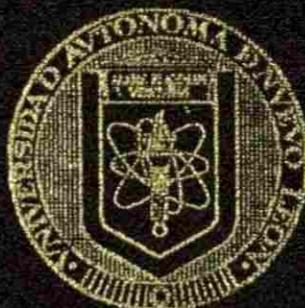


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS



ANALISIS DE HIDROCARBUROS AROMATICOS  
POLICICLICOS EN AGUA POTABLE MEDIANTE  
CROMATOGRAFIA DE GASES CON DETECTOR  
SELECTIVO DE ESPECTROMETRIA DE MASAS

DESARROLLO Y VALIDACION DE UN METODO  
ANALITICO

Por

NORA EMMA DIAZ MOROLES

Como requisito parcial para obtener el Grado de  
MAESTRIA EN CIENCIAS QUIMICAS con Especialidad  
en Química Analítica

Noviembre, 2000

TM

Z5521

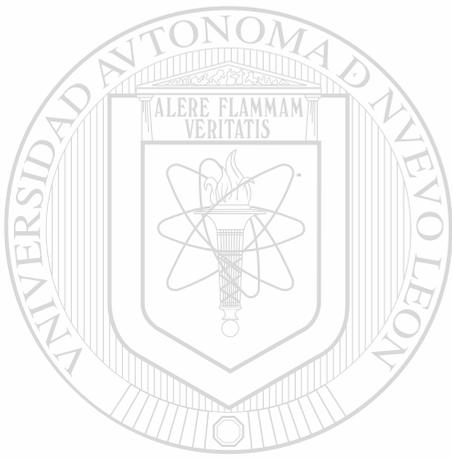
FCQ

2000

D5



1020145388



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



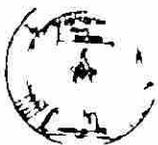
# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS



ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS  
EN AGUA POTABLE MEDIANTE CROMATOGRAFÍA DE GASES  
CON DETECTOR SELECTIVO DE ESPECTROMETRÍA DE  
MASAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UN MÉTODO ANALÍTICO  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Por

NORA EMMA DÍAZ MOROLES

Como requisito parcial para obtener el Grado de  
MAESTRÍA EN CIENCIAS QUÍMICAS con Especialidad en  
Química Analítica

Noviembre, 2000

ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS EN AGUA  
POTABLE MEDIANTE CROMATOGRFIA DE GASES CON  
DETECTOR SELECTIVO DE ESPECTROMETRÍA DE MASAS

DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE  
UN MÉTODO ANALÍTICO

Aprobación de la Tesis



M.C. Humberto J. Garza Ulloa  
Asesor Externo de la Tesis



Dr. Juan Manuel Alfaro Barbosa  
Asesor Interno de la Tesis

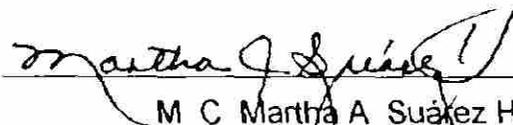


M. C. Perla Elizondo Martínez  
Comité de Tesis



M.C. Mayela de la Fuente Dávila  
Comité de Tesis

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



M. C. Martha A. Suárez Herrera  
Coordinadora de la Escuela de  
Graduados en Ciencias  
Facultad de Ciencias Químicas U A N L

## RESUMEN

Nora Emma Díaz Moroles

Fecha de Graduación Noviembre 2000

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Ciencias Químicas

Título del Estudio **ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS AROMÁTICOS  
POLICÍCLICOS EN AGUA POTABLE MEDIANTE  
CROMATOGRFÍA DE GASES CON DETECTOR  
SELECTIVO DE ESPECTROMETRÍA DE MASAS**

Número de páginas: 155

Candidata para el grado de Maestría en  
Ciencias Químicas con especialidad en  
Química Analítica

Área de Estudio: Química Analítica

**Propósito y Método del Estudio:** Los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs) se encuentran en la Lista de Contaminantes Prioritarios de la Comunidad Europea y de los Estados Unidos de América debido a sus propiedades carcinogénicas y mutagénicas. A nivel mundial hay estudios que revelan su presencia en aire, agua, suelos y alimentos, se originan por la quema de combustibles fósiles y material orgánico como carbón, madera y desperdicios, se encuentran en las emisiones de automóviles y en el humo del tabaco. En México están regulados los niveles de algunos de los PAHs en agua pero no existe una metodología oficial de análisis, por tal motivo, el propósito de este trabajo es desarrollar un método analítico que sea confiable, reproducible y que alcance niveles de detección y cuantificación inferiores a los que marca la normatividad en México. Como técnica analítica se seleccionó la Cromatografía de Gases Capilar con detector de Espectrometría de Masas.

**Contribuciones y Conclusiones:** Se lograron determinar las condiciones óptimas para el análisis por Cromatografía de Gases Capilar con detector de Espectrometría de Masas. Se logró mejorar el tiempo de análisis para Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos por Cromatografía de Gases reportado hasta el momento. Se realizó la validación instrumental al evaluar el desempeño inicial del método analítico propuesto, obteniéndose para cada uno de los 16 analitos objeto de estudio sus curvas de calibración y con ello sus rangos de trabajo, sus límites de detección y de cuantificación su precisión y linealidad, quedando todos dentro de los criterios de aceptación establecidos. Con este método es posible cuantificar concentraciones inferiores a las que marca la Comisión Nacional del Agua para el acenafteno y el fluoranteno. Se seleccionó un procedimiento de extracción en fase sólida que genera menos residuos de laboratorio que la extracción tradicional, se seleccionó un procedimiento de concentración de muestra que emplea un equipo Kuderna-Danish se diseñó un procedimiento general para el tratamiento de muestra y análisis de los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos estableciendo las condiciones de operación del Cromatógrafo de Gases y el Espectrómetro de Masas. Es necesario hacer más pruebas para validar el tratamiento de muestra. Se propone esto como tema de tesis para otro estudiante.

M. C. Humberto J. Garza Ulloa

Dr. Juan Manuel A. Faro Barbosa

## DEDICATORIA

A mi esposo,

**Ricardo Flores Lira**

por su amor y comprensión

porque sé que puedo contar con él en todo momento

A mis hijos

**Ricardo y Adrián Flores Díaz**

por ofrecerme su apoyo y darme ánimo para seguir adelante.



---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

A la memoria de mis padres,

**Damiana Moroles Ortiz y Jacinto Díaz González,**

quienes me enseñaron que con trabajo, paciencia y dedicación,

se alcanzan las metas

## AGRADECIMIENTOS

A mi asesor y director de tesis, M C Humberto J Garza Ulloa por haberme propuesto este tema de investigación y otorgarme la confianza de desarrollar la parte experimental en el laboratorio de Investigación y Desarrollo Químico, S A de C V , así como por haberme orientado cuando fue necesario

Al L.Q I Luis Alberto Dávila Salazar, gracias por su apoyo y paciencia, pero sobre todo gracias por compartir conmigo su área de trabajo, el Cromatógrafo de Gases y su experiencia en la técnica

A todos y cada uno de los integrantes del laboratorio de Investigación y Desarrollo Químico, S A de C.V. agradezco el apoyo que me brindaron durante mi estancia en INDEQUIM. Gracias por su amistad y compañerismo

Al Dr. Juan Manuel Alfaro Barbosa por su valioso apoyo y asesoría para la realización de este trabajo.

Al Sistema de Investigación Alfonso Reyes (SIREYES) por el apoyo financiero al proyecto 970-406035

---

Al Programa de Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica (PAICYT) por el apoyo financiero brindado

A la Secretaría Académica de la UANL por su Programa de Apoyo al Personal Académico el cual me permitió adquirir material de laboratorio

A la Secretaría de Educación Pública (SEP) y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por haberme otorgado una beca en el marco del Programa del Mejoramiento del Profesorado (PROMEP)

Al Dr Rogelio González Castillo Director de Intercambio Académico y Becas de Posgrado de la Secretaría Académica de la UANL por su orientación para obtener la beca PROMEP

## TABLA DE CONTENIDO

Capítulo		Página
1	<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
1.1	El Agua y los Contaminantes Prioritarios	1
1.2	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos y Cáncer	3
1.3	Fuentes de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	3
1.3.1	PAHs en Aire	4
1.3.2	PAHs en Suelos	4
1.3.3	PAHs en Agua	4
1.3.4	PAHs en Alimentos	5
1.3.5	PAHs y Petróleo	6
1.3.6	PAHs y Estilo de Vida	6
2	<b>ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS</b>	8
2.1	Antecedentes	8
2.2	Justificación	10
2.3	Objetivo General	10
2.4	Objetivos Específicos	10
3	<b>FUNDAMENTOS</b>	11
3.1	Recopilación y Revisión de Información	11
3.2	Selección de la Técnica Analítica	13
3.2.1	Porqué CGC/MS	13
3.2.2	Fundamento de la Técnica Analítica	16
3.2.3	Clasificación de las Técnicas Cromatográficas	17
3.2.4	Cromatografía de Gases	17
3.2.5	Cromatografía de Gases Capilar	17
3.2.6	Cromatograma	18
3.2.7	Componentes de un Espectrómetro de Masas	19
3.2.8	Detector Selectivo de Masas	20
3.2.9	Espectro de Masas	21
3.2.10	Modos de Operación del Espectrómetro de Masas	22
4	<b>METODOLOGÍA</b>	
4.1	Procedimiento de Extracción de PAHs	23
4.2	Procedimiento de Concentración de PAHs	26
4.3	Capacitación en la Técnica Analítica a Utilizar	27

4 4	Determinación de las Condiciones Óptimas para el Análisis por Cromatografía de Gases/Espectrometría de Masas (GC-MS)	27
4 5	Identificación	38
4 6	Cuantificación	38
4 7	Evaluación del Desempeño del Método Analítico (Validación)	39
4 8	Muestras Sintéticas	40
4 9	Muestras Reales	40
5	RESULTADOS	41
5 1	Resultados Obtenidos	41
5 2	Discusión de Resultados presentados en la tabla 13	45
5 3	Discusión de resultados presentados en la tabla 14	47
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
	REFERENCIAS	51
APÉNDICE A	CROMATOGRAMAS	55
APÉNDICE B	REPORTES DE CUANTIFICACIÓN	71
APÉNDICE C	ESPECTROS DE MASAS	87
APÉNDICE D	CURVAS DE CALIBRACIÓN	109
APÉNDICE E	RESULTADOS DE TRATAMIENTO DE MUESTRAS	126
APÉNDICE F	RIESGOS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD DE LOS REACTIVOS UTILIZADOS	141
APÉNDICE G	DEFINICIONES	152

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla</b>		<b>Página</b>
1	Límites Permitidos de algunos PAHs según la CNA	2
2	Niveles de PAHs en Alimentos	5
3	PAHs en el humo del Tabaco	7
4	Lista de 16 Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	9
5	Preparación de Soluciones Primarias	28
6	Preparación de Solución Secundaria (Mezcla PAHs)	29
7	Preparación de Mezcla de Estándar Interno y Surrogados	30
8	Preparación del Blanco	30
9	Preparación de Soluciones para Curvas de Calibración	31
10	Niveles de Concentración de cada Analito	31
<hr/>		
11	Condiciones de Operación del GC/MS	37
12	Datos Obtenidos en las 3 Corridas Cromatográficas para el Benzo(k)fluoranteno	42
13	Resultados de Validación Instrumental para los 16 PAHs	44
14	Resultados del Tratamiento de Muestras	46

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Esquema de un Cromatógrafo de Gases	18
2	Partes Básicas de un Espectrómetro de Masas	19
3	Esquema de un Espectrómetro de Masas de Cuadrupolo	20
4	Esquema del Sistema CGC/MS	22
5	Sistema de Extracción SPE en Tubo	25
6	Sistema de Extracción SPE en Disco	26
7.	Micro Kudema-Danish	27
8.	Reporte de Optimización del Detector con PFTBA	33
9	Reporte de Verificación de la Calibración con DFTPP	35
10.	Cromatógrafo de Gases HP G1800 A	37
11	Automuestreador HP6890	38
12	Curva de Calibración del Benzo(k)fluoranteno	43
13	Procedimiento General	50

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## ABREVIACIONES Y SIMBOLOS

US EPA	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos
SEMARNAP	Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca
CAS	Chemical Abstracts Service
PAHs	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos
CNA	Comisión Nacional del Agua
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
TPH	Hidrocarburos Totales del Petróleo
GC/MS	Cromatografía de Gases con Espectrometría de Masas
CGC/MS	Cromatografía de Gases Capilar con Espectrometría de Masas
FID	Detector de Ionización de Flama
TCD	Detector de Conductividad Térmica
ECD	Detector de Captura de Electrones
<hr/>	
NPD	Detector de Nitrógeno y Fósforo
AED	Detector de Emisión Atómica
FTIR	Infrarrojo con Transformada de Fourier
PID	Detector de Fotoionización
ELCD	Detector de Conductividad Electrolítica
UV	Ultravioleta
MS	Espectrómetro de Masas
CZE	Electroforesis Capilar de Zonas
NIST	Instituto Nacional de Estándares y Tecnología
SPE	Extracción en Fase Sólida

SPME	Microextracción en Fase Solida
SIM	Monitoreo Selectivo de Iones
EI	Impacto Electrónico
eV	Electrón Volt
PFTBA	Perfluorotributilamina
DFTPP	Decafluorotrifenilfosfina
ODS	Octadecilsilano
% CV	Porcentaje del Coeficiente de Variación
FC	Factor de Calibración
Std N-5	Estándar Nivel 5 de Concentración
Nitrod-5	Nitrobenceno d-5
N d-5	Nitrobenceno d-5
2,4,6 TBF	2,4,6 Tribromofenol
pH	-log de Concentración de Iones Hidrógeno

---

STD INT Estándar Interno

mg/L miligramo/Litro

µg/L microgramo/Litro

µg/kg microgramo/kilogramo

M<sup>o+</sup> Ion Molecular

m/z Relación Masa a Carga

ppm partes por millón

ng nanogramo

pg picogramo

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 El Agua y los Contaminantes Prioritarios

El agua es, sin duda, uno de los recursos naturales más valiosos de nuestro planeta, a través de los años se ha reconocido que es esencial para la existencia del hombre, no obstante, la industrialización y el uso de pesticidas y agroquímicos han acelerado su deterioro.

La creciente conciencia ecológica de la humanidad ha incrementado su interés por el medio ambiente y especialmente por la calidad del agua.

Durante los últimos años se ha detectado la presencia de más contaminantes orgánicos en el agua y algunos investigadores se han dedicado a resolver este problema. Así, en 1982 la Comunidad Europea estableció la "lista negra" de los Contaminantes Prioritarios, así mismo la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (US EPA) también tiene su Lista de Contaminantes Prioritarios que coincide con la lista de la Comunidad Europea, en su origen la lista era de 129 actualmente son 132 Contaminantes Prioritarios (Sonassy et al., 1994)

En México no se maneja una lista de Contaminantes Prioritarios como tal, pero existen Normas Mexicanas que establecen Criterios Ecológicos de Calidad del Agua; en esos Criterios se han incluido a los hidrocarburos aromáticos policíclicos y también de manera individual se considera a algunos de ellos, como por ejemplo al acenafteno y al fluoranteno

Es importante señalar que se publicó en México (Diario Oficial de la Federación Lunes 18 de agosto de 1997) por parte de la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) un aviso por el que se dan a conocer al público en general, el Instructivo General para obtener la Licencia Ambiental Única e Formato de solicitud de Licencia Ambiental Única para Establecimientos Industriales de Jurisdicción Federal y el Formato de Cedula de Operación para los Establecimientos Industriales de Jurisdicción Federal en ese aviso se incluye una lista de sustancias sujetas a reporte entre

las que destacan los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs) en la Tabla 18 de la lista de sustancias sujetas a reporte publicada en el Diario Oficial

También en México la Comisión Nacional del Agua (CNA) publicó en febrero de 1998 la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua donde establece una Tabla de Lineamientos de Calidad del Agua. En dicha tabla la CNA clasifica al agua en cuatro tipos según su uso como se describe enseguida.

Uso 1. Fuente de abastecimiento para uso público urbano

Uso 2 Riego agrícola

Uso 3 Protección a la vida acuática: Agua dulce, incluye humedales

Uso 4 Protección a la vida acuática: Aguas costeras y estuarios

La CNA clasifica a los parámetros indicativos de la calidad del agua en inorgánicos, orgánicos, físicos y microbiológicos. Dentro de los parámetros orgánicos se incluyen tres Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos que son: Acenafteno, Fluoranteno y Naftaleno. Los límites permitidos por la CNA para estos tres PAHs se resumen en la tabla 1.

Tabla 1. Límites Permitidos de Acenafteno, Fluoranteno y Naftaleno de acuerdo a la CNA

Parámetros mg/L	Uso 1	Uso 2	Uso 3	Uso 4
Acenafteno	0.02	-	0.02	0.01
Fluoranteno	0.04	-	-	0.0004
Naftaleno	-	-	0.02	0.02

En este trabajo es de interés el agua potable, en la tabla 1 se observa que la CNA establece como límites 0.02 y 0.04 mg/L para acenafteno y fluoranteno respectivamente, por lo que se tendrá que desarrollar un método de análisis químico que permita cuantificar esos niveles de concentración y preferentemente valores inferiores a ellos.

El análisis de contaminantes orgánicos en agua a niveles de trazas requiere el empleo de instrumentación analítica avanzada y el reto consiste precisamente en desarrollar métodos analíticos que reúnan las cualidades de ser confiables, reproducibles, y sobre todo sensibles es decir que permitan alcanzar los niveles de detección y cuantificación lo más bajo posible tratando de que éstos sean inferiores a los que marque la normatividad.

## 1.2 Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos y Cáncer

En México el cáncer ocupa el segundo lugar como causa de mortalidad en la población; según datos de la Dirección General de Estadística y de la Dirección General de Estadísticas Demográficas y Sociales del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, 1996), en 1996 se registraron 49916 defunciones por tumores malignos

Los PAHs se encuentran en la lista de Contaminantes Prioritarios debido a sus propiedades carcinogénicas y mutagenicas en general (Harvey R.G., 1978), aunque su propiedad carcinogénica varía de un compuesto a otro. Por ejemplo, el benzo(a)pireno se considera un potente carcinógeno, el criseno se considera menos carcinógeno y el naftaleno es no carcinógeno

Se consideran carcinógenos Benzo(a)pireno, Benzo(a)antraceno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(k)fluoranteno, Criseno, Dibenzo(a,h)antraceno y el Indenopireno

Se consideran no carcinógenos: Acenafteno, Antraceno, Fluoranteno, Fluoreno, Naftaleno y Pireno

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

## 1.3 Fuentes de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos se originan como productos al quemar combustibles fósiles y material orgánico. Las principales fuentes incluyen emisiones de la quema de carbón y madera, emisiones de automóviles, plantas generadoras de energía y quema de desperdicios. Los PAHs se encuentran en muchos alimentos comunes y son componentes significativos del humo del tabaco

La inhalación del humo del cigarro se ha encontrado como la causa principal de cáncer de pulmón en las poblaciones humanas

Además el ser humano está expuesto diariamente a PAHs en el aire que respira, el agua que bebe y los alimentos que consume. Los PAHs se

encuentran ampliamente difundidos en el medio ambiente (Harvey R G , 1978)  
En México se pueden encontrar en el asfalto

### 1.3.1 PAHs en Aire

En general, los PAHs permanecen en fase gaseosa a temperaturas superiores a 150 °C pero condensan rápidamente debajo de esa temperatura en partículas de ceniza voladora (Schure & Natusch, 1982) En un estudio canadiense de partículas en el aire urbano se encontró que el 85 % de los PAHs estaban asociados con partículas menores a 5 micrómetros de diámetro (Albagli et al.,1974). Las partículas inferiores a 5 micrómetros se clasifican como "partículas respirables" porque pueden penetrar por las vías respiratorias superiores y llegar hasta los alvéolos

### 1.3.2 PAHs en Suelos

Los PAHs se encuentran también en suelos en todas las regiones del planeta. Las concentraciones en las áreas urbanas e industriales son de 10 a 100 veces mayores que en las áreas no urbanas. En las regiones alejadas de las zonas urbanas se consideran fuentes de PAHs los fuegos forestales y erupciones volcánicas.

### 1.3.3 PAHs en Agua

Los PAHs en agua se pueden atribuir a las partículas de materia transportadas a través del aire, a suelos contaminados, así como a la contaminación directa de ríos y lagos por efluentes municipales e industriales. De hecho, los PAHs están ampliamente distribuidos a través de las aguas de la tierra y entran a la cadena alimenticia por plancton moluscos y pescados. Puesto que algunos de los PAHs son solo ligeramente degradados, esto representa un riesgo potencial a la salud del ser humano a través del agua potable

El nivel promedio de benzo a)pireno en agua potable se estima alrededor de 0.01 microgramo por litro, lo cual es similar en aire respirable relativamente limpio (Baum 1978)

El tratamiento de agua con cloro u ozono reduce los niveles de PAHs (Radding et al 1976) Las concentraciones de PAHs en sedimentos marinos reflejan la situación industrial en el área circundante Por otro lado en las Reglas de Acción para remediar sitios contaminados con sustancias peligrosas en USA dice que cualquier muestra de agua subterránea para la cual se detecten TPH (Total Petroleum Hydrocarbons) deberá analizarse para PAHs

### 1.3.4 PAHs en Alimentos

La contaminación de alimentos con PAHs es también extensa Los PAHs se encuentran en las hojas de las plantas como lechuga, espinaca, té y tabaco, en carnes ahumadas y en pescado Las relativamente altas concentraciones en hojas vegetales aparentemente reflejan la contaminación de la atmósfera Sin embargo, sólo una pequeña porción (10%) se elimina por lavado (Grimmer, 1968)

Los niveles de PAHs en varios alimentos se resumen en la tabla 2

Tabla 2. Niveles de PAHs en Alimentos en  $\mu\text{g PAH/kg}$  de material seco (Baum, 1978)

Tipo de alimento	Benzo(a)antraceno	Criseno	Benzo(a)pireno
Cereales	0.4-6.8	0.8-14.5	0.25-0.84
Lechuga	4.6-15.4	5.7-26.5	2.8-5.3
Espinaca	16.1	28.0	7.4
Tomate	0.3	0.5	0.2
Aceite de cocinar	0.5-13.5	0.5-129	0.9-1
Carne / pescado asado	0.2-31	0.5-25	0.2-11
Carne / pescado ahumado	0.02-189	0.3-123	
Café tostado	0.5-14	0.6-19	0.1-4
Té		4.6-6.3	3.9-21

Los PAHs están presentes no sólo en carnes y pescados ahumados y asados sino también en carne y mariscos frescos En estos casos la contaminación podría deberse a la contaminación del agua y del aire así como

de los alimentos de los *animales*. Al cocinarlos se incrementa el contenido total de PAHs debido a la pirólisis y contaminación por el humo

### 1.3.5 PAHs y Petróleo

Otra fuente potencial importante de exposición de PAHs es a través de aceites minerales y productos refinados del petróleo usados en cosméticos y productos medicinales (IARC, 1983). Productos derivados del petróleo con trazas de PAHs se utilizan en las preparaciones de cremas, bronceadores y aceites para bebés.

### 1.3.6 PAHs y Estilo de Vida

Mientras que la atención pública se ha enfocado a las fuentes de contaminación industrial, hay suficiente evidencia de que los hábitos personales y el estilo de vida contribuyen mucho más al riesgo individual

El gran incremento en la mortalidad por cáncer en los Estados Unidos durante los últimos 30 años se relaciona con el cáncer de pulmón. El fumar cigarrillos es el factor que más contribuye a incrementar el riesgo de cáncer en el tracto respiratorio (Loeb et al., 1984).

---

El humo del tabaco es una mezcla compleja en la cual la fase gaseosa contiene al menos 150 compuestos, y más de 200 compuestos han sido identificados en la fase de partículas (Hoffmann et al., 1978), entre estos últimos se encuentran los PAHs, incluyendo algunos iniciadores de tumores

Aunque se conoce menos acerca del humo de la marihuana, los estudios indican que los condensados del humo de la marihuana exhiben actividad mutagénica similar a los condensados del tabaco (Bush et al., 1979). La tabla 3 incluye los nombres de algunos PAHs encontrados en la fase de partículas del humo del tabaco, su actividad carcinogénica y su contenido por cigarrillo

Tabla 3 PAHs en la fase de partículas en el humo del tabaco (Hoffmann 1978)

PAHs	Actividad carcinogénica	ng/cigarrillo
Benzo(a)pireno	+++	10-50
5-Metilcriseno	+++	0.6
Dibenzo(a,h)antraceno	++	40
Benzo(b)fluoranteno	++	30
Benzo(j)fluoranteno	++	60
Dibenzo(a,h)pireno	++	ND
Dibenzo(a,i)pireno	++	ND
Indeno(1,2,3-cd)pireno	+	4
Benzo(c)fenantreno	+	ND
Benzo(a)antraceno	+	40-70
Criseno	+	40-60
Benzo(e)pireno	+	5-40
2- y 3-Metilcriseno	±	7
1- y 6-Metilcriseno	-	10
2-Metilfluoranteno	+	34
3-Metilfluoranteno	ND	40
Dibenzo(a,c)antraceno	+	ND

ND= datos no disponibles.

Por todo lo anterior, es evidente que el hombre está expuesto a una diversidad de PAHs, algunos de los cuales con propiedades carcinogénicas y que la exposición de un individuo dependerá de varios factores que incluyen su localización geográfica, su ocupación, su dieta y su estilo de vida ( Harvey R G 1991)

## CAPÍTULO 2

### ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

#### 2.1 Antecedentes

La US EPA y la Comunidad Europea seleccionaron 16 PAHs para su análisis en agua potable, en agua superficial y en agua residual. También se han hecho estudios en peces, sedimentos de ríos, suelos diesel cenizas de incineradores y aire. (Botello 1991; Trova, 1992, Lee, 1981; Voranasi, 1989 Liog, 1990).

La US EPA establece metodologías de análisis para PAHs en agua potable, en agua residual y en desechos sólidos, estas metodologías incluyen la validación del método

En la Comunidad Europea no existe metodología oficial de análisis para PAHs, sólo se requiere tener el método validado.

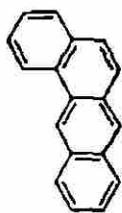
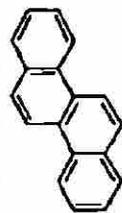
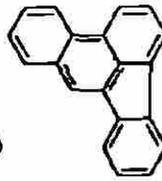
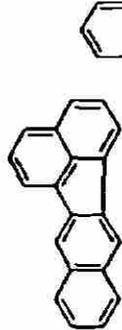
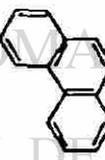
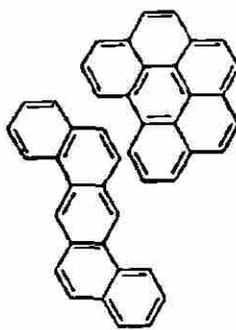
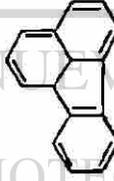
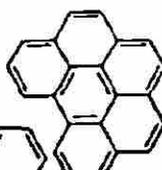
En México no existe metodología oficial para el análisis de PAHs

---

En la tabla 4 se presenta la lista de los 16 hidrocarburos aromáticos Policíclicos (PAHs), que incluye el nombre del compuesto su peso molecular y su estructura.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tabla 4 Lista de 16 Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos

1	Naftaleno		128	9	Benzo(a)antraceno		228
2	Acenaftileno		152	10	Criseno		228
3	Acenafteno		154	11	Benzo(b)fluoranteno		252
4	Fluoreno		166	12	Benzo(k)fluoranteno		252
5	Fenantreno		178	13	Benzo(a)pireno		252
6	Antraceno		178	14	Dibenzo(a,h)antraceno		278
7	Fluoranteno		202	15	Benzo(g,h,i)perileno		276
8	Pireno		202	16	Indeno(1,2,3-cd)pireno		276

## 2.2 Justificación

En México están regulados los niveles de concentración de algunos de los PAHs en agua, pero no existe una metodología oficial de análisis por tal motivo es importante desarrollar un método analítico que sea confiable que sea reproducible y que permita alcanzar niveles de detección y cuantificación inferiores a los que marque la normatividad

## 2.3 Objetivo General

Desarrollar un método analítico para cuantificar el contenido de hidrocarburos aromáticos policíclicos en agua potable utilizando como técnica analítica la Cromatografía de Gases con detección de Espectrometría de Masas, (GC/MS)

## 2.4. Objetivos Especificos

1. Revisar diferentes metodologías para analizar hidrocarburos aromáticos policíclicos, incluyendo diferentes procedimientos para la extracción y concentración de los analitos a cuantificar.
2. Seleccionar el procedimiento para la extracción y concentración de los analitos en la muestra, así como el tratamiento de la misma.
3. Determinar las condiciones óptimas para el análisis por Cromatografía de Gases Capilar/ Espectrometría de Masas, CGC/MS
4. Optimizar el tratamiento de muestra para la concentración de los hidrocarburos aromáticos policíclicos.
5. Validar el método desarrollado
6. Proponer un método para el tratamiento de la muestra y análisis de hidrocarburos aromáticos policíclicos en agua potable

## CAPÍTULO 3

### FUNDAMENTOS

#### 3.1 Recopilación y Revisión de Información

Se revisaron los siguientes métodos:

Método 525 Revisión 2.1 de la Environmental Protection Agency de Estados Unidos de América (US EPA) que trata de la determinación de compuestos orgánicos en agua potable mediante extracción sólido – líquido y cromatografía de gases capilar/espectrometría de masas. (US EPA 1988; HP, 1990).

Método 550 de la US EPA que trata del análisis de hidrocarburos aromáticos policíclicos en agua potable mediante extracción líquido – líquido y cromatografía de líquidos de alta resolución con detección UV y Fluorescencia (US EPA, 1990)

---

Método 610 de la US EPA que trata del análisis de hidrocarburos aromáticos polinucleares en aguas residuales (US EPA 1982)

Método 625 de la US EPA que trata del análisis de compuestos orgánicos semivolátiles mediante GC/MS en aguas residuales. (US EPA, 1984).

Método 8270 Revisión 3 de la US EPA que trata del análisis de compuestos orgánicos semivolátiles en desechos sólidos (US EPA 1996)

Método 8310 que trata del análisis de hidrocarburos aromáticos polinucleares en residuos sólidos. (US EPA, 1990)

Métodos propuestos en el libro Water Analysis, Organic Micropollutants editado por Hewlett Packard dedica un capítulo a los PAHs (Soniasy Riezve, 1994)

Se revisó a Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1- 1994 "Salud Ambiental agua para uso y consumo humano límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse al agua para potabilización" (DOF 1996)

Se estudiaron las publicaciones de la American Chemical Society sobre las revisiones de Análisis Ambiental que aparecieron en Application Reviews, Analytical Chemistry (Clement, 1995 1997 y 1999), que cubren el desarrollo en química analítica ambiental aplicada de enero 1993 a octubre de 1998 y que se encuentran en el Chemical Abstracts Service (CAS) para Cromatografía de Gases, Espectrometría de Masas, Química Analítica Inorgánica y Monitoreo de Contaminación. Es importante destacar que sólo en el período de enero 1993 a octubre de 1994, Clement y sus colaboradores revisaron más de 20,000 resúmenes para seleccionar los artículos que mencionarían en la publicación del año de 1995 de la revisión de aplicaciones en Analytical Chemistry.

De la revisión de Clement de 1997 se seleccionaron 4 artículos:

Un artículo trata de la Microextracción en Fase Sólida (SPME) de PAHs de muestras acuosas y emplea fibras porosas cubiertas con sílice químicamente enlazada de 4 tipos y análisis por GC/FID y GC/MS. (Liu Yu, 1997).

Otro artículo presenta la separación y determinación de PAHs por SPME y Electroforesis Capilar con Ciclodextrina Modificada y detección UV (Nguyen, 1997)

El tercer artículo describe un método para determinar compuestos aromáticos en agua y combina la SPME y Espectroscopía de Absorción UV. (Wittkamp, 1997).

El cuarto artículo se enfoca a la influencia de la composición volumétrica del acetonitrilo en la fase móvil sobre las características de adsorción de cromatografía líquida en fase reversa usando como fase estacionaria gel de sílice modificado con octadecilsilano (ODS) (Miyabe 1997)

Se revisaron también los catálogos 1997, 1998, 1999 y 2000 de Supelco y las metodologías propuestas por los fabricantes de equipos cromatográficos, como Hewlett Packard, Supelco, Varian y Alltech

Una publicación de Hewlett Packard se refiere al análisis de PAHs en suelos y lodos usando Extracción Térmica y GC-MS (Snelling, 1993)

Otra publicación de Hewlett Packard describe el análisis de PAHs mediante GC/FID mediante inyección splitless con un programa de presión de pulsos controlado electrónicamente (David 1993)

De Supelco se revisaron

Boletín 865 B que se enfoca al análisis de Compuestos Orgánicos en Agua Potable por GC/HPLC con Procedimientos US EPA

Boletín 773 G que trata del análisis de PAHs mediante GC y HPLC

Nota de aplicación 59 que describe la extracción de compuestos orgánicos de agua usando discos de extracción en fase sólida

Nota de aplicación 65 que se refiere al empleo de tubos SPE para el monitoreo de compuestos orgánicos en agua potable por el método 525 US EPA

Nota de aplicación 108 que trata del análisis de PAHs por GC.

Ejemplos de aplicación de los catálogos Supelco, donde se reportan análisis de PAHs mediante SPME/HPLC/UV, SPE/GC/FID, SPME/GC/MS, GC/MS, SPE/GC, HPLC/UV y extracción con fluidos supercríticos (SFE)/GC/MS, de los cuales es importante observar las condiciones de operación, columna utilizada y tiempos de retención obtenidos

De Varian se revisó

Un artículo que describe la extracción de PAHs contenidos en agua potable mediante el empleo de discos SPE.

De Alltech se revisaron:

Ejemplos de aplicación para el análisis de PAHs donde reportan el uso de GC/FID, HPLC/UV.

## 3.2 Selección de la Técnica Analítica

### 3.2.1 Por qué CGC/MS

Los PAHs se pueden analizar por tres técnicas que son cromatografía de gases, cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC) y electroforesis capilar

Para la técnica de cromatografía de gases existen los siguientes detectores:

- MS Espectrometría de Masas
- FID Ionización de Flama
- TCD Conductividad Térmica
- ECD Captura de Electrones o Termiónico
- NPD Detector de Nitrógeno y Fósforo
- AED Detector de Emisión Atómica o Fotométrico de Flama
- FTIR Infrarrojo con Transformada de Fourier
- ELCD Detector de Conductividad Electro itica

Para la técnica de cromatografía de líquidos existen los siguientes detectores

- Fluorescencia
- Espectrofotometría de absorción ultravioleta
- FTIR
- MS

Para la técnica de electroforesis capilar hay 2 modalidades

- CZE            Electroforesis capilar de zonas
- HPCE        Electroforesis de alta resolución

Se seleccionó Cromatografía de Gases porque es la técnica más utilizada en el análisis de contaminantes orgánicos en agua , además con el detector de Espectrometría de Masas constituye una herramienta esencial en el monitoreo ambiental ( Soniassy Riezve, 1994). Uno de los principales usos de los sistemas GC/MS es en laboratorios de pruebas ambientales privados públicos y del CLP (Contract Laboratory Program) de la US EPA (McMaster, 1998)

Con la combinación del sistema Cromatografía de Gases/Espectrometría de Masas se pueden separar mezclas en sus componentes individuales, identificar dichos componentes y cuantificarlos

De todos los detectores anteriormente mencionados, los que son aplicables a los PAHs son el FID o Detector de Ionización de Flama y el MS o Espectrómetro de Masas. Los dos son detectores universales.

El FID requiere de una flama de hidrógeno/aire para operar y responde a los compuestos orgánicos en general, basta que tenga enlaces C-H, se dice que es un detector sensible a la masa porque responde al número de átomos de carbono que entra en el detector por unidad de tiempo, tiene la ventaja de que los cambios en el flujo de fase móvil tienen poco efecto en la respuesta del detector.

El FID posee una elevada sensibilidad (10 pg/s)), un gran intervalo lineal de respuesta ( $10^7$ ) y un bajo ruido. Por lo general es resistente y fácil de utilizar, pero comparado con el Espectrómetro de Masas el detector de Ionización de Flama no es capaz de proporcionar la misma información estructural que proporciona el espectro de masas con fines de identificación.

El espectrómetro de masas es el mejor detector que se puede acoplar con el cromatógrafo de gases ya que presenta las ventajas de ser sensible y específico en la identificación de sustancias desconocidas o en la confirmación de presencia de compuestos. Su alta sensibilidad resulta de la acción del analizador como un filtro de masas para reducir la interferencia de fondo y de los multiplicadores de electrones sensibles que se usan para la detección. La excelente especificidad en la identificación es el resultado de los patrones de

fragmentación característicos que proporcionan información acerca de la masa y la estructura molecular, es decir, los espectros de masas proporcionan la estructura del compuesto, su peso molecular y su patrón de fragmentación (Willard 1991)

El Espectrómetro de Masas es el mejor detector disponible para el análisis de PAHs, el acoplamiento CGC/MS es el que ofrece la mejor sensibilidad, si se trabaja en modo SIM (Selected Ion Monitoring) se detecta hasta un picograma, en cambio si se trabaja en "full scan" se detecta sólo un nanograma, tiene un rango lineal de  $10^5$  (Willard, 1991).

Para los otros detectores empleados en Cromatografía de Gases, la identificación se basa solamente en el tiempo de retención obtenido con un estándar que se compara con el tiempo de retención del desconocido, corridos ambos bajo las mismas condiciones cromatográficas. Si los tiempos de retención coinciden, se supone que se trata de la misma sustancia pero podría darse el caso de que dos compuestos presenten tiempos de retención similares sin ser la misma sustancia y que lo que aparenta ser un pico, se trate de 2 sustancias que eluyeron juntas (McMaster, 1998).

La identificación se basa en la comparación del espectro de masas de cada componente de la mezcla con colecciones de espectros de compuestos estándares que se encuentran en bases de datos

Primero, para lograr la separación de los componentes de la mezcla, se inyecta la muestra en el cromatógrafo de gases, se obtiene un cromatograma, luego, para lograr la identificación, se selecciona un pico del cromatograma (el del componente de la mezcla que se desea identificar), se obtiene su espectro de masas y luego éste se compara con los espectros que se encuentran en la base de datos, todo esto se maneja a través de una computadora, cuyo software permite ofrecer los 3 compuestos de la base de datos mas parecidos a los de la sustancia desconocida y el % de semejanza en los patrones de fragmentación.

La base de datos del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de Estados Unidos (NIST) de 1996 de compuestos de importancia ambiental contiene 75,000 espectros (de 62,000 compuestos); la 6ª Edición de Wiley Library contiene 275,000 espectros, la Stan Pesticide Library contiene 340 compuestos y la Pflieger Drug Library contiene espectros para 4370 compuestos (McMaster, 1998)

En este trabajo se emplea la Wiley Library porque es la que incluye un mayor número de espectros en su base de datos

### 3.2.2 Fundamento de la Técnica Analítica

La cromatografía es una técnica de separación, identificación y cuantificación que tiene aplicaciones en todas las áreas de las ciencias. Es de gran aplicación en todo tipo de laboratorios, especialmente en orgánicos, analíticos clínicos, ambientales y forenses.

Esta técnica tiene su origen en el año de 1906 cuando un bioquímico ruso de nombre Mikhail Tswett separó pigmentos vegetales tales como clorofilas y xantofilas, haciendo pasar disoluciones de estos compuestos a través de una columna de vidrio rellena con carbonato de calcio finamente dividido. Las especies separadas aparecían como bandas coloreadas en la columna, por lo cual le llamó "cromatografía" del griego chroma que significa "color" y graphein que significa "escribir".

Las aplicaciones de la cromatografía se han incrementado notablemente los últimos años. El tremendo impacto de esta técnica en la ciencia se confirmó al otorgarse el Premio Nobel de 1952 a A. J. P. Martin y R. L. M. Synge por sus trabajos en este campo. Además, en el período de 1937 a 1972, doce Premios Nobel concedidos se otorgaron a trabajos en los que la cromatografía tenía un papel importante (Skoog-Leary, 1994).

El acoplamiento de la espectrometría de masas a la cromatografía de gases se realiza a partir de 1960 (Fowles, 1995).

La cromatografía permite a los científicos separar compuestos estrechamente relacionados en mezclas complejas, lo que en muchas ocasiones resulta imposible por otros métodos.

En todos los procesos cromatográficos se requiere de una fase móvil y una fase estacionaria inmiscibles entre sí. Los componentes de la muestra se transportan a través de la fase estacionaria mediante una fase móvil que fluye; los componentes de la muestra se distribuyen entre las dos fases, pero presentan diferente afinidad por las mismas, de modo que los que son más afines a la fase estacionaria se mueven más lentamente. Las separaciones se basan en las diferentes velocidades de migración que presentan los componentes de la muestra.

### 3.2.3 Clasificación de las Técnicas Cromatográficas

Se pueden hacer clasificaciones de las técnicas cromatográficas bajo diferentes criterios. Uno de ellos se basa en la forma en que las fases móvil y estacionaria se ponen en contacto, y entonces se clasifica como cromatografía en columna y cromatografía plana.

Es en columna cuando la fase estacionaria se mantiene dentro de un tubo estrecho a través del cual se hace pasar la fase móvil por presión o por gravedad. Es plana cuando la fase estacionaria se mantiene sobre una placa lisa o en un papel, en este caso la fase móvil se desplaza a través de la fase estacionaria por capilaridad o por gravedad.

De acuerdo a esta clasificación en este estudio se usa la cromatografía en columna.

Otra clasificación se basa en el estado físico de la fase móvil, que puede ser un líquido, un gas o un fluido supercrítico. Dando lugar a la Cromatografía de Líquidos, Cromatografía de Gases y Cromatografía de Fluidos Supercríticos.

### 3.2.4 Cromatografía de Gases

Según la clasificación anterior, en este trabajo se usa la cromatografía de gases ya que la fase móvil a utilizar es el gas inerte helio.

### 3.2.5 Cromatografía de Gases Capilar

La columna que se utiliza es capilar, mide 0.25 mm de diámetro interno, 0.25 micrómetros de película (de fase estacionaria líquida) y 30 metros de largo por lo que la técnica utilizada es Cromatografía de Gases Capilar (CGC).

La muestra se inyecta y volatiliza en la cabeza de la columna. El helio usado como gas acarreador obliga a los componentes de la muestra a recorrer la columna, lo hacen a diferentes velocidades según su afinidad por la fase estacionaria. Los que tienen más afinidad por la columna son los últimos en salir. El corazón del cromatógrafo es la columna porque en ella ocurre la separación.

Es requisito que los compuestos que se van a separar se volatilicen a a temperatura de operación y que sus masas moleculares queden comprendidos dentro del rango de trabajo del espectrómetro de masas

### 3.2.6 Cromatograma

Es una gráfica que representa la señal del detector (ordenada) contra tiempo. En el Apéndice A se incluyen los cromatogramas obtenidos durante la validación instrumental para el análisis de PAHs en agua potable

En la figura 1 se incluye una representación esquemática de un cromatógrafo de gases

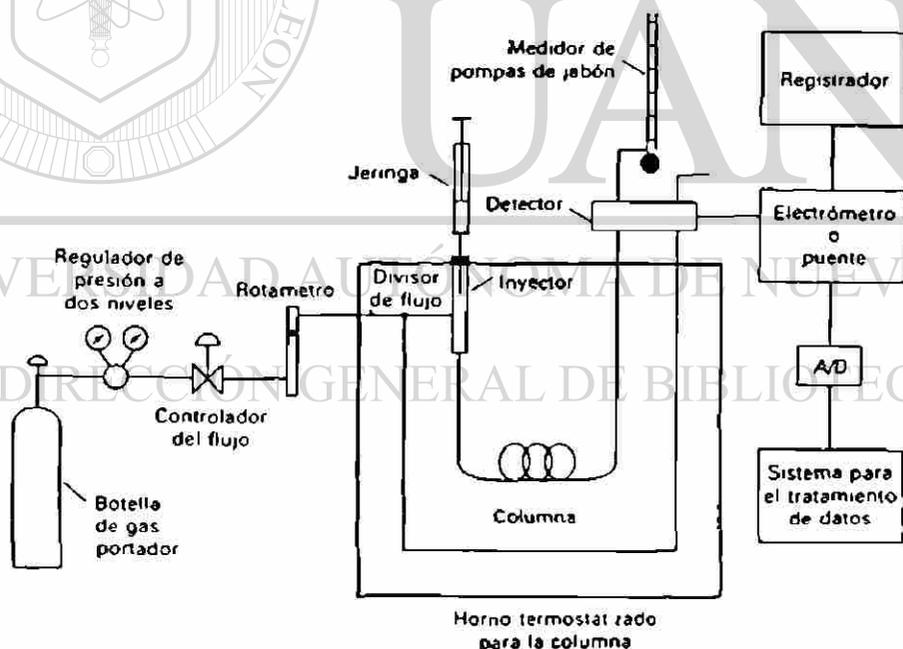


Figura 1 Esquema de un cromatógrafo de gases

### 3.2.7 Componentes de un Espectrómetro de Masas

Un espectrómetro de masas realiza tres funciones básicas: 1) producir iones gaseosos a partir de una muestra, 2) separar esos iones de acuerdo con su relación masa/carga y 3) determinar la abundancia relativa de cada ion o fragmento.

En esta investigación el detector a utilizar es el Espectrómetro de Masas. En la figura 2 se muestra un esquema de las partes básicas de un espectrómetro de masas. Las partes esenciales son: 1) sistema de introducción de muestras, 2) fuente de iones, 3) sistema de aceleración de iones y analizador de masas, 4) sistema colector de iones o detector, 5) sistema de manejo de datos y 6) sistema de vacío.

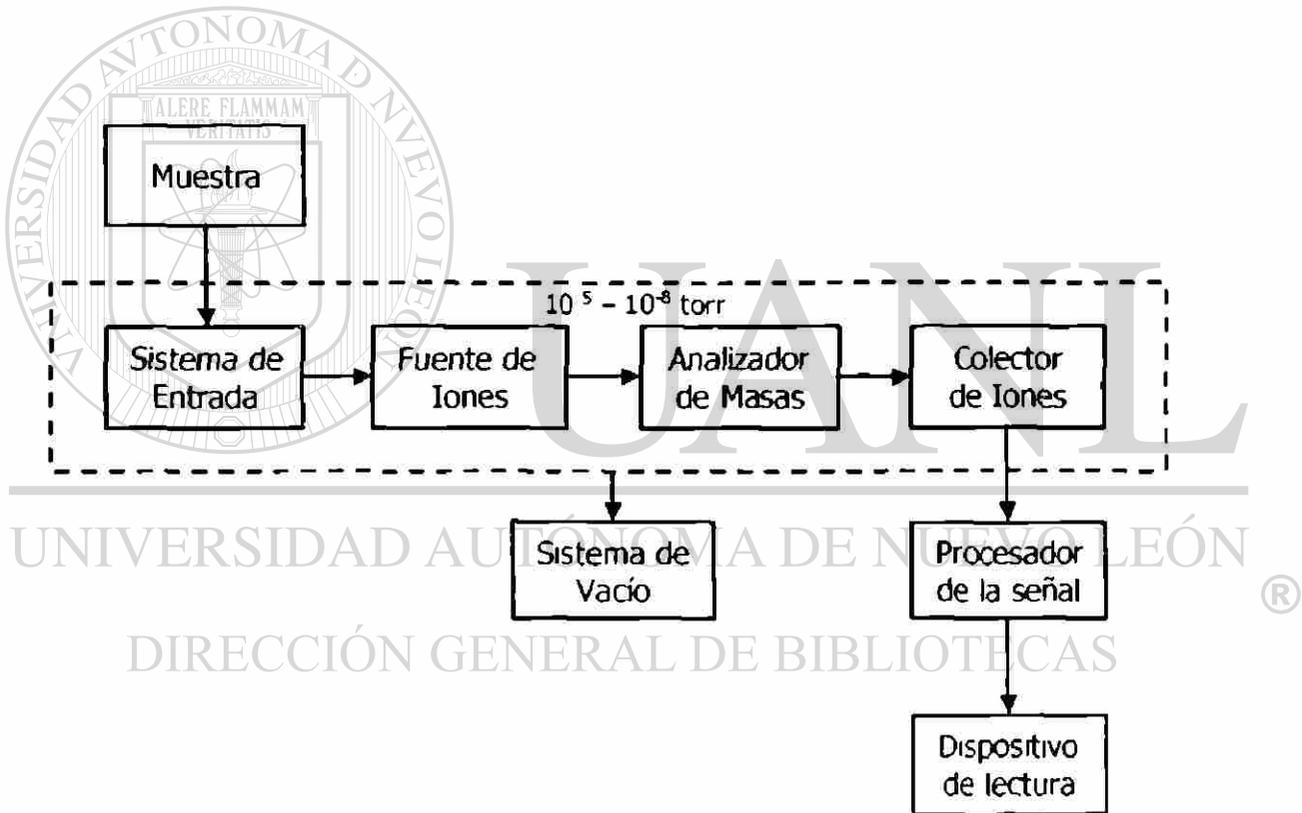


Figura 2 Partes básicas de un espectrómetro de masas

### 3.2.8 Detector Selectivo de Masas

El espectrómetro de masas que se utilizó como detector del cromatógrafo de gases tiene como filtro o analizador de masas un cuadrupolo

El espectrómetro de masas de cuadrupolo puede considerarse como un detector de ionización especial para cromatografía de gases. Los compuestos orgánicos entran a la cámara de ionización (fuente de iones) y se ionizan por impacto electrónico (EI) existen otras formas de ionización, que son: Ionización Química (CI), Bombardeo con átomos rápidos (FAB) e Ionización por Campo (FI), pero el impacto electrónico es el más común y además es la forma de operación del Cromatógrafo de Gases GCD Modelo G1800 A de la marca Hewlett Packard disponible para esta investigación. En la figura 3 se muestra un esquema de un espectrómetro de masas de cuadrupolo.

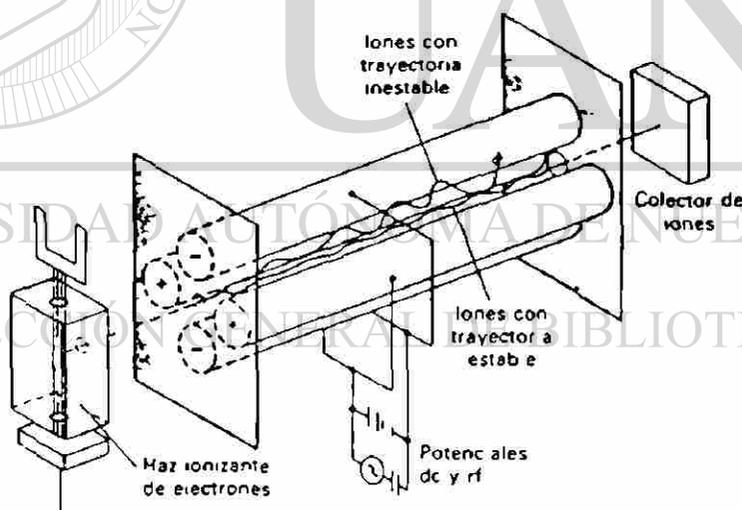


Figura 3 Esquema de un espectrometro de masas de cuadrupolo

En ionización por impacto electrónico las moléculas se bombardean con electrones de 70 eV en filamentos de rhenio o tungsteno. Se forma

un ion molecular ( $M^+$ ) con suficiente cantidad de energía acumulada para disociarse en iones fragmento típicos radicales y especies neutras

El cuadrupolo tradicional consiste de 4 barras paralelas y conductoras. Los pares de barras tienen un sobrepotencial positivo y negativo, que se colocan en forma diagonalmente opuesta en términos de voltaje de corriente directa dc, un par de barras es positivo y el otro par es negativo. La amplitud del campo eléctrico determina qué fragmentos alcanzan el detector del espectrómetro o colector de iones.

La operación apropiada del filtro de masas depende de la relación precisa entre la radiofrecuencia (RF) y el voltaje (DC) y de sus magnitudes.

Los filtros o analizadores de masas se clasifican en

- Radiofrecuencia (incluye filtro de cuadrupolo y de trampa iónica)
- TOF o Tiempo de vuelo
- FTMS o Transformada de Fourier
- Sector Magnético

Los iones que atravesaron el cuadrupolo, llegan al colector o detector del espectrómetro y generan una señal eléctrica que se traduce en un espectro de masas. Existen varios tipos de colectores de iones o detectores del espectrómetro que son:

- Multiplicador de electrones
- Dinodo de alta energía
- Multiplicador electrónico de canales
- Dinolito

El colector de iones o detector del espectrómetro de masas (que es el detector del cromatógrafo de gases) empleado en esta tesis es el multiplicador de electrones, que es el más utilizado.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### 3.2.9 Espectro de Masas

Se obtiene un espectro de masas, que consiste en una serie de líneas que representan la relación masa a carga ( $m/z$ ) del ion molecular y de los iones fragmento producidos (en la abscisa) que se grafican contra su abundancia (en la ordenada)

### 3.2.10 Modos de Operación del Espectrómetro de Masas

El espectrómetro de masas puede operar de 2 modos full scan y SIM

El modo "full scan" se usa para identificar compuestos de sus patrones de identificación, o sea, es útil para análisis cualitativo.

El modo "sim" (selected ion monitoring) o monitoreo selectivo de iones se usa para cuantificar compuestos con alto grado de selectividad y sensibilidad. Se detectan picogramos. Una característica interesante del modo SIM es que los estándares internos pueden ser compuestos con propiedades químicas, físicas y cromatográficas similares a los compuestos a cuantificar. Por ejemplo, en el caso de los PAHs los mejores estándares internos son PAHs deuterados

En la figura 4 se muestra un esquema del sistema CGC/MS

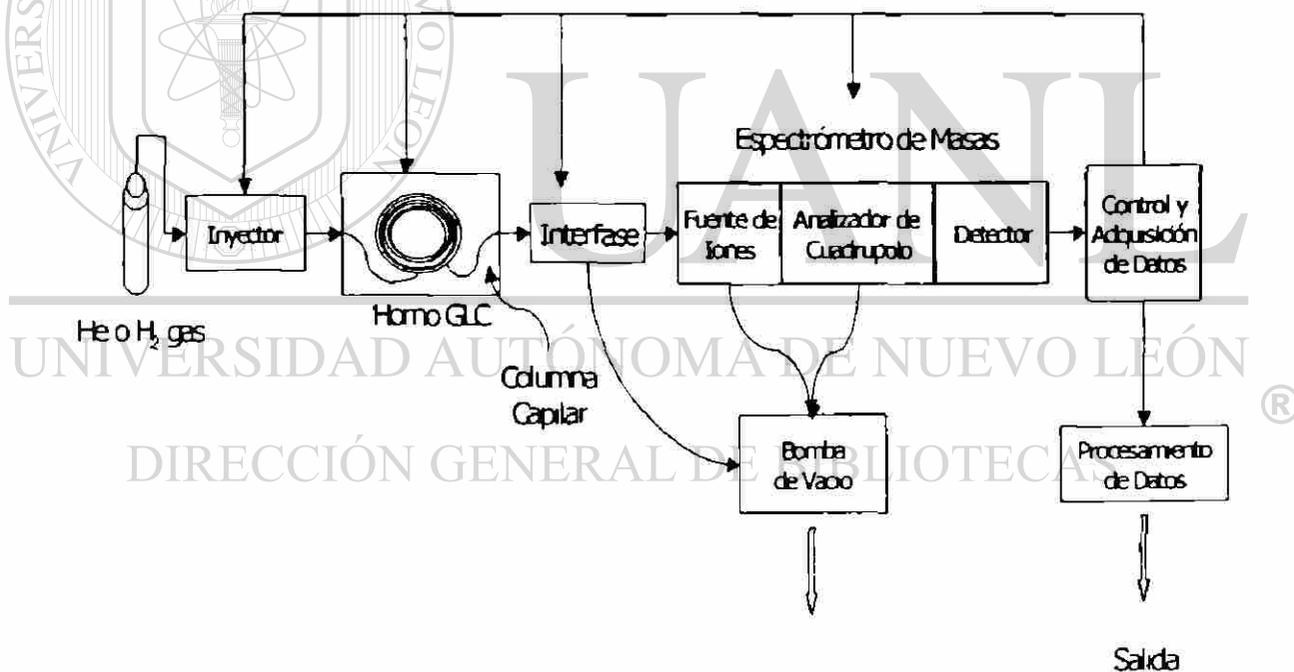


Figura 4 Esquema del sistema CGC/MS

## CAPÍTULO 4

### METODOLOGÍA

#### 4.1 Procedimiento de Extracción de los PAHs

Se seleccionó la técnica de extracción en fase sólida (SPE). Se hicieron pruebas en su modalidad de discos  $C_{18}$  y también en tubos SPE

Se eligió la extracción en fase sólida (SPE) porque es una alternativa más cómoda, barata y rápida que la extracción líquido-líquido, que es la técnica tradicional para extraer analitos orgánicos de muestras para análisis; la ventaja que presenta es que reduce significativamente el volumen de solventes orgánicos clorados empleados para la preparación de muestras.

La SPE consiste en pasar los analitos, estándares internos y surrogados contenidos en un litro de agua a través de un disco o un tubo con relleno de sílice, en los cuales quedan retenidos los PAHs. Después se eluyen los compuestos de interés con un solvente orgánico adecuado, en este caso se usó cloruro de metileno

Los mecanismos de interacción de la matriz, los analitos y el relleno del tubo son similares a los usados en cromatografía líquida, es decir, actúan por: adsorción, partición, intercambio o exclusión

Los discos empleados tienen una matriz de fibra de vidrio porosa, que contiene sílice de superficie modificada ( $C_{18}$  ligado a sílice), se usan para extraer contaminantes orgánicos presentes en grandes volúmenes de agua (1 litro o más). La matriz de fibra de vidrio permite una alta velocidad de flujo y mínima obstrucción por partículas

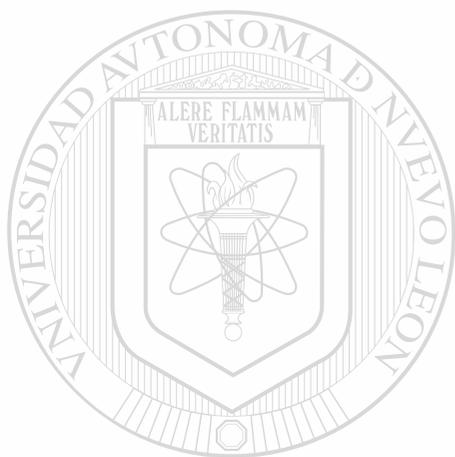
Se seleccionó  $C_{18}$  porque hay estudios en HPLC que muestran que la retención y la selectividad para la separación de los PAHs en fases alquilo se incrementa al aumentar la longitud de la cadena de la fase estacionaria (Sander, 1987, Jinno 1983)

Se ha demostrado que las fases  $C_{18}$  químicamente enlazadas proveen excelente selectividad para la separación de PAHs (Wise 1981)

Además se publicó una investigación donde se compara la selectividad para la extracción de alquilbencenos y PAHs en 4 tipos de fibras SPME de capa porosa, donde las fases enlazadas a sílice son octil fenil octodecil ( $C_{18}$ ) monomérico y octadecil ( $C_{18}$ ) polimérico y de los cuatro el que mostró mayor selectividad fue el  $C_{18}$  polimérico (Yu Liu, 1997)

En este procedimiento de extracción el mecanismo de interacción es partición, se considera similar a un sistema HPLC en fase reversa donde la fase móvil es polar ( $H_2O$ ) y la fase estacionaria es no polar en este caso la fase estacionaria es la fase ligada  $C_{18}$

La figura 5 muestra un esquema del sistema de extracción SPE en tubo y la figura 6 el sistema de extracción SPE en disco

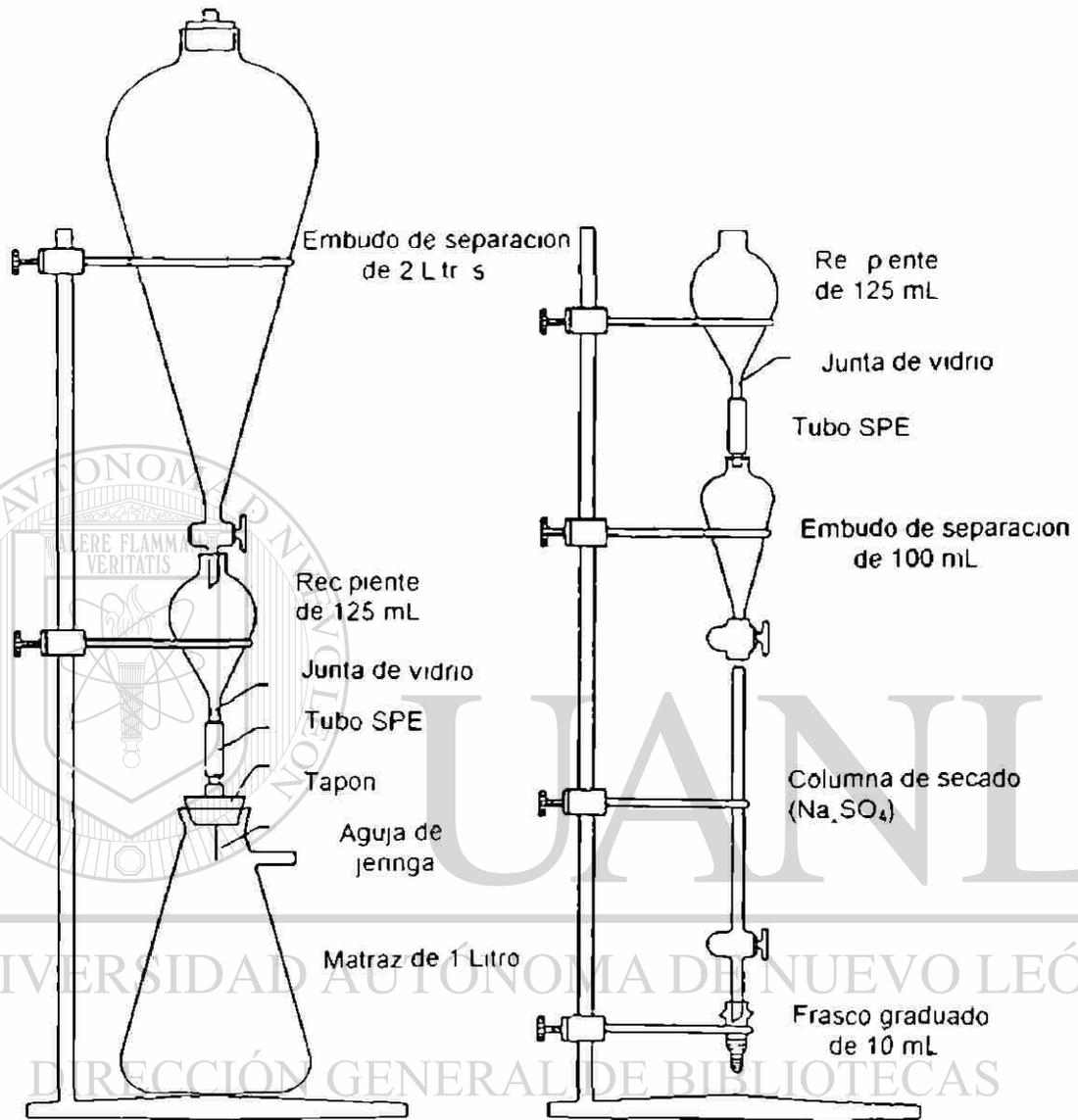


# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



A Extracción

B Elución

Figura 5 Sistema de Extracción SPE en tubo  
A Extracción B Elución

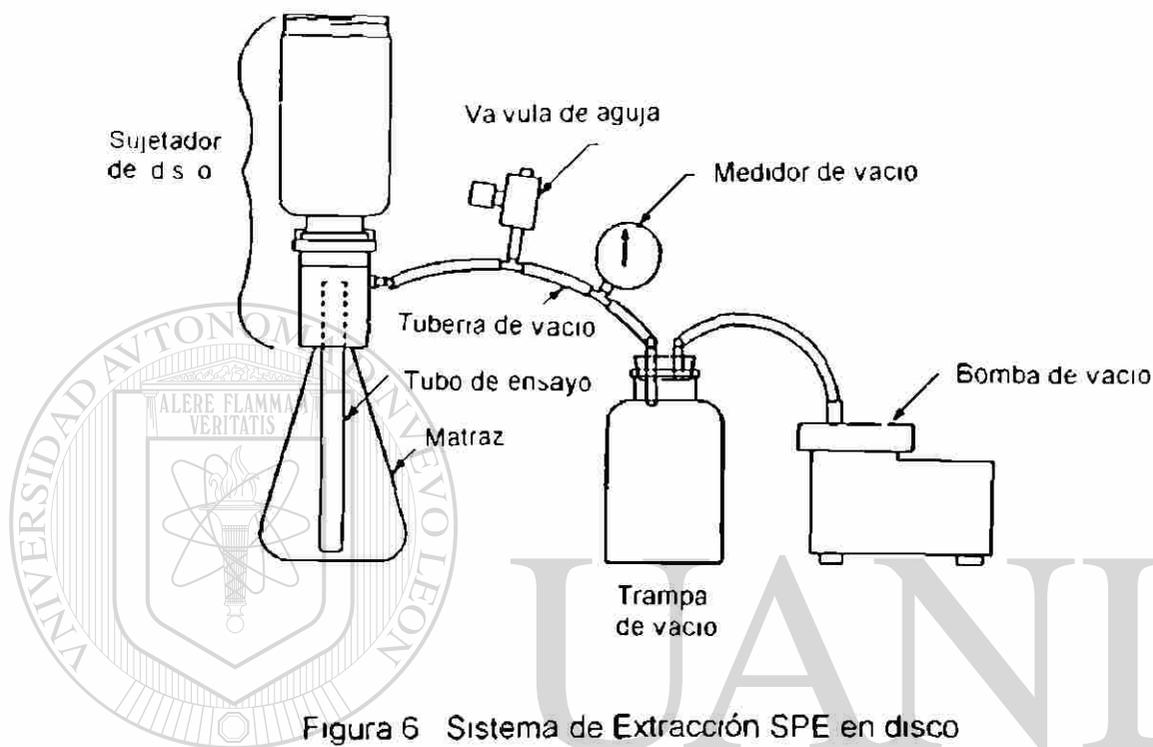


Figura 6 Sistema de Extracción SPE en disco

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
**4.2 Procedimiento para la Concentración de PAHs**  
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Los compuestos orgánicos se eluyen del disco con un pequeño volumen de solvente (cloruro de metileno) y se concentran con un equipo Kuderna – Danish mediante evaporación del solvente en una campana de extracción

El Kuderna-Danish fue desarrollado para concentrar materiales disueltos en solventes volátiles y tiene amplia aplicación en análisis ambientales. Los solventes típicos son cloruro de metileno y hexano. El equipo consiste en un matraz, un condensador y un recipiente receptor que se coloca sobre un baño de agua caliente. El solvente se elimina por evaporación y los analitos se concentran en la parte inferior del receptor que tiene una escala graduada para medir los volúmenes que puede contener. En la figura 7 se muestra el micro Kuderna-Danish.



Figura 7 Micro Kuderna-Danish.

### 4.3 Capacitación en la Técnica Analítica a Utilizar

Se procedió al aprendizaje teórico con 2 programas (a y b) y práctico (c)

- a) GCD System Tutorial (2 discos compactos)
- b) MS Fundamental Tutorial (2 discos compactos)
- c) Entrenamiento en INDEQUIM

### 4.4 Determinación de las Condiciones Óptimas para el Análisis por Cromatografía de Gases/Espectrometría de Masas (GC-MS)

- 1 Se prepararon soluciones primarias de cada uno de los 16 PAHs a partir de estándares certificados. La tabla 5 muestra la lista de los 16 PAHs, con la cantidad disponible de cada uno de ellos, procedencia, porcentaje de pureza reportado en el certificado, la cantidad que se pesó de cada uno de ellos en balanza analítica, la columna de peso real se refiere al peso corregido según su pureza, e volumen al que se aforó el solvente empleado para cada analito y a concentración obtenida para cada una de las 16 soluciones primarias.

Tabla 5 Preparación de Soluciones Primarias PAHs

Análito	Nombre	Disponible, gramos	Marca y lote, SUPELCO, LA.	%Pureza	Cantidad Pesada	Peso Real	Aforación, mL	Solvente	Concentración mg/L
1	Acenafteno	5.000	62709	99.0	0.2584	0.25582	25	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	10232.64
2	Antraceno	5.000	58109	99.0	0.2533	0.25077	25	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	10030.88
3	Fluoranteno	5.000	65810	98.5	0.2502	0.24845	25	Melanol	9857.86
4	Naftaleno	5.000	48856	99.0	0.2507	0.24819	25	Melanol	9927.72
5	Fenantreno	5.000	59039	99.0	0.2518	0.24928	25	Melanol	9971.28
6	Pireno	5.000	51784	97.3	0.2577	0.25074	25	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	10029.86
7	Fuoreno	5.000	48712	99.0	0.2688	0.26413	25	Melanol	10565.28
8	Acenaftileno	0.100	41708	99.0	0.0502	0.04970	10	Melanol	4989.80
9	Benzo(a)antraceno	0.100	40725	99.0	0.0272	0.02693	10	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	2692.80
10	Benzo(a)pireno	0.100	67065	99.0	0.0525	0.05198	10	Tolueno	5197.50
11	Criseno	0.100	38984	99.0	0.0159	0.01574	10	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	1574.10
12	D benzo(a)h antraceno	0.100	67402	99.0	0.0143	0.01416	10	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	1415.70
13	Benzo(b)fluoranteno	0.050	55048	99.0	0.0254	0.02515	5	Acetona	5029.20
14	Benzo(k)fluoranteno	0.050	63158	99.0	0.0142	0.01408	5	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	2811.60
15	Benzo(ghi)perileno	0.025	67401	99.0	0.0100	0.00990	5	Tolueno	1980.00
16	Indeno(1,2,3-cd)pireno	0.010	63804	99.0	0.0076	0.00772	5	Acetona	1544.40

- 2 Se preparó una solución secundaria consistente en una mezcla de 16 PAHs. La tabla 6 muestra las alícuotas de cada analito empleadas para preparar la mezcla conteniendo los 16 analitos. Se expresa la concentración de cada uno de ellos en la solución secundaria.

Tabla 6. Preparación de Solución Secundaria (Mezcla PAHs)

Analito	Nombre	Concentración en mg/L	µL de Stock	Concentración en Solución Secundaria, mg/L
1	Acenafteno	10232.64	75	153.49
2	Antraceno	10030.68	75	150.46
3	Fluoranteno	9857.88	75	147.87
4	Naftaleno	9927.72	75	148.92
5	Fenantreno	9971.28	75	149.57
6	Pireno	1029.68	75	150.45
7	Fluoreno	10565.28	75	158.48
8	Acenaftileno	4969.80	150	149.09
9	Benzo(a)antraceno	2692.80	300	161.57
10	Benzo(a)pireno	5197.50	150	155.93
11	Criseno	1574.10	50	157.41
12	Dibenzo(a,h)antraceno	1415.70	500	155.73
13	Benzo(b)fluoranteno	5029.20	150	150.88
14	Benzo(k)fluoranteno	2811.60	250	140.58
15	Benzo(g,h,i)perileno	1980.00	400	158.40
16	Indeno(1,2,3-cd)pireno	1544.40	500	154.44

Se mezclan todas las alícuotas indicadas y se afora a 5 mL con Cloruro de Metileno marca Fisher grado Optima

- 3 Se preparó la disolución del estándar interno También una mezcla del estándar interno y surrogados que se describe en la tabla 7 La tabla 8 muestra los volúmenes empleados de la mezcla de estándar interno y surrogados y de cloruro de metileno para la preparación de los blancos

Tabla 7 Preparación de la Mezcla de Estándar Interno y Surrogados

Compuesto	Conc Inicial ppm	Volumen $\mu\text{L}$	Conc Final ppm
Naftaleno d-8	20 000	100	2,000
Nitrobenceno d-5	40,000	100	4,000
2,4,6 Tribromofenol	40 000	100	4,000
$\text{CH}_2\text{Cl}_2$		700	

Quando se añaden 25  $\mu\text{L}$  de esta mezcla a la mezcla de PAHs y se afora a 1 mL con cloruro de metileno (para preparar las soluciones a 5 niveles de concentración para las curvas de calibración) se obtienen concentraciones de 50 ppm para el estándar interno (naftaleno d-8) y 100 ppm para los surrogados (nitrobenceno d-5 y 2,4,6 Tribromofenol)

Tabla 8 Preparación del blanco.

Reactivo(s)	Volumen $\mu\text{L}$
Mezcla Naft d-8, Nitro d-5, 2,4,6 TBF	25
$\text{CH}_2\text{Cl}_2$	975

Se obtienen concentraciones de 50 ppm para el estándar interno (naftaleno d-8) y 100 ppm para los surrogados (nitrobenceno d-5 y 2,4,6 tribromofenol)

4. Se efectuaron cálculos para la preparación de los cinco niveles de concentración para la curva de calibración requerida para la cuantificación En la tabla 9 se muestran los volúmenes empleados de cada uno de los reactivos utilizados para preparar las 15 soluciones para obtener por triplicado las curvas de calibración a los cinco niveles de concentración para cada analito La tabla 10 muestra los 5 niveles de concentración para cada analito

Tabla 9 Preparación de las soluciones de calibración

Función	Compuesto	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Estándar Interno	Naftaleno d-8	25 µL				
Surrogado	Nitrobenceno d-5					
Surrogado	2,4,6 Tribromofenol					
Estándares	Mezcla PAHs	35 µL	70 µL	105 µL	140 µL	175 µL
Solvente	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> Aforar a	1 mL				

Los 25 µL que aparecen en la fila del estándar interno de la tabla 9, corresponden a la mezcla que contiene naftaleno d-8, nitrobenceno d-5 y 2,4,6 tribromofenol, cuya preparación se describe en la tabla 7, es por eso que en la tabla 9 las filas del nitrobenceno d-5 y 2,4,6 tribromofenol aparecen en blanco

Tabla 10. Niveles de concentración para la calibración de PAHs en mg/L.

Analito	Nombre	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
1	Acenafteno	5 372	10 744	16.111	121 489	26.861
2	Antraceno	5 266	10.532	15 798	21 064	26 331
3	Fluoranteno	5 175	10 351	15 526	20.702	25 877
4	Naftaleno	5 212	10 424	15 636	20 848	26 060
5	Fenantreno	5 235	10 470	15.705	20 940	26 175
6	Pireno	5 266	10 531	15 797	21 062	26 328
7	Fluoreno	5 547	11 094	16 640	22 187	27 734
8	Acenaftileno	5 218	10 437	15 655	20 873	26 091
9	Benzo(a)antraceno	5 655	11 310	16 965	22 620	28 274
10	Benzo(a)pireno	5 457	10 915	16 372	21 830	27 287
11	Criseno	5 509	11 019	16 528	22 037	27 547
12	Dibenzo(a,h)antraceno	5 450	10 901	16 351	21 802	27 252
13	Benzo(b)fluoranteno	5 281	10 561	15 842	21 123	26 403
14	Benzo(k)fluoranteno	4 920	9 841	14 761	19 681	24 602
15	Benzo(g,h,i)perileno	5 544	11 088	16 632	22 176	27 720
16	Indeno(1,2,3-cd)pireno	5 405	10 811	16 216	21 622	27 027

- 5 Se preparó la solución del nivel 1 de concentración, incluye 16 PAHs estándar interno y surrogados. Se corrió el cromatograma con un programa de temperatura y un tiempo de corrida de 31 minutos. Se corrió también un blanco (incluye estándar interno, surrogados y solvente)
- 6 Al revisar los datos del cromatograma se concluye que faltó tiempo para que salieran todos los compuestos de la columna
- 7 Se preparó una solución del nivel 5 de concentración (incluye los 16 PAHs, estándar interno y surrogados) y se corrió el cromatograma con el mismo programa de temperatura anterior, pero dando un tiempo de corrida de 50 minutos. Se corrió también un blanco
- 8 Al revisar los datos del cromatograma se concluye que el programa de temperatura y el tiempo son los adecuados. Se lograron identificar todos los analitos, se estableció el orden de elución en el que aparecen en el cromatograma
- 9 Se preparó la solución del nivel 3 de concentración (incluye los 16 PAHs, el estándar interno y surrogados) y se corrió su cromatograma con el mismo programa de temperatura anterior y mismo tiempo de corrida. Se corrió también un blanco
- 10 Al revisar los resultados del cromatograma se lograron identificar los 16 analitos, el estándar interno y los surrogados, se determinaron sus tiempos de retención y el orden de elución
- 11 Se elaboró un reporte de cuantificación para los 19 compuestos
- 12 Habiendo optimizado el procedimiento de análisis para el cromatógrafo de gases empleado se guardaron las condiciones de los parámetros utilizados en un **método** incluyendo una base de datos para la **cuantificación**.

Cada 24 horas se hace un autoajuste del GC-MS con una inyección interna de PFTBA (perfluorotributilamina) estándar, y cada vez que se va a inyectar una muestra se hace un ajuste fino o verificación de calibración de inyección con un estándar de DFTPP (decafluorotrifetilfosfina)

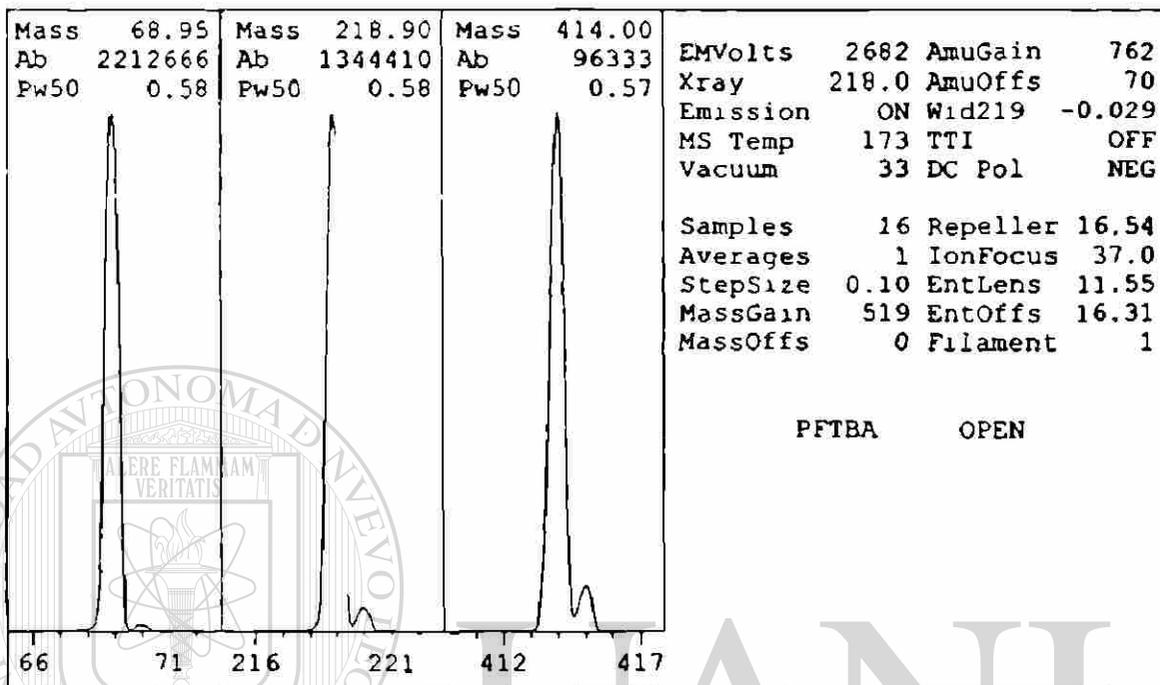
Enseguida se incluyen

- Reporte de optimización del detector con inyección de PFTBA (Figura 8)
- Reporte de verificación de calibración con DFTPP (Figura 9)

HP GCD Tune Detector Optimization)

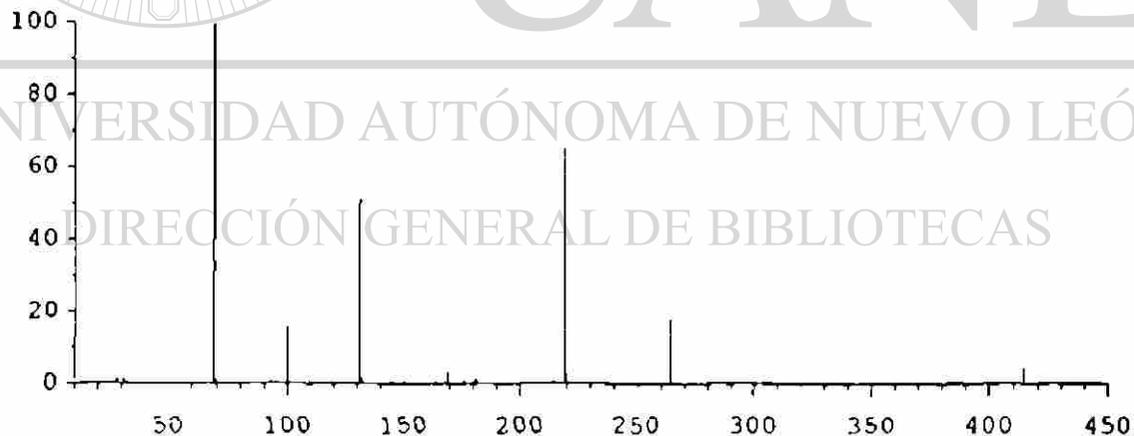
Instrument: GCD Plus  
Wed Aug 02 06:59:35 2000

C:\HPCHEMP\1\GCD\ATUNE.U



PFTBA OPEN

Scan: 10.00 - 450.00 Samples: 16 Thresh: 100 Step: 0.10  
147 peaks Base: 69.00 Abundance: 2056192



Mass	Abund	Rel Abund	Iso Mass	Iso Abund	Iso Ratio
69.00	2056192	100.00	70.00	24632	1.20
218.95	1351680	65.74	22.00	63264	4.68
414.00	9016	4.38	415.00	7759	8.62

Store this page in the lab notebook to have a history of the instrument.

Figura 8 A Reporte de optimización del detector con PFTBA

System Verification - Tune Detector Optimization Portion

Instrument Name : GCD Plus  
 DC Polarity : Negative  
 Filament : 1  
 Time since last pumpdown : 5.7 days  
 Calibration vial last refilled : Unknown

If the level of PFTBA in the calibration vial is too low, system verification may fail.

Column Phase : HP-5  
 Inlet Temperature SetPoint : 250  
 Inlet Temperature Actual : 250

BasePeak should be 69 and it is	69.00	Ok
Position of mass 69	69.00	Ok
Position of mass 219	218.95	Ok
Position of mass 414	414.00	Ok
Position of isotope mass 70	70.00	Ok
Position of isotope mass 220	220.00	Ok
Position of isotope mass 415	415.00	Ok
Ratio of mass 70 to mass 69 (0.5 - 1.6%)	1.21	Ok
Ratio of mass 220 to mass 219 (3.2 - 5.4%)	4.66	Ok
Ratio of mass 415 to mass 414 (6.8 - 11.2%)	8.93	Ok
Ratio of 219 to 69 should be > 15% and is	66.36	Ok
Ratio of 414 to 69 should be > 0.2% and is	4.35	Ok
Mass 69 Precursor (<= 3%)	0.24	Ok
Mass 219 Precursor (<= 6%)	0.55	Ok
Mass 414 Precursor (<= 12%)	1.12	Ok

Testing for a leak in the system

Ratio of 18 to 69 (<20%)	0.46	Ok
Ratio of 28 to 69 (<10%)	1.75	Ok

Electron Multiplier Voltage 2682 Ok

Tune portion of System Verification passed.

File : F: SV JUL 8 2.SV.D  
 Operator : Nora E Diaz  
 Acquired : 2 Aug 10 12: 9 pm using AcqMeth d DFTP0722  
 Instrument : GCD Plu  
 Sample Name: TUNE DFTPP 1 ppm, 2 AG STO-200 .  
 Misc Inf : INY 1 µL.  
 Vial Number: 1

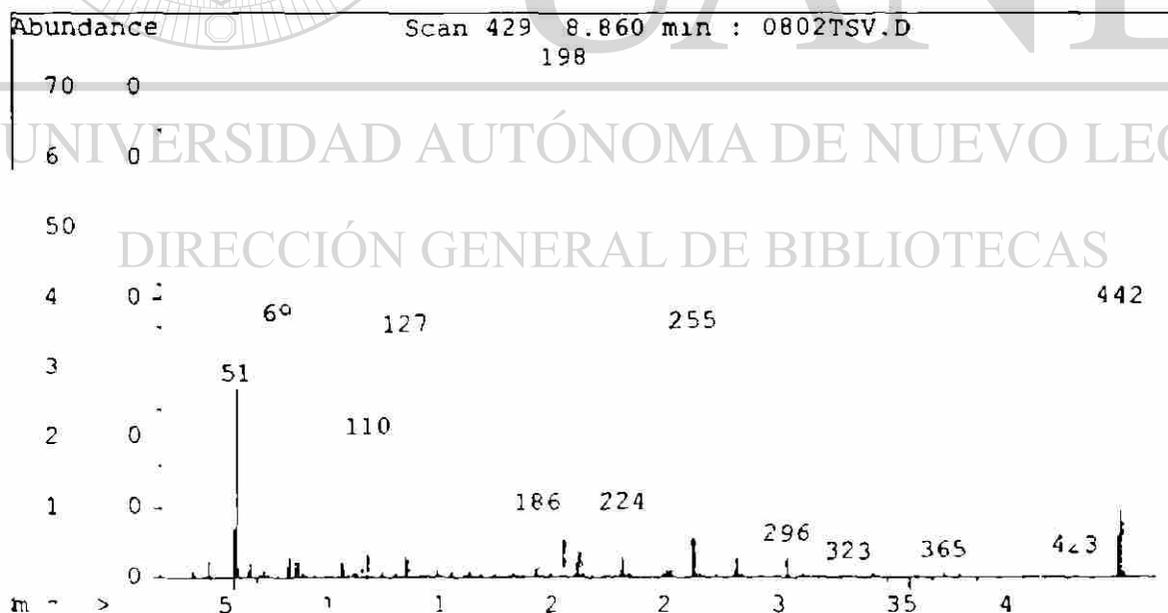
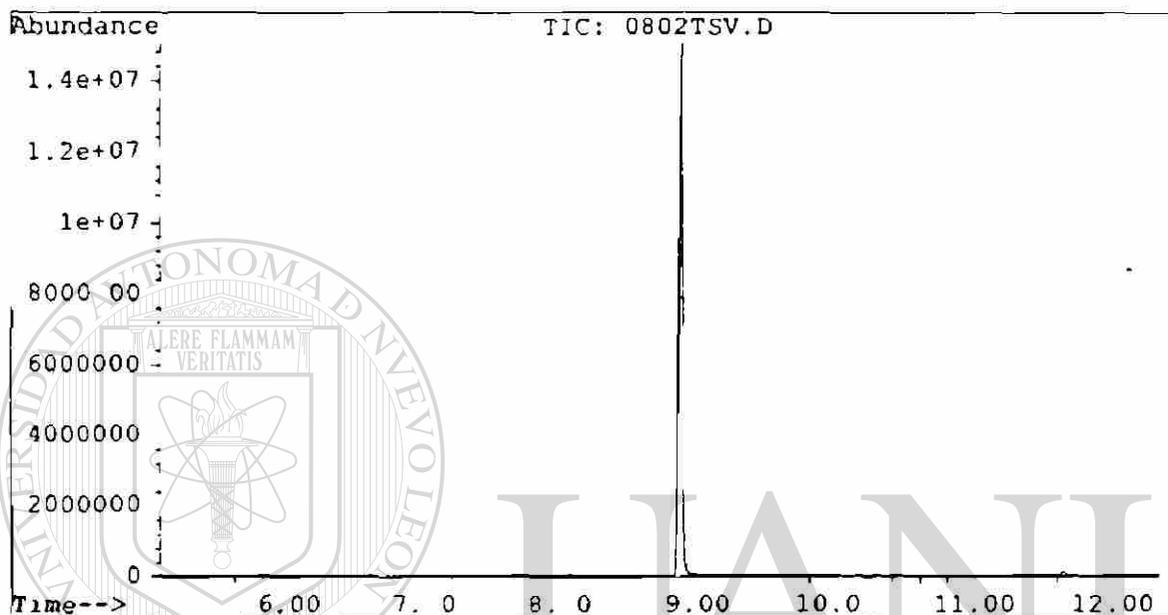


Figura 9 A Reporte de verificación de la calibración con DFTPP

DFTPP

Data File : F:\SV JUL 08 2TSV.D  
 Acq Time : 2 Aug 1 12:09 pm Operator: Nora E Diaz  
 Sample : TUNE DFTPP 100 ppm, 02-AGOSTO-2000. In t : GCD Plus  
 Misc : INY 1 µL. Multiplr: 1.00  
 Method : F:\METODOS\SEMIVL~1\Q 801PAC.M  
 Title :

Scan Number 429

Target Mass	Rel. to Mass	Lower Limit%	Upper Limit%	Rel. Abn%	Raw Abn	Result Pass Fail
51	198	30	60	35.2	269 5e	PASS
68	69	0	2	0.0	0	PASS
69	198	0	100	46.6	35564e	PASS
70	69	0	2	0.5	1632	PASS
127	198	40	60	44.4	33868e	PASS
197	198	0	1	0.0	0	PASS
198	198	100	100	100.0	76332e	PASS
199	198	5	9	7.0	5317e	PASS
275	198	10	30	21.1	16121e	PASS
365	198	1	10	2.1	16364	PASS
441	443	0	100	73.0	569 4	PASS
442	198	40	100	49.9	380544	PASS
443	442	17	23	20.5	77960	PASS

0802TSV.D Q0801PAC.M

Thu Aug 03 15:18:41 2000

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Figura 9 B Reporte de verificación de la calibración con DFTPP

La tabla 11 muestra las condiciones de operación óptimas para el análisis de PAHs mediante CGC-MS incluye el tipo de columna empleada el programa de temperatura el tiempo de corrida gas acarreador utilizado y su velocidad de flujo el volumen de inyección y el rango de masas

Tabla 11 Condiciones de Operación de Cromatografía de Gases Espectrometro de Masas

Cromatografía de gases	HP G1800A
Automuestreador	HP 6890
Detector	Espectrometro de Masas
Columna	Supelco PTE 5 por 5 dfen 95 dmet s oxano 30 m x 0.25 mm DI X 0.25 µm f m
Programa temp	40 C-4 m n rampa 10 C/m n hasta 300 C
Tiempo de corrida	35 m n
Gas	He 1 m m n
Volumen de inyección	1 µL splitless
Rango de masas	3-450 m z
Sovent de ay	6.0 m n
Modo	Scan

La figura 10 muestra una fotografía de Cromatografía de Gases empleado en el análisis y la figura 11 presenta una fotografía de automuestreador utilizado

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Figura 10 Cromatografía de Gases HP G1800 A

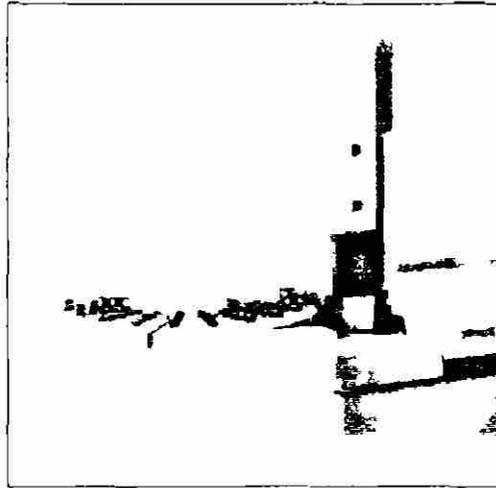


Figura 11 Automuestreador HP 6890

#### 4.5 Identificación

Los compuestos que euyen de la columna se identifican por comparacion de sus espectros de masas y tiempos de retencion con los espectros y tiempos de retencion de referencia de una base de datos Los espectros de masas y tiempos de retencion de referencia para ana los se obtienen mediante el uso de estandares de calibracion bajo las mismas condiciones empleadas para las muestras

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

#### 4.6 Cuantificación

La concentracion de cada componente identificado se mide mediante la tecnica de estandar interno

Esta tecnica consiste en relacionar la respuesta en el espectro de masas de ion de cuantificacion producido por el compuesto analito con la respuesta en el espectro de masas del ion de cuantificacion producido por un compuesto que se usa como estandar interno

Estandar interno requerido para este metodo analitico

- Naftaleno d-8

Estandar externo

- Nitrobenzeno d-5 y 2,4,6-Trinitrofenol

## 4.7 Evaluación del Desempeño del Método Analítico (Validación)

Se considera como evaluación del desempeño de un método analítico el conjunto de parámetros que deben ser determinados para definir su alcance y la calidad de los resultados que pueden ser obtenidos a condiciones operativas de laboratorio.

Consiste en determinar los siguientes parámetros

- Rango de trabajo
- Linealidad
- Precisión
- Límite de detección
- Límite de cuantificación
- Exactitud

Procedimiento para la Validación

Se preparó lo siguiente

- Soluciones primarias de cada uno de los 16 PAHs a partir de estándares certificados (Tabla 5).
- Una solución Secundaria (Mezcla PAHs) (Tabla 6).
- Una mezcla de estandar interno (Naftaleno d-8) y Surrogados (2,4,6 Tribromofenol y nitrobenceno d-5) (Tabla 7)
- Tres blancos de calibración (Tabla 8)
- Por triplicado soluciones de calibración a 5 niveles de concentración (Tabla 9)
- DFTPP 100 ppm para verificar calibración GC/MS

Pruebas preliminares permitieron determinar

- El orden de elución de los 19 componentes de la mezcla
- Los tiempos de retención
- La identificación en la base de datos
- Se creó un método para la adquisición de datos
- Se creó un método para la cuantificación (En el **Apéndice B** se incluyen los reportes de cuantificación para cada PAH y en el **Apéndice C** se muestran los espectros de masas para cada analito separado)

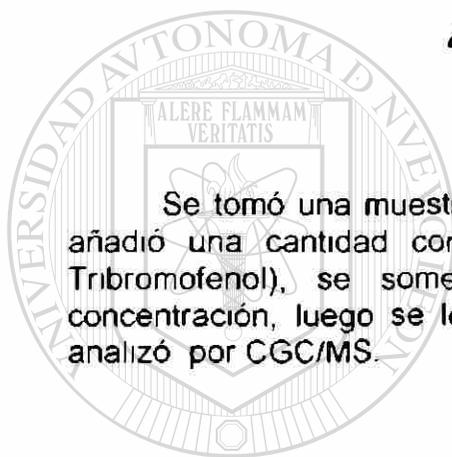
Se programó el GC/MS para la corrida de los 18 viales preparados para la obtención de las curvas de calibración

## 4.8 Muestras Sintéticas

Las muestras sintéticas se prepararon con agua destilada grado ASTM Tipo II a la que se añadieron cantidades exactamente medidas de soluciones de concentraciones conocidas de los 16 analitos a cuantificar (estándares PAHs) y cantidades conocidas de estándares surrogados (Nitrobenceno d-5 y 2,4,6 Tribromofenol) se sometieron a procedimientos de extracción SPE y concentración en Kuderna-Danish luego se añadió una cantidad conocida del estándar interno (Naftaleno d-8) y se inyectó en el Cromatógrafo de Gases con detector de Espectrometría de Masas

## 4.9 Muestras Reales

Se tomó una muestra al azar de agua potable de San Nicolas y se le añadió una cantidad conocida de surrogados (Nitrobenceno d-5 y 2,4,6 Tribromofenol), se sometió a los procedimientos de extracción y de concentración, luego se le añadió el estándar interno (Naftaleno d-8) y se analizó por CGC/MS.



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## CAPÍTULO 5

### RESULTADOS

#### 5.1 Resultados Obtenidos

Se obtuvieron los cromatogramas que muestran la separación de los 16 PAHs, los surrogados y el estándar interno. Para la validación instrumental del método cromatográfico se manejaron cinco niveles de concentración por triplicado y tres blancos. En el Apéndice A sólo se han incluido los cromatogramas de las 15 soluciones que contenían la mezcla de los 16 PAHs necesarios para la validación

Se obtuvieron los reportes de cuantificación necesarios para la validación instrumental de las 15 soluciones que contenían los cinco niveles de concentración por triplicado. En el Apéndice B se muestran dichos reportes de cuantificación de los PAHs

Se obtuvieron los espectros de masas de cada analito y se compararon con los espectros de la base de datos para la identificación. En el Apéndice C se muestran dichos espectros de masas

Se identificaron y cuantificaron los 16 PAHs

Se obtuvieron los datos para las 3 curvas de calibración para cada uno de los 16 analitos. En el Apéndice se presentan las curvas de calibración promedio para cada uno de los 16 analitos

Para cada analito se trazó la curva promedio de calibración y se calculó su

- Rango de trabajo
- Linealidad
- Precisión (% CV)
- Límite de Detección
- Límite de Cuantificación
- Coeficiente de Correlación

En la tabla 12 se muestran los datos obtenidos en las tres corridas cromatográficas para uno de los 16 ana tolos PAHs e benzo k fluoranteno donde se observan los cinco niveles de concentración en donde los niveles 1 y 5 determinan el rango de trabajo se aprecian también los límites de detección y cuantificación la precisión expresada como coeficiente de variación y la linealidad expresada como la desviación estándar relativa de conjunto de los factores de calibración

Tabla 12 Datos obtenidos en las tres corridas cromatográficas para e benzo k fluoranteno

C nentra on mg L DE MUESTRA	Re a de A eas			Va r P medio	C ef ente de Va a n	Fa t de Ca b a
	C r da 1	C da 2	C r da 3			
4 92	0 0571	0 0618	0 546	0 05 8	5 161	0 0118
9 841	0 1112	0 1229	0 1156	0 1166	4 139	0 0118
12 652	0 1351	0 1413	0 1741	0 1502	11 395	0 0119
14 761	0 1883	0 1685	0 1829	0 1799	4 645	0 0122
19 681	0 2386	0 2229	0 2165	0 2260	4 108	0 0115
				C ef De Va a n	5 890	
				Linea dad		1 9112
Repeti ion	Pendiente	O der ada a rgen		Lim te de Dete i n		0 260
1	0 0126	0 0097		Lim te de C iant f a on		0 782
2	0 0107	0 0107				
3	0 0113	0 0089				
Promedio	0 0115					
Desv Estandar		0 0009				

Los límites de detección y cuantificación se expresan en mg L para a muestra concentrada pero en la muestra orgna corresponden a µg L considerando que un tro de agua muestra se concentra a un mL

En la figura 12 se muestra a curva de a bracion para e benzo k fluoranteno donde se incluye e coef c ente de corre ac on obten do

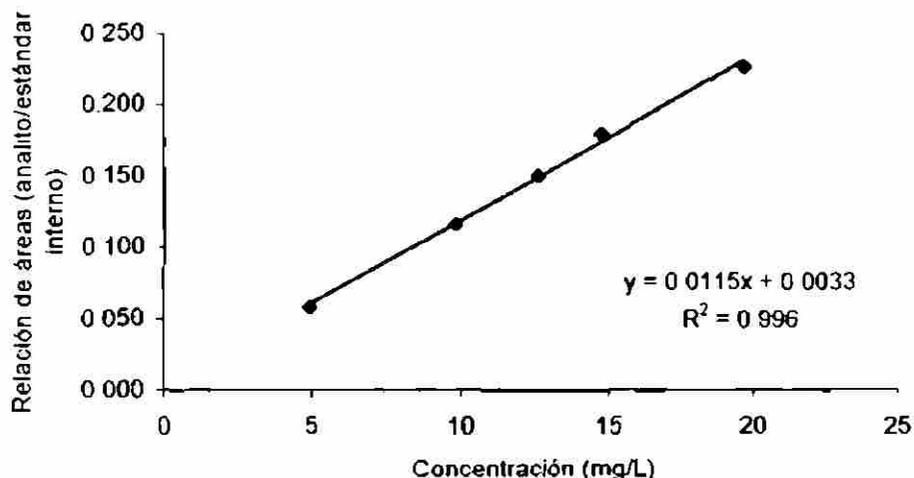


Figura 12. Curva de Calibración del Benzo(k)fluoranteno.

En este capítulo sólo se han mostrado los datos obtenidos para uno de los 16 PAHs, el benzo(k)fluoranteno, para ampliar la información, en el Apéndice D se incluyen las curvas de calibración y datos correspondientes para cada uno de los 16 PAHs objetos de estudio en esta tesis

En la Tabla 13 se resumen los resultados de la Validación Instrumental para el análisis cromatográfico de los 16 PAHs. En ella se incluyen para cada uno de los 16 analitos, los valores de rango de trabajo, linealidad, precisión, límite de detección, límite de cuantificación y coeficiente de correlación. Después se discuten los resultados presentados en dicha tabla. Se puede anticipar que la validación fue satisfactoria. Las conclusiones se mencionan en el capítulo correspondiente.

En la Tabla 14 se muestra un resumen de los resultados obtenidos en el tratamiento de las muestras sometidas a extracción y concentración, donde se señalan los porcentajes de recuperación de los surrogados utilizados. Después de la tabla se discuten los resultados presentados en ella y las conclusiones se presentan precisamente en el capítulo de conclusiones y recomendaciones.

Tabla 13 Resultados de la Validación Instrumental para los 16 PAHs.

Compuesto	Analito	Rango de Trabajo mg/L	Linealidad	Precisión %CV	Límite de Detección mg/L	Límite de Cuantificación mg/L	Coefficiente de Correlación
1	Naftaleno	5 212-26 060	8.19	1.10	0.357	1.07	0.9830
2	Acenafteno	5 218-26 091	6.47	1.20	0.305	0.91	0.9764
3	Acenafteno	5 372-26 861	7.51	1.10	0.849	2.55	0.9760
4	Fluoreno	5 547-27 734	7.38	1.22	0.676	2.03	0.9715
5	Fenantreno	5 235-26 175	7.23	1.17	0.641	1.93	0.9712
6	Antraceno	5 266-26 331	7.99	1.27	0.842	2.53	0.9686
7	Fluoranteno	5 175-25 877	7.49	1.45	1.083	3.25	0.9671
8	Pireno	5 266-26 328	7.98	1.57	1.285	3.86	0.9616
9	Benzo(a)antraceno	5 655-28 274	6.64	2.24	1.455	4.37	0.9692
10	Criseno	5 509-27 547	7.10	2.56	1.823	5.47	0.9627
11	Benzo(b)fluoranteno	5 281-26 403	7.64	4.96	1.655	4.97	0.9680
12	Benzo(k)fluoranteno	4 920-19 681	1.91	5.89	0.260	0.78	0.9960
13	Benzo a pireno	10 915-27 287	6.12	6.06	3.459	10.39	0.9462
14	Indeno(1,2,3-cd)pireno	10 811-27 027	5.54	11.18	1.794	5.39	0.9555
15	Dibenz(a,h)antraceno	5 450-27 252	8.24	8.74	0.880	2.64	0.9709
16	Benzo(g,h,i)perileno	5 544-27 720	8.54	8.14	1.088	3.27	0.9639

## 5.2 Discusión de Resultados presentados en la tabla 13

Los rangos de trabajo se establecen de manera individual para los 16 analitos y los valores obtenidos se muestran en la tabla 13, por ejemplo para el naftaleno el rango de trabajo es de 5 212 a 26 060 mg/L, en general se puede decir que los rangos de trabajo para los 16 analitos oscilan entre 5 y 25 mg/L.

Se asume linealidad cuando la desviación estándar relativa del conjunto de los FC en el rango de trabajo es menor de 20 %, según los criterios de aceptación establecidos por la US EPA. Para nuestra validación, en todos los casos se cumple la condición de linealidad. El mínimo valor obtenido fue de 1.91 para el benzo(k)fluoranteno y el máximo valor obtenido fue de 8.54 para el benzo(g,h,i)perileno.

La Precisión expresada como % CV debe ser menor que 15 %. De acuerdo a este criterio de aceptación en nuestra validación en todos los analitos se cumple dicha condición, ya que se obtuvieron valores de 1.10 % CV para el naftaleno y el acenafteno, que fueron los más bajos, y el más alto fue para el Indeno(1,2,3-cd)pireno con 11.18 % CV.

El Límite de Cuantificación debe ser menor que el nivel 1 de la curva de calibración. En todos los casos (16 PAHs) se cumple.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



En la tabla 14 se muestra un resumen de los resultados obtenidos en el tratamiento de muestras sometidas a extracción y concentración, donde se señalan los porcentajes de recuperación de los surrogados utilizados. Luego se presenta una discusión de los resultados.

Tabla 14. Resumen de resultados del tratamiento de muestras.  
(% de recuperación de surrogados)

Tipo SPE	Muestra	Fecha de Extracción	Fecha de corrida	% Recup Nitro d-5	%Recup 2,4,6TBF	PAHs µg/L	pH
Disco	Blanco	02/09/00	05/09/00	1.09	72.14	N.D.	2 (HCl)
Disco	Std N-5	02/09/00	05/09/00	0.09	65.50	0.83-2.96	2 (HCl)
Disco	Std N-5	21/09/00	22/09/00	0.31	28.89	2.63-22.31	5
Disco	Std N-5	21/09/00	22/09/00	1.60	66.33	0.81-18.01	5
Tubo	Std N-5	21/09/00	22/09/00	18.06	106.53	11.84-36.30	5
Disco	Std N-5	28/09/00	24/10/00	0.61	16.15	2.41-8.85	7
Disco	Real	18/10/00	24/10/00	2.55	6.67	N.D.	7

### 5.3 Discusión de resultados presentados en la tabla 14

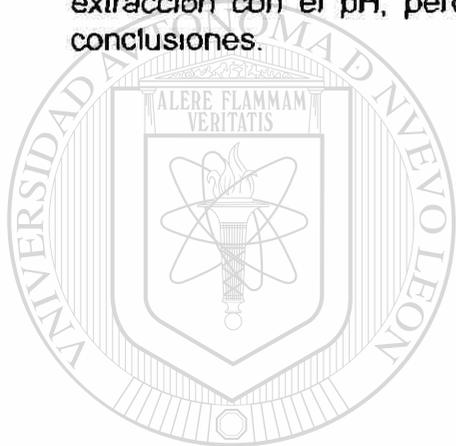
Al carecer de metodología oficial en México se toman como referencia los criterios de aceptación establecidos por la EPA. Para los surrogados son valores de 30 a 120 % de recuperación los que deben obtenerse para que se considere validado el método en cuanto al tratamiento de la muestra, según ese organismo se deben obtener 7 veces recuperaciones comprendidas entre esos niveles, en el proyecto de tesis original se planeaba hacer extracciones solamente con discos pero se consiguió un tubo SPE C<sub>18</sub> para comparar la eficiencia de la extracción.

Como se aprecia en la tabla 14 la recuperación para el 2,4,6 Tribromofenol fue aceptable cuando se trató un blanco en disco SPE, así mismo fueron aceptables las recuperaciones obtenidas con estándares nivel 5 en dos ocasiones con disco SPE y una ocasión en tubo SPE. Las recuperaciones de Nitrobenzeno d-5 en ningún caso fueron aceptables.

La columna que dice PAHs se refiere a los niveles mínimo y máximo de concentración en microgramos/litro que se encuentran en el reporte de cuantificación de los 16 PAHs, esos valores sólo incluyen a 2 de los 16 PAHs que son precisamente los analitos para los cuales se obtuvieron la mayor y la menor eficiencia de extracción, para el informe completo debiera remitirse el lector al Apéndice E, que muestra los resultados del tratamiento de muestras, incluye el cromatograma y el reporte de cuantificación para cada una de las muestras sometidas al tratamiento completo

Se trabajó con un blanco, 5 estándares nivel 5 de concentración como se muestra en la tabla 10 de cada uno de los PAHs, y una muestra real

En la tabla 14 también se incluye el valor de pH de cada muestra antes de efectuar la extracción. Se pretende correlacionar la eficiencia de la extracción con el pH, pero el número de datos es insuficiente para llegar a conclusiones.



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con varias corridas de prueba (preliminares) se lograron determinar las condiciones óptimas para el análisis por CGC/MS.

Se logró mejorar el tiempo de análisis para PAHs reportado hasta el momento por Cromatografía de Gases, ya que una publicación reciente (06/09/00) de la compañía Alltech separa a los 16 compuestos en 54 minutos y a temperatura programada, pero usa un detector de ionización de flama. En este estudio también se trabajó a temperatura programada, pero con un detector de espectrometría de masas y se logró la separación en 35 minutos, el analito número 16 tiene un tiempo de retención inferior a 33 minutos.

La evaluación del desempeño inicial del método analítico propuesto (Validación Instrumental) permitió validarlo satisfactoriamente, ya que se determinaron para cada PAH su rango de trabajo, sus límites de detección y cuantificación, su precisión y linealidad dentro de los criterios de aceptación establecidos por la EPA.

Los rangos de trabajo que se manejaron para las curvas de calibración de los 16 analitos se establecen en mg/L (ppm) pero con el procedimiento de tratamiento de muestra, donde un litro se concentra a un mililitro, es posible cuantificar muestras con niveles de concentración en general de 5 a 25 µg/L (0.005 a 0.025 mg/L), para valores exactos de compuestos PAHs particulares consultar la tabla 13 de resultados de la validación instrumental.

Esto permite cuantificar concentraciones inferiores a las que marca la CNA para el acenafteno (0.02 mg/L) y fluoranteno (0.04 mg/L)

Por todo lo anterior, proponemos el método analítico desarrollado en este trabajo para la etapa de medición instrumental de PAHs en agua potable

Se alcanzó el objetivo general al optimizar la etapa de medición instrumental para cuantificar PAHs en agua potable mediante CGC/MS (Validación Instrumental), pero la etapa de preparación de muestra que incluye extracción y concentración de los PAHs no fue posible el optimizarlo en forma completa (Validación Metodológica del tratamiento de muestra)

Se eligió un procedimiento de extracción moderno (SPE en disco o tubo) que ofrece como ventaja que no consume mucho solvente (como la extracción

líquido-líquido) y por lo mismo genera menos residuos de laboratorio y esto reduce la contaminación

Se seleccionó un procedimiento de concentración de muestra recomendado por la EPA en algunos de sus métodos para compuestos orgánicos. Éste fue el uso de un equipo micro Kuderna-Danish

En cuanto al tratamiento de la muestra y haciendo referencia a la discusión de resultados de la tabla 14, se recomienda hacer más pruebas de extracción en tubo SPE y en disco SPE para poder tener un número significativo de datos, compararlos y poder llegar a una conclusión de si es mejor extraer en tubo SPE o en disco SPE, además de lograr la validación del tratamiento de muestra. Se propone esta validación como un nuevo tema de tesis para maestría o licenciatura

Para poder generar una metodología analítica completa es indispensable incluir tanto el tratamiento de muestra como las condiciones de medición. Debido a que los resultados obtenidos no incluyen la validación del tratamiento de muestra, no es posible aún generar una metodología completa, por lo que sólo se incluyen las condiciones de operación del CGC/MS y un procedimiento general para el tratamiento de muestra y análisis de PAHs en agua potable

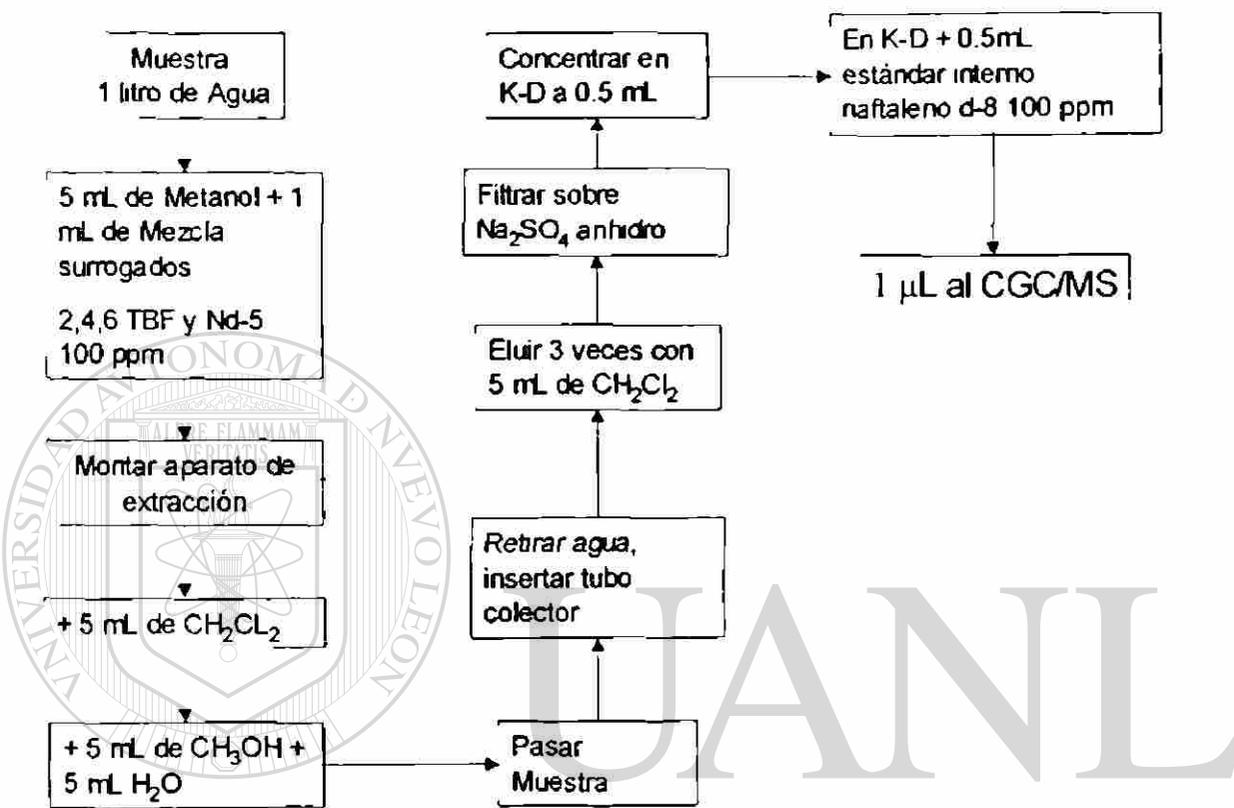
En forma resumida se presentan en seguida las condiciones de operación del CGC/MS presentadas anteriormente en la tabla 11 y en la figura 13 se muestra el procedimiento general que se propone en esta tesis para el análisis de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos en Agua Potable

Tabla 11 Condiciones de Operación del CGC/MS

Cromatógrafo de gases	HP G1800A
Automuestreador	HP 6890
Detector	Espectrómetro de Masas
Columna	Supelco PTE-5, poli 5% difenil/95 % dimetilsiloxano 30 m x 0.25 mm D I X 0.25 µm film
Programa temp	40°C-4 min, rampa 10°C/min hasta 300 C
Tiempo de corrida	35 min
Gas	He 1 ml/min
Volumen de inyección	1 µL splitless
Rango de masas	30-450 m/z
Solvent delay	6.0 min
Modo	Scan

En seguida se muestra un esquema de diagrama de bloques que representa el **Procedimiento General** para el tratamiento de muestra y análisis de PAHs

### Procedimiento General



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Figura 13. Procedimiento General

## REFERENCIAS

- Albagli, A , Oja, H & Dubois, L. Size-distribution Pattern of PAHs in Airborne Particulates Environ Lett 6,241-51 1974.
- Baum, E. J. Ocurrence and Surveillance of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Polycyclic Hydrocarbons and Cancer, Vol I., eds H V. Gelboin & P O.P Ts o, pp 45-70 New York: Academic Press 1978.
- Botello A.V., González C. and Díaz G Pollution by Petroleum Hydrocarbons in Sediments from Continental Shelf on Tabasco State, Mexico, Bull Environ Contam Toxicol 47: 565-571 1991
- Bush , F. W , Seid, D. A & Wei, E.T. Mutagenic Activity of Marijuana Smoke Condensates. Cancer Lett. 6 319-24. 1979.
- Clement R.E , Eiceman G A , Koester, C J Analytical Chemistry, Application Reviews, Vol 67, No. 12, 221R-255R, June 15, 1995
- Clement R.E , Yang P W , Analytical Chemistry, Application Reviews, Vol. 69, No. 12, 251R-287R, June 15, 1997
- Clement R.E., Yang P.W., Analytical Chemistry, Application Reviews, Vol 71, No 12, 275R-292R. June 15, 1999
- Comisión Nacional del Agua Gerencia de Recaudación y Control Ley Federal de Derechos en Materia de Agua México, Febrero, 1988
- David F., Sandra P , Stafford S.S , Slavica B Analysis of Polynuclear Aromatic Hydrocarbons using Pressure Pulsed Splitless Injection. Application Note 228-224 Environmental Analysis March 1993, Hewlett Packard
- Diario Oficial de la Federación, 18-08-97 Primera Sección p46 SEMARNAP, México. 1997
- Diario Oficial de la Federación, Norma Oficial Mexicana NOM –127-SSA1-1994, "Salud Ambiental, agua para uso y consumo humano límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para potabilización' México, 18-01-96
- Doherty L , Analysis of Semi-Volatiles Organics in Drinking Water EPA Method 525 HP Application Note GC/MS 90-2, 1990

Eichelberger J W , Behymer T D and Budde W L , EPA method 525  
Revision 2 1, 1988 US Environmental Protection Agency, Cincinnati,  
Ohio 45268

EPA Method 610 Test Method Polynuclear Aromatic Hydrocarbons 1982,  
US Environmental Protection Agency Cincinnati, Ohio, 45628

EPA Method 625, Federal Register Vol. 49 No. 209, 1984, US  
Environmental Protection Agency, Cincinnati Ohio, 45268

EPA Method 8270 Test Method Analysis of Semi-Volatiles Organics , U S.  
Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio, 45628 1996.

EPA Method 8310 Test Method Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, U S.  
Environmental Protection Agency, Cincinnati Ohio, 45628 1990

Fowles Ian A. Gas Chromatography Second Edition Analytical Chemistry by  
Open Learning. John Wiley and Sons New York. 1995.

Grimmer, G. Carcinogenic Hydrocarbons in the Human Environment.  
Dtsch. Apoth. Ztg 108, 529 1968.

Harvey R.G. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Chemistry and  
Carcinogenicity, Cambridge Monographs an Cancer Research.  
Cambridge University Press 1991.

Harvey, R. G. & Dunne, F B. Evidence for Multiple Regions of Activation of  
Carcinogenic Hydrocarbons Nature (Lond ) 273, 566-7. 1978.

Hodgeson J.W., Bashe W J., Baker T V , EPA method 550, 1990. US,  
Environmental Protection Agency, Cincinnati Ohio, 45268

Hoffmann, D., Schmeltz, I., Hecht, S.S & Wynder, E. L Tobacco  
Carcinogenesis. Polycyclic Hydrocarbons and Cancer, Vol 1., eds H.  
V Gelboin & P O P Ts'o, pp. 85-117. New York Academic Press  
1978

IARC IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of  
Chemicals to Humans Polynuclear Aromatic Compounds, Part 1,  
Chemical, Environmental and Experimental Data vol 32 Lyon,  
France: Internat Agency Res Cancer 1983

INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática) Dirección  
General de Estadísticas Demográficas y Sociales Mexico 1996 p 37,  
38 y 39

Jinno K , Kawasaki, K Chromatographia 1983 17 445-449

Keith Lawrence H. Compilation of EPA's Sampling and Analysis Methods  
Second edition. CRC Press Inc. USA, 1996

Lee M. L., Novotny M. V. and Bartle K. D., Analytical Chemistry of Polycyclic  
Aromatic Compounds Academic Press, N. Y. USA 1981

Liu Yu, Lee Milton L., Hageman K. J., Yang Yu, Hawthorne S. B., Solid-Phase  
Microextraction of PAHs from Aqueous Samples using Fibers Coated  
with HPLC Chemically Bonded Silica Stationary Phases Analytical  
Chemistry, Vol. 69, No. 24, Dec. 1995, 5001-5005

Loeb, L. A., Ernester, V. L., Warner, K. E., Abbotts, J. & Laszlo, J. 1984  
Smoking and Lung Cancer: An overview Cancer Res 44, 5940-58.

McMaster Marvin, McMaster Christopher, GC/MS A Practical Users Guide  
Wiley-VCH New York. 1998

Miyabe K., Takeuchi S. Effect of Acetonitrile/ Water Mobile-Phase  
Composition on Adsorption Characteristics of Reversed-Phase Liquid  
Chromatography Analytical Chemistry, Vol. 69, No. 13, July 1, 1997;  
2567-2574

Nguyen An-Lac, Luong J. H. T. Separation and Determination of Polycyclic  
Aromatic Hydrocarbons by Solid Phase Microextraction/Cyclodextrin-  
Modified Capillary Electrophoresis Analytical Chemistry Vol. 69, No.  
9, May 1, 1997; 1726-1731.

P. J. Liog, A. Greenberg. Factors Associated with Human Exposures to  
Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Toxicology and Industrial Health,  
Vol. 6, No. 2, 1990

Radding, S. B., Mill, T., Gould C. W., Liu, D. H., Johnson H. L.,  
Bomberger, D. C. & Fojo, C. V. The Environmental Fate of Selected  
Polynuclear Aromatic Hydrocarbons Final Rep., Task Two EPA  
560/5-75-009 Washington, DC Environ Prot Agency, Office of Toxic  
Substances. 1976

Sander, L. C.; Wise, S. A. Anal. Chem. 1987, 59, 2309-2313

Schure M. R. & Natusch, D. F. S. The Effect of Temperature on the  
Association of POM with Airborne Particles Polynuclear Aromatic  
Hydrocarbons Physical and Biological Chemistry eds M. Cooke A. J.  
Dennis & G. L. Fisher 713-24 Columbus OH Battelle 1982

Skoog Douglas A., Leary James J. Análisis Instrumental 4a edición Ed  
McGraw Hill España 1994

Snelling R , King D , Belair B Analysis of PAHs in Soils and Sludges using Thermal Extraction- GC\_MS Application Note 228 Gas Chromatography June 1993 Hewlett Packard

Soniassy Riezve Sandra Pat Schlett C aus Water Analysis Organic Micropollutants Hewlett Packard Company Germany 1994

Supelco Extraction of Organic Compounds from Water, using ENVI-18 Disk Solid Phase Extraction Disks Application Note 59 1994

Supelco, ENVI 18 SPE Tube Ensures Low Background for Monitoring Organic Compounds in Drinking Water by EPA Method 525 Application Note 65, 1996

Supelco GC Analyses of Polynuclear Aromatic Hydrocarbons Application Note 108, 1996

Supelco, GC and HPLC Analyses of Polynuclear Aromatic Hydrocarbons GC/HPLC Bulletin 773 G 1997

Supelco, GC/HPLC Analyses of Organic Compounds in Drinking water. US EPA Procedures Bulletin 865 B 1996

Supelco, Extract Polynuclear Aromatic Hydrocarbons from Water, using Solid Phase Extraction Disks Application Note 54. 1994.

~~Trova, C Cossa, G Gandolfo, G PAH in Surface Waters of Alessandria District, South Eastern Piedmont(Italy) Bull Environ Contam Toxicol (1992,49 555-561)~~

Varian, Empore Extraction Disks PAH Extraction from Drinking Water. SPE Chemistries at Work 1995

Voranası U Metabolism on PAH in the Aquatic Environment CRC Press Inc 1989

Willard H H , Merrit L Jr , Dean J A , Settle F A Jr Métodos Instrumentales de Análisis 7ª Edición Grupo Editor al Iberoamérica, S A de C V Mexico D F 1991

Wise S A , Bonnett, W J , Guenther F R J Chromatogr 1985,8 248-253

Wittkamp B L , Hawtorne S B Determinat on of Aromatic Compounds in Water by Solid Phase Microextract on and Ultraviolet Absorption Spectroscopy, Analytical Chemistry Vol 69 No 6 March 15 1997 1197-1203

## APÉNDICE A

### CROMATOGRAMAS

#### MEZCLA DE ESTÁNDARES DE 16 PAHs

Nivel de concentración

Curva de Calibración

Página

1

A

56

1

B

57

1

C

58

2

A

59

2

B

60

2

C

61

3

A

62

3

B

63

3

C

64

4

A

65

4

B

66

4

C

67

5

A

68

5

B

69

5

C

70



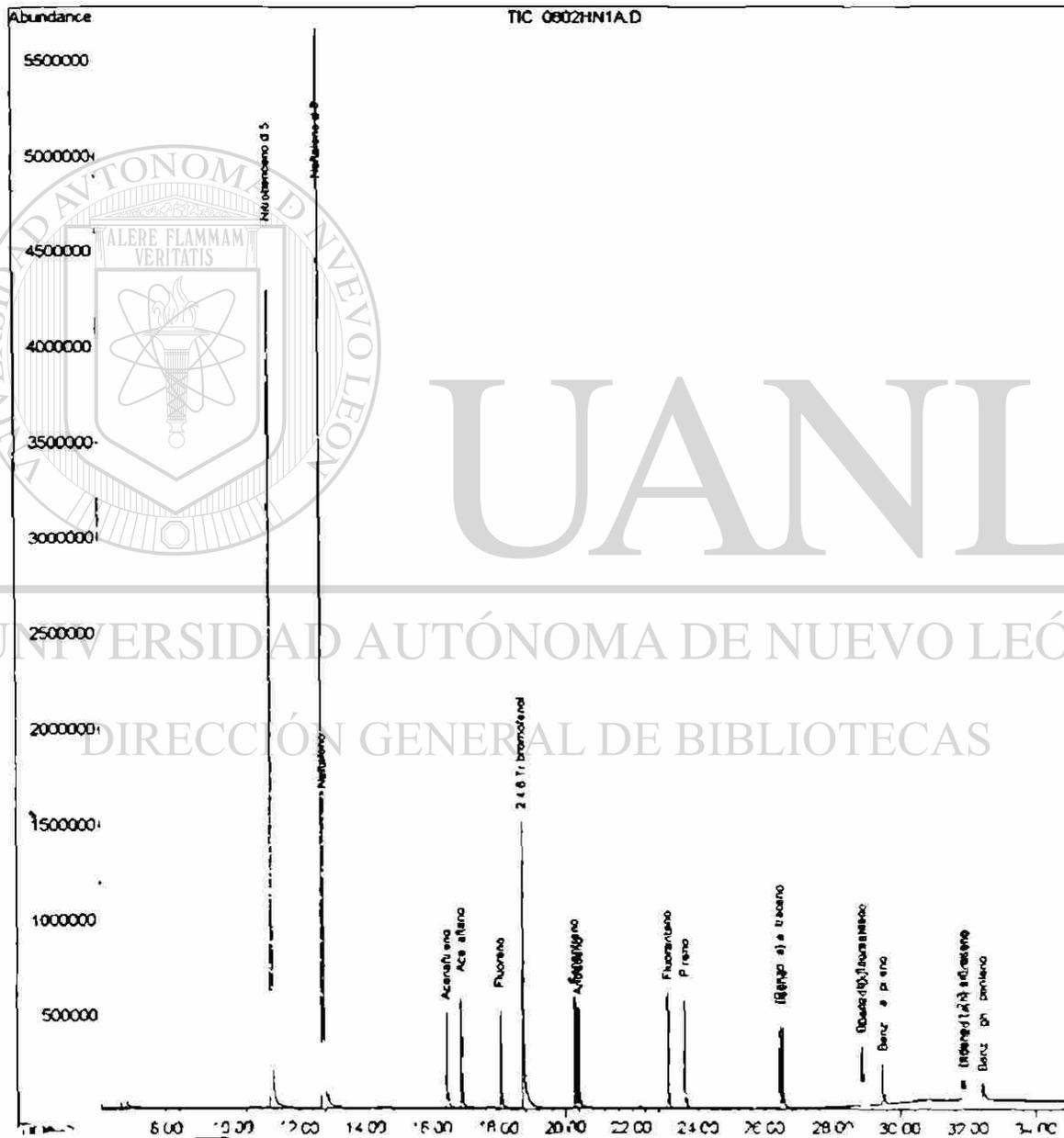
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

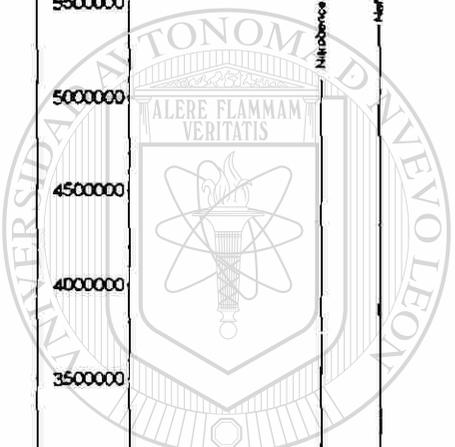
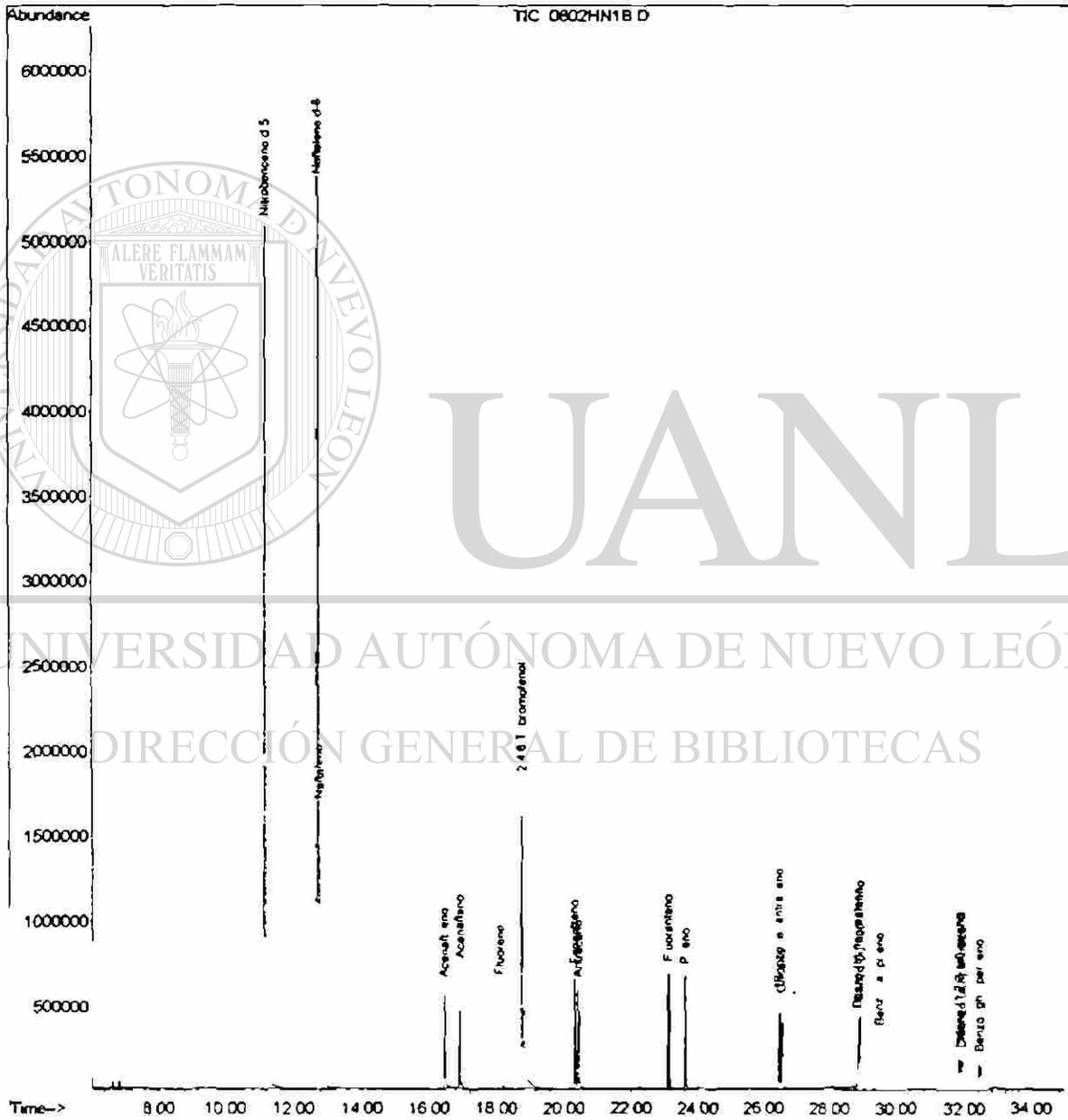
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



File : D:\SV-JUL\0802HN1A.D  
 Operator : Nora E Diaz  
 Acquired : 2 Aug 2000 19:15 using AcqMethod PAHS0201  
 Instrument : GCD Plus  
 Sample Name: ESTD NIV 1A PAHS, PREP: 02-AGO2000.  
 Misc Info : INY 1 µL.  
 Vial Number: 2



File : D:\SV-JUL\0802HN1B.D  
 Operator : Nora E Diaz  
 Acquired : 2 Aug 2000 10:11 using AcqMethod PAHS0201  
 Instrument : GCD Plus  
 Sample Name: ESTD NIV 1B PAHS, PREP: 02-AGO-2000.  
 Misc Info : INY 1 µL.  
 Vial Number: 3

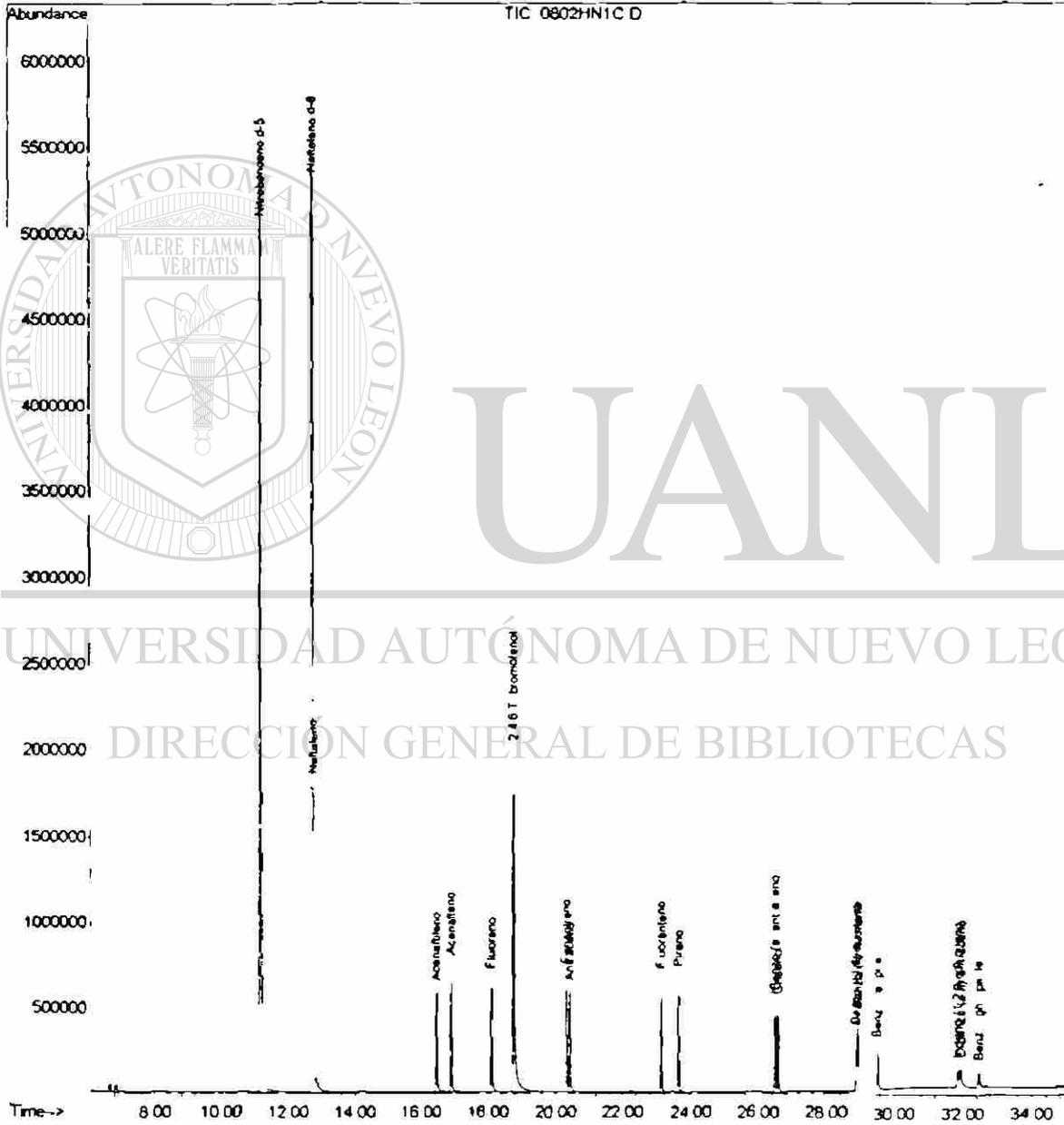


UANL

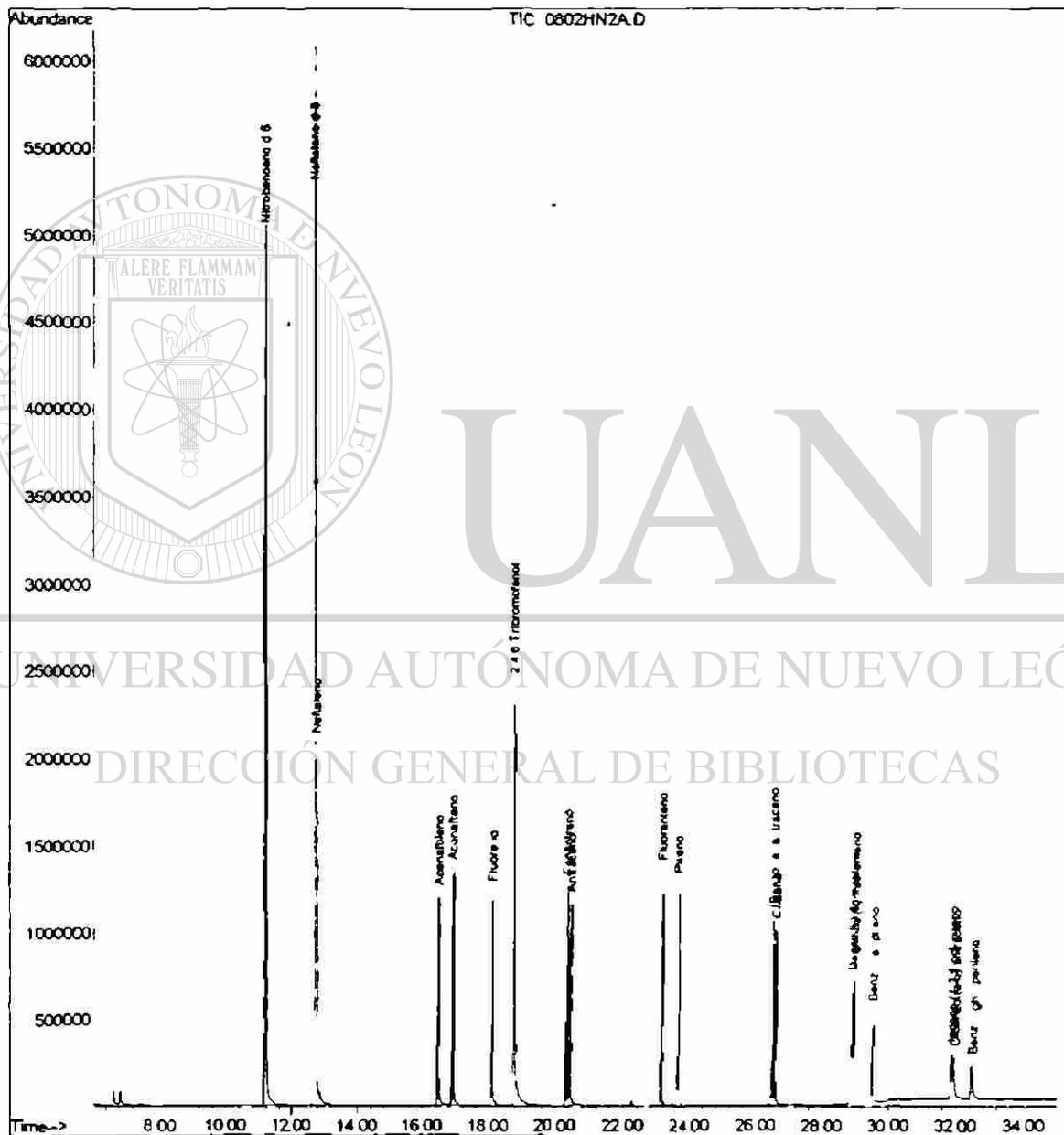
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



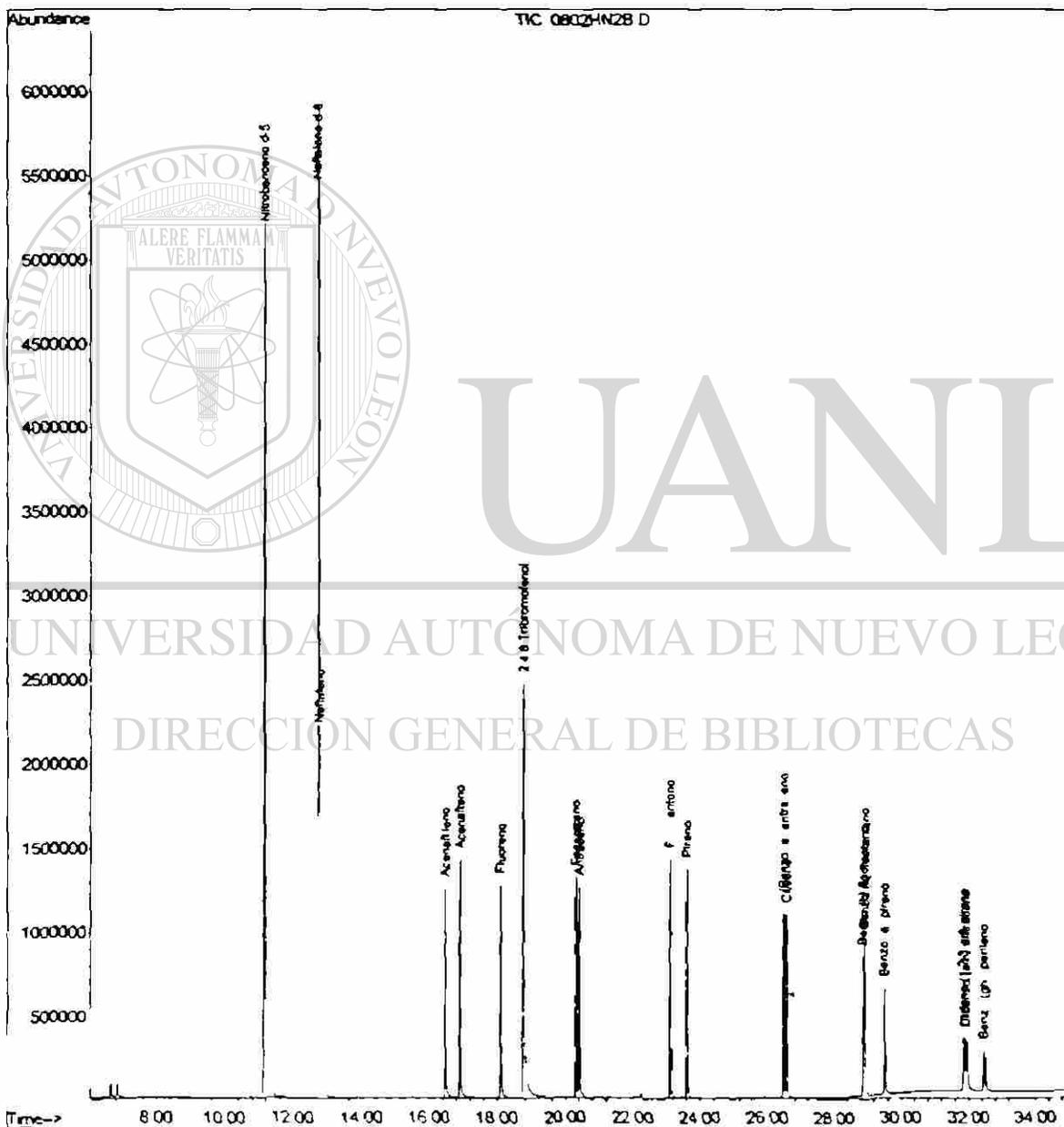
File : D:\SV-JUL\0802HN1C.D  
 Operator : Nora E Diaz  
 Acquired : 2 Aug 2000 21:08 using AcqMethod PAHS0201  
 Instrument : GCD Plus  
 Sample Name: ESTD NIV 1C PAHS, PREP: 02-AGO-2000.  
 Misc Info : INY 1 µL.  
 Vial Number: 4



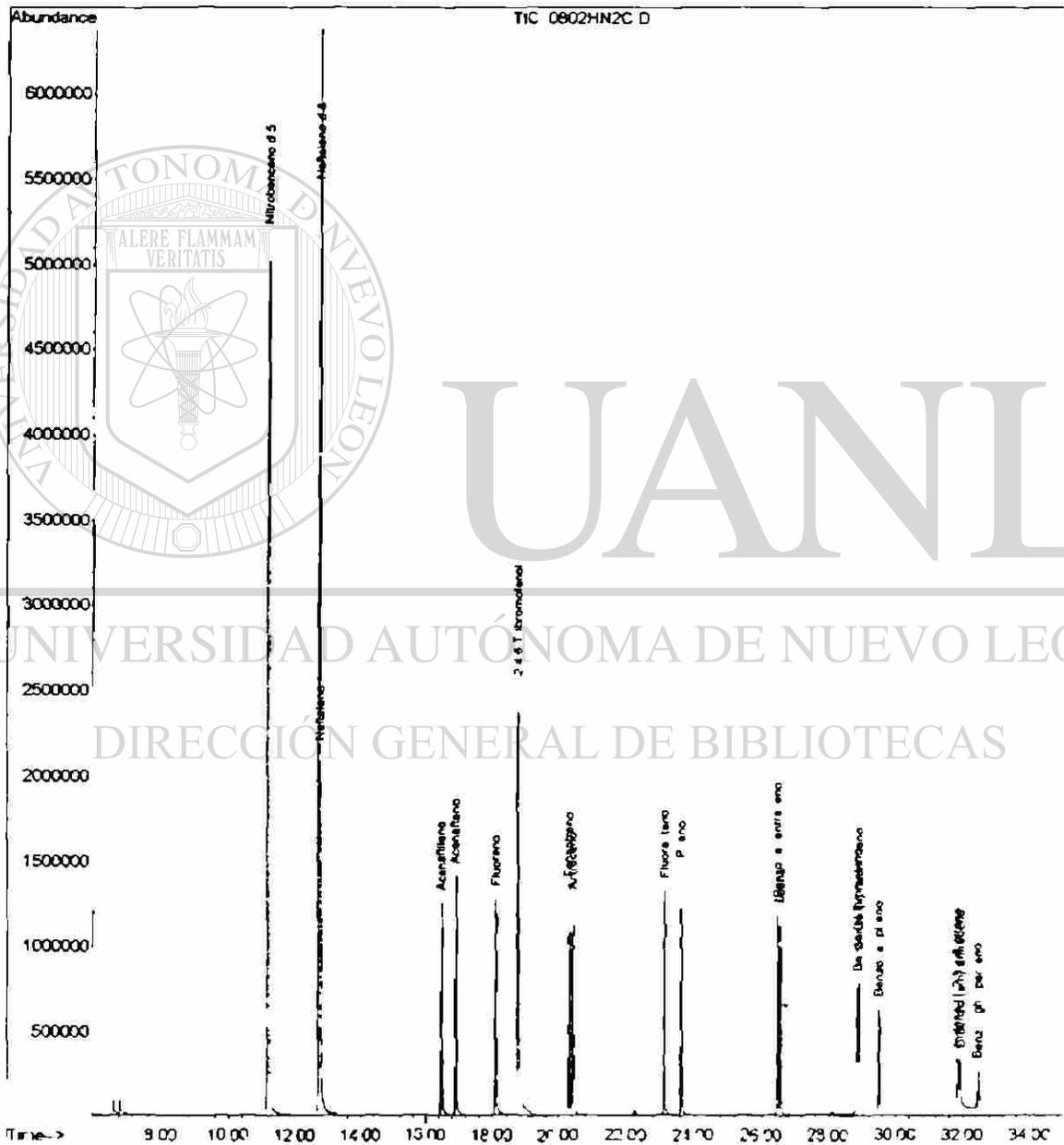
File : D:\SV-JUL\0802HN2A.D  
 Operator : Nora E Diaz  
 Acquired : 2 Aug 2000 22:06 using AcqMethod PAHS0201  
 Instrument : GCD Plus  
 Sample Name: ESTD NIV 2A PAHS, PREP: 02-AGO-2000.  
 Misc Info : INY 1 µL.  
 Vial Number: 5



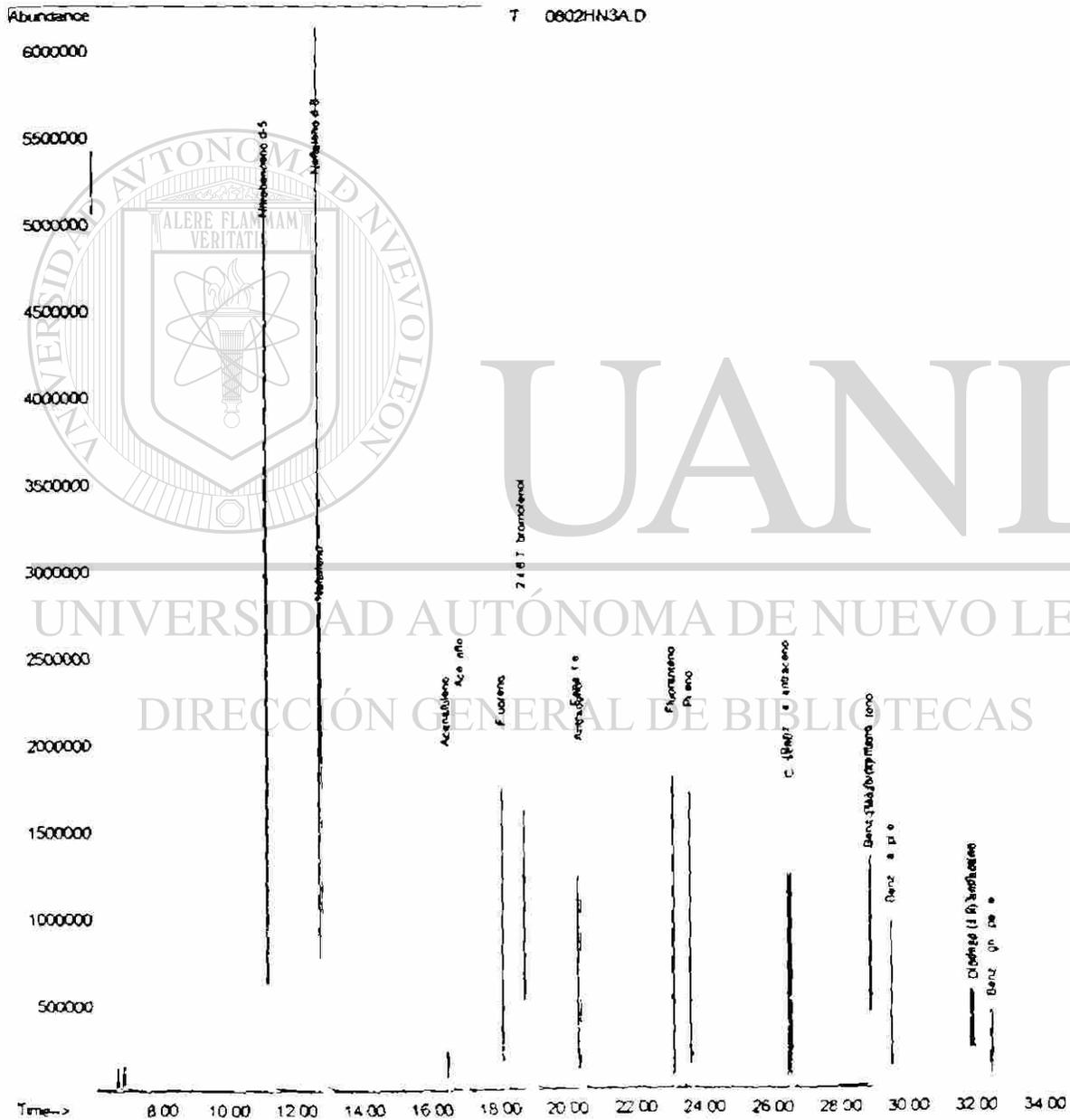
File : D:\SV-JUL\0802HN2B.D  
 Operator : Nora E Diaz  
 Acquired : 2 Aug 2000 23:03 using AcqMethod PAHS0201  
 Instrument : GCD Plus  
 Sample Name: ESTD NIV 2B PAHS, PREP: 02-AGO-2000.  
 Misc Info : INY 1 µL.  
 Vial Number: 6



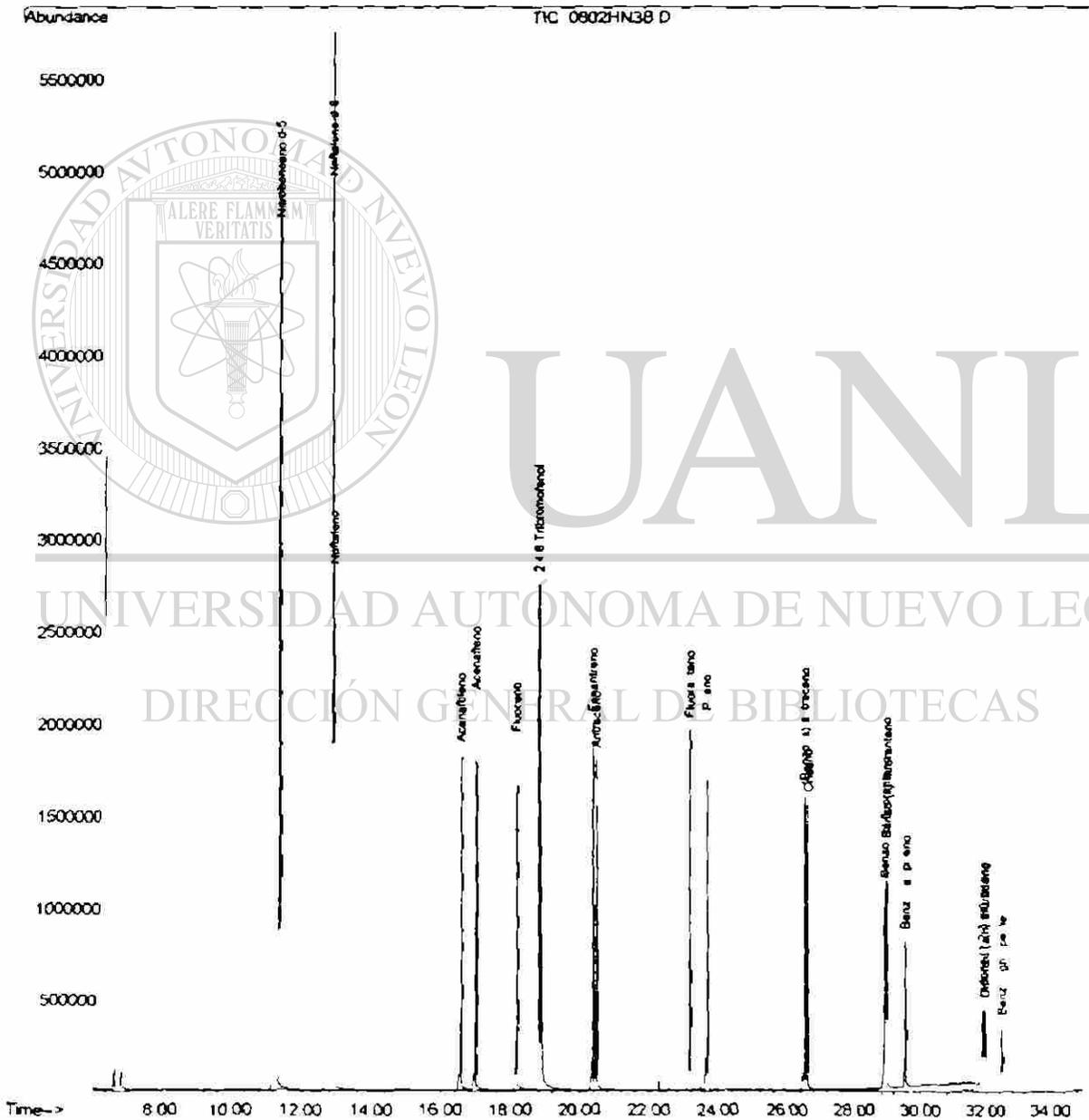
File : D:\SV-JUL\0802HN2C.D  
 Operator : Nora E Diaz  
 Acquired : 3 Aug 2000 00:01 using AcqMethod PAHS0201  
 Instrument : GCD Plus  
 Sample Name: ESTD NIV 2C PAHS, PREP: 02-AGO-2000.  
 Misc Info : INY 1 µL.  
 Vial Number: 7



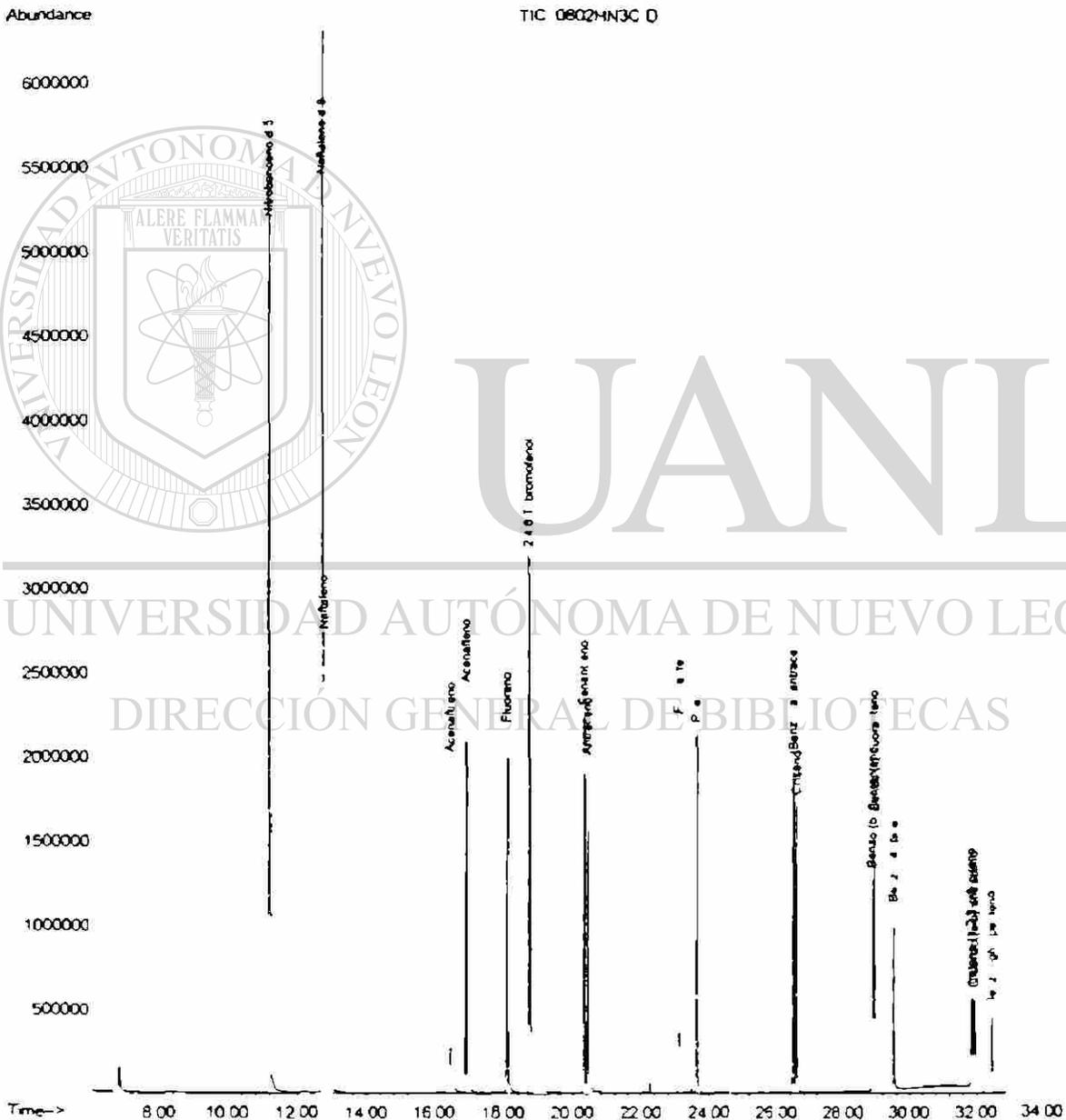
File : D:\SV-JUL\0802HN3A.D  
 Operator : Nora E Diaz  
 Acquired : 3 Aug 2000 1:58 using AcqMethod PAHS0201  
 Instrument : GCD Plus  
 Sample Name: ESTD NIV 3A PAHS, PREP: 02-AGO-2000.  
 Misc Info : INY 1 µL.  
 Vial Number: 9



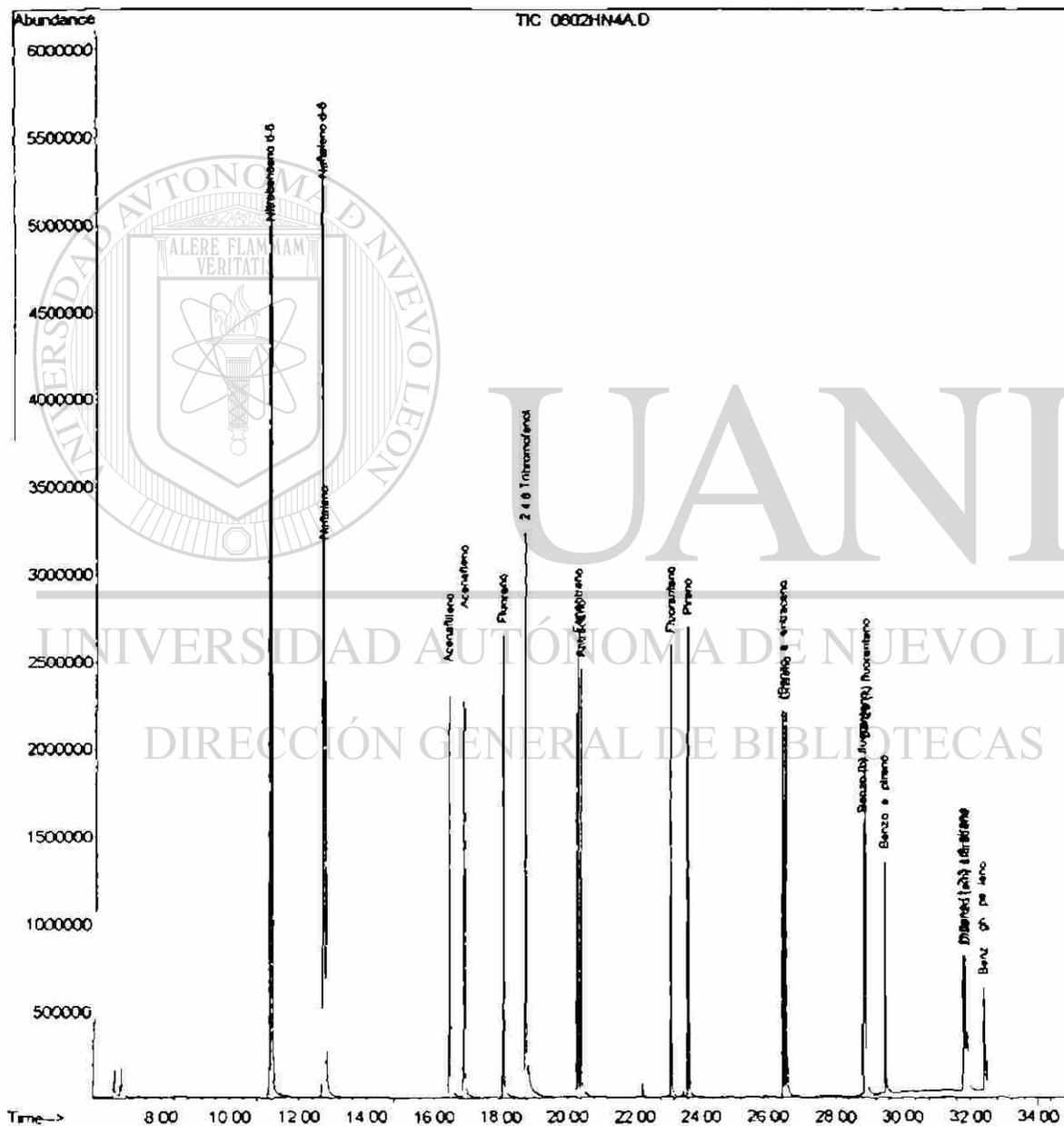
File : D:\SV-JUL\0802HN3B.D  
 Operator : Nora E Diaz  
 Acquired : 3 Aug 2000 2:55 using AcqMethod PAHS0201  
 Instrument : GCD Plus  
 Sample Name: ESTD NIV 3B PAHS, PREP: 02-AGO-2000.  
 Misc Info : INY 1 µL.  
 Vial Number: 10



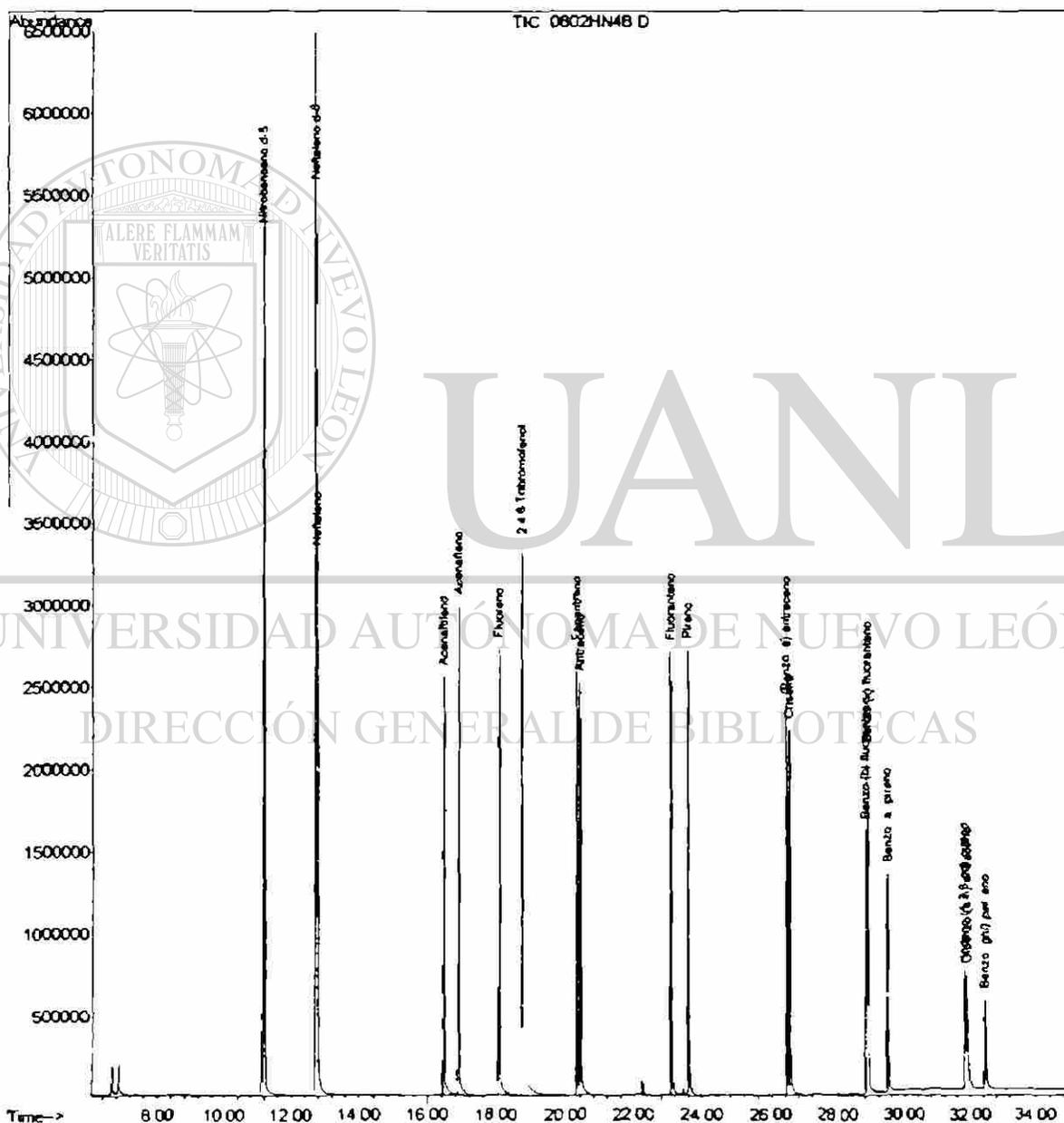
File : D:\SV-JUL\0802HN3C.D  
 Operator : Nora E Diaz  
 Acquired : 3 Aug 2000 3:52 using AcqMethod PAHS0201  
 Instrument : GCD Plus  
 Sample Name: ESTD NIV 3C PAHS, PREP: 02-AGO-2000.  
 Misc Info : INY 1 µL.  
 Vial Number: 11



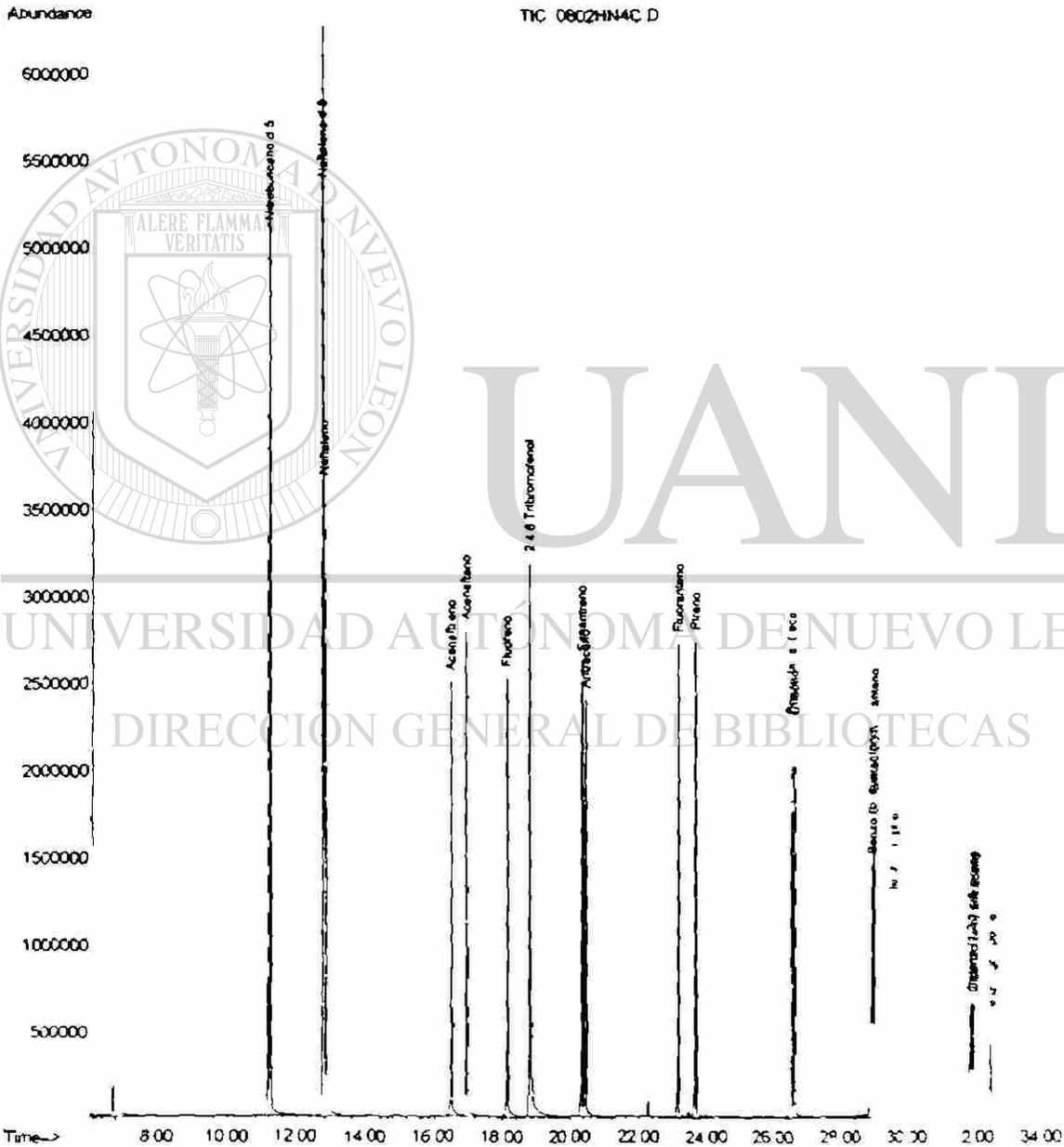
File : D:\SV-JUL\0802HN4A.D  
 Operator : Nora E Diaz  
 Acquired : 3 Aug 2000 4:49 using AcqMethod PAHS0201  
 Instrument : GCD Plus  
 Sample Name: ESTD NIV 4A PAHS, PREP: 02-AGO-2000.  
 Misc Info : INY 1 µL.  
 Vial Number: 12



File : D:\SV-JUL\0802HN4B.D  
 Operator : Nora E Diaz  
 Acquired : 3 Aug 2000 5:45 using AcqMethod PAHS0201  
 Instrument : GCD Plus  
 Sample Name: ESTD NIV 4B PAHS, PREP: 02-AGO-2000.  
 Misc Info : INY 1 µL.  
 Vial Number: 13

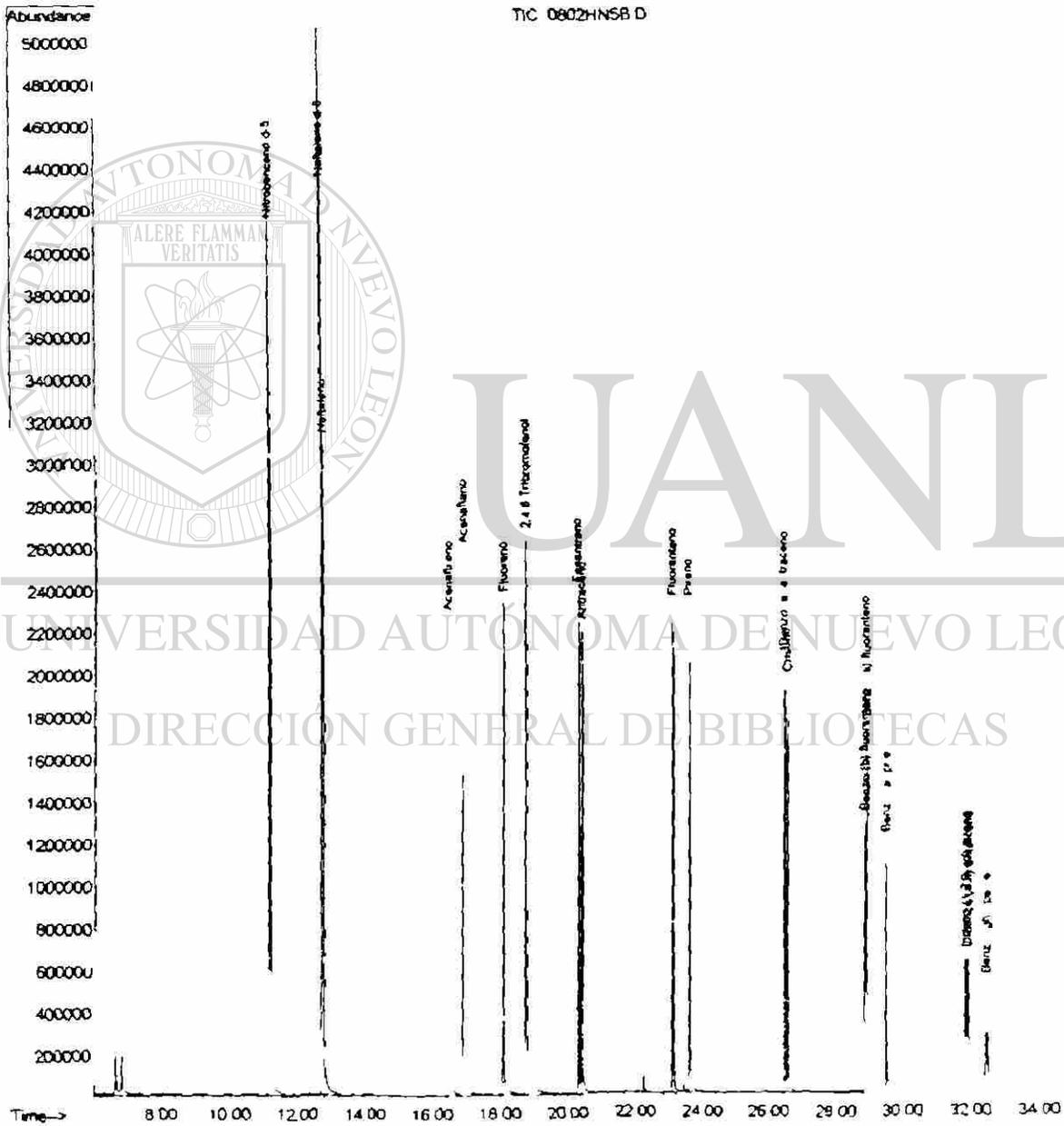


File : D:\Sv-JUL\0802HN4C.D  
 Operator : Nora E Diaz  
 Acquired : 3 Aug 2000 6:43 using AcqMethod PAHS0201  
 Instrument : GCD Plus  
 Sample Name: ESTD NIV 4C PAHS, PREP: 02-AGO-2000.  
 Misc Info : INY 1  $\mu$ L.  
 Vial Number: 14





File : D:\SV-JUL\0802HNSB.D  
 Operator : Nora E Diaz  
 Acquired : 3 Aug 2000 9:34 using AcqMethod PAHS0201  
 Instrument : GCD Plus  
 Sample Name: ESTD NIV 5B PAHS, PREP: 02-AGO-2000.  
 Misc Info : INY 1 µL.  
 Vial Number: 17





## APÉNDICE B

### REPORTES DE CUANTIFICACIÓN

#### MEZCLA DE ESTÁNDARES DE 16 PAHS

Nivel de concentración	Curva de calibración	Página
1	A	72
1	B	73
1	C	74
2	A	75
2	B	76
2	C	77
3	A	78
3	B	79
3	C	80
4	A	81
4	B	82
4	C	83
5	A	84
5	B	85
5	C	86

Quantitation Report (Not Reviewed)

Data File : D:\SV-JUL\0802HN1A.D  
 Acq On : 2 Aug 2000 19:15  
 Sample : ESTD NIV 1A PAHS, PREP: 02-AGO2000.  
 Misc : INY 1 µL.

Vial: 2  
 Operator: Nora E Diaz  
 Inst : GCD Plus  
 Multiplr: 1.00  
 Sample Amount: 0.00

MS Integration Params: events.e  
 Quant Time: Sep 8 11:35 2000

Quant Results File: Q0801PAT.RES

Quant Method : C:\ARCHIVOS\M...\Q0801PAT.M (Chemstation Integrator)  
 Title :  
 Last Update : Thu Sep 07 18:59:14 2000  
 Response via : Initial Calibration  
 DataAcq Meth : PAHS0201

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Naftaleno d-8	12.71	136	63137313	50.00	µg/L	-0.03
<b>System Monitoring Compounds</b>						
2) Nitrobencono d-5.	11.17	82	45157828	97.72	µg/L	-0.01
Spiked Amount						Recovery = 97.72%
7) 2,4,6 Tribromofenol	18.75	330	6442513	68.03	µg/L	0.00
Spiked Amount						Recovery = 68.03%
<b>Target Compounds</b>						
						Qvalue
3) Naftaleno.	12.75	128	5432019	4.21	µg/L	99
4) Acenaftileno	16.46	152	5310425	4.05	µg/L	99
5) Acenafteno.	16.90	153	3472705	4.26	µg/L	97
6) Fluoreno	18.09	166	3834354	4.28	µg/L	99
8) Fenantreno	20.31	178	5056052	4.02	µg/L	100
9) Antraceno	20.41	178	4895668	3.93	µg/L	100
10) Fluoranteno	23.11	202	5340729	3.94	µg/L	100
11) Pireno	23.61	202	5581133	3.85	µg/L	99
12) (Benzo (a) antraceno	26.47	228	3899953	4.34	µg/L	99
13) Criseno	26.56	228	3753925	4.19	µg/L	100
14) Benzo (b) fluoranteno	28.86	252	2483110	4.17	µg/L	99
15) Benzo (k) fluoranteno	28.91	252	3606666	4.66	µg/L	99
16) Benzo (a) pireno	29.50	252	2198693	2.62	µg/L	98
17) Indeno (1,2,3-cd) pireno	31.85	276	1947905	5.62	µg/L #	73
18) Dibenzo (a,h) antraceno	31.92	278	1321148	4.39	µg/L	95
19) Benzo (ghi) perileno	32.45	276	1342413	4.52	µg/L #	89

(#) = qualifier out of range (m) - manual integration  
 0802HN1A.D Q0801PAT.M Pri Sep 08 11:35:37 2000

Quantitation Report (Not Reviewed)

Data File : D:\SV-JUL\0802HN1B.D Vial: 3  
 Acq On : 2 Aug 2000 20:11 Operator: Nora E Diaz  
 Sample : ESTD NIV 1B PAHS, PREP: 02-AGO-2000. Inst : GCD Plus  
 Misc : INY 1 µL. Multiplr: 1.00  
 Sample Amount: 0.00

MS Integration Params: events.e  
 Quant Time: Sep 8 11:36 2000

Quant Results File: Q0801PAT.RES

Quant Method : C:\ARCHIVOS\M...\Q0801PAT.M (Chemstation Integrator)  
 Title :  
 Last Update : Thu Sep 07 18:59:14 2000  
 Response via : Initial Calibration  
 DataAcq Meth : PAHS0201

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Naftaleno d-8	12.72	136	70600228	50.00	µg/L	-0.02
<b>System Monitoring Compounds</b>						
2) Nitrobenzeno d-5.	11.18	82	50875050	98.46	µg/L	0.00
Spiked Amount	100.000		Recovery	=	98.46%	
7) 2,4,6 Tribromofenol	18.75	330	7916233	74.75	µg/L	0.00
Spiked Amount	100.000		Recovery	=	74.75%	
<b>Target Compounds</b>						
						Qvalue
3) Naftaleno.	12.76	128	6210100	4.36	µg/L	99
4) Acenaftileno	16.46	152	6205514	4.33	µg/L	99
5) Acenafteno.	16.90	153	3961322	4.39	µg/L	99
6) Fluoreno	18.09	166	4357800	4.40	µg/L	99
8) Fenantreno	20.31	178	5747689	4.13	µg/L	100
9) Antraceno	20.42	178	5704688	4.21	µg/L	99
10) Fluoranteno	23.11	202	6133836	4.11	µg/L	99
11) Pireno	23.62	202	6462410	4.08	µg/L	100
12) (Benzo (a) antraceno	26.47	228	4577080	4.64	µg/L	99
13) Criseno	26.56	228	4392954	4.49	µg/L	99
14) Benzo (b) fluoranteno	28.87	252	3033505	4.62	µg/L	99
15) Benzo (k) fluoranteno	28.92	252	4363696	5.07	µg/L	100
16) Benzo (a) pireno	29.51	252	2725802	3.28	µg/L	99
17) Indeno (1,2,3-cd) pireno	31.85	276	2406729	6.33	µg/L	# 74
18) Dibenzo (a,h) antraceno	31.93	278	1734530	5.22	µg/L	98
19) Benzo (ghi) perileno	32.46	276	1622211	4.94	µg/L	96

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration

0802HN1B.D Q0801PAT.M Fri Sep 08 11:36:03 2000

Quantitation Report (Not Reviewed)

Data File : D:\SV-JUL\0802HN1C.D Vial: 4  
 Acq On : 2 Aug 2000 21:08 Operator: Nora E Diaz  
 Sample : ESTD NIV 1C PAHS, PREP: 02-AGO-2000. Inst : GCD Plus  
 Misc : INY 1 µL. Multiplr: 1.00  
 Sample Amount: 0.00

MS Integration Params: events.e  
 Quant Time: Sep 8 11:37 2000

Quant Results File: Q0801PAT.RES

Quant Method : C:\ARCHIVOS\M...\Q0801PAT.M (Chemstation Integrator)  
 Title :  
 Last Update : Thu Sep 07 18:59:14 2000  
 Response via : Initial Calibration  
 DataAcq Meth : PAHS0201

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Naftaleno d-8	12.72	136	72609251	50.00	µg/L	-0.02
<b>System Monitoring Compounds</b>						
2) Nitrobenceno d-5.	11.18	82	52709079	99.19	µg/L	0.00
Spiked Amount	100.000		Recovery	=	99.19%	
7) 2,4,6 Tribromofenol	18.76	330	8302583	76.23	µg/L	0.00
Spiked Amount	100.000		Recovery	=	76.23%	
<b>Target Compounds</b>						
						Qvalue
3) Naftaleno.	12.76	128	6427782	4.41	µg/L	99
4) Acenaftileno	16.47	152	6325684	4.27	µg/L	99
5) Acenarteno.	16.91	153	3976283	4.23	µg/L	99
6) Fluoreno	18.10	166	4474809	4.39	µg/L	99
8) Fenantreno	20.31	178	5985558	4.21	µg/L	100
9) Antraceno	20.42	178	5759000	4.09	µg/L	99
10) Fluoranteno	23.12	202	6152769	3.95	µg/L	99
11) Pireno	23.62	202	6528692	3.96	µg/L	99
12) (Benzo (a) antraceno	26.48	228	4391822	4.21	µg/L	100
13) Criseno	26.57	228	4217666	4.03	µg/L	99
14) Benzo (b) fluoranteno	28.87	252	2710432	3.91	µg/L	99
15) Benzo (k) fluoranteno	28.92	252	3967529	4.44	µg/L	100
16) Benzo (a) pireno	29.51	252	2349683	2.20	µg/L	98
17) Indeno (1,2,3-cd) pireno	31.86	276	1751323	4.15	µg/L	92
18) Dibenzo (a,h) antraceno	31.93	278	1349134	3.86	µg/L	99
19) Benzo (ghi) perileno	32.46	276	1316227	3.77	µg/L	97

(#) - qualifier out of range (m) = manual integration  
 0802HN1C.D Q0801PAT.M Fri Sep 08 11:37:27 2000

Quantitation Report (Not Reviewed)

Data File : D:\SV-JUL\0802HN2A.D  
 Acq On : 2 Aug 2000 22:06  
 Sample : ESTD NIV 2A PAHS, PREP: 02-AGO-2000.  
 Misc : INY 1 µL.

Vial: 5  
 Operator: Nora E Diaz  
 Inst : GCD Plus  
 Multiplr: 1.00  
 Sample Amount: 0.00

MS Integration Params: events.e  
 Quant Time: Sep 8 11:41 2000

Quant Results File: Q0801PAT.RES

Quant Method : C:\ARCHIVOS\M...\Q0801PAT.M (Chemstation Integrator)  
 Title :  
 Last Update : Thu Sep 07 18:59:14 2000  
 Response via : Initial Calibration  
 DataAcq Meth : PAHS0201

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Naftaleno d-8	2.72	136	67738244	50.00	µg/L	-0.02

System Monitoring Compounds

2) Nitrobenceno d-5.	11.17	82	49534245	99.91	µg/L	0.00
Spiked Amount				Recovery =		99.91%
7) 2,4,6 Tribromofenol	18.75	330	9462658	93.13	µg/L	0.00
Spiked Amount				Recovery =		93.13%

Target Compounds

	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Qvalue
3) Naftaleno.	12.76	128	11094272	10.42	µg/L	100
4) Acenaftileno	16.46	152	11608659	10.41	µg/L	100
5) Acenafteno.	16.90	153	7380942	10.97	µg/L	97
6) Fluoreno	18.09	166	8084200	10.97	µg/L	100
8) Fenantreno	20.31	178	10810154	10.39	µg/L	100
9) Antraceno	20.42	178	10395175	10.51	µg/L	100
10) Fluoranteno	23.11	202	11535107	10.43	µg/L	100
11) Pireno	23.62	202	11931395	10.42	µg/L	99
12) (Benzo (a) antraceno	26.47	228	8704811	10.87	µg/L	99
13) Criseno	26.57	228	7955593	10.60	µg/L	100
14) Benzo (b) fluoranteno	28.87	252	5633799	9.68	µg/L	99
15) Benzo (k) fluoranteno	28.92	252	7530611	9.34	µg/L	100
16) Benzo (a) pireno	29.51	252	4873589	9.05	µg/L	99
17) Indeno (1,2,3-cd) pireno	31.85	276	3129450	8.98	µg/L	98
18) Dibenzo (a,h) antraceno	31.93	278	3019263	9.75	µg/L	100
19) Benzo (ghi) perileno	32.46	276	2940531	9.86	ug/L	91

(#) - qualifier out of range (m) = manual integration  
 0802HN2A.D Q0801PAT.M Fri Sep 08 11:41:14 2000

Quantitation Report (Not Reviewed)

Data File : D:\SV-JUL\0802HN2B.D  
 Acq On : 2 Aug 2000 23:03  
 Sample : ESTD NIV 2B PAHS, PREP: 02-AGO-2000.  
 Misc : INY 1 µL.

Vial: 6  
 Operator: Nora E Diaz  
 Inst : GCD Plus  
 Multiplr: 1.00  
 Sample Amount: 0.00

MS Integration Params: events.e  
 Quant Time: Sep 8 11:41 2000

Quant Results File: Q0801PAT.RES

Quant Method : C:\ARCHIVOS\M...\Q0801PAT.M (Chemstation Integrator)  
 Title :  
 Last Update : Thu Sep 07 18:59:14 2000  
 Response via : Initial Calibration  
 DataAcq Meth : PAHS0201

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Naftaleno d-8	12.72	136	70053599	50.00	µg/L	-0.02

System Monitoring Compounds	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
2) Nitrobenceno d-5.	11.17	82	50971960	99.42	µg/L	0.00
Spiked Amount	100.000		Recovery	=	99.42%	
7) 2,4,6 Tribromofenol	18.75	330	10077716	95.90	µg/L	0.00
Spiked Amount	100.000		Recovery	=	95.90%	

Target Compounds	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Qvalue
3) Naftaleno.	12.76	128	11537993	10.50	µg/L	100
4) Acenaftileno	16.46	152	12002593	10.41	µg/L	100
5) Acenafteno.	16.91	153	7515343	10.76	µg/L	100
6) Fluoreno	18.09	166	8403093	11.04	µg/L	100
8) Fenantreno	20.31	178	11214600	10.43	µg/L	100
9) Antraceno	20.42	178	10761265	10.52	µg/L	100
10) Fluoranteno	23.12	202	12042873	10.55	µg/L	100
11) Pireno	23.62	202	12482964	10.57	µg/L	100
12) (Benzo (a) antraceno	26.47	228	9423383	11.46	µg/L	99
13) Criseno	26.57	228	8600777	11.18	µg/L	100
14) Benzo (b) fluoranteno	28.87	252	6607621	11.09	µg/L	100
15) Benzo (k) fluoranteno	28.92	252	8611541	10.36	µg/L	100
16) Benzo (a) pireno	29.51	252	5693948	10.67	µg/L	100
17) Indeno (1,2,3-cd) pireno	31.85	276	3885126	11.00	µg/L	100
18) Dibenzo (a,h) antraceno	31.92	278	3663242	11.49	µg/L	99
19) Benzo (ghi) perileno	32.45	276	3673991	12.04	µg/L	93

#) = qualifier out of range (m) = manual integration  
 0802HN2B.D Q0801PAT.M Fri Sep 08 11:41:37 2000

Quantitation Report (Not Reviewed)

Data File : D:\SV-JUL\0802HN2C.D Vial: 7  
 Acq On : 3 Aug 2000 00:01 Operator: Nora E Diaz  
 Sample : ESTD NIV 2C PAHS, PREP: 02-AGO-2000. Inst : GCD Plus  
 Misc : INY 1 µL. Multiplr. 1.00  
 Sample Amount: 0.00

MS Integration Params: events.e  
 Quant Time: Sep 8 11:42 2000 Quant Results File: Q0801PAT.RES

Quant Method : C:\ARCHIVOS\M...\Q0801PAT.M (Chemstation Integrator)  
 Title :  
 Last Update : Thu Sep 07 18:59:14 2000  
 Response via : Initial Calibration  
 DataAcq Meth : PAHS0201

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Naftaleno d-8	12.72	136	70687062	50.00	µg/L	-0.02
System Monitoring Compounds						
2) Nitrobenceno d-5.	11.17	82	51938204	100.39	µg/L	0.00
Spiked Amount	100.000		Recovery	=	100.39%	
7) 2,4,6 Tribromofenol	18.75	330	10282184	96.97	µg/L	0.00
Spiked Amount	100.000		Recovery	=	96.97%	
Target Compounds						
3) Naftaleno.	12.76	128	11582714	10.43	µg/L	100
4) Acenaftileno	16.46	152	12167355	10.47	µg/L	99
5) Acenafteno.	16.90	153	7629105	10.84	µg/L	99
6) Fluoreno	18.09	166	8629702	11.28	µg/L	99
8) Fenantreno	20.31	178	11348755	10.47	µg/L	100
9) Antraceno	20.42	178	10962581	10.65	µg/L	100
10) Fluoranteno	23.11	202	11846275	10.22	µg/L	100
11) Pireno	23.61	202	12505998	10.48	µg/L	99
12) (Benzo (a) antraceno	26.47	228	9369404	11.27	µg/L	99
13) Criseno	26.56	228	8561075	11.00	µg/L	99
14) Benzo (b) fluoranteno	28.87	252	6237018	10.32	µg/L	99
15) Benzo (k) fluoranteno	28.92	252	8168288	9.72	µg/L	99
16) Benzo (a) pireno	29.50	252	5378757	9.77	µg/L	100
17) Indeno (1,2,3-cd) pireno	31.85	276	3607947	10.03	µg/L	100
18) Dibenzo (a,h) antraceno	31.93	278	3496384	10.85	µg/L	97
19) Benzo (ghi) perileno	32.45	276	3434106	11.11	µg/L	# 89

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration  
 0802HN2C.D Q0801PAT.M Pri Sep 08 11:42:03 2000

Quantitation Report (Not Reviewed)

Data File : D:\SV-JUL\0802HN3A.D Vial: 9  
 Acq On : 3 Aug 2000 1:58 Operator: Nora E Diaz  
 Sample : LSTD NIV 3A PAHS, PREP: 02-AGO-2000. Inst : GCD Plus  
 Misc : INY 1 µL. Multiplr: 1.00  
 Sample Amount: 0.00

MS Integration Params: events.e  
 Quant Time: Sep 8 11:44 2000 Quant Results File: Q0801PAT.RES

Quant Method : C:\ARCHIVOS\M...\Q0801PAT.M (Chemstation Integrator)  
 Title :  
 Last Update : Thu Sep 07 18:59:14 2000  
 Response via : Initial Calibration  
 DataAcq Meth : PAHS0201

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Naftaleno d-8	12.72	136	69440760	50.00	µg/L	-0.02
System Monitoring Compounds						
2) Nitrobencono d-5.	11.17	82	51511953	101.36	µg/L	0.00
Spiked Amount	100.000			Recovery	=	101.36%
7) 2,4,6 Tribromofenol	18.75	330	11133542	106.89	µg/L	0.00
Spiked Amount	100.000			Recovery	=	106.89%
Target Compounds						
						Qvalue
3) Naftaleno.	12.76	128	17438172	17.40	µg/L	100
4) Acenaftileno	16.46	152	18539389	17.37	µg/L	100
5) Acenafteno.	16.90	153	11494535	18.01	µg/L	99
6) Fluoreno	18.09	166	13016166	18.73	µg/L	99
8) Fenantreno	20.31	178	17619434	17.93	µg/L	100
9) Antraceno	20.42	178	16671874	18.01	µg L	100
10) Fluoranteno	23.11	202	186172 4	17.83	µg L	100
11) Pireno	23.61	202	19669145	18.45	µg/L	100
12) (Benzo a) antraceno	26.47	228	15158185	19.66	µg L	99
13) Criseno	26.56	228	13689210	19.40	µg/L	100
14) Benzo (b) fluoranteno	28.87	252	10638044	18.50	µg/L	100
15) Benzo (k) fluoranteno	28.92	252	13079952	16.03	µg/L	99
16) Benzo (a) pireno	29.50	252	8956113	18.92	µg L	100
17) Indeno (1,2,3-cd) pireno	31.84	276	6399588	19.03	µg/L	99
18) Dibenzo (a,h) antraceno	31.92	278	6072526	19.45	µg/L	100
19) Benzo (ghi) perileno	32.45	276	5879526	19.81	µg/L	93

(#) - qualifier out of range (m) = manual integration  
 0802HN3A.D Q0801PAT.M Fri Sep 08 11:44:40 2000

Quantitation Report (Not Reviewed)

Data File : D:\SV-JUL\0802HN3B.D Vial: 10  
 Acq On : 3 Aug 2000 2:55 Operator: Nora E. Diaz  
 Sample : ESTD NIV 3B PAHS, PREP: 02-AGO-2000. Inst : GCD Plus  
 Misc : INY 1 µL. Multiplr: 1.00  
 Sample Amount: 0.00

MS Integration Params: events.e  
 Quant Time: Sep 8 11:45 2000

Quant Results File: Q0801PAT.RES

Quant Method : C:\ARCHIVOS\M...\Q0801PAT.M (Chemstation Integrator)

Title :  
 Last Update : Thu Sep 07 18:59:14 2000  
 Response via : Initial Calibration  
 DataAcq Meth : PAHS0201

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Naftaleno d-8	12.72	136	67308294	50.00	µg/L	-0.02
System Monitoring Compounds						
2) Nitrobenceno d-5.	11.18	82	48318434	98.08	µg/L	0.00
Spiked Amount	100.000		Recovery	=	98.08%	
7) 2,4,6 Tribromofenol	18.76	330	11079411	109.74	µg/L	0.00
Spiked Amount	100.000		Recovery	=	109.74%	
Target Compounds						
						Qvalue
3) Naftaleno.	12.76	128	16239688	16.62	µg/L	100
4) Acenaftileno	16.47	152	17385802	16.74	µg/L	100
5) Acenafteno.	16.91	153	10817554	17.41	µg/L	100
6) Fluoreno	18.10	166	12238758	18.09	µg/L	99
8) Fenantreno	20.32	178	16593164	17.35	µg/L	99
9) Antraceno	20.42	178	15536410	17.21	µg/L	100
10) Fluoranteno	23.12	202	17142754	16.82	µg/L	100
11) Pireno	23.62	202	18099139	17.37	µg/L	100
12) (Benzo (a) antraceno	26.48	228	13517952	17.96	µg/L	99
13) Criseno	26.57	228	12303588	17.82	µg/L	100
14) Benzo (b) fluoranteno	28.87	252	9087423	16.21	µg/L	100
15) Benzo (k) fluoranteno	28.93	252	11342179	14.31	µg/L	99
16) Benzo (a) pireno	29.51	252	7470258	15.81	µg/L	100
17) Indeno (1,2,3-cd) pireno	31.86	276	4892823	14.77	µg/L	100
18) Dibenzo (a,h) antraceno	31.93	278	4609032	15.16	µg/L	99
19) Benzo (ghi) perileno	32.46	276	4554403	15.71	µg/L	94

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration  
 0802HN3B.D Q0801PAT.M Fri Sep 08 11:45:18 2000

Quantitation Report (Not Reviewed)

Data File : D:\SV-JUL\0802HN3C.D  
 Acq On : 3 Aug 2000 3:52  
 Sample : ESTD NIV 3C PAHS, PREP: 02-AGO-2000.  
 Misc : INY 1 µL.

Vial: 11  
 Operator: Nora E Diaz  
 Inst : GCD Plus  
 Multiplr: 1.00  
 Sample Amount: 0.00

MS Integration Params: events.e  
 Quant Time: Sep 8 11:45 2000

Quant Results File: Q0801PAT.RES

Quant Method : C:\ARCHIVOS\M...\Q0801PAT.M (Chemstation Integrator)

Title :  
 Last Update : Thu Sep 07 18:59:14 2000  
 Response via : Initial Calibration  
 DataAcq Meth : PAHS0201

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Naftaleno d-8	12.72	136	74718983	50.00	µg/L	-0.02
<b>System Monitoring Compounds</b>						
2) Nitrobenceno d-5.	11.18	82	55149756	100.85	µg/L	0.00
Spiked Amount	100.000		Recovery	=	100.85%	
7) 2,4,6 Tribromofenol	18.76	330	12403682	110.67	µg/L	0.00
Spiked Amount	100.000		Recovery	=	110.67%	
<b>Target Compounds</b>						
						Qvalue
3) Naftaleno.	12.76	128	18390796	17.00	µg/L	100
4) Acenaftileno	16.47	152	19712718	17.14	µg/L	100
5) Acenafteno.	16.91	153	12047368	17.47	µg/L	100
6) Fluoreno	18.10	166	13655453	18.20	µg/L	99
8) Penantreno	20.32	178	18307390	17.23	µg/L	100
9) Antraceno	20.42	178	17350357	17.33	µg/L	99
10) Fluoranteno	23.12	202	19341420	17.13	µg/L	100
11) Pireno	23.62	202	20297748	17.58	µg/L	100
12) (Benzo (a) antraceno	26.48	228	15723778	18.90	µg/L	100
13) Criseno	26.57	228	13892612	18.17	µg/L	100
14) Benzo (b) fluoranteno	28.88	252	10891483	17.56	µg/L	99
15) Benzo (k) fluoranteno	28.93	252	13662450	15.55	µg/L	100
16) Benzo (a) pireno	29.51	252	9106713	17.70	µg/L	100
17) Indeno (1,2,3-cd) pireno	31.86	276	6355794	17.47	µg/L	99
18) Dibenzo (a,h) antraceno	31.93	278	6209469	18.47	µg/L	100
19) Benzo (ghi) perileno	32.46	276	5930839	18.54	µg/L	92

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration  
 0802HN3C.D Q0801PAT.M Pri Sep 08 11:45:54 2000

Quantitation Report (Not Reviewed)

Data File : D:\SV-JUL\0802HN4A.D Vial: 12  
 Acq On : 3 Aug 2000 4:49 Operator: Nora E Diaz  
 Sample : ESTD NIV 4A PAHS, PREP; 02-AGO-2000. Inst : GCD Plus  
 Misc : INY 1 µL. Multiplr: 1.00  
 Sample Amount: 0.00

MS Integration Params: events.e  
 Quant Time: Sep 8 11:47 2000

Quant Results File: Q0801PAT.RES

Quant Method : C:\ARCHIVOS\M...\Q0801PAT.M (Chemstation Integrator)  
 Title :  
 Last Update : Thu Sep 07 18:59:14 2000  
 Response via : Initial Calibration  
 DataAcq Meth : PAHS0201

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Naftaleno d-8	12.72	136	72632181	50.00	µg/L	-0.02
<b>System Monitoring Compounds</b>						
2) Nitrobenzeno d-5.	11.18	82	52544086	98.84	µg/L	0.00
Spiked Amount	100.000		Recovery	=	98.84%	
7) 2,4,6 Tribromofenol	18.76	330	12921315	118.60	µg/L	0.00
Spiked Amount	100.000		Recovery	=	118.60%	
<b>Target Compounds</b>						
3) Naftaleno.	12.76	128	21661031	21.17	µg/L	100
4) Acenaftileno	16.47	152	23629616	21.62	µg/L	100
5) Acenafteno.	16.91	153	14388664	22.06	µg/L	100
6) Fluoreno	18.10	166	16479301	23.23	µg/L	99
8) Fenantreno	20.32	178	21991770	21.86	µg/L	100
9) Antraceno	20.43	178	21133202	22.41	µg/L	100
10) Fluoranteno	23.12	202	23279530	21.80	µg/L	100
11) Pireno	23.62	202	24533305	22.53	µg/L	99
12) (Benzo (a) antraceno	26.48	228	19683313	24.82	µg/L	99
13) Criseno	26.58	228	17588046	24.38	µg/L	100
14) Benzo (b) fluoranteno	28.88	252	14426892	24.21	µg/L	99
15) Benzo (k) fluoranteno	28.93	252	17330899	20.38	µg/L	100
16) Benzo (a) pireno	29.51	252	12102141	25.44	µg/L	100
17) Indeno (1,2,3-cd) pireno	31.86	276	8961485	25.85	µg/L	99
18) Dibenzo (a,h) antraceno	31.93	278	8377948	25.77	µg/L	98
19) Benzo (ghi) perileno	32.47	276	8124280	26.37	µg/L #	90

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration  
 0802HN4A.D Q0801PAT.M Fri Sep 08 11:47:35 2000

Quantitation Report (Not Reviewed)

Data File : D:\SV-JUL\0802HN4B.D Vial: 13  
 Acq On : 3 Aug 2000 5:45 Operator: Nora E Diaz  
 Sample : ESTD NIV 4B PAHS, PREP: 02-AGO-2000. Inst : GCD Plus  
 Misc : INY 1 µL. Multiplr: 1.00  
 Sample Amount: 0.00

MS Integration Params: events.e  
 Quant Time: Sep 8 11:50 2000

Quant Results File: Q0801PAT.RES

Quant Method : C:\ARCHIVOS\M...\Q0801PAT.M (Chemstation Integrator)  
 Title :  
 Last Update : Thu Sep 07 18:59:14 2000  
 Response via : Initial Calibration  
 DataAcq Meth : PAHS0201

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Naftaleno d-8	12.72	136	76918342	50.00	µg/L	-0.02
<b>System Monitoring Compounds</b>						
2) Nitrobenzeno d-5.	11.18	82	55970081	99.42	µg/L	0.00
Spiked Amount	100.000		Recovery	=	99.42%	
7) 2,4,6 Tribromofenol	18.76	330	13166225	114.11	µg/L	0.00
Spiked Amount	100.000		Recovery	=	114.11%	
<b>Target Compounds</b>						
						Qvalue
3) Naftaleno.	12.77	128	22930496	21.16	µg/L	100
4) Acenaftileno	16.47	152	24920823	21.53	µg/L	100
5) Acenafteno.	16.91	153	15397919	22.32	µg/L	100
6) Fluoreno	18.10	166	17181955	22.83	µg/L	99
8) Fenantreno	20.32	178	22937911	21.49	µg/L	100
9) Antraceno	20.43	178	21914981	21.89	µg/L	100
10) Fluoranteno	23.12	202	24626944	21.78	µg/L	99
11) Pireno	23.62	202	25557844	22.12	µg/L	100
12) (Benzo (a) antraceno	26.48	228	20063626	23.83	µg/L	99
13) Criseno	26.58	228	17903956	23.34	µg/L	100
14) Benzo (b) fluoranteno	28.88	252	14276698	22.58	µg/L	100
15) Benzo (k) fluoranteno	28.93	252	17147888	19.03	µg/L	100
16) Benzo (a) pireno	29.51	252	12033126	23.68	µg/L	100
17) Indeno (1,2,3-cd) pireno	31.86	276	8538861	23.15	µg/L	99
18) Dibenzo (a,h) antraceno	31.93	278	7882682	22.86	µg/L	99
19) Benzo (ghi) perileno	32.46	276	7698646	23.53	µg/L	93

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration  
 0802HN4B.D Q0801PAT.M Fri Sep 08 11:50:24 2000

Quantitation Report (Not Reviewed)

Data File : D:\SV-JUL\0802HN4C.D Vial: 14  
 Acq On : 3 Aug 2000 6:43 Operator: Nora E Diaz  
 Sample : ESTD NIV 4C PAHS, PREP: 02-AGO-2000. Inst : GCD Plus  
 Misc : INY 1 µL. Multiplr: 1.00  
 Sample Amount: 0.00

MS Integration Params: events.e  
 Quant Time: Sep 8 11:51 2000

Quant Results File: Q0801PAT.RES

Quant Method : C:\ARCHIVOS\M...\Q0801PAT.M (Chemstation Integrator)  
 Title :  
 Last Update : Thu Sep 07 18:59:14 2000  
 Response via : Initial Calibration  
 DataAcq Meth : PAHS0201

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Naftaleno d-8	12.72	136	737^2001	50.00	µg/L	-0.02
<b>System Monitoring Compounds</b>						
2) Nitrobencono d-5.	11.18	82	53326094	98.86	µg/L	0.00
Spiked Amount 100.000			Recovery =	98.86%		
7) 2,4,6 Tribromofenol	18.75	330	12366745	111.86	µg/L	0.00
Spiked Amount 100.000			Recovery =	111.86%		
<b>Target Compounds</b>						
3) Naftaleno.	12.76	128	22732774	21.99	µg/L	100
4) Acenaftileno	16.47	152	24676653	22.31	µg/L	100
5) Acenafteno.	16.91	153	15072355	22.86	µg/L	99
6) Fluoreno	18.10	166	17164187	23.91	µg/L	98
8) Fenantreno	20.31	178	22813295	22.40	µg/L	100
9) Antraceno	20.42	178	21518542	22.50	µg/L	100
10) Fluoranteno	23.12	202	23985274	22.18	µg/L	100
11) Pireno	23.62	202	25044042	22.68	µg/L	100
12) (Benzo (a) antraceno	26.48	228	19291888	23.92	µg/L	100
13) Criseno	26.57	228	17192732	23.40	µg/L	100
14) Benzo (b) fluoranteno	28.87	252	13310231	21.94	µg/L	99
15) Benzo (k) fluoranteno	28.92	252	15961736	18.47	µg/L	99
16) Benzo (a) pireno	29.51	252	11047532	22.55	µg/L	99
17) Indeno (1,2,3-cd) pireno	31.85	276	7700763	21.72	µg/L	100
18) Dibenzo (a,h) antraceno	31.92	278	7174077	21.69	µg/L	98
19) Benzo (ghi) perileno	32.45	276	7052583	22.47	µg/L	92

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration  
 0802HN4C.D Q0801PAT.M Fri Sep 08 11:51:05 2000

Quantitation Report (Not Reviewed)

Data File : D:\SV-JUL\0802HN5A.D Vial: 16  
 Acq On : 7 Aug 2000 8:37 Operator: Nora E. Diaz  
 Sample : ESTD NIV 5A PAHS, PREP: 02-AGO-2000. Inst : GCD Plus  
 Misc : INY 1 µL. Multiplr: 1.00  
 Sample Amount: 0.00

MS Integration Params: events.e  
 Quant Time: Sep 8 11:52 2000

Quant Results File: Q0801PAT.RES

Quant Method : C:\ARCHIVOS\M...\Q0801PAT.M (Chemstation Integrator)  
 Title :  
 Last Update : Thu Sep 07 18:59:14 2000  
 Response via : Initial Calibration  
 DataAcq Meth : PAHS0201

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Naftaleno d-8	12.73	136	53985105	50.00	µg/L	-0.01
<b>System Monitoring Compounds</b>						
2) Nitrobenceno d-5.	11.18	82	40837575	103.36	µg/L	0.00
Spiked Amount				100.000		
				Recovery	=	103.36%
7) 2,4,6 Tribromofenol	18.76	330	8944540	110.46	µg/L	0.00
Spiked Amount				100.000		
				Recovery	=	110.46%
<b>Target Compounds</b>						
						Qvalue
3) Naftaleno.	12.76	128	18337983	24.48	µg/L	100
4) Acenaftileno	16.47	152	19396873	24.10	µg/L	100
5) Acenafteno.	16.91	153	12084196	25.26	µg/L	99
6) Fluoreno	18.10	166	13679774	26.25	µg/L	99
8) Fenantreno	20.32	178	18479532	25.03	µg/L	100
9) Antraceno	20.43	178	17315328	24.99	µg/L	100
10) Fluoranteno	23.12	202	19382588	24.72	µg/L	100
11) Pireno	23.62	202	20373250	25.50	µg/L	100
12) (Benzo (a) antraceno	26.48	228	16336548	27.92	µg/L	99
13) Criseno	26.58	228	14246081	26.78	µg/L	100
14) Benzo (b) fluoranteno	28.88	252	11670338	26.42	µg/L	99
15) Benzo (k) fluoranteno	28.93	252	13755694	21.79	µg/L	100
16) Benzo (a) pireno	29.51	252	9698271	27.70	µg/L	100
17) Indeno (1,2,3-cd) pireno	31.86	276	7239033	28.20	µg/L	100
18) Dibenzo (a,h) antraceno	31.93	278	6840741	28.35	µg/L	99
19) Benzo (ghi) perileno	32.47	276	6466217	28.28	µg/L	99

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration  
 0802HN5A.D Q0801PAT.M Fri Sep 08 11:52:14 2000

Quantitation Report (Not Reviewed)

Data File : D:\SV-JUL\0802HN5B.D  
 Acq On : 3 Aug 2000 9:34  
 Sample : ESTD NIV 5B PAHS, PREP: 02-AGO-2000.  
 Misc : INY 1 µL.

Vial: 17  
 Operator: Nora E. Diaz  
 Inst : GCD Plus  
 Multiplr: 1.00  
 Sample Amount: 0.00

MS Integration Params: events.e  
 Quant Time: Sep 8 11:52 2000

Quant Results File: Q0801PAT.RES

Quant Method : C:\ARCHIVOS\M...\Q0801PAT.M (Chemstation Integrator)  
 Title :  
 Last Update : Thu Sep 07 18:59:14 2000  
 Response via : Initial Calibration  
 DataAcq Meth : PAHS0201

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Naftaleno d-8	12.72	136	60609328	50.00	µg/L	-0.02
<b>System Monitoring Compounds</b>						
2) Nitrobencono d-5.	11.18	82	44831784	101.07	µg/L	0.00
Spiked Amount	100.000			Recovery	=	101.07%
7) 2,4,6 Tribromofenol	18.75	330	9510687	104.61	µg/L	0.00
Spiked Amount	100.000			Recovery	=	104.61%
<b>Target Compounds</b>						
						Qvalue
3) Naftaleno.	12.77	128	20903106	24.90	µg/L	99
4) Acenaftileno	16.47	152	22178212	24.58	µg/L	100
5) Acenafteno.	16.91	153	13347683	24.81	µg/L	100
6) Fluoreno	18.10	166	14878601	25.35	µg/L	98
8) Fenantreno	20.32	178	20058384	24.12	µg/L	100
9) Antraceno	20.42	178	18777383	24.05	µg/L	100
10) Fluoranteno	23.12	202	20664450	23.35	µg/L	99
11) Pireno	23.62	202	21521717	23.83	µg/L	100
12) (Benzo (a) antraceno	26.48	228	16916328	25.62	µg/L	100
13) Criseno	26.58	228	14908857	24.80	µg/L	100
14) Benzo (b) fluoranteno	28.88	252	11848743	23.82	µg/L	99
15) Benzo (k) fluoranteno	28.93	252	13994247	19.72	µg/L	99
16) Benzo (a) pireno	29.51	252	9784393	24.54	µg/L	100
17) Indeno (1,2,3-cd) pireno	31.86	276	7069444	24.38	µg/L	100
18) Dibenzo (a,h) antraceno	31.93	278	6536593	24.07	µg/L	99
19) Benzo (ghi) perileno	32.46	276	6377698	24.77	µg/L	100

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration  
 0802HN5B.D Q0801PAT.M Fri Sep 08 11:52:48 2000

Quantitation Report (Not Reviewed)

Data File : D:\SV-JUL\0802HN5C.D Vial: 18  
 Acq On : 3 Aug 2000 10:35 Operator: Nora E Diaz  
 Sample : ESTD NIV 5C PAHS, PREP: 02-AGO-2000. Inst : GCD Plus  
 Misc : INY 1 µL. Multiplr: 1.00  
 Sample Amount: 0.00

MS Integration Params: events.e  
 Quant Time: Sep 8 11:53 2000

Quant Results File: Q0801PAT.RES

Quant Method : C:\ARCHIVOS\M...\Q0801PAT.M (Chemstation Integrator)  
 Title :  
 Last Update : Thu Sep 07 18:59:14 2000  
 Response via : Initial Calibration  
 DataAcq Meth : PAHS0201

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Naftaleno d-8	12.72	136	62008423	50.00	µg/L	-0.02
<b>System Monitoring Compounds</b>						
2) Nitrobenceno d-5.	11.18	82	46363743	102.16	µg/L	0.00
Spiked Amount	100.000		Recovery	=	102.16%	
7) 2,4,6 Tribromofenol	18.75	330	9990148	107.41	µg/L	0.00
Spiked Amount	100.000		Recovery	=	107.41%	
<b>Target Compounds</b>						
3) Naftaleno.	12.76	128	21416910	24.94	µg/L	100
4) Acenaftileno	16.47	152	22843189	24.76	µg/L	100
5) Acenafteno.	16.91	153	14045265	25.59	µg/L	100
6) Fluoreno	18.10	166	15614228	26.07	µg/L	100
8) Fenantreno	20.32	178	20789520	24.46	µg/L	100
9) Antraceno	20.42	178	19600302	24.59	µg/L	100
10) Fluoranteno	23.12	202	21775907	24.13	µg/L	100
11) Pireno	23.62	202	22144389	23.98	µg/L	100
12) (Benzo (a) antraceno	26.48	228	17411642	25.78	µg/L	100
13) Criseno	26.57	228	15465384	25.18	µg/L	100
14) Benzo (b) fluoranteno	28.87	252	12195175	23.97	µg/L	100
15) Benzo (k) fluoranteno	28.93	252	14515325	19.99	µg/L	100
16) Benzo (a) pireno	29.51	252	10035432	24.61	µg/L	100
17) Indeno (1,2,3-cd) pireno	31.85	276	7121811	23.99	µg/L	100
18) Dibenzo (a,h) antraceno	31.92	278	6596585	23.74	µg/L	100
19) Benzo (ghi) perileno	32.45	276	6250472	23.70	µg/L	100

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration  
 0802HN5C.D Q0801PAT.M Fri Sep 08 11:53:13 2000

## APÉNDICE C

### ESPECTROS DE MASAS

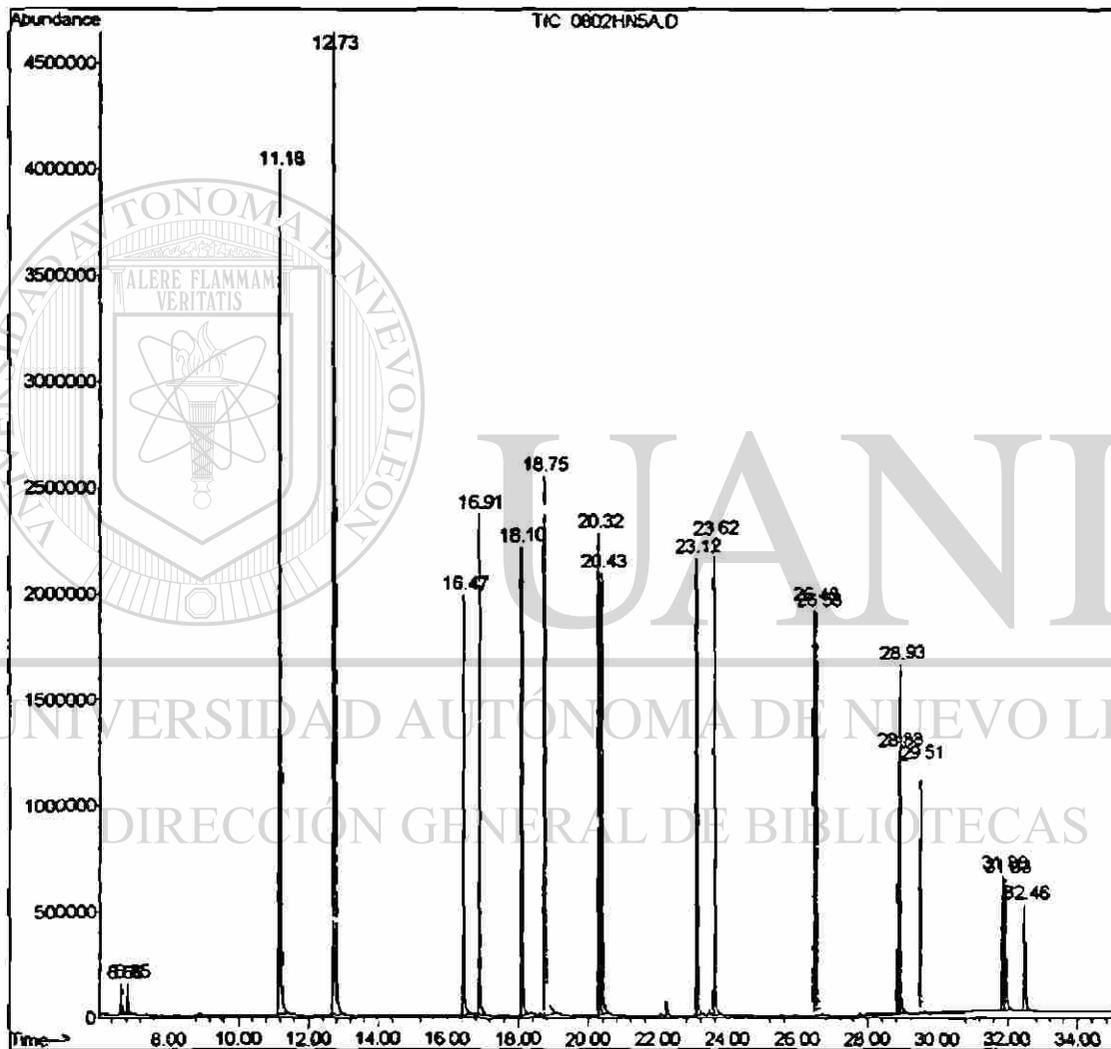
Contenido	Página
Cromatograma 16 PAHs Nivel 5 de concentración, curva A	88
<b>ESPECTROS DE MASAS</b>	
Benceno	89
Dimetilbenceno	90
Nitrobenceno d-5	91
Naftaleno d-8	92
Acenaftileno	93
Acenafteno	94
Fluoreno	95
2,4,6 Tribromofenol	96
Fenantreno	97
Antraceno	98
Fluoranteno	99
Pireno	100
Benzo(a)antraceno	101
Criseno	102
Benzo(b)fluoranteno	103
Benzo(k)fluoranteno	104
Benzo(a)pireno	105
Indeno(1,2,3-cd)pireno	106
Dibenzo(a,h)antraceno	107
Benzo(g,h,i)perileno	108

Library Search Report

Data File : D:\SV-JUL\0802HN5A.D  
Acq On : 3 Aug 2000 8:37  
Sample : ESTD NIV 5A PAHS, PREP: 02-AGO-2000.  
Misc : INY 1 µL.

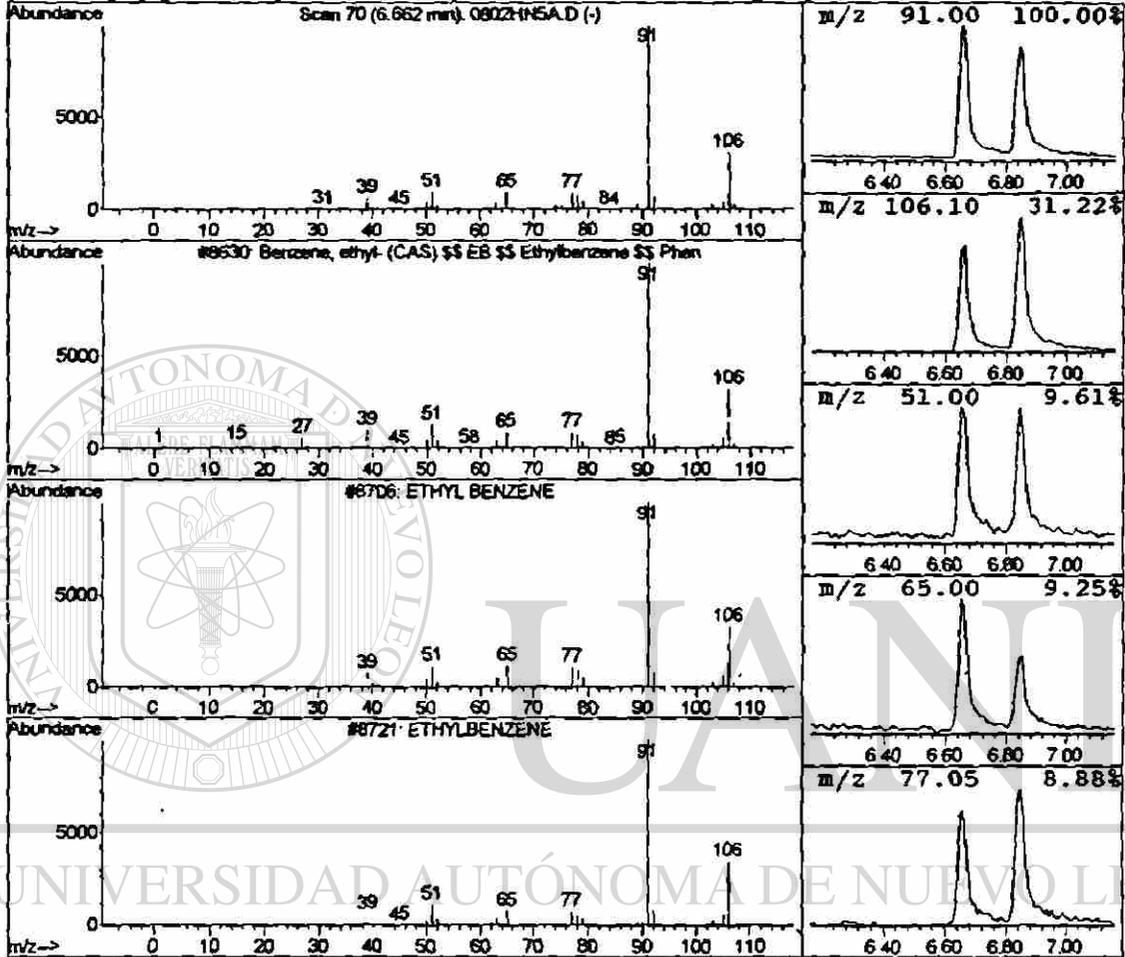
Vial: 16  
Operator: Nora E. Díaz  
Inst : GCD Plus  
Multiplr: 1.00  
Sample Amount: 0.00

MS Integration Params: events.e  
Method : C:\ARCHIVOS\METODOS\SEMIVOLATILES\Q0801PAT.M (Chemstation Inte  
Title :



Library Search Report - Chemstation Integrator

Unknown Spectrum based on Apex minus start of peak



Peak Number: 1 at 6.66 min Area: 3193484 Area % 0.36

The 3 best hits from each library.

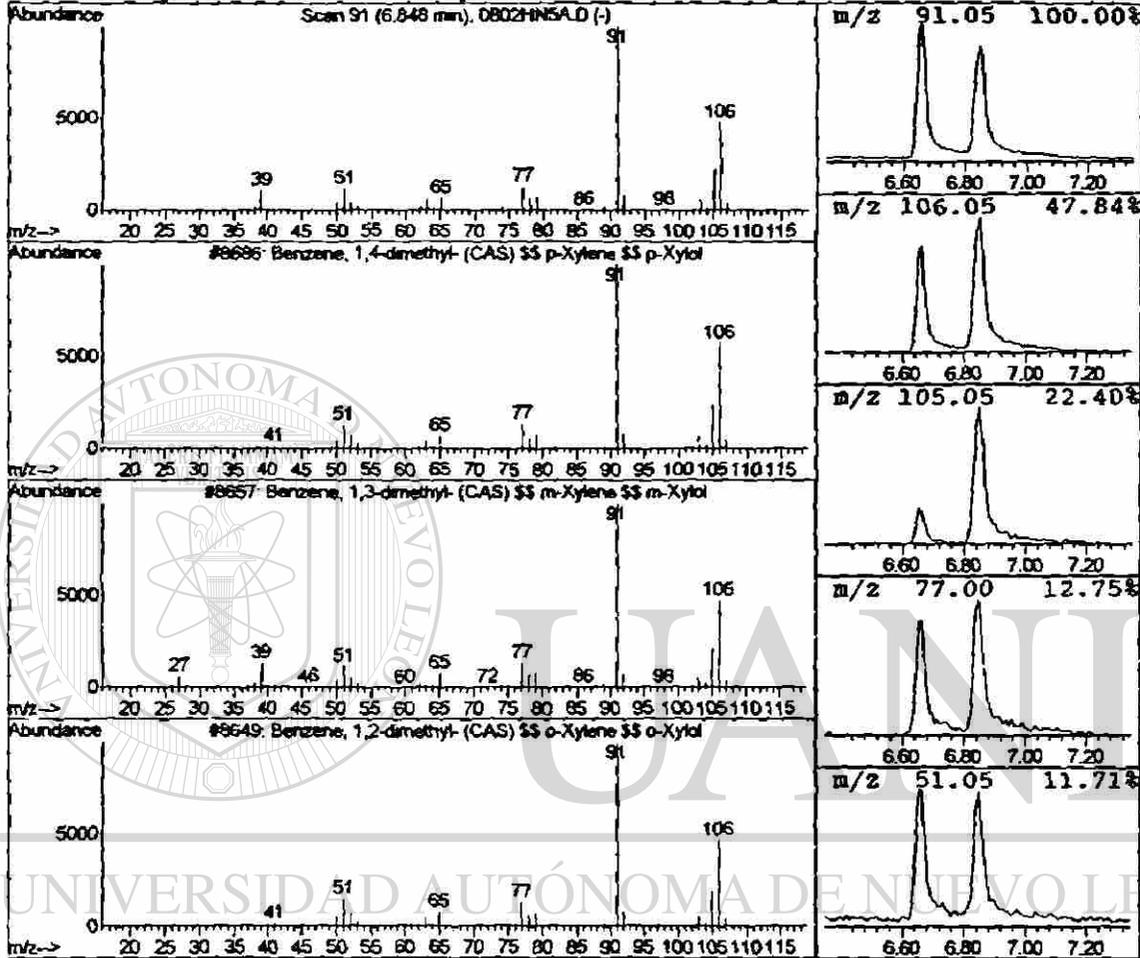
Ref# CAS# Qual

C:\DATABASE\WILEY275.L

Library Entry	Ref#	CAS#	Qual
1 Benzene, ethyl- (CAS) \$\$ EB \$\$ Ethy	8630	000100-41-4	94
2 ETHYL BENZENE	8706	000000-00-0	93
3 ETHYLBENZENE	8721	000000-00-0	91

Library Search Report - Chemstation Integrator

Unknown Spectrum based on Apex minus start of peak



Peak Number: 2 at 6.85 min Area: 3754518 Area % 0.43

The 3 best hits from each library.

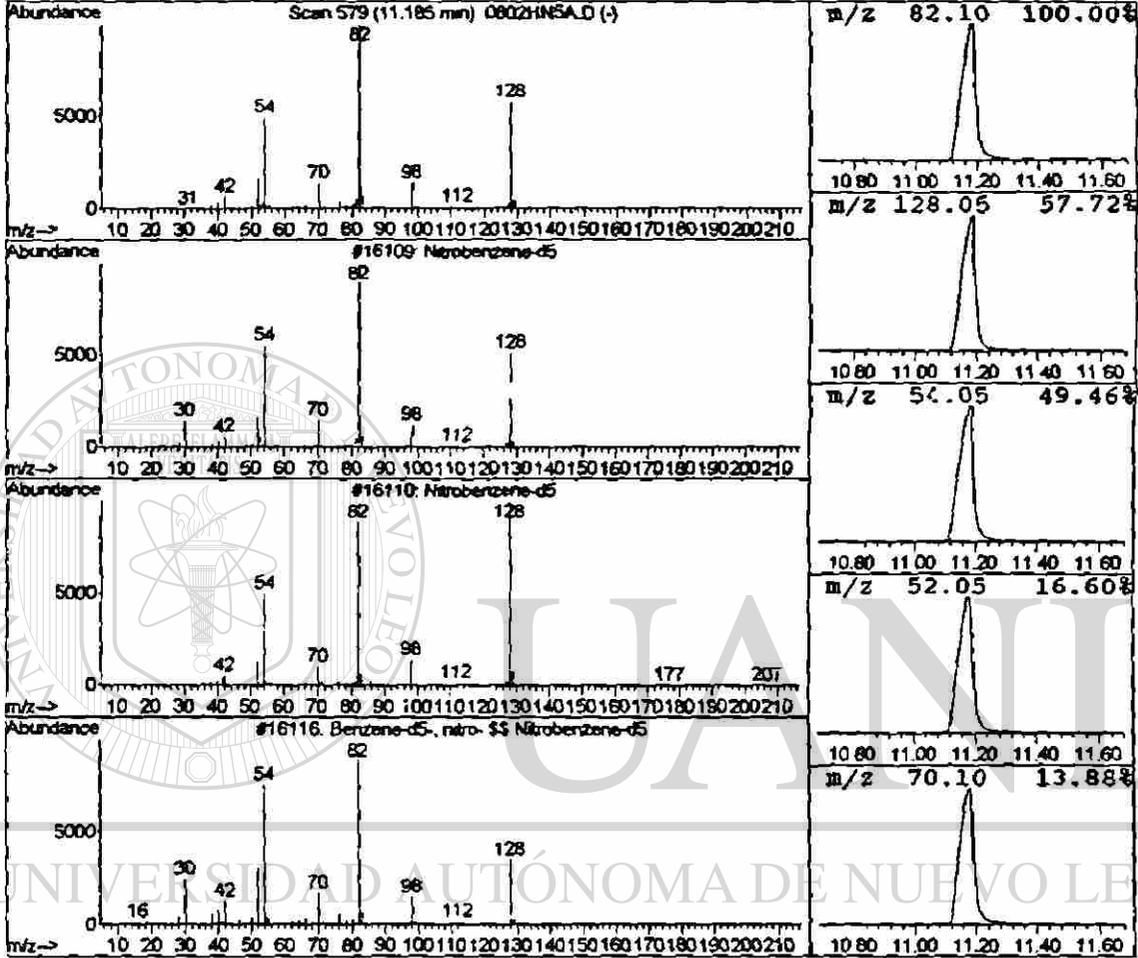
Ref# CAS# Qual

C:\DATABASE\WILEY275.L

1	Benzene, 1,4-dimethyl- (CAS) §§ p-X	8686	000106-42-3	97
2	Benzene, 1,3-dimethyl- (CAS) §§ m-X	8657	000108-38-3	97
3	Benzene, 1,2-dimethyl- (CAS) §§ o-X	8649	000095-47-6	97

Library Search Report - Chemstation Integrator

Unknown Spectrum based on Apex minus start of peak



Peak Number: 3 at 11.18 min Area: 125673656 Area % 14.32

The 3 best hits from each library.

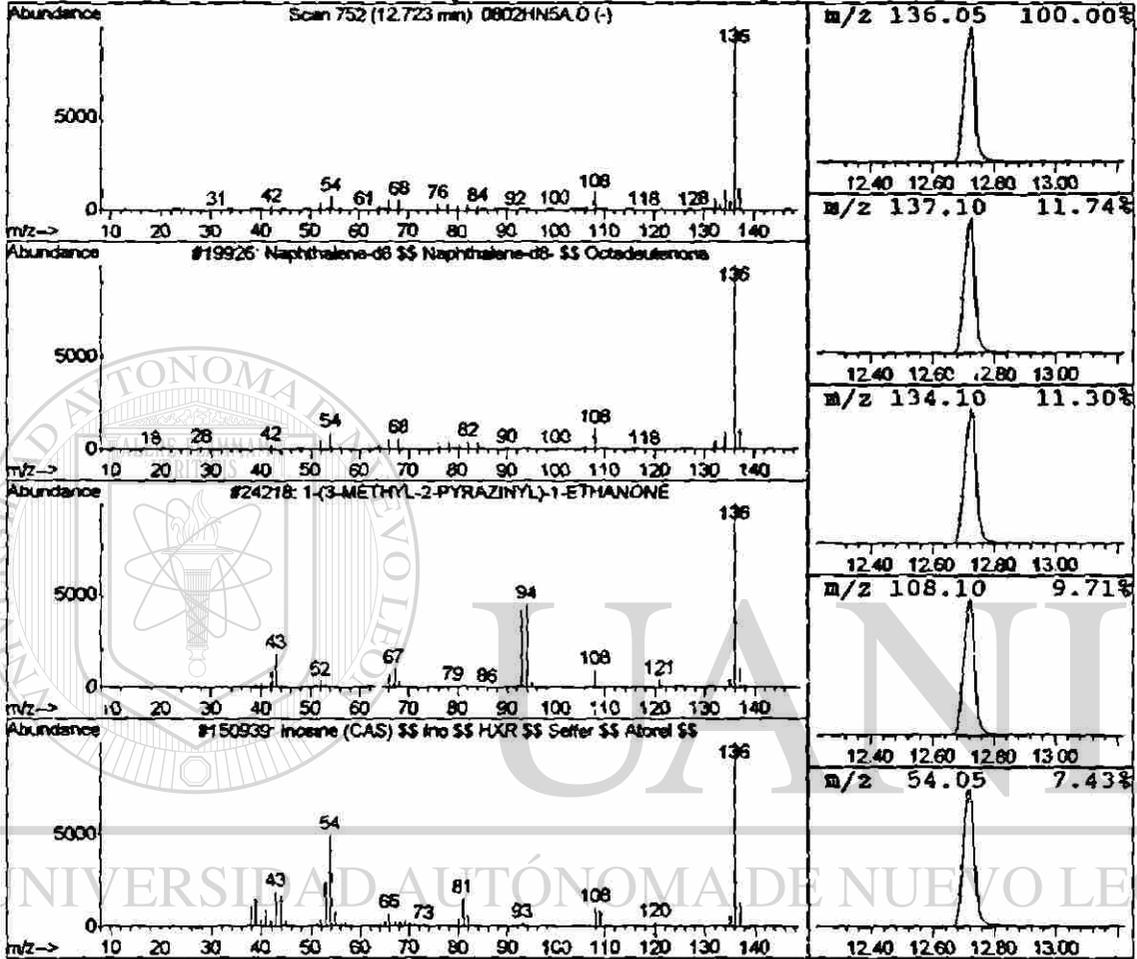
Ref# CAS# Qual

C:\DATABASE\WILEY275.L

Ref#	CAS#	Qual
1	000000-00-0	97
2	000000-00-0	91
3	004165-60-0	87

Library Search Report - Chemstation Integrator

Unknown Spectrum based on Apex minus start of peak



Peak Number: 4 at 12.72 min Area: 164560223 Area % 18.75

The 3 best hits from each library.

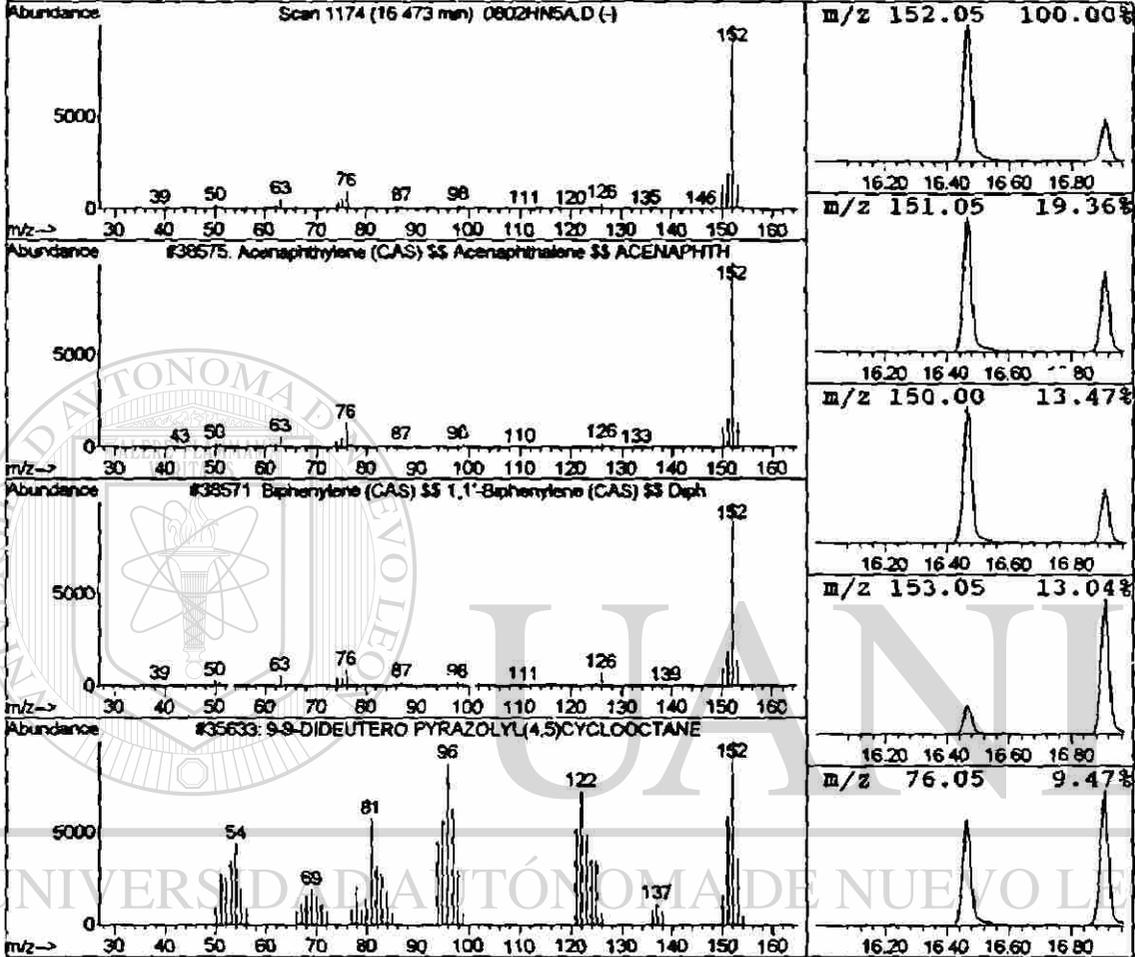
Ref# CAS# Qual

C:\DATABASE\WILEY275.L

Ref#	CAS#	Qual
1	19926 001146-65-2	93
2	24218 000000-00-0	50
3	150939 000058-63-9	50

Library Search Report - Chemstation Integrator

Unknown Spectrum based on Apex minus start of peak



Peak Number: 5 at 16.47 min Area: 39636602 Area % 4.52

The 3 best hits from each library.

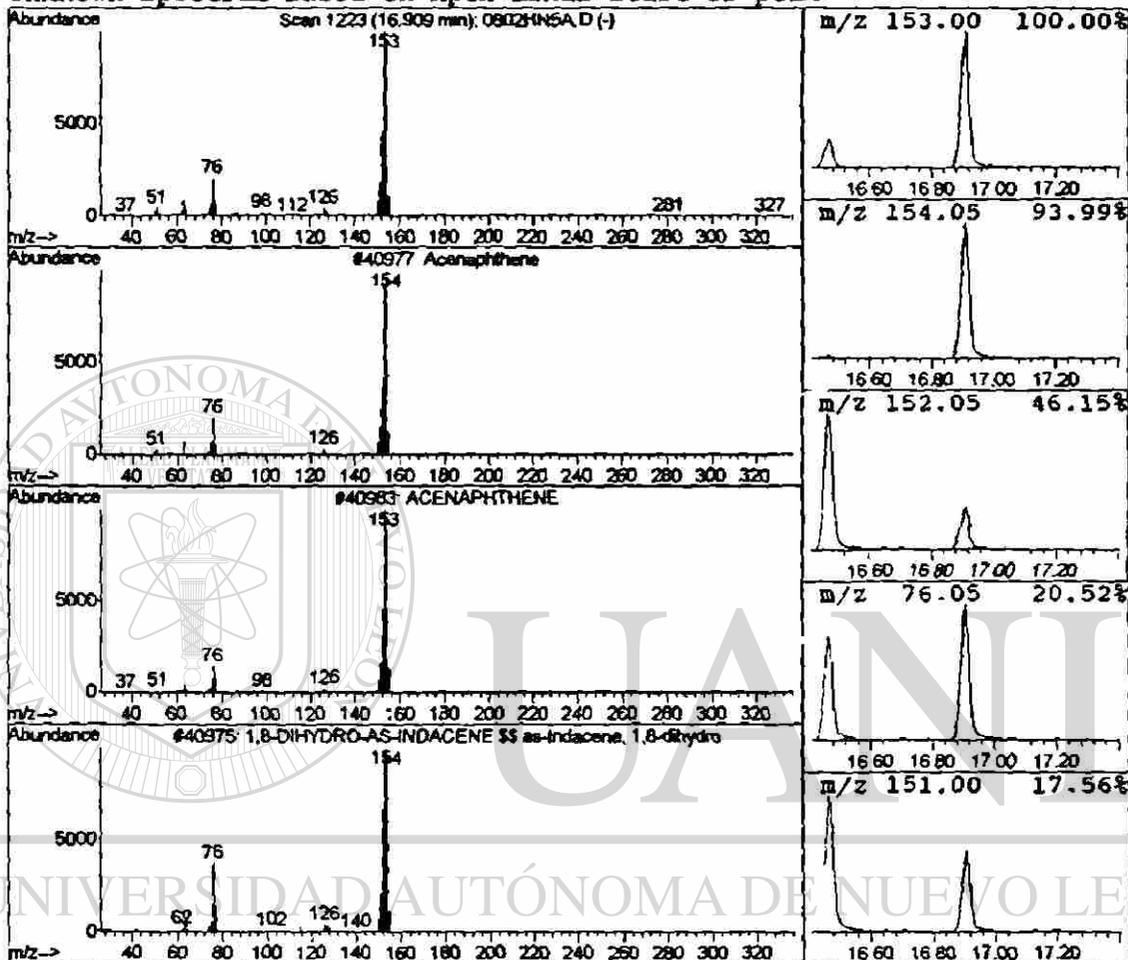
Ref# CAS# Qual

C:\DATABASE\WILEY275.L

Ref#	CAS#	Qual
1	38575 000208-96-8	93
2	38571 000259-79-0	91
3	35633 056248-02-3	64

Library Search Report - Chemstation Integrator

Unknown Spectrum based on Apex minus start of peak



Peak Number: 6 at 16.91 min Area: 44875282 Area % 5.11

The 3 best hits from each library.

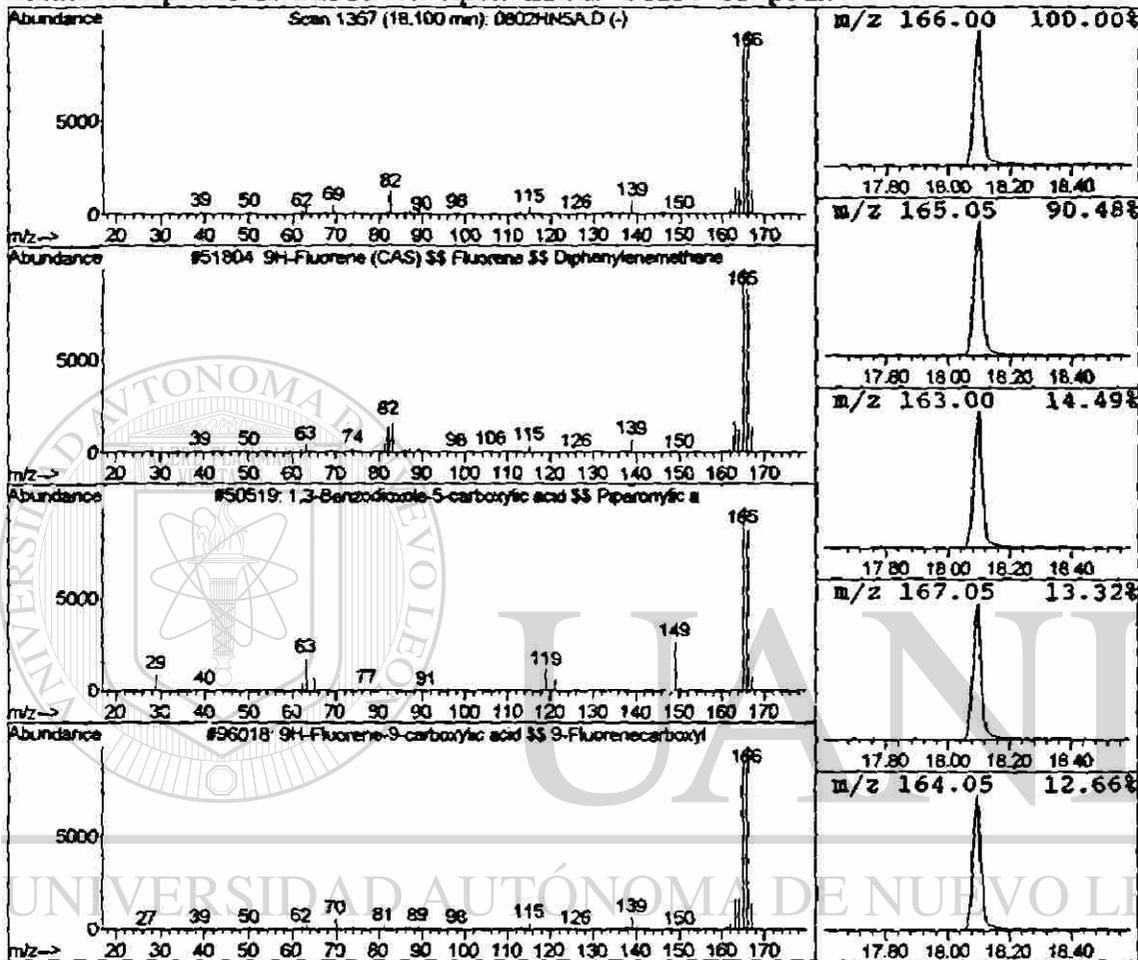
Ref# CAS# Qual

C:\DATABASE\WILEY275.L

Ref#	CAS#	Qual
1	40977 000083-32-9	95
2	40983 000000-00-0	81
3	40975 018837-46-2	81

Library Search Report - Chemstation Integrator

Unknown Spectrum based on Apex minus start of peak



Peak Number: 7 at 18.10 min Area: 42197664 Area % 4.81

The 3 best hits from each library.

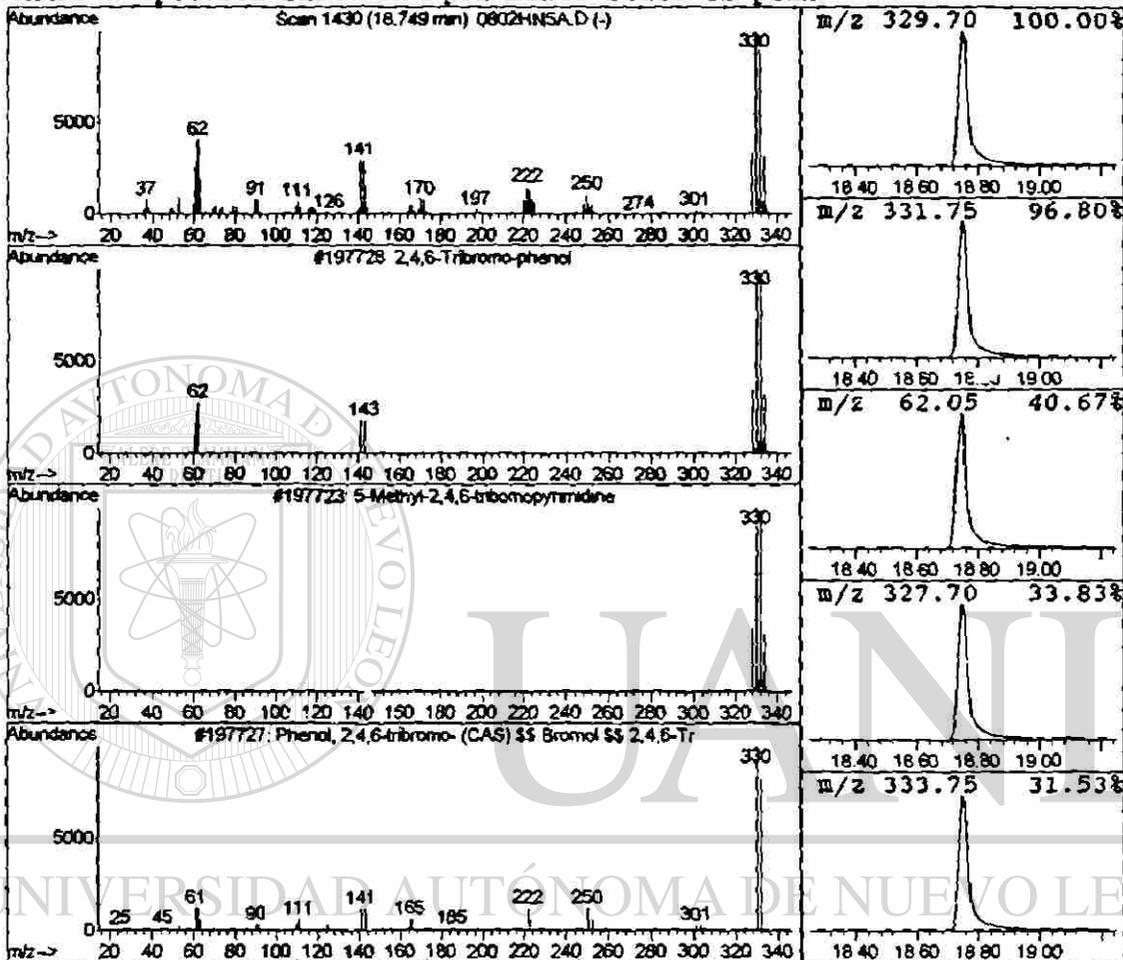
Ref# CAS# Qual

C:\DATABASE\WILEY275.L

Ref#	CAS#	Qual
1	51804 000086-73-7	95
2	50519 000094-53-1	50
3	96018 001989-33-9	46

Library Search Report - Chemstation Integrator

Unknown Spectrum based on Apex minus start of peak



Peak Number: 8 at 18.75 min Area: 62691151 Area % 7.14

The 3 best hits from each library.

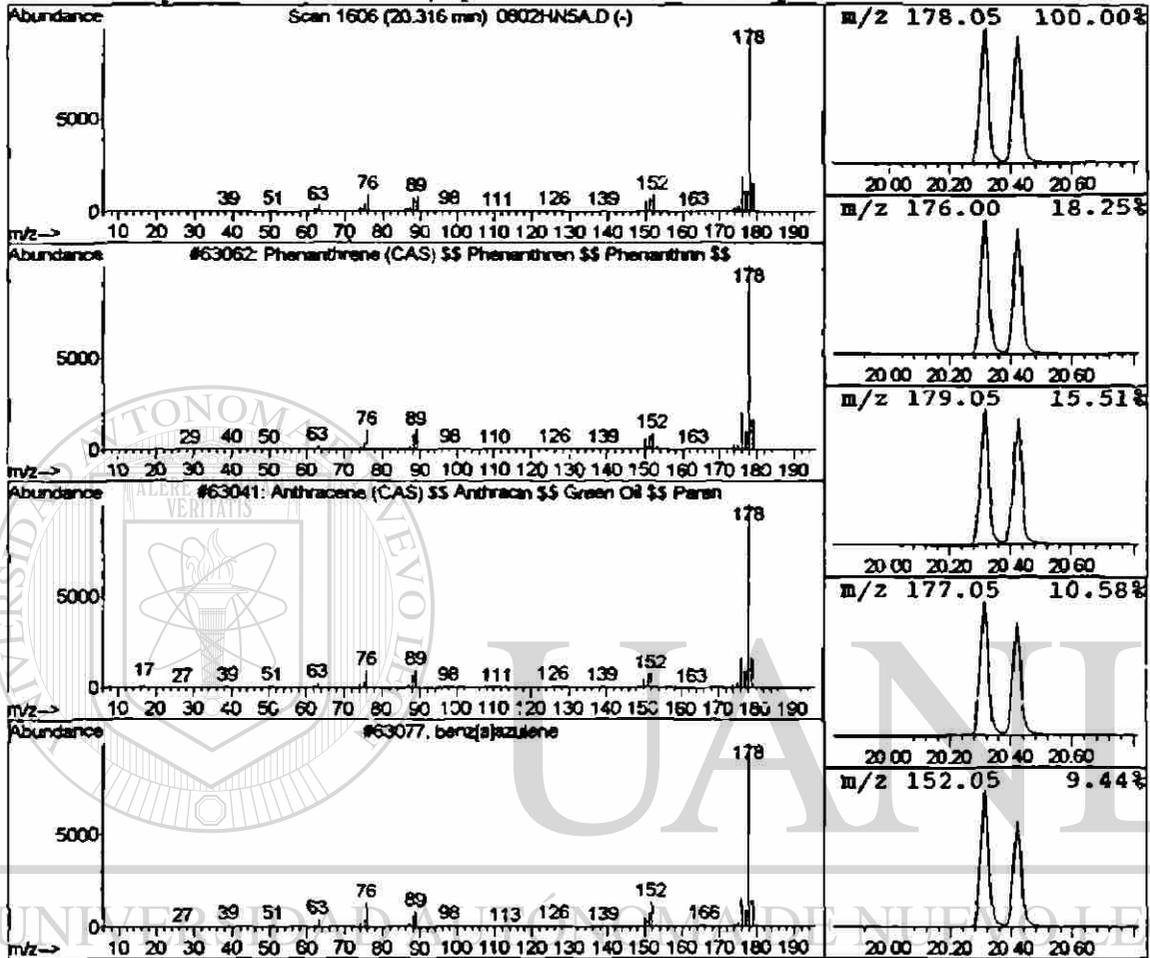
Ref# CAS# Qual

C:\DATABASE\WILEY275.L

Ref#	CAS#	Qual
1	197728 000000-00-0	97
2	197723 064188-81-4	91
3	197727 000118-79-6	83

Library Search Report - Chemstation Integrator

Unknown Spectrum based on Apex minus start of peak



Peak Number: 9 at 20.32 min Area: 43004950 Area % 4.90

The 3 best hits from each library.

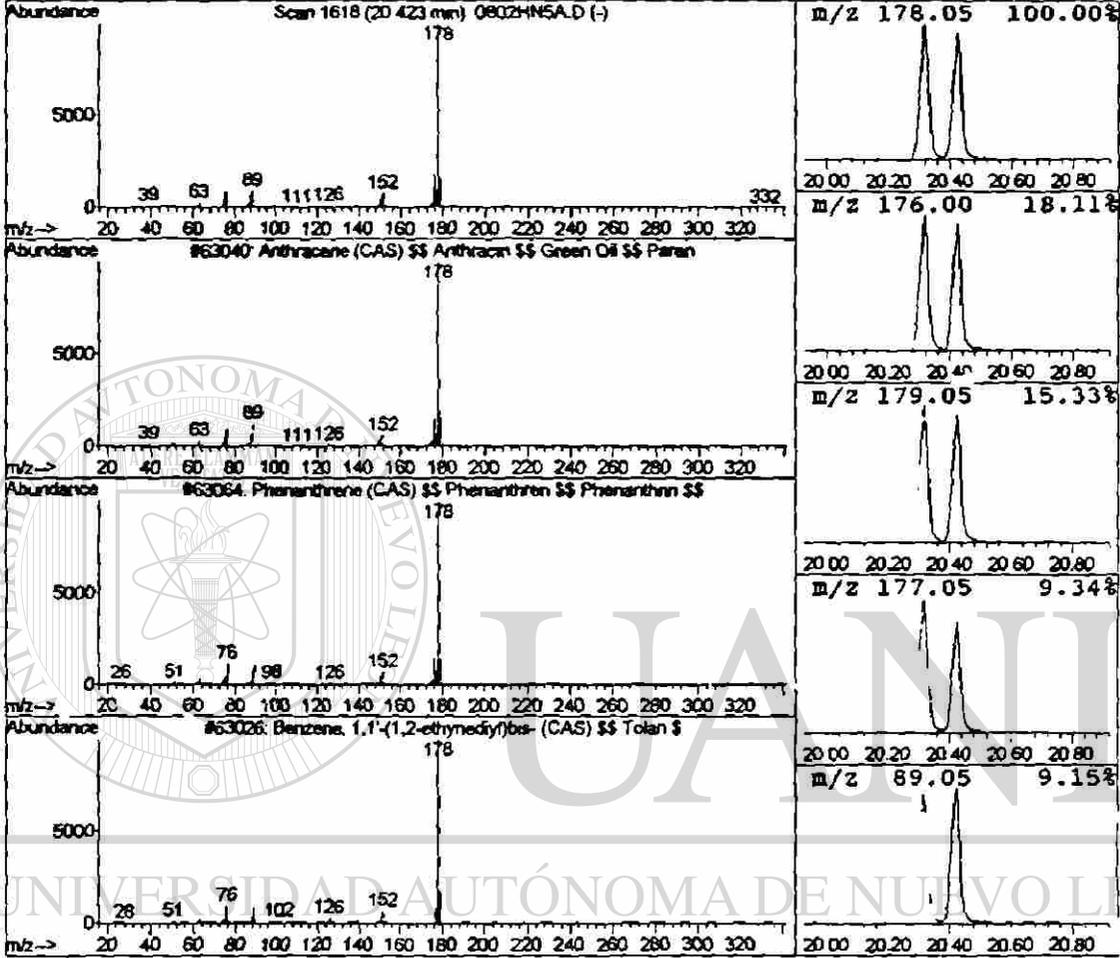
Ref# CAS# Qual

C:\DATABASE\WILEY275.L

1	Phenanthrene (CAS) \$\$ Phenanthren \$	63062	000085-01-8	96
2	Anthracene (CAS) \$\$ Anthracin \$\$ Gr	63041	000120-12-7	96
3	benz[a]azulene	63077	000000-00-0	93

Library Search Report - Chemstation Integrator

Unknown Spectrum based on Apex minus start of peak



Peak Number: 10 at 20.42 min Area: 39170699 Area % 4.46

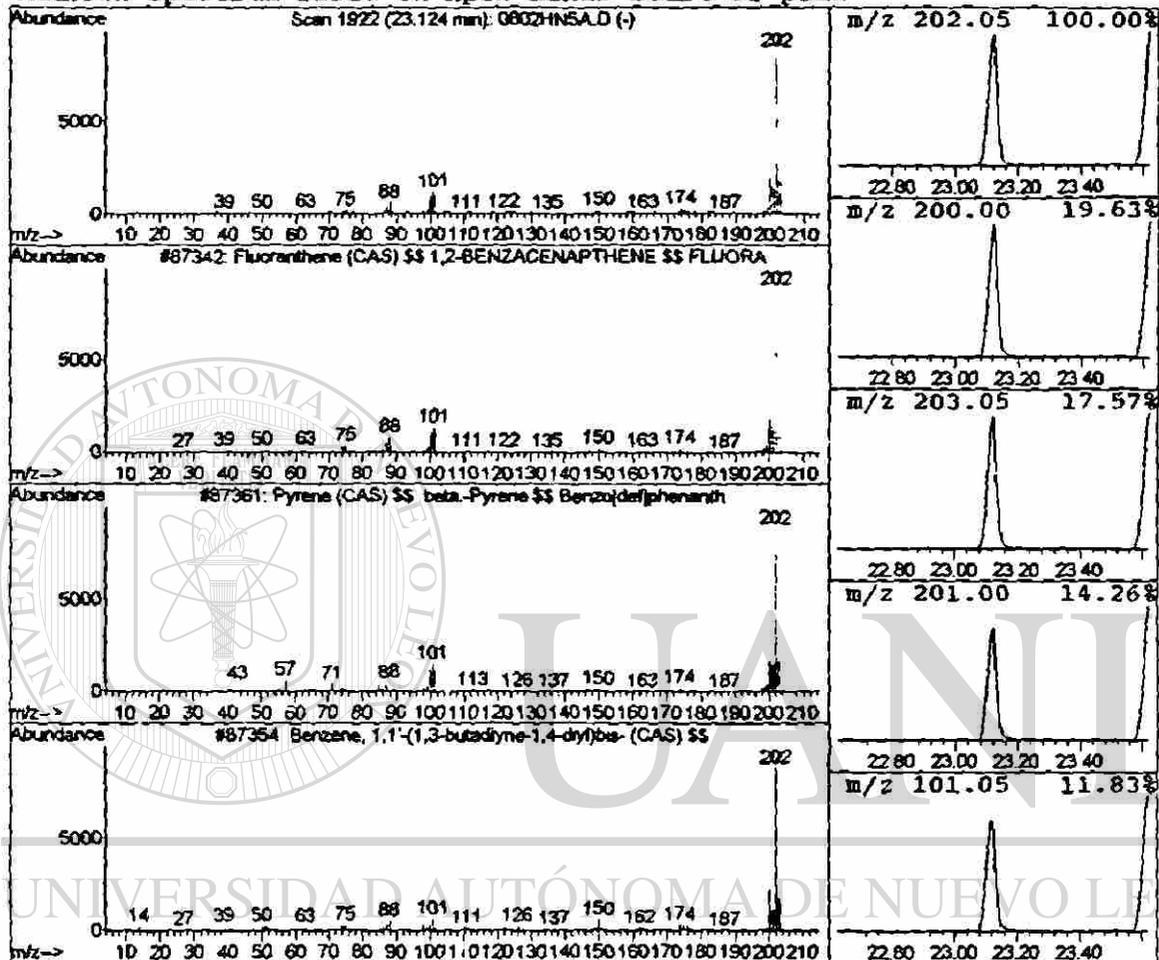
The 3 best hits from each library. Ref# CAS# Qual

C:\DATABASE\WILEY275.L

1 Anthracene (CAS) \$\$ Anthracin \$\$ Gr	63040	000120-12-7	96
2 Phenanthrene (CAS) \$\$ Phenanthren \$	63064	000085-01-8	96
3 Benzene, 1,1'-(1,2-ethynediyl)bis-	63026	000501-65-5	93

Library Search Report - Chemstation Integrator

Unknown Spectrum based on Apex minus start of peak



Peak Number: 11 at 23.12 min Area: 44344266 Area % 5.05

The 3 best hits from each library.

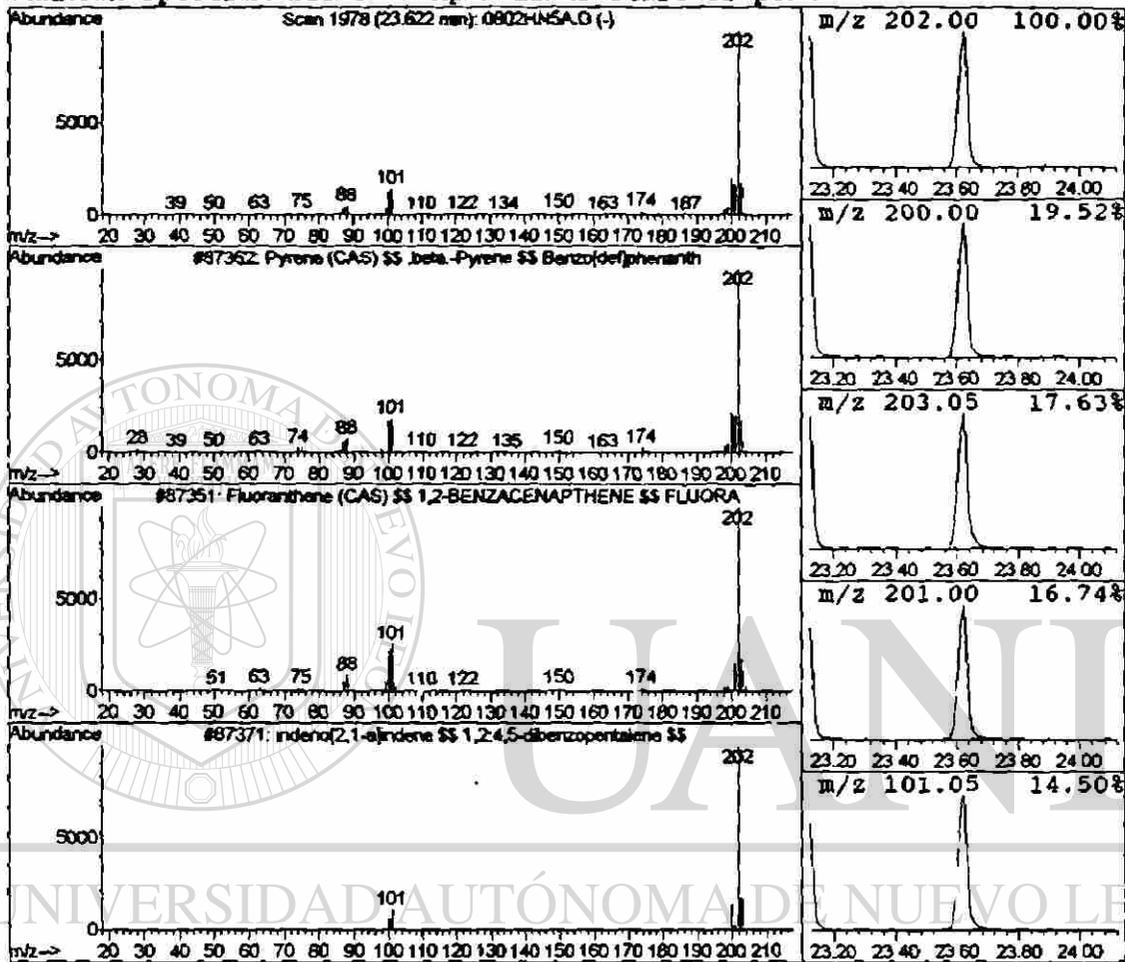
Ref# CAS# Qual

C:\DATABASE\WILEY275.L

Ref#	CAS#	Qual
1	87342 000206-44-0	98
2	87361 000129-00-0	96
3	87354 000886-66-8	68

Library Search Report - Chemstation Integrator

Unknown Spectrum based on Apex minus start of peak



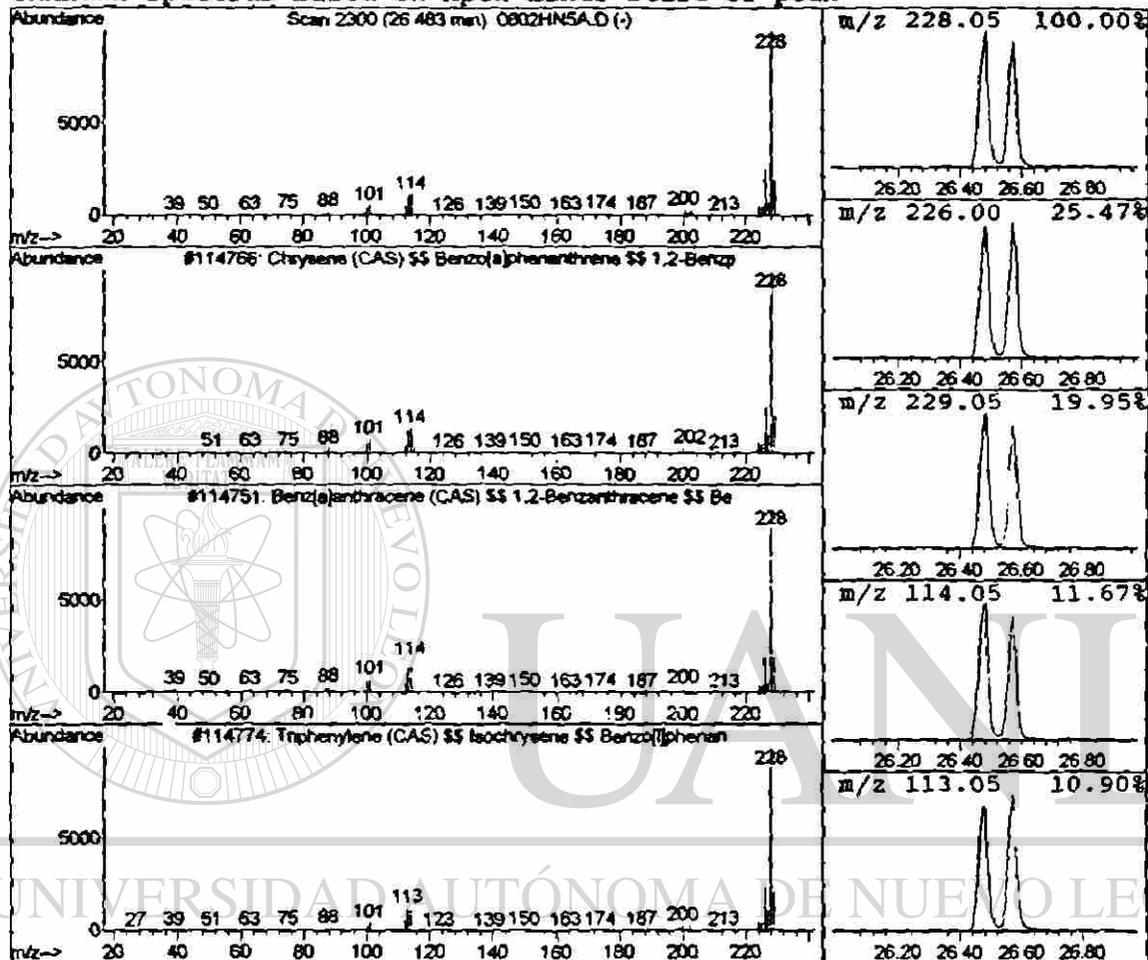
Peak Number: 12 at 23.62 min Area: 46557313 Area % 5.30

The 3 best hits from each library. Ref# CAS# Qual

C:\DATABASE\WILEY275.L			
	Ref#	CAS#	Qual
1 Pyrene (CAS) \$.beta.-Pyrene \$\$ Be	87362	000129-00-0	96
2 Fluoranthene (CAS) \$\$ 1,2-BENZACENA	87351	000206-44-0	94
3 indeno[2,1-a]indene \$\$ 1,2:4,5-dibe	87371	000248-58-8	59

Library Search Report - Chemstation Integrator

Unknown Spectrum based on Apex minus start of peak



Peak Number: 13 at 26.48 min Area: 40243908 Area % 4.59

The 3 best hits from each library.

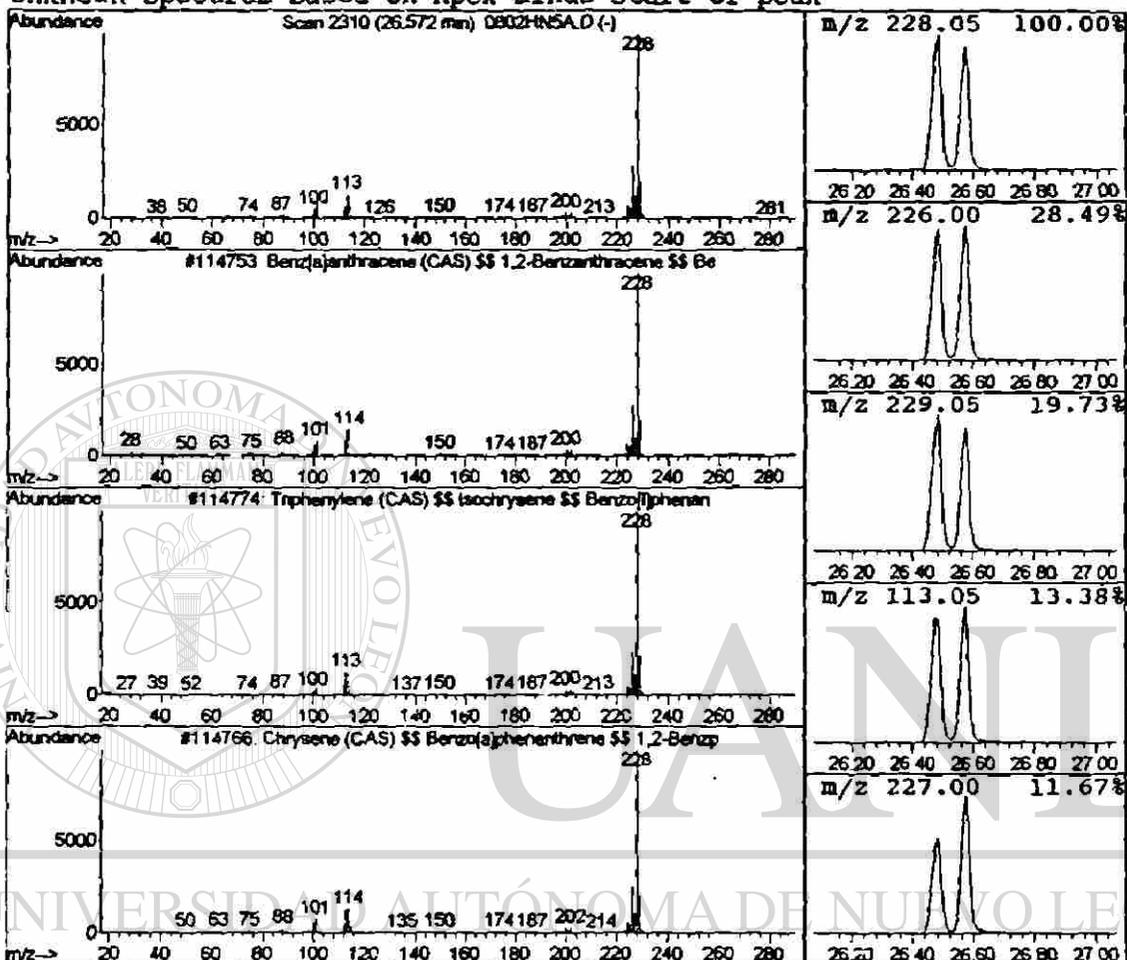
Ref# CAS# Qual

C:\DATABASE\WILEY275.L

Ref#	CAS#	Qual
1	114766 000218-01-9	98
2	114751 000056-55-3	97
3	114774 000217-59-4	97

Library Search Report - Chemstation Integrator

Unknown Spectrum based on Apex minus start of peak



Peak Number: 14 at 26.57 min Area: 37044781 Area % 4.22

The 3 best hits from each library.

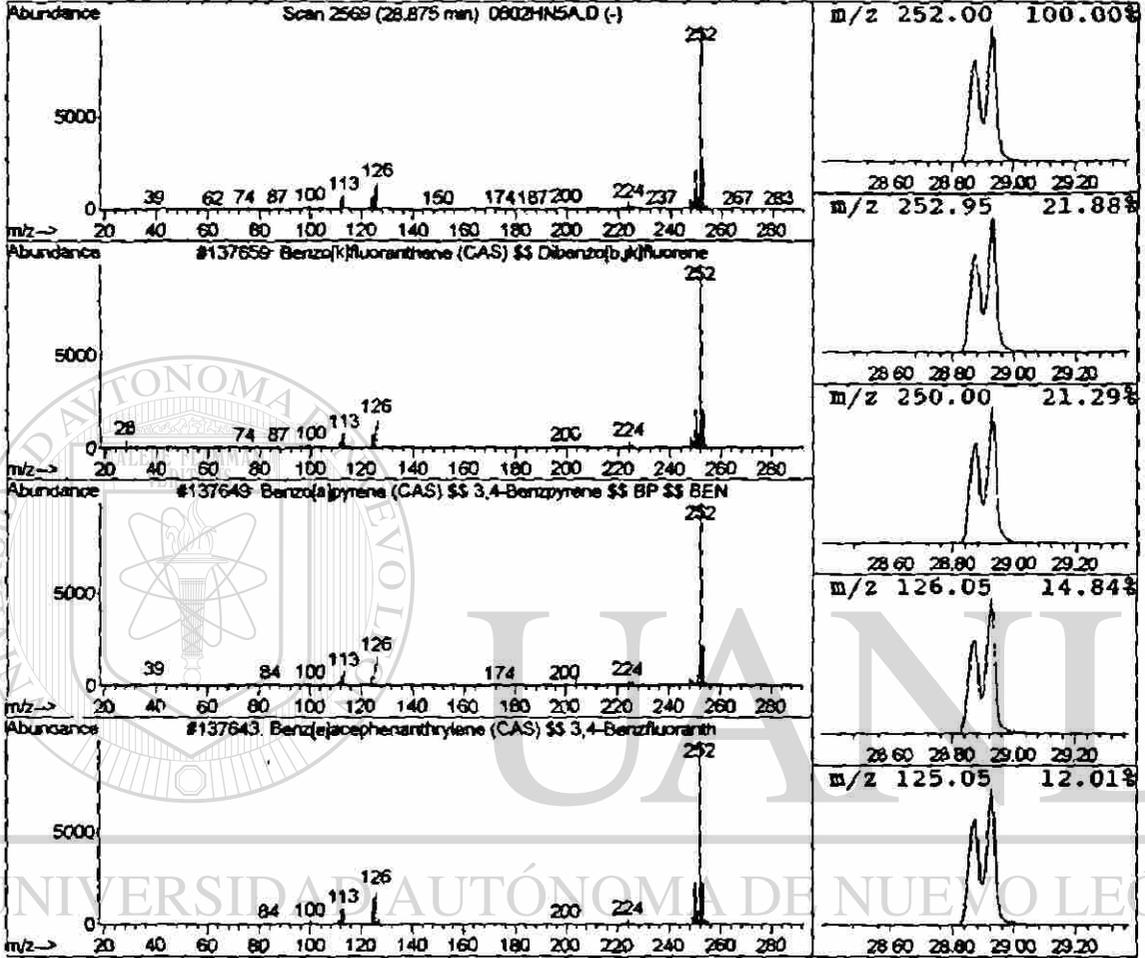
Ref# CAS# Qual

C:\DATABASE\WILEY275.L

Ref#	CAS#	Qual
1	114753 000056-55-3	98
2	114774 000217-59-4	98
3	114766 000218-01-9	98

Library Search Report - Chemstation Integrator

Unknown Spectrum based on Apex minus start of peak



Peak Number: 15 at 28.87 min Area: 28970306 Area % 3.30

The 3 best hits from each library.

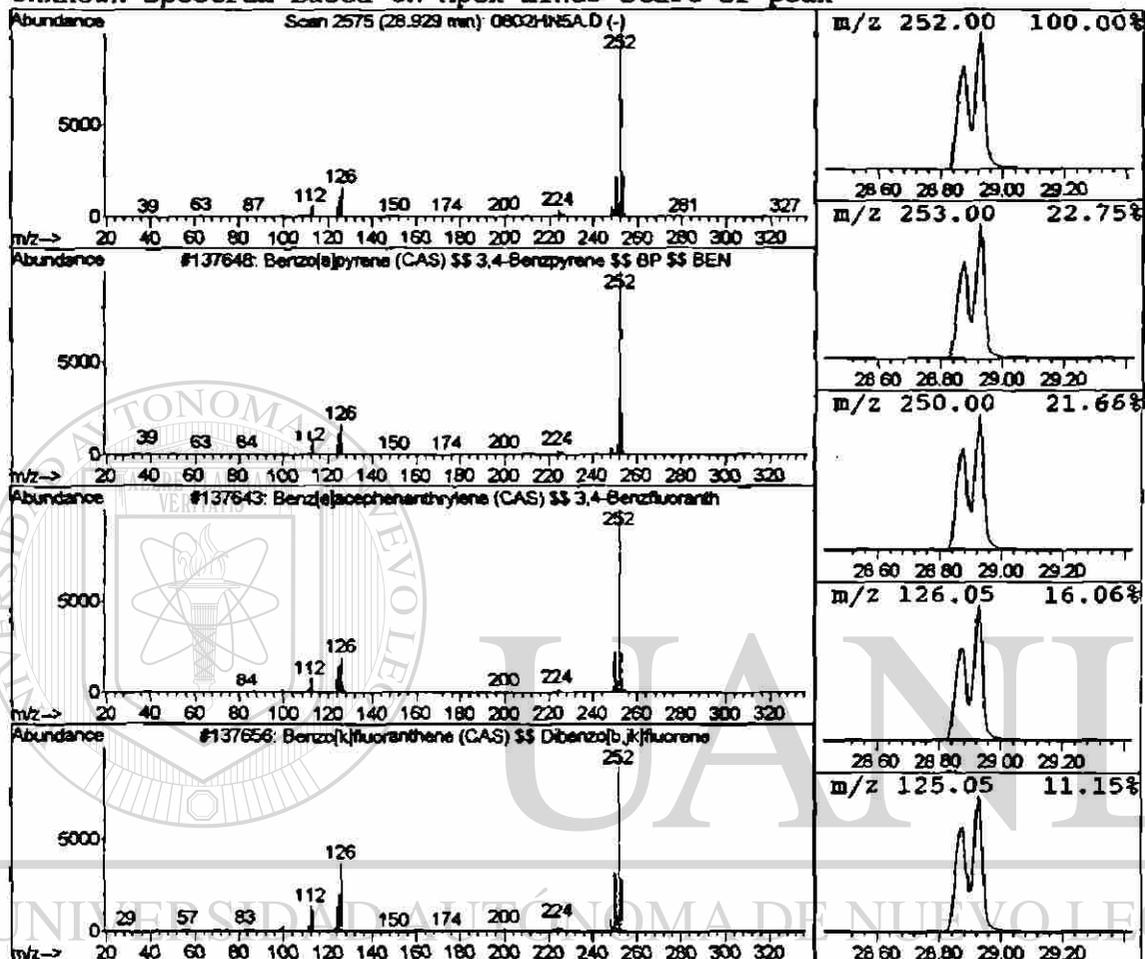
Ref# CAS# Qual

C:\DATABASE\WILEY275.L

Ref#	CAS#	Qual
1	137659 000207-08-9	98
2	137649 000050-32-8	98
3	137643 000205-99-2	97

Library Search Report - Chemstation Integrator

Unknown Spectrum based on Apex minus start of peak



Peak Number: 16 at 28.93 min Area: 33579333 Area % 3.83

The 3 best hits from each library.

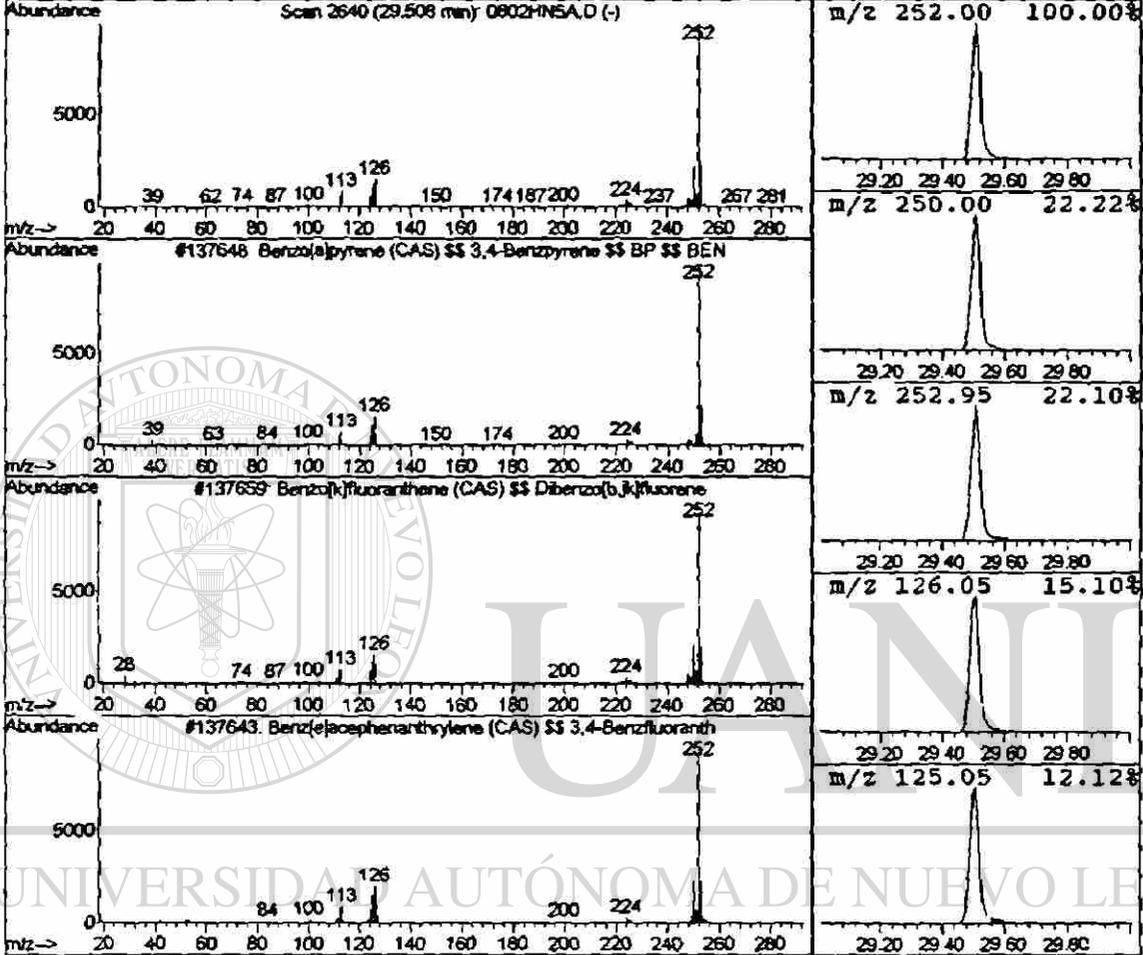
Ref# CAS# Qual

C:\DATABASE\WILEY275.L

1	Benzo[a]pyrene (CAS) \$\$ 3,4-Benzpyr	137648	000050-32-8	98
2	Benzo[e]acephenanthrylene (CAS) \$\$ 3	137643	000205-99-2	97
3	Benzo[k]fluoranthene (CAS) \$\$ Diben	137656	000207-08-9	96

Library Search Report - Chemstation Integrator

Unknown Spectrum based on Apex minus start of peak



Peak Number: 17 at 29.51 min Area: 24359509 Area % 2.78

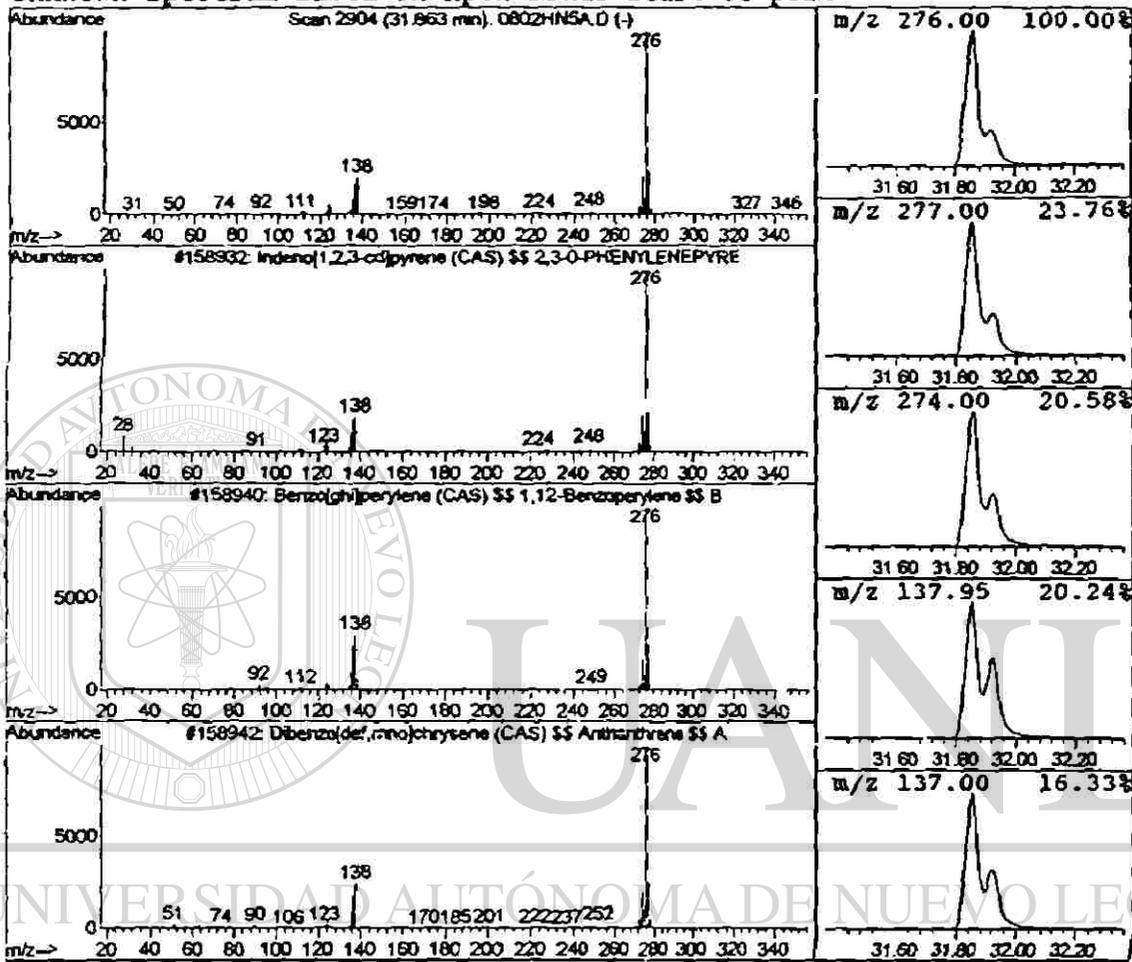
The 3 best hits from each library. Ref# CAS# Qual

C:\DATABASE\WILEY275.L

1	Benzo[a]pyrene (CAS) \$\$ 3,4-Benzpyr	137648	000050-32-8	98
2	Benzo[k]fluoranthene (CAS) \$\$ Diben	137659	000207-08-9	98
3	Benz[e]acephenanthrylene (CAS) \$\$ 3	137643	000205-99-2	97

Library Search Report - Chemstation Integrator

Unknown Spectrum based on Apex minus start of peak



Peak Number: 18 at 31.86 min Area: 17917269 Area % 2.04

The 3 best hits from each library.

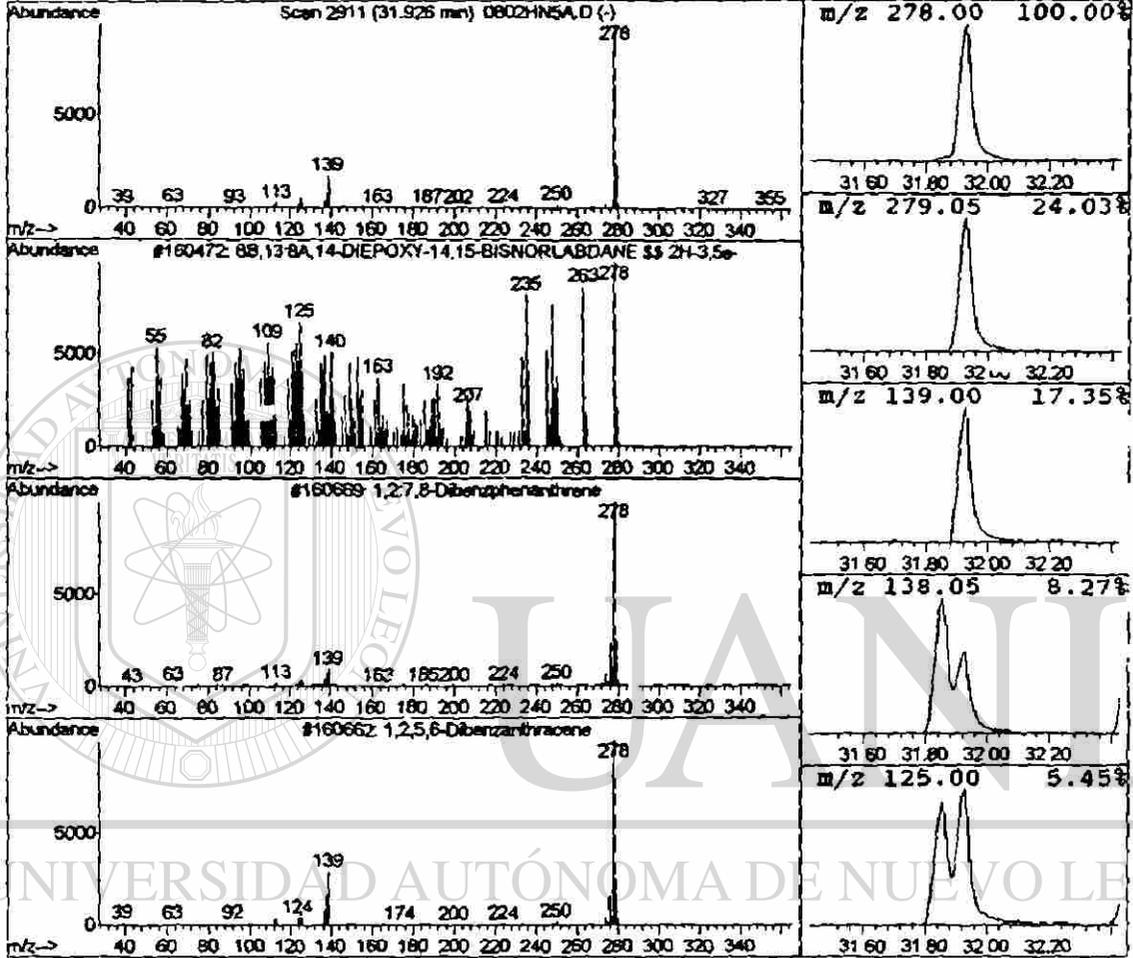
Ref# CAS# Qual

C:\DATABASE\WILEY275.L

1	Indeno[1,2,3-cd]pyrene (CAS) §§ 2,3	158932	000193-39-5	98
2	Benzo[ghi]perylene (CAS) §§ 1,12-Be	158940	000191-24-2	93
3	Dibenzo[def,mno]chrysene (CAS) §§ A	158942	000191-26-4	91

Library Search Report - Chemstation Integrator

Unknown Spectrum based on Apex minus start of peak



Peak Number: 19 at 31.93 min Area: 19410609 Area % 2.21

The 3 best hits from each library.

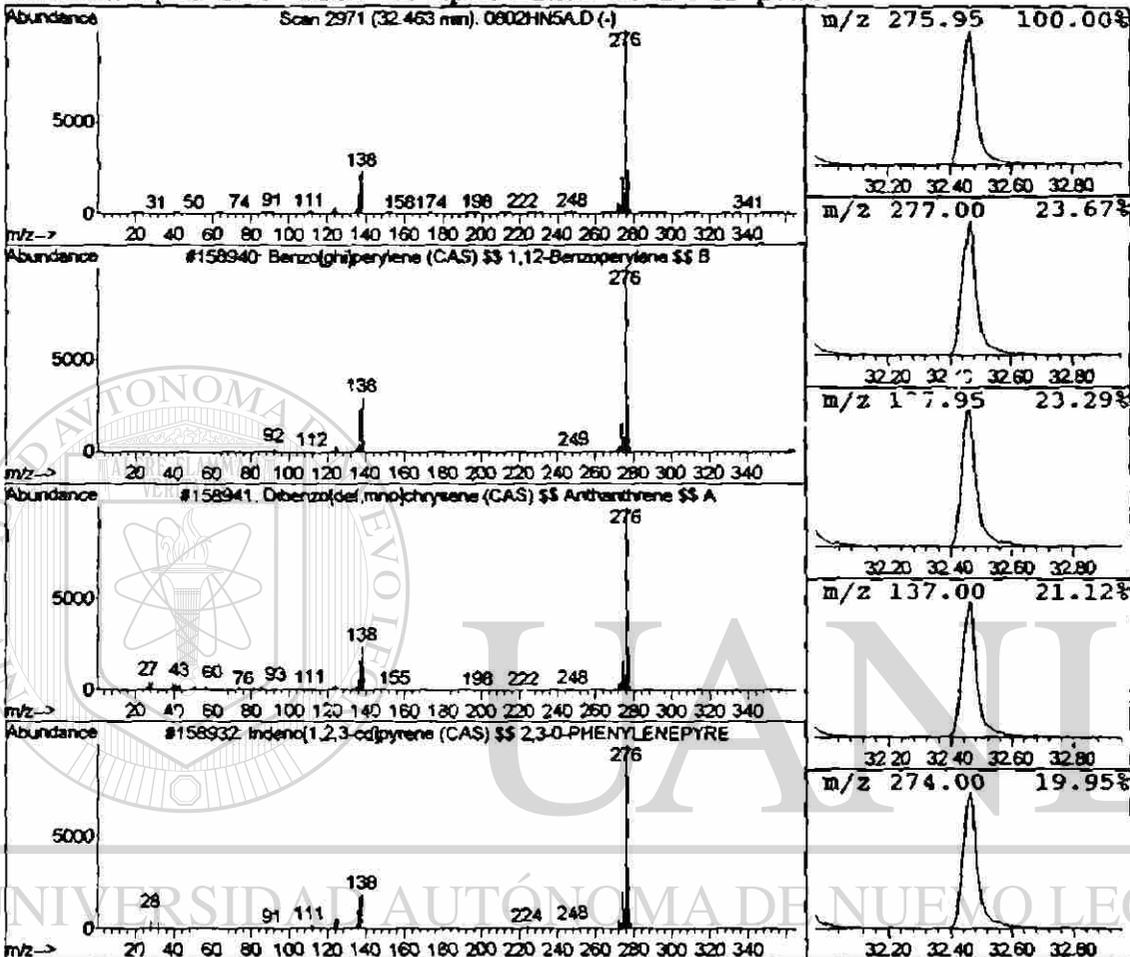
Ref# CAS# Qual

C:\DATABASE\WILEY275.L

Ref#	CAS#	Qual
1	8B,13:8A,14-DIEPOXY-14,15-BISNORLAB	160472 038419-74-8 96
2	1,2:7,8-Dibenzphenanthrene	160669 000000-00-0 90
3	1,2,5,6-Dibenzanthracene	160662 000000-00-0 90

Library Search Report - Chemstation Integrator

Unknown Spectrum based on Apex minus start of peak



Peak Number: 20 at 32.46 min Area: 16458906 Area % 1.88

The 3 best hits from each library.

Ref# CAS# Qual

C:\DATABASE\WILEY275.L

1	Benzo[ghi]perylene (CAS) \$\$ 1,12-Be	158940	000191-24-2	96
2	Dibenzo[def,mno]chrysene (CAS) \$\$ A	158941	000191-26-4	95
3	Indeno[1,2,3-cd]pyrene (CAS) \$\$ 2,3	158932	000193-39-5	93

## APÉNDICE D

### CURVAS DE CALIBRACIÓN

Compuesto No.	Nombre	Página
1	Naftaleno	110
2	Acenaftileno	111
3	Acenafteno	112
4	Fluoreno	113
5	Fenantreno	114
6	Antraceno	115
7	Fluoranteno	116
8	Pireno	117
9	Benzo(a)antraceno	118
10	Criseno	119
11	Benzo(b)fluoranteno	120
12	Benzo(k)fluoranteno	121
13	Benzo(a)pireno	122
14	Indeno(1,2,3-cd)pireno	123
15	Dibenzo(a,h)antraceno	124
16	Benzo(g,h,i)perileno	125

Compuesto

# Naftaleno

## RELACION DE AREAS

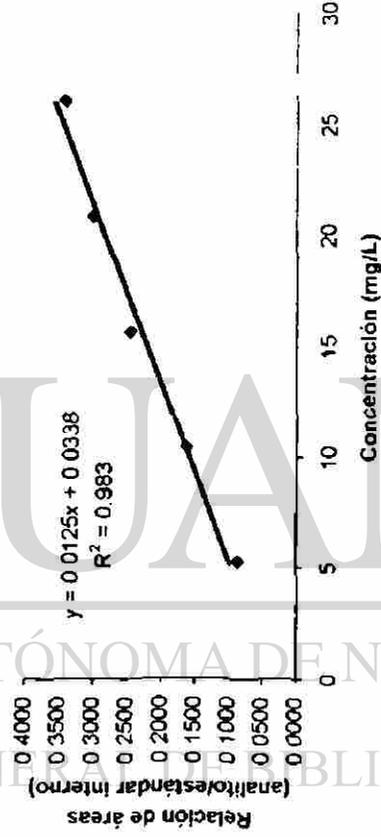
Concentración (mg/L) (M.L.S. (RVA))	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Valor Promedio	Coefficiente de Variación (%)	Calibración
5.212	0.0860	0.0879	0.0885	0.0875	1.2183	0.0168
10.424	0.1638	0.1647	0.1638	0.1641	0.2585	0.0157
15.636	0.2511	0.2412	0.2461	0.2461	1.6421	0.0157
21.848	0.2982	0.2981	0.3084	0.3016	1.6023	0.0145
26.060	0.3396	0.3449	0.3454	0.3433	0.7644	0.0132
					1.10	8.19

Lim Detección 0.3567  
Lim Cuantificación 1.4071

Repetición	Pendiente	Ordenado al origen
1	0.01230	0.0353
2	0.01240	0.0331
3	0.01260	0.0320
Promedios	<b>0.01243</b>	<b>0.0013</b>

Concentración (mg/L)	Valor Promedio
5.212	0.0875
10.424	0.1641
15.636	0.2461
21.848	0.3016
26.060	0.3433

## Curva Promedio de Calibración Naftaleno



Compuesto:

# Acenaftileno

## RELACION DE AREAS

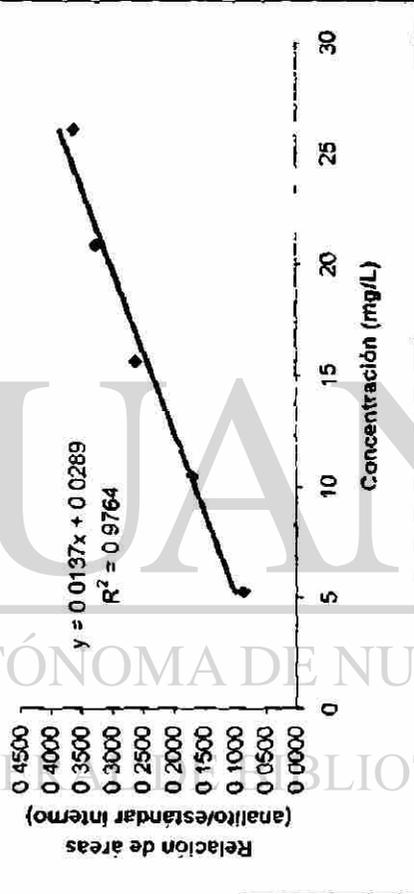
Concentración (mg/L DI MUESTRAS)	RELACION DE AREAS			Valor Promedio	Coeficiente de Variación (%)	Factor de Calibración
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3			
5.218	0.0841	0.0879	0.0871	0.0864	1.8939	0.0166
10.437	0.1713	0.1713	0.1721	0.1716	0.2198	0.0164
15.655	0.2670	0.2683	0.2638	0.2630	1.3659	0.0168
20.873	0.3253	0.3239	0.3348	0.3280	1.4763	0.0157
26.091	0.3593	0.3659	0.3684	0.3645	1.0530	0.0140
				C.V. =	1.20	6.47

Repetición	Pendiente	Ordenada al origen
1	0.01350	0.0311
2	0.01360	0.0289
3	0.01390	0.0276
Promedios	0.01367	0.0013

Lim. Detección 0.3047  
Lim. Cuantificación 0.9149

Concentración (mg/L)	Valor Promedio
5.218	0.0864
10.437	0.1716
15.655	0.2630
20.873	0.3280
26.091	0.3645

Curva Promedio de Calibración Acenaftileno



Compuesto

Acenafteno

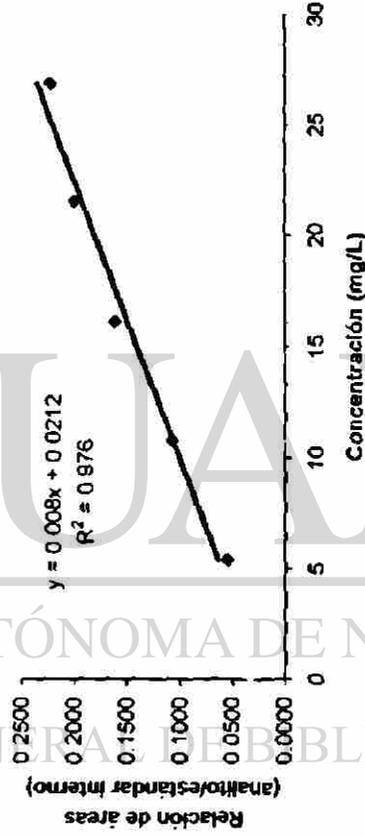
RELACION DE AREAS

Concentración (mg/L DE MUESTRA)	Corrido 1	Corrido 2	Corrido 3	Valor Promedio	Coefficiente de Variación (%)	Factor de Calibración	Repetición	Pendiente	Ordenada al origen
5.372	0.0550	0.0561	0.0547	0.0553	1.0890	0.0103	1	0.00790	0.0222
10.744	0.1089	0.1073	0.1079	0.1080	0.6109	0.0101	2	0.00780	0.0226
16.111	0.1655	0.1607	0.1612	0.1625	1.3262	0.0101	3	0.00820	0.0189
21.489	0.1981	0.2002	0.2045	0.2009	1.3257	0.0094	Promedios	0.00797	0.0020
26.861	0.2238	0.2202	0.2265	0.2235	1.1547	0.0083			
				C.V. =	1.10	7.51			

Lim Deteccion 0.8488  
Lim Cuantificacion 2.5489

Concentración (mg/L)	Valor Promedio
5.372	0.0553
10.744	0.1080
16.111	0.1625
21.489	0.2009
26.861	0.2235

Curva Promedio de Calibración Acenafteno



Compuesto

# Fluoreno

## RELACION DE AREAS

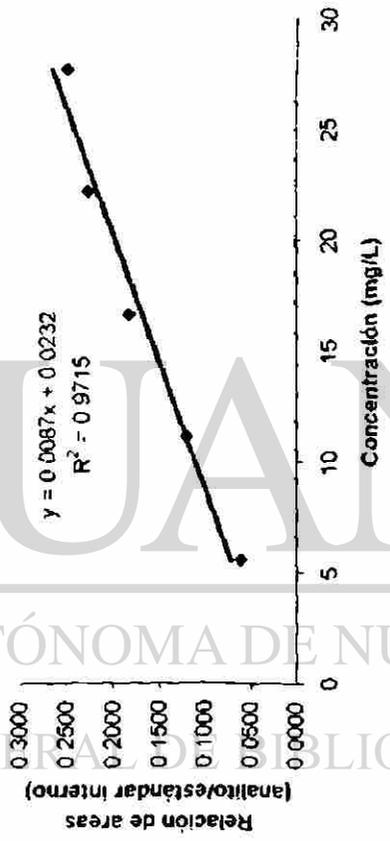
Concentración (mg/L DI ALIQUOTA)	RELACION DE AREAS			Valor Promedio	Coeficiente de Variación (%)	Factor de Calibración
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3			
5.547	0.0607	0.0617	0.0616	0.0613	0.7332	0.0111
11.094	0.1193	0.1199	0.1220	0.1204	0.9614	0.0109
16.64	0.1874	0.1818	0.1827	0.1840	1.3347	0.0111
22.187	0.2268	0.2234	0.2328	0.2277	1.7070	0.0103
27.34	0.2534	0.2455	0.2518	0.2502	1.3628	0.0090
					1.22	7.38

Concentración (mg/L)	Valor Promedio
5.547	0.0613
11.094	0.1204
16.64	0.1840
22.187	0.2277
27.34	0.2502

Repetición	Pendiente	Ordenada al origen
1	0.00890	0.0216
2	0.00850	0.0251
3	0.00890	0.0228
Promedios	0.00877	0.0218

Lim Detección 0.6756  
Lim Cuantificación 2.0288

## Curva Promedio de Calibración Fluoreno



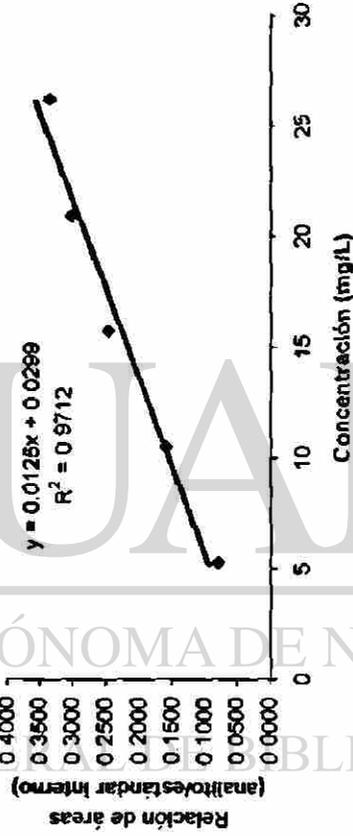
Compuesto:

## Fenantreno

Concentración (mg/L) DE MUESTRA	RELACION DE AREAS				Valor Promedio	Coeficiente de Variación (%)	Calibración
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Factor de Calibración			
5.235	0.0801	0.0814	0.0824	0.0813	1.1582	0.0155	
10.470	0.1595	0.1600	0.1605	0.1600	0.2552	0.0153	
15.705	0.2537	0.2465	0.2450	0.2484	1.5287	0.0158	
20.940	0.3027	0.2982	0.3095	0.3035	1.5308	0.0145	
26.175	0.3423	0.3309	0.3353	0.3362	1.3964	0.0128	
				C.V. =	1.17	7.23	

Concentración (mg/L)	Valor Promedio
5.235	0.0813
10.470	0.1600
15.705	0.2484
20.940	0.3035
26.175	0.3362

### Curva Promedio de Calibración Fenantreno



Repetición	Pendiente	Ordenada al origen
1	0.01280	0.0274
2	0.01220	0.0322
3	0.01250	0.0301
Promedios =	0.01250	0.0024

Lim Detección 0.6410  
 Lim Cuantificación 1.9250

Compuesto:

# Antraceno

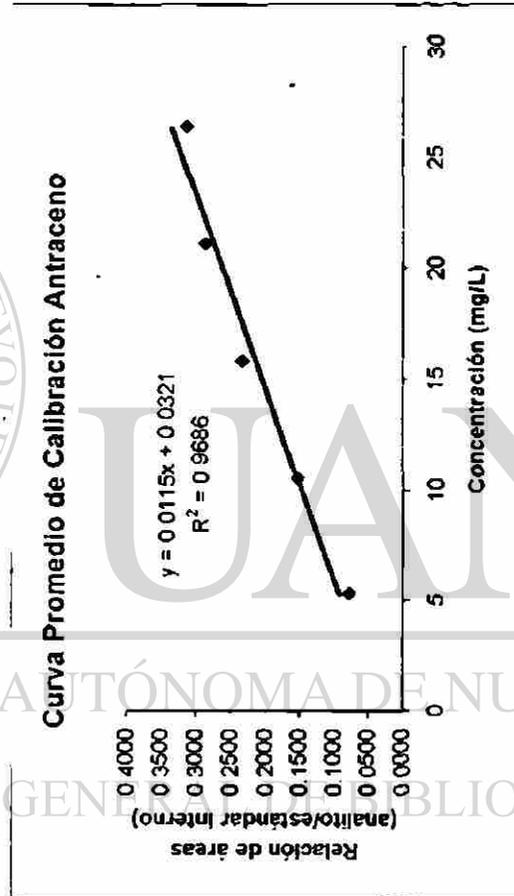
Concentración (mg/L DE MUESTRA)	RELACIÓN DE ÁREAS			Valor Promedio	Coeficiente de Variación (%)	Factor de Calibración
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3			
5.266	0.0775	0.0808	0.0793	0.0792	1.7034	0.0150
10.532	0.1535	0.1536	0.1550	0.1540	0.4445	0.0146
15.798	0.2400	0.2308	0.2322	0.2343	1.7272	0.0148
21.064	0.2909	0.2849	0.2919	0.2892	1.0688	0.0137
26.331	0.3207	0.3098	0.3161	0.3155	1.4160	0.0120
				C.V. =	1.27	7.99

Repetición	Pendiente	Ordenada al origen
1	0.01180	0.0294
2	0.01120	0.0152
3	0.01160	0.0118
Promedios =	0.01153	0.0029

Lim Detección 0.8415  
Lim Cuantificación 2.5269

Concentración (mg/L)	Valor Promedio
5.266	0.0792
10.532	0.1540
15.798	0.2343
21.064	0.2892
26.331	0.3155

## Curva Promedio de Calibración Antraceno



Compuesto

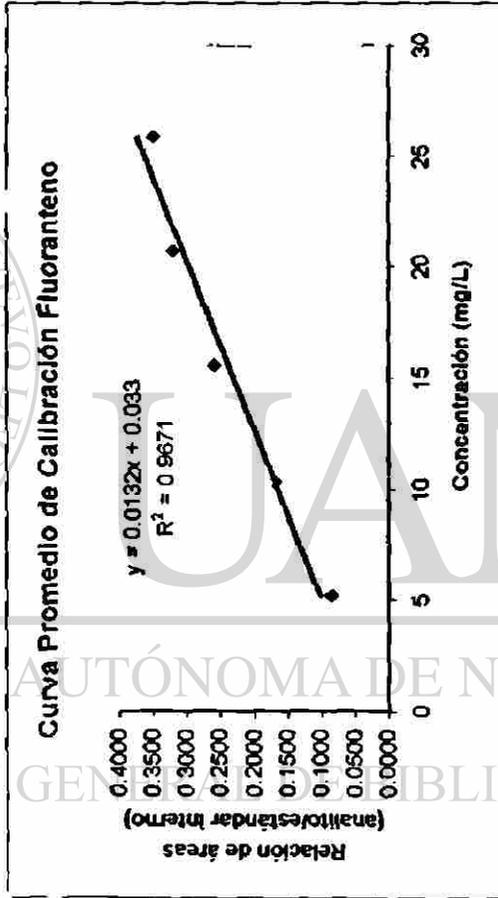
# Fluoranteno

Concentración (mg/L DE MUESTRA)	RELACION DE ÁREAS			Valor Promedio	Coeficiente de Variación (%)	Factor de Calibración
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3			
5.175	0.0846	0.0868	0.0848	0.0834	1.1631	0.0165
10.351	0.1703	0.1719	0.1676	0.1699	1.0442	-0.0164
15.526	0.2681	0.2546	0.2580	0.2602	2.2031	0.0168
20.702	0.3205	0.3201	0.3254	0.3220	0.7484	0.0156
25.877	0.3590	0.3409	0.3512	0.3504	2.1157	0.0135
				<b>C.V. =</b>	<b>1.45</b>	<b>7.49</b>

Repetición	Pendiente	Ordenada al origen
1	0.01350	0.0308
2	0.01270	0.0379
3	0.01330	0.0302
Promedios	0.01317	0.0043

Lim Detección 1.0832  
Lim Cuantificación 3.2528

Concentración (mg/L)	Valor Promedio
5.175	0.0834
10.351	0.1699
15.526	0.2602
20.702	0.3220
25.877	0.3504



Compuesto:

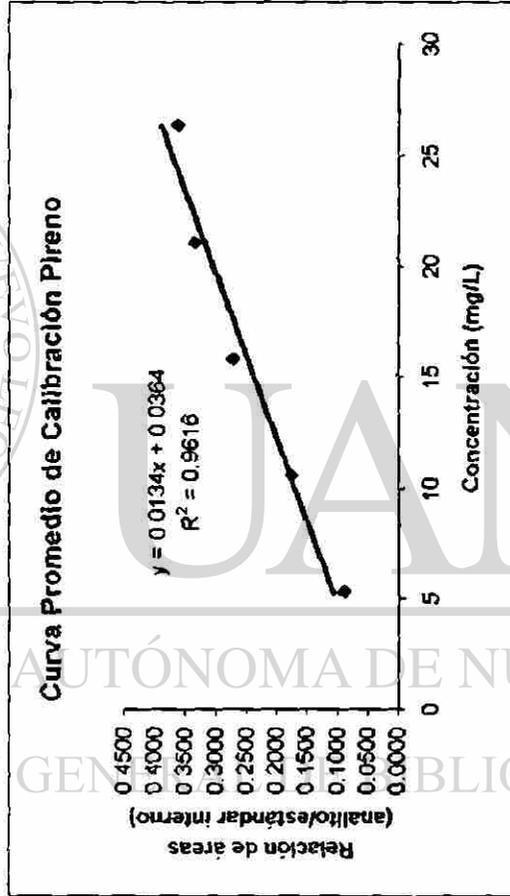
# Pireno

RELACIÓN DE ÁREAS					Calibración	
Concentración (mg/L DE MUESTRAS)	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Valor Promedio	Coefficiente de Variación (%)	Factor de Calibración
5.266	0.0884	0.0915	0.0899	0.0899	1.4075	0.0171
10.531	0.1761	0.1781	0.1769	0.1770	0.4643	0.0168
15.797	0.2632	0.2688	0.2716	0.2745	2.2707	0.0174
21.062	0.3378	0.3322	0.3398	0.3366	0.9556	0.0160
26.328	0.3774	0.3551	0.3571	0.3632	2.7737	0.0138
				C.V. =	1.57	7.98

Repetición	Pendiente	Ordenada al origen
1	0.01400	0.0307
2	0.01290	0.0407
3	0.01320	0.0379
Promedio	0.01337	0.0052

Lim Detección 1.2852  
Lim Cuantificación 3.8595

Concentración (mg/L)	Valor Promedio
5.266	0.0899
10.531	0.1770
15.797	0.2745
21.062	0.3366
26.328	0.3632



## Benzo(a)antraceno

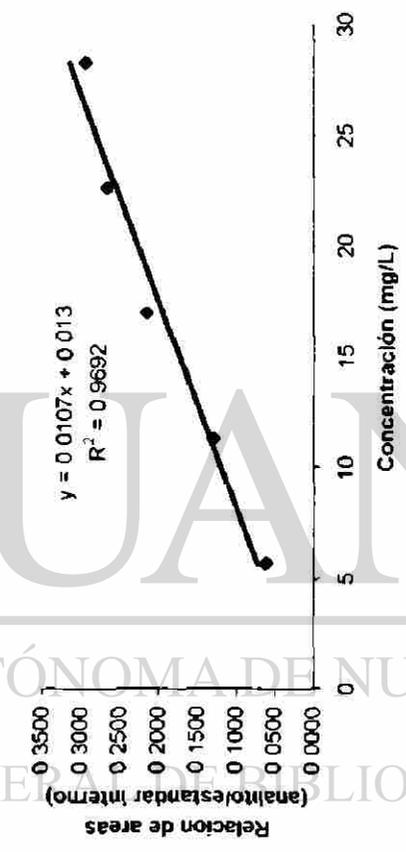
Compuesto

Concentración (mg/L DF MUESTRAS)	AREA				Valor Promedio	Coeficiente de Variación (%)	Factor de calibración	Ordenada al origen
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Corrida 4				
5.655	0.0618	0.0648	0.0604	0.0623	0.0623	2.9446	0.0110	0.0192
11.31	0.1285	0.1285	0.1325	0.1298	0.1298	1.4523	0.0115	0.0116
16.965	0.2182	0.2182	0.2104	0.2156	0.2156	1.7055	0.0127	0.0182
22.62	0.2710	0.2710	0.2617	0.2679	0.2679	1.6365	0.0118	0.0182
28.274	0.3026	0.3026	0.2808	0.2953	0.2953	3.4797	0.0104	0.0047
						2.24	6.64	

Lim Detección 1.4549  
Lim Cuantificación 4.3692

Concentración (mg/L)	Valor Promedio
5.655	0.0623
11.31	0.1298
16.965	0.2156
22.62	0.2679
28.274	0.2953

Curva Promedio de Calibración Benzo(a)antraceno



Compuesto

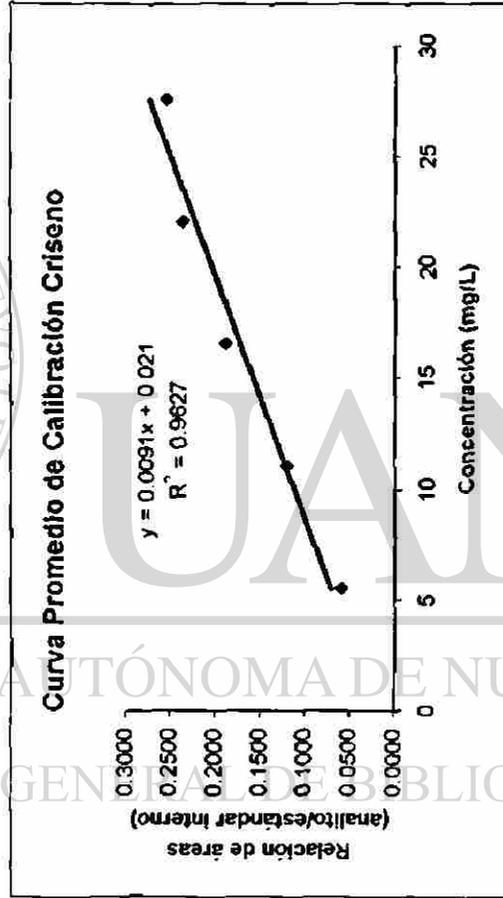
**Criseno**

Concentración (mg/L DE AIR ESTRA)	RELACION DE AREAS				Valor Promedio	Coeficiente de Variación (%)	Calibración
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Factor de Calibración			
5.509	0.0595	0.0622	0.0581	0.0599	2.8392	0.0109	
11.019	0.1174	0.1227	0.1211	0.1204	1.8435	0.0109	
16.528	0.1971	0.1828	0.1859	0.1886	3.2587	0.0114	
22.037	0.2421	0.2327	0.2333	0.2360	1.8204	0.0107	
27.547	0.2639	0.2460	0.2495	0.2531	3.0601	0.0092	
					2.56	7.10	

Lim Detección 1.8211  
Lim Cuantificación 5.4748

Repetición	Pendiente	Ordenada al origen
1	0.00970	0.016
2	0.00870	0.026
3	0.00900	0.0211
Promedio	0.00913	0.0250

Concentración (µg/L)	Valor Promedio
5.509	0.0599
11.019	0.1204
16.528	0.1886
22.037	0.2360
27.547	0.2531



Compuesto:

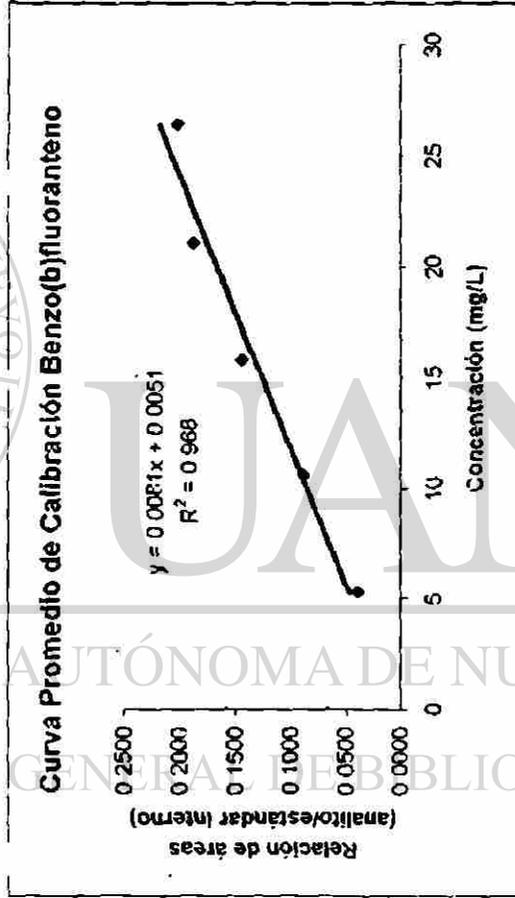
## Benzo(b)fluoranteno

RELACIÓN DE ÁREAS						
Concentración (mg/L) (M.L.S.I.R.V.)	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Valor Promedio	Coefficiente de Variación (%)	Calibración
5.281	0.0393	0.0429	0.0373	0.0398	5.817	Factor de Calibración 0.0075
10.561	0.0832	0.0943	0.0882	0.0886	5.125	0.0084
15.842	0.1532	0.1350	0.1457	0.1446	5.184	0.0091
21.123	0.1986	0.1856	0.1806	0.1883	4.030	0.0089
26.403	0.2162	0.1955	0.1967	0.2028	4.678	0.0077
				<b>C.V. =</b>	<b>4.96</b>	<b>7.64</b>

Repetición	Pendiente	Ordenada al origen
1	0.00890	0.0027
2	0.00750	0.0107
3	0.00778	0.0063
Promedios	0.00806	0.0040

Lim Detección 1.6554  
Lim Cuantificación 4.9710

Concentración (mg/L)	Valor Promedio
5.281	0.0398
10.561	0.0886
15.842	0.1446
21.123	0.1883
26.403	0.2028



Compuesto:

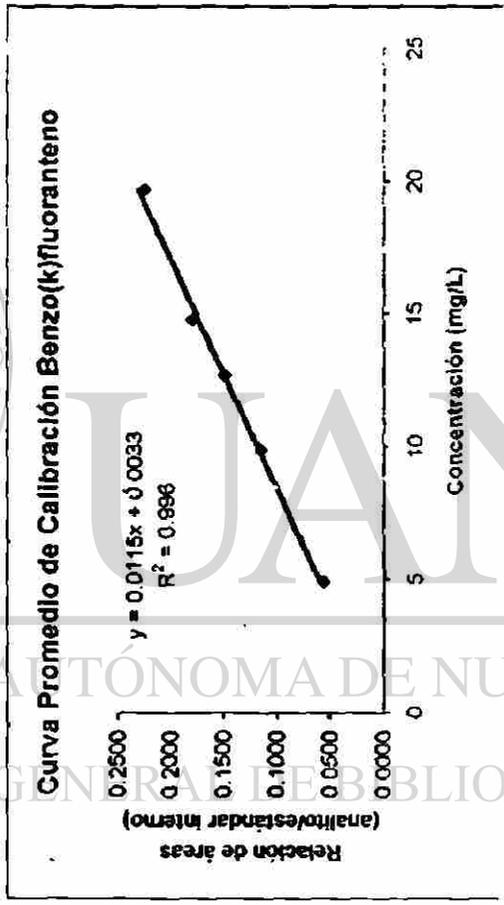
## Benzo(k)fluoranteno

Concentración (mg/L) (MUESTRAS)	RELACIÓN DE ÁREAS			Valor Promedio	Coeficiente de Variación (%)	Calibración Factor de Calibración
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3			
4.92	0.0571	0.0618	0.0546	0.0578	5.1610	0.0118
9.841	0.112	0.1229	0.1166	0.1166	4.1394	0.0118
12.652	0.1351	0.1413	0.1741	0.1502	11.3951	0.0119
14.761	0.1883	0.1665	0.1629	0.1799	4.6454	0.0122
19.681	0.2388	0.2229	0.2165	0.2260	4.1083	0.0115
				C.V. =	5.89	1.91

Repetición	Pendiente	Ordenada al origen
1	0.01260	0.0097
2	0.01070	0.0107
3	0.01130	0.0089
Promedio	0.01153	0.0089

Lim Detección 0.2604  
Lim Cuantificación 0.7820

Concentración (mg/L)	Valor Promedio
4.92	0.0578
9.841	0.1166
12.652	0.1502
14.761	0.1799
19.681	0.2260



Compuesto:

### Benzo(a)pireno

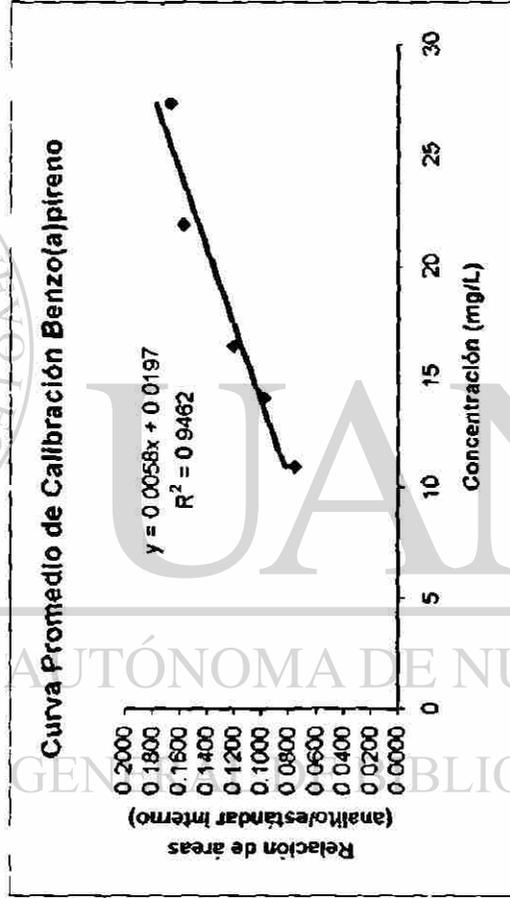
#### RELACION DE AREAS

Concentración (mg/L. DE MUESTRA)	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Valor Promedio	Coefficiente de Variación (%)	Calibración Factor de Calibración	Pendiente	Ordenada al origen
10.915	0.0813	0.0719	0.0761	0.0764	5.0302	0.0070	0.00600	0.0250
14.033	0.1118	0.0927	0.0904	0.0983	9.7579	0.0070	0.00580	0.0132
16.372	0.1289	0.1110	0.1218	0.1206	6.1041	0.0074	0.00550	0.0209
21.830	0.1666	0.1564	0.1500	0.1577	4.3356	0.0072	0.00577	0.0060
27.287	0.1796	0.1614	0.1618	0.1676	5.0638	0.0061		
				C.V. =	6.06	6.12		

Lim Deteccion 3.4586  
Lim Cuantificacion 10.3862

Concentración (mg/L)	Valor Promedio
10.915	0.0764
14.033	0.0983
16.372	0.1206
21.83	0.1577
27.287	0.1676

#### Curva Promedio de Calibración Benzo(a)pireno



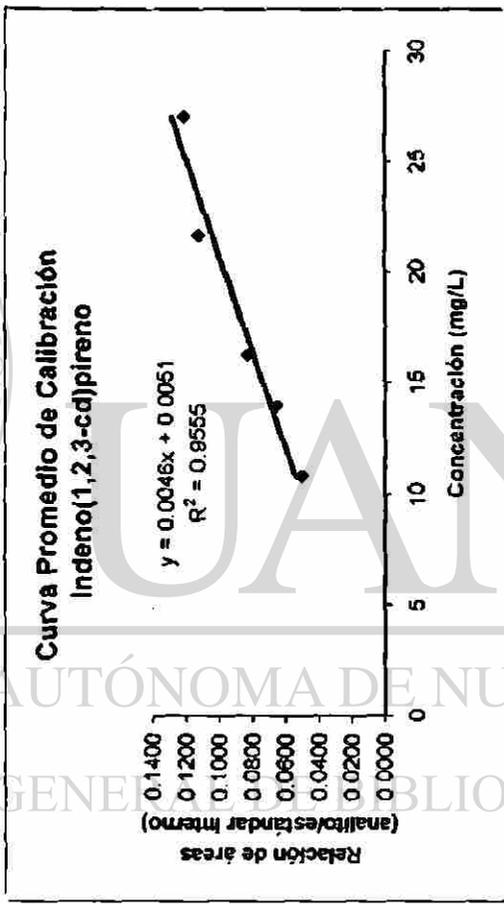
# Indeno(1,2,3-cd)pireno

RELACION DE AREAS						
Concentración (mg/L DE MUESTRA)	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Valor Promedio	Coefficiente de Variación (%)	Calibración Factor de Calibración
10.811	0.0462	0.0554	0.0510	0.0509	7.3861	0.0047
13.900	0.0547	0.0544	0.0894	0.0662	24.8296	0.0048
16.216	0.0921	0.0727	0.0850	0.0833	9.6249	0.0051
21.622	0.1233	0.1110	0.1044	0.1129	8.9371	0.0052
27.027	0.1341	0.1186	0.1149	0.1219	7.1210	0.0045
				C.V. =	11.18	5.54

Concentración (mg/L)	Valor Promedio
10.811	0.0509
13.8936	0.0662
16.216	0.0833
21.622	0.1129
27.027	0.1219

Repetición	Pendiente	Ordenada al origen
1	0.00542	0.007
2	0.00450	0.0021
3	0.00430	0.0058
Promedios =	0.00474	0.0026

Lim Detección 1.7943  
Lim Cuantificación 5.3881



Compuesto:

# Dibenzo(a,h)antraceno

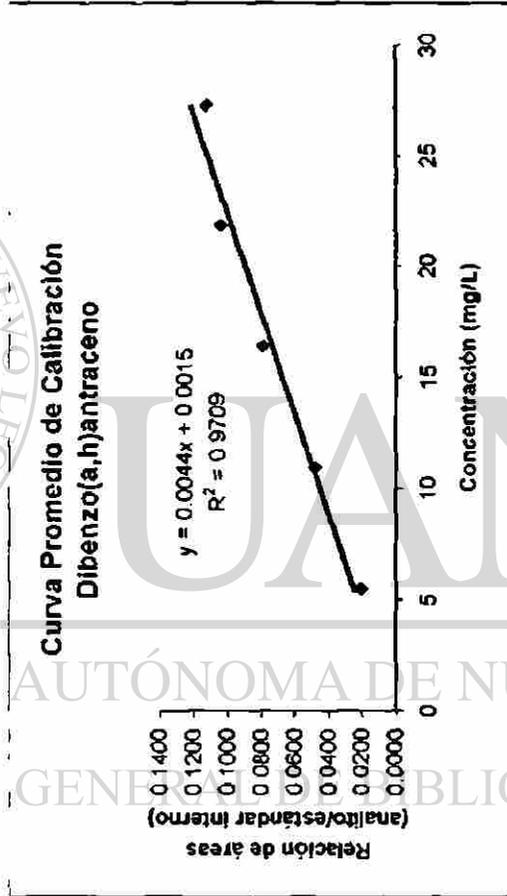
## RELACIÓN DE ÁREAS

Concentración (mg/L, DIF. MUESTRAS)	RELACIÓN DE ÁREAS			Valor Promedio	Coeficiente de Variación (%)	Calibración Factor de Calibración
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3			
5.450	0.0209	0.0246	0.0186	0.0214	11.5676	0.0039
10.901	0.0445	0.0523	0.0496	0.0488	6.6159	0.0045
16.351	0.0874	0.0685	0.0831	0.0797	10.1533	0.0049
21.802	0.1153	0.1024	0.0973	0.1050	7.2142	0.0048
27.252	0.1267	0.1078	0.1064	0.1136	8.1465	0.0042
				C.V. -	8.74	8.24

Repetición	Pendiente	Ordenada al origen
1	0.00520	0.0058
2	0.00400	0.0062
3	0.00410	0.004
Promedios	0.00443	0.0012

Lim Detección 0.8802  
Lim Cuantificación 2.6434

Concentración (mg/L)	Valor Promedio
5.45	0.0214
10.901	0.0488
16.351	0.0797
21.802	0.1050
27.252	0.1136



# Benzo(g,h,i)perileno

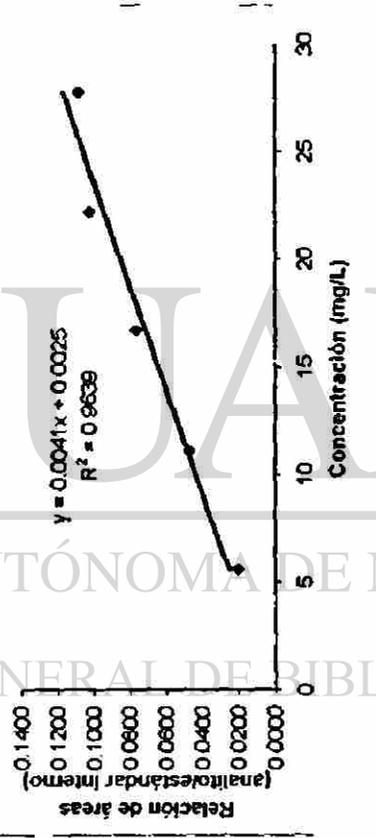
Compuesto

Concentración (mg/L)	RELACION DE AREAS			Valor Promedio	Coeficiente de Variación (%)	Factor de Calibración	Repetición	Pendiente	Ordeñada al origen
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3						
5.544	0.0213	0.0230	0.0181	0.0208	9.7684	0.0078	1	0.00380	0.0014
11.088	0.0434	0.0524	0.0486	0.0481	7.5642	0.0043	2	0.00380	0.0061
16.632	0.0846	0.0677	0.0794	0.0772	9.1508	0.0046	3	0.00380	0.0048
22.176	0.1118	0.1000	0.0957	0.1025	6.6404	0.0046	Promedio	0.00413	0.0014
27.720	0.1108	0.1052	0.1008	0.1086	7.4777	0.0039			
				C.V. =	6.14	6.54			

Lim Detección 1.0879  
Lim Cuantificación 3.2669

Concentración (mg/L)	Valor Promedio
5.544	0.0208
11.088	0.0481
16.632	0.0772
22.176	0.1025
27.72	0.1086

Curva Promedio de Calibración Benzo(g,h,i)perileno

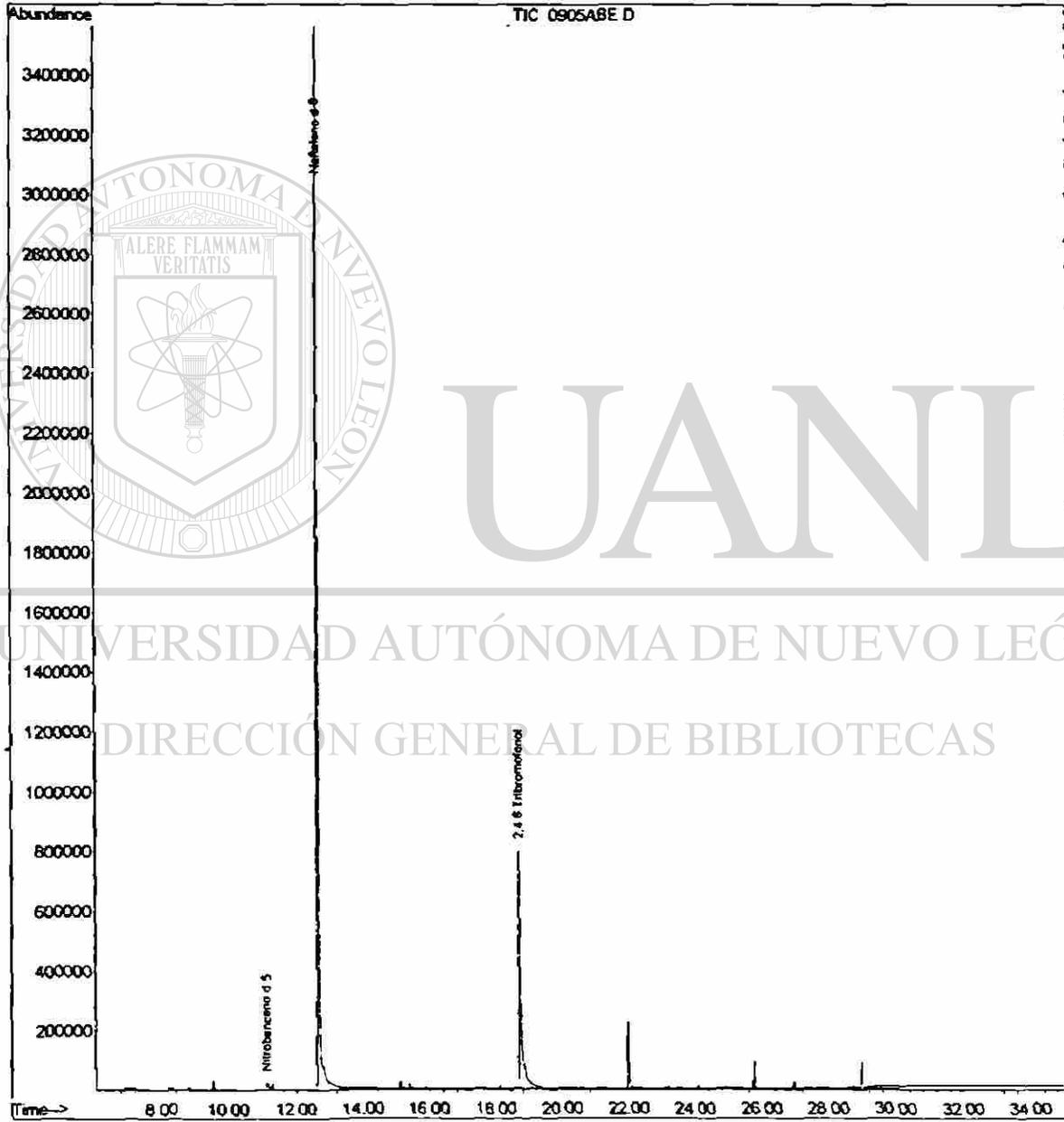


## APÉNDICE E

### RESULTADOS DE TRATAMIENTO DE MUESTRAS

Contenido	Solución	Tipo SPE	Página
Cromatograma	Blanco de extracción	Disco	127
Reporte de Cuantificación	Blanco de extracción	Disco	128
Cromatograma	Mezcla PAHs Nivel 5 Conc.	Disco	129
Reporte de Cuantificación	Mezcla PAHs Nivel 5 Conc.	Disco	130
Cromatograma	Mezcla PAHs Nivel 5 Conc.	Disco	131
Reporte de Cuantificación	Mezcla PAHs Nivel 5 Conc.	Disco	132
Cromatograma	Mezcla PAHs Nivel 5 Conc.	Disco	133
Reporte de Cuantificación	Mezcla PAHs Nivel 5 Conc.	Disco	134
Cromatograma	Mezcla PAHs Nivel 5 Conc.	Tubo	135
Reporte de Cuantificación	Mezcla PAHs Nivel 5 Conc.	Tubo	136
Cromatograma	Mezcla PAHs Nivel 5 Conc.	Disco	137
Reporte de Cuantificación	Mezcla PAHs Nivel 5 Conc.	Disco	138
Cromatograma	Muestra Real	Disco	139
Reporte de Cuantificación	Muestra Real	Disco	140

File : C:\ARCHIVOS\SV-SEP\0905ABE.D  
Operator : Nora E Diaz  
Acquired : 5 Sep 2000 13:43 using AcqMethod PAHS0201  
Instrument : GCD Plus  
Sample Name: APN BCO.EXTRACCION, PREP: 02-SEP-2000.  
Misc Info : INY 1 µL.  
Vial Number: 2



Quantitation Report (Not Reviewed)

Data File : C:\ARCHIVOS\SV-SEP\0905ABE.D Vial: 2  
 Acq On : 5 Sep 2000 13:43 Operator: Nora E Diaz  
 Sample : APN BCO.EXTRACCION, PREP: 02-SEP-2000. Inst : GCD Plus  
 Misc : INY 1 µL. Multiplr: 1.00  
 Sample Amount: 0.00

MS Integration Params: events.e  
 Quant Time: Sep 5 18:01 2000

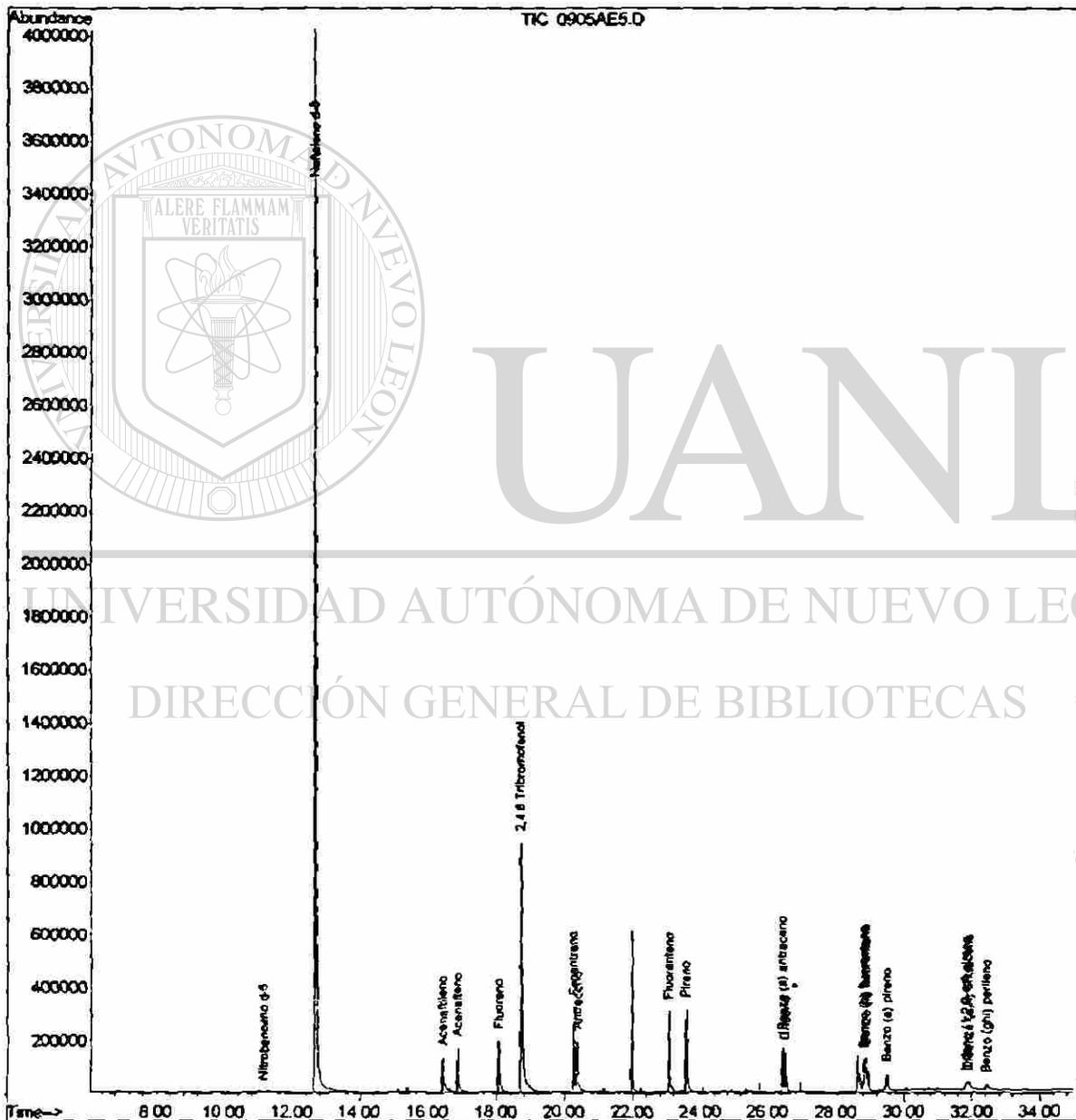
Quant Results File: Q0801PAT.RES

Quant Method : C:\ARCHIVOS\M...\Q0801PAT.M (Chemstation Integrator)  
 Title :  
 Last Update : Tue Sep 05 18:01:14 2000  
 Response via : Initial Calibration  
 DataAcq Meth : PAHS0201

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Naftaleno d-8	12.68	136	45469669	50.00	µg/L	-0.06
<b>System Monitoring Compounds</b>						
2) Nitrobenzeno g-5.	11.12	82	363871	1.09	µg/L	-0.06
Spiked Amount	100.000		Recovery	=	1.09%	
7) 2,4,6 Tribromofenol	18.71	330	4920018	72.14	µg/L	-0.04
Spiked Amount	100.000		Recovery	=	72.14%	
<b>Target Compounds</b>						
3) Naftaleno.	12.71	128	189681	Below Cal	#	71
4) Acenaftileno	0.00	152	0	N.D.		
5) Acenafteno.	0.00	153	0	N.D.		
6) Fluoreno	0.00	166	0	N.D.		
8) Fenantreno	0.00	178	0	N.D.		
9) Antraceno	0.00	178	0	N.D.		
10) Fluoranteno	0.00	202	0	N.D.		
11) Pireno	0.00	202	0	N.D.		
12) (Benzo (a) antraceno	0.00	228	0	N.D.		
13) Criseno	0.00	228	0	N.D.		
14) Benzo (b) fluoranteno	0.00	252	0	N.D.		
15) Benzo (k) fluoranteno	0.00	252	0	N.D.		
16) Benzo (a) pireno	0.00	252	0	N.D.		
17) Indeno (1,2,3-cd) pireno	0.00	276	0	N.D.		
18) Dibenzo (a,h) antraceno	0.00	278	0	N.D.		
19) Benzo (ghi) perileno	0.00	276	0	N.D.		

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration  
 0905ABE.D Q0801PAT.M Tue Sep 05 18:01:41 2000

File : C:\ARCHIVOS\SV-SEP\0905AE5.D  
 Operator : Nora E Diaz  
 Acquired : 5 Sep 2000 14:37 using AcqMethod PAHS0201  
 Instrument : GCD Plus  
 Sample Name: APN ESTANDAR NIVEL 5, PREP: 02-SEP-2000.  
 Misc Info : INY 1 µL.  
 Vial Number: 3



Quantitation Report (Not Reviewed)

Data File : C:\ARCHIVOS\SV-SEP\0905AE5.D Vial: 3  
 Acq On : 5 Sep 2000 14:37 Operator: Nora E. Diaz  
 Sample : APN ESTANDAR NIVEL 5, PREP: 02-SEP-2000. Inst : GCD Plus  
 Misc : INY 1 µL. Multiplr: 1.00  
 Sample Amount: 0.00

MS Integration Params: events.e  
 Quant Time: Sep 5 18:02 2000

Quant Results File: Q0801PAT.RES

Quant Method : C:\ARCHIVOS\M...\Q0801PAT.M (Chemstation Integrator)  
 Title :  
 Last Update : Tue Sep 05 18:01:38 2000  
 Response via : Initial Calibration  
 DataAcq Meth : PAHS0201

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Naftaleno d-8	12.68	136	49080129	50.00	µg/L	-0.06
<b>System Monitoring Compounds</b>						
2) Nitrobenzeno d-5.	11.16	82	31299	0.09	µg/L	-0.02
Spiked Amount	100.000		Recovery	=	0.09%	
7) 2,4,6 Tribromofenol	18.70	330	4822043	65.50	µg/L	-0.05
Spiked Amount	100.000		Recovery	=	65.50%	
<b>Target Compounds</b>						
3) Naftaleno.	12.71	128	1515232	Below Cal		95
4) Acenaftileno	16.43	152	2508491	1.65	µg/L	99
5) Acenafteno.	16.86	153	1349328	0.83	µg/L	99
6) Fluoreno	18.06	166	1928912	1.84	µg/L	99
8) Fenantreno	20.27	178	3282622	2.96	µg/L	99
9) Antraceno	20.38	178	2569744	1.75	µg/L	99
10) Fluoranteno	23.07	202	3362569	2.72	µg/L	99
11) Pireno	23.57	202	3473351	2.52	µg/L	100
12) (Benzo (a) antraceno	26.44	228	1696127	1.68	µg/L	100
13) Criseno	26.53	228	1768342	1.60	µg/L	98
14) Benzo (b) fluoranteno	28.84	252	993810	1.76	µg/L	100
15) Benzo (k) fluoranteno	28.88	252	1747270	1.32	µg/L	99
16) Benzo (a) pireno	29.49	252	991972	1.84	µg/L	96
17) Indeno (1,2,3-cd) pireno	31.84	276	736358	1.80	µg/L	95
18) Dibenzo (a,h) antraceno	31.92	278	570430	2.04	µg/L #	85
19) Benzo (ghi) perileno	32.45	276	499684	1.59	µg/L	99

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration  
 0905AE5.D Q0801PAT.M Tue Sep 05 18:02:43 2000

File : C:\ARCHIVOS\SV-SEP\0921PN5A.D  
Operator : Nora E. Diaz  
Acquired : 22 Sep 2000 3:05 using AcqMethod PAHS0201  
Instrument : GCD Plus  
Sample Name: ESTD NIV 5 PAHS EN DISCO, PREP: 21-SEP-2000.  
Misc Info : INY 1 µL.  
Vial Number: 15



Quantitation Report (Not Reviewed)

Data File : C:\ARCHIVOS\SV-SEP\0921PN5A.D Vial: 15  
 Acq On : 22 Sep 2000 3:05 Operator: Nora E Diaz  
 Sample : ESTD NIV 5 PAHS EN DISCO, PREP: 21-SEP-2 Inst : GCD Plus  
 Misc : INY 1 µL. Multiplr: 1.00  
 Sample Amount: 0.00

MS Integration Params: events.e  
 Quant Time: Sep 21 11:54 2000

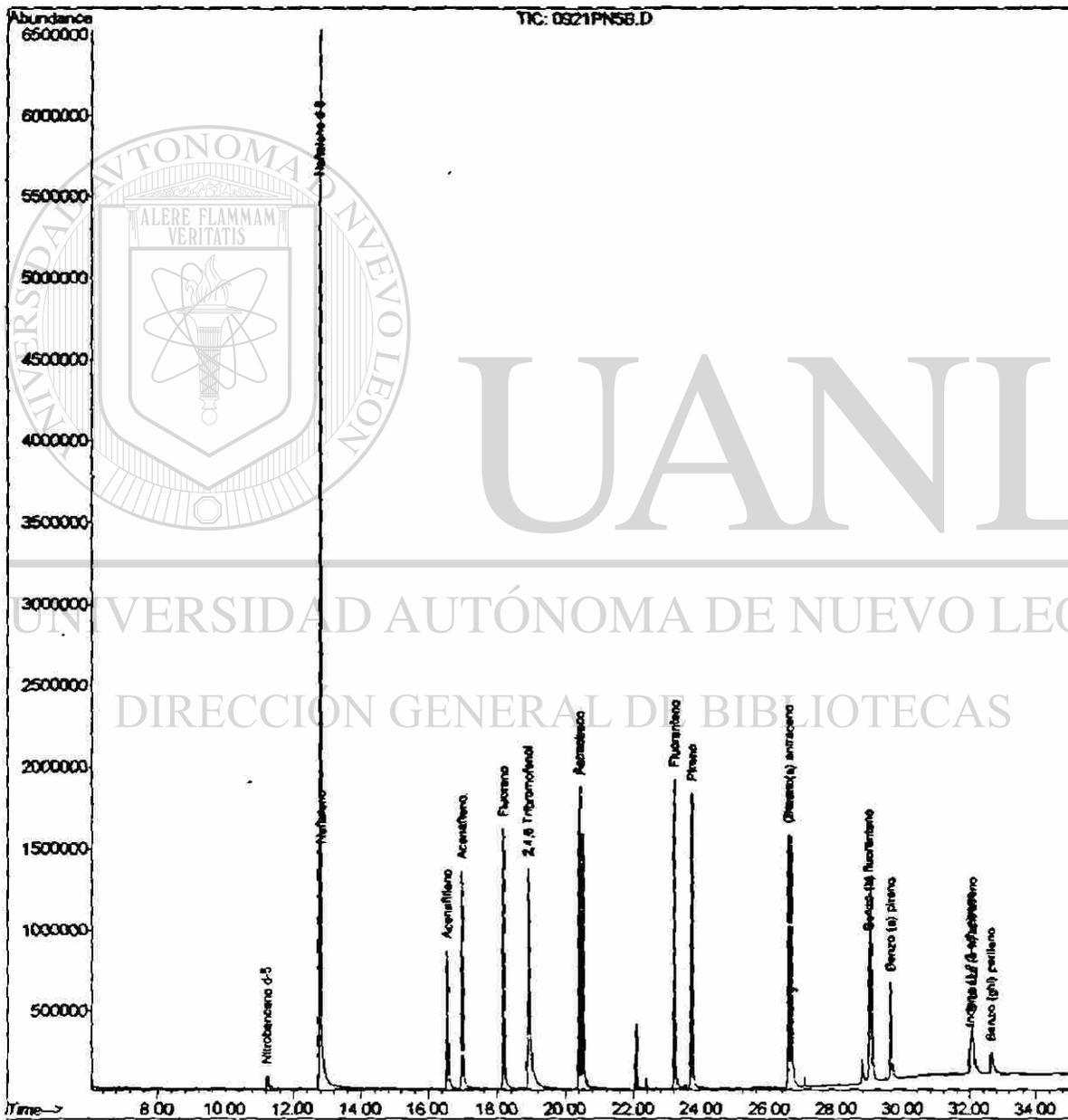
Quant Results File: Q0801PAT.RES

Quant Method : C:\ARCHIVOS\M...\Q0801PAT.M (Chemstation Integrator)  
 Title :  
 Last Update : Thu Sep 07 18:59:14 2000  
 Response via : Initial Calibration  
 DataAcq Meth : PAHS0201

Internal Standards	R.T.	QI	Ion	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Naftaleno d-8	12.78	136		64089225	50.00	µg/L	0.04
<b>System Monitoring Compounds</b>							
2) Nitrobenceno d-5.	11.23	82		147223	0.31	µg/L	0.05
Spiked Amount	100.000			Recovery	=	0.31%	
7) 2,4,6 Tribromofenol	18.93	330		2777096	28.89	µg/L	0.18
Spiked Amount	100.000			Recovery	=	28.89%	
<b>Target Compounds</b>							
3) Naftaleno.	12.82	128		1197267	Below Cal	#	92
4) Acenaftileno	16.55	152		4187651	2.69	µg/L	99
5) Acenafteno.	16.98	153		2687341	2.63	µg/L	98
6) Fluoreno	18.18	166		3744188	4.02	µg/L	99
8) Fenantreno	20.40	178		5277702	4.20	µg/L	99
9) Antraceno	20.40	178		5302866	4.38	µg/L	100
10) Fluoranteno	23.22	202		6281478	4.95	µg/L	99
11) Pireno	23.72	202		6084581	4.34	µg/L	100
12) (Benzo (a) antraceno	26.59	228		7136636	9.19	µg/L	99
13) Criseno	26.59	228		7146994	9.94	µg/L	95
14) Benzo (b) fluoranteno	28.99	252		3348221	5.79	µg/L	99
15) Benzo (k) fluoranteno	28.99	252		3342628	4.23	µg/L	97
16) Benzo (a) pireno	29.64	252		9521141	22.31	µg/L #	71
17) Indeno (1,2,3-cd) pireno	32.06	276		2059907	5.90	µg/L	95
18) Dibenzo (a,h) antraceno	32.12	278		1820117	6.08	µg/L	97
19) Benzo (ghi) perileno	32.69	276		1137221	3.67	µg/L #	79

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration  
 0921PN5A.D Q0801PAT.M Thu Sep 21 11:54:56 2000

File : C:\ARCHIVOS\SV-SEP\0921PN5B.D  
 Operator : Nora E. Diaz  
 Acquired : 22 Sep 2000 3:59 using AcqMethod PAHS0201  
 Instrument : GCD Plus  
 Sample Name: ESTD NIV 5 PAHS EN DISCO, PREP: 21-SEP-2000.  
 Misc Info : INY 1 µL.  
 Vial Number: 16



Quantitation Report (Not Reviewed)

Data File : C:\ARCHIVOS\SV-SEP\0921PN5B.D Vial: 16  
 Acq On : 22 Sep 2000 3:59 Operator: Nora E Diaz  
 Sample : ESTD NIV 5 PAHS EN DISCO, PREP: 21-SEP-2 Inst : GCD Plus  
 Misc : INY 1 µL. Multiplr: 1.00  
 Sample Amount: 0.00

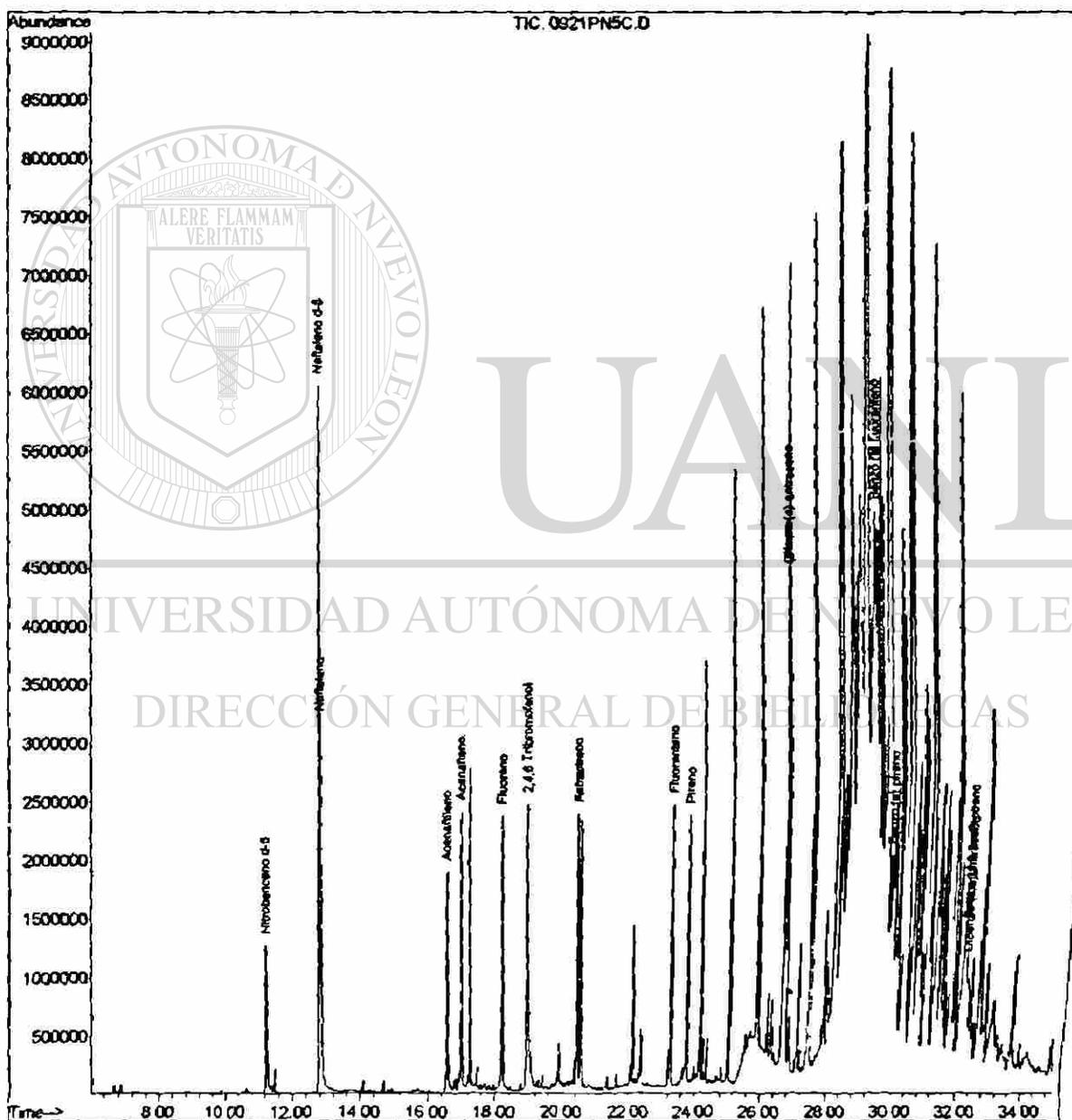
MS Integration Params: events.e  
 Quant Time: Sep 21 11:55 2000 Quant Results File: Q0801PAT.RES

Quant Method : C:\ARCHIVOS\M...\Q0801PAT.M (Chemstation Integrator)  
 Title :  
 Last Update : Thu Sep 07 18:59:14 2000  
 Response via : Initial Calibration  
 DataAcq Meth : PAHS0201

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Naftaleno d-8	12.77	136	87179110	50.00	µg/L	0.03
System Monitoring Compounds						
2) Nitrobencono d-5.	11.21	82	1021167	1.60	µg/L	0.03
Spiked Amount	100.000		Recovery	=	1.60%	
7) 2,4,6 Tribromofenol	18.91	330	8673631	66.33	µg/L	0.16
Spiked Amount	100.000		Recovery	=	66.33%	
Target Compounds						
						Qvalue
3) Naftaleno.	12.81	128	3795839	0.81	µg/L	98
4) Acenaftileno	16.53	152	12186166	8.11	µg/L	99
5) Acenafteno.	16.96	153	9101166	10.40	µg/L	99
6) Fluoreno	18.16	166	12711401	13.99	µg/L	97
8) Fenantreno	20.39	178	18968657	15.03	µg/L	99
9) Antraceno	20.39	178	18979854	16.07	µg/L	100
10) Fluoranteno	23.20	202	20854214	15.65	µg/L	99
11) Pireno	23.71	202	21644762	15.83	µg/L	99
12) (Benzo (a) antraceno	26.58	228	16086189	16.36	µg/L	99
13) Criseno	26.57	228	16088929	18.01	µg/L	94
14) Benzo (b) fluoranteno	28.98	252	7958041	10.70	µg/L	100
15) Benzo (k) fluoranteno	28.98	252	7913260	7.57	µg/L	98
16) Benzo (a) pireno	29.63	252	7429176	11.35	µg/L	99
17) Indeno (1,2,3-cd) pireno	32.03	276	4800292	10.91	µg/L	96
18) Dibenzo (a,h) antraceno	32.10	278	4041399	10.15	µg/L	100
19) Benzo (ghi) perileno	32.67	276	2729552	6.95	µg/L #	82

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration  
 0921PN5B.D Q0801PAT.M Thu Sep 21 11:55:50 2000

File : C:\ARCHIVOS\SV-SEP\0921PN5C.D  
 Operator : Nora E. Diaz  
 Acquired : 22 Sep 2000 4:53 using AcqMethod PAHS0201  
 Instrument : GCD Plus  
 Sample Name: ESTD NIV 5 PAHS CARTUCHO, PREP: 21-SEP-2000.  
 Misc Info : INY 1 µL-  
 Vial Number: 17



Quantitation Report (Not Reviewed)

Data File : C:\ARCHIVOS\SV-SEP\0921PN5C.D Vial: 17  
 Acq On : 22 Sep 2000 4:53 Operator: Nora E Diaz  
 Sample : ESTD NIV 5 PAHS CARTUCHO, PREP: 21-SEP-2 Inst : GCD plus  
 Misc : INY 1 µL. Multiplr: 1.00  
 Sample Amount: 0.00

MS Integration Params: events.e  
 Quant Time: Sep 21 11:56 2000

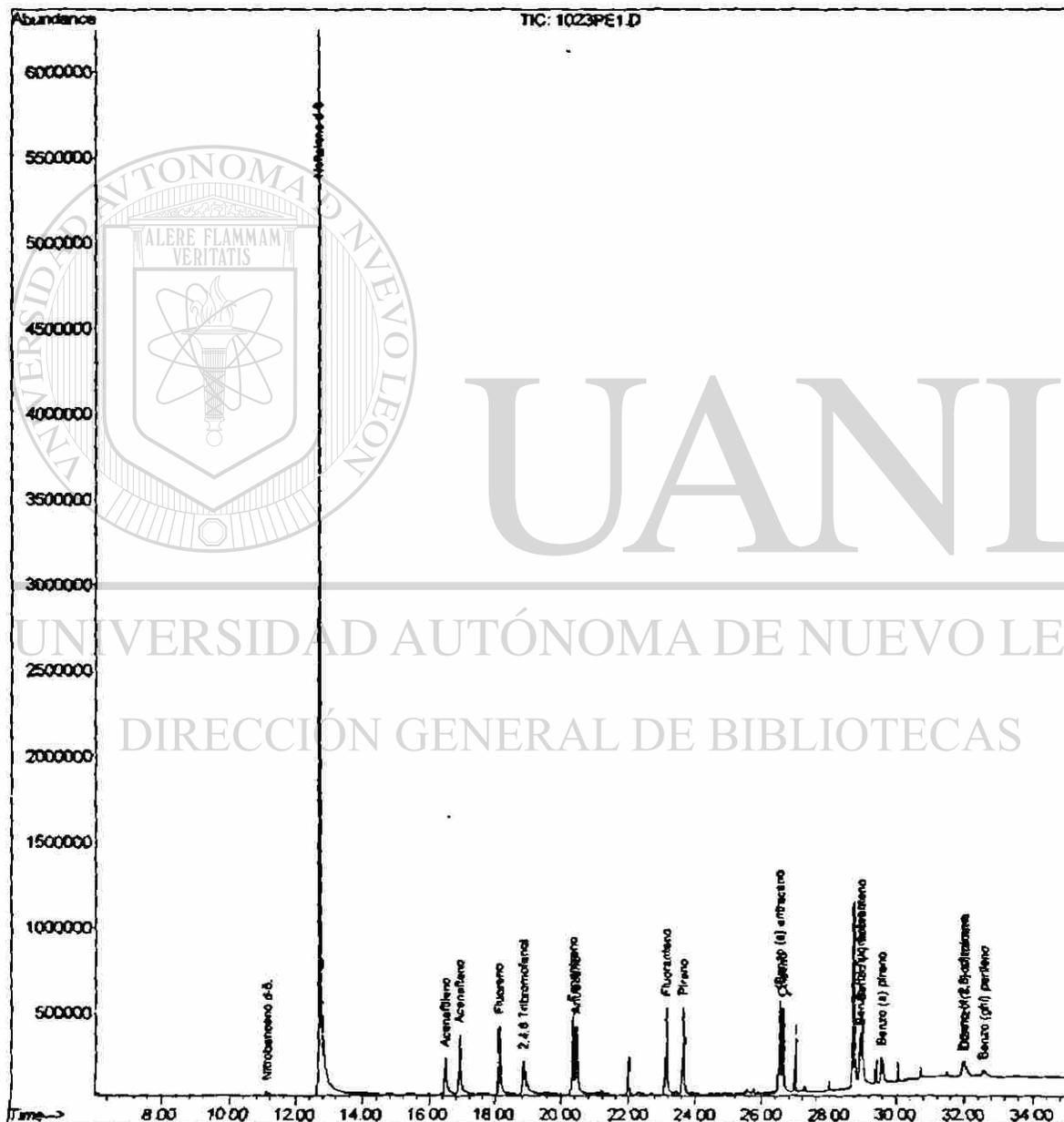
Quant Results File: Q0801PAT.RES

Quant Method : C:\ARCHIVOS\M...\Q0801PAT.M (Chemstation Integrator)  
 Title :  
 Last Update : Thu Sep 07 18:59:14 2000  
 Response via : Initial Calibration  
 DataAcq Meth : PAHS0201

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Naftaleno d-8	12.79	136	87769389	50.00	µg/L	0.05
<b>System Monitoring Compounds</b>						
2) Nitrobenceno d-5.	11.22	82	11600030	18.06	µg/L	0.04
Spiked Amount	100.000			Recovery	= 18.06%	
7) 2,4,6 Tribromofenol	18.92	330	14024885	106.53	µg/L	0.17
Spiked Amount	100.000			Recovery	= 106.53%	
<b>Target Compounds</b>						
						Qvalue
3) Naftaleno.	12.83	128	15932486	11.84	µg/L	99
4) Acenaftileno	16.54	152	23087762	17.09	µg/L	100
5) Acenafteno.	16.97	153	14436521	17.88	µg/L	99
6) Fluoreno	18.17	166	17454828	20.04	µg/L	99
8) Fenantreno	20.41	178	23342708	18.91	µg/L	99
9) Antraceno	20.41	178	23445603	20.35	µg/L	100
10) Fluoranteno	23.22	202	25027192	19.13	µg/L	99
11) Pireno	23.72	202	25759651	19.21	µg/L	99
12) Benzo (a) antraceno	26.60	228	19635152	20.20	µg/L	99
13) Criseno	26.60	228	19645327	22.35	µg/L	95
14) Benzo (b) fluoranteno	29.12	252	25863651	36.30	µg/L	99
15) Benzo (k) fluoranteno	29.12	252	26159535	25.53	µg/L	99
16) Benzo (a) pireno	29.72	252	9365186	15.07	µg/L	99
17) Indeno (1,2,3-cd) pireno	32.10	276	5463846	12.49	µg/L	97
18) Dibenzo (a,h) antraceno	32.16	278	4761493	11.94	µg/L	100
19) Benzo (ghi) perileno	32.10	276	6077402	16.09	µg/L	92

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration  
 0921PN5C.D Q0801PAT.M Thu Sep 21 11:56:53 2000

File : C:\ARCHIVOS\SV-OCT\1023PE1.D  
 Operator : Nora E. Diaz  
 Acquired : 24 Oct 2000 6:16 using AcqMethod PAHS0201  
 Instrument : GCD Plus  
 Sample Name: EXTRACCION No.1, 28-SEP-00.  
 Misc Info : INY 1 µL.  
 Vial Number: 13



Quantitation Report (Not Reviewed)

Data File : C:\ARCHIVOS\SV-OCT\1023PE1.D  
 Acq On : 24 Oct 2000 6:16  
 Sample : EXTRACCION No.1, 28-SEP-00.  
 Misc : INY 1 µL.

Vial: 13  
 Operator: Nora E. Diaz  
 Inst : GCD Plus  
 Multiplr: 1.00  
 Sample Amount: 0.00

MS Integration Params: events.e  
 Quant Time: Oct 24 10:32 2000

Quant Results File: Q0801PAT.RES

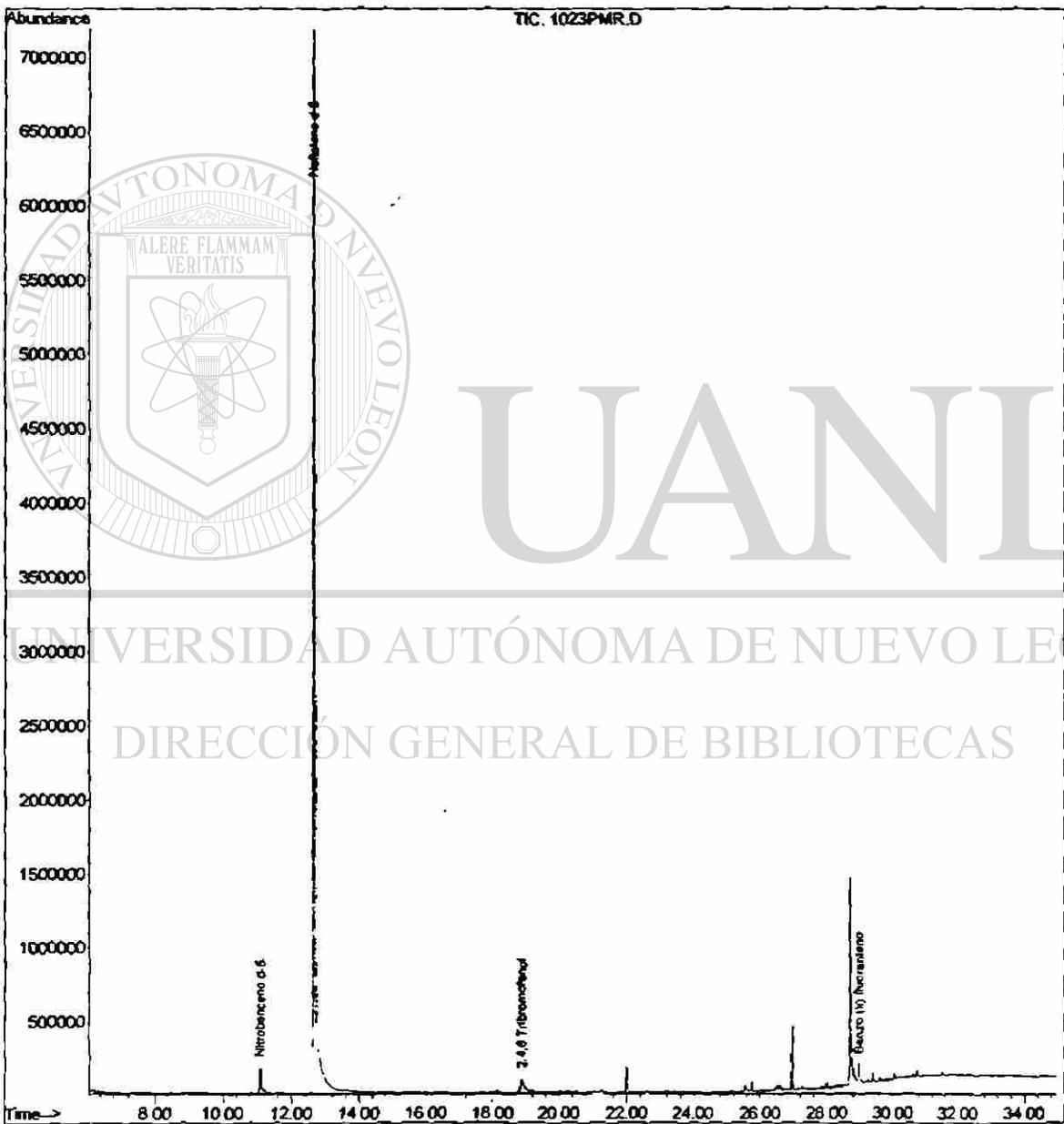
Quant Method : C:\ARCHIVOS\M...\Q0801PAT.M (Chemstation Integrator)  
 Title :  
 Last Update : Thu Sep 07 18:59:14 2000  
 Response via : Initial Calibration  
 DataAcq Meth : PAHS0201

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Naftaleno d-8	12.65	136	88804010	50.00	µg/L	-0.09
<b>System Monitoring Compounds</b>						
2) Nitrobenceno d-5.	11.10	82	395742	0.61	µg/L	-0.08
Spiked Amount	100.000		Recovery	=	0.61%	
7) 2,4,6 Tribromofenol	18.82	330	2150665	16.15	µg/L	0.07
Spiked Amount	100.000		Recovery	=	16.15%	
<b>Target Compounds</b>						
3) Naftaleno.	12.69	128	2610966	Below Cal		95
4) Acenaftileno	16.45	152	5694606	2.60	µg/L	99
5) Acenafteno.	16.88	153	3896632	2.87	µg/L	96
6) Fluoreno	18.08	166	5240019	4.09	µg/L	97
8) Fenantreno	20.30	178	6542513	3.51	µg/L	99
9) Antraceno	20.41	178	7872240	4.89	µg/L	99
10) Fluoranteno	23.11	202	7991364	4.35	µg/L	99
11) Pireno	23.61	202	8521014	4.41	µg/L	99
12) (Benzo (a) antraceno	26.48	228	6116711	5.04	µg/L	99
13) Criseno	26.57	228	6701453	5.96	µg/L	98
14) Benzo (b) fluoranteno	28.89	252	2256864	2.41	µg/L #	54
15) Benzo (k) fluoranteno	28.93	252	9370695	8.85	µg/L	99
16) Benzo (a) pireno	29.55	252	3096884	2.63	µg/L	98
17) Indeno (1,2,3-cd) pireno	31.96	276	1725922	3.12	µg/L	94
18) Dibenzo (a,h) antraceno	32.01	278	1468438	3.40	µg/L #	87
19) Benzo (ghi) perileno	32.57	276	980629	2.06	µg/L #	86

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration

1023PE1.D Q0801PAT.M Tue Oct 24 10:32:11 2000 ADMINISTRATOR

File : C:\ARCHIVOS\SV-OCT\1023PMR.D  
Operator : Nora E Diaz  
Acquired : 24 Oct 2000 5:20 using AcqMethod PAHS0201  
Instrument : GCD Plus  
Sample Name: MUESTRA REAL, 18-OCT-00.  
Misc Info : INY 1 µL.  
Vial Number: 12



Quantitation Report (Not Reviewed)

Data File : C:\ARCHIVOS\SV-OCT\1023PMR.D  
 Acq On : 24 Oct 2000 5:20  
 Sample : MUESTRA REAL, 18-OCT-00.  
 Misc : INY 1 µL.

Vial: 12  
 Operator: Nora E Diaz  
 Inst : GCD Plus  
 Multiplr: 1.00  
 Sample Amount: 0.00

MS Integration Params: events.e  
 Quant Time: Oct 24 10:31 2000

Quant Results File: Q0801PAT.RES

Quant Method : C:\ARCHIVOS\M...\Q0801PAT.M (Chemstation Integrator)  
 Title :  
 Last Update : Thu Sep 07 18:59:14 2000  
 Response via : Initial Calibration  
 DataAcq Meth : PAHS0201

Internal Standards	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
1) Naftaleno d-8	12.65	136	108082202	50.00	µg/L	-0.09
<b>System Monitoring Compounds</b>						
2) Nitrobenzeno d-5.	11.09	82	2020578	2.55	µg/L	-0.09
Spiked Amount 100.000			Recovery =	2.55%		
7) 2,4,6 Tribromofenol	18.85	330	1081350	6.67	µg/L	0.10
Spiked Amount 100.000			Recovery =	6.67%		
<b>Target Compounds</b>						
3) Naftaleno.	12.68	128	426956	Below Cal	#	73
4) Acenaftileno	0.00	152	0	N.D.		
5) Acenafteno.	0.00	153	0	N.D.		
6) Fluoreno	0.00	166	0	N.D.		
8) Fenantreno	0.00	178	0	N.D.		
9) Antraceno	0.00	178	0	N.D.		
10) Fluoranteno	23.15	202	102807	Below Cal	#	57
11) Pireno	23.65	202	94478	Below Cal	#	84
12) (Benzo (a) antraceno	26.50	228	337182	Below Cal		97
13) Criseno	26.51	228	337917	Below Cal		92
14) Benzo (b) fluoranteno	28.97	252	550202	Below Cal		93
15) Benzo (k) fluoranteno	28.97	252	549616	0.15	µg/L	# 90
16) Benzo (a) pireno	29.59	252	136969	Below Cal	#	65
17) Indeno (1,2,3-cd) pireno	32.05	276	86196	Below Cal	#	52
18) Dibenzo (a,h) antraceno	32.06	278	98151	Below Cal	#	52
19) Benzo (ghi) perileno	32.65	276	57309	Below Cal	#	51

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration  
 1023PMR.D Q0801PAT.M Tue Oct 24 10:31:32 2000

ADMINISTRATOR

## APÉNDICE F

### RIESGOS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD DE LOS REACTIVOS UTILIZADOS

Contenido	Página
Tabla de Reactivos Empleados	142
Frases de Riesgo. Riesgos Particulares.	143
Combinación de Riesgos Particulares	145
Frases de Seguridad. Medidas de Seguridad	148
Combinación de Medidas de Seguridad	151



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



RIESGOS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD RECOMENDADAS PARA LOS REACTIVOS UTILIZADOS			
CAS	Nombre Químico	Riesgo	Seguridad
83-32-9	Acenafteno	36/37/38	26-36
208-96-8	Acenaftileno	36/37/38	26-36
141-78-6	Acetato de Etilo	11-36/37/38	16-26-36
67-64-1	Acetona	11-37/38-41	37-16-26-36
67-56-1	Alcohol metílico	23/25-36/38	7-16-24-45
120-12-7	Antraceno	20/21/22-36/37/38-42-43	26-36
56-55-3	Benzo(a)antraceno	23/24/25-45-46	36/37/39-45-53
50-32-8	Benzo(a)pireno	20/21/22-45-46-61	22-36/37/39-45-53
205-99-2	Benzo(b)fluoranteno	45-46	45-53
191-24-2	Benzo(ghi)perileno	Ninguno	Ninguno
207-08-9	Benzo(k)fluoranteno	20/21/22-36/37/38-45	22-26-36/37/39-45
218-01-9	Criseno	20/21/22-45-46	22-36/37/39-45
53-70-3	Dibenzo(a,h)antraceno	20/21/22-45-46	22-36/37/39-45-53
75-09-2	Diclorometano o cloruro de metileno	20/21/22-36/37/38-40	23-26-36
85-01-8	Fenantreno	22-36/37/38-40	22-26-36
206-44-0	Fluoranteno	20/21/22-40	22-36
86-73-7	Fluoreno	Ninguno	Ninguno
193-39-5	Indeno(1,2,3-cd)pireno	20/21/22-45	22-36/37/39-45
91-20-3	Naftaleno	11-20/21/22-36/37/38-43-45	16-26-36/37/39-45
129-00-0	Pireno	22-36/37/38	26-36
108-88-3	Tolueno	11-23/24/25	16-26-36/37/39-45

La información que aparece en las columnas de Riesgo y Seguridad se describen en las hojas anexas en este Apéndice.

## FRASES DE RIESGO

### RIESGOS PARTICULARES

- R 1.- Explosivo cuando está seco.
- R 2.- Riesgo de explosión por impacto, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.
- R 3.- Riesgo extremo de explosión por impacto, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.
- R 4.- Forma compuestos metálicos muy sensibles a la explosión.
- R 5.- El calentamiento puede causar explosión.
- R 6.- Explosivo en presencia o ausencia de aire.
- R 7.- Puede causar fuego.
- R 8.- Puede producir fuego en contacto con combustibles.
- R 9.- Explosivo cuando se mezcla con material combustible.
- R 10.- Inflamable.
- R 11.- Sumamente inflamable.
- R 12.- Extremadamente inflamable.
- R 13.- Extremadamente inflamable como gas licuado.
- R 14.- Reacciona violentamente con el agua.
- R 15.- Libera gases extremadamente inflamables al contacto con el agua.
- R 16.- Explosivo cuando se mezcla con sustancias oxidantes.
- R 17.- Se inflama espontáneamente en contacto con el aire.
- R 18.- Durante el uso puede causar mezclas vapor-aire inflamables o explosivas.
- R 19.- Puede formar peróxidos explosivos.
- R 20.- Perjudicial por inhalación.
- R 21.- Perjudicial al contacto con la piel.
- R 22.- Perjudicial si se ingiere.
- R 23.- Tóxico por inhalación.
- R 24.- Tóxico al contacto con la piel.
- R 25.- Tóxico si se ingiere.
- R 26.- Muy tóxico por inhalación.
- R 27.- Muy tóxico al contacto con la piel.
- R 28.- Muy tóxico si se ingiere.
- R 29.- Libera gases tóxicos al contacto con agua.
- R 30.- Puede convertirse en fácilmente inflamable durante el uso.
- R 31.- Libera gases tóxicos en contacto con agua.
- R 32.- Libera gases muy tóxicos al contacto con ácidos.

## FRASES DE RIESGO

### RIESGOS PARTICULARES

- R 33.- Peligro de efectos acumulativos.
- R 34.- Causa quemaduras.
- R 35.- Causa quemaduras severas.
- R 36.- Irritante para los ojos.
- R 37.- Irritante para las vías respiratorias.
- R 38.- Irritante para la piel.
- R 39.- Peligro de efectos reversibles muy severos.
- R 40.- Posible efecto de riesgos irreversibles.
- R 41.- Riesgo de severo daño para los ojos.
- R 42.- Puede causar sensibilización por inhalación.
- R 43.- Puede causar sensibilización por contacto con la piel.
- R 44.- Riesgo de explosión si se calienta bajo confinamiento.
- R 45.- Puede producir cáncer.
- R 46.- Puede producir daño genético hereditario.
- R 47.- Puede causar defectos de nacimiento.
- R 48.- Peligro de daños severos a la salud por exposición prolongada.
- R 49.- Puede producir cáncer por inhalación.
- R 50.- Muy tóxico para los organismos acuáticos.
- R 51.- Tóxico para los organismos acuáticos.
- 
- R 52.- Perjudicial para los organismos acuáticos.
- R 53.- Puede causar efectos adversos a largo plazo en el medio ambiente acuático.
- R 54.- Tóxico para la flora.
- R 55.- Tóxico para la fauna.
- R 56.- Tóxico para los organismos del suelo.
- R 57.- Tóxico para las abejas.
- R 58.- Puede causar efectos adversos a largo plazo en el medio ambiente.
- R 59.- Peligroso para la capa de ozono.
- R 60.- Puede disminuir la fertilidad.
- R 61.- Puede causar daño fetal.
- R 62.- Posible riesgo de disminuir la fertilidad.
- R 63.- Posible riesgo de causar daño fetal.
- R 64.- Puede causar daño a bebés en lactancia.
- R 65.- Perjudicial. Puede causar daño pulmonar si se ingiere.

## Riesgos

## COMBINACIÓN DE RIESGOS PARTICULARES

- 14/15: Reacciona violentamente con el agua liberando gases extremadamente inflamables.
- 15/29: En contacto con el agua libera gases tóxicos y extremadamente inflamables.
- 20/21: Perjudicial por inhalación y al contacto con la piel.
- 20/21/22: Perjudicial por inhalación, al contacto con la piel y por ingestión.
- 20/22: Perjudicial por inhalación y por ingestión.
- 21/22: Perjudicial en contacto con la piel y por ingestión.
- 23/24: Tóxico por inhalación, contacto con la piel y por ingestión.
- 23/25: Tóxico por inhalación y por ingestión.
- 24/25: Tóxico al contacto con la piel y por ingestión.
- 26/27: Muy tóxico por inhalación y contacto con la piel.
- 26/27/28: Muy tóxico por inhalación, contacto con la piel y por ingestión.
- 26/28: Muy tóxico por inhalación y por ingestión.
- 27/28: Muy tóxico al contacto con la piel y por ingestión.
- 36/37: Irritante para los ojos y las vías respiratorias.
- 36/37/38: Irritante para los ojos, las vías respiratorias y la piel.
- 36/38: Irritante para los ojos y la piel.
- 37/38: Irritante para las vías respiratorias y la piel.
- 39/23: Tóxico, peligro de efectos irreversibles severos por inhalación.
- 39/23/24: Tóxico, peligro de efectos irreversibles severos por inhalación o por contacto con la piel.
- 39/23/24/25: Tóxico, peligro de efectos irreversibles severos por inhalación, por contacto con la piel o por ingestión.
- 39/23/25: Tóxico, peligro de efectos irreversibles severos por inhalación e ingestión.
- 39/24: Tóxico, peligro de efectos irreversibles severos en contacto con la piel.
- 39/24/25: Tóxico, peligro de efectos irreversibles severos en contacto con la piel y por ingestión.
- 39/25: Tóxico, peligro de efectos irreversibles severos por ingestión.
- 39/26: Muy tóxico, peligro de efectos irreversibles muy severos por inhalación.
- 39/26/27: Muy tóxico, peligro de efectos irreversibles muy severos por inhalación y contacto con la piel.
- 39/26/27/28: Muy tóxico, peligro de efectos irreversibles muy severos por

## Riesgos

## COMBINACIÓN DE RIESGOS PARTICULARES

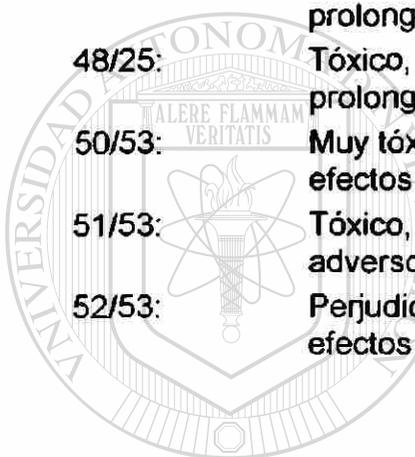
- inhalación, contacto con la piel e ingestión.
- 39/26/28: Muy tóxico, peligro de efectos irreversibles muy severos por inhalación y por ingestión.
- 39/27: Muy tóxico, peligro de efectos irreversibles muy severos por inhalación y contacto con la piel.
- 39/27/28: Muy tóxico, peligro de efectos irreversibles muy severos por contacto con la piel y por ingestión.
- 39/28: Muy tóxico, peligro de efectos irreversibles muy severos por ingestión.
- 40/20: Perjudicial, posible riesgo de efectos irreversibles por inhalación.
- 40/20/21: Perjudicial, posible riesgo de efectos irreversibles por inhalación y contacto con la piel.
- 40/20/21/22: Perjudicial, posible riesgo de efectos irreversibles por inhalación, contacto con la piel e ingestión.
- 40/20/22: Perjudicial, posible riesgo de efectos irreversibles por inhalación e ingestión.
- 40/22: Perjudicial, posible riesgo de efectos irreversibles por ingestión.
- 40/21: Perjudicial, posible riesgo de efectos irreversibles al contacto con la piel.
- 40/21/22: Perjudicial, posible riesgo de efectos irreversibles al contacto con la piel y por ingestión.
- 
- 42/43: Puede causar sensibilización por inhalación y contacto con la piel.
- 48/20: Perjudicial, peligro de daño severo a la salud por exposición prolongada, por inhalación y contacto con la piel.
- 48/20/21: Perjudicial, peligro de daño severo a la salud por exposición prolongada, por inhalación y contacto con la piel.
- 48/20/21/22: Perjudicial, peligro de daño severo a la salud por exposición prolongada, por inhalación, contacto con la piel e ingestión.
- 48/20/22: Perjudicial, peligro de daño severo a la salud por exposición prolongada, por inhalación y por ingestión.
- 48/21: Perjudicial, peligro de daño severo a la salud por exposición prolongada y contacto con la piel.
- 48/21/22: Perjudicial, peligro de daño severo a la salud por exposición prolongada, contacto con la piel e ingestión.
- 48/22: Perjudicial, peligro de daño severo a la salud por exposición prolongada e ingestión.
- 48/23: Tóxico, peligro de daño severo a la salud por exposición

## Riesgos

## COMBINACIÓN DE RIESGOS PARTICULARES

prolongada y por inhalación.

- 48/23/24: Tóxico, peligro de daño severo a la salud por exposición prolongada, por inhalación y por contacto con la piel.
- 48/23/24/25: Tóxico, peligro de daño severo a la salud por exposición prolongada, por inhalación, contacto con la piel e ingestión.
- 48/23/25: Tóxico, peligro de daño severo a la salud por exposición prolongada, por inhalación y por ingestión.
- 48/24: Tóxico, peligro de daño severo a la salud por exposición prolongada y contacto con la piel.
- 48/24/25: Tóxico, peligro de daño severo a la salud por exposición prolongada, contacto con la piel e ingestión.
- 48/25: Tóxico, peligro de daño severo a la salud por exposición prolongada e ingestión.
- 50/53: Muy tóxico para los organismos acuáticos, puede causar efectos adversos a largo plazo en el medio ambiente acuático.
- 51/53: Tóxico, para los organismos acuáticos, puede causar efectos adversos a largo plazo en el medio ambiente acuático.
- 52/53: Perjudicial para los organismos acuáticos, puede causar efectos adversos a largo plazo en el medio ambiente acuático.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## FRASES DE SEGURIDAD

### MEDIDAS DE SEGURIDAD

- S 1.- Manténgase bajo llave.
- S 2.- Manténgase fuera del alcance de los niños.
- S 3.- Manténgase en lugar fresco.
- S 4.- Manténgase alejado de la vivienda.
- S 5.- Manténgase bajo el líquido apropiado especificado por el fabricante.
- S 6.- Manténgase bajo el gas apropiado especificado por el fabricante.
- S 7.- Mantenga el contenedor bien tapado.
- S 8.- Mantenga el contenedor seco.
- S 9.- Mantenga el contenedor en un lugar bien ventilado.
- S 10.- No mantenga el contenedor sellado.
- S 11.- Manténgase alejado de alimentos, bebidas y alimentos para animales.
- S 12.- Manténgase alejado de...(producto incompatible indicado por el fabricante.
- S 13.- Manténgase alejado del calor.
- S 14.- Manténgase alejado de fuentes de ignición. No fumar.
- S 15.- Manténgase alejado de material combustible.
- S 16.- Manténgase y ábrase con cuidado.

---

- S 17.-
- S 18.- No consuma alimentos ni bebidas mientras lo esté utilizando.
- S 19.- No fume mientras lo esté utilizando.
- S 20.- No respire el polvo.
- S 21.- No respire los gases / humos / vapor / rocío (El fabricante indicará la palabra adecuada al producto.
- S 22.- Evite el contacto con la piel.
- S 23.- Evite el contacto con los ojos.
- S 24.- En caso de contacto con los ojos, enjuague inmediatamente con agua en abundancia y consulte al médico.
- S 25.- Retírese inmediatamente toda la ropa contaminada.
- S 26.- En caso de contacto con la piel, lave inmediatamente con ...(lo especificado por el fabricante) en abundancia.
- S 27.- No se vierta en el drenaje.
- S 28.- Nunca añada agua a este producto

## FRASES DE SEGURIDAD

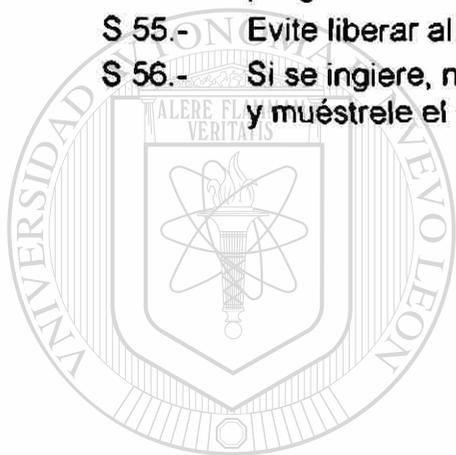
### MEDIDAS DE SEGURIDAD

- S 29.- Tome medidas precautorias contra descargas de electricidad estática.
- S 30.- Este producto y su contenedor deben ser desechados de manera adecuada.
- S 31.- Utilice ropa de protección adecuada para usar este producto.
- S 32.- Utilice guantes para usar este producto.
- S 33.- En caso de ventilación insuficiente, utilice equipo de respiración.
- S 34.- Utilice protector facial / gafas.
- S 35.- Para limpiar el piso y todos los objetos contaminados por este producto utilice... (material especificado por el fabricante).
- S 36.- EN caso de fuego y/o explosión, no respire los humos.
- S 37.- Durante la fumigación / aspersión utilice equipo de respiración. (El fabricante empleará la palabra exacta según el producto).
- S 38.- En caso de fuego utilice... (el tipo de extinguidor especificado por el fabricante, si el agua aumenta el riesgo, nunca utilice agua).
- S 39.- Si no se siente bien, acuda al médico (muéstrela la etiqueta si es posible).
- S 40.- En caso de accidente o de no sentirse bien, acuda al médico inmediatamente (muéstrela la etiqueta del producto si es posible).
- S 41.- En caso de ingestión, acuda al médico inmediatamente y muéstrela la etiqueta o el contenedor del producto.
- S 42.- Mantenga la temperatura por debajo de...°C (la temperatura será especificada por el fabricante).
- S 43.- Manténgalo únicamente en el envase original.
- S 44.- No lo mezcle con . (vea lo especificado por el fabricante).
- S 45.- Úselo solamente en áreas bien ventiladas.
- S 46.- No recomendado para utilizarse en interiores o en grandes superficies
- S 47.- Evite exponerse al producto – obtenga instrucciones especiales antes de usarlo.
- S 48.- Obtenga el permiso de las autoridades ambientales antes de descargar a las plantas de tratamiento.
- S 49.- Trate de usar las mejores técnicas disponibles antes de descargar o drenar a medios acuáticos

## FRASES DE SEGURIDAD

## MEDIDAS DE SEGURIDAD

- S 50.- Deseche el material o contenedor en un lugar adecuado para desechos peligrosos.
- S 51.- Use confinamiento adecuado para evitar contaminación ambiental.
- S 52.- Dispóngalo como un residuo peligroso.
- S 53.- Pida al fabricante instrucciones para la recuperación o reciclado.
- S 54.- Este material y su contenedor deben ser desechados como residuos peligrosos.
- S 55.- Evite liberar al ambiente. Consulte la hoja de datos de seguridad.
- S 56.- Si se ingiere, no induzca el vómito, acuda inmediatamente al médico y muéstrele el contenedor o la etiqueta.



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**Medida de Seguridad**

**COMBINACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD**

- 1/2: Manténgase bajo llave y fuera del alcance de los niños.
- 3/9/14: Manténgase en lugar fresco, bien ventilado y alejado de ...(lo recomendado por el fabricante).
- 3/9/14/49: Manténgase solamente en el contenedor original, en un lugar fresco, bien ventilado y alejado de... (materiales incompatibles indicados por el fabricante).
- 3/9/49: Manténgase en el contenedor original, en un lugar fresco y bien ventilado.
- 3/14: Manténgase en lugar fresco y alejado de...(materiales incompatibles indicados por el fabricante).
- 3/7: Mantenga el contenedor bien cerrado y en un lugar fresco.
- 7/8: Mantenga el contenedor bien cerrado y en un lugar seco.
- 7/9: Mantenga el contenedor bien cerrado y en un lugar bien ventilado.
- 7/47: Mantenga el contenedor bien cerrado y a temperatura por debajo de ...°C (temperatura indicada por el fabricante).
- 20/21: Cuando lo use no consuma alimentos, bebidas, ni fume.
- 24/25: Evite el contacto con la piel y los ojos.
- 29/56: No lo vierta en el drenaje. Deseche este material y su contenedor en un lugar adecuado para desechos peligrosos.
- 
- 36/37: Utilice ropa protectora adecuada y guantes.
- 36/37/39: Utilice ropa protectora adecuada, guantes y protección facial o gafas.
- 36/39: Utilice ropa protectora adecuada y protección facial o gafas.
- 37/39: Utilice guantes y protección facial o gafas.
- 47/49: Manténgase solo en su contenedor original y a temperatura por debajo de...°C (temperatura especificada por el fabricante).

## APÉNDICE G

### DEFINICIONES

<b>Término</b>	<b>Página</b>
Validación	153
Calibración Inicial	153
Curva de Calibración	153
Estándar Certificado	153
Estándares de Calibración	153
Estándares de Referencia	153
Estándar Interno	154
Estándar Surrogado	154
Exactitud	154
Factor de Calibración	154
Límite de Detección del Método	154
Límite de Cuantificación del Método	155
Linealidad	155
Precisión	155
Repetibilidad	155
Reproducibilidad	155
Rango de Trabajo	155

## DEFINICIONES( Keith, 1996)

- **Evaluación del Desempeño del Método Analítico o Validación**

Es la determinación del conjunto de parámetros que deben determinarse para determinar el alcance y calidad de los resultados obtenidos a condiciones operativas de laboratorio. Los parámetros a determinar son: rango de trabajo, linealidad, precisión, límite de detección, límite de cuantificación y exactitud.

- **Calibración Inicial**

Es la obtención de una curva de calibración a través de la determinación de los Factores de Calibración (FC) a 5 niveles de concentración del analito de interés, mediante el uso de estándares de calibración.

- **Curva de Calibración**

Es la representación gráfica de la relación de respuesta vs. concentración y expresada mediante la siguiente ecuación:

$$y = px + b$$

Donde: y: respuesta

p: pendiente

x: nivel de concentración

b: corrección a la coordenada de respuesta (blanco de concentración).

- **Estándar Certificado**

Material en el cual uno o más de sus parámetros son certificados por un procedimiento técnico validado, acompañado por un certificado u otro documento trazable a un organismo certificador.

- **Estándares de Calibración**

Soluciones de concentración conocida preparada a partir de estándares certificados.

- **Estándares de Referencia**

Soluciones de concentración conocida, preparadas a partir de soluciones concentradas certificadas de fuente diferente a las utilizadas para preparar la curva de calibración y su uso principal es para determinar la Exactitud.

- **Estándar Interno**

Es uno o varios analitos puros que se añaden a una solución en cantidad conocida y se usan para medir las respuestas relativas de otros analitos y sustitutos que son acompañantes de la misma solución. El estándar interno debe ser un analito que no sea un componente de la muestra.

- **Estándar Surrogado**

Es un analito puro, el cual es muy poco probable que se encuentre en cualquier muestra, se añade a una alícuota de muestra en cantidad conocida antes de la extracción y se mide con los mismos procedimientos utilizados para medir los otros componentes de la muestra. El propósito de un analito surrogado es monitorear la eficiencia del método con cada muestra.

- **Exactitud**

Cercanía entre el valor verdadero (o de referencia) y el valor encontrado. Se expresa como % de Error.

$$%E = [(X - XER)/XER] \times 100$$

X: Valor medio de análisis por duplicado de un Estándar de Referencia.

XER: Valor esperado del Estándar de Referencia.

- **Factor de Calibración (FC)**

Se define como la relación de la respuesta promedio obtenida entre la concentración del analito. Se calcula por analito a cada nivel de concentración del estándar de calibración delimitado por el Rango de Trabajo.

- **Límite de Detección del Método (LDM)**

Minima concentración de analito que puede ser detectada pero no cuantificada en una muestra y es determinada del análisis de agua a la que se añade el analito y se somete al procedimiento completo, incluyendo pretratamiento y extracción.

$$LDM = 3.33(DE/p)$$

DE: Desv Estándar de la respuesta al origen de la ordenada.

P: Pendiente de la curva de calibración.

- **Limite de Cuantificación del Método (LCM)**

Es la mínima concentración de analito que puede ser determinada o cuantificada en la matriz y condiciones descritas en LDM, con aceptable precisión y exactitud bajo las condiciones operacionales del método.

$$\text{LCM} = 10 (\text{DE}/p)$$

- **Linealidad**

Es la habilidad del método de obtener resultados que sean directamente proporcionales a la concentración de analito dentro de un rango dado. Si la desviación estándar relativa del conjunto de los FC en el rango de trabajo es menor de 20 %, se asume linealidad.

- **Precisión**

Es la medición del grado de repetibilidad de un método analítico bajo condiciones normales de operación y es usualmente expresada como % de Desviación Estándar Relativa (DER) o % de Coeficiente de Variación (%CV) para un número de muestras estadísticamente significativo.

$$\text{DER} = \%CV = (\text{DE}/ \text{media}) \times 100$$

- **Repetibilidad**

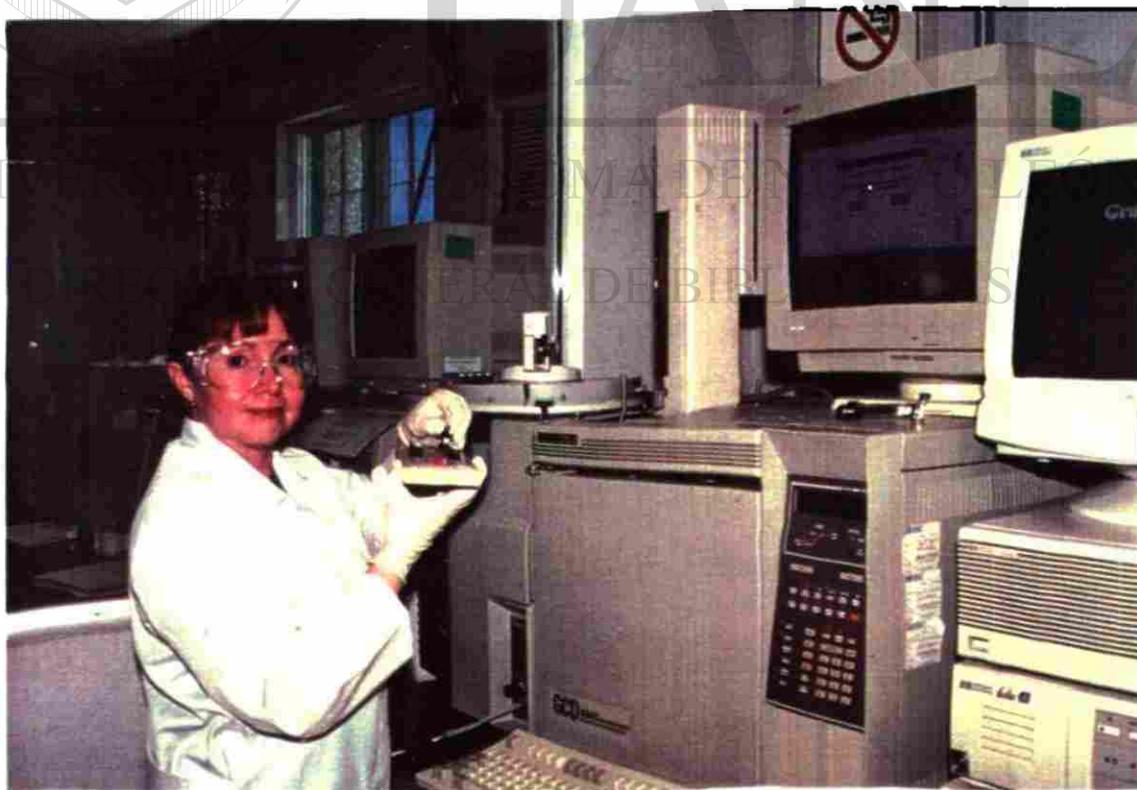
Operar el método un corto intervalo de tiempo bajo las mismas condiciones.

- **Reproducibilidad**

Resultados colaborativos entre laboratorios.

- **Rango de Trabajo de un Método Analítico**

Es el intervalo entre los niveles superior e inferior (incluyendo estos niveles) que se ha demostrado se determinan con precisión, exactitud y linealidad, utilizando el método como se ha descrito.



## RESUMEN AUTOBIOGRAFICO

Nora Emma Díaz Moroles

Candidata para el Grado de

Maestría en Ciencias Químicas

con Especialidad en Química Analítica

Tesis: ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS EN AGUA POTABLE MEDIANTE CROMATOGRAFÍA DE GASES CON DETECTOR SELECTIVO DE ESPECTROMETRÍA DE MASAS

DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UN MÉTODO ANALÍTICO

Campo de Estudio Ciencias Químicas

Biografía

Datos Personales Nacida en Monterrey, Nuevo León, el 1 de mayo de 1957, hija de Jacinto Díaz González y Damiana Moroles Ortiz

---

Educación

Egresada de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Químicas, grado obtenido de Licenciado en Química Industrial en 1978

Experiencia Profesional

Maestra de Tiempo Completo en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León desde 1981

