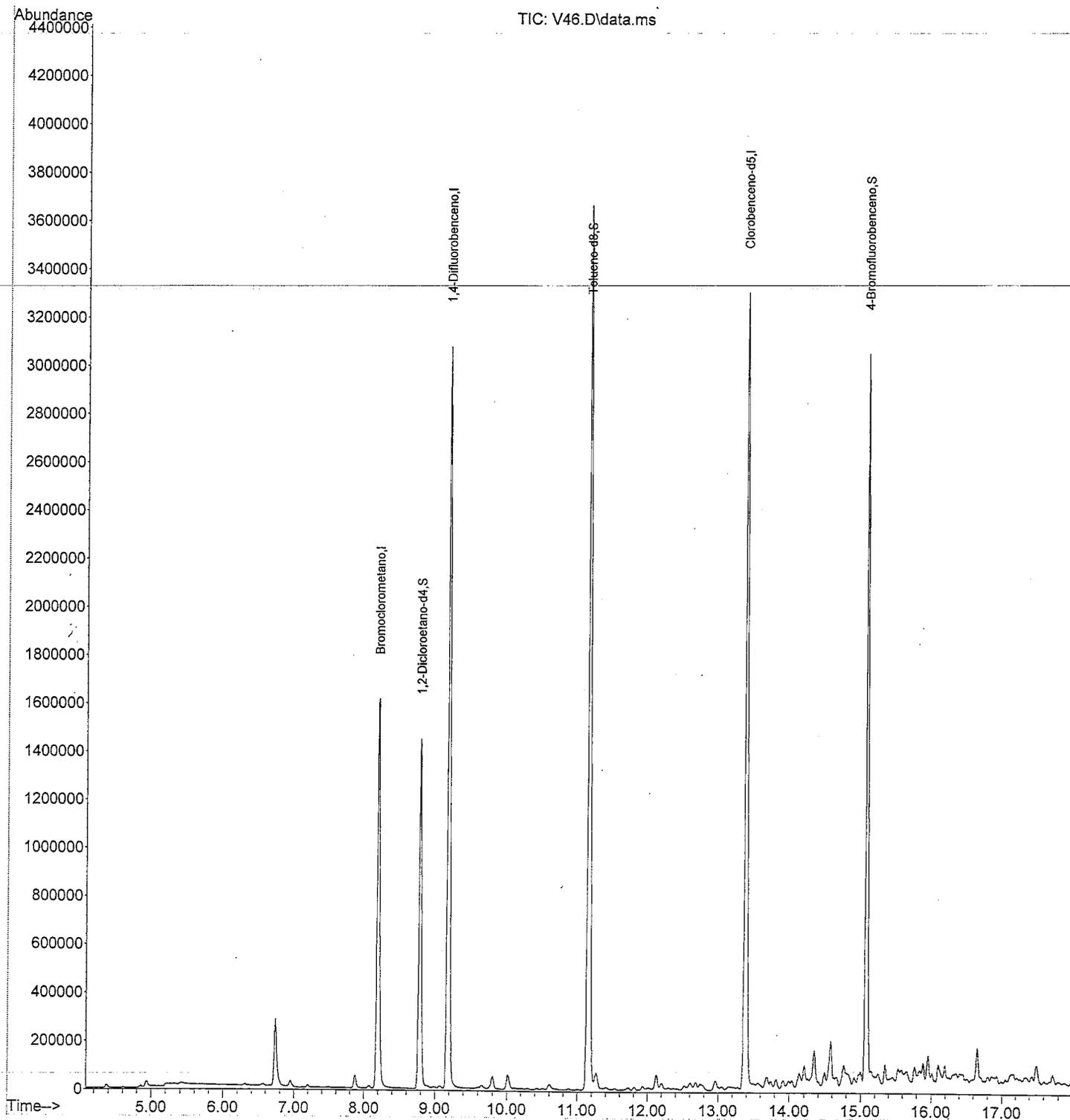
Target Compounds Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Quantitation Report (QT Reviewed)

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
Data File : V46.D
Acq On : 14 Dec 2010 3:33 am
Operator : CRG014 JVD/ELGM
Sample : MX10-2969-02 FD125
Misc : (8.00gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
ALS Vial : 46 Sample Multiplier: 125

Quant Time: Dec 14 09:51:34 2010
Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M
Quant Title :
QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
Response via : Initial Calibration



J

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
 Data File : V47.D
 Acq On : 14 Dec 2010 3:57 am
 Operator : CRG014 JVD/ELGM
 Sample : MX10-2969-03 FD125 ✓
 Misc : (8.00gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
 ALS Vial : 47 Sample Multiplier: 125 ✓

Quant Time: Dec 14 09:51:59 2010
 Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M ✓
 Quant Title :
 QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards R.T. QIon Response Conc Units Dev(Min)

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Bromoclorometano	8.198	128	4887550 ✓	50.00	ug/kg	0.00
4) 1,4-Difluorobenceno	9.185	114	29998853 ✓	50.00	ug/kg	0.00
7) Clorobenceno-d5	13.385	117	26238408 ✓	50.00	ug/kg	0.00

System Monitoring Compounds

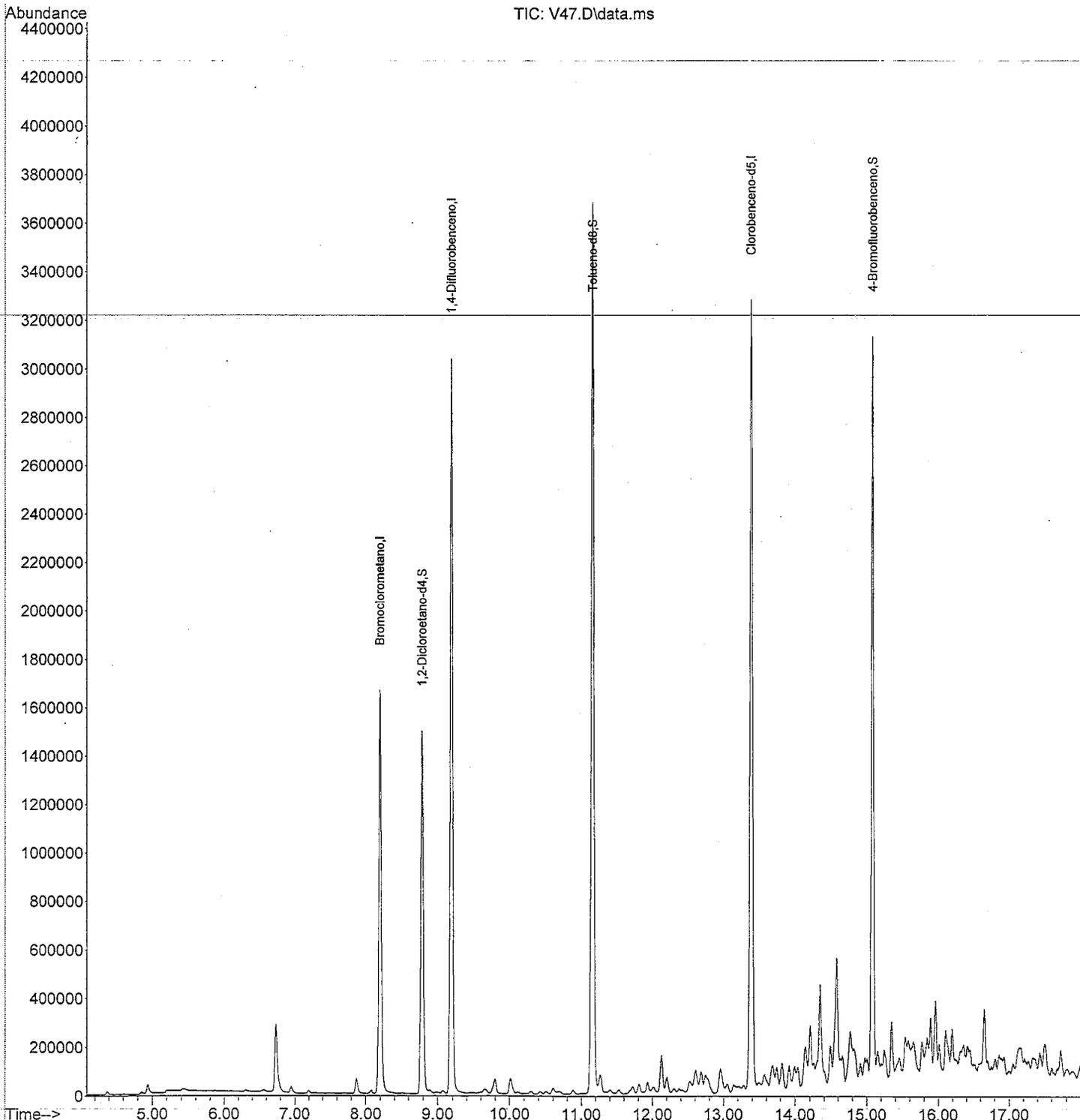
2) 1,2-Dicloroetano-d4	8.788	102	2171757	48.36	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	96.72%	✓
5) Tolueno-d8	11.157	98	35739681	49.81	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	99.62%	✓
11) 4-Bromofluorobenceno	15.078	174	10306355	49.63	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	99.26%	✓

Target Compounds Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
Data File : V47.D
Acq On : 14 Dec 2010 3:57 am
Operator : CRG014 JVD/ELGM
Sample : MX10-2969-03 FD125
Misc : (8.00gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
ALS Vial : 47 Sample Multiplier: 125

Quant Time: Dec 14 09:51:59 2010
Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M
Quant Title :
QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
Response via : Initial Calibration



J

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
 Data File : V48.D
 Acq On : 14 Dec 2010 4:21 am
 Operator : CRG014 JVD/ELGM
 Sample : MX10-2969-04 FD124.53 ✓
 Misc : (8.03gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
 ALS Vial : 48 Sample Multiplier: 124.53 ✓

Quant Time: Dec 14 09:52:33 2010
 Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M ✓
 Quant Title :
 QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Bromoclorometano	8.199	128	4871623 ✓	50.00	ug/kg	0.00
4) 1,4-Difluorobenceno	9.185	114	29838373 ✓	50.00	ug/kg	0.00
7) Clorobenceno-d5	13.386	117	26230890 ✓	50.00	ug/kg	0.00

System Monitoring Compounds

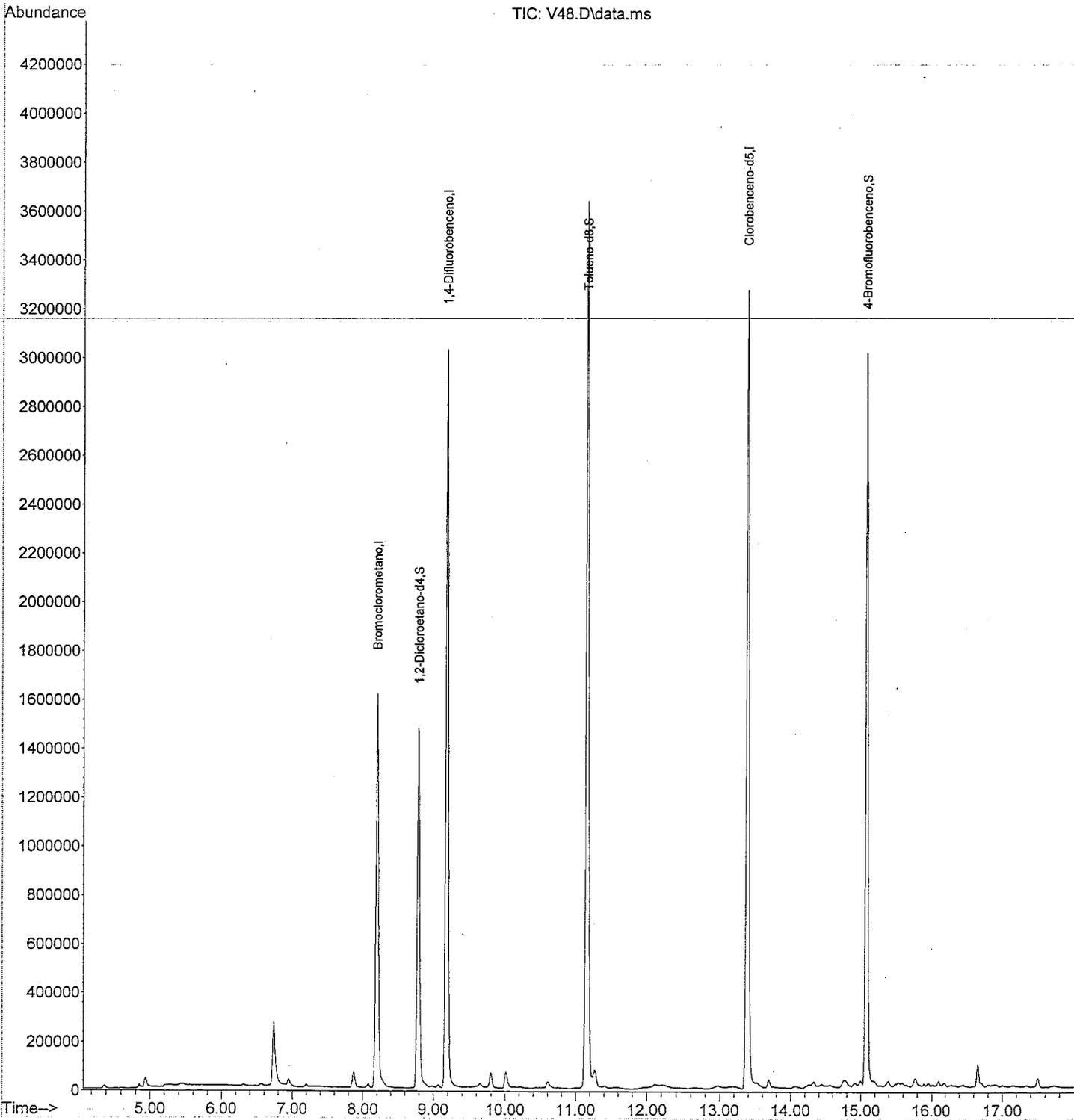
2) 1,2-Dicloroetano-d4	8.789	102	2185084	48.82	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	97.64%	✓
5) Tolueno-d8	11.157	98	35840048	50.21	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	100.42%	✓
11) 4-Bromofluorobenceno	15.078	174	10181375	49.04	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	98.08%	✓

Target Compounds Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
Data File : V48.D
Acq On : 14 Dec 2010 4:21 am
Operator : CRG014 JVD/ELGM
Sample : MX10-2969-04 FD124.53
Misc : (8.03gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
ALS Vial : 48 Sample Multiplier: 124.53

Quant Time: Dec 14 09:52:33 2010
Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M
Quant Title :
QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
Response via : Initial Calibration



Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
 Data File : V49.D
 Acq On : 14 Dec 2010 4:45 am
 Operator : CRG014 JVD/ELGM
 Sample : MX10-2969-05 FD125
 Misc : (8.00gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
 ALS Vial : 49 Sample Multiplier: 125

Quant Time: Dec 14 09:53:07 2010
 Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M
 Quant Title :
 QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Bromoclorometano	8.198	128	5251555	50.00	ug/kg	0.00
4) 1,4-Difluorobenceno	9.184	114	32402649	50.00	ug/kg	0.00
7) Clorobenceno-d5	13.384	117	28169492	50.00	ug/kg	0.00

System Monitoring Compounds

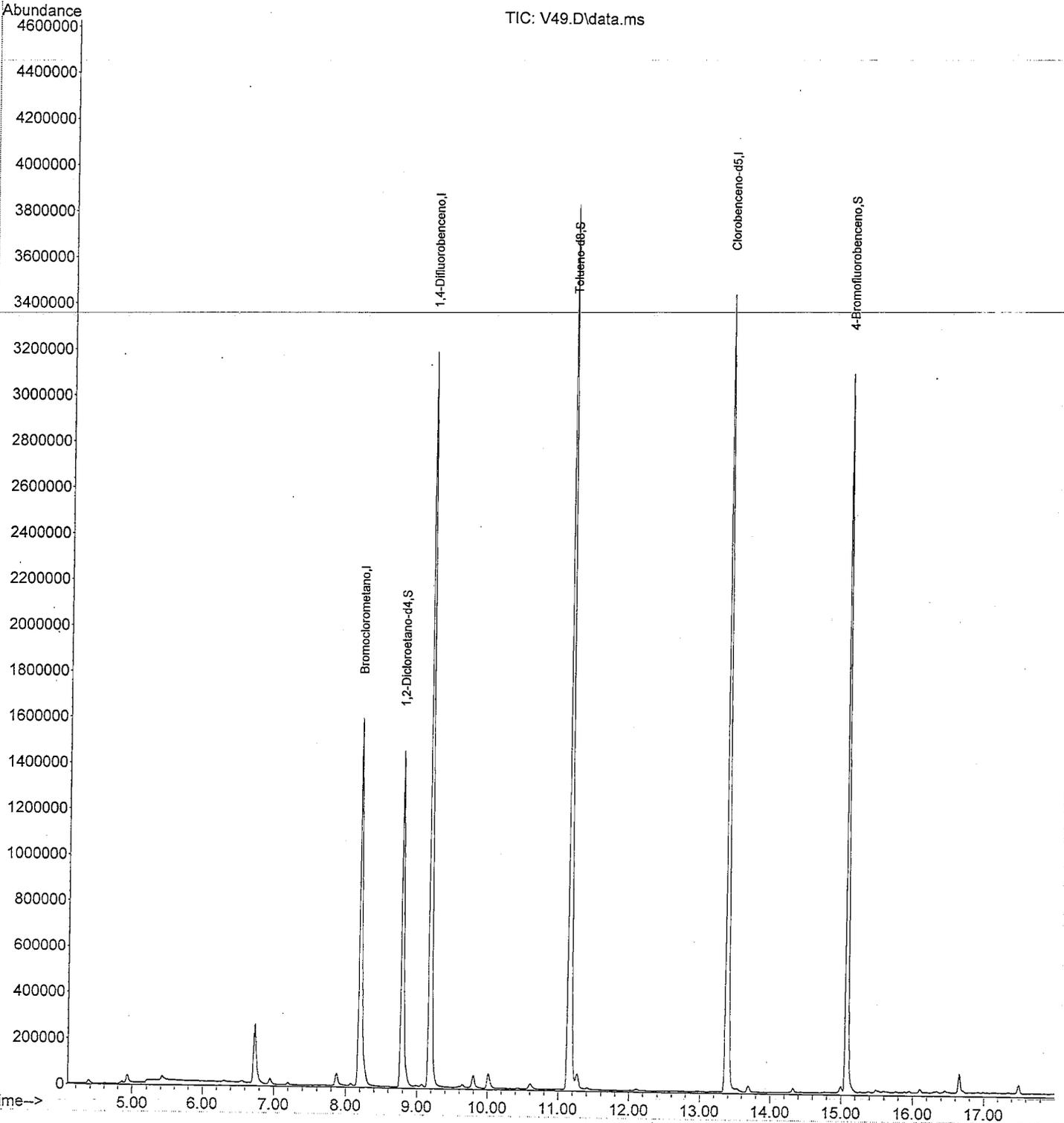
2) 1,2-Dicloroetano-d4	8.789	102	2331151	48.31	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	96.62%	
5) Tolueno-d8	11.156	98	38177540	49.26	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	98.52%	
11) 4-Bromofluorobenceno	15.077	174	11068132	49.64	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	99.28%	

Target Compounds Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
Data File : V49.D
Acq On : 14 Dec 2010 4:45 am
Operator : CRG014 JVD/ELGM
Sample : MX10-2969-05 FD125
Misc : (8.00gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
ALS Vial : 49 Sample Multiplier: 125

Quant Time: Dec 14 09:53:07 2010
Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M
Quant Title :
QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
Response via : Initial Calibration



Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
 Data File : V50.D
 Acq On : 14 Dec 2010 5:09 am
 Operator : CRG014 JVD/ELGM
 Sample : MX10-2969-06 FD124.84 ✓
 Misc : (8.01gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
 ALS Vial : 50 Sample Multiplier: 124.84 ✓

Quant Time: Dec 14 09:53:29 2010
 Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M ✓
 Quant Title :
 QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
 Response via : Initial Calibration

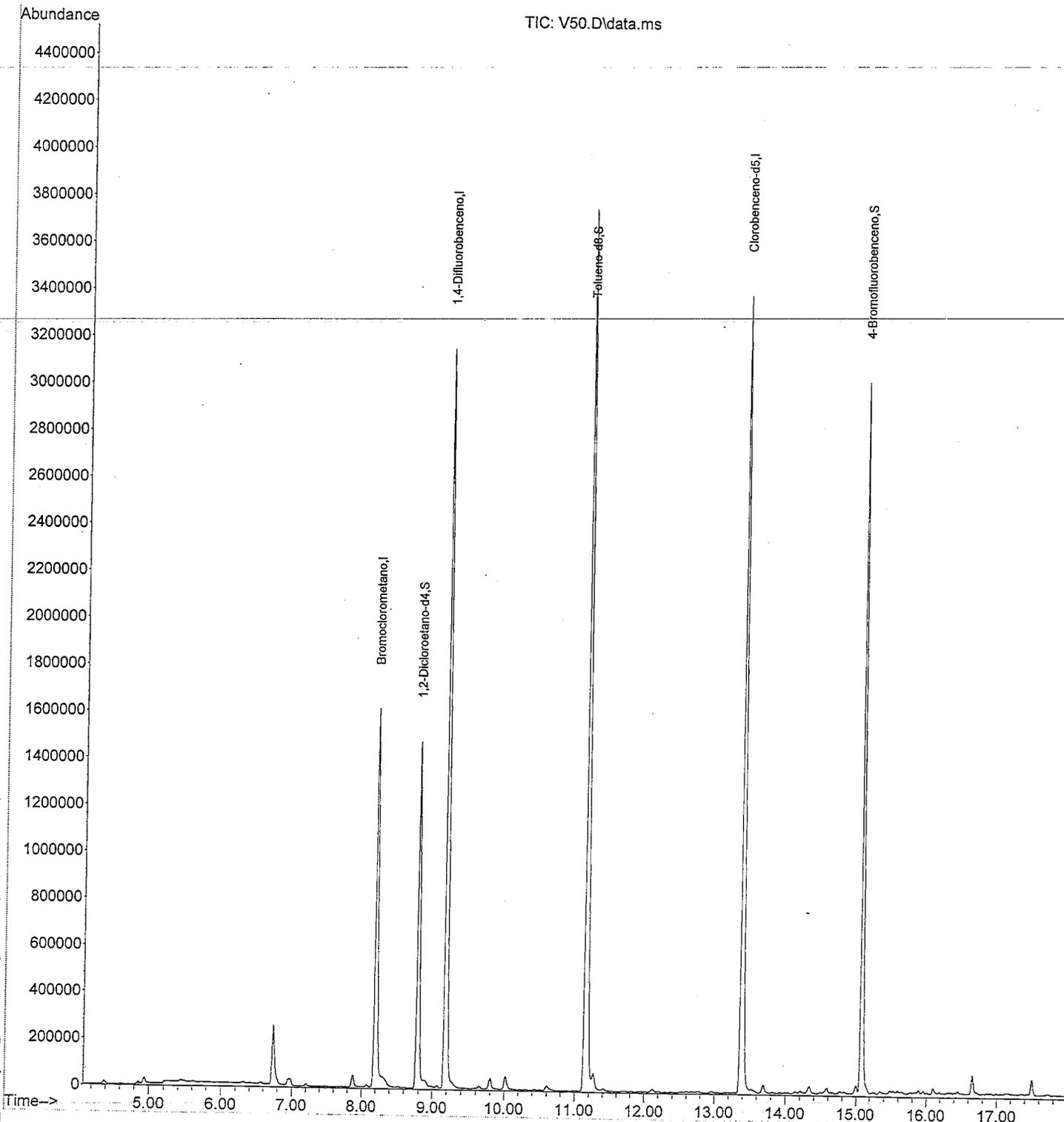
Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Bromoclorometano	8.200	128	4624700 ✓	50.00	ug/kg	0.00
4) 1,4-Difluorobenceno	9.187	114	31228444 ✓	50.00	ug/kg	0.00
7) Clorobenceno-d5	13.386	117	27201527 ✓	50.00	ug/kg	0.00
System Monitoring Compounds						
2) 1,2-Dicloroetano-d4	8.791	102	2110259	49.66	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	99.32%	✓
5) Tolueno-d8	11.158	98	37358492	50.01	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	100.02%	✓
11) 4-Bromofluorobenceno	15.079	174	10542340	48.96	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	97.92%	✓

Target Compounds Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
Data File : V50.D
Acq On : 14 Dec 2010 5:09 am
Operator : CRG014 JVD/ELGM
Sample : MX10-2969-06 FD124.84
Misc : (8.01gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
ALS Vial : 50 Sample Multiplier: 124.84

Quant Time: Dec 14 09:53:29 2010
Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M
Quant Title :
QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
Response via : Initial Calibration





Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
 Data File : V51.D
 Acq On : 14 Dec 2010 5:34 am
 Operator : CRG014 JVD/ELGM
 Sample : MX10-2969-07 FD125 ✓
 Misc : (8.00gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
 ALS Vial : 51 Sample Multiplier: 125 ✓

Quant Time: Dec 14 09:53:53 2010
 Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M ✓
 Quant Title :
 QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Bromoclorometano	8.197	128	4488192 ✓	50.00	ug/kg	0.00
4) 1,4-Difluorobenceno	9.184	114	30255678 ✓	50.00	ug/kg	0.00
7) Clorobenceno-d5	13.386	117	26830633 ✓	50.00	ug/kg	0.00

System Monitoring Compounds

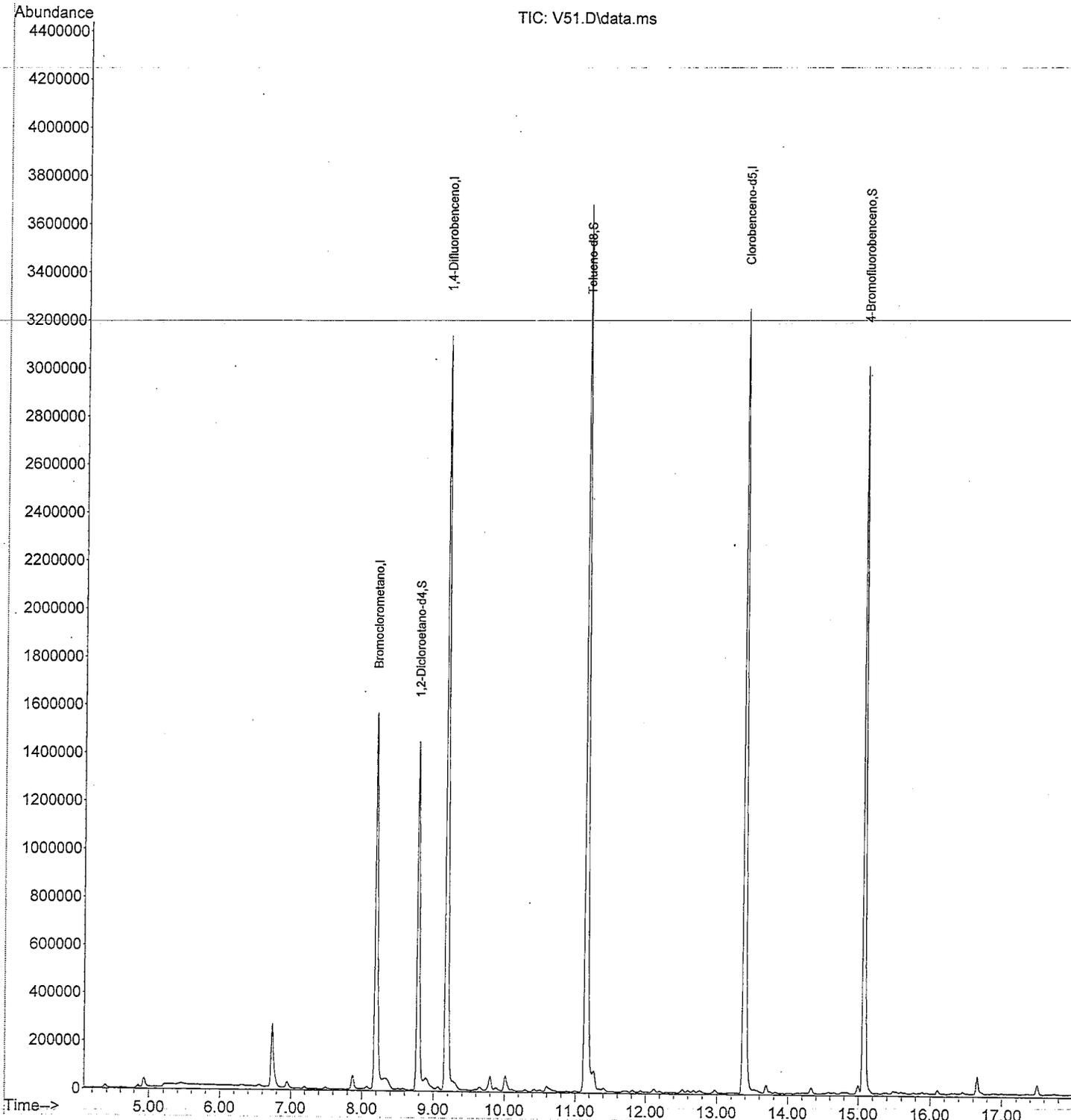
2) 1,2-Dicloroetano-d4	8.788	102	2073359	50.28	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	100.56%	✓
5) Tolueno-d8	11.156	98	36740475	50.77	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	101.54%	✓
11) 4-Bromofluorobenceno	15.078	174	10344004	48.71	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	97.42%	✓

Target Compounds Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
Data File : V51.D
Acq On : 14 Dec 2010 5:34 am
Operator : CRG014 JVD/ELGM
Sample : MX10-2969-07 FD125
Misc : (8.00gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
ALS Vial : 51 Sample Multiplier: 125

Quant Time: Dec 14 09:53:53 2010
Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M
Quant Title :
QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
Response via : Initial Calibration



Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
 Data File : V52.D
 Acq On : 14 Dec 2010 5:58 am
 Operator : CRG014 JVD/ELGM
 Sample : MX10-2969-08 FD123.76 ✓
 Misc : (8.08gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
 ALS Vial : 52 Sample Multiplier: 123.76 ✓

Quant Time: Dec 14 09:54:15 2010
 Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M ✓
 Quant Title :
 QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Bromochlorometano	8.197	128	4737610 ✓	50.00	ug/kg	0.00
4) 1,4-Difluorobenceno	9.183	114	28618774 ✓	50.00	ug/kg	0.00
7) Clorobenceno-d5	13.385	117	24913474 ✓	50.00	ug/kg	0.00

System Monitoring Compounds

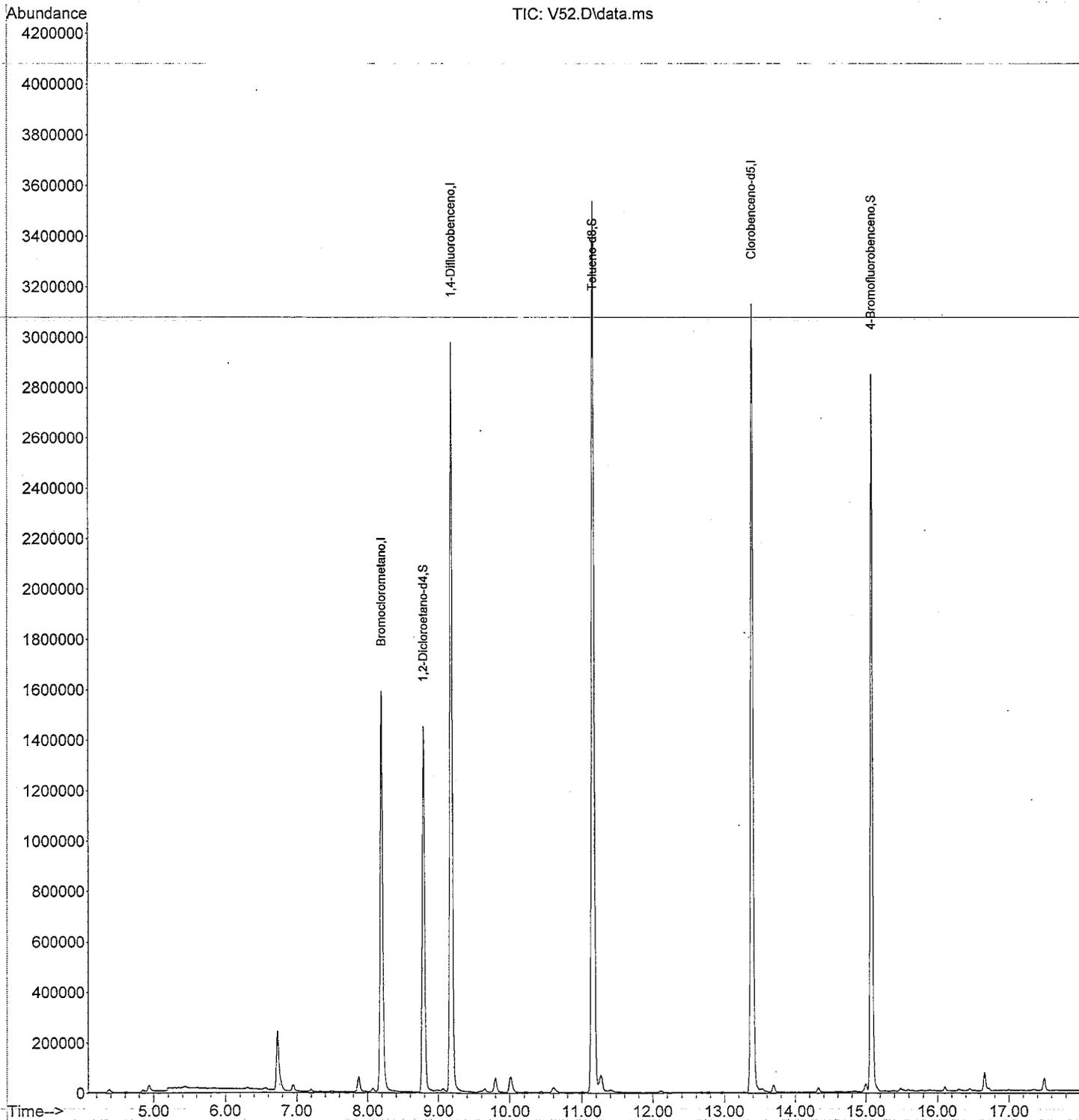
2) 1,2-Dicloroetano-d4	8.787	102	2082688	47.85	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	95.70%	✓
5) Tolueno-d8	11.155	98	34288145	50.09	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	100.18%	✓
11) 4-Bromofluorobenceno	15.077	174	9550319	48.43	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	96.86%	✓

Target Compounds Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
Data File : V52.D
Acq On : 14 Dec 2010 5:58 am
Operator : CRG014 JVD/ELGM
Sample : MX10-2969-08 FD123.76
Misc : (8.08gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
ALS Vial : 52 Sample Multiplier: 123.76

Quant Time: Dec 14 09:54:15 2010
Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M
Quant Title :
QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
Response via : Initial Calibration



Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
 Data File : V53.D
 Acq On : 14 Dec 2010 6:22 am
 Operator : CRG014 JVD/ELGM
 Sample : MX10-2969-09 FD125
 Misc : (8.00gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
 ALS Vial : 53 Sample Multiplier: 125

Quant Time: Dec 14 09:54:40 2010
 Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M
 Quant Title :
 QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Bromoclorometano	8.195	128	4963777	50.00	ug/kg	0.00
4) 1,4-Difluorobenceno	9.183	114	31275105	50.00	ug/kg	0.00
7) Clorobenceno-d5	13.386	117	29312054	50.00	ug/kg	0.00

System Monitoring Compounds

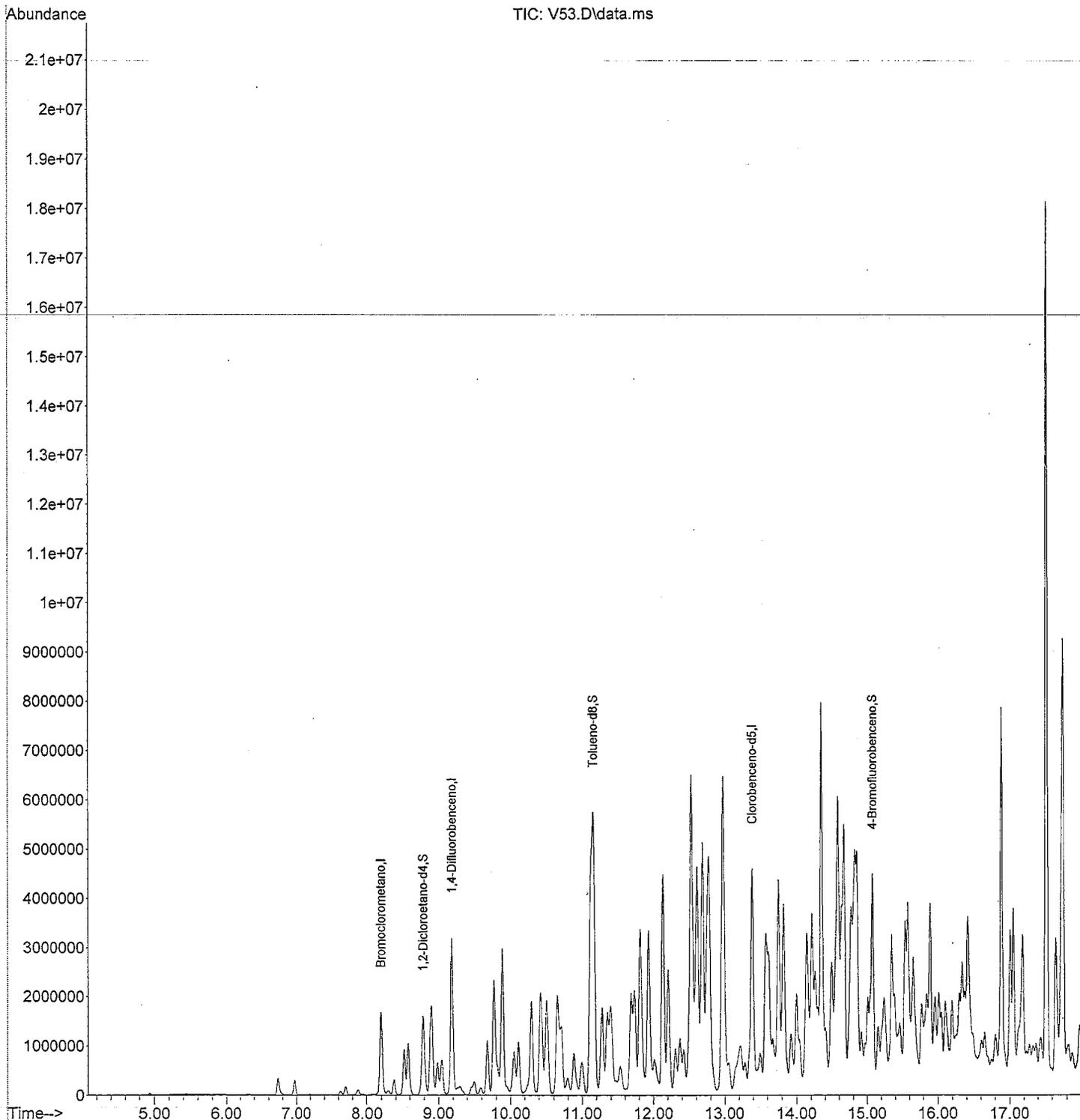
2) 1,2-Dicloroetano-d4	8.787	102	2215535	48.58	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	97.16%	
5) Tolueno-d8	11.157	98	41569361	55.57	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	111.14%	
11) 4-Bromofluorobenceno	15.079	174	12791109	55.13	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	110.26%	

Target Compounds Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
 Data File : V53.D
 Acq On : 14 Dec 2010 6:22 am
 Operator : CRG014 JVD/ELGM
 Sample : MX10-2969-09 FD125
 Misc : (8.00gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
 ALS Vial : 53 Sample Multiplier: 125

Quant Time: Dec 14 09:54:40 2010
 Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M
 Quant Title :
 QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
 Response via : Initial Calibration



Quantitation Report (QT Reviewed)

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
 Data File : V55.D
 Acq On : 14 Dec 2010 7:10 am
 Operator : CRG014 JVD/ELGM
 Sample : MX10-2969-10 FD124.53 ✓
 Misc : (8.03gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
 ALS Vial : 55 Sample Multiplier: 124.53 ✓

Quant Time: Dec 14 09:55:07 2010
 Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M ✓
 Quant Title :
 QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Bromoclorometano	8.195	128	5283989 ✓	50.00	ug/kg	0.00
4) 1,4-Difluorobenceno	9.183	114	33291606 ✓	50.00	ug/kg	0.00
7) Clorobenceno-d5	13.386	117	30819352 ✓	50.00	ug/kg	0.00

System Monitoring Compounds

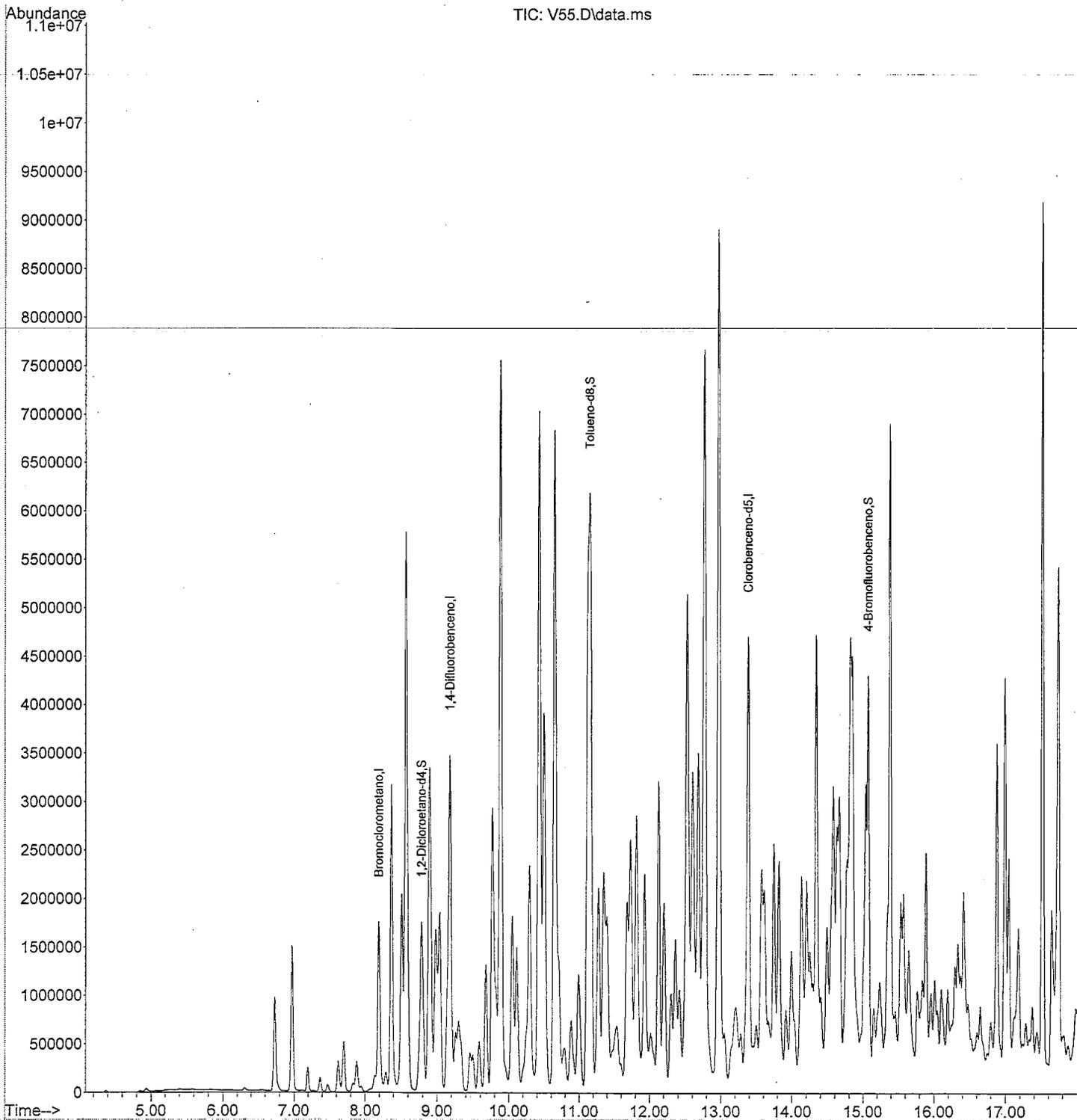
2) 1,2-Dicloroetano-d4	8.786	102	2384624	49.12	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	98.24%	✓
5) Tolueno-d8	11.156	98	43501085	54.63	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	109.26%	✓
11) 4-Bromofluorobenceno	15.077	174	13371346	54.81	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	109.62%	✓

Target Compounds Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
 Data File : V55.D
 Acq On : 14 Dec 2010 7:10 am
 Operator : CRG014 JVD/ELGM
 Sample : MX10-2969-10 FD124.53
 Misc : (8.03gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
 ALS Vial : 55 Sample Multiplier: 124.53

Quant Time: Dec 14 09:55:07 2010
 Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M
 Quant Title :
 QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
 Response via : Initial Calibration



Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
 Data File : V57.D
 Acq On : 14 Dec 2010 7:58 am
 Operator : CRG014 JVD/ELGM
 Sample : MX10-2969-11 FD124.69 ✓
 Misc : (8.02gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
 ALS Vial : 57 Sample Multiplier: 124.69 ✓

Quant Time: Dec 14 09:55:34 2010
 Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M ✓
 Quant Title :
 QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Bromoclorometano	8.199	128	5076229 ✓	50.00	ug/kg	0.00
4) 1,4-Difluorobenceno	9.186	114	31409423 ✓	50.00	ug/kg	0.00
7) Clorobenceno-d5	13.386	117	27648778 ✓	50.00	ug/kg	0.00

System Monitoring Compounds

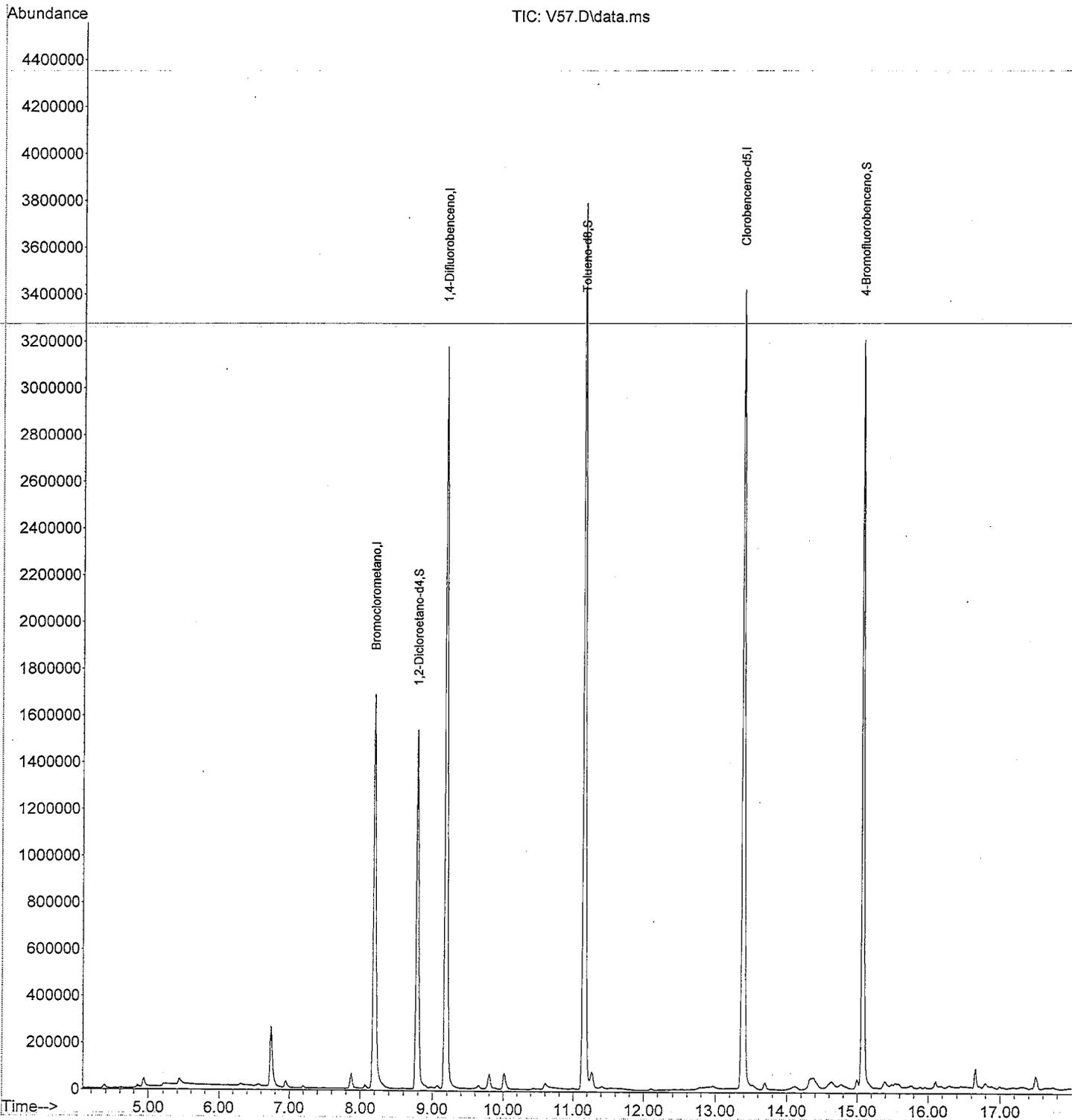
2) 1,2-Dicloroetano-d4	8.791	102	2279008	48.86	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	97.72%	✓
5) Tolueno-d8	11.158	98	37551475	49.98	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	99.96%	✓
11) 4-Bromofluorobenceno	15.078	174	10832566	49.50	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	99.00%	✓

Target Compounds Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
Data File : V57.D
Acq On : 14 Dec 2010 7:58 am
Operator : CRG014 JVD/ELGM
Sample : MX10-2969-11 FD124.69
Misc : (8.02gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
ALS Vial : 57 Sample Multiplier: 124.69

Quant Time: Dec 14 09:55:34 2010
Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M
Quant Title :
QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
Response via : Initial Calibration



Quantitation Report (QT Reviewed)

J

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
 Data File : V58.D
 Acq On : 14 Dec 2010 8:22 am
 Operator : CRG014 JVD/ELGM
 Sample : MX10-2969-12 FD124.84 ✓
 Misc : (8.01gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
 ALS Vial : 58 Sample Multiplier: 124.84 ✓

Quant Time: Dec 14 09:56:03 2010
 Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M ✓
 Quant Title :
 QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Bromoclorometano	8.202	128	4469923 ✓	50.00	ug/kg	0.00
4) 1,4-Difluorobenceno	9.187	114	30013712 ✓	50.00	ug/kg	0.00
7) Clorobenceno-d5	13.386	117	26089912 ✓	50.00	ug/kg	0.00

System Monitoring Compounds

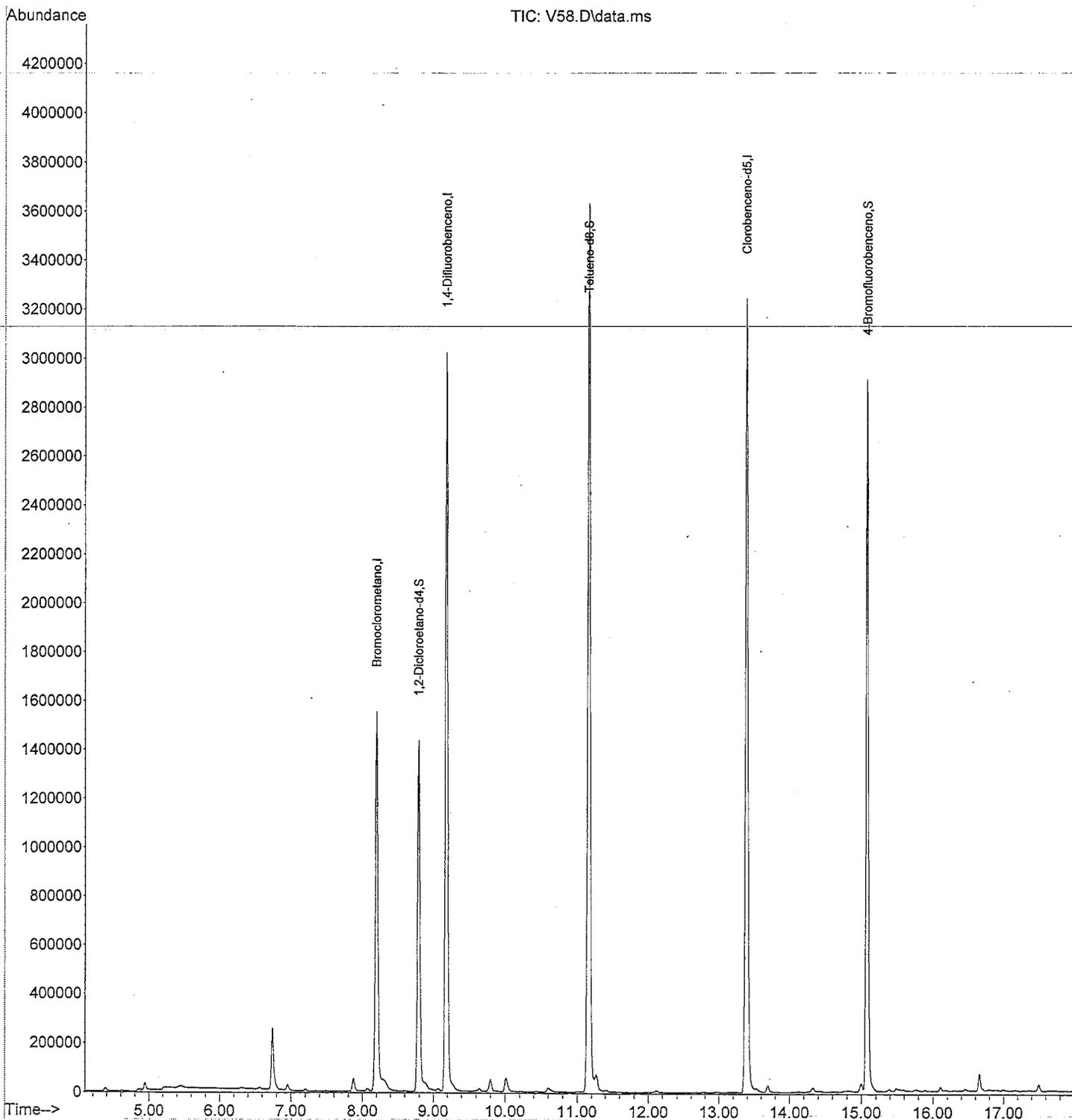
2) 1,2-Dicloroetano-d4	8.790	102	1981836	48.25	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	96.50%	✓
5) Tolueno-d8	11.159	98	35863446	49.95	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	99.90%	✓
11) 4-Bromofluorobenceno	15.079	174	10071557	48.77	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	97.54%	✓

Target Compounds Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
 Data File : V58.D
 Acq On : 14 Dec 2010 8:22 am
 Operator : CRG014 JVD/ELGM
 Sample : MX10-2969-12 FD124.84
 Misc : (8.01gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
 ALS Vial : 58 Sample Multiplier: 124.84

Quant Time: Dec 14 09:56:03 2010
 Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M
 Quant Title :
 QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
 Response via : Initial Calibration



Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
 Data File : V59.D
 Acq On : 14 Dec 2010 8:46 am
 Operator : CRG014 JVD/ELGM
 Sample : MX10-2969-13 FD125 ✓
 Misc : (8.00gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
 ALS Vial : 59 Sample Multiplier: 125 ✓

Quant Time: Dec 14 09:56:27 2010
 Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M ✓
 Quant Title :
 QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Bromoclorometano	8.198	128	4816227 ✓	50.00	ug/kg	0.00
4) 1,4-Difluorobenceno	9.185	114	29093750 ✓	50.00	ug/kg	0.00
7) Clorobenceno-d5	13.385	117	25385935 ✓	50.00	ug/kg	0.00

System Monitoring Compounds

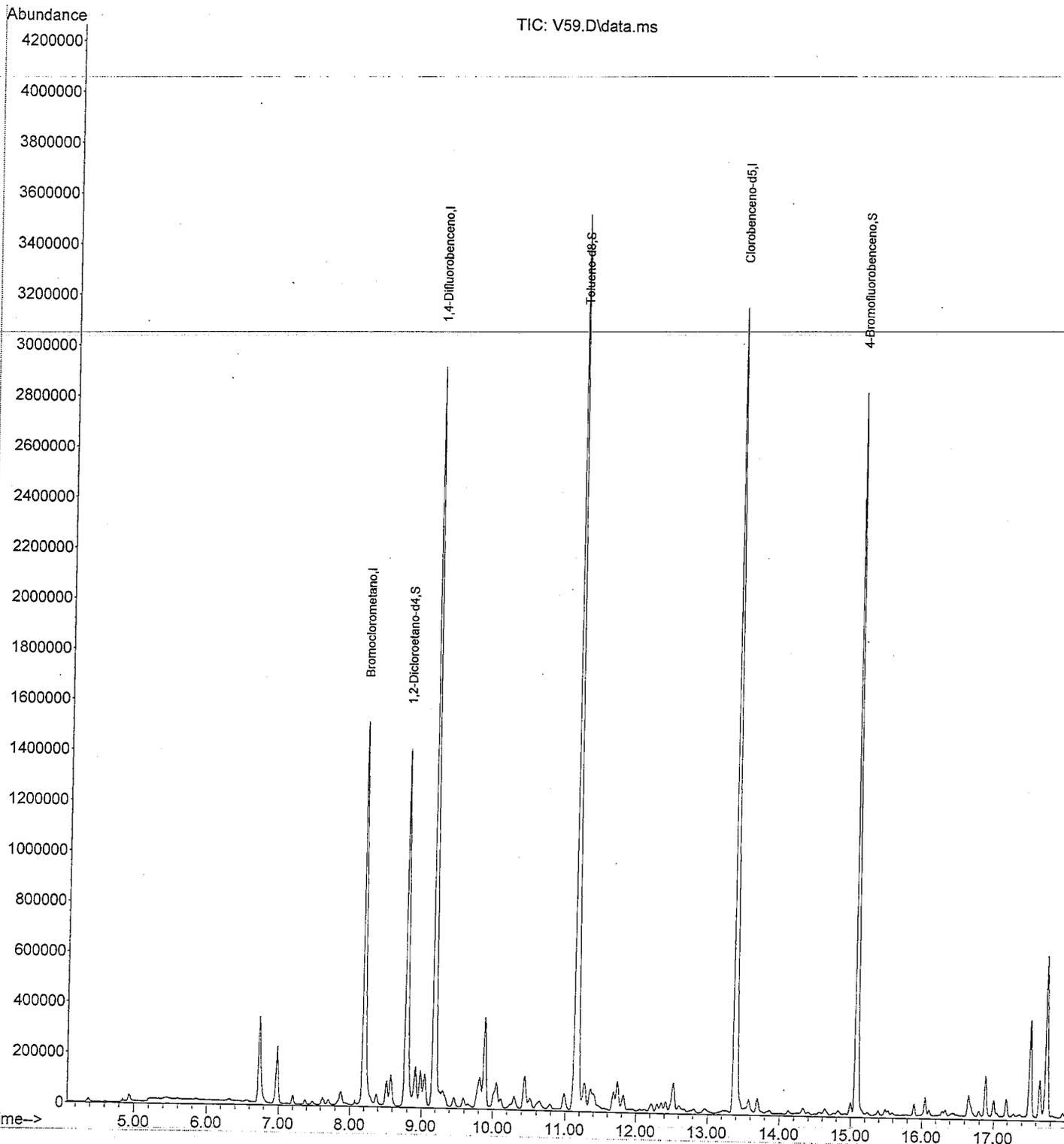
2) 1,2-Dicloroetano-d4	8.789	102	2121672	47.95	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	95.90%	✓
5) Tolueno-d8	11.156	98	34931003	50.19	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	100.38%	✓
11) 4-Bromofluorobenceno	15.077	174	9655635	48.05	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	96.10%	✓

Target Compounds Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
 Data File : V59.D
 Acq On : 14 Dec 2010 8:46 am
 Operator : CRG014 JVD/ELGM
 Sample : MX10-2969-13 FD125
 Misc : (8.00gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
 ALS Vial : 59 Sample Multiplier: 125

Quant Time: Dec 14 09:56:27 2010
 Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M
 Quant Title :
 QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
 Response via : Initial Calibration



Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
 Data File : V60.D
 Acq On : 14 Dec 2010 9:10 am
 Operator : CRG014 JVD/ELGM
 Sample : MX10-2969-14 FD125 ✓
 Misc : (8.00gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
 ALS Vial : 60 Sample Multiplier: 125 ✓

Quant Time: Dec 14 09:56:48 2010
 Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M ✓
 Quant Title :
 QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Bromoclorometano	8.197	128	5121891 ✓	50.00	ug/kg	0.00
4) 1,4-Difluorobenceno	9.184	114	32533914 ✓	50.00	ug/kg	0.00
7) Clorobenceno-d5	13.384	117	28509435 ✓	50.00	ug/kg	0.00

System Monitoring Compounds

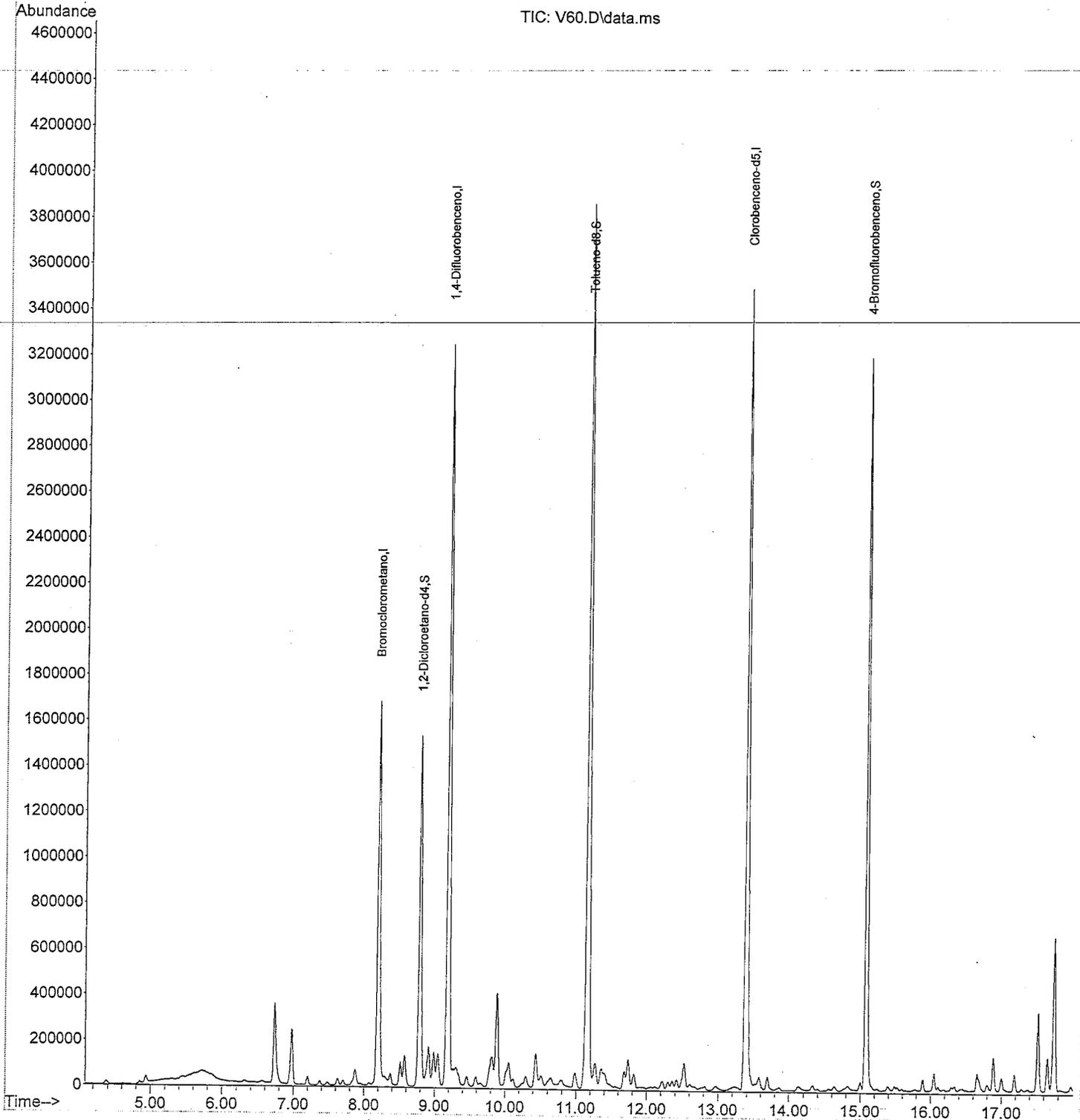
2) 1,2-Dicloroetano-d4	8.788	102	2277974	48.41	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	96.82%	✓
5) Tolueno-d8	11.156	98	38548604	49.53	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	99.06%	✓
11) 4-Bromofluorobenceno	15.077	174	11426244	50.64	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	101.28%	✓

Target Compounds Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
 Data File : V60.D
 Acq On : 14 Dec 2010 9:10 am
 Operator : CRG014 JVD/ELGM
 Sample : MX10-2969-14 FD125
 Misc : (8.00gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
 ALS Vial : 60 Sample Multiplier: 125

Quant Time: Dec 14 09:56:48 2010
 Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M
 Quant Title :
 QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
 Response via : Initial Calibration



Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
 Data File : V61.D
 Acq On : 14 Dec 2010 9:34 am
 Operator : CRG014 JVD/ELGM
 Sample : MX10-2969-15 FD124.84 ✓
 Misc : (8.01gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
 ALS Vial : 61 Sample Multiplier: 124.84 ✓

Quant Time: Dec 14 09:57:10 2010
 Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M ✓
 Quant Title :
 QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Bromoclorometano	8.196	128	4919634 ✓	50.00	ug/kg	0.00
4) 1,4-Difluorobenceno	9.182	114	30335560 ✓	50.00	ug/kg	0.00
7) Clorobenceno-d5	13.384	117	26173321 ✓	50.00	ug/kg	0.00
System Monitoring Compounds						
2) 1,2-Dicloroetano-d4	8.786	102	2175083	48.12	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	96.24%	✓
5) Tolueno-d8	11.155	98	35868111	49.43	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	98.86%	✓
11) 4-Bromofluorobenceno	15.077	174	10117705	48.84	ug/kg	0.00
Spiked Amount	50.000		Recovery	=	97.68%	✓

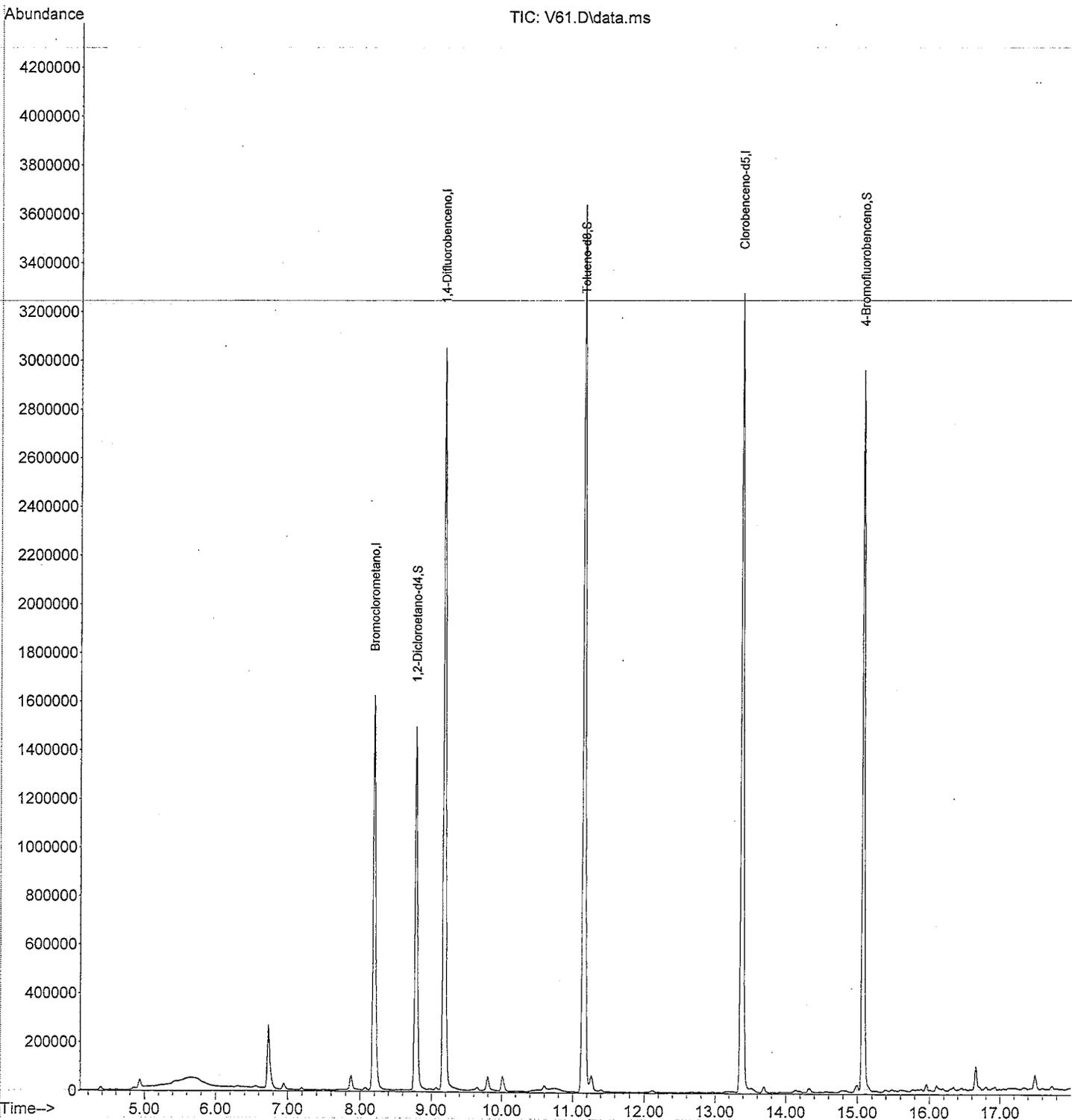
Target Compounds Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Quantitation Report (QT Reviewed)

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\DATA VOLATILES\2010\DICIEMBRE\13DC10\
Data File : V61.D
Acq On : 14 Dec 2010 9:34 am
Operator : CRG014 JVD/ELGM
Sample : MX10-2969-15 FD124.84
Misc : (8.01gr muestra/10mL MeOH) (200µL extracto/20m
ALS Vial : 61 Sample Multiplier: 124.84

Quant Time: Dec 14 09:57:10 2010
Quant Method : C:\msdchem\1\METHODS\VOLATILES\data analysis\BTEXS11DC10.M
Quant Title :
QLast Update : Sat Dec 11 13:02:42 2010
Response via : Initial Calibration



Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
 Data File : SV09.D
 Acq On : 9 Dec 2010 4:50 pm
 Operator : CRG015/FCC,OAC
 Sample : MX10-2969-1
 Misc :
 ALS Vial : 9 Sample Multiplier: 281.69

FCC

Quant Time: Dec 10 13:57:04 2010
 Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
 Quant Title :
 QLast Update : Fri Dec 10 13:56:49 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) 1,4-Diclorobenceno-d4	2.45	152	1753369 ✓	20.00	µg/mL	0.00
2) Naftaleno-d8	3.17	136	6304278 ✓	20.00	µg/mL	0.00
6) Acenafteno-d10	4.52	164	3744329 ✓	20.00	µg/mL	-0.01
9) Fenantreno-d10	6.50	188	6572458 ✓	20.00	µg/mL	0.00
16) Criseno-d12	9.43	240	5570817 ✓	20.00	µg/mL	0.02
21) Perileno-d12	11.64	264	4902574 ✓	20.00	µg/mL	0.05

System Monitoring Compounds

4) 2-Fluorobifenil	3.90	172	3037717	3475.01	µg/kg	0.00
Spiked Amount	4225.350		Recovery	=	82.24%	
14) Terfenil-d14	8.30	244	3389576	3483.55	µg/kg	0.00
Spiked Amount	4225.350		Recovery	=	82.44%	

Target Compounds

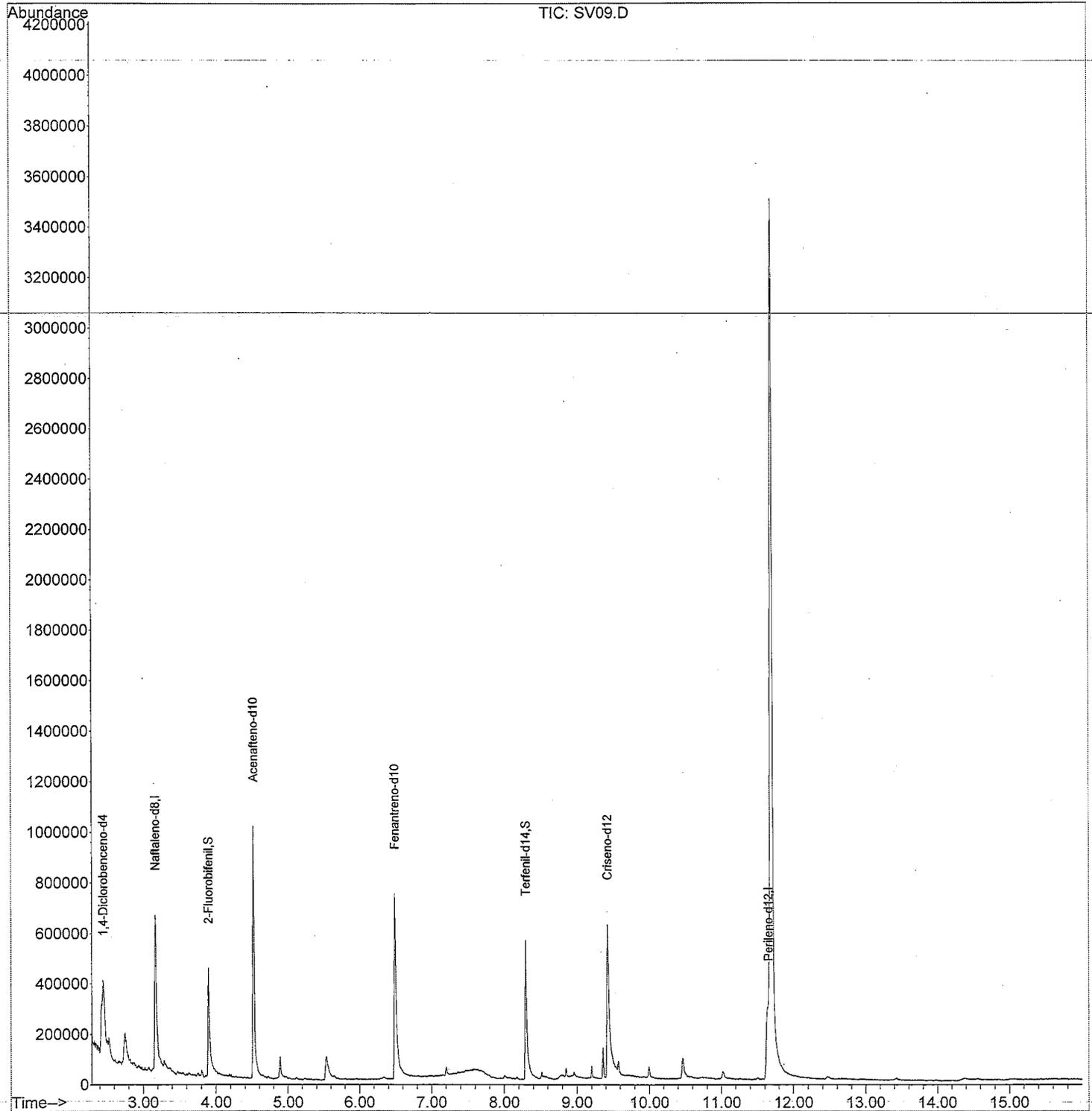
Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\MSDChem\1\DATA\2010\09DC10\
Data File : SV09.D
Acq On : 9 Dec 2010 4:50 pm
Operator : CRG015/FCC,OAC
Sample : MX10-2969-1
Misc :
ALS Vial : 9 Sample Multiplier: 281.69

FCC

Quant Time: Dec 10 13:57:04 2010
Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
Quant Title :
QLast Update : Fri Dec 10 13:56:49 2010
Response via : Initial Calibration



Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
 Data File : SV10.D
 Acq On : 9 Dec 2010 5:12 pm
 Operator : CRG015/FCC
 Sample : MX10-2969-2
 Misc :
 ALS Vial : 10 Sample Multiplier: 333.33

FCC

Quant Time: Dec 10 15:32:12 2010
 Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
 Quant Title :
 QLast Update : Fri Dec 10 14:58:06 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) 1,4-Diclorobenceno-d4	2.45	152	1743778	20.00	µg/mL	0.00
2) Naftaleno-d8	3.17	136	6094773	20.00	µg/mL	0.00
6) Acenafteno-d10	4.52	164	3553980	20.00	µg/mL	-0.01
9) Fenantreno-d10	6.50	188	6177703	20.00	µg/mL	0.00
16) Criseno-d12	9.43	240	5517301	20.00	µg/mL	0.02
21) Perileno-d12	11.64	264	4630639	20.00	µg/mL	0.05

System Monitoring Compounds

4) 2-Fluorobifenil	3.90	172	2704862	3787.35	µg/kg	0.00
Spiked Amount	5000.000			Recovery =	75.75%	
14) Terfenil-d14	8.30	244	3374012	4365.44	µg/kg	0.00
Spiked Amount	5000.000			Recovery =	87.31%	

Target Compounds

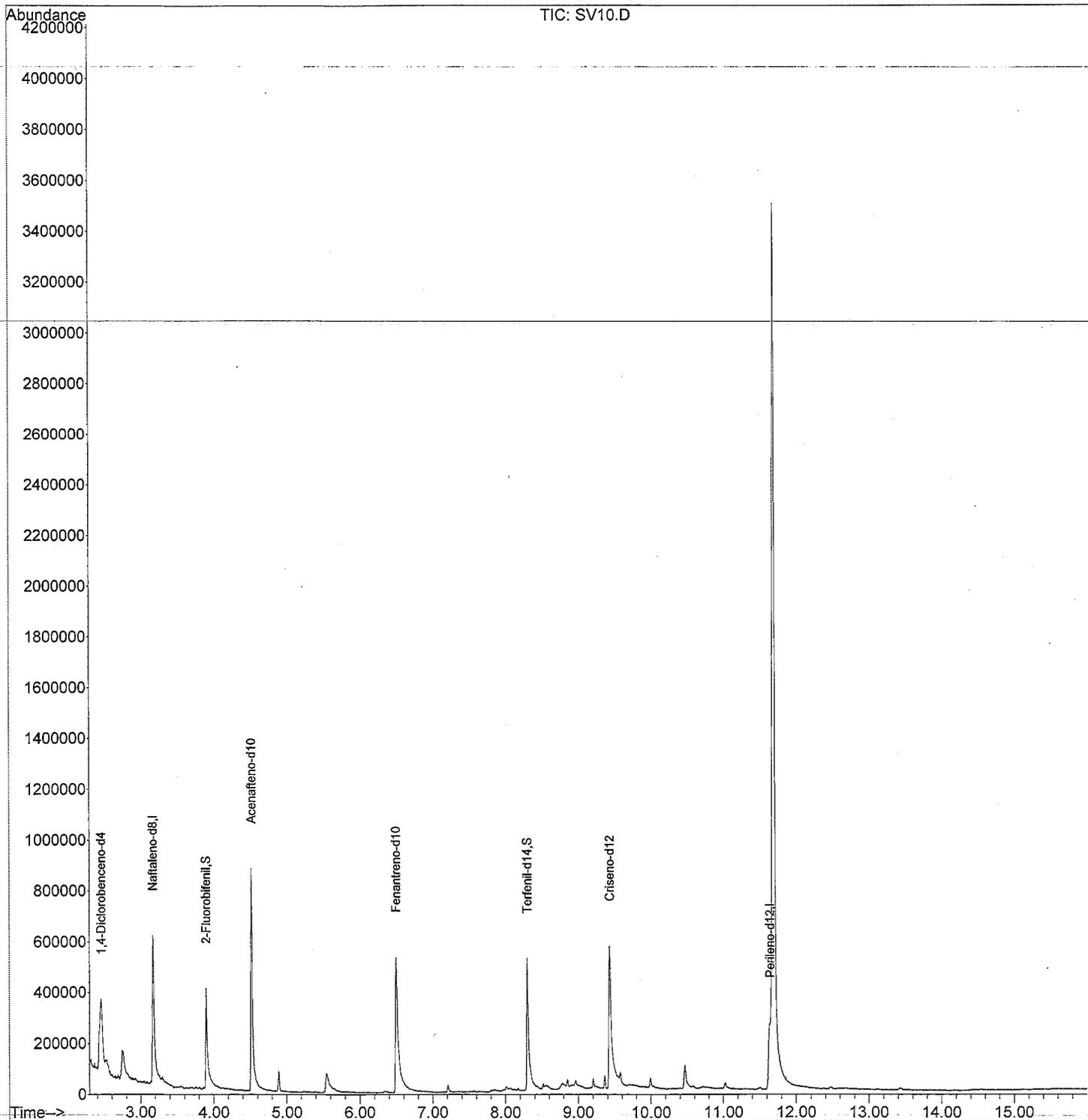
Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
Data File : SV10.D
Acq On : 9 Dec 2010 5:12 pm
Operator : CRG015/FCC
Sample : MX10-2969-2
Misc :
ALS Vial : 10 Sample Multiplier: 333.33

FCC

Quant Time: Dec 10 15:32:12 2010
Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
Quant Title :
QLast Update : Fri Dec 10 14:58:06 2010
Response via : Initial Calibration



Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
 Data File : SV11.D
 Acq On : 9 Dec 2010 5:34 pm
 Operator : CRG015/FCC
 Sample : MX10-2969-3
 Misc :
 ALS Vial : 11 Sample Multiplier: 133.33

FCC

Quant Time: Dec 10 15:33:21 2010
 Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
 Quant Title :
 QLast Update : Fri Dec 10 15:33:00 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) 1,4-Diclorobenceno-d4	2.45	152	1781746 ✓	20.00	µg/mL	0.01
2) Naftaleno-d8	3.17	136	6139087 ✓	20.00	µg/mL	0.00
6) Acenafteno-d10	4.52	164	3689199 ✓	20.00	µg/mL	-0.01
9) Fenantreno-d10	6.50	188	5858944 ✓	20.00	µg/mL	0.00
16) Criseno-d12	9.43	240	5753670 ✓	20.00	µg/mL	0.02
21) Perileno-d12	11.64	264	4803181 ✓	20.00	µg/mL	0.05
System Monitoring Compounds						
4) 2-Fluorobifenil	3.90	172	3015792m	1676.87	µg/kg	0.00
Spiked Amount	2000.000		Recovery	=	83.84%	
14) Terfenil-d14	8.30	244	2986034	1629.43	µg/kg	0.00
Spiked Amount	2000.000		Recovery	=	81.47%	

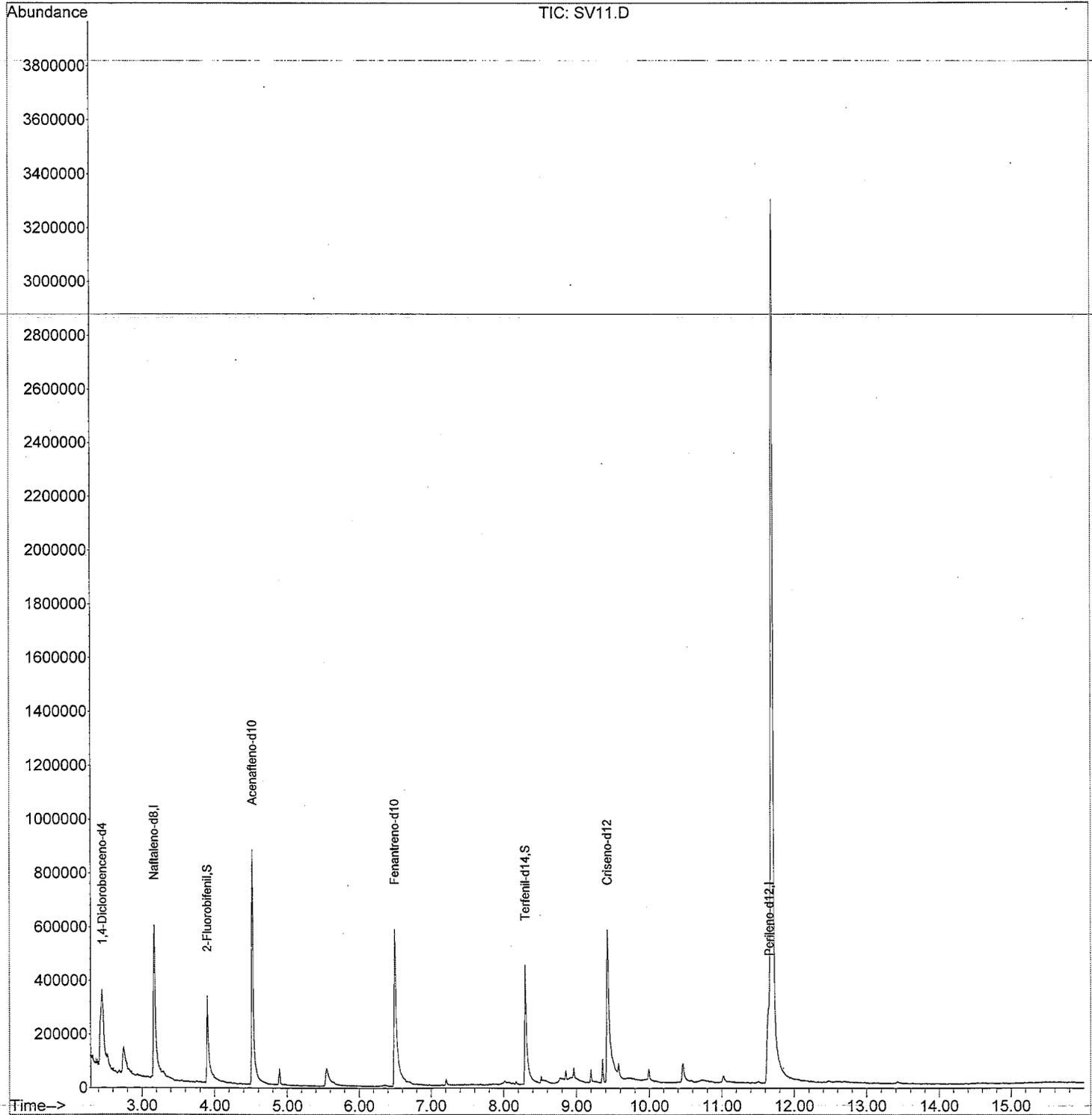
Target Compounds Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
Data File : SV11.D
Acq On : 9 Dec 2010 5:34 pm
Operator : CRG015/FCC
Sample : MX10-2969-3
Misc :
ALS Vial : 11 Sample Multiplier: 133.33

FCC

Quant Time: Dec 10 15:33:21 2010
Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
Quant Title :
QLast Update : Fri Dec 10 15:33:00 2010
Response via : Initial Calibration



Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
 Data File : SV12.D
 Acq On : 9 Dec 2010 5:55 pm
 Operator : CRG015/FCC
 Sample : MX10-2969-4
 Misc :
 ALS Vial : 12 Sample Multiplier: 133.33

FCC

Quant Time: Dec 10 15:33:57 2010
 Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
 Quant Title :
 QLast Update : Fri Dec 10 15:33:00 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) 1,4-Diclorobenceno-d4	2.45	152	1698953 ✓	20.00	µg/mL	0.01
2) Naftaleno-d8	3.17	136	5753136 ✓	20.00	µg/mL	0.00
6) Acenafteno-d10	4.52	164	3365655 ✓	20.00	µg/mL	-0.01
9) Fenantreno-d10	6.50	188	5279644 ✓	20.00	µg/mL	0.00
16) Criseno-d12	9.43	240	5420838 ✓	20.00	µg/mL	0.02
21) Perileno-d12	11.65	264	4533649 ✓	20.00	µg/mL	0.06
System Monitoring Compounds						
4) 2-Fluorobifenil	3.90	172	2736620	1623.72	µg/kg	0.00
Spiked Amount	2000.000		Recovery	=	81.19%	
14) Terfenil-d14	8.30	244	3019885	1828.72	µg/kg	0.00
Spiked Amount	2000.000		Recovery	=	91.44%	

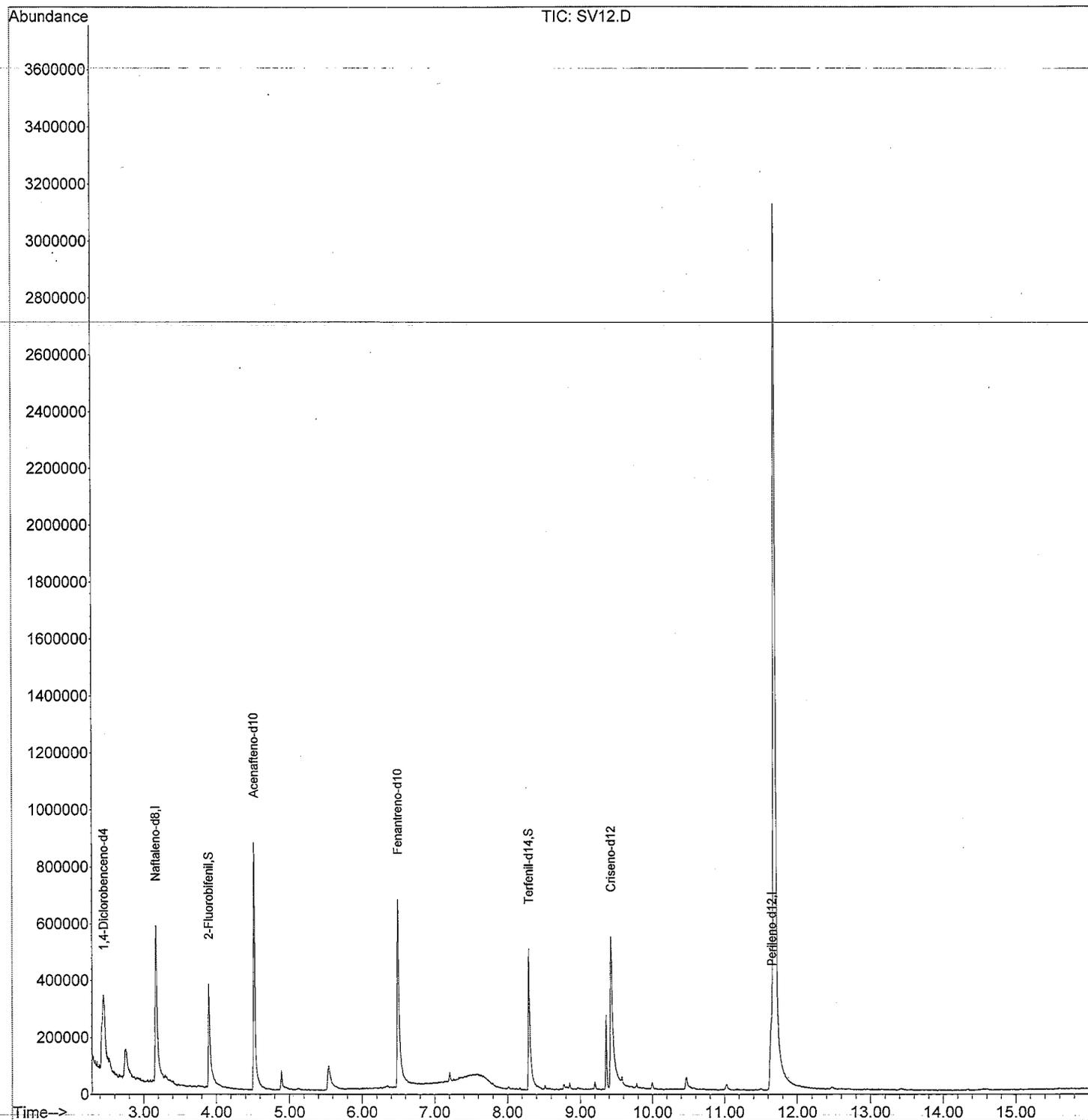
Target Compounds Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
Data File : SV12.D
Acq On : 9 Dec 2010 5:55 pm
Operator : CRG015/FCC
Sample : MX10-2969-4
Misc :
ALS Vial : 12 Sample Multiplier: 133.33

FCC

Quant Time: Dec 10 15:33:57 2010
Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
Quant Title :
QLast Update : Fri Dec 10 15:33:00 2010
Response via : Initial Calibration



Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
 Data File : SV13.D
 Acq On : 9 Dec 2010 6:17 pm
 Operator : CRG015/FCC
 Sample : MX10-2969-5
 Misc :
 ALS Vial : 13 Sample Multiplier: 333.33

FCC

Quant Time: Dec 10 15:34:58 2010
 Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
 Quant Title :
 QLast Update : Fri Dec 10 15:34:45 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) 1,4-Diclorobenceno-d4	2.45	152	1749954	20.00	µg/mL	0.00
2) Naftaleno-d8	3.17	136	5982223	20.00	µg/mL	0.00
6) Acenafteno-d10	4.52	164	3560675	20.00	µg/mL	-0.01
9) Fenantreno-d10	6.50	188	5637032	20.00	µg/mL	0.00
16) Criseno-d12	9.43	240	5636759	20.00	µg/mL	0.02
21) Perileno-d12	11.64	264	4856556	20.00	µg/mL	0.05
System Monitoring Compounds						
4) 2-Fluorobifenil	3.90	172	2999895	4279.48	µg/kg	0.00
Spiked Amount	5000.000		Recovery	=	85.59%	
14) Terfenil-d14	8.30	244	3330955	4723.09	µg/kg	0.00
Spiked Amount	5000.000		Recovery	=	94.46%	

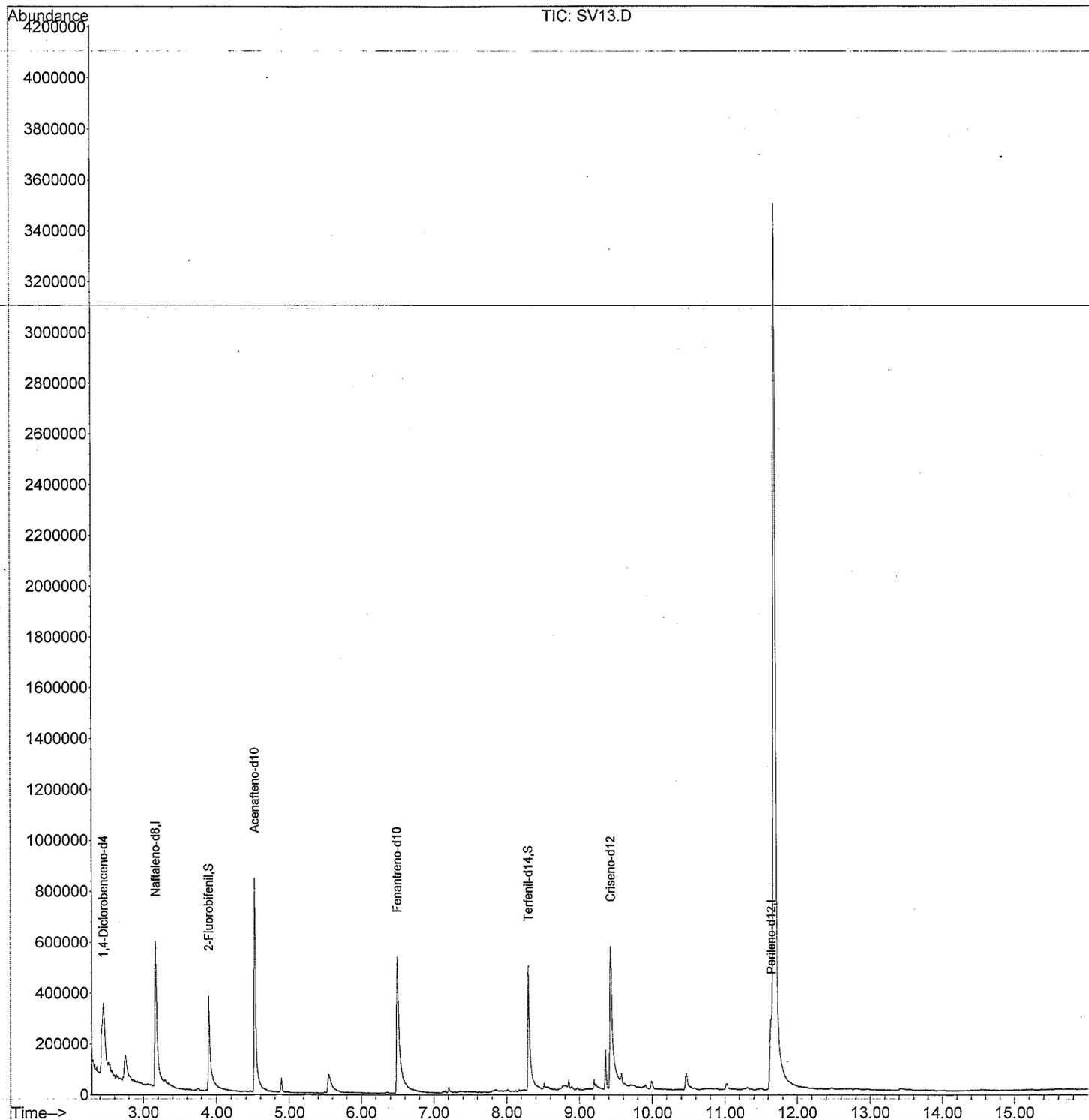
Target Compounds Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
Data File : SV13.D
Acq On : 9 Dec 2010 6:17 pm
Operator : CRG015/FCC
Sample : MX10-2969-5
Misc :
ALS Vial : 13 Sample Multiplier: 333.33

FCC

Quant Time: Dec 10 15:34:58 2010
Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
Quant Title :
QLast Update : Fri Dec 10 15:34:45 2010
Response via : Initial Calibration



Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
 Data File : SV14.D
 Acq On : 9 Dec 2010 6:39 pm
 Operator : CRG015/FCC
 Sample : MX10-2969-6
 Misc :
 ALS Vial : 14 Sample Multiplier: 312.5

FCC

Quant Time: Dec 10 15:36:01 2010
 Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
 Quant Title :
 QLast Update : Fri Dec 10 15:35:48 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) 1,4-Diclorobenceno-d4	2.45	152	1611586	20.00	µg/mL	0.00
2) Naftaleno-d8	3.17	136	5674569	20.00	µg/mL	0.00
6) Acenafteno-d10	4.52	164	3254434	20.00	µg/mL	0.00
9) Fenantreno-d10	6.50	188	5774279	20.00	µg/mL	0.00
16) Criseno-d12	9.43	240	5339901	20.00	µg/mL	0.02
21) Perileno-d12	11.65	264	4392422	20.00	µg/mL	0.06

System Monitoring Compounds

4) 2-Fluorobifenil	3.90	172	2926116	4125.55	µg/kg	0.00
Spiked Amount	4687.500		Recovery	=	88.01%	
14) Terfenil-d14	8.30	244	3056736	3966.83	µg/kg	0.00
Spiked Amount	4687.500		Recovery	=	84.63%	

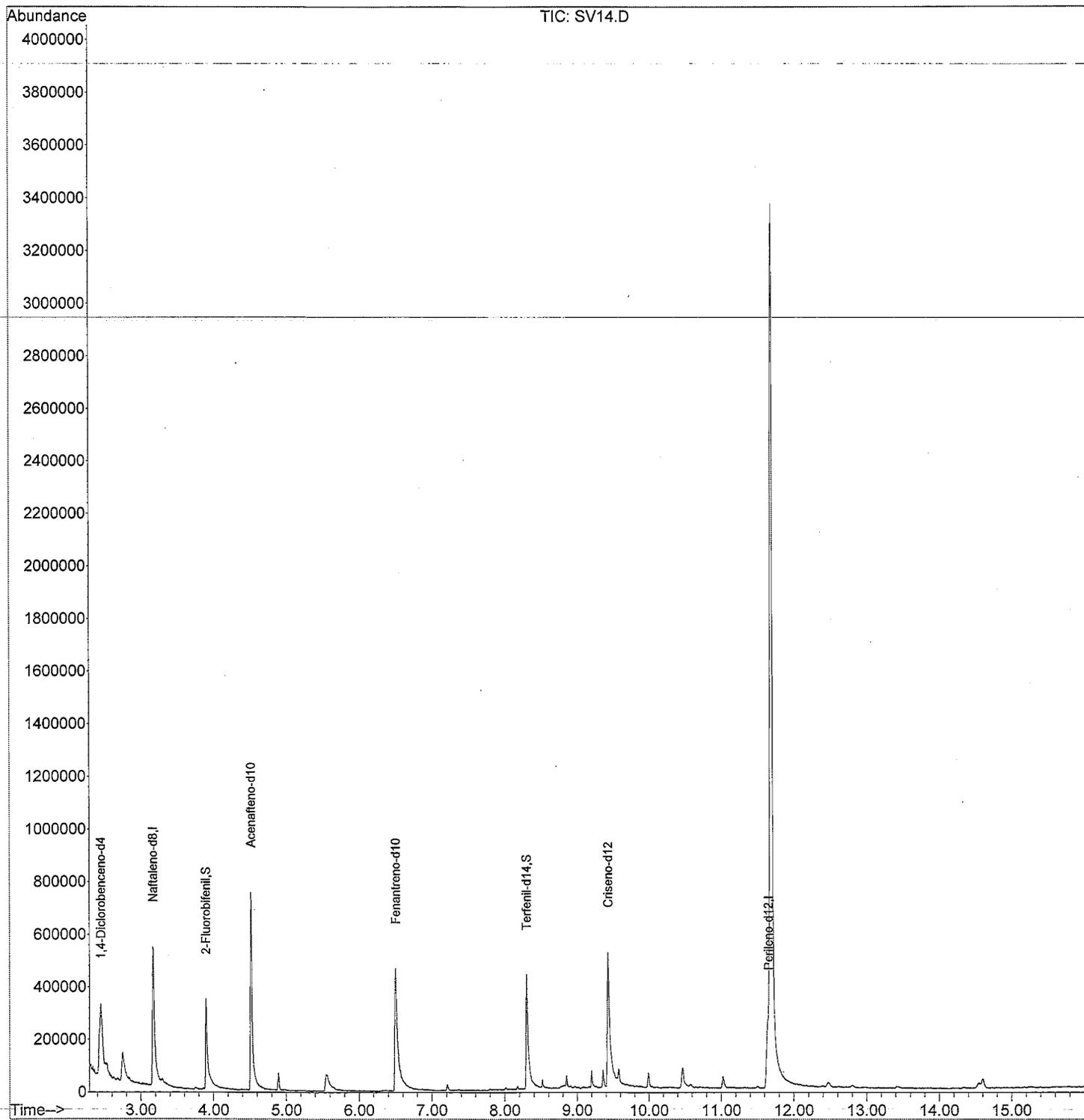
Target Compounds Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\MSDChem\1\DATA\2010\09DC10\
Data File : SV14.D
Acq On : 9 Dec 2010 6:39 pm
Operator : CRG015/FCC
Sample : MX10-2969-6
Misc :
ALS Vial : 14 Sample Multiplier: 312.5

FCC

Quant Time: Dec 10 15:36:01 2010
Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
Quant Title :
QLast Update : Fri Dec 10 15:35:48 2010
Response via : Initial Calibration



Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
 Data File : SV15.D
 Acq On : 9 Dec 2010 7:01 pm
 Operator : CRG015/FCC
 Sample : MX10-2969-7
 Misc :
 ALS Vial : 15 Sample Multiplier: 133.33

fcc

Quant Time: Dec 10 15:37:07 2010
 Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
 Quant Title :
 QLast Update : Fri Dec 10 15:36:47 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) 1,4-Diclorobenceno-d4	2.45	152	1681106/	20.00	µg/mL	0.01
2) Naftaleno-d8	3.17	136	5839460/	20.00	µg/mL	0.00
6) Acenafteno-d10	4.52	164	3378950/	20.00	µg/mL	-0.01
9) Fenantreno-d10	6.50	188	5577183/	20.00	µg/mL	0.00
16) Criseno-d12	9.43	240	5601297/	20.00	µg/mL	0.02
21) Perileno-d12	11.64	264	4843378/	20.00	µg/mL	0.05
System Monitoring Compounds						
4) 2-Fluorobifenil	3.90	172	2661557m	1555.84	µg/kg	0.00
Spiked Amount	2000.000		Recovery	=	77.79%	
14) Terfenil-d14	8.30	244	2833595	1624.37	µg/kg	0.00
Spiked Amount	2000.000		Recovery	=	81.22%	

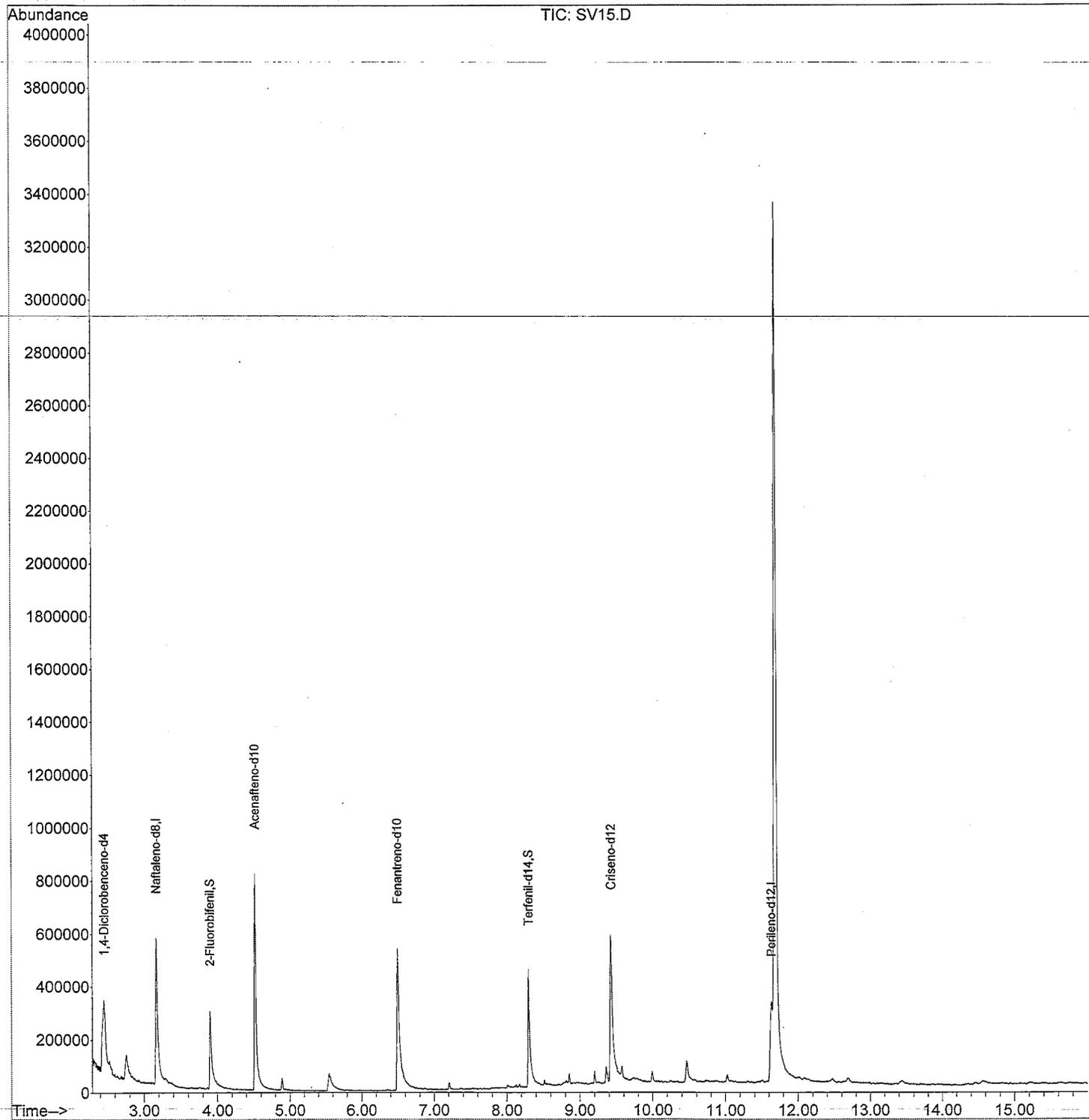
Target Compounds Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
Data File : SV15.D
Acq On : 9 Dec 2010 7:01 pm
Operator : CRG015/FCC
Sample : MX10-2969-7
Misc :
ALS Vial : 15 Sample Multiplier: 133.33

FCC

Quant Time: Dec 10 15:37:07 2010
Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
Quant Title :
QLast Update : Fri Dec 10 15:36:47 2010
Response via : Initial Calibration



Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
 Data File : SV16.D
 Acq On : 9 Dec 2010 7:22 pm
 Operator : CRG015/FCC
 Sample : MX10-2969-8
 Misc :
 ALS Vial : 16 Sample Multiplier: 158.73

FCC

Quant Time: Dec 10 15:38:20 2010
 Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
 Quant Title :
 QLast Update : Fri Dec 10 15:38:08 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) 1,4-Diclorobenceno-d4	2.45	152	1708604 ✓	20.00	µg/mL	0.00
2) Naftaleno-d8	3.17	136	5689625 ✓	20.00	µg/mL	0.00
6) Acenafteno-d10	4.52	164	3482870 ✓	20.00	µg/mL	-0.01
9) Fenantreno-d10	6.50	188	6167651 ✓	20.00	µg/mL	0.00
16) Criseno-d12	9.43	240	5639833 ✓	20.00	µg/mL	0.02
21) Perileno-d12	11.64	264	4862303 ✓	20.00	µg/mL	0.05

System Monitoring Compounds						
4) 2-Fluorobifenil	3.90	172	3142821	2244.75	µg/kg	0.00
Spiked Amount	2380.950		Recovery	=	94.28%	
14) Terfenil-d14	8.30	244	3327610	2053.55	µg/kg	0.00
Spiked Amount	2380.950		Recovery	=	86.25%	

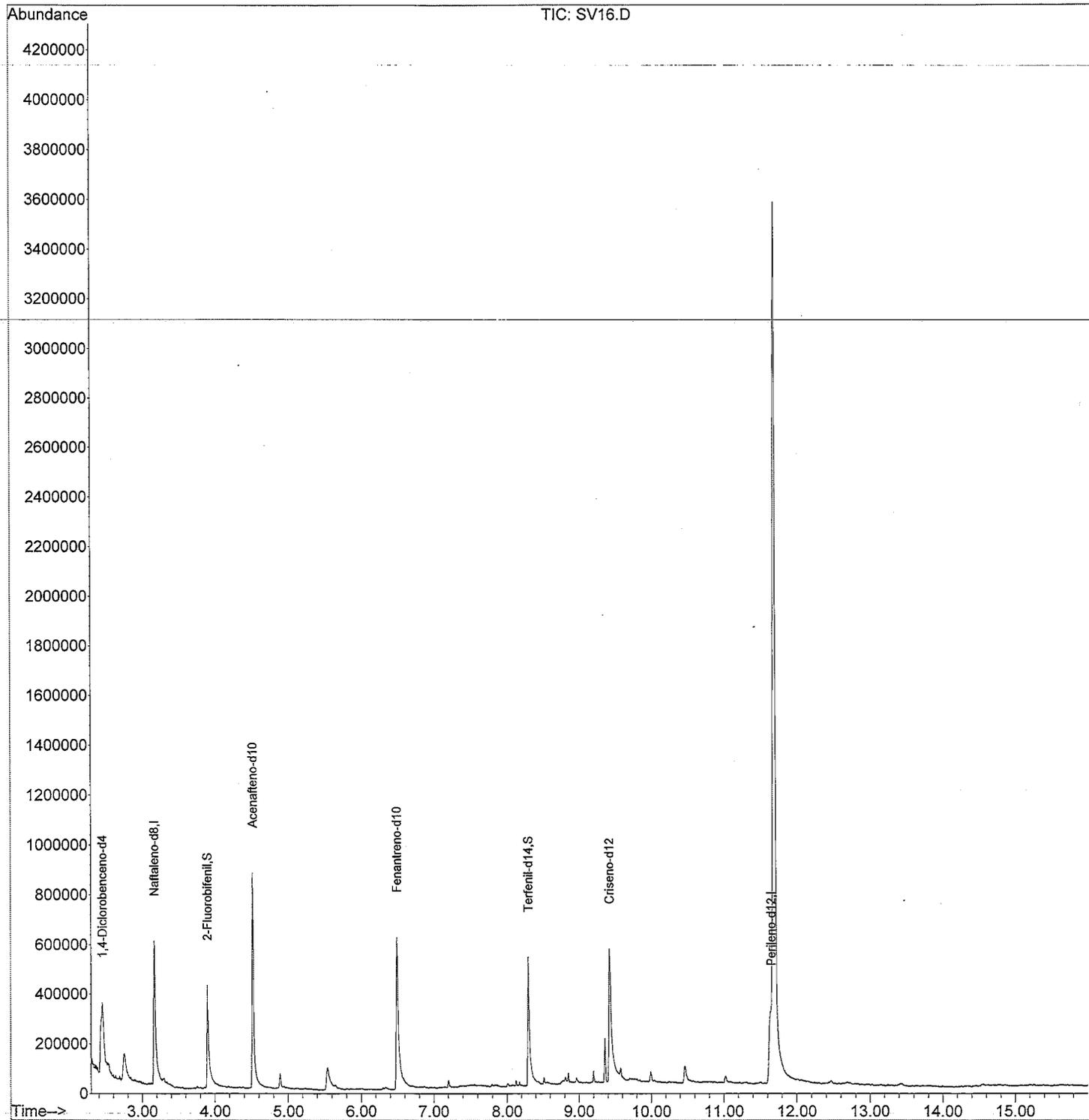
Target Compounds	Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
Data File : SV16.D
Acq On : 9 Dec 2010 7:22 pm
Operator : CRG015/FCC
Sample : MX10-2969-8
Misc :
ALS Vial : 16 Sample Multiplier: 158.73

FCC

Quant Time: Dec 10 15:38:20 2010
Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
Quant Title :
QLast Update : Fri Dec 10 15:38:08 2010
Response via : Initial Calibration



Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
 Data File : SV17.D
 Acq On : 9 Dec 2010 7:44 pm
 Operator : CRG015/FCC
 Sample : MX10-2969-9
 Misc :
 ALS Vial : 17 Sample Multiplier: 322.58

FCC

Quant Time: Dec 10 15:39:35 2010
 Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
 Quant Title :
 QLast Update : Fri Dec 10 15:39:15 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) 1,4-Diclorobenceno-d4	2.45	152	1608550 ✓	20.00	µg/mL	0.00
2) Naftaleno-d8	3.17	136	5193894 ✓	20.00	µg/mL	0.00
6) Acenafteno-d10	4.52	164	3173423 ✓	20.00	µg/mL	-0.01
9) Fenantreno-d10	6.49	188	5482301 ✓	20.00	µg/mL	0.00
16) Criseno-d12	9.42	240	5313890 ✓	20.00	µg/mL	0.01
21) Perileno-d12	11.64	264	4767088 ✓	20.00	µg/mL	0.05

System Monitoring Compounds

4) 2-Fluorobifenil	3.90	172	2887759	4591.75	µg/kg	-0.01
Spiked Amount	4838.700		Recovery	=	94.90%	
14) Terfenil-d14	8.30	244	3067854	4328.56	µg/kg	0.00
Spiked Amount	4838.700		Recovery	=	89.46%	

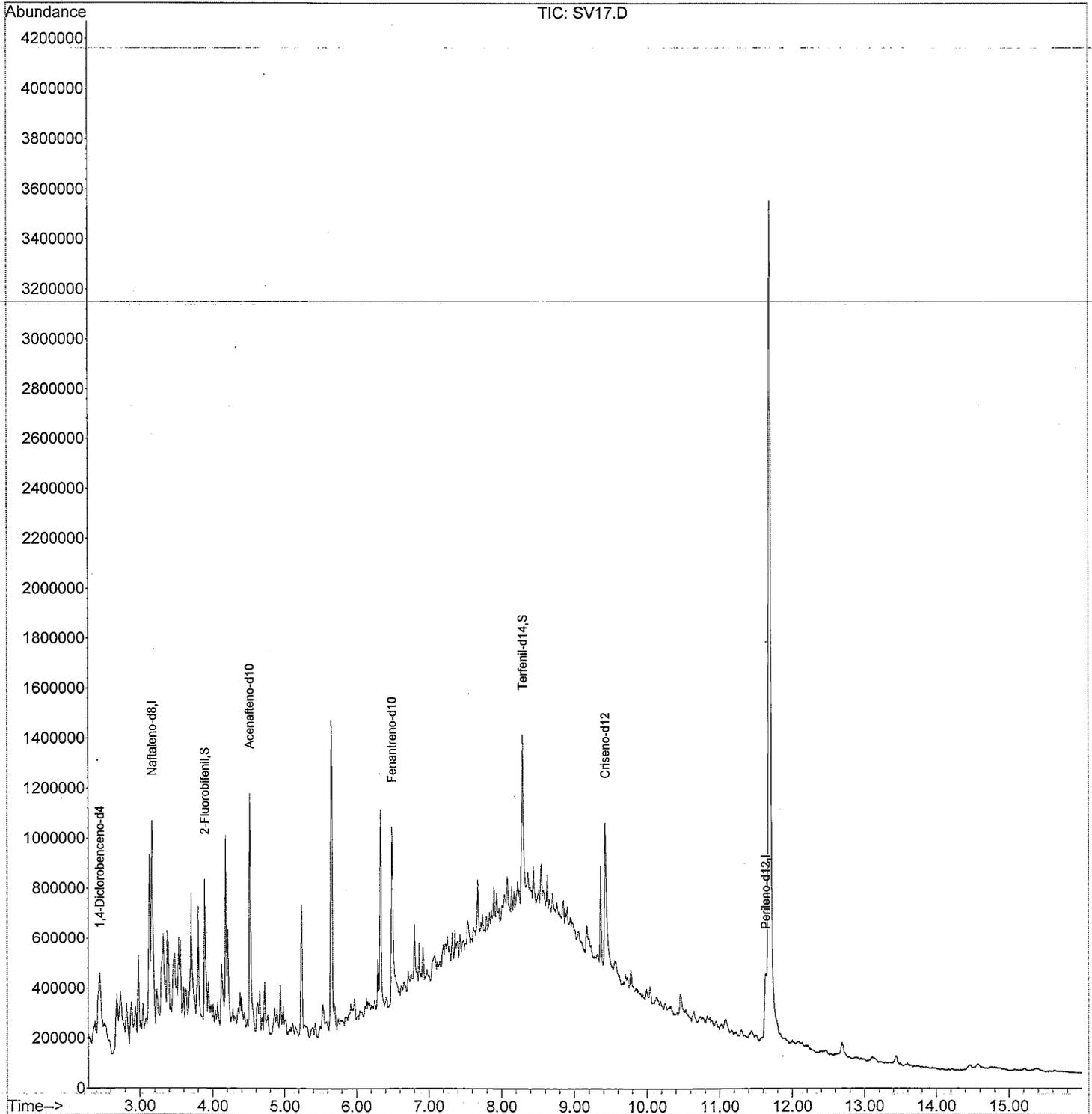
Target Compounds Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
Data File : SV17.D
Acq On : 9 Dec 2010 7:44 pm
Operator : CRG015/FCC
Sample : MX10-2969-9
Misc :
ALS Vial : 17 Sample Multiplier: 322.58

FCC

Quant Time: Dec 10 15:39:35 2010
Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
Quant Title :
QLast Update : Fri Dec 10 15:39:15 2010
Response via : Initial Calibration



Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
 Data File : SV18.D
 Acq On : 9 Dec 2010 8:06 pm
 Operator : CRG015/FCC
 Sample : MX10-2969-10
 Misc :
 ALS Vial : 18 Sample Multiplier: 333.33

FCC

Quant Time: Dec 10 15:40:39 2010
 Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
 Quant Title :
 QLast Update : Fri Dec 10 15:40:22 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) 1,4-Diclorobenceno-d4	2.45	152	1739048	20.00	µg/mL	0.00
2) Naftaleno-d8	3.17	136	5969714	20.00	µg/mL	0.00
6) Acenafteno-d10	4.52	164	3546598	20.00	µg/mL	-0.01
9) Fenantreno-d10	6.50	188	6439732	20.00	µg/mL	0.00
16) Criseno-d12	9.43	240	5750925	20.00	µg/mL	0.01
21) Perileno-d12	11.64	264	4991660	20.00	µg/mL	0.05
System Monitoring Compounds						
4) 2-Fluorobifenil	3.90	172	3161268	4519.13	µg/kg	0.00
Spiked Amount	5000.000		Recovery	=	90.38%	
14) Terfenil-d14	8.30	244	3212762	3987.67	µg/kg	0.00
Spiked Amount	5000.000		Recovery	=	79.75%	

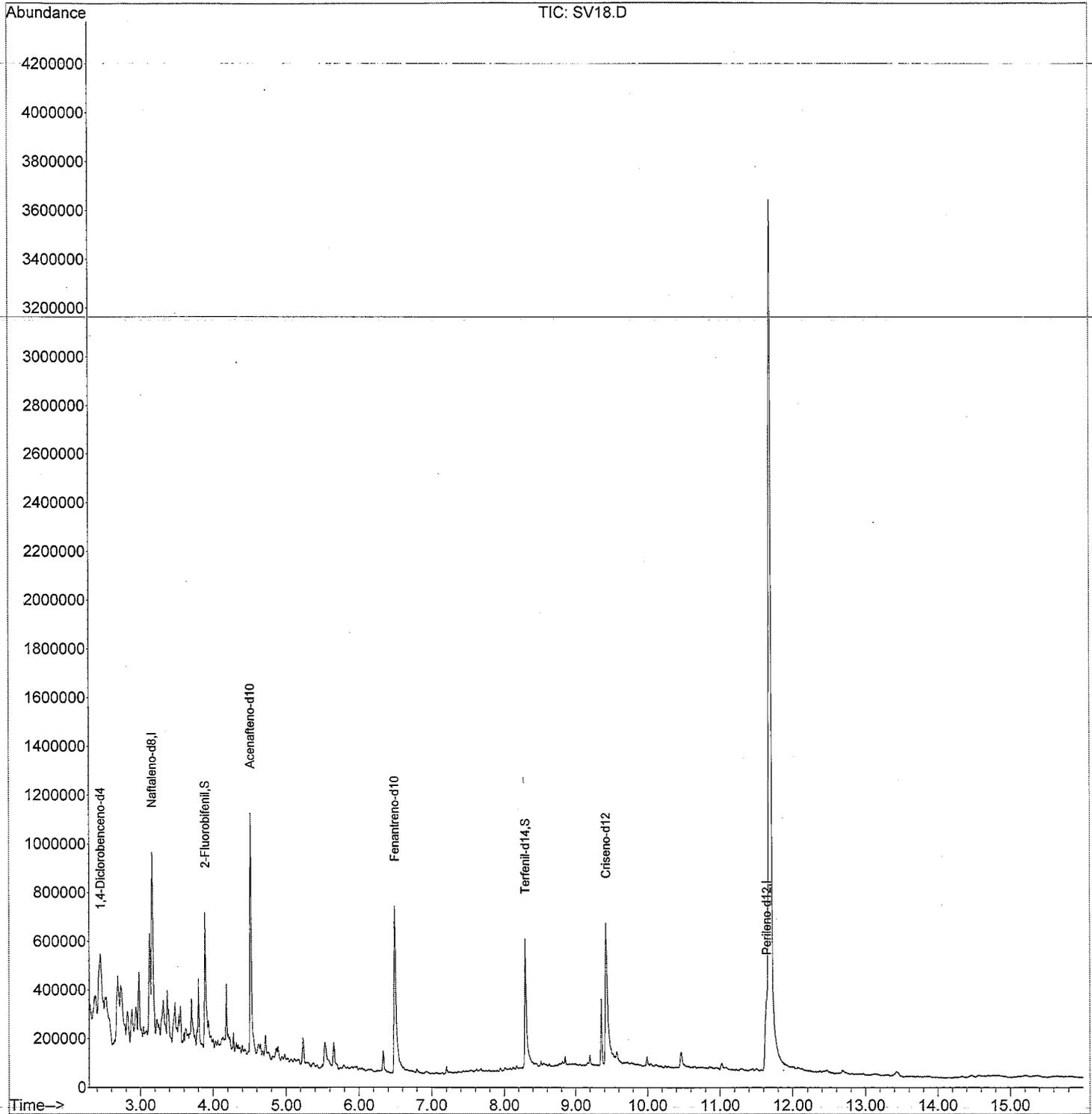
Target Compounds Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
Data File : SV18.D
Acq On : 9 Dec 2010 8:06 pm
Operator : CRG015/FCC
Sample : MX10-2969-10
Misc :
ALS Vial : 18 Sample Multiplier: 333.33

FCC

Quant Time: Dec 10 15:40:39 2010
Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
Quant Title :
QLast Update : Fri Dec 10 15:40:22 2010
Response via : Initial Calibration



Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
 Data File : SV19.D
 Acq On : 9 Dec 2010 8:27 pm
 Operator : CRG015/FCC,OAC
 Sample : MX10-2969-11
 Misc :
 ALS Vial : 19 Sample Multiplier: 333.33

FCC

Quant Time: Dec 10 15:41:25 2010
 Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
 Quant Title :
 QLast Update : Fri Dec 10 15:40:22 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) 1,4-Diclorobenceno-d4	2.45	152	1800014✓	20.00	µg/mL	0.00
2) Naftaleno-d8	3.17	136	6346844✓	20.00	µg/mL	0.00
6) Acenafteno-d10	4.52	164	3532909✓	20.00	µg/mL	-0.01
9) Fenantreno-d10	6.50	188	6067377✓	20.00	µg/mL	0.00
16) Criseno-d12	9.43	240	5532617✓	20.00	µg/mL	0.02
21) Perileno-d12	11.64	264	4779620✓	20.00	µg/mL	0.05
System Monitoring Compounds						
4) 2-Fluorobifenil	3.90	172	3060697	4115.38	µg/kg	0.00
Spiked Amount	5000.000		Recovery	=	82.31%	
14) Terfenil-d14	8.30	244	3180028	4189.27	µg/kg	0.00
Spiked Amount	5000.000		Recovery	=	83.79%	

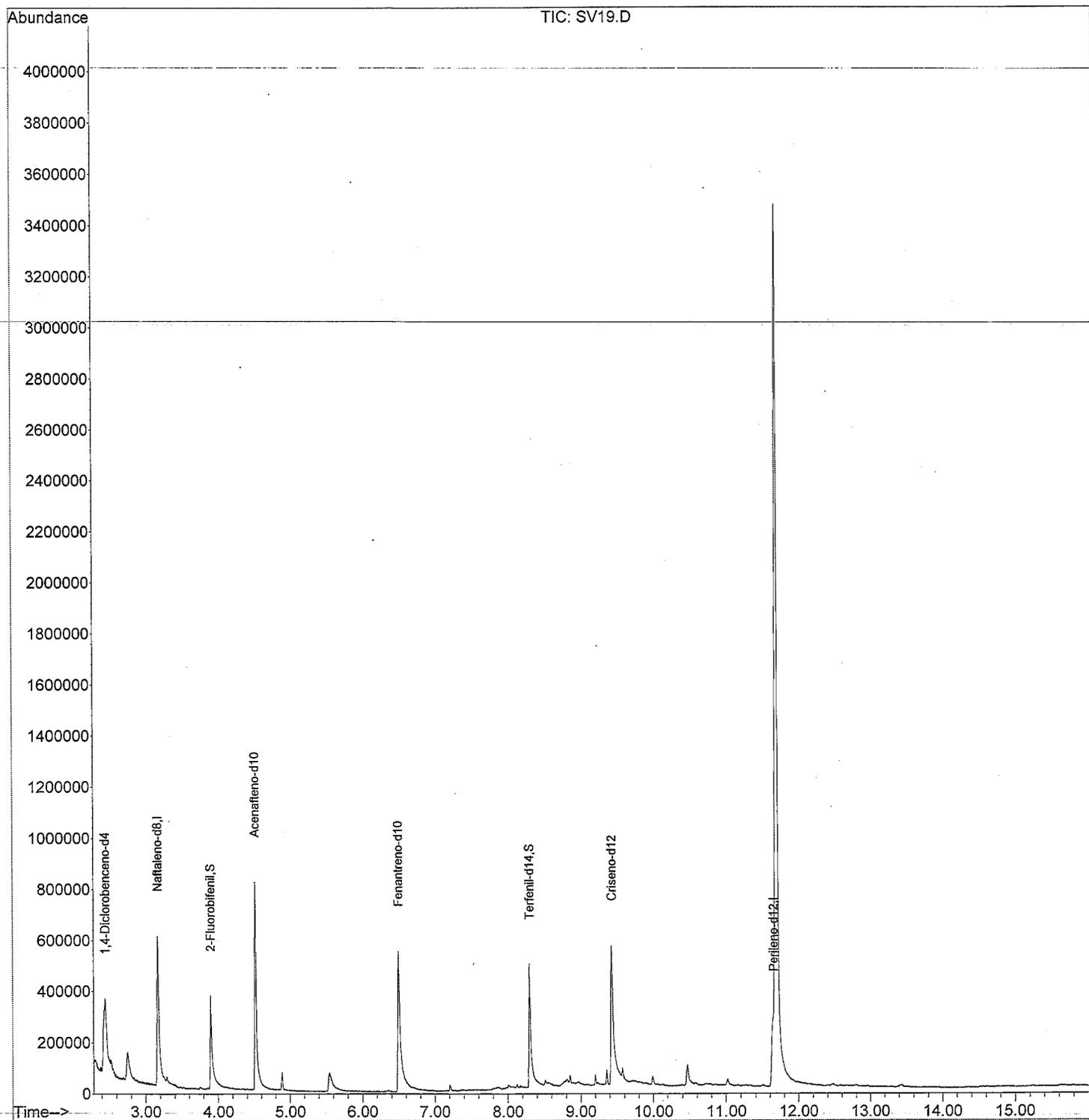
Target Compounds Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
Data File : SV19.D
Acq On : 9 Dec 2010 8:27 pm
Operator : CRG015/FCC,OAC
Sample : MX10-2969-11
Misc :
ALS Vial : 19 Sample Multiplier: 333.33

Quant Time: Dec 10 15:41:25 2010
Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
Quant Title :
QLast Update : Fri Dec 10 15:40:22 2010
Response via : Initial Calibration

FCC



Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
 Data File : SV20.D
 Acq On : 9 Dec 2010 8:49 pm
 Operator : CRG015/FCC
 Sample : MX10-2969-12
 Misc :
 ALS Vial : 20 Sample Multiplier: 322.58

FCC

Quant Time: Dec 10 15:46:09 2010
 Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
 Quant Title :
 QLast Update : Fri Dec 10 15:42:35 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) 1,4-Diclorobenceno-d4	2.45	152	1674467	20.00	µg/mL	0.00
2) Naftaleno-d8	3.17	136	5729924	20.00	µg/mL	0.00
6) Acenafteno-d10	4.52	164	3426401	20.00	µg/mL	-0.01
9) Fenantreno-d10	6.50	188	5567962	20.00	µg/mL	0.00
16) Criseno-d12	9.43	240	5435016	20.00	µg/mL	0.02
21) Perileno-d12	11.64	264	4560970	20.00	µg/mL	0.05

System Monitoring Compounds

4) 2-Fluorobifenil	3.90	172	2926401	4217.89	µg/kg	0.00
Spiked Amount	4838.700		Recovery	=	87.17%	
14) Terfenil-d14	8.30	244	3172193	4406.91	µg/kg	0.00
Spiked Amount	4838.700		Recovery	=	91.08%	

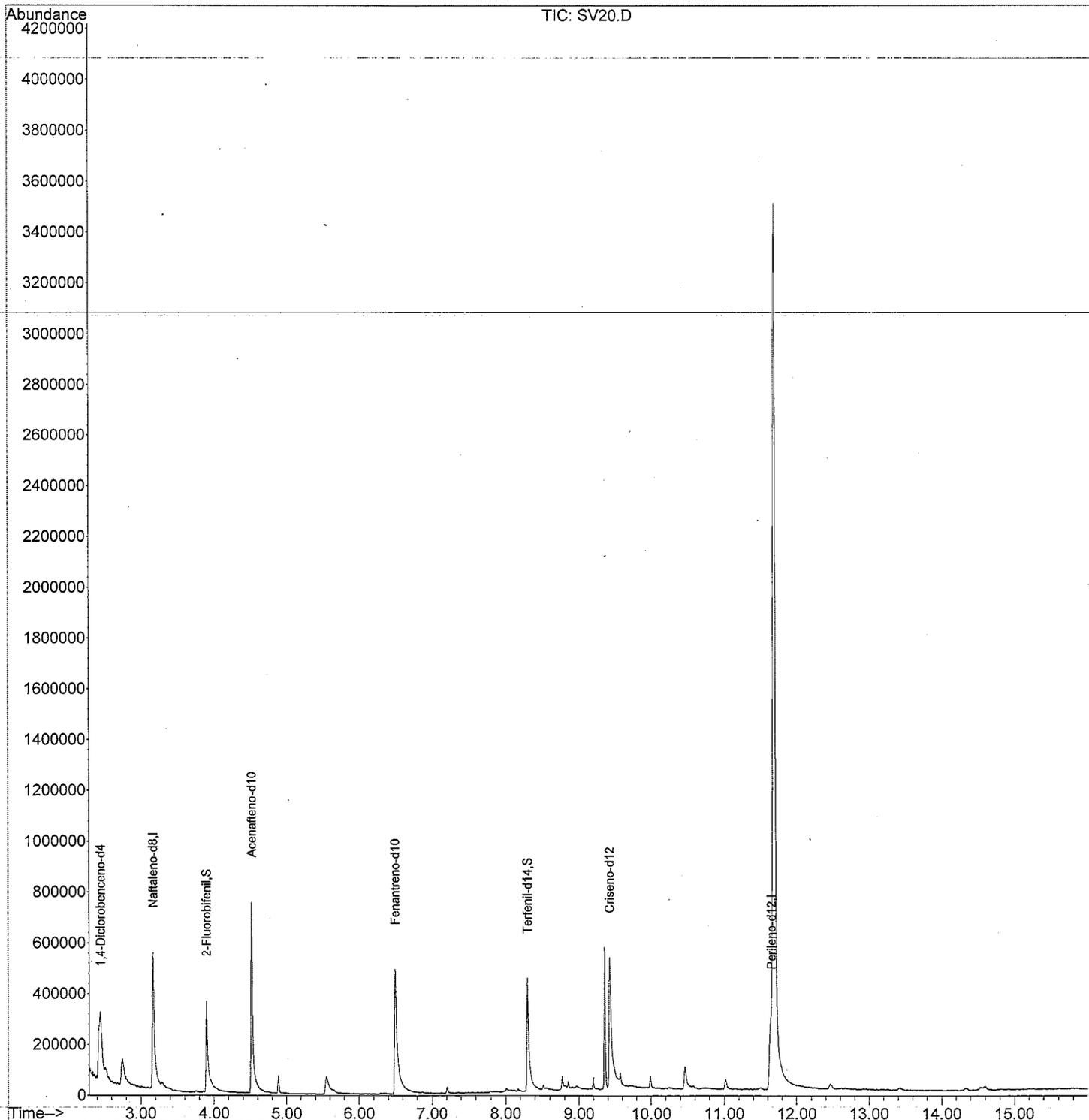
Target Compounds Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
Data File : SV20.D
Acq On : 9 Dec 2010 8:49 pm
Operator : CRG015/FCC
Sample : MX10-2969-12
Misc :
ALS Vial : 20 Sample Multiplier: 322.58

FCC

Quant Time: Dec 10 15:46:09 2010
Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
Quant Title :
QLast Update : Fri Dec 10 15:42:35 2010
Response via : Initial Calibration



Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
 Data File : SV21.D
 Acq On : 9 Dec 2010 9:11 pm
 Operator : CRG015/FCC
 Sample : MX10-2969-13
 Misc :
 ALS Vial : 21 Sample Multiplier: 333.33

FCC

Quant Time: Dec 10 15:47:06 2010
 Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
 Quant Title :
 QLast Update : Fri Dec 10 15:46:53 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) 1,4-Diclorobenceno-d4	2.45	152	1771103 ✓	20.00	µg/mL	0.00
2) Naftaleno-d8	3.17	136	6029192 ✓	20.00	µg/mL	0.00
6) Acenafteno-d10	4.52	164	3582813 ✓	20.00	µg/mL	-0.01
9) Fenantreno-d10	6.50	188	6377178 ✓	20.00	µg/mL	0.00
16) Criseno-d12	9.43	240	5538877 ✓	20.00	µg/mL	0.01
21) Perileno-d12	11.64	264	5028430 ✓	20.00	µg/mL	0.05

System Monitoring Compounds

4) 2-Fluorobifenil	3.90	172	3015950	4268.87	µg/kg	0.00
Spiked Amount	5000.000		Recovery	= 85.38%		
14) Terfenil-d14	8.30	244	3446631	4319.91	µg/kg	0.00
Spiked Amount	5000.000		Recovery	= 86.40%		

Target Compounds

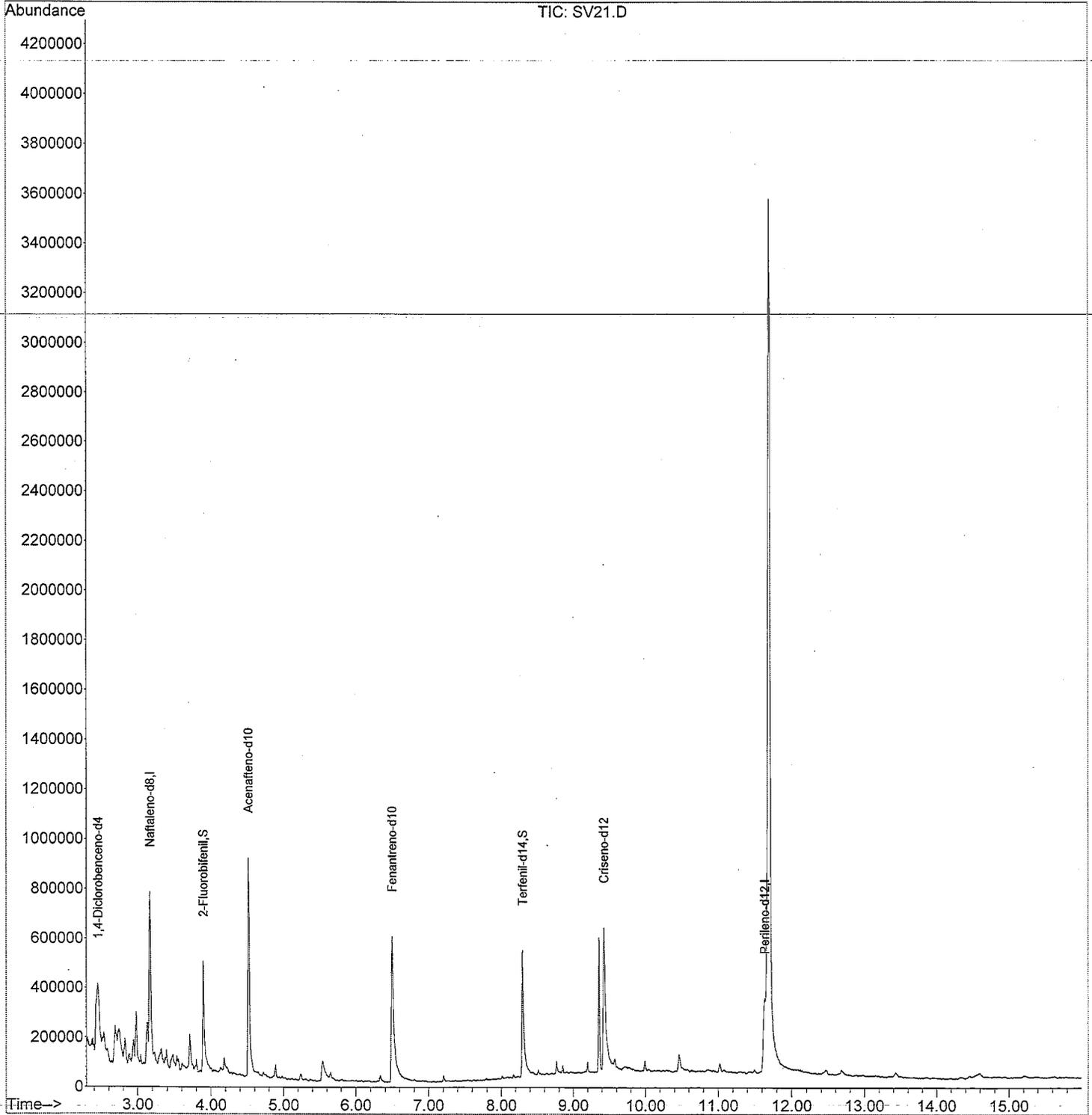
Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
Data File : SV21.D
Acq On : 9 Dec 2010 9:11 pm
Operator : CRG015/FCC
Sample : MX10-2969-13
Misc :
ALS Vial : 21 Sample Multiplier: 333.33

FCC

Quant Time: Dec 10 15:47:06 2010
Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
Quant Title :
QLast Update : Fri Dec 10 15:46:53 2010
Response via : Initial Calibration



Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
 Data File : SV22.D
 Acq On : 9 Dec 2010 9:32 pm
 Operator : CRG015/FCC
 Sample : MX10-2969-14
 Misc :
 ALS Vial : 22 Sample Multiplier: 333.33

FCC

Quant Time: Dec 10 15:47:40 2010
 Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
 Quant Title :
 QLast Update : Fri Dec 10 15:46:53 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) 1,4-Diclorobenceno-d4	2.45	152	1741550	20.00	µg/mL	0.00
2) Naftaleno-d8	3.17	136	6111165	20.00	µg/mL	0.00
6) Acenafteno-d10	4.52	164	3490864	20.00	µg/mL	-0.01
9) Fenantreno-d10	6.50	188	6161568	20.00	µg/mL	0.00
16) Criseno-d12	9.43	240	5414125	20.00	µg/mL	0.02
21) Perileno-d12	11.64	264	4800324	20.00	µg/mL	0.05
System Monitoring Compounds						
4) 2-Fluorobifenil	3.90	172	2605870	3638.95	µg/kg	0.00
Spiked Amount	5000.000		Recovery	=	72.78%	
14) Terfenil-d14	8.30	244	3335209	4326.53	µg/kg	0.00
Spiked Amount	5000.000		Recovery	=	86.53%	

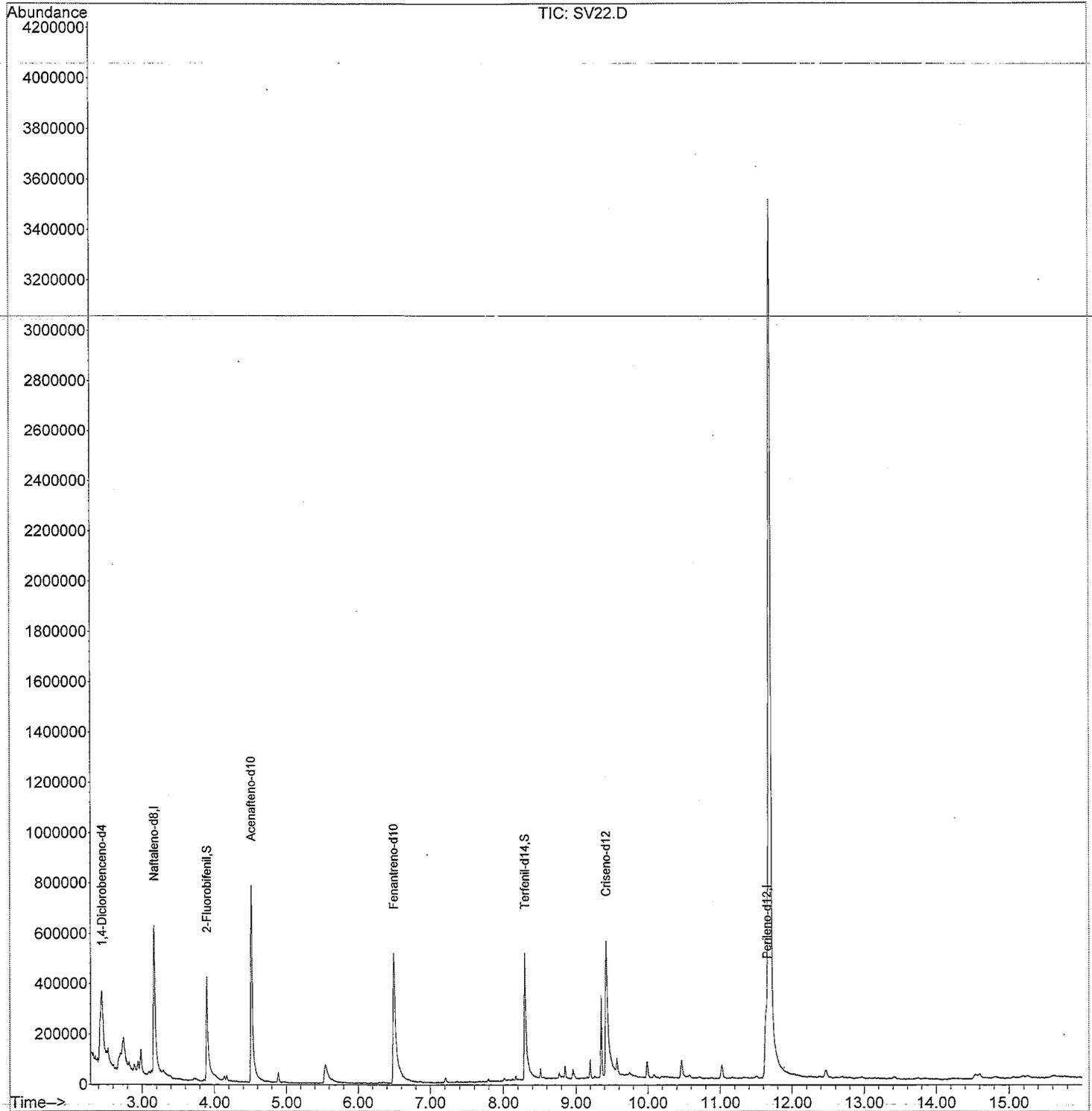
Target Compounds Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
Data File : SV22.D
Acq On : 9 Dec 2010 9:32 pm
Operator : CRG015/FCC
Sample : MX10-2969-14
Misc :
ALS Vial : 22 Sample Multiplier: 333.33

FCC

Quant Time: Dec 10 15:47:40 2010
Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
Quant Title :
QLast Update : Fri Dec 10 15:46:53 2010
Response via : Initial Calibration



Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
 Data File : SV23.D
 Acq On : 9 Dec 2010 9:54 pm
 Operator : CRG015/FCC
 Sample : MX10-2969-15
 Misc :
 ALS Vial : 23 Sample Multiplier: 130.72

FCC

Quant Time: Dec 10 15:48:43 2010
 Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
 Quant Title :
 QLast Update : Fri Dec 10 15:48:30 2010
 Response via : Initial Calibration

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) 1,4-Diclorobenceno-d4	2.45	152	1838903✓	20.00	µg/mL	0.00
2) Naftaleno-d8	3.17	136	5678206✓	20.00	µg/mL	0.00
6) Acenafteno-d10	4.52	164	3763823✓	20.00	µg/mL	-0.01
9) Fenantreno-d10	6.50	188	6604587✓	20.00	µg/mL	0.00
16) Criseno-d12	9.43	240	5437325✓	20.00	µg/mL	0.01
21) Perileno-d12	11.64	264	5056118✓	20.00	µg/mL	0.05

System Monitoring Compounds						
4) 2-Fluorobifenil	3.90	172	3152192	1857.88	µg/kg	0.00
Spiked Amount	1960.800		Recovery	=	94.75%	
14) Terfenil-d14	8.30	244	3330825	1580.82	µg/kg	0.00
Spiked Amount	1960.800		Recovery	=	80.62%	

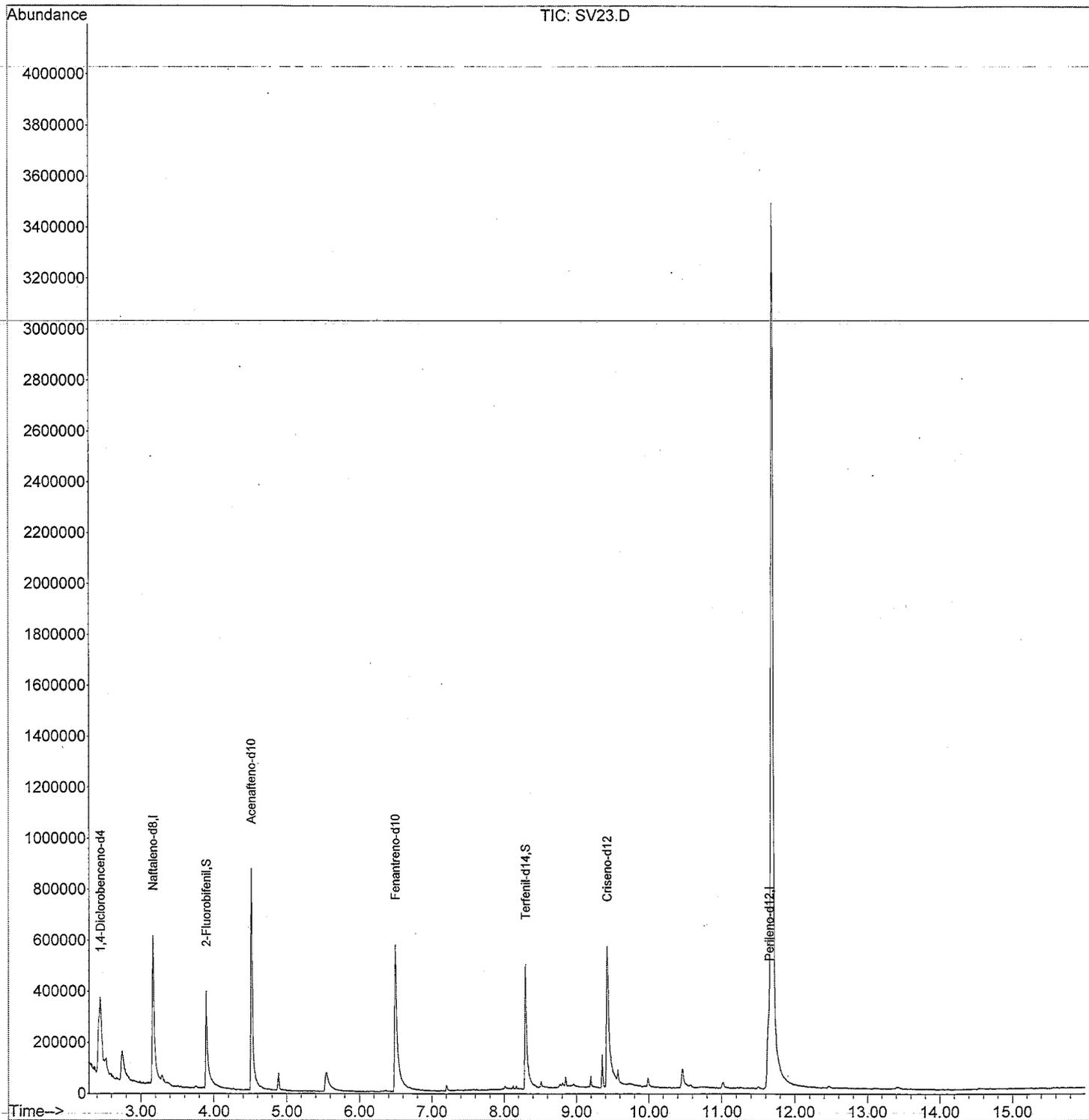
Target Compounds Qvalue

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed

Data Path : C:\MSDCHEM\1\DATA\2010\09DC10\
Data File : SV23.D
Acq On : 9 Dec 2010 9:54 pm
Operator : CRG015/FCC
Sample : MX10-2969-15
Misc :
ALS Vial : 23 Sample Multiplier: 130.72

FCC

Quant Time: Dec 10 15:48:43 2010
Quant Method : C:\MSDCHEM\1\METHODS\2010\SUELO\HAP-1CCOC10.M
Quant Title :
QLast Update : Fri Dec 10 15:48:30 2010
Response via : Initial Calibration



MX10-2969-1 hcfm suelo
 adición 41,69 mg/Kg

1

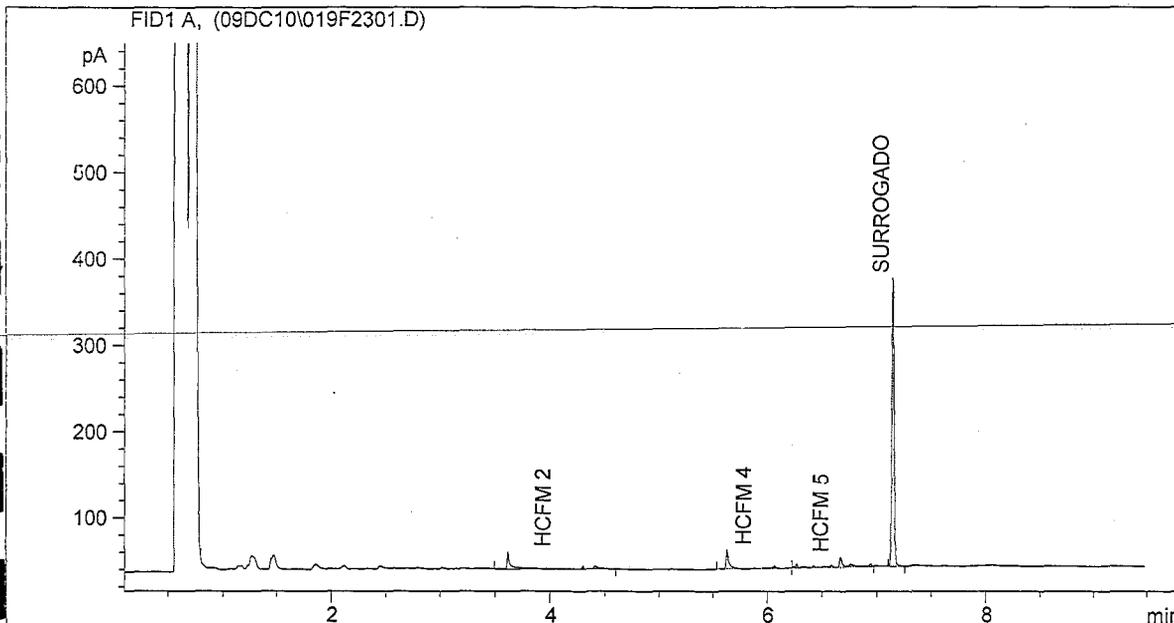
SMA
SMA

Injection Date : 12/9/2010 2:54:16 PM
 Sample Name : MX10-2969-1
 Acq Operator : SMA/CRG016

Seq Line : 23
 Location : Vial 19
 Inj. No. : 1
 Inj. Vol. : 1 µl

Acq. Method : HCFM-N2.M
 Analysis Method : C:\HPCHEM\2\METHODS\HCFM04DC.M
 Last Changed : Thu, 9. Dec. 2010, 07:55:23 pm
 (modified after loading)

Analisis de Hidrocarburos Fraccion Media. Columna HP-1, Longitud 30m,
 Pelicula 0,25mm; Diametro 0,32µm # Inventario SV-47C INTERVALO DE
 CONCENTRACION 140 A 2800 µg/mL HCFM Referencia de preparacion de la
 curva de calibracion SVO-2010-11-130/09 A 15 SVO-2010-07p078 Sec/8015/
 CRG016/04DC10 CC/8015/CRG016/HCFM04DC



=====
 Customized Report: hcfm
 =====

Sorted By Signal

Calib. Data Modified : Mon, 6. Dec. 2010, 02:45:47 pm
 Multiplier : 0.281690
 Dilution : 1.000000
 Uncalibrated Peaks : not reported

Group ID	Area (pA*s)	mg/Kg	mg/Kg	
1.000	168.49238	19.33972	19.33972	HIDROCARBUROS FRACCION MEDIA

Signal Description : FID1 A,

RT [min]	Type	Area	Amt/Area	Amount [mg/Kg]	Name
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 1
4.043	VPA+	71.19669	0.38529	7.72705	HCFM 2
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 3
5.890	VPA+	34.77962	0.42520	4.16575	HCFM 4
6.593	VVA+	62.51607	0.42288	7.44692	HCFM 5
7.144	VB	488.32123	0.33751	46.42681	SURROGADO <i>7-rec-1111,4</i>

Totals: 65.76653

*** End of Report ***

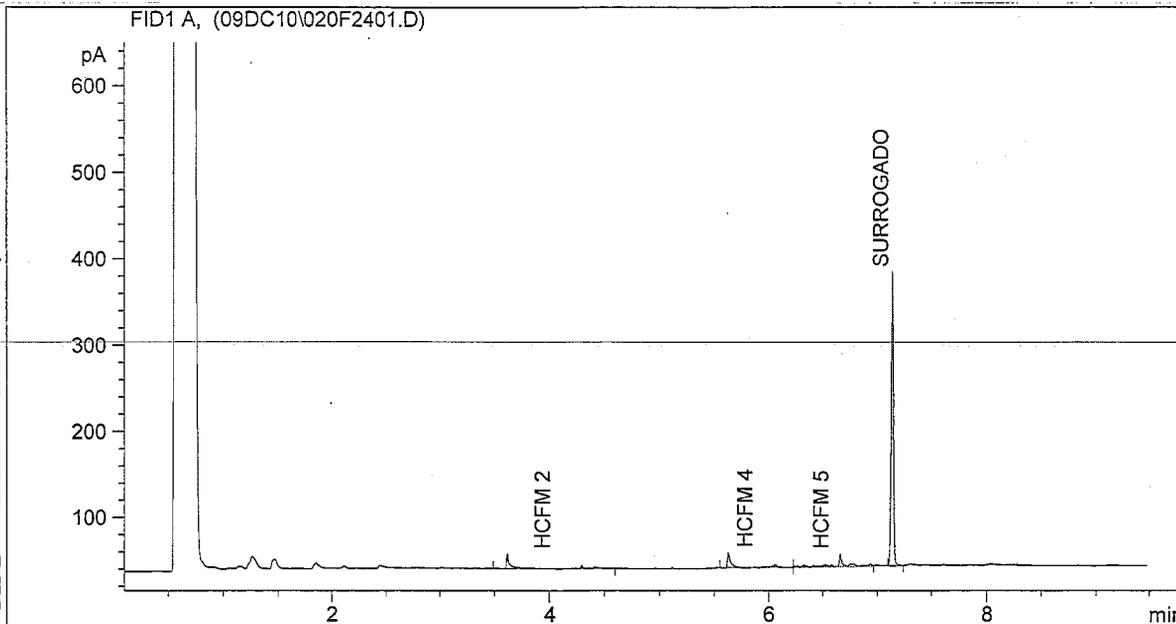
MX10-2969-2 hcfm suelo
 adición 19.73 mg/Kg ^{3 mg} 20101210
 49,33

1

Injection Date : 12/9/2010 3:08:58 PM Seq Line : 24
 Sample Name : MX10-2969-2 Location : Vial 20
 Acq Operator : SMA/CRG016 Inj. No. : 1
 Inj. Vol. : 1 µl

Acq. Method : HCFM-N2.M.
 Analysis Method : C:\HPCHEM\2\METHODS\HCFM04DC.M
 Last Changed : Thu, 9. Dec. 2010, 07:56:14 pm
 (modified after loading)

Analisis de Hidrocarburos Fraccion Media. Columna HP-1, Longitud 30m,
 Pelicula 0,25mm; Diametro 0,32µm # Inventario SV-47C INTERVALO DE
 CONCENTRACION 140 A 2800 µg/mL HCFM Referencia de preparacion de la
 curva de calibracion SVO-2010-11-130/09 A 15 SVO-2010-07p078 Sec/8015/
 CRG016/04DC10 CC/8015/CRG016/HCFM04DC



off 7.269-8.024

Customized Report: hcfm

Sorted By Signal
 Calib. Data Modified : Mon, 6. Dec. 2010, 02:45:47 pm
 Multiplier : 0.333333
 Dilution : 1.000000
 Uncalibrated Peaks : not reported

Group ID	Area (pA*s)	mg/Kg	mg/Kg	
1.000	142.64377	19.98699	19.98699	HIDROCARBUROS FRACCION MEDIA

Signal Description : FID1 A,

RT [min]	Type	Area	Amt/Area	Amount [mg/Kg]	Name
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 1
4.043	VPA+	49.97445	0.40625	6.76741	HCFM 2
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 3
5.890	VPA+	33.62530	0.42822	4.79964	HCFM 4
6.593	VVA+	59.04402	0.42781	8.41994	HCFM 5
7.141	VB	495.44449	0.33744	55.72693	SURROGADO <i>1 sec = 112.97 213P</i>

Totals: 75.71392

*** End of Report ***

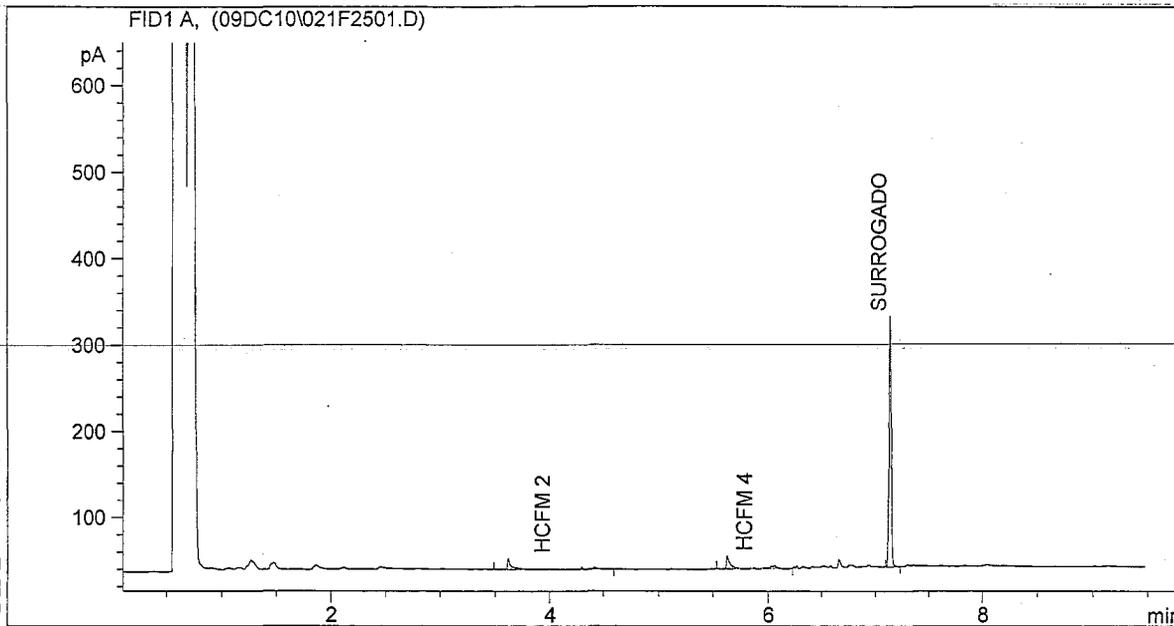
SMA
SMA

Injection Date : 12/9/2010 3:23:38 PM
 Sample Name : MX10-2969-3
 Acq Operator : SMA/CRG016

Seq Line : 25
 Location : Vial 21
 Inj. No. : 1
 Inj. Vol. : 1 µl

Acq. Method : HCFM-N2.M
 Analysis Method : C:\HPCHEM\2\METHODS\HCFM04DC.M
 Last Changed : Thu, 9. Dec. 2010, 07:57:22 pm
 (modified after loading)

Analisis de Hidrocarburos Fraccion Media. Columna HP-1, Longitud 30m,
 Pelicula 0,25mm; Diametro 0,32µm # Inventario SV-47C INTERVALO DE
 CONCENTRACION 140 A 2800 µg/mL HCFM Referencia de preparacion de la
 curva de calibracion SVO-2010-11-130/09 A 15 SVO-2010-07p078 Sec/8015/
 CRG016/04DC10 CC/8015/CRG016/HCFM04DC



=====
 Customized Report: hcfm
 =====

Sorted By Signal

Calib. Data Modified : Mon, 6. Dec. 2010, 02:45:47 pm
 Multiplier : 0.133333
 Dilution : 1.000000
 Uncalibrated Peaks : not reported

Group ID	Area (pA*s)	mg/Kg	mg/Kg	
1.000	82.35864	4.57116	4.57116	HIDROCARBUROS FRACCION MEDIA

Signal Description : FID1 A,

RT [min]	Type	Area	Amt/Area	Amount [mg/Kg]	Name
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 1
4.041	VPA+	49.08306	0.40753	2.66704	HCFM 2
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 3
5.890	VPA+	33.27558	0.42917	1.90412	HCFM 4
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 5
7.141	VB	431.42203	0.33823	19.45589	SURROGADO

Totals: 24.02705

*** End of Report ***

MX10-2969-4 hcfm suelo
 adición 19,73 mg/Kg

1

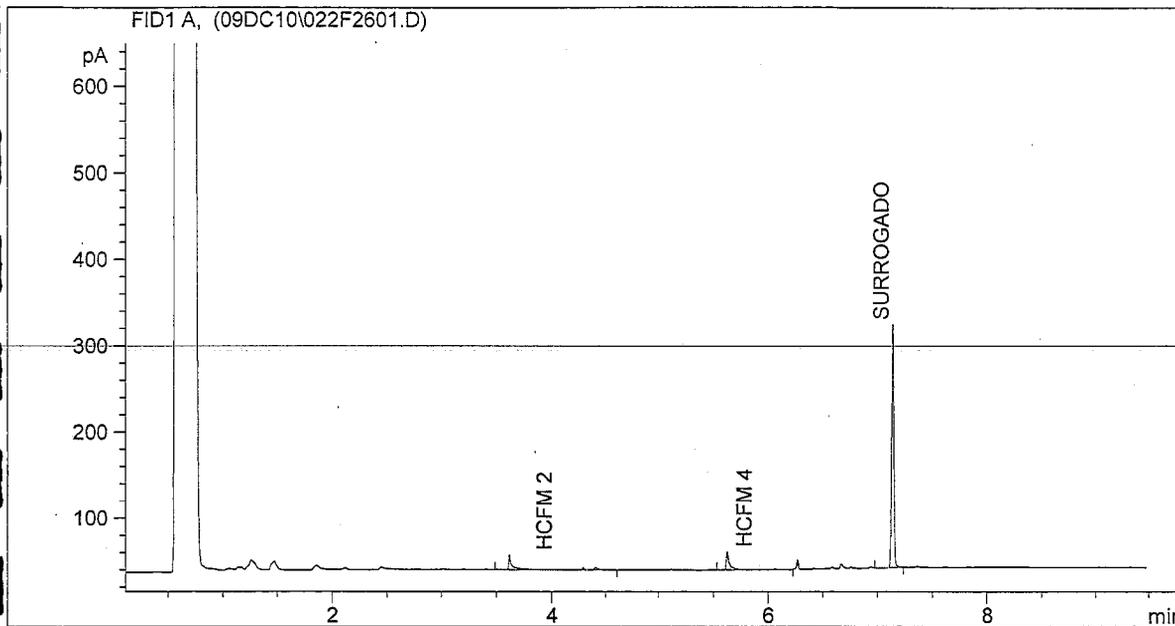
SMA
SMA

Injection Date : 12/9/2010 3:38:20 PM
 Sample Name : MX10-2969-4
 Acq Operator : SMA/CRG016

Seq Line : 26
 Location : Vial 22
 Inj. No. : 1
 Inj. Vol. : 1 µl

Acq. Method : HCFM-N2.M
 Analysis Method : C:\HPCHEM\2\METHODS\HCFM04DC.M
 Last Changed : Thu, 9. Dec. 2010, 07:57:57 pm
 (modified after loading)

Analisis de Hidrocarburos Fraccion Media. Columna HP-1, Longitud 30m,
 Pelicula 0,25mm; Diametro 0,32µm # Inventario SV-47C INTERVALO DE
 CONCENTRACION 140 A 2800 µg/mL HCFM Referencia de preparacion de la
 curva de calibracion SVO-2010-11-130/09 A 15 SVO-2010-07p078 Sec/8015/
 CRG016/04DC10 CC/8015/CRG016/HCFM04DC



=====
 Customized Report: hcfm
 =====

Sorted By Signal

Calib. Data Modified : Mon, 6. Dec. 2010, 02:45:47 pm
 Multiplier : 0.133333
 Dilution : 1.000000
 Uncalibrated Peaks : not reported

Group ID	Area (pA*s)	mg/Kg	mg/Kg	
1.000	104.85268	5.57924	5.57924	HIDROCARBUROS FRACCION MEDIA

Signal Description : FID1 A,

RT [min]	Type	Area	Amt/Area	Amount [mg/Kg]	Name
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 1
4.042	VBA+	68.50399	0.38723	3.53687	HCFM 2
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 3
5.890	VPA+	36.34869	0.42141	2.04237	HCFM 4
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 5
7.141	VB	411.17511	0.33853	18.55937	SURROGADO

Totals: 24.13861

*** End of Report ***

MX10-2969-5 hcfm suelo
 adición 49,33 mg/Kg

1

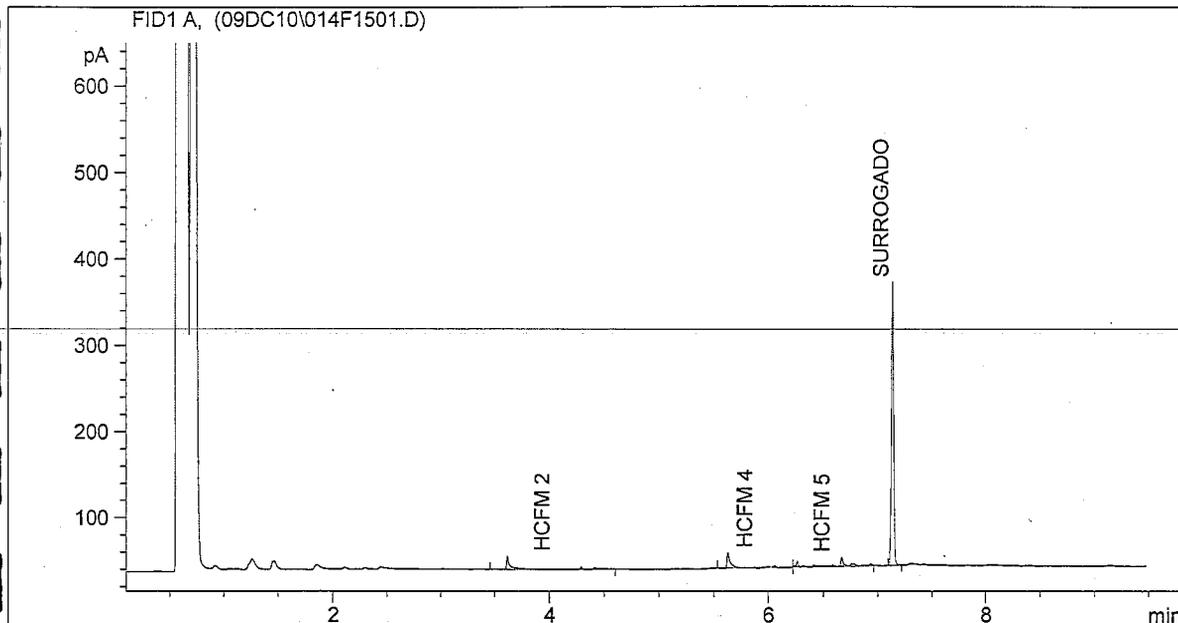
SMA
SMA

Injection Date : 12/9/2010 12:57:19 PM
 Sample Name : MX10-2969-5
 Acq Operator : SMA/CRG016

Seq Line : 15
 Location : Vial 14
 Inj. No. : 1
 Inj. Vol. : 1 µl

Acq. Method : HCFM-N2.M
 Analysis Method : C:\HPCHEM\2\METHODS\HCFM04DC.M
 Last Changed : Thu, 9. Dec. 2010, 07:54:11 pm
 (modified after loading)

Analisis de Hidrocarburos Fraccion Media. Columna HP-1, Longitud 30m,
 Pelicula 0,25mm; Diametro 0,32µm # Inventario SV-47C INTERVALO DE
 CONCENTRACION 140 A 2800 µg/mL HCFM Referencia de preparacion de la
 curva de calibracion SVO-2010-11-130/09 A 15 SVO-2010-07p078 Sec/8015/
 CRG016/04DC10 CC/8015/CRG016/HCFM04DC



=====
 Customized Report: hcfm
 =====

Sorted By Signal

Calib. Data Modified : Mon, 6. Dec. 2010, 02:45:47 pm
 Multiplier : 0.333333
 Dilution : 1.000000
 Uncalibrated Peaks : not reported

Group ID	Area (pA*s)	mg/Kg	mg/Kg	
1.000	114.65729	16.84287	16.84287	HIDROCARBUROS FRACCION MEDIA

Signal Description : FID1 A,

RT [min]	Type	Area	Amt/Area	Amount [mg/Kg]	Name
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 1
4.041	VBA+	37.07644	0.43072	5.32321	HCFM 2
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 3
5.890	VPA+	24.37547	0.46268	3.75933	HCFM 4
6.593	VVA+	53.20538	0.43757	7.76032	HCFM 5
7.140	VB	473.07053	0.33769	53.25016	SURROGADO <i>7. Sec = 1079</i>

Totals: 70.09303

*** End of Report ***

MX10-2969-6 hcfm suelo
 adición 46,25 mg/Kg

1

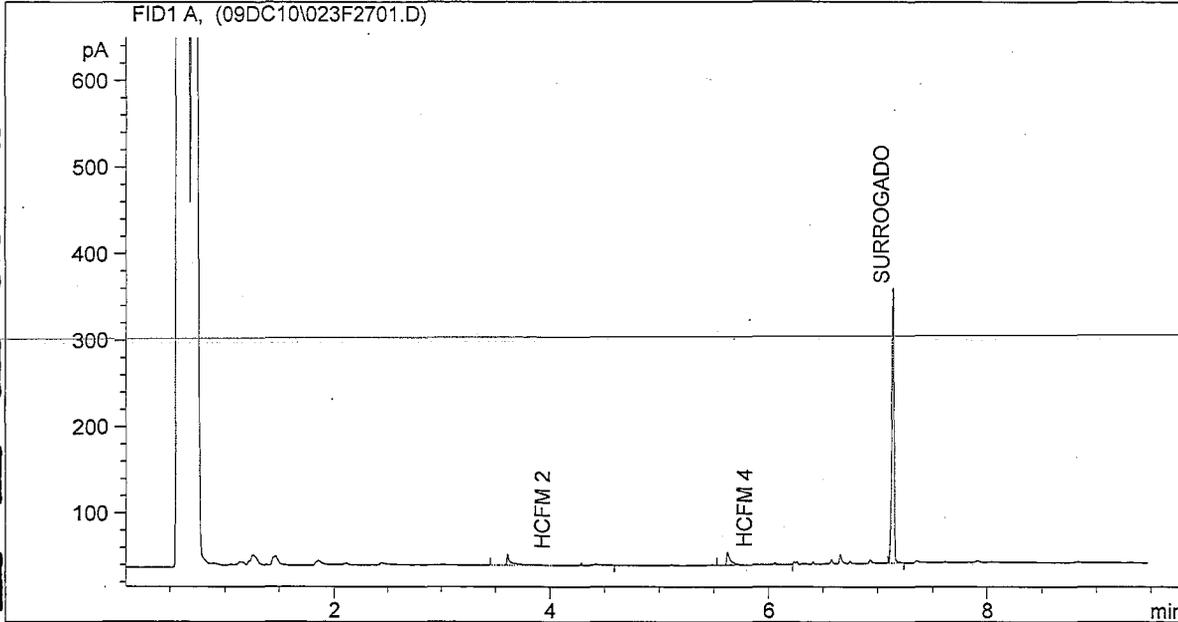
SMA
SMA

Injection Date : 12/9/2010 3:53:01 PM
 Sample Name : MX10-2969-6
 Acq Operator : SMA/CRG016

Seq Line : 27
 Location : Vial 23
 Inj. No. : 1
 Inj. Vol. : 1 µl

Acq. Method : HCFM-N2.M
 Analysis Method : C:\HPCHEM\2\METHODS\HCFM04DC.M
 Last Changed : Thu, 9. Dec. 2010, 07:57:57 pm
 (modified after loading)

Analisis de Hidrocarburos Fraccion Media. Columna HP-1, Longitud 30m,
 Pelicula 0,25mm; Diametro 0,32µm # Inventario SV-47C INTERVALO DE
 CONCENTRACION 140. A 2800 µg/mL HCFM Referencia de preparacion de la
 curva de calibracion SVO-2010-11-130/09 A 15 SVO-2010-07p078 Sec/8015/
 CRG016/04DC10 CC/8015/CRG016/HCFM04DC



Customized Report: hcfm

Sorted By Signal
 Calib. Data Modified : Mon, 6. Dec. 2010, 02:45:47 pm
 Multiplier : 0.312500
 Dilution : 1.000000
 Uncalibrated Peaks : not reported

Group ID	Area (pA*s)	mg/Kg	mg/Kg	
1.000	71.98779	9.62418	9.62418	HIDROCARBUROS FRACCION MEDIA

Signal Description : FID1 A,

RT [min]	Type	Area	Amt/Area	Amount [mg/Kg]	Name
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 1
4.041	VBA+	40.50242	0.42270	5.35014	HCFM 2
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 3
5.890	VVA+	31.48538	0.43439	4.27404	HCFM 4
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 5
7.141	VB	458.43057	0.33787	48.40270	SURROGADO

Totals: 58.02688

*** End of Report ***

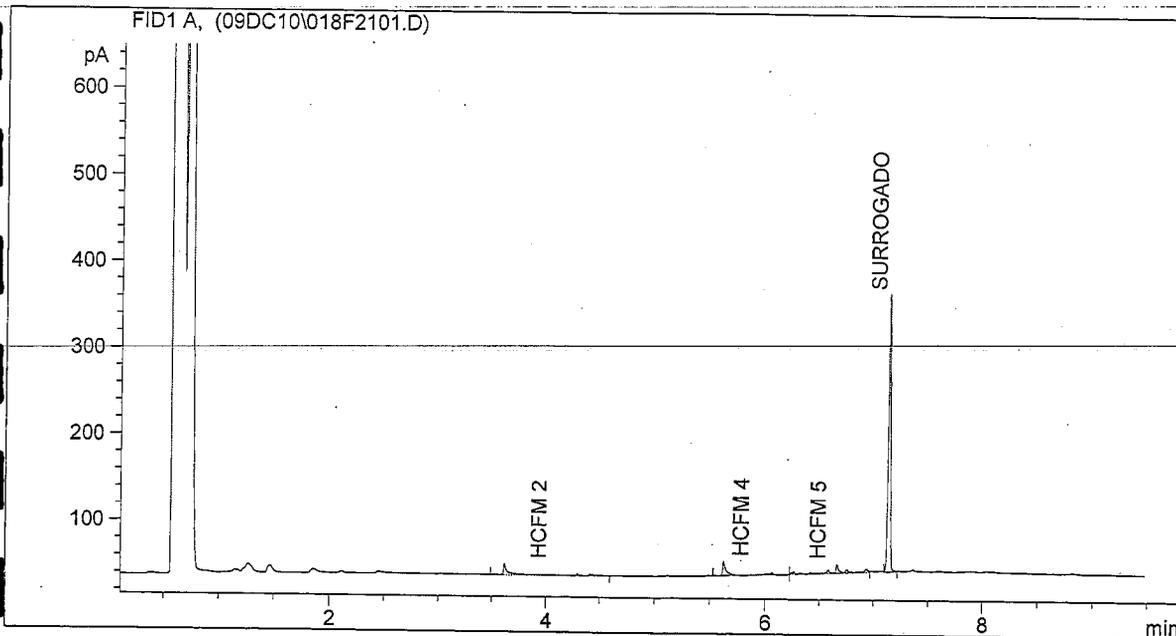
SMA
SMA

Injection Date : 12/9/2010 2:25:02 PM
Sample Name : MX10-2969-7
Acq Operator : SMA/CRG016

Seq Line : 21
Location : Vial 18
Inj. No. : 1
Inj. Vol. : 1 µl

Acq. Method : HCFM-N2.M
Analysis Method : C:\HPCHEM\2\METHODS\HCFM04DC.M
Last Changed : Thu, 9. Dec. 2010, 07:55:23 pm
(modified after loading)

Analisis de Hidrocarburos Fraccion Media. Columna HP-1, Longitud 30m, Pelicula 0,25mm; Diametro 0,32µm # Inventario SV-47C INTERVALO DE CONCENTRACION 140 A 2800 µg/mL HCFM Referencia de preparacion de la curva de calibracion SVO-2010-11-130/09 A 15 SVO-2010-07p078 Sec/8015/CRG016/04DC10 CC/8015/CRG016/HCFM04DC



Customized Report: hcfm

Sorted By Signal

Calib. Data Modified : Mon, 6. Dec. 2010, 02:45:47 pm
Multiplier : 0.133333
Dilution : 1.000000
Uncalibrated Peaks : not reported

Group ID	Area (pA*s)	mg/Kg	mg/Kg	
1.000	123.80337	7.14908	7.14908	HIDROCARBUROS FRACCION MEDIA

Signal Description : FID1 A,

RT [min]	Type	Area	Amt/Area	Amount [mg/Kg]	Name
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 1
4.042	PBA+	39.48380	0.42494	2.23710	HCFM 2
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 3
5.890	VPA+	26.40125	0.45307	1.59487	HCFM 4
6.593	VVA+	57.91832	0.42954	3.31710	HCFM 5
7.142	VV	469.63217	0.33773	21.14781	SURROGADO

Totals: 28.29689

*** End of Report ***

MX10-2969-8 hcfm suelo
 adición 46,98 mg/Kg

1

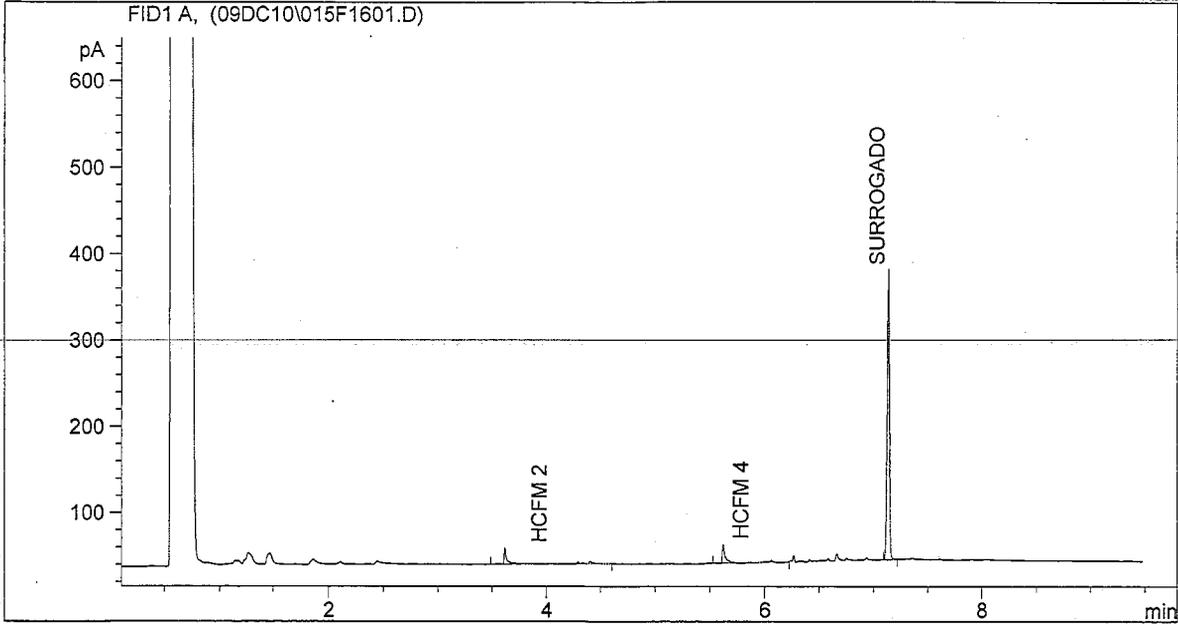
Injection Date : 12/9/2010 1:11:55 PM
 Sample Name : MX10-2969-8
 Acq Operator : SMA/CRG016

Seq Line : 16
 Location : Vial 15
 Inj. No. : 1
 Inj. Vol. : 1 µl

SMA
SMA

Acq. Method : HCFM-N2.M
 Analysis Method : C:\HPCHEM\2\METHODS\HCFM04DC.M
 Last Changed : Thu, 9. Dec. 2010, 07:54:30 pm
 (modified after loading)

Analisis de Hidrocarburos Fraccion Media. Columna HP-1, Longitud 30m,
 Pelicula 0,25mm; Diametro 0,32µm # Inventario SV-47C INTERVALO DE
 CONCENTRACION 140 A 2800 µg/mL HCFM Referencia de preparacion de la
 curva de calibracion SVO-2010-11-130/09 A 15 SVO-2010-07p078 Sec/8015/
 CRG016/04DC10 CC/8015/CRG016/HCFM04DC



=====
 Customized Report: hcfm
 =====

Sorted By Signal

Calib. Data Modified : Mon, 6. Dec. 2010, 02:45:47 pm
 Multiplier : 0.317460
 Dilution : 1.000000
 Uncalibrated Peaks : not reported

Group ID	Area (pA*s)	mg/Kg	mg/Kg	
1.000	81.83192	10.82287	10.82287	HIDROCARBUROS FRACCION MEDIA

Signal Description : FID1 A,

RT [min]	Type	Area	Amt/Area	Amount [mg/Kg]	Name
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 1
4.042	PVA+	58.44684	0.39606	7.34864	HCFM 2
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 3
5.890	VPA+	23.38509	0.46798	3.47424	HCFM 4
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 5
7.139	VB	488.82578	0.33751	52.37548	SURROGADO <i>rec=1111,5</i>

Totals: 63.19835

*** End of Report ***

MX10-2969-23fd2 hcfm suelo
 adición 19.73 mg/Kg

1

4774

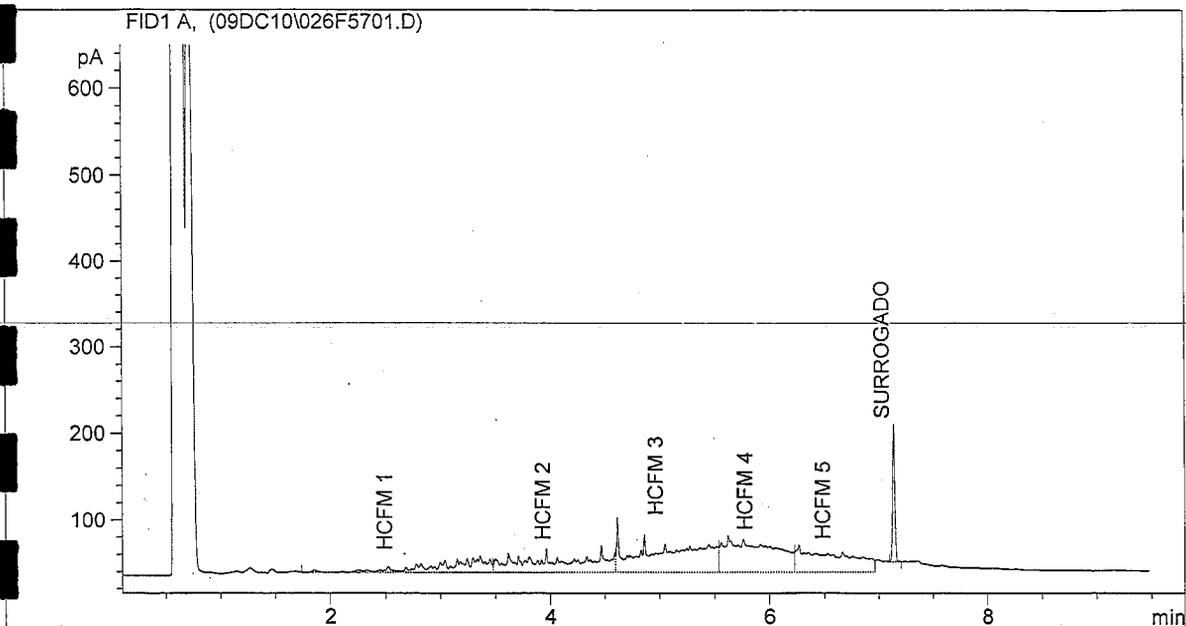
Injection Date : 12/9/2010 11:27:04 PM
 Sample Name : MX10-2969-23fd2
 Acq Operator : SMA/CRG016

Seq Line : 57
 Location : Vial 26
 Inj. No. : 1
 Inj. Vol. : 1 µl

SMA
SMA

Acq. Method : HCFM-N2.M
 Analysis Method : C:\HPCHEM\2\METHODS\HCFM04DC.M
 Last Changed : Fri, 10. Dec. 2010, 11:35:34 am
 (modified after loading)

Analisis de Hidrocarburos Fraccion Media. Columna HP-1, Longitud 30m,
 Pelicula 0,25mm; Diametro 0,32µm # Inventario SV-47C INTERVALO DE
 CONCENTRACION 140 A 2800 µg/mL HCFM Referencia de preparacion de la
 curva de calibracion SVO-2010-11-130/09 A 15 SVO-2010-07p078 Sec/8015/
 CRG016/04DC10 CC/8015/CRG016/HCFM04DC



Customized Report: hcfm

Sorted By Signal

Calib. Data Modified : Mon, 6. Dec. 2010, 02:45:47 pm
 Multiplier : 0.322581
 Dilution : 2.000000
 Uncalibrated Peaks : not reported

Group ID	Area (pA*s)	mg/Kg	mg/Kg	
1.000	4769.75140	1048.04326	1048.04326	HIDROCARBUROS FRACCION MEDIA

Signal Description : FID1 A,

RT [min]	Type	Area	Amt/Area	Amount [mg/Kg]	Name
2.600	VVA+	475.87811	0.34184	104.95100	HCFM 1
4.042	VVA+	859.00830	0.34000	188.43036	HCFM 2
5.073	VVA+	1379.50171	0.33827	301.06538	HCFM 3
5.890	VVA+	1210.05469	0.33993	265.37505	HCFM 4
6.593	VVA+	845.30859	0.34513	188.22148	HCFM 5
7.141	MM	225.12860	0.34385	49.94196	SURROGADO

f-pec = 104.6

Totals: 1097.98522

*** End of Report ***

MX10-2969-10 hcfm suelo

adición 49,33 mg/Kg

1

SMA
SMA

Injection Date : 12/9/2010 4:07:40 PM

Seq Line : 28

Sample Name : MX10-2969-10

Location : Vial 24

Acq Operator : SMA/CRG016

Inj. No. : 1

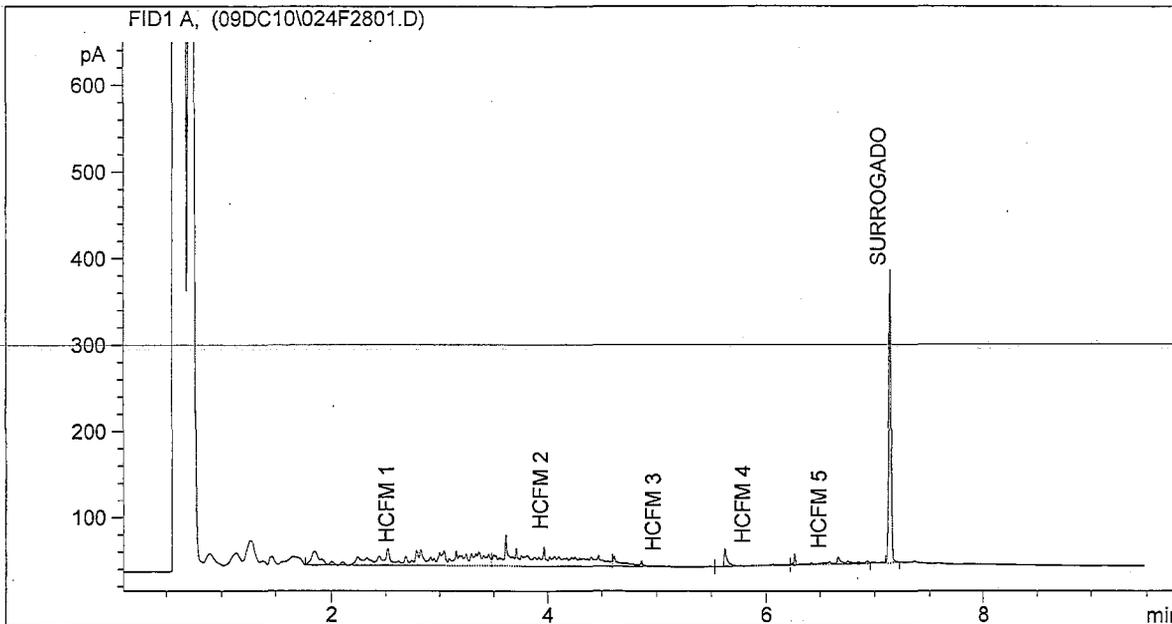
Inj. Vol. : 1 µl

Acq. Method : HCFM-N2.M

Analysis Method : C:\HPCHEM\2\METHODS\HCFM04DC.M

Last Changed : Thu, 9. Dec. 2010, 07:59:10 pm
(modified after loading)

Analisis de Hidrocarburos Fraccion Media. Columna HP-1, Longitud 30m, Pelicula 0,25mm; Diametro 0,32µm # Inventario SV-47C INTERVALO DE CONCENTRACION 140 A 2800 µg/mL HCFM Referencia de preparacion de la curva de calibracion SVO-2010-11-130/09 A 15 SVO-2010-07p078 Sec/8015/CRG016/04DC10 CC/8015/CRG016/HCFM04DC



ON 1739-1770

Customized Report: hcfm

Sorted By Signal

Calib. Data Modified : Mon, 6. Dec. 2010, 02:45:47 pm

Multiplier : 0.333333

Dilution : 1.000000

Uncalibrated Peaks : not reported

Group ID	Area (pA*s)	mg/Kg	mg/Kg	
1.000	1549.71111	179.55904	179.55904	HIDROCARBUROS FRACCION MEDIA

Signal Description : FID1 A,

RT [min]	Type	Area	Amt/Area	Amount [mg/Kg]	Name
2.615	PVA+	731.31024	0.34079	83.07359	HCFM 1
4.042	VVA+	633.06134	0.34147	72.05611	HCFM 2
5.073	VPA+	58.52757	0.37721	7.35913	HCFM 3
5.890	VVA+	46.69395	0.40280	6.26945	HCFM 4
6.593	VVA+	80.11800	0.40443	10.80076	HCFM 5
7.139	VB	482.22067	0.33758	54.26307	SURROGADO <i>7.139 = 110,0</i>

Totals: 233.82211

*** End of Report ***

MX10-2969-11 hcfm suelo

adición 49,33 mg/Kg

1

SMA
SMA

Injection Date : 12/9/2010 4:22:20 PM

Seq Line : 29

Sample Name : MX10-2969-11

Location : Vial 25

Acq Operator : SMA/CRG016

Inj. No. : 1

Inj. Vol. : 1 µl

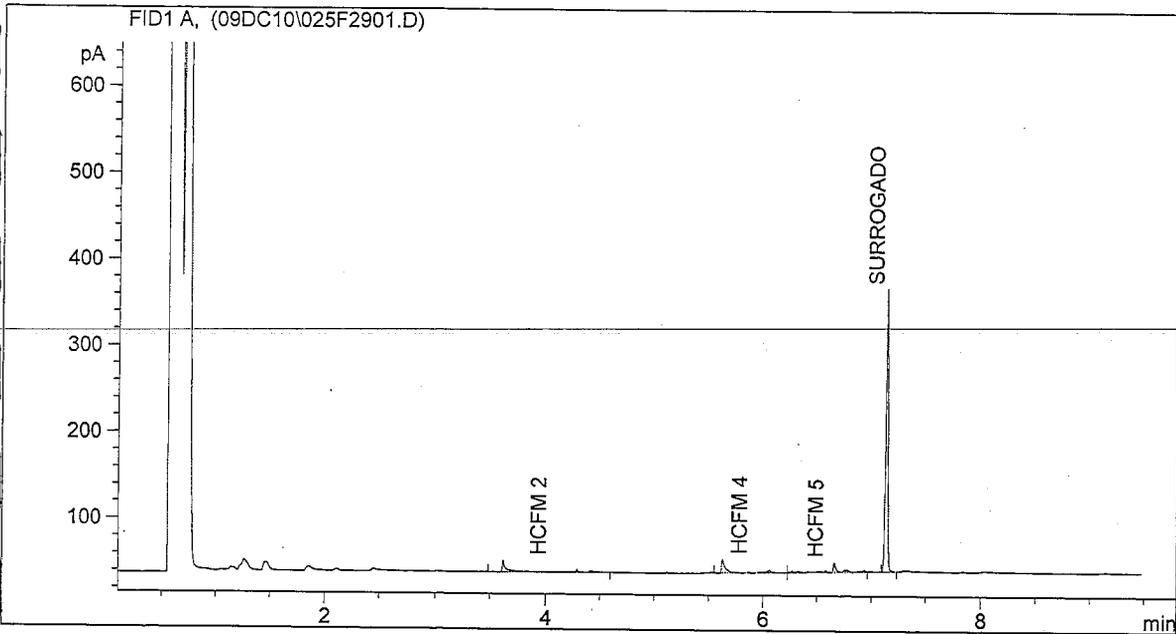
Acq. Method : HCFM-N2.M

Analysis Method : C:\HPCHEM\2\METHODS\HCFM04DC.M

Last Changed : Thu, 9. Dec. 2010, 08:00:33 pm

(modified after loading)

Analisis de Hidrocarburos Fraccion Media. Columna HP-1, Longitud 30m, Pelicula 0,25mm; Diametro 0,32µm # Inventario SV-47C INTERVALO DE CONCENTRACION 140 A 2800 µg/mL HCFM Referencia de preparacion de la curva de calibracion SVO-2010-11-130/09 A 15 SVO-2010-07p078 Sec/8015/CRG016/04DC10 CC/8015/CRG016/HCFM04DC



Customized Report: hcfm

Sorted By Signal

Calib. Data Modified : Mon, 6. Dec. 2010, 02:45:47 pm

Multiplier : 0.333333

Dilution : 1.000000

Uncalibrated Peaks : not reported

Group ID	Area (pA*s)	mg/Kg	mg/Kg	
1.000	132.79280	18.87154	18.87154	HIDROCARBUROS FRACCION MEDIA

Signal Description : FID1 A,

RT [min]	Type	Area	Amt/Area	Amount [mg/Kg]	Name
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 1
4.042	PBA+	53.49548	0.40162	7.16166	HCFM 2
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 3
5.890	VPA+	31.66651	0.43383	4.57934	HCFM 4
6.593	VVA+	47.63081	0.44911	7.13054	HCFM 5
7.141	VB	476.09097	0.33765	53.58452	SURROGADO

Totals: 72.45607

*** End of Report ***

MX10-2969-12 hcfm suelo

adición 47,74 mg/Kg

1

SMA
SMA

Injection Date : 12/9/2010 12:28:00 PM

Seq Line : 13

Sample Name : MX10-2969-12

Location : Vial 12

Acq Operator : SMA/CRG016

Inj. No. : 1

Inj. Vol. : 1 µl

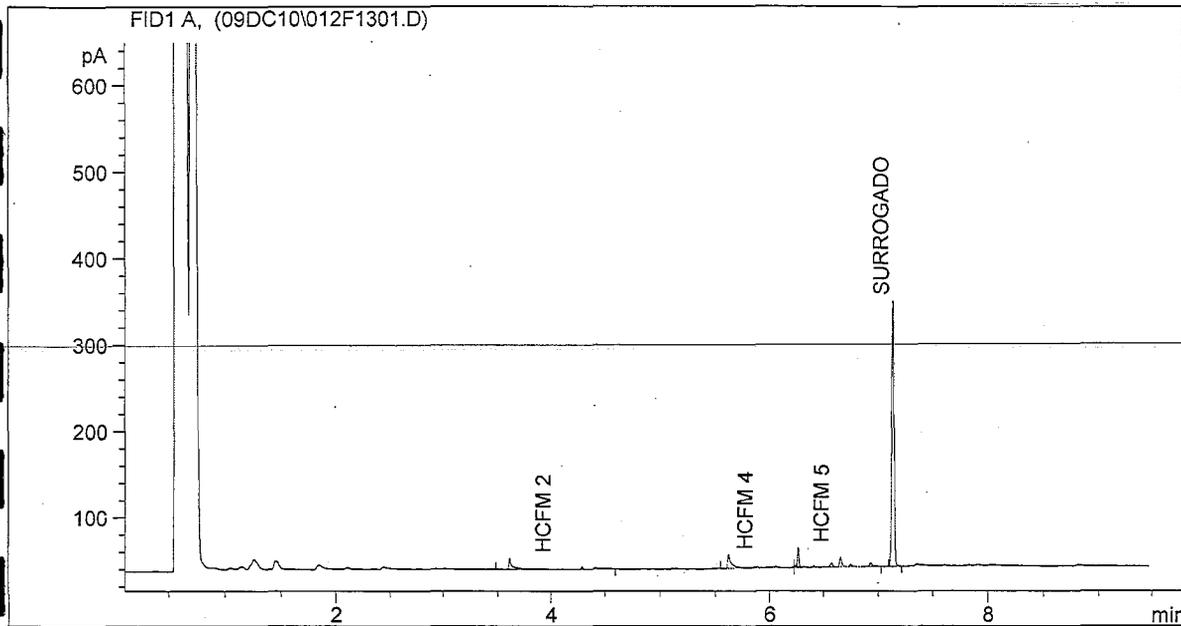
Acq. Method : HCFM-N2.M

Analysis Method : C:\HPCHEM\2\METHODS\HCFM04DC.M

Last Changed : Thu, 9. Dec. 2010, 07:52:47 pm

(modified after loading)

Analisis de Hidrocarburos Fraccion Media. Columna HP-1, Longitud 30m, Pelicula 0,25mm; Diametro 0,32µm # Inventario SV-47C INTERVALO DE CONCENTRACION 140 A 2800 µg/mL HCFM Referencia de preparacion de la curva de calibracion SVO-2010-11-130/09 A 15 SVO-2010-07p078 Sec/8015/CRG016/04DC10 CC/8015/CRG016/HCFM04DC



Customized Report: hcfm

Sorted By Signal

Calib. Data Modified : Mon, 6. Dec. 2010, 02:45:47 pm

Multiplier : 0.322581

Dilution : 1.000000

Uncalibrated Peaks : not reported

Group ID	Area (pA*s)	mg/Kg	mg/Kg	
1.000	125.75656	17.50697	17.50697	HIDROCARBUROS FRACCION MEDIA

Signal Description : FID1 A,

RT [min]	Type	Area	Amt/Area	Amount [mg/Kg]	Name
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 1
4.042	VPA+	41.58111	0.42045	5.63961	HCFM 2
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 3
5.890	VVA+	27.81288	0.44720	4.01219	HCFM 4
6.594	VPA+	56.36257	0.43204	7.85517	HCFM 5
7.141	VB	453.33472	0.33793	49.41818	SURROGADO

Totals: 66.92515

*** End of Report ***

MX10-2969-13 hcfm suelo
 adición 49,33 mg/Kg

1

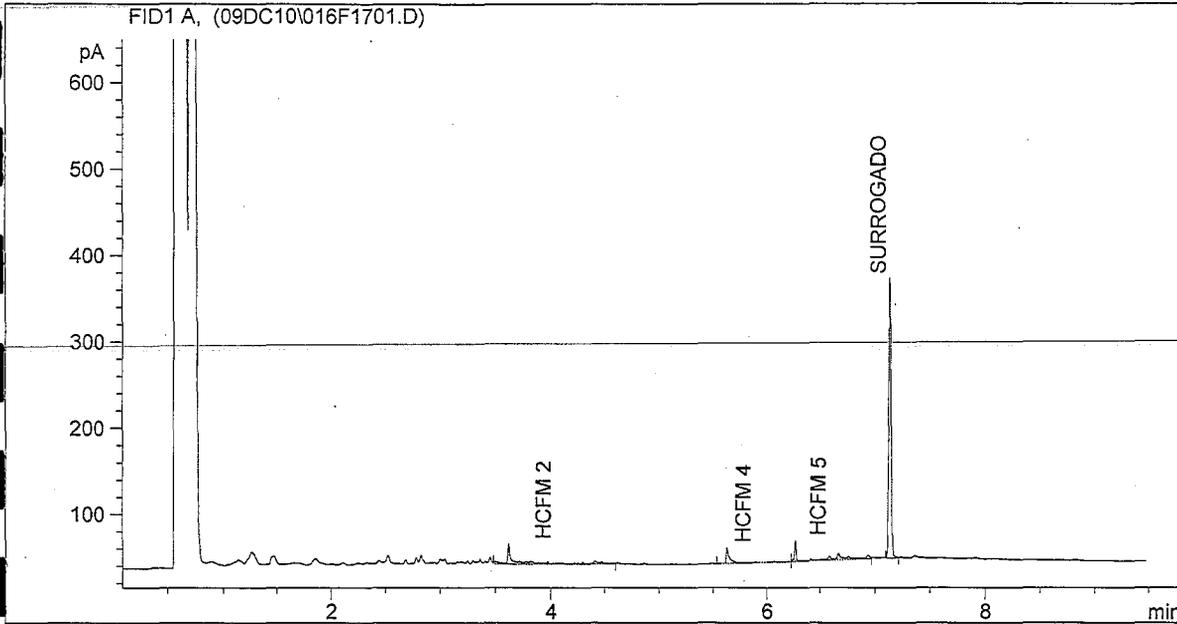
Injection Date : 12/9/2010 1:26:33 PM
 Sample Name : MX10-2969-13
 Acq Operator : SMA/CRG016

Seq Line : 17
 Location : Vial 16
 Inj. No. : 1
 Inj. Vol. : 1 µl

SMA
SMA

Acq. Method : HCFM-N2.M
 Analysis Method : C:\HPCHEM\2\METHODS\HCFM04DC.M
 Last Changed : Thu, 9. Dec. 2010, 07:54:30 pm
 (modified after loading)

Analisis de Hidrocarburos Fraccion Media. Columna HP-1, Longitud 30m,
 Pelicula 0,25mm; Diametro 0,32µm # Inventario SV-47C INTERVALO DE
 CONCENTRACION 140 A 2800 µg/mL HCFM Referencia de preparacion de la
 curva de calibracion SVO-2010-11-130/09 A 15 SVO-2010-07p078 Sec/8015/
 CRG016/04DC10 CC/8015/CRG016/HCFM04DC



=====
 Customized Report: hcfm
 =====

Sorted By Signal

Calib. Data Modified : Mon, 6. Dec. 2010, 02:45:47 pm
 Multiplier : 0.333333
 Dilution : 1.000000
 Uncalibrated Peaks : not reported

Group ID	Area (pA*s)	mg/Kg	mg/Kg	
1.000	242.69379	31.22283	<LCE	31.22283
				HIDROCARBUROS FRACCION MEDIA

Signal Description : FID1 A,

RT [min]	Type	Area	Amt/Area	Amount [mg/Kg]	Name
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 1
4.041	VVA+	115.45332	0.36636	14.09913	HCFM 2
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 3
5.890	VVA+	36.65309	0.42072	5.14017	HCFM 4
6.593	VVA+	90.58738	0.39686	11.98353	HCFM 5
7.142	VV	475.08582	0.33766	53.47325	SURROGADO

7.622 = 1084

Totals: 84.69608

*** End of Report ***

MX10-2969-14 hcfm suelo

adición 49,33 mg/Kg

1

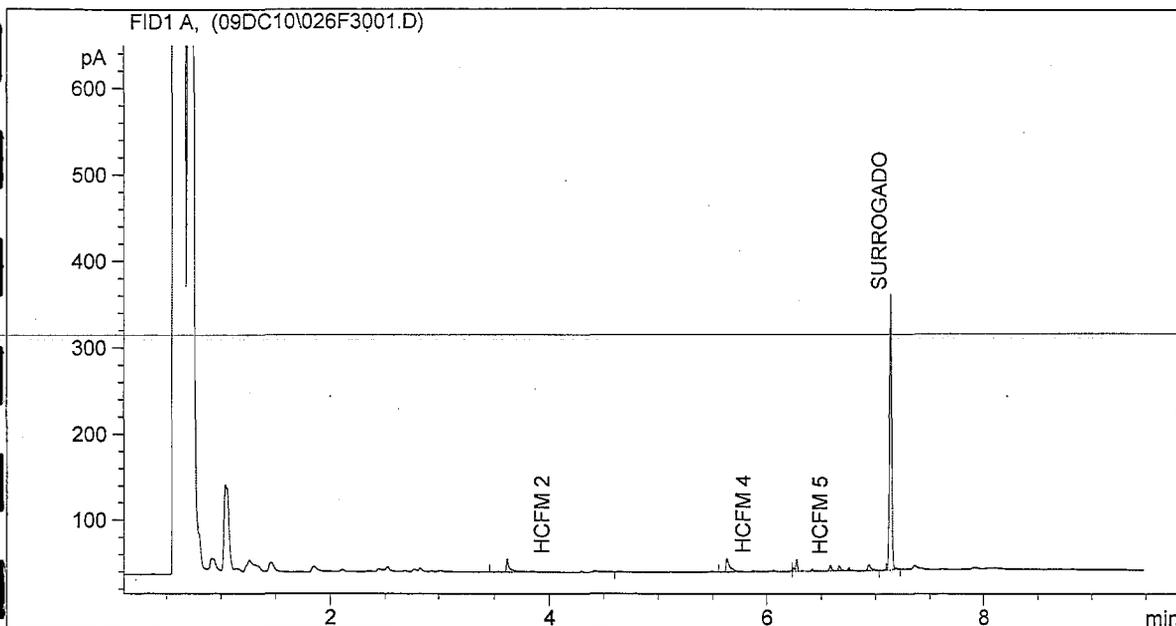
SMA
SMA

Injection Date : 12/9/2010 4:36:57 PM
 Sample Name : MX10-2969-14
 Acq Operator : SMA/CRG016

Seq Line : 30
 Location : Vial 26
 Inj. No. : 1
 Inj. Vol. : 1 µl

Acq. Method : HCFM-N2.M
 Analysis Method : C:\HPCHEM\2\METHODS\HCFM04DC.M
 Last Changed : Thu, 9. Dec. 2010, 08:00:33 pm
 (modified after loading)

Analisis de Hidrocarburos Fraccion Media. Columna HP-1, Longitud 30m,
 Pelicula 0,25mm; Diametro 0,32µm # Inventario SV-47C INTERVALO DE
 CONCENTRACION 140 A 2800 µg/mL HCFM Referencia de preparacion de la
 curva de calibracion SVO-2010-11-130/09 A 15 SVO-2010-07p078 Sec/8015/
 CRG016/04DC10 CC/8015/CRG016/HCFM04DC



=====
 Customized Report: hcfm
 =====

Sorted By Signal

Calib. Data Modified : Mon, 6. Dec. 2010, 02:45:47 pm
 Multiplier : 0.333333
 Dilution : 1.000000
 Uncalibrated Peaks : not reported

Group ID	Area (pA*s)	mg/Kg	mg/Kg	
1.000	132.40483	18.83466	18.83466	HIDROCARBUROS FRACCION MEDIA

Signal Description : FID1 A,

RT [min]	Type	Area	Amt/Area	Amount [mg/Kg]	Name
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 1
4.041	VBA+	42.65437	0.41832	5.94777	HCFM 2
0.000		0.00000	0.00000	0.00000	HCFM 3
5.890	PVA+	39.43111	0.41485	5.45261	HCFM 4
6.593	VPA+	50.31935	0.44323	7.43428	HCFM 5
7.141	VB	464.85788	0.33779	52.34103	SURROGADO <i>Sec=1061</i>

Totals: 71.17569

*** End of Report ***

Sample Name: 2969-02 FD250

```

=====
Acq. Operator   : LEYF CRG021                      Seq. Line : 9
Acq. Instrument : ITSA CRG021                      Location  : Vial 9
Injection Date  : 12/8/2010 6:52:36 PM             Inj       : 1
                                                    Inj Volume: Manually

Acq. Method    : D:\CHEM32\1\DATA\08DC10\08DC10 2010-12-08 14-27-37\HCFL5.M
Last changed   : 7/1/2010 12:05:53 PM by LEYF CRG021
Analysis Method : D:\CHEM32\1\METHODS\RL02JL10.M
Last changed   : 12/9/2010 4:33:15 PM by LEYF CRG021
                (modified after loading)

Method Info    : Metodo para cuantificacion de Hidrocarburos fraccion ligera (HCFL) GC-FID.
                Equipo: ITSA CRG-021, Rango de Trabajo 37,5 µg/L a 22500 µg/L
                Referencia de preparacion: VOL-2010-23-19/04 a VOL-2010-23-19/18
                SEC/8015/CRG021/01JL10
                CC/8015/CRG021/RL02JL10
                VOL-2010-19-pag-010
=====
    
```

```

Sample Info    : mx10-2969-02 FD 250 (8,00 g de muestra en 10 mL de MeOH
                ) (100 µL extracto en 20 mL de Agua Tipo 2).
=====
    
```

Internal Standard Report

```

Sorted By      : Signal
Calib. Data Modified : 12/9/2010 4:29:27 PM
Multiplier:    : 250.0000
Dilution:     : 1.0000
Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
    
```

Sample ISTD Information:

```

ISTD ISTD Amount Name
# µg/L, µg/Kg
    
```

```

-----|-----|-----
1      500.20000  Estandar Interno
    
```

Signal 1: FID1 A, Front Signal

RetTime [min]	Type	ISTD used	Area [pA*s]	Amt/Area ratio	Amount µg/L, µg/Kg	Grp	Name
8.540	VVA+	1	206.22281	2.96340e-1	5467.42974	1	HCFL 1
12.648	VV	1	3684.64966	3.61078e-1	1.19029e5		Surrogado I/rec-952
14.856	VVA+	1	292.09030	2.93371e-1	7666.38606	1	HCFL 2
16.909	VV I	1	1397.74365	1.00000	500.20000		Estandar Interno
19.028	VVA+	1	401.87448	3.78874e-1	1.36220e4	1	HCFL 3

Totals without ISTD(s) : 1.45785e5

OFF 16806-16845

Group summary :

Group ID	Use	Area [pA*s]	Amount µg/L, µg/Kg	Group Name
1	G	900.18759	2.67558e4	HCFL

Sample Name: 2969-04 FD249

```

=====
Acq. Operator   : LEYF CRG021                      Seq. Line : 11
Acq. Instrument : ITSA CRG021                      Location  : Vial 11
Injection Date  : 12/8/2010 7:54:41 PM             Inj       : 1
                                                    Inj Volume: Manually

Acq. Method     : D:\CHEM32\1\DATA\08DC10\08DC10 2010-12-08 14-27-37\HCFL5.M
Last changed    : 7/1/2010 12:05:53 PM by LEYF CRG021
Analysis Method : D:\CHEM32\1\METHODS\RL02JL10.M
Last changed    : 12/9/2010 4:33:49 PM by LEYF CRG021
                  (modified after loading)

Method Info     : Metodo para cuantificacion de Hidrocarburos fraccion ligera (HCFL) GC-FID.
                  Equipo: ITSA CRG-021, Rango de Trabajo 37,5 µg/L a 22500 µg/L
                  Referencia de preparacion: VOL-2010-23-19/04 a VOL-2010-23-19/18
                  SEC/8015/CRG021/01JL10
                  CC/8015/CRG021/RL02JL10
                  VOL-2010-19-pag-010
=====
    
```

Sample Info : mx10-2969-04 FD 249 (8,03 g de muestra en 10 mL de MeOH) (100 µL extracto en 20 mL de Agua Tipo 2).

Internal Standard Report

```

Sorted By           : Signal
Calib. Data Modified : 12/9/2010 4:29:27 PM
Multiplier:         : 249.0000
Dilution:           : 1.0000
    
```

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Sample ISTD Information:

ISTD #	ISTD Amount µg/L, µg/Kg	Name
1	500.20000	Estandar Interno

Signal 1: FID1 A, Front Signal

RetTime [min]	Type	ISTD used	Area [pA*s]	Amt/Area ratio	Amount µg/L, µg/Kg	Grp	Name
8.540	VVA+	1	245.62209	3.03827e-1	5936.23886	1	HCFL 1
12.649	VV	1	4082.92065	3.61078e-1	1.17271e5		Surrogado 17 DEC 94
14.837	VVA+	1	52.90248	0.00000	0.00000	1	HCFL 2
16.908	VV I	1	1565.75903	1.00000	500.20000		Estandar Interno
19.027	VVA+	1	107.93494	2.36157e-1	2027.59021	1	HCFL 3

Totals without ISTD(s) : 1.25235e5

Group summary :

Group ID	Use	Area [pA*s]	Amount µg/L, µg/Kg	Group Name
1	G	406.45951	7963.82908	HCFL <LCF


```

=====
Acq. Operator   : LEYF CRG021                      Seq. Line : 14
Acq. Instrument : ITSA CRG021                      Location  : Vial 14
Injection Date  : 12/8/2010 9:28:46 PM             Inj       : 1
                                                    Inj Volume: Manually

Acq. Method     : D:\CHEM32\1\DATA\08DC10\08DC10 2010-12-08 14-27-37\HCFL5.M
Last changed    : 7/1/2010 12:05:53 PM by LEYF CRG021
Analysis Method : D:\CHEM32\1\METHODS\RL02JL10.M
Last changed    : 12/9/2010 4:34:33 PM by LEYF CRG021
                  (modified after loading)

Method Info     : Metodo para cuantificacion de Hidrocarburos fraccion ligera (HCFL) GC-FID.
                  Equipo: ITSA CRG-021, Rango de Trabajo 37,5 µg/L a 22500 µg/L
                  Referencia de preparacion: VOL-2010-23-19/04 a VOL-2010-23-19/18
                  SEC/8015/CRG021/01JL10
                  CC/8015/CRG021/RL02JL10
                  VOL-2010-19-pag-010

Sample Info     : mx10-2969-07 FD 250 (8,00 g de muestra en 10 mL de MeOH
                  ) (100 µL extracto en 20 mL de Agua Tipo 2).
=====
  
```

Internal Standard Report

```

Sorted By       : Signal
Calib. Data Modified : 12/9/2010 4:29:27 PM
Multiplier:     : 250.0000
Dilution:       : 1.0000
  
```

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Sample ISTD Information:

ISTD #	ISTD Amount µg/L	ISTD Name µg/Kg
1	500.20000	Estandar Interno

Signal 1: FID1 A, Front Signal

RetTime [min]	Type	ISTD used	Area [pA*s]	Amt/Area ratio	Amount µg/L, µg/Kg	Grp	Name
8.540	VVA+	1	291.75620	3.24305e-1	7692.54881	1	HCFL 1
12.648	VV	1	4141.32520	3.61078e-1	1.21573e5		Surrogado 17.000-97.2
14.837	VVA+	1	83.77264	0.00000	0.00000	1	HCFL 2
16.909	VV I	1	1538.10742	1.00000	500.20000		Estandar Interno
19.027	VVA+	1	45.21462	0.00000	0.00000	1	HCFL 3

Totals without ISTD(s) : 1.29266e5

Group summary :

Group ID	Use	Area [pA*s]	Amount µg/L, µg/Kg	Group Name
1	G	420.74345	7692.54881	HCFL <LC


```

=====
Acq. Operator   : LEYF CRG021                      Seq. Line : 22
Acq. Instrument : ITSA CRG021                      Location  : Vial 22
Injection Date  : 12/9/2010 1:37:58 AM             Inj       : 1
                                                    Inj Volume: Manually

Acq. Method     : D:\CHEM32\1\DATA\08DC10\08DC10 2010-12-08 14-27-37\HCFL5.M
Last changed    : 7/1/2010 12:05:53 PM by LEYF CRG021
Analysis Method : D:\CHEM32\1\METHODS\RL02JL10.M
Last changed    : 12/9/2010 4:36:57 PM by LEYF CRG021
                  (modified after loading)

Method Info     : Metodo para cuantificacion de Hidrocarburos fraccion ligera (HCFL) GC-FID.
                  Equipo: ITSA CRG-021, Rango de Trabajo 37,5 µg/L a 22500 µg/L
                  Referencia de preparacion: VOL-2010-23-19/04 a VOL-2010-23-19/18
                  SEC/8015/CRG021/01JL10
                  CC/8015/CRG021/RL02JL10
                  VOL-2010-19-pag-010

Sample Info     : mx10-2969-15 FD 250 (8,01 g de muestra en 10 mL de MeOH
                  ) (100 µL extracto en 20 mL de Agua Tipo 2).
=====
  
```

Internal Standard Report

```

Sorted By       : Signal
Calib. Data Modified : 12/9/2010 4:29:27 PM
Multiplier:     : 250.0000
Dilution:       : 1.0000
Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
  
```

Sample ISTD Information:

ISTD #	ISTD Amount µg/L, µg/Kg	Name
1	500.20000	Estandar Interno

Signal 1: FID1 A, Front Signal

RetTime [min]	Type	ISTD used	Area [pA*s]	Amt/Area ratio	Amount µg/L, µg/Kg	Grp	Name
8.540	VVA+	1	237.56158	3.07112e-1	6196.47730	1	HCFL 1
12.648	VV	1	3993.66431	3.61078e-1	1.22474e5		Surrogado 1% DEC-979
14.836	VVA+	1	37.60360	0.00000	0.00000	1	HCFL 2
16.908	VV I	1	1472.35083	1.00000	500.20000		Estandar Interno
19.028	VVA+	1	126.47426	2.73232e-1	2934.98694	1	HCFL 3

Totals without ISTD(s) : 1.31606e5

Group summary :

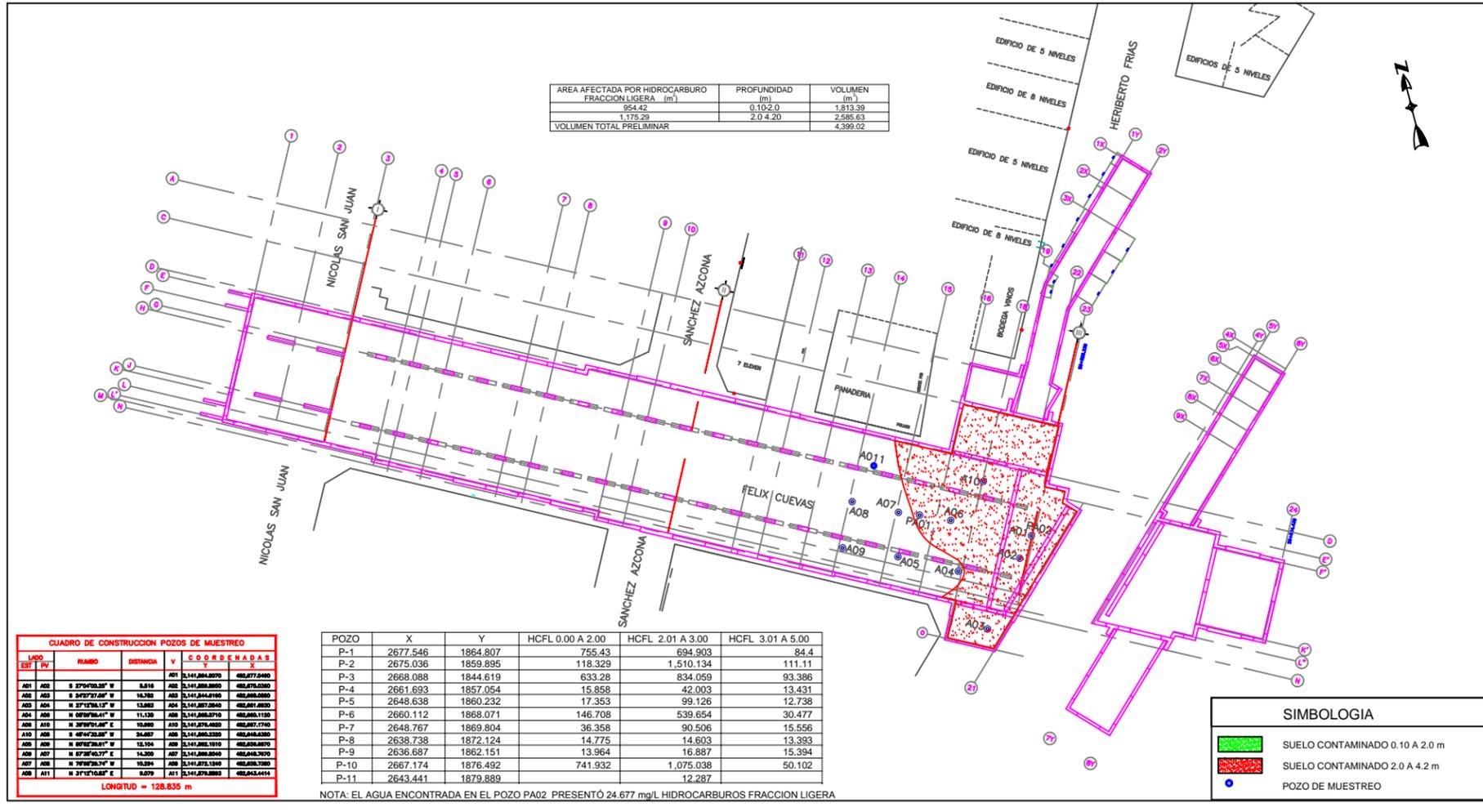
Group ID	Use	Area [pA*s]	Amount µg/L, µg/Kg	Group Name
1	G	401.63944	9131.46423	HCFL <LLC

Estacion Zapata

SONDEOS PARA DETECTAR SUELO CONTAMINADO

LINEA 12
LINEA DORADA
... la línea del Bicentenario!

AREA AFECTADA POR HIDROCARBURO FRACCION LIGERA (m ²)	PROFUNDIDAD (m)	VOLUMEN (m ³)
954.42	0.10-2.0	1,813.39
1,175.29	2.0-4.20	2,585.63
VOLUMEN TOTAL PRELIMINAR		4,399.02



LADO	EST. PV.	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS		
					X	Y	
A01	A02	S 27°04'03.20" W	8.918	A01	2141.884.8070	482.877.8460	
A02	A03	S 34°27'57.80" W	16.780	A02	2141.888.8860	482.875.0380	
A03	A04	N 37°12'06.10" W	13.863	A03	2141.844.4190	482.889.8880	
A04	A05	N 30°00'06.41" W	11.130	A04	2141.827.2640	482.891.8820	
A05	A10	N 38°00'01.80" E	10.860	A05	2141.868.8710	482.886.1180	
A10	A06	S 40°47'33.20" W	34.487	A10	2141.876.8620	482.887.7740	
A06	A07	N 10°02'06.10" W	13.724	A06	2141.865.3330	482.886.8380	
A07	A08	N 57°28'46.77" E	14.300	A07	2141.860.3310	482.858.8870	
A08	A09	N 78°00'36.74" W	10.384	A08	2141.868.8840	482.846.7670	
A09	A11	N 31°12'10.82" E	8.079	A09	2141.873.1340	482.838.7380	
					A11	2141.873.8860	482.843.4414

LONGITUD = 128.835 m

POZO	X	Y	HCFL 0.00 A 2.00	HCFL 2.01 A 3.00	HCFL 3.01 A 5.00
P-1	2677.546	1864.807	755.43	694.903	84.4
P-2	2675.036	1859.895	118.329	1,510.134	111.11
P-3	2668.088	1844.619	633.28	834.059	93.386
P-4	2661.693	1857.054	15.858	42.003	13.431
P-5	2648.638	1860.232	17.353	99.126	12.738
P-6	2660.112	1868.071	146.708	539.654	30.477
P-7	2648.767	1869.804	36.358	90.506	15.556
P-8	2638.738	1872.124	14.775	14.603	13.393
P-9	2636.687	1862.151	13.964	16.887	15.394
P-10	2667.174	1876.492	741.932	1,075.038	50.102
P-11	2643.441	1879.889		12.287	

NOTA: EL AGUA ENCONTRADA EN EL POZO PA02 PRESENTÓ 24.677 mg/L HIDROCARBUROS FRACCION LIGERA

SIMBOLOGIA

- SUELO CONTAMINADO 0.10 A 2.0 m
- SUELO CONTAMINADO 2.0 A 4.2 m
- POZO DE MUESTREO