

00377



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**POSGRADO EN CIENCIAS  
BIOLÓGICAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**NOMBRE DE LA TESIS "DETERMINACIÓN DE LOS  
NIVELES DE HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS Y AROMÁTICOS  
POLICÍCLICOS EN AEROSOL ATMOSFÉRICO DEL SUR DE  
LA CIUDAD DE MÉXICO, MÉXICO".**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS (BIOLOGÍA)**

**P R E S E N T A**

**SERGIO ROSALES LEDEZMA**

**DIRECTOR DE TESIS: DR. GILBERTO DÍAZ GONZÁLEZ**

**MÉXICO, D.F.**

**Septiembre del 2004.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

<b>7.</b>	<b>Objetivos:</b>	<b>7-60</b>
	7.1. <i>Objetivo General.</i>	7-60
	7.2. <i>Objetivos particulares.</i>	7-61
<b>8.</b>	<b>MATERIAL Y MÉTODOS.</b>	<b>8-62</b>
	8.1. <b>Descripción del área de estudio.</b>	<b>8-62</b>
	8.1.1. Elevación principal	8-62
	8.1.2. Climas	8-62
	8.1.3. Estaciones climatológicas	8-62
	8.2. <b>Muestreo</b>	<b>8-68</b>
	8.2.1. Materiales y reactivos.	8-69
	8.2.2. Lavado del material	8-69
	8.2.3. Método Analítico	8-69
	8.3. <b>Condiciones de operación del cromatógrafo de gases</b>	<b>8-73</b>
	8.3.1. Técnica de separación para Hidrocarburos Alifáticos (Saturados)	8-73
	8.3.2. Técnica de separación para Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos.	8-74
	8.4. <b>Calibración del Hi-Vol (Impactador de alto volumen en Cascada. Sierra Andersen Instrument.).</b>	<b>8-75</b>
	8.4.1. Material que se utiliza.	8-75
	8.4.2. Procedimiento:	8-75
	Tabla de corrección por temperatura (T°C) ambiente	8-77
<b>9.</b>	<b>RESULTADO Y ANALISIS DE RESULTADOS</b>	<b>9-78</b>
<b>10.</b>	<b>CONCLUSIONES:</b>	<b>201</b>
<b>11.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>202</b>
<b>12.</b>	<b>Anexo de Cromatogramas Fracción F1 y F2</b>	<b>203</b>
<b>13.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>295</b>

## CONTENIDO

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	
	¡Error! Marcador no definido.	
1.1.	CONTAMINACIÓN DEL AIRE	1-2
1.2.	Meteorología y contaminación	1-2
1.3.	La atmósfera y su composición	1-2
1.4.	Estabilidad atmosférica	1-4
1.5.	Inversión térmica	1-5
1.6.	El efecto en las ciudades	1-6
<b>2.</b>	<b>AIRE Y CONTAMINACIÓN DEL AIRE</b>	<b>2-7</b>
<b>3.</b>	<b>ANTECEDENTES</b>	<b>3-9</b>
<b>4.</b>	<b>LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LA ZMCM</b>	<b>4-11</b>
4.1.	El área de la Ciudad de México	4-11
4.2.	Los contaminantes del aire	4-11
4.2.1.	FUENTES NATURALES	4-12
4.2.2.	FUENTES ANTROPOGÉNICAS	4-13
4.3.	LAS FUENTES CONTAMINANTES SE HAN CLASIFICADO EN:	4-14
4.3.1.	Partículas	4-18
4.3.1.1.	Partículas suspendidas totales (PST)	4-21
4.3.1.2.	Partículas menores a 10 micrómetros (PM <sub>10</sub> )	4-22
4.3.1.3.	Partículas menores a 2.5 micrómetros (PM 2.5)	4-23
4.3.1.4.	Partículas aerobiológicas	4-25
4.3.2.	Ozono	4-25
<b>5.</b>	<b>Los Hidrocarburos</b>	<b>5-26</b>
5.1.	Hidrocarburos no-metano (HC)	5-26
5.1.1.	Los hidrocarburos alifáticos.	5-26
5.2.	Los hidrocarburos aromáticos policíclicos, HAPs	5-27
5.2.1.	Efectos de los HAPs sobre la salud	5-37
5.3.	Los HAPs y las inversiones térmicas	5-40
5.4.	Transporte y concentración en el ambiente atmosférico.	5-42

## DETERMINATION OF ALIPHATIC AND POLYCYCLIC-AROMATIC HYDROCARBON LEVELS IN ATMOSPHERIC AEROSOLS FROM THE SOUTH OF MEXICO CITY

Sergio Rosales Ledezma<sup>1</sup>, Gilberto Díaz González<sup>2</sup>, Agustín Muhlia<sup>3</sup>, Armando Leyva<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> UIICSE. FES-I. UNAM., <sup>2</sup> UAM Xochimilco, <sup>3</sup> Inst. de Geofísica UNAM.

In the last thirty years the atmosphere of Mexico City has suffered significant changes in several of its climatic parameters. The most remarkable alterations are: an increment in air temperature, an increase in pluvial precipitation, and a decrement in solar radiation. These alterations have taken place mainly by the presence of atmospheric aerosols (of human origin), dust particles, toxic gases (originated by industry), and emissions from combustion of fossil hydrocarbons (mainly from heavy vehicular movement), and from natural sources, such as volcanoes and forest fires. Among the organic components present in the atmosphere, saturated and aromatic hydrocarbons are particularly important because they have carcinogenic potential and because they participate in several photochemical reactions. The alterations in atmospheric elements intervening on the climate have reached alarming levels because some of these elements are becoming noxious and harmful to inhabitants of Mexico City. The main symptoms are general discomfort and exacerbated breathing problems.

To evaluate the air quality in the South of Mexico City, we set up to determine the actual levels of aliphatic and polycyclic aromatic hydrocarbons of particles smaller than 10  $\mu\text{m}$  during an annual cycle. Air samples were collected from September 1995 to August 1996, twice a month. Each sample was taken during 24 hours with a high-volume collector. The collector was 10 m height from street level. Extraction and purification of hydrocarbon fractions was according to the analytical procedure recommended by the Caripol IOCARBIBE Manual 1986, by the Intergovernmental Oceanographic Commission Manual. 1982 Unesco, by Gas Chromatographic Analysis in Air Pollution 1983, by Environmental Applications of Gas Chromatography 1995., Davis. C. S., Fellin. P., and Otson. R.. 1987., and by Alltech, 2000/2001. ChromoAccess. Alltech Associates, Inc.

Fractions of aliphatic and aromatic hydrocarbons were then analyzed by high resolution gas chromatography. Identification and quantification of particular organic compounds were achieved by comparing the retention time and area under the curve of samples with those of external and internal standards.

## DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS Y AROMÁTICOS POLICÍCLICOS EN AEROSOL ATMOSFÉRICO DEL SUR DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

### Cuantificación de los niveles de hidrocarburos alifáticos e hidrocarburos aromáticos policíclicos por cromatografía de gases de alta resolución

Sergio Rosales Ledezma<sup>1</sup>, Gilberto Díaz González<sup>2</sup>, Agustín Muhlia<sup>3</sup>, Amando Leyva<sup>3</sup>.

UIICSE. FES Iztacala 1.UNAM., UAM Xochimilco 2, Inst. De Geofísica 3. UNAM.

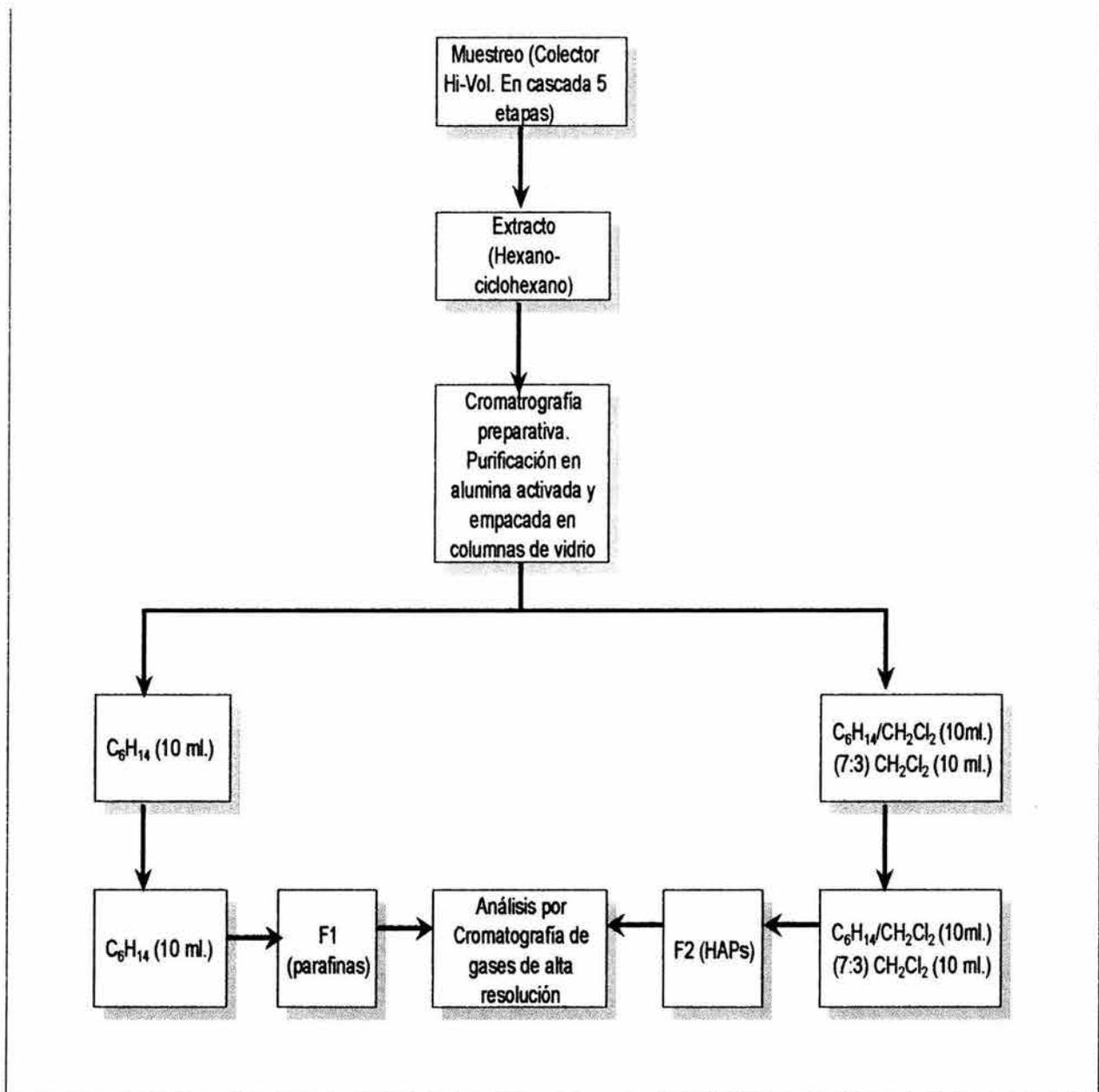
En los últimos treinta años la atmósfera de la ciudad de México ha sufrido cambios significativos en varios de sus parámetros climáticos. Las alteraciones más notables son: un incremento en la temperatura del aire, un aumento en la precipitación pluvial y un decremento en la radiación solar. Ésta última producida principalmente por la presencia de aerosoles atmosféricos (de procedencia antropogénica), partículas en suspensión, polvo y gases tóxicos (originados por la actividad industrial) y las emanaciones de la combustión de hidrocarburos fósiles (tanto del gran movimiento vehicular como de fuentes naturales como vulcanismo e incendios forestales). Entre los componentes orgánicos presentes en la atmósfera los hidrocarburos saturados y aromáticos tienen una importancia sobresaliente debido a su potencial carcinogénico y su participación en diferentes reacciones fotoquímicas. Los cambios en los factores que intervienen en el sistema climático han alcanzado magnitudes alarmantes ya que algunos de los elementos presentes en la atmósfera son ahora nocivos y dañinos para los habitantes de la Ciudad de México. Los problemas de salud más comunes son malestar general y complicación de enfermedades crónicas del sistema respiratorio.

Para evaluar la calidad del aire en el sur de la Ciudad de México se planteo determinar los niveles actuales de hidrocarburos alifáticos y aromáticos policíclicos de partículas menores de 10  $\mu\text{m}$  durante un ciclo anual. El muestreo de aire se realizo dos veces por mes desde Septiembre de 1995 a Agosto de 1996. Cada muestra se colectó durante 24 horas usando un colector de gran volumen de aire. El colector fue colocado de a 15 m de altura sobre el nivel del suelo. El procedimiento analítico para la extracción y purificación de las fracciones de hidrocarburos fue el recomendado por el **Caripol IOCARBIBE Manual 1986**, por **Intergovernmental Oceanographic Commission Manual 1982 Unesco**, **Gas Chromatographic Analysis in Air Pollution 1983**, **Davis. C. S., Fellin. P., and Otson. R. 1987**, **Environmental Applications of Gas Chromatography 1995**, **Alltech, 2000/2001**, **ChromoAccess. Alltech Associates, Inc., Nicol. Sophie., Dugay José., Henion. Marie-Claire 2001. Simultaneous determination of polycyclic aromatic hydrocarbons and their nitrate derivatives on airborne particulate matter using gas chromatography-tandem mass spectrometry. J. Sept. Sci. 2001, 24.**

Las fracciones de hidrocarburos alifáticos y aromáticos, se analizaron por cromatografía de gases de alta resolución, usando una columna capilar de 5% difenil-95% dimetil polixilosano (25m de longitud x 0.25 mm  $\phi$  x 2.5  $\mu\text{m}$ . de grosor de película) en un equipo Hewlett Packard Series II 5890. La identificación y cuantificación de los componentes orgánicos se realizó comparando los tiempos de retención y el área bajo la curva de cada problema contra estándares externos e internos.

Las leyes gubernamentales y programas no son suficientes. Necesitamos tomar responsabilidad personal por reducir las PM10, PM2.5 las de tamaño intermedio y partículas menores a las PM2.5; Controlando las emisiones que nosotros creamos a través de nuestros propios estilos de vida, como manejar nuestro automóvil y usar una estufa de madera vieja, humeante. *Debemos tener el derecho de respirar un aire limpio.*

### ESQUEMA GENERAL QUE ILUSTR LA METODOLOGÍA UTILIZADA EN EL PRESENTE TRABAJO



*No todas las cosas buenas vienen en paquetes pequeños*

Con el presente estudio se determinaron y evaluaron los niveles de hidrocarburos alifáticos (del C<sub>9</sub> al C<sub>34</sub>) e hidrocarburos aromáticos policíclicos (del Naftaleno al Coroneno - familias de HAPs) encontrados en el aerosol atmosférico, de acuerdo a su distribución de tamaño en las partículas finas respirables, las cuales fueron colectadas en muestreadores de alto volumen tipo cascada. Andersen-Sierra Instruments. Inc. (Bulletin No. 678-230. Sierra Instruments, Inc. 1975).

La innovación de éste estudio fue el de dar a conocer a la comunidad científica y no científica, qué hidrocarburos Alifáticos y HAPs se encuentran absorbidos y adsorbidos en las partículas respirables de acuerdo al tamaño de partícula, fracciones colectadas desde 11-7.0 µm a 0.95-0.45 µm ± 0.05 µm), que son las partículas finas respirables. Se da a conocer también que hidrocarburos alifáticos y aromáticos policíclicos (recomendados y reconocidos por la EPA) se encuentran no sólo en las partículas finas, las llamadas PM10 y PM2.5, sino también que hidrocarburos están confinados en las partículas intermedias entre las PM10 y las PM2.5. Aún más se dan evidencias cuantitativas y cualitativas de que hidrocarburos alifáticos y aromáticos policíclicos están presentes en la fracción respirable menor a los 2.5 µm, cuyo tamaño de partícula de diámetro corresponde a la etapa de muestreo de 0.45 - 0.95- µm ± 0.05 µm, y son las partículas finas y ultrafinas que llegan hasta lo más profundo de los pulmones; a los alvéolos pulmonares. (Rosales S. *et al.* 2004, trabajo aún no publicado).

Todo este trabajo requirió de grandes esfuerzos y colaboración interdisciplinaria entre instituciones con un fin común: el de dar a conocer este estudio y resultados obtenidos y el proponer medidas para mitigar la contaminación en la Zona Metropolitana del Valle de México. (ZMVM).

*Por lo anterior se sugiere que se tomen en consideración estos resultados para dar principio y enriquecimiento a una base de datos correspondiente a la contaminación atmosférica en zonas urbanas por hidrocarburos alifáticos e hidrocarburos aromáticos policíclicos presentes en aeropartículas, cuyo tamaño dentro de la fracción respirable corresponde desde 0.45µm a 8.0 µm de diámetro; con esto se abarcan tanto las PM10, como las PM 2.5, y aún con estos resultados se consideran a las aeropartículas menores de 2.5 µm, que llegan hasta los confines de los alvéolos pulmonares.*

Creemos que los impactos nocivos de los aerosoles atmosféricos sobre la salud, están relacionados con tamaño de la partícula, importancia de masa y composición de la misma, no estando esta relación bien entendida. Sin embargo se sabe que entre más pequeño el tamaño de la partícula, más profundo penetra hacia los pulmones.

*Por tales motivos y tomando en cuenta la carencia de evidencias con respecto a la salud poblacional urbana, no se ha podido determinar una concentración umbral de hidrocarburos alifáticos y HAPs confinados en las aeropartículas respirables debajo de la cual no se presenten daños hacia la salud.*

*Las partículas respirables pueden contribuir al desarrollo de bronquitis crónica y dar predisposición a la bronquitis bacteriana y viral aguda. También pueden agravar al asma bronquial, fases tardías de bronquitis crónica, y de enfisema pulmonar, existiendo enfermedad cardiovascular, y varios otros deterioros pulmonares relacionados. (Galindo 1990; Ciencia y Desarrollo. Marzo-Abril de 1993).*

*Los ciudadanos con problemas pulmonares que habitan en megaurbe que es la ciudad de México pueden estar en mayor riesgo de enfermarse al contacto con toda la gama de aeropartículas respirables, aún los adultos saludables y niños también pueden tener afecciones cardiopulmonares.*

**Ya es tiempo para depurar el aire que respiramos, así como de ir pensando en que acciones debemos tomar para controlar las partículas finas, necesitamos entender la naturaleza del problema.**

El hollín es un buen absorbente de luz, mientras las partículas secundarias como sulfatos y nitratos son buenos en esparcir la luz. Esto es especialmente importante cuando las condiciones de humedad son altas, y su capacidad de esparcimiento de la luz se ve reforzada por vapor de agua en el aire (capa de neblina). (Muhlia 1998; Stanley 1998).

La capa de "niebla" grisácea (nebluno) que observamos sobre la ciudad de México en un día caliente normal de verano, reduce la visibilidad hacia los volcanes cercanos dando un contorno tan borroso que nos impide ver más allá de 20 Km. aproximadamente. En una noche fría y tranquila de invierno, la capa de nebluno se incrementa propiciando que en los amaneceres se creen inversiones térmicas. Ahora bien ¿qué tienen estas imágenes en común? Pues bien, aparte del ozono que es un contaminante atmosférico que es formado por reacciones fotoquímicas que afecta la salud de los habitantes de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) también hay, polvo, gases tóxicos, diminutas partículas o partículas finas, las llamadas PM10 o partículas suspendidas menores de 10  $\mu\text{m}$  de diámetro (respirables) que nacen o se forman por tolvaneras incendios, deforestación o por procesos de condensación dando lugar a los aerosoles y ensuciando el aire que respiramos. (Galindo 1990).

Entre los componentes orgánicos presentes y "secuestrados" en las partículas finas suspendidas en nuestra atmósfera, los hidrocarburos saturados y aromáticos policíclicos tienen una importancia sobresaliente para su estudio, evaluación y determinación de sus niveles de contaminación. Sabiendo que se pueden encontrar absorbidos y adsorbidos en las PM10, en las PM 2.5 y aun peor en las partículas menores de 2.5  $\mu\text{m}$ , lo cual es un riesgo potencial para la salud humana, por su formación en diferentes reacciones fotoquímicas (Daysey 1980; Kasahara *et al.*; Stanley 1998) y por su carácter mutagénico y/o carcinogénico. (Barale *et al.* 1994; Clement International Corporation Under Contract No. 205-88-0608. U.S. Department of Health and Human Services February 1994; Motykiewicz *et al.* 1995). Además su presencia nos da un trazador de la fuente de origen y generalmente su detección va asociada a la de otros contaminantes como el O<sub>3</sub>, y aún más los hidrocarburos no cuentan con norma de calidad del aire (Humberto *et al.* 1996).

Aparentemente los cambios en los factores fisicoquímicos que se llevan a cabo o intervienen en el sistema climático han alcanzado magnitudes tales que actúen como agentes nocivos y dañinos para algunos habitantes de la Ciudad de México, produciendo y exacerbando enfermedades crónicas del sistema respiratorio y condicionando malestares como asma, bronquitis, pulmonía y enfisema. (Galindo 1990; Ciencia y Desarrollo. Marzo-Abril de 1993).

La ciudad de México se caracteriza por presentar importantes núcleos, una gran densidad vehicular que obliga a utilizar combustibles que no son los más adecuados para uso en esta ciudad. Y que además contaminan. Lo que es evidente que la contaminación en esta ciudad de México es real, latente, palpable y dañina no sólo para la salud humana, sino también y nefasta para el ambiente en que vivimos. Lo anterior constituye un gran problema para la salud de los habitantes de la ZMCM y cuya solución ha tenido grandes atrasos. Lo peor no se han aplicado medidas de mitigación rigurosas. (Bravo 1997). Es de llamar la atención en el contexto anterior, que no se ha evidenciado el interés por estudiar la asociación de contaminantes que significan riesgos para la salud como lo son los HAPs en las partículas suspendidas finas que son respirables y con ello estar en mejores condiciones de tener un aire más limpio, y con lo anterior proponer medidas que mitiguen estos efectos.

**LAS COSAS BUENAS NO SIEMPRE VIENEN EN PAQUETES PEQUEÑOS.** Desde un punto de vista fisiológico, el material particulado más grande no respirable es “menos” dañino, ya que por su mayor tamaño se depositan más rápidamente en la superficie de la tierra. Si nosotros las inhalamos, ellas tienden a coleccionarse o quedarse en nuestra garganta, nariz, fosas nasales, y son eliminadas de nuestro cuerpo, estornudando, tosiendo, soplando a través de la nariz o a través del sistema digestivo. Las partículas de la fracción gruesa PM10 son removidas del sistema respiratorio superior; es decir, ellas no viajan muy lejos o no llegan hasta nuestros pulmones. Esta fracción particulada contiene materiales comunes a la corteza terrestre y de los océanos, reflejando con esto las fuentes naturales como polvo que arrastra el viento y el rocío del mar que contribuyen en grande a enriquecer esta fracción gruesa. La vegetación es otra gran fuente natural de estas partículas. Las actividades humanas que involucran molienda o pulverizado, tales como el trabajo de minas, sacar y picar piedra de una cantera y fabricado o manufactura de cemento también son fuentes importantes para ésta fracción gruesa. Estas partículas no se quedan en el aire por demasiado tiempo y se establecen en la tierra en unas horas a pocos días. (Gutiérrez *et al.* 1997; <http://elp.gov.bc.ca/epd/epdpa/ar/particulates/fpwtaah.html>)

En contraste, el material particulado fino (PM 2.5 y partículas menores) puede permanecer en el aire durante días a semanas. Este material puede penetrar muy profundo hasta nuestros pulmones y las partículas pueden depositarse hasta los alvéolos pulmonares, donde el oxígeno entra en contacto con el torrente sanguíneo. Como resultado, ellas pueden causar dificultades respiratorias y a veces el daño permanente a nuestros pulmones.

Se han encontrado varias sustancias potencialmente dañinas en las PM2.5 como sulfatos producto de las emisiones de dióxido de azufre, estos sulfatos llegan a ser ácidos en la naturaleza atmosférica, y pueden reaccionar directamente con nuestros pulmones. Durante la combustión de la madera son producidas partículas de carbón (hollín) y los motores de combustión interna y externa pueden producir químicos por pirolisis y propiciar la formación de productos carcinogénicos entre ellos. Un HAP como el benzo(a)pireno puede estar confinado en las partículas respirables y éstas darle al hidrocarburo un paseo “gratis” hacia nuestros pulmones. Cientos de compuestos orgánicos además del benzo(a)pireno se ha identificado en las descargas a través de los escapes de los vehículos en los proceso de combustión e incluso en las operaciones de la cocción de la carne. (Davis *et al.* 1987; Clement International Corporation Under Contract No. 205-88-0608. U.S. Department of Health and Human Services February 1994). Estos compuestos son “protegidos” o atrapados por las partículas suspendidas (algunas respirables) y por tanto pueden causar daños respiratorios. Además varios estudios han demostrado trazas de metales tóxicos como plomo, cadmio y níquel que llegan a encontrarse en mayor concentración en la fracción PM 2.5 en comparación con el material de mayor tamaño PM10. (Quadri *et al.* 1994).

#### **LAS PARTÍCULAS FINAS, (no son “tan finas”) NO SON ADECUADAS PARA LAS PERSONAS.**

Las PM10 ahora son consideradas como un gran problema de contaminación en atmósferas urbanas, más dañinas que el mismo ozono a nivel de superficie del suelo y aún más dañino que la suma de los demás contaminantes que están al aire libre. Ésta es la conclusión de un reciente informe del Provincial Health Officer que resume la investigación de las PM10 sobre la salud humana (Provincial Health Officer 1995).

Los hallazgos son realmente alarmantes: la exposición a niveles altos de PM10 puede jugar un papel importante en el desarrollo de muchos tipos de enfermedades respiratorias, incluyendo asma, bronquitis, neumonía (pulmonía) y enfisema. Más serio aún es este tipo de polución del aire que se asocia con un significativo número de muertes prematuras. Están en mayor riesgo, los ciudadanos de la tercera edad y personas que ya tienen neumonía o problemas cardiovasculares pero también pueden afectarse niños y adultos saludables. (<http://elp.gov.bc.ca/epd/epdpa/ar/particulates/fpwtaah.html>).

Las PM10 tienen otra propiedad indeseable, las partículas más pequeñas son muy eficaces en dispersar y reflejar la luz de objetos distantes.

Este material particulado tiene la capacidad de reflejar absorber y dispersar la luz, (scatter) en todas direcciones. El efecto neto es que estas partículas pueden bloquear la vista y pueden hacer difícil para los residentes y turistas el disfrutar de los paisajes o incluso para viajar por camino o aire. (Muhlia 1998).

La fracción con más efectos en la dispersión son aquellas cuyo tamaño fluctúa aproximadamente entre 0.1-2.0 micrómetros y están en el rango de la longitud de onda de la luz visible. Esto las hace perfectas para interferir o dispersar la luz, lo que significa que uno no puede ver más lejos de 10-20 Km.

## LAS PARTÍCULAS FINAS SU CONTENIDO Y CÓMO ELLAS NOS AFECTAN.

Desde nuestros primeros antepasados que se reunían alrededor del fuego, los humanos desde entonces han estado soltando partículas finas al aire. Sólo recientemente los científicos han descubierto malas noticias, que las partículas finas son tan pequeñas que pueden fácilmente inhalarse y éstas alcanzar las profundidades de nuestros pulmones pudiendo causar serios desórdenes en el sistema respiratorio. Las partículas finas también reducen la visibilidad, evitan la incidencia de los rayos solares. (Muhlia 1998). Los paisajes hermosos ya no los apreciamos por efectos de éstas partículas, además las travesías por aire y caminos urbanos se hacen difíciles.

(<http://elp.gov.bc.ca/epd/epdpa/ar/particulates/fpwtaaht.html>).

¿Por qué tanto alboroto ahora? Cuando el hombre ha propiciado y convivido con las partículas finas desde hace miles de años”

Bien, la verdad, las enfermedades pulmonares siempre han sido un problema primordial de salud a lo largo del mundo, y una causa principal de muerte. Así como las bacterias estaban causando serias enfermedades, *también recientemente se le ha dado énfasis a los efectos descubiertos en las partículas finas respirables que han contribuido probablemente a ser vehículos de compuestos orgánicos y propiciado el mejor entendimiento de las enfermedades pulmonares.*

### ¿CUÁLES SON LAS PARTICULAS FINAS?

Las partículas finas son sólidos diminutos o las partículas líquidas muy pequeñas que tienen muchas formas y tamaños, y de muchas fuentes diferentes. Son también llamadas material particulado o PM (partículas micrométricas).

Algunas partículas son de 10 micrómetros de tamaño o de menor diámetro (PM10). Un micrómetro es una millonésima de un metro. Las PM10 son burdamente un poco mayores que las bacterias, al igual que las bacterias las PM10 son invisibles al ojo humano (a simple vista) y lo bastante pequeñas para ser respirables y llegar hasta las profundidades de nuestros pulmones.

No todas las PM10 son creadas del mismo tamaño. Algunas pueden ser muy pequeñas, aproximadamente de 0.1 a 0.2 micrómetros de diámetro, como las que se pueden encontrar en las descargas y escape del automóvil o emisiones de chimeneas. Se puede incluir también las de mayor tamaño, unas 10 veces más que las anteriores, que se pueden encontrar en la brisa del mar o polvo originado del asfalto de los caminos.

(<http://elp.gov.bc.ca/epd/epdpa/ar/particulates/fpwtaaht.html>)

Para simplificar las cosas, nosotros nos referimos a menudo a una fracción gruesa de PM10, ya que generalmente difieren en la composición química y su comportamiento en el aire. La fracción fina (PM 2.5) que contiene partículas de 2.5 micrómetros o más pequeñas. Este tamaño de partículas es generado por procesos de combustión y por reacciones químicas que tienen lugar en el aire. (Kasahara *et al.* 1985; Godish 1991; Strauss 1991 Manahan 1997, 1998).

La fracción gruesa contiene material particulado mayor a los 2.5 micrómetros y es el tamaño que está estrechamente asociado con las fuentes naturales.

(<http://elp.gov.bc.ca/epd/epdpa/ar/particulates/fpwtaaht.html>)

Como veremos en los resultados, el contenido y concentración de Hidrocarburos Alifáticos y Aromáticos Policíclicos se incrementa sustancialmente en las fracciones más pequeñas de 2.5 micrómetros o de menores dimensiones, que son las de mayor riesgo para la salud de los habitantes de esta ciudad. (Rosales 2004).

# DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS Y AROMÁTICOS POLICÍCLICOS EN AEROSOL ATMOSFÉRICO DEL SUR DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

## FINALIDAD Y JUSTIFICACIÓN

El presente estudio tiene la finalidad de dar a conocer los niveles de hidrocarburos alifáticos y aromático policíclicos (caracterizados por cromatografía de gases de alta resolución) del aerosol atmosférico del sur de la ciudad de México.

Lo valioso de ésta investigación que se realizó en el Centro de Ciencias de la Atmósfera y Geofísica, UAM Xochimilco, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, FES- Iztacala, bajo la accesoria y supervisión de los Drs. Gilberto Díaz González, Agustín Muhlia Velásquez, Amando Leyva Contreras, y revisión de los Drs. Ignacio Peñalosa Castro y Pedro Ramírez García fue el de dar a conocer la comunidad científica y no científica la distribución de las partículas respirables (suspendidas en el sur de la Ciudad de México) de acuerdo a sus dimensiones y establecer la dependencia de los compuestos orgánicos (hidrocarburos alifáticos e hidrocarburos aromáticos policíclicos –HAPs–) que se encuentran confinados en las PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, los intervalos entre las anteriores y partículas menores a 2.5 µm (partícula finas y ultra finas). (Rosales S 2004).

La contaminación del aire es uno de los problemas ambientales más importantes, y es resultado de las actividades del hombre. Las causas naturales que originan esta contaminación son diversas, pero el mayor índice es provocado por las actividades vehiculares, después las industriales, comerciales, domésticas y agropecuarias. (Antropogénicas). (Environment and Resource Management 1995, Armienta 2000).

La combustión empleada para obtener calor, generar energía eléctrica o movimiento, es el proceso de emisión de contaminantes más significativo. Existen otras actividades, tales como la fundición y la producción de sustancias químicas, que pueden provocar el deterioro de la calidad del aire si se matizan sin control alguno. (Fuentes Gea 2000).

El aire puro es una mezcla gaseosa compuesta por un 78% de nitrógeno, un 21% de oxígeno y un 1% de diferentes compuestos tales como el argón, el dióxido de carbono y el ozono. Entendemos pues por contaminación atmosférica cualquier cambio en el equilibrio de estos componentes, lo cual altera las propiedades físicas y químicas del aire. (Bravo 1987).

Los principales contaminantes del aire se clasifican en:

### **PRIMARIOS:**

Son los que permanecen en la atmósfera tal y como fueron emitidos por la fuente. Para fines de evaluación de la calidad del aire se consideran: **óxidos de azufre, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, hidrocarburos y partículas (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>).**

### **SECUNDARIOS:**

Son los que han estado sujetos a cambios químicos, o bien, son el producto de la reacción de dos o más contaminantes primarios en la atmósfera. Entre ellos destacan los oxidantes fotoquímicos y algunos radicales de corta existencia como el ozono. (Acosta 1999 en <http://sima.com.mx/sima/df/contamin.html>)

A nivel nacional, la contaminación atmosférica se limita a las zonas de alta densidad demográfica o industrial. Las emisiones anuales de contaminantes en el país son superiores a 16 millones de toneladas, de las cuales el 65 % son de origen vehicular. (Imaz 1995).

En la Ciudad de México se genera el 23.6 % de dichas emisiones en Guadalajara el 3.5 %, y en Monterrey el 3 %. Los otros centros industriales del país generan el 70 % restante.

(Acosta 1999; <http://sima.com.mx/sima/df/contamin.html>)

<http://elp.gov.bc.ca/epd/epdpa/ar/particulates/fpwtat.html>)

Pero ningún estudio toca o menciona a los componentes orgánicos (hidrocarburos alifáticos y HAPs) que están confinados o atrapados en las partículas respirables PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, partículas intermedias entre estas dos fracciones y aún en las partículas menores a las PM<sub>2.5</sub>.

**A MIS MAESTROS  
CON PROFUNDO  
Y SINCERO  
AGRADECIMIENTO  
DR. GILBERTO DÍAZ GONZÁLEZ  
DR. AGUSTÍN MUHLIA VELÁZQUEZ  
DR. AMANDO LEYVA CONTRERAS  
DR. PEDRO RAMÍREZ GARCÍA  
DR. IGNACIO PEÑALOSA CASTRO**

**El trabajo experimental de esta Tesis, se llevó a cabo en los Laboratorios de Contaminación Marina del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología; Laboratorio de Análisis Instrumental de la Universidad Autónoma Metropolitana Plantel Xochimilco; Laboratorio de Radiación Solar, Metrología, Parámetros Meteorológicos y Climatología de los Institutos de Geofísica y de Ciencias de la Atmósfera; Laboratorio de Cromatografía de Gases la Unidad de Investigación Interdisciplinaria de las Ciencias de la Salud y Educación. De la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, de la Universidad Nacional Autónoma de México.**

**Bajo la asesoría y supervisión de:**

**Mis maestros:**

**Dr. Gilberto Díaz González.**

**Dr. Agustín Muhlia Velásquez.**

**Dr. Amando Leyva Contreras.**

**Dr. Pedro Ramírez García.**

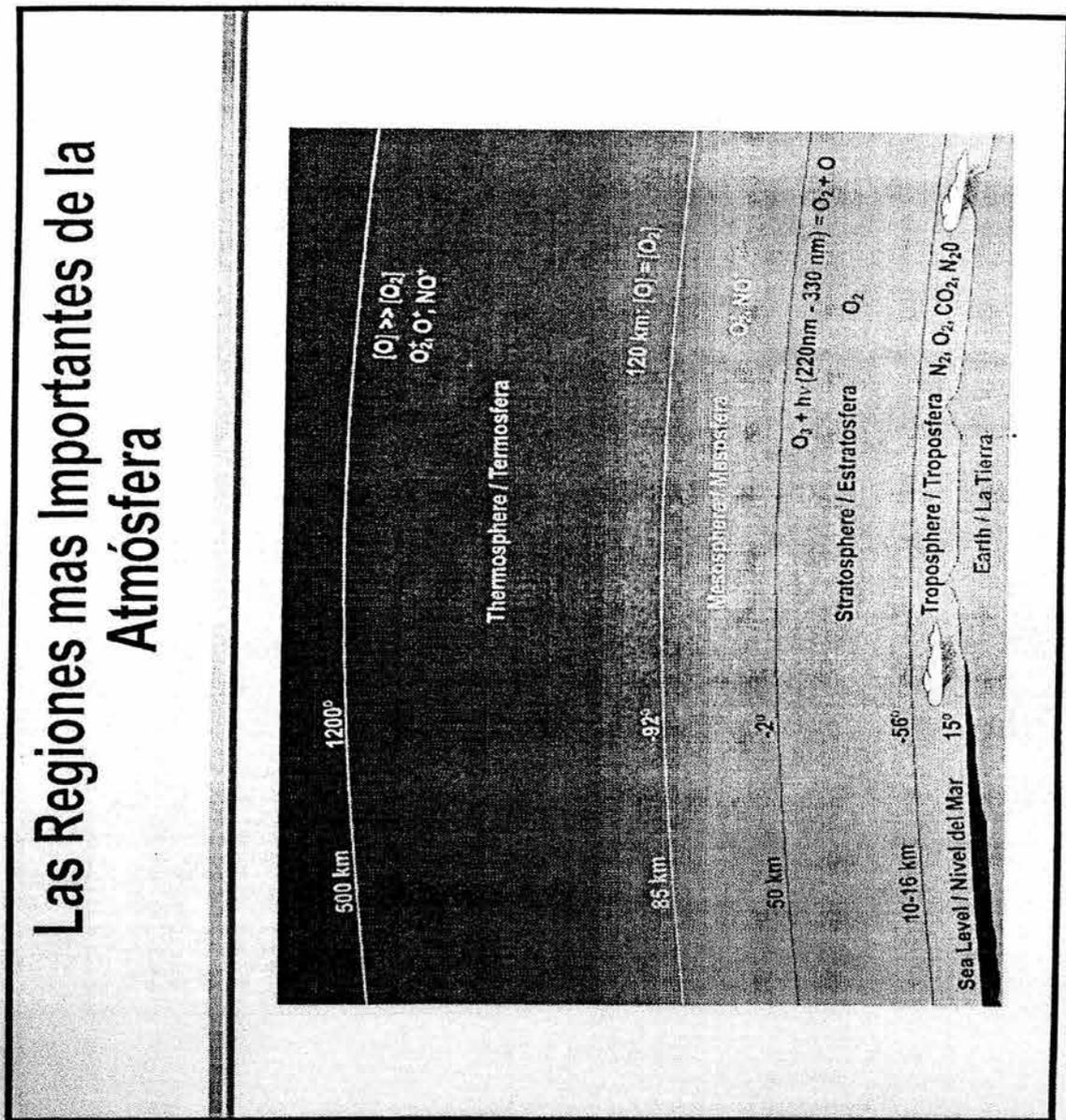
**Dr. Ignacio Peñalosa Castro.**

## DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS Y AROMÁTICOS POLICÍCLICOS EN AEROSOL ATMOSFÉRICO DEL SUR DE LA CIUDAD DE MÉXICO, MÉXICO.

### 1. INTRODUCCIÓN

La vida existe predominantemente sobre la superficie terrestre, inmersa en un fluido compresible, la atmósfera, que se une a la Tierra por la fuerza de la gravedad. Por su naturaleza compresible, tanto la densidad como la presión atmosférica varían con la altura, generándose de esta manera una estructura estratificada. Cada una de las capas atmosféricas se comporta como un filtro que absorbe, modifica y transmite la energía proveniente del Sol.

Fig. 1.1



## 1.1. CONTAMINACIÓN DEL AIRE

El término “contaminación atmosférica” se comenzó a utilizar en forma frecuente en la década de los setenta por los habitantes de las grandes ciudades, ya que para entonces se hizo evidente el deterioro en la calidad del aire, como consecuencia de las actividades productivas concentradas en dichas urbes, del número creciente de vehículos en circulación, de las emanaciones e incineración de toneladas de basura, del uso de sustancias químicas y, en gran medida, de los procesos de producción de energía eléctrica que requieren estas ciudades para su funcionamiento. (Múgica *et al* 1996).

Solamente en la ciudad de México se emiten anualmente a la atmósfera alrededor de 4,500 000 toneladas de contaminantes a la atmósfera, lo cual representa, a su vez, la generación de un gran número de problemas, que van desde el aumento de enfermedades, principalmente respiratorias, hasta el gasto de sumas millonarias para la investigación en tecnologías capaces de disminuir en alguna medida la producción y/o la emisión de estas sustancias contaminantes. (Instituto Nacional de Ecología, Sistema Nacional de Información de Fuentes Fijas 1994).

Por otra parte, el problema de la contaminación atmosférica no es solamente un problema local de cada ciudad, ya que debido a las características de movimiento, los contaminantes en el aire pueden recorrer kilómetros y trasladar los problemas a otras localidades del país.

## 1.2. Meteorología y contaminación

Las condiciones meteorológicas, como la temperatura, la presión, la velocidad y la dirección del viento, tienen gran influencia en la contaminación atmosférica, ya que de ellas depende que en un momento dado pueda haber concentración o dispersión de contaminantes. (Bravo. H 1987).

## 1.3. La atmósfera y su composición

La atmósfera que rodea a nuestro planeta se extiende alrededor de unos 1 000 kilómetros por encima de la superficie terrestre. La masa de la atmósfera es de  $5.6 \times 10^{15}$  toneladas, de las cuales más del 99% se encuentra en los primeros cien kilómetros de la atmósfera, partiendo de la superficie de la Tierra. El estudio de la atmósfera, del que se puede considerar como iniciadores a Torricelli y Pascal, trata de determinar sus distintas características (presión temperatura. humedad) y las variaciones que experimenta en sus diferentes capas: *La troposfera o capa inferior*, en la que tienen lugar los llamados fenómenos meteorológicos, alcanza una altitud comprendida entre los 8 Km. (en los polos) y los 18 Km. (en el ecuador). Contiene el 70% del peso total de la atmósfera y en ella existe un gradiente de temperaturas del orden de  $6.5^\circ \text{C/Km}$ . (Múgica *et al.* 1996), y la convección vertical mantiene el aire bien mezclado. (Figura 1.2)

El límite superior (tropopausa) da paso a la estratosfera, caracterizada por la ausencia de vapor de agua y una temperatura bastante homogénea (entre  $-55^\circ \text{C}$  y  $-40^\circ \text{C}$ ); aquí el oxígeno se encuentra, en parte, en forma triatómica constituyendo la capa de ozono, de vital importancia para la absorción de las radiaciones ultravioleta, ya que, si llegaran directamente a la superficie terrestre, destruirían todo vestigio de vida en ella. Cerca del límite superior, la temperatura experimenta un aumento brusco y considerable hasta alcanzar los  $10^\circ \text{C}$ . Esta capa se extiende unos 50 Km. por encima de la superficie terrestre.

**La troposfera.** Es la capa que se encuentra sobre la superficie del planeta y se extiende sobre el nivel del mar de 10 a 16 kilómetros dependiendo de su cercanía a los polos. En ella se forman las nubes, los ciclones y se llevan a cabo todos los fenómenos climáticos que conocemos. La temperatura disminuye con la altura a razón de  $6.5^\circ \text{C/Km}$

**La estratosfera.** Es la capa que continúa de la troposfera. En ella solamente hay vestigios de vapor de agua, y ahí se encuentra la capa de ozono, que al absorber la luz ultravioleta se descompone en oxígeno, el cual se recombina nuevamente liberando energía en forma de calor, por lo que la temperatura se incrementa.

**La mesosfera.** Es una región en donde la temperatura vuelve a decrecer con la altitud hasta alcanzar los  $175^\circ \text{K}$ , que es la temperatura más baja de la atmósfera. Se extiende hasta unos 85 Km. sobre la superficie de la Tierra. Entre los 50 y 80 Km. se halla la mesosfera, con temperaturas decrecientes hasta los  $-75^\circ \text{C}$ .

**La termosfera o ionosfera.** En la termosfera se producen disociaciones moleculares que provocan temperaturas muy elevadas, de 1000 a 1500 ° C. La densidad disminuye rápidamente con la altura y la presión del aire es mínima. La temperatura se incrementa debido a la absorción de la energía solar y llega a ser mayor a los 1000 K. En esta capa hay una densa zona de partículas cargadas la cual es importante para la radiocomunicación porque refleja las ondas de radio en la Tierra. (Master 1974; Galindo 1990).

A partir de los 500km, y hasta una altura indeterminada, se halla la **exosfera**. En ella, la atmósfera se halla sumamente rarificada y abunda el hidrógeno ionizado, con lo cual hay una pérdida de partículas (protones y electrones) que escapan al espacio exterior, pérdida que se ve compensada por el aporte de partículas en forma de viento solar. (Godish 1991; Múgica *et al.* 1996).

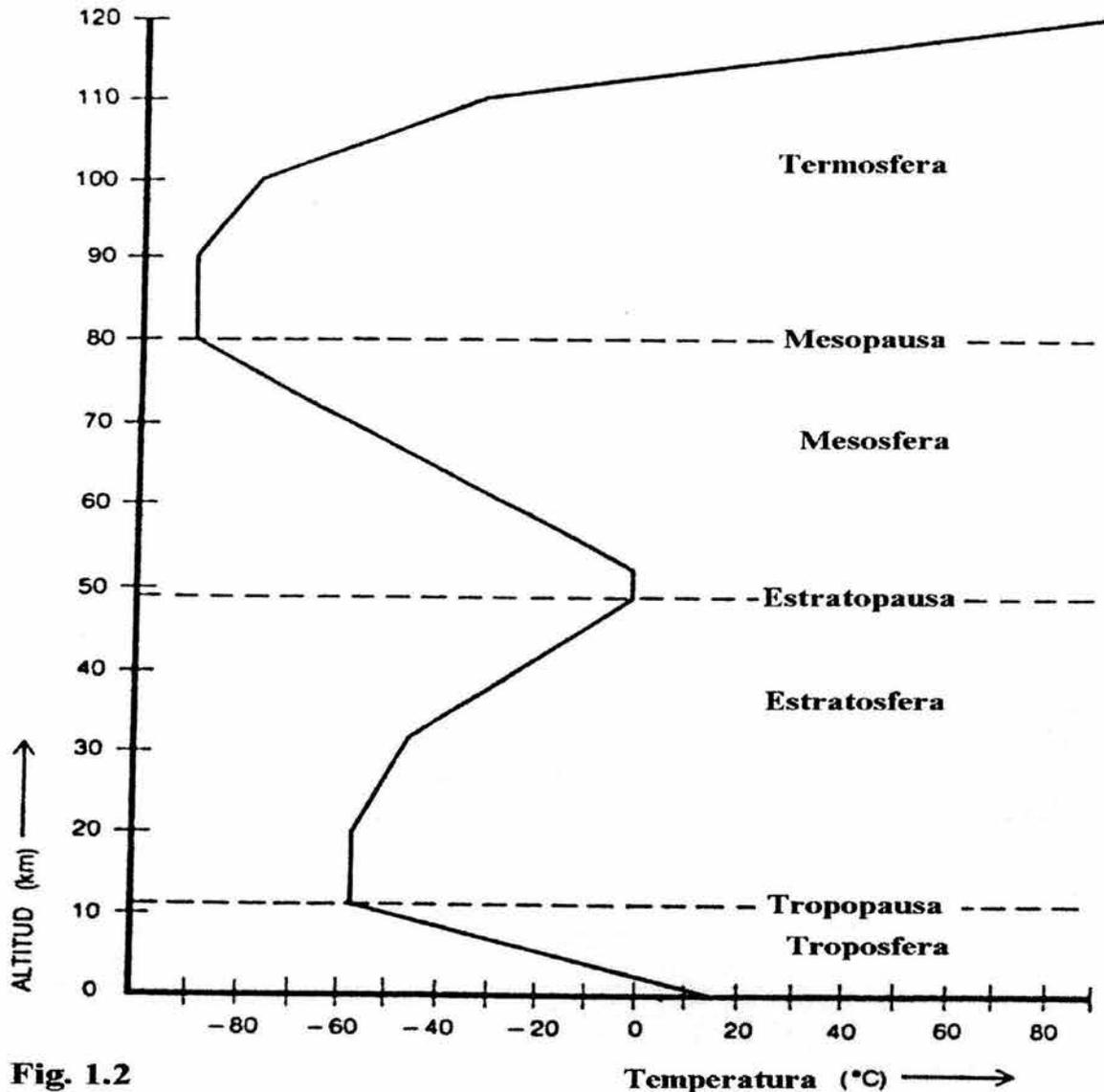


Fig. 1.2

#### 1.4. Estabilidad atmosférica

Las condiciones meteorológicas, como la temperatura, la presión, la velocidad y la dirección del viento, tienen gran influencia en la contaminación atmosférica, ya que de ellas depende que en un momento dado pueda haber concentración o dispersión de contaminantes. (Duxbury 1989; Múgica *et al.* 1996; De Nevers 1997).

Toda la energía que llega a la tierra proviene del Sol. La Tierra y la atmósfera absorben parte de esta energía y otra parte se dispersa o irradia hacia el espacio. Como la temperatura media de la Tierra permanece prácticamente constante, puede deducirse que la Tierra y la atmósfera en conjunto pierden tanta energía por radiación al espacio como reciben por radiación solar. Es decir, existe un equilibrio global de pérdida y absorción de energía. (Duxbury 1989, De Nevers 1997).

De la radiación que llega a la Tierra, una pequeña parte es absorbida por la capa de ozono, otra parte es absorbida por las moléculas de agua en forma de vapor y otra es reflejada por las nubes, partículas de polvo y moléculas de aire. Esta reflectividad depende de la superficie de la Tierra, es decir, en las regiones polares con nieve y hielo es muy alta, mientras que en las regiones ecuatoriales la reflectividad es baja y casi toda la energía se absorbe.

La superficie de la Tierra también emite radiaciones, solamente que de tipo infrarrojo, esta energía emitida es absorbida prácticamente en su totalidad por la atmósfera, que tiene un comportamiento aislante, cuyo efecto es el de conservar el calor cerca de la Tierra. Las principales especies responsables del mismo son el vapor de agua (tanto en forma de vapor como de gotas), el dióxido de carbono y el metano (Múgica *et al.* 1996).

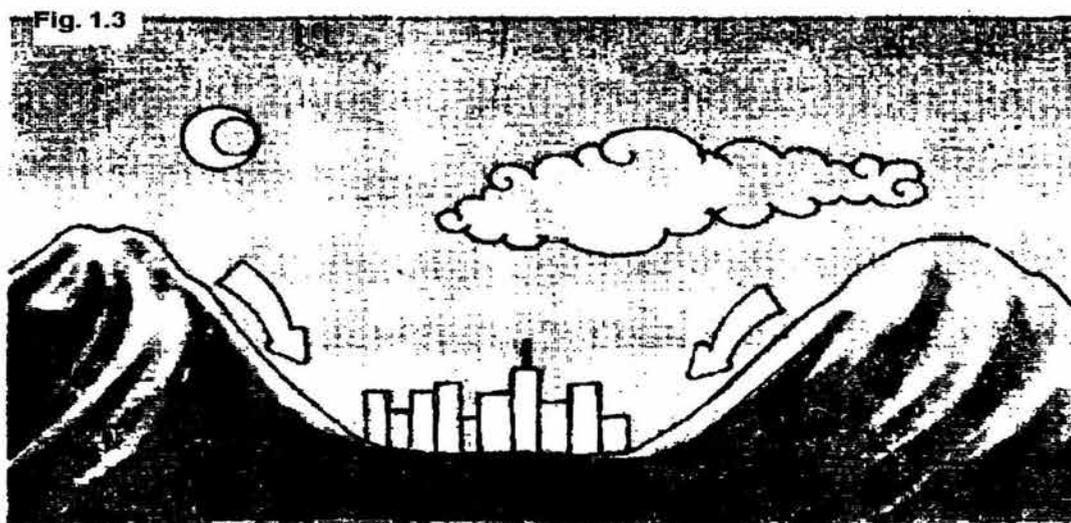
Se mencionó anteriormente que los parámetros meteorológicos son determinantes en la dispersión de contaminantes. Los más importantes son el mezclado vertical de aire y la velocidad del viento. Como pudimos observar en la **figura 1.1** la temperatura de la troposfera disminuye con la altura y de ello depende el grado de mezcla vertical de volúmenes de aire con contaminantes. Si existe una situación en que los movimientos verticales no son afectados por las fuerzas ascendentes, se dice que *hay estabilidad neutra*.

Si las fuerzas ascensionales favorecen el movimiento vertical, se dice que se tiene una atmósfera *inestable* donde la temperatura del volumen de aire ascendente es mayor y al ser menos denso continúa su ascenso provocando un buen mezclado. Cuando las fuerzas ascensionales se oponen al movimiento vertical se tiene una *atmósfera estable*, en este caso la temperatura aumenta con la altura y el volumen de aire no puede ascender ya que al estar más frío es más denso lo que impide la posibilidad de mezclado y ocasiona que los contaminantes queden atrapados bajo una masa de aire caliente. (Lora *et al.* 1978).

### 1.5. Inversión térmica

Las llamadas condiciones de inversión se presentan cuando la temperatura aumenta con la altura, en estas condiciones la atmósfera es estable y la mezcla de contaminantes en el aire es muy pequeña. Varios de los eventos trágicos provocados por la concentración de contaminantes se dieron en estas condiciones meteorológicas. Las inversiones pueden producirse de varias formas, una de ellas está asociada a sistemas a sistemas de alta presión en los que hay un calentamiento desde arriba que provoca el hundimiento y compresión de una masa de aire, a éstas se les llama inversiones subsidentes. Las inversiones también se pueden formar durante la noche, como consecuencia del enfriamiento del suelo por la radiación de la tierra hacia el espacio, a medida que amanece y el sol va calentando la tierra, la capa de inversión desaparece. (Fig. 1.3). (Comisión Metropolitana para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en el Valle de México 188-1994; Múgica *et al.* 1996; De Nevers 1997)

#### Condiciones geográficas que favorecen la capa de inversión



Las condiciones geográficas pueden contribuir mucho a las inversiones térmicas, como lo ilustra la **figura 1.4**; durante la noche las colinas o montañas alrededor de un valle se enfrían, el aire frío y denso que se forma desciende hacia el valle y aunque existan corrientes de aire cálido que pasen sobre las montañas no hay mezclado del aire, más aún si hay aire caliente sobre la capa de inversión, los rayos del sol siguen penetrando y se incrementa la secuencia de las reacciones del smog, convirtiendo el valle en un recipiente gigantesco de reacciones químicas. (Strauss *et al.* 1991).

La condición de inversión térmica puede durar días especialmente en épocas de invierno. En la ciudad de México se tiene este tipo de geografía, por lo que en la estación invernal las inversiones térmicas son frecuentes.

## 1.6. El efecto en las ciudades

Las ciudades pueden afectar el clima en varias formas. En primer lugar, los edificios; impiden el paso del viento, reduciendo su velocidad; después, al concentrarse los contaminantes, se forman núcleos de condensación que incrementan, la neblina y la lluvia; y por último, hay un mayor calentamiento del aire superficial asociado a la actividad cotidiana de la población, el flujo vehicular y las industrias; a este fenómeno se le denominan "Islas de calor".

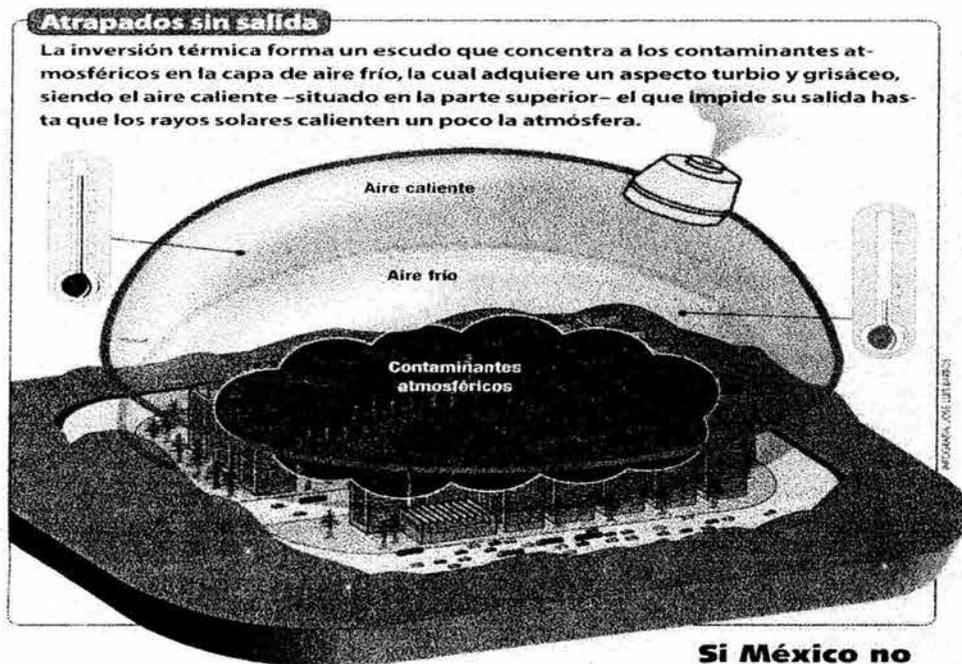


Figura 1.4

**Si México no estuviera en una cuenca rodeada de montañas, la inversión térmica no ocasionaría tantos problemas**

(Centro de Ciencias de la Atmósfera, 5622-4141, [www.coesc.gob.mx/imeca.htm](http://www.coesc.gob.mx/imeca.htm)).

La atmósfera no se calienta por la acción directa de la radiación solar de onda corta sino que parte de la energía absorbida por la superficie es emitida a la atmósfera como radiación de onda larga. Esta radiación conocida también como radiación terrestre calienta principalmente los primeros 10 Km. de la atmósfera. A esta región en contacto con la superficie terrestre, y en la cual se realizan todos los procesos biológicos, se le conoce como troposfera, o biosfera. (Galindo 1990).

La radiación de onda larga, o infrarroja, es absorbida en la atmósfera principalmente por el vapor de agua, el bióxido de carbono y otros gases que se encuentran en concentraciones muy bajas. Estos componentes atmosféricos emiten a su vez radiación infrarroja en todas direcciones calentando nuevamente la superficie terrestre y generando así la llamada energía interna del sistema. El proceso de intercambio de radiación visible-infrarrojo es el responsable del balance térmico de la troposfera (Neckel 1977, en Galindo 1990).

Por otra parte el intercambio continuo de energía entre la superficie y la atmósfera define la energética del sistema atmósfera océanos-continentes. Las formas de energía significativas dentro del sistema son la cinética, la potencial y la interna y están representadas respectivamente, por el viento, la temperatura y los campos de humedad (precipitación, evaporación, etc.).

La energía utilizada, por los procesos atmosféricos se disipa continuamente, principalmente por fricción. La manera en que la energía interna producida por calentamiento es finalmente convertida en energía cinética, para el restablecimiento constante de la fuente, constituye uno de los problemas fundamentales de la teoría de la circulación general de la atmósfera (Lorenz 1967 en Galindo 1990).

A la complejidad intrínseca del sistema atmosférico-oceanos-continentes es necesario incorporar los cambios climáticos producidos inadvertidamente por la actividad humana. Existe evidencia de que las modificaciones introducidas por esta actividad pueden rebasar la escala regional, en consecuencia, el estudio de las atmósferas contaminadas toma gran importancia, no sólo es sus aspectos teóricos, sino también para la elaboración de soluciones al problema de la recuperación del entorno natural, al que el hombre ha logrado, en muchos años, una total adaptación.

## 2. AIRE Y CONTAMINACIÓN DEL AIRE

La contaminación del aire es uno de los problemas ambientales más importantes, y es resultado de las actividades del hombre. Las causas que originan esta contaminación son diversas, pero el mayor índice es provocado por las actividades industriales, comerciales, domésticas y agropecuarias.

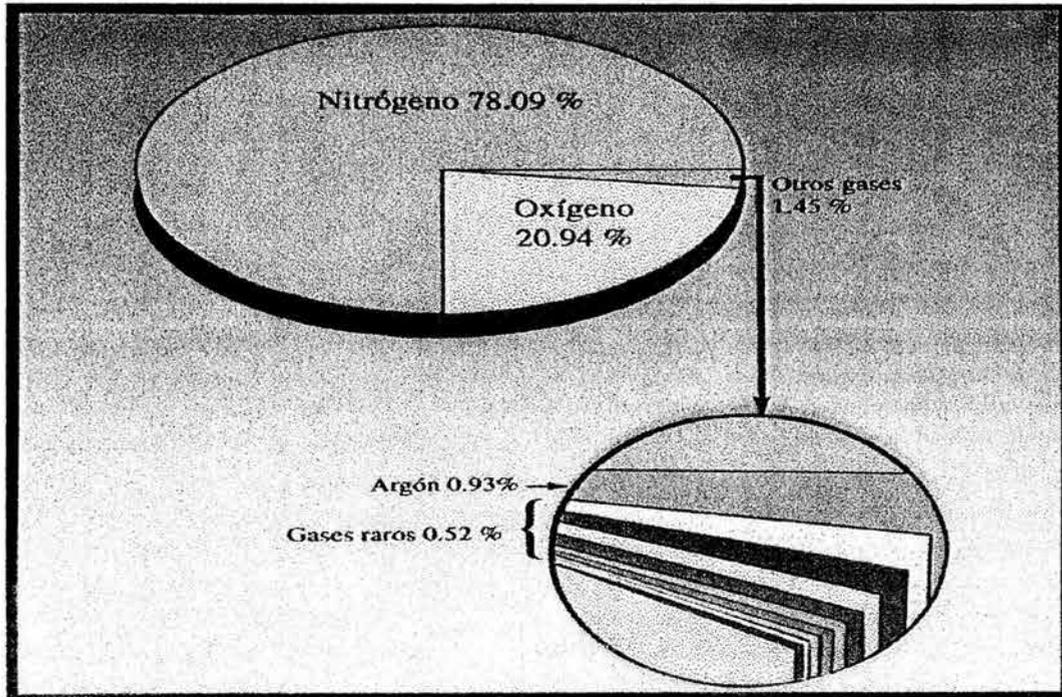
La combustión empleada para obtener calor, generar energía eléctrica o movimiento, es el proceso de emisión de contaminantes más significativo. Existen otras actividades, tales como la fundición y la producción de sustancias químicas, que pueden provocar el deterioro de la calidad del aire si se realizan sin control alguno.

El aire puro es una mezcla gaseosa compuesta por un 78% de nitrógeno, un 21% de oxígeno y un 1% de diferentes compuestos tales como el argón, el dióxido de carbono y el ozono. Entendemos pues por contaminación atmosférica cualquier cambio en el equilibrio de estos componentes, lo cual altera las propiedades físicas y químicas del aire. **Tabla 2.1 y Grafica 2.1**

**Tabla 2.1**  
(Múgica Á 1996)

<b>Sustancias</b>	<b>Formula</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Fracción en peso</b>	<b>Masa molecular</b>
Nitrógeno	N <sub>2</sub>	78.09%	75.37	3,920,000,000
Oxígeno	O <sub>2</sub>	20.94%	23.10	1,200,000,000
Argón	Ar	0.93%	1.41	73,000,000
Dióxido de Carbono	CO <sub>2</sub>	0.032%	0.044	2,300,000
Neón	Ne		18 ppm	65,000
Helio	He		5.2 ppm	3,800
Metano	CH <sub>4</sub>		1.5 ppm	3,700
Kriptón	Kr		1.0 ppm	15,200
Hidrógeno	H <sub>2</sub>		0.5 ppm	190
Oxido Nitroso	N <sub>2</sub> O		0.25 ppm	1,950
Monóxido de Carbono	CO		0.1 ppm	500
Ozono	O <sub>3</sub>		0.02 ppm	200

Grafica 2.1



(Guerra 1995 en Wark Warner 1998).

La contaminación del aire forma parte de la vida moderna. Es la consecuencia de la manera como se construyen nuestras ciudades, la contaminación del aire es un residuo de los métodos de como se producen nuestras mercancías, como las transportamos junto con nosotros y como generamos la energía para calentar e iluminar los lugares donde vivimos, nos divertimos y trabajamos. La causa principal de toda la contaminación del aire es la combustión, y ésta es esencial para el hombre. Cuando ocurre la combustión perfecta o teórica, el hidrógeno y el carbono del combustible se combinan con el oxígeno del aire para producir calor, luz, bióxido de carbono y vapor de agua. Sin embargo, las impurezas del combustible, una incorrecta relación entre el combustible y el aire, o temperaturas de combustión demasiado altas o demasiado bajas son causa de la formación de productos secundarios, tales como monóxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, cenizas finas e hidrocarburos no quemados todos ellos son contaminantes del aire. (Rau 1980)

Procesos naturales, como por ejemplo incendios forestales, descomposición de la vegetación, tormentas de polvo y erupciones volcánicas siempre han contaminado el aire. A pesar de que la producción mundial total de muchos de los gases y materias particulada, reconocidos como contaminante es mucho mayor cuando procede de fuentes naturales que cuando procede de fuentes producidas por el hombre, la distribución y dispersión globales de dichos contaminantes resultan en concentraciones promedio de un bajo valor. Mediante la precipitación, oxidación y absorción en los océanos y el suelo, la atmósfera se puede limpiar por sí sola si se le da el tiempo suficiente (Inman *et al* 1971.; Hill 1971).

Además, los contaminantes producidos por el hombre se concentran por lo general en regiones geográficas de poca extensión; por tanto, la mayor parte de la contaminación del aire la provoca el hombre. Solamente en Estados Unidos se descarga anualmente a la atmósfera más de 200 millones de toneladas de residuos gaseosos, sólidos y líquidos. En realidad, la tasa a la que se descargan los contaminantes a la atmósfera en regiones densamente pobladas, excede a veces la tasa de limpieza de la atmósfera. (Wark 1998)

Por ejemplo, en ciudades de Armenia, construidas sobre terrenos accidentados, las normas establecidas de salubridad para el monóxido de carbono a menudo se infringen. De igual manera, Magnitogorsk, Alma Ato y Chelyabinsk, con sus industrias metalúrgicas, están frecuentemente cubiertas de una neblina azul oscuro. Como Los Ángeles, Tbilisi, la capital de la República de Georgia, tiene nebluno casi 6 meses al año. Leningrado tiene 40 por ciento menos horas diurnas de claridad que el cercano pueblo de Pavlovsk (Goldman 1970.; Homer 1977).

Es común expresar la cantidad de un contaminante gaseoso presente en el aire como partes por millón (ppm). Así la masa de un contaminante se expresa como microgramos de contaminante por metro cúbico de aire. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

A 25°C y una presión de 101.3 kPa (1 atm) la relación entre las partes por millón y los microgramos por metro cúbico se encuentra de:

$$\frac{m_{\text{cont}}}{V_{\text{aire}}} = \frac{p_{\text{cont}} V_{\text{cont}}}{V_{\text{aire}}} \quad \frac{PM_{\text{cont}}}{p_{\text{cont}} R_u T} = \frac{V_{\text{cont}}}{V_{\text{aire}}} \quad \frac{PM_{\text{cont}}}{R_u T}$$

donde se supone que el gas contaminante es un gas ideal y  $M_{\text{cont}}$  es la masa molar del contaminante. Si se toma  $P$  como 1 atm,  $T$  como 298 °K, y  $R$  como 0.08208 atm  $\text{m}^3/\text{kg mol} \cdot \text{°K}$ , la ecuación se reduce entonces a

$$\frac{m_{\text{cont}}}{V_{\text{aire}}} = \frac{V_{\text{cont}}}{V_{\text{aire}}} \frac{M_{\text{cont}}}{24.5}$$

donde la masa del contaminante por unidad de volumen está expresada en  $\text{Kg}/\text{m}^3$ .

Finalmente, al multiplicar el lado derecho por  $10^9$  para convertir la masa a microgramos, y al dividir por  $10^6$  de manera que se pueda expresar  $V_{\text{cont}}/V_{\text{aire}}$  como partes por millón, se obtiene entonces que la relación entre  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y ppm, a 1 atm y 25°C es igual a

$$\mu\text{g}/\text{m}^3 = \frac{\text{ppm} \times \text{peso molecular}}{24.5} (10^3)$$

Para las condiciones de 1 atm y 0°C (2730K) la constante en el denominador se convierte en 22.41. A veces las concentraciones se expresan también en partes por billón (ppb) o partes por cien millones (ppcm) (Wark y Warner 1998).

### 3. ANTECEDENTES

Si entendemos por contaminación atmosférica la presencia en el aire de componentes químicos diferentes a los que constituyen su composición química normal, la contaminación existe en todo este planeta desde hace ya varios siglos. Sin embargo, en cuanto a sus efectos en la salud de los seres humanos concierne, sólo data de hace cuatro o cinco décadas, en que dichos efectos fueron evidentes en grandes ciudades como Londres, Tokio y Los Ángeles. En la Ciudad de México los primeros estudios para cuantificar este fenómeno se iniciaron hace apenas unas cuantas décadas, era los años sesenta, en un grupo pionero en México encabezado por el Dr. Humberto Bravo A. en la Universidad Nacional Autónoma de México. No obstante, como suele suceder a menudo en países como el nuestro esa señal de alerta incidió sobre ojos ciegos y oídos sordos.

Pasaron por lo menos veinte años hasta que los “brillantes” planeadores y administradores de lo que hoy es el gran urbe ubicada en la Cuenca del Valle de México entendieron que el problema de la contaminación no sólo del aire sino del subsuelo, ríos, lagunas etc. era de graves dimensiones. El detonador de esta chispa de entendimiento, si mal no más se recuerda fue el alto porcentaje de plomo en la gasolina distribuida por PEMEX y el reconocimiento de su efecto nocivo en la salud humana sobre todo en los niños.

A pesar de que han transcurrido un poco más de diez años desde que el público en general parece haber tomado conciencia de que hay un problema serio en la contaminación del aire de esta cuenca, poco o nada se ha hecho por divulgar sus aspectos científicos y técnicos.

En manos del sector oficial la poca y desorganizada información que se ha recabado sobre este fenómeno se ha difundido al público, en el mejor de los casos a través de los famosos “grados IMECA”, que ni el 5% de la población saben lo que significan y se han tomado una serie de medidas como el “hoy no circula”, la verificación semestral de motores, claro en forma muy dispareja, la exigencia de los convertidores catalíticos en los automóviles de modelos recientes (sólo el 13% del parque vehicular del DF.), la sustitución del tetraetilo de plomo por compuestos altamente oxigenados como antidetonantes en las gasolinas, la disminución del porcentaje

de azufre en las gasolinas, combustóleo y diesel y otras quizás de menor impacto cotidiano, muy largas de enumerar.

No obstante la implantación e imposición de todas ellas, la información cotidiana parece indicar que los niveles de contaminación no mejoran. Nuestros administradores públicos parecen, o estar satisfechos de los resultados, o simplemente oculta una realidad que podría ser muy alarmante para la población, o simplemente ignora los detalles más relevantes involucrados en este fenómeno.

Lo que a todas luces ha faltado en este escenario es un foro donde los verdaderos especialistas en el tema, conocedores de los aspectos más intrincados de esta problemática y los que en este momento poseen el conocimiento más preciso sobre el estado de la contaminada atmósfera de esta Cuenca, intercambien libremente opiniones y debatan sin restricciones sobre lo que ellos sí saben acerca de este fenómeno.

El problema de la contaminación no es sólo un problema derivado de la ciencia y la tecnología, tiene importantes ingredientes sociales y económicos.

La contaminación del aire ambiente en forma de óxidos de nitrógeno (NOx) y compuestos orgánicos volátiles (VOC), emitidos por vehículos automotores y fuentes estacionarias, da lugar a su formación.

La importancia de estas emisiones y su impacto sobre los problemas urbanos y regionales que provoca el ozono son responsables de los actuales desarrollos sobre gasolinas reformuladas y combustibles alternativos.

Su producción en el aire ambiente a partir de estos precursores es una función compleja de muchos factores que incluyen la intensidad de la luz solar, el mezclado atmosférico, las concentraciones y la relación entre las concentraciones de ozono y el nivel de las emisiones de sus precursores, VOC y NOx

La calidad del aire se explica por la cantidad de combustibles consumidos (quemados) en una zona determinada, por su calidad, por las tecnologías de combustión y control de emisiones empleadas, por el arrastre de polvos desde zonas desecadas o desprovistas de vegetación, por las condiciones meteorológicas que determinan la dispersión de los contaminantes, y por la fisicoquímica atmosférica que define los procesos y productos de interacción entre diferentes contaminantes.

Las dos últimas variables están fuera de la influencia humana, mientras que las primeras cuatro dependen de una serie de factores económicos relevantes; por ejemplo, ciertos precios, subsidios, Impuestos, etc.; normas y regulaciones vigentes; y, capacidades institucionales. Estos factores moldean la estructura de consumo de energía y las características tecnológicas de sectores específicos de actividad urbana: *transportes, industria, generación y manejo de energéticos, servicios y usos del suelo*. A su vez, tanto los factores económicos como normativos e Institucionales quedan influenciados por la intensidad y alcances de las preferencias sociales por una buena calidad del aire que se manifiestan por medio de grupos de presión, cabildeo y opinión pública, entre otras formas. A partir del planteamiento anterior se estructura el presente documento. Se comienza por lo más aparente: la calidad del aire en la **Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM)**.

Se analizan la influencia que tienen los compuestos orgánicos volátiles (VOC) y su tendencia en la (ZMCM) y los efectos de la contaminación en la salud de la población.

## 4. LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LA ZMCM

### 4.1. El área de la Ciudad de México

Entre las mayores metrópolis latinoamericanas la ZMCM es la única situada en el corazón del continente. a. una altura de 2 240 m sobre el nivel del mar. Su extensión es de más de 2000 km<sup>2</sup> y está enclavada sobre la porción suroeste de una cuenca lacustre de fondo plano limitada por grandes complejos montañosos de origen volcánico: al oriente, por la Sierra Nevada, cuyas cimas más elevadas sobrepasan los 5 000 m, al sur, por las serranías del Ajusco y Chichinautzin que virtualmente llegan a los 4 000 m; y al poniente, la sierra de las Cruces, donde se superan los 3 000 metros. La parte media de la cuenca queda bloqueada por la Sierra de Guadalupe, donde los cerros más altos alcanzan los 2 600 m. (Quadri y Sánchez 1994).

Si bien el clima de la cuenca es benigno para la comodidad humana, algunos factores son desfavorables para la dispersión de los contaminantes. Por ejemplo, durante el año se presenta una alta incidencia de aire en calma, sobre todo en la temporada seca. Por otro lado ocurren aproximadamente 240 inversiones térmicas por año que provocan estancamientos temporales de las capas bajas de la atmósfera sobretodo en las mañanas, lo cual dificulta la dilución de los contaminantes hasta que ocurre el rompimiento de la Inversión. (Jáuregui 1971).

En la actualidad la cuenca de México presenta severas alteraciones hidrológicas y ecológicas; prácticamente tres cuartas partes de sus bosques de coníferas y encinos han desaparecido y se han desecado casi la totalidad de sus lagos originales, mientras que dos tercios de sus tierras no urbanizadas presentan un avanzado proceso de erosión. Esta situación ha traído como consecuencia cambios en las condiciones climáticas a niveles regional y micro regional; por ejemplo, menor humedad y un incremento en las variaciones diarias y estacionales de temperatura. (Quadri y Sánchez 1994).

### 4.2. Los contaminantes del aire

La cantidad de sustancias que se emiten al aire y permanecer en él es muy grande y variada, por lo que la clasificación de las mismas pueden también ser muy amplia.

Podemos, en principio, clasificar a los contaminantes en dos grandes grupos

**Contaminantes primarios:** Son aquellos que proceden directamente de las fuentes de emisión.

**Contaminantes secundarios:** Aquellos que se originan por intersección química entre los contaminantes primarios y las sustancias presentes en la atmósfera.

Otra forma de clasificarlos es por sus propiedades fisicoquímicas. En la **tabla 6.1** se presentan los principales contaminantes. (Múgica *et al.* 1996).

Las fuentes de contaminación atmosférica se clasifican en naturales y antropogénicas. Las naturales siempre han existido, mientras que las antropogénicas, como su nombre lo indica, son causadas por las actividades humanas

Sobre una base global, las emisiones por fuentes naturales son, con algunas excepciones tales como CO y SO<sub>2</sub> significativamente mayores que las originadas por fuentes antropogénicas. Sin embargo, las fuentes antropogénicas están concentradas en zonas urbanas y, por tanto, es en estas áreas en donde su contribución es dominante.

Tabla 4.1

Clase	Subclase	Contaminantes primarios	Contaminantes secundarios
Gases y vapores inorgánicos	Compuestos de azufre.	SO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S.	SO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .
	Compuestos de nitrógeno Óxido de carbono Otros	NO, NH <sub>3</sub> CO, CO <sub>2</sub> HCl, HF, Cl <sub>2</sub> , F, H <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub> , HNO <sub>3</sub> .  O <sub>3</sub>
Gases y vapores orgánicos	Hidrocarburos	Metano, CH <sub>4</sub> , Butano, Benceno C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , Fenoles, Acetileno, Etileno, Butiladieno etcétera.	Aldehídos, Peroxirradicales, cetonas, ácidos, alcoholes.
	Aldehídos y cetonas Otros	Formaldehído, acetona, alcoholes, hidrocarburos clorados, ácidos orgánicos, etcétera.	
Partículas	Partículas sólidas	Humo, plomo, polvo, cenizas, carbón, asbesto.	
	Partículas líquidas	Aerosoles, grasas, niebla.	

## Clasificación de los contaminantes atmosféricos

### 4.2.1. FUENTES NATURALES

Una erupción volcánica emite partículas y contaminantes gaseosos, tales como bióxido de azufre, ácido sulfhídrico y metano. Estas emisiones, así como el daño al ambiente, pueden ser de gran magnitud y alcanzar distancias considerables. Las nubes de partículas y gases originadas por los volcanes permanecen en la atmósfera durante largos periodos.

Los incendios forestales se clasifican como fuentes naturales, aunque puedan ser originados por actividades humanas. En este caso se genera gran cantidad de contaminantes en forma de humo como monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y cenizas.

Las tolvaneras contienen cantidades importantes de partículas, y constituyen una fuente natural común de contaminación atmosférica en muchas partes del mundo. La reducción de la visibilidad durante las tolvaneras es, con frecuencia, causa de accidentes de tránsito y puede afectar el tránsito aéreo. (Bravo *et al.* 1997).

Los océanos emiten de manera continua a la atmósfera aerosoles en forma de partículas de sal, las cuales son corrosivas para los metales y pinturas. La acción de las olas reduce el material rocoso a arena, la cual puede pasar de modo pasajero a la atmósfera.

Las plantas verdes, aunque participan de manera determinante para la vida en el mundo, constituyen la mayor fuente de **hidrocarburos**.

Otro problema de contaminación lo constituyen las partículas de polen, las cuales pueden causar afecciones respiratorias y alergias en los seres humanos.

Otras fuentes naturales, como son los lagos alcalinos y de agua salada, tienen efectos locales sobre el ambiente.

#### 4.2.2. FUENTES ANTROPOGÉNICAS

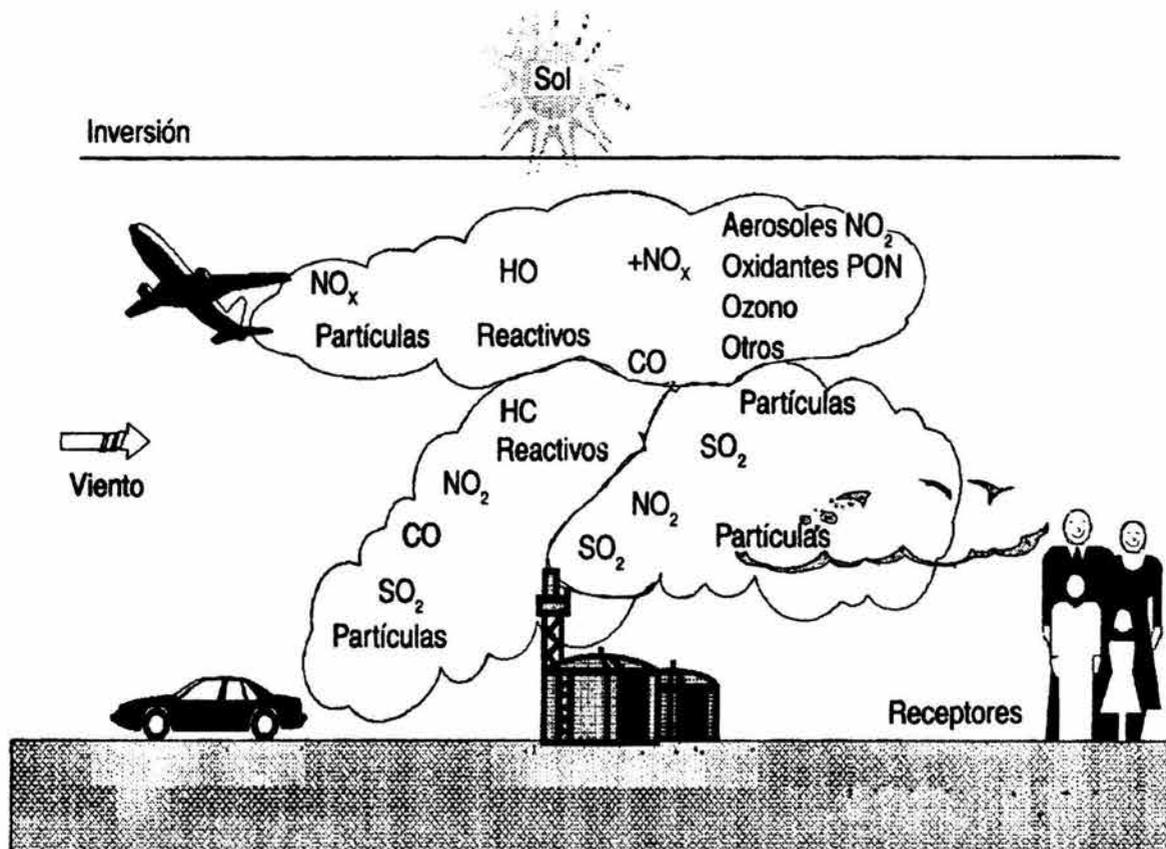
Las fuentes antropogénicas de contaminantes atmosféricos se dividen en fuentes móviles y fijas. Las móviles incluyen vehículos, aviones, barcos y trenes. Las fijas incluyen plantas energéticas comerciales y domésticas, refinерías e industrias de proceso (figura 4.1).

Las fuentes que involucran una combinación de fuentes móviles y fijas, como son las zonas urbanas, se denominan fuentes compuestas. Aquellas que representan una concentración apreciable de fuentes móviles relacionadas con su operación se denominan fuentes indirectas, entre las cuales están carreteras, centros comerciales y complejos deportivos entre otros.

Algunas fuentes indirectas pueden incluir emisiones de fuentes fijas. Los aeropuertos, por ejemplo, tienen fuentes fijas relacionadas con las operaciones de carga de combustible, así como con la calefacción.

Además, las propias operaciones de los aviones contribuyen a las emisiones totales. Los aeropuertos son casos de fuentes indirectas compuestas.

Para propósitos de modelamiento, las fuentes son clasificadas de acuerdo a las siguientes configuraciones geométricas: punto, línea y área. Ejemplos de fuentes puntuales son las chimeneas industriales. Las carreteras y líneas de tráfico aéreo son clasificadas como fuentes lineales, mientras que los complejos industriales, refinерías de petróleo y zonas residenciales son casos típicos de fuentes de área. (Bravo *et al.* 1987. en Gutiérrez *et al.* 1997).



**Figura 4.1** Fuentes de contaminación atmosférica.

Fuente: Rau, J. G. y Wooten, D. C. Environmental Impact Analysis Handbook, 1980.

(En Bravo *et al.* 1997).

La calidad del aire se establece con base en los contaminantes que se encuentran con mayor frecuencia y en mayores concentraciones en el aire de los grandes centros urbanos e industriales. A estos contaminantes se les denomina "criterio". Para cada uno de ellos se determinan concentraciones límites, permisibles o estándares y cuando la concentración de dichos contaminantes se encuentra por debajo de esas concentraciones, se tiene un aire de buena calidad. Los contaminantes atmosféricos que se consideran en la mayoría de las normas internacionales son: dióxido de azufre, monóxido de carbono, partículas suspendidas totales (*actualmente se consideran también las PM<sub>10</sub> que son partículas menores a 10 micrómetros*), los oxidantes fotoquímicos y los óxidos de nitrógeno. Los hidrocarburos no metano también se mencionan porque en conjunto con los óxidos de nitrógeno son precursores de los oxidantes. (Caselli 1998; Mugica et al. 1996).

### 4.3. LAS FUENTES CONTAMINANTES SE HAN CLASIFICADO EN:

**Fuentes fijas.** Toda instalación establecida en un solo lugar, que tenga como finalidad desarrollar operaciones y procesos industriales, comerciales, de servicio o actividades que puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera.

**Fuentes móviles.** Aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, tractocamiones, autobuses integrales, camiones, automóviles, motocicletas, embarcaciones, equipo y maquinarias no fijos con motores de combustión y similares, que con motivo de su operación generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera.

En las tablas 4.2, 4.2(a) se muestran de los contaminantes atmosféricos en la ciudad de México.

Sector	Fuente	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	HC	CO	PST	Total
Energía	PEMEX	14781	3233	31730	52645	1154	103543
	Termoeléctricas	58247	6613	113	560	3545	69078
Industria y servicio	Industria	65732	28883	39981	15816	10242	160654
	E. mercantiles.	22060	3998	121	466	2489	29104
Transporte	Autos privados						
	Taxis	3557	41976	141059	1328133	4398	1519
	Combis y minibus	806	9508	31986	301162	997	123
	R-100	856	10059	42748	404471	1062	344469
	Autobuses	5224	8058	2439	6260	240	459196
	Edo. de Méx.	13062	18262	5298	12612	601	22221
	Carga a gasolina	955	16994	67864	779585	1186	49835
	Carga a DIESEL	20063	26126	7293	16515	923	866584
Otros (aviones, Trenes, etcétera)	251	2698	1693	5040	142	9824	
Degradación ecológica	Áreas con erosión, incendios y otros procesos.	0	0	0	0	419439	419439
		131	931	169776	27362	4201	232401
Totales	Totales	205725	177339	572101	2950627	450599	4356391

Fuente: Programa integral contra la contaminación atmosférica, 1990.

(En Mugica 1996).

**Tabla 4.2 a****Inventario de emisiones desagregado de la ZMVM 1996 (ton/año)**

<b>Sector</b>	<b>PM10</b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>CO</b>	<b>NOx</b>	<b>HC</b>	<b>Total</b>
<b>Industria</b>						
Generación de energía eléctrica	294	103	797	12,507	41	13,742
Petroquímica	1	5	2	3	7	18
Industria química	743	2,488	2,033	2,212	4,323	11,799
Mineral metálica	513	691	1,589	770	277	3,840
Mineral no metálica	1,922	2,340	1,103	4,378	706	10,449
Prod. Vegetales y animales	44	248	34	103	14	443
Madera y derivados	377	4,924	379	1,833	641	8,154
Industria del vestido	381	2,129	462	1,338	268	4,578
Industria de consumo alimenticio	558	1,366	829	1,408	605	4,766
Productos de consumo varios	70	110	71	91	808	1,150
Productos de impresión	37	18	22	53	3,213	3,343
Productos metálicos	251	749	1,155	2,717	2,194	7,066
Productos de vida media	149	73	196	564	747	1,729
Productos de vida larga	309	276	809	611	2,346	4,351
Otros	51	111	22	78	88	350
<b>Subtotal</b>	<b>5,700</b>	<b>15,630</b>	<b>9,503</b>	<b>28,666</b>	<b>16,279</b>	<b>75,778</b>
<b>Servicios</b>						
Lavado y desengrase	N/A	N/A	N/A	N/A	29,490	29,490
Consumo de solventes	N/A	N/A	N/A	N/A	46,856	46,856
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	6,553	6,553
Distribución de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	16,363	16,363
Almacenamiento de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	97	97

Tabla 4.2 a

Carga de aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	8	8
Distribución de gas L.P.	N/A	N/A	N/A	N/A	76,500	76,500
Lavado en seco (tintorerías)	N/A	N/A	N/A	N/A	9,830	9,830
Recubrimiento industr. Superficies	N/A	N/A	N/A	N/A	20,971	20,971
Superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	22,281	22,281
Panaderías	N/E	N/E	N/E	N/E	2,539	2,539
Pintura automotriz	N/E	N/A	N/A	N/A	2,243	2,243
Pintura de tránsito	N/E	N/A	N/A	N/A	655	655
Esterilización en hospitales	N/A	N/A	N/A	N/A	20	20
Incineración en hospitales	N/E	N/E	N/E	N/E	2	2
Uso de asfalto	N/A	N/A	N/A	N/A	100	100
Plantas tratamiento aguas residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	44	44
Rellenos sanitarios	N/E	N/E	N/E	N/E	119	119
Tiraderos a cielo abierto	N/E	N/E	N/E	N/E	25	25
Combustión habitacional	186	1	846	5,880	221	7,134
Combustión comercial/institucional	151	3,586	332	1,952	73	6,094
<b>Subtotal</b>	<b>337</b>	<b>3,587</b>	<b>1,178</b>	<b>7,832</b>	<b>234,991</b>	<b>247,925</b>
<b>Transporte</b>						
Auto particular	555	2,243	822,498	32,805	69,413	927,514
Combis y micros	35	391	206,615	7,151	18,056	232,248
Taxis	51	542	198,759	7,927	16,774	224,053
Autobuses urbanos	162	65	1,535	1,911	636	4,309
Autobuses suburbanos	76	59	15,962	337	954	17,388
Autobuses particulares	238	55	14,966	316	895	16,470
Camiones de carga	1,353	1,043	551,372	19,082	48,184	621,034
Transporte federal	5,275	776	572,686	12,076	34,245	625,058
Motocicletas	N/E	23	16,482	182	3018	19,705
Ferrocarriles foráneos	N/E	N/E	46	381	15	442
Locomotoras de patio	N/E	N/E	90	509	51	650
Aeropuerto	N/A	N/A	3,215	2,284	859	6,358
<b>Subtotal</b>	<b>7,745</b>	<b>6,197</b>	<b>2,404,226</b>	<b>84,961</b>	<b>193,100</b>	<b>2,695,229</b>

**Tabla 4.2 a**

<b>Vegetación y Suelos</b>						
Vegetación	N/A	N/A	N/A	N/A	134,673	134,673
Suelos	18,072	N/A	N/A	N/A		18,072
<b>Subtotal</b>	<b>18,072</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>134,673</b>	<b>152,745</b>
<b>TOTAL</b>	<b>31,854</b>	<b>24,414</b>	<b>2,414,907</b>	<b>121,459</b>	<b>579,043</b>	<b>3,171,677</b>

N/A: No Aplica, N/E: No Estimado.

**Fuente: Instituto Nacional de Ecología, Sistema Nacional de Información de Fuentes Fijas 1997.**

En la atmósfera de la ZMCM se encuentra presente una amplia variedad de sustancias. Entre éstas, y para evaluar la calidad del aire son las siguientes:

- Partículas suspendidas totales
- PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>
- Plomo
- Monóxido de carbono
- Óxidos de azufre
- Hidrocarburos
- Ozono y otros oxidantes fotoquímicos

En los primeros seis casos se trata de sustancias emitidas en forma directa por la combustión y otros procesos industriales, así como por la erosión, los incendios y otros fenómenos naturales; por ello se les conoce como *contaminantes primarios*. Por su lado, el *ozono* pertenece a la categoría de los *contaminantes secundarios*, éstos como anteriormente habíamos citado se producen en la atmósfera como resultado de *reacciones fotoquímicas entre contaminantes primarios, principalmente los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos*. Algunas partículas, sobre todo las de diámetro menor, también se originan como producto de la interacción de diferentes contaminantes primarios.

El comportamiento fisicoquímico de los contaminantes desempeña un papel crucial en la contaminación atmosférica. Las sustancias emitidas se dispersan en el aire, donde pueden interactuar químicamente entre sí, con los componentes naturales de la atmósfera y con los materiales de la superficie.

A través de estos procesos, determinados por la naturaleza química de los contaminantes y por la influencia de condiciones meteorológicas, tales como la intensidad de la radiación solar, la atmósfera puede depurarse, pero también dar origen a contaminantes secundarios o de segunda generación.

Es un requisito fundamental el entendimiento de la fisicoquímica atmosférica para el diseño apropiado de medidas de reducción de emisiones que mejoren la calidad del aire al menor costo posible. En el caso particular de los oxidantes fotoquímicos (entre los que se encuentra el *ozono*) esto resulta esencial para decidir en qué medida y prioridad deben ser controlados sus precursores (*los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos*). Por el contrario, la falta de conocimiento puede conducir a decisiones erróneas con un costo injustificable e incluso con resultados contraproducentes.

En seguida se describen el origen y el comportamiento fisicoquímico general de los contaminantes más significativos, las variables que los interrelacionan y su papel en los procesos fotoquímicos.

### 4.3.1. Partículas

Se conoce con el nombre de partículas a cualesquier material sólido o líquido en el que los agregados individuales son mayores que una simple molécula, pero menores a  $500\ \mu\text{m}$ , es decir, las partículas incluyen:

- Humo. Partículas sólidas menores a  $1\ \mu\text{m}$ , formadas en la condensación de vapores o en reacciones químicas.
- Polvo. Partículas de materia sólida mayores a  $1\ \mu\text{m}$
- Aerosoles. Partículas sólidas o líquidas que pueden permanecer suspendidas en el aire por su pequeño tamaño, generalmente menor a  $1\ \mu\text{m}$ .
- Niebla. Partículas líquidas mayores a  $1\ \mu\text{m}$ . Se forman por condensación sobre un núcleo atmosférico cuando hay un alto contenido de humedad.
- Hollín. Partículas de carbón finamente divididas y mantenidas juntas en cadenas largas.

Para evaluar los efectos contaminantes de las partículas hay dos características importantes que deben ser tomadas en cuenta: su tamaño y su composición química. Dependiendo del tamaño de las partículas, puede ser el daño producido en el ser humano o en los animales ya que el grado de penetración y retención en el sistema respiratorio es una función directa del tamaño de éstas. La presencia de partículas ha sido un factor determinante en la mayoría de los grandes desastres producidos por la contaminación atmosférica.

Uno de los principales agentes determinantes de la calidad del aire son las partículas sólidas suspendidas, comúnmente denominadas TSP: partículas totales suspendidas). Las TSP se dividen de acuerdo a su tamaño en partículas menores o iguales a  $10\ \mu\text{m}$  (PM10) y las menores a  $2,5\ \mu\text{m}$  (PM2,5). La atención sobre las TSP, se ha concentrado mayormente en las partículas PM10, que pueden ser inhaladas y penetrar con facilidad al sistema respiratorio humano, causando efectos adversos a la salud de las personas. Es así como, la Norma Primaria de Calidad del aire para contaminante PM-10, establece como límite máximo cincuenta microgramos por metro cúbico normalizado de aire ( $50\ \mu\text{g} / \text{m}^3 \text{ N}$ ) como concentración promedio de 24 horas.

**Figura 4.2**



### **Otras propiedades de las partículas son:**

• **Propiedades de superficie.** Son muy importantes, ya que las partículas atmosféricas pueden participar en reacciones de adsorción y/o absorción o funcionar como catalizadores con gases reactivos. Asimismo, este tipo de reacciones pueden ocurrir en el sistema respiratorio una vez que han sido inhaladas, provocando un riesgo para los pulmones.

• **Propiedades de movimiento.** Las partículas menores a 0.1 μm presentan movimiento browniano que se origina por colisiones entre moléculas las individuales, ejemplo de ellas son las esporas y el polen. Las partículas entre 0.1 y 1 μm, tiene velocidades de sedimentación muy pequeñas, las mayores de 1 μm ya tienen una velocidad de sedimentación importante y varían en forma significativa dependiendo de los movimientos del aire.

Las partículas mayores a 10 μm son removidas por gravedad y otros procesos inerciales en las cercanías de las fuentes donde se producen.

**Propiedades ópticas.** Las partículas dependiendo su tamaño y composición, pueden dispersar o absorber la luz proveniente del Sol. Con ello reducen la visibilidad, aumentando la posibilidad de precipitación, la niebla y las nubes y provocando que se utilice más luz eléctrica cuya generación ocasiona la producción de más partículas.

Se ha propuesto la siguiente relación entre la concentración de las partículas y la reducción de la visibilidad:

$$r = \frac{750}{c} \quad \text{Donde: } r \text{ = rango de visibilidad en millas } c \text{ = concentración en } \mu\text{g/m}^3$$

Existe preocupación a nivel mundial por los cambios climáticos que la alta concentración de partículas podría producir. Se cree que uno de los motivos de la disminución de la temperatura global entre 1945 y 1980 se debió en buena parte a la absorción de la energía solar por las partículas. También se han realizado estudios que muestran que las partículas modifican la velocidad del viento y pueden funcionar como núcleos de condensación que provocan la formación de nieblas e incrementan las lluvias.

Las fuentes naturales más importantes de las partículas son el polvo levantado por el viento, las cenizas que arrojan los volcanes, los incendios forestales y el aerosol marino. Se estima que el polvo levantado por el viento aporta a la atmósfera más de 200 000 toneladas al año de partículas. El tamaño de estas partículas es superior a 0.1 μm con una composición derivada del suelo, silicatos, metales y otros minerales

Las fuentes naturales de aerosoles guardan relación con las reacciones químicas en fase gaseosa que ocurren en la atmósfera y producen sustancias condensables.

Los vegetales, por ejemplo, emiten grandes cantidades de hidrocarburos, como son los terpenos, que posteriormente toman parte en las reacciones fotoquímicas de la atmósfera, produciendo, a la vez, una gran cantidad de partículas pequeñas con diámetros inferiores a 0.1 μm. Se cree que estas partículas son las responsables de las nieblas azulosas de los bosques. En cuanto a los aerosoles marinos, se ha calculado que anualmente hay una aportación de más de 100 toneladas de sulfatos en suspensión provenientes del mar solamente.

A las fuentes naturales se les atribuye el mayor porcentaje de aporte de partículas (60%) debido a tolvaneras y otros fenómenos fisicoquímicos.

Entre las fuentes antropogénicas, hay una alta producción de partículas en los procesos de la generación de energía eléctrica, en la industria cementera, en la industria de construcción, la de la fundición, las refinerías, la industria metal-mecánica, la quema de basura doméstica y agrícola, etcétera. Los grupos de riesgo más alto son los trabajadores de esas industrias.

Las partículas atmosféricas son eliminadas por retención y arrastre en las gotas de lluvia, principalmente. Las partículas pequeñas son retenidas por las gotitas de agua de las nubes y posteriormente eliminadas con la lluvia, mientras que las partículas mayores pueden ser eliminadas por arrastre directo de la lluvia; por ello, el tiempo de retención de las partículas en la atmósfera depende mucho del grado de precipitación en la zona de interés, así como de la época del año.

Los tiempos de permanencia típicos en la troposfera varían entre días y algunas semanas, mientras que en la estratosfera pueden permanecer hasta un año.

Los principales componentes de las partículas finas son: **sulfatos, nitratos, carbón, amonio y otros metales pesados**. Las partículas gruesas consisten principalmente en óxidos de silicio y de calcio, magnesio, aluminio y hierro, así como el carbonato de calcio y otras sales. De casi todos los tipos de partículas en la atmósfera, los correspondientes a trazas de metales conocidos como tóxicos, constituyen uno de los riesgos más altos en la salud. Los metales aparecen en un rango de solamente 0.01 al 3% del total de partículas, pero pueden afectar mucho al acumularse o al tener efectos sinérgicos con otros contaminantes. De todos los metales tóxicos presentes, el que se encuentra en mayor concentración, principalmente en las áreas urbanas, es el plomo y sus compuestos. La fuente más importante de plomo proviene de la combustión de gasolinas con plomo que utilizan los automóviles, ya que para aumentar el octanaje de las gasolinas es usual agregar tetraetilo de plomo. Otros metales considerados como riesgosos para la salud son el cadmio, el níquel y el mercurio. El cadmio, por ejemplo, está implicado como causa de enfermedades cardiovasculares e hipertensión e interfiere con el metabolismo del cinc y el cobre. Los asbestos son un tipo de partículas de especial consideración. Se ha demostrado en estudios realizados con trabajadores, que pueden provocar la incidencia de cánceres respiratorios e intestinales.

El término asbesto se utiliza, en forma genérica, para un gran número de minerales fibrosos que son complicadas mezclas de óxidos de silicio, magnesio, hierro, aluminio, calcio y sodio con pequeñas cantidades de humedad. Las fuentes de emisión se dan por la molienda de estos minerales, en el asfaltado y en revestimientos de frenos de los automóviles, principalmente.

*Después del ozono*, las partículas suspendidas son el segundo problema más importante de calidad del aire en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Ya que este problema está estrechamente relacionado con la presencia de áreas desprovistas de cubierta vegetal, su origen se remonta a más de cuatro siglos atrás. Las partículas suspendidas en el aire, dependiendo de su origen pueden clasificarse como "primarias" o "secundarias".

**Las partículas de origen primario** son aquellas que se emiten directamente a la atmósfera.

En la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, las principales fuentes de emisión de partículas primarias son la erosión del suelo y la suspensión de polvos de áreas pavimentadas y sin pavimento por la acción de los vientos. Se estima que 95% de las partículas suspendidas en el aire son de origen natural.

No de menor importancia en cuanto a su masa, son las emisiones generadas por las actividades antropogénicas, como son: los procesos de transformación industrial, la quema de combustibles fósiles en industrias, servicios, transporte y hogares, así como la quema de residuos.

Las áreas con mayor erosión de *partículas* se encuentran en el este y norte de la Zona Metropolitana, debido a la gran superficie de terrenos desprovistos de cubierta vegetal y a la mayor frecuencia a los vientos provenientes de estas zonas. Así, durante 1993, la zona sureste registró violaciones en 64% de las mediciones, en la zona noroeste se observó un 30%, 270% en la noreste y 10% en la centro, mientras la zona suroeste no presentó violación alguna.

Los promedios anuales de partículas suspendidas totales en 1993 fueron 28% menores a los registrados en 1988. Sin embargo, se observó un ligero aumento con respecto a los registrados durante 1992.

**Las partículas más pequeñas, menores a diez micrómetros, son llamadas fracción respirable.** Debido a su tamaño, estas partículas pueden penetrar por las **vías respiratorias**, presentando así un mayor riesgo a la salud. La principal fuente de estas partículas son las actividades antropogénicas. Por ello, la zona noreste, en donde se encuentra localizada gran parte de la industria de la Ciudad, es la que históricamente ha presentado mayores índices por arriba de la norma de calidad del aire.

**Las partículas secundarias** se forman en la atmósfera a partir de compuestos presentes en el aire que se combinan entre sí en presencia de radiación solar. De éstas, las más abundantes son las que contienen **nitratos y sulfatos**. Otro compuesto presente en ellas es el carbono orgánico total que puede tener un origen primario o secundario.

Estudios realizados por el Instituto Mexicano del Petróleo y el Departamento del Distrito Federal en 1992, muestran que la concentración de **partículas suspendidas totales colectadas durante el día fue casi el doble de la registrada en la noche. Sin embargo, durante la noche, las partículas fracción respirable se encontró en mayor proporción.**

También se sabe que el porcentaje de los aerosoles considerados como el **total de sulfatos, nitratos y carbono orgánico contenidos en las partículas, varía dependiendo del tamaño de las mismas.** Además, durante el día, el contenido de aerosoles es mayor que durante la noche debido a su origen fotoquímico, desencadenado por la radiación solar. Con base en el análisis del contenido del carbono orgánico total, se estima que 80% de las partículas con un diámetro menor a 2.5 micrómetros son de origen secundario, es decir, se forman en la atmósfera.

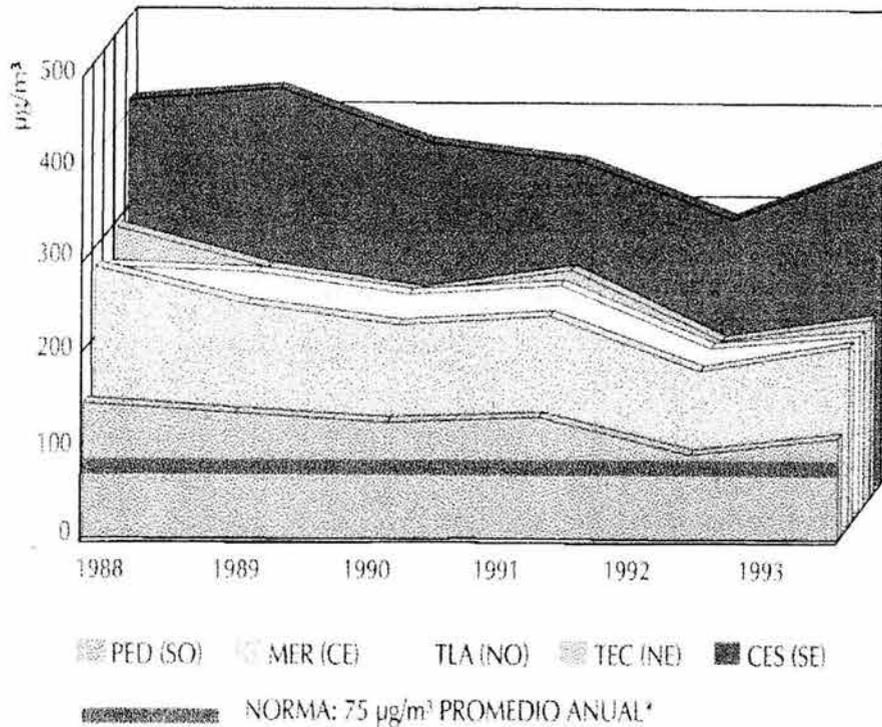
La pavimentación de calles con una superficie equivalente a 1 millón 705 mil metros cuadrados, la plantación de 42 millones de árboles durante los últimos cuatro años, así como la restauración ecológica del ex vaso del Lago de Texcoco ha permitido reducir la cantidad de polvos suspendidos en la atmósfera.

El uso de combustibles más limpios, de tecnologías modernas tanto en la industria como en el transporte, la renovación vehicular y la aplicación y seguimiento de los programas de verificación vehicular e industrial son algunas de las medidas adicionales que han hecho en cierta medida posible reducir la emisión de partículas a la atmósfera de nuestra Ciudad.

#### **4.3.1.1. Partículas suspendidas totales (PST)**

Las PST pueden estar constituidas por una gran diversidad de sustancias. Las partículas de origen natural se componen principalmente de suelos y ocasionalmente por partículas de origen biológico (restos orgánicos de plantas y animales, esporas, virus, etc.) Las que provienen de la combustión generalmente están integradas por partículas atomizadas y cenizas del combustible. Las PST son dispersadas y depositadas de nuevo en la superficie de acuerdo con sus propiedades sedimentables y con los patrones meteorológicos que prevalecen en un momento determinado.

PROMEDIOS ANUALES DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES (PST),  
EN LA ZONA METROPOLITANA



\* Norma de los Estados Unidos.

Fuente: Dirección de Ecología, DDE.

#### 4.3.1.2. Partículas menores a 10 micrómetros (PM<sub>10</sub>)

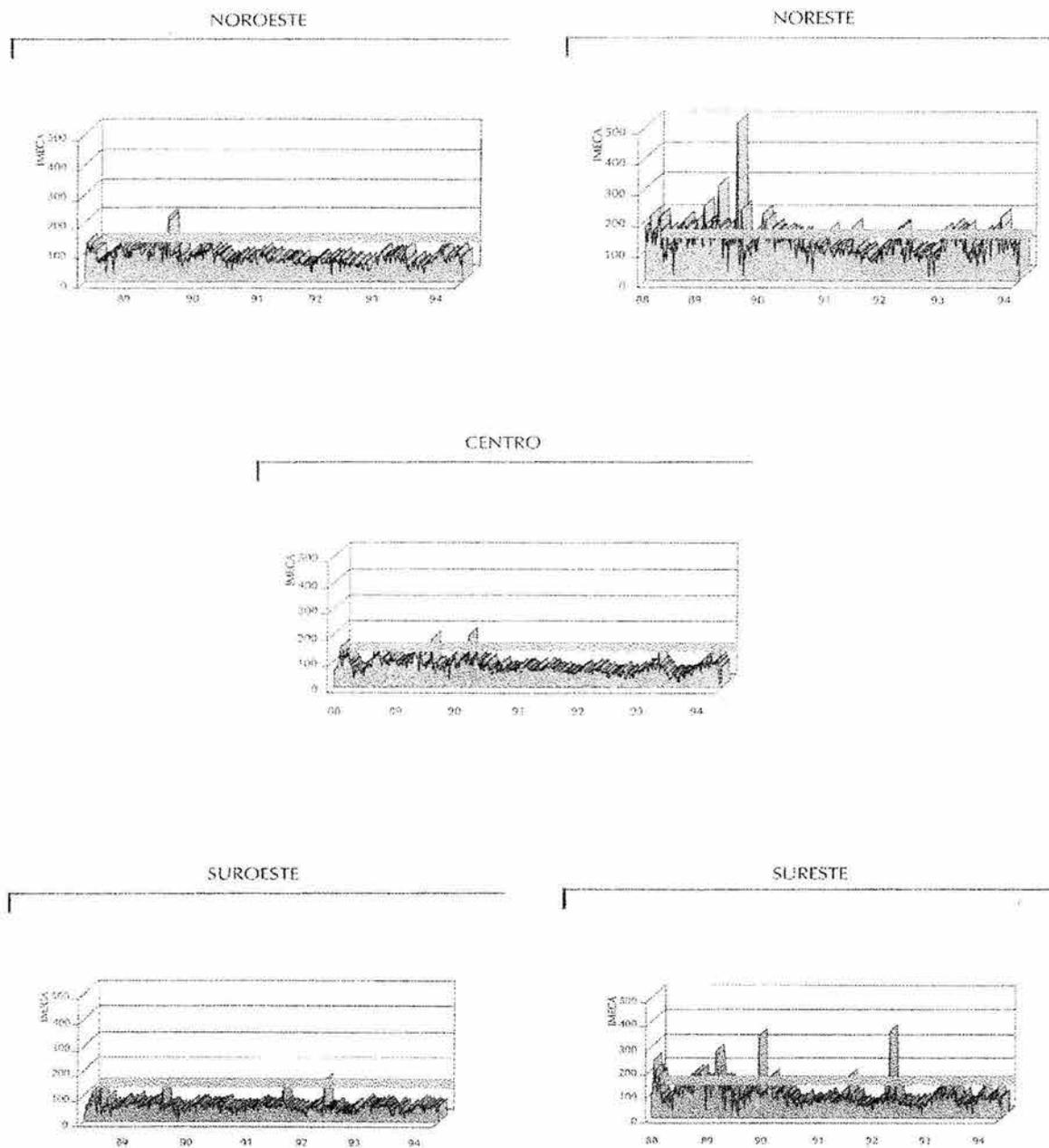
Debido a su tamaño, éstas se sedimentan a una velocidad tan lenta que pueden, ser inhaladas, lo cual incrementa el potencial tóxico y/o patógeno de sus componentes. Recientemente, las PM<sub>10</sub> se adoptaron en los Estados Unidos de Norteamérica como un parámetro de evaluación y regulación de la calidad del aire en sustitución de las PST.

La combustión de combustibles fósiles representa el proceso más relevante en la emisión de este tipo de partículas, si bien una fracción importante también procede de la reacción entre contaminantes primarios principalmente (SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>) y de fuentes naturales.

#### 4.3.1.3. Partículas menores a 2.5 micrómetros (PM 2.5)

En esta categoría se incluyen las partículas inhálales de mayor penetración en el sistema respiratorio y, por tanto, las más dañinas a la salud y las que por su tamaño (situado en el rango de longitudes de onda de la luz) interfieren con la dispersión de la luz contribuyendo a la disminución de la visibilidad. Las partículas de diámetro menor a 2,5 micrómetros, agrupa a partículas generalmente ácidas, que contienen hollín y otros derivados de las emisiones de vehículos e industriales, y corresponde a la fracción más pequeña y agresiva debido a que éstas son respirables en un 100% y por ello se alojan en bronquios, bronquiolos y alvéolos. Son las que causan mayor daño y las más peligrosas respecto de la salud de las personas. Esto porque pueden impactar en la parte más noble de las vías respiratorias como lo es el alvéolo, donde se realiza la función de intercambio gaseoso (la respiración), alterando los mecanismos defensivos del organismo, actuando como "factor predisponente o condicionante", y facilitando el ingreso de microorganismos, como bacterias o virus, que son la "causa necesaria" o "indispensable" para producir las llamadas IRAs, Infecciones Respiratorias Agudas, altas o bajas, según el segmento anatómico afectado. **Las partículas finas** pueden estar constituidas o transportar metales pesados, hidrocarburos aromáticos policíclicos u otros elementos nocivos, los cuales pueden expresarse en daño a la salud a más largo plazo, pueden estar presentes en las partículas el plomo, arsénico, berilio, cadmio, mercurio, sulfatos, nitratos e hidrocarburos policíclicos aromáticos, que en este trabajo se elucidaron.

**Figura 4.4** PARTÍCULAS MENORES A 10 MICRÓMETROS EN EL VALLE DE MÉXICO  
1988-1994



Norma: 100 puntos IMECA.  
Fuente: Dirección de Ecología, DDF.

#### 4.3.1.4. Partículas aerobiológicas

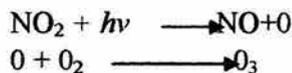
Entre las partículas suspendidas en la atmósfera se presentan las que mantienen actividad microbiana; por ejemplo, bacterias, hongos, virus y protozoarios, presentándose como células vegetativas o propágulos reproductivos. Por su tamaño (aproximadamente 1 a 100 micrómetros), algunas de estas partículas aerobiológicas pueden quedar suspendidas en el aire durante largos periodos. Su importancia radica en el potencial infeccioso y alérgico que depende a la vez de las características del agente patológico, las condiciones ambientales y la resistencia de los posibles huéspedes.

#### 4.3.2. Ozono

El ozono no es un contaminante que se emita directamente a la atmósfera, sino que se forma en la atmósfera a partir de reacciones muy complejas en las que participan los óxidos de nitrógeno los hidrocarburos y la radiación solar. El resultado de todas estas complejas reacciones es la formación de lo que se conoce como "smog fotoquímico". La palabra *smog* se deriva de la combinación de los vocablos *smoke*, humo y *fog* niebla, el término fotoquímico implica la participación de la energía radiante  $h\nu$ .

(<http://www.heating.com./ambiental/ambiental.html>)

El mecanismo que inicia la producción de este *smog* fotoquímico es la absorción de energía por el NO, lo que ocasiona el rompimiento de la molécula en óxido nítrico y oxígeno atómico. Este último elemento es muy reactivo e inestable y reacciona inmediatamente con el oxígeno para formar ozono.

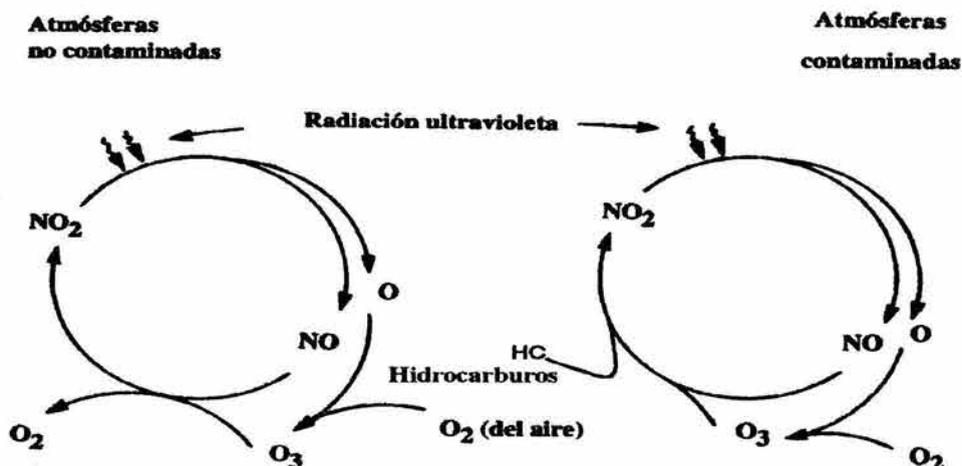


Normalmente hay un ciclo en el cual el ozono reacciona con el NO y regresa a la molécula inicial de NO<sub>2</sub>. Sin embargo, en episodios con altas concentraciones de ozono el ciclo se rompe, ya que algunos *hidrocarburos* reaccionan con el NO impidiendo que reaccione con el ozono.



Este grupo de reacciones que forman el llamado ciclo fotocíclico del óxido de nitrógeno que se esquematiza en la Fig. 4.4

Figura 4.4 Ciclo fotocíclico de los óxidos de nitrógeno y la formación de Ozono



El ozono, a su vez, puede formar compuestos orgánicos complejos en la atmósfera al reaccionar con alquenos para producir compuestos que al igual que el ozono causan irritación en los ojos y el tracto respiratorio. Pruebas con voluntarios han mostrado que exposiciones de 30 ppm en forma intermitente durante dos semanas provocan dolor de cabeza, en el pecho y dificultad para respirar.

El *smog* fotoquímico en la actualidad representa uno de los mayores problemas de contaminación en las grandes ciudades con alto flujo vehicular y fuerte radiación como es la de México, Los Ángeles y Nueva York en época de calor. En los lugares en donde se ha suprimido el plomo para mejorar el octanaje de las gasolinas, se ha adicionado una serie de **compuestos orgánicos** que realizan la misma función del plomo, pero a su vez intervienen en la formación de *smog fotoquímico*. (Hilborn 1990).

## 5. Los Hidrocarburos

Hidrocarburos: Como su nombre lo indica, son compuestos constituidos principalmente por carbono e hidrógeno. Son los componentes principales de combustibles como la gasolina y el petróleo. La gran variedad de hidrocarburos emitidos a la atmósfera por fuentes naturales y artificiales es tan alta que es muy difícil medirla o estimar el grado de emisión de cada una de ellas. (Manahan 1998).

Entre las fuentes naturales de hidrocarburos tenemos la emisión de metano de pantanos y arrozales y los terpenos provenientes de la vegetación, como las más importantes. De entre las fuentes antropogénicas, las más importantes son la combustión incompleta de las gasolinas y la evaporación de la misma, seguida por las actividades industriales de refinación y petroquímica y de la evaporación de productos químicos utilizados en pinturas, tintorerías y producción de químicos. En general, se ha estimado que la vida media de la mayoría de los hidrocarburos en la atmósfera es del orden de días a meses, mientras que la del metano es del orden de años.

El hidrocarburo más común en la atmósfera es el metano, pero como su fuente principal es natural y para todos los efectos química- mente inerte, no se incluye en los hidrocarburos contaminantes del aire y su concentración se sustrae de las concentraciones medidas en las zonas urbanas.

Otro término utilizado en la actualidad para gases y vapores orgánicos es el de "compuestos orgánicos volátiles", que se determinan sustrayendo metano, etano y los clorofluorocarbones, en forma de gas y vapor, de la emisión total de hidrocarburos.

### 5.1. Hidrocarburos no-metano (HC)

Las existencias de hidrocarburos en la atmósfera incluyen hidrocarburos no quemados y otras especies formadas durante la combustión, así como los compuestos orgánicos volátiles (*COV*) derivados de la fabricación, almacenamiento y aplicación de solventes y pinturas. Otros procesos donde se emiten son la manufactura química, la refinación del petróleo y la operación metalúrgica. Para fines de evaluación de la contaminación del aire, de este grupo se excluye el metano porque a pesar de que su concentración en áreas urbanas es usualmente cinco veces mayor que la del resto de los hidrocarburos en conjunto, éste no es un contaminante importante en virtud de que no es tóxico ni reactivo bajo condiciones normales.

En la **tabla 5.1** se enlistan los hidrocarburos que comúnmente se encuentran en el aire ambiental., (además de los HAPs que hemos detectado en las diferentes fracciones colectadas en un secuenciador tipo cascada Hi-Vol, Sierra-Andersen-ver resultados).

#### 5.1.1. Los hidrocarburos alifáticos.

Consisten en cadenas lineales Y ramificadas de átomos de carbono unido con átomos de hidrógeno, tanto saturadas como insaturadas que pueden presentar reacciones de oxidación y sustitución. Forman una fracción importante de los hidrocarburos del petróleo -entre el 10 y 50% (Poulicek, 1994), son ejemplos el gas butano doméstico y el octano de la gasolina (Clark y Brown. 1977).

Su estado depende del número de átomos de carbono que poseen, de tal forma que menos de 5 átomos por molécula usualmente son gases a temperatura ambiente (ej. metano). Entre 5 y 15 átomos de carbono usualmente son líquidos y más de 15 átomos son sólidos (**Doerffer 1992, Manahan 1997, Manahan 1998**).

En los organismos son constituyentes traza. Además de los alcanos propios de los organismos, también existen los derivados por reacciones de otros compuestos, siendo una fuente probable de hidrocarburos de menos de 20 átomos de carbono en su cadena los ácidos grasos. Los ácidos palmítico (n C16) y esteárico (n C18) son comunes en los organismos incluyendo bacterias y plancton (**Tissot y Welte 1978**).

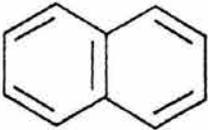
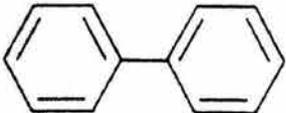
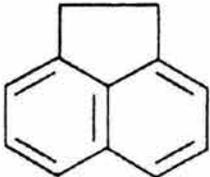
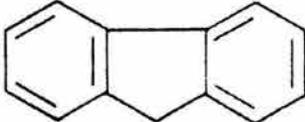
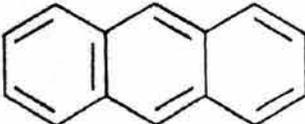
## **5.2. Los hidrocarburos aromáticos policíclicos, HAPs**

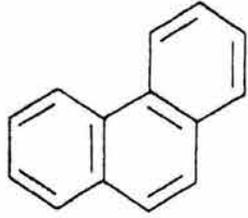
Por otra parte y ejemplificando con el derrame de más de 200,000 barriles de petróleo crudo por el tanque petrolero *Exxon Valdez* en Prince William Sound, Alaska (**Hagar 1989, Shaw et al, 1978**), así como también otros pequeños derrames en Texas, Rhode Island, y en la Bahía de Delaware (**Anónimo, 1989**) y en otros lugares más de la Tierra. *Se ha reenfocado la atenuación hacia el problema de la contaminación del ambiente (tanto atmosférica como acuática y terrestre) por hidrocarburos.*

Se ha estimado que la producción global anual de petróleo es entre 1.7 y 8.8 millones de toneladas métricas, la mayoría de las cuales son de fuentes antropogénicas (**National Academy of Sciences 1985**). La biodegradación de hidrocarburos por poblaciones naturales de microorganismos representan uno de los principales mecanismos por los cuales el petróleo y otros hidrocarburos contaminantes son eliminados del ambiente (**National Academy of Sciences 1985**).

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos, HAP, son homólogos del Benceno, en los cuales tres o más anillos aromáticos están unidos en diferente configuración. Algunos HAPs están listados en las siguientes **tablas I** con sus nombres abreviados. Además en años recientes ha ido en aumento el estudio de las posibles relaciones de factores ambientales con alteraciones en la salud humana, comprobándose que el material orgánico particulado (MOP) induce en roedores principalmente ratones de laboratorio algún tipo de cáncer y que la fracción extractable del MOP que contiene a los HAPs es posiblemente la principal responsable de ocasionar cáncer (**Freudenthal y Jones 1976**) y algún tipo de mutaciones (**Aisberg et al., 1985**), aunque los hidrocarburos ácidos, básicos, neutros, alifáticos, oxidados y arenos también pueden promoverlas. (**Hoffman y Wynder 1977**).

Table 1  
PAH AND OTHER AROMATIC HYDROCARBONS

Structure	1957 I.U.P.A.C. name	Other names	Mol wt	Relative carcinogenicity <sup>a,b</sup>	Common liter. abbrev. (if any)
	Naphthalene	—	128	—	—
	Biphenyl	—	154	—	—
	Acenaph hene	—	154	—	—
	Fluorene	—	166	—	—
	Anthracene	—	178	—	—



Phenanthrene

-

178

-

-



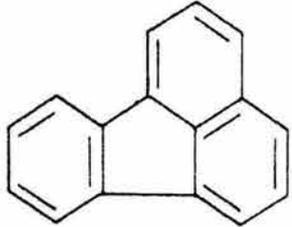
Pyrene

-

202

-

-



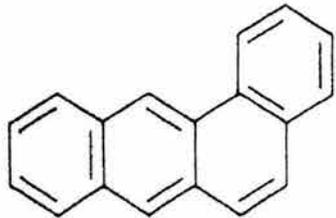
Fluoranthene

-

202

-

-



Benzo(a)anthracene

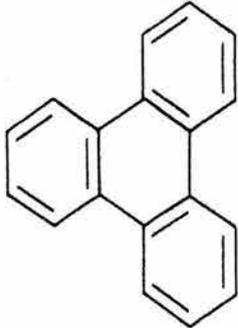
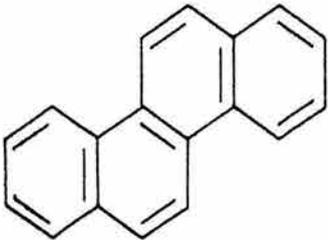
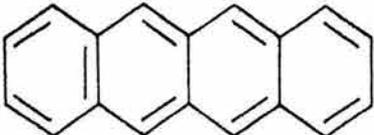
1,2 Benzanthracene

228

&lt; +

**B(a)A**

Table 1 (Continued)  
PAH AND OTHER AROMATIC HYDROCARBONS

Structure	1957 I.U.P.A.C. name	Other names	Mol wt	Relative carcinogenicity <sup>a,b</sup>	Common liter. abbrev. (if any)
	Triphenylene	—	228	—	—
	Chrysene	—	228	<+	—
	Naphthacene	Tetracene	228	—	—

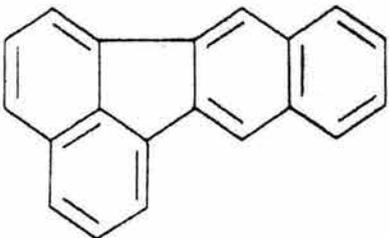
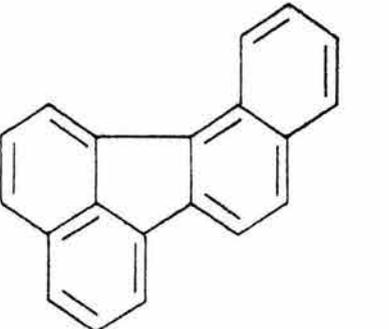
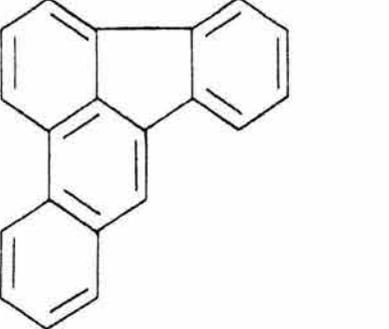
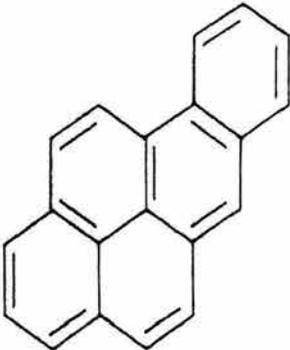
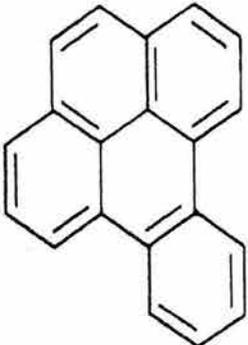
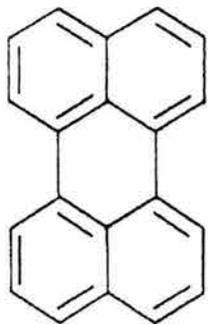
 <p>Benzo(k)fluoranthene</p>	11,12 Benzfluoranthene	252	-	B(k)F
 <p>Benzo(j)fluoranthene</p>	10,11 Benzfluoranthene	252	++	B(j)F
 <p>Benzo(b)fluoranthene</p>	3,4 Benzfluoranthene	252	++	B(b)F

Table 1 (Continued)  
PAH AND OTHER AROMATIC HYDROCARBONS

Structure	1957 I.U.P.A.C. name	Other names	Mol wt	Relative carcinogenicity <sup>a,b</sup>	Common liter. abbrev. (if any)
<p>5-32</p> 	Benzo(a)pyrene	3,4 Benzopyrene	252	++++	B(a)P
	Benzo(e)pyrene	1,2 Benzopyrene	252	<+	B(e)P

5-33



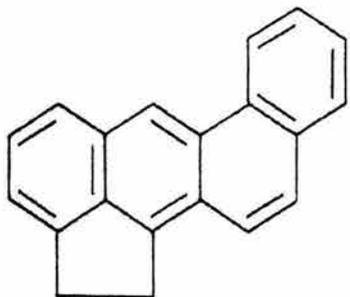
Perylene

-

252

-

-



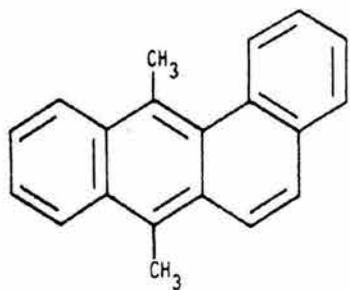
Cholanthrene

-

254

-

-



7,12 Dimethylbenz-(a)anthracene

7,12 Dimethyl-1,2-benzanthracene

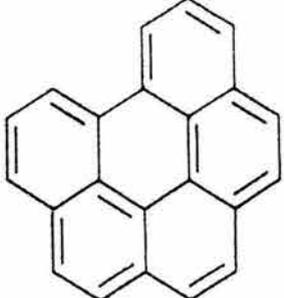
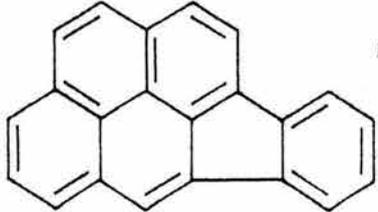
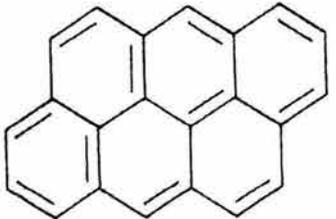
256

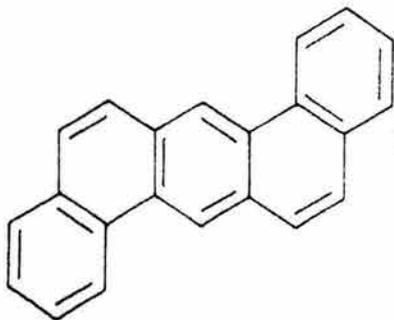
+++++

-

Table 1 (continued)  
PAH AND OTHER AROMATIC HYDROCARBONS

5-34

Structure	1957 I.U.P.A.C. name	Other names	Mol wt	Relative carcinogenicity <sup>a,b</sup>	Common liter. abbrev. (if any)
	Benzo(ghi)perylene	1,12 Benzperylene	276	—	—
	Indeno(1,2,3-cd)pyrene	o-Phenyleneperylene	276	+	IP
	Anthanthrene	—	276	<+	—



Dibenz(a,h)anthracene

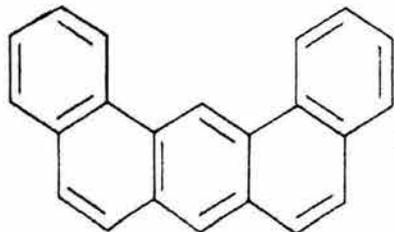
1,2,5,6 Dibenzanthracene

278

+++

-

5-35



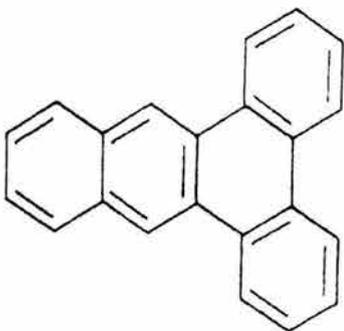
Dibenz(a,j)anthracene

1,2,7,8 Dibenzanthracene

278

-

-



Dibenz(a,c)anthracene

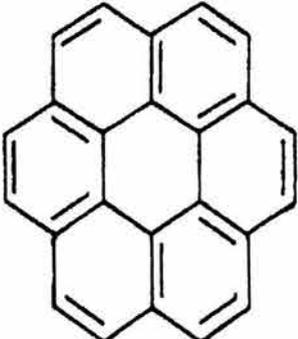
1,2,3,4, Dibenzanthracene

278

-

-

Table 1 (continued)  
PAH AND OTHER AROMATIC HYDROCARBONS

Structure	1957 I.U.P.A.C. name	Other names	Mol wt	Relative carcinogenicity <sup>a,b</sup>	Common liter. abbrev. (if any)
	Coronene	—	300	—	—

5-36

<sup>a</sup> Carcinogenicity values taken from reference 4, pp. 278-281 and reference 9.

<sup>b</sup> + + + + = extremely active, + + + = very active, + + + = active, + + = moderately active, + = weakly active, < means less than, - = inactive or unknown.

### 5.2.1. Efectos de los HAPs sobre la salud

Por muchos años se ha conocido que ciertos HAPs poseen propiedades carcinogénicas. En un informe presentado en una reunión de The Analytical Division of the London Chemical Society en febrero de 1978; (Rose, 1978) citó una referencia que data de 1932, que tiene conexión con la incidencia de cáncer por el Benzo[a] pireno, B[a] P, y con dibenzo [a, h] antraceno. El artículo de Rose, representa un breve bosquejo de los estudios de HAPs con actividad carcinogénica. Más recientemente en un volumen editado por Gelboin y TO'S (1978) se menciona una serie de estudios y aspectos de la actividad carcinogénica que presentan los HAPs. Además, los volúmenes 1 y 3 de Carcinogénesis- A Comprehensive Survey (Jones, 1976., Jones, 1978) revisten de los HAPs, su química, metabolismo y sus efectos carcinogénicos. Estos estudios tratan con pocos trabajos analíticos de los HAPs sobre el ambiente, pero representan mayor atención a los efectos estresantes biológicos de los hidrocarburos aromáticos policíclicos sobre la salud del hombre.

La mayoría de los estudios sobre la carcinogénesis de los HAPs se ha llevado a cabo con B[a]P, aunque el B[a] P y otros hidrocarburos han mostrado ser potentes agentes carcinogénicos y definitivamente nunca ha sido determinado que los niveles de HAPs encontrados en el agua potable sean perjudiciales o dañinos para la salud humana. (Manahan, 1998).

The World Health Organization en Europa recomienda que la concentración total de 6 específicos HAPs no exceda los 200 ng/l para aguas domésticas potables.

Los seis HAPs específicos son el fluoroanteno, benzo [b] fluoroanteno, benzo [k] fluoroanteno, benzo [a] pireno, benzo [ghi] perileno, y indeno [1,2,3-c,d] pireno.

Límites específicos no han sido establecidos en los U.S., pero la EPA (Agencia de Protección al Ambiente), ha reconocido varios HAPs como contaminantes prioritarios en el agua (Keith, 1979).

En los pasados 10 años la metodología aplicada al estudio de los hidrocarburos ha experimentado un rápido crecimiento y desarrollo. Mezclas de multicomponentes de hidrocarburos pueden ser ahora separados más eficazmente y ser detectados a niveles más bajos en su concentración, hablando de nanogramos y de pico gramos.

El perfeccionamiento en la selectividad de las fases estacionarias usadas en  *cromatografía de gases (CG)* ha contribuido a mejorar los estudios de análisis cuantitativos. *La CG con columnas capilares de alta resolución también han mostrado ser una fuerte herramienta para separar mezclas complejas de hidrocarburos de fuentes atmosféricas y acuáticas.*

Pott en 1775 atribuyó la formación de tumores malignos en humanos al estar en contacto prolongado con hollín o tizne de carbón, dando una base química propuesta para tener indicios de contraer algún tipo de cáncer dependiente de hidrocarburos (Pott, 1775.).

A final del siglo XIX, se describieron altos niveles de cáncer en la piel de trabajadores de refineries de parafina, del aceite de esquisto y fabricas de alquitrán de hulla.

Posteriormente el período de 1915-1918, científicos japoneses mostraron que al pintar repetidamente las orejas de los conejos de experimentación con alquitrán de la hulla provocaba la formación de tumores. Esto llevo al aislamiento en 1930 del benzo (a) pireno, un hidrocarburo aromático policíclico con actividad carcinogénica muy potente en animales de laboratorio, a su posterior síntesis y en al año de 1933, a su identificación como un nuevo compuesto químico (Cook *et al.* 1933). La fascinante búsqueda de los compuestos químicos carcinogénicos está documentada por Phillips (1983) en "Cincuenta años del benzo(a) pireno".

En 1930, Kennaway descubrió que él podía inducir tumores en la piel de ratones con un hidrocarburo aromático policíclico dibenzo [a, h] antraceno (Kennaway 1936).

Una conexión entre HAPs, la combustión y la inducción de cáncer fue finalmente establecida tres años después por Kook y colaboradores con el aislamiento del compuesto carcinogénico benzo [a] pireno a partir de extractos de alquitrán de hulla. (Cook 1933).

Más de 200 HAPs han sido ya encontrados en el ambiente tanto acuático como atmosférico, formándose primeramente como productos de la combustión de la materia orgánica. Muchos son mutagénicos y carcinogénicos.

Se sabe que el benzo (a) pireno no es el único compuesto químico con actividad carcinogénica presente en lugares y en ambientes contaminados, basta citar el trabajo realizado por **Barale et al, (1991)**, quienes establecieron las posibles relaciones en un grupo de quince compuestos aromáticos policíclicos encontrados en el material particulado suspendido en la ciudad de Spezia- Italia y encontraron que el ciclopentano c,d pireno (CPP) es un agente más mutagénico que el mismo Benzo (a) pireno, su concentración llega a ser aproximadamente de 8 a 15 veces mayor en ambientes urbanos debido a que es producto preferentemente de la combustión de gasolinas, por lo que lo proponen como indicador del nivel de contaminación por fuentes móviles vehiculares.

Concerniente sobre el potencial de los efectos biológicos adversos que presentan los hidrocarburos, y al exponerse a ellos con una alta frecuencia e incidencia, lo cual ha propiciado el desarrollo de cáncer no sólo en la especie humana. Esta incidencia de cáncer es observable principalmente en áreas urbanas e industriales (**U.S. National Academy of Science 1972 en Gelboin and Ts'O 1978**). Esto ha propiciado y alentado a las mentes científicas a desarrollar y generar una gran cantidad de investigación sobre las fuentes energéticas, modos de exposición y niveles ambientales de estos hidrocarburos. De esta investigación la determinación de los niveles de 13 hidrocarburos policíclicos son frecuentemente estimados. Ellos son el *pireno*, *fluoroanteno*, *benzo [a] antraceno*, *criseno*, *benzo [a] pireno*, *benzo [e] pireno*, *benzo [b] fluoroanteno*, *benzo [j] fluoroanteno*, *benzo [k] fluoroanteno*, *antraceno*, *benzo [ghi] perileno*, *indeno [123-c,d] pireno* y *coroneno*.

**Los 16 compuestos mencionados, fueron seleccionados bajo los siguientes criterios:**

- 1) Toxicidad.
- 2) Exposición a los humanos en forma potencial
- 3) Alta frecuencia de ocurrencia en los sitios de desechos.
- 4) Extensa información disponible.

**(U.S. Department of Health and Human Services Feb.,1994).**

Existe una gran base de datos derivada de los estudios de las áreas urbanas ubicadas alrededor del mundo y con una extensión de tiempo de los últimos 25 años y que concierne a los niveles de muchos de estos hidrocarburos en la atmósfera y en cuerpos de agua. (**U.S. Department of Health and Human Services Feb. 1994**).

Dieciséis HAPs (entre 2 y 6 anillos) han sido considerados como contaminantes prioritarios por la Organización Mundial de la Salud (VMO), la Comunidad Económica Europea (EEC), y la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos, debido a sus posibles efectos carcinógenos (**Menzie et al. 1992**). Algunos HAPs han sido vinculados directamente con efectos deletéreos a nivel de DNA en peces expuestos a éstos (**Varanasi y Gmur 1980**).

Otros autores como **Neff (1990)**, definen a los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos como un grupo de contaminantes que contienen átomos de carbono e hidrógeno con dos o más anillos bencénicos en su estructura. Siendo compuestos considerados como ubicuos en la naturaleza, originados fundamentalmente por fuentes antropogénicas, los cuales entran al medio acuático directamente por fuentes como el petróleo y/o por el largo transporte de partículas producidas por una combustión incompleta de hidrocarburos fósiles.

Los hidrocarburos Aromáticos Policíclicos son encontrados en un tamaño de partícula submicrómica. DeMaio y Corn mostraron que el más del 75% del *benzo [a] pireno* y otros varios HAPs medidos en el aerosol de Pittsburgh estaban asociados con un radio de tamaño de partícula menor de 2.3 µm (**DeMaio 1966**).

Mediciones hechas en otros lugares están en concordancia, revelando también un tamaño medio para estos hidrocarburos de submicrómetros, la mayoría de HAPs están asociados a un tamaño de partícula por debajo de los 3.0µm (**Pierce 1975., Albagli 1974., Kertész-Sáringier 1971**). En una serie de mediciones hechas en Toronto, Canadá, Pierce y Katz encontraron que la distribución del tamaño de partícula para los HAPs es dependiente de la estación, sitio, y fuente relevante de emisión (**Pierce 1975**).

Aproximadamente el 85-90% (en Invierno) y del 70-85% (en Verano) del total del contenido de **hidrocarburos** estuvieron asociados con un **diámetro de partícula menor de 5.0  $\mu\text{m}$** . El contenido de **HAP se incrementa substancialmente en un rango de tamaño de 1-3  $\mu\text{m}$**  durante los meses de Invierno.

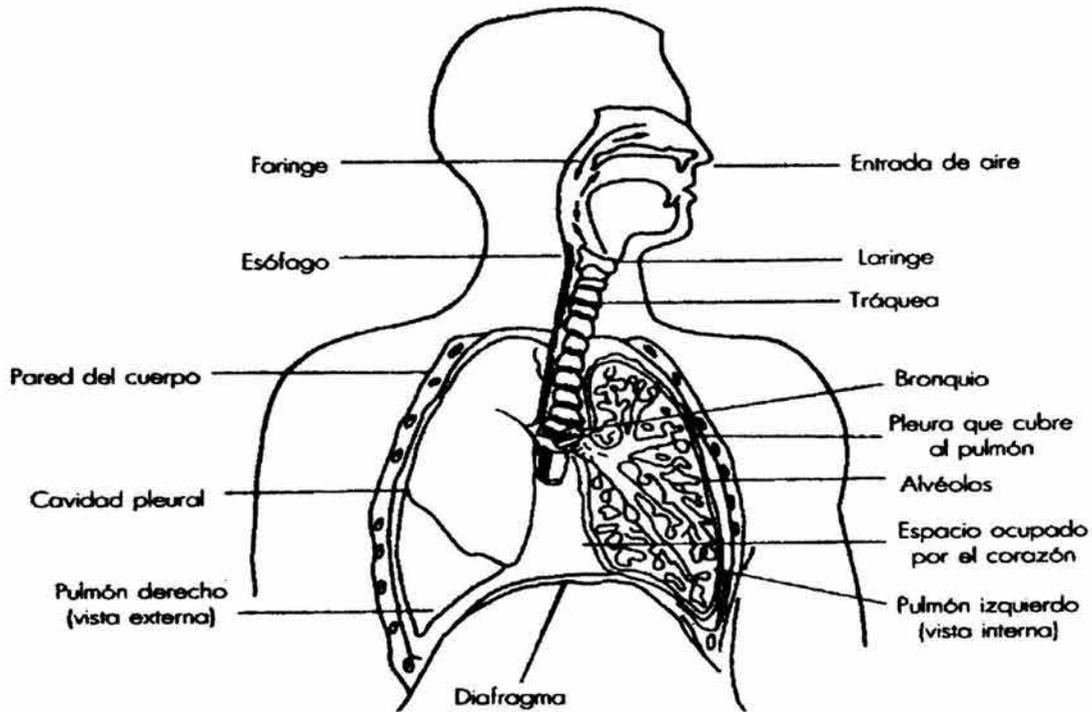
Las fuentes de hidrocarburos son productos universales de la combustión de la materia orgánica. La formación durante la combustión de una amplia variedad de materiales ha sido estudiada y examinada. Especies policíclicas son formadas o producidas en el fuego y se derivan a lo largo de las cadenas alifáticas y por sustituciones. Blumer hace poco sugirió que el hollín formado durante los fuegos difiere de los que es formado de las fuentes antropogénicas y que aquel contiene altas proporciones de HAPs alquilados (Blumer 1975).

Es atribuible esto a las bajas temperaturas de combustión que se generan durante los fuegos naturales. De interés, la combustión del tabaco y la marihuana produce también y en forma acentuada altas concentraciones de **HAPs alquilados**. (Lee 1976).

Las temperaturas de combustión de los cigarros alcanzan a lo mucho los 860 °C llevándose a cabo pirolisis durante la combustión. La combustión ineficiente del carbón, carbón de hulla, fuego de basura, de desperdicios, hornos residenciales (chimeneas) y estufas de coque, son las fuentes energéticas más grandes en la producción de HAPs y juntas contribuyen un total de más o menos un 87% del total de hidrocarburos. (Pupp 1974).

Parte del producto de la combustión incompleta que se lleva a cabo en motores de combustión interna, procesos industriales, servicios domésticos, fuentes naturales (incendios forestales, vulcanismo), lluvia ácida erosión cólica y servicios domésticos entre otros, **generan contaminantes gaseosos, aerosoles y material particulados a estos dos últimos, sobre todo material orgánico no biogénico (fracciones poco polares y no polares) se les ha presentado una mayor atención en los últimos 30 años ya que hay evidencias substanciales de su existencia, permanencia y de que contenido absorbido y adsorbido sobre el material particulado y siendo parte de atmósferas urbanas, albergan compuestos químicos de alto riesgo para salud humana y afectando de manera igual a ecosistemas donde habitan otro tipo de organismos, entre los que destacan los HAPs por su potencial mutagénico y posiblemente carcinogénico, por lo que es necesario llevar a cabo un análisis cuantitativo y cualitativo del material particulado suspendido en la atmósfera de la Ciudad de México y dar a conocer sus niveles de concentración.**

En las partículas atmosféricas generados en ambientes naturales, industriales y urbanos se han detectado hidrocarburos aromáticos policíclicos, siendo de especial atención e interés aquellas  $\leq 10 \mu\text{m}$  (todas las partículas finas y sólo una parte de las ordinarias) ya que son precisamente las que pueden ingresar al sistema respiratorio y alcanzar no sólo bronquios, bronquiolos, sino llegar hasta alvéolos pulmonares (Chips y Fisher 1980) (Figura. 5.1).



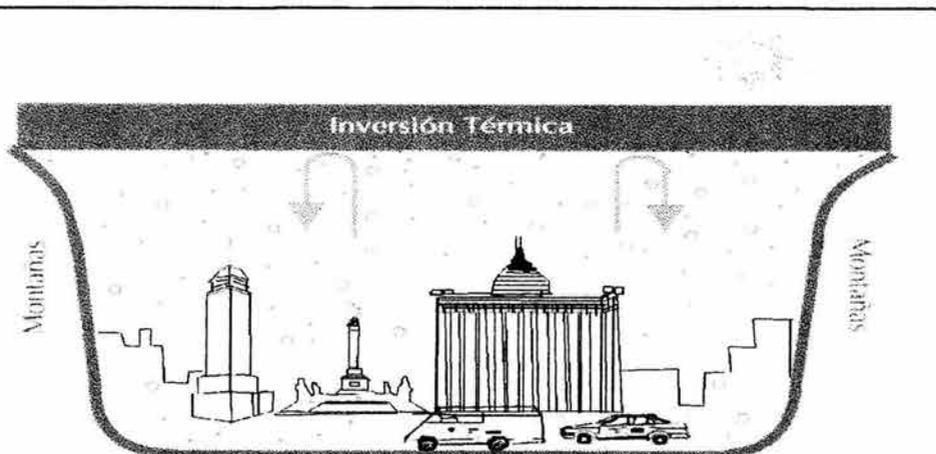
**Figura 5.1 El sistema respiratorio humano.**

### 5.3. Los HAPs y las inversiones térmicas

Ahora por experiencias preliminares en la Ciudad de México, se ha demostrado la presencia de HAPs como constituyentes del aerosol y nebluno atmosférico, que diariamente se observan, incrementándose los niveles de éstos en la estación de invierno, (época de sequía), baja intensidad de luz ultravioleta y por ende escasa foto descomposición y por las bajas temperaturas que forman masas de aire frío, generando inversiones térmicas y capturándolos en la troposfera (15 Km. desde el nivel del mar).

En el Valle de México ocurren frecuentes inversiones térmicas que propician el estancamiento de los contaminantes. Las inversiones térmicas son un fenómeno natural que ocurre durante las primeras horas de la mañana debido al enfriamiento de la superficie del suelo. (Figura 5.2)

**Figura 5.2 Estancamiento de Contaminantes**



La capa de aire que se encuentra en contacto con esta superficie adquiere una temperatura menor que las capas superiores, por lo que se vuelve más densa y pesada.

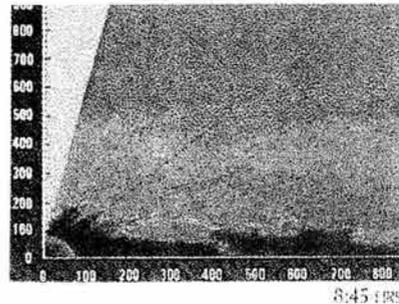
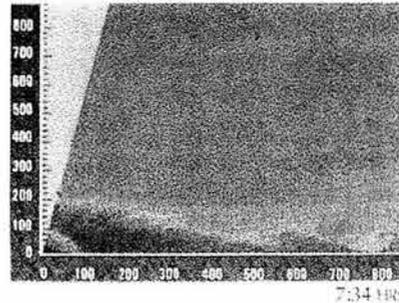
Las capas de aire que se encuentran a mayor altura y que están relativamente más calientes actúan entonces como una "tapa" que impide el movimiento ascendente del aire contaminado.

Bajo la influencia del sol, la superficie del suelo y del aire adyacente aumentan de temperatura durante la mañana, por lo que el aire caliente tiende a ascender permitiendo el rompimiento de la inversión térmica, lo que permite nuevamente la ventilación vertical de la atmósfera.

Al encontrarse dentro de la región central del país, nuestro Valle está sujeto también a la influencia de sistemas anticiclónicos, generados tanto en el Golfo de México como en el Océano Pacífico.

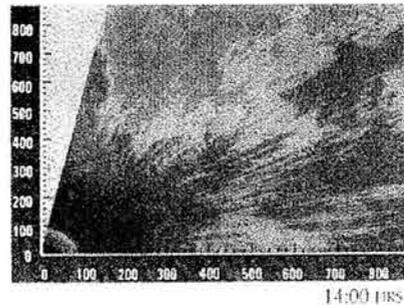
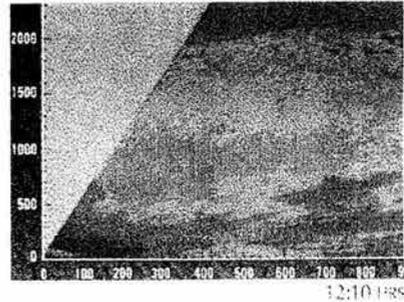
Estos sistemas que ocurren con mayor frecuencia durante el invierno, ocasionan que la atmósfera se estabilice, causando la inhibición del mezclado vertical del aire que ayuda a la depuración de la atmósfera.

El Valle de México se encuentra a una altura de 2,240 metros, por lo que su contenido de oxígeno es 23% menor que al nivel del mar. Esta deficiencia de oxígeno hace que los procesos de combustión interna sean menos eficientes y más contaminantes. (Figura 5.3.)



#### ROMPIMIENTO DE LA INVERSIÓN TÉRMICA

Estas imágenes muestran el proceso de rompimiento de la inversión térmica en el Valle de México. Para su obtención, el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) utilizó un rayo láser de-arcollado por el Laboratorio Nacional de Las Alamos, que permite detectar la presencia de partículas contaminantes en la atmósfera. El color rojo de las imágenes indica una alta concentración de partículas o aerosoles, el azul una atmósfera limpia. En las primeras horas del día las partículas se observan concentradas a la superficie. Con la presencia de la luz solar y de intensos procesos de combustión, la inversión se rompe con un patrón turbulento y una distribución geográfica desigual.



Además, la alta radiación solar de la que disfrutamos incrementa el potencial de la atmósfera de nuestro Valle para la formación del ozono a partir de sus precursores (los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos). En comparación con Los Ángeles (la ciudad estadounidense con el problema de ozono más persistente) la atmósfera de la Ciudad de México es 40% más reactiva, de acuerdo con estudios realizados por el Instituto Mexicano del Petróleo (**La contaminación en el valle de México 1988-1994**) lo que significa un mayor potencial para la formación de ozono.

#### 5.4. Transporte y concentración en el ambiente atmosférico.

Una división puede ser hecha entre los hidrocarburos tetracíclicos, más volátiles, los cuales son más gaseosos en la atmósfera, y los hidrocarburos pentacíclicos y menos volátiles, los cuales están asociados con la materia particulada que es aerotransportable (Pupp 1974).

La concentración en HAP son observables durante las variaciones estacionales, encontrándose los niveles más altos durante los meses de Invierno (Pierce 1975., Sawicki 1962).

Las altas concentraciones de hidrocarburos encontrados en los meses de Invierno, debieron ser o pudieron ser debido en parte, al incremento del manejo y uso de los combustibles fósiles y las bajas proporciones de eliminación de los HAPs por la atmósfera. Hauser y colaboradores llegaron a conclusiones similares basado en un aumento de la razón *BaP: Coroneno* y *BaP: benzo [ghi] perileno*, siendo esto un indicativo de los incrementos en la quema del carbón de hulla. (en Birmingham Area) (Hauser, unpublished report).

Similarmente incrementos de las proporciones de *BaP: HAP* se encontraron en Los Ángeles durante el Invierno (Gordon 1976). El coroneno esta bien correlacionado con la densidad de tráfico y sirve como "trazador" del movimiento y aumento vehicular en esta ciudad

Los hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP) están relacionados o emparentados con los árenos que son hidrocarburos alifáticos-aromáticos, y se conoce que están ampliamente distribuidos en el ambiente atmosférico. Algunos de estos componentes son carcinogénicos para los animales de experimentación, y has sido asociado con la incidencia de varios tipos de cáncer en el ser humano (Pierce 1975, Giger 1978).

Ya que la mayoría de los HAPs son absorbidos en la materia particulada, el gran incremento del efecto carcinogénico como el del *benzo (a) pireno* cuya incorporación en la materia particulada substancialmente inerte y de un tamaño pequeño y respirable es creíble ser transportada a través de la vías aéreas superiores y de aquí hacia los bronquios, bronquiolos y alvéolos pulmonares.

En los avances tecnológicos con respecto al incremento de la eficiencia en la quema de combustibles fósiles y sobre el control técnico de las emisiones de partículas y gases desde las fuentes de descarga y vehiculares ha permitido un decremento de emisiones de partículas grandes y no respirables, pero también esta tecnología pudiera guiar a un aumento en el número de partículas cuyo rango de tamaño sea más pequeño y respirable. Las partículas respirables pueden ser definidas como aquellas partículas con un diámetro aerodinámico por debajo de los 5.0  $\mu\text{m}$  que son depositadas en el tracto respiratorio humano (Pierce 1975).

## 6. Aerosoles Atmosféricos

Según Finlayson y Pitts (1986), el problema de la contaminación del aire se puede describir como un sistema de tres componentes:

FUENTE	ATMOSFÉRA	RECEPTORES
<i>Emisión de contaminantes</i>	<i>Combinación y Transformación química</i>	<i>Efectos</i>

Los contaminantes como ya fue mencionado pueden ser clasificados por su origen como:

1. *Primarios*, emitidos directamente hacia la atmósfera desde las fuentes productoras.
2. *Secundarios*, formados en la atmósfera por interacciones químicas de los contaminantes primarios y constituyentes atmosféricos normales.

En las áreas rurales y en las urbanas la composición del material particulado puede ser de origen diverso: biológico (polen, bacterias, algas, amibas de vida libre, materia orgánica en descomposición), físico (erosión eólica) y química (combustión de materiales inflamables, madera, materia orgánica e inorgánica, (derivados del petróleo). Las principales fuentes de contaminación no sólo de hidrocarburos son divididas en dos categorías: fijas y móviles (Tabla 6.1)

La cantidad de HAPs liberados de cualquier proceso depende de las materias primas y de eficiencia de la combustión, por lo tanto, en un proceso dado y bajo ciertas circunstancias, es posible que se produzca una cantidad específica e invariable de HAPs, lo cual permite establecer un factor de emisión relativo. En el caso de las emisiones industriales o estacionarias, este factor puede ser expresado por el peso del HAP por toneladas de producto y para las fuentes móviles como microgramos de HAP entre kilogramo de combustible consumido (Björseth y Ramdahl 1985).

Es importante hacer notar que el conocimiento de los procesos fisico-químicos de las partículas y gases que son emitidos por fuentes contaminantes, y la dinámica de su evolución, es aún muy pobre y se requiere del desarrollo de proyectos serios de investigación que generen el conocimiento detallado y predictivo del origen y evolución de los contaminantes. Este aspecto debe ser obviamente complementado por el estudio del efecto que causa en la salud estar expuesto a diferentes tipos de contaminantes, lo cual, depende de los tipos de aerosoles atmosféricos y de sus tamaños

Por aerosoles atmosféricos entendemos la colección de partículas tanto sólidas como líquidas que se encuentran suspendidas en los gases atmosféricos. Los gases que forman la atmósfera pueden ser divididos en dos grupos: aquellos que no cambian apreciablemente su concentración como son nitrógeno ( $\text{N}_2$ ), oxígeno ( $\text{O}_2$ ), argón(a), neón (Ne), helio(He), kriptón(kr), hidrógeno( $\text{H}_2$ ) y xenón (Xe) principalmente, y los que pueden cambiar rápidamente y que son en muchos casos productos de la contaminación: ejemplos de éstos son: bióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ), óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), y compuestos orgánicos volátiles productos tanto por vehículos automotores como por procesos industriales.

En presencia de radiación solar ocurren reacciones fotoquímicas que dan lugar a ozono ( $\text{O}_3$ ), ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) y ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ).

Los aerosoles se forman principalmente por un proceso de conversión de gas a partículas. Un ejemplo se presenta en el proceso de combustión, el cual comúnmente contiene vapores con temperaturas de ebullición bajas. Estos vapores se condensan fácilmente en gotas o directamente en partículas sólidas en zonas cercanas a donde fueron emitidos los gases.

El tamaño de partículas que encontramos en la atmósfera varía típicamente de  $0.01\mu\text{m}$  a  $0.1\text{ mm}$ . de diámetro (el cabello humano tiene un diámetro aproximado de  $0.1\text{ mm}$ ).

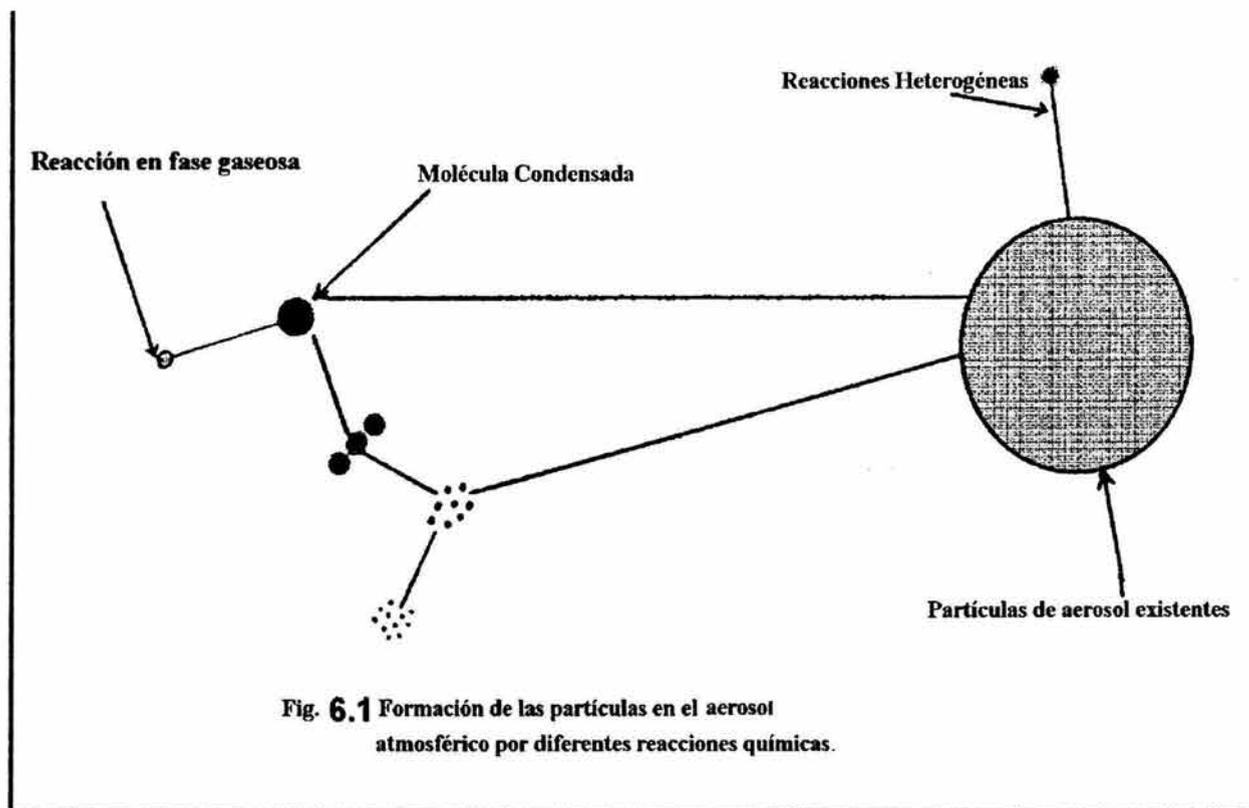


Fig. 6.1 Formación de las partículas en el aerosol atmosférico por diferentes reacciones químicas.

Debemos notar que en realidad existen muchos tipos de contaminantes atmosféricos. Nos han acostumbrado a los habitantes de la zona metropolitana del valle de México a pensar que el ozono es prácticamente el único contaminante que presenta riesgos para la salud; pero si bien este representa un problema serio, *existen otros tipos de contaminantes que posiblemente sean de mayor riesgo y son los que se conocen en forma genérica como "partículas suspendidas"*.

Estas se encuentran formadas por una gran *cantidad de aerosoles de composición química muy diversa y rango amplio de tamaño. Algunas de ellas han sido catalogadas como cancerígenas o carcinogénicas. A pesar de su alto riesgo, se conoce muy poco de sus propiedades.*

En el aerosol de atmosféricas urbanas y rurales, existen concentraciones arriba de  $10^8$  partículas/cm<sup>3</sup> de aire, las cuales pueden secuestrar material orgánico como inorgánico, también adsorbiendo y/o absorbiendo hidrocarburos alifáticos o HAPs. Estas partículas pueden tener diámetros entre  $0.002\mu\text{m}$  y  $100\mu\text{m}$ . En general las más pequeñas se generan por procesos antropogénicos mientras que las más grandes corresponden al tamaño de la brizna y de la arena fina; éstas son tan grandes que se precipitan muy rápido y por lo tanto no se mantienen suspendidas durante períodos de tiempo significativos.

**TABLA 6.1****Fuentes de emisión de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)****Fuentes Fijas**

1. Calentamiento doméstico	Hornos
	Chimeneas
	Estufas de madera
	Estufas de carbón
	Quemadores de gas
2. Industria	Producción de coque
	Producción de carbón
	Fraccionamiento catalítico del petróleo
	Producción de asfalto
	Fundición de aluminio
	Industria de hierro aleaciones

**Fuentes de emisión de los hidrocarburos aromáticos policíclicos**

3. Generación de energía y calor	Centrales eléctricas de combustoleo y carbón
	Centrales eléctricas de madera y turba
	Calderas industriales y comerciales
4. Incineración y quema al aire libre	Incineradores municipales e industriales
	Incineración de basura
	Incendios forestales
	Incendios de inmuebles
	Incendios agrícolas
	Tabacos

**TABLA 6.1****Fuentes Móviles**

Automóviles con ingeniería para gasolina
Automóviles con ingeniería para diesel
Uso de llantas de hule
Aeroplanos
Barcos

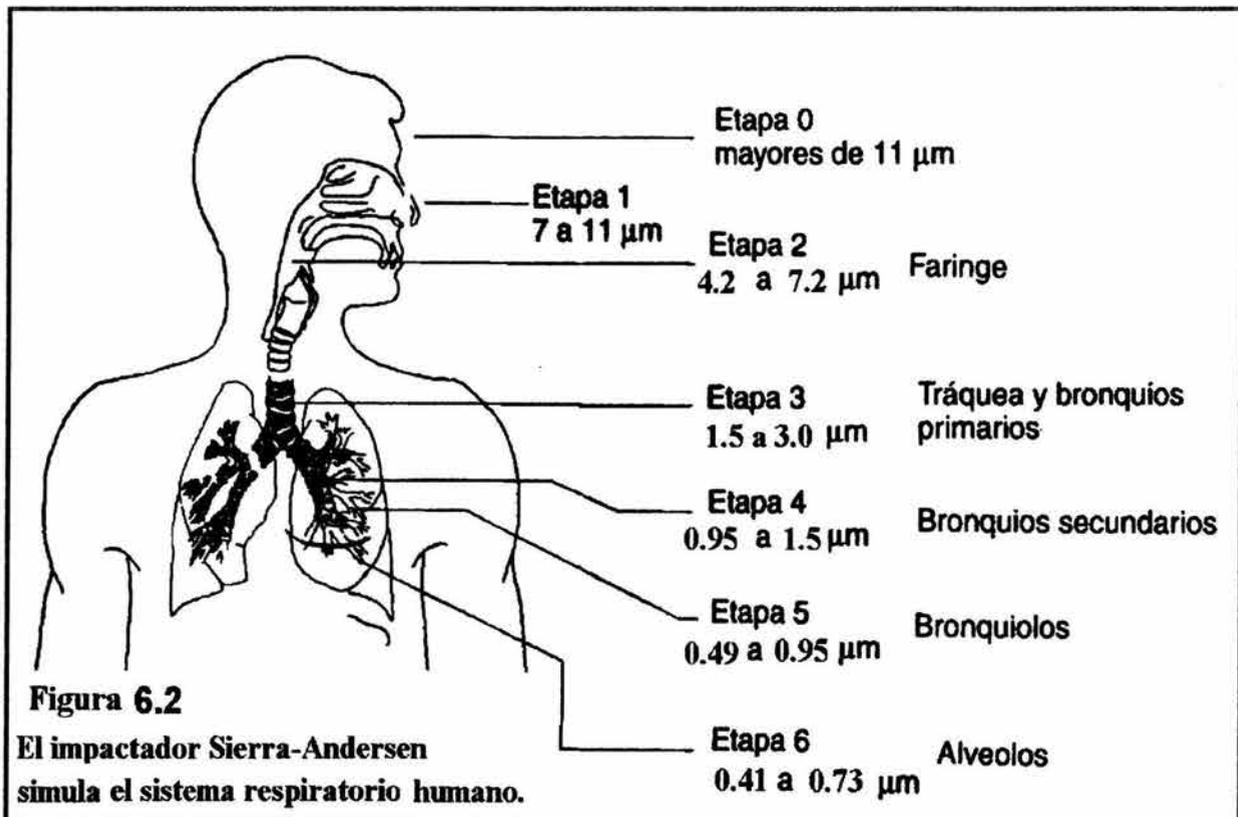
Existen partículas más grandes producidas en la atmósfera (por ejemplo, las gotas de la lluvia de  $\approx 1$  mm y la neblina de  $\approx 1-20$  mm), que por su tamaño y tiempo de residencia no se consideran partículas suspendidas o aeropartículas (Finlayson-Pitts y Pitts 1986).

La concentración de las partículas, la masa, el tamaño, la composición química y las propiedades aerodinámicas y ópticas, juegan un papel importante en los procesos atmosféricos. De todas éstas características, tamaño es una de las más importantes, no solamente refleja la naturaleza de la fuente sino también se relaciona con los daños a la salud (Bates *et al.* 1966), y con efectos antiestéticos y climáticos debido a las propiedades de dispersión de la luz, el tamaño de las partículas atmosféricas, se puede mencionar en términos del radio o del diámetro de una esfera, sin embargo en la naturaleza, éstas tienen formas irregulares por lo que el diámetro o el radio geométrico no son muy importantes. La manera de describir el tamaño de tales partículas es esencial ya que de este dependen las propiedades importantes como el volumen, la masa y velocidad de asentamiento. En la práctica, el tamaño de las partículas de forma irregular se expresa en términos de algún tipo de diámetro *equivalente* o *efectivo* que depende de una propiedad física más que de una geométrica.

Uno de éstos valores es el diámetro aerodinámico, particularmente útil debido a que facilita la determinación del tiempo de residencia en la atmósfera y por lo tanto permite hacer consideraciones sobre las diversas regiones del sistema respiratorio en las cuales pueden depositarse las partículas de diferentes tamaños (Figura. 6.2), el diámetro aerodinámico efectivo ( $Da$ ) está dado por la siguiente ecuación:

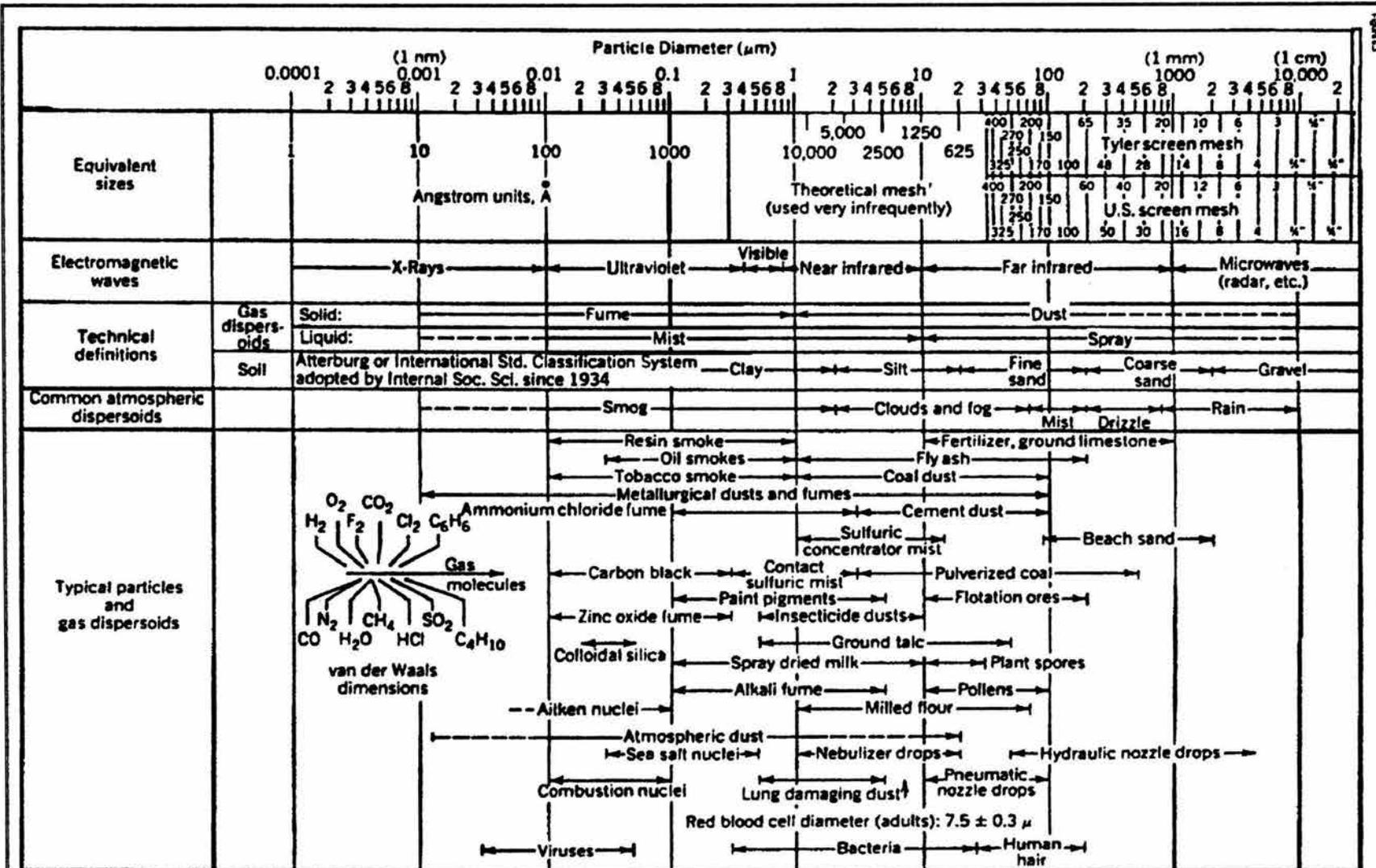
$$Da = Dgk \frac{\rho_p}{\rho_0}$$

Donde  $Dg$  es el diámetro geométrico de la partícula,  $k$  es un factor de forma y es igual a uno cuando la partícula es esférica,  $\rho_p$  es la densidad de la partícula en cuestión sin considerar los fenómenos de flotación en el aire y  $\rho_0$  es la densidad de una partícula ( $1\text{mg}/\text{cm}^3$ ) (Finlayson-Pitts y pitts 1986).



La figura 6.3 muestra algunas de las características de las partículas y de los aerosoles encontrados tanto en atmósferas urbanas como industriales.

Figura 6.3



Partes

6-47

Algunas características de las partículas y aerosoles en atmósferas ambientales e industriales (Lapple 1961)

Las partículas con  $D \leq 2.5 \mu\text{m}$  son identificadas como *finas* y las  $D \geq 2.5 \mu\text{m}$  como *ordinarias*. Las finas generalmente abarcan a la mayor cantidad de partículas suspendidas totales y a una gran fracción de la masa pueden ser subdivididas en partículas con  $D \leq 0.08 \mu\text{m}$  conocido como el intervalo nuclear de Aitken o intervalo transitorio y las de diámetro entre 0.08 y 1.0-2.5  $\mu\text{m}$  que es el intervalo de acumulación. La Figura 6.4 muestra estos tres intervalos así como las principales fuentes y los procesos de eliminación para cada uno.

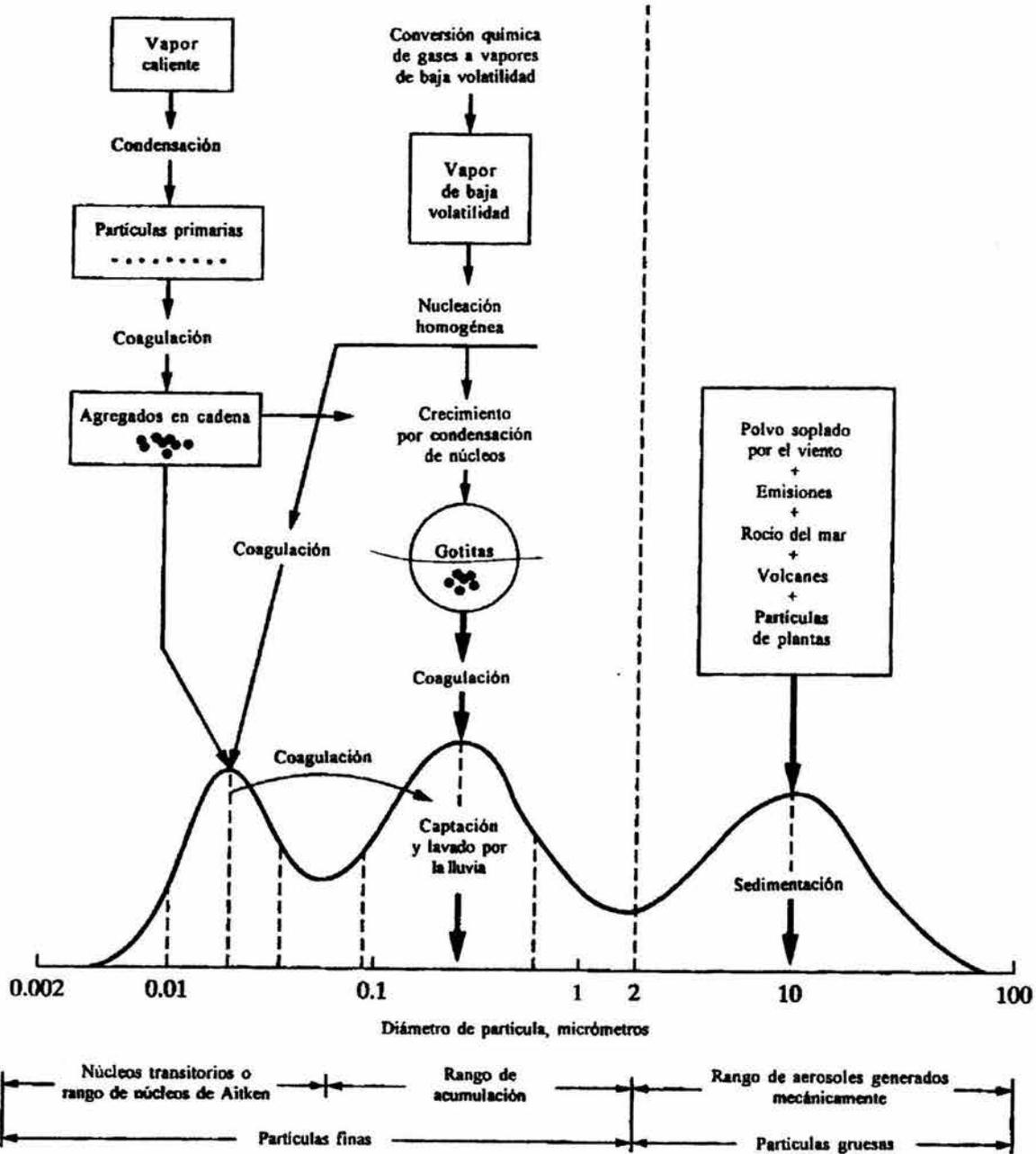


Figura. 6.4 Estimación de la distribución de las partículas, respecto al área superficial, mostrando los procesos de inserción y depuración en la atmósfera, según Whitby 1975.

Las partículas con  $D \geq 2.5 \mu\text{m}$ , son producidas generalmente por procesos mecánicos de trituración, erosión, viento y se asientan principalmente por sedimentación, excepto en los días airosos donde la precipitación es balanceada con la entrada y salida del aire que empuja el y viento su origen puede ser físico (por ejemplo, metales, sales inorgánicas) o biológico (por ejemplo, polen, algas, esporas, artrópodos, amibas de vida libre, etc.) (Finlayson-Pitts y Pitts 1986).

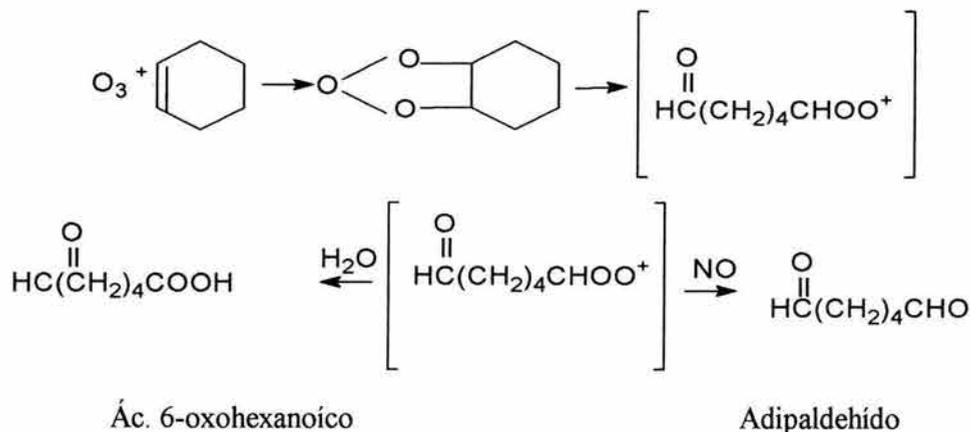
Las partículas con  $D \approx 0.08$  a  $\approx 2.5 \mu\text{m}$  representan sólo el 5% de la cantidad total de partículas, pero el 50% de la masa total del aerosol, éstas surgen generalmente de la condensación de vapores de baja volatilidad inmediatamente después de los procesos de combustión y por la coagulación de algunas más pequeñas ya sea entre ellas mismas o con otras más grandes. (Pistikopoulos *et al.* 1990). Debido a la naturaleza de su fuente, éstas contienen muchos más compuestos orgánicos (cadenas de hidrocarburos, hidrocarburos aromáticos policíclicos, arenos, y orgánicos con azufre, nitrógeno y oxígeno) que las partículas ordinarias cuyo origen puede no ser antropogénico (Hanh 1980) además de inorgánicos solubles, tales como  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ . Debido a su tamaño, su velocidad de eliminación de la atmósfera es muy lenta y se da por la incorporación a gotas de niebla seguidas por una precipitación pluvial que las deposita en la superficie por medio de la difusión de Eddy y de la advección (Finlayson-Pitts y Pitts 1986), esto provoca que sus tiempos de vida media sean mayores que las partículas ordinarias, lo que aunado a los efectos sobre la visibilidad, la penetración y almacenamiento en el tracto respiratorio, las hacen de gran interés para la biología y química atmosférica. (Ver Figura. 6.2).

Las partículas más pequeñas ( $D \leq 0.08 \mu\text{m}$ ) conocidas como el intervalo nuclear de Aitken, surgen tanto de la conversión de los gases a partículas a temperatura ambiente como de los de combustión donde se forman vapores calientes sobresaturados que sufren una condensación subsiguiente (Finlayson-Pitts y Pitts 1986). Estas partículas actúan como núcleos durante la condensación de especies gaseosas con baja presión de vapor, propiciando crecimiento en el rango de acumulación, alternativamente éstos núcleos pueden crecer más por coagulación. El tiempo de vida media de éstas partículas es corto, algunas veces del orden de minutos debido a su rápida coagulación.

Los contaminantes atmosféricos contenidos en los aerosoles involucran gran cantidad de compuestos asociados que pueden ser dañinos a la salud. En los estudios de las partículas suspendidas, se ha encontrado que contienen una enorme cantidad de sustancias tóxicas. Se ha comprobado que el daño genético causado por la exposición a éstas y en particular se ha enfocado la atención a los agentes químicos que se sospecha sean mutagénicos y/o carcinogénicos, por lo tanto son de interés tanto la caracterización química como los estudios acerca de los daños que causen para la humanidad.

La formación del material particulado secundario por medio de reacciones químicas en la atmósfera puede ocurrir por diferentes mecanismos (ver figura. 6.1):

1) La reacción de gases que constituye productos de baja presión de vapor por ejemplo, la reacción de cicloalquenos con ozono que da compuestos oxigenados polifuncionales, los cuales se combinan con otras moléculas que integran nuevas partículas:



2) Las reacciones de los gases sobre la superficie de las partículas ya existentes que generan productos condensados, por ejemplo la reacción de  $\text{NO}_2$  ó  $\text{HNO}_3$  con las partículas de sal del mar forman  $\text{NaNO}_3$  y (3) las reacciones químicas en el mismo aerosol, por ejemplo, la oxidación de  $\text{SO}_2$  a sulfatos (**Finlayson-Pitts y Pitts 1986**).

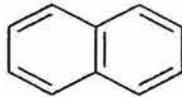
Ya que la presión de vapor de una sustancia sobre la superficie curva de una partícula es mayor que sobre una superficie plana (**Adamson 1973**), entre más pequeño sea el radio de una partícula, mayor será la presión de vapor sobre la superficie. Por lo tanto, la explicación a la nucleación homogénea con base en las primeras partículas pequeñas que tenderían a evaporarse rápidamente, es la creación de cúmulos moleculares que ocurren del choque entre las moléculas en la fase gaseosa. Cuando el sistema se sobesatura, la concentración de especies condensables se incrementa y se forman cúmulos, que crecen por la adhesión secuencial de moléculas hasta que alcanzan un diámetro crítico arriba del cual las partículas son estables y por abajo se evaporan (**Friedlander 1977**).

Se conoce que en cualquier proceso de combustión se emiten cantidades importantes tanto de gases como de partículas, éstas últimas pueden asociarse o estar constituidas por diversas sustancias, entre ellas los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), de los cuales los de cinco anillos n o más están en forma particulada, los de tres y cuatro anillos en ambas fases y aquellos de dos en forma gaseosa (**Lee y Shuetzle 1983**).

Estos y sus análogos heteroátomos se originan por la combustión incompleta de materia orgánica, por ejemplo carbón, aceite, madera, diesel, gasolina etc. Las principales fuentes de contaminación en las zonas residenciales son el calentamiento con carbón y madera, la quema al aire libre (incluyendo las zonas forestales y agrícolas), la producción de aluminio y coque y los escapes de vehículos de combustión interna (**Westerholm et al. 1992**). En los Estados Unidos de Norteamérica, las emisiones de los HAPs originados por la combustión de madera y carbón para chimeneas en las zonas residenciales se estiman en aproximadamente 700 tons/año contra 1.0 ton/año del carbón quemado en centrales eléctricas (**Björseth y Ramdahl 1985**). La presencia y la vigilancia de los HAPs es discutida por **Baum (1978)**.

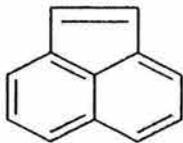
El mecanismo de formación de los HAPs (**Badger 1962**) involucra la producción por pirrolisis de radicales libres reactivos (500-800°C) en la zona de reducción química de la flama, bajo un suministro insuficiente de aire, cuando se quema materia orgánica. Los fragmentos de  $\text{C}_1$ ,  $\text{C}_2$  y radicales mayores, se combinan rápidamente en esta zona para crear moléculas aromáticas parcialmente condensadas. Cuando la mezcla de reacción se enfría, éstos HAPs se condensan ya sea sobre substratos de partículas o núcleos coexistentes o entre ellas mismas (**Finlayson-Pitts y Pitts 1986**), en este sentido se distribución generalmente refleja sus estabilidades termodinámicas en la flama deficiente de oxígeno. Las estructuras y propiedades de los HAPs se indican en la **Tabla 6.2**.

<b>Tabla 6.2</b>
------------------



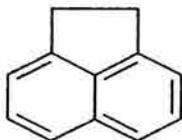
Naftaleno

Molecular Weight =128.18  
 Exact Mass =128  
 Molecular Formula =C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>  
 Molecular Composition =C 93.71% H 6.29%



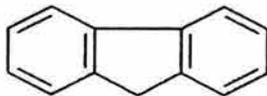
Acenaftileno

Molecular Weight =152.20  
 Exact Mass =152  
 Molecular Formula =C<sub>12</sub>H<sub>8</sub>  
 Molecular Composition =C 94.70% H 5.30%



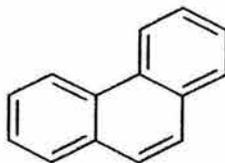
Acenafteno

Molecular Weight =154.21  
 Exact Mass =154  
 Molecular Formula =C<sub>12</sub>H<sub>10</sub>  
 Molecular Composition =C 93.46% H 6.54%



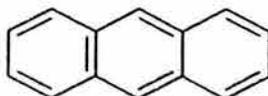
Fluoreno

Molecular Weight =166.22  
 Exact Mass =166  
 Molecular Formula =C<sub>13</sub>H<sub>10</sub>  
 Molecular Composition =C 93.94% H 6.06%



Fenantreno

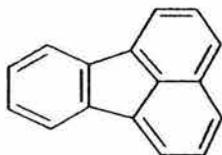
Molecular Weight =178.24  
 Exact Mass =178  
 Molecular Formula =C<sub>14</sub>H<sub>10</sub>  
 Molecular Composition =C 94.34% H 5.66%



Antraceno

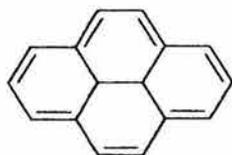
Molecular Weight =178.24  
 Exact Mass =178  
 Molecular Formula =C<sub>14</sub>H<sub>10</sub>  
 Molecular Composition =C 94.34% H 5.66%

<b>Tabla 6.2</b>
------------------



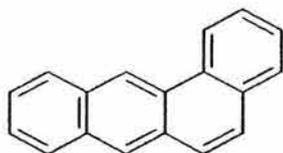
Fluoranteno

Molecular Weight =202.26  
 Exact Mass =202  
 Molecular Formula =C<sub>16</sub>H<sub>10</sub>  
 Molecular Composition =C 95.02% H 4.98%



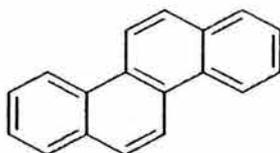
Pireno

Molecular Weight =204.27  
 Exact Mass =204  
 Molecular Formula =C<sub>16</sub>H<sub>12</sub>  
 Molecular Composition =C 94.08% H 5.92%



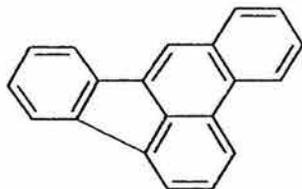
Benzo(a)antraceno

Molecular Weight =228.30  
 Exact Mass =228  
 Molecular Formula =C<sub>18</sub>H<sub>12</sub>  
 Molecular Composition =C 94.70% H 5.30%



Criseno

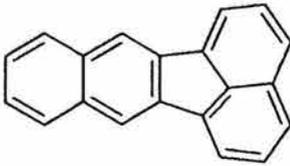
Molecular Weight =228.30  
 Exact Mass =228  
 Molecular Formula =C<sub>18</sub>H<sub>12</sub>  
 Molecular Composition =C 94.70% H 5.30%



benzo(b)fluoranteno

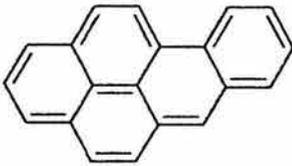
Molecular Weight =252.32  
 Exact Mass =252  
 Molecular Formula =C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>  
 Molecular Composition =C 95.21% H 4.79%

<b>Tabla 6.2</b>
------------------



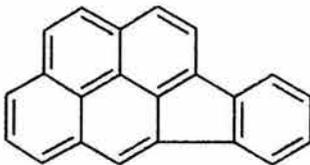
Benzo(k)fluoranteno

Molecular Weight =252.32  
 Exact Mass =252  
 Molecular Formula =C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>  
 Molecular Composition =C 95.21% H 4.79%



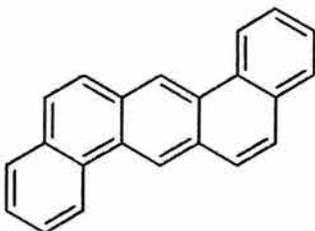
Benzo(a)pireno

Molecular Weight =252.32  
 Exact Mass =252  
 Molecular Formula =C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>  
 Molecular Composition =C 95.21% H 4.79%



Indeno(1,2,3-cd)pireno

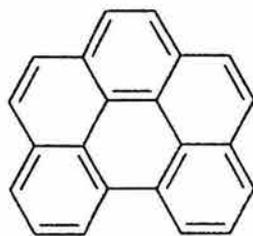
Molecular Weight =276.34  
 Exact Mass =276  
 Molecular Formula =C<sub>22</sub>H<sub>12</sub>  
 Molecular Composition =C 95.62% H 4.38%



Dibenzo(a,h)antraceno

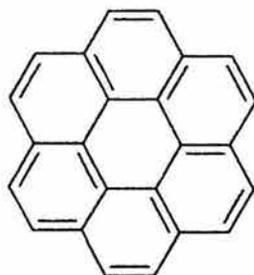
Molecular Weight =278.36  
 Exact Mass =278  
 Molecular Formula =C<sub>22</sub>H<sub>14</sub>  
 Molecular Composition =C 94.93% H 5.07%

Tabla 6.2



Benzo(ghi)perileno

Molecular Weight =276.34  
Exact Mass =276  
Molecular Formula =C<sub>22</sub>H<sub>12</sub>  
Molecular Composition =C 95.62% H 4.38%



Coroneno

Molecular Weight =300.36  
Exact Mass =300  
Molecular Formula =C<sub>24</sub>H<sub>12</sub>  
Molecular Composition =C 95.97% H 4.03%

Una vez formados y liberados al ambiente, se distribuirán de acuerdo a su presión de vapor, la **tabla 6.3** incluye las presiones de vapor a 25°C de algunos HAPs representativos, la mayoría de los valores son de **Sonnfeld et al. (1983)**. El intervalo de la presión de vapor ( $\approx 10^7$ ) muestra que en el equilibrio y a 25°C en el ambiente atmosférico, el naftaleno existe virtualmente en forma gaseosa, mientras que B(a)P y otros HAPs con cinco y seis anillos son predominantemente absorbidos y adsorbidos en la materia particulada. Los HAPs intermedios están distribuidos en ambas fases. Sin embargo, estas presiones de vapor pueden ser considerablemente alteradas por su adsorción sobre diversos tipos de sustratos y la temperatura del medio (**Lao y Thomas 1980**), lo que implica que a temperaturas más altas en la fuente de combustión, mayor la cantidad de compuestos orgánicos liberados en forma de vapor. Por ejemplo, los HAPs emitidos por las chimeneas de las centrales eléctricas, se condensan sobre la superficie de las partículas coexistentes cuando se enfrían (**Natush 1976**), este evento afectará la reactividad química en la atmósfera del material particulado, a la vez que su impacto, sobre los seres vivos al ser ingerido o inhalado (**Chrisp y Fisher 1980., de Rast 1983., Adonis y Gil 1993**), pudiese en cierta medida afectar a la salud humana y de los organismos que coexisten con la humanidad.

<b>TABLA 6.3</b>		
Presiones de vapor a 25° C de algunos HAPs representativos		
<i>Compuesto</i>	<i>Pascales</i>	<i>mm Hg</i>
Naftaleno	10.40 + 0.2	7.80 x 10 <sup>-2</sup>
Acenaftileno	8.90 + 0.2 x 10 <sup>-1</sup>	6.70 x 10 <sup>-3</sup>
Acenafteno	2.87 + 0.09 x 10 <sup>-1</sup>	2.15 x 10 <sup>-3</sup>
Fluoreno	8.00 + 0.2 x 10 <sup>-2</sup>	6.00 x 10 <sup>-4</sup>
Fenantreno	1.61 + 0.04 x 10 <sup>-2</sup>	1.20 x 10 <sup>-4</sup>
Antraceno	8.00 0.2 x 10 <sup>-4</sup>	6.00 x 10 <sup>-6</sup>
Fluoranteno	1.23 + 0.07 x 10 <sup>-3</sup>	9.20 x 10 <sup>-6</sup>
Pireno	6.00 + 0.2 10 <sup>-4</sup>	4.50 10 <sup>-6</sup>
Benzo(a)antraceno	2.80 + 0.1 x 10 <sup>-5</sup>	2.10 x 10 <sup>-7</sup>
Creiseo*	8.50 x 10 <sup>-7</sup>	6.40 10 <sup>-9</sup>
Benzo(a)pireno*	7.50 x 10 <sup>-7</sup>	5.60 x 10 <sup>-9</sup>

**Yamasaky et al. (1984).**

Esto ha hecho que surja un gran interés en la evaluación y remediación del riesgo potencial, toxicológico, mutagénico y/o carcinogénico que tienen los HAPs hacia la salud, mediante el empleo de ensayos biológicos que permiten estimar de una manera confiable los efectos producidos por compuestos orgánicos y biológicos presentes en las aeropartículas suspendidas. La relación entre la quema de combustibles fósiles y las enfermedades comunes fue reconocida (y mencionado anteriormente en los antecedentes históricos) por vez primera en 1775 cuando Sir Percival Pott que asoció el cáncer de escroto en las personas expuestas al hollín por la limpieza de chimeneas, pero no fue sino 150 años más tarde cuando se comprobó la presencia de HAPs en éste material (**Kennaway y Hieger 1930**).

En la década de los sesentas se realizaron muchos de los primeros trabajos para la separación, identificación y la cuantificación de los HAPs (**Sawicki 1976**).

Los problemas de colecta de los HAPs están relacionados con la cantidad de anillos y los grupos presentes en la molécula. **Thrane y Mikalsen (1981)** analizaron la distribución de los HAPs en fase gaseosa utilizando espuma de poliuretano como adsorbente y lograron de esa manera capturar los HAPs de dos y tres anillos que normalmente no se retienen en el material particulado, además se ha propuesto el uso de resinas para sujetarlos en filtros (**Spitzer y Danmecker 1983**) y en trampas (**Chuang et al. 1987., Chuang y Kuhlman 1990**).

Para detectar el potencial químico de los mutágenos y los carcinogénicos presentes en el ambiente, existen cerca de 100 bioensayos *in situ* a corto término que usan una variedad de células, desde fagos y bacterias hasta células humanas (Hollstein *et al.* 1979). Algunos de éstos han sido utilizados para evaluar la mutagenicidad de partículas finas ambientales, de la MOP primaria producida en la combustión de los vehículos del carbón y de la madera (Walters *et al.* 1979., 1981,1983., Holmberg y Ahlberg 1983., Alfheim *et al.* 1984); la prueba más ampliamente usada es la de Ames, que es relativamente rápida ( $\approx$  3 días) y emplea cepas tipificadas de *Salmonella typhimurium* que detecta retromutaciones o mutaciones revertantes por corrimiento del mensaje genético o por sustitución de pares de bases nitrogenadas (Ames *et al.* 1973., 1975., McCann *et al.* 1975., Ames y McCann 1976).

Los estudios epidemiológicos acerca de la presencia de mutágenos en ciertos lugares como el caso de Xuan Wei (área rural) en China, donde se analizaron dos poblaciones que presentan gran incidencia de cáncer pulmonar (Mumford *et al.* 1987), obligó a la caracterización de la composición química de la fracción orgánica (Chuang *et al.* 1992) donde se encontró que al fraccionar el extracto, el componente no polar muestra la casi totalidad de la mutagenicidad atribuida al extracto crudo, sin embargo, Savard *et al.* (1992) dieron evidencia de la presencia mutagénica en extractos de polvo urbano y de las partículas de diesel y notaron que en el primero se incrementó al aumentar la polaridad de los disolventes en una extracción secuencial, mientras que en los segundos fue lo opuesto.

Esto sugiere que los agentes mutagénicos presentes en cada caso son diferentes y se comprobó que la concentración de HAPs, nitro-HAPs y heterocíclicos fue considerablemente mayor en las partículas de diesel (Savard *et al.* 1992).

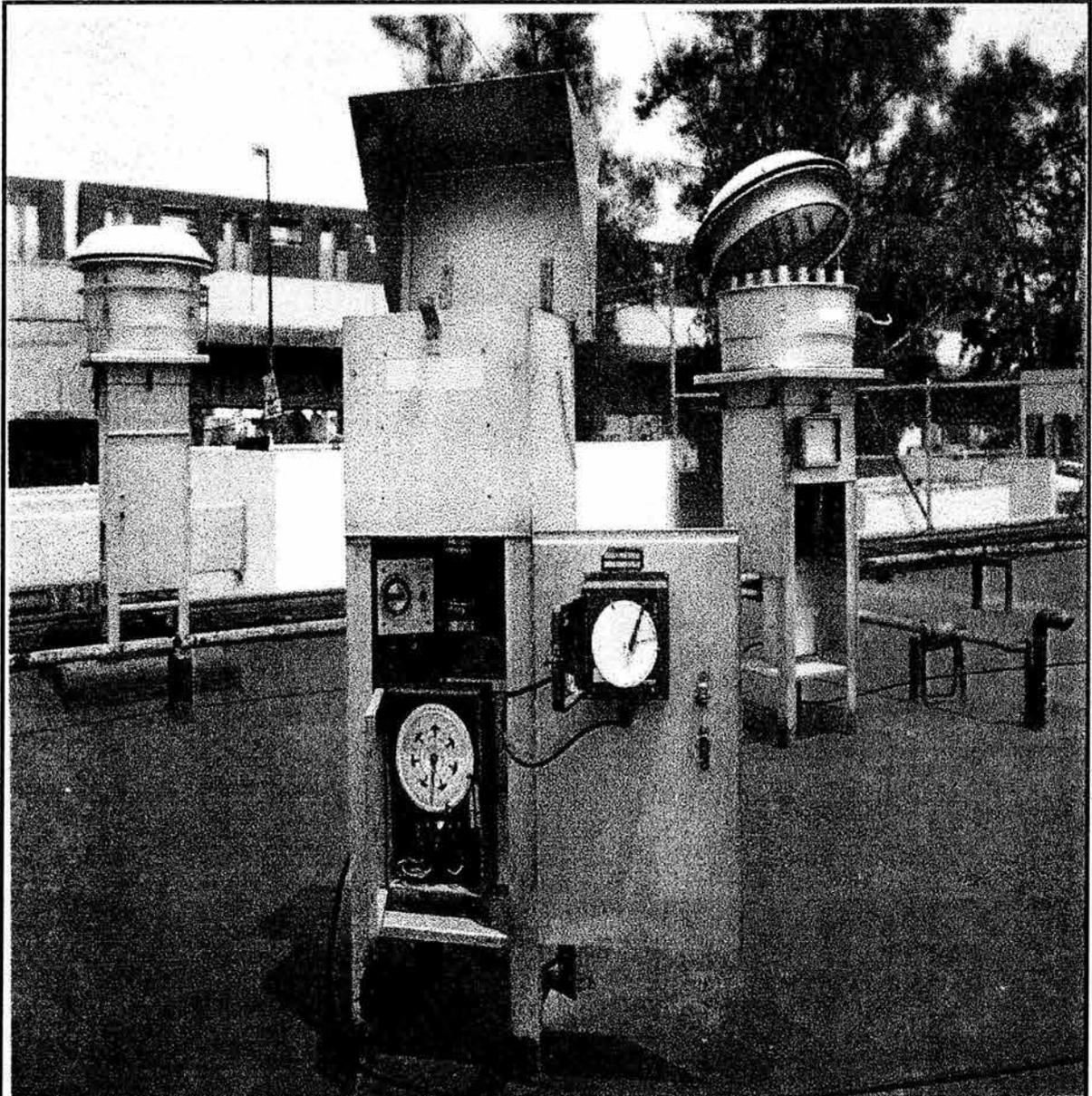
En la actualidad los trabajos y estudios que se realizan en las ciudades tratan de conocer, en el caso de existir, las relaciones entre grupos y familias de compuestos y la mutagenicidad de las aeropartículas (Katz *et al.* 1978., Grossjean 1983., Marty *et al.* 1984).

La relevancia que tienen los HAPs ha originado que los sistemas de muestreo se evalúen para conocer su distribución en los aerosoles atmosféricos. Se ha observado que en períodos largos de muestreo se pierden HAPs por arrastre y formación de derivados por la interacción con contaminantes gaseosos ( $O_3$ ,  $NO_x$ ,  $SO_x$  y/o nitrato de peroxiacetilo PAN) durante el muestreo. (Pitts *et al.* 1978., König *et al.* 1980., Coutant *et al.* 1988., Kamens *et al.* 1990).

En general del 70 al 90 % de los HAPs han sido encontrados en partículas respirables  $\leq 3.5 \mu m$  (De Maio y Corn 1966., Kertesz *et al.* 1971., Pierce y Katz 1975., De wiest 1978., Van Vaeck y Van Cawenberghe 1978). La mayoría de los hidrocarburos alifáticos (85 a 90%) y de los ácidos carboxílicos (90 a 95%) fueron encontrados en partículas con un diámetro de  $< 3.0 \mu m$  en muestras colectadas con un impactor de cascada (Van Vaeck y Van Cawenberghe 1978).

En estos estudios realizados en Bélgica, De Wiest (1987) notó que el 90% de la masa total del benzo(a)pireno estaba en partículas con un diámetro  $\leq 2.0 \mu m$  y que la materia orgánica particulada (MOP) se hallaba mejor distribuida en partículas de 0.1 a  $10 \mu m$  de diámetro aerodinámico, con 55 a 70% de ésta en partículas  $\leq 2.0 \mu m$ .

En contraste, para el material colectado con un muestreador multiciclón (Bernstein, 1977) en la Ciudad de Nueva York en 1977 tanto, las fracciones polares como las no polares de MOP estuvieron contenidas (90%) en partículas  $\leq 3.0 \mu m$  de diámetro aerodinámico (Daisey, 1990). Debido a esto, la EPA (Agencia de Protección Ambiental) hizo una propuesta para cambiar el estándar de la calidad del aire primario del material particulado e incluir solamente aquellas partículas con diámetro  $\leq 10 \mu m$  (PM10) (figura 6.6 a, b, y figura 6.7) en lugar del total de las partículas suspendidas (PST) (figura. 6.5).



Muestreadores de alto volumen para mediciones de partículas suspendidas totales y partículas menores a diez micrometros.

Figura. 6.5

Figura 6.6 (a).

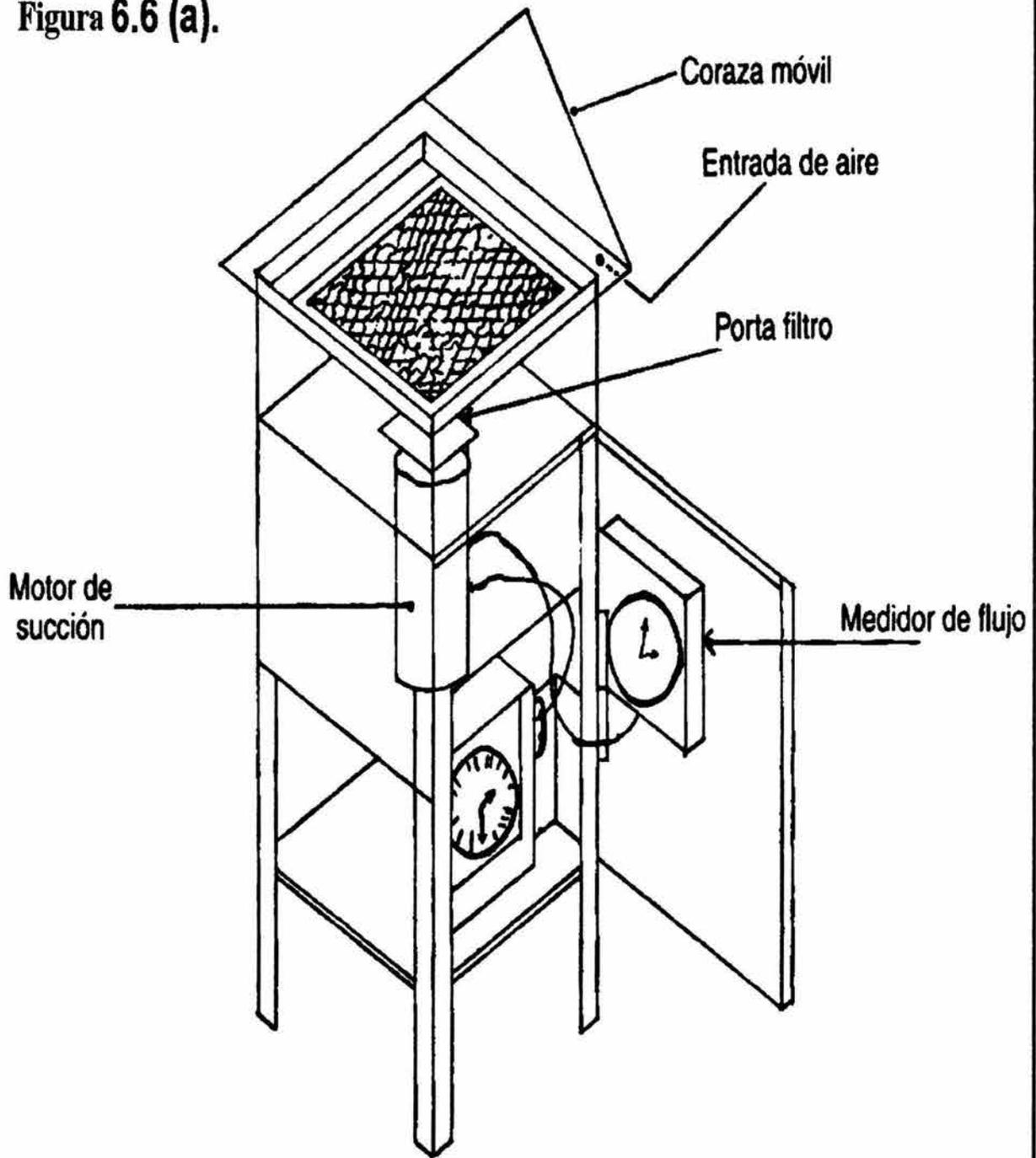
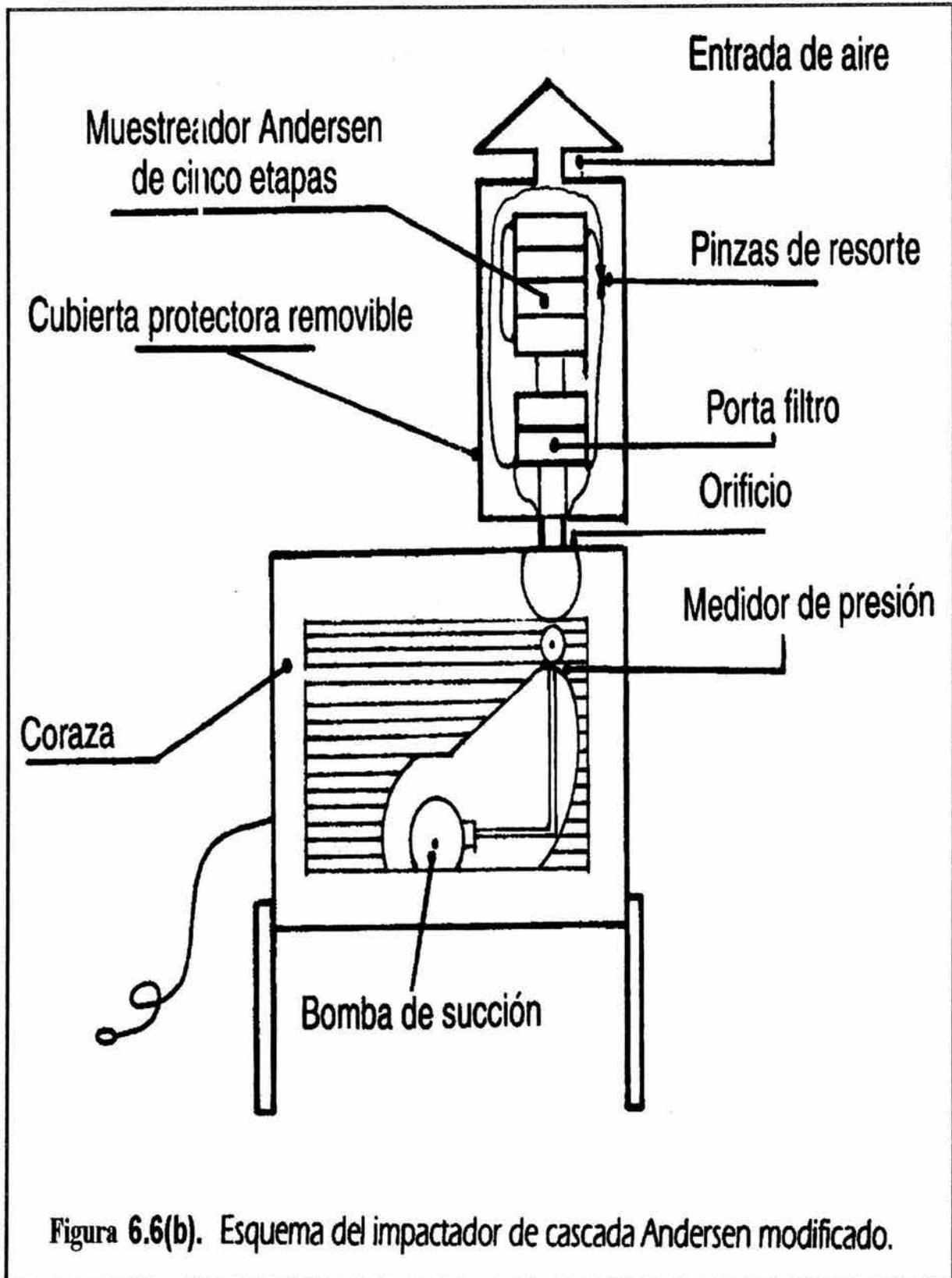
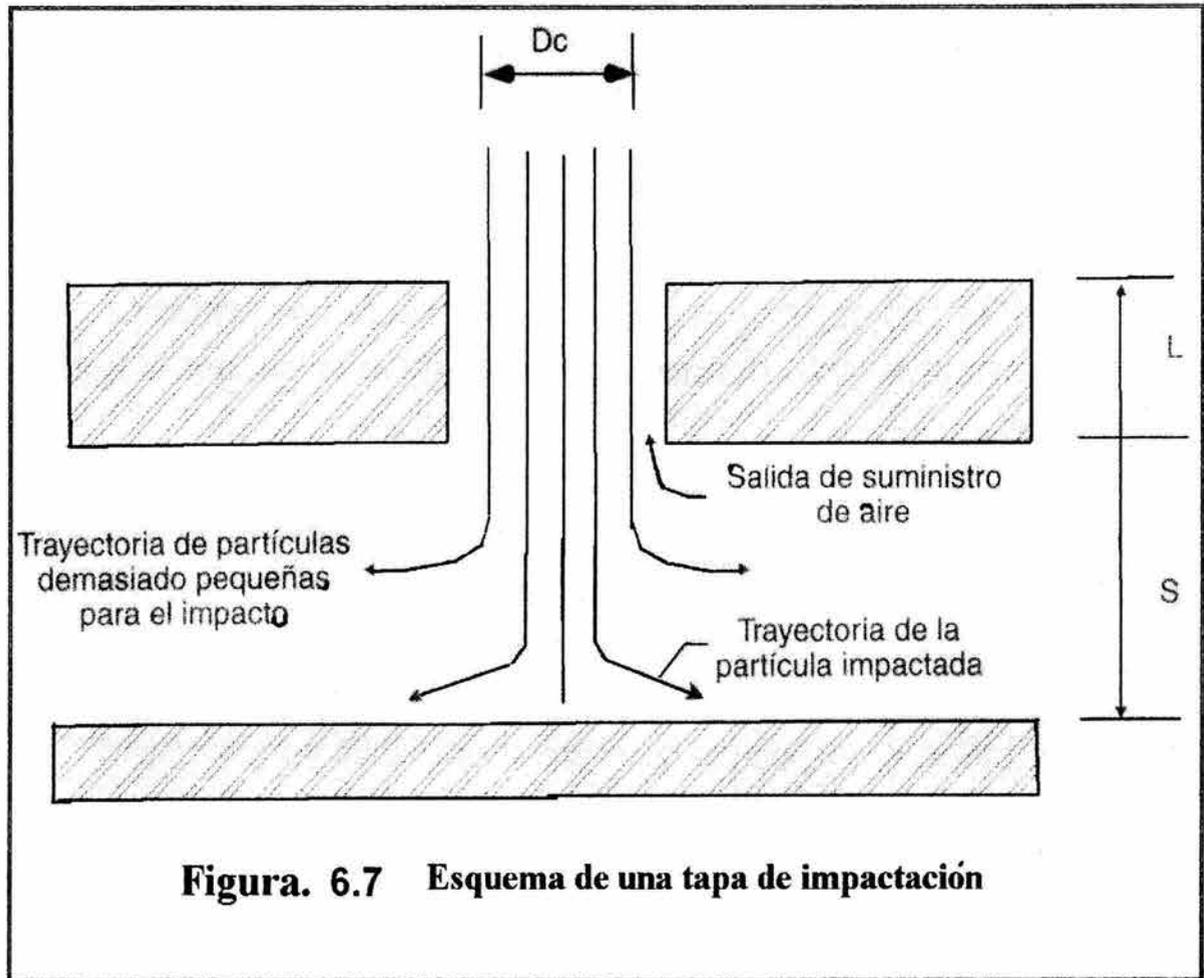


Figura. 6.6. a y b. Diseño de muestreadores Sierra-Andersen de altos volúmenes para PTS, con aditamentos de secuenciador en cascada para coleccionar muestras respirables de tamaño de partícula de 0.49 µm a 9.5 µm de diámetro.





## 7. Objetivos:

### 7.1. *Objetivo General.*

Determinar los niveles de hidrocarburos alifáticos y aromáticos policíclicos en el aerosol atmosférico del sur de la ciudad de México.

Por todo lo anterior y considerando los antecedentes y las justificaciones que hemos señalado desde el principio –finalidad) y para determinar el grado de bondad que tiene nuestro aire de la ciudad de México, y sabiendo que se han establecido universalmente para contaminantes valores de concentración que no deben ser excedidos si se desea mantener una calidad aceptable del aire urbano y por tanto para evaluar en parte la calidad del aire respirable y principalmente de la zona Sur de la Ciudad de México.

## **7.2. *Objetivos particulares.***

El presente estudio se realizó para generar datos cualitativos y cuantitativos de los hidrocarburos alifáticos y aromáticos policíclicos presentes en **aeropartículas respirables** del Sur de la Ciudad de México.

Determinar la presencia y concentración de hidrocarburos alifáticos y HAPs de la zona Sur de la Ciudad de México, **utilizando cromatografía de gases con columnas capilares de alta resolución, durante un ciclo anual 1995 a 1996.**

Determinar **que tipo y concentración de hidrocarburos alifáticos e HAPs se encuentran en la distribución de partículas respirables desde 0.45  $\mu\text{m}$  a 10  $\mu\text{m}$ .**

Dar a conocer si existe una dependencia de los hidrocarburos por el tamaño de partícula tanto para la fracción F1 como F2. Es decir si hay una posible selectividad hacia los hidrocarburos, por su longitud en número de carbonos en las parafinas, o por su incremento en número de anillos en los HAPs..

**Proponer una concentración diaria de hidrocarburos a los que el ser humano pudiese estar expuesto en esta ciudad de México (sur de la ciudad)**

## 8. MATERIAL Y MÉTODOS.

El área de muestreo está localizada en la parte Sur de la Ciudad de México, dentro de Ciudad Universitaria (Figura 8.1), siendo importante el hacer notar que desde la zona Norte de la ciudad hay predominancia de vientos en dirección Sur (Sedue 1986).

### 8.1. Descripción del área de estudio.

#### *Principales características geográficas.*

Coordenadas extremas: Al norte 19° 21' 30", al sur 19°17'40", al este 99° 05'56" y al oeste 99° 12' 20".

La delegación Coyoacán representa el 3.56% del área total del Distrito Federal.

Colinda al norte con las delegaciones Benito Juárez e Iztalapa; el este limita con las delegaciones Iztapalapa y Xochimilco; al sur con la delegación Tlalpan y al oeste con la delegación Alvaro Obregón.

#### 8.1.1. Elevación principal

Nombre	Altitud	Coordenadas Geográficas	
	msnm	Latitud N	Longitud W
Cerro Zacatépetl	2420	19°18'26"	99°11'56"

Principales corrientes: Ríos. Chiquito (parcialmente entubado), Churubusco (entubado) y Canal Nacional.

Clima Predominante en la delegación. Clima templado subhúmedo, con una temperatura media anual de 16° C y precipitación pluvial que varía de 700 a 900 mm. anuales.

División Geoestadística. Se constituye por 4238 manzanas distribuidas en 117 áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB).

Localidades principales: los Pedregales Carrasco, Santo Domingo y San Francisco) Copilco, Coyoacán, Churubusco, (importante también por que en este lugar se libró la Batalla de Churubusco el 20 de Agosto de 1847), Los Culhuacanes. Además en esta delegación se encuentra Ciudad Universitaria. (donde está ubicada nuestra estación de muestreo).

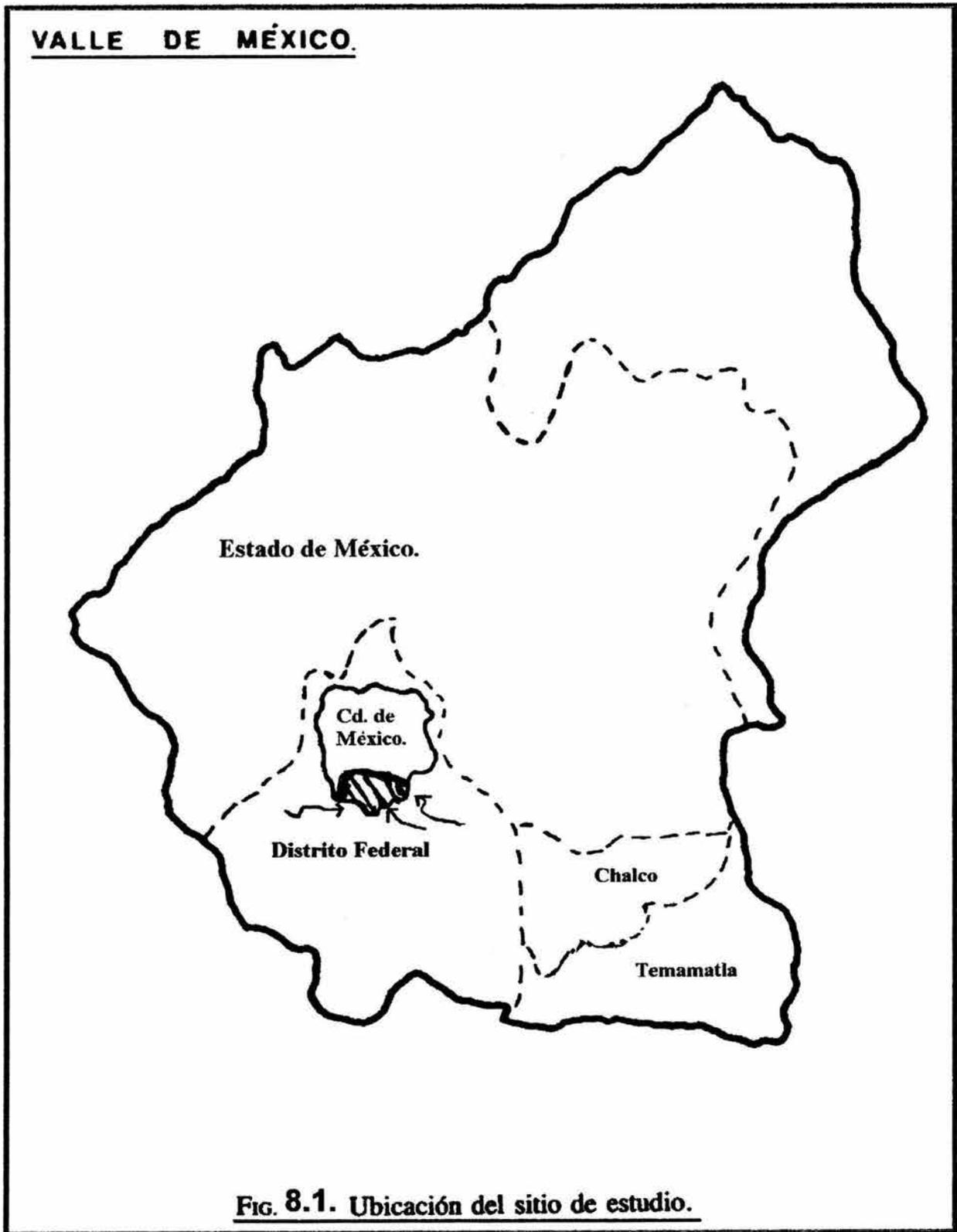
#### 8.1.2. Climas

Clima		% De la Superficie de la Delegación.
C(w1)(w)	-Templado subhúmedo con moderado grado de humedad.	60
C(wo)(W)	-Templado subhúmedo con bajo grado de humedad.	40

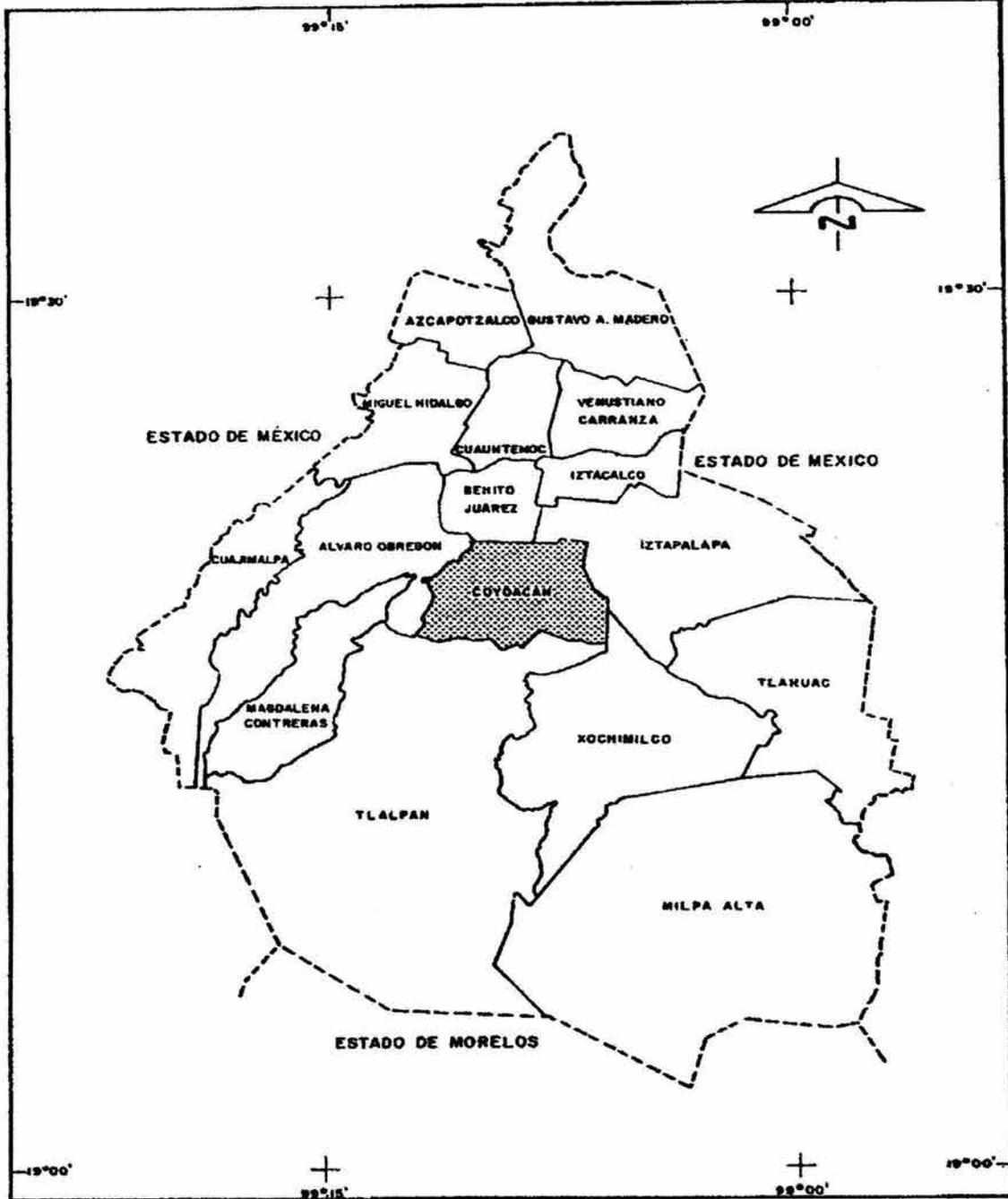
#### 8.1.3. Estaciones climatológicas

Clave	Coordenadas		Altitud	Tipo de Estación	Temperatura	Precipitación
	Latitud	Longitud			media °C	total mm.
09-024	19° 20'	99°09'	2260	Termo-Pluvio	16.60	683.5
09-074	19° 19'	99°09'	2256	Termo-Pluvio-Evap.	16.74	804.0
09-112	19° 21'	99°10'	2246	Termo-Pluvio-Evap.	15.90	736.1
09-113	19° 21'	99°10'	2246	Termo-Pluvio	15.70	700.0

(INEGI, 1992. Coyoacán, Cuaderno de información básica delegacional).



**Localización Geográfica**

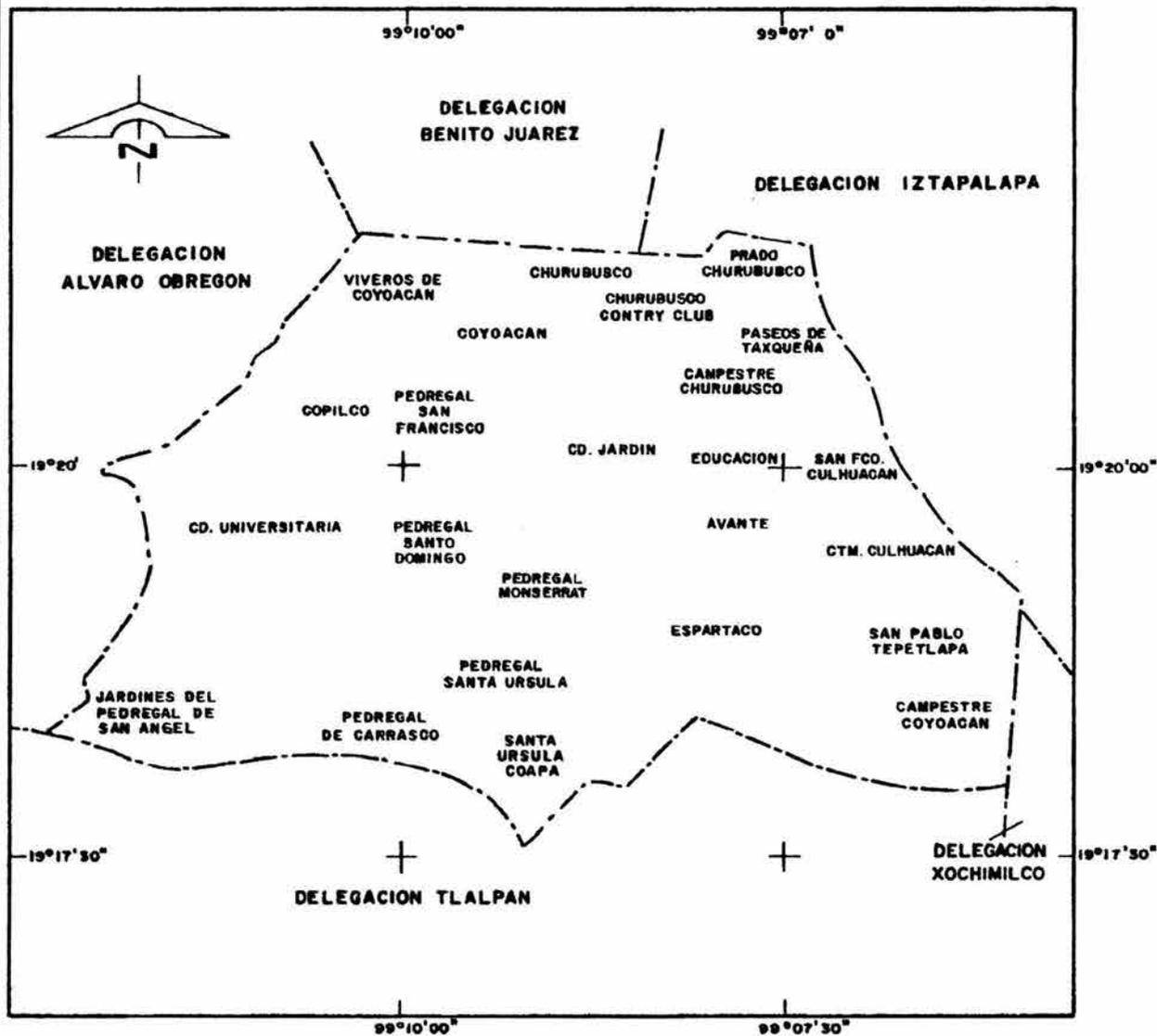


FUENTE: INEGI. Cartografía Censal, 1980

**Figura. 8.2**

**Localidades**

**Mapa 8.3**



**SIMBOLOGIA**

COLONIAS

(COYOACAN)

LIMITE DELEGACIONAL

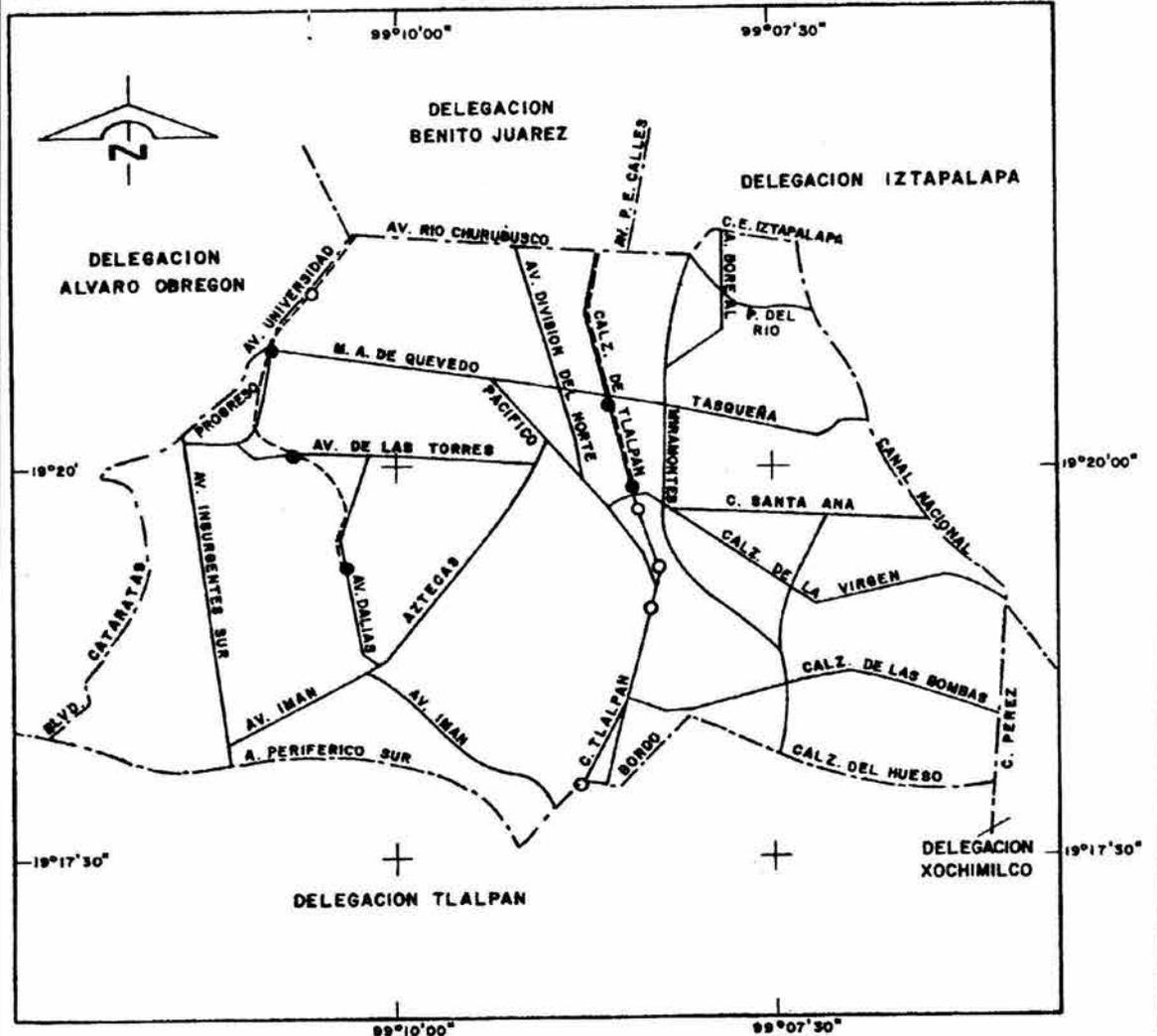
-----

ESCALA 1:70 000



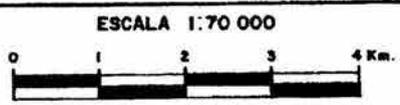
Vías de Comunicación

Mapa 8.4

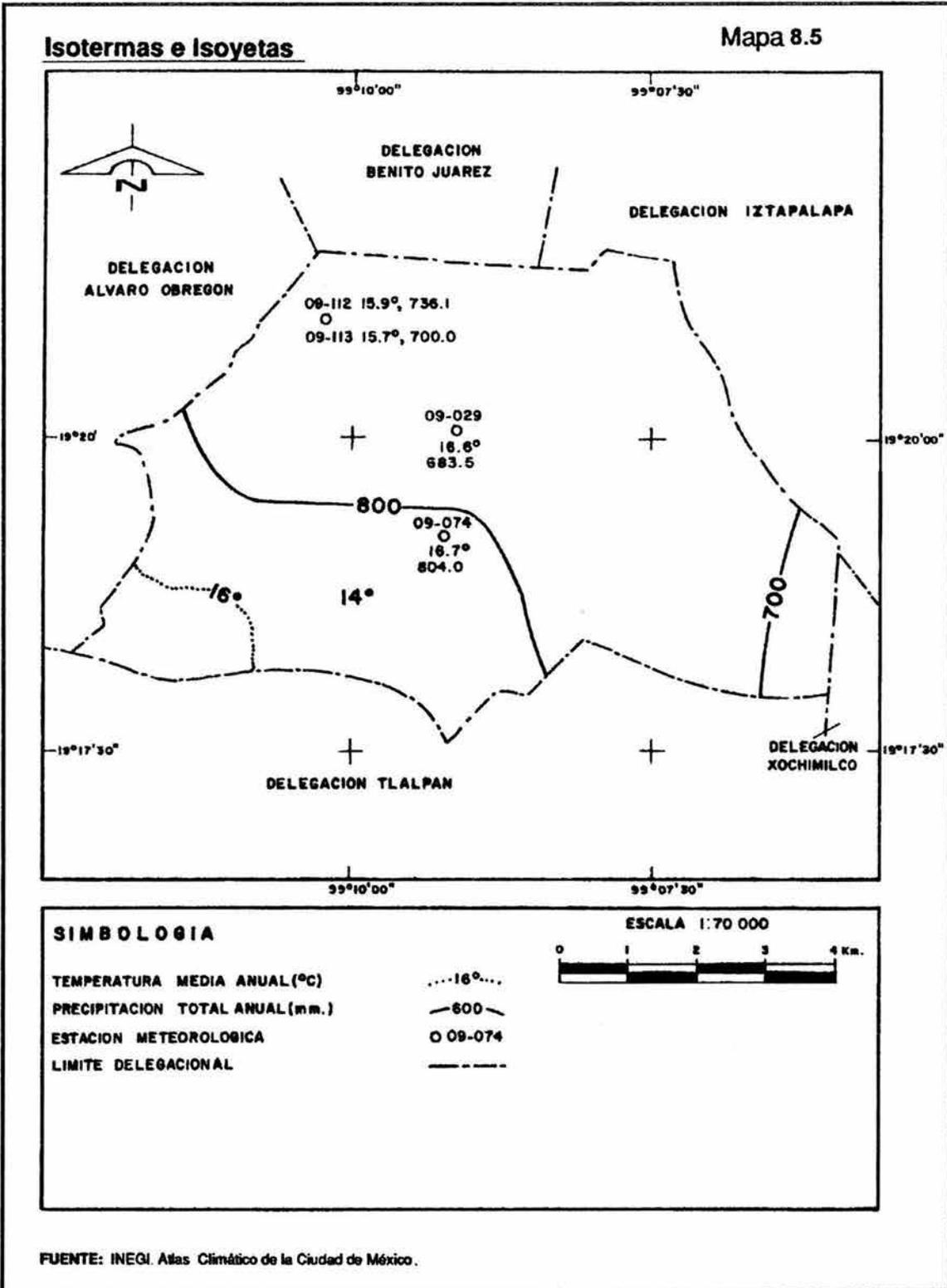


**SIMBOLOGIA**

- EJES VIALES Y AVENIDAS —————
- STC (Metro) - - - - -
- ESTACION METRO —●—
- LIMITE DELEGACIONAL +++++



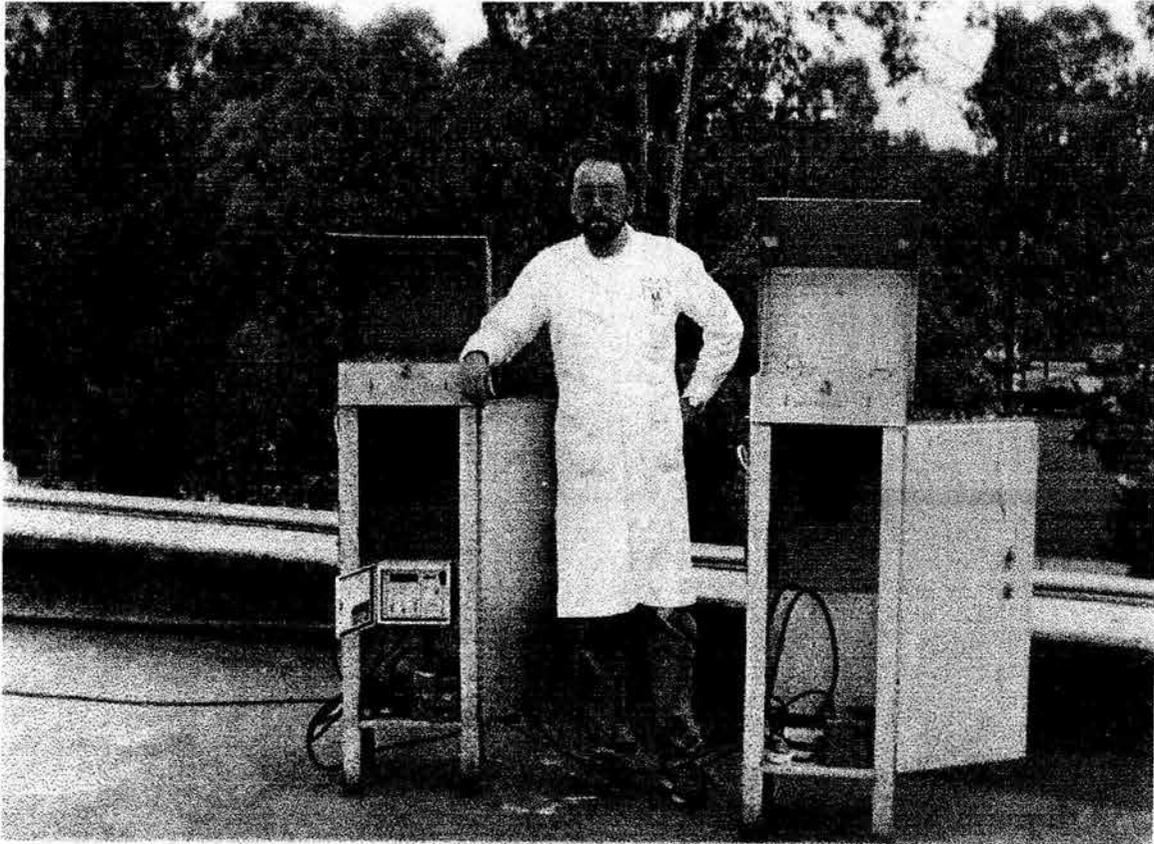
FUENTE: INEGI. Carta Topográfica, Esc. 1: 50 000, 1984



## 8.2. Muestreo

Las muestras de aerosol fueron colectadas durante los meses de lluvias y de secas durante un ciclo anual de Septiembre de 1995 a Octubre de 1996.

El muestreo de las partículas atmosféricas se hizo quincenalmente durante un año con una duración de tiempo de muestreo de 24 horas; para lo cual se utilizó un colector o muestreador de gran volumen de aire Hi-vol- (High Volume Cascade Impactor Series 230 - Sierra Instruments-Inc.) de 5 pasos. Los cinco pasos del colector comprometen la habilidad de fraccionar las partículas impactadas. (y simulan al sistema respiratorio humano).



El muestreador fue colocado de 10 a 12 m de altura sobre el nivel del piso (en el techo de la central de monitoreo del Instituto de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM-C.U., con la finalidad de rebasar en altura la cortina de árboles que hay en las periferias de ciudad universitaria) y en dirección hacia el Norte para captar el aerosol que es arrastrado o transportado por el viento que va hacia la zona Sur de la Ciudad de México.

El colector Hi-Vol es usado comúnmente o rutinariamente para muestrear partículas suspendidas totales (TPS) y ha sido usado extensamente en Canadá y los Estados Unidos, para coleccionar partículas ambientales que contienen (HAPS) hidrocarburos aromáticos policíclicos y alifáticos. La cantidad de material coleccionado o impactado durante el muestreo de 24 horas (típicamente) es suficiente para los propósitos analíticos (Davis 1987).

El flujo de aire a través del filtro fue de 1.13 a 1.14 m<sup>3</sup>/min., usando filtros de fibra de vidrio de (Gelman A/E pH 6.5) como medio de impacto de la materia particulada. El flujo de aire fue ajustado con un transformador de control variable (115 ± 0.5 voltios) de flujo medido con manómetros de agua. (Pierce 1975, Bulletin No. 678-230. Sierra Instruments, INC).

Antes y después del muestreo, los filtros fueron condicionados a una humedad de cuarto relativa constante (entre  $48 \pm 2.0\%$ ) y a una temperatura de  $20 \pm 2.0^\circ\text{C}$  y posteriormente puestos a desecación por 24 horas y pesados para obtener un peso total y constante de la materia particulada colectada.

Todos los filtros fueron pesados antes y después del muestreo, son nuevamente pesados en condicionados de desecación a temperatura y humedad de cuarto relativa constante para determinar la distribución del tamaño de partícula. Ya que todas las partículas son colectadas, el impactor también proporciona información de la concentración total de partículas (**Bulletín No. 678-230. Sierra Instruments, INC**).

Las muestras fueron conservadas en bolsas negras o serán envueltas con papel aluminio para evitar la luz directa del Sol. Un filtro como blanco fue analizado después de cada muestreo. Todos los filtros en sus respectivas bolsas son transportados a un cuarto frío ( $4.0^\circ\text{C}$ ), para su posterior e inmediato análisis.

### 8.2.1. Materiales y reactivos.

Todos los reactivos usados deben ser de la mejor calidad; grado analítico o grado cromatográfico. Si en los solventes usados hay duda de su pureza, deben ser redistilados para asegurar la mejor calidad.

### 8.2.2. Lavado del material

Toda la cristalería que es usada por primera vez para este tipo de análisis debe ser cuidadosamente lavada, usando el siguiente procedimiento:

Lavar con jabón neutro y agua.

Enjuagar con agua limpia, de preferencia con agua corrediza y finalmente enjuagar con agua destilada y permitir su escurrido.

Dejar la cristalería en mezcla crómica [4.0 g. de dicromato de potasio ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) en un litro de ácido sulfúrico concentrado], de preferencia toda la noche.

Lavar con agua y finalmente enjuagar con varios cambios de agua destilada y permitir su escurrimiento, posteriormente se realiza un lavado con acetona, otro con metanol y por último dos lavados con hexano; su secado se lleva a cabo en una estufa a una temperatura aproximada de  $180$  a  $200^\circ\text{C}$ .

(Los disolventes usados son grado analítico y destilados)

### 8.2.3. Método Analítico

El procedimiento analítico para la extracción y purificación de las fracciones de hidrocarburos es la recomendada por **Caripol IOCARBIBE Manual 1986**, por **Intergovernmental Oceanographic Commission Manual 1982 Unesco.**, **Gas Chromatographic Analysis in Air Pollution 1983.**, **Davis. C. S., Fellin. P., and Otson. R. 1987.**, **Environmental Applications of Gas Chromatography 1995.**, **Alltech, 2000/2001.**, **ChromoAccess. Alltech Associates, Inc., Nicol. Sophie., Dugay José., Henion. Marie-Claire 2001. Simultaneous determination of polycyclic aromatic hydrocarbons and their nitrate derivatives on airborne particulate matter using gas chromatography-tandem mass spectrometry. J. Sept. Sci. 2001, 24.**

Los filtros son digeridos con unos 250 ml. usando una solución de KOH-Metanol (5% en Vol.) (Van 1983, Cautreels 1977, Villalobos-Pietrini 1994) con un reflujo de al menos ocho horas, se utilizan diversos disolventes con polaridades decrecientes para separar diferencialmente las fracciones de hidrocarburos parafinas e hidrocarburos aromáticos policíclicos utilizando cromatografía de gases de alta resolución con columnas capilares para su detección análisis y cuantificación de algunos de los hidrocarburos que se encuentran asociados a las aeropartículas presentes en la atmósfera del Sur de la Ciudad de México.

El extracto metanólico es transferido a un embudo de separación y entonces la fase orgánica es extraída con tres cambios de 40 ml de hexano-ciclohexano bidestilado (Aldrich- Sigma), en cada lavado se realiza una centrifugación a 3000 rpm, se separa la fase metanólica de la fase hexánica. Las tres fases orgánicas se combinan y se agrega una pequeña cantidad de sulfato de sodio anhidro para asegurar que no halla contaminación por agua.

Se concentra la muestra en un rotavapor a  $36^{\circ}\text{C} \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ., para reducir su volumen hasta unos 0.5 ml, posteriormente se transvasa cuantitativamente con la ayuda de una pipeta Pasteur a un vial de 2.0 ml. y se concentra este extracto cuidadosamente hasta un volumen aproximado de 0.2 ml usando una corriente de gas nitrógeno ultraseco grado cromatográfico, antes de ser colocado y purificado en una precolumna cromatográfica (de 30 cm. de longitud., 1.5 cm.  $\phi$ i), provista de un tapón de lana de vidrio y empacada con  $8.0 \pm 0.2\text{g}$ ., de alúmina (óxido de aluminio) totalmente activada al 4% con agua bidestilada, para alcanzar una altura de unos 10 cm.; sobre esta se agregó 0.5 cm de sulfato de sodio anhidro.

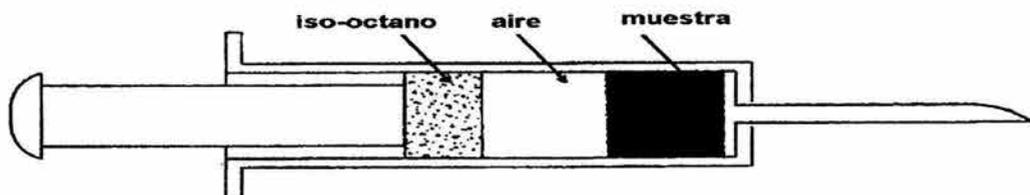
La columna es lavada tres veces con un total de 18 ml. de hexano grado HPLC destilado, A partir de este momento no se debe permitir que la columna se seque. Se agregó cuidadosamente mediante una pipeta Pasteur a la parte superior de la columna el extracto concentrado de la muestra y, a continuación 3 lavados del vial con 0.5 ml .de hexano.

Se deja que el nivel de la disolución baje hasta la superficie del sulfato e sodio y se inicia el procedimiento de elusión con un volumen de 20 ml de hexano, para la fracción I, (alcanos), 10 ml de una mezcla de hexano:diclorometano (7:1) y 10 ml de diclorometano, para la fracción II (aromáticos).

La fracción I contiene los hidrocarburos alifáticos ó parafinas y se eluyen con hexano; la fracción II abarca los hidrocarburos aromáticos policíclicos, los cuales se eluyen con una mezcla de hexano:diclorometano y por último diclorometano. Ambas fracciones se transvasan a viales color ámbar y se llevarán a sequedad utilizando nuevamente una corriente de nitrógeno ultraseco grado cromatográfico.

El residuo se disuelve posteriormente en una cantidad conocida de isooctano (entre  $200\mu\text{l}$  a  $300\mu\text{l}$ ) dependiendo aproximadamente del contenido de hidrocarburos. La muestra es inyectada con una microjeringa Hamilton y la técnica de inyección cromatográfica sin división o dilución de flujo (splitless) consiste en tomar primeramente el lavar la microjeringa con hexano, después con iso-octano y posteriormente se toma un  $\mu\text{l}$  de muestra, un  $\mu\text{l}$  de aire, y un  $\mu\text{l}$  de iso-octano inyectándose al cromatógrafo. Esta técnica de llenado asegura que no se quede muestra en la aguja, y la porción del solvente permite el lavado de la jeringa y la transferencia cuantitativa de la muestra (al ser inyectada), hacia la columna capilar. **Figura 8.6**

### Técnica de inyección cromatográfica

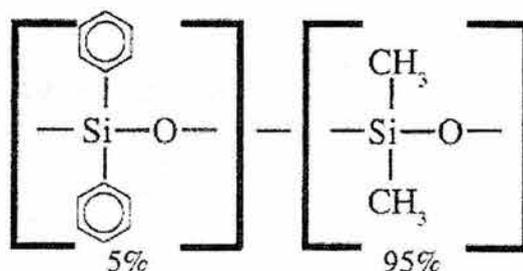


Las dos fracciones fueron analizadas por cromatografía de gases, empleando columnas capilares de alta resolución. (Giger 1978 ).

Las fracciones de hidrocarburos alifáticos y aromáticos, se analizaros por cromatografía de gases de alta resolución, usando una columna capilar de 5% difenil-95% dimetil polixiloxano (30 m. de long. X 0.25 mm.  $\phi$ i X 0.25  $\mu\text{m}$ . de grosor de película) En un equipo Hewlett Packard Mod. 5890 Series II, con un detector de ionización de flama. Se usó helio como gas acarreador y gas nitrógeno como gas auxiliar. El modo de inyección se llevará a cabo con una técnica de splitless a  $280^{\circ}\text{C}$ . La temperatura del horno será programada desde  $90^{\circ}\text{C}$  a  $300^{\circ}\text{C}$  con una rampa de  $6^{\circ}\text{C}/\text{min}$ . (Ver rampas de separación )La temperatura del detector será de  $300^{\circ}\text{C}$ , como gas acarreador se empleará He y como gas auxiliar  $\text{N}_2$  ambos de alta pureza (Linde). El  $\text{nC}_{28}$  será usado como estándar interno para las fracciones saturadas, el tetra-fenil etileno para las fracciones aromáticas y una mezcla de HAPs (PPH 10M EPA, Chemical Service), conteniendo 16 componentes y es usada como estándar externo para la fracción aromática. (Salazar 1991).

Figura 8.7

### 5% bifenil - 95% dimetil polisiloxano



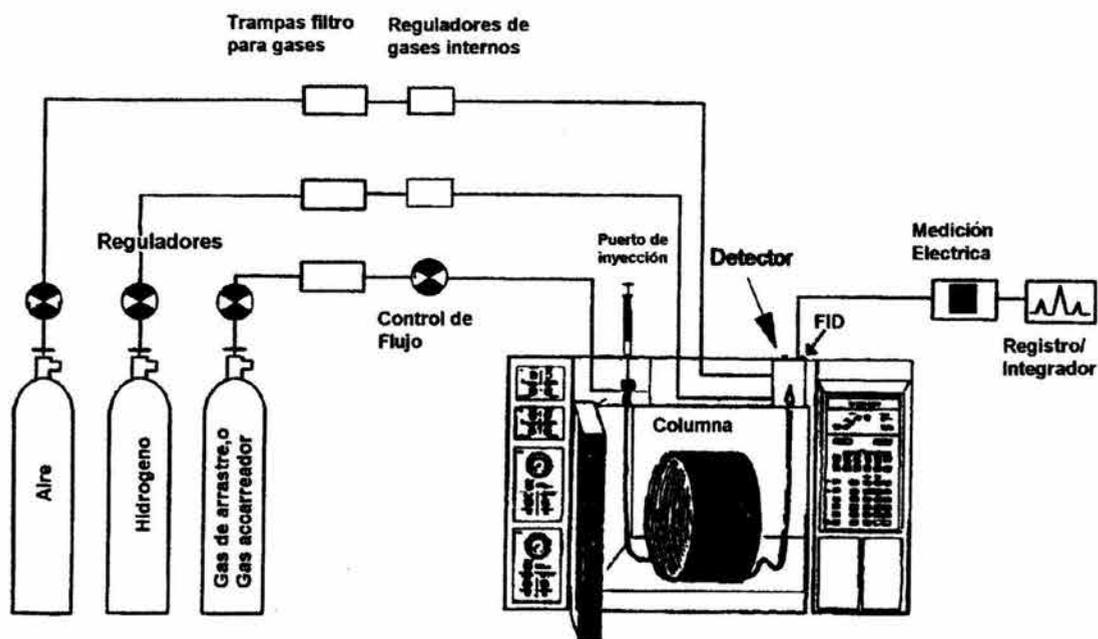
**Polaridad: No Polar**

**Usos: Separaciones por su punto de ebullición. aromáticos, perfumes, muestras ambientales y HAPs**

**Propiedades: temp. mín. (-60°C), temp. máx. (340°C)**

Figura 8.8

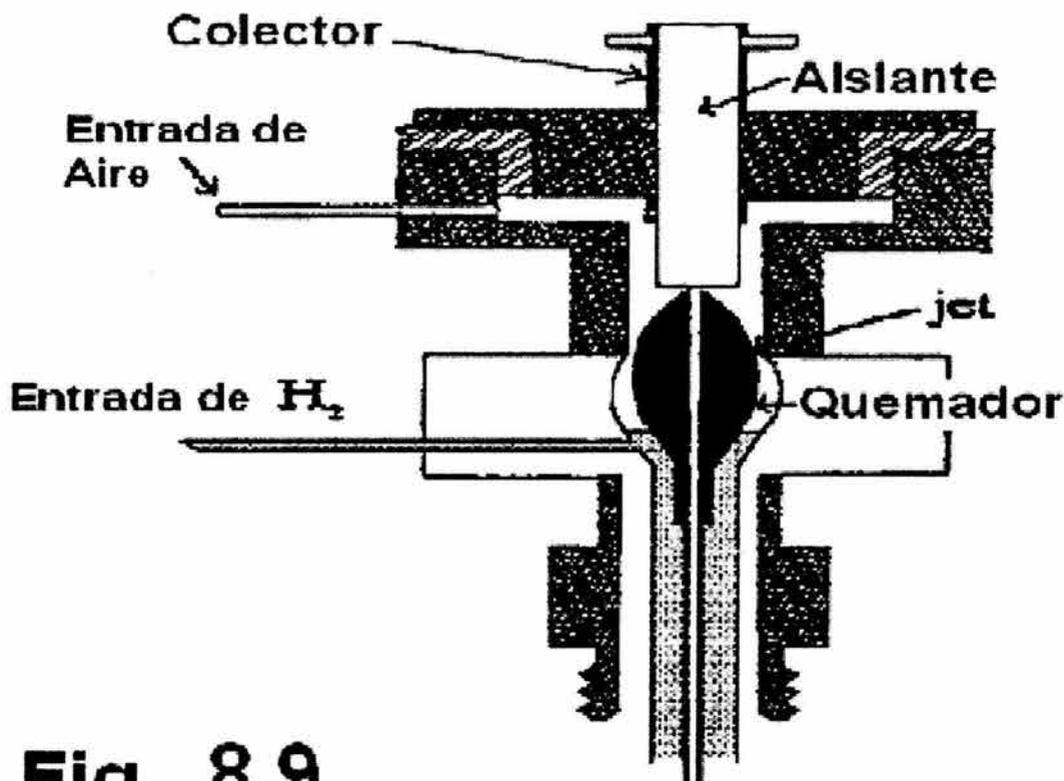
### Cromatografo de Gas Típico



También una serie de blancos se corren antes y después del análisis cromatográfico para confirmar la presencia de componentes alifáticos y aromáticos.

Para la identificación y cuantificación de los componentes orgánicos durante y después de la corrida cromatográfica, se tomaron en cuenta el tiempo de retención y se comparará contra un estándar interno y externo.

## Detector de Ionización de Flama



**Fig. 8.9**

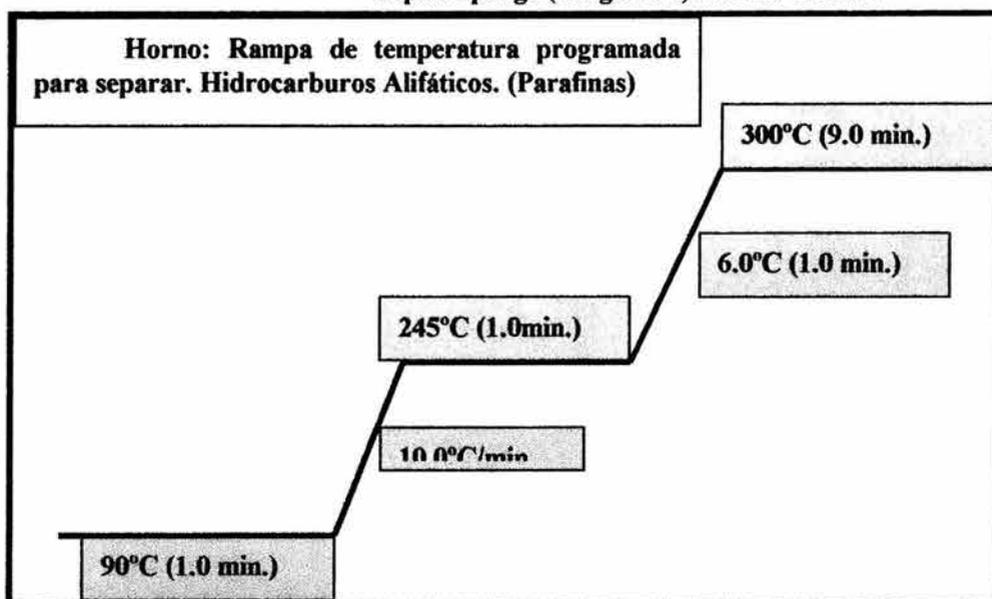
### NOTAS SOBRE LA OPERACIÓN DEL DETECTOR DE IONIZACIÓN DE FLAMA

- Gas de arrastre:  $H_2$  o He
- Gas Auxiliar (Make up):  $N_2$
- $H_2$ /Aire necesarios para la generación de la flama
- Nula o poca sensibilidad a  $H_2O$ ,  $CO_2$ , CO,  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CS_2$ ,  $CCl_4$  y gases inertes.
- Las temperaturas en el detector deben de ser  $>100^\circ C$ , para prevenir condensación del agua, corrosión y pérdida de sensibilidad.
- Depósitos de silicatos u otros contaminantes en la punta de la flama incrementan el ruido.
- El jet sucio satura el detector de ionización de flama y afecta la sensibilidad.
- La sensibilidad se optimiza ajustando el radio  $H_2$ /aire.

### 8.3. Condiciones de operación del cromatógrafo de gases

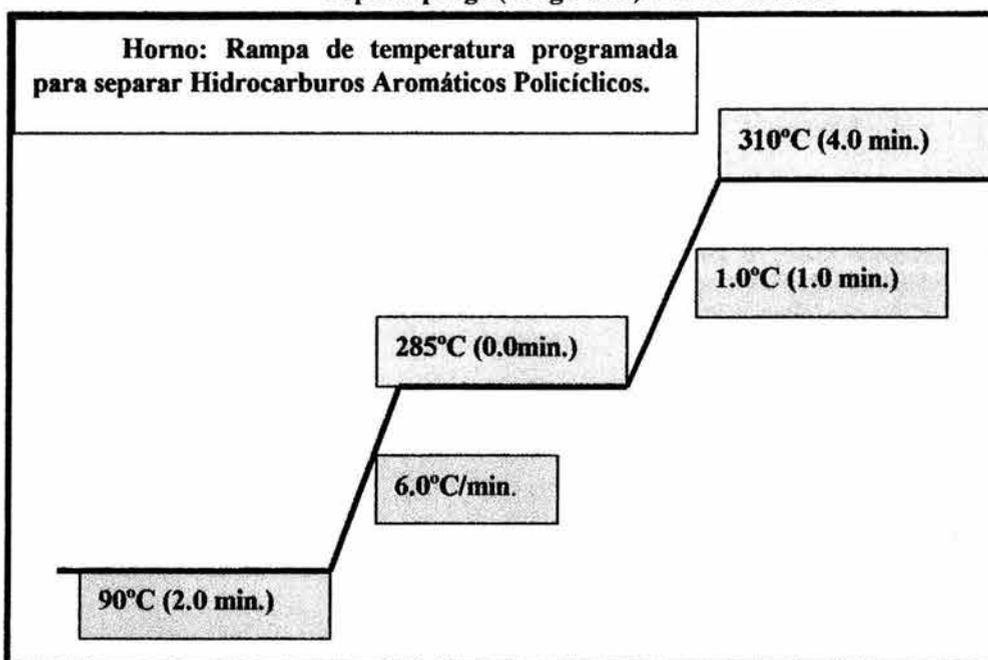
#### 8.3.1. Técnica de separación para Hidrocarburos Alifáticos (Saturados)

**Detector:** Detector de ionización de flama (FID).-  
**Columna.:** Capilar 30 m x 0.25. mm, 0.25 $\mu$  m de grosor de película, sílice fundido, 5% difenil-95% dimetil polixiloxano.  
**Gas de Acarreo:** Helio, 99.5 % de pureza, 1.8 ml/min.  
**Gas Auxiliar:** Nitrógeno, 99.5 % de pureza, 28.2 ml/min.  
**Gases para detector:** Aire grado cromatográfico ultraseco: 330 ml/min.  
 Hidrógeno, 99.5% 33.5 ml/min.  
**Temp. Inicial** 90°C.  
**Temp. del Inyector:** 280°C.  
**Temp. del Detector:** 300°C  
**Programa de Temp. del Horno:** Temp. Inicial:90°C  
 Tiempo Inicial: 1 min.  
 1ra. rampa: 10°C/min.  
 Temp. Final:245°C.  
 Tiempo final: 0.0 min.  
 2da. rampa: 6.0°C/min.  
 Temp. Final:300°C.  
 Tiempo final: 9.0 min  
 Tiempo de Corrida Total:34.7 min.  
 Tiempo de purga: 0.5 min.  
 Tipo de Inyección: splitless  
 Radio split: 40:1 (dilución).  
 Presión en Cabeza de Columna: 12 psi.  
 Septum purge (Purge vent): 2.6-2.7 ml/min.



### 8.3.2. Técnica de separación para Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos.

**Detector:** Detector de Ionización de flama (FID).  
**Columna.:** Capilar 30 m x 0.25. mm, 0.25 $\mu$  m de grosor de película, sílice fundido, 5% difenil-95% dimetil polixiloxano.  
**Gas de Arrastre:** Helio, 99.5 % de pureza: 1.8 ml/min.  
**Gas Auxiliar:** Nitrógeno, 99.5 % de pureza: 28.2 ml/min.  
**Gases para el detector:** Aire grado cromatográfico ultraseco: 330 ml/min.  
 Hidrógeno, 99.5% : 33.5 ml/min.  
**Temp. Inicial** 90°C.  
**Temp. del Inyector:** 300°C.  
**Temp. del Detector:** 310°C  
**Programa de Temp. Horno:** Temp. Inicial:90°C  
 Tiempo Inicial: 2 min.  
 1ra. rampa: 6°C/min.  
 Temp. Final:285°C.  
 Tiempo final: 0.0 min.  
 2da. rampa: 1.0°C/min.  
 Temp. Final:310°C.  
 Tiempo final: 4.0 min  
 Tiempo de Corrida Total:63.5 min.  
 Tiempo de purga: 0.5 min.  
 Tipo de Inyección splitless  
 Radio split: 40:1 (dilución).  
 Presión en Cabeza de Columna: 12 psi.  
 Septum purge (Purge vent): 2.6-2.7 ml/min.



## 8.4. Calibración del Hi-Vol (Impactador de alto volumen en Cascada. Sierra Andersen Instrument.).

### 8.4.1. Material que se utiliza.

Para efectuar la calibración de los muestreadores de altos volúmenes, mediante el empleo de un calibrador de flujo variable (Vari-Flo) se requiere del siguiente equipo:

Dos manómetros, uno que se conecta al calibrador (manómetro # 1) y otro que deberá estar conectado al muestreador de grandes volúmenes (manómetro # 2).

Un calibrador de flujo variable con su plato ajustador.

1 termómetro.

1 barómetro.

Curva de calibración del calibrador de flujo.

1 transformador variable de voltaje (variac).

Papel milimétrico.

Medidor de voltaje, 0-115 volts AC.

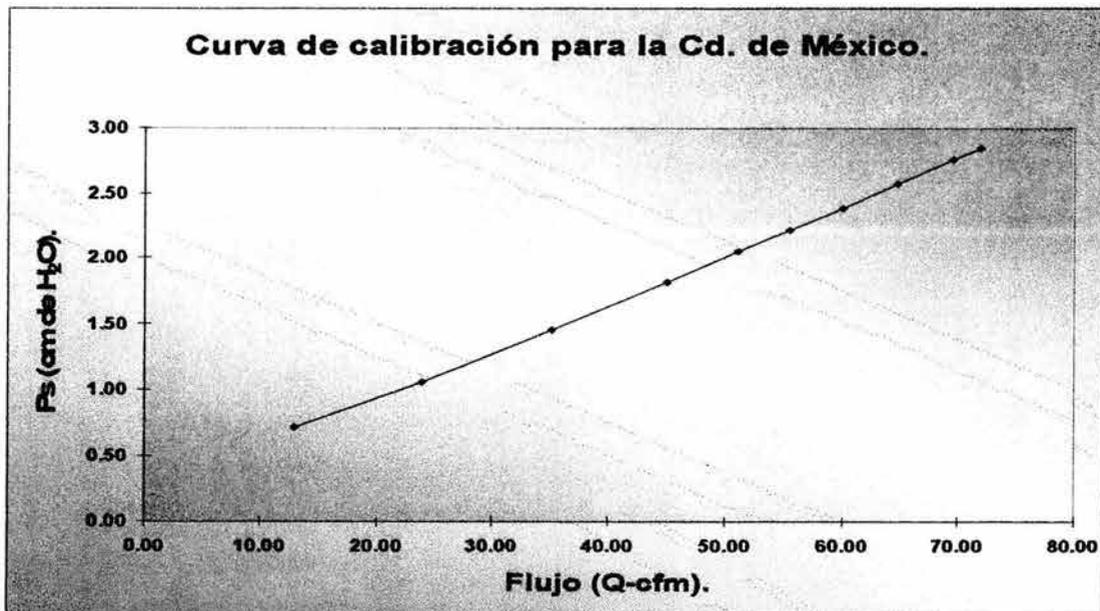
### 8.4.2. Procedimiento:

1. Colocar la placa ajustador tal, como se muestra en la figura y atornillar sobre la placa el cilindro del controlador de flujo apretado con las manos la rosca de plástico, asegurándose de que no existan fugas de aire en las uniones (cuidar que no quede trasrocada la unión).
2. Conectar los manómetros # 1 y # 2 a las salidas respectivas, el # 1 al calibrador y el # 2 a la tobera que cubre el motor del muestreador.
3. Abrir las válvulas del manómetro # 1- para nivelar la presión, de ambos brazos del manómetro.
4. Verificar el nivel a ceros, desplazando la escala del manómetro # 1 de tal modo que coincida el nivel de agua con el cero, en caso de no poderse conseguir esto, significará que debe añadir o quitar agua del manómetro, (para realizar esta operación deberá aflojar uno de los tornillos-válvulas del manómetro).
5. Manómetro # 2. ajustar la escala aflojando los tornillos desplace la regla hasta conseguir que el menisco inferior, del nivel del agua quede en 15 (0 referencia =15). En caso necesario, añadir agua mediante un embudo fino, cuidando que no queden burbujas de aire dentro de los tubos.
6. Girar la perilla del calibrador, de tal modo que los orificios queden completamente abiertos. Tomar la temperatura en °C y presión atmosférica (mm Hg) del lugar de calibración.
7. Ajustar el transformador variable de voltaje (variac) para la obtención de 115volts en su salida.
8. Conectar el muestreador al transformador variable de voltaje y encender el muestreador, dejarlo trabajar durante 5 minutos para que se estabilice.
9. Tomar las lecturas del manómetro # 1 y # 2 (que es la suma de las diferencias de nivel en cada uno de los brazos del manómetro respectivo).
10. Variar lentamente, mediante la perilla del calibrador., las diferencias de presión del manómetro # 1, de 0.5 en 0.5 pulgadas de agua, anotando las lecturas de ambos manómetros, hasta cerrar por completo la perilla del calibrador. Esperar 2 minutos para la toma de cada lectura con objeto de permitir la estabilización del flujo.

Manómetro # 1 (Pulgadas H <sub>2</sub> O)	Manómetro # 2 (cm de H <sub>2</sub> O)
Y1	X1
Y2	X2
Y3	X3
Y4	X4

11. Graficar en papel milimétrico en la escala horizontal los valores del manómetro # 2 (cm H<sub>2</sub>O) y en la vertical los valores del manómetro # 1 (H<sub>2</sub>O), ajustar una recta por el método de mínimos cuadrados.
12. Mediante la recta ajustada del paso anterior, calcular la presión en pulgadas de agua para los valores obtenidos en el manómetro # 2 (cm H<sub>2</sub>O)
13. Con los valores "ajustados" para el manómetro # 1 (H<sub>2</sub>O), leer en la curva de calibración del calibrador sus flujos (Q, ft<sup>3</sup>/min.) correspondientes.
14. Dividir los flujos obtenidos (Q, ft<sup>3</sup>/min.) entre el factor 35.31 para convertir los ft<sup>3</sup> a m<sup>3</sup>
15. Los valores de los flujos (Q, ft<sup>3</sup>/min.) multiplicarlos por el factor 1.14 para que estén corregidos a presión de 777 mb (Cd. de México).
16. Graficar en papel milimétrico en la escala horizontal los valores de los flujos (Q, ft<sup>3</sup>/min.) obtenidos contra las lecturas del manómetro # 2 (del paso 12).

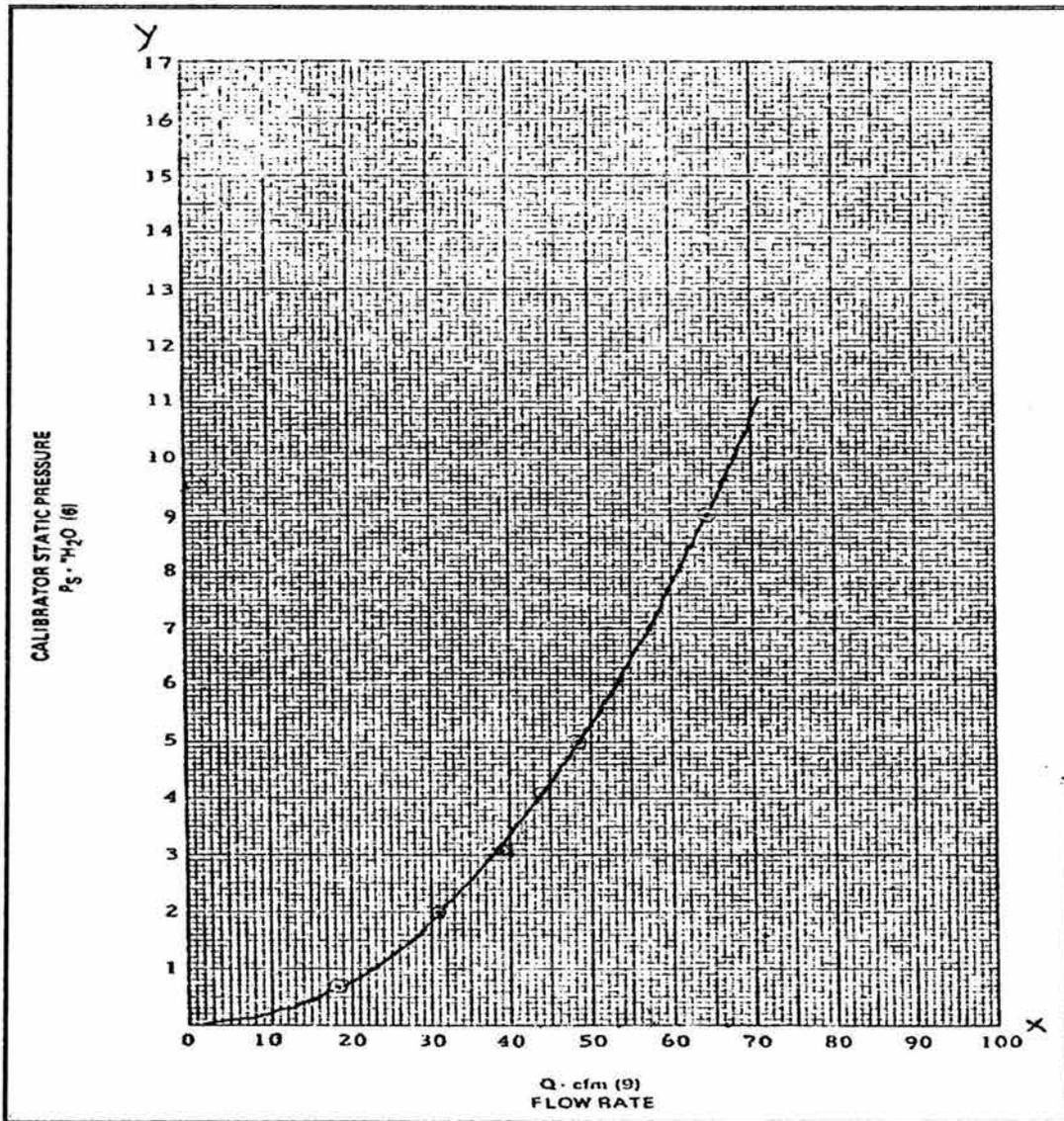
Figura 8.10



Dada una lectura en el manómetro # 2 (cm H<sub>2</sub>O) el flujo se obtendrá leyéndolo de la gráfica del paso anterior; para corregirlo a la temperatura ambiente se deberá multiplicar el flujo leído por el factor de corrección correspondiente (ver tabla).

Tabla de corrección por temperatura (T°C) ambiente

°C	Factor (Q)
0°-4°	0.96 (Q)
5°-10°	0.97 (Q)
11°-16°	0.98(Q)
17°-22°	0.99 (Q)
23°-27°	1.00 (Q)
28°-34°	1.01(Q)
35°-40°	1.02(Q)



## 9. RESULTADO Y ANALISIS DE RESULTADOS

Frecuentemente, las circunstancias hacen necesario diseñar un experimento de tal forma que varias variables o poblaciones puedan estudiarse simultáneamente. Si deseamos investigar las diferencias entre cinco medias, se podría sugerir en primera instancia, el uso de la distribución *t* de student para contrastar los diez pares de medias por separado. Hay varias razones por las cuales éste no es un buen procedimiento estadístico. Primera la cantidad de trabajo involucrado en estos diez contrastes es considerable, pero valdría la pena hacerlo solamente si no existiera un método más eficiente para el análisis, además de que el uso de la distribución *t* de student en este caso conduciría a una conclusión falsa. Por otra parte, si seleccionamos un nivel de significación del 5% para cada uno de estos diez contrastes, la probabilidad de aceptar una hipótesis de no diferencia en cada caso sería de 0.95 y si estos diez eventos fuesen independientes se tendría que la probabilidad de aceptar la no diferencia en los diez casos sería  $(0.95)^{10} = 0.5987$ ; por lo tanto, la probabilidad de rechazar cuando menos una de estas hipótesis de no diferencia sería  $1 - 0.5987 = 0.4013$  y el error de Tipo 1 sería del 40%. Incluso, en la práctica el problema se vuelve más complicado, ya que tres o más pruebas *t* no serían independientes entre sí. **En la práctica el problema se vuelve aún más complicado porque no todos los contrastes de pares son independientes. Así, vemos que es necesario un método más eficiente para comparar más de dos medias. El análisis de varianza (ANDEVA); es el método que necesitamos.**

*El análisis de varianza se puede definir como una técnica mediante la cual la variación total presente en un conjunto de datos se divide en varias componentes, cada una de las cuales tiene asociada una fuente de variación específica, de manera que en el análisis es posible conocer la magnitud de las contribuciones de cada fuente de variación a la variación total. Entonces resulta evidente que el análisis de varianza (el experimento factorial) nos proporciona el método para probar una diferencia significativa entre varias medias de nuestros resultados generados.*

El desarrollo del análisis de varianza se debe principalmente a los trabajos de Sir Ronald. A. Fisher realizados entre 1912 y 1962. (Wayne 1983).

El análisis de varianza se aplica ampliamente en la investigación, pues está íntimamente relacionado con el Diseño experimental. Cuando se diseña un experimento el cual queremos someter a un análisis, los investigadores, estudiantes, pueden, antes de llevar a cabo su investigación, identificar aquellas fuentes de variación que consideran importantes y pueden seleccionar un modelo que les permita medir la extensión de la contribución de esas fuentes a la variación total.

El análisis de varianza puede ser usado para dos tipos de análisis: (a) para estimar y contrastar hipótesis acerca de varianzas, y (b) para estimar y contrastar hipótesis acerca de medias. Nosotros lo usaremos para contrastar hipótesis acerca de medias; sin embargo, nuestras conclusiones acerca de las medias dependerán de la magnitud de las varianzas observadas.

En el análisis de varianza a las variables se les suele llamar factores y a los diferentes niveles de cada variable o factor se les llama tratamientos o categorías.

Para la interpretación y análisis de resultados se aplicaron tres modelos estadísticos (1) Análisis de varianza de un factor (una variable de clasificación) en el Diseño Completamente Aleatorio, (2) Análisis de Varianza de un factor (una variable de clasificación) en el Diseño de Bloques Aleatorios relativamente homogéneo con una observación única y (3) Análisis de Varianza de dos factores (dos variables de clasificación) en el Diseño Completamente Aleatorio

Para el análisis de Varianza de uno y dos factores del inciso (1) inciso (2) e inciso (3) se utilizaron las siguientes fórmulas en forma de tablas:

TABLA DE ANDEVA PARA EL DISEÑO COMPLETAMENTE ALEATORIO

fuerza de variación	Grados de libertad g.l.	Sumas de Cuadrados (SC)	Varianza ó Cuadrados Medios (CM)	F <sub>calc.</sub>	F teórica
"entre" tratamientos	K - 1	$\sum_{j=1}^K \frac{X_{.j}^2}{n_j} - \frac{X_{..}^2}{N} = SC_{trat}$	$CM_{trat} = \frac{SC_{trat}}{K-1}$	$F_{calc} = \frac{CM_{trat.}}{CM_{error}}$	$F_{teórica} = F_{1-\alpha, K-1, N-K}$
"dentro" tratamientos o error residual	N - K	$\sum_{j=1}^K \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2 - \sum_{j=1}^K \frac{X_{.j}^2}{n_j} = SC_{error}$	$CM_{error} = \frac{SC_{error}}{N-K}$		
Total	N - 1	$\sum_{j=1}^K \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2 - \frac{X_{..}^2}{N} = SC_{total}$	—		

Tabla de ANDEVA para el Diseño de Bloques Aleatorios

Fuente	gl	Sumas de Cuadrados (SC)	Varianzas Cuadrados Medios	F <sub>calc.</sub>	F <sub>teórica</sub>
Tratamientos	K-1	$SC_{trata.} = \sum_{j=1}^K \frac{X_{.j}^2}{n} - \frac{X_{..}^2}{N}$	$S_{trat.}^2 = \frac{SC_{trat.}}{K-1}$	$F = \frac{S_{trat.}^2}{S_{error}^2}$	$F_{1-\alpha, K-1, gl_{error}}$
Bloques	n-1	$SC_{bloques} = \sum_{i=1}^n \frac{X_{i.}^2}{K} - \frac{X_{..}^2}{N}$	$S_{bloques}^2 = \frac{SC_{blo.}}{n-1}$		
Error	(K-1)(n-1)	$SC_{error} = SC_{total} - SC_{trat.} - SC_{bloques}$	$S_{error}^2 = \frac{SC_{error}}{(K-1)(n-1)}$		
Total	N-1	$SC_{total} = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n X_{ij}^2 - \frac{X_{..}^2}{N}$	—		

## ANALISIS DE VARIANZA DE DOS FACTORES

Fuente	g.l.	S.C.	C.M.	F Modelo Fijo	F Modelo Aleatorio	F Modelo Mixto Filas Fijas Columnas a- leatorias.
Filas (A)	I - 1	$SC_A = \sum_{i=1}^I \frac{X_{i..}^2}{n_{i.}} - \frac{X_{...}^2}{N}$	$S_A^2 = \frac{SC_A}{I-1}$	$F_A = \frac{S_A^2}{S_{error}^2}$	$F_A = \frac{S_A^2}{S_{AB}^2}$	$F_A = \frac{S_A^2}{S_{AB}^2}$
Columnas (B)	J - 1	$SC_B = \sum_{j=1}^J \frac{X_{.j.}^2}{n_{.j}} - \frac{X_{...}^2}{N}$	$S_B^2 = \frac{SC_B}{J-1}$	$F_B = \frac{S_B^2}{S_{error}^2}$	$F_B = \frac{S_B^2}{S_{AB}^2}$	$F_B = \frac{S_B^2}{S_{error}^2}$
Interacción (AB)	(I-1)(J-1)	$SC_{AB} = SC_{subtotal} - SC_A - SC_B$	$S_{AB}^2 = \frac{SC_{AB}}{(I-1)(J-1)}$	$F_{AB} = \frac{S_{AB}^2}{S_{error}^2}$	$F_{AB} = \frac{S_{AB}^2}{S_{error}^2}$	$F_{AB} = \frac{S_{AB}^2}{S_{error}^2}$
Subtotal	IJ - 1	$SC_{subtotal} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{X_{ij.}^2}{n_{ij}} - \frac{X_{...}^2}{N}$	—	$F_{AB} = \frac{S_{AB}^2}{S_{error}^2}$	$F_{AB} = \frac{S_{AB}^2}{S_{error}^2}$	$F_{AB} = \frac{S_{AB}^2}{S_{error}^2}$
Error Residual	N - IJ	$SC_{error} = SC_{total} - SC_{subtotal}$	$S_{error}^2 = \frac{SC_{error}}{N - IJ}$	—	—	—
Total	N - 1	$SC_{total} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^{n_{ijk}} X_{ijk}^2 - \frac{X_{...}^2}{N}$	—	—	—	—

La finalidad de usar principalmente el diseño en bloques Aleatorios con observación única (algunos autores llaman a este diseño factorial de dos factores) fue el de aislar y remover la variación del error atribuida a los bloques ya existente en los hidrocarburos; es decir, al numero de carbonos en orden creciente de las parafinas y al numero de anillos crecientes que aparecen en los HAPs en forma de familias o bloques de, dos, tres, cuatro cinco y seis anillos; con esto se asegura que las medias de los tratamientos estarán libres del efecto de los bloques. En otra palabras, se piensa que todos los hidrocarburos en estudio tienen la misma oportunidad para estar o ser capturados en todas las etapas del muestreador Hi-Vol tipo cascada, o en caso contrario de ser seleccionados o separados de manera selectiva (de acuerdo al tamaño del hidrocarburo con respecto a su longitud en numero de carbono o al numero de anillos que conforma al compuesto) por el tamaño de partícula del aerosol atmosférico al ser capturado en los filtros de fibra de vidrio del impactador tipo cascada Hi-Vol.

Los siguientes resultados nos muestran en forma de tablas los análisis estadísticos para ambas fracciones: lineales (F1) y aromáticos (F2) con su aceptación o rechazo de  $H_0$  (Hipótesis Nula) o aceptación de la  $H_a$  (Hipótesis Alternativa) de si hay diferencia entre los tratamientos (Numero de Etapa).

También se muestran los resultados con su respectivo análisis estadístico a dos concentraciones diferentes, las cuales son aceptadas en la literatura científica, cuando se hacen muestreos de partículas o de aerosoles en ambientes aéreos. Las unidades de concentración son:  $\mu\text{m/g}$  y  $\eta\text{g/m}^3$ .

Las graficas respectivas de cada mes se muestran en el índice de graficas.

HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS		SEPTIEMBRE, 1995				
		Concentración (µg/g)				
		No. de ETAPA				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal. #	Nombre	Paso.5.	Paso.4.	Paso.3.	Paso.2.	Paso.1.
1	C9	22.6		24.6	30.1	14.0
2	C10					
3	C11					
4	C12					
5	C13	14.4	10.0	10.6	19.7	
6	C14	20.2	13.6	32.0	22.9	
7	C15	13.7		28.7		
8	C16	17.2				
9	C17	26.2				
10R	C18					
11	C20	44.4	339.1	201.3	92.8	151.0
12	C21					
13	C22		72.0	116.7		41.6
14	C23					
15	C24			85.6		
16	C25	784.2	867.6	635.0	377.8	
17	C26					
18	C28					
19	C30					
20	C32					
21	C34					
SUMA TOTAL		942.9	1302.3	1134.7	543.3	206.7
PROMEDIO		117.9	260.5	141.8	108.7	68.9
MÁXIMO		784.2	867.6	635.0	377.8	151.0
MÍNIMO		13.7	10.0	10.6	19.7	14.0
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 21 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS</b>						
	Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.90	
	Bloques	20	1411452.173	70572.60863	α = 0.1	
	Tratamiento	4	38060.93409	9515.233522	1.4	
	Residual	80	525724.8007	6571.560009	F. TABLAS	
	Total	104	1975237.907		2.0	
					NO SIG.	

		SEPTIEMBRE, 1995				
		Concentración (ηg/m <sup>3</sup> )				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal. #	Nombre	Paso.5.	Paso.4.	Paso.3.	Paso.2.	Paso.1.
1	C9	13.8		15.1	18.5	8.6
2	C10					
3	C11					
4	C12					
5	C13	8.8	6.2	6.6	12.1	
6	C14	12.4	8.3	19.7	14.1	
7	C15	8.4		17.6		
8	C16	10.6				
9	C17	16.1				
10R	C18					
11	C20	27.2	208.1	123.5	56.9	92.7
12	C21					
13	C22		44.2	71.6		25.5
14	C23					
15	C24			52.5		
16	C25	481.1	532.3	389.6	231.8	
17	C26					
18	C28					
19	C30					
20	C32					
21	C34					
SUMA TOTAL		578.4	799.0	696.1	333.3	126.8
PROMEDIO		72.3	169.8	87.0	66.7	42.3
MÁXIMO		481.1	532.3	389.6	231.8	92.7
MÍNIMO		8.4	6.2	6.5	12.1	8.6
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 21 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS</b>						
	Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.90	
	Bloques	20	531240.2321	26562.0116	α = 0.1	
	Tratamiento	4	14325.31678	3581.329189	1.4	
	Residual	80	197871.5046	2473.393808	F. TABLAS	
	Total	104	743437.0636		2.0	
					NO SIG.	

HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS		OCTUBRE, 1995				
		Concentración (µg/g)				
		No. de ETAPA				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	Nombre	Paso.5.	Paso.4.	Paso.3.	Paso.2.	Paso.1.
1	C9					
2	C10	952.2	188.7	387.2		226.1
3	C11	526.8	2634.2	3526.5	123.7	526.9
4	C12	152.1	203.2	187.9		
5	C13	787.7	804.1	523.4		82.8
6	C14	251.1	574.1	323.1		79.8
7	C15	499.5	864.8	341.7		
8	C16	238.4	377.3			
9	C17	150.7	286.4	263.7		
10R	C18	660.4	1014.2	369.3		
11	C20	251.3	491.1			
12	C21	8193.6	2418.0	3864.2	1186.8	
13	C22	519.3	259.3			
14	C23	216.0	2658.4	3806.1	1570.0	
15	C24	821.8	698.4	281.3		
16	C25					
17	C26					
18	C28					
19	C30					
20	C32					
21	C34					
SUMA TOTAL		14221.0	13482.1	13874.3	2880.5	915.6
PROMEDIO		1015.8	963.0	1261.3	960.2	228.9
MÁXIMO		8193.6	2658.4	3864.2	1570.0	526.9
MÍNIMO		150.7	188.7	187.9	123.7	79.8
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 21 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS</b>						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.95	
Bloques		20	58256597.94	2912829.897	α = 0.05	
Tratamiento		4	8280260.72	2070065.18	3.0	
Residual		80	55460346.11	693254.33	F. TABLAS	
Total		104	121997204.76		2.5	
SIG.						

		OCTUBRE, 1995				
		Concentración (ng/m <sup>3</sup> )				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	Nombre	Paso.5.	Paso.4.	Paso.3.	Paso.2.	Paso.1.
1	C9					
2	C10	584.2	115.8	237.5		138.7
3	C11	323.2	1,616.1	2,163.5	75.9	323.2
4	C12	93.3	124.7	115.3		
5	C13	483.3	493.3	321.1		50.8
6	C14	154.1	352.2	198.2		48.9
7	C15	306.4	530.5	209.6		
8	C16	146.3	231.5			
9	C17	92.5	181.8	161.8		
10R	C18	405.2	622.2	226.5		
11	C20	154.2	301.3			
12	C21	5,026.8	1,483.4	2,370.7	728.1	
13	C22	318.6	159.1			
14	C23	132.5	1,630.9	2,335.0	963.2	
15	C24	504.2	428.5	172.6		
16	C25					
17	C26					
18	C28					
19	C30					
20	C32					
21	C34					
SUMA TOTAL		8724.6	8271.2	8511.8	1767.2	561.7
PROMEDIO		623.2	590.8	773.8	589.1	140.4
MÁXIMO		5026.8	1630.9	2370.7	963.2	323.2
MÍNIMO		92.5	115.8	115.3	75.9	48.9
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 21 TRATAMIENTOS</b>						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada 0.95	
Bloques		20	21926530.14	1096326.507	α = 0.05	
Tratamiento		4	3116511.994	779127.9986	3.0	
Residual		80	20874081.11	260926.0139	F. TABLAS	
Total		104	45917123.25		2.5	
SIG.						

HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS		NOVIEMBRE, 1995				
		Concentración				
		(µg/g)				
		No. de ETAPA				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	Nombre	Paso.5.	Paso.4.	Paso.3.	Paso.2.	Paso.1.
1	C9		96.8			
2	C10	10.3	334.1			37.7
3	C11	134.8	1171.5			623.1
4	C12	36.3	154.7			124.5
5	C13	11.3	36.5			25.0
6	C14		15.5			
7	C15	15.7	56.3			35.1
8	C16					
9	C17	22.6	25.3	102.2	33.5	26.8
10R	C18					
11	C20	41.3	24.6	52.4	56.4	79.3
12	C21	255.2	224.7	210.1		486.7
13	C22	23.9	18.1	16.4		27.7
14	C23	78.6	111.0	107.1	34.4	130.5
15	C24	236.4	273.6	299.9	391.5	313.4
16	C25	147.2	136.6	170.6	54.1	26.7
17	C26					
18	C28					
19	C30					
20	C32					
21	C34					
SUMA TOTAL		1013.5	2679.1	958.7	570.0	1936.5
PROMEDIO		84.5	191.4	137.0	114.0	161.4
MÁXIMO		255.2	1171.5	299.9	391.5	623.1
MÍNIMO		10.3	15.5	16.4	33.5	25.0
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 21 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS</b>						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.90	
Bloques		20	1169851.296	58492.56481	α=0.1	
Tratamiento		4	140568.30	35142.07	2.4	
Residual		80	1179529.82	14631.62	F. TABLAS	
Total		104	2480949.41		2.0	
SIG.						

		NOVIEMBRE, 1995				
		Concentración				
		(ng/m <sup>3</sup> )				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	Nombre	Paso.5.	Paso.4.	Paso.3.	Paso.2.	Paso.1.
1	C9		59.4			
2	C10	6.3	205.0			23.1
3	C11	82.7	718.7			382.3
4	C12	22.3	94.9			76.4
5	C13	6.9	22.4			15.4
6	C14		9.5			
7	C15	9.7	34.5			21.5
8	C16					
9	C17	13.9	15.5	62.7	20.5	16.5
10R	C18					
11	C20	25.3	15.1	32.1	34.6	48.7
12	C21	156.6	137.9	128.9		298.6
13	C22	14.6	11.1	10.1		17.0
14	C23	48.2	68.1	65.7	21.1	80.0
15	C24	145.0	167.8	184.0	240.2	192.3
16	C25	90.3	83.8	104.7	33.2	16.3
17	C26					
18	C28					
19	C30					
20	C32					
21	C34					
SUMA TOTAL		621.8	1643.6	588.2	349.7	1188.0
PROMEDIO		61.8	117.4	84.0	69.9	99.0
MÁXIMO		156.6	718.7	184.0	240.2	382.3
MÍNIMO		6.3	9.5	10.1	20.5	15.4
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 6 BLOQUES Y 21 TRATAMIENTOS</b>						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada 0.95	
Bloques		20	440306.88	22016.343	α=0.05	
Tratamiento		4	52906.88209	13226.72062	2.4	
Residual		80	440582.2411	5507.028014	F TABLAS	
Total		104	933775.9832		2.5	
SIG.						

HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS		ENERO, 1996				
		Concentración (µg/g)				
		No. de ETAPA				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	Nombre	Paso.5.	Paso.4.	Paso.3.	Paso.2.	Paso.1.
1	C9		120.0		5999.4	1242.0
2	C10	1895.2	464.5		8400.0	2329.4
3	C11	297.8	148.1		12413.2	3655.6
4	C12	1777.8	530.6	3382.2	875.6	279.0
5	C13	231.8	63.3	424.3	100.3	36.9
6	C14	44.8		90.6		
7	C15	158.1		95.5	122.5	36.6
8	C16					
9	C17	71.6				
10R	C18	53.0		66.8		
11	C20	44.3		68.8		
12	C21	135.6	92.8	234.8	81.4	79.3
13	C22	88.0	36.3	146.6	44.2	43.3
14	C23	307.0	116.7	570.1	126.0	50.4
15	C24	738.4	358.0	1189.4	336.1	111.6
16	C25	1068.9	498.3	1884.8	500.5	214.7
17	C26					
18	C28					
19	C30					
20	C32					
21	C34					
SUMA TOTAL		6912.4	2428.5	8153.8	28999.3	8078.8
PROMEDIO		493.7	242.9	741.3	2636.3	734.4
MÁXIMO		1895.2	530.6	3382.2	12413.2	3655.6
MÍNIMO		44.3	36.3	66.8	44.2	36.6
BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 21 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.95	
Bloques		20	86193339.18	4309666.959	α=0.1	
Tratamiento		4	20512004.16	5128001.038	2.4	
Residual		80	173925303.2	2174066.29	F. TABLAS	
Total		104	280630646.5		2.0	
SIG.						

		ENERO, 1996				
		Concentración (ηg/m3)				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	Nombre	Paso.5.	Paso.4.	Paso.3.	Paso.2.	Paso.1.
1	C9		73.6		3,680.6	762.0
2	C10	1,162.7	284.8		5,153.4	1,429.1
3	C11	182.7	90.8		7,615.5	2,242.7
4	C12	1,090.7	325.5	2,075.0	637.2	171.2
5	C13	142.2	38.8	260.3	61.5	22.6
6	C14	27.5		55.6		
7	C15	97.0		58.6	75.2	22.4
8	C16					
9	C17	43.9				
10R	C18	32.5		41.0		
11	C20	27.2		42.2		
12	C21	83.2	57.0	144.0	50.0	48.7
13	C22	64.0	22.3	89.9	27.1	26.6
14	C23	188.3	71.6	349.8	77.3	30.9
15	C24	453.0	219.6	729.7	206.2	68.5
16	C25	655.8	305.7	1,156.3	307.1	131.7
17	C26					
18	C28					
19	C30					
20	C32					
21	C34					
SUMA TOTAL		4240.7	1489.9	5002.3	17791.0	4956.3
PROMEDIO		302.9	149.0	454.8	1617.4	450.6
MÁXIMO		1162.7	325.5	2075.0	7615.5	2242.7
MÍNIMO		27.2	22.3	41.0	27.1	22.4
BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 21 TRATAMIENTOS						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.90	
Bloques		20	32441318.52	1622065.926	α=0.1	
Tratamiento		4	7720277.072	1930069.268	2.4	
Residual		80	65481742.32	818271.779	F. TABLAS	
Total		104	105623337.9		2.0	
SIG.						

HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS		FEBRERO, 1996				
		Concentración (µg/g)				
		No. de ETAPA				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	C9					
2	C10		712.1			200.1
3	C11	38.7	5620.4			1572.0
4	C12		1002.6			320.7
5	C13	21.5	286.9			102.2
6	C14		79.1			38.9
7	C15		88.0			
8	C16					
9	C17			71.2		
10R	C18					
11	C20		81.9			53.3
12	C21	73.9	606.8	114.2	166.0	462.2
13	C22	156.0	1149.5	289.2	303.3	642.0
14	C23	565.7	3882.1	1172.6	981.2	1815.4
15	C24	496.3	3323.8	1091.1	824.8	1402.0
16	C25			2626.0	2578.4	3466.7
17	C26					
18	C28					
19	C30					
20	C32					
21	C34					
SUMA TOTAL		1352.1	16833.2	5364.2	4853.8	10075.6
PROMEDIO		226.3	1530.3	894.0	970.7	916.0
MÁXIMO		565.7	5620.4	2626.0	2578.4	3466.7
MÍNIMO		21.5	79.1	71.2	166.0	38.9
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 21 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS</b>						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.95	
Bloques		20	38008395.1	1900419.755	α = 0.05	
Tratamiento		4	6805348.03	1701337.01	3.3	
Residual		80	41203454.17	515043.18	F. TABLAS	
Total		104	86017197.31		2.5	
			104		SIG.	

		FEBRERO, 1996				
		Concentración (ηg/m <sup>3</sup> )				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	C9					
2	C10		436.9			122.8
3	C11	23.7	3,448.1			984.4
4	C12		615.1			186.7
5	C13	13.2	176.0			62.7
6	C14		48.5			23.9
7	C15		54.0			
8	C16					
9	C17			43.7		
10R	C18					
11	C20		50.2			32.7
12	C21	45.3	372.3	70.0	101.8	283.6
13	C22	95.7	705.2	177.4	186.0	383.9
14	C23	347.0	2,381.7	719.4	602.0	1,113.7
15	C24	304.5	2,039.1	689.4	506.0	860.1
16	C25			1,611.1	1,581.9	2,126.8
17	C26					
18	C28					
19	C30					
20	C32					
21	C34					
SUMA TOTAL		829.5	10327.1	3290.9	2977.7	6181.4
PROMEDIO		138.3	938.8	548.5	596.5	561.9
MÁXIMO		347.0	3448.1	1611.1	1581.9	2126.8
MÍNIMO		13.2	48.5	43.7	101.8	23.9
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 21 TRATAMIENTOS</b>						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada 0.95	
Bloques		20	14305542.21	715277.1106	α = 0.05	
Tratamiento		4	2661386.69	640346.6474	3.3	
Residual		80	16508093.71	193861.1714	F TABLAS	
Total		104	32376022.61		2.5	

HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS		MARZO 1ra. Qna., 1996				
		Concentración				
		(µg/g)				
		No. de ETAPA				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	C9					
2	C10			232.3		
3	C11	39.9	166.7	2173.4	157.2	282.6
4	C12	24.3	48.7	318.9	40.2	121.2
5	C13	16.1		88.6		54.4
6	C14	11.0		32.4		
7	C15	13.8		33.3		47.8
8	C16	16.1		36.4	30.8	62.7
9	C17	17.1		32.8		
10R	C18	25.7		49.1		52.3
11	C20			92.7		
12	C21					100.1
13	C22	20.7		40.9	31.1	66.0
14	C23	50.3		70.9	56.5	111.2
15	C24	44.5		53.5		66.6
16	C25					
17	C26					
18	C28					
19	C30					
20	C32		193.0			
21	C34					
SUMA TOTAL		279.3	408.4	3255.1	315.7	964.9
PROMEDIO		25.4	136.1	250.4	63.1	96.5
MÁXIMO		50.3	193.0	2173.4	157.2	282.6
MÍNIMO		11.0	48.7	32.4	30.8	47.8
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 21 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS</b>						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad		Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada
Bloques		20		1455855.39	72792.77	α=0.05
Tratamiento		4		305435.30	76358.82	2.0
Residual		80		3136581.72	39207.27	F. TABLAS
Total		104		4897872.41		2.0
SIG.						

		MARZO 1ra. Qna., 1996				
		Concentración				
		(ng/m <sup>3</sup> )				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	C9					
2	C10			142.5		
3	C11	24.5	102.3	1,333.4	96.4	173.4
4	C12	14.9	29.9	195.6	24.7	74.4
5	C13	9.8		54.4		33.4
6	C14	6.7		19.8		
7	C15	8.5		20.4		29.3
8	C16	9.9		22.3	18.9	38.4
9	C17	10.5		20.1		
10R	C18	15.8		30.1		32.1
11	C20			56.9		
12	C21					61.4
13	C22	12.7		25.1	19.1	40.5
14	C23	30.8		43.5	34.6	65.2
15	C24	27.3		32.8		40.8
16	C25					
17	C26					
18	C28					
19	C30					
20	C32		118.4			
21	C34					
SUMA TOTAL		171.4	250.6	1997.0	193.7	592.0
PROMEDIO		15.6	83.5	153.6	38.7	59.2
MÁXIMO		30.8	118.4	1333.4	96.4	173.4
MÍNIMO		6.7	29.9	19.8	18.9	29.3
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 21 TRATAMIENTOS</b>						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad		Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.90
Bloques		20		647952.6496	27397.63248	α=0.1
Tratamiento		4		114959.2741	28739.81851	2
Residual		80		1180541.88	14756.7735	F. TABLAS
Total		104		1843453.804		2.0
SIG.						

HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS		MARZO 2da. Qna., 1996				
		Concentración (µg/g)				
		No. de ETAPA				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	C9					
2	C10	32.1				
3	C11	71.6	48.6	42.1	39.4	56.5
4	C12	46.3				
5	C13	147.0				
6	C14	21.1				24.7
7	C15	42.9				37.8
8	C16	84.8	26.1	27.5		45.6
9	C17	92.0	42.7	35.5	28.7	59.7
10R	C18	124.2	49.2			73.3
11	C20	117.6				
12	C21					
13	C22	194.4				
14	C23	274.2				
15	C24	261.5				
16	C25	316.4				
17	C26					
18	C28					
19	C30	351.6	437.6			
20	C32					
21	C34					
SUMA TOTAL		2177.7	604.2	105.0	68.1	297.5
PROMEDIO		145.2	120.8	35.0	34.0	49.6
MÁXIMO		351.6	437.6	42.1	39.4	73.3
MÍNIMO		21.1	26.1	27.5	28.7	24.7
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 21 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS</b>						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.95	
Bloques		20	135179.9635	6758.998173	α=0.05	
Tratamiento		4	147420.58	36855.15	9.2	
Residual		80	319999.11	3999.99	F. TABLAS	
Total		104	602599.66		2.5	
						SIG.

		MARZO 2da. Qna., 1996				
		Concentración (ng/m <sup>3</sup> )				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	C9					
2	C10	19.7				
3	C11	43.8	29.8	26.8	24.2	34.6
4	C12	28.4				
5	C13	90.2				
6	C14	13.0				15.1
7	C15	26.3				23.2
8	C16	62.0	16.0	16.9		28.0
9	C17	56.6	26.2	21.8	17.6	36.6
10R	C18	76.2	30.2			45.0
11	C20	72.2				
12	C21					
13	C22	119.3				
14	C23	168.2				
15	C24	160.4				
16	C25	194.1				
17	C26					
18	C28					
19	C30	216.7	268.4			
20	C32					
21	C34					
SUMA TOTAL		1336.0	370.7	64.4	41.8	182.5
PROMEDIO		89.1	74.1	21.6	20.9	30.4
MÁXIMO		216.7	268.4	26.8	24.2	46.0
MÍNIMO		13.0	16.0	16.9	17.6	15.1
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 21 TRATAMIENTOS</b>						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.95	
Bloques		20	50878.83002	2543.941501	α=0.05	
Tratamiento		4	55486.93484	13871.48371	9.2	
Residual		80	120440.782	1506.509775	F. TABLAS	
Total		104	226805.5469		2.5	
						SIG.

HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS		ABRIL 2da. Qna., 1996				
		Concentración (µg/g)				
		No. de ETAPA				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal. #	Nombre	Paso. 6	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	C9					
2	C10					
3	C11					
4	C12					
5	C13					
6	C14	254.7	379.3		552.5	
7	C15					
8	C16	388.2	463.2	628.1	829.0	130.6
9	C17					
10R	C18	115.2	121.1	176.3	757.5	49.5
11	C20	55.4	55.8	92.2	176.6	
12	C21				118.4	
13	C22					
14	C23				197.4	
15	C24				183.9	
16	C25				485.3	
17	C26	47.8			225.0	
18	C28					
19	C30	67.7				
20	C32		218.2			
21	C34					
SUMA TOTAL		929.1	1237.6	896.5	3525.6	180.1
PROMEDIO		154.8	247.5	298.8	391.7	90.1
MÁXIMO		388.2	463.2	628.1	829.0	130.6
MÍNIMO		47.8	55.8	92.2	118.4	49.5
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 21 TRATAMIENTOS</b>						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada 0.95	
Bloques		20	1451238.25	72561.91249	α = 0.05	
Tratamiento		4	309393.3216	77348.3304	7.0	
Residual		80	889680.9218	11121.01152	F TABLAS	
Total		104	2650312.493		2.5	
					SIG.	

		ABRIL 2 QNA.				
		Concentración (ng/m <sup>3</sup> )				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal. #	Nombre	Paso. 6	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	C9					
2	C10					
3	C11					
4	C12					
5	C13					
6	C14	156.3	232.7		339.0	
7	C15					
8	C16	238.2	284.2	385.3	508.6	80.1
9	C17					
10R	C18	70.7	74.3	108.1	464.7	30.4
11	C20	34.0	34.2	56.6	108.3	
12	C21				72.6	
13	C22					
14	C23				121.1	
15	C24				112.8	
16	C25				297.7	
17	C26	29.3			138.0	
18	C28					
19	C30	41.6				
20	C32		133.9			
21	C34					
SUMA TOTAL		570.0	759.3	550.0	2162.9	110.5
PROMEDIO		95.0	151.9	183.3	240.3	55.3
MÁXIMO		238.2	284.2	385.3	508.6	80.1
MÍNIMO		29.3	34.2	56.6	72.6	30.4
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 21 TRATAMIENTOS</b>						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada 0.95	
Bloques		20	546214.8556	27310.74278	α = 0.05	
Tratamiento		4	116448.99	29112.24751	7.0	
Residual		80	334856.7586	4185.709482	F TABLAS	
Total		104	997520.6042		2.45	
					SIG.	

HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS		MAYO 1ra. Qna., 1996				
		Concentración		(µg/g)		
		No. de ETAPA				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	C9					
2	C10	380.1				
3	C11		7254.7			5062.9
4	C12	47.7				2663.1
5	C13	3.8				
6	C14					
7	C15			1760.7		
8	C16		1274.7	1370.5		574.9
9	C17	22.5			193.6	51.6
10R	C18	48.4		196.4	304.5	54.0
11	C20	14.0		1207.2	105.9	1010.0
12	C21		234.3	374.7		340.5
13	C22			51.0		
14	C23	497.0	852.9	1378.4		2016.1
15	C24	139.7			3210.3	
16	C25	480.7		268.3		1975.1
17	C26	806.3	5224.1		6687.5	3245.4
18	C28					
19	C30				4327.8	
20	C32	2709.1		5124.9	2844.2	
21	C34	2084.6	3930.6			5745.8
SUMA TOTAL		7233.8	18771.3	11731.9	17673.8	22739.4
PROMEDIO		602.8	3128.5	1303.5	2524.8	2067.2
MÁXIMO		2709.1	7254.7	5124.9	6687.5	5745.8
MÍNIMO		3.8	234.3	51.0	105.9	51.6
BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 21 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.90	
Bloques		20	91141066.58	4557053.329	α = 0.1	
Tratamiento		4	7156232.38	1789058.10	0.9	
Residual		80	156849152.22	1960614.40	F. TABLAS	
Total		104	255146451.18		2.0	
NO SIG.						

		MAYO 1ra. Qna., 1996				
		Concentración		(ng/m <sup>3</sup> )		
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	C9					
2	C10	233.2				
3	C11		4,460.7			3,106.1
4	C12	29.3				1,633.8
5	C13	2.3				
6	C14					
7	C15			1,080.2		
8	C16		782.1	840.8		352.7
9	C17	13.8			118.8	31.7
10R	C18	29.7		120.5	188.8	33.2
11	C20	8.6		740.6	65.0	619.6
12	C21		143.7	229.9		208.9
13	C22			31.3		
14	C23	304.9	523.3	845.6		1,236.9
15	C24	85.7			1,969.5	
16	C25	294.9		164.6		1,211.7
17	C26	494.6	3,205.0		4,102.8	1,991.0
18	C28					
19	C30				2,655.1	
20	C32	1,662.0		3,144.1	1,744.9	
21	C34	1,278.9	2,411.4			3,525.1
SUMA TOTAL		4437.9	11516.1	7197.5	10842.8	13950.6
PROMEDIO		369.8	1919.4	799.7	1549.0	1268.2
MÁXIMO		1662.0	4450.7	3144.1	4102.8	3525.1
MÍNIMO		2.3	143.7	31.3	65.0	31.7
BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 21 TRATAMIENTOS						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.90	
Bloques		20	34303536.67	1715176.833	α = 0.1	
Tratamiento		4	2693451.911	673362.9777	F. TABLAS	
Residual		80	59034646.47	737933.0809	2.0	
Total		104	96031635.06		NO SIG.	

HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS		MAYO 2da. Qna., 1996				
		Concentración		(µg/g)		
		No. de ETAPA				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	C9					
2	C10					
3	C11					
4	C12		908.1			157.3
5	C13	18.6	331.8		139.5	
6	C14					76.4
7	C15	36.9			65.3	
8	C16					
9	C17	64.0	269.4		108.9	27.9
10R	C18		408.6		166.6	69.4
11	C20	23.6	156.9		60.2	30.2
12	C21					
13	C22		753.4			
14	C23	6432.1		1803.9		5568.6
15	C24	924.0		228.8	1530.8	1140.1
16	C25	4331.0		815.9	5392.7	6864.2
17	C26			2403.7		
18	C28					
19	C30					
20	C32					
21	C34					
SUMA TOTAL		11830.1	2828.2	5252.4	7464.1	13934.2
PROMEDIO		1690.0	471.4	1313.1	1066.3	1741.8
MÁXIMO		6432.1	908.1	2403.7	5392.7	6864.2
MÍNIMO		18.6	156.9	228.8	60.2	27.9
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 21 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS</b>						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.90	
Bloques		20	87053979.08	4352698.954	α = 0.1	
Tratamiento		4	4005991.752	1001497.938	1.1	
Residual		80	76149903.65	951873.7956	F. TABLAS	
Total		104	167209874.5		2.0	
NO SIG.						

		MAYO 2da. Qna., 1996				
		Concentración		(ηg/m <sup>3</sup> )		
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	C9					
2	C10					
3	C11					
4	C12		557.1			96.5
5	C13	11.4	203.6		85.6	
6	C14					46.9
7	C15	22.6			40.1	
8	C16					
9	C17	39.2	165.3		66.8	17.1
10R	C18		250.7		102.2	42.6
11	C20	14.5	96.2		36.9	18.5
12	C21					
13	C22		462.2			
14	C23	3,946.1		1,106.7		3,416.3
15	C24	566.9		140.4	939.2	699.4
16	C25	2,657.1		500.5	3,308.4	4,211.2
17	C26			1,474.7		
18	C28					
19	C30					
20	C32					
21	C34					
SUMA TOTAL		7257.7	1735.1	3222.3	4579.2	8548.6
PROMEDIO		1036.8	289.2	805.6	654.2	1068.6
MÁXIMO		3946.1	557.1	1474.7	3308.4	4211.2
MÍNIMO		11.4	96.2	140.4	36.9	17.1
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 21 TRATAMIENTOS</b>						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.90	
Bloques		20	32765244.86	1638262.243	α = 0.1	
Tratamiento		4	1507769.112	376942.2779	1.1	
Residual		80	28661185.46	358264.8182	F. TABLAS	
Total		104	62934199.43		2.0	
NO SIG.						

HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS		JUNIO 1ra. Qna., 1996				
		Concentración (µg/g)				
		No. de ETAPA				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	C9					
2	C10					4334.3
3	C11					
4	C12	1342.4	1927.9	8872.9	3549.2	6565.3
5	C13					
6	C14	516.9	1692.5	4986.4	2430.9	2830.0
7	C15					
8	C16	192.9	781.3	1892.0	819.7	1191.7
9	C17					
10R	C18	228.6	1229.2	2817.7	1212.4	1995.0
11	C20	35.6	301.8	529.0	196.0	372.6
12	C21		490.0	520.1	193.3	427.9
13	C22					
14	C23		1258.8	1074.3	439.5	805.2
15	C24		1321.0			336.2
16	C25		1031.0			221.8
17	C26		750.7		1764.0	
18	C28					
19	C30		995.1	764.8		368.2
20	C32		601.4	781.4		440.2
21	C34		785.8			670.5
SUMA TOTAL		2316.3	13166.7	22238.7	10605.0	20559.0
PROMEDIO		463.3	1012.8	2471.0	1325.6	1581.5
MÁXIMO		1342.4	1927.9	8872.9	3549.2	6565.3
MÍNIMO		35.6	301.8	520.1	193.3	221.8
BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 21 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.95	
Bloques		20	112263189.68	5613159.48	α=0.05	
Tratamiento		4	12351271.85	3087817.96	3.7	
Residual		80	67562496.16	844531.20	F. TABLAS	
Total		104	192176957.70		2.5	
						SIG.

		JUNIO 1ra. Qna., 1996				
		Concentración (ng/m <sup>3</sup> )				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	C9					
2	C10					2,659.1
3	C11					
4	C12	823.6	1,182.8	5,443.5	2,177.4	4,027.8
5	C13					
6	C14	317.1	1,038.3	3,059.2	1,491.4	1,736.2
7	C15					
8	C16	118.3	479.3	1,160.8	502.9	731.1
9	C17					
10R	C18	140.3	754.1	1,728.7	743.8	1,223.9
11	C20	21.8	185.1	324.5	120.2	228.6
12	C21		300.6	319.1	118.6	262.5
13	C22					
14	C23		772.3	659.1	269.6	494.0
15	C24		810.4			206.3
16	C25		632.5			136.1
17	C26		460.6		1,082.2	
18	C28					
19	C30		610.5	469.2		225.9
20	C32		369.0	479.4		270.1
21	C34		482.1			411.4
SUMA TOTAL		1421.1	8077.7	13643.4	6506.1	12612.9
PROMEDIO		284.2	621.4	1515.9	813.3	970.2
MÁXIMO		823.6	1182.8	5443.5	2177.4	4027.8
MÍNIMO		21.8	185.1	319.1	118.6	136.1
BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 21 TRATAMIENTOS						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.95	
Bloques		20	42253449.39	2112672.47	α=0.05	
Tratamiento		4	4648753.003	1162188.251	3.7	
Residual		80	25429070.03	317863.3754	F. TABLAS	
Total		104	72331272.42		2.5	
						SIG.

HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS		JUNIO 2da. Qna., 1996				
		Concentración (µg/g)				
		No. de ETAPA				
Gal #	Nombre	0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
		Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	C9					
2	C10					
3	C11					
4	C12		491.7	506.0		716.4
5	C13					1302.3
6	C14					467.8
7	C15	1132.7	1357.9		1344.2	2487.6
8	C16	596.7	732.7	690.8	742.0	1042.8
9	C17	1444.5	1778.4	1543.0	1567.9	2026.6
10R	C18	745.7	1238.4	872.7	928.4	1141.9
11	C20		208.9			176.2
12	C21		217.7		144.3	234.2
13	C22					
14	C23		358.7	189.0	193.2	232.8
15	C24		197.1		189.9	212.2
16	C25				290.9	232.0
17	C26				264.0	203.8
18	C28					
19	C30					
20	C32					
21	C34					
SUMA TOTAL		3919.6	6581.4	3801.6	5664.8	10476.5
PROMEDIO		979.9	731.3	760.3	629.4	805.9
MÁXIMO		1444.5	1778.4	1543.0	1567.9	2487.6
MÍNIMO		596.7	197.1	189.0	144.3	176.2
BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 21 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.95	
Bloques		20	22328956.15	1116447.808	α = 0.05	
Tratamiento		4	1410041.87	352510.47	6.2	
Residual		80	4525984.15	56574.80	F. TABLAS	
Total		104	28264982.17		2.5	
SIG.						

		JUNIO 2da. Qna., 1996				
		Concentración (ng/m <sup>3</sup> )				
Gal #	Nombre	0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
		Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	C9					
2	C10					
3	C11					
4	C12		301.7	310.4		439.5
5	C13					799.0
6	C14					287.0
7	C15	694.9	833.1		824.6	1,526.2
8	C16	366.0	449.5	423.8	455.2	639.8
9	C17	886.2	1,091.1	946.7	961.9	1,243.3
10R	C18	457.5	759.7	535.4	569.6	700.5
11	C20		128.2			108.1
12	C21		133.5		88.6	143.7
13	C22					
14	C23		220.1	116.0	118.6	142.8
15	C24		120.9		116.5	130.2
16	C25				178.5	142.3
17	C26				161.9	125.0
18	C28					
19	C30					
20	C32					
21	C34					
SUMA TOTAL		2404.7	4037.7	2332.3	3475.4	6427.3
PROMEDIO		601.2	448.6	466.5	386.2	494.4
MÁXIMO		886.2	1091.1	946.7	961.9	1526.2
MÍNIMO		366.0	120.9	116.0	88.6	108.1
BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 21 TRATAMIENTOS						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.95	
Bloques		20	8404138.716	420206.9358	α = 0.05	
Tratamiento		4	530709.425	132677.3563	6.2	
Residual		80	1703483.062	21293.53828	F. TABLAS	
Total		104	10638331.2		2.5	
SIG.						

HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS		JULIO 1ra. Qna., 1996				
		Concentración (µg/g)				
		No. de ETAPA				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	C9					
2	C10					
3	C11					
4	C12	296.5		457.2	896.7	2455.6
5	C13					
6	C14	254.3	448.8	662.3	929.5	1941.2
7	C15					
8	C16	102.0	193.0	267.3	316.9	794.7
9	C17					
10R	C18	153.6	152.1	456.9	534.2	1441.8
11	C20	29.1	50.9	86.7	116.3	266.2
12	C21	31.1	44.9	80.0	93.3	295.0
13	C22					
14	C23	75.9	118.7	183.3	221.1	696.1
15	C24					298.5
16	C25					
17	C26					
18	C28					
19	C30					
20	C32		276.2			
21	C34					
SUMA TOTAL		942.5	1284.6	2193.6	3108.1	8189.2
PROMEDIO		134.6	183.5	313.4	444.0	1023.6
MÁXIMO		296.5	448.8	662.3	929.5	2455.6
MÍNIMO		29.1	44.9	80.0	93.3	266.2
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 21 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS</b>						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.95	
Bloques		20	7156510.004	357825.5002	α = 0.05	
Tratamiento		4	1650579.642	412644.9105	5.8	
Residual		80	5731812.599	71647.65748	F. TABLAS	
Total		104	14538902.24		2.5	
					SIG.	

		JULIO 1ra. Qna., 1996				
		Concentración (ng/m <sup>3</sup> )				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	C9					
2	C10					
3	C11					
4	C12	181.9		280.5	550.1	1,506.5
5	C13					
6	C14	156.0	275.3	406.3	570.3	1,190.9
7	C15					
8	C16	62.6	118.4	164.0	194.4	487.6
9	C17					
10R	C18	94.3	93.3	280.3	327.7	894.6
11	C20	17.9	31.2	53.2	71.3	163.3
12	C21	18.1	27.8	49.1	57.2	181.0
13	C22					
14	C23	46.6	72.8	112.5	135.7	427.0
15	C24					183.1
16	C25					
17	C26					
18	C28					
19	C30					
20	C32		169.5			
21	C34					
SUMA TOTAL		578.2	788.1	1345.8	1906.8	5024.0
PROMEDIO		82.6	112.6	192.3	272.4	628.0
MÁXIMO		181.9	275.3	406.3	570.3	1506.5
MÍNIMO		17.9	27.8	49.1	57.2	163.3
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 21 TRATAMIENTOS</b>						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.95	
Bloques		20	2693556.402	134677.8201	α = 0.05	
Tratamiento		4	621242.667	155310.6668	5.8	
Residual		80	2157330.949	26966.63686	F. TABLAS	
Total		104	5472130.018		2.5	
					SIG.	

HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS		JULIO 2da. Qna., 1996				
		Concentración (µg/g)				
		No. de ETAPA				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	C9					
2	C10	5051.0				
3	C11	2219.1				
4	C12	5331.5		554.5	766.7	402.7
5	C13	1138.1		2390.7		
6	C14	995.8	345.2	858.0	544.6	844.9
7	C15					
8	C16	271.2	154.1	229.9	154.1	262.5
9	C17					
10R	C18	1010.4	140.1	308.6	209.3	325.5
11	C20	1690.9	109.5	66.2	41.1	72.8
12	C21	968.4	72.5	35.3	47.7	65.0
13	C22					
14	C23	1350.6	118.5			126.3
15	C24	114.3				
16	C25	1879.1	91.5			
17	C26	2392.3	91.3			
18	C28					
19	C30	2651.8	1995.4	1558.2		
20	C32	2625.7				
21	C34	3398.4	2690.9			
SUMA TOTAL		33088.5	5809.0	6001.5	1763.4	2099.7
PROMEDIO		2068.0	580.9	750.2	293.9	300.0
MÁXIMO		5331.5	2690.9	2390.7	766.7	844.9
MÍNIMO		114.3	72.5	35.3	41.1	65.0
BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 21 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.95	
Bloques		20	19573873.02	978693.6508	α = 0.05	
Tratamiento		4	33170563.48	8292640.87	13.3	
Residual		80	50023153.53	625289.42	F. TABLAS	
Total		104	102767590.02		2.5	
SIG.						

		JULIO 2da. Qna., 1996				
		Concentración (ng/m <sup>3</sup> )				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	C9					
2	C10	3,098.8				
3	C11	1,361.4				
4	C12	3,270.9		340.2	470.4	247.0
5	C13	698.2		1,466.7		
6	C14	610.9	211.8	526.4	334.1	518.3
7	C15					
8	C16	166.4	94.6	141.0	94.5	161.0
9	C17					
10R	C18	619.9	86.0	189.3	128.4	199.7
11	C20	1,037.4	67.2	40.6	25.2	44.7
12	C21	594.1	44.5	21.7	29.2	39.9
13	C22					
14	C23	828.6	72.7			77.5
15	C24	70.1				
16	C25	1,152.8	56.1			
17	C26	1,467.7	56.0			
18	C28					
19	C30	1,626.9	1,224.2	955.9		
20	C32	1,610.9				
21	C34	2,084.9	1,650.9			
SUMA TOTAL		20299.7	3563.8	3681.9	1081.9	1288.1
PROMEDIO		1268.7	356.4	460.2	180.3	184.0
MÁXIMO		3270.9	1650.9	1466.7	470.4	518.3
MÍNIMO		70.1	44.5	21.7	25.2	39.9
BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 21 TRATAMIENTOS						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.95	
Bloques		20	7367184.695	368359.2348	α = 0.05	
Tratamiento		4	12484686.47	3121171.617	13.3	
Residual		80	18827638.8	235345.485	F. TABLAS	
Total		104	38679509.96		2.5	
SIG.						

HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS		AGOSTO 1ra. Qna., 1996				
		Concentración (µg/g)				
		No. de ETAPA				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal. #	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	C9					
2	C10					
3	C11					
4	C12				407.3	
5	C13					
6	C14					
7	C15			1805.2	1234.8	933.3
8	C16	361.1	587.6	1131.2	788.4	616.4
9	C17	929.5	1737.8	2133.3	1503.1	1162.9
10R	C18	375.9	777.2	802.3	505.9	387.3
11	C20					
12	C21					
13	C22					
14	C23		191.5			
15	C24					
16	C25					
17	C26					
18	C28					
19	C30					
20	C32					
21	C34					
SUMA TOTAL		1666.5	3294.2	5872.1	4439.6	3099.8
PROMEDIO		555.5	823.5	1468.0	887.9	775.0
MÁXIMO		929.5	1737.8	2133.3	1503.1	1162.9
MÍNIMO		361.1	191.5	802.3	407.3	387.3
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 21 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS</b>						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.95	
Bloques		20	15185111.29	759255.5645	α = 0.05	
Tratamiento		4	472466.82	118116.70	2.6	
Residual		80	3583650.52	44795.63	F. TABLAS	
Total		104	19241228.63		2.5	
SIG.						

		AGOSTO 1ra. Qna., 1996				
		Concentración (ηg/m <sup>3</sup> )				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal. #	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	C9					
2	C10					
3	C11					
4	C12				249.9	
5	C13					
6	C14					
7	C15			1,107.5	757.6	572.6
8	C16	221.5	360.5	694.0	483.7	376.1
9	C17	570.3	1,066.2	1,308.8	922.2	713.4
10R	C18	230.6	476.8	492.2	310.4	237.6
11	C20					
12	C21					
13	C22					
14	C23		117.5			
15	C24					
16	C25					
17	C26					
18	C28					
19	C30					
20	C32					
21	C34					
SUMA TOTAL		1022.4	2021.0	3602.5	2723.7	1901.7
PROMEDIO		340.8	505.2	900.6	544.7	475.4
MÁXIMO		570.3	1066.2	1308.8	922.2	713.4
MÍNIMO		221.5	117.5	492.2	249.9	237.6
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 21 TRATAMIENTOS</b>						
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.95	
Bloques		20	5715349.2	285767.46	α = 0.05	
Tratamiento		4	177826.3463	44456.58658	2.6	
Residual		80	1348808.958	16860.11197	F. TABLAS	
Total		104	7241984.504		2.5	
SIG.						

HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS		AGOSTO 2da. Qna., 1996				
		Concentración		(µg/g)		
		No. de ETAPA				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	C9					
2	C10					
3	C11					
4	C12		382.5	282.4		
5	C13					
6	C14					
7	C15					
8	C16	536.4	968.5	1012.7	132.5	113.3
9	C17					
10R	C18	516.8	829.8	951.5		80.8
11	C20	110.9	229.9	191.6		
12	C21	88.5	217.3	327.4		
13	C22					
14	C23	253.0	554.7	686.5		33.0
15	C24	252.5	524.2	612.8		
16	C25	663.3	1127.7	847.6	43.4	44.5
17	C26	614.1	758.4	853.7	52.0	
18	C28					
19	C30	44.1		26.0	53.8	
20	C32				53.3	
21	C34					
SUMA TOTAL		3079.7	5592.9	5792.3	334.9	271.7
PROMEDIO		342.2	621.4	579.2	67.0	67.9
MÁXIMO		663.3	1127.7	1012.7	132.5	113.3
MINIMO		44.1	217.3	26.0	43.4	33.0

## BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 21 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS

Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada
Bloques	20	4102263.13	205113.16	$\alpha = 0.05$
Tratamiento	4	1384381.22	346095.31	10.4
Residual	80	2673790.19	33422.38	F TABLAS
Total	104	8160434.54		2.5
				SIG.

HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS		AGOSTO 2da. Qna., 1996				
		Concentración		(ng/m <sup>3</sup> )		
		No. de ETAPA				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	C9					
2	C10					
3	C11					
4	C12		234.6	173.3		
5	C13					
6	C14					
7	C15					
8	C16	329.1	694.2	621.3	81.3	69.5
9	C17					
10R	C18	317.1	509.1	583.8		49.6
11	C20	68.0	141.1	117.5		
12	C21	64.3	133.3	200.9		
13	C22					
14	C23	155.2	340.3	421.2		20.2
15	C24	154.9	321.6	376.0		
16	C26	407.0	691.8	520.0	26.6	27.3
17	C26	376.7	465.3	523.8	31.9	
18	C28					
19	C30	27.1		16.0	33.0	
20	C32				32.7	
21	C34					
SUMA TOTAL		1889.4	3431.2	3553.6	205.5	166.7
PROMEDIO		209.9	381.2	355.4	41.1	41.7
MÁXIMO		407.0	691.8	621.3	81.3	69.5
MINIMO		27.1	133.3	16.0	26.6	20.2

## BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 6 BLOQUES Y 21 TRATAMIENTOS

Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada 0.95
Bloques	20	1644003.588	77200.17941	$\alpha = 0.05$
Tratamiento	4	521051.3083	130262.8271	10.4
Residual	80	1006357.103	12679.46379	F TABLAS
Total	104	3071412		2.5
				SIG.

			SEPTIEMBRE, 1995				
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS			Concentración		(µg/g)		
			No. de ETAPA				
			0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	No. de anillos	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	2	NAFTALENO	22.0				
2	2	ACENAFTILENO		30.3			
3	2	ACENAFTENO					
4	2	FLUORENO	717.9	660.5	3252.5	2726.58	
5	3	FENANTRENO					
6	3	ANTRACENO					
7R	3	FLUORANTENO	71.1	57.1	58.0		
8	4	PIRENO	274.0	310.2	416.9	272.94	180.6
9	4	BENZO(a) ANTRACENO	411.4	468.2	1108.7	922.18	
10	4	CRISENO	659.0	255.2	188.3	474.76	
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO					
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO					
13	5	BENZO(a) PIRENO					
14	5	INDENO (123cd) PIRENO					
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO					
16	5	BENZO (ghi) PERILENO					
17	6	CORONENO					
		SUMA TOTAL	2155.3	1781.5	5024.4	4396.5	180.6
		PROMEDIO	359.2	296.9	1004.9	1099.1	180.6
		MÁXIMO	717.9	660.5	3252.5	2726.6	180.6
		MÍNIMO	22.0	30.3	58.0	272.9	180.6
			BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 17 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS				F Calculada 0.90
			Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Med	$\alpha = 0.1$
			Bloques	16	11292169.99	705760.6244	1.8
			Tratamiento	4	927544.7882	231886.1971	F TABLAS
			Residual	64	8282167.751	129408.8711	2.0
			Total	84	20501882.53		NO SIG.

		SEPTIEMBRE, 1995									
<b>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS</b>		<u>Concentración</u>		(ng/m <sup>3</sup> )							
		<u>No. de ETAPA</u>									
		0.45-0.95 µm		0.95-1.5 µm		1.5-3.0 µm		3.0-7.2 µm		7.2-10.0 µm	
<u>Cal #</u>	<u>No. de anillos</u>	<u>Nombre</u>	<u>Paso. 5</u>	<u>Paso. 4</u>	<u>Paso. 3</u>	<u>Paso. 2</u>	<u>Paso. 1</u>				
1	2	NAFTALENO	13.5								
2	2	ACENAFTILENO		18.6							
3	2	ACENAFTENO									
4	2	FLUORENO	440.4	405.2	1,995.4	1,672.7					
5	3	FENANTRENO									
6	3	ANTRACENO									
7R	3	FLUORANTENO	43.6	35.0	35.6						
8	4	PIRENO	168.1	190.3	255.8	167.4	110.8				
9	4	BENZO(a) ANTRACENO	252.4	287.3	680.2	565.8					
10	4	CRISENO	404.3	156.6	115.5	291.3					
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO									
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO									
13	5	BENZO(a) PIRENO									
14	5	INDENO (123cd) PIRENO									
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO									
16	5	BENZO (ghi) PERILENO									
17	6	CORONENO									
		<b>SUMA TOTAL</b>	1322.3	1092.9	3082.5	2697.2	110.8				
		<b>PROMEDIO</b>	220.4	182.2	616.5	674.3	110.8				
		<b>MÁXIMO</b>	440.4	405.2	1995.4	1672.7	110.8				
		<b>MÍNIMO</b>	13.5	18.6	35.6	167.4	110.8				
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 17 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS</b>											
		<b>Factor de Variabilidad</b>	<b>Gr. Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Med</b>	<b>F Calculada</b>	<b>0.90</b>				
		<b>Bloques</b>	16	4250129.847	265633.1154	α =0.1					
		<b>Tratamiento</b>	4	349107.9033	87276.97582	1.8					
		<b>Residual</b>	64	3117229.761	48706.71501	<b>F TABLAS</b>					
		<b>Total</b>	84	7716467.511		2.0					
							<b>NO SIG.</b>				

			OCTUBRE, 1995					
<b>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS</b>			Concentración		(µg/g)			
			No. de ETAPA					
			0.45–0.95 µm	0.95–1.5 µm	1.5–3.0 µm	3.0–7.2 µm	7.2–10.0 µm	
Cal #	No. de anillos	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1	
1	2	NAFTALENO	48.6					
2	2	ACENAFTILENO		332.3	291.4			
3	2	ACENAFTENO						
4	2	FLUORENO			199.3			
5	3	FENANTRENO					168.6	
6	3	ANTRACENO		378.6	453.6	461.2		
7R	3	FLUORANTENO	135.6					
8	4	PIRENO	123.6		186.6		750.6	
9	4	BENZO(a) ANTRACENO	105.4	1521.1	3091.0	1168.0	356.9	
10	4	CRISENO	107.3			649.9	240.7	
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO	473.7	516.7	1150.8	450.5		
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO						
13	5	BENZO(a) PIRENO			188.8	67.7		
14	5	INDENO (123cd) PIRENO						
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO						
16	5	BENZO (ghi) PERILENO			285.6			
17	6	CORONENO						
		SUMA TOTAL	994.3	2748.8	5847.2	2797.3	1516.8	
		PROMEDIO	165.7	687.2	730.9	559.5	379.2	
		MÁXIMO	473.7	1521.1	3091.0	1168.0	750.6	
		MÍNIMO	48.6	332.3	186.6	67.7	168.6	
			BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 17 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS				F Calculada 0.90	
			Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medio	α =0.1	
			Bloques	16	7746513.78	484157.11	2.0	
			Tratamiento	4	834894.60	208723.65	F TABLAS	
			Residual	64	6606963.03	103233.80	2.0	
			Total	84	15188371.41		SIG	

			<b>OCTUBRE, 1995</b>				
<b>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS</b>			<b>Concentración</b> (ng/m <sup>3</sup> )				
			<b>No. de ETAPA</b>				
			0.45–0.95 µm	0.95–1.5 µm	1.5–3.0 µm	3.0–7.2 µm	7.2–10.0 µm
<b>Cal #</b>	<b>No. de anillos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Paso. 5</b>	<b>Paso. 4</b>	<b>Paso. 3</b>	<b>Paso. 2</b>	<b>Paso. 1</b>
1	2	NAFTALENO	29.8				
2	2	ACENAFTILENO		203.9	178.8		
3	2	ACENAFTENO					
4	2	FLUORENO			122.3		
5	3	FENANTRENO					103.4
6	3	ANTRACENO		232.3	278.3	282.9	
7R	3	FLUORANTENO	83.2				
8	4	PIRENO	75.9		114.5		460.5
9	4	BENZO(a) ANTRACENO	64.7	933.2	1,896.3	716.6	219.0
10	4	CRISENO	65.8			398.7	147.7
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO	290.6	317.0	706.0	276.4	
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO					
13	5	BENZO(a) PIRENO			115.8	41.6	
14	5	INDENO (123cd) PIRENO					
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO					
16	5	BENZO (ghi) PERILENO			175.2		
17	6	CORONENO					
		<b>SUMA TOTAL</b>	610.0	1686.4	3587.2	1716.2	930.5
		<b>PROMEDIO</b>	101.7	421.6	448.4	343.2	232.6
		<b>MÁXIMO</b>	290.6	933.2	1896.3	716.6	460.5
		<b>MÍNIMO</b>	29.8	203.9	114.5	41.6	103.4
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 17 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS</b>							
		<b>Factor de Variabilidad</b>	<b>Gr. Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medio</b>	<b>F Calculada 0.90</b>	
		<b>Bloques</b>	16	2915621.128	182226.3205	α =0.1	
		<b>Tratamiento</b>	4	314236.367	78559.09174	2.0	
		<b>Residual</b>	64	2486718.745	38854.98039	<b>F TABLAS</b>	
		<b>Total</b>	84	5716576.241		2.0	
						SIG.	

			NOVIEMBRE, 1995				
<b>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS</b>					Concentración	( $\mu\text{g/g}$ )	
			No. de ETAPA				
			0.45–0.95 $\mu\text{m}$	0.95–1.5 $\mu\text{m}$	1.5–3.0 $\mu\text{m}$	3.0–7.2 $\mu\text{m}$	7.2–10.0 $\mu\text{m}$
Cal #	No. de anillos	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	2	NAFTALENO		94.6	146.9		
2	2	ACENAFTILENO	374.7	712.5	521.1	100.8	
3	2	ACENAFTENO	752.7	797.2	1388.1	241.8	89.0
4	2	FLUORENO		914.8	151.4	923.2	
5	3	FENANTRENO	75.3	173.2	127.6		
6	3	ANTRACENO	143.1	123.8	606.5	73.2	39.3
7R	3	FLUORANTENO	1005.2	1536.7	1752.2	237.0	233.4
8	4	PIRENO	207.2	271.8	413.0	96.3	93.1
9	4	BENZO(a) ANTRACENO	637.0	458.6	380.6	198.9	191.7
10	4	CRISENO	437.2	881.9			113.2
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO	226.7	596.4	1566.1	205.2	
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO	398.5				302.4
13	5	BENZO(a) PIRENO	411.6				
14	5	INDENO (123cd) PIRENO					
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO					
16	5	BENZO (ghi) PERILENO					
17	6	CORONENO					
		SUMA TOTAL	4669.2	6561.4	7053.7	2076.4	1062.1
		PROMEDIO	424.5	596.5	705.4	259.6	151.7
		MÁXIMO	1005.2	1536.7	1752.2	923.2	302.4
		MÍNIMO	75.3	94.6	127.6	73.2	39.3
			BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 17 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS				F Calculada 0.95
			Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medio	$\alpha = 0.05$
			Bloques	16	745661.80	46603.86	4.8
			Tratamiento	4	149996.80	37499.20	F TABLAS
			Residual	64	1070796.75	16731.20	2.5
			Total	84	1966455.35		SIG.

			<b>NOVIEMBRE, 1995</b>				
<b>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS</b>			<b>Concentración</b>		<b>(<math>\eta\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>		
			<b>No. de ETAPA</b>				
			0.45–0.95 $\mu\text{m}$	0.95–1.5 $\mu\text{m}$	1.5–3.0 $\mu\text{m}$	3.0–7.2 $\mu\text{m}$	7.2–10.0 $\mu\text{m}$
<b>Cal #</b>	<b>No. de anillos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Paso. 5</b>	<b>Paso. 4</b>	<b>Paso. 3</b>	<b>Paso. 2</b>	<b>Paso. 1</b>
1	2	NAFTALENO		58.1	90.1		
2	2	ACENAFTILENO	229.9	437.1	319.7	61.8	
3	2	ACENAFTENO	461.8	489.1	851.6	148.4	54.6
4	2	FLUORENO		561.2	92.9	566.4	
5	3	FENANTRENO	46.2	106.3	78.3		
6	3	ANTRACENO	87.8	75.9	372.1	44.9	24.1
7R	3	FLUORANTENO	616.7	942.7	1,075.0	145.4	143.2
8	4	PIRENO	127.1	166.8	253.4	59.1	57.1
9	4	BENZO(a) ANTRACENO	390.8	281.3	233.5	122.0	117.6
10	4	CRISENO	268.2	541.0			69.5
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO	139.1	365.9	960.8	125.9	
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO	244.5				185.5
13	5	BENZO(a) PIRENO	252.5				
14	5	INDENO (123cd) PIRENO					
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO					
16	5	BENZO (ghi) PERILENO					
17	6	CORONENO					
		<b>SUMA TOTAL</b>	<b>2864.5</b>	<b>4025.4</b>	<b>4327.4</b>	<b>1273.9</b>	<b>651.6</b>
		<b>PROMEDIO</b>	<b>260.4</b>	<b>365.9</b>	<b>432.7</b>	<b>159.2</b>	<b>93.1</b>
		<b>MÁXIMO</b>	<b>616.7</b>	<b>942.7</b>	<b>1075.0</b>	<b>566.4</b>	<b>185.5</b>
		<b>MÍNIMO</b>	<b>46.2</b>	<b>58.1</b>	<b>78.3</b>	<b>44.9</b>	<b>24.1</b>
			<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 17 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS</b>				
			<b>Factor de Variabilidad</b>	<b>Gr. Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medio</b>	<b>F Calculada 0.95</b>
			<b>Bloques</b>	<b>16</b>	<b>280651.06</b>	<b>17540.69</b>	$\alpha = 0.05$
			<b>Tratamiento</b>	<b>4</b>	<b>56455.57</b>	<b>14113.89</b>	<b>4.8</b>
			<b>Residual</b>	<b>64</b>	<b>403024.86</b>	<b>6297.26</b>	<b>F TABLAS</b>
			<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>740131.49</b>		<b>2.5</b>
							<b>SIG.</b>

			ENERO, 1996					
<b>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS</b>			<b>Concentración</b>					
			<b>(µg/g)</b>					
			<b>No. de ETAPA</b>					
			0.45–0.95 µm	0.95–1.5 µm	1.5–3.0 µm	3.0–7.2 µm	7.2–10.0 µm	
<b>Cal #</b>	<b>No. de anillos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Paso. 5</b>	<b>Paso. 4</b>	<b>Paso. 3</b>	<b>Paso. 2</b>	<b>Paso. 1</b>	
1	2	NAFTALENO	33.0	54.0	52.9			
2	2	ACENAFTILENO			65.0	43.7	39.0	
3	2	ACENAFTENO						
4	2	FLUORENO	108.1					
5	3	FENANTRENO						
6	3	ANTRACENO	43.3	57.1	104.3	53.7	69.5	
7R	3	FLUORANTENO	205.5				97.2	
8	4	PIRENO	93.0				140.9	
9	4	BENZO(a) ANTRACENO	72.2	834.3	927.9	493.4	106.6	
10	4	CRISENO	107.8				96.0	
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO		72.5	98.6	74.1	80.9	
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO						
13	5	BENZO(a) PIRENO		109.3			108.9	
14	5	INDENO (123cd) PIRENO						
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO						
16	5	BENZO (ghi) PERILENO		331.0	474.2	200.8		
17	6	CORONENO						
		SUMA TOTAL	662.9	1458.1	1722.9	865.7	738.9	
		PROMEDIO	94.7	243.0	287.1	173.1	92.4	
		MÁXIMO	205.5	834.3	927.9	493.4	140.9	
		MÍNIMO	33.0	54.0	52.9	43.7	39.0	
			<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 17 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTO</b>				<b>F Calculada 0.90</b>	
			<b>Factor de Variabilidad</b>	<b>Gr. Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Med</b>	<b>α =0.1</b>	
			<b>Bloques</b>	16	1138813.383	71175.83645	1.0	
			<b>Tratamiento</b>	4	52475.1359	13118.78397	<b>F TABLAS</b>	
			<b>Residual</b>	64	852855.2205	13325.86282	2.0	
			<b>Total</b>	84	2044143.739		<b>NO SIG.</b>	

				<b>ENERO, 1996</b>				
<b>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS</b>				<b>Concentración</b> (ng/m <sup>3</sup> )				
				<b>No. de ETAPA</b>				
				0.45–0.95 µm	0.95–1.5 µm	1.5–3.0 µm	3.0–7.2 µm	7.2–10.0 µm
<b>Cal #</b>	<b>No. de anillos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Paso. 5</b>	<b>Paso. 4</b>	<b>Paso. 3</b>	<b>Paso. 2</b>	<b>Paso. 1</b>	
1	2	NAFTALENO	20.2	33.1	32.4			
2	2	ACENAFTILENO			39.9	26.8	23.9	
3	2	ACENAFTENO						
4	2	FLUORENO	66.3					
5	3	FENANTRENO						
6	3	ANTRACENO	26.5	35.0	64.0	32.9	42.6	
7R	3	FLUORANTENO	126.1				59.6	
8	4	PIRENO	57.1				86.5	
9	4	BENZO(a) ANTRACENO	44.3	511.8	569.3	302.7	65.4	
10	4	CRISENO	66.1				58.9	
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO		44.5	60.5	45.5	49.6	
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO						
13	5	BENZO(a) PIRENO		67.0			66.8	
14	5	INDENO (123cd) PIRENO						
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO						
16	5	BENZO (ghi) PERILENO		203.0	290.9	123.2		
17	6	CORONENO						
		<b>SUMA TOTAL</b>	<b>406.7</b>	<b>894.5</b>	<b>1057.0</b>	<b>531.1</b>	<b>453.3</b>	
		<b>PROMEDIO</b>	<b>58.1</b>	<b>149.1</b>	<b>176.2</b>	<b>106.2</b>	<b>56.7</b>	
		<b>MÁXIMO</b>	<b>126.1</b>	<b>511.8</b>	<b>569.3</b>	<b>302.7</b>	<b>86.5</b>	
		<b>MÍNIMO</b>	<b>20.2</b>	<b>33.1</b>	<b>32.4</b>	<b>26.8</b>	<b>23.9</b>	
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 17 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTO</b> F Calculada 0.90								
		<b>Factor de Variabilidad</b>	<b>Gr. Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Med</b>	<b>α =0.1</b>		
		<b>Bloques</b>	<b>16</b>	<b>428624.8572</b>	<b>26789.05358</b>	<b>1.0</b>		
		<b>Tratamiento</b>	<b>4</b>	<b>19750.51221</b>	<b>4937.628053</b>	<b>F TABLAS</b>		
		<b>Residual</b>	<b>64</b>	<b>320996.3568</b>	<b>5015.568075</b>	<b>2.0</b>		
		<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>769371.7263</b>		<b>NO SIG.</b>		

			FEBRERO, 1996					
<b>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS</b>					Concentración	(µg/g)		
			No. de ETAPA					
			0.45–0.95 µm	0.95–1.5 µm	1.5–3.0 µm	3.0–7.2 µm	7.2–10.0 µm	
Cal #	No. de anillos	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1	
1	2	NAFTALENO						
2	2	ACENAFTILENO					99.2	
3	2	ACENAFTENO	42.4	92.0		54.0		
4	2	FLUORENO						
5	3	FENANTRENO						
6	3	ANTRACENO	69.2	105.7	55.9	67.1	127.1	
7R	3	FLUORANTENO	151.0	214.4	90.0	95.1	216.0	
8	4	PIRENO	85.8	76.2	42.2	31.2	123.1	
9	4	BENZO(a) ANTRACENO	121.0	141.1	153.0	101.4	1165.2	
10	4	CRISENO						
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO	162.3	209.6	148.5	103.0	258.5	
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO	62.4					
13	5	BENZO(a) PIRENO						
14	5	INDENO (123cd) PIRENO						
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO						
16	5	BENZO (ghi) PERILENO						
17	6	CORONENO						
		SUMA TOTAL	694.2	839.0	489.6	451.8	1989.1	
		PROMEDIO	99.2	139.8	97.9	75.3	331.5	
		MÁXIMO	162.3	214.4	153.0	103.0	1165.2	
		MÍNIMO	42.4	76.2	42.2	31.2	99.2	
			<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 17 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS</b>				F Calculada 0.90	
			Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Med	α=0.1	
			Bloques	16	675976.7646	42248.54778	1.8	
			Tratamiento	4	94196.9118	23549.22795	F TABLAS	
			Residual	64	821471.7149	12835.49555	2.0	
			Total	84	1591645.391		SIG.	

			FEBRERO, 1996				
<b>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS</b>					Concentración	(ng/m <sup>3</sup> )	
			No. de ETAPA				
			0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	No. de anillos	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	2	NAFTALENO					
2	2	ACENAFTILENO					60.9
3	2	ACENAFTENO	26.0	56.5		33.2	
4	2	FLUORENO					
5	3	FENANTRENO					
6	3	ANTRACENO	42.5	64.9	34.3	41.1	78.0
7R	3	FLUORANTENO	92.7	131.5	55.2	58.3	132.5
8	4	PIRENO	52.7	46.7	25.9	19.1	75.5
9	4	BENZO(a) ANTRACENO	74.3	86.6	93.8	62.2	714.9
10	4	CRISENO					
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO	99.5	128.6	91.1	63.2	158.6
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO	38.3				
13	5	BENZO(a) PIRENO					
14	5	INDENO (123cd) PIRENO					
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO					
16	5	BENZO (ghi) PERILENO					
17	6	CORONENO					
		SUMA TOTAL	425.9	514.7	300.3	277.2	1220.3
		PROMEDIO	60.8	85.8	60.1	46.2	203.4
		MÁXIMO	99.5	131.5	93.8	63.2	714.9
		MÍNIMO	26.0	46.7	25.9	19.1	60.9
			BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 17 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS F Calculada 0.90				
			Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Med	α =0.1
			Bloques	16	254423.1114	15901.44446	1.8
			Tratamiento	4	35453.69107	8863.422767	F TABLAS
			Residual	64	309184.2805	4831.004383	2.0
			Total	84	599061.0829		NO SIG.

			MARZO 1ra. Qna. de 1996.					
<b>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS</b>					Concentración	(µg/g)		
			No. de ETAPA					
			0.45–0.95 µm	0.95–1.5 µm	1.5–3.0 µm	3.0–7.2 µm	7.2–10.0 µm	
Cal #	No. de ani	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1	
1	2	NAFTALENO				25.3		
2	2	ACENAFTILENO					43.3	
3	2	ACENAFTENO	22.5		47.4	59.5	86.0	
4	2	FLUORENO			31.2			
5	3	FENANTRENO	25.8		79.6			
6	3	ANTRACENO	27.2		50.8	63.6	125.7	
7R	3	FLUORANTENO	71.2		137.4	148.8	326.3	
8	4	PIRENO	27.1	28.4	84.1	87.5	100.4	
9	4	BENZO(a) ANTRACENO	443.4		665.7	1238.0		
10	4	CRISENO	342.8		233.3	120.5	699.3	
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO	558.3		3856.5	188.5		
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO	189.5		378.4	386.4	179.2	
13	5	BENZO(a) PIRENO	52.1			3603.7		
14	5	INDENO (123cd) PIRENO						
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO						
16	5	BENZO (ghi) PERILENO				887.0		
17	6	CORONENO						
		SUMA TOTAL	1760.0	28.4	5564.3	6808.9	1560.2	
		PROMEDIO	176.0	28.4	556.4	619.0	222.9	
		MÁXIMO	558.3	28.4	3856.5	3603.7	699.3	
		MINIMO	22.5	28.4	31.2	25.3	43.3	
		<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 17 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTO</b>					F Calculada 0.90	
		Factor de Variabili	Gr. Libertad	Suma de Cuadrad	Cuadrados Medi	α =0.1		
		Bloques	16	6050344.769	378146.5481	1.5		
		Tratamiento	4	1965888.765	491472.1912	F TABLAS		
		Residual	64	21506122.13	336033.1584	2.0		
		Total	84	29522355.67		NO SIG.		

			<b>MARZO 1ra. Qna. de 1996.</b>				
<b>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS</b>			<b>Concentración</b> (ng/m <sup>3</sup> )				
			<b>No. de ETAPA</b>				
			0.45–0.95 µm	0.95–1.5 µm	1.5–3.0 µm	3.0–7.2 µm	7.2–10.0 µm
<b>Cal #</b>	<b>No. de anillos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Paso. 5</b>	<b>Paso. 4</b>	<b>Paso. 3</b>	<b>Paso. 2</b>	<b>Paso. 1</b>
1	2	NAFTALENO				15.5	
2	2	ACENAFTILENO					26.6
3	2	ACENAFTENO	13.8		29.1	36.5	52.7
4	2	FLUORENO			19.1		
5	3	FENANTRENO	15.8		48.8		
6	3	ANTRACENO	16.7		31.2	39.0	77.1
7R	3	FLUORANTENO	43.7		84.3	91.3	200.2
8	4	PIRENO	16.6	17.4	51.6	53.7	61.6
9	4	BENZO(a) ANTRACENO	272.0		408.4	759.5	
10	4	CRISENO	210.3		143.1	73.9	429.0
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO	342.5		2,365.9	115.6	
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO	116.3		232.1	237.1	109.9
13	5	BENZO(a) PIRENO	32.0			2,210.8	
14	5	INDENO (123cd) PIRENO					
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO					
16	5	BENZO (ghi) PERILENO				544.2	
17	6	CORONENO					
		SUMA TOTAL	1079.8	17.4	3413.7	4177.2	957.2
		PROMEDIO	108.0	17.4	341.4	379.7	136.7
		MÁXIMO	342.5	17.4	2365.9	2210.8	429.0
		MÍNIMO	13.8	17.4	19.1	15.5	26.6
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 17 TRATAMIENTOS</b>							
		<b>Factor de Variabilidad</b>	<b>Gr. Libertad</b>	<b>Suma de Cuadra</b>	<b>Cuadrados Med</b>	<b>F Calculada 0.90</b>	
		<b>Bloques</b>	16	2277219.605	142326.2253	α =0.1	
		<b>Tratamiento</b>	4	739918.2374	184979.5593	1.5	
		<b>Residual</b>	64	8094441.693	126475.6515	<b>F TABLAS</b>	
		<b>Total</b>	84	11111579.54		2.0	
<b>NO SIG.</b>							

			MARZO 2da. Qna. de 1996.					
<b>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS</b>					Concentración	(µg/g)		
			No. de ETAPA					
			0.45–0.95 µm	0.95–1.5 µm	1.5–3.0 µm	3.0–7.2 µm	7.2–10.0 µm	
Cal #	No. de ani	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1	
1	2	NAFTALENO			64.5			
2	2	ACENAFTILENO			97.6			
3	2	ACENAFTENO	51.0	73.7		64.3	46.0	
4	2	FLUORENO			56.7			
5	3	FENANTRENO						
6	3	ANTRACENO						
7R	3	FLUORANTENO	48.7	74.8	75.8	89.0	86.6	
8	4	PIRENO	80.0			62.5	65.3	
9	4	BENZO(a) ANTRACENO	158.9	70.3	309.0	85.9		
10	4	CRISENO	157.2	259.3			107.2	
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO	63.1					
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO						
13	5	BENZO(a) PIRENO						
14	5	INDENO (123cd) PIRENO						
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO						
16	5	BENZO (ghi) PERILENO						
17	6	CORONENO						
		SUMA TOTAL	559.0	478.0	603.5	301.7	305.0	
		PROMEDIO	93.2	119.5	120.7	75.4	76.3	
		MÁXIMO	158.9	259.3	309.0	89.0	107.2	
		MÍNIMO	48.7	70.3	56.7	62.5	46.0	
		<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 17 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS</b>					F Calculada 0.90	
		Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrad	Cuadrados Medi	α =0.1		
		Bloques	16	125286.5581	7830.409881	0.6		
		Tratamiento	4	4660.671033	1165.167758	F TABLAS		
		Residual	64	125963.7522	1968.183629	2.0		
		Total	84	255910.9814		NO SIG.		

			<b>MARZO 2da. Qna. de 1996.</b>				
<b>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS</b>			<b>Concentración</b> (ng/m <sup>3</sup> )				
			<b>No. de ETAPA</b>				
			0.45–0.95 µm	0.95–1.5 µm	1.5–3.0 µm	3.0–7.2 µm	7.2–10.0 µm
<b>Cal #</b>	<b>No. de anillos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Paso. 5</b>	<b>Paso. 4</b>	<b>Paso. 3</b>	<b>Paso. 2</b>	<b>Paso. 1</b>
1	2	NAFTALENO			39.6		
2	2	ACENAFTILENO			59.9		
3	2	ACENAFTENO	31.3	45.2		39.4	28.2
4	2	FLUORENO			34.8		
5	3	FENANTRENO					
6	3	ANTRACENO					
7R	3	FLUORANTENO	29.9	45.9	46.5	54.6	53.1
8	4	PIRENO	49.1			38.4	40.0
9	4	BENZO(a) ANTRACENO	97.5	43.1	189.6	52.7	
10	4	CRISENO	96.4	159.1			65.8
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO	38.7				
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO					
13	5	BENZO(a) PIRENO					
14	5	INDENO (123cd) PIRENO					
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO					
16	5	BENZO (ghi) PERILENO					
17	6	CORONENO					
		<b>SUMA TOTAL</b>	<b>342.9</b>	<b>293.3</b>	<b>370.3</b>	<b>185.1</b>	<b>187.1</b>
		<b>PROMEDIO</b>	<b>57.2</b>	<b>73.3</b>	<b>74.1</b>	<b>46.3</b>	<b>46.8</b>
		<b>MÁXIMO</b>	<b>97.5</b>	<b>159.1</b>	<b>189.6</b>	<b>54.6</b>	<b>65.8</b>
		<b>MÍNIMO</b>	<b>29.9</b>	<b>43.1</b>	<b>34.8</b>	<b>38.4</b>	<b>28.2</b>
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 17 TRATAMIENTOS</b>							
		<b>Factor de Variabilidad</b>	<b>Gr. Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medio</b>	<b>F Calculada 0.90</b>	
		<b>Bloques</b>	<b>16</b>	<b>47155.16508</b>	<b>2947.197817</b>	$\alpha = 0.1$	
		<b>Tratamiento</b>	<b>4</b>	<b>1754.176308</b>	<b>438.544077</b>	<b>0.6</b>	
		<b>Residual</b>	<b>64</b>	<b>47410.04638</b>	<b>740.7819747</b>	<b>F TABLAS</b>	
		<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>96319.38777</b>		<b>2.0</b>	
						<b>NO SIG.</b>	

			ABRIL 2da. Qna. de 1996.					
<b>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS</b>					Concentración	(µg/g)		
			No. de ETAPA					
			0.45–0.95 µm	0.95–1.5 µm	1.5–3.0 µm	3.0–7.2 µm	7.2–10.0 µm	
Cal #	No. de anillos	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1	
1	2	NAFTALENO						
2	2	ACENAFTILENO				20.3		
3	2	ACENAFTENO						
4	2	FLUORENO						
5	3	FENANTRENO	8.6	9.5	15.8	29.4	21.8	
6	3	ANTRACENO						
7R	3	FLUORANTENO	29.8	22.0	41.6	100.1	62.2	
8	4	PIRENO	6.9		6.6	26.2	13.3	
9	4	BENZO(a) ANTRACENO						
10	4	CRISENO	1627.3	1572.6	4556.1	1996.4	4241.8	
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO						
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO	9.9					
13	5	BENZO(a) PIRENO						
14	5	INDENO (123cd) PIRENO						
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO						
16	5	BENZO (ghi) PERILENO						
17	6	CORONENO						
		SUMA TOTAL	1682.5	1604.0	4620.1	2172.3	4339.1	
		PROMEDIO	336.5	534.7	1155.0	434.5	1084.8	
		MÁXIMO	1627.3	1572.6	4556.1	1996.4	4241.8	
		MÍNIMO	6.9	9.5	6.6	20.3	13.3	
		BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 17 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS					F Calculada 0.90	
		Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medic	α=0.1		
		Bloques	16	36737024.18	2296064.011	1.0		
		Tratamiento	4	512937.5791	128234.3948	F TABLAS		
		Residual	64	8182225.527	127847.2739	2.0		
		Total	84	45432187.28		NO SIG.		

			ABRIL 2da. Qna. de 1996.				
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS			Concentración		(ng/m <sup>3</sup> )		
			No. de ETAPA				
			0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	No. de anillos	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	2	NAFTALENO					
2	2	ACENAFTILENO				12.4	
3	2	ACENAFTENO					
4	2	FLUORENO					
5	3	FENANTRENO	5.3	5.8	9.7	18.0	13.4
6	3	ANTRACENO					
7R	3	FLUORANTENO	18.3	13.5	25.5	61.4	38.1
8	4	PIRENO	4.2		4.1	16.0	8.2
9	4	BENZO(a) ANTRACENO					
10	4	CRISENO	998.4	964.8	2,795.1	1,224.8	2,602.3
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO					
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO	6.1				
13	5	BENZO(a) PIRENO					
14	5	INDENO (123cd) PIRENO					
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO					
16	5	BENZO (ghi) PERILENO					
17	6	CORONENO					
		SUMA TOTAL	1032.2	984.1	2834.4	1332.7	2662.0
		PROMEDIO	206.4	328.0	708.6	266.5	665.5
		MÁXIMO	998.4	964.8	2795.1	1224.8	2602.3
		MÍNIMO	4.2	5.8	4.1	12.4	8.2
BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 17 TRATAMIENTOS							
		Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medio	F Calculada 0.90	
		Bloques	16	13827025.55	864189.0967	α =0.1	
		Tratamiento	4	193058.6695	48264.66738	1.0	
		Residual	64	3079613.657	48118.9634	F TABLAS	
		Total	84	17099697.87		2.0	
NO SIG.							

			MAYO 1ra. Qna. de 1996.				
<b>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS</b>					Concentración	( $\mu\text{g/g}$ )	
			No. de ETAPA				
			0.45–0.95 $\mu\text{m}$	0.95–1.5 $\mu\text{m}$	1.5–3.0 $\mu\text{m}$	3.0–7.2 $\mu\text{m}$	7.2–10.0 $\mu\text{m}$
Cal #	No. de anillos	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	2	NAFTALENO					
2	2	ACENAFTILENO				18.3	
3	2	ACENAFTENO					
4	2	FLUORENO					
5	3	FENANTRENO	26.4	31.9	26.3		55.9
6	3	ANTRACENO	1.5	14.3	254.7	110.8	25.8
7R	3	FLUORANTENO	3.7	20.5	42.2		31.0
8	4	PIRENO	2.0	13.5		91.3	39.2
9	4	BENZO(a) ANTRACENO	2.9	9.1	165.6		9.7
10	4	CRISENO	36.4	49.3	373.4	87.9	124.7
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO	5.7		48.4	21.9	
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO					
13	5	BENZO(a) PIRENO	300.2		3431.5	1090.7	
14	5	INDENO (123cd) PIRENO	89.0		219.8	979.0	
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO			4.8	3.2	
16	5	BENZO (ghi) PERILENO	4.2				
17	6	CORONENO	12.7		57.5	8.3	
		SUMA TOTAL	484.7	138.5	4624.1	2411.5	286.4
		PROMEDIO	44.1	23.1	462.4	267.9	47.7
		MÁXIMO	300.2	49.3	3431.5	1090.7	124.7
		MÍNIMO	1.5	9.1	4.8	3.2	9.7
			BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 17 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS				F Calculada 0.90
			Factor de Variabili	Gr. Libertad	Suma de Cuadrad	Cuadrados Medic	$\alpha = 0.1$
			Bloques	16	4383101.555	273943.8472	1.7
			Tratamiento	4	876992.5144	219248.1286	F TABLAS
			Residual	64	8364349.697	130692.964	2.0
			Total	84	13624443.77		NO SIG.

			MAYO 1ra. Qna. de 1996.				
<b>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS</b>					Concentración	(ng/m <sup>3</sup> )	
			No. de ETAPA				
			0.45–0.95 µm	0.95–1.5 µm	1.5–3.0 µm	3.0–7.2 µm	7.2–10.0 µm
<b>Cal #</b>	<b>No. de anillos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Paso. 5</b>	<b>Paso. 4</b>	<b>Paso. 3</b>	<b>Paso. 2</b>	<b>Paso. 1</b>
1	2	NAFTALENO					
2	2	ACENAFTILENO				11.2	
3	2	ACENAFTENO					
4	2	FLUORENO					
5	3	FENANTRENO	16.2	19.6	16.1		34.3
6	3	ANTRACENO	0.9	8.8	156.3	68.0	15.8
7R	3	FLUORANTENO	2.3	12.6	25.9		19.0
8	4	PIRENO	1.2	8.3		56.0	24.0
9	4	BENZO(a) ANTRACENO	1.8	5.6	101.6		6.0
10	4	CRISENO	22.4	30.2	229.0	53.9	76.5
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO	3.5		29.7	13.5	
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO					
13	5	BENZO(a) PIRENO	184.2		2,105.2	669.1	
14	5	INDENO (123cd) PIRENO	54.6		134.8	600.6	
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO			3.0	2.0	
16	5	BENZO (ghi) PERILENO	2.6				
17	6	CORONENO	7.8		35.3	5.1	
		<b>SUMA TOTAL</b>	<b>297.4</b>	<b>85.0</b>	<b>2836.9</b>	<b>1479.4</b>	<b>175.7</b>
		<b>PROMEDIO</b>	<b>27.0</b>	<b>14.2</b>	<b>283.7</b>	<b>164.4</b>	<b>29.3</b>
		<b>MÁXIMO</b>	<b>184.2</b>	<b>30.2</b>	<b>2105.2</b>	<b>669.1</b>	<b>76.5</b>
		<b>MÍNIMO</b>	<b>0.9</b>	<b>5.6</b>	<b>3.0</b>	<b>2.0</b>	<b>6.0</b>
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 17 TRATAMIENTOS</b>							
		<b>Factor de Variabili</b>	<b>Gr. Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrad</b>	<b>Cuadrados Medi</b>	<b>F Calculada 0.90</b>	
		<b>Bloques</b>	<b>16</b>	<b>1649705.128</b>	<b>103106.5705</b>	$\alpha = 0.1$	
		<b>Tratamiento</b>	<b>4</b>	<b>330081.115</b>	<b>82520.27874</b>	<b>1.7</b>	
		<b>Residual</b>	<b>64</b>	<b>3148161.277</b>	<b>49190.01996</b>	<b>F TABLAS</b>	
		<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>5127947.52</b>		<b>2.0</b>	
<b>NO SIG.</b>							

			MAYO 2da. Qna. de 1996.				
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS			Concentración (µg/g)				
			No. de ETAPA				
			0.45–0.95 µm	0.95–1.5 µm	1.5–3.0 µm	3.0–7.2 µm	7.2–10.0 µm
Cal #	No. de anillos	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	2	NAFTALENO					
2	2	ACENAFTILENO		36.9			
3	2	ACENAFTENO		379.1			
4	2	FLUORENO	2.1	6.8			
5	3	FENANTRENO	15.8	23.2			
6	3	ANTRACENO	77.3	55.8			
7R	3	FLUORANTENO	116.4	230.8	13.1	106.0	41.3
8	4	PIRENO	320.4	810.7	62.8		194.7
9	4	BENZO(a) ANTRACENO		330.4			93.3
10	4	CRISENO	84.4	219.2	141.4	101.7	50.7
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO	155.1	621.0		322.0	59.8
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO		424.9	69.9	209.9	
13	5	BENZO(a) PIRENO	306.0	88.4	138.4	160.3	123.0
14	5	INDENO (123cd) PIRENO	227.0	166.8		547.9	155.5
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO	23.2	17.8			
16	5	BENZO (ghi) PERILENO			20.3		
17	6	CORONENO	33.6	44.6		39.6	
		SUMA TOTAL	1361.3	3456.4	445.9	1487.3	718.4
		PROMEDIO	123.8	230.4	74.3	212.5	102.6
		MÁXIMO	320.4	810.7	141.4	547.9	194.7
		MÍNIMO	2.1	6.8	13.1	39.6	41.3
			BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 17 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS				F Calculada 0.95
			Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadras	Cuadrados Medic	$\alpha = 0.05$
			Bloques	16	665614.9871	41600.93669	5.8
			Tratamiento	4	327574.248	81893.562	F TABLAS
			Residual	64	910612.9845	14228.32788	2.5
			Total	84	1903802.22		SIG.





			JUNIO 1ra. Qna. de 1996.				
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS			Concentración (ng/m <sup>3</sup> )				
			No. de ETAPA				
			0.45–0.95 µm	0.95–1.5 µm	1.5–3.0 µm	3.0–7.2 µm	7.2–10.0 µm
Cal #	No. de anillos	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	2	NAFTALENO					
2	2	ACENAFTILENO					
3	2	ACENAFTENO					
4	2	FLUORENO			55.0		24.8
5	3	FENANTRENO	65.4	144.1	523.6	148.0	364.8
6	3	ANTRACENO	33.2	69.4	276.6	82.5	181.4
7R	3	FLUORANTENO	82.1	220.2	634.8	192.6	481.1
8	4	PIRENO	77.3	125.3	620.8	156.8	330.9
9	4	BENZO(a) ANTRACENO	25.9	59.0	204.0	64.3	91.2
10	4	CRISENO	729.8	474.7	3,327.3	1,110.2	1,340.2
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO					
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO					
13	5	BENZO(a) PIRENO					
14	5	INDENO (123cd) PIRENO					
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO					
16	5	BENZO (ghi) PERILENO					
17	6	CORONENO					
		SUMA TOTAL	1013.6	1092.8	5642.0	1754.5	2814.4
		PROMEDIO	168.9	182.1	806.0	292.4	402.1
		MÁXIMO	729.8	474.7	3327.3	1110.2	1340.2
		MÍNIMO	25.9	59.0	55.0	64.3	24.8
			BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 17 TRATAMIENTOS				
			Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Med	F Calculada 0.95
			Bloques	16	9261997.022	578874.8139	α =0.05
			Tratamiento	4	865282.6955	216320.6739	2.9
			Residual	64	4851199.685	75799.99507	F TABLAS
			Total	84	14978479.4		2.5
							SIG.

			JUNIO 2da. Qna. de 1996.				
<b>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS</b>					Concentración	(µg/g)	
			No. de ETAPA				
			0.45–0.95 µm	0.95–1.5 µm	1.5–3.0 µm	3.0–7.2 µm	7.2–10.0 µm
Cal #	No. de anillos	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	2	NAFTALENO	951.5	567.1	313.3	298.2	
2	2	ACENAFTILENO					
3	2	ACENAFTENO	103.6	97.5		71.9	
4	2	FLUORENO	1531.8	824.4	460.3	401.5	70.2
5	3	FENANTRENO	1321.9	1356.8	815.4	338.2	
6	3	ANTRACENO	1016.2	606.6	375.9		151.1
7R	3	FLUORANTENO	1046.8	564.7	351.2	266.5	61.0
8	4	PIRENO	1520.8	2309.5	1311.5	180.9	
9	4	BENZO(a) ANTRACENO	1231.2	754.3	423.5	329.8	279.9
10	4	CRISENO	2027.7	3374.5	2396.1	511.6	1653.4
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO	1879.6	1239.3	716.3	534.0	
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO	2264.0	1448.4	934.4	633.3	
13	5	BENZO(a) PIRENO	5.4	1383.6	920.7	431.0	
14	5	INDENO (123cd) PIRENO	2777.4	1674.7	1130.8	870.6	330.4
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO	471.2			565.7	
16	5	BENZO (ghi) PERILENO	2759.9	1351.5	1002.9	908.7	380.8
17	6	CORONENO					
		SUMA TOTAL	20908.9	17552.9	11152.3	6341.9	2926.9
		PROMEDIO	1393.9	1253.8	857.9	453.0	418.1
		MÁXIMO	2777.4	3374.5	2396.1	908.7	1653.4
		MÍNIMO	5.4	97.5	313.3	71.9	61.0
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 17 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS</b>							
F Calculada 0.95							
Factor de Variabilidad		Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medic	α =0.05		
Bloques		16	23064443.92	1441527.745	15.9		
Tratamiento		4	13235802.48	3308950.621	F TABLAS		
Residual		64	13323154.49	208174.289	2.5		
Total		84	49623400.9		SIG.		

			<b>JUNIO 2da. Qna. de 1996.</b>				
<b>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS</b>					<u>Concentración</u>	$(\eta\text{g}/\text{m}^3)$	
					<u>No. de ETAPA</u>		
			0.45–0.95 $\mu\text{m}$	0.95–1.5 $\mu\text{m}$	1.5–3.0 $\mu\text{m}$	3.0–7.2 $\mu\text{m}$	7.2–10.0 $\mu\text{m}$
<b>Cal #</b>	<b>No. de anillos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Paso. 5</b>	<b>Paso. 4</b>	<b>Paso. 3</b>	<b>Paso. 2</b>	<b>Paso. 1</b>
1	2	NAFTALENO	583.7	347.9	192.2	182.9	
2	2	ACENAFTILENO					
3	2	ACENAFTENO	63.6	59.8		44.1	
4	2	FLUORENO	939.8	505.8	282.4	246.3	43.1
5	3	FENANTRENO	811.0	832.4	500.2	207.5	
6	3	ANTRACENO	623.4	372.2	230.6		92.7
7R	3	FLUORANTENO	642.2	346.4	215.5	163.5	37.5
8	4	PIRENO	933.0	1,416.9	804.6	111.0	
9	4	BENZO(a) ANTRACENO	755.3	462.8	259.8	202.3	171.7
10	4	CRISENO	1,244.0	2,070.3	1,470.0	313.9	1,014.4
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO	1,153.1	760.3	439.4	327.6	
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO	1,389.0	888.6	573.2	388.5	
13	5	BENZO(a) PIRENO	3.3	848.8	564.8	264.4	
14	5	INDENO (123cd) PIRENO	1,703.9	1,027.4	693.8	534.1	202.7
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO	289.1			347.1	
16	5	BENZO (ghi) PERILENO	1,693.2	829.1	615.3	557.5	233.6
17	6	CORONENO					
		SUMA TOTAL	12827.6	10768.7	6841.9	3890.7	1795.6
		PROMEDIO	855.2	769.2	526.3	277.9	256.5
		MÁXIMO	1703.9	2070.3	1470.0	557.5	1014.4
		MÍNIMO	3.3	59.8	192.2	44.1	37.5
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 17 TRATAMIENTOS</b>							
		<b>Factor de Variabilidad</b>	<b>Gr. Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F Calculada 0.95</b>	
		<b>Bloques</b>	16	8680960.488	542560.0305	$\alpha = 0.05$	
		<b>Tratamiento</b>	4	4981671.302	1245417.826	15.9	
		<b>Residual</b>	64	5014548.72	78352.32375	<b>F TABLAS</b>	
		<b>Total</b>	84	18677180.51		2.5	
						SIG.	

			JULIO 1ra. Qna. de 1996.					
<b>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS</b>					Concentración	(µg/g)		
			No. de ETAPA					
			0.45–0.95 µm	0.95–1.5 µm	1.5–3.0 µm	3.0–7.2 µm	7.2–10.0 µm	
Cal #	No. de anillos	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1	
1	2	NAFTALENO						
2	2	ACENAFTILENO						
3	2	ACENAFTENO	83.4	121.9	177.6	119.3	292.7	
4	2	FLUORENO						
5	3	FENANTRENO					153.2	
6	3	ANTRACENO						
7R	3	FLUORANTENO						
8	4	PIRENO				72.9	230.3	
9	4	BENZO(a) ANTRACENO		243.3	235.3	463.2	685.4	
10	4	CRISENO	1615.4	2166.8	1688.3	2220.0	4065.1	
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO						
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO						
13	5	BENZO(a) PIRENO						
14	5	INDENO (123cd) PIRENO	607.6	601.8	864.2	1172.4	1079.6	
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO						
16	5	BENZO (ghi) PERILENO						
17	6	CORONENO						
		SUMA TOTAL	2306.5	3133.8	2965.4	4047.9	6506.3	
		PROMEDIO	768.8	783.5	741.4	809.6	1084.4	
		MÁXIMO	1615.4	2166.8	1688.3	2220.0	4065.1	
		MÍNIMO	83.4	121.9	177.6	72.9	153.2	
		BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 17 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS					F Calculada 0.95	
		Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medio	α =0.05		
		Bloques	16	27831164.76	1739447.797	2.6		
		Tratamiento	4	632728.5266	158182.1317	F TABLAS		
		Residual	64	3967780.087	61996.56386	2.5		
		Total	84	32431673.37		SIG.		

			JULIO 1ra. Qna. de 1996.				
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS			Concentración (ng/m <sup>3</sup> )				
			No. de ETAPA				
			0.45–0.95 µm	0.95–1.5 µm	1.5–3.0 µm	3.0–7.2 µm	7.2–10.0 µm
Cal #	No. de anillos	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	2	NAFTALENO					
2	2	ACENAFTILENO					
3	2	ACENAFTENO	51.2	74.8	108.9	73.2	179.6
4	2	FLUORENO					
5	3	FENANTRENO					94.0
6	3	ANTRACENO					
7R	3	FLUORANTENO					
8	4	PIRENO				44.7	141.3
9	4	BENZO(a) ANTRACENO		149.2	144.4	284.2	420.5
10	4	CRISENO	991.1	1,329.4	1,035.8	1,361.9	2,493.9
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO					
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO					
13	5	BENZO(a) PIRENO					
14	5	INDENO (123cd) PIRENO	372.8	369.2	530.2	719.3	662.3
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO					
16	5	BENZO (ghi) PERILENO					
17	6	CORONENO					
		SUMA TOTAL	1415.0	1922.6	1819.3	2483.3	3991.6
		PROMEDIO	471.7	480.6	454.8	496.7	665.3
		MÁXIMO	991.1	1329.4	1035.8	1361.9	2493.9
		MÍNIMO	51.2	74.8	108.9	44.7	94.0
			BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 17 TRATAMIENTOS				
			Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada 0.95
			Bloques	16	10475051.66	654690.7288	$\alpha = 0.05$
			Tratamiento	4	238145.405	59536.35126	2.6
			Residual	64	1493387.063	23334.17286	F TABLAS
			Total	84	12206584.13		2.5
							SIG.

			JULIO 2da. Qna. de 1996.				
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS			Concentración (µg/g)				
			No. de ETAPA				
			0.45–0.95 µm	0.95–1.5 µm	1.5–3.0 µm	3.0–7.2 µm	7.2–10.0 µm
Cal #	No. de anillos	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	2	NAFTALENO	533.4	2823.3	709.8	413.8	1354.9
2	2	ACENAFTILENO					
3	2	ACENAFTENO					
4	2	FLUORENO	376.4	1286.5	517.1	300.1	1211.3
5	3	FENANTRENO	273.7	941.4	420.9	232.4	981.5
6	3	ANTRACENO	209.1		248.9	93.9	131.6
7R	3	FLUORANTENO	187.7	668.4	281.7	155.9	683.4
8	4	PIRENO	295.2		385.4	116.4	146.4
9	4	BENZO(a) ANTRACENO	250.0	774.0	320.4	152.3	629.7
10	4	CRISENO	1747.1	960.2	2780.0	380.8	701.8
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO	265.4	1078.4	445.9	193.2	730.3
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO					
13	5	BENZO(a) PIRENO	327.4	1274.9	504.4	297.8	824.6
14	5	INDENO (123cd) PIRENO	618.1	2412.4	915.1	432.6	1533.3
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO					
16	5	BENZO (ghi) PERILENO	514.1	2027.5	769.8	364.6	1285.8
17	6	CORONENO					
		SUMA TOTAL	5597.8	14247.0	8299.3	3133.9	10214.6
		PROMEDIO	466.5	1424.7	691.6	261.2	851.2
		MÁXIMO	1747.1	2823.3	2780.0	432.6	1533.3
		MÍNIMO	187.7	668.4	248.9	93.9	131.6
			BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 17 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS F Calculada 0.95				
			Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medio	$\alpha = 0.05$
			Bloques	16	16966192.2	1060387.013	6.2
			Tratamiento	4	4295447.197	1073861.799	F TABLAS
			Residual	64	11096364.27	173380.6918	2.5
			Total	84	32358003.67		SIG.

			JULIO 2da. Qna. de 1996.				
<b>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS</b>			<b>Concentración</b> (ηg/m <sup>3</sup> )				
			<b>No. de ETAPA</b>				
			0.45-0.95 μm	0.95-1.5 μm	1.5-3.0 μm	3.0-7.2 μm	7.2-10.0 μm
<b>Cal #</b>	<b>No. de anillos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Paso. 5</b>	<b>Paso. 4</b>	<b>Paso. 3</b>	<b>Paso. 2</b>	<b>Paso. 1</b>
1	2	NAFTALENO	327.2	1,732.1	435.5	253.9	831.2
2	2	ACENAFTILENO					
3	2	ACENAFTENO					
4	2	FLUORENO	230.9	789.2	317.2	184.1	743.2
5	3	FENANTRENO	167.9	577.5	258.2	142.6	602.1
6	3	ANTRACENO	128.3		152.7	57.6	80.8
7R	3	FLUORANTENO	115.2	410.0	172.8	95.6	419.3
8	4	PIRENO	181.1		236.5	71.4	89.8
9	4	BENZO(a) ANTRACENO	153.4	474.9	196.6	93.5	386.3
10	4	CRISENO	1,071.9	589.1	1,705.5	233.6	430.5
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO	162.8	661.6	273.6	118.5	448.0
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO					
13	5	BENZO(a) PIRENO	200.9	782.2	309.4	182.7	505.9
14	5	INDENO (123cd) PIRENO	379.2	1,480.0	561.4	265.4	940.7
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO					
16	5	BENZO (ghi) PERILENO	315.4	1,243.9	472.3	223.7	788.8
17	6	CORONENO					
		SUMA TOTAL	3434.2	8740.5	5091.6	1922.7	6266.6
		PROMEDIO	286.2	874.0	424.3	160.2	522.2
		MÁXIMO	1071.9	1732.1	1705.5	265.4	940.7
		MÍNIMO	115.2	410.0	152.7	57.6	80.8
<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 17 TRATAMIENTOS</b>							
		<b>Factor de Variabilidad</b>	<b>Gr. Libertad</b>	<b>Suma de Cuadra</b>	<b>Cuadrados Medi</b>	<b>F Calculada 0.95</b>	
		<b>Bloques</b>	16	6385709.738	399106.8586	α =0.05	
		<b>Tratamiento</b>	4	1616713.914	404178.4784	6.2	
		<b>Residual</b>	64	4176432.788	65256.76231	<b>F TABLAS</b>	
		<b>Total</b>	84	12178856.44		2.5	
						SIG.	

			AGOSTO 1ra. Qna. de 1996.					
<b>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS</b>					Concentración	(µg/g)		
			No. de ETAPA					
			0.45–0.95 µm	0.95–1.5 µm	1.5–3.0 µm	3.0–7.2 µm	7.2–10.0 µm	
Cal #	No. de anillos	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1	
1	2	NAFTALENO						
2	2	ACENAFTILENO						
3	2	ACENAFTENO		435.8	563.8	258.1	97.6	
4	2	FLUORENO				121.9		
5	3	FENANTRENO						
6	3	ANTRACENO						
7R	3	FLUORANTENO					105.5	
8	4	PIRENO				131.4		
9	5	BENZO(a) ANTRACENO					1092.8	
10	5	CRISENO	2312.7	3175.5	3794.0	3291.1	1901.7	
11	5	BENZO(b) FLUORANTENO	1281.6			265.8		
12	5	BENZO(k) FLUORANTENO						
13	5	BENZO(a) PIRENO				412.9		
14	5	INDENO (123cd) PIRENO						
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO						
16	5	BENZO (ghi) PERILENO					1342.2	
17	6	CORONENO						
		SUMA TOTAL	3594.3	3611.3	4357.8	4481.3	4539.8	
		PROMEDIO	1797.2	1805.7	2178.9	746.9	908.0	
		MÁXIMO	2312.7	3175.5	3794.0	3291.1	1901.7	
		MÍNIMO	1281.6	435.8	563.8	121.9	97.6	
		BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 17 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS					F Calculada 0.90	
		Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	$\alpha = 0.1$		
		Bloques	16	38408285.08	2400517.818	0.13		
		Tratamiento	4	52842.3458	13210.58645	F TABLAS		
		Residual	64	6334952.812	98983.63769	2.0		
		Total	84	44796080.24		NO SIG.		

			AGOSTO 1ra. Qna. de 1996.				
<b>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS</b>			<b>Concentración</b> (ng/m <sup>3</sup> )				
			<b>No. de ETAPA</b>				
			0.45–0.95 µm	0.95–1.5 µm	1.5–3.0 µm	3.0–7.2 µm	7.2–10.0 µm
<b>Cal #</b>	<b>No. de anillos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Paso. 5</b>	<b>Paso. 4</b>	<b>Paso. 3</b>	<b>Paso. 2</b>	<b>Paso. 1</b>
1	2	NAFTALENO					
2	2	ACENAFTILENO					
3	2	ACENAFTENO		267.4	345.9	158.3	59.9
4	2	FLUORENO				74.8	
5	3	FENANTRENO					
6	3	ANTRACENO					
7R	3	FLUORANTENO					64.7
8	4	PIRENO				80.6	
9	4	BENZO(a) ANTRACENO					670.4
10	4	CRISENO	1,418.8	1,948.1	2,327.6	2,019.1	1,166.7
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO	786.3			163.1	
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO					
13	5	BENZO(a) PIRENO				253.3	
14	5	INDENO (123cd) PIRENO					
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO					
16	5	BENZO (ghi) PERILENO					823.4
17	6	CORONENO					
		SUMA TOTAL	2205.1	2215.5	2673.5	2749.2	2785.1
		PROMEDIO	1102.5	1107.8	1336.7	458.2	557.0
		MÁXIMO	1418.8	1948.1	2327.6	2019.1	1166.7
		MINIMO	786.3	267.4	345.9	74.8	59.9
			<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 17 TRATAMIENTOS</b>				
			<b>Factor de Variabilidad</b>	<b>Gr. Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medio</b>	<b>F Calculada 0.95</b>
			<b>Bloques</b>	16	14456052.2	903503.2623	$\alpha = 0.05$
			<b>Tratamiento</b>	4	19888.72212	4972.18053	0.13
			<b>Residual</b>	64	2384339.95	37255.31171	<b>F TABLAS</b>
			<b>Total</b>	84	16860280.87		2.0
							<b>NO SIG.</b>

			AGOSTO 2da. Qna. de 1996.				
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS			Concentración (µg/g)				
			No. de ETAPA				
			0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	No. de anillos	Nombre	Paso. 5	Paso. 4	Paso. 3	Paso. 2	Paso. 1
1	2	NAFTALENO					
2	2	ACENAFTILENO	78.9	60.5	50.9		
3	2	ACENAFTENO	40.0	32.7	27.0		
4	2	FLUORENO	20.8	16.5		54.2	
5	3	FENANTRENO	43.4	35.2	28.0		
6	3	ANTRACENO	128.8	107.4	86.7		
7R	3	FLUORANTENO	221.9	230.1	190.2	68.6	55.4
8	4	PIRENO	206.0	175.7	189.9	50.5	34.9
9	4	BENZO(a) ANTRACENO	38.8	23.5			
10	4	CRISENO	38.7	39.0	39.7		
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO					
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO					
13	5	BENZO(a) PIRENO					
14	5	INDENO (123cd) PIRENO					
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO					
16	5	BENZO (ghi) PERILENO					
17	6	CORONENO					
		SUMA TOTAL	817.2	720.7	612.4	173.3	90.3
		PROMEDIO	90.8	80.1	87.5	57.8	45.2
		MÁXIMO	221.9	230.1	190.2	68.6	55.4
		MÍNIMO	20.8	16.5	27.0	50.5	34.9
			BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 17 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS				F Calculada 0.95
			Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	$\alpha = 0.05$
			Bloques	16	172784.2956	10799.01848	7.0
			Tratamiento	4	25590.33835	6397.584588	F TABLAS
			Residual	64	58081.53889	907.5240452	2.5
			Total	84	256456.1729		SIG.

			AGOSTO 2da. Qna. de 1996.				
<b>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS</b>			<b>Concentración</b> (ng/m <sup>3</sup> )				
			<b>No. de ETAPA</b>				
			0.45–0.95 µm	0.95–1.5 µm	1.5–3.0 µm	3.0–7.2 µm	7.2–10.0 µm
<b>Cal #</b>	<b>No. de anillos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Paso. 5</b>	<b>Paso. 4</b>	<b>Paso. 3</b>	<b>Paso. 2</b>	<b>Paso. 1</b>
1	2	NAFTALENO					
2	2	ACENAFTILENO	48.4	37.1	31.2		
3	2	ACENAFTENO	24.5	20.1	16.6		
4	2	FLUORENO	12.8	10.1		33.2	
5	3	FENANTRENO	26.6	21.6	17.2		
6	3	ANTRACENO	79.0	65.9	53.2		
7R	3	FLUORANTENO	136.1	141.2	116.7	42.1	34.0
8	4	PIRENO	126.4	107.8	116.5	31.0	21.4
9	4	BENZO(a) ANTRACENO	23.8	14.4			
10	4	CRISENO	23.7	24.0	24.3		
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO					
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO					
13	5	BENZO(a) PIRENO					
14	5	INDENO (123cd) PIRENO					
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO					
16	5	BENZO (ghi) PERILENO					
17	6	CORONENO					
		<b>SUMA TOTAL</b>	<b>501.3</b>	<b>442.1</b>	<b>375.7</b>	<b>106.3</b>	<b>55.4</b>
		<b>PROMEDIO</b>	<b>55.7</b>	<b>49.1</b>	<b>53.7</b>	<b>35.4</b>	<b>27.7</b>
		<b>MÁXIMO</b>	<b>136.1</b>	<b>141.2</b>	<b>116.7</b>	<b>42.1</b>	<b>34.0</b>
		<b>MÍNIMO</b>	<b>12.8</b>	<b>10.1</b>	<b>16.6</b>	<b>31.0</b>	<b>21.4</b>
			<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 17 TRATAMIENTOS</b>				
		<b>Factor de Variabilidad</b>	<b>Gr. Libertad</b>	<b>Suma de Cuadros</b>	<b>Cuadrados Mec</b>	<b>F Calculada 0.95</b>	
		<b>Bloques</b>	<b>16</b>	<b>65032.29163</b>	<b>4064.518227</b>	$\alpha = 0.05$	
		<b>Tratamiento</b>	<b>4</b>	<b>9631.652811</b>	<b>2407.913203</b>	<b>7.0</b>	
		<b>Residual</b>	<b>64</b>	<b>21860.64169</b>	<b>341.5725263</b>	<b>F TABLAS</b>	
		<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>96524.58612</b>		<b>2.5</b>	
						<b>SIG.</b>	

Observando cada uno de los meses analizados es evidente que en un 81.25 % para los hidrocarburos alifáticos, las diferencias en los tratamientos (etapas de muestreo) es significativa; esto quiere decir, que al rechazarse  $H_0$  y aceptarse  $H_a$  se ve claramente que hay una probable "selección" por parte del tamaño de poro del filtro hacia los diferentes tamaños moleculares de los compuestos que se analizaron. En otras palabras, los diferentes tamaños de partículas respirables son tamizados y con esto seleccionados en las diferentes etapas del muestreador tipo cascada Hi Vol. Consecuentemente también los Hidrocarburos son separados de acuerdo a su tamaño molecular. (Ya sea en longitud en el número de carbono o en número de anillos, si estamos hablando de los hidrocarburos aromáticos policíclicos. Es prudente mencionar que el comportamiento de los HAPs que están confinados ya sea absorbidos y/o adsorbidos en las partículas respirables, presentaron una tendencia de ser separadas o "seleccionados" por los diferentes tratamientos (diámetro del poro del filtro del muestreador en cascada tipo Hi-Vol) en las familias de tres y cuatro anillos bencénicos. Se observó también para los HAPs que la tendencia de una mayor a menor concentración se dio aproximadamente en la siguiente secuencia de etapas: tres, dos, cuatro, uno y cinco respectivamente. ¿Esto qué significa? y ¿qué nos sugiere? Tal parece y pensando de una manera fisiológica la mayor cantidad de aeropartículas respirables llegan a vías aéreas primarias y superiores, posteriormente algunas partículas respirables; alcanzan vías aéreas secundarias como bronquios y bronquiolos, y una pequeña porción alcanza los alvéolos pulmonares. (Ver más adelante).

HAPs	Mayor [ ]				Menor [ ]
Meses	+++++	++++	+++	++	+
Septiembre	3	2	5	4	1
Octubre	3	2	4	1	5
Noviembre	3	4	5	2	1
Enero	3	4	2	1	5
Febrero	1	4	5	3	2
Marzo 1ra. Qna.	2	3	5	1	4
Marzo 2da. Qna.	3	5	4	1	2
Abril 2da. Qna	3	1	2	5	4
Mayo 1ra. Qna.	3	2	5	1	4
Mayo 2da. Qna.	4	2	5	1	3
Junio 1ra. Qna.	3	1	2	4	5
Junio 2da. Qna.	5	4	3	2	1
Julio 1ra. Qna.	1	2	4	3	5
Julio 2da. Qna.	4	1	3	5	2
Agosto 1ra. Qna.	1	2	3	4	5
Agosto 2da. Qna.	5	4	3	2	1
MODA Etapa	3	2	5	1	5

Con respecto a los hidrocarburos alifáticos o comúnmente llamados parafinas tenemos que la tendencia de encontrar una mayor concentración es en las etapas tres y cuatro disminuyendo hacia las etapas dos y cinco; nuevamente con estos datos se piensa, que es factible que los hidrocarburos lineales pudiesen alcanzar vías aéreas superiores y primarias como faringe y bronquios; “afortunadamente” una porción de las partículas respirables con hidrocarburos secuestrados no llegan a alcanzar las vías aéreas más profundas de nuestros pulmones y por tanto no “afectar” de una manera notoria nuestra salud.

Parafinas	Mayor [ ]				Menor [ ]
meses	+++++	++++	+++	++	+
Septiembre	4	3	5	2	1
Octubre	5	3	4	2	1
Noviembre	4	1	5	3	2
Enero	2	3	1	5	4
Febrero	4	1	3	2	5
Marzo 1ra. Qna.	3	1	4	2	5
Marzo 2da. Qna.	5	4	13	3	2
Abril 2da. Qna	2	4	5	3	1
Mayo 1ra. Qna.	1	4	2	3	5
Mayo 2da. Qna.	1	5	2	3	4
Junio 1ra. Qna.	3	1	4	2	5
Junio 2da. Qna.	1	4	2	5	3
Julio 1ra. Qna.	1	2	3	4	5
Julio 2da. Qna.	5	3	4	1	2
Agosto 1ra. Qna.	3	2	4	1	5
Agosto 2da. Qna.	3	4	5	2	1
<b>MODA</b> <b>Etapa</b>	3	4	4	2	5

AÑO	HIDROCARBUROS SATURADOS				
	TOTALES				(PARAFINAS)
	CONCENTRACIÓN (µg/g).				
	0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
MESES	PASO No. 5	PASO No. 4	PASO No. 3	PASO No. 2	PASO No. 1
SEPTIEMBRE	942.9	1302.3	1134.7	543.3	206.7
OCTUBRE	14221.0	13482.1	13874.3	2880.5	915.6
NOVIEMBRE	1013.5	2679.1	958.7	570.0	1936.5
DICIEMBRE					
ENERO	6912.4	2428.5	8153.8	28999.3	8078.8
FEBRERO	1352.1	16833.2	5364.2	4853.6	10075.6
MARZO 1ra. QNA.	279.3	408.4	3255.1	315.7	964.9
MARZO 2da. QNA.	2177.7	604.2	105.0	68.1	297.5
ABRIL 1ra. QNA.					
ABRIL 2da. QNA.	929.1	1237.6	896.5	3525.6	180.1
MAYO 1ra. QNA.	7233.8	18771.3	11731.9	17673.8	22739.4
MAYO 2da. QNA.	11830.1	2828.2	5252.4	7464.1	13934.2
JUNIO 1ra. QNA.	2316.3	13166.7	22238.7	10605.0	20559.0
JUNIO 2da. QNA.	3919.6	6581.4	3801.6	5664.8	10476.5
JULIO 1ra. QNA.	942.5	1284.6	2193.6	3108.1	8189.2
JULIO 2da. QNA.	33088.5	5809.0	6001.5	1763.4	2099.7
AGOSTO 1ra. QNA.	1666.5	3294.2	5872.1	4439.6	3099.8
AGOSTO 2da. QNA.	3079.7	5592.9	5792.3	334.9	271.7
	91905.0	96303.8	96626.5	92809.9	104025.2
PROMEDIO	BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 18 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS				
96334.1	Factor de Variab	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Med	F. Calculada 0.95
	Bloques	17	2091149054	123008767.9	α = 0.05
	Tratamiento	4	5070860.711	1267715.178	0.04
	Residual	68	2055869567	30233375.98	F. TABLAS
	Total	89	4152089481		2.5
					NO SIG.
SUMA TOTAL	BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 18 TRATAMIENTOS				
CINCO ETAPAS	Factor de Variab	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Med	F. Calculada 0.95
481670	Bloques	4	5070860.711	1267715.178	α = 0.05
	Tratamiento	17	2091149054	123008767.9	4.1
500 mg/anual	Residual	68	2055869567	30233375.98	F. TABLAS
	Total	89	4152089481		1.8
					SIG.

## Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
SEPTIEMBRE	5	4129.857651	825.9715301	199819.904
OCTUBRE	5	45373.56029	9074.712058	43471368.77
NOVIEMBRE	5	7157.752894	1431.550579	737983.5489
DICIEMBRE	5	0	0	0
ENERO	5	54572.79716	10914.55943	107688021.8
FEBRERO	5	38478.78451	7695.756902	35728077.16
MARZO 1ra. QNA.	5	5223.445161	1044.689032	1603535.3
MARZO 2da. QNA.	5	3252.530364	650.5060727	773958.0465
ABRIL 1ra. QNA.	5	0	0	0
ABRIL 2da. QNA.	5	6768.922065	1353.784413	1624314.938
MAYO 1ra. QNA.	5	78150.18885	15630.03777	37570220.01
MAYO 2da. QNA.	5	41309.01758	8261.803516	21031456.7
JUNIO 1ra. QNA.	5	68885.74058	13777.14812	64844177.23
JUNIO 2da. QNA.	5	30443.98156	6088.796312	7402719.825
JULIO 1ra. QNA.	5	15718.07324	3143.614648	8665543.121
JULIO 2da. QNA.	5	48762.05332	9752.410665	174145458.3
AGOSTO 1ra. QNA.	5	18372.18325	3674.43665	2480450.802
AGOSTO 2da. QNA.	5	15071.55416	3014.310833	7268001.411
PASO No. 5	18	91905.03233	5105.835129	65364808.09
PASO No. 4	18	96303.75597	5350.208665	36545698.8
PASO No. 3	18	96626.52314	5368.140174	33280380.53
PASO No. 2	18	92809.94746	5156.108192	56038651.3
PASO No. 1	18	104025.1837	5779.176875	52712733.06

## ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cu	Grados de libertad	Promedio de los cuar	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	2091149054	17	123008767.9	4.1	1.67676E-05	1.8
Columnas	5070860.71	4	1267715.178	0.04	0.99658729	2.5
Error	2055869567	68	30233375.98			
Total	4152089481	89				

SIGNIFICATIVO  
NO SIG.



AÑO		HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS				
1995-1996		TOTALES				
		CONCENTRACIÓN (µg/g).				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
MESES	PASO No. 5	PASO No. 4	PASO No. 3	PASO No. 2	PASO No. 1	
SEPTIEMBRE	2155.3	1781.5	5024.4	4396.5	180.6	
OCTUBRE	994.3	2748.8	5847.2	2797.3	1516.8	
NOVIEMBRE	4669.2	6561.4	7053.7	2076.4	1062.1	
DICIEMBRE						
ENERO	662.9	1458.1	1722.9	865.7	738.9	
FEBRERO 1ra. QNA.	694.2	839.0	489.6	451.8	1989.1	
FEBRERO 2da. QNA.						
MARZO 1ra. QNA.	1760.0	28.4	5564.3	6808.9	1560.2	
MARZO 2da. QNA.	559.0	478.0	603.5	301.7	305.0	
ABRIL 1ra. QNA.						
ABRIL 2da. QNA.	1882.5	1604.0	4620.1	2172.3	4339.1	
MAYO 1ra. QNA.	484.7	138.5	4624.1	2411.5	286.4	
MAYO 2da. QNA.	1361.3	3456.4	445.9	1487.3	718.4	
JUNIO 1ra. QNA.	1652.2	1781.3	9196.5	2859.8	4587.4	
JUNIO 2da. QNA.	20908.9	17552.9	11152.3	6341.9	2926.9	
JULIO 1ra. QNA.	2306.5	3133.8	2965.4	4047.9	6506.3	
JULIO 2da. QNA.	5597.8	14247.0	8299.3	3133.9	10214.6	
AGOSTO 1ra. QNA.	3594.3	3611.3	4357.8	4481.3	4539.8	
AGOSTO 2da. QNA.	817.2	720.7	612.4	173.3	90.3	
	49900.3	60141.2	72579.4	44807.5	41561.9	
PROMEDIO	BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 19 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS					
53798.0	Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.95	
	Bloques	18	807389590.5	44854977.25	$\alpha=0.05$	
	Tratamiento	4	33616802.86	8404200.715	1.4	
	Residual	72	438998539.5	6097201.937	F. TABLAS	
	Total	94	1280004933		2.5	
SUMA TOTAL	NO SIG.					
CINCO ETAPAS	BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 19 TRATAMIENTOS					
268990	Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.95	
Total	Bloques	4	33616802.86	8404200.715	$\alpha=0.05$	
	Tratamiento	18	807389590.5	44854977.25	7.4	
300 mg/anual	Residual	72	438998539.5	6097201.937	F. TABLAS	
	Total	94	1280004933		1.7	
	SIG.					

## Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
SEPTIEMBRE	5	13538.23956	2707.647912	3942065.35
OCTUBRE	5	13904.38116	2780.876231	3548302.065
NOVIEMBRE	5	21422.8242	4284.564839	7065016.359
DICIEMBRE	5	0	0	0
ENERO	5	5448.471023	1089.694205	223019.3276
FEBRERO 1ra. QNA.	5	4463.724357	892.7448713	400336.8751
FEBRERO 2da. QNA.	5	0	0	0
MARZO 1ra. QNA.	5	15721.81377	3144.362755	8355027.251
MARZO 2da. QNA.	5	2247.230107	449.4460213	19807.85189
ABRIL 1ra. QNA.	5	0	0	0
ABRIL 2da. QNA.	5	14418.02788	2883.605575	2179984.711
MAYO 1ra. QNA.	5	7945.176245	1589.035249	3727218.186
MAYO 2da. QNA.	5	7469.290226	1493.858045	1392190.554
JUNIO 1ra. QNA.	5	20077.19574	4015.439149	9770620.774
JUNIO 2da. QNA.	5	58882.95371	11776.59074	56252160.55
JULIO 1ra. QNA.	5	18959.90496	3791.980992	2689096.238
JULIO 2da. QNA.	5	41492.64144	8298.528288	18255650.59
AGOSTO 1ra. QNA.	5	20584.43915	4116.88783	224579.9697
AGOSTO 2da. QNA.	5	2413.890227	482.7780455	108758.938
PASO No. 5	19	49900.29308	2626.331215	21988089.7
PASO No. 4	19	60141.1516	3165.323769	23258350.53
PASO No. 3	19	72579.37752	3819.967238	11965869.62
PASO No. 2	19	44807.45935	2358.287334	4481378.722
PASO No. 1	19	41561.9222	2187.469589	7550096.424

## ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de lib	Promedio de los cuac	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	807389590.5	18	44854977.25	7.4	3.00859E-10	1.7
Columnas	33616802.86	4	8404200.715	1.4	0.249988053	2.5
Error	438998539.5	72	6097201.937			
Total	1280004933	94				

SIGNIFICATIVO  
NO SIG.

AÑO		HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS				
1995-1996		TOTALES				
CONCENTRACIÓN		(ng/m <sup>3</sup> )				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
MESES	PASO No. 6	PASO No. 4	PASO No. 3	PASO No. 2	PASO No. 1	
SEPTIEMBRE	1,322.3	1,092.9	3,082.5	2,697.2	110.8	
OCTUBRE	610.0	1,686.4	3,587.2	1,716.2	930.5	
NOVIEMBRE	2,864.5	4,026.4	4,327.4	1,273.9	651.6	
DICIEMBRE						
ENERO	406.7	894.5	1,057.0	531.1	453.3	
FEBRERO 1ra. QNA.	425.9	514.7	300.3	277.2	1,220.3	
FEBRERO 2da. QNA.						
MARZO 1ra. QNA.	1,079.8	17.4	3,413.7	4,177.2	957.2	
MARZO 2da. QNA.	342.9	293.3	370.3	185.1	187.1	
ABRIL 1ra. QNA.						
ABRIL 2da. QNA.	1,032.2	984.1	2,834.4	1,332.7	2,662.0	
MAYO 1ra. QNA.	297.4	85.0	2,836.9	1,479.4	175.7	
MAYO 2da. QNA.	835.2	2,120.5	273.5	912.5	440.7	
JUNIO 1ra. QNA.	1,013.6	1,092.8	5,642.0	1,754.5	2,814.4	
JUNIO 2da. QNA.	12,827.6	10,768.7	6,841.9	3,890.7	1,795.6	
JULIO 1ra. QNA.	1,415.0	1,922.6	1,819.3	2,483.3	3,991.6	
JULIO 2da. QNA.	3,434.2	8,740.5	5,091.6	1,922.7	6,266.6	
AGOSTO 1ra. QNA.	2,205.1	2,215.5	2,673.5	2,749.2	2,785.1	
AGOSTO 2da. QNA.	501.3	442.1	375.7	106.3	55.4	
	30,613.7	36,896.4	44,527.2	27,489.2	25,498.1	

PROMEDIO					
BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 19 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS					
33,005	Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.95
	Bloques	18	303884071.8	16882448.44	$\alpha = 0.05$
	Tratamiento	4	12652641.37	3163160.343	1.4
SUMA TOTAL	Residual	72	165229605.7	2294855.635	F. TABLAS
CINCO ETAPAS	Total	94	481766319		2.5
165,026					NO SIG.
BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 19 TRATAMIENTOS					
	Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.95
	Bloques	4	12652641.37	3163160.343	$\alpha = 0.05$
	Tratamiento	18	303884071.8	16882448.44	7.4
	Residual	72	165229605.7	2294855.635	F. TABLAS
	Total	94	481766319		1.7
					SIG.

## Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RÉSUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
SEPTIEMBRE	5	8305.668442	1661.133688	1483708.589
OCTUBRE	5	8530.295188	1706.059038	1335504.56
NOVIEMBRE	5	13142.83693	2628.567386	2659120.162
DICIEMBRE	5	0	0	0
ENERO	5	3342.62026	668.5240519	83939.6769
FEBRERO 1ra. QNA.	5	2738.4812	547.6962401	150678.187
FEBRERO 2da. QNA.	5	0	0	0
MARZO 1ra. QNA.	5	9645.284523	1929.056905	3144652.509
MARZO 2da. QNA.	5	1378.668777	275.7337554	7455.24931
ABRIL 1ra. QNA.	5	0	0	0
ABRIL 2da. QNA.	5	8845.415876	1769.083175	820499.3455
MAYO 1ra. QNA.	5	4874.341255	974.8682509	1402844.739
MAYO 2da. QNA.	5	4582.386642	916.4773284	523990.5732
JUNIO 1ra. QNA.	5	12317.298	2463.459601	3677451.456
JUNIO 2da. QNA.	5	36124.51148	7224.902296	21172103.03
JULIO 1ra. QNA.	5	11631.84353	2326.368706	1012117.971
JULIO 2da. QNA.	5	25455.60824	5091.121649	6871034.133
AGOSTO 1ra. QNA.	5	12628.49028	2525.698056	84527.06902
AGOSTO 2da. QNA.	5	1480.91425	296.18285	40934.52444
PASO No. 5	19	30613.67674	1611.246144	8275843.916
PASO No. 4	19	36896.41203	1941.916423	8753942.764
PASO No. 3	19	44527.22547	2343.538183	4503695.895
PASO No. 2	19	27489.23886	1446.802045	1686694.539
PASO No. 1	19	25498.11178	1342.005883	2841693.863

## ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuac	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	303884071.8	18	16882448.44	7.4	3.00859E-10	1.7
Columnas	12652641.37	4	3163160.343	1.4	0.249988053	2.5
Error	165229605.7	72	2294855.635			
Total	481766319	94				

SIGNIFICATIVO  
NO SIG.

Posteriormente al hacer un análisis de varianza de dos factores a los hidrocarburos lineales y aromáticos totales para todos los muestreos quincenales por un período de un año, se observó lo siguiente: Es evidente que hay una notable diferencia significativa entre los meses del año; esto quiere decir, que durante un año de muestreo se presentaron variaciones atribuibles a las estaciones del año. (Ya sea primavera, verano, otoño o invierno, o a la estación de sequía o lluvias). Lo que es evidente para el factor (tamaño de distribución de partícula), se sigue presentando diferencias en relación a las concentración entre las etapas de muestreo. La mayor concentración para los hidrocarburos alifáticos se registró ser en el paso No 1 (7.2-10  $\mu\text{m}$ ) y la menor en le paso No 5 (0.45 -0. 95  $\mu\text{m}$ ).

Parafinas	Concentración $\mu\text{g/g}$
<b>Paso 5</b>	<b>91905</b>
<b>Paso 4</b>	<b>96304</b>
<b>Paso 3</b>	<b>96627</b>
<b>Paso 2</b>	<b>92810</b>
<b>Paso 1</b>	<b>104025</b>

El análisis estadístico nos indica que no hay diferencias significativas entre las etapas, esto se debe ha que hay una gran similitud de concentración en las etapas tres y cuatro, dos y cinco, ya que al reunir las concentraciones totales de todas las quincenas de un año se enmascara el efecto real de los tratamientos. Los cuales previamente ya se habían analizado por separado mes por mes, y evidenciando que si hay diferencias (significativas) entre los tratamientos aplicados durante el muestreo de las partículas respirables. También se debe mencionar que en los hidrocarburos lineales colectados durante un año, presentaron concentraciones que fluctuaron entre los 90 000 y 105 000  $\mu\text{g/g}$  (de aeropartículas colectadas). Se reportan también las concentración para los HAPs totales, que van desde 50 000 a 75 000  $\mu\text{g/g}$ . Con estos resultados es factible sugerir un rango de concentración (para las cinco etapas o tratamientos) en futuros muestreos para aerosoles o partículas suspendidas respirables. Obviamente si se quiere conocer cuales hidrocarburos están secuestrados en las aeropartículas, forzosamente se tendrá que hacer un análisis cromatográfico (tarea cuantitativa y muy laboriosa) para cada etapa del muestreo.

Al observar y analizar los datos anteriores; lo interesante, ahora es el poder sugerir una concentración por día, para los hidrocarburos lineales y otra para los HAPs colectados de las aeropartículas respirables, que pueden ir desde 1100 a 1500  $\mu\text{g/g}$  para las parafinas y un rango de concentración de 550 a 800  $\mu\text{g/g}$  para los HAPs.

Ahora bien al analizar las concentraciones promedio (que nos indican las medias de cada mes) de los hidrocarburos y al haber aplicado el análisis de varianza doble factorial, es evidente que hay una diferencia significativa (con una  $\alpha = 0.05$ ) entre los tratamientos (las cinco etapas de muestreo) aplicados a las partículas respirables colectadas. Estos resultados se muestran a continuación:

Observando la variación anual durante todas las quincenas se elaboró una gráfica de granulometría. Esta grafica resume de manera puntual las fluctuaciones estacionales y las diferencias entre cada etapa. (Estadísticamente hablando las diferencias significativas entre los tratamientos). La siguiente tabla nos indica la sumatoria del peso neto (en gramos) de cada etapa (tratamiento) durante las quincenas que se muestrearon durante los años (1995-1996). Ahora bien es notorio que en la etapa numero 5 se ve claramente que hay una mayor concentración de partículas finas (y hablando en términos fisiológicos, no son tan "finas") (ver grafica de granulometría). Esto indica que las partículas finas y ultra finas llegan hasta los confines de los alvéolos pulmonares. Visualizando nuestro datos las partículas más gruesas (7.2  $\mu\text{m}$  a 11  $\mu\text{m}$ ), sólo alcanzan las vías aéreas superiores como fosas y senos nasales, las partículas llamadas  $\text{PM}_{2.5}$  pueden alcanzar la traquea y bronquios primarios. (Gutiérrez 1997).

No de Etapa	$\Sigma$ Peso Neto (g) del filtro/Anual
<b>Paso 5 (0.45 <math>\mu\text{m}</math> a 0.95 <math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>0.3785 g</b>
<b>Paso 4 (0.95 <math>\mu\text{m}</math> a 1.5 <math>\mu\text{m}</math> )</b>	<b>0.2428 g</b>
<b>Paso 3 (1.5 <math>\mu\text{m}</math> a 3.0 <math>\mu\text{m}</math> )</b>	<b>0.2228 g</b>
<b>Paso 2 (3.0 <math>\mu\text{m}</math> a 7.2 <math>\mu\text{m}</math> )</b>	<b>0.2573 g</b>
<b>Paso 1 (7.2 <math>\mu\text{m}</math> a 11 <math>\mu\text{m}</math> )</b>	<b>0.2682 g</b>

AÑO		HIDROCARBUROS SATURADOS				
1995-1996		PARAFINAS		PROMEDIO		
		CONCENTRACIÓN (µg/g).				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
MESES	PASO No. 5	PASO No. 4	PASO No. 3	PASO No. 2	PASO No. 1	
SEPTIEMBRE	117.9	260.5	141.8	108.7	68.9	
OCTUBRE	1015.8	963.0	1261.3	960.2	228.9	
NOVIEMBRE	84.5	191.4	137.0	114.0	161.4	
DICIEMBRE						
ENERO	493.7	242.9	741.3	2636.3	734.4	
FEBRERO	225.3	1530.3	894.0	970.7	916.0	
MARZO 1ra. QNA.	25.4	136.1	250.4	63.1	96.5	
MARZO 2da. QNA.	145.2	120.8	35.0	34.0	49.6	
ABRIL 1ra. QNA.						
ABRIL 2da. QNA.	154.8	247.5	298.8	391.7	90.1	
MAYO 1ra. QNA.	602.8	3128.5	1303.5	2524.8	2067.2	
MAYO 2da. QNA.	1690.0	471.4	1313.1	1066.3	1741.8	
JUNIO 1ra. QNA.	463.3	1012.8	2471.0	1325.6	1581.5	
JUNIO 2da. QNA.	979.9	731.3	760.3	629.4	805.9	
JULIO 1ra. QNA.	134.6	183.5	313.4	444.0	1023.6	
JULIO 2da. QNA.	2068.0	580.9	750.2	293.9	300.0	
AGOSTO 1ra. QNA.	555.5	823.5	1468.0	887.9	775.0	
AGOSTO 2da. QNA.	342.2	621.4	579.2	67.0	67.9	
SUMA TOTAL	9099.0	11245.9	12718.4	12517.8	10708.5	
56290	BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 18 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS					
µg/g	Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medio	F. Calculada 0.95	
	Bloques	17	25681416.51	1510671.559	α=0.05	
	Tratamiento	4	482401.2921	120600.323	0.53	
	Residual	68	15483633.16	227700.4877	F. TABLAS	
	Total	89	41647450.96		2.5	
					NO SIG.	
	BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 18 TRATAMIENTOS					
	Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medio	F. Calculada 0.95	
	Bloques	4	482401.2921	120600.323	α=0.05	
	Tratamiento	17	25681416.51	1510671.559	6.6	
	Residual	68	15483633.16	227700.4877	F. TABLAS	
	Total	89	41647450.96		1.8	
					SIG.	

## Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
SEPTIEMBRE	5	697.7127608	139.5425522	5260.608105		
OCTUBRE	5	4429.163104	885.8326209	150227.0122		
NOVIEMBRE	5	688.1491185	137.6298237	1709.346061		
DICIEMBRE	5	0	0	0		
ENERO	5	4848.583797	969.7167594	909985.3909		
FEBRERO	5	4536.371581	907.2743162	214361.9509		
MARZO 1ra. QNA.	5	571.5615945	114.3123189	7459.09667		
MARZO 2da. QNA.	5	384.6591559	76.93183118	2732.484619		
ABRIL 1ra. QNA.	5	0	0	0		
ABRIL 2da. QNA.	5	1183.002939	236.6005877	14054.7149		
MAYO 1ra. QNA.	5	9626.957776	1925.391555	990734.5978		
MAYO 2da. QNA.	5	6282.553586	1256.510717	269808.1876		
JUNIO 1ra. QNA.	5	6854.144667	1370.828933	552136.0327		
JUNIO 2da. QNA.	5	3906.803926	781.3607852	16513.66283		
JULIO 1ra. QNA.	5	2099.203323	419.8406646	128421.6		
JULIO 2da. QNA.	5	3992.971387	798.5942773	541140.4857		
AGOSTO 1ra. QNA.	5	4509.941955	901.9883909	115736.1786		
AGOSTO 2da. QNA.	5	1677.761552	335.5523103	71227.26364		
PASO No. 5	18	9098.97767	505.4987594	347558.8482		
PASO No. 4	18	11245.88439	624.7713553	559235.489		
PASO No. 3	18	12718.38672	706.5770398	435530.3569		
PASO No. 2	18	12517.77685	695.4320473	649064.8292		
PASO No. 1	18	10708.51659	594.9175884	430083.9868		
<b>ANÁLISIS DE VARIANZA</b>						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrado:	Grados de libertad	Promedio de los cuadrado	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	25681416.51	17	1510671.559	6.6	6.32329E-09	1.8
Columnas	482401.2921	4	120600.323	0.53	0.714318789	2.5
Error	15483633.16	68	227700.4877			
Total	41647450.96	89				SIGNIFICATIVO NO SIG.

AÑO		HIDROCARBUROS SATURADOS				
1995-1996		PARAFINAS		PROMEDIO		
		CONCENTRACIÓN		(ng/m <sup>3</sup> )		
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
MESES	PASO No. 5	PASO No. 4	PASO No. 3	PASO No. 2	PASO No. 1	
SEPTIEMBRE	72.3	159.8	87.0	66.7	42.3	
OCTUBRE	623.2	590.8	773.8	589.1	140.4	
NOVIEMBRE	51.8	117.4	84.0	69.9	99.0	
DICIEMBRE						
ENERO	302.9	149.0	454.8	1,617.4	450.6	
FEBRERO	138.3	938.8	548.5	595.5	561.9	
MARZO 1ra. QNA.	15.6	83.5	153.6	38.7	59.2	
MARZO 2da. QNA.	89.1	74.1	21.5	20.9	30.4	
ABRIL 1ra. QNA.						
ABRIL 2da. QNA.	95.0	151.9	183.3	240.3	55.3	
MAYO 1ra. QNA.	369.8	1,919.4	799.7	1,549.0	1,268.2	
MAYO 2da. QNA.	1,036.8	289.2	805.6	654.2	1,068.6	
JUNIO 1ra. QNA.	284.2	621.4	1,515.9	813.3	970.2	
JUNIO 2da. QNA.	601.2	448.6	466.5	386.2	494.4	
JULIO 1ra. QNA.	82.6	112.6	192.3	272.4	628.0	
JULIO 2da. QNA.	1,268.7	356.4	460.2	180.3	184.0	
AGOSTO 1ra. QNA.	340.8	505.2	900.6	544.7	475.4	
AGOSTO 2da. QNA.	209.9	381.2	355.4	41.1	41.7	
SUMA TOTAL	5,582.2	6,899.3	7,802.7	7,679.6	6,569.6	
34,533 (ng/m <sup>3</sup> )	<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 18 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS</b>					
	Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medio	F. Calculada 0.95	
	Bloques	17	9665932.67	568584.2747	α = 0.05	
	Tratamiento	4	181565.4681	45391.36702	0.53	
	Residual	68	5827706.41	85701.56485	F. TABLAS	
	Total	89	15675204.55		2.5	
					NO SIG.	
	<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 18 TRATAMIENTOS</b>					
	Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medio	F. Calculada 0.95	
	Bloques	4	181565.4681	45391.36702	α = 0.05	
	Tratamiento	17	9665932.67	568584.2747	6.6	
	Residual	68	5827706.41	85701.56485	F. TABLAS	
	Total	89	15675204.55		1.8	
					SIG.	

## Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
SEPTIEMBRE	5	428.0446385	85.60892771	1979.979715
OCTUBRE	5	2717.277978	543.455956	56542.21545
NOVIEMBRE	5	422.1773733	84.43547467	643.3610829
DICIEMBRE	5	0	0	0
ENERO	5	2974.591287	594.9182573	342498.9239
FEBRERO	5	2783.05005	556.61001	80681.22857
MARZO 1ra. QNA.	5	350.651285	70.13025699	2807.443513
MARZO 2da. QNA.	5	235.9872122	47.19744244	1028.448424
ABRIL 1ra. QNA.	5	0	0	0
ABRIL 2da. QNA.	5	725.768674	145.1537348	5289.892319
MAYO 1ra. QNA.	5	5906.109065	1181.221813	372891.1882
MAYO 2da. QNA.	5	3854.327353	770.8654706	101549.9972
JUNIO 1ra. QNA.	5	4204.996728	840.9993456	207812.1242
JUNIO 2da. QNA.	5	2396.812225	479.3624449	6215.387419
JULIO 1ra. QNA.	5	1287.854799	257.5709599	48335.12741
JULIO 2da. QNA.	5	2449.675697	489.9351395	203673.6368
AGOSTO 1ra. QNA.	5	2766.835555	553.367111	43560.6077
AGOSTO 2da. QNA.	5	1029.301565	205.8603131	26808.40966
PASO No. 5	18	5582.194889	310.1219383	130813.6732
PASO No. 4	18	6899.31558	383.29531	210484.2068
PASO No. 3	18	7802.691237	433.4828465	163924.2564
PASO No. 2	18	7679.6177	426.6454278	244294.0379
PASO No. 1	18	6569.64208	364.9801156	161874.3599

## ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	9665932.67	17	568584.2747	6.6	6.32329E-09	1.8
Columnas	181565.4681	4	45391.36702	0.53	0.714318789	2.5
Error	5827706.41	68	85701.56485			
Total	15675204.55	89				

SIGNIFICATIVO  
NO SIG.

AÑO		HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS				
1995-1996		PROMEDIO				
		CONCENTRACIÓN (µg/g).				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
MESES	PASO No. 5	PASO No. 4	PASO No. 3	PASO No. 2	PASO No. 1	
SEPTIEMBRE	359.2	296.9	1004.9	1099.1	180.6	
OCTUBRE	165.7	687.2	730.9	559.5	379.2	
NOVIEMBRE	424.5	596.5	705.4	259.6	151.7	
DICIEMBRE						
ENERO	94.7	243.0	287.1	173.1	92.4	
FEBRERO 1ra. QNA.	99.2	139.8	97.9	75.3	331.5	
FEBRERO 2da. QNA.						
MARZO 1ra. QNA.	176.0	28.4	556.4	619.0	222.9	
MARZO 2da. QNA.	93.2	119.5	120.7	75.4	76.3	
ABRIL 1ra. QNA.						
ABRIL 2da. QNA.	336.5	534.7	1155.0	434.5	1084.8	
MAYO 1ra. QNA.	44.1	23.1	462.4	267.9	47.7	
MAYO 2da. QNA.	123.8	230.4	74.3	212.5	102.6	
JUNIO 1ra. QNA.	275.4	296.9	1313.8	476.6	655.3	
JUNIO 2da. QNA.	1393.9	1253.8	857.9	453.0	418.1	
JULIO 1ra. QNA.	768.8	783.5	741.4	809.6	1084.4	
JULIO 2da. QNA.	466.5	1424.7	691.6	261.2	851.2	
AGOSTO 1ra. QNA.	1797.2	1805.7	2178.9	746.9	908.0	
AGOSTO 2da. QNA.	90.8	80.1	87.5	57.8	45.2	
SUMA TOTAL	6709.3	8644.1	11066.1	6580.9	6631.9	
39532						
BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 19 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS						
µg/g	Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada 0.95	
	Bloques	18	14040332.27	780018.4592	α = 0.05	
	Tratamiento	4	800250.7518	200062.688	2.7	
	Residual	72	5406192.421	75086.00584	F. TABLAS	
	Total	94	20246775.44		2.5	
					SIG.	
BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 19 TRATAMIENTOS						
	Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medio	F. Calculada 0.95	
	Bloques	4	800250.7518	200062.688	α = 0.05	
	Tratamiento	18	14040332.27	780018.4592	10.4	
	Residual	72	5406192.421	75086.00584	F. TABLAS	
	Total	94	20246775.44		1.7	
					SIG.	

## Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
SEPTIEMBRE	5	2940.743591	588.1487182	184515.7545		
OCTUBRE	5	2522.476068	504.4952136	54533.80091		
NOVIEMBRE	5	2137.615525	427.5231051	52508.34185		
DICIEMBRE	5	0	0	0		
ENERO	5	890.3671861	178.0734372	7609.537387		
FEBRERO 1ra. QNA.	5	743.74363	148.748726	10980.51132		
FEBRERO 2da. QNA.	5	0	0	0		
MARZO 1ra. QNA.	5	1602.729437	320.5458874	65119.211		
MARZO 2da. QNA.	5	485.052563	97.0105126	494.7560718		
ABRIL 1ra. QNA.	5	0	0	0		
ABRIL 2da. QNA.	5	3545.43414	709.0868281	146167.4785		
MAYO 1ra. QNA.	5	845.228819	169.0457638	36872.42957		
MAYO 2da. QNA.	5	743.5943652	148.718873	4756.165288		
JUNIO 1ra. QNA.	5	3018.010263	603.6020525	181244.2156		
JUNIO 2da. QNA.	5	4376.69825	875.33965	199969.7009		
JULIO 1ra. QNA.	5	4187.594171	837.5188343	19654.25221		
JULIO 2da. QNA.	5	3695.169805	739.033961	196904.249		
AGOSTO 1ra. QNA.	5	7436.538404	1487.307681	389885.0716		
AGOSTO 2da. QNA.	5	361.2854499	72.25708997	395.3174211		
PASO No. 5	19	6709.316144	353.1219023	234554.9303		
PASO No. 4	19	8544.118293	449.6904365	282093.446		
PASO No. 3	19	11066.09187	582.4258876	322843.0224		
PASO No. 2	19	6580.87096	346.3616295	97577.48389		
PASO No. 1	19	6631.884404	349.0465476	143293.5999		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Promedio de los cuar	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	14040332.27	18	780018.4592	10.4	1.3799E-13	1.7
Columnas	800250.7518	4	200062.688	2.7	0.039189612	2.5
Error	5406192.421	72	75086.00584			
Total	20246775.44	94				
					SIGNIFICATIVO	SIGNIFICATIVO

AÑO	HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS					
	1995-1996		PROMEDIO ( $\eta\text{g}/\text{m}^3$ )			
		CONCENTRACIÓN				
		0.45-0.95 $\mu\text{m}$	0.95-1.5 $\mu\text{m}$	1.5-3.0 $\mu\text{m}$	3.0-7.2 $\mu\text{m}$	7.2-10.0 $\mu\text{m}$
MESES	PASO No. 5	PASO No. 4	PASO No. 3	PASO No. 2	PASO No. 1	
SEPTIEMBRE	220.4	182.2	616.5	674.3	110.8	
OCTUBRE	101.7	421.6	448.4	343.2	232.6	
NOVIEMBRE	260.4	365.9	432.7	159.2	93.1	
DICIEMBRE						
ENERO	58.1	149.1	176.2	106.2	56.7	
FEBRERO 1ra. QNA.	60.8	85.8	60.1	46.2	203.4	
FEBRERO 2da. QNA.						
MARZO 1ra. QNA.	108.0	17.4	341.4	379.7	136.7	
MARZO 2da. QNA.	57.2	73.3	74.1	46.3	46.8	
ABRIL 1ra. QNA.						
ABRIL 2da. QNA.	206.4	328.0	708.6	266.5	665.5	
MAYO 1ra. QNA.	27.0	14.2	283.7	164.4	29.3	
MAYO 2da. QNA.	75.9	141.4	45.6	130.4	63.0	
JUNIO 1ra. QNA.	168.9	182.1	806.0	292.4	402.1	
JUNIO 2da. QNA.	855.2	769.2	526.3	277.9	266.5	
JULIO 1ra. QNA.	471.7	480.6	454.8	496.7	665.3	
JULIO 2da. QNA.	286.2	874.0	424.3	160.2	522.2	
AGOSTO 1ra. QNA.	1,102.5	1,107.8	1,336.7	458.2	557.0	
AGOSTO 2da. QNA.	65.7	49.1	53.7	35.4	27.7	
SUMA TOTAL	4,116.1	5,241.8	6,789.0	4,037.3	4,068.6	
24,253 ( $\eta\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 19 BLOQUES Y 5 TRATAMIENTOS</b>					
	Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medio	F. Calculada 0.95	
	Bloques	18	5284479.004	293582.1669	$\alpha = 0.05$	
	Tratamiento	4	301197.1666	75299.29164	2.7	
	Residual	72	2034774.519	28260.75721	F. TABLAS	
	Total	94	7620450.69		2.5	
					SIG.	
	<b>BLOQUES ALEATORIOS (ANDEVA) DE 5 BLOQUES Y 19 TRATAMIENTOS</b>					
	Factor de Variabilidad	Gr. Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medio	F. Calculada 0.95	
	Bloques	4	301197.1666	75299.29164	$\alpha = 0.05$	
	Tratamiento	18	5284479.004	293582.1669	10.4	
	Residual	72	2034774.519	28260.75721	F. TABLAS	
	Total	94	7620450.69		1.7	
					SIG.	

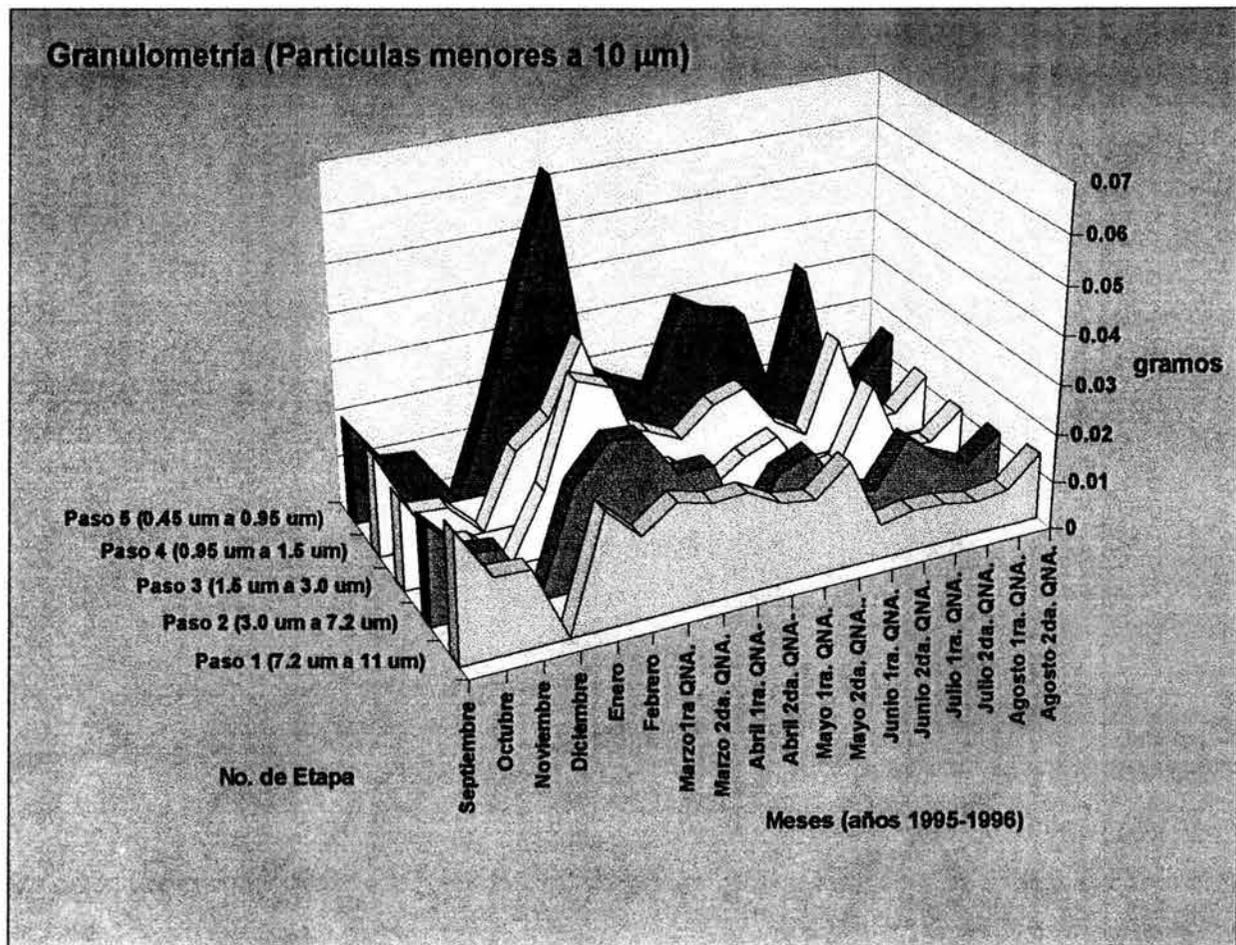
## Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
SEPTIEMBRE	5	2940.743591	588.1487182	184515.7545
OCTUBRE	5	2522.476068	504.4952136	54533.80091
NOVIEMBRE	5	2137.615525	427.5231051	52508.34185
DICIEMBRE	5	0	0	0
ENERO	5	890.3671861	178.0734372	7609.537387
FEBRERO 1ra. QNA.	5	743.74363	148.748726	10980.51132
FEBRERO 2da. QNA.	5	0	0	0
MARZO 1ra. QNA.	5	1602.729437	320.5458874	65119.211
MARZO 2da. QNA.	5	485.052563	97.0105126	494.7560718
ABRIL 1ra. QNA.	5	0	0	0
ABRIL 2da. QNA.	5	3545.43414	709.0868281	146167.4785
MAYO 1ra. QNA.	5	845.228819	169.0457638	36872.42957
MAYO 2da. QNA.	5	743.5943652	148.718873	4756.165288
JUNIO 1ra. QNA.	5	3018.010263	603.6020525	181244.2156
JUNIO 2da. QNA.	5	4376.69825	875.33965	199969.7009
JULIO 1ra. QNA.	5	4187.594171	837.5188343	19654.25221
JULIO 2da. QNA.	5	3695.169805	739.033961	196904.249
AGOSTO 1ra. QNA.	5	7436.538404	1487.307681	389885.0716
AGOSTO 2da. QNA.	5	361.2854499	72.25708997	395.3174211
PASO No. 5	19	6709.316144	353.1219023	234554.9303
PASO No. 4	19	8544.118293	449.6904365	282093.446
PASO No. 3	19	11066.09187	582.4258876	322843.0224
PASO No. 2	19	6580.87096	346.3616295	97577.48389
PASO No. 1	19	6631.884404	349.0465476	143293.5999

## ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrado:	Grados de libertad	Promedio de los cuat	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	14040332.27	18	780018.4592	10.4	1.3799E-13	1.7
Columnas	800250.7518	4	200062.688	2.7	0.039189612	2.5
Error	5406192.421	72	75086.00584			
Total	20246775.44	94				

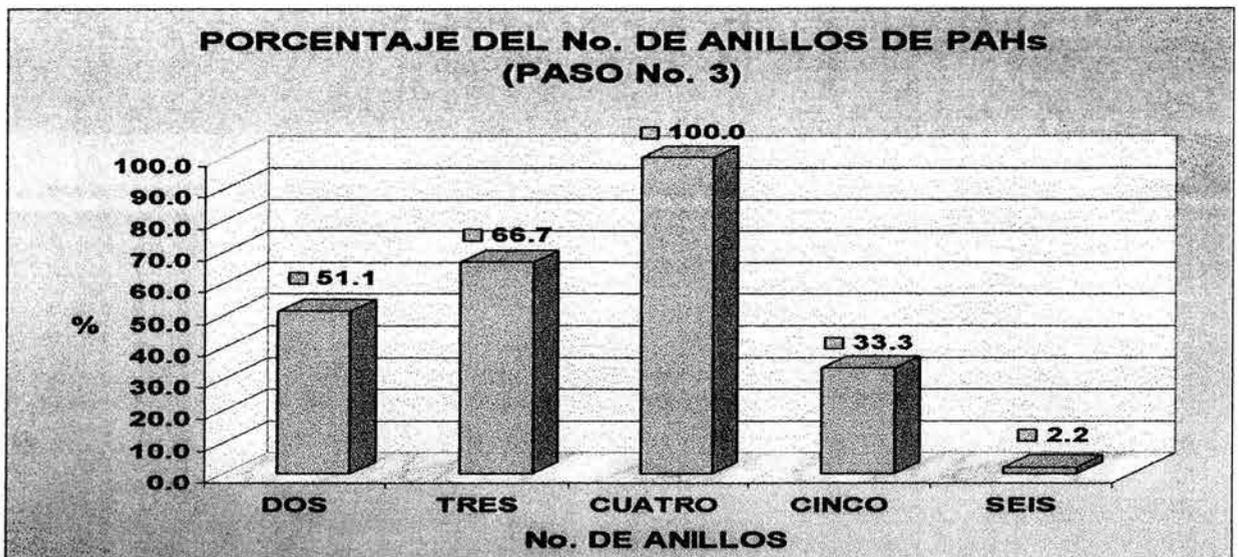
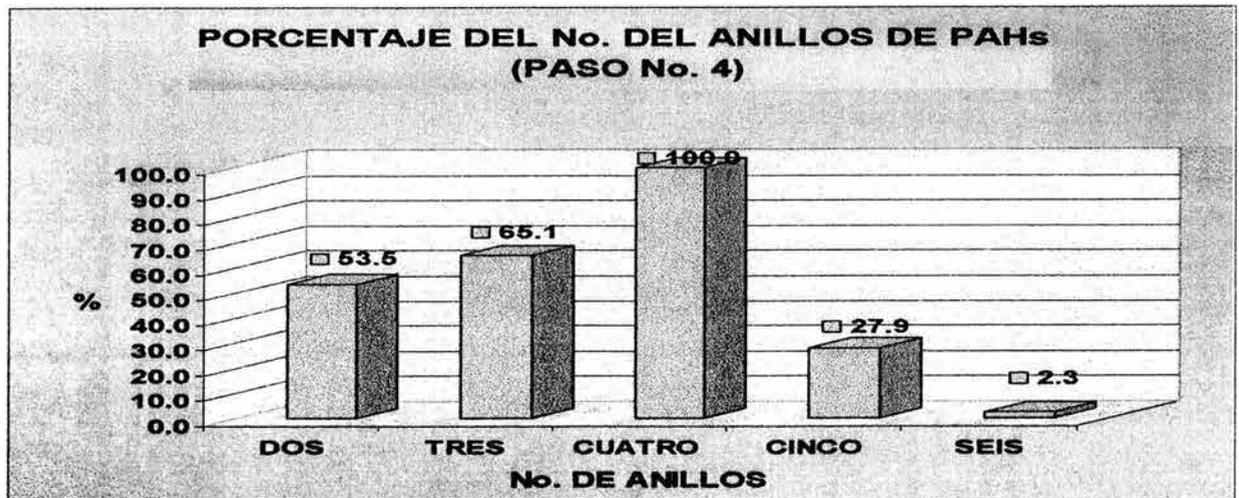
SIGNIFICATIVO  
SIGNIFICATIVO

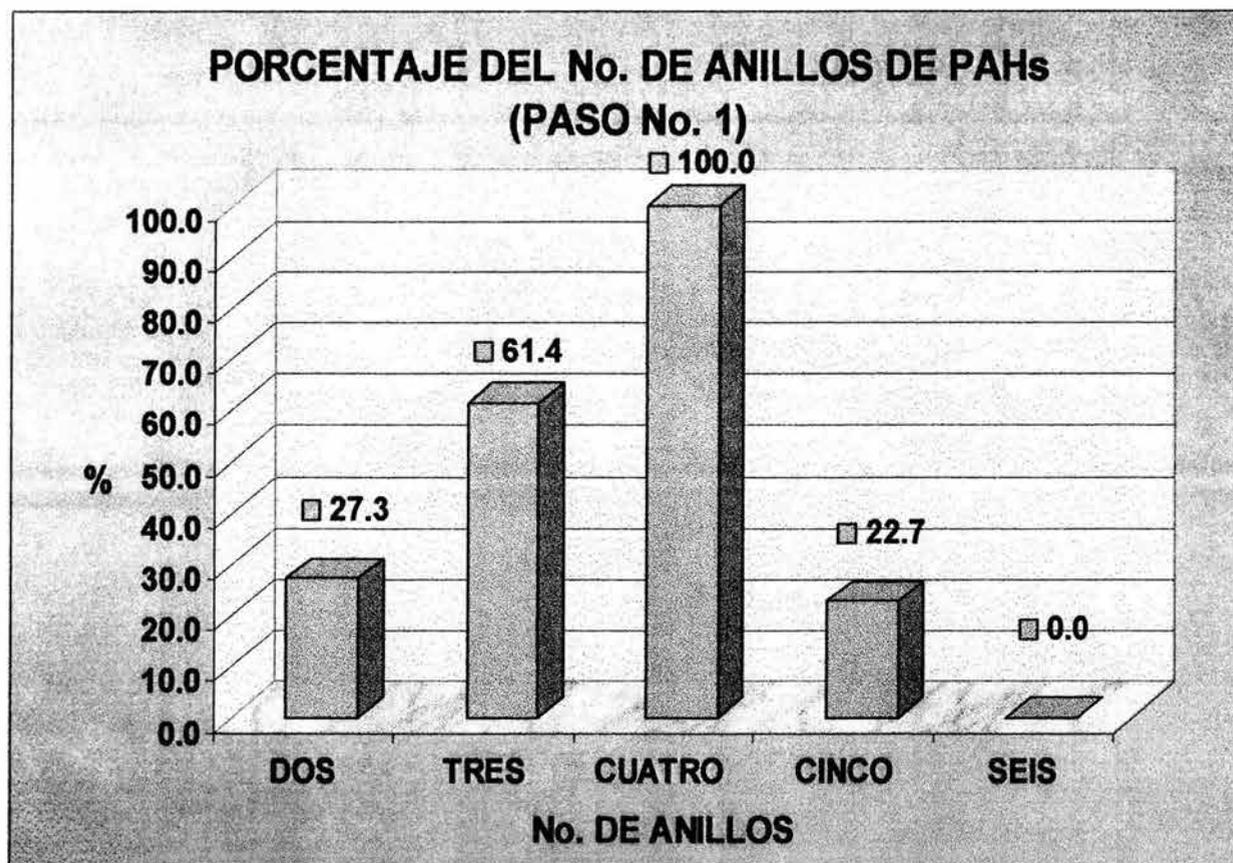
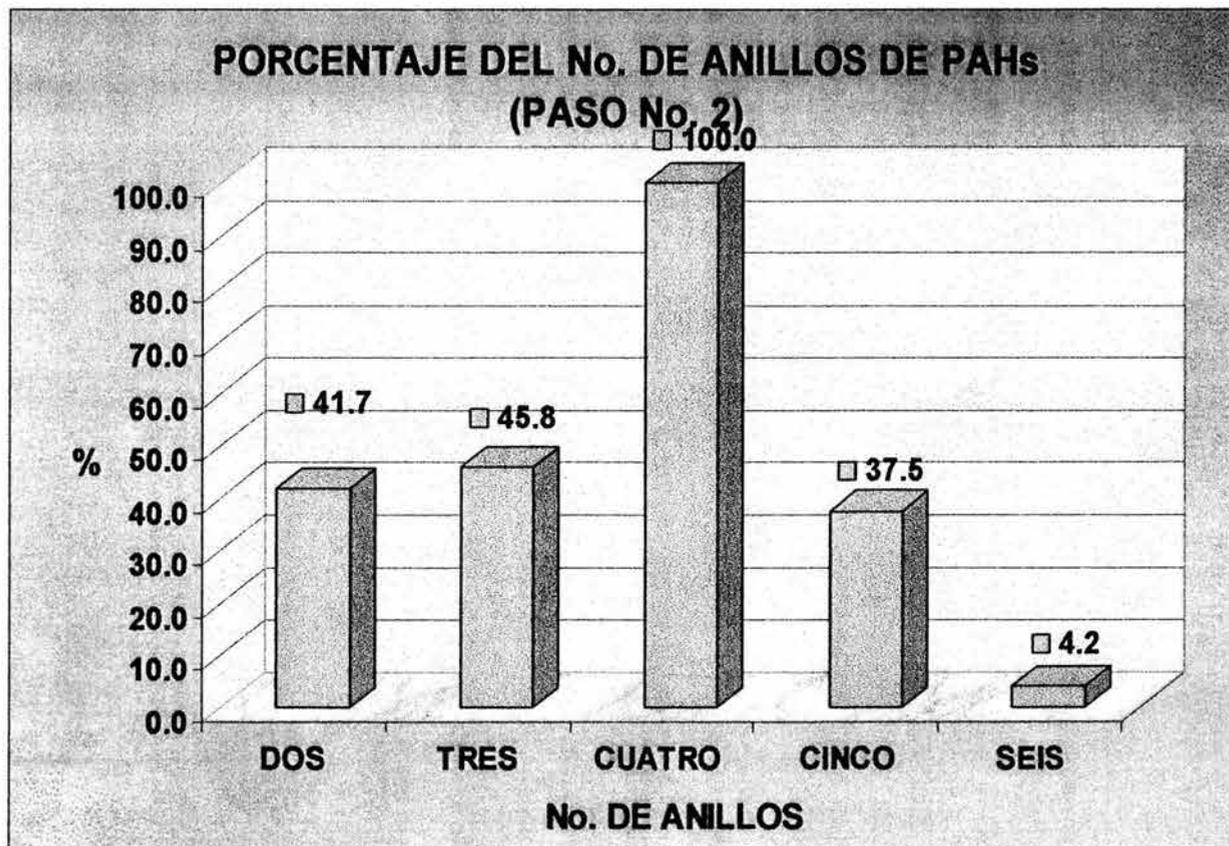


Con los resultados generados fue necesario saber que bloque o familia de anillos bencénicos de los HAPs daba una mayor contribución a las concentraciones reportadas. Se analizaron los bloques de 2, 3, 4, 5, y 6 anillos aromáticos. Con lo anterior se construyeron las siguientes tablas y sus respectivas gráficas.

ETAPA	Numero dos	de tres	anillos cuatro	cinco	seis	Concentración µg/g
5	5895	7096	27369	9494	46	49900
4	10451	8347	29859	11440	45	60141
3	9275	9123	43252	10871	58	72579
2	6317	3480	21966	12997	48	44807
1	3470	5725	25203	7164	0	41562
SUMA	35408	33771	147649	51966	196	268990

Ahora es más claro que en la etapa numero tres es donde encontramos la mayor concentración de hidrocarburos tanto para la fracción F1 y F2. Además, se aprecia que las familias de cuatro y tres anillos bencénicos de los HAPs son las que contribuyen en mayor proporción a las concentraciones reportadas.





También se realizó un análisis de varianza de dos factores a las variables: número de etapa (tratamientos) y variable número de anillos bencénicos.

	Concentración				
	DOS	TRES	CUATRO	CINCO	SEIS
ETAPA 5	5895	7096	27369	9494	46
ETAPA 4	10451	8347	29859	11440	45
ETAPA 3	9276	9123	43252	10871	58
ETAPA 2	6317	3480	21966	12997	48
ETAPA 1	3470	5725	25203	7164	0

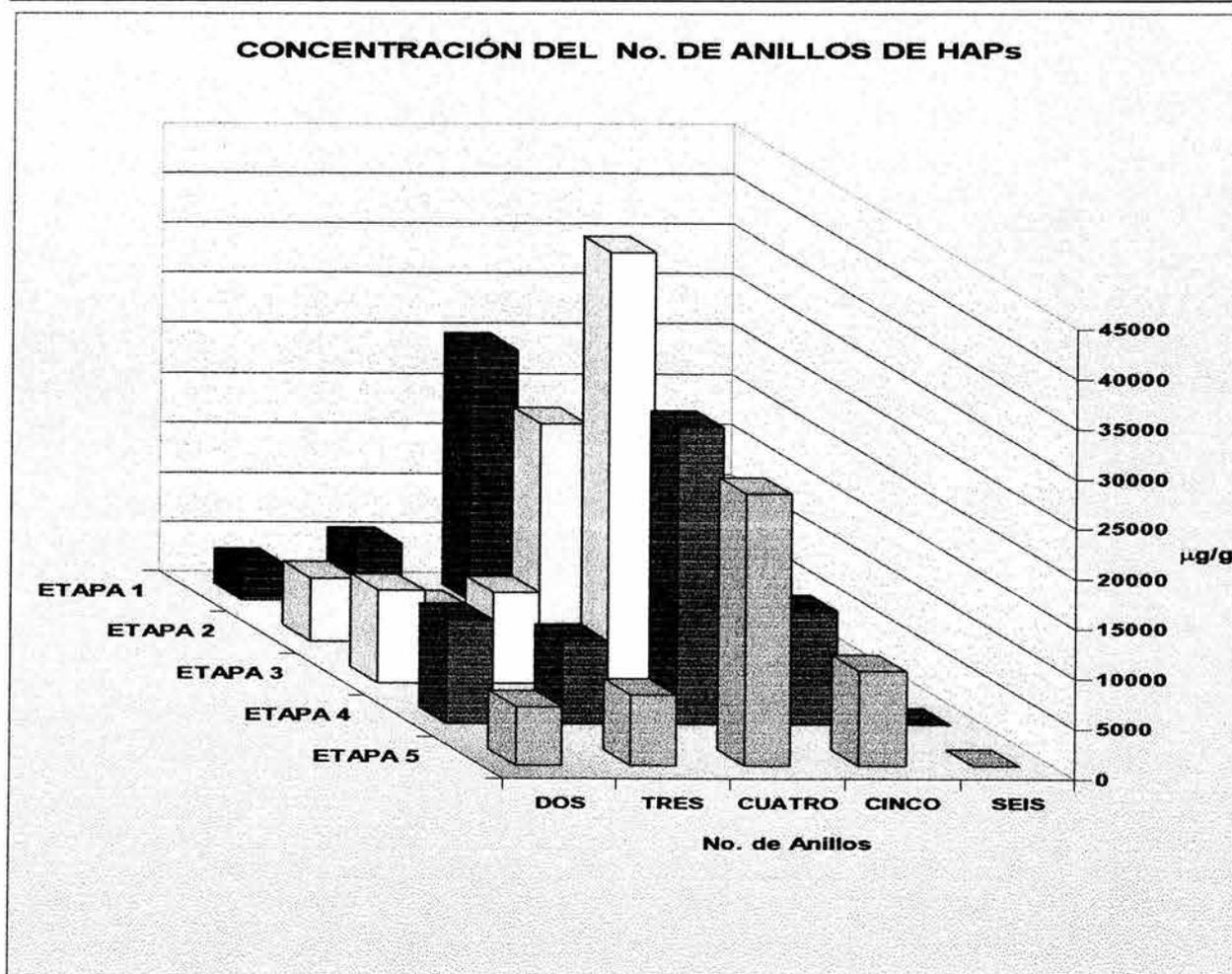
Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
ETAPA 5	5	49900.29308	9980.058617	106572003.3
ETAPA 4	5	60141.1516	12028.23032	119484467.7
ETAPA 3	5	72579.37752	14515.8755	278154630
ETAPA 2	5	44807.45935	8961.49187	75471227.34
ETAPA 1	5	41561.9222	8312.384439	96467867.38
DOS	5	35407.81035	7081.56207	7801115.503
TRES	5	33771.18172	6754.236343	5011323.642
CUATRO	5	147648.9495	29529.78991	67250600.63
CINCO	5	51965.93938	10393.18787	4834136.501
SEIS	5	196.322791	39.2645582	507.0365986

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	127743851	4	31935962.72	2.4	0.091961286	2.3
Columnas	2484753900	4	621188475.1	46.9	1.21464E-08	2.3
Error	211846882	16	13240430.15			
Total	2824344634	24				

SIGNIFICATIVO  
SIGNIFICATIVO



	Concentración				
	DOS	TRES	CUATRO	CINCO	SEIS
ETAPA 5	3617	4353	16791	5825	28
ETAPA 4	6412	5121	18319	7018	27
ETAPA 3	5690	5597	26535	6669	35
ETAPA 2	3875	2135	13476	7973	29
ETAPA 1	2129	3512	15462	4395	0

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

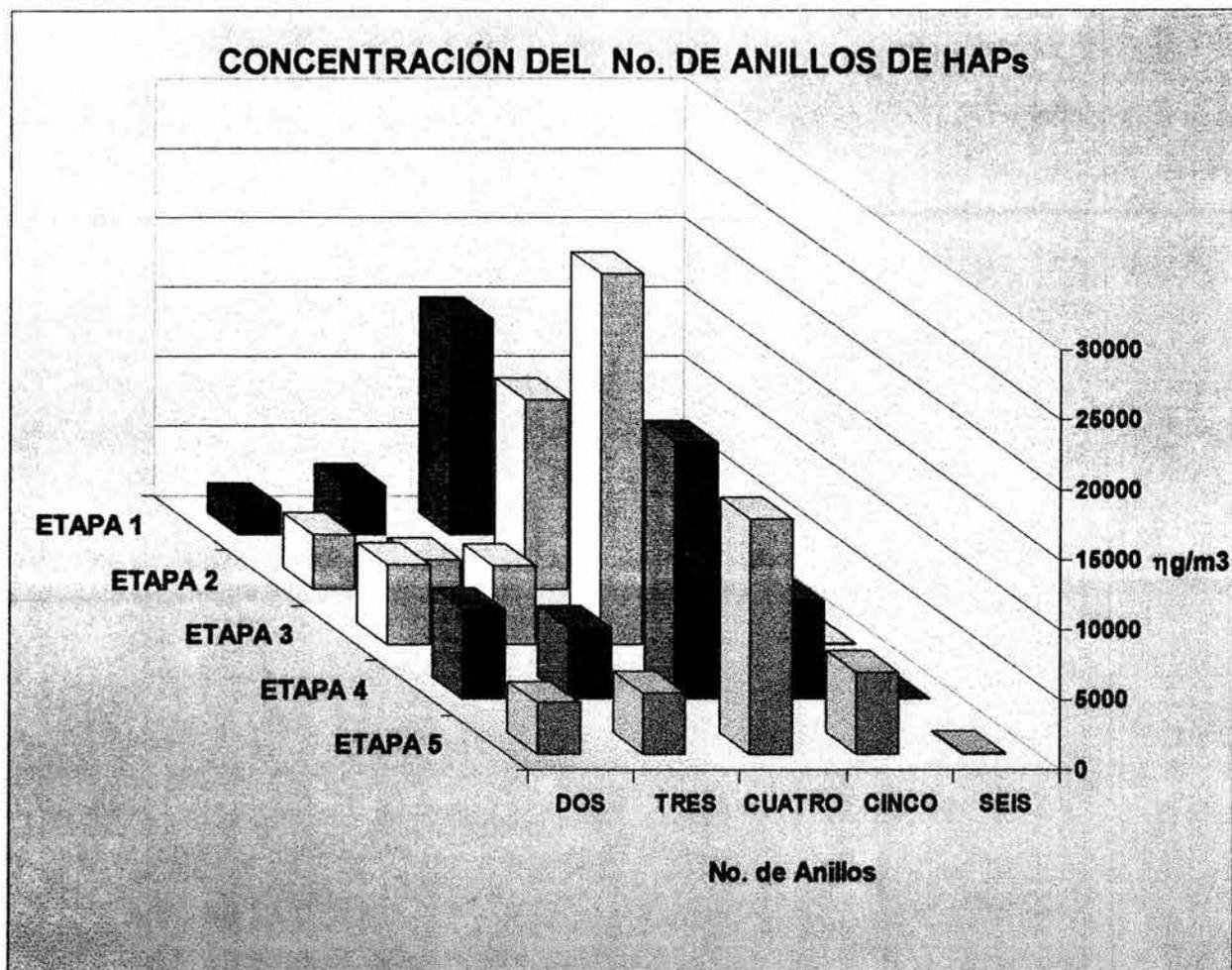
RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
ETAPA 5	5	30613.67674	6122.735348	40111409.28
ETAPA 4	5	36896.41203	7379.282406	44971383.07
ETAPA 3	5	44527.22547	8905.445095	103938661.6
ETAPA 2	5	27489.23886	5497.847773	28405746.3
ETAPA 1	5	25498.11178	5099.622355	36308429.89
DOS	5	21722.58304	4344.516608	2936172.044
TRES	5	20718.51639	4143.703278	1886154.406
CUATRO	5	90582.17763	18116.43553	25311679.26
CINCO	5	31880.94439	6376.188878	1819464.978
SEIS	5	120.4434301	24.08868601	190.8376674

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	48080037.2	4	12020009.3	2.4	0.091961286	2.3
Columnas	935207912	4	233801977.9	46.9	1.21464E-08	2.3
Error	79734608.9	16	4983413.057			
Total	1063022558	24				

SIGNIFICATIVO

SIGNIFICATIVO

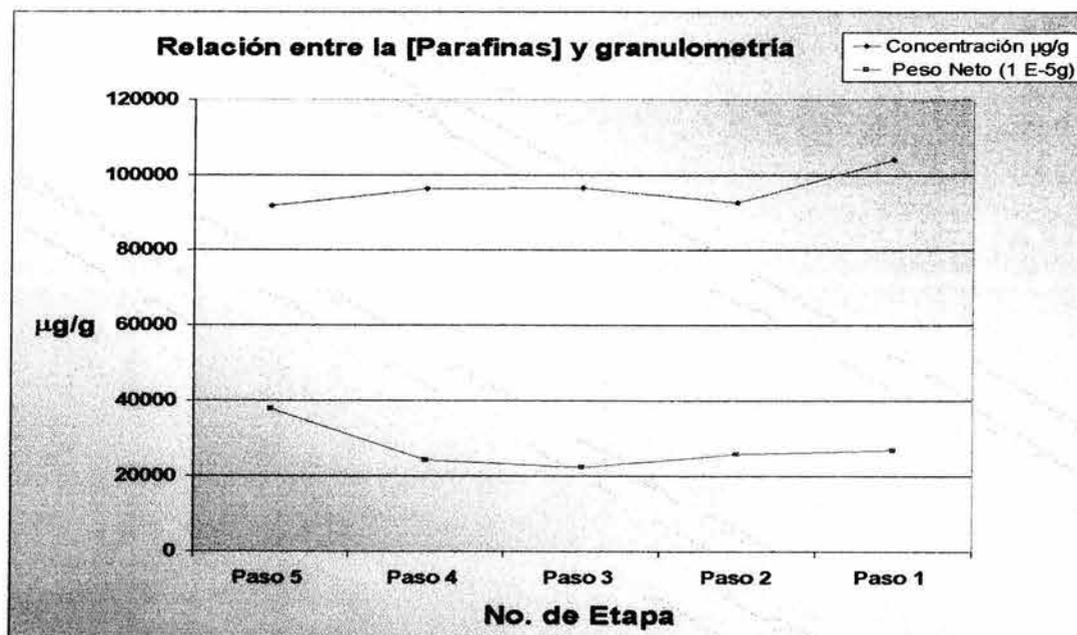


El análisis doble factorial nos sugiere que hay diferencias significativas entre las etapas de muestreo y el número de anillos bencénicos. Es claro que la familia de tres y cuatro anillos aromáticos de los HAPs son las que ejercen su mayor influencia en las concentraciones reportadas.

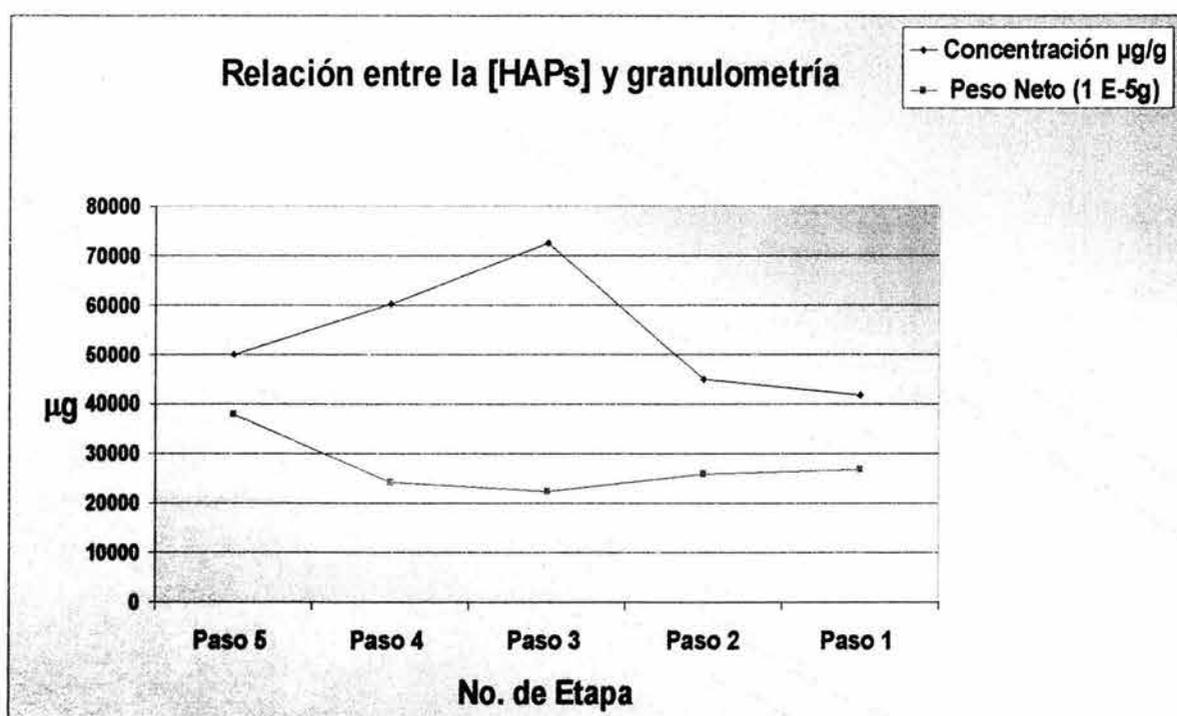
Continuando con el análisis, nos surgió una duda, ¿si era acertado o creíble? la idea que ha venido prevaleciendo durante varias décadas en el ámbito de muestreos atmosféricos: ¿Al aumentar la concentración de partículas suspendidas en el ambiente aéreo, era correcto afirmar o decir que también se incrementaba la concentración de contaminantes(hidrocarburos). Esta afirmación es hasta cierto punto creíble en un 20%. ¿Por qué se dice esto? Si recordamos que al analizar las etapas de muestreo (tratamientos) observamos que la tendencia de encontrar una mayor concentración de hidrocarburos era en las etapas tres y cuatro disminuyendo hacia las etapas dos uno y cinco, el comportamiento granulométrico o del muestro de las partículas nos indica que la mayor concentración la tenemos en la etapa 5, posteriormente en la etapa 1, seguido de las etapas 2, 4 y 3. Tales observaciones nos forzaron a hacer un análisis de correlación entre las concentraciones encontradas para ambas fracciones F1 y F2 contra las concentraciones granulométricas de cada filtro por todo el año. (La medida del grado de relación entre dos variables se llama coeficiente de correlación, y es representado universalmente por  $\rho$ .  $Y$  y  $X$  son variables aleatorias. Como tales, no deben ser designadas como dependiente e independiente: cualquier designación dará el mismo resultado). Con este estudio se visualizó si hubo o no relación entre las variables involucradas. Nuestras hipótesis son:  $H_0: \rho = 0$  (no hay relación) y  $H_A: \rho \neq 0$  (si hay relación). Sorprendentemente nos percatamos que para la Fracción F1 no existe en absoluto correlacione entre las variables anteriormente mencionadas.

Los datos siguientes nos muestran el análisis de correlación de Pearson.

Parafinas	Concentración	Peso Neto (1 E <sup>-5</sup> g)	Porcentaje de Parafinas
	$\mu\text{g/g}$		por No. de Etapa
Paso 5	91905	37850	19.1
Paso 4	96304	24280	20.0
Paso 3	96627	22280	20.1
Paso 2	92810	25730	19.3
Paso 1	104025	26820	21.6
	481670		100.0



HAPs	Concentración	Peso Neto (1 E <sup>5</sup> g)	Porciento de HAPs
	µg/g		por No. deEtapa
Paso 5	49900	37850	18.6
Paso 4	60141	24280	22.4
Paso 3	72579	22280	27.0
Paso 2	44807	25730	16.7
Paso 1	41562	26820	15.5
	<b>268989</b>		100.0



Se deduce de este análisis estadístico: No es regla general que al observar un incremento en la concentración de partículas suspendidas (respirables), necesariamente tenga que haber un incremento cuantitativo en los contaminantes atmosféricos (como las parafinas y los HAPs). Nuestros resultados demuestran que en un 68 % las concentraciones de los HAPs están asociadas a las partículas finas y ultra finas (etapas 3, 4 y 5) y en un 40 % las concentraciones de parafinas están asociadas a las etapas tres y cuatro. Desafortunadamente en esta la relación inversa que existe entre la granulometría y el incremento de concentración tanto en las parafinas, como en los HAPs en las etapas tres y cuatro; ponen de manifiesto que estamos respirando contaminantes que son un riesgo para nuestra salud. Es decir, al respirar tales tamaños de partículas finas exponemos a nuestros cuerpos a que los HAPs se alojen en nuestros bronquios y bronquiolos. (No es grato saber esto), tal incidencia puede propiciar la aparición de varios tipos de cáncer.

MESES	Hidrocarburos Alifáticos		Hidrocarburos Alifáticos		Hidrocarburo: Alifáticos		Hidrocarburo Alifáticos		Hidrocarburos Alifáticos	
	[(μg/g)] No. 5	Peso [g] Fil	[(μg/g)] No. 4	Peso [g] Fil	[(μg/g)] No. 3	Peso [g] Fil	[(μg/g)] No. 2	Peso [g] Fil	[(μg/g)] No. 1	Peso [g] Fil
SEPTIEMBRE	942.9	0.0206	1302.3	0.0211	1134.7	0.0191	543.3	0.0211	206.7	0.0266
OCTUBRE	14221.0	0.0109	13482.1	0.0075	13874.3	0.0078	2880.5	0.0132	915.6	0.016
NOVIEMBRE	1013.5	0.0102	2679.1	0.007	958.7	0.0067	570.0	0.0124	1936.5	0.0156
DICIEMBRE										
ENERO	6912.4	0.0192	2428.5	0.0154	8153.8	0.0139	28999.3	0.021	8078.8	0.0237
FEBRERO	1352.1	0.0428	16833.2	0.021	5364.2	0.0347	4853.6	0.029	10075.6	0.017
MARZO 1ra. QNA.	279.3	0.0636	408.4	0.0354	3255.1	0.0321	315.7	0.0286	964.9	0.0221
MARZO 2da. QNA.	2177.7	0.0222	604.2	0.0163	105.0	0.0145	68.1	0.0191	297.5	0.0201
ABRIL 1ra. QNA.										
ABRIL 2da. QNA.	929.1	0.0146	1237.6	0.0102	896.5	0.0065	3525.6	0.0042	180.1	0.0167
MAYO 1ra. QNA.	7808.5	0.0324	18771.3	0.0162	11731.9	0.0112	17673.8	0.0144	22739.4	0.0157
MAYO 2da. QNA.	11830.1	0.0285	2828.2	0.0184	5252.4	0.0141	7464.1	0.0172	13934.2	0.0218
JUNIO 1ra.QNA.	2316.3	0.0267	14542.6	0.0094	22238.7	0.0036	10605.0	0.0076	20559.0	0.0071
JUNIO 2da.QNA.	3919.6	0.007	6581.4	0.005	3801.6	0.005	5664.8	0.006	10476.5	0.0085
JULIO 1ra. QNA.	942.5	0.0336	1284.6	0.0241	2193.6	0.02	3108.1	0.0156	8189.2	0.0082
JULIO 2da. QNA.	33088.5	0.0054	5809.0	0.005	6001.5	0.0055	1763.4	0.0098	2099.7	0.0069
AGOSTO 1ra. QNA	1666.5	0.0076	3294.2	0.0052	5872.1	0.0051	4439.6	0.0068	3099.8	0.0078
AGOSTO 2da. QNA	3079.7	0.0153	5592.9	0.012	5792.3	0.0108	334.9	0.0119	271.7	0.0139

Parafinas	[(mg/g)] No. 5	Peso [g] Filtro 5	Parafinas	[(mg/g)] No. 4	Peso [g] Filtro 4
[(mg/g)] No. 5	1		[(mg/g)] No. 4	1	
Peso [g] Filtro 5	-0.201	1	Peso [g] Filtro 4	0.001	1
<b><i>g. l (n-2)</i></b>	0.468	no hay relación	<b><i>g. l (n-2)</i></b>	0.468	no hay relación

Parafinas	[(mg/g)] No. 3	Peso [g] Filtro 3	Parafinas	[(mg/g)] No. 2	Peso [g] Filtro 2
[(mg/g)] No. 3	1		[(mg/g)] No. 2	1	
Peso [g] Filtro 3	-0.114	1	Peso [g] Filtro 2	0.186	1
<b><i>g. l (n-2)</i></b>	0.468	no hay relación	<b><i>g. l (n-2)</i></b>	0.468	no hay relación

Parafinas	[(mg/g)] No. 1	Peso [g] Filtro 1
[(mg/g)] No. 1	1	
Peso [g] Filtro 1	0.018	1
<b><i>g. l (n-2)</i></b>	0.468	no hay relación

MESES	HAPs									
	[(μg/g)] No. 5	Peso [g] Filt	[(μg/g)] No. 4	Peso [g] Filt	[(μg/g)] No. 3	Peso [g] Filt	[(μg/g)] No. 2	Peso [g] Filt	[(μg/g)] No. 1	Peso [g] Filt
SEPTIEMBRE	2155.3	0.0206	1781.5	0.0211	5024.4	0.0191	4396.5	0.0211	180.6	0.0266
OCTUBRE	994.3	0.0109	2748.8	0.0075	5847.2	0.0078	2797.3	0.0132	1516.8	0.016
NOVIEMBRE	4669.2	0.0102	6561.4	0.007	7053.7	0.0067	2076.4	0.0124	1062.1	0.0156
DICIEMBRE										
ENERO	662.9	0.0192	1458.1	0.0154	1722.9	0.0139	865.7	0.021	738.9	0.0237
FEBRERO	694.2	0.0428	839.0	0.021	489.6	0.0347	451.8	0.029	1989.1	0.017
MARZO 1ra. QNA.	1760.0	0.0636	28.4	0.0354	5564.3	0.0321	6808.9	0.0286	1560.2	0.0221
MARZO 2da. QNA.	559.0	0.0222	478.0	0.0163	603.5	0.0145	301.7	0.0191	305.0	0.0201
ABRIL 1ra. QNA.										
ABRIL 2da. QNA.	1682.5	0.0146	1604.0	0.0102	4620.1	0.0065	2172.3	0.0042	4339.1	0.0167
MAYO 1ra. QNA.	484.7	0.0324	138.5	0.0162	4624.1	0.0112	2411.5	0.0144	286.4	0.0157
MAYO 2da. QNA.	1361.3	0.0285	3456.4	0.0184	445.9	0.0141	1487.3	0.0172	718.4	0.0218
JUNIO 1ra. QNA.	1652.2	0.0267	1781.3	0.0094	9196.5	0.0036	2859.8	0.0076	4587.4	0.0071
JUNIO 2da. QNA.	20908.9	0.007	17552.9	0.005	11152.3	0.005	6341.9	0.006	2926.9	0.0085
JULIO 1ra. QNA.	2306.5	0.0336	3133.8	0.0241	2965.4	0.02	4047.9	0.0156	6506.3	0.0082
JULIO 2da. QNA.	5597.8	0.0054	14247.0	0.005	8299.3	0.0055	3133.9	0.0098	10214.6	0.0069
AGOSTO 1ra. QNA.	3594.3	0.0076	3611.3	0.0052	4357.8	0.0051	4481.3	0.0068	4539.8	0.0078
AGOSTO 2da. QNA.	817.2	0.0153	720.7	0.012	612.4	0.0108	173.3	0.0119	90.3	0.0139

HAPs [(mg/g)] No. 5			HAPs [(mg/g)] No. 4		
[(mg/g)] No. 5	1		[(mg/g)] No. 4	1	
Peso [g] Filtro 5	-0.382	1	Peso [g] Filtro 4	-0.546	1
<b>g. l (n-2)</b>	<b>0.468</b>	no hay relación	<b>g. l (n-2)</b>	<b>0.468</b>	si hay relación

HAPs [(mg/g)] No. 3			HAPs [(mg/g)] No. 2		
[(mg/g)] No. 3	1		[(mg/g)] No. 2	1	
Peso [g] Filtro 3	-0.491	1	Peso [g] Filtro 2	-0.103	1
<b>g. l (n-2)</b>	<b>0.468</b>	si hay relación	<b>g. l (n-2)</b>	<b>0.468</b>	no hay relación

HAPs [(mg/g)] No. 1		
[(mg/g)] No. 1	1	
Peso [g] Filtro 1	-0.727	1
<b>g. l (n-2)</b>	<b>0.468</b>	si hay relación

Ahora para tratar de explicar el comportamiento global de los hidrocarburos alifáticos (tanto pares como impares), se procedió a analizarlos por separado y se construyeron las siguientes tablas y gráficas. Primeramente se realizó un análisis de varianza de un factor para visualizar si había o no diferencias entre la concentración carbonos pares y nones durante los años de estudio (95- 96).

ETAPA No. 5		Concentración ppm 0.45-0.95 µm		Análisis de varianza de un factor			ETAPA No. 5		0.45-0.95 µm		
MES	PARES	IMPARES	RESUMEN								
SEPTIEMBRE	82	861	Grupos		Cuenta	Suma	Promedio	Varianza			
OCTUBRE	3847	10374	PARES		17	51892.157	3052.479839	36579090			
NOVIEMBRE	348	665	IMPARES		17	40012.875	2353.698533	12889819			
DICIEMBRE											
ENERO	4642	2271									
FEBRERO	652	700	ANÁLISIS DE VARIANZA								
MARZO 1 QNA.	142	137	Origen de las variaciones		Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los	F	Probabilidad Valor crítico		
MARZO 2 QNA.	1234	944	Entre grupos		4150510.169	1	4150510.169	0.17	0.685 para F		
ABRIL 2 QNA.	929	0	Dentro de los grupos		791502547.9	32	24734454.62		4.15		
MAYO 1 QNA.	6230	1004	Total		795653058	33			No sig.		
MAYO 2 QNA.	948	10883									
JUNIO 1 QNA.	2316	0	Análisis de correlación								
JUNIO 2 QNA.	1342	2577	Parafinas (No. 5)		PARES	IMPARES	1 E -5 g				
JULIO 1 QNA.	836	107	PARES		1						
JULIO 2 QNA.	25633	7555	IMPARES		0.408	1					
AGOSTO 1 QNA.	737	930	1 E -6 g		-0.316	-0.198	1				
AGOSTO 2 QNA.	2075	1005	g. l (n-2)		0.482	No hay correlación					
SUMA	51892	40013									
Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo											
RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza							
SEPTIEMBRE	2	942.853918	471.426959	303691.5374							
OCTUBRE	2	14221.04629	7110.523146	21305301.72							
NOVIEMBRE	2	1013.4985	506.7492499	50350.05665							
DICIEMBRE	2	0	0	0							
ENERO	2	6912.389447	3456.194723	2810339.459							
FEBRERO	2	1352.098725	676.0493623	1122.811225							
MARZO 1 QNA.	2	279.3392198	139.6696099	12.82899362							
MARZO 2 QNA.	2	2177.705179	1088.852589	41948.12832							
ABRIL 2 QNA.	2	929.0652176	464.5326088	431581.0893							
MAYO 1 QNA.	2	7233.753055	3616.876528	13655368.33							
MAYO 2 QNA.	2	11830.09695	5915.048475	49351624.7							
JUNIO 1 QNA.	2	2316.344076	1158.172038	2682724.94							
JUNIO 2 QNA.	2	3919.600692	1959.800346	762377.9029							
JULIO 1 QNA.	2	942.5385866	471.2692933	265416.8163							
JULIO 2 QNA.	2	33088.50608	16544.25304	161600823.4							
AGOSTO 1 QNA.	2	1666.494182	833.2470911	18534.80549							
AGOSTO 2 QNA.	2	3079.702211	1539.851105	572498.5046							
PARES	17	51892.15727	3052.479839	36579089.88							
IMPARES	17	40012.87506	2353.698533	12889819.36							
ANÁLISIS DE VARIANZA											
Origen de las variaciones		Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F				
Filas	5.42E+08	16	33862458.81	2.2	0.065894	2.3					
Columnas	4150510	1	4150510.169	0.3	0.613115	4.5					
Error	2.5E+08	16	15606450.43			NO SIG.					
Total	7.96E+08	33				NO SIG.					

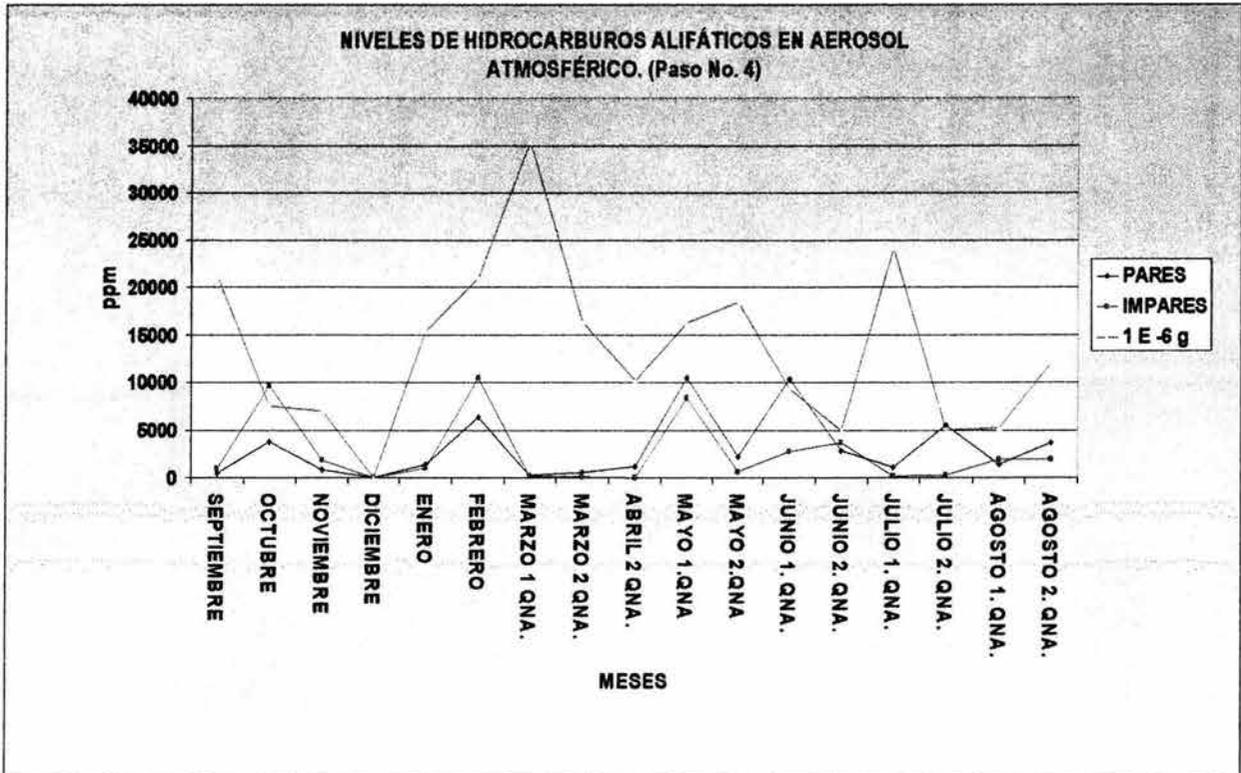
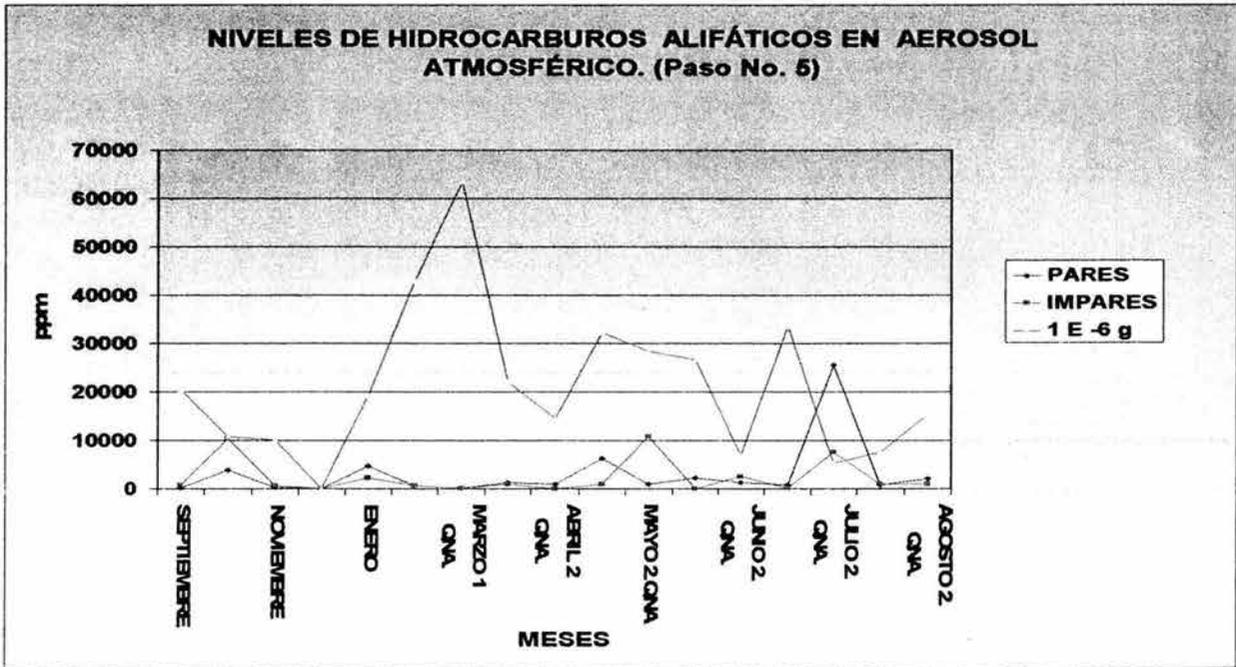
ETAPA No. 4		Concentración ppm.	Análisis de varianza de un factor				ETAPA No. 4	0.95-1.5 µm
MES	PARES	IMPARES	RESUMEN					
SEPTIEMBRE	425	878	Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	
OCTUBRE	3806	9676	PARES	17	52399.658	3082.332835	10941948	
NOVIEMBRE	820	1859	IMPARES	17	43904.098	2582.593987	12149580	
DICIEMBRE			ANÁLISIS DE VARIANZA					
ENERO	1389	1039	Origen de las variaciones					
FEBRERO	6349	10484	Entre grupos	2122780.78	1	2122780.78	0.18	
MARZO 1 QNA.	242	167	Dentro de los grupos	369464460.7	32	11545764.4	4.15	
MARZO 2 QNA.	513	91	Total	371587241.4	33		No sig.	
ABRIL 2 QNA.	1238	0	Análisis de correlación					
MAYO 1 QNA.	10429	8342	Parafinas (No. 4)	PARES	IMPARES	1 E -6 g		
MAYO 2 QNA.	2227	601	PARES	1				
JUNIO 1 QNA.	10387	2780	IMPARES	0.6003	1			
JUNIO 2 QNA.	2869	3713	1 E -6 g	-0.1089	-0.0308	1		
JULIO 1 QNA.	1121	164	Si hay correlación					
JULIO 2 QNA.	5526	282	g. / (n-2)					
AGOSTO 1 QNA.	1365	1929	0.482					
AGOSTO 2 QNA.	3693	1900	No hay correlación					
SUMA	52400	43904						
Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo								
RESUMEN		Cuenta	Suma	Promedio	Varianza			
SEPTIEMBRE	2	1302.317474	651.1587368	102562.8552				
OCTUBRE	2	13482.11439	6741.057196	17226046.09				
NOVIEMBRE	2	2679.089794	1339.544897	538858.3415				
DICIEMBRE	2	0	0	0				
ENERO	2	2428.50918	1214.25459	61336.19265				
FEBRERO	2	16833.20377	8416.601887	8550332.159				
MARZO 1 QNA.	2	408.4400743	204.2200372	2819.050113				
MARZO 2 QNA.	2	604.183891	302.0919455	88857.73666				
ABRIL 2 QNA.	2	1237.588602	618.7943012	765812.7743				
MAYO 1 QNA.	2	18771.28761	9385.643804	2178805.399				
MAYO 2 QNA.	2	2828.220065	1414.110033	1321644.529				
JUNIO 1 QNA.	2	13166.66967	6583.334834	28933655.43				
JUNIO 2 QNA.	2	6581.445264	3290.722627	356058.9187				
JULIO 1 QNA.	2	1284.638443	642.3192215	458324.4935				
JULIO 2 QNA.	2	5808.953699	2904.476849	13750003.45				
AGOSTO 1 QNA.	2	3294.182776	1647.091388	159384.3897				
AGOSTO 2 QNA.	2	5592.91128	2796.45564	1608570.155				
PARES	17	52399.65819	3082.332835	10941948.49				
IMPARES	17	43904.09779	2582.593987	12149580.3				
ANÁLISIS DE VARIANZA								
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F		
Filas	2.95E+08	16	18467760.59	4.0	0.0042725	2.3		
Columnas	2122781	1	2122780.78	0.5	0.5077242	4.5		
Error	73980291	16	4623768.199			SIG.		
Total	3.72E+08	33				NO SIG.		

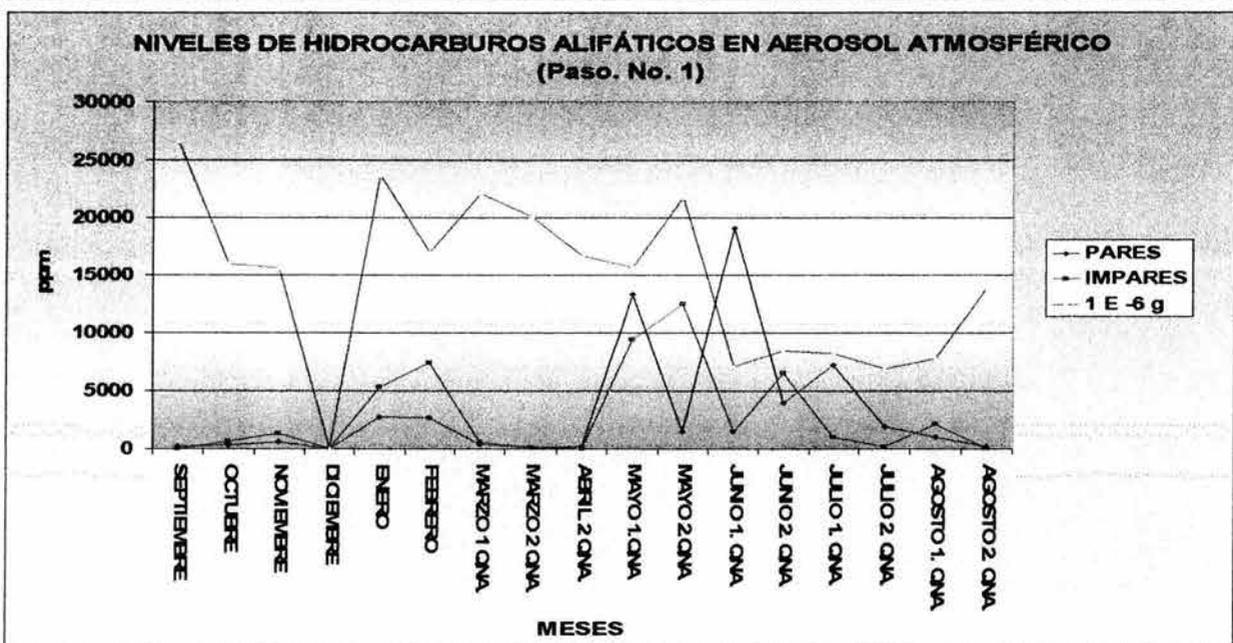
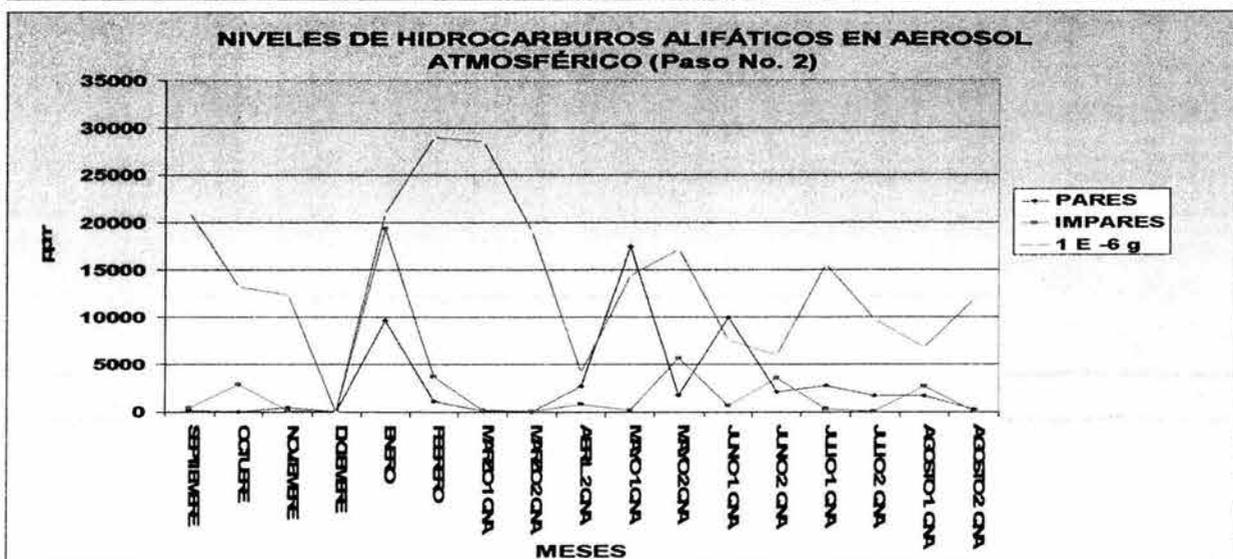
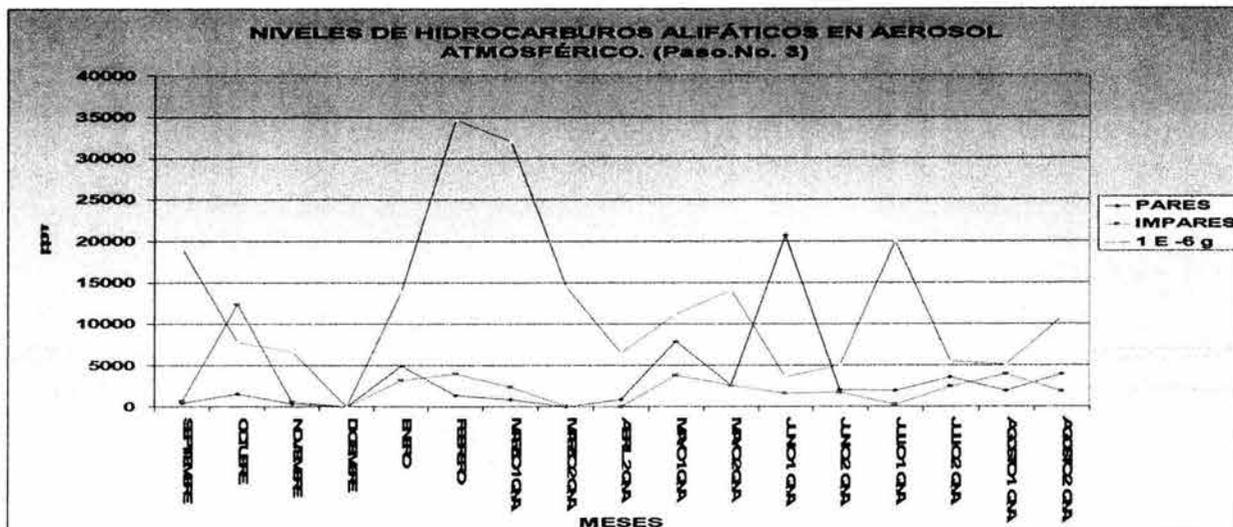
ETAPA No. 3		Concentración ppm		Análisis de varianza de un factor			ETAPA No. 3		1.5-3.0 µm		
		1.5-3.0 µm		RESUMEN							
MES	PARES	IMPARES	Grupos		Cuenta	Suma	Promedio	Varianza			
SEPTIEMBRE	436	699									
OCTUBRE	1549	12325			17	55124.361	3242.609468	24260310			
NOVIEMBRE	369	590			17	41502.162	2441.303658	8438144			
DICIEMBRE											
ENERO	4944	3209									
FEBRERO	1380	3984									
ANÁLISIS DE VARIANZA											
MARZO 1 QNA.			856	2399	Origen de las variaciones		Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los	F	Probabilidad Valor crítico
MARZO 2 QNA.			27	78	Entre grupos		5457773.516	1	5457773.516	0.33	0.56746 para F
ABRIL 2 QNA.			897	0	Dentro de los grupos		523175258.2	32	16349226.82		4.15
MAYO 1 QNA.			7950	3782	Total		528633031.7	33			No sig.
MAYO 2 QNA.			2633	2620							
JUNIO 1 QNA.			20644	1594							
JUNIO 2 QNA.			2070	1732	Análisis de correlación						
JULIO 1 QNA.			1930	263	Parafinas (No. 3)	PARES	IMPARES	1 E -5 g			
JULIO 2 QNA.			3575	2426	PARES		1				
AGOSTO 1 QNA.			1934	3939	IMPARES		0.026	1			
AGOSTO 2 QNA.			3931	1862	1 E -6 g		-0.249	0.029	1		
SUMA			55124	41502	g. / (n-2)		0.482	No hay correlación			
Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo											
RESUMEN		Cuenta	Suma	Promedio	Varianza						
SEPTIEMBRE		2	1134.675087	567.3375437	34664.7939						
OCTUBRE		2	13874.30393	6937.151963	58068297.64						
NOVIEMBRE		2	958.7459171	479.3729586	24501.35429						
DICIEMBRE		2	0	0	0						
ENERO		2	8153.776791	4076.888395	1504826.151						
FEBRERO		2	5364.244785	2682.122393	3389587.26						
MARZO 1 QNA.		2	3255.070719	1627.535359	1190212.249						
MARZO 2 QNA.		2	105.0386398	52.51931988	1253.043606						
ABRIL 2 QNA.		2	896.544022	448.272011	401895.5917						
MAYO 1 QNA.		2	11731.90177	5865.950885	8685612.468						
MAYO 2 QNA.		2	5252.351887	2626.175943	81.65492313						
JUNIO 1 QNA.		2	22238.68092	11119.34046	18144684.12						
JUNIO 2 QNA.		2	3801.607934	1900.803967	56952.65475						
JULIO 1 QNA.		2	2193.641008	1096.820504	1389680.291						
JULIO 2 QNA.		2	6001.492945	3000.746472	660543.7687						
AGOSTO 1 QNA.		2	5872.111764	2936.055882	2009926.812						
AGOSTO 2 QNA.		2	5792.33503	2896.167515	2140941.405						
PARES		17	55124.36096	3242.609468	24260309.57						
IMPARES		17	41502.16218	2441.303658	8438144.062						
ANÁLISIS DE VARIANZA											
Origen de las variaciones		Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F				
Filas		2.68E+08	16	16726700.83	1.0	0.4637725	2.3				
Columnas		5457774	1	5457773.516	0.3	0.5669937	4.5				
Error		2.56E+08	16	15971752.8			NO SIG.				
Total		5.29E+08	33				NO SIG.				

ETAPA No. 2		Concentración ppm	Análisis de varianza de un factor		ETAPA No. 2	3.0-7.2 µm	
MES	PARES	IMPARES	RESUMEN				
			Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
SEPTIEMBRE	116	428	PARES	17	52011.107	3059.476897	23085231
OCTUBRE	0	2880	IMPARES	17	40798.84	2399.931777	22028385
NOVIEMBRE	448	122					
DICIEMBRE							
ENERO	9656	19343					
FEBRERO	1128	3726	ANÁLISIS DE VARIANZA				
MARZO 1 QNA.	102	214	Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F
MARZO 2 QNA.	0	68	Entre grupos	3697498.01	1	3697498.01	0.16
ABRIL 2 QNA.	2725	801	Dentro de los grupos	721817863.5	32	22556808.23	0.68827 para F
MAYO 1 QNA.	17480	194	Total	725515361.5	33		4.15
MAYO 2 QNA.	1758	5706					
JUNIO 1 QNA.	9972	633					
JUNIO 2 QNA.	2124	3541	Análisis de correlación				
JULIO 1 QNA.	2794	314	Parafinas (No. 2)	PARES	IMPARES	1 E -6 g	
JULIO 2 QNA.	1716	48	PARES	1			
AGOSTO 1 QNA.	1702	2738	IMPARES	0.281	1		
AGOSTO 2 QNA.	292	43	1 E -6 g	-0.039	0.253	1	
SUMA	52011	40799	g. / (n-2)	0.482	No hay correlación		
Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo							
RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza			
SEPTIEMBRE	2	543.3418758	271.6709379	48621.09637			
OCTUBRE	2	2880.489628	1440.249814	4148639.053			
NOVIEMBRE	2	569.960807	284.9804035	53090.28428			
DICIEMBRE	2	0	0	0			
ENERO	2	28999.31203	14499.65601	46922620.89			
FEBRERO	2	4853.624965	2426.812483	3373786.438			
MARZO 1 QNA.	2	315.7085838	157.8542919	6225.352109			
MARZO 2 QNA.	2	68.08613056	34.04306528	2317.860587			
ABRIL 2 QNA.	2	3525.606267	1762.803134	1849835.787			
MAYO 1 QNA.	2	17673.82835	8836.914175	149412817.1			
MAYO 2 QNA.	2	7464.137439	3732.068719	7796294.79			
JUNIO 1 QNA.	2	10605.0102	5302.505102	43612141.77			
JUNIO 2 QNA.	2	5864.844001	2832.422	1002899.289			
JULIO 1 QNA.	2	3108.055378	1554.027689	3073134.783			
JULIO 2 QNA.	2	1763.42267	881.7113352	1391246.943			
AGOSTO 1 QNA.	2	4439.567464	2219.783732	637026.3617			
AGOSTO 2 QNA.	2	334.941671	167.4708355	30778.49335			
PARES	17	52011.10725	3059.476897	23085231.11			
IMPARES	17	40798.84021	2399.931777	22028385.35			
ANÁLISIS DE VARIANZA							
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F	
Filas	4.62E+08	16	28890867.82	1.8	0.1295073	2.3	
Columnas	3697498	1	3697498.01	0.2	0.6395262	4.5	
Error	2.6E+08	16	16222748.64				NO SIG.
Total	7.26E+08	33					NO SIG.

ETAPA No. 1		Concentración ppm 7.2-10.0 µm		Análisis de varianza de un factor		ETAPA No. 1		7.2-10.0 µm	
MES	PARES	IMPARES	RESUMEN						
SEPTIEMBRE	193	14	Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
OCTUBRE	306	610	PARES	17	55329.962	3254.703655	28206766		
NOVIEMBRE	583	1354	IMPARES	17	48695.222	2864.4248	15054890		
DICIEMBRE			ANÁLISIS DE VARIANZA						
ENERO	2763	5316	Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los	F	Probabilidad	Valor crítico
FEBRERO	2657	7419	Entre grupos	1294699.472	1	1294699.472	0.06	0.80829	para F
MARZO 1 QNA.	369	596	Dentro de los grupos	692186502.6	32	21630828.21			4.15
MARZO 2 QNA.	144	154	Total	693481202.1	33				No sig.
ABRIL 2 QNA.	180	0	Análisis de correlación						
MAYO 1 QNA.	13293	9446	Parafinas (No. 1)	PARES	IMPARES	1 E -6 g			
MAYO 2 QNA.	1473	12461	PARES	1					
JUNIO 1 QNA.	19104	1455	IMPARES	0.256	1				
JUNIO 2 QNA.	3961	6515	1 E -6 g	-0.276	0.229	1			
JULIO 1 QNA.	7198	991	g. / (n-2)	0.482	No hay correlación				
JULIO 2 QNA.	1908	191	Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo						
AGOSTO 1 QNA.	1004	2096	RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
AGOSTO 2 QNA.	194	78	SEPTIEMBRE	2	206.6692967	103.3346479	15946.2078		
SUMA	55330	48695	OCTUBRE	2	915.598053	457.7980265	46141.73196		
Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo									
RESUMEN									
SEPTIEMBRE									
OCTUBRE									
NOVIEMBRE									
DICIEMBRE									
ENERO									
FEBRERO									
MARZO 1 QNA.									
MARZO 2 QNA.									
ABRIL 2 QNA.									
MAYO 1 QNA.									
MAYO 2 QNA.									
JUNIO 1 QNA.									
JUNIO 2 QNA.									
JULIO 1 QNA.									
JULIO 2 QNA.									
AGOSTO 1 QNA.									
AGOSTO 2 QNA.									
PARES									
IMPARES									
ANÁLISIS DE VARIANZA									
Origen de las variaciones									
Filas									
Columnas									
Error									
Total									

También era necesario conocer, si un aumento en la concentración de las aeropartículas, repercutía en un incremento en las concentraciones de los hidrocarburos alifáticos (ya fueran pares o impares). Entonces se busco la relación entre la granulometría y la concentración de las parafinas. Lo anterior se visualiza en las graficas siguientes. De los análisis inmediatos anteriores observamos que no hay ninguna correlación y esto es favorable en cierta medida para la salud de los humanos y se deduce nuevamente que al observar un aumento en la concentración de las partículas suspendidas (respirables), no necesariamente deba haber un incremento cuantitativo en contaminantes atmosféricos. (Obviamente hablando de hidrocarburos).

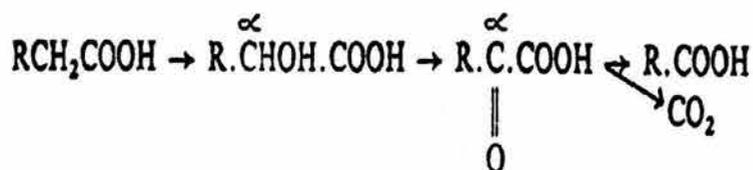




Ahora el hacer una observación más profunda de los carbonos pares y nones de los hidrocarburos alifáticos nos percatamos de un comportamiento característico: Primeramente al realizar una visualización a “ojo de pájaro de las graficas, (comportamiento anual de los carbonos pares y nones) y con los resultados arrojados de los estadísticos (anova un factor y anova dos factores), y observamos que no había diferencias “aparentes” entre las concentraciones de los carbonos pares e impares, durante todo el año. Bien, al no haber diferencias significativas “aparentes” entre los carbonos pares e impares de las parafinas, nos preguntamos entonces ¿si existía alguna relación entre los carbonos pares y nones? Por lo cual se hizo un análisis de correlación. Los resultados obtenidos nos demostraron que no hay correlación entre las concentraciones de los carbonos pares e impares a excepción de la etapa No. 4 (0.95 – 1.5 µg), que si la hubo. (Ver graficas anteriores.). Con esto nos surgió nuevamente una duda, y nos preguntamos si los carbonos pares e impares se presentan en una relación “equilibrada”; (en concentraciones similares; ya que los datos provienen de una misma zona de estudio y de un mismo filtro), en otra palabras si las concentraciones de los carbonos pares e impares se daban equitativamente. Se analizaron con mayor detalle las tablas de resultados, y nos percatamos que en todos los casos (etapas de muestreo), había una mayor concentración de carbonos pares con respecto a la de carbonos nones. Se hizo un análisis de varianza de un factor (que se muestra enseguida), y se aprecia hay una notable diferencia entre ambos carbonos pares y nones.

Parafinas [µg/g]	PARES	IMPARES	SUMA	Parafinas %	PARES	IMPARES	SUMA
ETAPA No. 5	51892	40013	91905	ETAPA No. 5	56	44	100
ETAPA No. 4	52400	43904	96304	ETAPA No. 4	54	46	100
ETAPA No. 3	55124	41502	96627	ETAPA No. 3	57	43	100
ETAPA No. 2	52011	40799	92810	ETAPA No. 2	56	44	100
ETAPA No. 1	55330	48695	104025	ETAPA No. 1	53	47	100
SUMA	266757	214913	481670	PROMEDIO	55	45	100
<b>Análisis de varianza de un factor</b>							
<b>RESUMEN</b>							
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza			
PARES	5	266757.2458	53351.449	2972421.295			
IMPARES	5	214913.1968	42982.639	12315743.23			
<b>ANÁLISIS DE VARIANZA</b>							
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F	
Entre grupos	268780541.4	1	268780541	35.2	0.00034984	5.3	
Dentro de los grupos	61152658.1	8	7644082.3				
Total	329933199.5	9					SIGNIFICATIVO

En la literatura se encontró que hay evidencias que la  $\alpha$  oxidación se lleva a cabo durante la degradación de los *n*-alcanos (Higgins 1978, Yano 1969, Yano 1971), y 1-fenil alcanos (Sariaslani 1974), por algunos organismos. Esto involucra la formación de  $\alpha$  hidroxí ácidos y su subsiguiente descarboxilación



En algunos casos los ácidos orgánicos son oxidados a  $\alpha,\omega$ -ácidos dicarboxílicos, el grupo  $\omega$ -metilo es sujeto a la misma secuencia de reacciones al igual de como sucede en los hidrocarburos (Klug 1971, Higgins 1978).

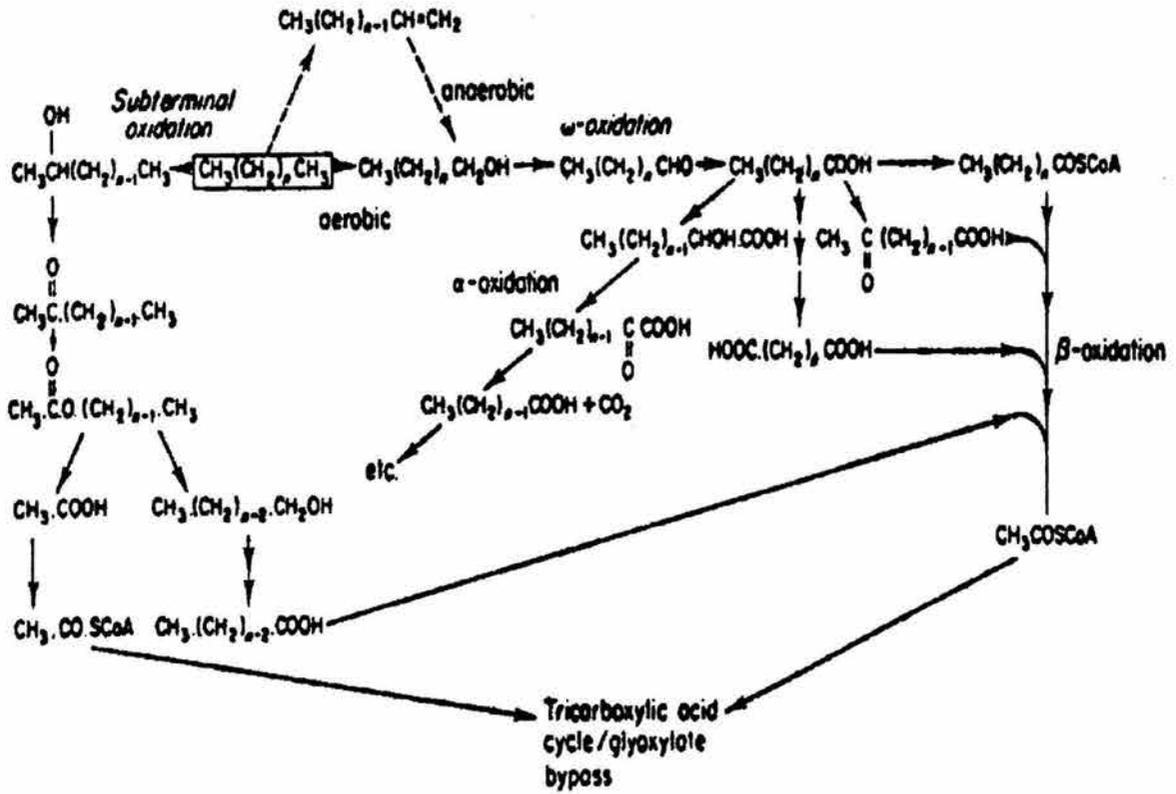
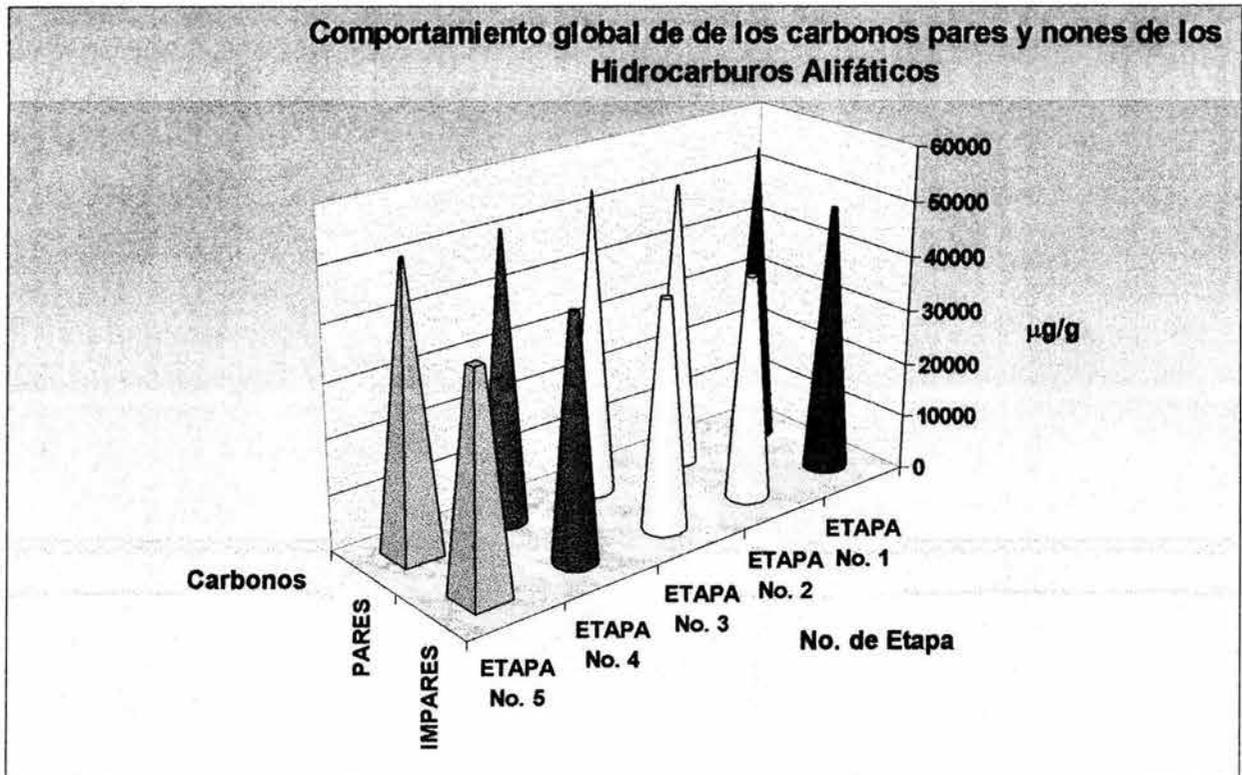
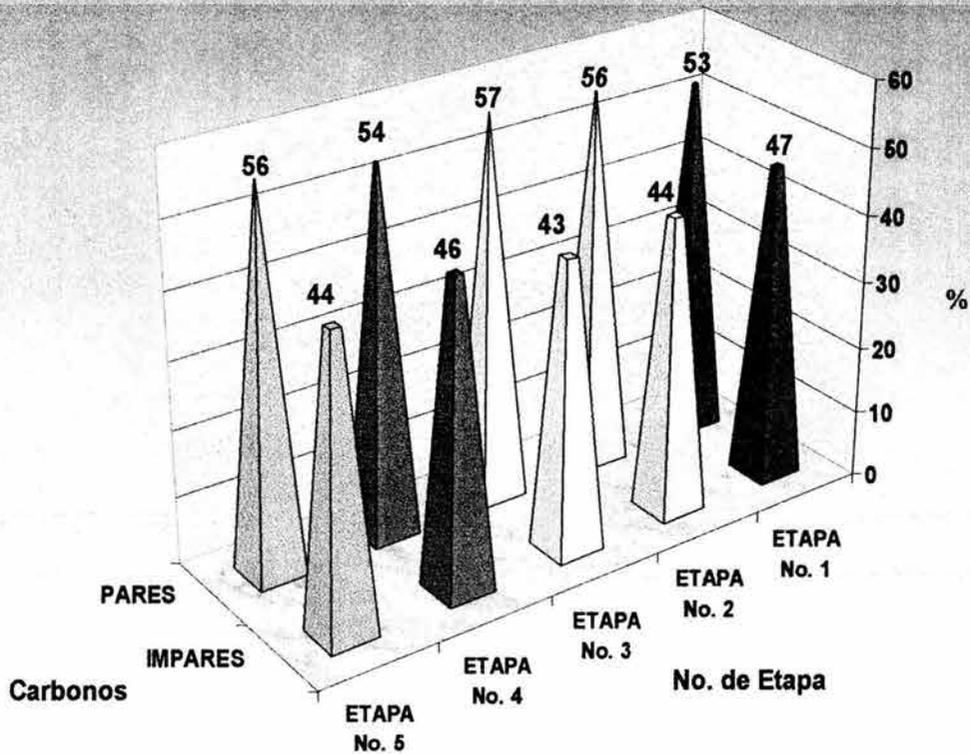


Fig. Rutas principales para la degradación de los n-alcenos

Es factible por esta razón que predominen los carbonos pares sobre los nenes de los hidrocarburos alifáticos.



### Comportamiento global de de los carbonos pares y nones de los Hidrocarburos Alifáticos



Para terminar nuestra discusión procedimos a analizar a los HAPs e Hidrocarburos alifáticos por separado de cada etapa (del muestreador tipo cascada Hi-Vol Anderson). Esto se realizó con el objeto de conocer si había una dependencia de los hidrocarburos por (la distribución) el tamaño de las partículas atmosféricas respirables. Nuestros resultados se muestran enseguida con sus respectivos análisis y gráficas.

		Paso. No. 5. AÑOS 95-96												
		0.45-0.95 µm												
		MESES												
		HAPs Concentración µg/g												
Car #	No. de a	Nombre	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio.	Julio	Agosto
1	2	NAFTALENO	22.0	48.6			33.0					951.5	533.4	
2	2	ACENAFTILENO			374.7									78.9
3	2	ACENAFTENO			752.7			42.4	36.8			103.6	83.4	40.0
4	2	FLUORENO	717.9				108.1				2.1	1531.8	376.4	20.8
5	3	FENANTRENO			75.3				25.8	8.6	21.1	714.2	273.7	43.4
6	3	ANTRACENO			143.1		43.3	69.2	27.2		39.4	535.2	209.1	128.8
7R	3	FLUORANTENO	71.1	135.6	1005.2		205.5	151.0	60.0	29.8	60.1	590.3	187.7	221.9
8	4	PIRENO	274.0	123.6	207.2		93.0	85.8	53.5	6.9	161.2	823.4	295.2	206.0
9	4	BENZO(a) ANTRACENO	411.4	105.4	637.0		72.2	121.0	301.1		2.9	636.7	250.0	38.8
10	4	CRISENO	659.0	107.3	437.2		107.8		250.0	1627.3	60.4	1608.6	1681.3	1175.7
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO		473.7	226.7			162.3	310.7		80.4	1879.6	265.4	1281.6
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO			398.5			62.4	189.5	9.9		2264.0		
13	5	BENZO(a) PIRENO			411.6				52.1		303.1	5.4	327.4	
14	5	INDENO (123cd) PIRENO									158.0	2777.4	612.9	
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO									23.2	471.2		
16	5	BENZO (ghi) PERILENO									4.2	2759.9	514.1	
17	6	CORONENO									23.1			
		MÁXIMO	717.9	473.7	1005.2		205.5	162.3	310.7	1627.3	303.1	2777.4	1681.3	1281.6
		MÍNIMO	22.0	48.6	75.3		33.0	42.4	25.8	6.9	2.1	5.4	83.4	20.8

## Análisis de varianza de un factor

## RESUMEN

Grupo:	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Septie	17	2155.283714	126.7814	57887.28
Octub	17	994.2963044	58.48802	14055.45
Novie	17	4669.215686	274.6597	92538.54
Dicien	17	0	0	0
Enero	17	662.8645833	38.99203	3532.205
Febre	17	694.2132893	40.83608	3330.847
Marzo	17	1306.816814	76.87168	12320.8
Abril	17	1682.499879	98.97058	155173.2
Mayo	17	939.2295553	55.2488	6735.237
Junio.	17	17652.79164	1038.4	872465.7
Julio	17	5610.108634	330.0064	158096.1
Agost	17	3235.835649	190.3433	158047.7

## ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de Grados de libertad	Promedio	F	Probabilic Valor crítico
Entre	15096569	11	1372415	10.7
Dentro	24546929	192	127848.6	2.62E-15 para F
Total	39643498	203		1.8

SIGNIFICATIVO.

		MUESTRO No. 4 ANOS 95-96											
		0.95-1.5 µm											
Cal	No. de anillos	MESES	HAPs				Concentración µg/g						
	Nombre	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
1	2	NAFTALENO			94.6		54.0				567.1	2823.3	
2	2	ACENAFTILENO	30.3	332.3	712.5					36.9			60.5
3	2	ACENAFTENO			797.2			92.0	73.7	379.1	97.5	121.9	234.3
4	2	FLUORENO	660.5		914.8					6.8	824.4	1286.5	16.5
5	3	FENANTRENO			173.2				9.5	27.5	795.9	941.4	35.2
6	3	ANTRACENO		378.6	123.8		57.1	105.7		35.0	359.9		107.4
7R	3	FLUORANTENO	57.1		1536.7			214.4	74.8	22.0	125.6	461.8	668.4
8	4	PIRENO	310.2		271.8			76.2	28.4		412.1	1256.9	175.7
9	4	BENZO(a) ANTRACENO	468.2	1521.1	458.6		834.3	141.1	70.3		169.7	425.2	508.6
10	4	CRISENO	255.2		881.9				259.3	1572.6	134.2	2074.2	1563.5
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO		516.7	596.4		72.5	209.6			621.0	1239.3	1078.4
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO								424.9	1448.4		
13	5	BENZO(a) PIRENO					109.3				88.4	1383.6	1274.9
14	5	INDENO (123cd) PIRENO									166.8	1674.7	1507.1
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO								17.8			
16	5	BENZO (ghi) PERILENO					331.0				1351.5	2027.5	
17	6	CORONENO								44.6			
		MAXIMO	660.5	1521.1	1536.7		834.3	214.4	259.3	1572.6	621.0	2074.2	2823.3
		MINIMO	30.3	332.3	94.6		54.0	76.2	28.4	9.5	6.8	97.5	121.9

## Análisis de varianza de un factor

## RESUMEN

Grupo:	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Septie	17	1781.462616	104.7919	39642.27
Octub	17	2748.830963	161.6959	149387.9
Novie	17	6561.390233	385.9641	205038.5
Dicier	17	0	0	0
Enero	17	1458.096788	85.7704	43992.18
Febre	17	839.0326669	49.35486	5865.878
Marzo	17	506.4667626	29.79216	4308.067
Abril	17	1604.005286	94.35325	145142
Mayo	17	2690.623862	158.272	34865.25
Junio	17	13960.33932	821.1964	422792.4
Julio	17	13801.54792	811.8558	727673.4
Agost	17	2490.430834	146.4959	148400.6

## ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de Grados de libertad	Promedio	F	Probabilic	Valor crítico
Entre	16463075	11	1404825	8.75	1.65E-12 para F
Dentro	30833735	192	160592.4		1.8
Total	46286810	203			

SIGNIFICATIVO.

Paso. No. 3. AÑOS 95-96														
3.0-7.2 µm														
Nombre			MESES		HAPs		Concentración µg/g							
Cal #	No. de anillos		Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio.	Julio	Agosto
1	2	NAFTALENO			146.9		52.9		64.5			313.3	709.8	
2	2	ACENAFTILENO		291.4	521.1		65.0		97.6					50.9
3	2	ACENAFTENO			1388.1				47.4				177.6	295.4
4	2	FLUORENO	3252.5	199.3	151.4				43.9			274.9	517.1	
5	3	FENANTRENO			127.6				79.6	15.8	26.3	834.4	420.9	28.0
6	3	ANTRACENO		453.6	606.5		104.3	55.9	50.8		254.7	413.4	248.9	86.7
7R	3	FLUORANTENO	58.0		1752.2			90.0	106.6	41.6	27.7	693.0	281.7	190.2
8	4	PIRENO	416.9	186.6	413.0			42.2	84.1	6.6	62.8	1161.7	385.4	189.9
9	4	BENZO(a) ANTRACENO	1108.7	3091.0	380.6		927.9	153.0	487.3		165.6	378.0	277.9	
10	4	CRISENO	188.3						233.3	4556.1	257.4	3909.8	2234.2	1916.8
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO		1150.8	1566.1		98.6	148.5	3856.5		48.4	716.3	445.9	
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO							378.4		69.9	934.4		
13	5	BENZO(a) PIRENO		188.8							1784.9	920.7	504.4	
14	5	INDENO (123cd) PIRENO									219.8	1130.8	889.6	
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO									4.8			
16	5	BENZO (ghi) PERILENO		285.6			474.2				20.3	1002.9	769.8	
17	6	CORONENO									57.5			
		MAXIMO	3252.5	3091.0	1752.2		927.9	153.0	3856.5	4556.1	1784.9	3909.8	2234.2	1916.8
		MINIMO	58.0	186.6	127.6		52.9	42.2	43.9	6.6	4.8	274.9	177.6	28.0

## Análisis de varianza de un factor

## RESUMEN

Grupo:	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Septie	17	5024.406911	295.55335	658475.2
Octub	17	5847.15213	343.95013	584376.7
Novie	17	7053.690312	414.92296	346178.5
Dicier	17	0	0	0
Enero	17	1618.562902	95.209582	59278.17
Febre	17	489.5537509	28.797279	2772.313
Marzo	17	5529.957215	325.2916	847122.9
Abril	17	4620.106028	271.77094	1219013
Mayo	17	3000.025551	176.47209	179984.2
Junio.	17	12683.61094	746.09476	834889.3
Julio	17	7863.07621	462.53389	283669.5
Agost	17	2758.005241	162.2356	212320.9

## ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de	Grados de libertad	Promedio dF	Probabilic	Valor crítico
Entre	8E+06	11	734615.42	1.7	0.078931 para F
Dentro	8E+07	192	435656.75		1.6
Total	9E+07	203			SIGNIFICATIVO.

PASO No.2. AÑOS 95-96													
3.0-7.2 $\mu\text{g/g}$													
Nombre		MESES			HAPs		Concentración $\mu\text{g/g}$						
Cal	No. de anillos	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
1	2	NAFTALENO						25.3			298.2	413.8	
2	2	ACENAFTILENO			100.8	43.7			20.3	18.3			
3	2	ACENAFTENO			241.8		54.0	61.9			71.9	119.3	258.1
4	2	FLUORENO	2726.58		923.2						401.5	300.1	88.0
5	3	FENANTRENO							29.4		289.7	232.4	
6	3	ANTRACENO		461.2	73.2	53.7	67.1	63.6		110.8	134.5	93.9	
7R	3	FLUORANTENO			237.0		95.1	118.9	100.1	106.0	290.2	155.9	68.6
8	4	PIRENO	272.94		96.3		31.2	75.0	26.2	91.3	218.2	94.7	91.0
9	4	BENZO(a) ANTRACENO	922.18	1168.0	198.9	493.4	101.4	662.0			217.3	307.8	
10	4	CRISENO	474.76	649.9				120.5	1996.4	94.8	1160.6	1300.4	3291.1
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO		450.5	205.2	74.1	103.0	188.5		172.0	534.0	193.2	265.8
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO						386.4		209.9	633.3		
13	5	BENZO(a) PIRENO		67.7				3603.7		625.5	431.0	297.8	412.9
14	5	INDENO (123cd) PIRENO								763.5	870.6	802.5	
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO								3.2	565.7		
16	5	BENZO (ghi) PERILENO				200.8		887.0			908.7	364.6	
17	6	CORONENO								24.0			
		MAXIMO	2726.6	1168.0	923.2	493.4	103.0	3603.7	1996.4	763.5	1160.6	1300.4	3291.1
		MINIMO	272.9	67.7	73.2	43.7	31.2	25.3	20.3	3.2	71.9	93.9	68.6

## Análisis de varianza de un factor

## RESUMEN

Grupo:	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Septie	17	4396.464665	258.61557	465472.3
Octub	17	2797.343584	164.54962	109159
Novie	17	2076.41382	122.14199	51238.65
Dicier	17	0	0	0
Enero	17	865.7344171	50.925554	15621.64
Febre	17	451.7988183	26.576401	1644.974
Marzo	17	6192.76519	364.28031	761439.7
Abril	17	2172.298842	127.78228	232495.9
Mayo	17	2219.151982	130.53835	49987.49
Junio	17	7025.545026	413.26735	109734.8
Julio	17	4676.414699	275.08322	110876
Agost	17	4475.566227	263.2686	623862.1

## ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma d	Grados de libertad	Promedio d F	Probabilic	Valor crítico
Entre	3E+06	11	296374.81	1.4	0.173197 para F
Dentro	4E+07	192	210961.05		1.6
Total	4E+07	203			NO SIG.

PASO No.1. AÑOS 95-96														
7.2-10.0 $\mu\text{m}$														
Nombre			MESES				HAPs Concentración $\mu\text{g/g}$							
Cal	No. de	anillos	Septiembre	Octubre	Noviembre	Dic	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio.	Julio	Agosto
1	2	NAFTALENO											1364.9	
2	2	ACENAFTILENO					39.0	99.2	43.3					
3	2	ACENAFTENO			89.0				66.0				292.7	97.6
4	2	FLUORENO									55.3		1211.3	
5	3	FENANTRENO		168.6						21.8	55.9	594.6	567.3	
6	3	ANTRACENO			39.3		69.5	127.1	125.7		25.8	223.4	131.6	
7R	3	FLUORANTENO			233.4		97.2	216.0	206.4	62.2	36.1	422.6	683.4	80.5
8	4	PIRENO	180.6	750.6	93.1		140.9	123.1	82.8	13.3	117.0	539.3	188.3	34.9
9	4	BENZO(a) ANTRACENO		356.9	191.7		106.6	1165.2			51.5	214.3	657.6	1092.8
10	4	CRISENO		240.7	113.2		96.0		403.2	4241.8	87.7	1919.0	2383.4	1901.7
11	4	BENZO(b) FLUORANTENO					80.9	258.5			59.8		730.3	
12	4	BENZO(k) FLUORANTENO			302.4				179.2					
13	5	BENZO(a) PIRENO					108.9				123.0		824.6	
14	5	INDENO (123cd) PIRENO									155.5	330.4	1306.4	
15	5	DIBENZO (a,h) ANTRACENO												
16	5	BENZO (ghi) PERILENO										380.8	1285.8	1342.2
17	6	CORONENO												
		MAXIMO	180.6	750.6	302.4		140.9	1165.2	403.2	4241.8	155.5	1919.0	2383.4	1901.7
		MINIMO	180.6	168.6	39.3		39.0	99.2	43.3	13.3	25.8	55.3	131.6	34.9

## Análisis de varianza de un factor

## RESUMEN

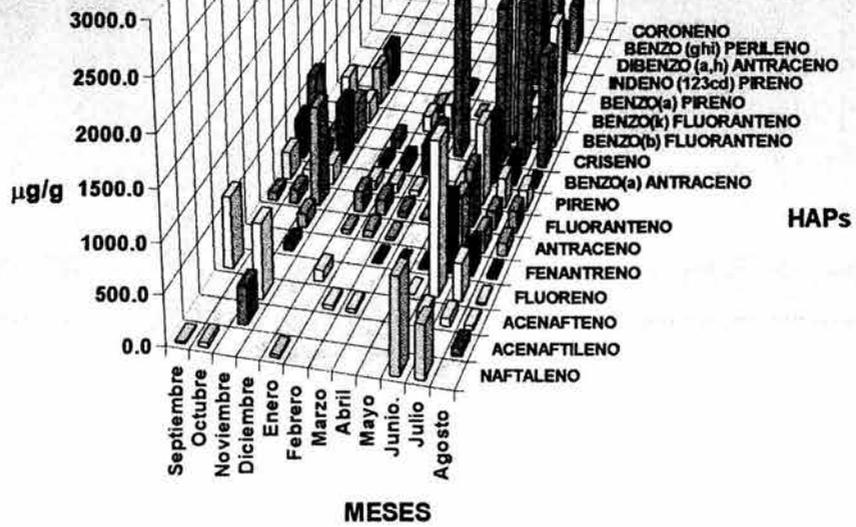
Grupo:	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Septie	17	180.6216542	10.624803	1919.07
Octub	17	1516.758174	89.221069	40113.26
Novie	17	1062.114145	62.477303	9203.79
Dicier	17	0	0	0
Enero	17	738.8793984	43.463494	2656.47
Febre	17	1989.125831	117.0074	79976.52
Marzo	17	1106.68467	65.099098	12135.04
Abril	17	4339.117843	255.24223	1055629
Mayo	17	712.4079794	41.906352	2635.004
Junio.	17	4679.75931	275.27996	223149.6
Julio	17	11617.88277	683.40487	436085
Agost	17	4549.629043	267.62524	338237.1

## ANÁLISIS DE VARIANZA

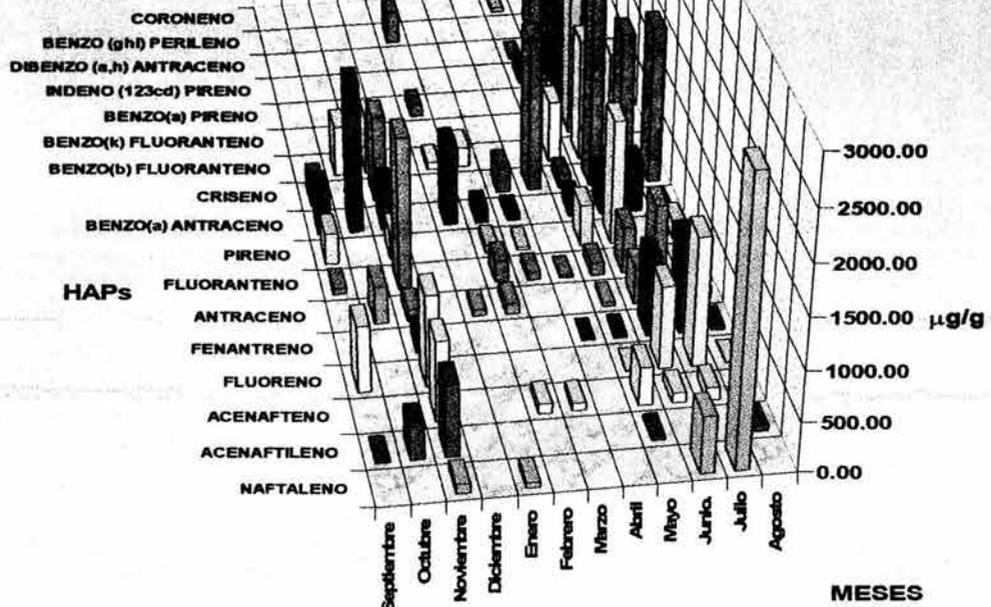
Origen	Suma de Grados de libertad	Promedio d F	Probabilic	Valor crítico
Entre	7E+06	11	631634.79	3.4
Dentro	4E+07	192	183478.29	1.8
Total	4E+07	203		

SIGNIFICATIVO.

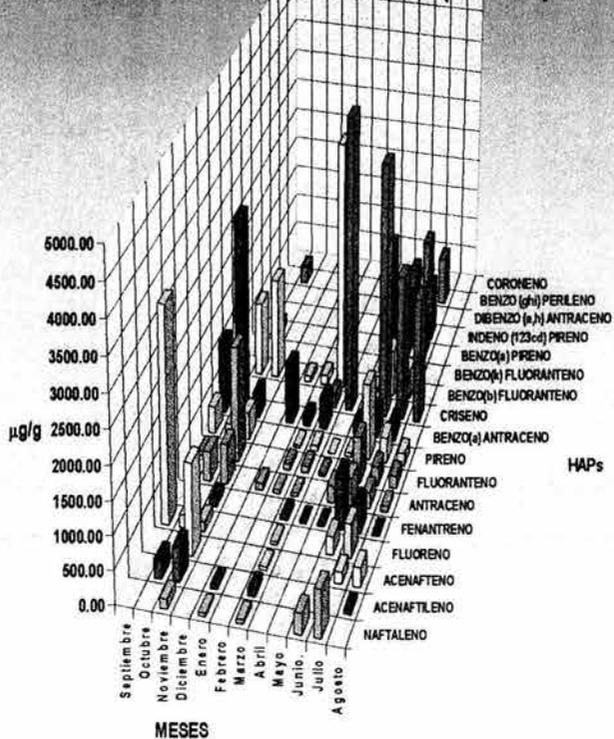
### HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (Paso No. 5)



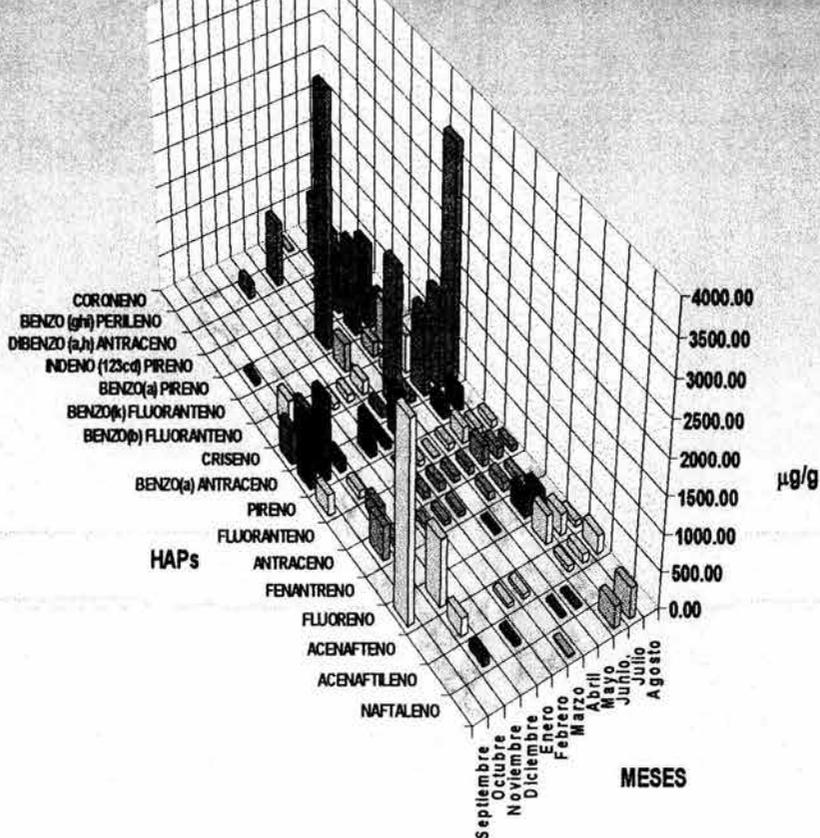
### HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (Paso No. 4)

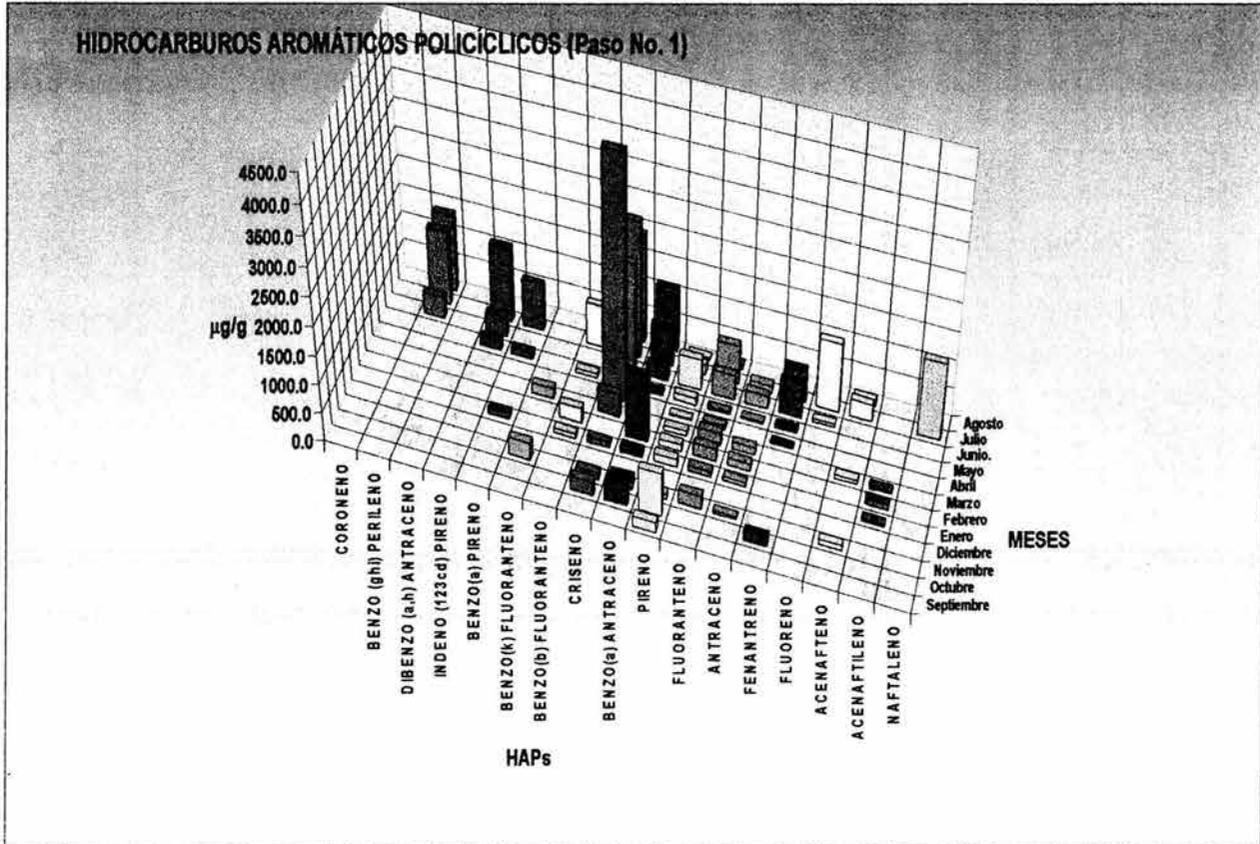


HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (Paso No. 3)



HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (Paso No. 2)

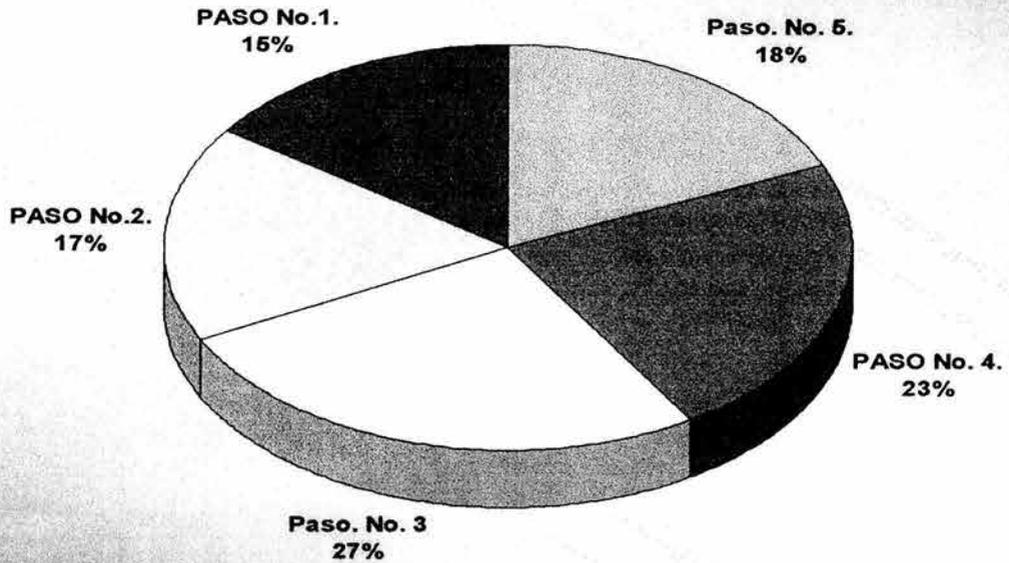




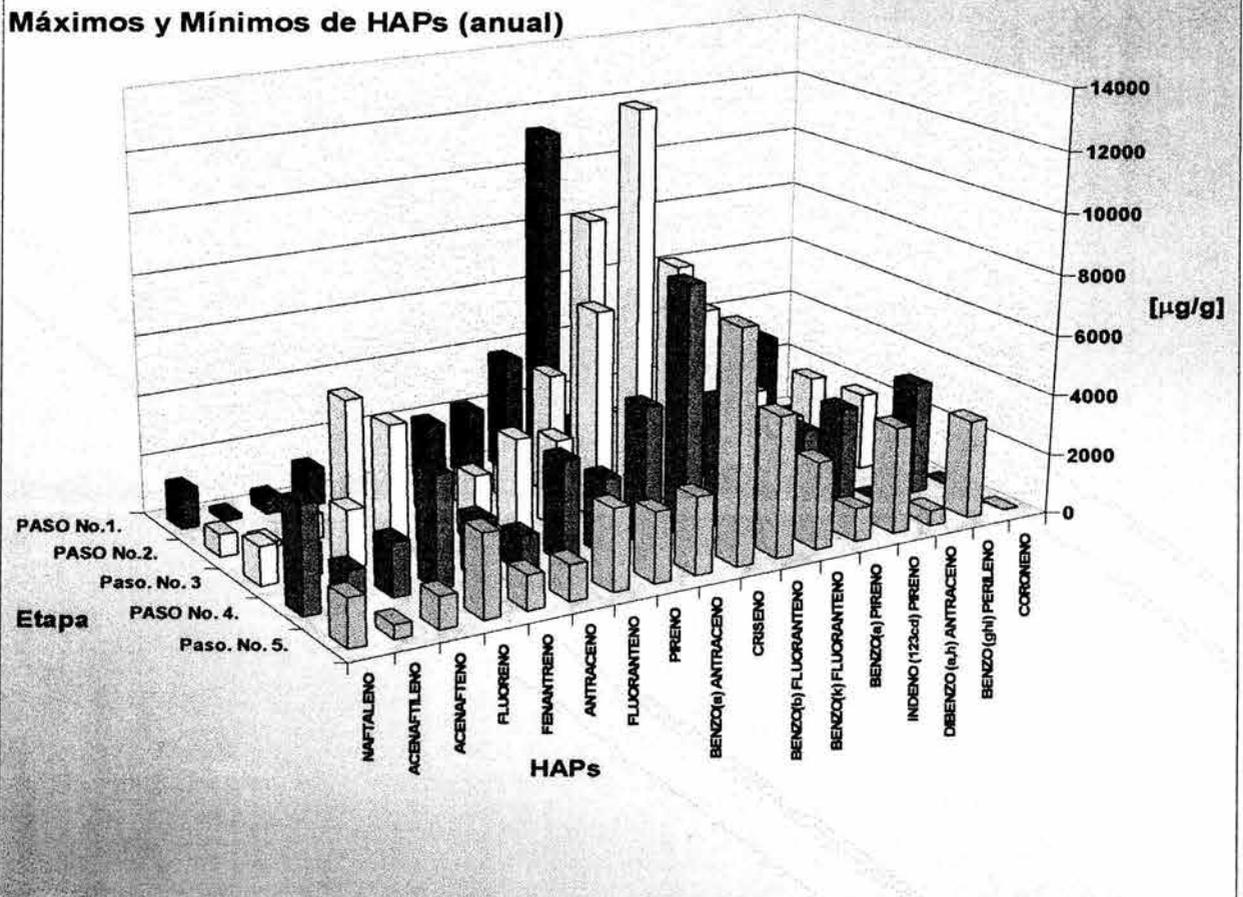
**Comportamiento anual de los HAPs en las cinco etapas de muestreo**

Concentración µg/g	0,45-0,95 µm	0,95-1,5 µm	3,0-7,2 µm	3,0-7,2 µm	7,2-10,0 µm
HAPs	Paso. No. 5.	PASO No. 4.	Paso. No. 3	PASO No.2.	PASO No.1.
NAFTALENO	1588	3539	1287	737	1355
ACENAFTILENO	454	1172	1026	183	182
ACENAFTENO	1059	1796	1908	807	545
FLUORENO	2757	3709	4439	4439	1267
FENANTRENO	1162	1983	1533	552	1408
ANTRACENO	1195	1168	2275	1058	742
FLUORANTENO	2718	3391	3241	1172	2038
PIRENO	2330	2531	2949	997	2264
BENZO(a) ANTRACENO	2577	4621	6970	4071	3837
CRISENO	7715	8348	13296	9088	11387
BENZO(b) FLUORANTENO	4680	4334	8031	2186	1130
BENZO(k) FLUORANTENO	2924	1873	1383	1230	482
BENZO(a) PIRENO	1100	2856	3399	5439	1056
INDENO (123cd) PIRENO	3548	3349	2240	2437	1792
DIBENZO (a,h) ANTRACENO	494	18	5	569	0
BENZO (ghi) PERILENO	3278	3710	2553	2361	3009
CORONENO	23	45	58	24	0
SUMA	39603	48442	56592	37349	32493
MÁXIMO	7715	8348	13296	9088	11387
MÍNIMO	23	18	5	24	0
%	18	23	26	17	15

### % (anual) de los HAPs



### Máximos y Mínimos de HAPs (anual)



Cál. #	Nombre	HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS					Paso 5	AÑOS 85-86					
		MESES	ALIFÁTICOS					0.45-0.95 µm	Concentración µg/g				
		Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio.	Julio	Agosto
1	C9	22.8											
2	C10		952.2	10.3		1895.2				380.1		5051.0	
3	C11		526.8	134.8		297.8	38.7					2219.1	
4	C12		152.1	36.3		1777.8				47.7	1342.4	2814.0	
5	C13	14.4	787.7	11.3		231.8	21.5			11.2		1138.1	
6	C14	20.2	251.1			44.8				254.7	516.8	625.0	
7	C15	13.7	499.5	15.7		158.1				36.9	1132.7		
8	C16	17.2	238.4							388.2	394.5	186.5	448.7
9	C17	26.2	150.7	22.6		71.6				43.2	1444.5		929.6
10R	C18		680.4			53.0				115.2	48.4	487.2	582.0
11	C20	44.4	251.3	41.3		44.3				55.4	18.8	35.6	800.0
12	C21		8193.6	255.2		135.6	73.9					499.7	88.5
13	C22		519.3	23.9		88.0	156.0						
14	C23		216.0	78.6		307.9	565.7			3464.5		713.3	263.0
15	C24		821.8	236.4		738.4	496.3			531.8		114.3	262.5
16	C25	784.2		147.2		1068.9				2405.9		1879.1	663.3
17	C26									47.8	806.3	2382.3	614.1
19	C28												
19	C30									67.7		2651.8	44.1
20	C32									2708.1		2625.7	
21	C34									2085		3398.4	
	MÁXIMO	784.2	8193.6	255.2		1068.9	565.7	351.6	388.2	3464.5	1444.5	5051.0	929.6
	MÍNIMO	13.7	150.7	10.3		44.3	21.5	16.0	47.8	11.2	35.6	144.3	44.1

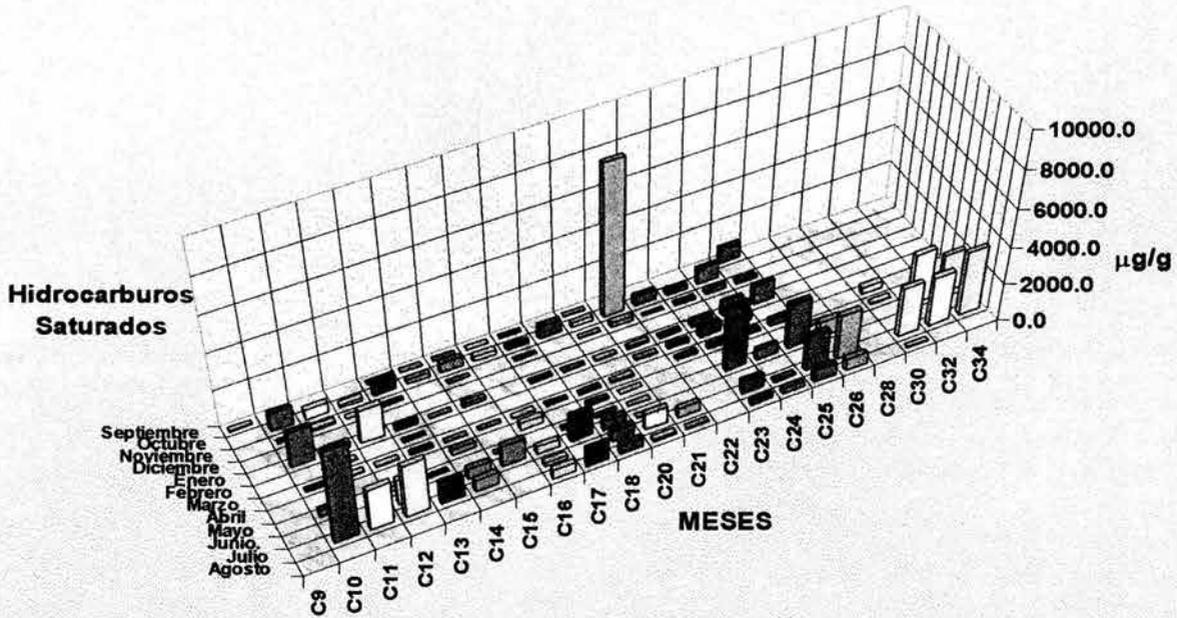
varianza de un factor

Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
21	942.8539	44.8978056	28847.49091
21	14221.05	677.192681	3060785.845
21	10113.488	48.2618333	6133.095872
21	0	0	0
21	6912.389	329.181402	323241.7236
21	1352.099	64.3856536	25552.55639
21	1637.394	77.9711524	9771.051271
21	828.0652	44.2412008	9885.732433
21	12588.47	599.450827	1150766.834
21	5353.984	254.951596	223411.8186
21	27758.37	1321.4462	1999232.209
21	3851.105	183.385981	76267.70842

VARIANZA

Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de F	Probabilidad	Valor crítico para F
35285825.36	41	3207802.31	5.6	6.156E-08
138278135.3	240	576158.897		1.8
173563980.6	251			SIGNIFICATIVO

### HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS TOTALES (Paso No. 5 [µg/g])



Cál. #	Nombre	HIDROCARBUROS ALIFATICOS										
		Paso 4, ANOS 93-95										
		0.95-1.5 µm Inconcentración µg/g										
MESES	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
1	C9			96.8		120.0						
2	C10		188.7	334.1		464.5	712.1					
3	C11		2634.2	1171.5		148.1	5620.4	107.6	7254.7			
4	C12		203.2	154.7		530.6	1002.6	48.7	908.1	1209.8		382.5
5	C13	10.0	804.1	38.5		63.3	286.9		331.8			
6	C14	13.6	574.1	15.5			79.1		379.3	1692.5	397.0	
7	C15		864.8	56.3			88.0			1357.9		
8	C16		377.3					26.1	463.2	1274.7	757.0	173.8
9	C17		296.4	25.3				42.7		269.4	1778.4	1737.8
10R	C18		1014.2					49.2	121.1	408.6	1233.8	146.1
11	C20	339.1	491.1	24.6			81.9		55.8	156.9	255.4	80.2
12	C21		2418.0	224.7		92.8	606.8			234.3	353.8	58.7
13	C22	72.0	259.3	18.1		36.3	1148.5			753.4		
14	C23		2658.4	111.0		116.7	3882.1			852.9	808.7	118.6
15	C24		698.4	273.8		358.0	3323.8			759.0		524.2
16	C25	867.6		136.6		498.3				1031.0	91.5	1127.7
17	C26									5224.1	750.7	91.3
18	C28											
19	C30							437.6			995.1	1995.4
20	C32							193.0	218.2		601.4	276.2
21	C34									3931	785.8	2690.9
	<b>MÁXIMO</b>	867.6	2658.4	1171.5		530.6	5620.4	437.6	463.2	7254.7	1778.4	2690.9
	<b>MÍNIMO</b>	10.0	188.7	15.5		36.3	79.1	26.1	55.8	156.9	255.4	58.7

Análisis de varianza de un factor

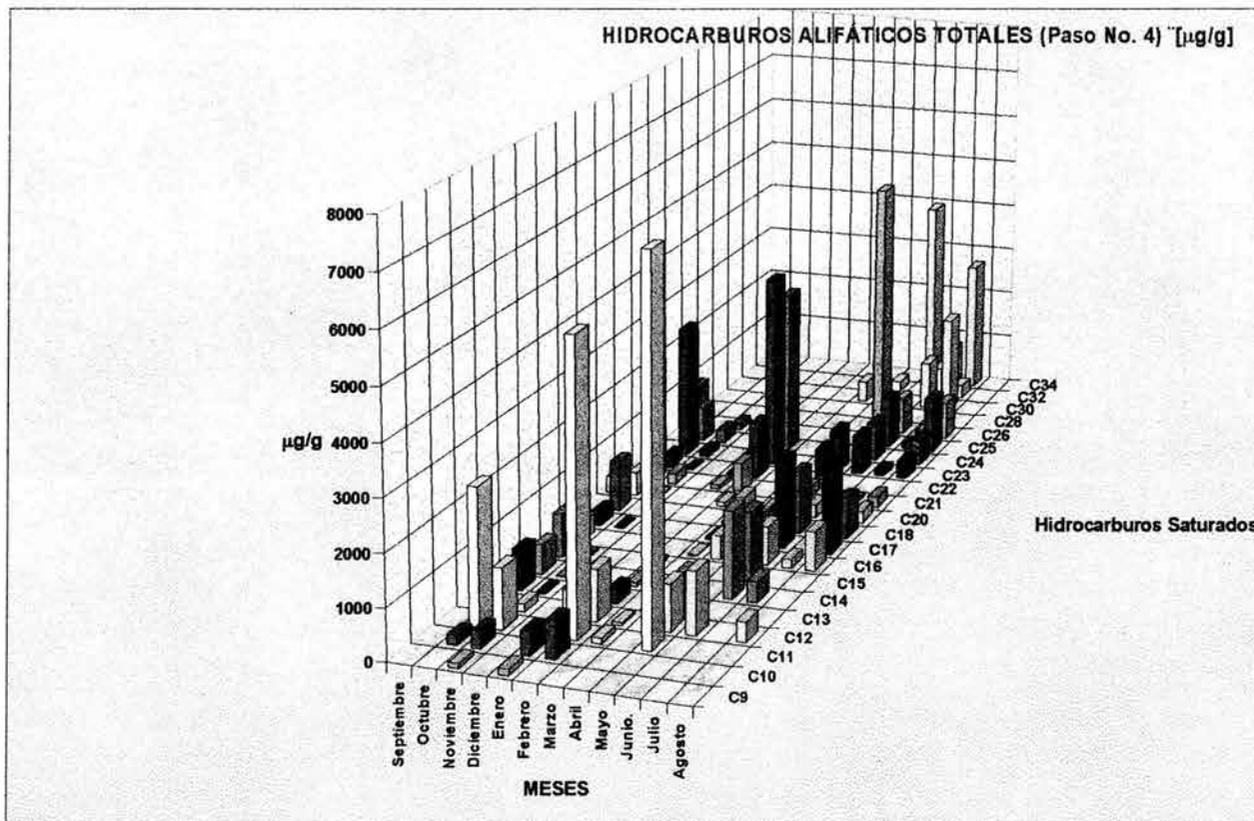
RESUMEN

Grupo	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Septie	21	1302.317	62.01512	39620.189
Octub	21	13482.11	642.0054	752642.98
Novier	21	2679.09	127.5757	66904.316
Dicien	21	0	0	0
Enero	21	2428.509	115.6433	32836.834
Febrer	21	16833.2	801.5811	2375951.3
Marzo	21	904.982	43.09438	10430.677
Abril	21	1237.589	58.93279	17543.245
Mayo	21	21599.51	1028.548	3868436.3
Junio	21	14370.52	684.3103	330644.45
Julio	21	6119.417	291.4008	488263.42
Agost	21	6932.423	330.1154	224484.02

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio	F	Probabilidad	Valor crítico
Entre	28432669	11	2584788	3.8	5.19E-05	para F
Dentro	1.64E+08	240	683813.1		1.8	
<b>Total</b>	<b>1.93E+08</b>	<b>251</b>				

SIGNIFICATIVO



Cal #	Nombre	HIDROCARBUROS ALIFATICOS										PASO No.3.	ANOS 95-96						
		MESES										1.5-3.0 µm	Concentración µg/g						
		Septiem	Octubre	Noviembre	Diciemb	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio.	Julio	Agosto						
1	C8	24.6																	
2	C10		387.2							232.3									
3	C11		3528.6							1107.8									
4	C12		187.9					3382.2		318.9				4689.4	505.8	282.4			
5	C13	10.6	523.4				424.3			88.6									
6	C14	32.0	323.1				90.6			32.4				4986.4	760.2				
7	C15	28.7	341.7				95.5			33.3			1760.7					1805.2	
8	C16									32.0	628.1		1370.5	1291.4	248.6	1072.0			
9	C17		283.7	102.2				71.2		34.1				1543.0					2133.3
10R	C18		369.3				66.8			49.1	176.3		196.4	1845.2	382.7	876.9			
11	C20	201.3		52.4			68.8			92.7	92.2		1207.2	529.0	76.5	191.6			
12	C21		3864.2	210.1			234.8	114.2					374.7	520.1	57.6	327.4			
13	C22	116.7		16.4			146.6	289.2		40.9			51.0						
14	C23		3806.1	107.1			570.1	1172.6		70.9			1591.1	631.7	183.3	686.5			
15	C24	85.6	281.3	299.9			1189.4	1091.1		53.5			226.8			612.8			
16	C25	635.0		170.6			1984.8	2626.0					542.1			847.6			
17	C26												2403.7			853.7			
18	C28																		
19	C30													764.8	1558.2	26.0			
20	C32												5124.9	781.4					
21	C34																		
	MAXIMO	635.0	3864.2	299.9		3382.2	2626.0	1107.8	628.1	5124.9	4986.4	2390.7	2133.3						
	MINIMO	10.6	187.9	16.4		66.8	71.2	32.0	92.2	51.0	520.1	67.5	26.0						

Análisis de varianza de un factor

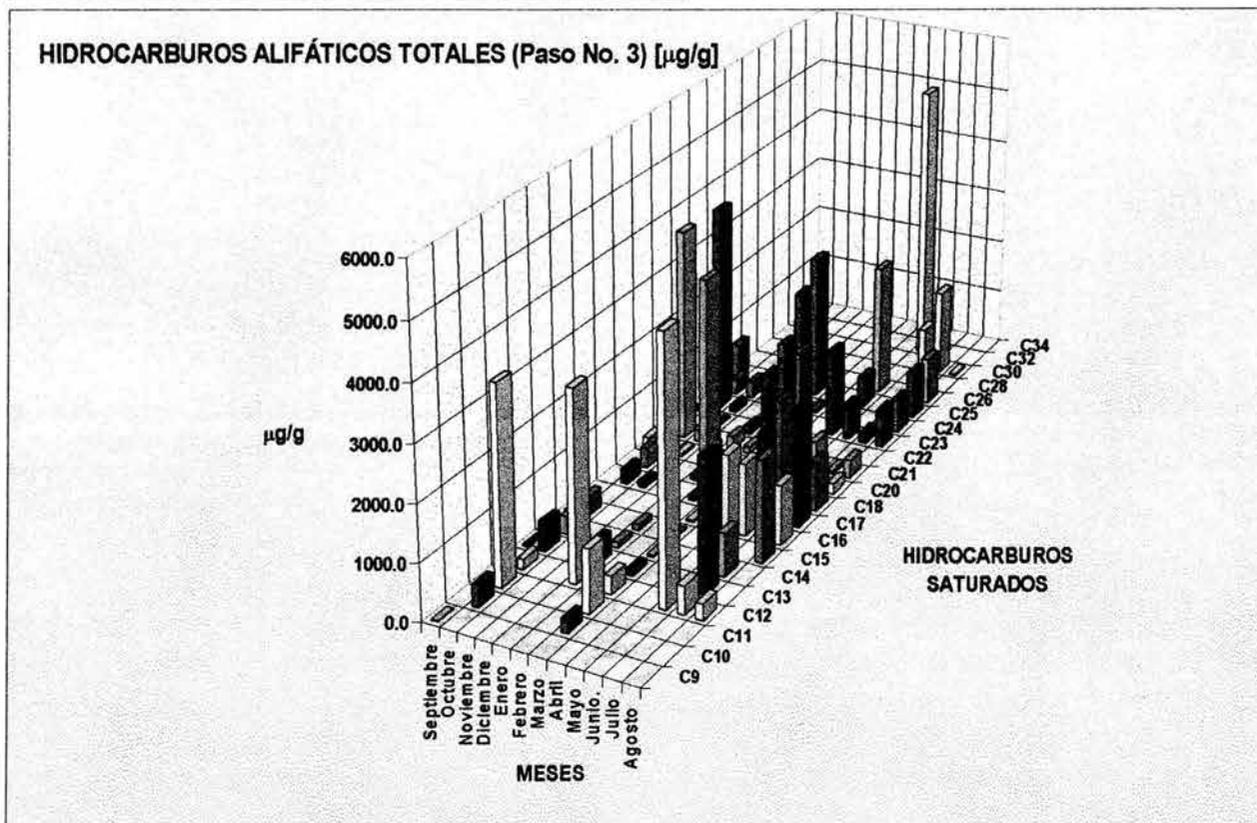
RESUMEN

Grupo:	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Septie	21	1134.675	54.03215	20299.579
Octub	21	13974.3	660.6811	1682627.6
Novie	21	958.7459	45.65457	7217.4226
Dicien	21	0	0	0
Enero	21	8153.777	388.2751	892422.46
Febre	21	5364.245	255.4402	409649.23
Marzo	21	2186.288	104.108	59395.196
Abril	21	896.544	42.69257	19789.657
Mayo	21	14851.04	707.1921	1551725.5
Junio.	21	17582.52	837.2629	2086627.9
Julio	21	6163.687	293.5089	370966.26
Agost	21	9715.527	462.6441	387583.14

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen	Suma de c	Grados d	Promedio	F	Probabili	Valor crítico
Entre	19641782	11	1785617	2.9	0.001143	para F
Dentro	1.46E+08	240	607358.7		1.8	
Total	1.65E+08	251				

SIGNIFICATIVO



Cál.	Nombre	HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS				PASO No.2		AÑOS 85-86					
		3.0-7.2 µm				Concentración µg/g							
		Septiem	Octubre	Noviembre	Diciemb	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
1	C9	30.1				5999.4							
2	C10					8400.0							
3	C11		123.7			12413.2		98.3					
4	C12					875.6		40.2			3549.2	831.7	407.3
5	C13	19.7				100.3				139.5			
6	C14	22.9							652.5		2430.9	737.0	
7	C15					122.5				65.3			1234.8
8	C16							30.8	829.0		780.8	235.5	480.4
9	C17			33.5				28.7		151.3	1567.9		1503.1
10R	C18								767.5	235.6	1070.4	371.7	505.9
11	C20	92.8		56.4					176.6	83.1	196.0	78.7	
12	C21		1186.8			81.4	166.0		118.4		168.8	70.5	
13	C22					44.2	303.3	31.1					
14	C23		1570.0	34.4		126.0	981.2	56.5	197.4		316.4	221.1	
15	C24			391.5		336.1	824.8		183.9	2370.6	189.9		
16	C25	377.8		54.1		500.5	2578.4		485.3	5392.7	290.9		43.4
17	C26								225.0	6687.5	1014.0		52.0
18	C28												
19	C30									4327.8			53.8
20	C32									2844.2			53.3
21	C34												
	<b>MÁXIMO</b>	377.8	1570.0	391.5		12413.2	2578.4	98.3	829.0	6687.5	3549.2	831.7	1503.1
	<b>MÍNIMO</b>	19.7	123.7	33.5		44.2	166.0	28.7	118.4	65.3	168.8	70.5	43.4

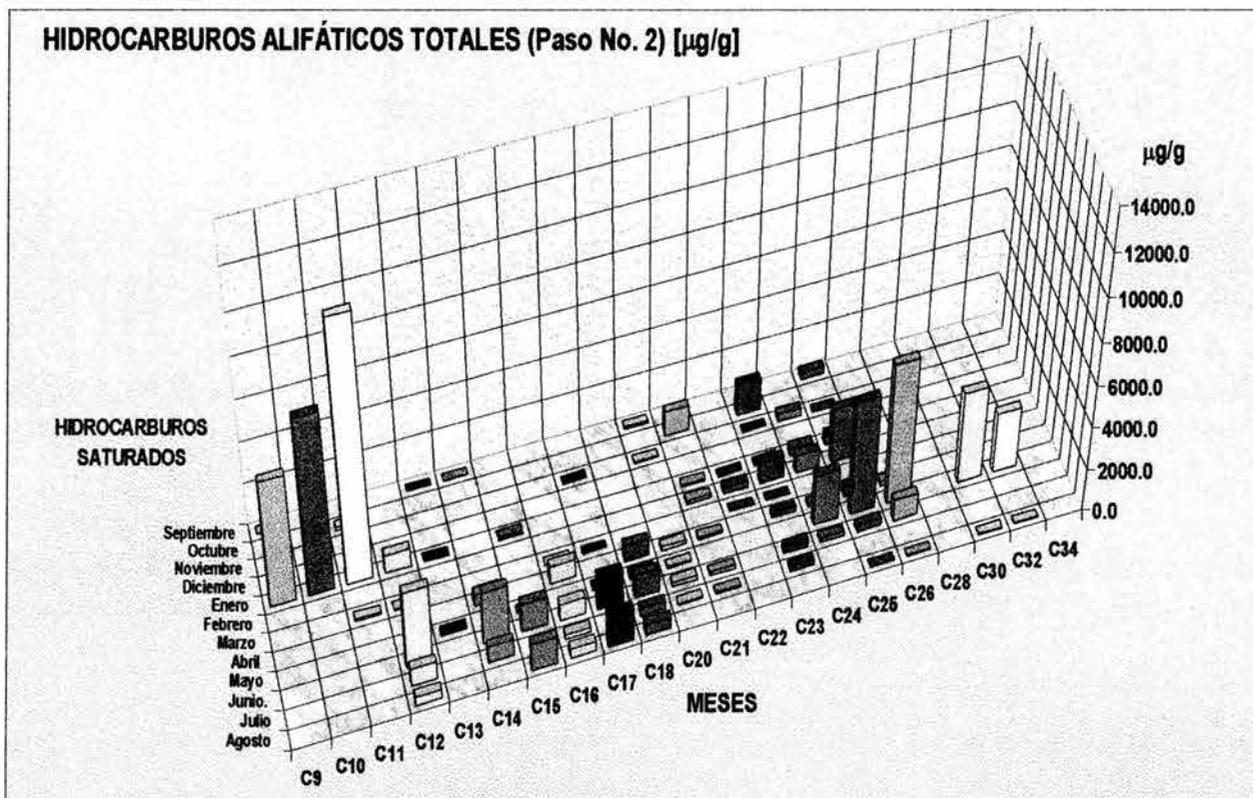
Análisis de varianza de un factor

**RESUMEN**

Grupo	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Septie	21	543.3419	25.87342	6956.3081
Octub	21	2880.5	137.1666	174679
Novie	21	569.9608	27.14099	7310.9722
Dicien	21	0	0	0
Enero	21	28999.31	1380.92	11088723
Febre	21	4853.625	231.125	364451.59
Marzo	21	285.5099	13.59571	666.01277
Abril	21	3525.606	167.886	68928.978
Mayo	21	22297.5	1061.786	4133834.9
Junio	21	12919.46	615.2126	894727.8
Julio	21	2546.313	121.253	58996.901
Agost	21	4314.085	205.4326	177106.9

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

Origen	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio	F	Probabilidad	Valor crítico
Entre	47182559	11	4289324	3.0	0.00082	para F
Dentro	3.4E+08	240	1414699			1.8
<b>Total</b>	<b>3.87E+08</b>	<b>251</b>				<b>SIGNIFICATIVO</b>



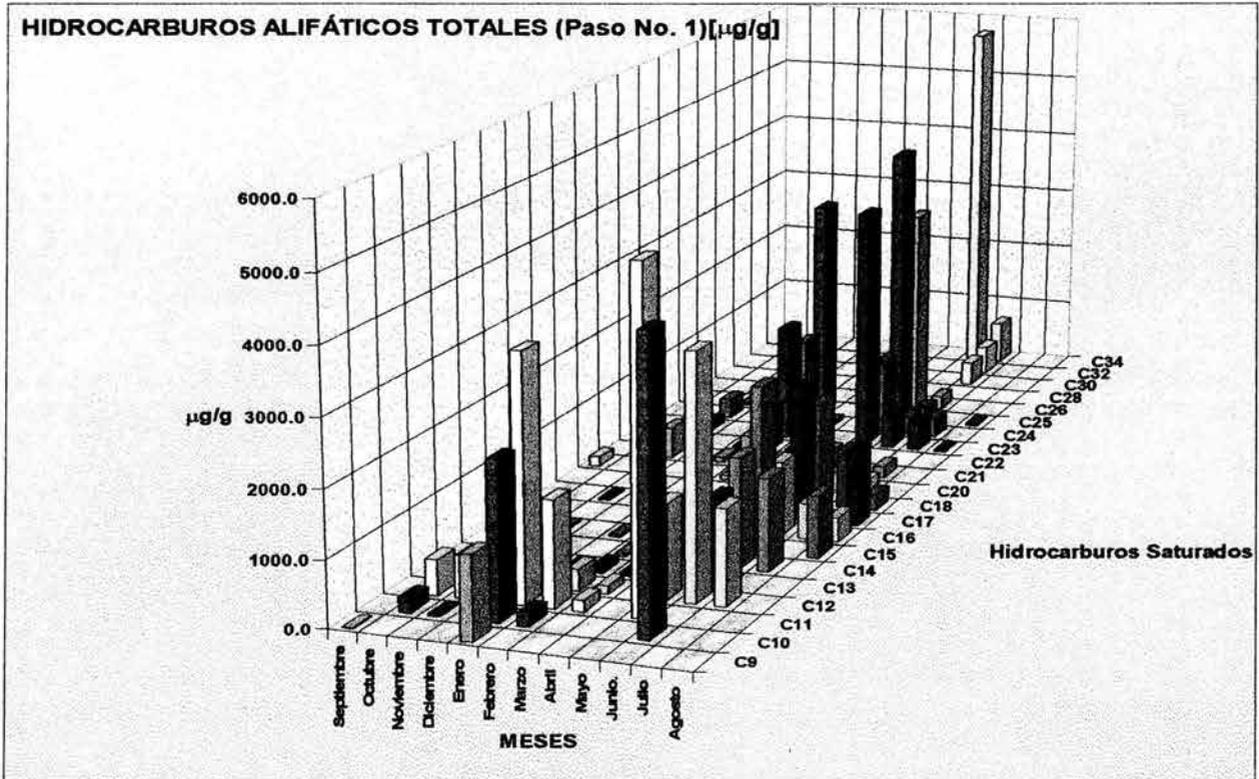
Cal #	Nombre	HIDROCARBUROS ALIFATICOS										PASO No.1. 7.2-10.0 µm	ANOS 95-96					
		MESES	Septiem	Octubre	Noviembre	Diciemb	Enero	Febrero	Concentración µg/g	Marzo	Abril		Mayo	Julio.	Julio	Agosto		
1	C9		14.0				1242.0											
2	C10			226.1	37.7		2329.4	200.1							4334.3			
3	C11			526.9	623.1		3655.6	1572.0	169.5			5062.0						
4	C12				124.5		279.0	320.7	121.2			1410.2	3640.8	1429.2				
5	C13			82.8	25.0		36.9	102.2	54.4				1302.3					
6	C14			79.8				38.9	24.7			76.4	1648.9	1393.1				
7	C15				35.1		36.6		42.8				2487.6				933.3	
8	C16								54.1	130.6		574.9	1117.3	528.6			364.8	
9	C17				26.8				59.7			39.8	2026.6				1162.9	
10R	C18								62.8	49.5		81.7	1568.4	883.7			234.1	
11	C20	151.0			79.3			53.3				520.1	274.4	169.5				
12	C21				486.7		79.3	462.2	100.1			340.5	331.0	180.0				
13	C22	41.6			27.7		43.3	642.0	66.0									
14	C23				130.5		50.4	1815.4	111.2			3792.4	519.0	411.2	32.976761			
15	C24				313.4		111.6	1402.0	66.6			1140.1	274.2	298.5				
16	C25				26.7		214.7	3466.7				4419.6	226.9				44.541384	
17	C26											3245.4	203.8					
18	C28																	
19	C30																	
20	C32																	
21	C34												5746	670.5				
<b>SUMATO</b>		206.7	915.6	1936.5			8079.8	10075.6	933.1	180.1	26429.8	21434.6	5293.7	2772.6				
<b>PROMEDI</b>		69.9	226.9	161.4			734.4	916.0	77.8	90.1	2033.1	1260.9	661.7	462.1				
<b>MAXIMO</b>		151.0	526.9	623.1			3655.6	3466.7	169.5	130.6	5745.8	4334.3	1429.2	1162.9				
<b>MINIMO</b>		14.0	79.8	25.0			36.6	38.9	24.7	49.5	39.6	203.8	169.5	33.0				

Análisis de varianza de un factor

**RESUMEN**

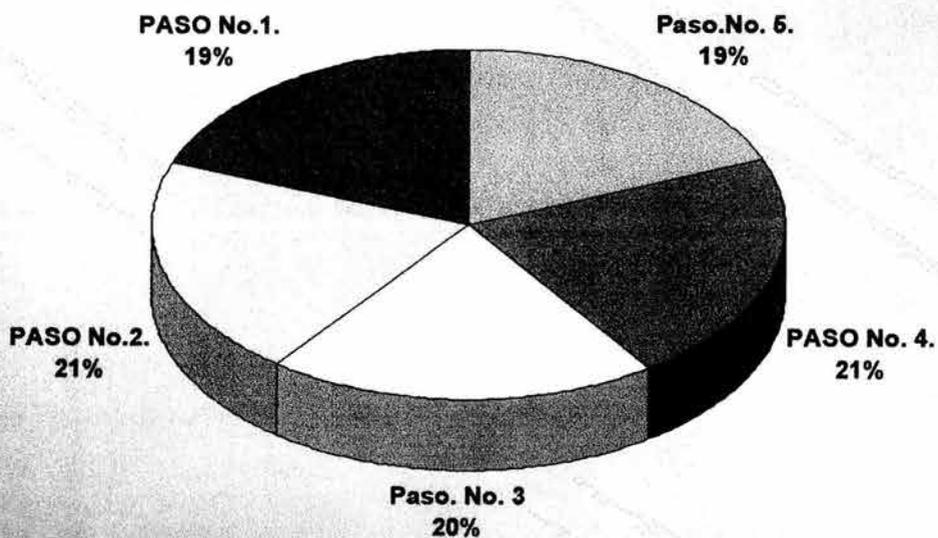
Grupo	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Septie	21	206.6693	9.841395	1135.282
Octub	21	915.5961	43.59981	15101.684
Novie	21	1936.458	92.21228	29452.649
Dicien	21	0	0	0
Enero	21	8078.81	384.7052	868708.1
Febre	21	10075.61	479.7911	784987.82
Marzo	21	933.1302	44.43477	2448.8778
Abril	21	180.118	8.577046	898.44584
Mayo	21	26429.79	1258.561	3692413.3
Junio.	21	21434.62	1020.696	1499194.1
Julio	21	5293.678	252.0799	201415
Agoat	21	2772.581	132.0277	102410.19

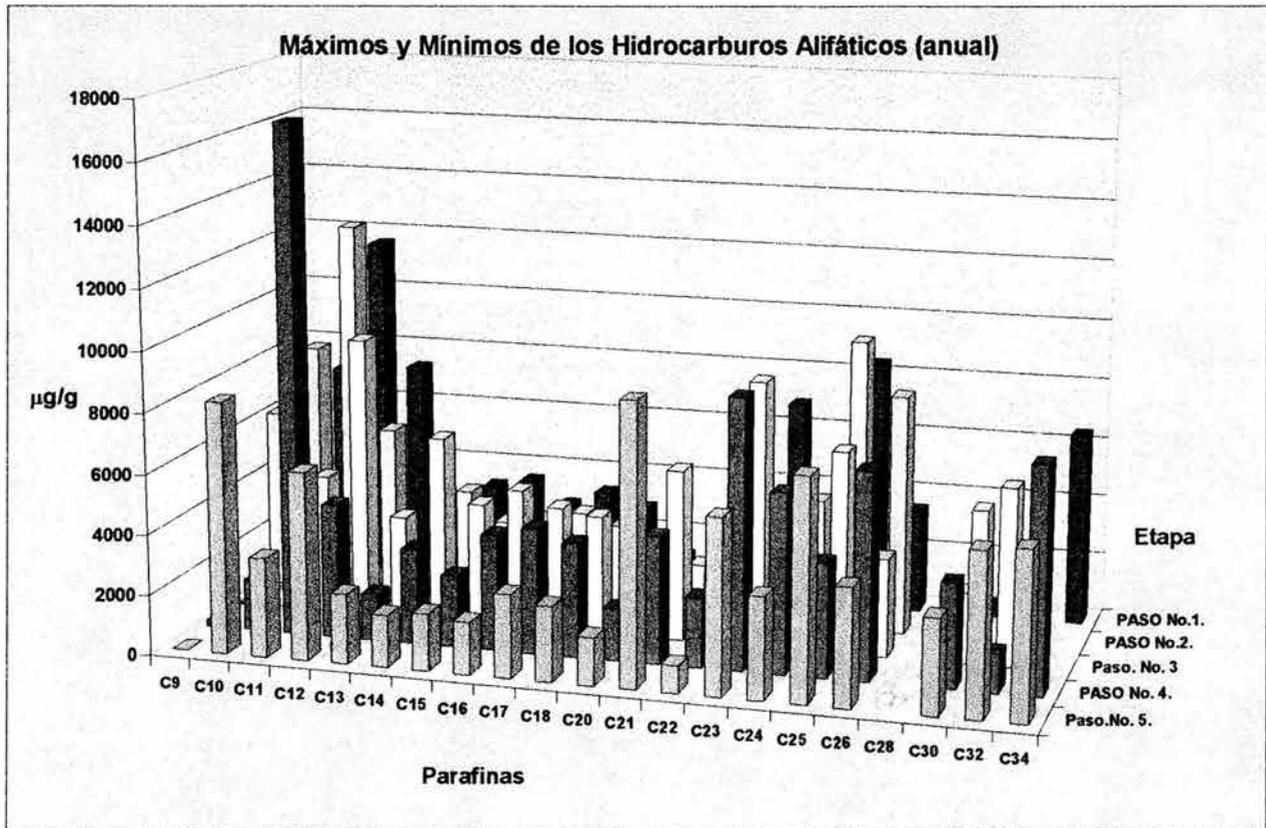
ANÁLISIS DE VARIANZA	Promedio	F	Probabilic	Valor critico	
Origen	Suma de c	Grados de	3704150	6.2	8.29E-09 para F
Entre	40745650	11	598847.1		1.8
Dentro	1.44E+08	240			
Total	1.85E+08	251			SIGNIFICATIVO



**Comportamiento anual de los hidrocarburos alifáticos en las cinco etapas de muestreo**

Concentración $\mu\text{g/g}$	0.45–0.95 $\mu\text{m}$	0.95–1.5 $\mu\text{m}$	3.0–7.2 $\mu\text{m}$	3.0–7.2 $\mu\text{m}$	7.2–10.0 $\mu\text{m}$
PARAFINAS	Paso.No. 5.	PASO No. 4.	Paso. No. 3	PASO No.2.	PASO No.1.
C9	23	217	25	6030	1256
C10	8321	1699	619	8400	7128
C11	3273	16936	4634	12635	11610
C12	6206	4440	9367	5704	7325
C13	2298	1533	3438	260	1604
C14	1729	3151	6225	3743	3262
C15	1885	2367	4065	2767	3535
C16	1724	3850	4643	2336	2770
C17	2743	4150	4148	3284	3316
C18	2468	3777	3963	2941	2860
C20	1579	1715	2512	684	1248
C21	9246	4206	5703	1792	1980
C22	895	2289	661	379	821
C23	5760	8922	8819	3503	6863
C24	3345	5937	3843	4297	3606
C25	7265	3753	6706	9723	8399
C26	3860	6824	3257	7978	3449
C28					
C30	3115	3428	2349	4382	368
C32	5335	1289	5906	2897	440
C34	5483	7407			6416
SUMA	76552	87890	80881	83735	78257
MÁXIMO	9246	16936	9367	12635	11610
MÍNIMO	23	217	25	260	368
%	19	22	20	21	19

**% anual de los hidrocarburos alifáticos**




Por lo anterior y teniendo en cuenta que hay poca información concerniente acerca del tamaño de las partículas respirables y su relación con la distribución de masa de los hidrocarburos aromáticos policíclicos. (Ronald 1975), e hidrocarburos alifáticos. Hay un estudio (De Maio 1966), donde se reportó que más del 75% de las concentraciones de los HAPs estaban asociados a las partículas finas cuyo diámetro era menor a los 2.5  $\mu\text{m}$ . Nuestros resultados demuestran que en un 67 % las concentraciones de los HAPs están asociadas a las partículas finas y ultra finas (etapas 3, 4 y 5). En otro reporte (Thomas 1968,) mostró que la cantidad de benzo(a)pireno por unidad de peso cuya fuente era hollín (producto de la combustión de varios combustibles), se encontraba en todos los tamaños de partículas (Se debe recalcar que estos estudios son anuales y reflejan el comportamiento global). Kertesz (1971) en otro estudio mostró que el contenido de benzo (a) pireno se encontraba asociado a partículas finas y ultra finas ( $r < 0.15 - 0.45 \mu\text{m}$ ). Nuestros resultados si se presentarse en forma global también refleja un mismo comportamiento Pero si observamos cada tamaño de partícula por separado a lo largo del año (95-96) se aprecia claramente que los HAPs son distribuidos o "seleccionados" por el tamaño de partícula. Y esto se ejemplifica visualmente en las siguientes graficas.

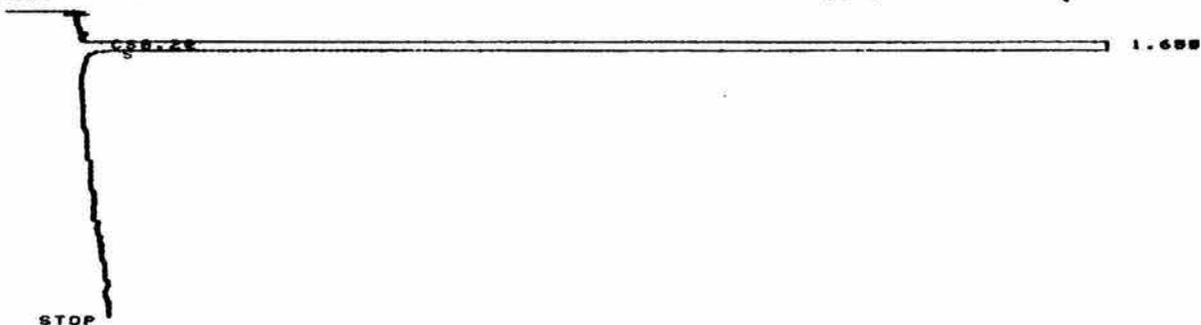
Una última apreciación sobre el comportamiento de los hidrocarburos alifáticos es que un amplio rango de bacterias, hongos y levaduras han mostrado crecer y desarrollarse bien a expensas de los hidrocarburos (líquidos) alifáticos que van desde el  $\text{C}_{10}$  al  $\text{C}_{18}$ . (Higgins 1978). Este comportamiento se aprecia globalmente en la gráfica anterior donde la concentración de parafinas es mucho menor que la de los n-alcenos  $\text{C}_{13} - \text{C}_{20}$ .

Esta información nos lleva a la conclusión de que los seres humanos corremos el riesgo de estar expuestos a compuestos que son carcinogénicos y pueden estar asociados con la incidencia de varios tipos de cáncer. Entonces si la mayoría de los HAPs son absorbidos y/o adsorbidos por la materia inerte particulada, tenemos una gran probabilidad de transportar a estos compuestos hacia nuestras vías aéreas superiores y de aquí hacia los bronquiolos y alvéolos pulmonares.

Se anexa los resultados de porcentajes de recuperación de los hidrocarburos fracción F1 y F2, así como también el porcentaje de precisión en la inyección cromatográfica. También se anexa una rica serie de cromatogramas donde se visualiza en detalle la evidencia de este estudio. Se presenta también la pureza de los disolventes usados, una serie de blancos y estándares internos y externos.

\* RUN # 3 SEP 20, 2001 22:30:34  
START

*Hexano 1.0ml inj -*



Closing signal file M:SIGNAL .BNC  
Storing processed peaks to M:Q34BAB0A.PRO

RUN# 3 SEP 20, 2001 22:30:34

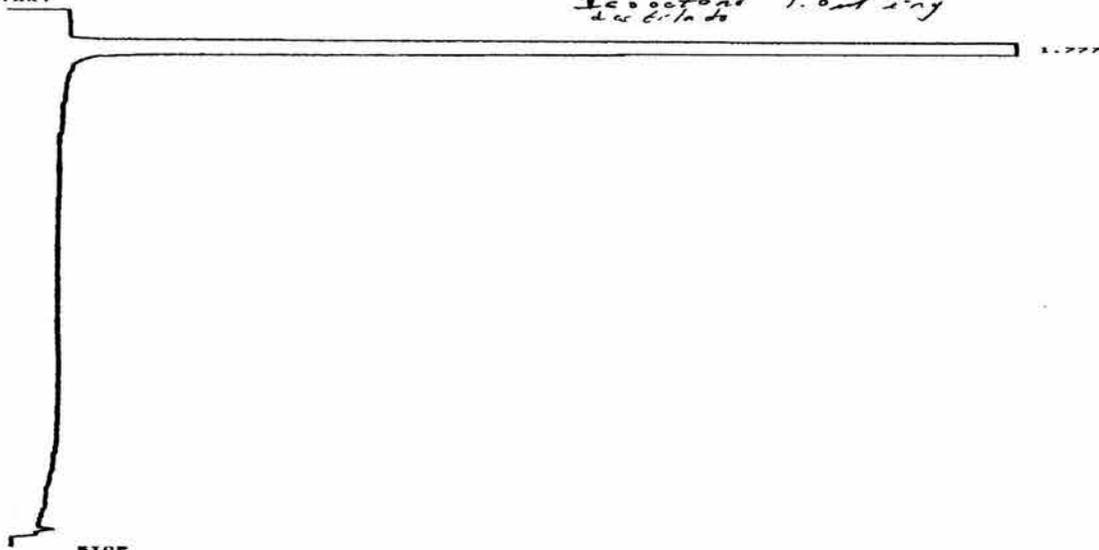
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
PEAK FILE : M:Q34BAB0A.PRO

RT	AREA	TYPE	WIDTH	AREA%
1.650	941622720	SPB	.287	98.03216
1.688	18901744	TBB	.043	1.96786

TOTAL AREA=9.6052E+08  
MUL FACTOR=1.0000E+00

\* RUN # 20 OCT 13, 1997 21:28:02  
START

*Decano 1.0ml inj*



Closing signal file M:SIGNAL .BNC  
Storing processed peaks to M:Q34BAB0A.PRO  
DIRECTORY FULL

RUN# 20 OCT 13, 1997 21:28:02

SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
NO CALIB PEAKS FOUND

RT	AREA	TYPE	WIDTH	AREA%
1.777	1.738E+09	SV	.360	100.00000

TOTAL AREA=1.738E+09  
MUL FACTOR=1.0000E+00

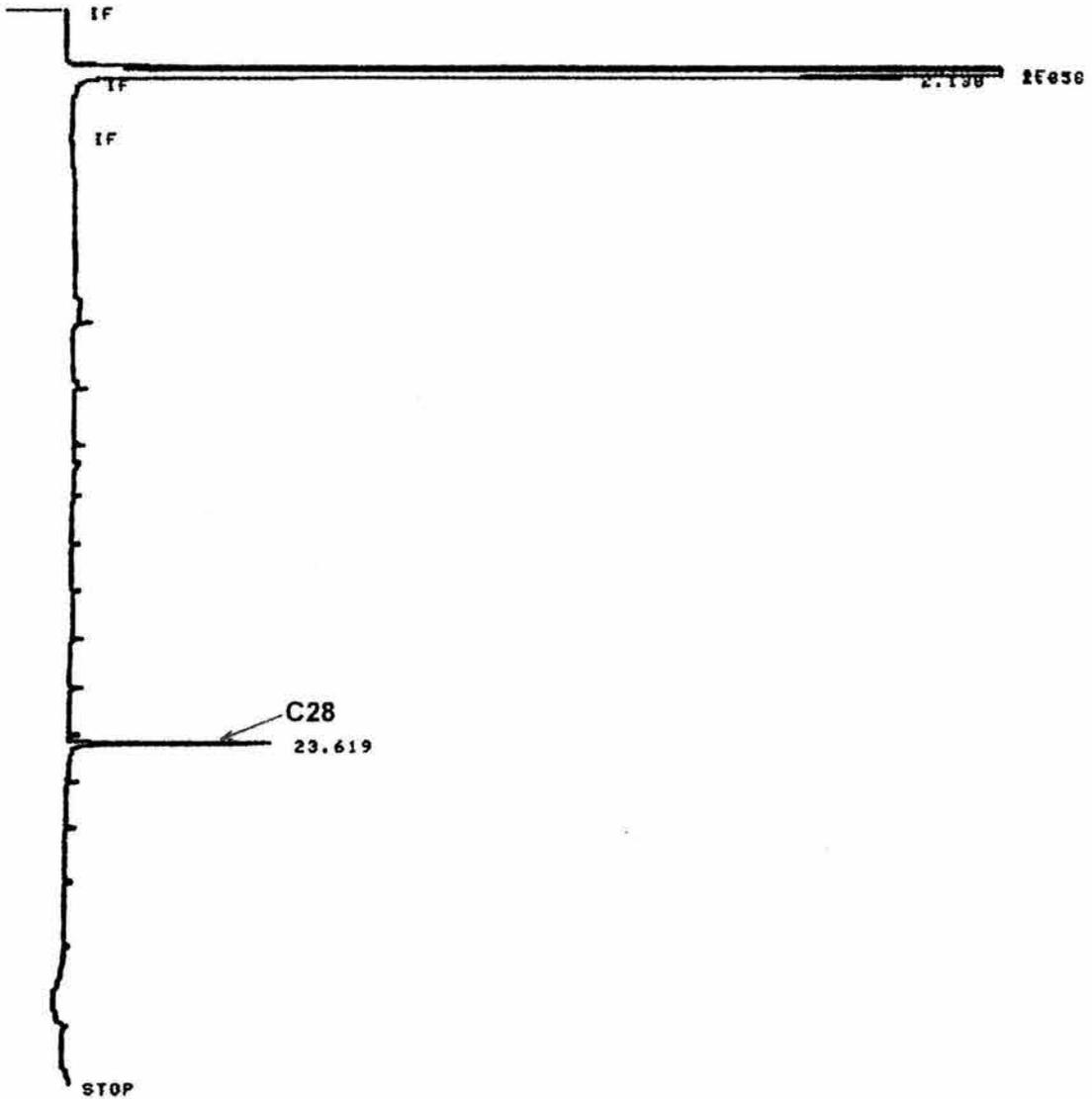
\*ID STD. INT C28 100 UG/ML.

100 ug/ml de C28

\* CHT GP 0.5 \*

\* RUN # 0 APR 1, 2003 18:55:23

START



Closing signal file M:SIGNAL .BNC  
 Storing processed peaks to M:063AEF9C.PRO  
 ATTEMPTED WRITE PAST END OF FILE

RUN# 0 APR 1, 2003 18:55:23

IDENTIFIER : STD. INT C28  
 SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC

% DE RECUPERACION

NO CALIB PEAKS FOUND  
 AREA%

RT	AREA	TYPE	WIDTH	AREA%
2.138	3237	BP	.028	33.49197
→ 23.619	6428	PB	.062	66.50803

109.276 ug/ml C28

RUN DATA STORAGE

Store signal data [Y\*/N]:

Device [M]:

CAUTION: Previous signal data will be lost

Bunched or raw data [B\*/R]:

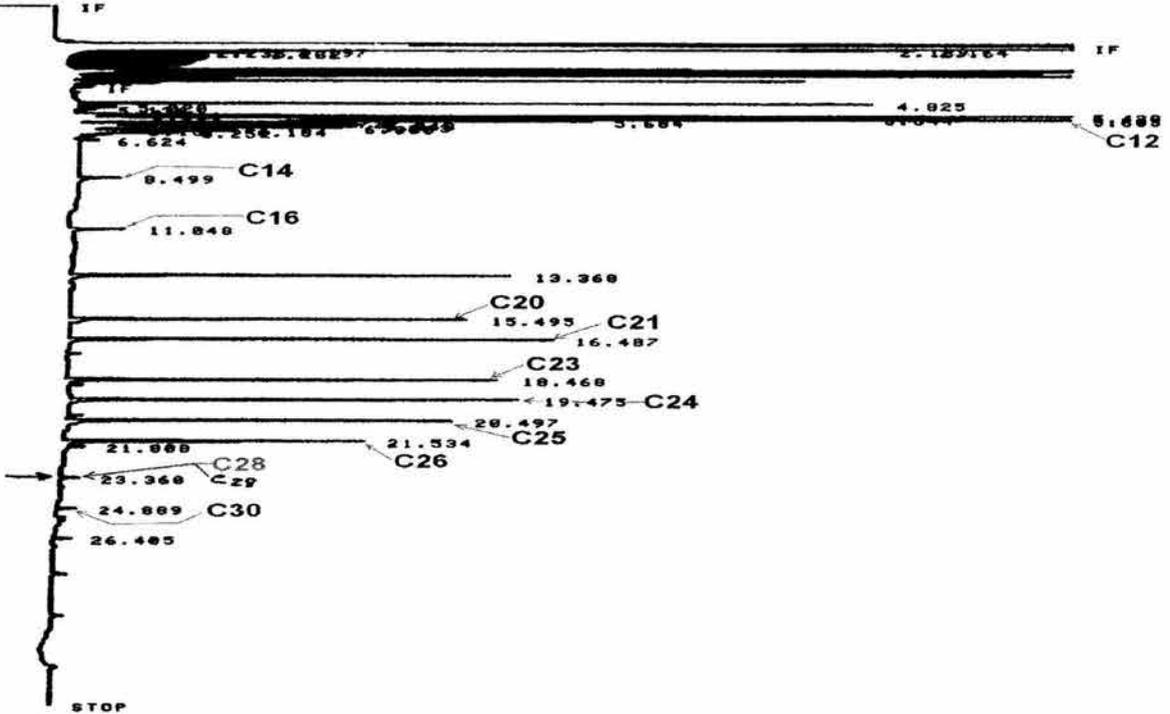
Store processed peaks [Y\*/N]:

Device [M]:

*std int.  
24 y 48 ppm + 12 ag/ml de C28*

\* RUN # 9 APR 1, 2003 20:35:25

START



Closing signal file M: SIGNAL .BNC  
Storing processed peaks to M:Q638878F.PRO  
ATTEMPTED WRITE PAST END OF FILE

RUN# 9 APR 1, 2003 20:35:25

IDENTIFIER: STD. INTERNO  
SIGNAL FILE: M: SIGNAL .BNC

*Limite de deteccion*

\* DE RECUPERACION

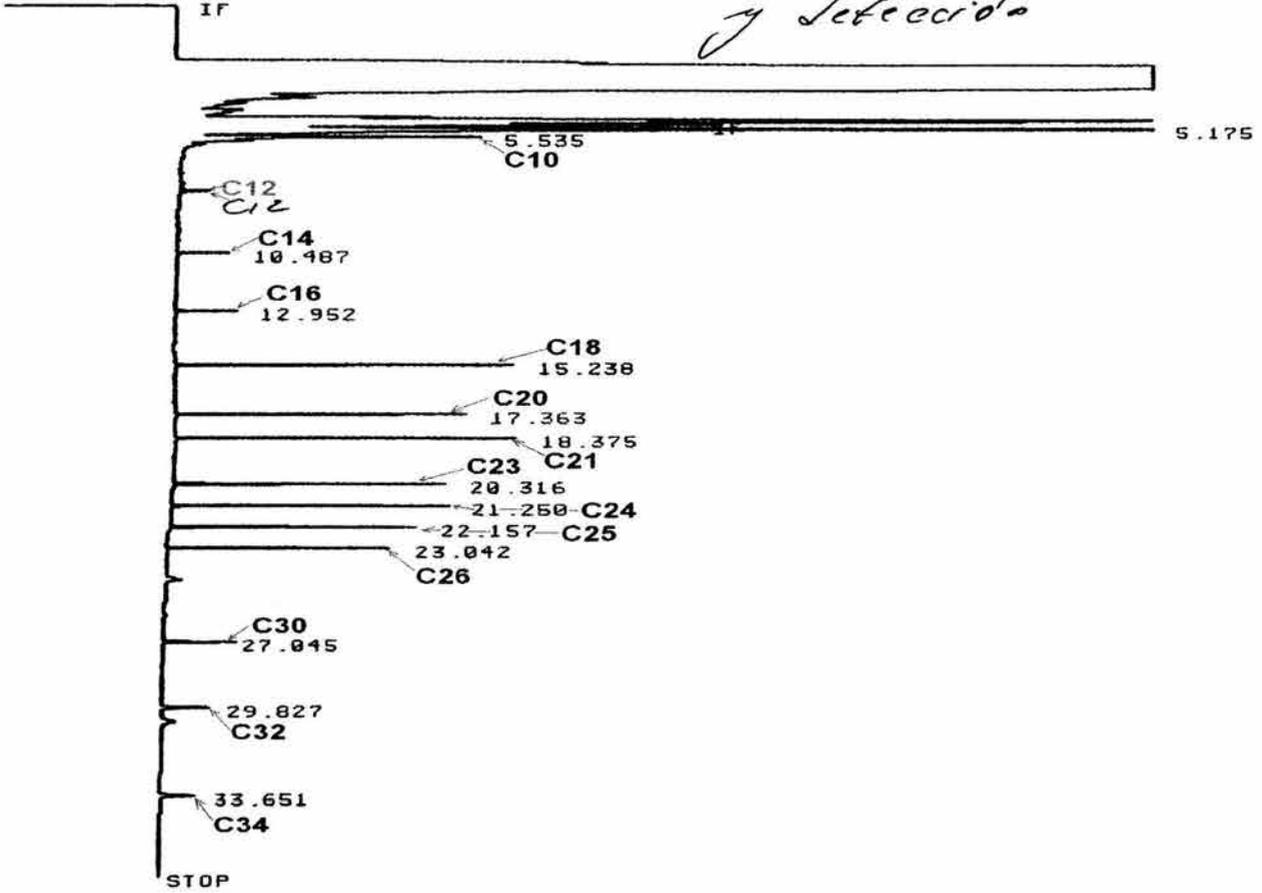
*12-100  
11.747 98% de presion*

ESTD%-AREA	RT	TYPE	AREA	WIDTH	HEIGHT	CALC	AMOUNT	NAME
	2.139	BV	1582	.015	1703		26.894	
	2.164	VP	3883	.017	3796		64.651	
	2.197	PP	683	.013	838		11.611	
	2.236	PP	798	.018	734		13.366	
	2.282	I	1185	.016	1117		18.783	
	4.823	VB	13983	.037	6279		236.351	
	3.820	BV	846	.045	312		14.382	
	3.136	VB	389	.035	149		3.253	
	3.361	PV	933	.037	434		16.235	
	3.438	VV	36243	.042	14445		616.131	
	3.544	VV	13429	.036	6218		228.293	
	3.683	VV	51878	.058	16988	1R	713.587	C12
	3.684	VV	9147	.037	4879		155.499	
	3.727	VV	3731	.034	1823		63.427	
	3.848	VV	7613	.036	2203		129.421	
	3.943	VV	7297	.035	2222		124.849	
	6.888	VV	6732	.034	2183		114.784	
	6.137	VV	896	.037	488		15.232	
	6.184	VV	3195	.042	1234		54.315	
	6.232	VV	2837	.039	888		48.229	
	6.624	PB	439	.045	162		7.463	
	8.499	PB	1369	.067	348	2R	17.337	C14
	11.848	PB	1494	.058	438	3R	18.992	C16
	13.360	PB	8618	.042	3441	4R	45.488	C18
	15.495	PB	7822	.042	3188	5R	42.218	C20
	16.487	PB	9834	.043	3781	6R	42.228	C21
	18.468	PB	9862	.049	3878	7R	44.876	C23
	19.475	PB	18797	.051	3512	8R	45.219	C24
	20.497	PB	9383	.053	2979	9R	43.471	C25
	21.534	PB	8289	.059	2344	10R	40.275	C26
	21.888	BB	482	.058	136		8.194	
	23.368	BV	491	.074	156		11.747	C28
	24.889	PB	638	.065	161	11R	3.412	C30
	26.485	BP	628	.072	145		18.676	

TOTAL AREA= 236649  
MUL FACTOR=1.0000E+00  
SAMPLE AMT=1.0000E+02

\* TIME 0 INTG # 9 @  
 \* TIME 5 INTG # -9 @  
 \* RUN # 68 FEB 18, 1999 00:26:24

*Límite de  
 extinción  
 y detectado*



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 68 FEB 18, 1999 00:26:24

IDENTIFIER : STD,8PPM,HCA  
 SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
 ESTD-AREA

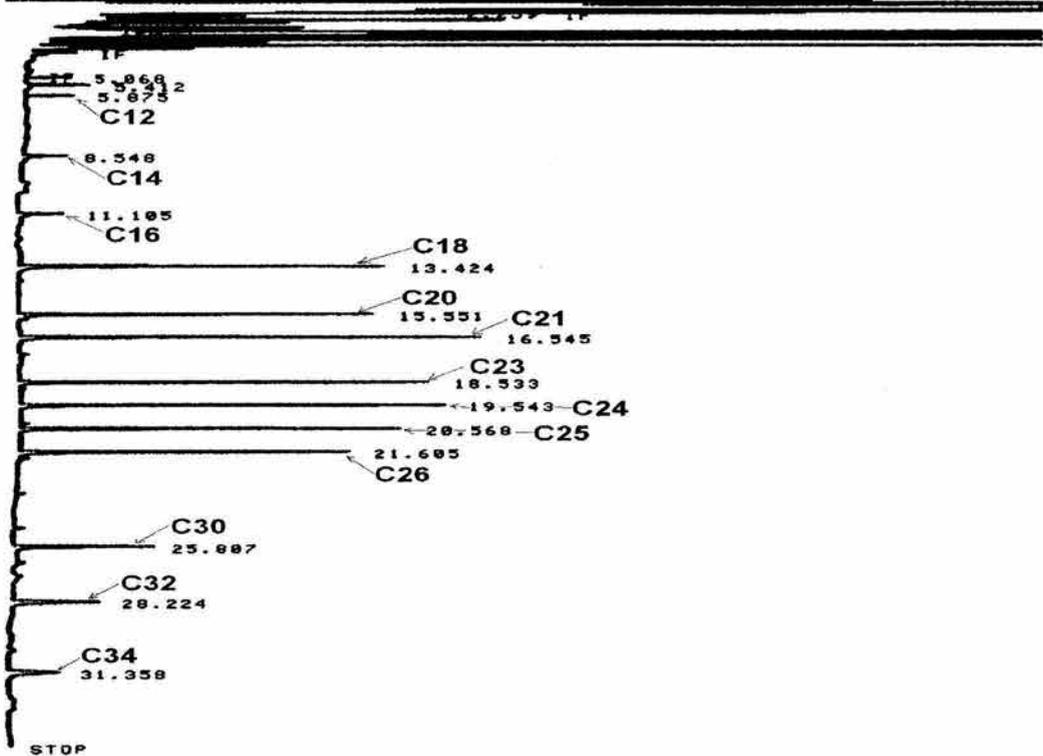
RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
5.175	BP	98660	.089		73.995	
5.535	PU	20708	.080	1R	29.125	C10
10.487	BB	1824	.037	3R	3.897	C14
12.952	PB	2005	.034	4R	3.751	C16
15.238	PB	10939	.035	5R	8.257	C18
17.363	PB	9935	.036	6R	7.920	C20
18.375	PB	11768	.037	7R	7.536	C21
20.316	PB	9938	.039	8R	7.030	C23
21.250	PB	10108	.039	9R	6.729	C24
22.157	BB	9095	.039	10R	6.637	C25
23.042	BB	8451	.040	11R	6.525	C26
27.045	BB	4085	.059	12R	2.947	C30
29.827	PB	3507	.078	13R	2.743	C32
33.651	BB	3252	.101	14R	1.655	C34

ya no se detecta C 12

TOTAL AREA= 204275  
 MUL FACTOR=1.0000E+00

\* RUN # 14 MAR 19, 2003 19:54:24  
 START IF

*% de Recuperación 12 y 24 ug/g*



Error storing signal to M:SIGNAL .BNC  
 ATTEMPTED WRITE PAST END OF FILE  
 Storing processed peaks to M:Q629D9F1.PRO  
 ATTEMPTED WRITE PAST END OF FILE

RUN# 14 MAR 19, 2003 19:54:24

IDENTIFIER : STD. % DE EE

%DE RECUPERACION DE PARAFINAS

*Hidro-Alifáticos = 12 y 24 ug/g  
 % de Recuperación face hexano  
 en columna*

ESTD%-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	HEIGHT	CAL#	AMOUNT	NAME
5.875	PV	536	.045	208	1R	18.484	C12
8.548	BB	644	.064	169	2R	11.088	C14
11.105	PB	745	.069	179	3R	11.648	C16
13.424	BB	3932	.047	1487	4R	22.375	C18
15.551	BB	3893	.047	1371	5R	21.590	C20
16.545	PB	4960	.047	1775	6R	22.044	C21
18.533	BB	4887	.052	1575	7R	22.415	C23
19.543	BB	5330	.054	1634	8R	22.782	C24
20.568	PB	4946	.056	1467	9R	22.753	C25
21.605	PB	4525	.059	1260	10R	21.911	C26
25.887	PB	2338	.073	534	11R	18.764	C30
28.224	BP	2197	.109	337	12R	11.671	C32
31.358	PV	1769	.158	196	13	18.202	C34

TOTAL AREA=1.7568E+07  
 MUL FACTOR=1.0000E+00  
 SAMPLE AMT=1.0000E+02

	RUN 14	HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS				12 y 48 ppm	% de recuperación
Cal #	Nombre	T.R.	AREA	WIDTH	HEIGHT	CANTIDAD ppm	fase hexano
1	C9						
2	C10						
3	C11						
4	C12	5.875	536	0.045	200	10.484	87
5	C13						
6	C14	8.548	644	0.064	169	11.088	92
7	C15						
8	C16	11.105	745	0.069	179	11.648	97
9	C17						
10R	C18	13.424	3932	0.047	1407	22.375	93
11	C20	15.551	3893	0.047	1371	21.930	90
12	C21	16.545	4960	0.047	1775	22.044	92
13	C22						
14	C23	18.533	4887	0.052	1575	22.415	93
15	C24	19.543	5330	0.054	1634	22.782	95
16	C25	20.568	4946	0.056	1467	22.753	95
17	C26	21.605	4525	0.059	1268	21.911	91
18	C28						
19	C30	25.807	2338	0.073	534	10.764	90
20	C32	28.224	2197	0.109	337	11.671	97
21	C34	31.368	1769	0.15	196	10.282	86
						<b>FROMEDIO</b>	<b>92</b>

HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS		NOVIEMBRE, 1995				
		Concentración		(µg/g)		
		No. de ETAPA				
		0.45-0.95 µm	0.95-1.5 µm	1.5-3.0 µm	3.0-7.2 µm	7.2-10.0 µm
Cal #	Nombre	Paso.5.	Paso.4.	Paso. 3.	Paso. 2.	Paso. 1.
1	C9		96.8			
2	C10	10.3	334.1			37.7
3	C11	134.8	1171.5			623.1
4	C12	36.3	154.7			124.5
5	C13	11.3	36.5			25.0
6	C14		15.5			
7	C15	15.7	56.3			35.1
8	C16					
9	C17	22.6	25.3	102.2	33.5	26.8
10R	C18					
11	C20	41.3	24.6	52.4	56.4	79.3
12	C21	255.2	224.7	210.1		486.7
13	C22	23.9	18.1	16.4		27.7
14	C23	78.6	111.0	107.1	34.4	130.5
15	C24	236.4	273.6	299.9	391.5	313.4
16	C25	147.2	136.6	170.6	54.1	26.7
17	C26					
18	C28	25.0		25.0	100.0	25.0
19	C30					
20	C32					
21	C34					
18	C28	27.130		27.361	80.204	22.521
	Porcentaje	100.0		100.0	80.2	90.1
		92.1		91.4		
					<b>PORCENTAJE DE</b>	<b>RECUPERACIÓN</b>
				88	93	91

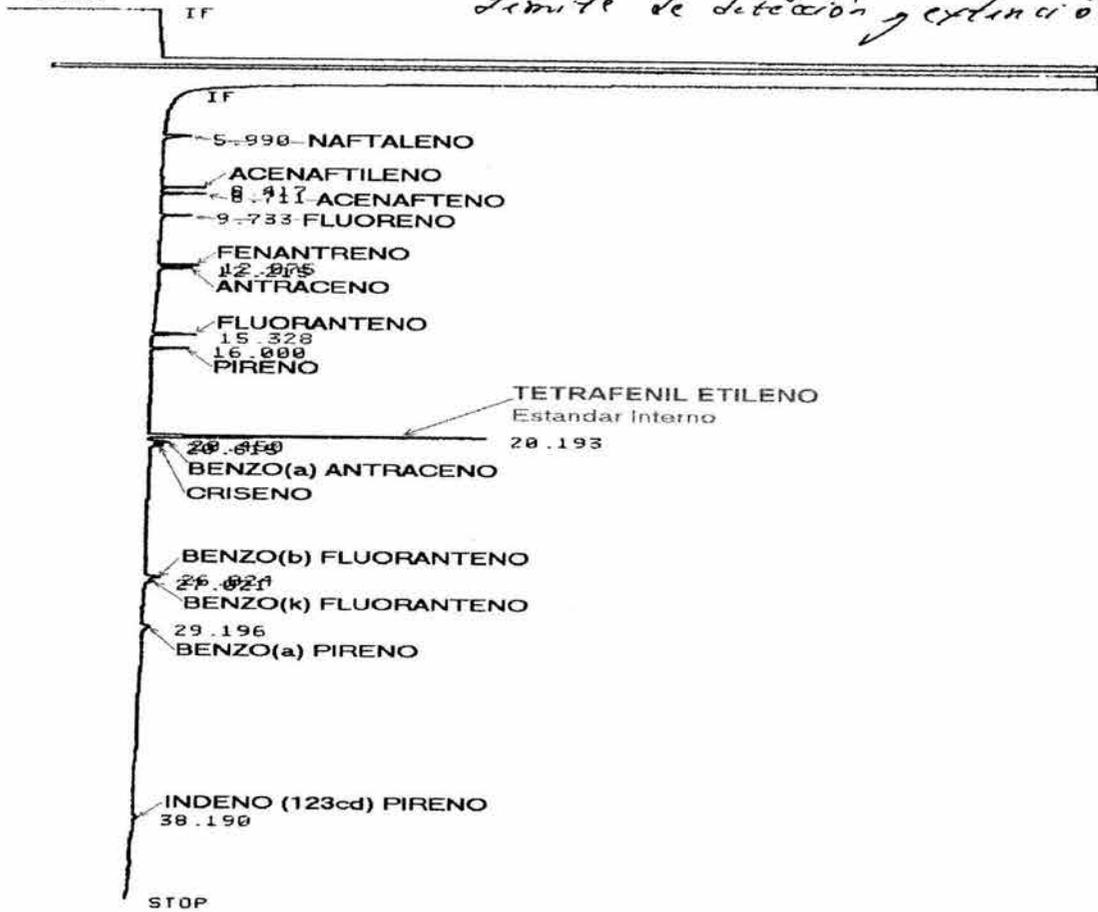




\* RUN # 28  
START

JAN 31, 2002 03:43:26

*20 ppm de Tetrafenileno  
Limite de detección y extinción*



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 28 JAN 31, 2002 03:43:26

SAMPLE NAME: HAPS  
PORCENTAJE DE RECUPERACION DE LOS HIDROCARBUROS

IDENTIFIER : % DE RECUPER  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC

*Limite de detección y extinción  
+ 20 ppm de tetrafluoretileno*

ORCENTAJE RECUPERACION HAPS

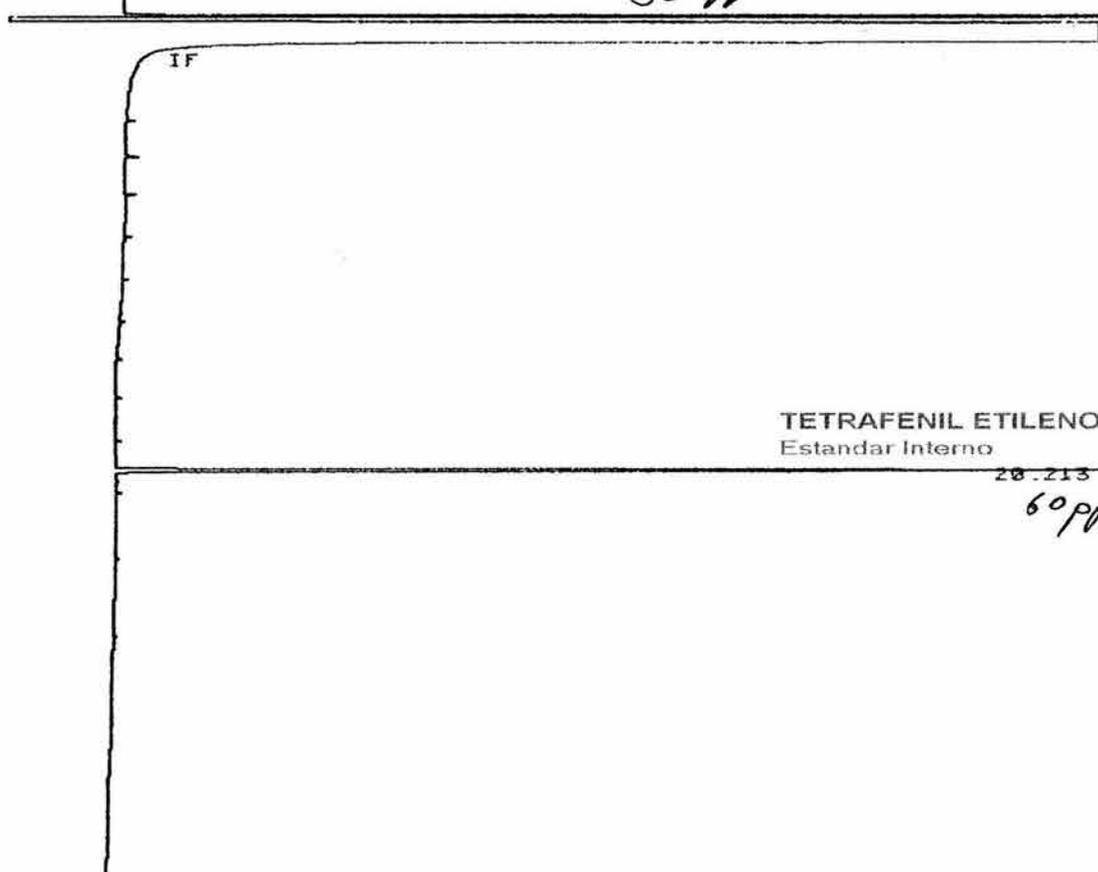
ESTD-AREA	RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
	5.990	UP	5212	.096	1R	3.873	NAFTALENO
	8.417	PB	4948	.054	2R	2.209	ACENAFTELENO
	8.711	PB	4785	.053	3R	2.052	ACENAFTENO
	9.733	PP	3967	.063	4R	1.624	FLUORENO
	12.075	BU	4730	.058	5R	1.896	FENANTRENO
	12.215	UB	4872	.071	6R	1.951	ANTRACENO
	15.328	PB	5689	.064	7R	2.308	FLUORANTENO
	16.000	PU	5972	.075	8R	2.301	PIRENO
	20.193	UP	47808	.073		18.416	TETRAFENIL ETILENO
	20.450	PU	4084	.099	9R	1.710	BENZO(a)ANTRACEN
	20.615	UP	3501	.116	10R	1.436	CRISENO
	26.824	UU	4242	.139	11R	1.872	BENZO(b)FLUORANT
	27.021	UU	2767	.152	12R	1.224	BENZO(k)FLUORANT
	29.196	BU	3399	.193	13R	1.581	BENZO(a)PIRENO
	38.190	BU	2305	.197	14R	1.194	INDENO(123cd)PIR

TOTAL AREA= 108281  
MUL FACTOR=1.0000E+00

\* RUN # 18 JAN 30, 2002 02:27:12  
START

IF

*Std int. (Tetrafenil etileno)  
50 ppm*



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 18 JAN 30, 2002 02:27:12

SAMPLE NAME: HAPS  
PORCENTAJE DE RECUPERACION DE LOS HIDROCARBUROS

*Std int. Tetrafenil  
etileno 50 ppm  
by*

IDENTIFIER : HAPS  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC

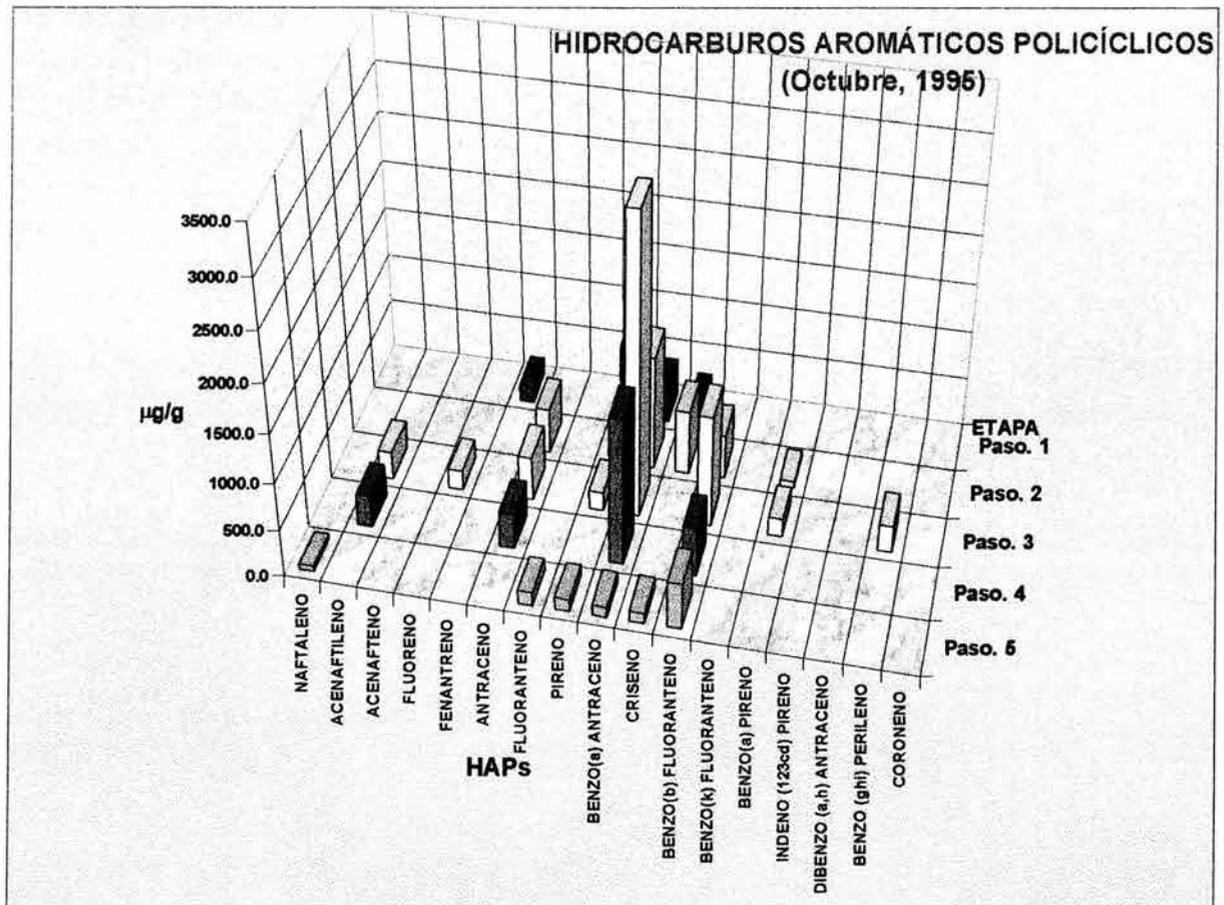
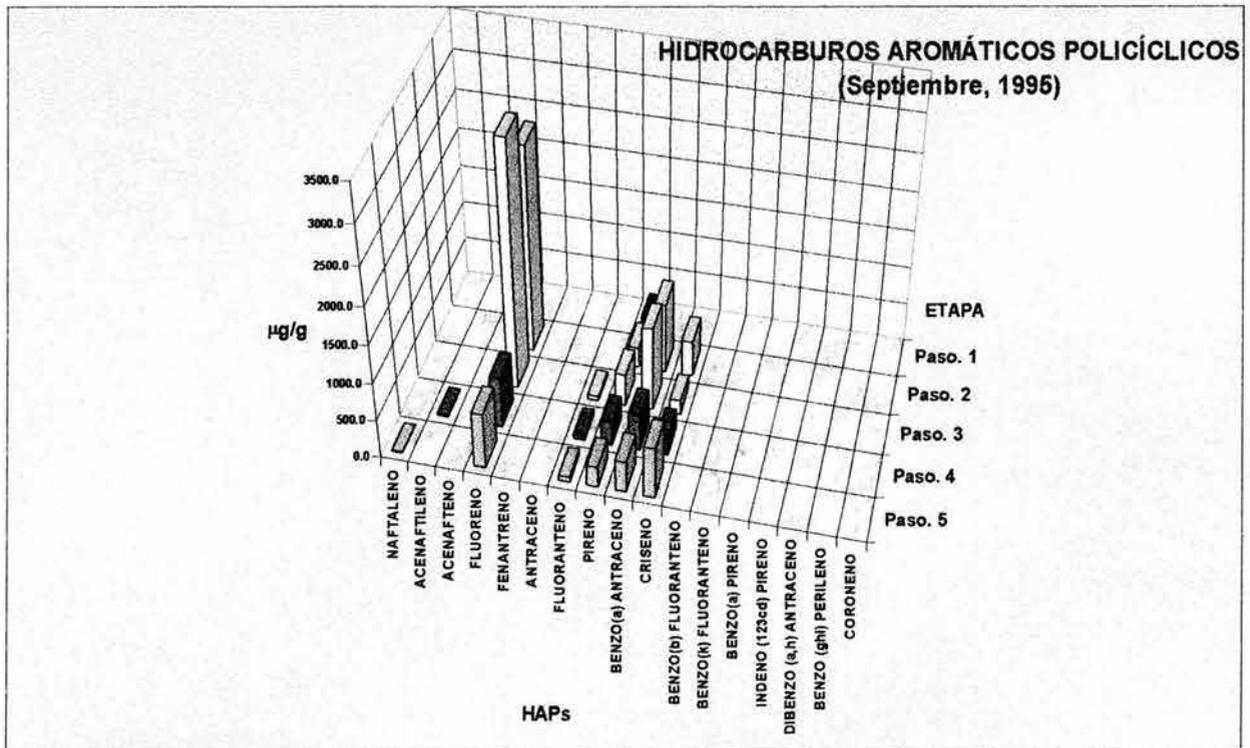
ORCENTAJE RECUPERACION HAPS

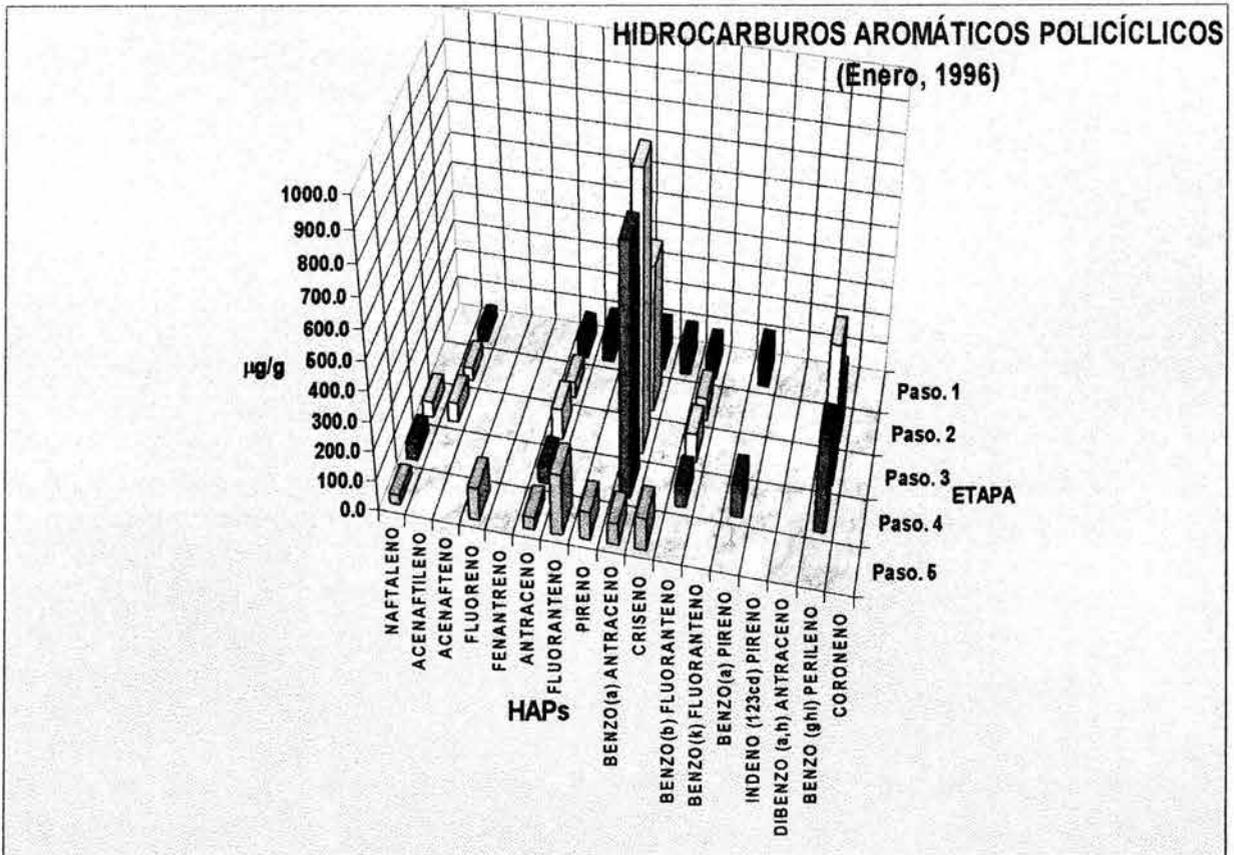
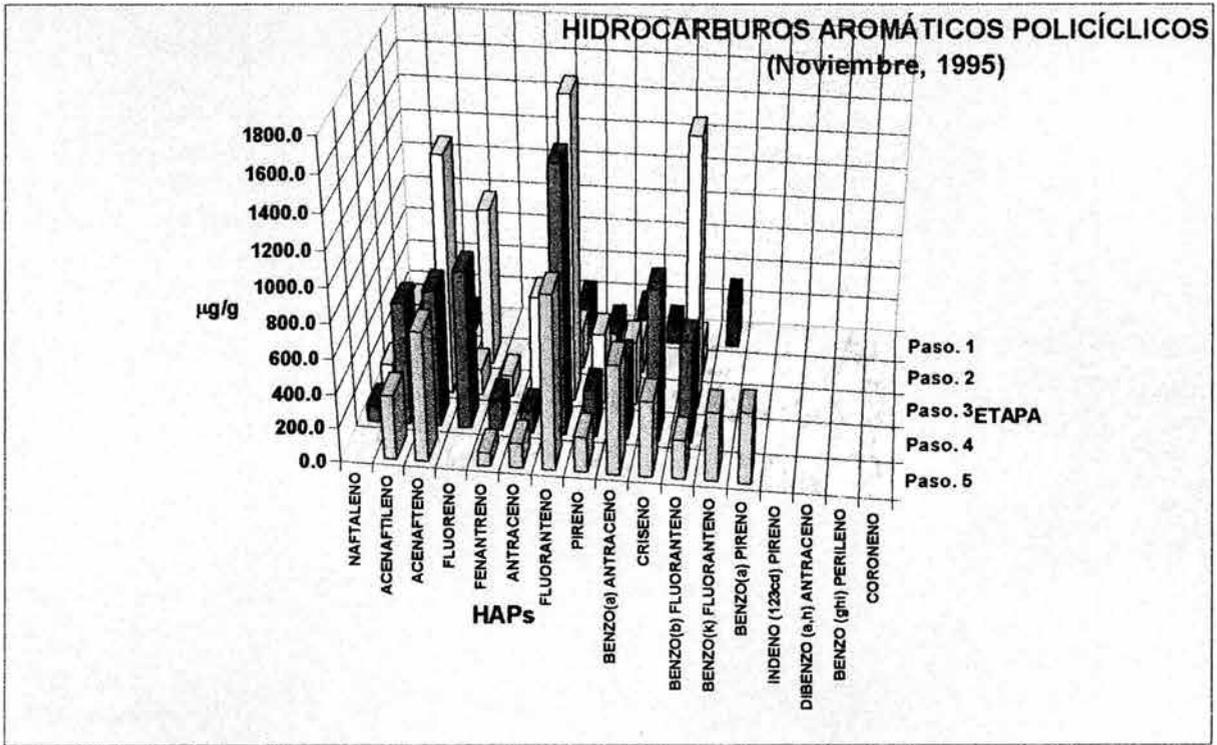
NO CALIB PEAKS FOUND  
AREA%

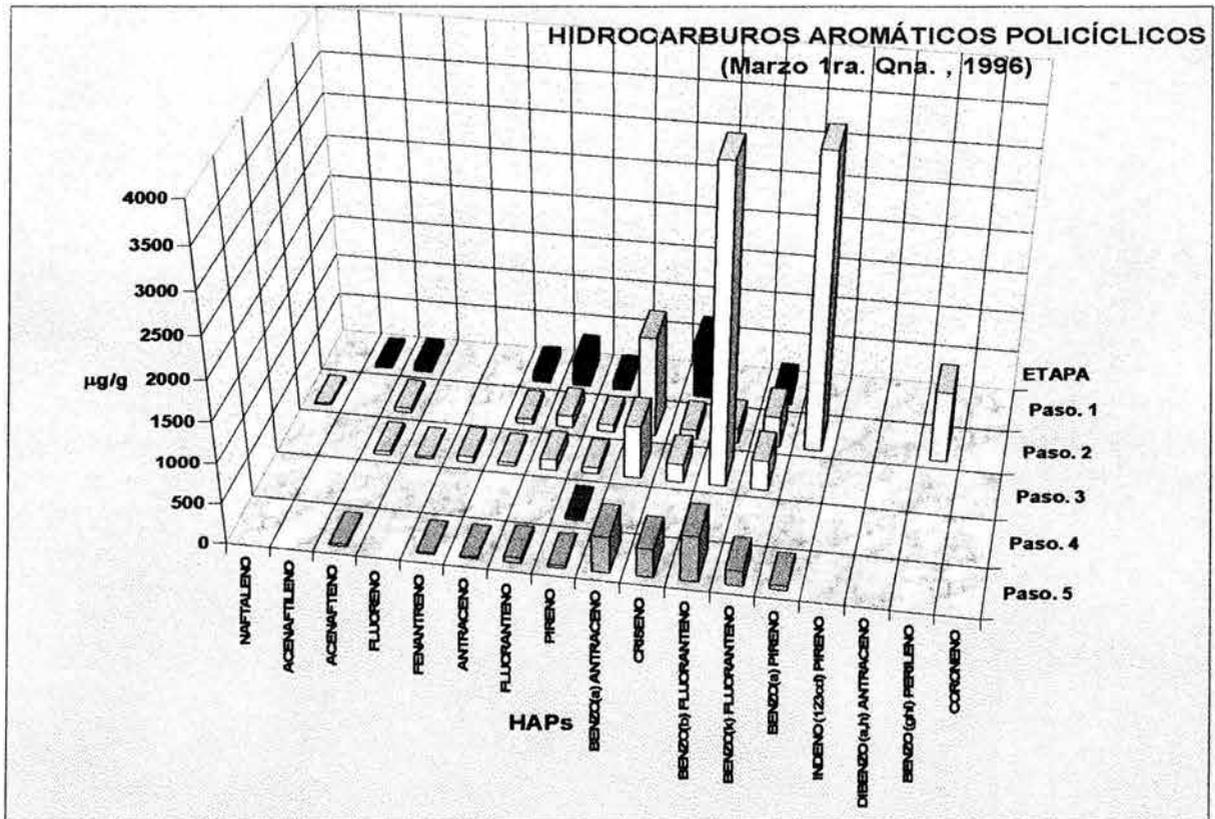
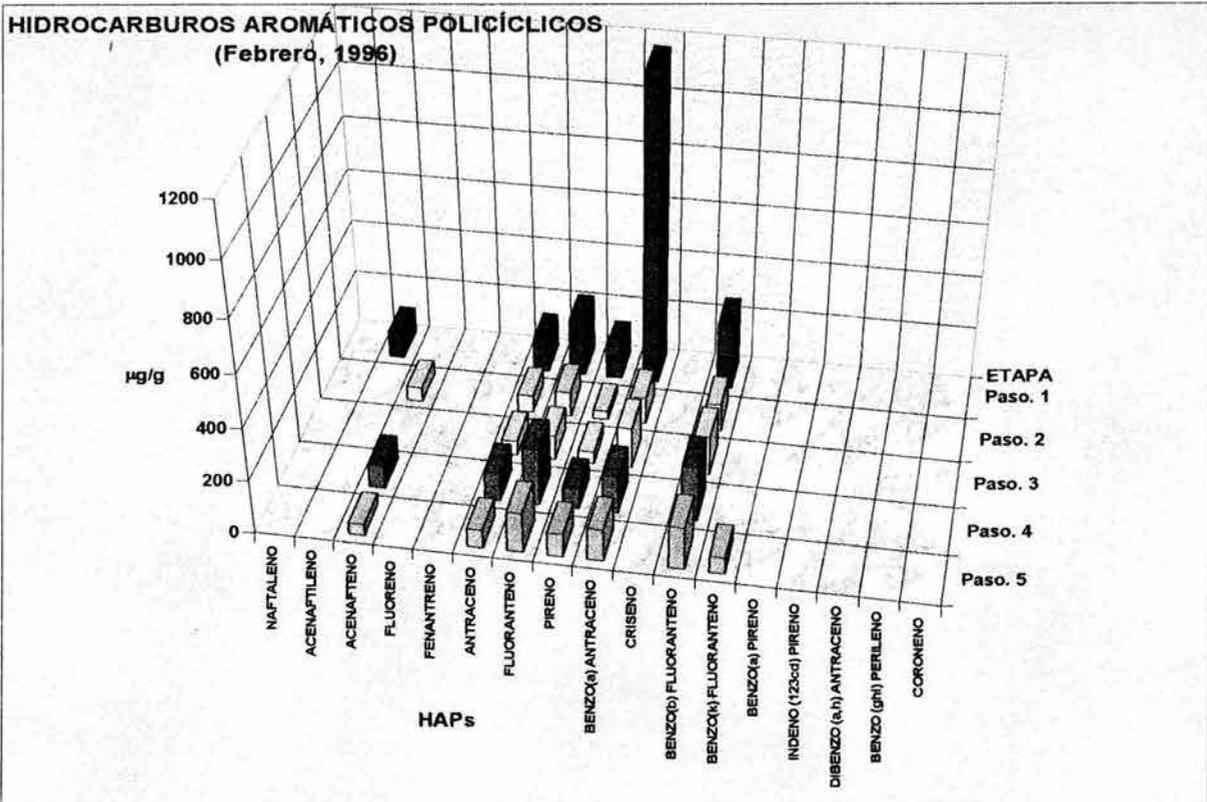
RT	AREA	TYPE	WIDTH	AREA%
20.213	157424	PB	.074	100.00000

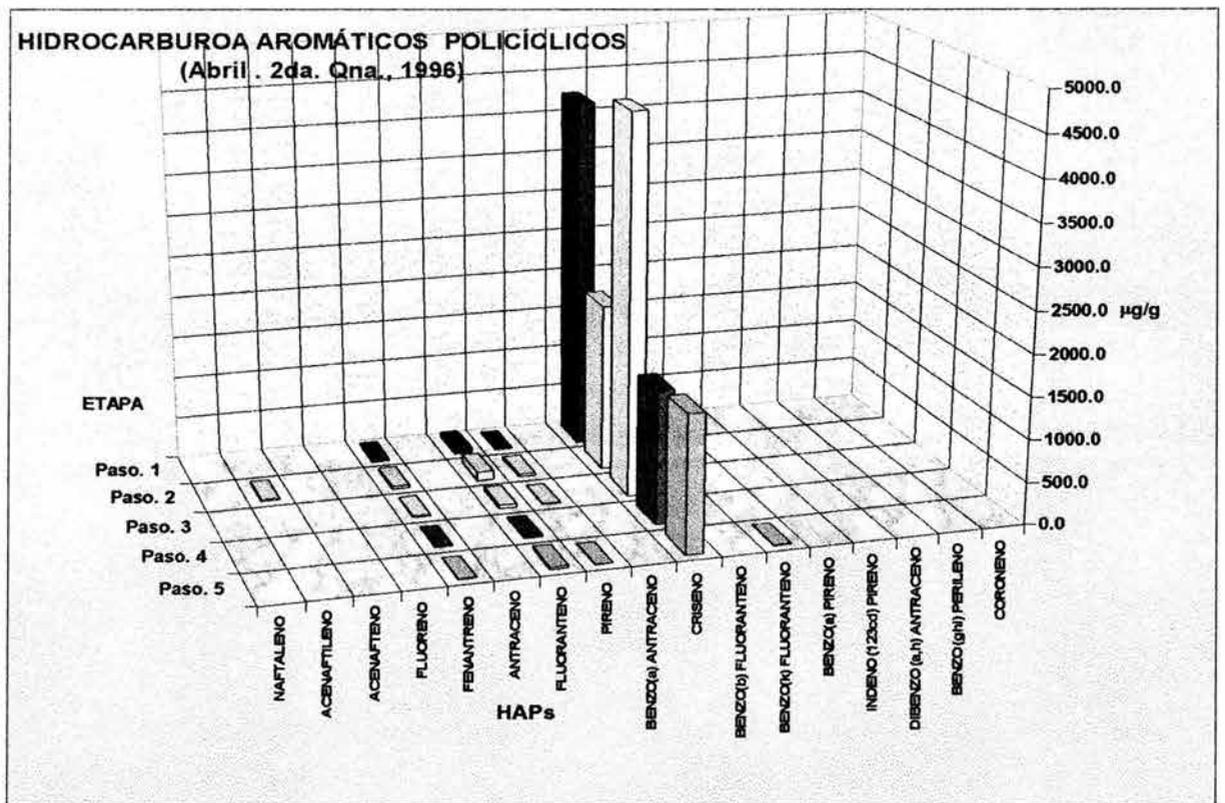
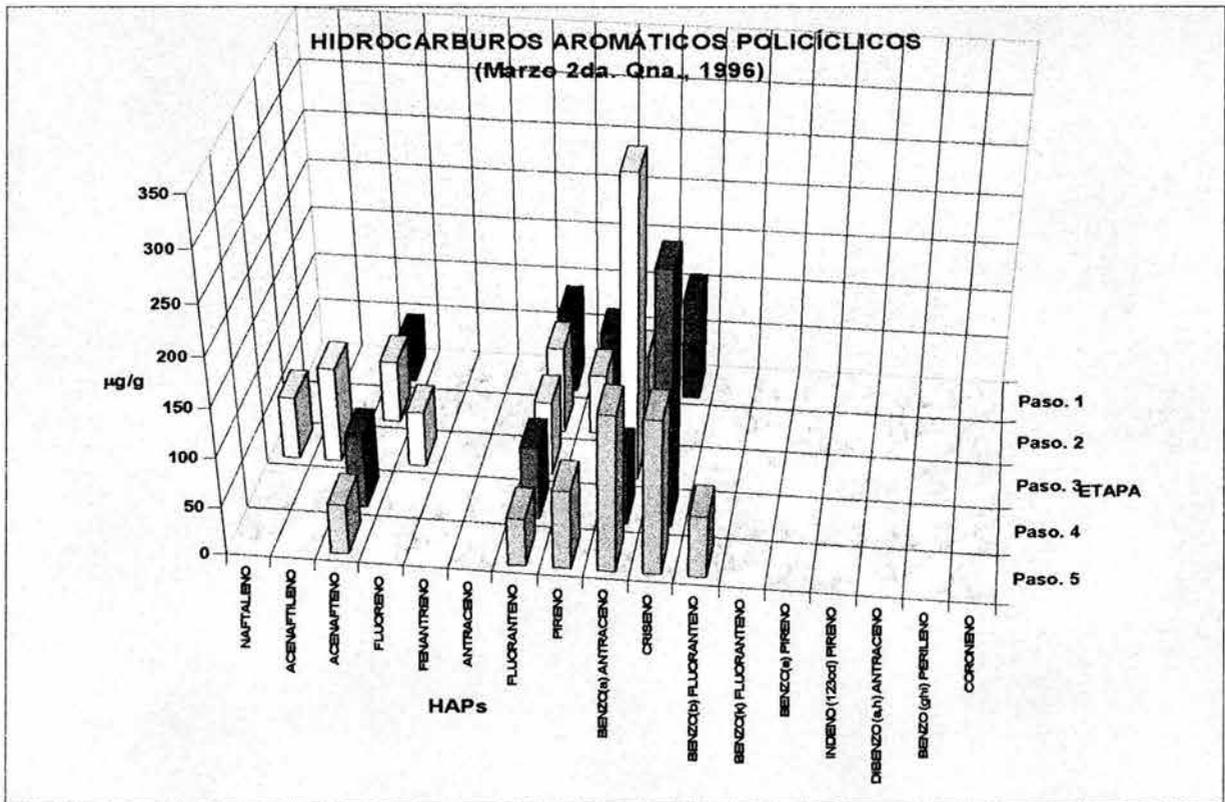
*- 60 ppm*

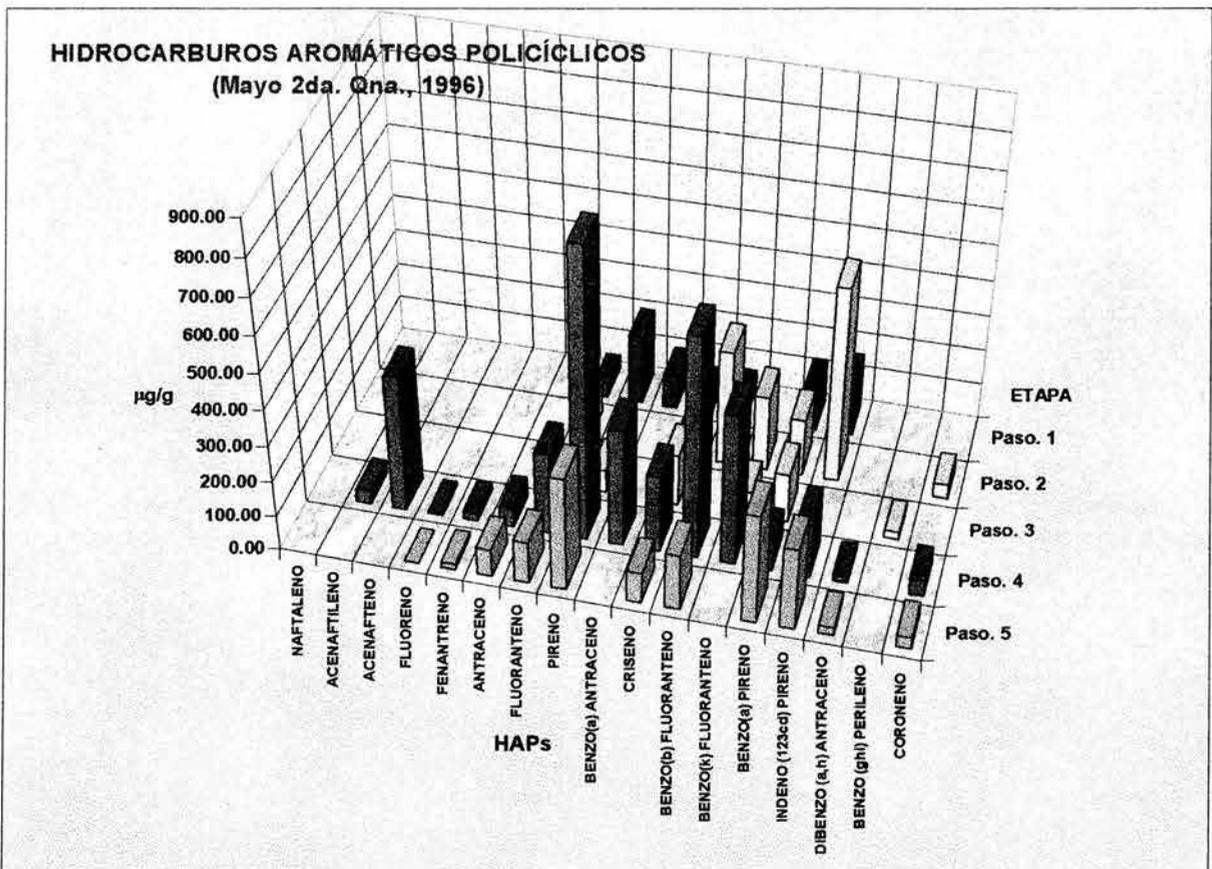
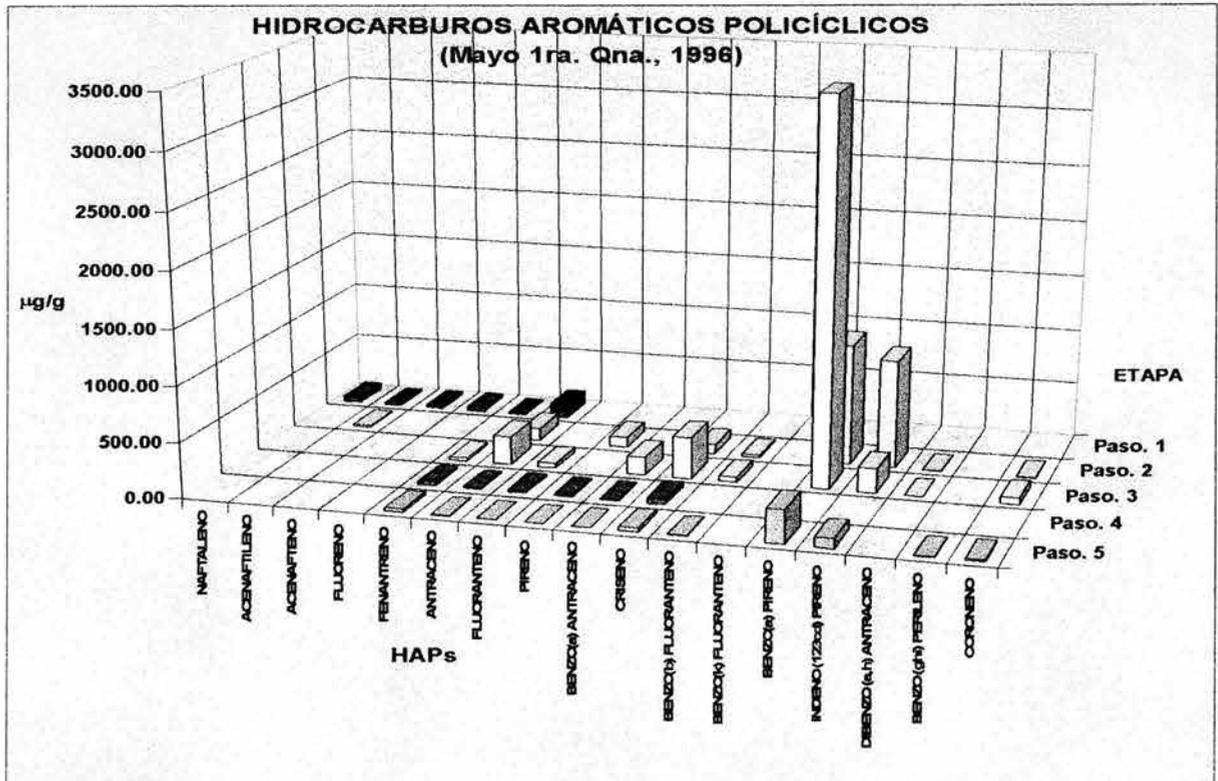
TOTAL AREA= 157424  
MUL FACTOR=1.0000E+00

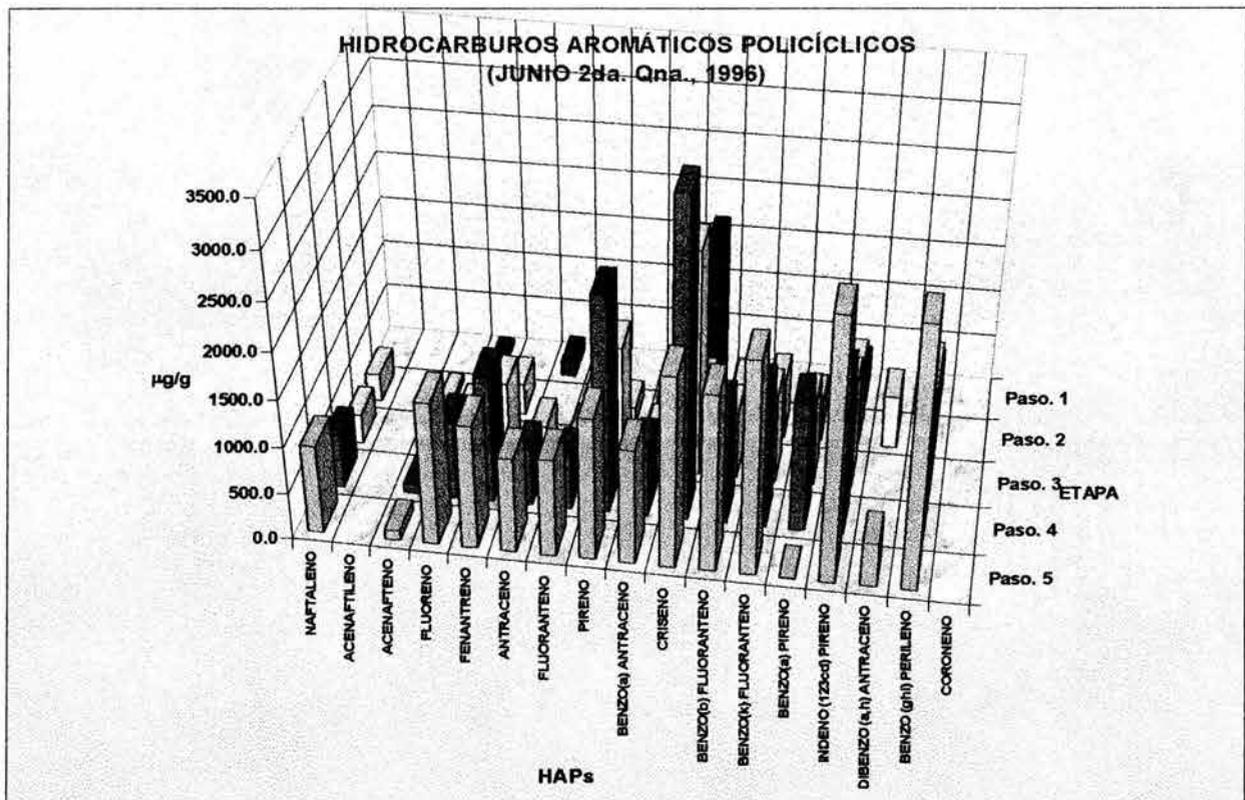
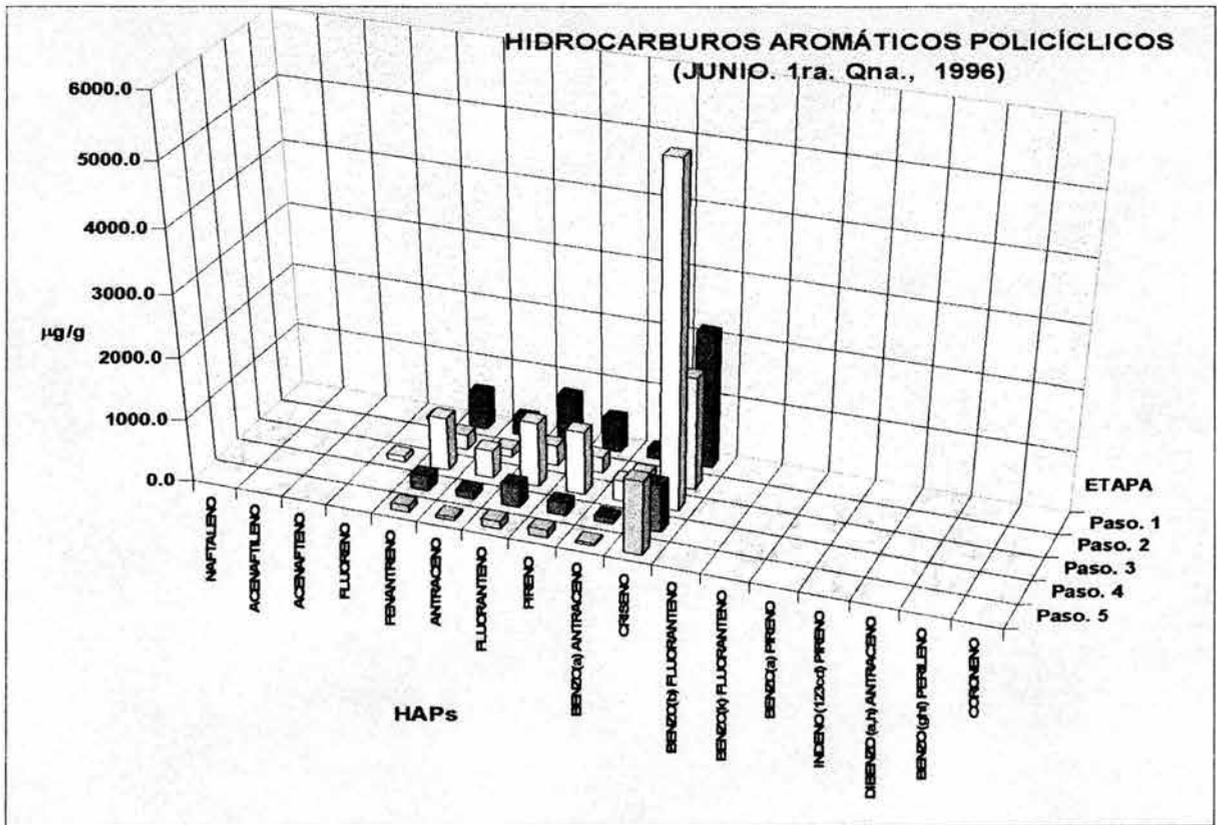


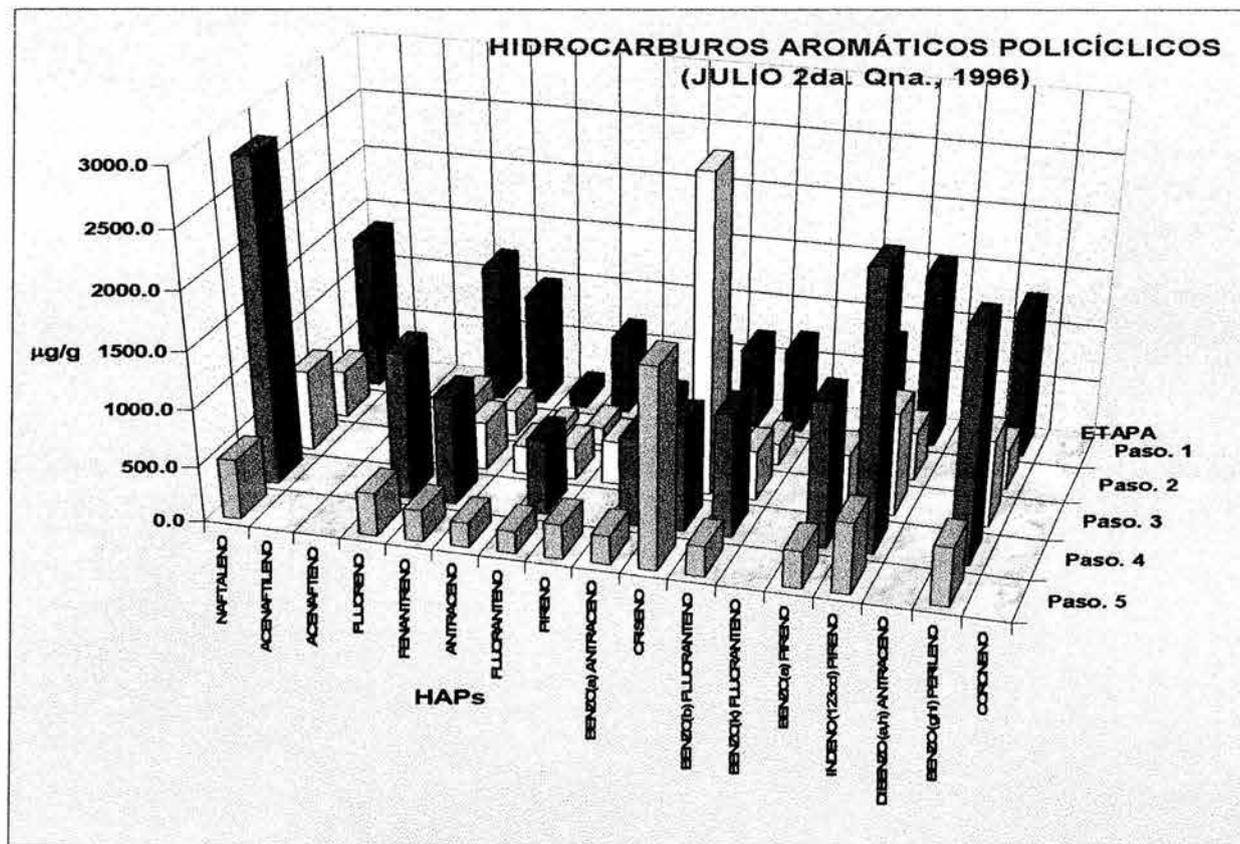
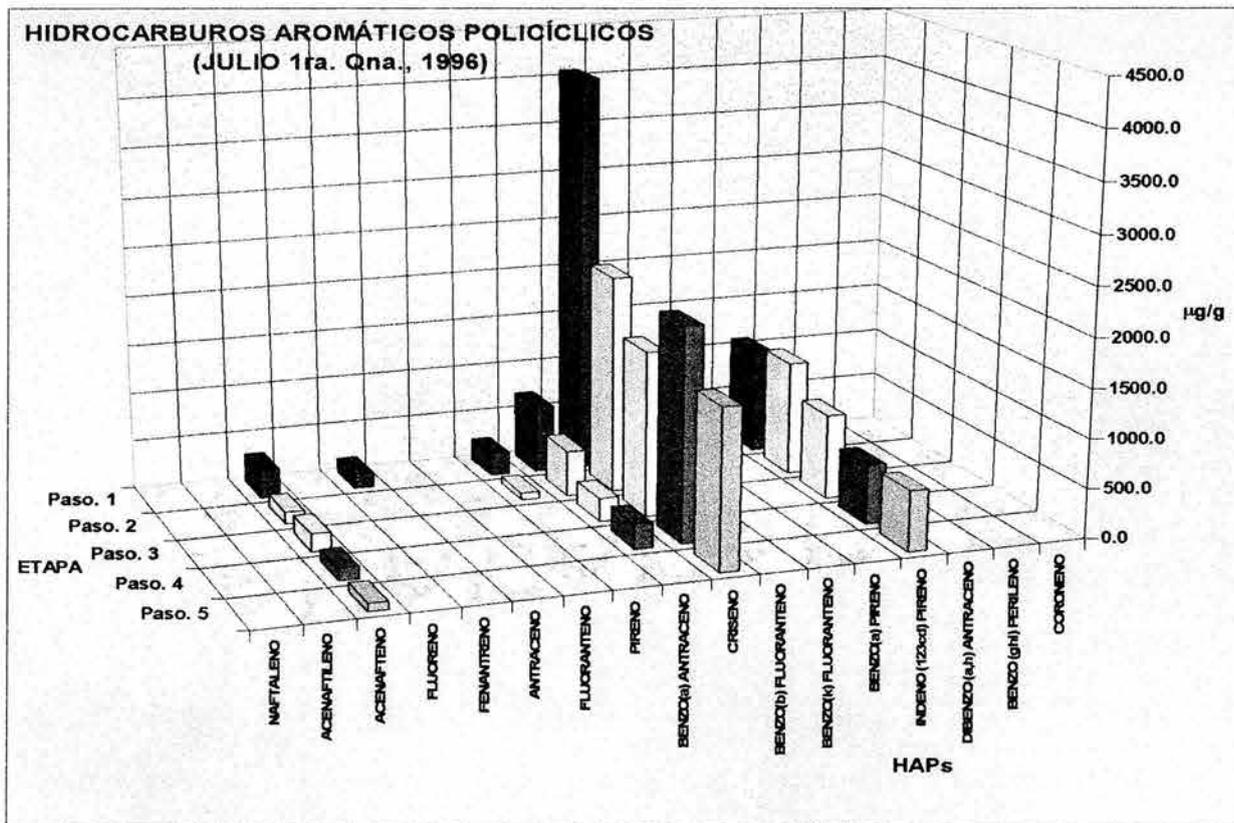


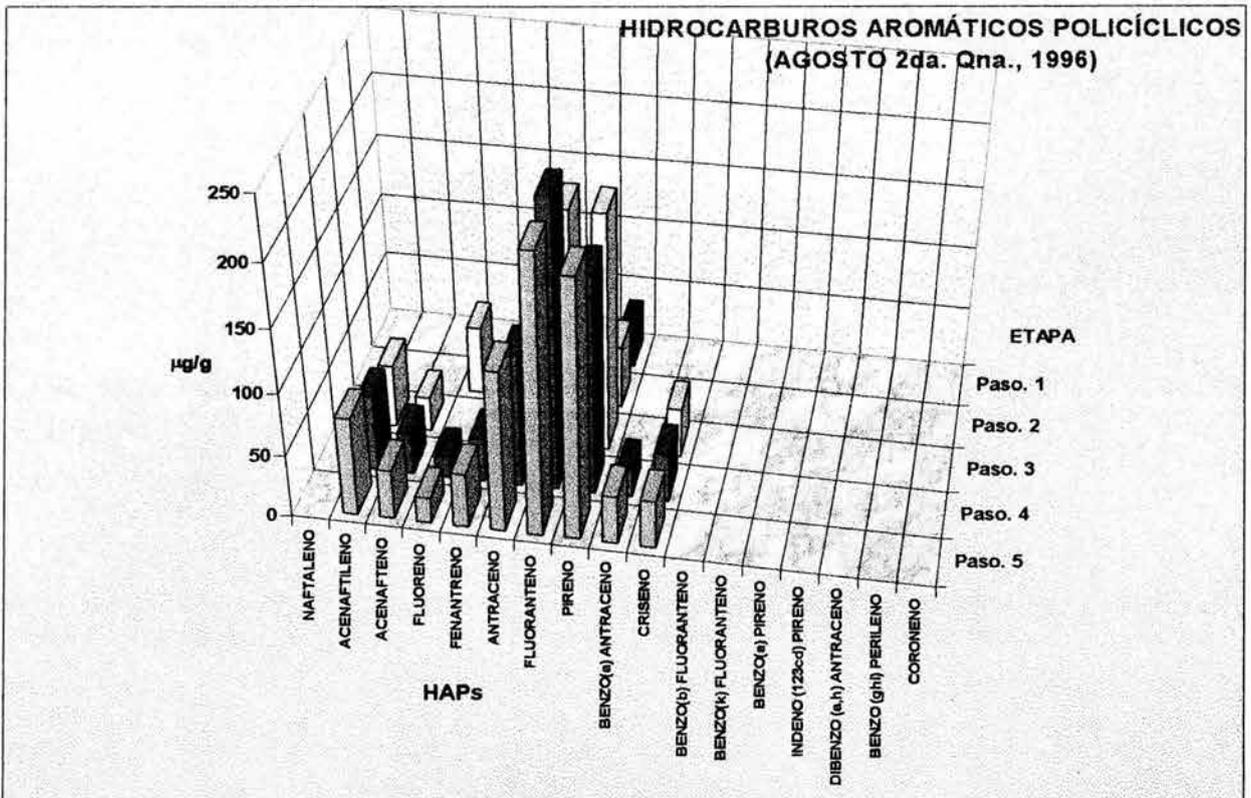
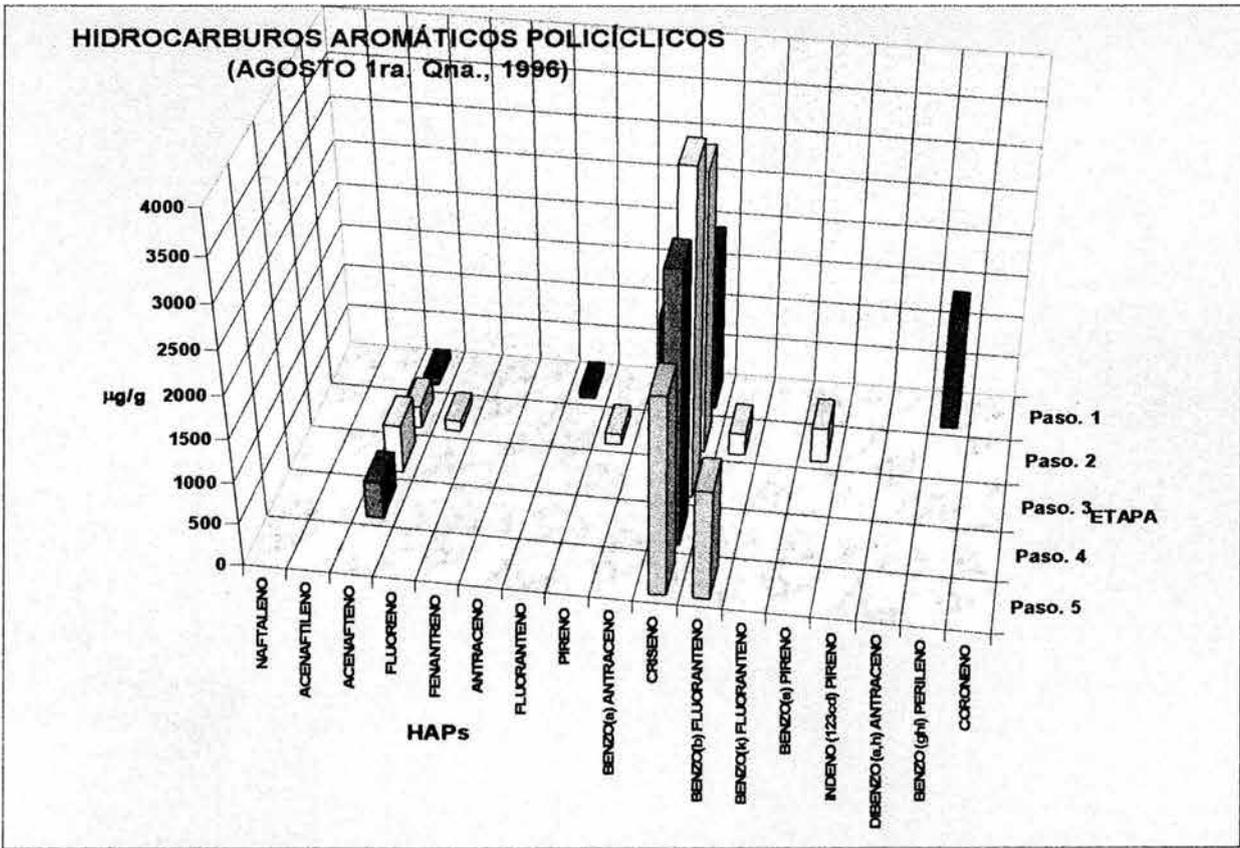


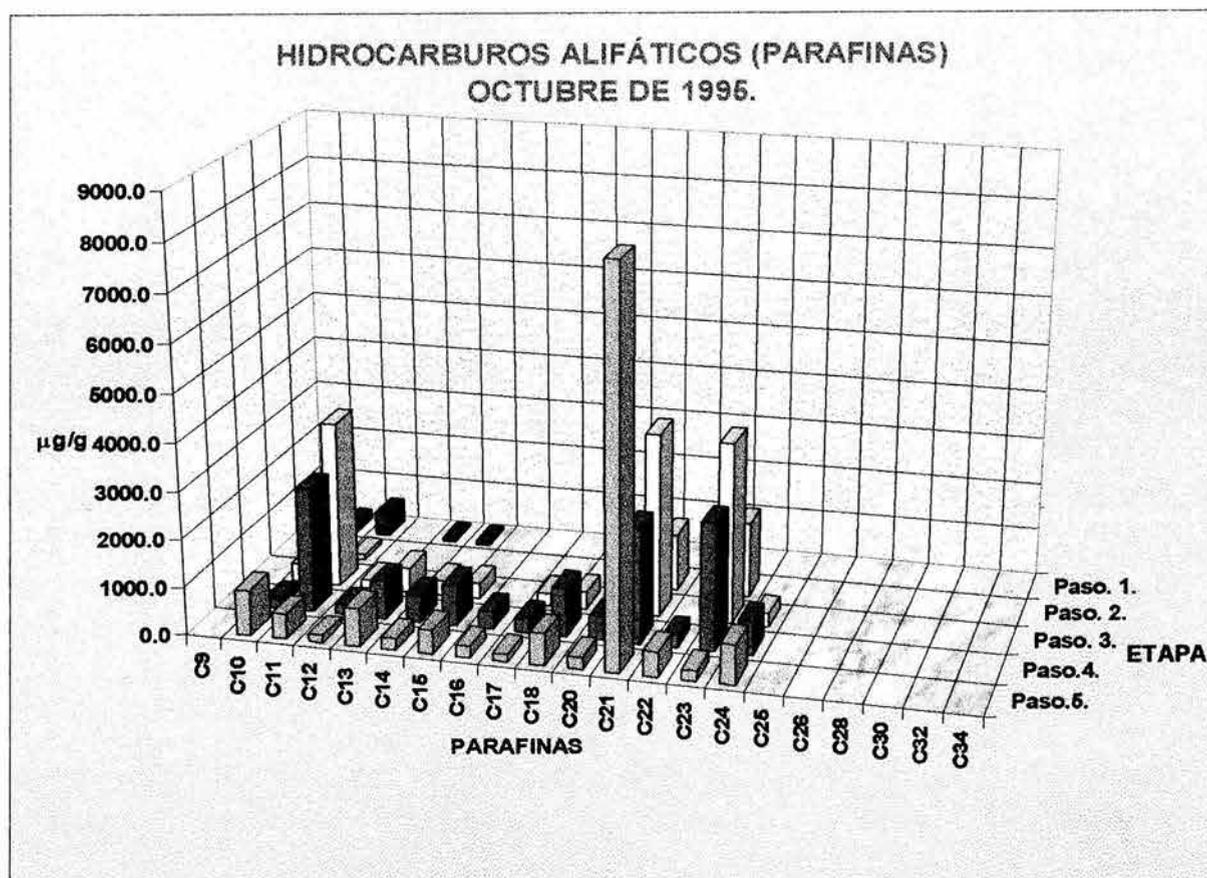
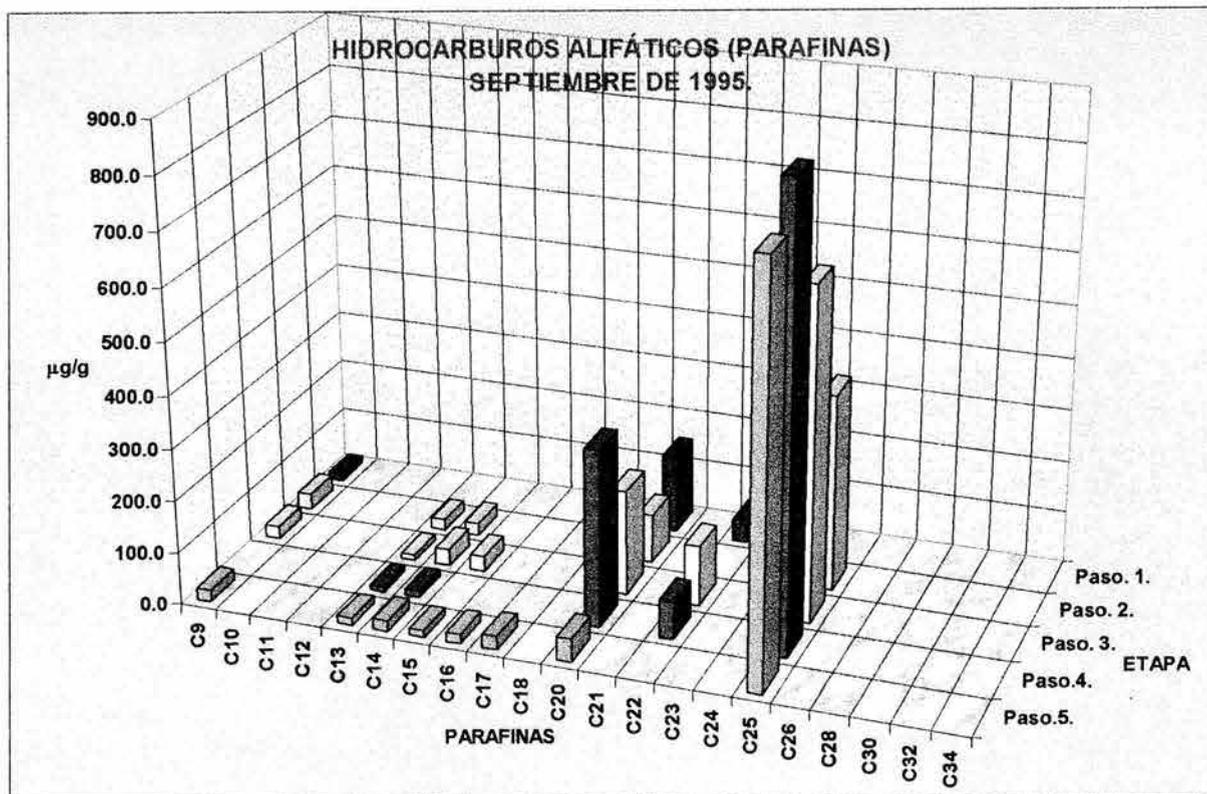


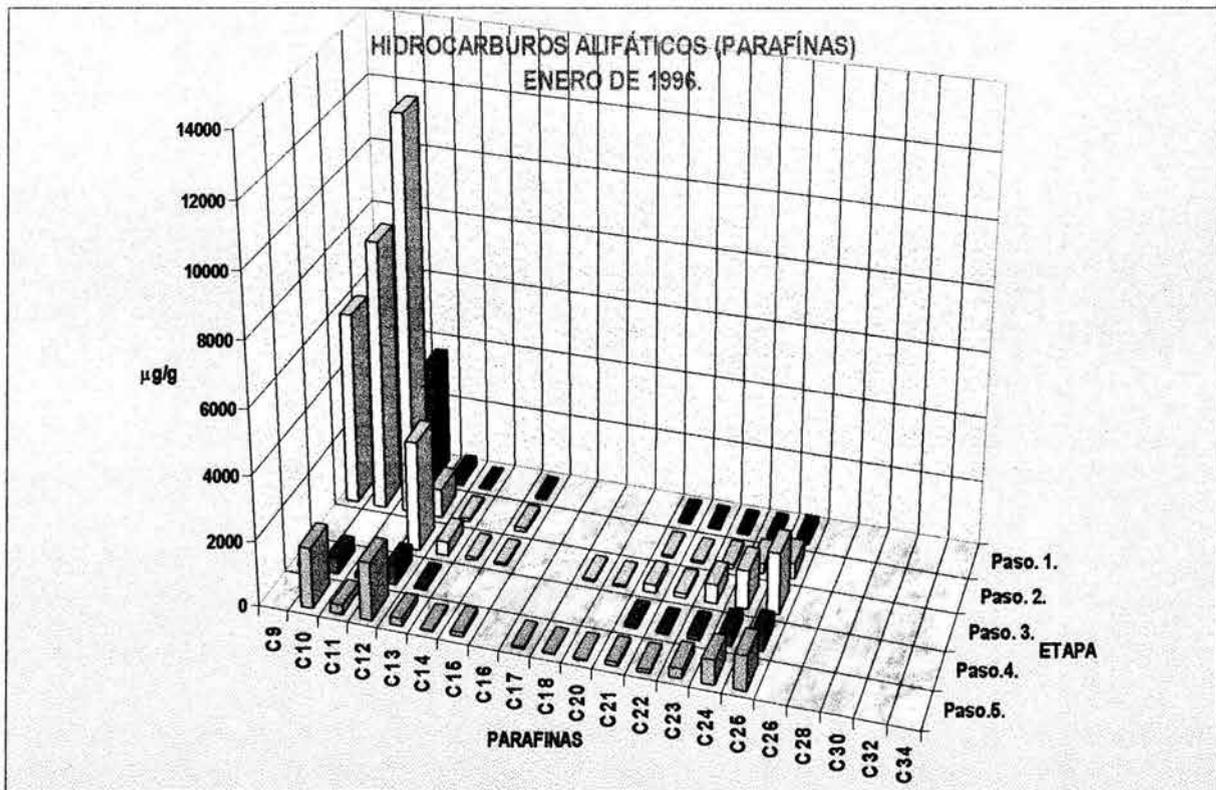
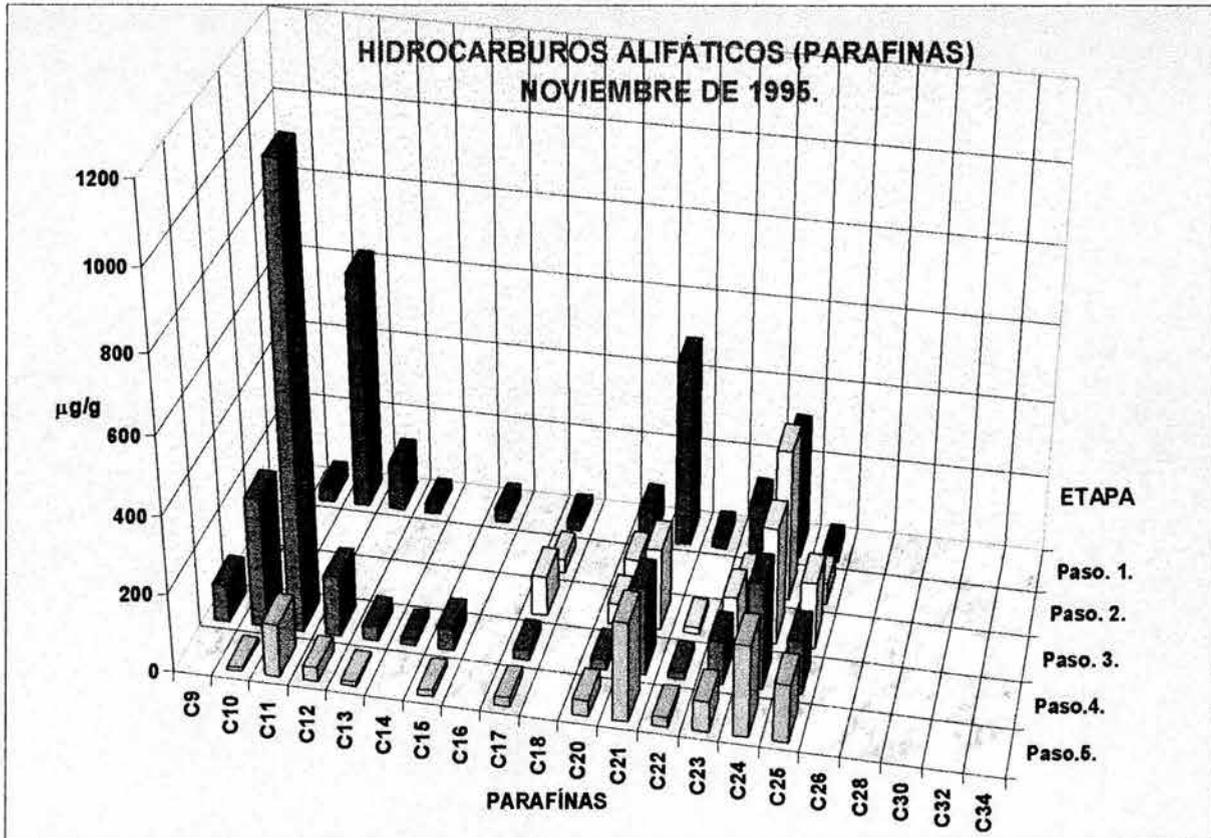


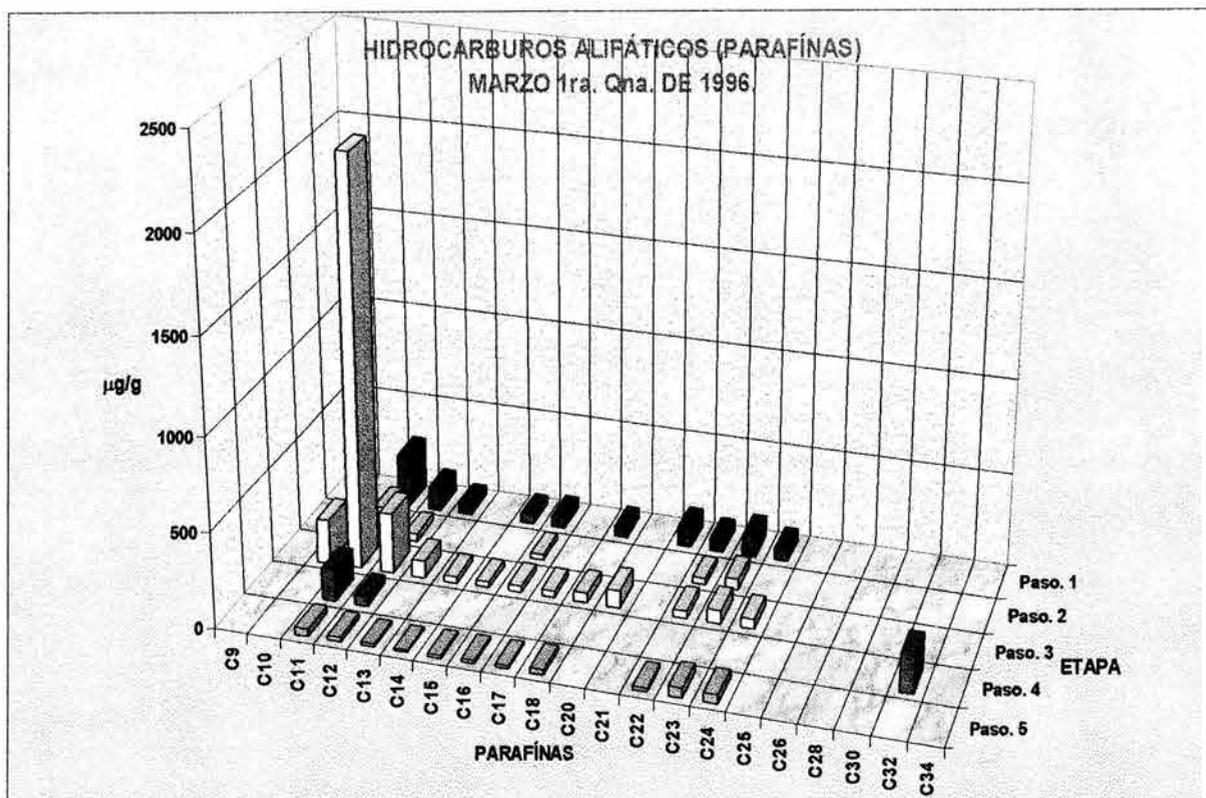
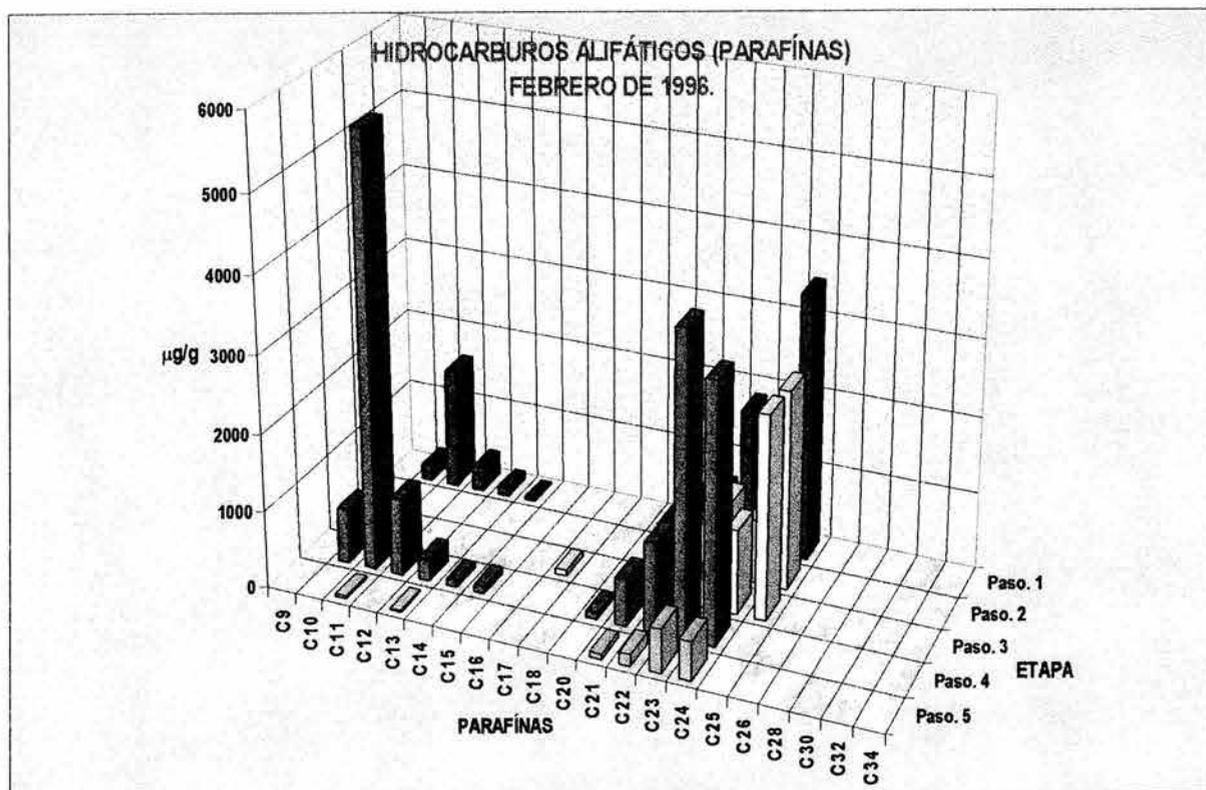


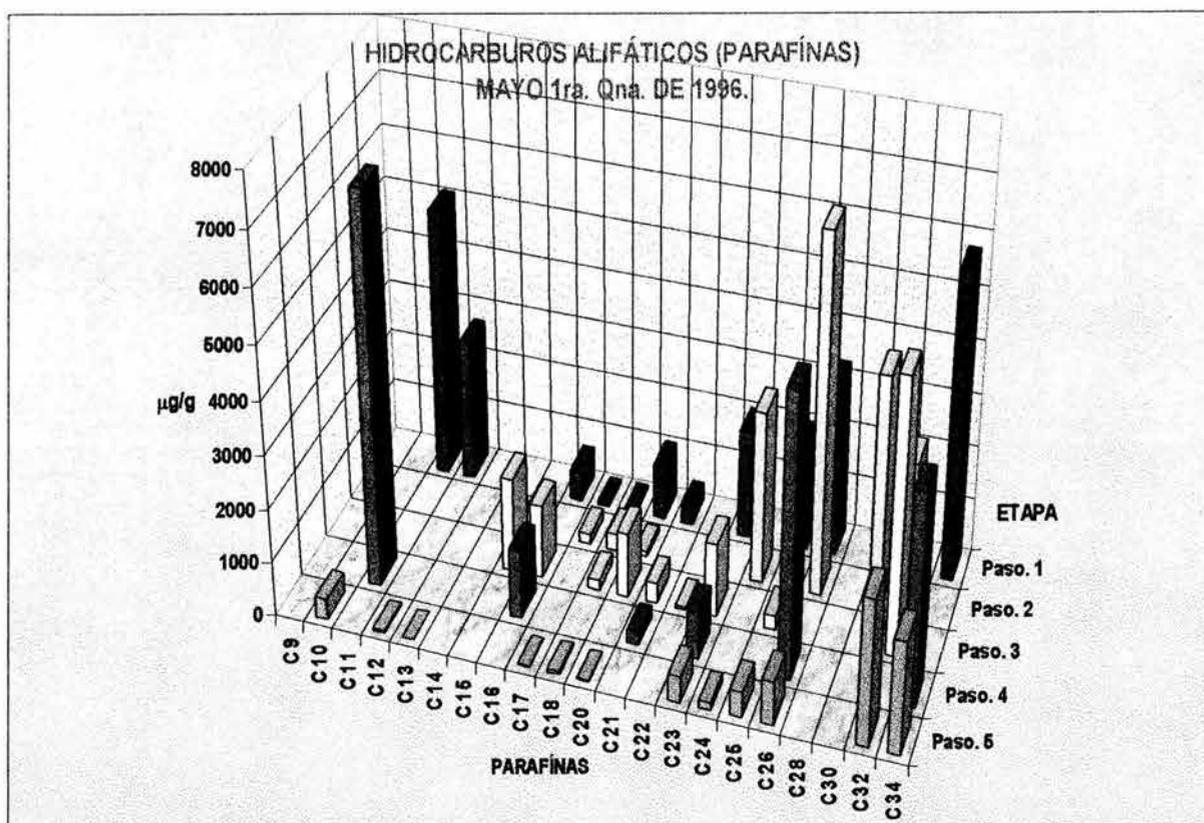
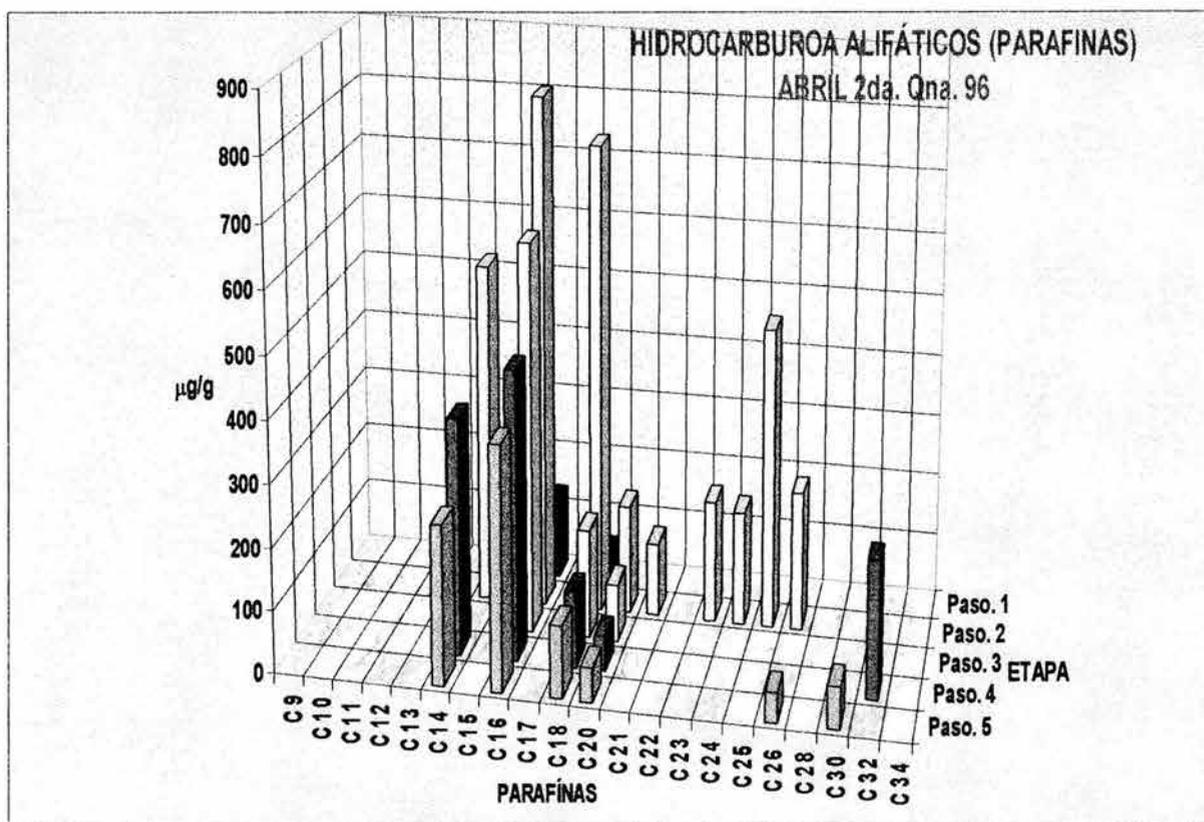


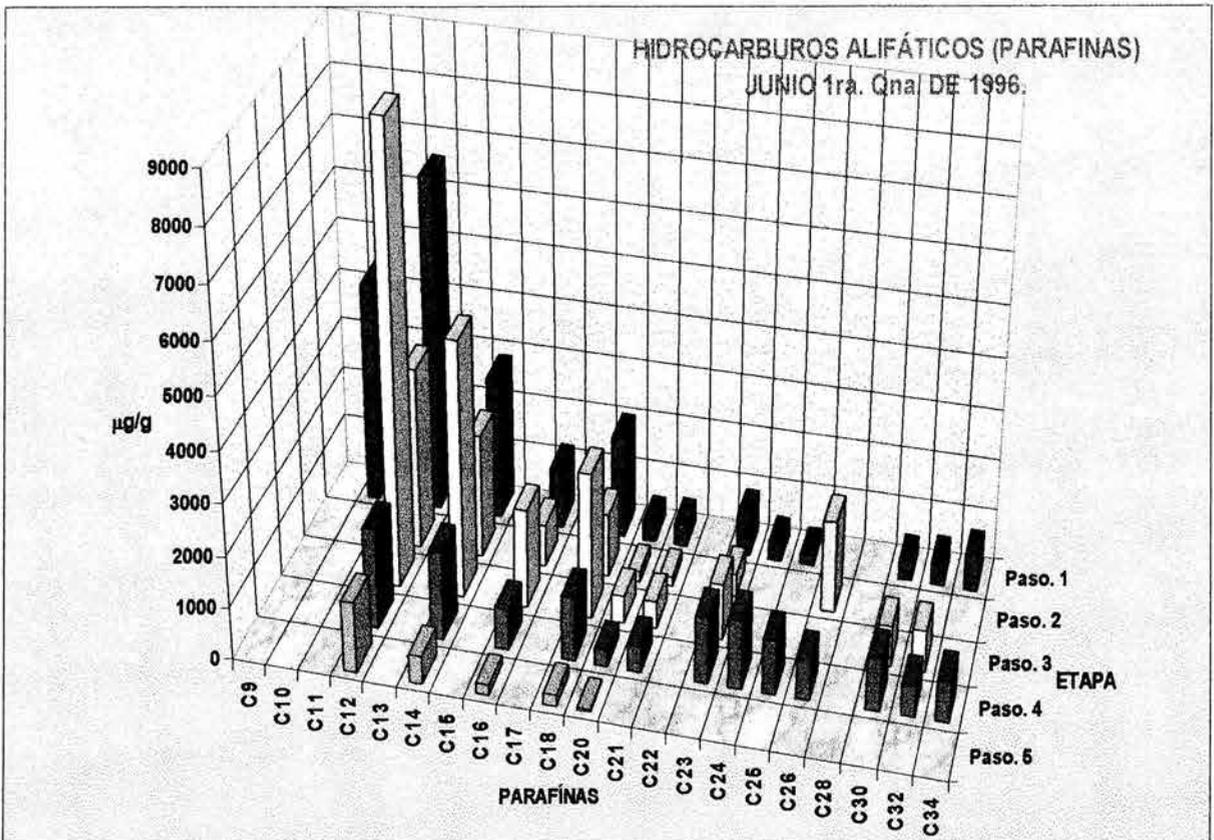
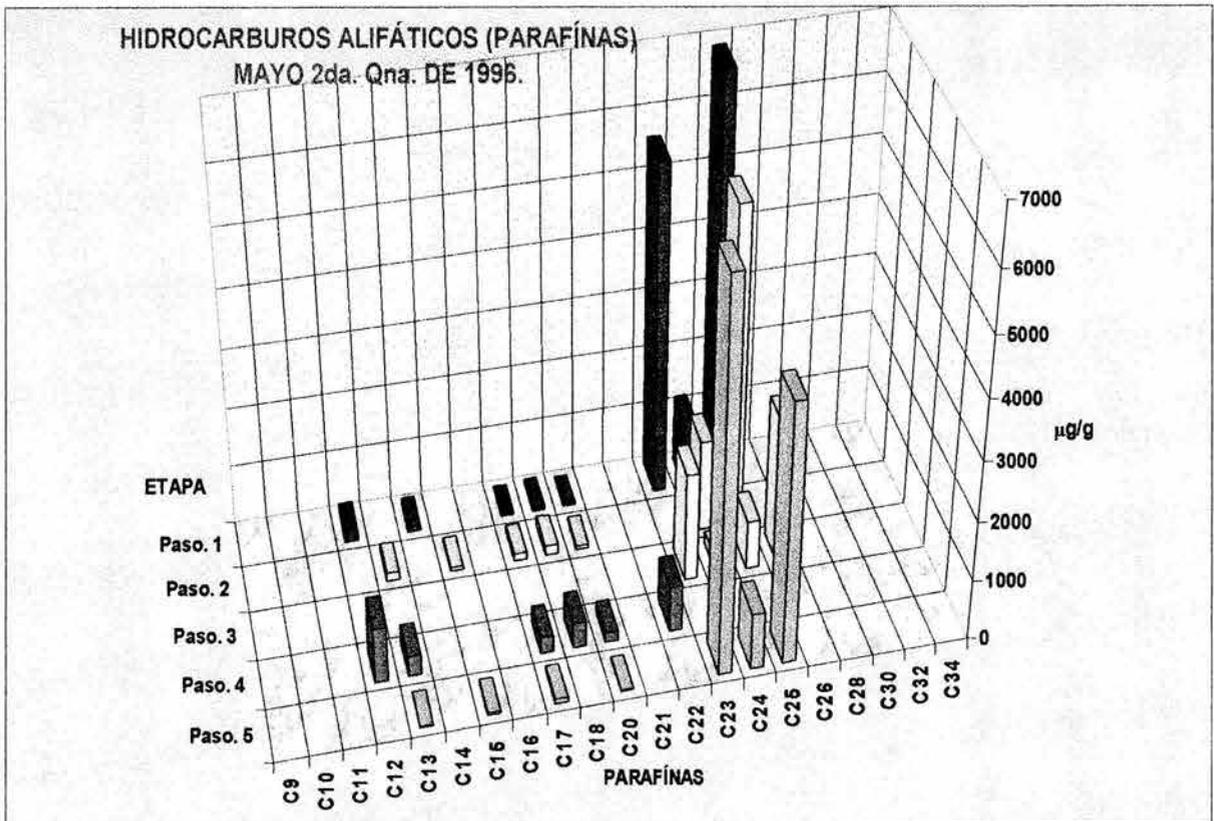


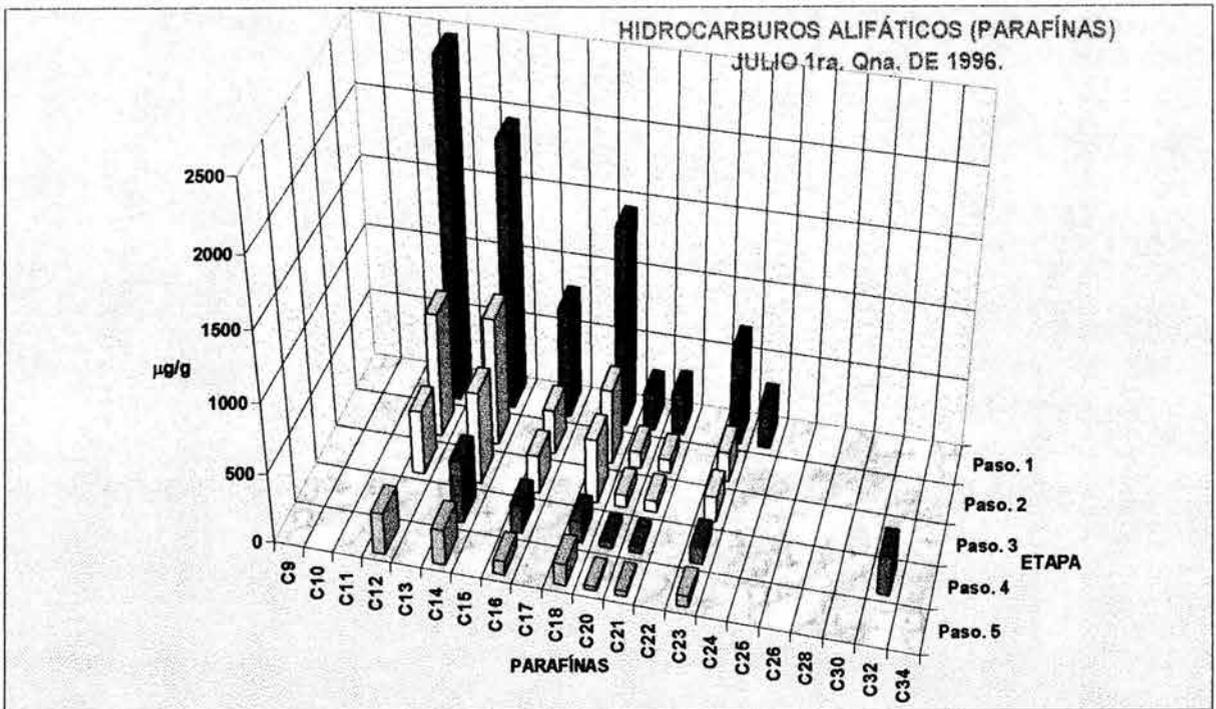
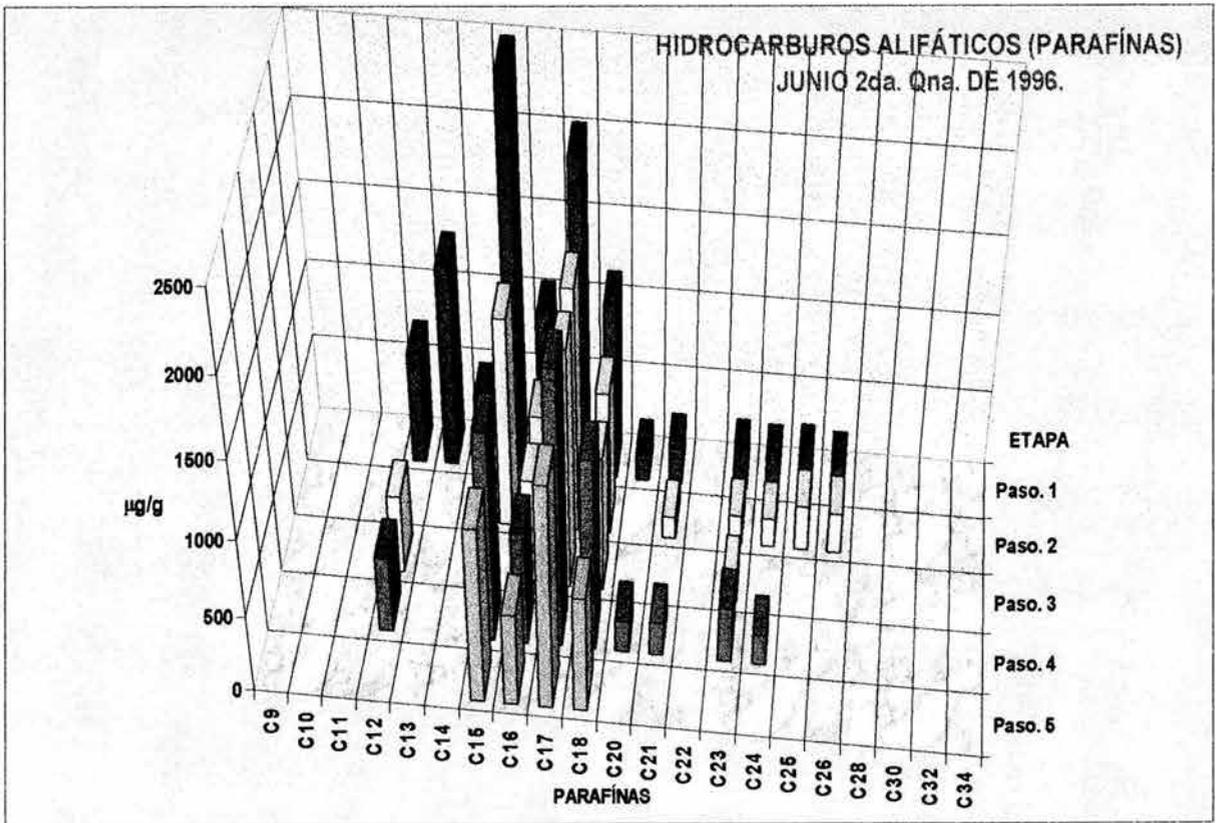


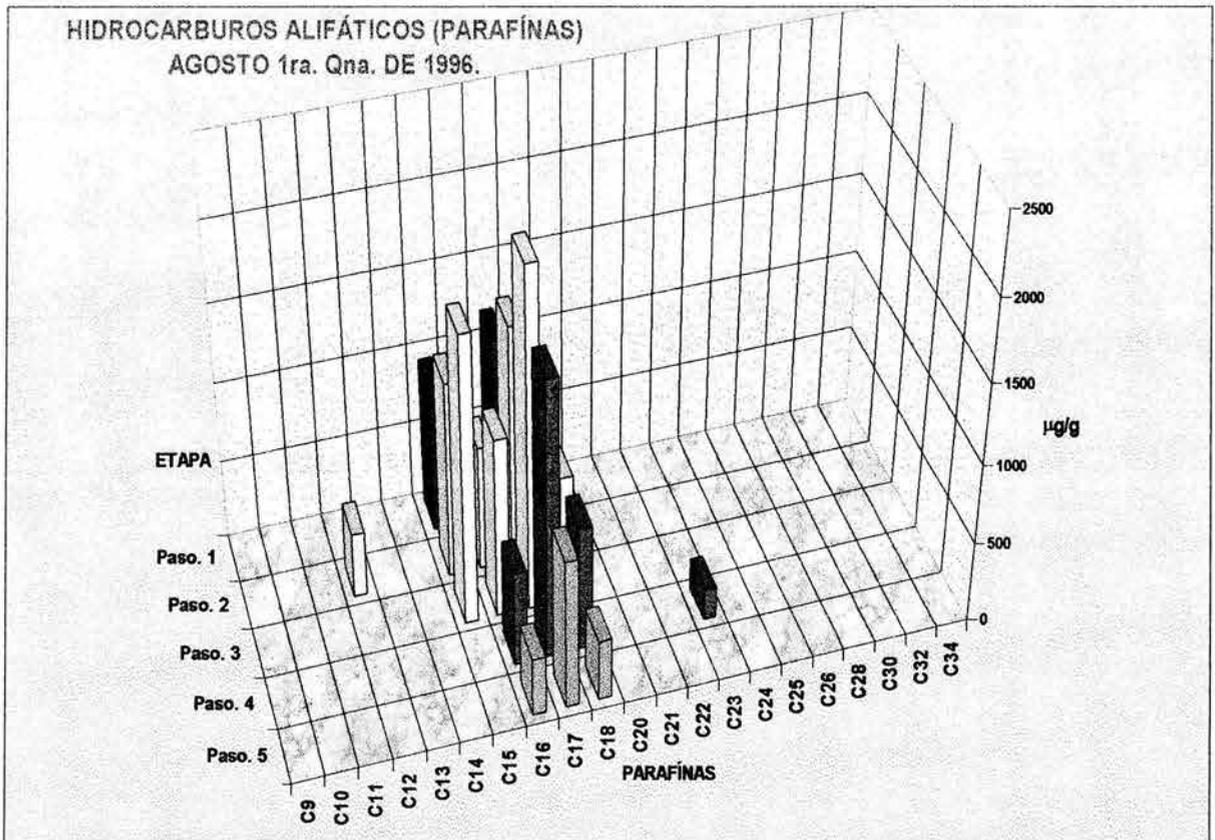
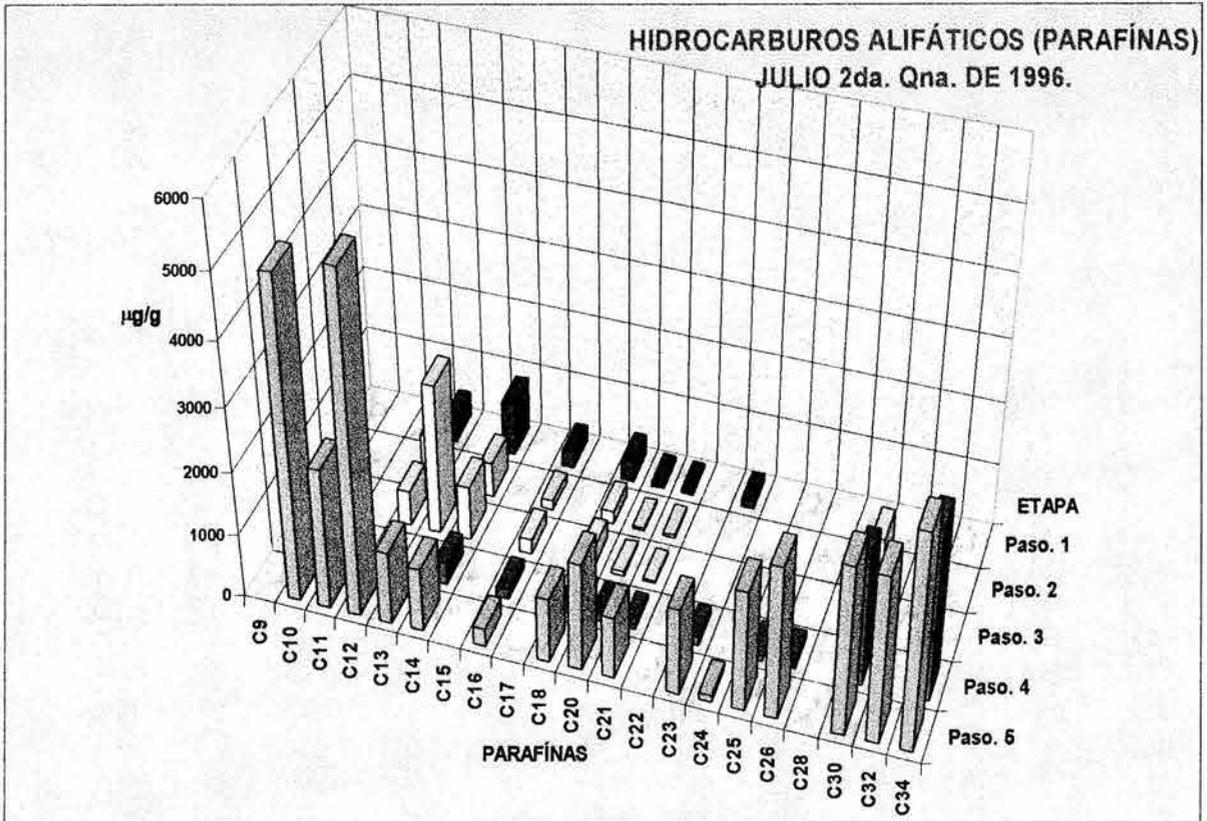


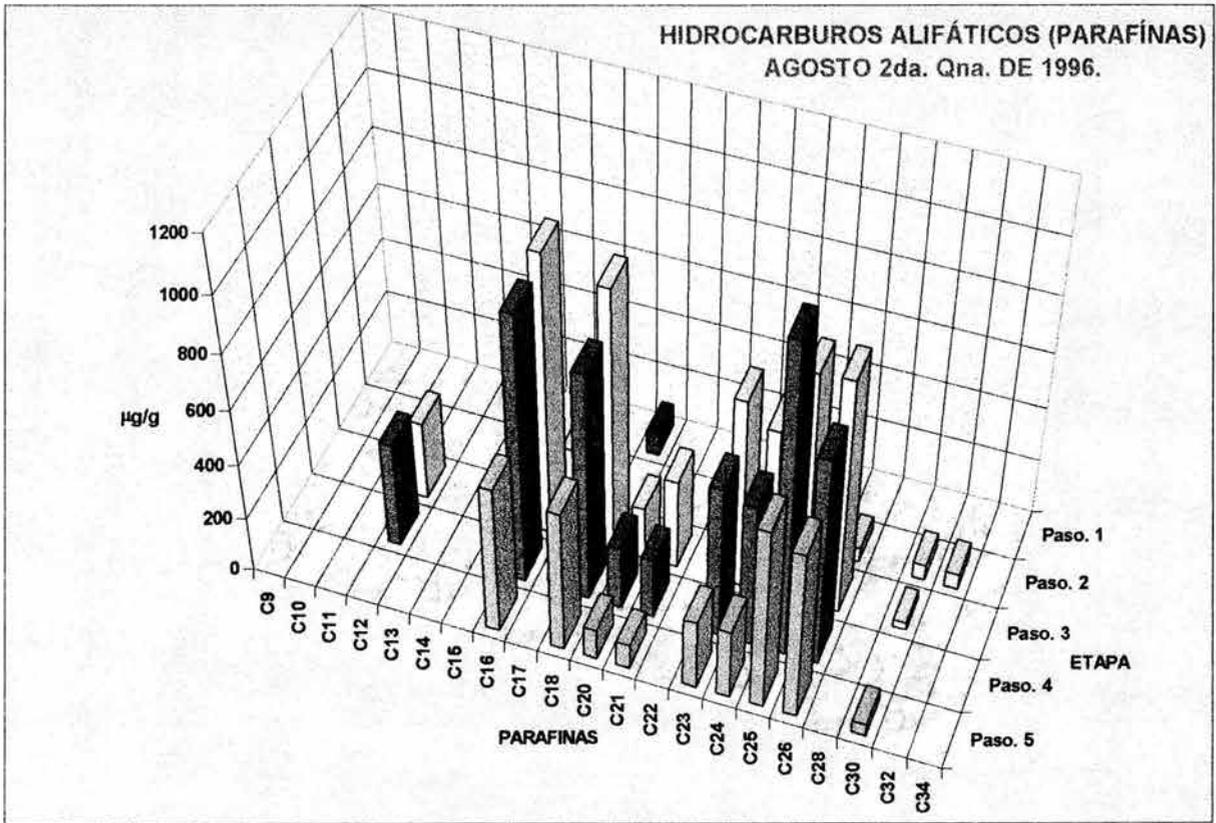












## 10. CONCLUSIONES:

Obtuvimos las siguientes conclusiones al examinar la idea inicial (hipótesis de nuestro estudio), si había o no una dependencia de los hidrocarburos alifáticos e HAPs por el tamaño (de distribución) de las partículas atmosféricas respirables.

- A. En un 80 % las concentraciones de los hidrocarburos presentan diferencias significativas entre los tratamientos; esto quiere decir, al ser separadas las partículas suspendidas respirables por el colector en cascada Tipo Hi-Vol, también los hidrocarburos son seleccionados por su tamaño molecular (por número de anillos y longitud). (Ver graficas de HAPs y de Parafinas mes por mes quincena por quincena).
- B. En la etapa número tres es donde encontramos la mayor concentración de hidrocarburos tanto para la fracción F1 como fracción F2. Es claro que la familia de tres y cuatro anillos aromáticos de los HAPs son las que ejercen su mayor influencia en las concentraciones reportadas.
- C. Principalmente desde el antraceno hasta el benzo(a)fluoranteno son los HAPs que reflejaron estar presentes en todos los tratamientos, siendo la mayor concentración obtenida y reportada (en este estudio) para la etapa No. 3. (ver graficas para HAPs mes por mes).
- D. No necesariamente un aumento en la concentración de las aeropartículas respirables, deba de reflejar un incremento en la concentración de los contaminantes (HAPs). También válido para la fracción F1.
- E. Los hidrocarburos lineales colectados durante un año, presentaron concentraciones que fluctuaron entre los 90 000 y 105 000  $\mu\text{g/g}$  (de aeropartículas colectadas). Reportamos también la concentración para los HAPs totales, que van desde 50 000 a 75 000  $\mu\text{g/g}$ . Con estos resultados es factible sugerir un rango de concentración (para las cinco etapas o tratamientos) en futuros muestreos para aerosoles o partículas suspendidas respirables. Obviamente si se quiere conocer cuales hidrocarburos están secuestrados en las aeropartículas, forzosamente se tendrá que hacer un análisis cromatográfico (tarea cuantitativa y muy laboriosa) para cada etapa del muestreo.
- F. Al observar y analizar nuestros resultados; lo interesante, ahora es el poder sugerir una concentración por día, para los hidrocarburos lineales y otra para los HAPs colectados de las aeropartículas respirables, que pueden ir desde 1100 a 1500  $\mu\text{g/g}$  para las parafinas y un rango de concentración de 550 a 800  $\mu\text{g/g}$  para los HAPs., (que incluye la suma de las cinco etapas). Lo que significa que podríamos estar respirando y atrapando más o menos entre 0.6 a 1.0 mg/día de hidrocarburos.
- G. Es notoria la diferencia entre carbonos pares e impares. Predominan con un 55% los carbonos pares contra un 45 % de los nones. (Una explicación factible está en análisis de resultados)
- H. Una última apreciación sobre el comportamiento de los hidrocarburos alifáticos es que un amplio rango de bacterias, hongos y levaduras han mostrado crecer y desarrollarse bien a expensas de los hidrocarburos (líquidos) alifáticos que van desde el  $\text{C}_{10}$  al  $\text{C}_{18}$ . (Higgins 1978). Este comportamiento se aprecia claramente en nuestros resultados, donde la concentración de parafinas es mucho menor en los n-alcenos  $\text{C}_{13} - \text{C}_{20}$ .
- I. Toda la información anterior nos lleva a la conclusión de que los seres humanos (que vivimos en esta gran urbe, corremos el riesgo de estar expuestos a compuestos que son carcinogénicos que pueden estar asociados con la incidencia de varios tipos de cáncer. Entonces si la mayoría de los HAPs son absorbidos y/o adsorbidos por la materia inerte particulada, tenemos una gran probabilidad de transportar a estos compuestos hacia nuestras vías aéreas superiores, de aquí hacia los bronquiolos y alvéolos pulmonares.

## 11. RECOMENDACIONES

Para que seamos merecedores del título de “*sapiens*” “*sapiens*” que nos hemos dado, es preciso hoy más que nunca, que encontremos las formas de desarrollo humano que nos permitan convivir con esta envoltura protectora -la atmósfera- sin ensuciarla ni rasgarla como lo estamos haciendo en este preciso instante en que usted está leyendo esta página de ésta tesis.

Tendremos forzosamente que reducir en forma drástica y definitiva la emisión de gases y contaminantes que afectan la composición del aire, sin crear desde luego desempleo ni cancelar las aspiraciones legítimas de toda la raza humana para encontrar una vida mejor.

La reducción de emisiones nocivas sin perjudicar la planta productiva se puede hacer realidad. Exige esfuerzos ya que implican cambios y modificaciones en nuestra diaria rutina, pero no es imposible lograrlo.

Usted hará cabalmente su parte seleccionando los productos que usted consume, eligiendo los que provienen de -un proceso industrial limpio sin contaminación y logrando el mínimo de desperdicios y por otra parte exigiendo a las autoridades públicas para que publiquen y lo más importante, apliquen con atingencia, las normas ecológicas convenientes.

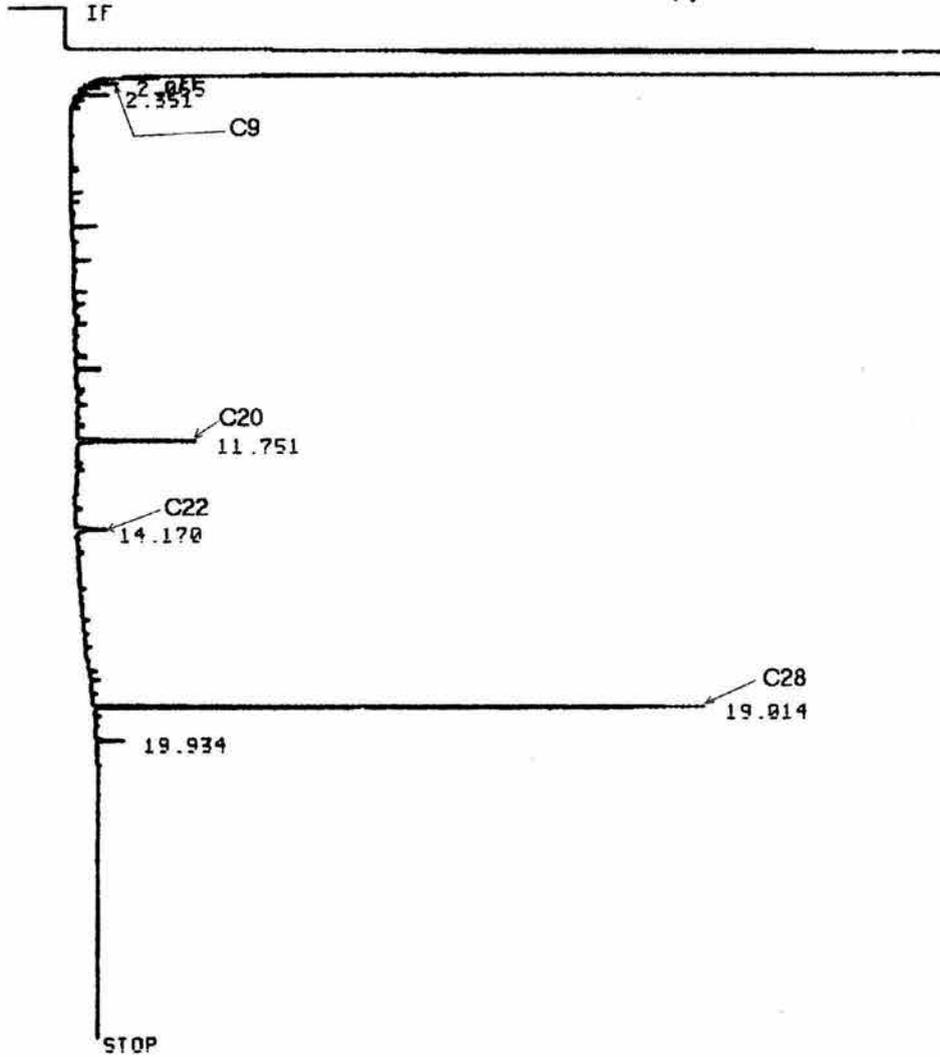
No debemos permitir que nuestra atmósfera única y maravillosa se siga contaminando y perturbando por la *acción del hombre*.

No podemos perder nuestra atmósfera, ni seguirla ensuciando, y contaminando , de lo contrario la especie humana desaparecerá de la faz de la Tierra llevándose consigo la vida entera del planeta llamado **Biosfera**.

12. Anexo de Cromatogramas Fracción F1 y F2. (Evidencia substancial de este trabajo)

\* RUN # 264 NOV 4, 1995 14:45:43  
 START IF

*40 ppm de C28*



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 264 NOV 4, 1995 14:45:43

SAMPLE NAME: ALIFATICOS  
 HIDROC. ALIFATICOS, PROJ. ICMYL-UAM

*40 µg/ml de  
 Paso 1 (F1) Sept. C28*

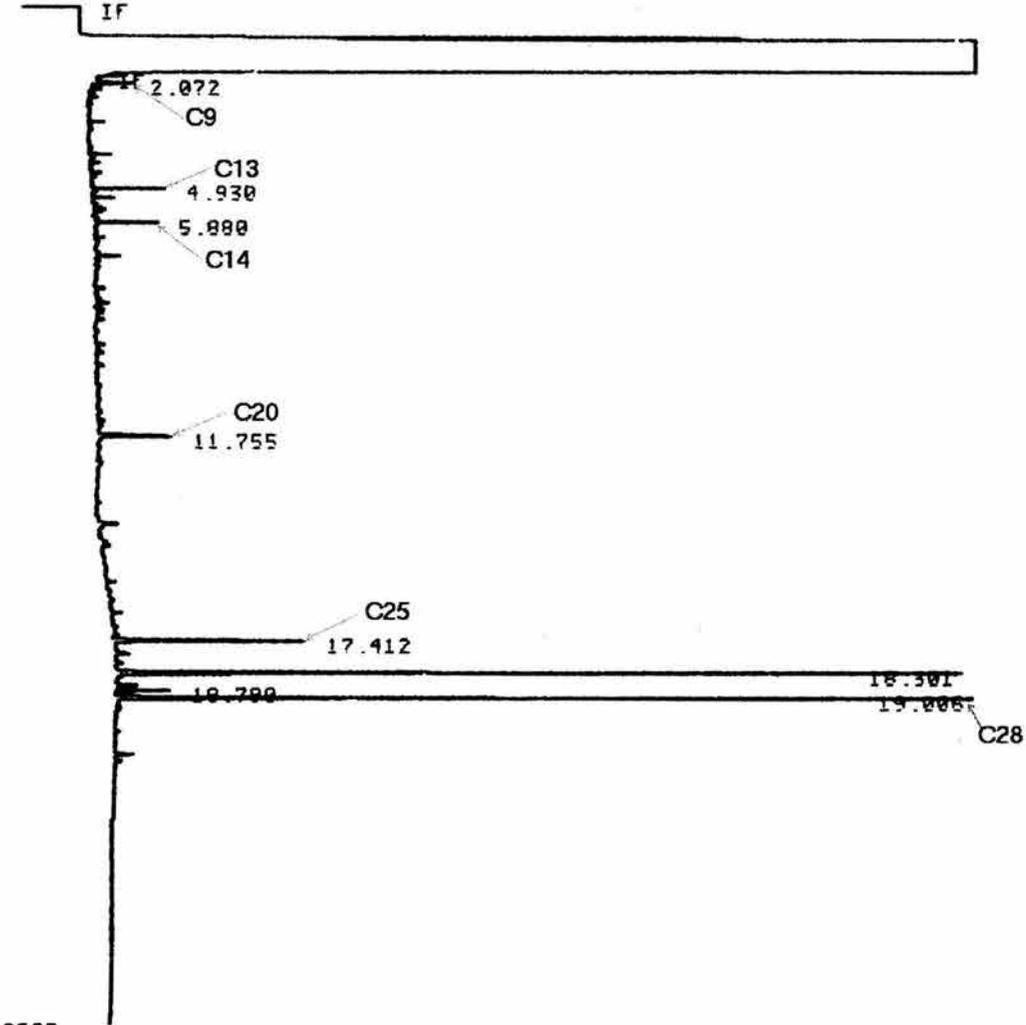
IDENTIFIER: ~~P01~~ 1,500,10L  
 SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
 ESTD-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
2.065	BB	966	.013	1R	.670	C9
2.351	BB	2663	.037		.000	
11.751	PB	15395	.059	11R	7.210	C20
14.170	PB	4595	.068	13	1.985	C22
→ 19.014	PB	<u>48366</u>	.036		<u>35.888</u>	← C28
19.934	PB	2583	.040	17	1.917	

TOTAL AREA= 74568  
 MUL FACTOR=1.0000E+00

50 ppm de C28

\* RUN # 265 NOV 6, 1995 17:19:37  
START



STOP

Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 265 NOV 6, 1995 17:19:37

SAMPLE NAME: ALIFATICOS  
HIDROC. ALIFATICOS, PROV. ICM, L-UAM

IDENTIFIER: P2 f1.500, 1UL  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
ESTD-AREA

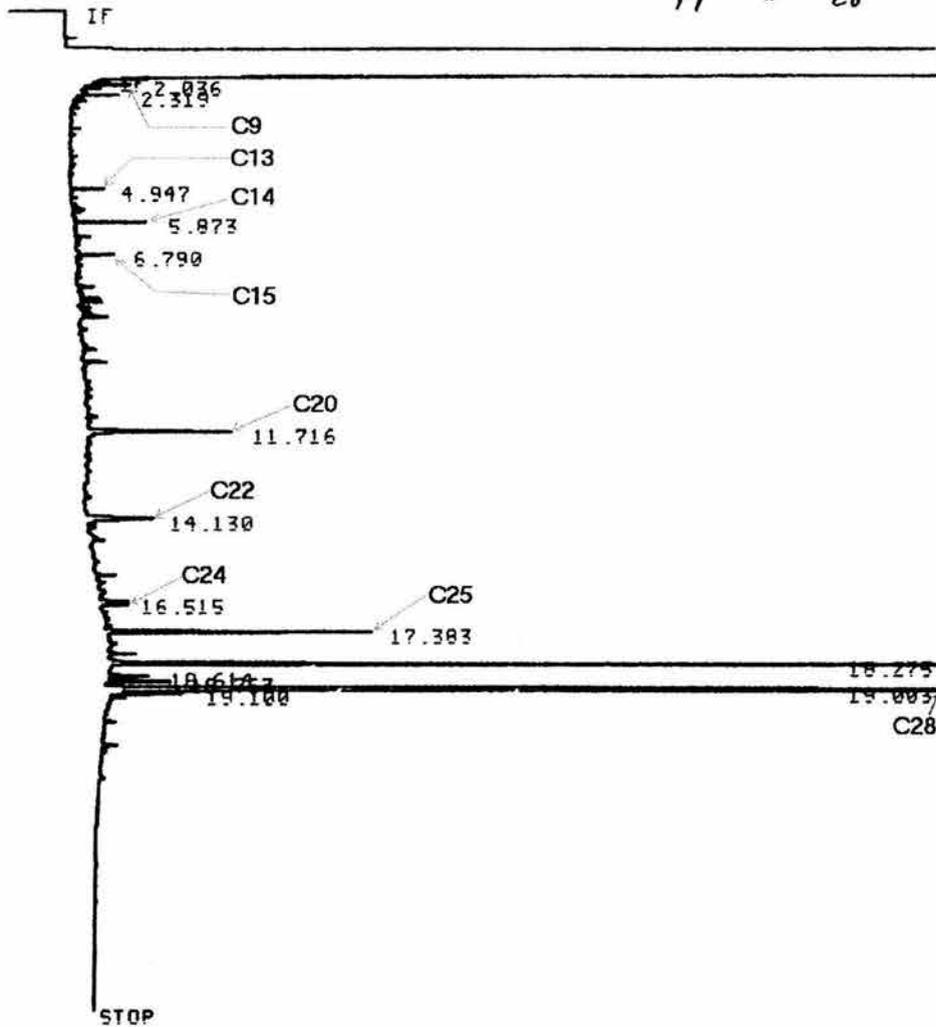
Paso 2 (Fs) Sept. 50 µg/ml de C28

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
2.072	UB	1844	.021	1R	1.280	C9
4.930	BB	3352	.021	5	.838	C13
5.880	BB	3618	.027	6	.975	C14
11.755	BB	8433	.053	11R	3.949	C20
17.412	PB	17301	.042	16	16.073	C25
18.301	PB	65380	.036		.000	
18.790	UB	4469	.038		.000	
→ 19.006	BB	67930	.036	17	50.404	C28

TOTAL AREA= 172327  
MUL FACTOR=1.0000E+00

\* RUN # 266 NOV 6, 1995 17:56:03

300 ppm de C28



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 266 NOV 6, 1995 17:56:03

SAMPLE NAME: ALIFATICOS  
 HIDROC. ALIFATICOS, PROV. ICMYL-UAM

300 ng/ml  
 de C28

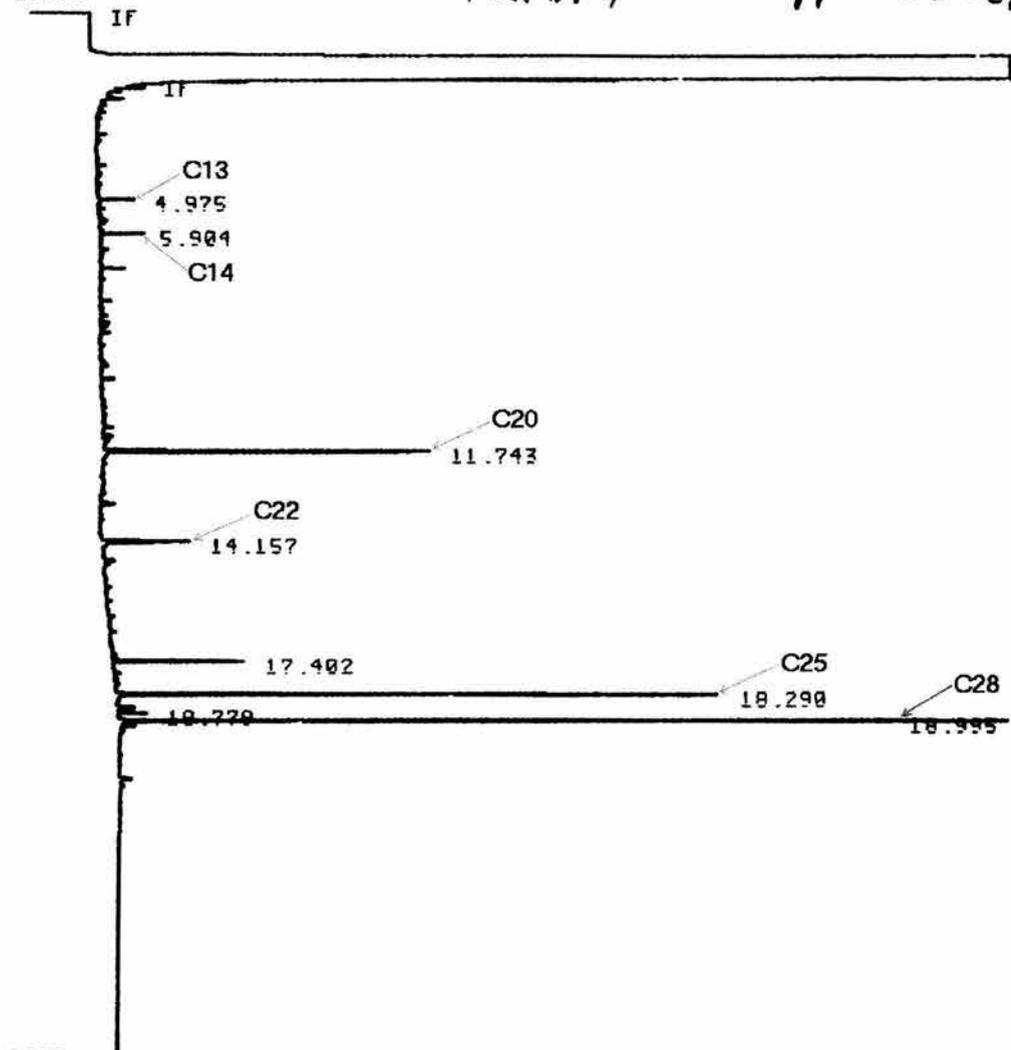
IDENTIFIER: P3f1.500.1UL  
 SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
 ESTD-AREA

Peso 3 (Fr) Sept.

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
2.036	BB	1366	.014	1R	.948	C9
2.319	UP	1998	.021		.000	
4.947	PB	1641	.021	5	.410	C13
5.873	PB	4578	.028	6	1.234	C14
6.790	BB	2942	.036	7	1.106	C15
11.716	BB	16557	.054	11R	7.754	C20
14.130	PB	10400	.078	13	4.496	C22
16.515	BU	3551	.055	15	3.299	C24
17.383	PB	26330	.045	16	24.461	C25
18.275	PB	82612	.040		.000	
18.614	PB	3673	.042		.000	
18.763	BB	5294	.038		.000	
→ 19.003	PB	407697	.048		302.511	
19.100	BB	5008	.034	17	3.716	C28

\* RUN # 267 NOV 7, 1995 11:42:38  
START IF Paso No 4

50 ppm de C28



STOP

Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 267 NOV 7, 1995 11:42:38

SAMPLE NAME: ALIFATICOS  
HIDROC. ALIFATICOS, PROY. ICMYL-UAM

50 ug/ml de C28

IDENTIFIER: P4 PL, 500, 1UL  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
ESTD-AREA

Paso 4 (F1) Sept.

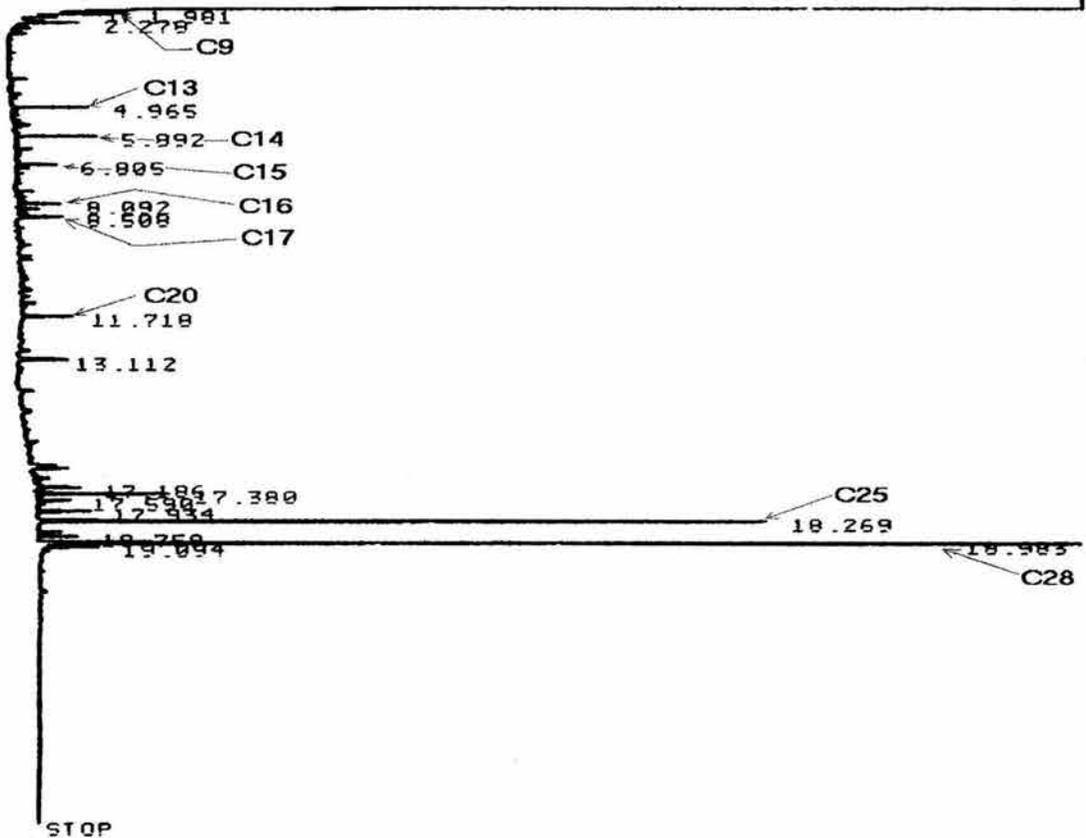
RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
4.975	PB	1643	.021	5	.411	C13
5.904	BB	2059	.022	6	.555	C14
11.743	PB	29629	.044	11R	13.876	C20
14.157	BB	6820	.038	13	2.946	C22
17.402	PB	9510	.034		.000	
18.290	PB	38207	.030	16	35.494	C25
18.779	PB	2181	.034		.000	
→ 18.995	PB	65330	.031	17	48.475	C28

TOTAL AREA= 155379  
MUL FACTOR=1.0000E+00

\* RUN # 268  
START IF

NOV 7, 1995 12:26:32

*Paso No 5 100 ppm de C28*



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 268 NOV 7, 1995 12:26:32

SAMPLE NAME: ALIFATICOS  
HIDROC. ALIFATICOS, PROY. ICMYL-UAM

*100 µg/ml C28*

IDENTIFIER: P<sub>5</sub> f1,500,1UL  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
ESTD-AREA

*Paso 5 (P1) Sept.*

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
1.981	BB	1656	.013	1R	1.149	C9
2.278	UB	1963	.019		.000	
4.965	BB	2933	.021	5	.733	C13
5.892	BB	3810	.026	6	1.027	C14
6.805	UB	1853	.025	7	.697	C15
8.892	PB	2420	.031	8	.876	C16
8.508	UB	3546	.043	9	1.337	C17
11.718	PB	4829	.052	11R	2.262	C20
13.112	BB	4457	.049		.000	
17.186	PB	3916	.053		.000	
17.380	BP	8765	.036		.000	
17.590	BB	2106	.033		.000	
17.934	BB	4786	.048		.000	
18.269	BB	42999	.033	16	39.946	C25
18.759	BB	2448	.033		.000	
→ 18.983	PB	166624	.035		123.635	C28
19.094	BB	3193	.033	17	2.369	

TOTAL AREA= 262304  
MUL FACTOR=1.0000E+00

*Estándar alifáticos cat. F1*

IF

2.155	C9
2.618	C10
3.277	C11
4.099	C12
5.005	C13
5.929	C14
6.830	C15
7.715	C16
8.580	C17
9.464	C18
11.345	C20
12.350	C21
13.610	C22
14.793	C23
15.635	C24
16.632	C25
Estandar Interno	
18.855	C28
19.855	C30
21.400	C32

END OF SIGNAL

Closing signal file M:SIGNAL .BNA

RUN# OCT 28, 1995 13:48:65

SAMPLE NAME: ALIFATICOS  
 HIDROC. ALIFATICOS. PROY. ICMVL-UAM

*Std. Alifáticos*

IDENTIFIER: MIXALIF.1UL  
 SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNA  
 ESTD-AREA

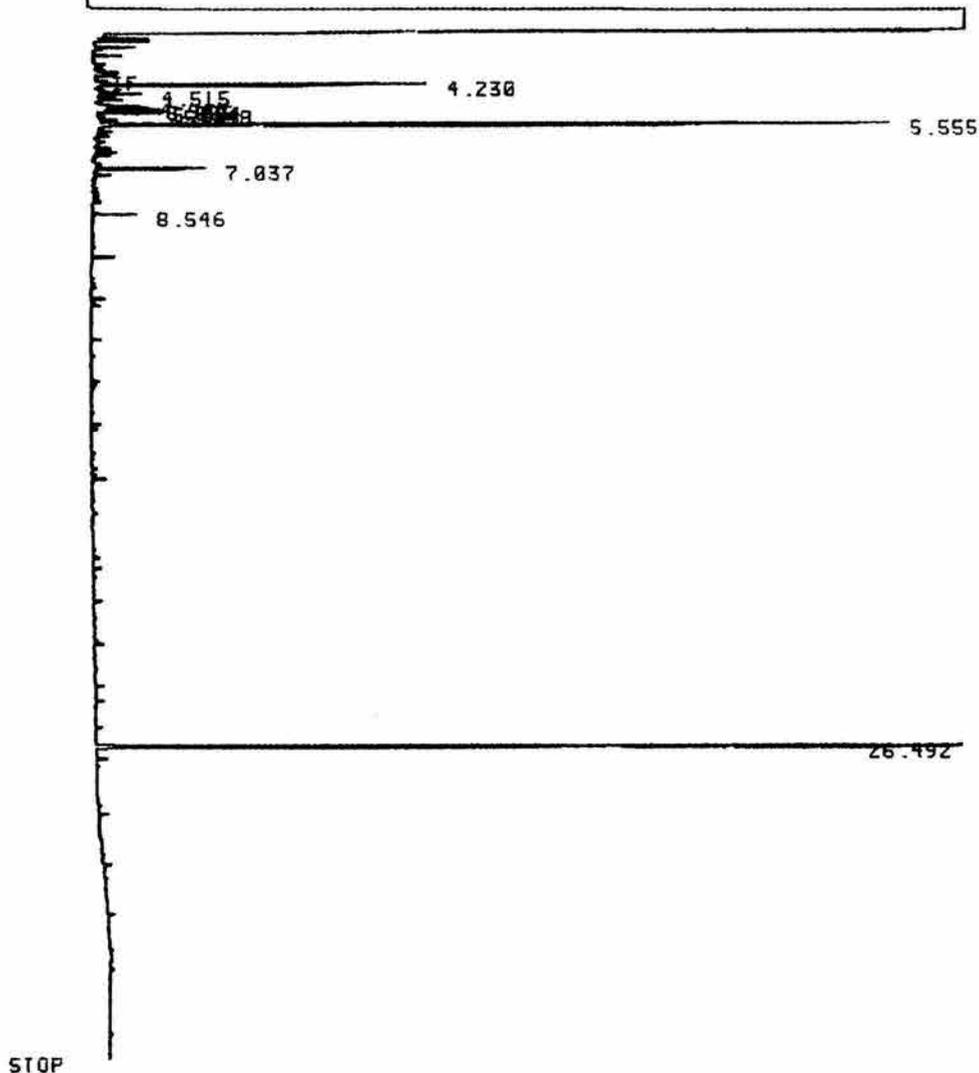
RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
2.079	PU	31142	.034		.000	
2.110	UU	12067	.010		.000	
2.155	UB	209147	.014	1R	199.974	C9
2.301	OU	5522	.019		.000	
2.443	UB	10005	.016		.000	
2.550	PU	32050	.034		.000	
2.610	UB	759296	.021	2	199.695	C10
3.277	PB	740355	.027	3	199.096	C11
3.790	OB	3629	.021		.000	
4.099	PB	741539	.033	4	200.215	C12
5.005	PB	800943	.037	5	200.236	C13
5.525	PB	2027	.021		.000	
5.590	PB	1700	.021		.000	
5.929	PB	742096	.040	6	199.995	C14
6.030	PB	531560	.043	7	199.070	C15
6.916	OB	2334	.024		.000	
7.415	PB	2910	.040		.000	
7.715	PB	552960	.051	8	200.172	C16
8.580	PB	530057	.053	9	199.032	C17
9.464	PB	433607	.053	10	199.093	C18
11.345	PB	427043	.050	11R	200.000	C20
12.350	PB	171000	.051	12	199.099	C21
13.610	PB	462674	.084	13	199.075	C22
14.793	PB	337371	.061	14	200.061	C23
15.793	OB	321596	.053	15	200.763	C24
16.632	PB	215324	.044	16	200.036	C25
18.635	PB	269359	.043	17	199.064	C28
19.855	PB	151677	.042	18	200.000	C30
21.400	PB	96400	.047	19	200.020	C32

TOTAL AREA=0.6709E+06  
 MUL FACTOR=1.0000E+00

START

IF

Bco Oct. F1



STOP

Closing signal file M:SIGNAL .BNC

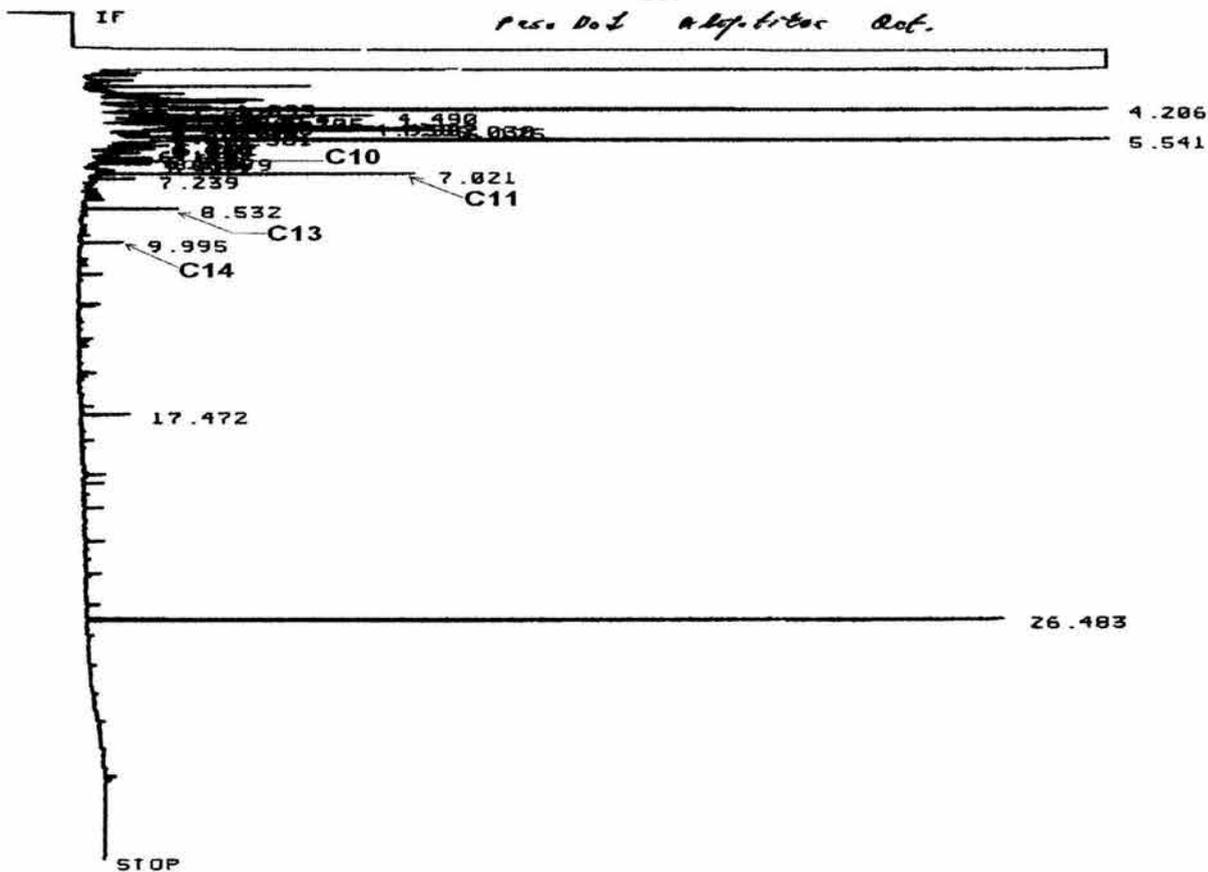
RUN# 79 Oct. 29, 1995 14:04:36

SAMPLE NAME: ALIFATICOS  
INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA, UNAMIDENTIFIER: Bco F1, 800, 1ml Bco, Oct.  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
ESTD-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
4.230	UB	17937	.025		15.046	
4.515	PB	3673	.038		3.081	
4.962	BU	4434	.045		3.719	
5.006	UU	3037	.027		2.548	
5.054	UU	3490	.025		2.928	
5.148	UB	3889	.026		3.262	
5.555	BB	43214	.025		36.250	
7.037	PB	6473	.027	2	7.794	C11
8.546	BB	2808	.028	4	2.140	C13
26.492	PB	91696	.046	15	166.767	C25

TOTAL AREA= 180651

*Paso Dos Alifaticos Oct.*



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

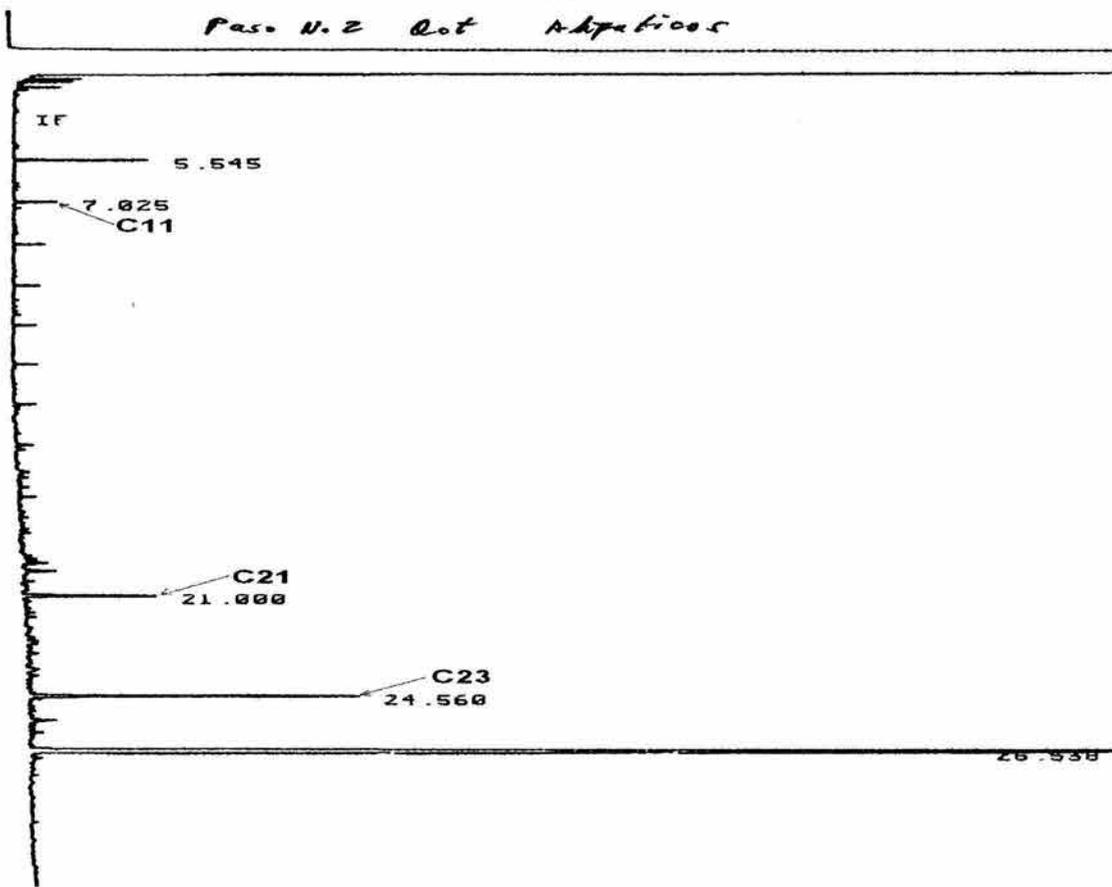
RUN# 78 *Oct. 29, 1995 13:18:49*

SAMPLE NAME: ALIFATICOS  
 INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA, UNAM

IDENTIFIER : F1 Pz.800.1U *Paso I Oct.*  
 SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
 ESTD-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
4.093	PU	4381	.026		3.675	
4.206	UB	96910	.027		81.292	
4.386	PU	3632	.030		3.047	
4.490	UU	20000	.041		17.622	
4.564	UU	7610	.033		6.390	
4.642	UU	6526	.036		5.474	
4.705	UU	13144	.045		11.026	
4.873	PU	6446	.041		5.407	
4.905	UU	5157	.026		4.326	
4.930	UU	12000	.026		10.066	
4.982	UU	13567	.027		11.301	
5.030	UU	14919	.025		12.515	
5.071	UU	4583	.027		3.844	
5.125	UU	15649	.025		13.127	
5.294	PU	3200	.050		2.691	
5.301	UP	4620	.020		3.802	
5.541	PB	164747	.020		138.197	
5.792	PP	3005	.035		3.259	
5.850	PU	5154	.059		4.323	
5.944	UP	2976	.026		2.496	
6.120	UU	2415	.034		2.026	
6.352	BU	4620	.042	1	4.523	C10
6.416	UU	3594	.032		3.015	
6.479	UU	4431	.030		3.717	
6.504	UU	3607	.051		3.026	
7.021	PB	15224	.026	2	10.332	C11
7.239	BB	2547	.030		2.137	
8.532	BB	4981	.020	4	3.797	C13
9.995	PB	2157	.026	5	1.595	C14
17.472	PB	3639	.039		3.053	
26.483	BB	70666	.046	15	143.069	

TOTAL AREA= 535899  
 MUL FACTOR=1.0000E+00



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 77 Oct 29, 1995 12:34:55

SAMPLE NAME: ALIFATICOS  
 INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA, UNAM

IDENTIFIER : F1 P2, 800, 1<sup>pl</sup>, Paso 2 Det,  
 SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC

ESTD-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
5.545	PB	5635	.024		4.727	
7.025	PB	1695	.023	2	2.041	C11
21.000	BB	12070	.052	11	19.583	C21
24.560	BU	28059	.049	13	25.905	C23
26.538	PB	332644	.066	15	604.978	

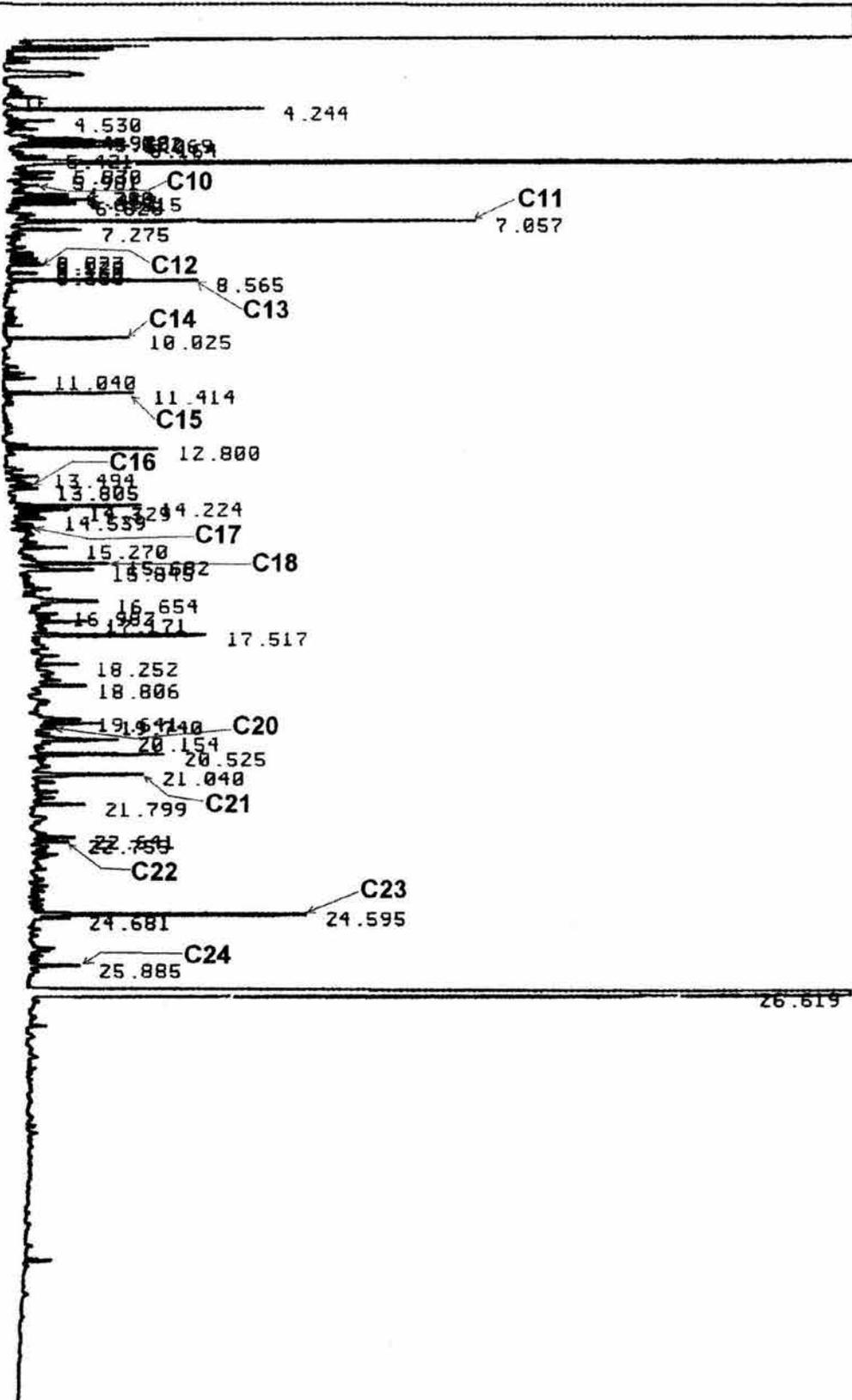
TOTAL AREA= 380103  
 MUL FACTOR=1.0000E+00



START

IF

Pass No. 4 Oct. A. L. J. F. C. S.



STOP

Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 75

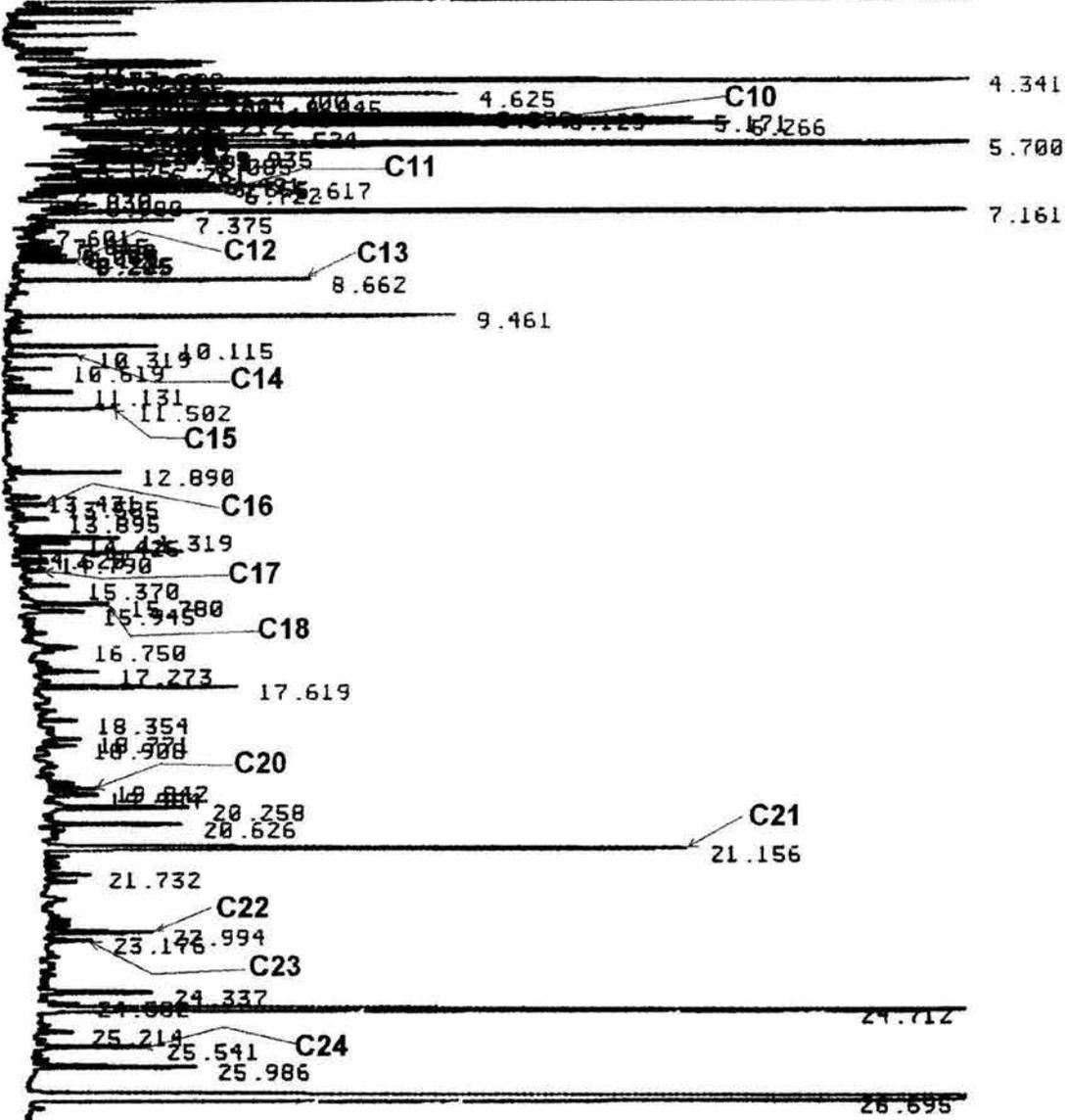
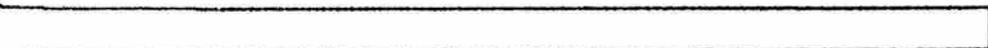
Oct. 29, 1995 11:08:48

SAMPLE NAME: ALIFATICOS  
INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA, UNAMIDENTIFIER : F1 *Py, 800, 1*  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
ESTD-AREA*Pa 504 Oct.*

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
4.244	BB	14310	.025		12.004	
4.530	BU	3584	.032		3.006	
4.978	UU	5328	.032		4.469	
5.022	UU	5177	.027		4.343	
5.069	UU	6463	.025		5.421	
5.164	UP	6691	.025		5.613	
5.421	PP	2032	.027		1.705	
5.577	PB	112765	.026		94.592	
5.830	BP	2795	.032		2.345	
5.981	PP	1807	.022	1	1.769	C10
6.389	BU	5124	.041		4.298	
6.452	UU	4042	.030		3.391	
6.515	UU	5512	.029		4.624	
6.620	UU	4511	.029		3.784	
7.057	PB	26982	.026	2	32.498	C11
7.275	BB	4583	.030		3.844	
8.023	UU	1875	.028		1.573	
8.128	UU	2121	.030	3	1.905	C12
8.380	BU	2120	.030		1.778	
8.565	UB	12698	.030	4	9.679	C13
10.025	PB	7277	.026	5	5.382	C14
11.040	UB	3197	.043		2.682	
11.414	BB	8731	.030	6	8.098	C15
12.800	PU	11022	.032		9.246	
13.494	UU	4353	.060	7	3.537	C16
13.805	UP	3869	.055		3.245	
14.224	BU	11682	.040		9.799	
14.329	UU	6191	.047		5.193	
14.539	UP	3625	.046	8	2.779	C17
15.270	UB	3850	.037		3.230	
15.682	UU	11335	.056	9R	9.508	C18
15.845	UP	10957	.065		9.191	
16.654	PU	13982	.087		11.729	
16.982	PU	2470	.040		2.072	
17.171	UU	4344	.038		3.644	
17.517	PB	14724	.038		12.351	
18.252	PB	3472	.037		2.912	
18.806	BP	4704	.044		3.946	
19.641	PU	9167	.083		7.698	
19.740	UU	6821	.044	10	4.604	C20
20.154	BU	10874	.059		9.122	
20.525	BB	11591	.040		9.723	
21.040	UP	13972	.056	11	22.668	C21
21.799	UB	5192	.044		4.355	
22.641	UU	4527	.046		3.797	
22.755	UP	3933	.047	12	2.431	C22
24.595	BU	26995	.045	13	24.922	C23
24.681	UB	3261	.039		2.735	
25.885	PP	6063	.054	14	6.549	C24
26.619	BB	786236	.083	15	1284.427	

TOTAL AREA=1168937  
MUL FACTOR=1.0000E+00

Page No 5 Rot Abieticos

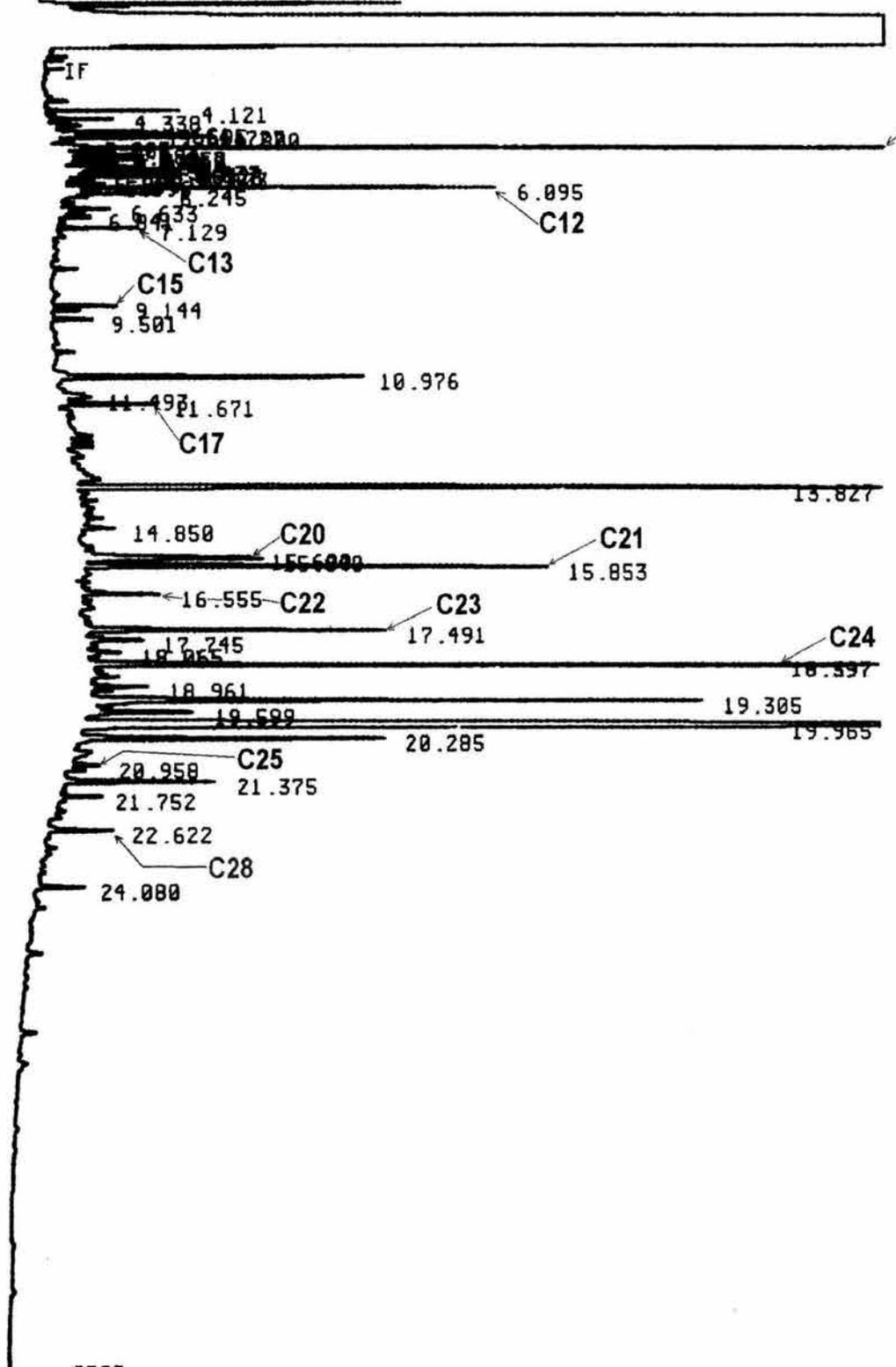


STOP



START

IF *Pres. No 1 Nov A lipoficos + 25mg/ml de C08 en Metriz  
filtro de fibra de vidrio.*



STOP

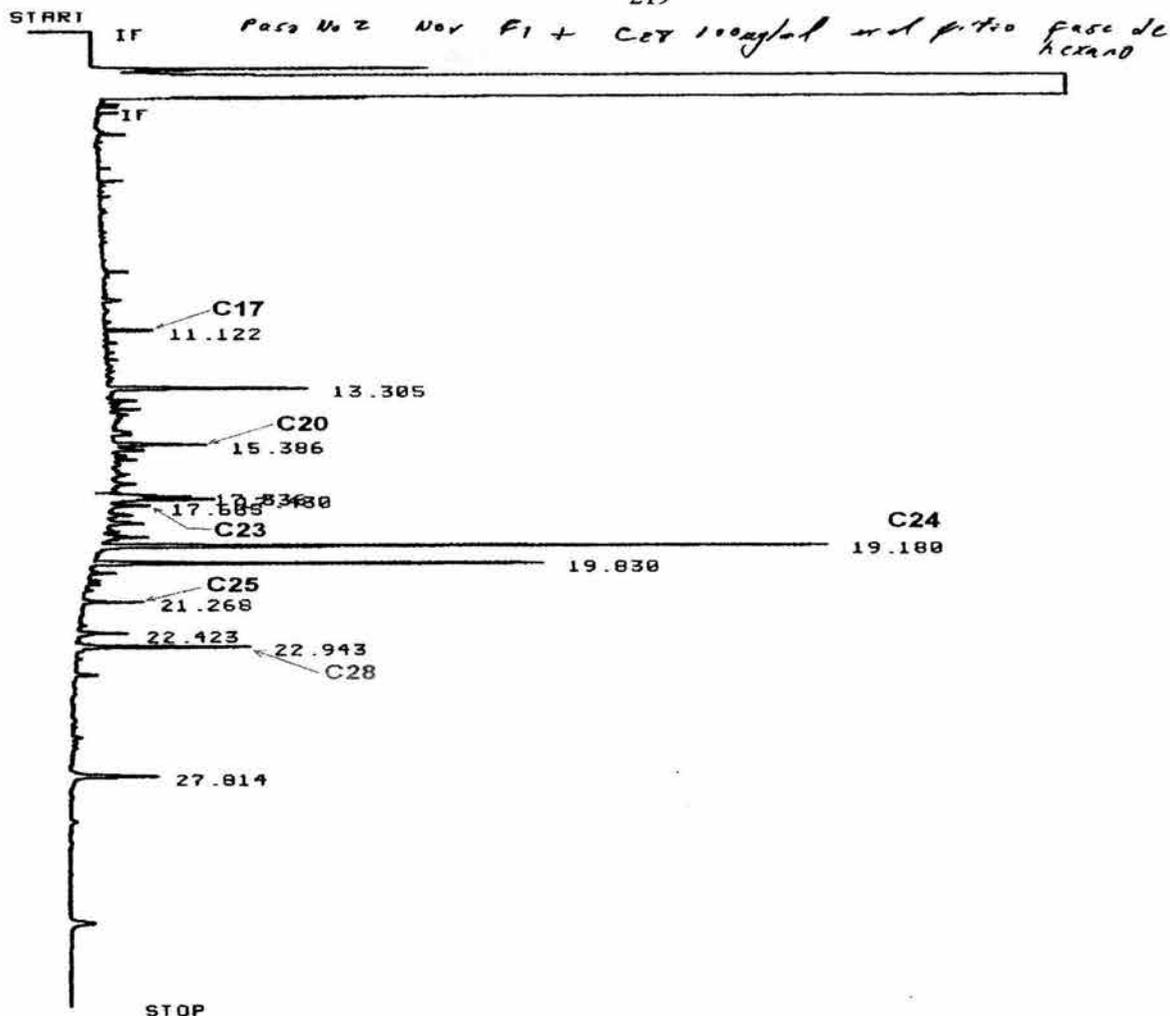
Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 186 DEC 27, 1994 14:27:17

SAMPLE NAME: ALIFATICOS  
MUESTRAS DE PARTICULAS ATMOSFERICAS(SERGIO ROSALES-ENEP-IZTACALA).IDENTIFIER: 1F1,300, <sup>15ul</sup> *Pero Nul F1 + 25ug/ml de Ces dentro de matraz en el filtro.*  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
ESTD-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
4.121	PB	7246	.023	2	2.649	C10
4.338	PB	3503	.025		.998	
4.661	UU	5139	.025		1.463	
4.695	UU	5438	.022		1.549	
4.727	UU	7757	.023		2.209	
4.800	UU	8286	.023		2.360	
5.005	PV	3954	.050		1.126	
5.080	UU	116068	.023	3	43.783	C11
5.184	UU	5870	.048		1.672	
5.257	UU	6759	.039		1.925	
5.320	UU	3318	.029		.945	
5.368	UU	4562	.028		1.299	
5.439	UB	2848	.026		.811	
5.565	BB	3485	.025		.992	
5.637	BP	5537	.028		1.577	
5.684	PV	3362	.021		.957	
5.725	UU	4774	.021		1.359	
5.803	UP	7210	.029		2.053	
5.896	PP	2239	.034		.630	
5.996	PP	3345	.035		.953	
6.095	PB	25001	.026	4	8.747	C12
6.245	BP	6056	.033		1.725	
6.633	PV	5905	.051		1.682	
6.841	UP	3473	.048		.989	
7.129	BB	6109	.033	5	1.760	C13
9.144	BV	7391	.050	7	2.465	C15
9.501	PB	4512	.048		1.285	
10.976	PB	43648	.063		12.429	
11.493	PB	7184	.126	9	1.885	C17
11.671	BP	12617	.061		3.593	
13.827	UP	134883	.072		30.410	
14.050	UB	4680	.062		1.333	
15.600	UU	23417	.061	11	5.574	C20
15.640	UU	21123	.051		6.015	
15.853	UU	60619	.057	12	34.201	C21
16.555	UB	9687	.054	13	1.947	C22
17.491	BB	34489	.051	14	9.167	C23
17.745	PB	7867	.061		2.240	
18.065	BB	3434	.051		.978	
18.397	UB	84461	.046	15	22.024	C24
18.961	BV	6626	.049		1.887	
19.305	PB	73155	.053		20.832	
19.599	UP	14009	.060		3.989	
19.965	PB	672233	.070		191.428	
20.285	PB	34285	.050		9.763	
20.958	UU	5259	.073	16	1.872	C25
21.375	PB	19095	.055		5.438	
21.752	PB	4795	.051		1.365	
→ 22.622	BB	8561	.059	17	1.757	<u>C28</u>
24.088	BB	7120	.065		2.028	

TOTAL AREA=1562394  
MUL FACTOR=1.0000E+00



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 185 DEC 27, 1994 13:41:38

SAMPLE NAME: ALIFATICOS

MUESTRAS DE PARTICULAS ATMOSFERICAS (SERGIO ROSALES-ENEP-IZTACALA).

IDENTIFIER : 2F1,300,15

SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC

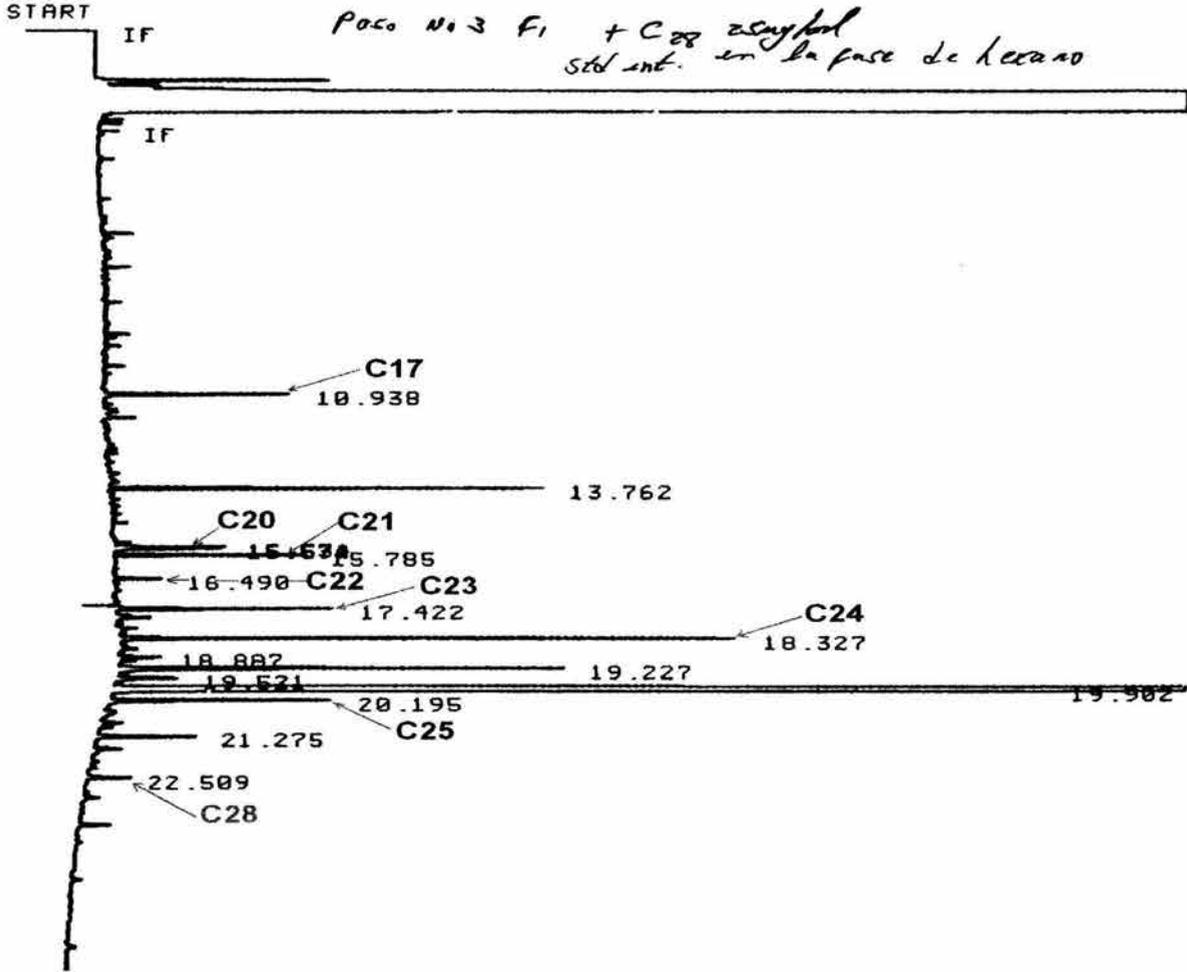
ESTD-AREA

*C 2F 100ug/ml  
Dentro de la matriz (en el filtro)  
en la fase de extracción con hexano*

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
11.122	PB	6345	.065	9	1.665	C17
13.305	BB	27203	.070		7.746	
15.386	PB	11785	.066	11	2.805	C20
17.336	PU	13956	.083		3.974	
17.430	UU	14755	.069		4.202	
17.665	UB	6445	.078	14	1.713	C23
19.180	PB	74659	.052	15	19.468	C24
19.830	BB	49511	.056		14.099	
21.268	PB	7559	.063	16	2.691	C25
22.423	PB	8120	.083		2.312	
→ 22.943	PB	24234	.072	17	4.973	<u>C28</u>
27.814	BB	16715	.101		4.760	

TOTAL AREA= 261207

MUL FACTOR=1.0000E+00



Poco No 3 F1 + C28 25mg/ml  
 Std ent. en la fase de hexano

Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 184 DEC 27, 1994 12:59:22

SAMPLE NAME: ALIFATICOS  
 MUESTRAS DE PARTICULAS ATMOSFERICAS(SERGIO ROSALES-ENEP-IZTACALA).

IDENTIFIER : 3F1,300,1.5  
 SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
 ESTD-AREA

*C28 dentro de la matriz (fase de extracción con hexano) 25mg/ml en el filtro*

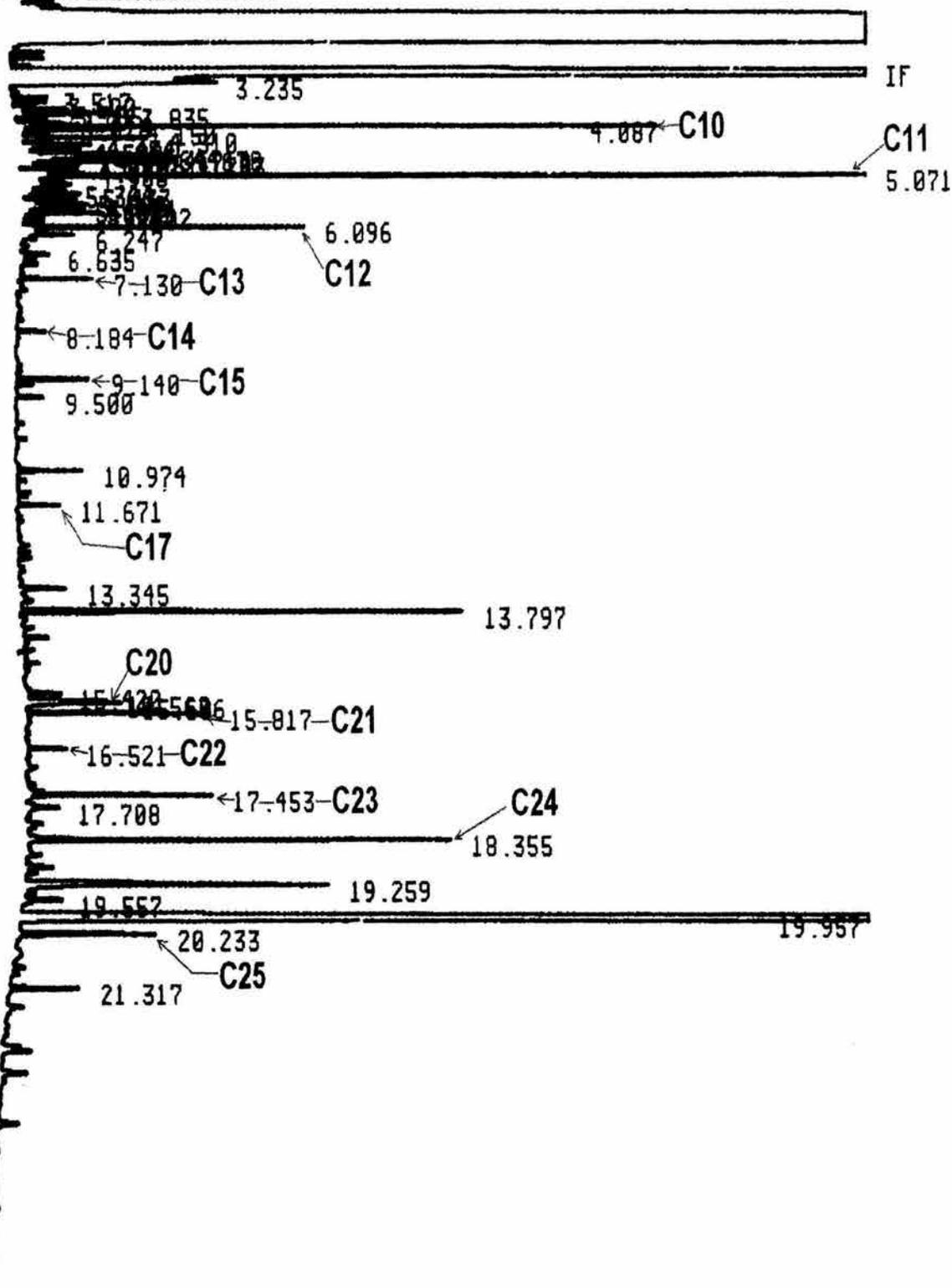
RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
10.938	PB	14288	.044	9	3.749	C17
13.762	BB	32306	.042		9.200	
15.531	UU	8070	.041	11	1.921	C20
15.574	UP	7966	.041		2.268	
15.785	PB	13652	.040	12	7.702	C21
16.498	BB	2992	.036	13	.601	C22
17.422	BB	14780	.039	14	3.928	C23
18.327	BB	42168	.039	15	10.996	C24
18.887	PB	3499	.048		.996	
19.227	PB	33776	.044		9.618	
19.521	UP	6849	.061		1.950	
19.982	PB	1086324	.074		309.346	
20.195	BB	17567	.045	16	6.255	C25
21.275	PB	9365	.053		2.667	
22.509	BP	4467	.057	17	.917	C28

TOTAL AREA=1298069  
 MUL FACTOR=1.0000E+00

START

IF

Page No 4 Nov. A lipoficos



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 183 DEC 27, 1994 12:17:11

SAMPLE NAME: ALIFATICOS  
MUESTRAS DE PARTICULAS ATMOSFERICAS(SERGIO ROSALES-ENEP-IZTACALA).IDENTIFIER : 4F1,300, <sup>15</sup> *Paso No 9 Nov Alifaticos.*  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
ESTD-AREA

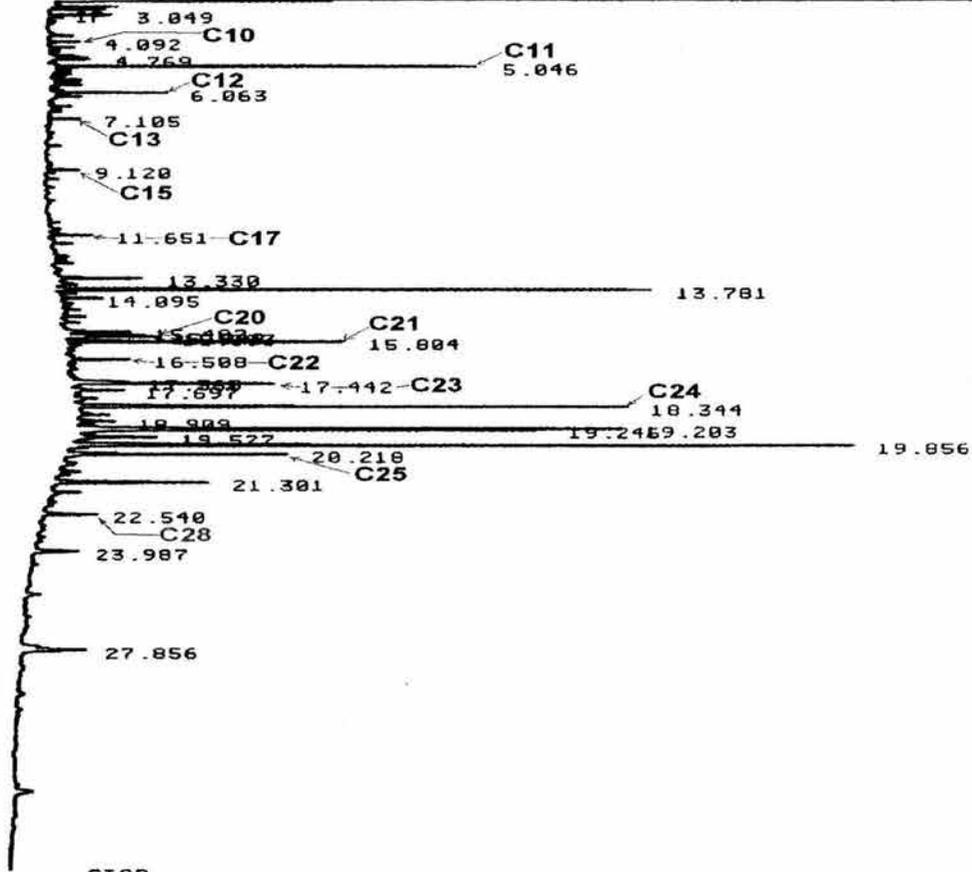
RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
3.235	BB	3652	.019	1	3.300	C9
3.517	PV	1714	.021		.400	
3.600	UP	2069	.036		.817	
3.765	UU	5032	.045		1.661	
3.835	UU	7447	.031		2.121	
4.020	BV	4025	.043		1.374	
4.007	UU	31900	.022	2	11.693	C10
4.150	UU	6497	.026		1.050	
4.310	UU	9714	.032		2.766	
4.454	UU	9466	.056		2.696	
4.520	UU	3003	.027		1.106	
4.644	UU	7279	.029		2.073	
4.678	UU	0959	.026		2.551	
4.710	UU	0997	.025		2.562	
4.746	UU	5050	.025		1.438	
4.703	UU	9505	.027		2.729	
4.871	UP	5351	.039		1.524	
4.905	PV	6429	.049		1.031	
5.071	UU	100696	.024	3	41.002	C11
5.364	UU	3715	.039		1.050	
5.433	UB	2968	.024		.045	
5.560	BV	3448	.020		.902	
5.634	UU	5722	.040		1.629	
5.603	UU	3152	.027		.898	
5.725	UU	3570	.026		1.017	
5.802	UU	6329	.036		1.002	
6.096	PB	15475	.025	4	5.414	C12
6.247	BP	3230	.033		.922	
6.635	BV	3361	.049		.957	
7.130	BB	4429	.027	5	1.276	C13
8.104	BB	1900	.030	6	.542	C14
9.140	BP	5905	.036	7	1.970	C15
9.500	PB	2059	.033		.506	
10.974	BB	6146	.041		1.750	
11.671	BB	3376	.035	9	.006	C17
13.345	BB	4310	.042		1.230	
13.797	PB	35315	.036		10.056	
15.420	PV	3614	.045	11	.060	C20
15.562	UU	6601	.037		1.903	
15.606	UB	9199	.043		2.620	
15.017	PB	13943	.034	12	7.067	C21
16.521	PB	3152	.035	13	.633	C22
17.453	UB	14620	.036	14	3.086	C23
17.700	PP	4025	.066		1.374	
18.355	PB	36719	.039	15	9.575	C24
19.259	PB	36252	.055		10.323	
19.557	PB	5483	.062		1.561	
19.957	PB	1372601	.074		390.067	
20.233	BB	13423	.044	16	4.779	C25
21.317	BB	0106	.051		2.300	

TOTAL AREA=1091365  
MUL FACTOR=1.0000E+00

SIHRI

IF

fase No 5 Nov + C28 25 µg/ml en matriz  
and filtro extracción  
con hexano



STOP  
Closing signal file M:SIGNAL .BNC  
RUN# 182 DEC 27, 1994 11:33:44

SAMPLE NAME: ALIFATICOS  
MUESTRAS DE PARTICULAS ATMOSFERICAS <SERGIO ROSALES-ENEP-IZTACALA>  
IDENTIFIER: 5 F1,300,1UL *Nov + C28 25 µg/ml en matriz*  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC *Dentro de la matriz con el Filtro*  
ESTO-AREA *(fase de extracción con hexano)*

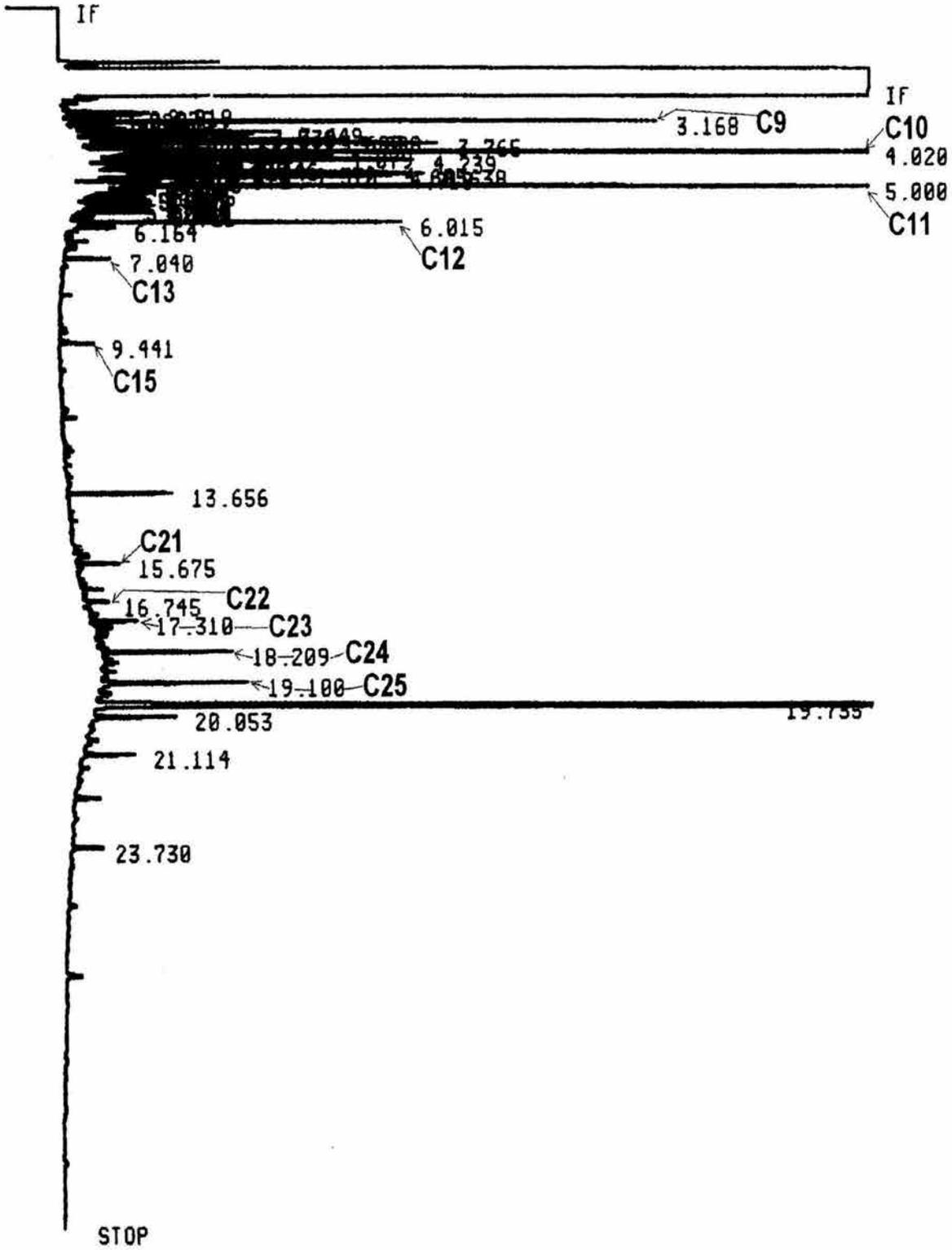
RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
3.049	BB	2232	.020		.636	
4.092	PB	1561	.024	2	.571	C10
4.769	UB	1654	.023		.471	
5.046	BU	19774	.024	3	7.459	C11
6.063	PB	5741	.026	4	2.009	C12
7.105	PB	2174	.035	5	.626	C13
9.120	PB	2611	.043	7	.871	C15
11.651	UB	4764	.056	9	1.250	C17
13.330	BB	7685	.047		2.188	
13.781	PP	57955	.050		16.503	
14.095	BB	3901	.048		1.111	
15.407	BU	9592	.072	11	2.283	C20
15.548	UU	8214	.050		2.339	
15.593	UP	9055	.048		2.579	
15.804	PU	25036	.046	12	14.125	C21
16.508	BB	6574	.054	13	1.321	C22
17.360	BU	7030	.065		2.002	
17.442	UB	16362	.042	14	4.349	C23
17.697	BB	4878	.050		1.389	
18.344	BB	58167	.046	15	13.081	C24
18.989	BU	3801	.051		1.082	
19.203	PU	52521	.049		14.956	
19.246	UP	37297	.041		10.621	
19.527	BP	7542	.051		2.148	
19.856	PU	82960	.054		23.624	
20.218	BB	22885	.054	16	8.148	C25
21.301	BB	17380	.058		4.949	
22.540	BB	6743	.063	17	1.384	C28
23.987	BB	8876	.094		2.300	
27.856	BB	15925	.125		4.535	

TOTAL AREA= 502098  
MUL FACTOR=1.0000E+00

\*ID 1F1,300UL

pec. No  $\neq$  Entro F1

\* RUN # 23 MAR 11, 1995 12:21:59  
START



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 23 MAR 11, 1996 12:21:59

IDENTIFIER : 1F1,300UL  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
ESTD-AREA*Enero* *Peso No. 1 A*

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
2.919	UU	6035	.029		7.650	
2.975	UU	4079	.021		5.170	
3.026	UP	3397	.020		4.306	
3.168	PB	33651	.024	1	156.454	C9
3.317	BU	3675	.034		4.658	
3.371	UU	5062	.038		6.416	
3.449	UU	11145	.022		14.127	
3.530	UU	10119	.041		22.967	
3.635	UU	6807	.028		8.628	
3.680	UU	15076	.025		19.110	
3.690	UU	13764	.022		17.447	
3.765	UU	20223	.032		35.774	
3.825	UU	5861	.027		7.429	
3.966	UU	14046	.044		18.818	
4.020	UU	151255	.023	2	293.423	C10
4.079	UU	10224	.030		23.100	
4.160	UU	5948	.028		7.539	
4.208	UU	5309	.025		6.729	
4.239	UU	21973	.027		27.852	
4.300	UU	8122	.038		10.295	
4.378	UU	13575	.043		17.207	
4.408	UU	7702	.025		9.763	
4.446	UU	10021	.020		13.716	
4.526	UU	3605	.024		4.570	
4.570	UU	16257	.020		20.607	
4.605	UU	10174	.024		23.037	
4.638	UU	20584	.025		26.091	
4.670	UU	7507	.024		9.516	
4.710	UU	19685	.026		24.952	
4.793	UU	7161	.034		9.077	
4.883	PU	2259	.020		2.863	
5.000	UB	230326	.024	3	460.491	C11
5.095	PU	2675	.027		3.391	
5.175	UU	3906	.029		4.951	
5.236	UP	2496	.031		3.164	
5.287	PP	4034	.030		5.113	
5.352	PU	3584	.023		4.543	
5.480	PU	4755	.027		6.027	
5.556	UU	6684	.039		8.472	
5.604	UU	3643	.026		4.610	
5.645	UU	4450	.025		5.641	
5.721	UU	6744	.035		8.548	
6.015	PB	19045	.025	4	35.143	C12
6.164	BB	3006	.031		3.810	
7.040	PB	3096	.026	5	4.644	C13
9.441	UB	2591	.031	7	4.609	C15
13.656	PB	8490	.033		10.762	
15.675	PP	3479	.032	12	9.991	C21
16.745	BP	5515	.087	13	5.199	C22
17.310	PP	4944	.041	14	6.343	C23
18.209	UP	10057	.035	15	14.060	C24
19.100	PB	14358	.042	16	27.049	C25
19.735	BB	478642	.054		606.706	
20.053	PB	8200	.042		10.394	
21.114	PB	6174	.049		7.826	
23.730	BB	5098	.065		6.462	

TOTAL AREA=1354693  
MUL FACTOR=1.0000E+00

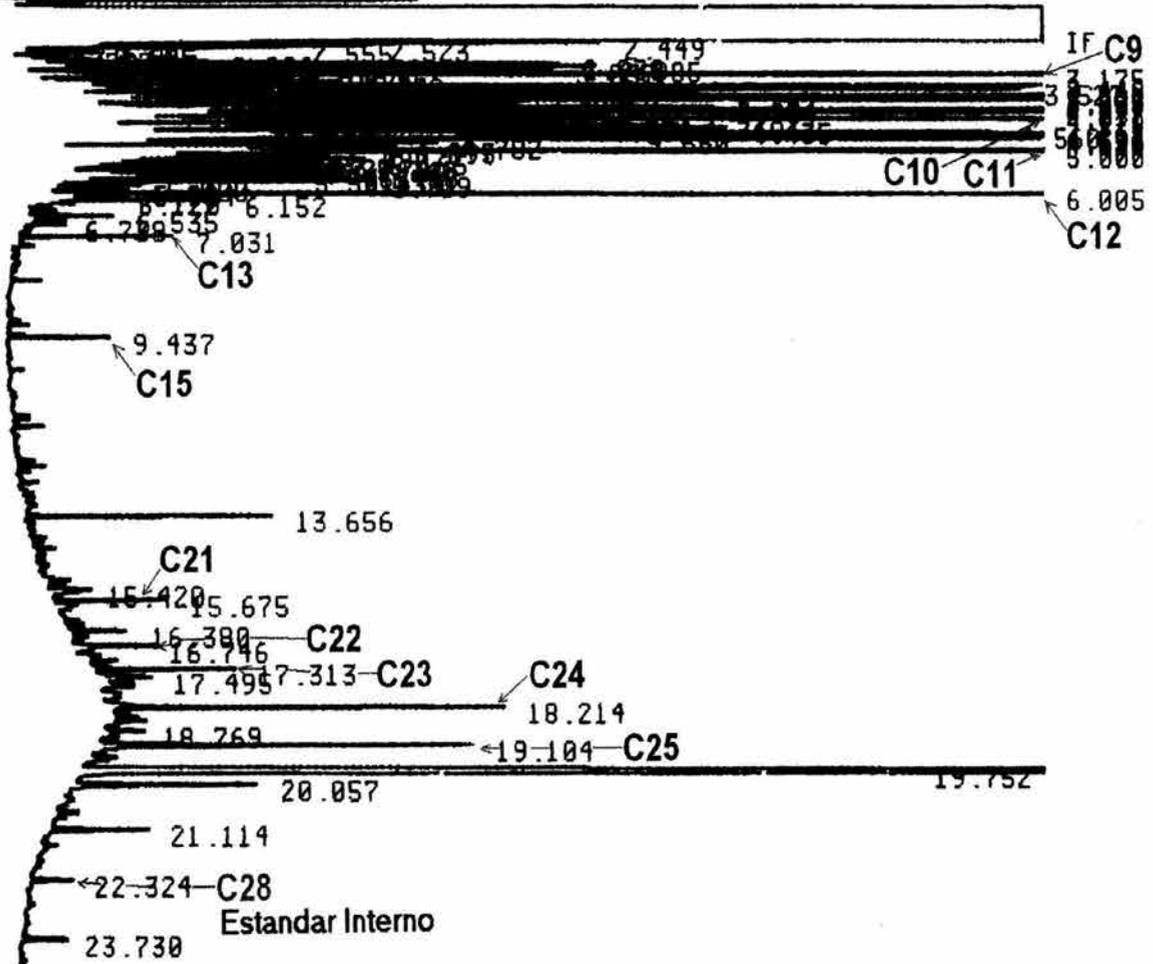
D 2F1,300UL

Fl Paso No 2 Cncro A hijotitas + C28  
6mg/ml

RUN # 24 MAR 11, 1996 13:00:42

ART

IF



STOP

Closing signal file M:SIGNAL .BNC

Precisión en ing. con Std. Jab.

RUN# 24

MAR 11, 1995 13:00:42

Fuera de matriz

IDENTIFIER : 2F1,300UL  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
ESTD-AREA

6 µg/ml C.28 (Fase hexano)

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
2.449	PP	20235	.028		25.649	
2.523	PU	9842	.018		12.475	
2.555	UP	8779	.020		11.128	
2.629	PU	1741	.018		2.207	
2.685	UP	6154	.040		7.801	
2.757	PU	1772	.024		2.246	
2.847	UU	7409	.047		9.391	
2.896	UU	7791	.022		9.876	
2.930	UU	23032	.023		29.194	
2.985	UU	23956	.022		30.366	
3.037	UU	22526	.023		28.553	
3.175	UU	144188	.024	1	670.377	C9
3.224	UU	11861	.023		15.034	
3.318	UU	11721	.025		14.857	
3.370	UU	30524	.053		30.691	
3.448	UU	44005	.022		55.779	
3.527	UU	72857	.040		92.350	
3.580	UU	7975	.028		10.109	
3.628	UU	25515	.027		32.342	
3.673	UU	50239	.024		63.681	
3.692	UU	50272	.022		63.723	
3.759	UU	103877	.031		131.670	
3.819	UU	22446	.025		28.452	
3.882	UU	11359	.038		14.398	
3.954	UU	55659	.045		70.551	
4.017	UU	403041	.023	2	938.613	C10
4.071	UU	63222	.027		80.137	
4.115	UU	10930	.024		13.054	
4.150	UU	18506	.026		23.457	
4.197	UU	17272	.025		21.893	
4.229	UU	60003	.026		86.299	
4.290	UU	26208	.040		33.220	
4.368	UU	45396	.039		57.542	
4.396	UU	23415	.024		29.680	
4.435	UU	34152	.027		43.290	
4.477	UU	10604	.027		13.543	
4.515	UU	10965	.024		13.899	
4.560	UU	49808	.029		63.236	
4.593	UU	56467	.025		71.575	
4.626	UU	61201	.024		77.576	
4.660	UU	24241	.023		30.727	
4.699	UU	52981	.023		67.156	
4.782	UU	22195	.032		28.133	
4.895	PU	22536	.042		28.566	
5.000	UB	693766	.027	3	1307.046	C11
5.090	PU	8199	.020		10.393	
5.165	UU	12754	.032		16.166	
5.223	UU	7865	.032		9.969	
5.274	UP	11801	.031		14.958	
5.340	PU	10770	.023		13.652	
5.468	PU	14433	.028		18.295	
5.544	UU	19958	.040		25.298	
5.591	UU	10757	.026		13.635	
5.633	UU	12874	.025		16.319	
5.709	UU	20009	.035		25.363	
5.800	UU	5624	.035		7.129	
5.904	UP	5927	.040		7.513	
6.005	PB	53024	.025	4	97.042	C12
6.120	BU	2502	.028		3.171	
6.152	UP	7629	.027		9.670	
6.535	PU	6923	.045		8.775	
6.738	PP	3021	.043		3.829	
7.031	BB	7470	.027	5	11.204	C13
9.437	PB	7696	.040	7	13.690	C15
13.656	PB	16367	.036		20.746	
15.420	PU	3169	.038	12	9.101	C21
15.675	UP	7210	.034		9.139	
16.380	UU	4994	.044	13	4.708	C22
16.746	PU	8726	.058		11.061	
17.313	PB	10972	.042	14	14.077	C23
17.495	UU	5464	.054		6.926	
18.214	UU	29003	.039	15	37.559	C24
18.769	PB	2055	.043		3.619	
19.104	PB	29686	.043	16	55.925	C25
19.752	PB	805096	.064		1020.504	
20.057	PB	14636	.044		18.552	
21.114	BB	9018	.049		11.431	
22.324	BB	4525	.057	17	6.385	C28
23.730	PB	5596	.066		7.093	

TOTAL AREA=3758237  
MUL FACTOR=1.0000E+00

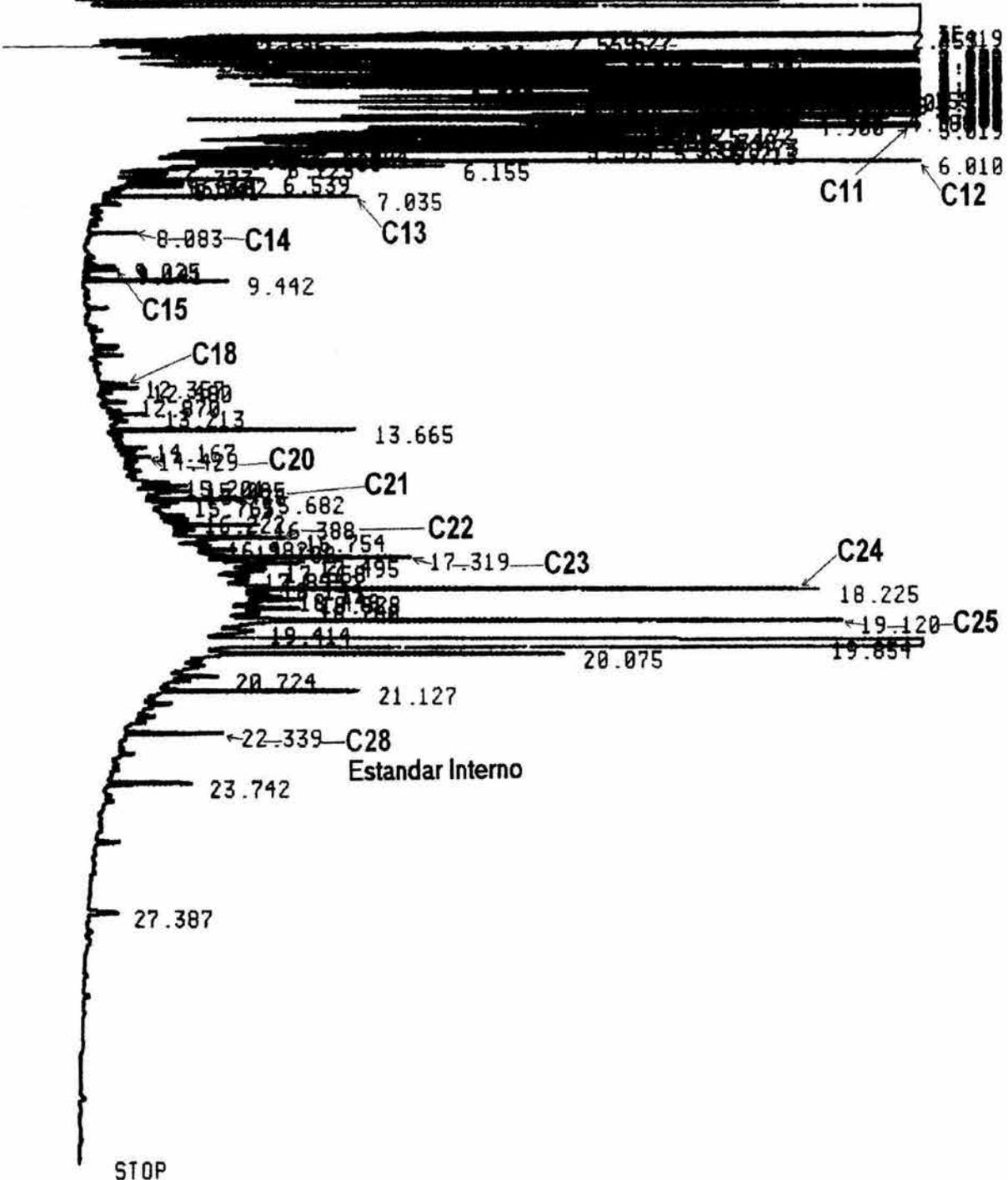
\*ID 3F1,300UL

Paso No 3 Alifaticos + C28 20ug/ml  
Cero Fuera de matriz fase hexano

\* RUN # 25 MAR 11, 1995 13:41:52

START

IF



Closing signal file M: SIGNAL .BNC

Presicion en xxy. con Std. ext.

RUN# 25 MAR 11, 1996 13:41:52

IDENTIFIER: 3F1.30RUL  
 SIGNAL FILE: M: SIGNAL .BNC  
 ESTD-AREA

*20 mg/ml Cas*  
*(Fuera de matriz: Fase hexano)*

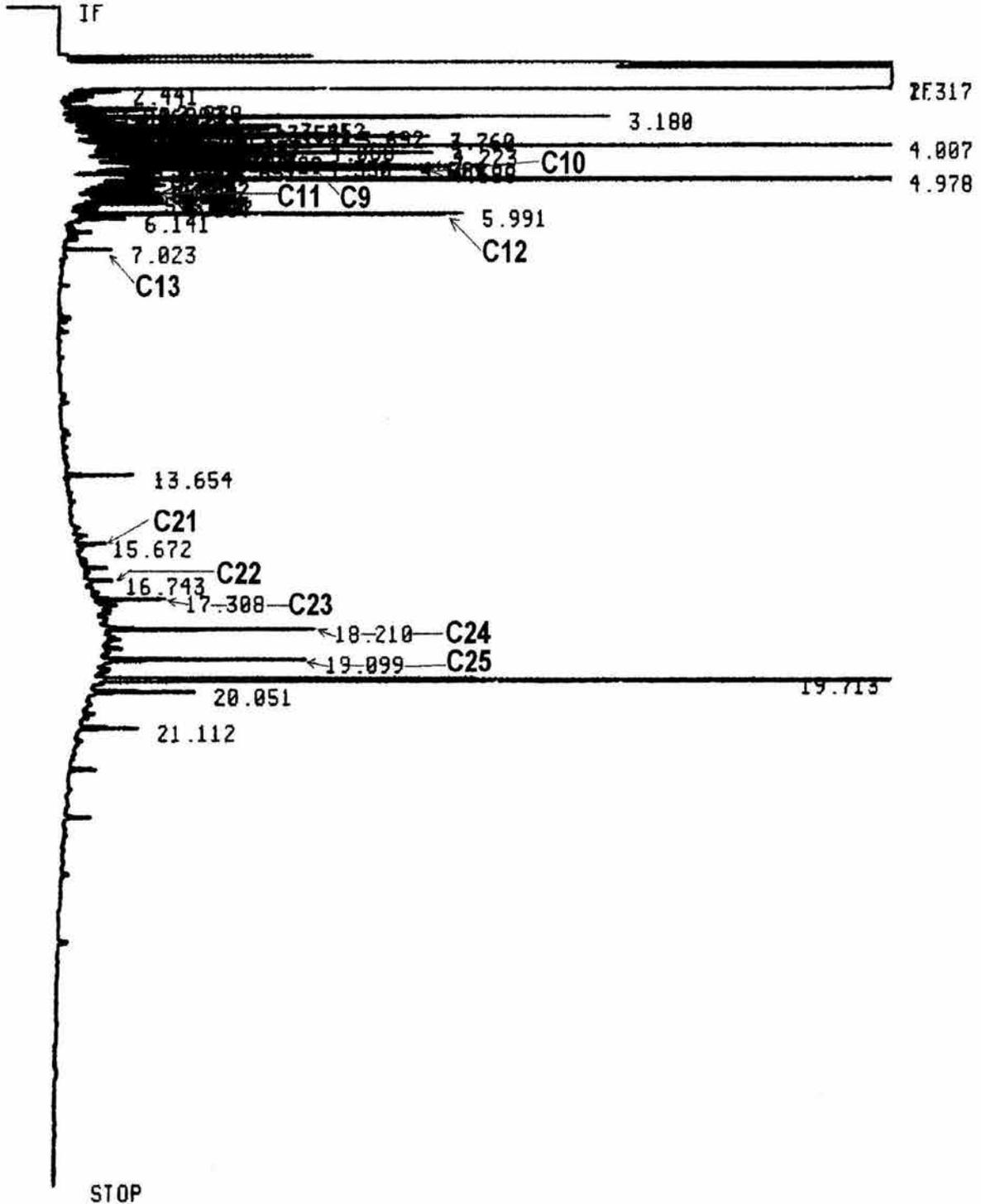
RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
2.419	BP	18268	.013		23.156	
2.453	PP	37378	.028		47.379	
2.527	PU	19186	.019		24.319	
2.559	UP	28178	.021		25.567	
2.631	PU	3238	.018		4.894	
2.661	UU	2793	.017		3.548	
2.686	UU	6696	.028		8.488	
2.711	UP	4242	.018		15.377	
2.757	PU	3883	.022		4.922	
2.847	UU	16817	.045		20.936	
2.896	UU	15614	.028		19.792	
2.938	UU	52298	.022		66.281	
2.985	UU	58335	.021		63.882	
3.037	UU	49165	.023		62.319	
3.115	UU	5123	.023		6.494	
3.176	UU	327199	.022	1	1521.266	C9
3.225	UU	25295	.022		32.863	
3.284	UU	3988	.021		4.954	
3.318	UU	23898	.021		38.282	
3.371	UU	71683	.052		98.761	
3.458	UU	183889	.022		131.684	
3.529	UU	171528	.048		217.411	
3.681	UU	18863	.028		23.918	
3.631	UU	68964	.027		77.275	
3.697	UU	238761	.042		382.643	
3.764	UU	242615	.031		387.528	
3.823	UU	52879	.025		66.813	
3.886	UU	26996	.038		34.219	
3.961	UU	131835	.047		167.188	
4.033	UU	1148468	.027	2	2227.936	C10
4.079	UU	145184	.028		183.928	
4.123	UU	23765	.023		38.123	
4.155	UU	43378	.026		54.984	
4.203	UU	41893	.025		52.888	
4.236	UU	158883	.026		201.393	
4.296	UU	61388	.039		77.813	
4.376	UU	187378	.048		136.188	
4.483	UU	54854	.023		68.516	
4.441	UU	79872	.027		181.242	
4.483	UU	25169	.024		31.983	
4.521	UU	26457	.024		32.268	
4.567	UU	11549	.023		14.717	
4.688	UU	129124	.024		163.672	
4.635	UU	138894	.024		176.856	
4.665	UU	54882	.023		69.566	
4.786	UU	131939	.025		167.248	
4.788	UP	62516	.039		79.243	
4.876	PU	19489	.028		24.682	
4.988	UU	36948	.028		46.834	
5.019	UB	1556564	.034	3	3112.838	C11
5.182	PU	29525	.045		37.425	
5.172	UU	38188	.034		38.265	
5.228	UU	18572	.038		23.541	
5.288	UU	26973	.023		34.198	
5.348	UU	24446	.024		38.987	
5.473	PU	32215	.027		48.834	
5.548	UU	42975	.039		64.473	
5.695	UU	23366	.027		29.684	
5.637	UU	27386	.025		34.713	
5.713	UU	43192	.035		54.748	
5.884	UU	12256	.035		16.535	
5.878	UU	4575	.038		15.327	
5.986	UP	8326	.027		15.556	
6.018	PB	111214	.025	4	285.217	C12
6.123	PU	5826	.038		7.385	
6.155	UU	17131	.028		21.715	
6.373	PU	2483	.027		3.846	
6.539	PU	15589	.046		19.659	
6.619	UU	3488	.027		4.328	
6.662	UU	5297	.033		6.714	
6.741	UP	7413	.046		9.396	
7.035	PU	17165	.029	5	25.745	C13
8.083	BB	3834	.023	6	5.497	C14
9.025	BP	2663	.036		3.376	
9.141	PU	3256	.048	7	5.792	C15
9.442	PB	18813	.039		16.495	
12.357	PB	2591	.041	18	4.851	C18
12.488	BU	3886	.041		4.823	
12.878	PB	4216	.078		5.544	
13.213	PB	3241	.038		4.188	
13.665	UB	21311	.038		27.813	
14.167	PU	3137	.045		3.976	
14.429	UU	3295	.048	11R	4.177	C20
15.281	PU	6321	.078		8.812	
15.286	UU	5781	.049		7.328	
15.426	UU	1968	.041	12	14.245	C21
15.682	UP	8378	.036		18.689	
15.765	PU	4868	.064		6.178	
16.222	PU	2683	.044		3.299	
16.388	UU	8989	.042	13	8.474	C22
16.754	PU	17448	.078		22.116	
16.982	PU	4176	.058		5.293	
17.188	UU	9356	.078		11.859	
17.319	UU	26963	.054	14	34.594	C23
17.495	UU	21222	.089		26.989	
17.658	UU	8784	.057		11.134	
17.893	UU	7919	.079		18.838	
18.144	UU	9122	.071		11.563	
18.225	UU	55725	.048	15	72.165	C24
18.449	UU	8697	.062		11.824	
18.528	UU	15151	.089		28.472	
18.788	UU	9725	.068		12.327	
19.128	PB	68785	.044	16	114.362	C25
19.414	PU	5198	.063		6.589	
19.854	PB	3448838	.188		4361.446	
20.875	BB	39537	.048		58.115	
20.724	PU	8889	.072		18.253	
21.127	PB	22952	.089		29.186	
22.339	PU	12374	.055	17	17.381	C28
23.742	BB	12539	.064		15.894	
27.387	BU	6748	.095		8.543	

TOTAL AREA-1.0384E+07  
 MUL FACTOR-1.0000E+00

\*ID 4F1,300UL

Paso No 4 Alifaticos Enero

\* RUN # 26 MAR 11, 1996 14:20:58  
START



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 26 MAR 11, 1995 14:20:58

IDENTIFIER : 4F1.300UL  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
ESTD-AREACenero *Alopaticas Paso No 4*

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
2.317	BB	404586	.009		512.836	
2.441	BU	2347	.021		2.975	
2.938	UU	4847	.022		6.144	
2.993	UU	3738	.021		4.738	
3.046	UP	2634	.026		3.339	
3.180	PB	24926	.020		31.595	
3.324	PU	1988	.020	1	9.243	C9
3.376	UU	5905	.045		7.485	
3.452	UU	10036	.021		12.721	
3.531	UU	16759	.037		21.243	
3.631	UU	6331	.025		8.025	
3.692	UU	26823	.043		34.000	
3.760	UU	25377	.030		32.167	
3.820	UU	4837	.025		6.131	
3.957	UU	13526	.040		17.145	
4.007	UU	145399	.021		184.301	
4.068	UU	14408	.026		18.263	
4.145	UU	5468	.026		6.931	
4.192	UU	5309	.024		6.729	
4.223	UU	21700	.026		27.506	
4.283	UU	8221	.039		10.421	
4.342	UU	5780	.021		7.326	
4.364	UU	7065	.023		8.955	
4.390	UU	7844	.024		9.943	
4.429	UU	10484	.027		13.289	
4.506	UU	3509	.023		4.448	
4.550	UU	17079	.028		21.649	
4.584	UU	18436	.024	2	35.764	C10
4.617	UU	21298	.024		26.996	
4.651	UU	7578	.023		9.606	
4.688	UU	18812	.023		23.845	
4.774	UU	7143	.034		9.054	
4.887	UU	8632	.044		10.942	
4.978	UU	259366	.024		328.761	
5.074	UU	6776	.036		8.589	
5.152	UU	8385	.038		10.628	
5.213	UU	5702	.040	3	11.400	C11
5.262	UU	6868	.036		8.706	
5.329	UU	6931	.036		8.785	
5.456	UU	6521	.032		8.266	
5.531	UU	8586	.040		10.883	
5.579	UU	4616	.027		5.851	
5.620	UU	5617	.026		7.120	
5.697	UU	8332	.037		10.561	
5.991	PB	22142	.025	4	40.857	C12
6.141	BB	3148	.029		3.990	
7.023	PB	3249	.028	5	4.873	C13
13.654	BB	6583	.040		8.344	
15.672	PB	2489	.036	12	7.148	C21
16.743	PB	2827	.049	13	2.665	C22
17.308	BP	7001	.041	14	8.982	C23
18.210	PU	21285	.043	15	27.564	C24
19.099	PB	20366	.044	16	38.367	C25
19.713	BU	280570	.052		355.638	
20.051	PB	10641	.045		13.488	
21.112	PB	7230	.053		9.164	

TOTAL AREA=1604056  
MUL FACTOR=1.0000E+00

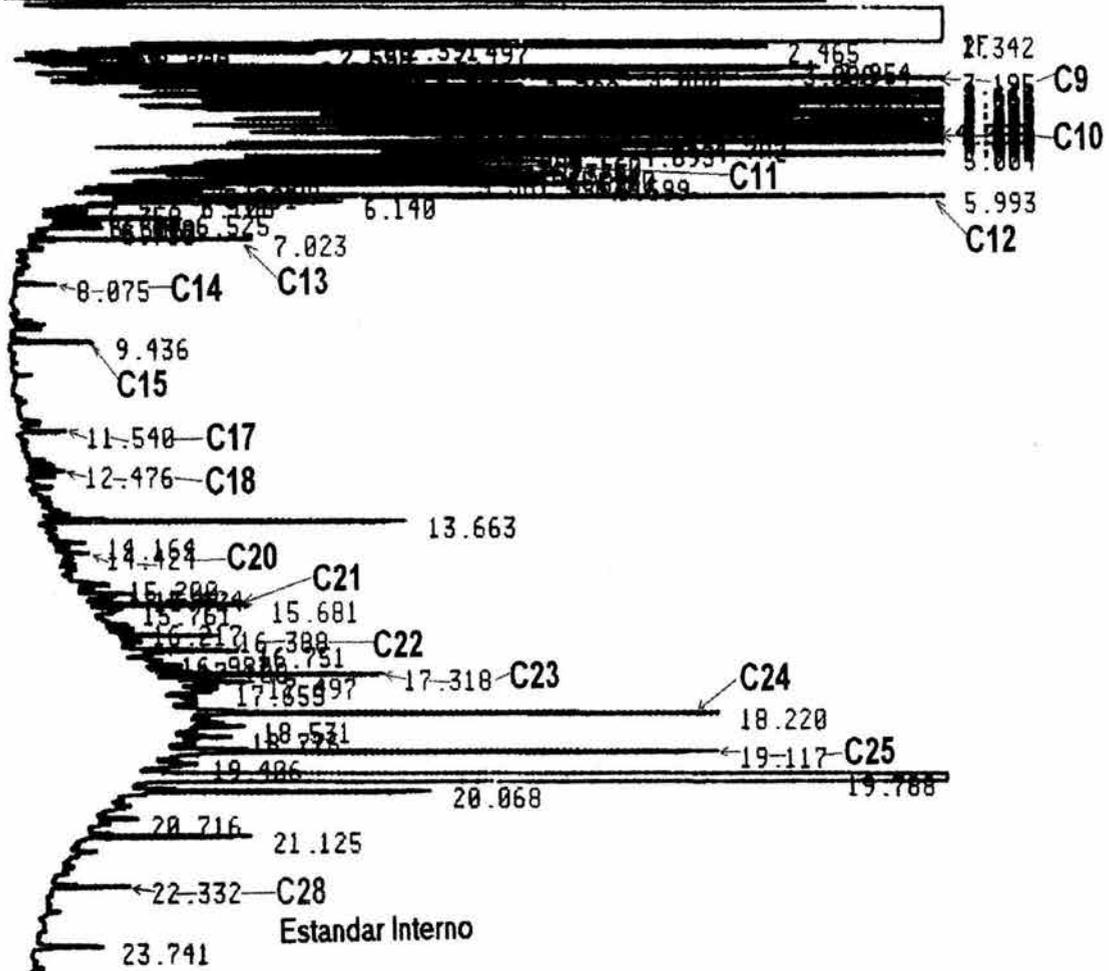
\*ID 5F1,300UL

Peso No 5 Cera Abitracat 12 mg/lad de C28  
Fuera de matriz (fase hexano)

\* RUN # 27 MAR 11, 1995 14:59:53  
START

Posicion en inyeccion.

IF



STOP

Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 27 MAR 11, 1995 14:59:53

IDENTIFIER : SF1.300UL  
 SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
 ESTD-AREA

*(1299ml) C28 (Fuscherman)  
 Fuera de matriz)*

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
2.342	BB	823789	.013		1044.198	
2.391	BP	1587	.007		2.012	
2.465	PU	26147	.020		33.143	
2.497	UU	19034	.027		24.127	
2.569	UU	10283	.019		13.034	
2.598	UP	12904	.023		16.357	
2.669	PU	1816	.018		2.302	
2.720	UP	8947	.036		11.341	
2.787	PU	2379	.021		3.016	
2.875	UU	8572	.037		10.865	
2.921	UU	11123	.020		14.099	
2.954	UU	36658	.022		46.466	
3.008	UU	33385	.022		42.317	
3.060	UP	28796	.024		36.501	
3.195	PB	241830	.024	1	1124.346	C9
3.336	BU	17152	.023		21.741	
3.363	UU	11220	.020		14.222	
3.388	UU	36182	.038		45.863	
3.465	UU	71687	.022		90.867	
3.544	UU	120247	.038		152.420	
3.595	UU	12162	.027		15.416	
3.643	UU	42557	.026		53.943	
3.706	UU	170094	.043		215.604	
3.773	UU	174934	.031		221.739	
3.832	UU	36128	.024		45.784	
3.895	UU	18021	.037		22.843	
3.965	UU	94082	.043		119.254	
4.031	UU	837450	.024		1061.514	
4.082	UU	106250	.028		134.678	
4.125	UU	15618	.022		19.787	
4.155	UU	31148	.026		39.482	
4.202	UU	29675	.024		37.615	
4.235	UU	115446	.026		146.334	
4.293	UU	45568	.040		57.760	
4.375	UU	79635	.038		100.942	
4.399	UU	39147	.022		49.621	
4.438	UU	59091	.025		74.901	
4.478	UU	18234	.026		23.113	
4.515	UU	16663	.023		21.121	
4.560	UU	87211	.029		110.545	
4.594	UU	97852	.024	2	188.273	C10
4.627	UU	103603	.024		131.323	
4.660	UU	43025	.023		54.537	
4.698	UU	99792	.025		126.492	
4.782	UU	38263	.031		48.588	
4.893	PU	42818	.044		54.264	
5.004	UB	1196581	.031		1516.632	
5.089	PU	23566	.045		29.871	
5.160	UU	24179	.035		30.648	
5.216	UU	14795	.038	3	29.580	C11
5.267	UU	21370	.033		27.088	
5.335	UP	21403	.027		27.138	
5.460	PU	25628	.028		32.485	
5.534	UU	34056	.037		43.168	
5.581	UU	18988	.026		23.957	
5.622	UU	22486	.024		28.481	
5.699	UU	35121	.034		44.518	
5.789	UU	10884	.035		12.782	
5.891	UP	18887	.042		13.698	
5.993	PB	95711	.025	4	176.618	C12
6.108	BU	4559	.029		5.779	
6.148	UU	14343	.028		18.181	
6.358	PB	2559	.035		3.244	
6.525	PU	13115	.048		16.624	
6.605	UU	2946	.029		3.734	
6.648	UU	4725	.036		5.989	
6.738	UP	6448	.048		8.173	
7.023	PP	15354	.033	5	23.829	C13
8.075	PB	3187	.037	6	4.455	C14
9.436	PB	8832	.050	7	15.718	C15
11.548	UB	4966	.051	8	7.189	C17
12.476	UP	3270	.045	10	5.269	C18
13.663	UB	33159	.044		42.831	
14.164	BU	3645	.048		4.628	
14.424	UU	3478	.050	11R	4.398	C20
15.288	PU	6076	.082		7.782	
15.424	PU	4698	.041	12	13.469	C21
15.681	PP	12845	.039		16.282	
15.761	PU	1997	.038		2.531	
16.217	UP	2545	.043		3.226	
16.388	PB	8834	.043	13	8.328	C22
16.751	PU	16617	.072		21.863	
16.987	PU	4829	.065		5.107	
17.188	UU	7215	.077		9.145	
17.318	UU	23769	.049	14	38.496	C23
17.497	UU	11571	.061		14.667	
17.655	UU	5928	.051		7.504	
18.228	UU	56648	.050	15	73.358	C24
18.531	UU	9083	.057		11.412	
18.776	UU	8158	.064		10.341	
19.117	PB	56366	.050	16	106.188	C25
19.486	BU	5236	.059		6.764	
19.788	PB	1607857	.084		2038.049	
20.068	BB	33170	.053		42.845	
20.716	PU	6599	.072		8.365	
21.125	PB	19964	.058		25.385	
22.332	BB	8880	.054	17	12.417	C28
23.741	UB	9845	.069		12.479	

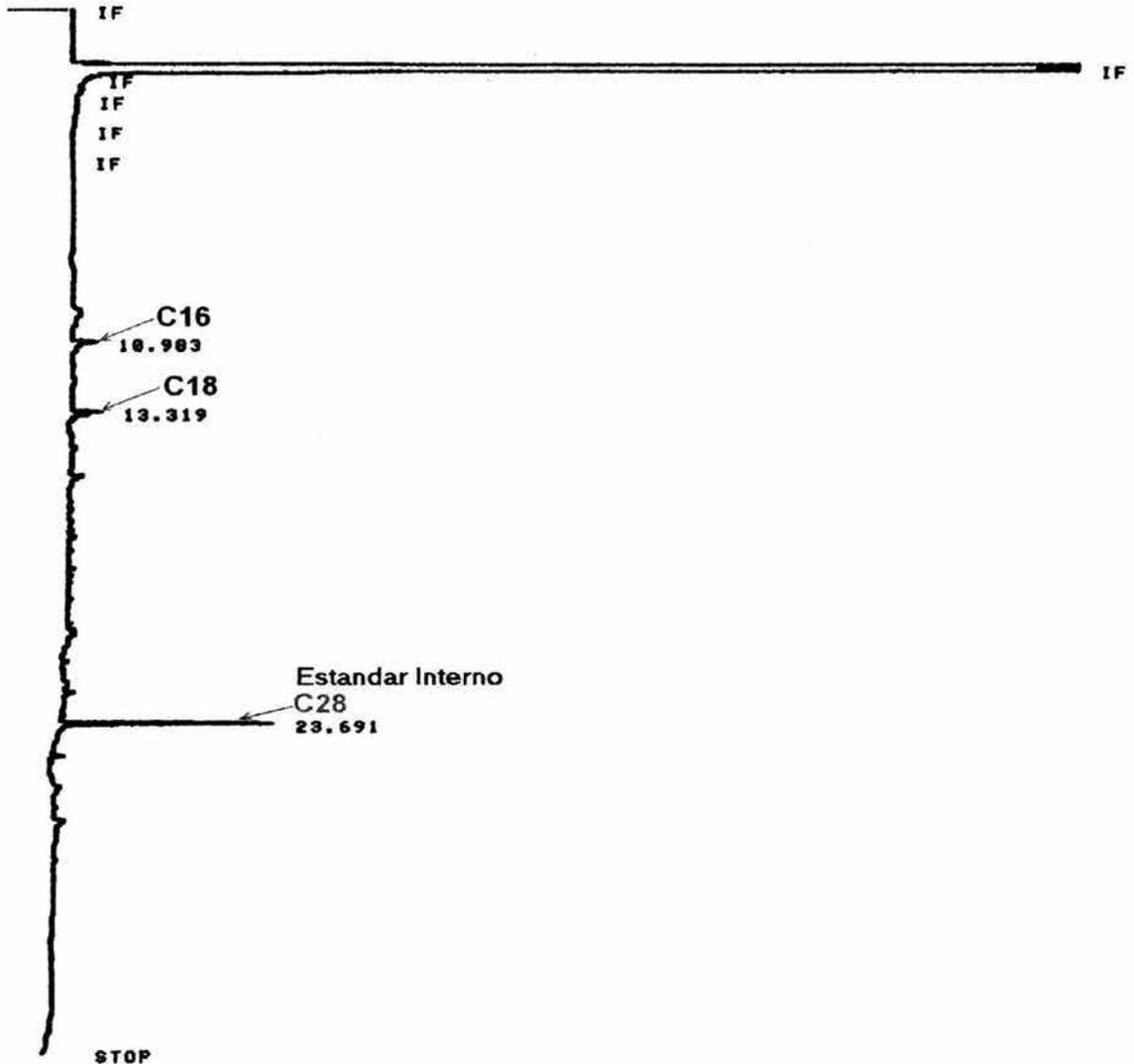
TOTAL AREA=7504352  
 MUL FACTOR=1.0000E+00

\*ID PAS01 F1. + STFND. INTERNO. C28.

*100 ug/ml de C28 Poca No 1 F1 Abril*

\* RUN # 38 MAR 21, 2003 18:36:00

START



Error storing signal to MISIGNAL .BNC  
 ATTEMPTED WRITE PAST END OF FILE  
 Storing processed peaks to MIB62C6A91.PRO  
 DIRECTORY FULL

RUN# 38 MAR 21, 2003 18:36:00

IDENTIFIER : PAS01 F1. + *100 ug/ml C28*

*Poca No 1 F1 Abril  
Fase de hexano*

%DE RECUPERACION DE PARAFINAS

ESTDX-AREA		AREA	WIDTH	HEIGHT	CAL#	AMOUNT	NAME
RT	TYPE						
10.983	BV	760	.069	184	3R	11.883	C16
13.319	PV	791	.055	238	4R	4.501	C18
→ 23.691	PB	6408	.063	1693		100.936	C28

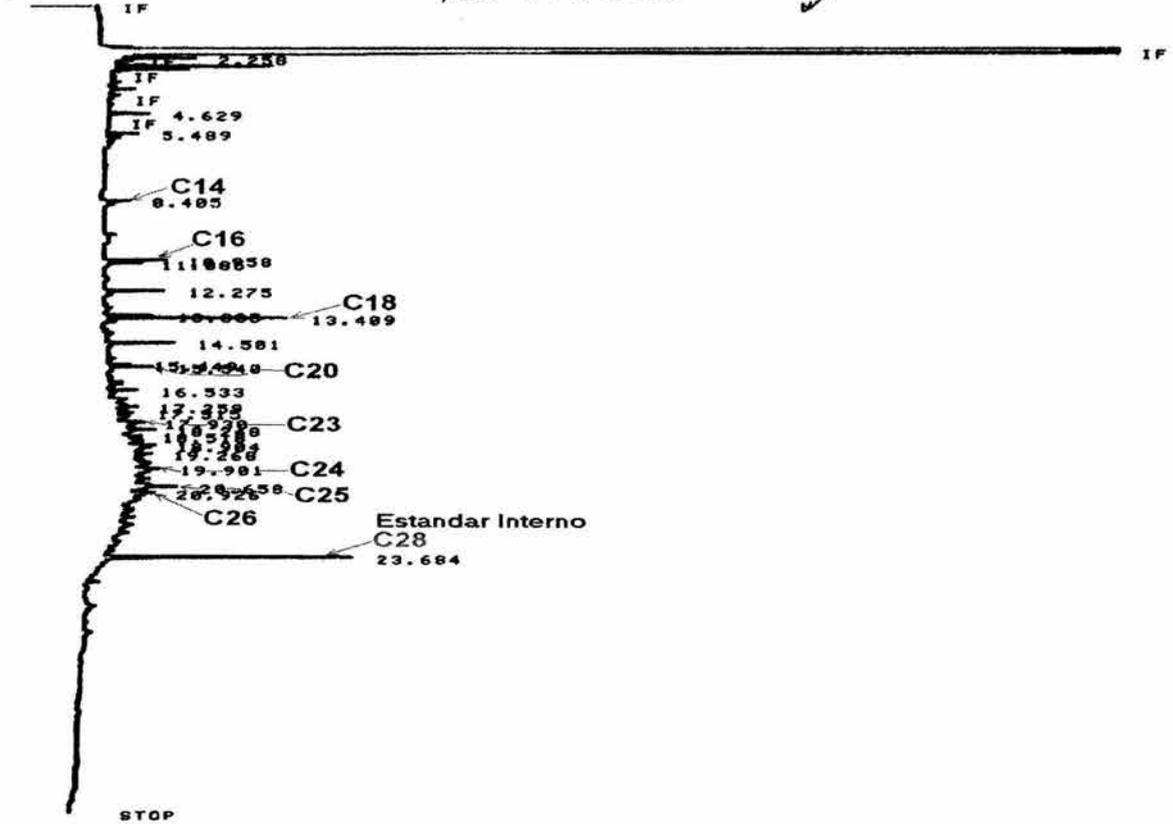
TOTAL AREA= 7959  
 MUL FACTOR=1.0000E+00

\*ID PASO 2 F1. + ST. INT. C28. 100 UG/ML.

*Co8*  
*Paso No 2 Abril Adipáticas*

\* RUN # 31 MAR 21, 2003 19:16:25

*Face de Hexano 100ug/ml de C28*



Error storing signal to M:SIGNAL .BNC  
ATTEMPTED WRITE PAST END OF FILE  
Storing processed peaks to M:\Q62C740A.PRO  
DIRECTORY FULL

RUN# 31 MAR 21, 2003 19:16:25

IDENTIFIER : PASO 2 F1. + *100ug/ml de C28* *Paso No 2 F1*  
*Abril*

XDE RECUPERACION DE PARAFINAS

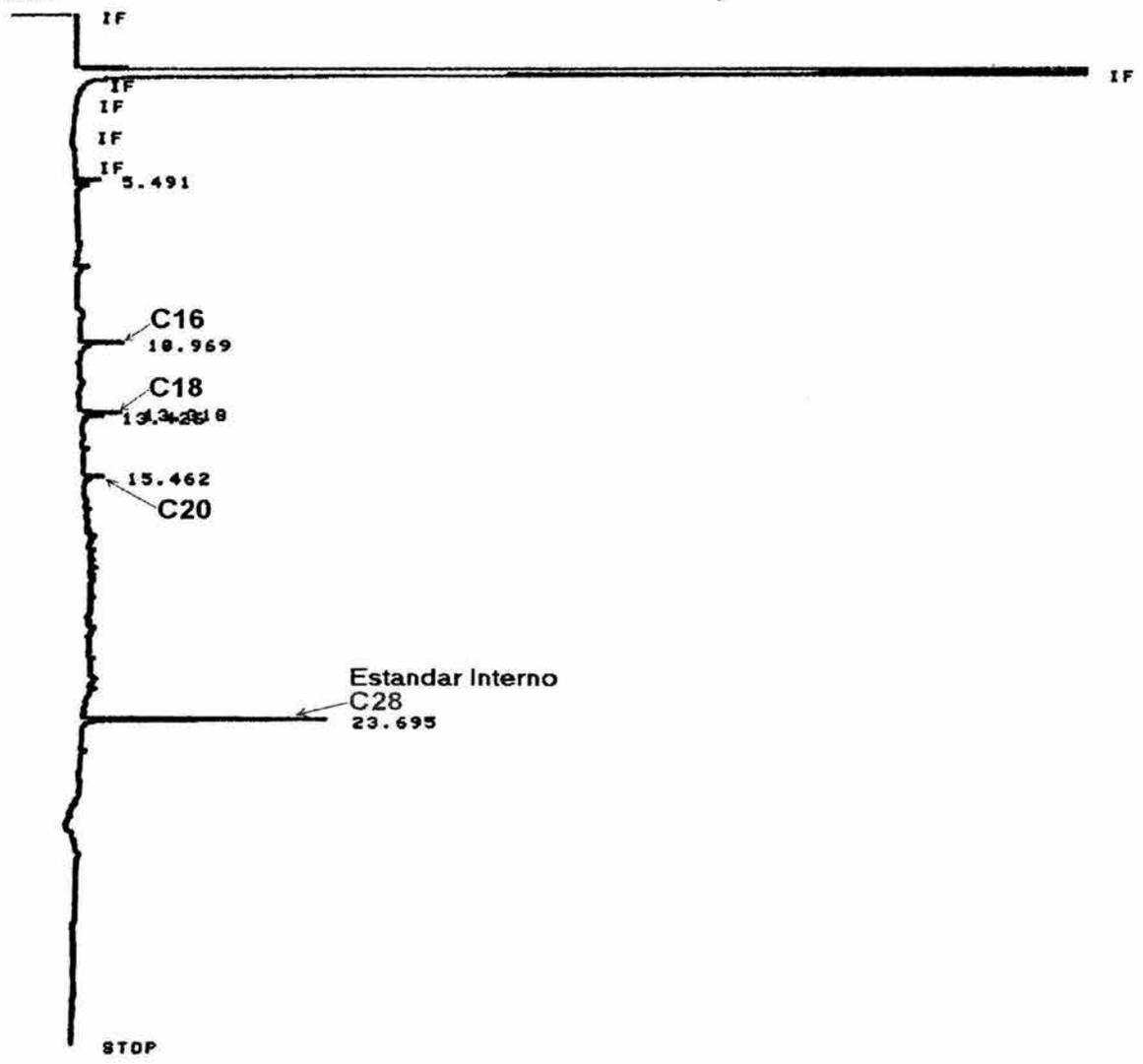
ESTOX-AREA	RT	TYPE	AREA	WIDTH	HEIGHT	CAL#	AMOUNT	NAME
	2.258	I PH	889	.023	577		19.759	
	4.629	PH	915	.047	325		15.555	
	5.489	BP	768	.058	283		12.928	
	8.485	BV	877	.068	215	2R	15.899	C14
	10.958	PV	1449	.049	491	3R	22.655	C16
	11.885	VB	928	.034	287		15.776	
	12.275	VV	1588	.054	489		26.868	
	13.388	PV	994	.044	376		16.898	
	13.489	VB	3638	.042	1432	4R	28.782	C18
	14.581	PH	1328	.042	523		22.576	
	15.449	PV	434	.042	171		7.378	
	15.540	VB	878	.042	345	5R	4.825	C20
	16.533	PV	646	.046	233		18.982	
	17.259	VP	728	.071	178	6R	3.296	C21
	17.515	VV	484	.048	148		6.868	
	17.938	PV	1176	.099	197	7R	8.394	C23
	18.248	VV	968	.067	239		16.328	
	18.518	PV	328	.062	141		8.925	
	18.984	VV	921	.078	196		15.657	
	19.268	VP	478	.061	138		8.126	
	19.981	VV	1176	.186	185	8R	5.827	C24
	20.650	VV	2883	.137	358	9R	13.263	C25
	20.926	VV	1278	.115	184	18R	6.188	C26
	23.684	PV	7655	.064	1988		138.135	C28

TOTAL AREA= 33484  
MUL FACTOR=1.8888E+08  
SAMPLE AMT=1.8888E+02

\*ID PASO N0. 3 F1. + STD. INT. C28. 125 MG/ML/W.  
*Paso No 3 Abnormal*

*Std. int. Cor fase  
125ug/ml de C28 hexano*

\* # 33 MAR 22, 2003 14:34:18  
START



Error storing signal to M:\SIGNAL .BNC  
ATTEMPTED WRITE PAST END OF FILE  
Storing processed peaks to M:\Q6208369.PRO  
DIRECTORY FULL

RUN# 33 MAR 22, 2003 14:34:18

*F1 Paso No 3 Fase de hexano*

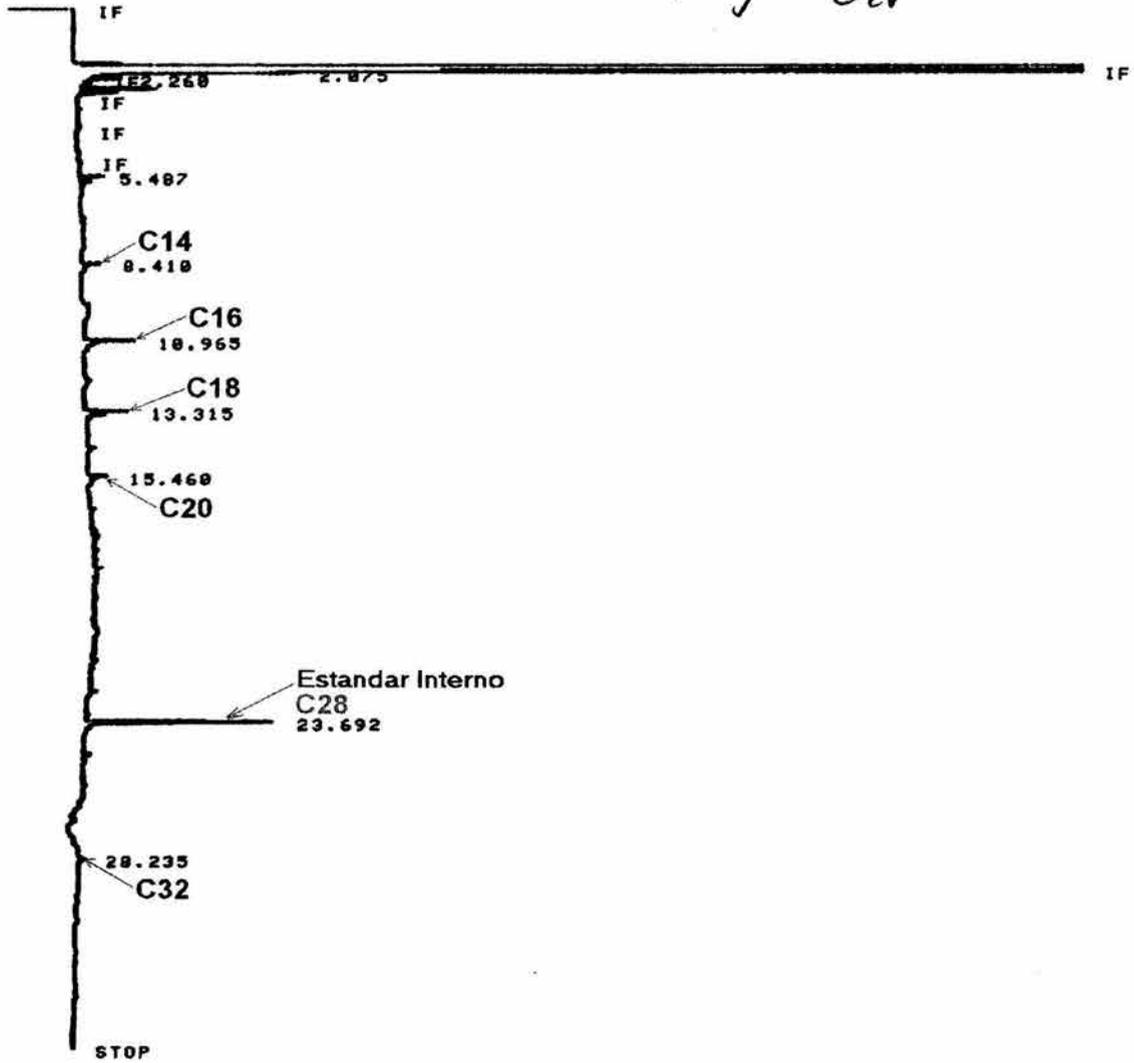
IDENTIFIER : PASO N0. 3 F1 + Std. int C28 (125ug/ml)

%DE RECUPERACION DE PARAFINAS

ESTD%-AREA	RT	TYPE	AREA	WIDTH	HEIGHT	CALC	AMOUNT	NAME
	5.491	PP	595	.052	190		10.115	
	10.969	PV	1293	.060	359	3R	20.216	C16
	13.318	PV	997	.051	325	4R	5.674	C18
	13.426	VV	674	.064	175		11.450	
	15.462	PV	535	.054	166	5R	2.967	C20
→	23.695	PB	7202	.062	1944		123.794	C28

+ Est. Int. fase hexano  
100 µg/ml C28

\* RUN # 34 MAR 22, 2003 15:21:31  
START



Error storing signal to MISIGNAL .BNC  
ATTEMPTED WRITE PAST END OF FILE  
Storing processed peaks to M:\Q62D0E7C.PRO  
DIRECTORY FULL

RUN# 34 MAR 22, 2003 15:21:31

*Peso No 9 F1 Abril*

IDENTIFIER : PASO NO. 4 F + std int. (100 µg/ml) de C28

%DE RECUPERACION DE PARAFINAS

ESTDX-AREA

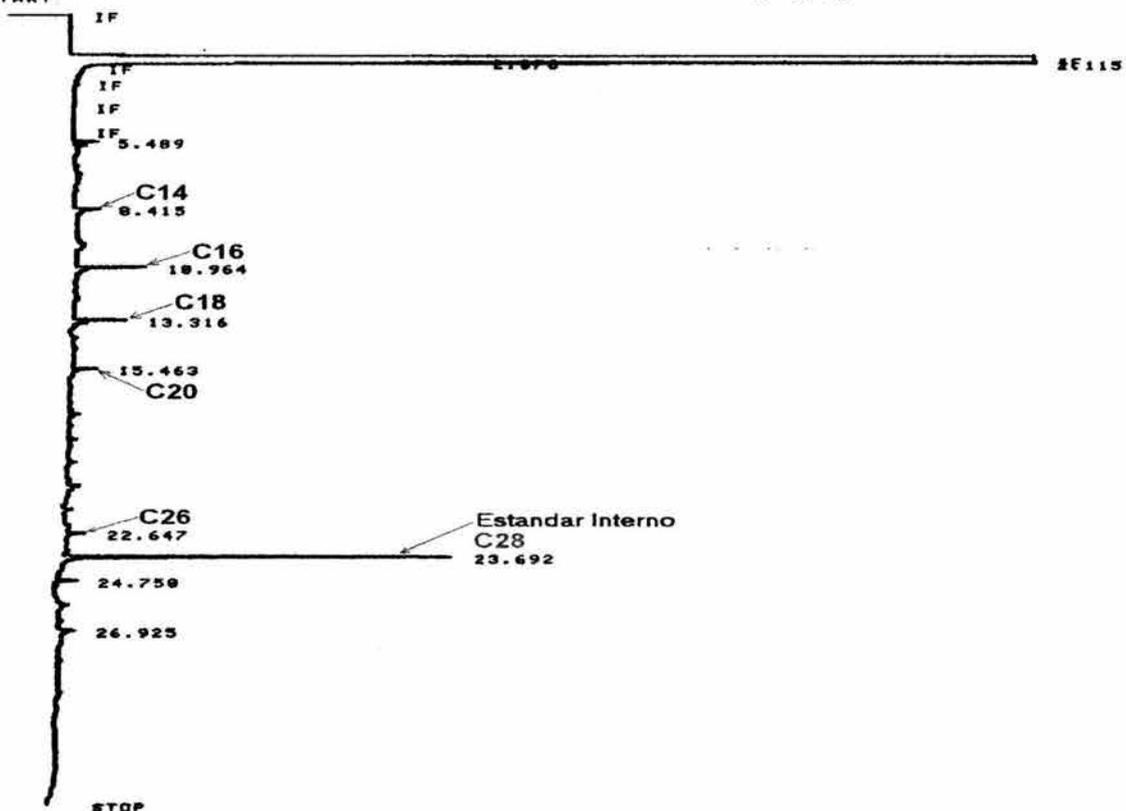
RT	TYPE	AREA	WIDTH	HEIGHT	CALC	AMOUNT	NAME
2.260	I PP	319	.021	254		5.423	
5.487	PP	684	.052	195		10.268	
8.418	BB	1064	.109	162	2R	18.319	C14
10.965	BV	1431	.059	403	3R	22.374	C16
13.315	BV	1028	.050	342	4R	5.858	C18
15.460	BV	486	.052	156	5R	2.695	C20
→ 23.692	BB	5571	.062	1497		94.707	C28
28.235	PV	1984	.580	57	12R	18.539	C32

\*ID PASO 5 + STD. INERNO C8. BREAK

\*ID PASO 5 ALIFATICOS + ST. INT. 200UG/ML

*en Fase de hexano  
Std. int.  
El Paso No 5 Abril  
200ug/ml  
C28*

\* RUN # 29 MAR 21, 2003 17:52:40  
START



Error storing signal to MISIGNAL .BNC  
ATTEMPTED WRITE PAST END OF FILE  
Storing processed peaks to MIQ62C6060.PRD  
DIRECTORY FULL

RUN# 29 MAR 21, 2003 17:52:40

*Paso No 5 FI Abril  
200ppm de C28 Std. int.  
en fase de hexano*

IDENTIFIER : PASO 5 ALIFATICOS + 200ppm de C28 Std. int.  
%DE RECUPERACION DE PARAFINAS

ESTDX-AREA

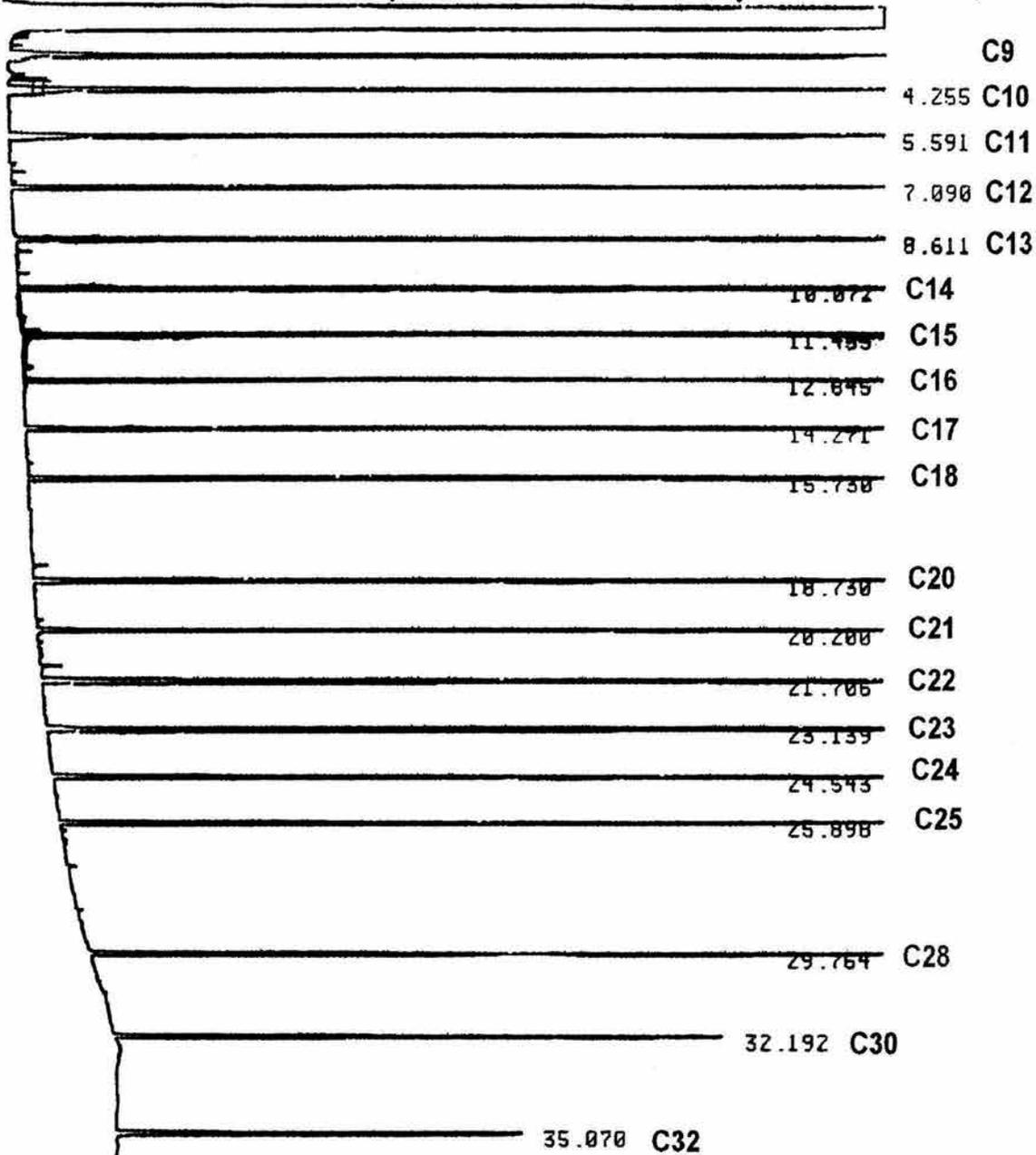
RT	TYPE	AREA	WIDTH	HEIGHT	CALC	AMOUNT	NAME
2.070	BP	422	.010	678		7.174	
2.115	PB	22570	.018	21065		383.690	
5.489	BV	619	.056	184		10.523	
8.415	BV	1091	.082	221	2R	10.703	C14
10.964	BV	1831	.054	565	3R	28.628	C16
13.316	VV	1493	.056	444	4R	8.496	C18
15.463	BV	736	.057	215	5R	4.082	C20
22.647	BV	728	.078	155	10R	3.525	C26
23.692	BB	11884	.062	3201		<u>202.020</u>	C28
24.750	BP	816	.074	185		13.872	
26.925	PV	1085	.133	136	11R	4.995	C30

TOTAL AREA= 43275  
MUL FACTOR=1.0000E+00  
SAMPLE AMT=1.0000E+02

START

IF

*Est. Alopaticas Mayo 200 ug/ml + C28 200 ug/ml*



END OF SIGNAL

*Estimador**Mayo, 96**+ Std. int C28  
200 µg/ml*

Closing signal file M:SIGNAL .BNA

RUN# 48 JUL 22, 1995 17:06:39

SAMPLE NAME: AC.GRASOS

INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA, UNAM

IDENTIFIER: MIXALIA 6UL*200 µg/ml*

SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNA

ESTD-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
4.255	PB	204271	.034	1	200.000	C10
5.591	PB	166092	.029	2	200.000	C11
7.090	PB	222717	.034	3	200.000	C12
8.611	PB	262377	.033	4	200.000	C13
10.072	PB	270401	.034	5	200.000	C14
11.455	PB	215637	.033	6	200.000	C15
12.845	PB	246143	.037	7	200.000	C16
14.271	PB	260902	.041	8	200.000	C17
15.730	PB	230423	.044	9R	200.000	C18
18.730	BB	296293	.052	10	200.000	C20
20.200	PB	123273	.043	11	200.000	C21
21.706	PB	323538	.056	12	200.000	C22
23.139	BB	216634	.050	13	200.000	C23
24.543	BB	185167	.049	14	200.000	C24
25.898	PB	109969	.044	15	200.000	C25
29.764	BB	107153	.046	16	200.000	C28
32.192	PB	64909	.049	17	200.000	C30
35.070	PB	55357	.062	18	200.000	C32

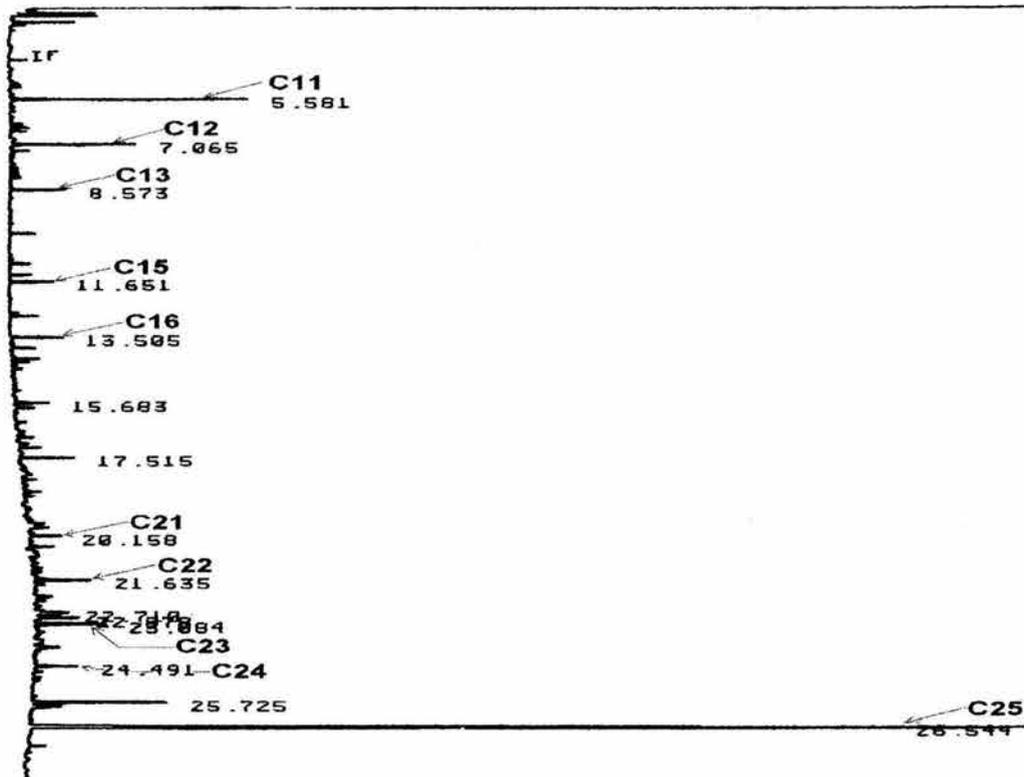
TOTAL AREA=3569256

MUL FACTOR=1.0000E+00

\*ID IF1,500,1UL

Majo (1,2)96  
Paso I FIAlifaticos\* RUN # 63 JUL 23, 1996 20:34:47  
START

IF



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 63

JUL 23, 1996 20:34:47

Paso No I FI

SAMPLE NAME: ALIFATICOS  
INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA, UNAM

Majo (1,2)96

Mach 1,2

IDENTIFIER : IF1,500,1UL  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
ESTD-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
5.581	BB	10373	.024	2	12.491	C11
7.065	PB	5966	.026	3	5.357	C12
8.573	BB	3157	.029	4	2.406	C13
11.651	BB	2279	.027	6	2.114	C15
13.505	BB	3409	.034	7	2.770	C16
15.683	BB	2756	.041	9R	2.312	C18
17.515	PB	3993	.037		3.350	
20.158	UB	2726	.042	11	4.423	C21
21.635	BB	4720	.043	12	2.918	C22
22.710	BU	6182	.093		5.186	
22.878	UB	4331	.052		3.633	
23.084	PB	5324	.039	13	4.915	C23
24.491	BB	2724	.035	14	2.942	C24
25.725	PU	13639	.053		11.441	
26.544	PB	106340	.050	15	193.400	C25

TOTAL AREA= 177919  
MUL FACTOR=1.0000E+00

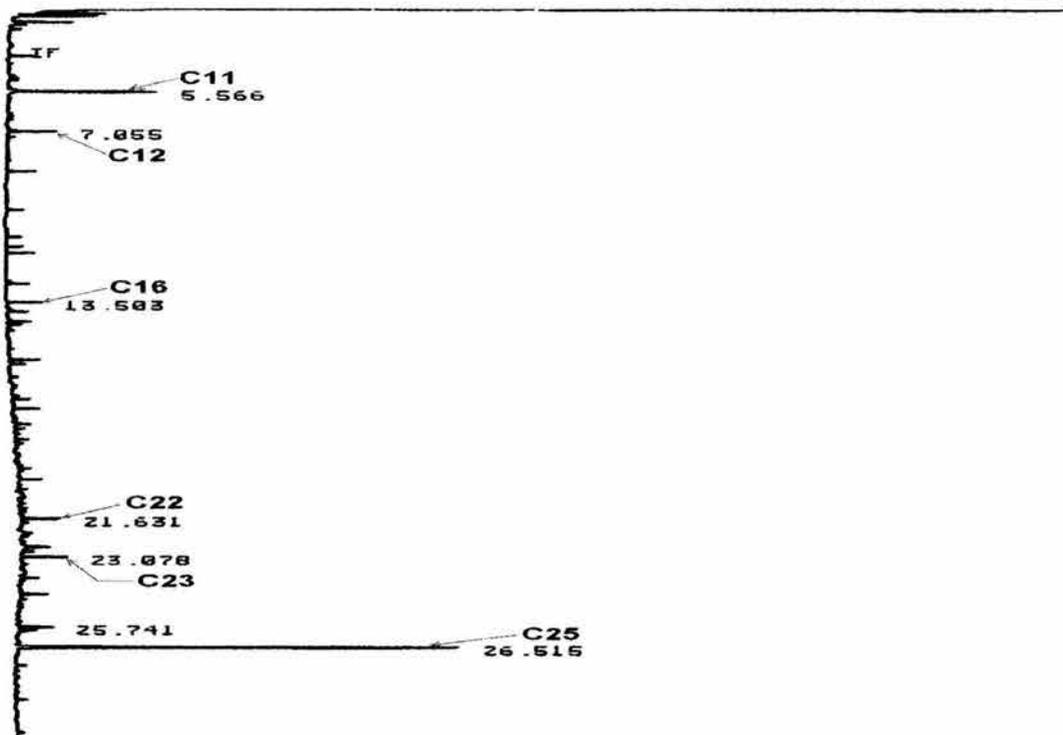
\*ID ZF1.599###00.1UL

*Paso No 2 Alifaticos  
Marzo (C), 96*\*ID  
ZF1.500.1UL

\* RUN # 64 JUL 23, 1996 21:20:46

START

IF



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 64 JUL 23, 1996 21:20:46

SAMPLE NAME: ALIFATICOS

*Marzo (C), 1996 F, Paso No 2*

INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA, UNAM

IDENTIFIER : ZF1,500,1UL

SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC

ESTO-AREA

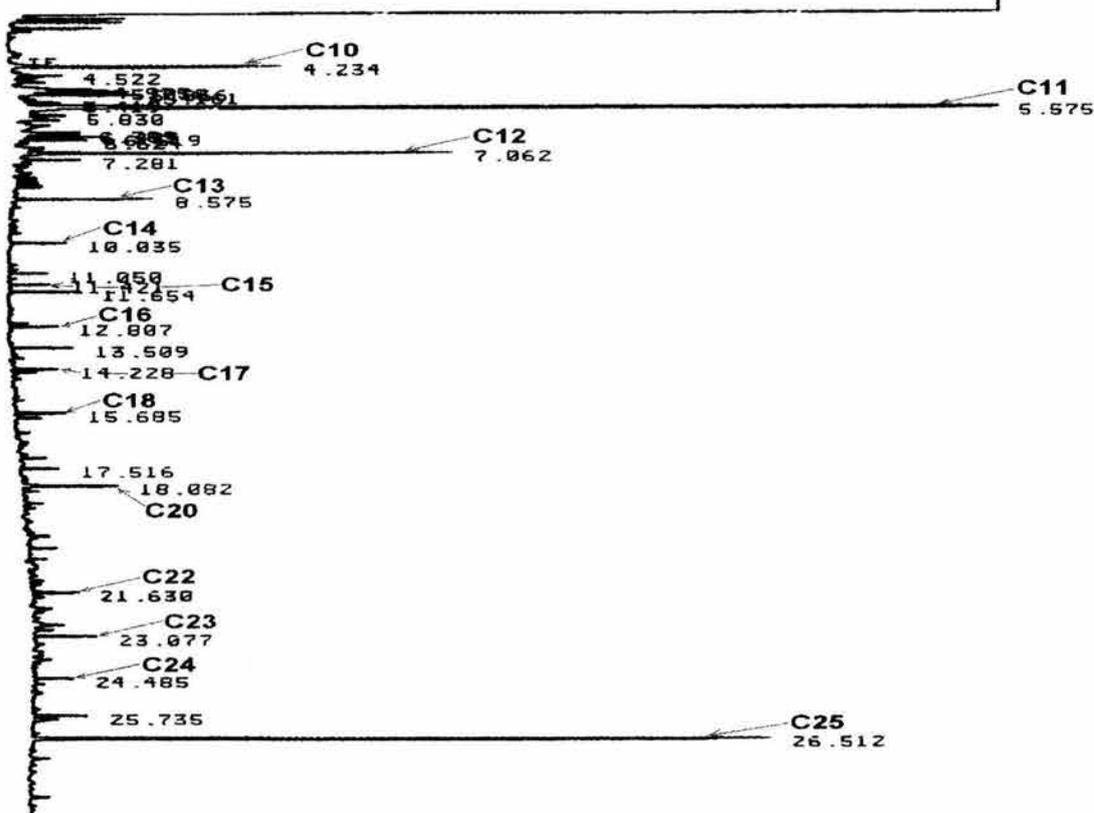
RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
5.566	PB	7466	.028	2	8.990	C11
7.055	BB	2561	.029	3	2.300	C12
13.503	PB	2165	.033	7	1.759	C16
21.631	BB	2878	.038	12	1.779	C22
23.078	BB	3499	.039	13	3.230	C23
25.741	PB	3349	.050		2.809	
26.515	PB	34542	.043	15	62.821	C25

TOTAL AREA= 56460

MUL FACTOR=1.0000E+00

START

IF *Paso 3 Fi 500ml, 1ml Marzo (1-2), 96*



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 66 JUL 25, 1996 17:56:54

SAMPLE NAME: ALIFATICOS *Paso No 3 Marzo (1,2) 96*  
 INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA, UNAM *Fi*

IDENTIFIER : 3F1.500.1UL *March (1-2), 96*  
 SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC

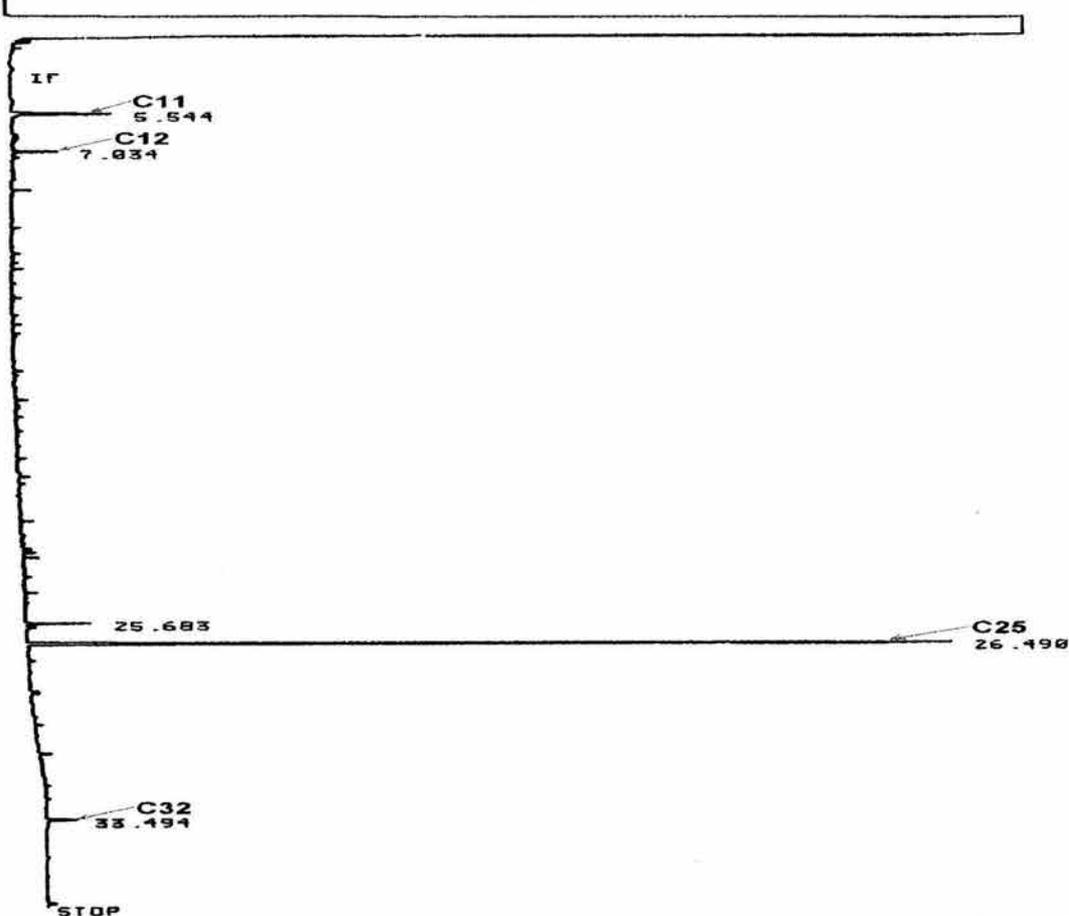
ESTD-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
4.234	BB	15233	.029	1	14.915	C10
4.522	PU	4530	.046		3.000	
4.975	BU	8068	.054		6.768	
5.018	UU	5612	.031		4.708	
5.066	UU	6082	.028		5.102	
5.161	UB	7007	.029		5.878	
5.419	PP	2083	.030		1.747	
5.575	PB	115877	.031	2	139.534	C11
5.830	UP	2622	.037		2.199	
6.389	BU	4928	.044		4.134	
6.455	UU	3626	.032		3.042	
6.519	UB	4432	.029		3.718	
6.624	BP	3757	.029		3.152	
7.062	PB	22796	.028	3	20.471	C12
7.281	BB	3654	.032		3.065	
8.575	BB	7462	.028	4	6.688	C13
10.035	PB	2808	.026	5	2.077	C14
11.050	PB	2590	.034		2.173	
11.421	BB	2303	.029	6	2.136	C15
11.654	BB	4140	.030		3.473	
12.007	UB	2877	.030	7	2.338	C16
13.509	BB	4144	.034		3.476	
14.228	BB	2748	.031	8	2.107	C17
15.685	BB	3758	.038	9R	3.152	C18
17.516	PB	2555	.034		2.143	
18.082	PB	8814	.047	10	5.950	C20
21.630	PB	4247	.045	12	2.625	C22
23.077	PB	4928	.040	13	4.550	C23
24.485	BB	3180	.040	14	3.435	C24
25.735	PB	4845	.046		4.064	
26.512	PB	63527	.045	15	115.536	C25

TOTAL AREA= 335233  
 MUL FACTOR=1.0000E+08

\*IO 4F1.500.JUL

\* RUN # 67

Mazo (1,2) 96 Paso 4 F1  
JUL 25, 1996 18:41:46START  
IF

Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 67 JUL 25, 1996 18:41:46

SAMPLE NAME: ALIFATICOS  
INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA, UNAM

IDENTIFIER : 4F1.500.JUL

SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC

*Mazo (1-2) 96 Alifaticos*

ESTD-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
5.544	PB	9800	.053	2	11.801	C11
7.034	BB	3841	.044	3	3.449	C12
25.683	PU	5878	.047		4.931	
26.490	PB	79780	.046	15	145.095	C25
33.494	PB	3783	.062	18	13.668	C32

TOTAL AREA= 103082

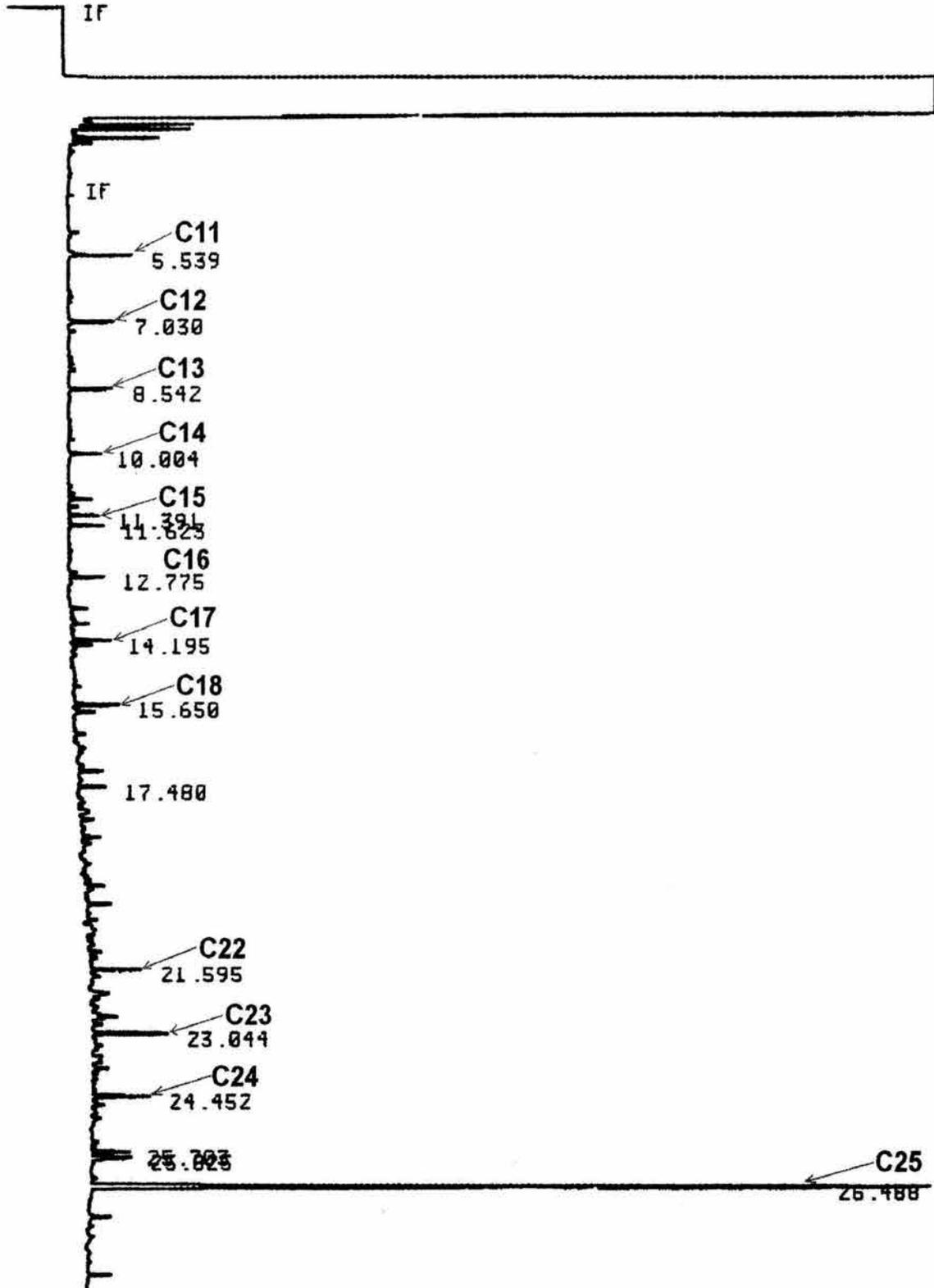
MUL FACTOR=1.0000E+00

\*ID 5F1,500,1UL

*Paso No 5 Alifaticos Hexo(1,2)96*

\* RUN # 68 JUL 25, 1996 19:26:36

START



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 68 JUL 25, 1996 19:26:36

SAMPLE NAME: ALIFATICOS  
INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA, UNAM*Paso No 5 Alifaticos*IDENTIFIER : SF1,500,1UL  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
ESTO-AREA*Marzo 16 - 25 96*

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
5.539	BB	4210	.030	2	5.069	C11
7.030	PB	3435	.033	3	3.005	C12
8.542	PB	2679	.027	4	2.042	C13
10.004	PB	1885	.026	5	1.394	C14
11.391	BB	1899	.028	6	1.761	C15
11.623	BB	2445	.031		2.051	
12.775	PB	2522	.031	7	2.049	C16
14.195	BB	2842	.032	8	2.179	C17
15.650	BB	3894	.038	9R	3.266	C18
17.480	PB	2395	.037		2.009	
21.595	PB	4252	.038	12	2.628	C22
23.044	PB	6924	.041	13	6.392	C23
24.452	BU	5245	.041	14	5.665	C24
25.703	BP	4078	.047		3.421	
25.825	PB	4381	.051		3.675	
26.488	PB	86960	.046	15	158.154	C25

TOTAL AREA= 140046  
MUL FACTOR=1.0000E+00

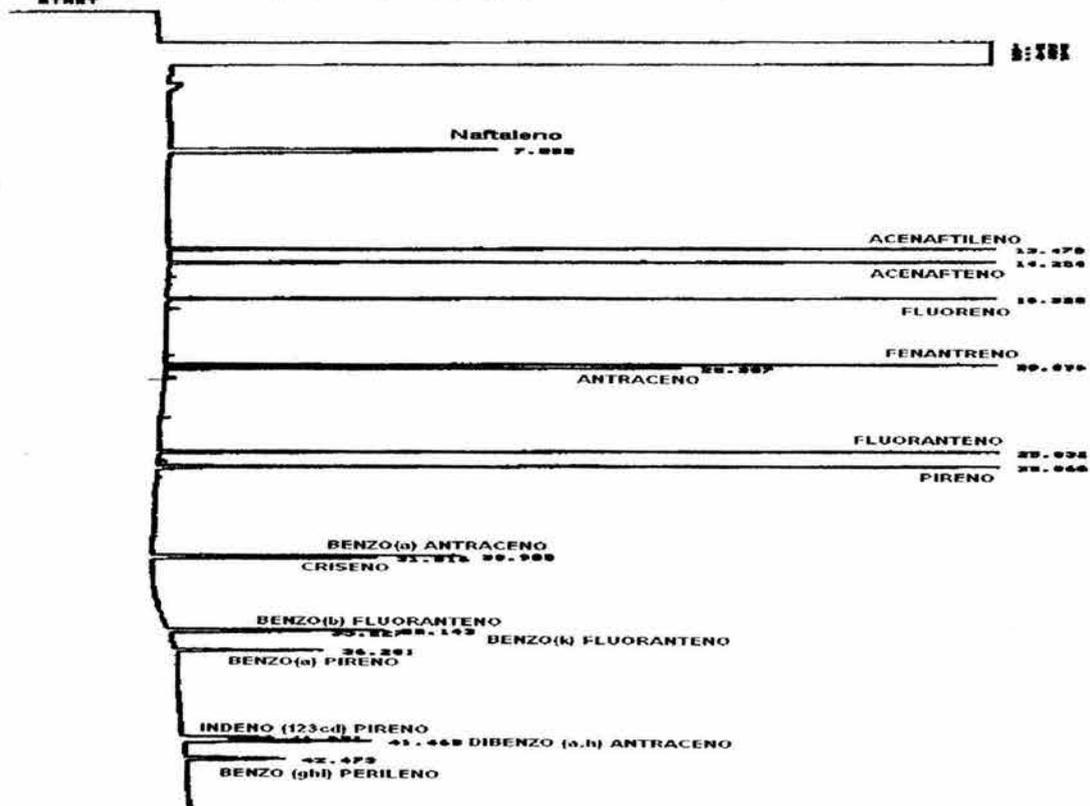
## RUN PARAMETERS

ZERO = 0  
ATT 2^ = 2  
CHT SP = 0.7  
AR REJ = 0  
THRS = 3  
PK WD = 0.04

RUN# 5  
START

FEB 12, 1998 20:22:17

STL HAPs 16 aromatic



Error storing signal to MISIGNAL .BNC  
 ATTEMPTED WRITE PAST END OF FILE  
 Storing processed peaks to MIQ5F7C77B.PRO  
 ATTEMPTED WRITE PAST END OF FILE

STL HAPs 16 aromatic  
 EPA

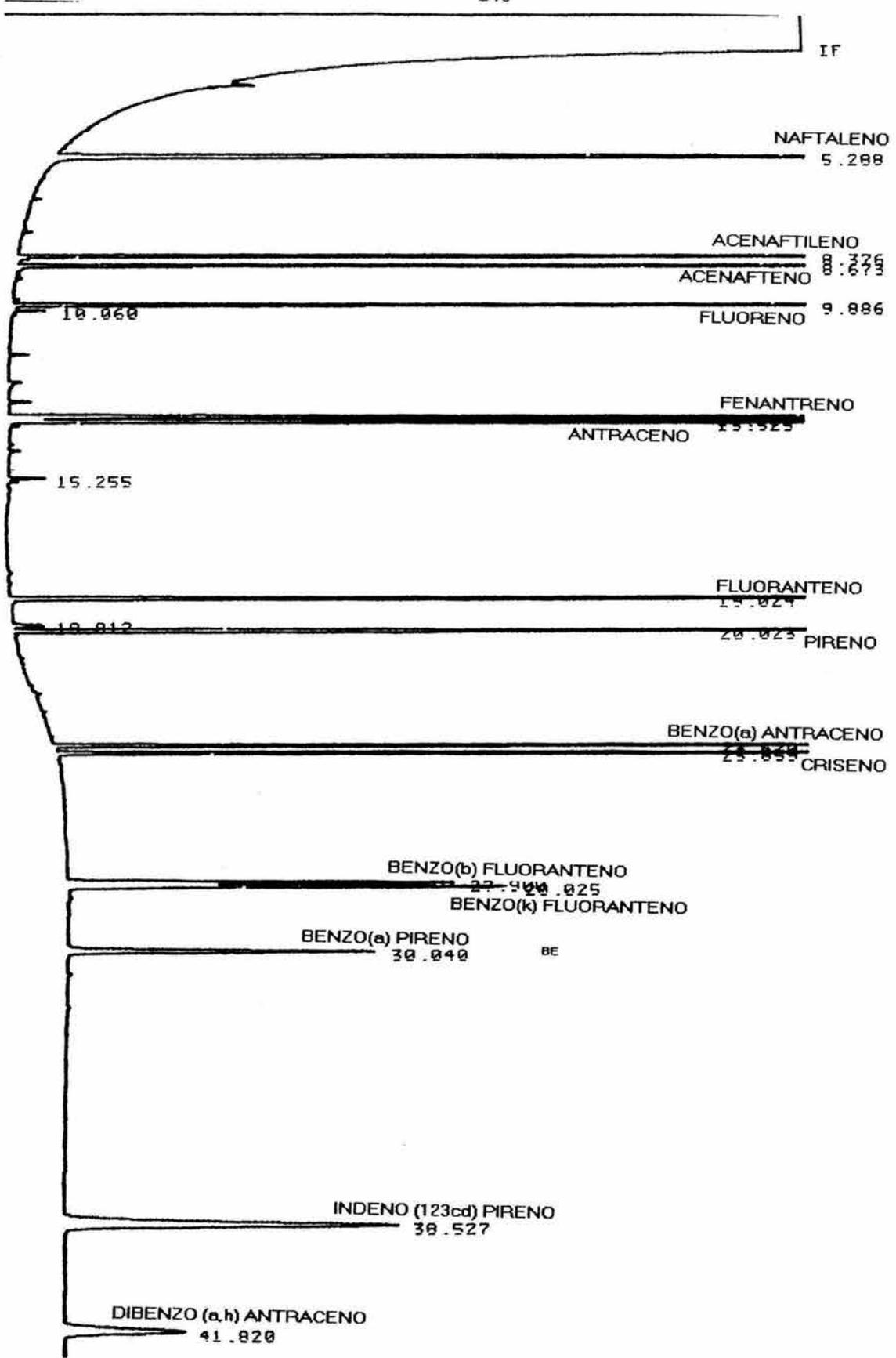
RUN# 5 FEB 12, 1998 20:22:17

AREAX

RT	AREA	TYPE	WIDTH	AREA%
1.890	146555120	PV	.295	65.40842
2.181	57715160	VV	.188	25.75861
2.442	18528384	VV	.388	8.26575
1 7.832	140153	BB	.194	.06255
2 13.478	149449	BB	.073	.06678
3 14.254	151832	BB	.064	.06776
4 16.320	125847	PB	.057	.05617
5 20.096	122679	BB	.061	.05475
6 20.287	62823	BB	.055	.02884
7 25.032	132363	BB	.067	.05987
8 25.860	137653	BV	.068	.06144
9 30.900	44815	BV	.066	.02888
10 31.816	38146	VB	.061	.01345
11 35.143	36639	PV	.078	.01635
12 35.227	19383	VB	.062	.00865
13 36.281	25519	BV	.078	.01139
14 41.291	21546	VV	.189	.00962
15 41.460	44755	VB	.189	.01997
16 42.473	25625	BB	.117	.01144

Naftaleno  
 Acenafteno  
 Acenafteno  
 Fluoreno  
 Fenanteno  
 Antraceno  
 Fluoranteno  
 Pireno  
 Benzo(a) antraceno  
 Criseno  
 Benzo(b) fluoranteno  
 Benzo(k) fluoranteno  
 Benzo(a) pireno  
 Indeno (1,2,3-cd) Pireno  
 Dibenzo (a,h) antraceno  
 Benzo (ghi) perileno

TOTAL AREA=2.2406E+08  
 MUL FACTOR=1.0000E+00



Closing signal file M:SIGNAL .BNA

RUN# 276                      NOV 24, 1995 20:59:13SAMPLE NAME: AROMATICOS  
PROYECTO HIDROCARBUROS.

, ICM/L-UAM

IDENTIFIER : *Std PAHs* 1UL  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNA  
ESTD-AREASTD PAHsSept. 95

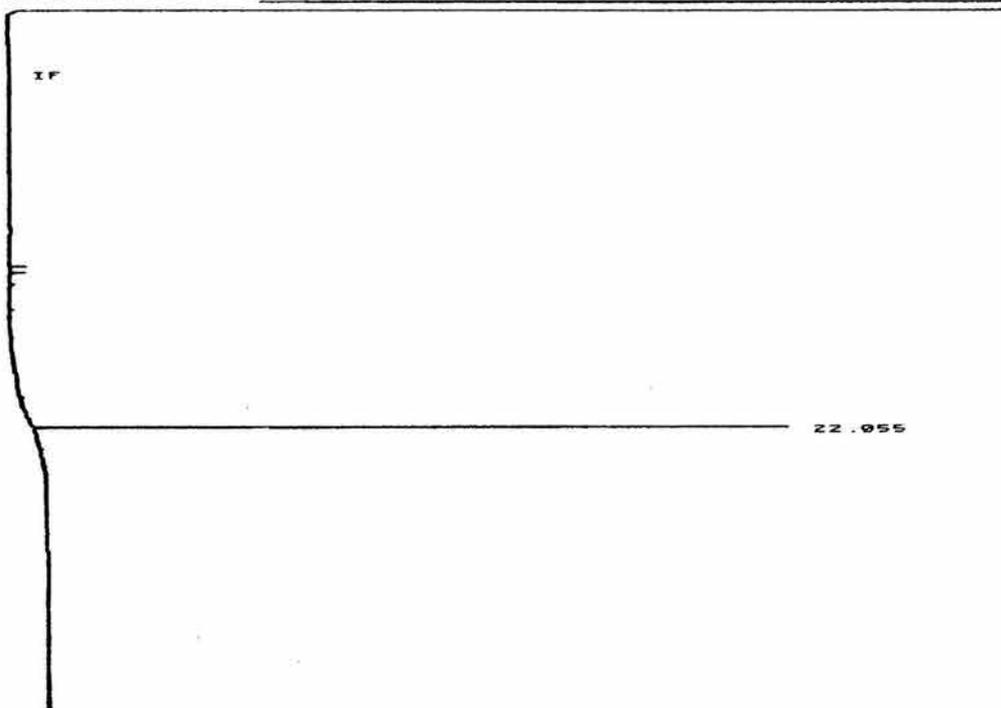
RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
5.288	BB	219075	.060	1	100.000	NAFTALENO
8.376	PB	196724	.034	2	100.000	ACENAFTILENO
8.673	PB	208945	.035	3	100.000	ACENAFTENO
9.886	PB	216855	.038	4	99.992	FLUORENO
10.060	BB	2576	.036		1.022	
13.388	BU	256643	.059	5	100.000	FENANTRENO
13.525	UB	263072	.053	6	100.000	ANTRACENO
15.255	PU	5283	.059		2.095	
19.024	PB	252167	.056	7R	100.000	FLUORANTENO
19.812	PU	2974	.046		1.179	
20.023	UB	245832	.052	8	100.000	PIRENO
23.620	BB	135993	.049	9	100.000	BENZO(a)ANTRACEN
23.859	BB	130214	.049	10	100.000	CRISENO
27.900	BU	78040	.086	11	100.000	BENZO(b)FLUORANT
28.025	UB	75901	.074	12	100.000	BENZO(k)FLUORANT
30.040	BB	69434	.097	13	100.000	BENZO(a)PIRENO
38.527	BB	148239	.189	14	100.000	INDENO(123cd)PIR
41.820	BB	58691	.207	15	100.000	DIBENZO(a,h)ANTRACEN

TOTAL AREA=2566658  
MUL FACTOR=1.0000E+00

## RUN PARAMETERS

ZERO = 0  
ATT 2^ = 2  
CHT SP = 0.7  
AR REJ = 0  
THRSH = 3  
PK WD = 0.04

START IF

*Bco F2 Sept. 5000 1.0000*

Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 206 OCT 6, 1995 13:58:14

SAMPLE NAME: PAH'S  
HIDROC. AROMAT. POL., , PROYECTO ICM, L UNAM-UAM.

IDENTIFIER (Bco F2, 500, 1UL)

*Bco F2 Sept, 95*

SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC

NO CALIB PEAKS FOUND

AREAX

RT	AREA	TYPE	WIDTH	AREAX
22.055	41052	BB	.028	100.00000

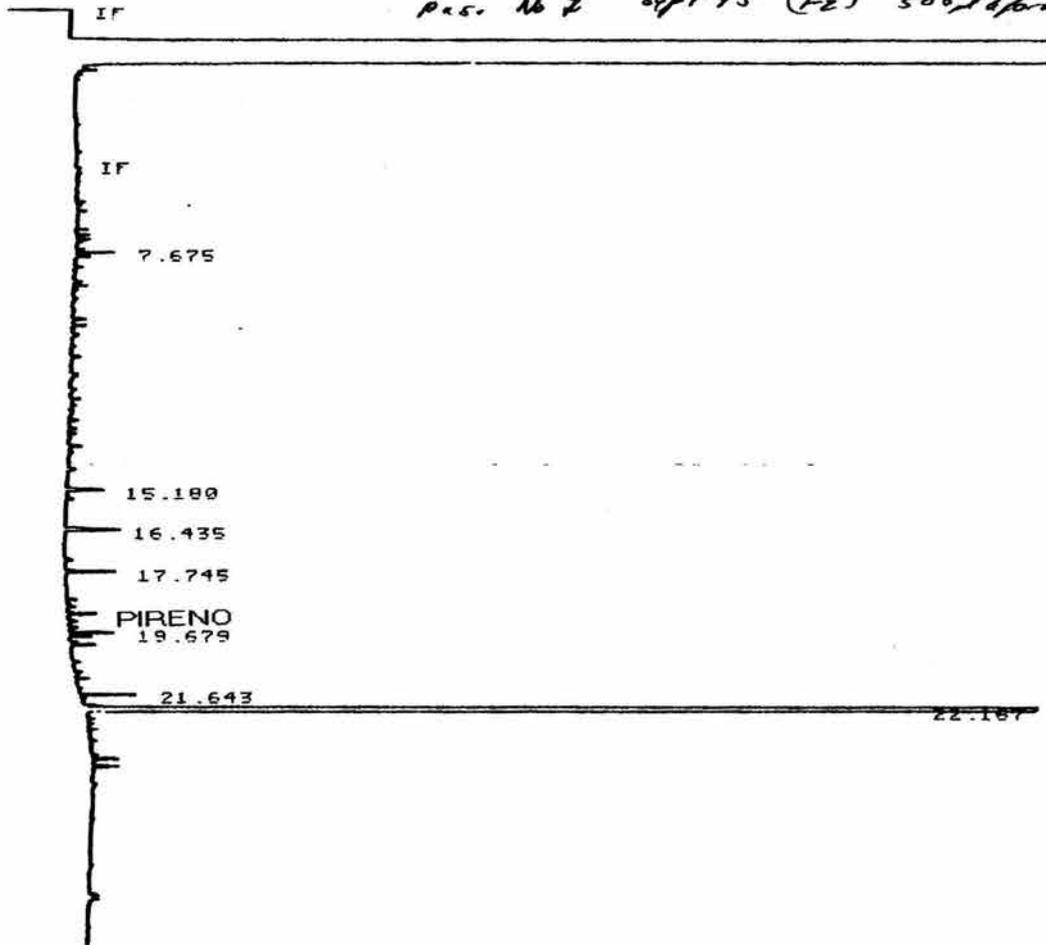
TOTAL AREA= 41052

MUL FACTOR=1.0000E+00

## RUN PARAMETERS

ZERO = 0  
 ATT 2^ = 2  
 CHT SP = 0.7  
 AR REJ = 0  
 THRS = 3  
 PK WD = 0.04

*pas. No 2 Sept 95 (F2) 500ul per 1.0ul*



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 205 OCT 6, 1995 12:59:36

SAMPLE NAME: PAH'S  
HIDROC. AROMAT. POL., , PROYECTO ICM, L UNAM

IDENTIFIER: P\F2,500,1UL  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
ESTD-AREA

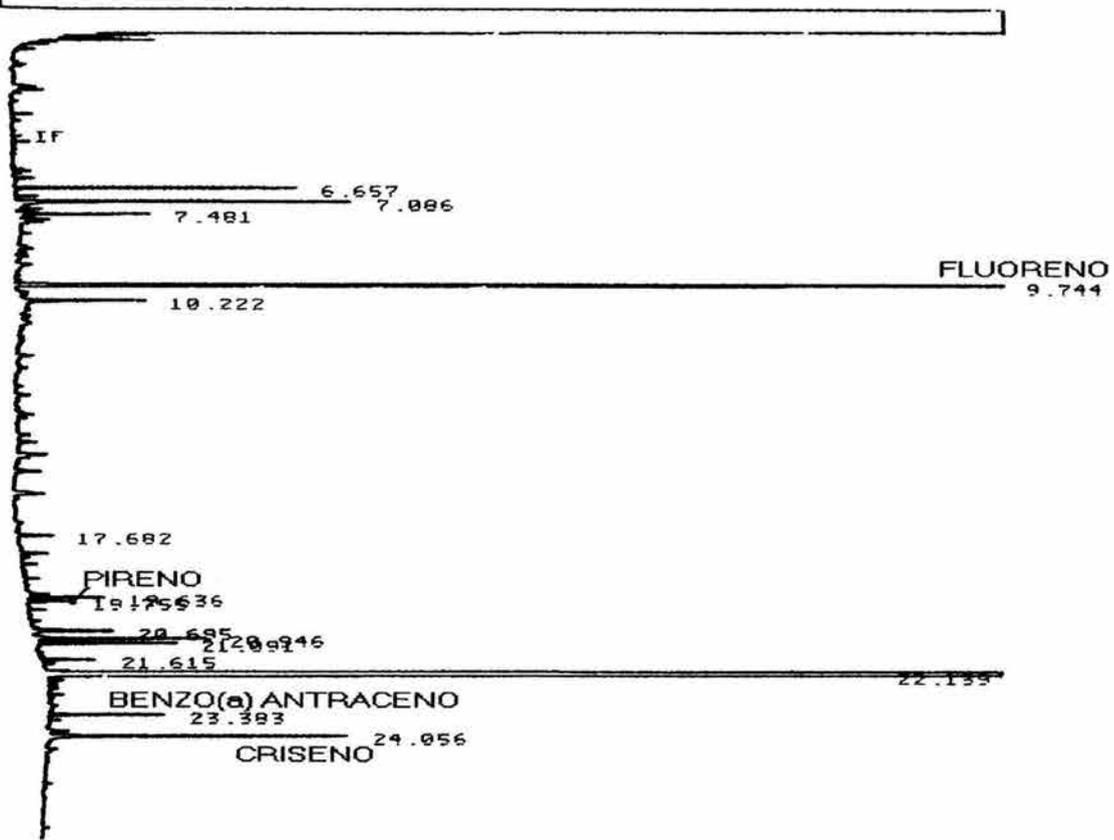
*Paso 1 Sept, 95*

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
7.675	PB	1991	.027		1.165	
15.180	PB	4488	.061		2.625	
16.435	BB	7819	.071		4.574	
17.745	BB	4725	.048		2.764	
19.679	PB	3181	.036	8	9.609	PIRENO
21.643	PB	3474	.031		2.032	
22.167	UB	1559015	.063		911.966	

TOTAL AREA=1584693  
MUL FACTOR=1.0000E+00

WON # ZIV OCT 6, 1995 18:03:49  
START IF

*Pass 2 for Sept. 95  
50000 spms 1.0 ul only*



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 210 OCT 6, 1995 18:03:49

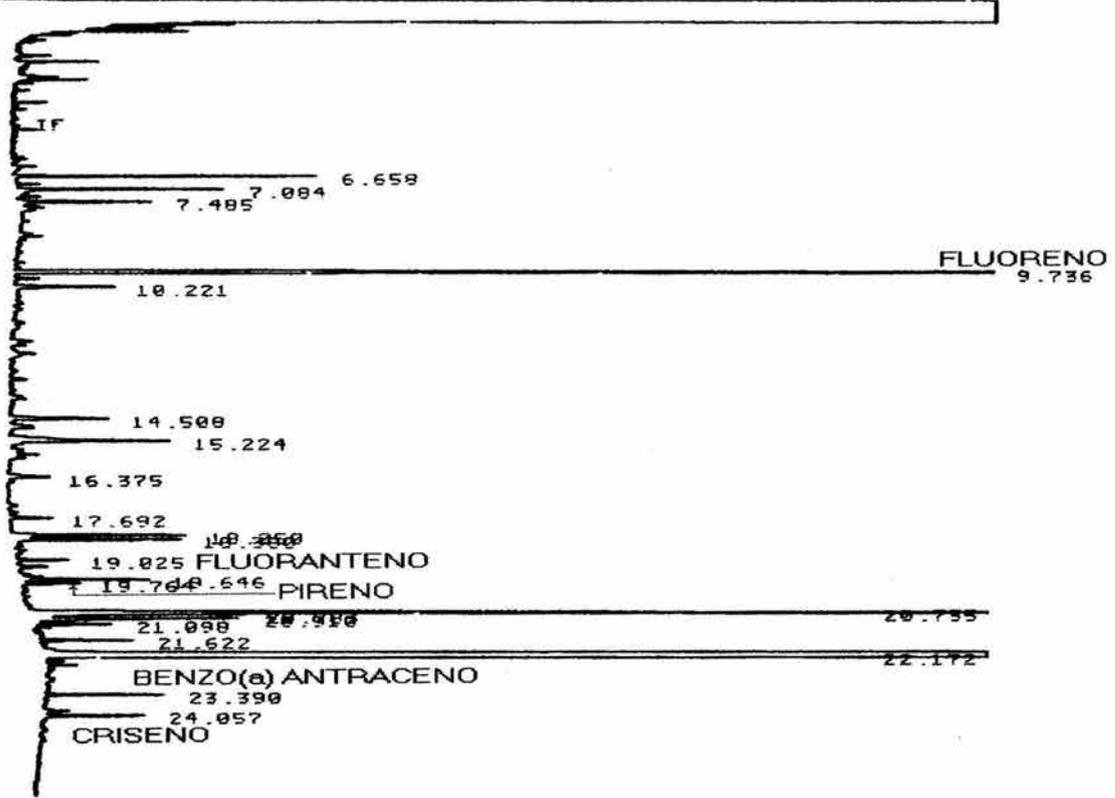
SAMPLE NAME: PAH'S  
HIDROC. AROMAT. POL., , PROYECTO ICM, L UNAM.

IDENTIFIER: *P#2,500,1UL* *Pass 2 Sept, 95*  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
ESTD-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
6.657	PB	18373	.034		10.748	
7.086	PB	21544	.034		12.602	
7.481	UU	7965	.032		4.659	
9.744	BB	165725	.042	4	115.062	FLUORENO
10.222	UB	10614	.046		6.209	
17.682	BB	3362	.048		1.967	
19.636	UB	5253	.035		3.073	
19.755	BP	3813	.047	8	11.519	PIRENO
20.695	BB	6503	.044		3.804	
20.946	PB	11684	.036		6.835	
21.091	BB	9844	.037		5.758	
21.615	PB	3410	.032		1.995	
22.139	PB	1580496	.065		924.532	
23.383	UB	8644	.039	9	38.916	BENZO(a) ANTRACEN
24.056	BB	22075	.039	10	20.035	CRISENO

TOTAL AREA=1879305  
MUL FACTOR=1.0000E+00

START IF *F2 Para No. 2 Sept. 500ml 1.0ml sig*



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 209 OCT 6, 1995 17:08:34

SAMPLE NAME: PAH'S  
 HIDROC. AROMAT. POL., , PROYECTO ICMYL UNAM-UAM

IDENTIFIER: *P3f2.500,1UL*  
 SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
 ESTD-AREA

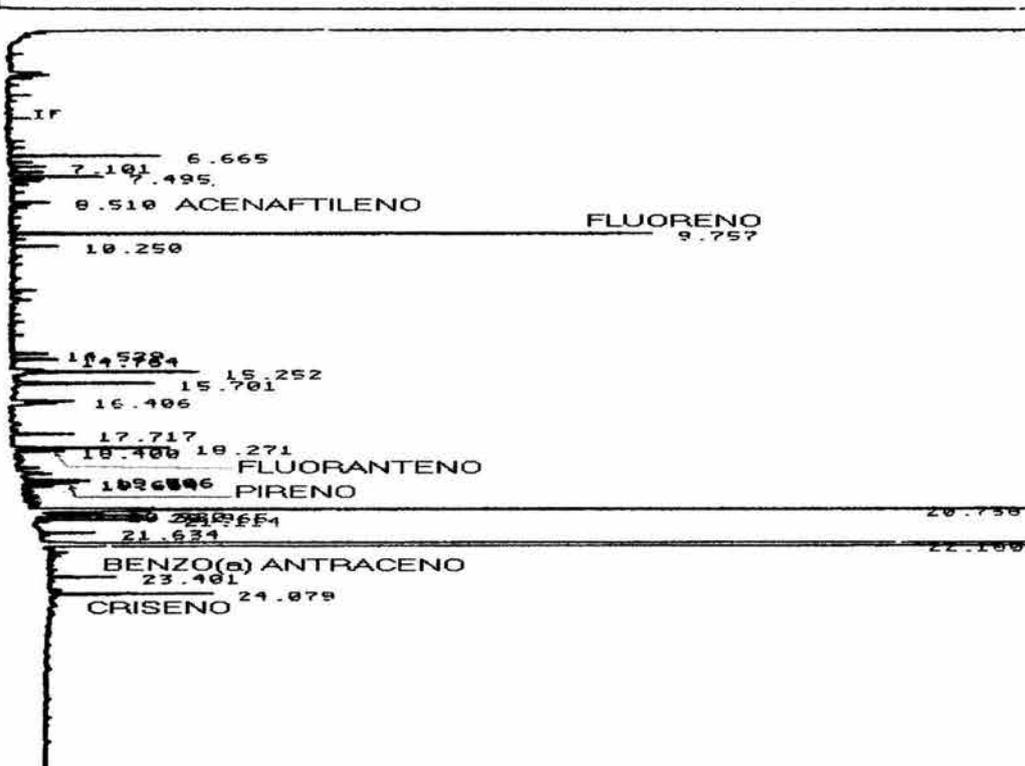
*Para No 2 Sept, 95*

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
6.658	PB	21745	.037		12.720	
7.084	PB	16221	.041		9.489	
7.485	PU	10435	.041		6.104	
9.736	BB	178953	.053	4	124.246	FLUORENO
10.221	PB	10265	.054		6.005	
14.508	PB	11526	.061		6.742	
15.224	PB	21247	.073		12.429	
16.375	BU	6735	.081		3.940	
17.692	BB	4414	.053		2.582	
18.250	BU	18077	.055		10.574	
18.380	UB	15168	.048		8.073	
19.025	PB	3788	.038	7	2.216	FLUORANTENO
19.646	UU	11237	.045		6.573	
19.764	UB	5272	.048	8	15.926	PIRENO
20.735	BU	156716	.048		91.673	
20.783	UU	14729	.035		8.616	
20.910	UU	20587	.051		12.043	
21.098	UU	7474	.049		4.372	
21.622	UP	6229	.035		3.644	
22.172	BB	2586314	.082		1512.898	
23.390	BB	9407	.041	9	42.351	BENZO(a) ANTRACEN
24.057	UB	7927	.042	10	7.194	CRISENO

TOTAL AREA=3144466  
 MUL FACTOR=1.0000E+00

RUN # 200 OCT 6, 1995 16:14:14  
 START IF

*Paco No 4 Fe Sept 95*



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 200 OCT 6, 1995 16:14:14

SAMPLE NAME: PAH'S  
 HIDROC. AROMAT. POL., , PROYECTO ICMVL UNAM

IDENTIFIER: *Paco 4*  
 SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
 ESTD-AREA

*Paco 4 Fe Sept 95*

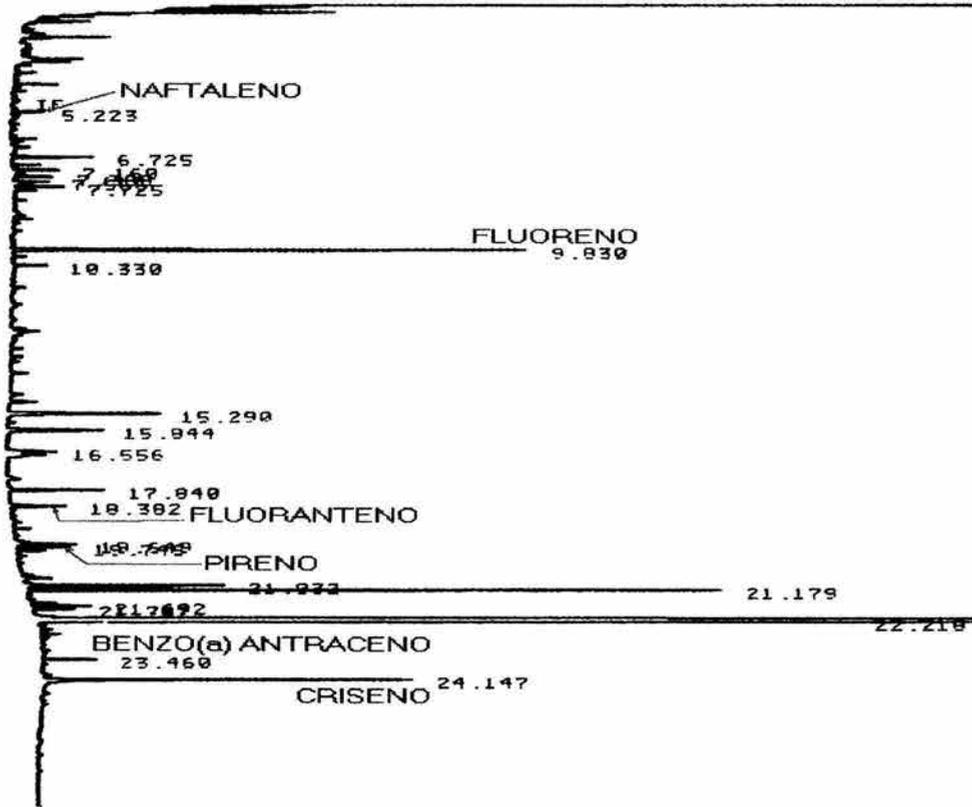
RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
6.665	BB	8370	.030		4.896	
7.101	BB	2032	.030		1.189	
7.495	PU	4915	.028		2.875	
8.510	PB	1733	.025	2	1.278	ACENAFTILENO
9.757	PB	40143	.034	4	27.871	FLUORENO
10.250	PB	2725	.032		1.594	
14.529	BB	3665	.054		2.144	
14.764	PB	4241	.049		2.481	
15.252	UB	14878	.045		8.703	
15.701	BB	13122	.051		7.676	
16.406	BU	6767	.058		3.958	
17.717	BB	6372	.055		3.727	
18.271	BU	13413	.047		7.846	
18.400	UB	4120	.044	7	2.410	FLUORANTENO
19.566	UU	4749	.037		2.778	
19.664	UP	4333	.041	8	13.089	PIRENO
20.738	PU	79283	.040		46.378	
20.920	UU	4937	.039		2.888	
20.965	UB	6773	.033		3.962	
21.114	BP	7692	.033		4.588	
21.634	BB	4608	.043		2.696	
22.160	PB	1566482	.064		916.334	
23.401	BB	4389	.035	9	19.759	BENZO(a) ANTRACEN
24.079	BB	11867	.041	10	10.770	CRISENO

TOTAL AREA=1821609  
 MUL FACTOR=1.0000E+00

START

IF

Res. No. 5 Fe Sept, 95 500 µg/ml 1.0 µl inj.



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 207 OCT 6, 1995 15:20:06

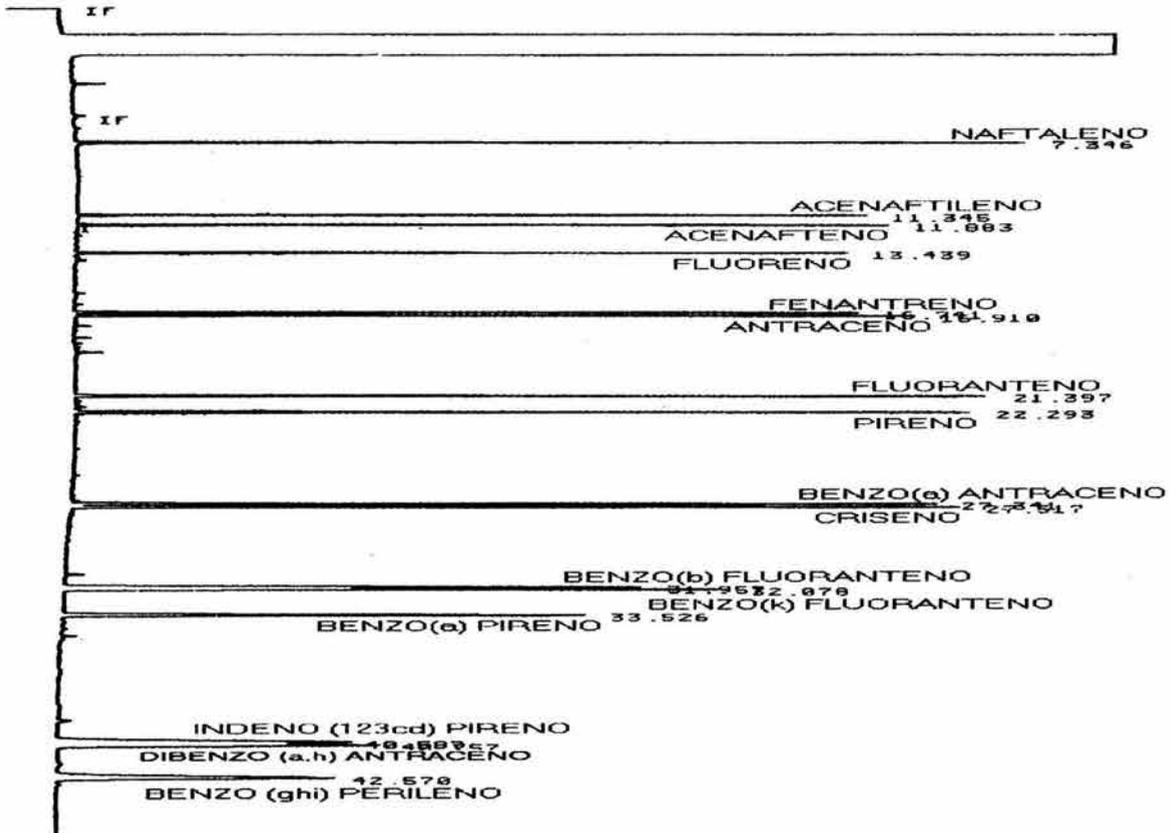
SAMPLE NAME: PAH'S  
HIDROC. AROMAT. POL., , PROYECTO ICM, L UNAM

IDENTIFIER *0.2500.1UL*  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
ESTD-AREA

*Res 05 Sept, 95*

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
5.223	BB	1378	.020	1	.905	NAFTALENO
6.725	BB	5723	.035		3.348	
7.160	PB	2994	.034		1.751	
7.300	BB	2101	.027		1.229	
7.555	BU	2580	.036		1.509	
7.725	PB	2631	.027		1.539	
9.830	PB	42599	.042	4	29.576	FLUORENO
10.330	PB	3281	.048		1.919	
15.290	PB	18359	.062		10.739	
15.944	PB	11322	.060		6.623	
16.556	BU	6817	.069		3.988	
17.840	BB	8099	.043		4.738	
19.302	BB	5006	.046	7	2.929	FLUORANTENO
19.649	UU	4308	.035		2.520	
19.745	UB	3737	.035	8	11.289	PIRENO
21.032	PB	13506	.035		7.901	
21.179	BP	47703	.035		27.904	
21.692	PU	3612	.031		2.113	
21.787	UB	2827	.034		1.654	
22.218	BB	1737917	.067		1016.618	
23.460	BB	3765	.035	9	16.950	BENZO(a) ANTRACEN
24.147	BB	29914	.042	10	27.150	CRISENO

TOTAL AREA=1960179  
MUL FACTOR=1.0000E+00



STOP 
$$\left[ \int \right] = \frac{Area \times \text{V. inv. std}}{A_{std} \times \text{P. inv. muestra}} \times \text{conc. std} \times \frac{\text{Vol. muestra}}{\text{Peso muestra}} \times \text{conv. = ul}$$

Closing signal file M:SIGNAL .BNC 
$$\left[ \int \right] = \frac{cts}{cts} \times \frac{ul}{ul} \times \frac{ug}{ul} \times \frac{(ul)}{2} = \frac{110}{2}$$

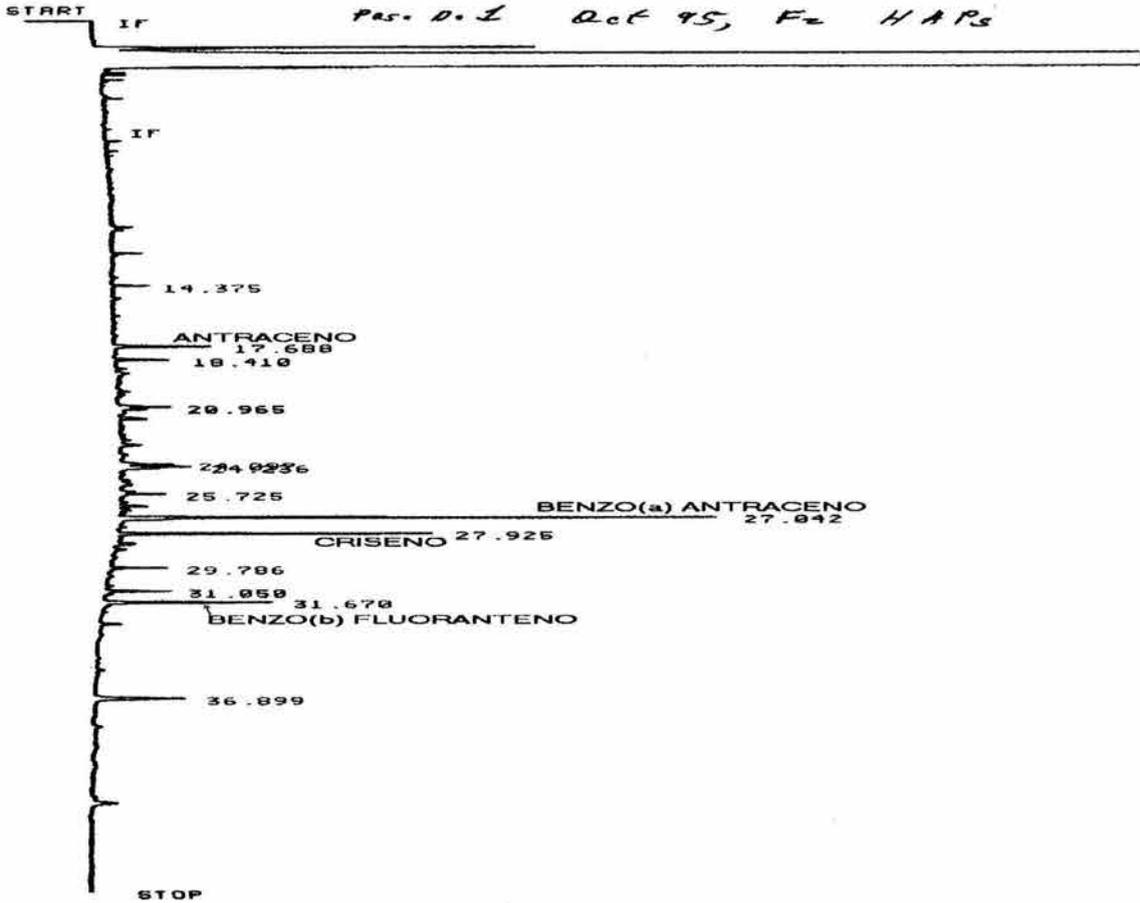
RUN# 188 DEC 28, 1993 12:04:01

SAMPLE NAME: PAH,S  
 MUESTRAS DE PARTICULAS ATMOSFERICAS (SERGIO ROSALES ENEP-IZTACALA).  
 IDENTIFIER: STDMIX(1UL  $\left[ 100 \frac{ug}{m^3} \right]$  )  
 SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
 AREA X  $\frac{100}{\Delta}$  October - Nov.

RT	AREA	TYPE	WIDTH	AREA X	NAME
1 7.346	63907	PB	.037	4.42081	NAFTALENO
2 11.345	62093	BB	.043	4.29532	ACENAFTILENO
3 11.883	55981	PB	.045	4.56428	ACENAFTENO
4 13.439	66715	BB	.048	4.61506	FLUORENO
5 16.741	83015	PU	.058	5.74262	FENANTRENO
6 16.910	85789	UB	.056	5.93451	ANTRACENO
7 21.397	106900	BB	.064	7.39488	FLUORANTENO
8 22.293	108214	BB	.066	7.48578	PIRENO
9 27.341	110822	BU	.070	7.66619	BENZO(a) ANTRACENO
10 27.517	110894	UB	.068	7.67116	CRISENO
11 31.957	102533	BU	.098	7.09279	BENZO(b) FLUORANTENO
12 32.878	98816	UB	.082	6.83566	BENZO(k) FLUORANTENO
13 33.526	99704	BB	.105	6.89709	BENZO(a) PIRENO
14 40.587	96456	BU	.181	6.67241	INDENO (123cd) PIRENO
15 40.757	86652	UB	.149	5.99421	DIBENZO (a,h) ANTRACENO
16 42.578	97184	BB	.194	6.71724	BENZO (ghi) PERILENO

TOTAL AREA=1445595  
 MUL FACTOR=1.0000E+00

$$\left[ \int \right] = \frac{105}{63907} \times \frac{1 \text{ ul}}{1 \text{ ul}} \times 100 \frac{ug}{m^3} \times \frac{0.3 \text{ ml}}{0.034} = 99.2$$



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 193 DEC 28, 1995 17:25:09

SAMPLE NAME: PAH,S  
 MUESTRAS DE PARTICULAS ATMOSFERICAS (SERGIO ROSALES ENEP-IZTACALA).

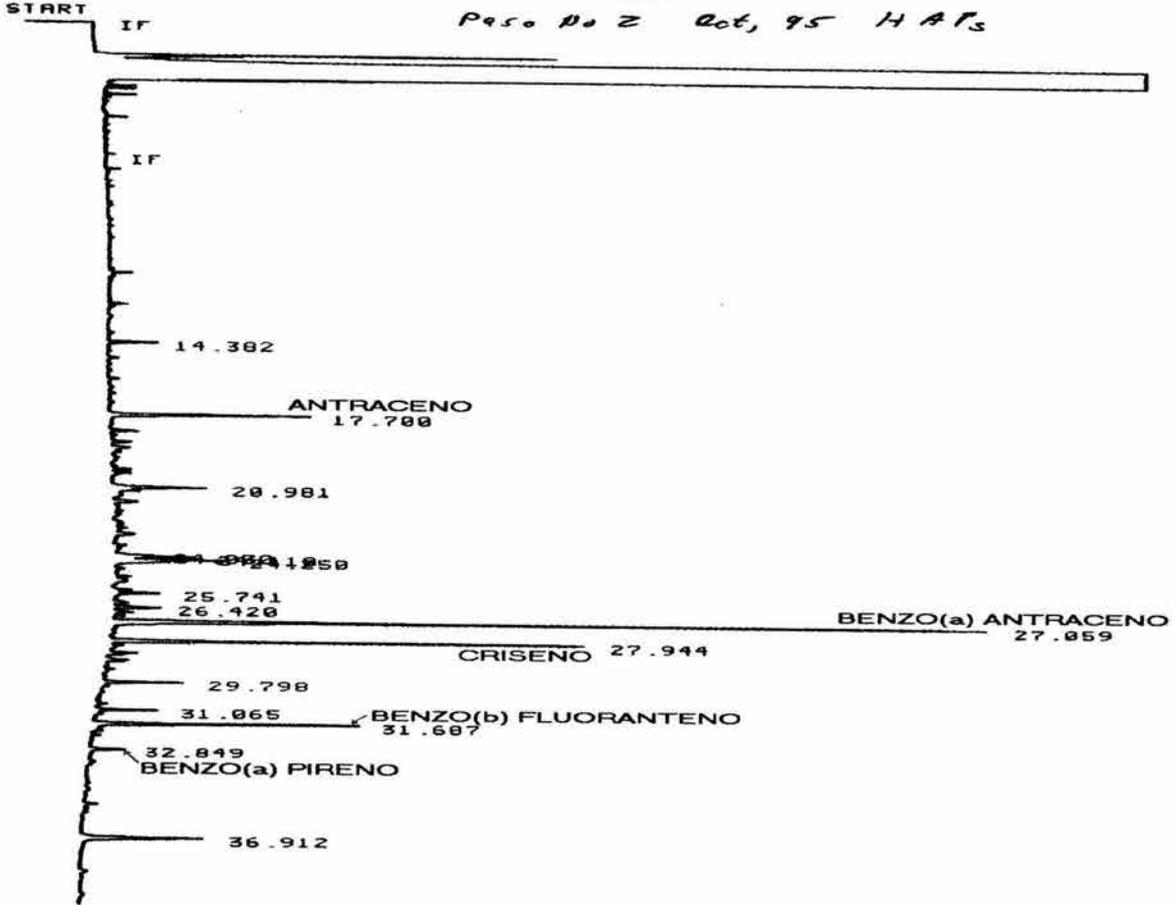
IDENTIFIER : 1F2,300 (1.5UL) Oct. 95 Fz  
 SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC

ESTD-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
14.375	PB	4554	.065		4.260	
17.688	BB	12855	.073	6	14.984	ANTRACENO
18.410	BB	6855	.069		6.413	
20.965	PV	7826	.086		7.321	
24.097	PV	8258	.085		7.725	
24.236	UB	15554	.118		14.550	
25.725	UB	5648	.069		5.283	
27.042	PB	73942	.068	9	66.721	BENZO(A)ANTRACEN
27.925	PB	35180	.062	10	31.724	CRISENO
29.786	BB	6938	.067		6.490	
31.050	BB	7643	.066		7.150	
31.670	PB	21935	.072	11	21.393	BENZO(B)FLUORANT
36.899	BB	18388	.113		17.201	

TOTAL AREA= 225576  
 MUL FACTOR=1.0000E+00

Pase No 2 Oct, 95 HAFs



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

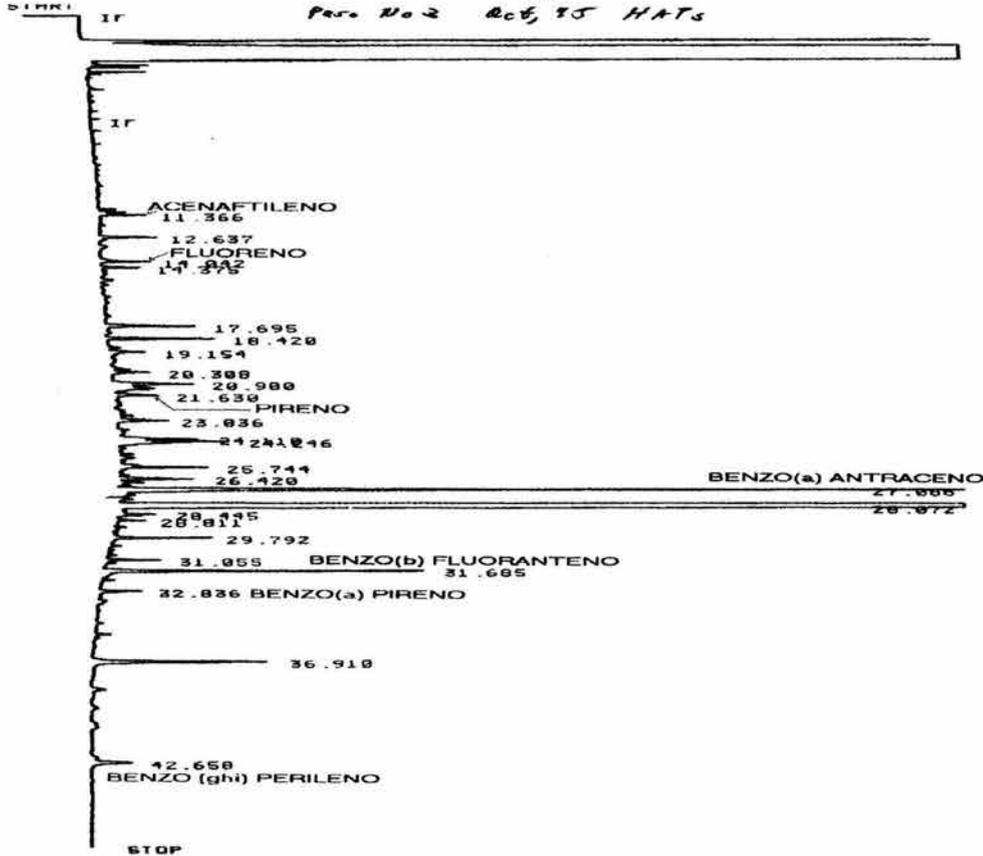
RUN# 192 DEC 28, 1995 16:33:20

SAMPLE NAME: PAH,S  
 MUESTRAS DE PARTICULAS ATMOSFERICAS <SERGIO ROSALES ENEP-IZTACALA>.

IDENTIFIER : ID 2F2,300.15 Oct, 95 Fe  
 SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
 ESTD-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
14.382	BB	6470	.070		6.052	
17.700	BB	29014	.080	6	33.820	ANTRACENO
20.981	PV	14816	.089		13.860	
24.030	PB	1016	.038		.950	
24.110	BP	4354	.045		4.073	
24.250	PV	10740	.064		10.047	
25.741	BB	4357	.059		4.076	
26.420	BP	7060	.082		6.604	
27.059	PB	94922	.061	9	85.653	BENZO(A)ANTRACEN
27.944	BB	52853	.062	10	47.661	CRISENO
29.798	BV	9579	.065		8.961	
31.065	PB	7200	.065		6.735	
31.687	PB	33875	.071	11	33.038	BENZO(B)FLUORANT
32.849	BB	4952	.080	13	4.967	BENZO(A)PIRENO
36.912	BB	23273	.106		21.771	

TOTAL AREA= 304481  
 MUL FACTOR=1.0000E+00



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 191 DEC 28, 1996 15:29:27

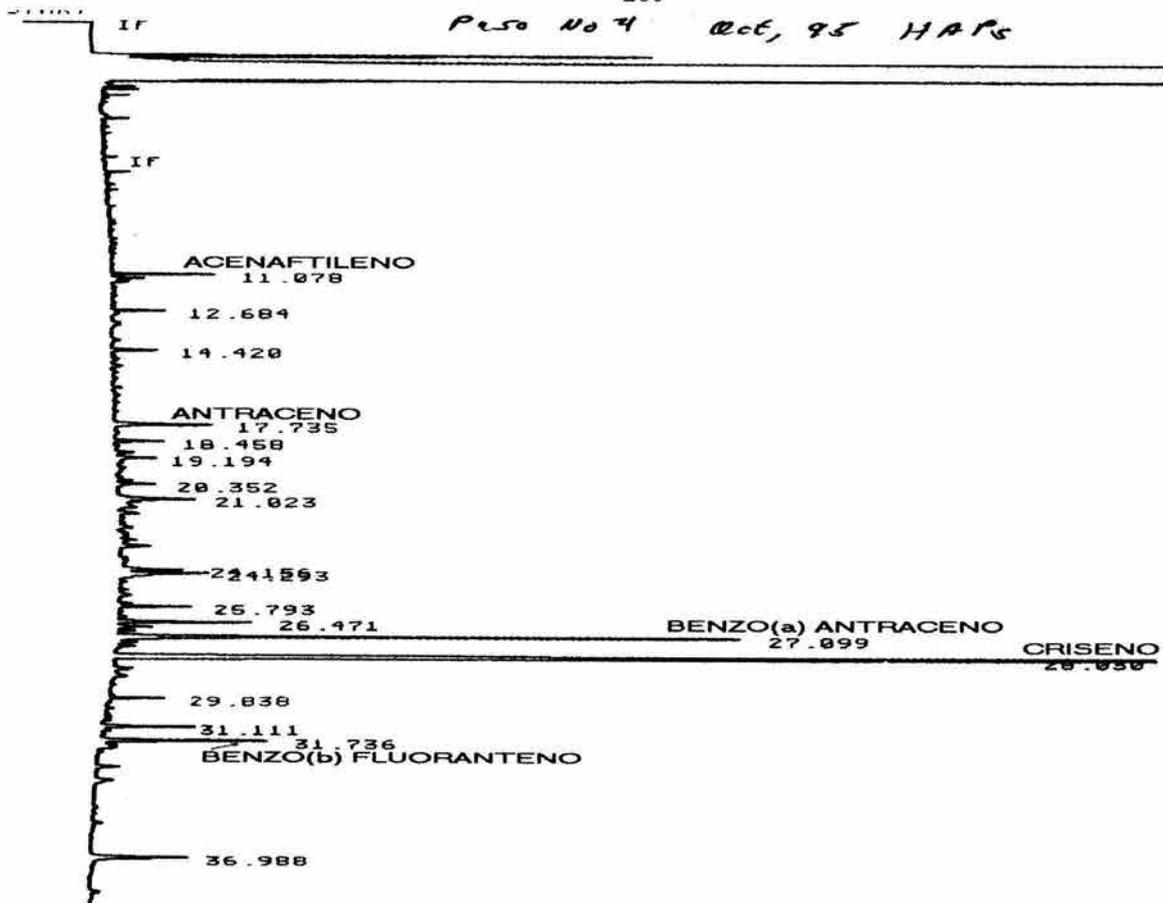
SAMPLE NAME: PAH,S  
 MUESTRAS DE PARTICULAS ATMOSFERICAS <SERGIO ROSALES ENEP-IZTACALA>.

IDENTIFIER : 3F2,300, C.50 Oct, 95 F2  
 SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
 ESTD-AREA

RT	IYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
11.366	UB	7841	.077	2	12.628	ACENAFTILENO
12.637	PB	7623	.064		7.131	
14.042	BB	5763	.059	4	8.638	FLUORENO
14.375	PB	5910	.071		5.529	
17.695	BB	16864	.087	6	19.658	ANTRACENO
18.420	PB	19437	.083		18.182	
19.154	PB	6150	.084		5.753	
20.308	UB	6878	.083		6.434	
20.980	BU	15717	.094		14.703	
21.630	BB	8749	.093	8	8.885	PIRENO
23.036	BB	9349	.091		8.746	
24.110	PV	15662	.091		14.651	
24.246	UB	30436	.127		28.471	
25.744	BB	11367	.064		10.633	
26.420	BP	12903	.082		12.070	
27.066	PB	148440	.075	9	133.945	BENZO(A)ANTRACEN
28.072	PB	2175464	.133	10	1961.751	CRISENO
28.445	BP	6688	.091		6.256	
28.811	PB	4774	.076		4.466	
29.792	PB	13755	.064		12.867	
31.055	BB	6640	.059		6.211	
31.685	PB	51129	.074	11	49.866	BENZO(B)FLUORANT
32.836	BB	8156	.087	13	8.188	BENZO(A)PIRENO
36.910	PB	42318	.111		39.587	
42.658	PB	12019	.144	16	12.377	BENZO(ghi)PERILE

TOTAL AREA=2650032  
 MUL FACTOR=1.0000E+00

Paso No 4 Oct, 95 HAPs



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 190 DEC 28, 1995 14:37:02

SAMPLE NAME: PAH,S

MUESTRAS DE PARTICULAS ATMOSFERICAS &lt;SERGIO ROSALES ENEP-IZTACALA&gt;

IDENTIFIER : 4F2,300,1.SUL

Oct, 95 Fz

SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC

ESTD-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
11.078	BB	8598	.047	2	13.847	ACENAFTILENO
12.684	PB	4959	.054		4.639	
14.420	BB	5285	.064		4.944	
17.735	PB	13535	.079	6	15.777	ANTRACENO
18.458	PB	5962	.068		5.577	
19.194	BB	6554	.094		6.131	
20.352	PB	4031	.064		3.771	
21.023	BU	10050	.079		9.401	
24.156	BU	7903	.072		7.393	
24.293	UB	16067	.104		15.030	
25.793	UB	7555	.059		7.067	
26.471	BB	15281	.064		14.295	
27.099	BB	70240	.063	9	63.381	BENZO<A>ANTRACEN
28.030	PB	386131	.072	10	348.198	CRISENO
29.838	BB	6267	.062		5.862	
31.111	PB	10910	.067		10.206	
31.736	BU	22075	.075	11	21.530	BENZO<B>FLUORANT
36.988	BB	17869	.105		16.716	

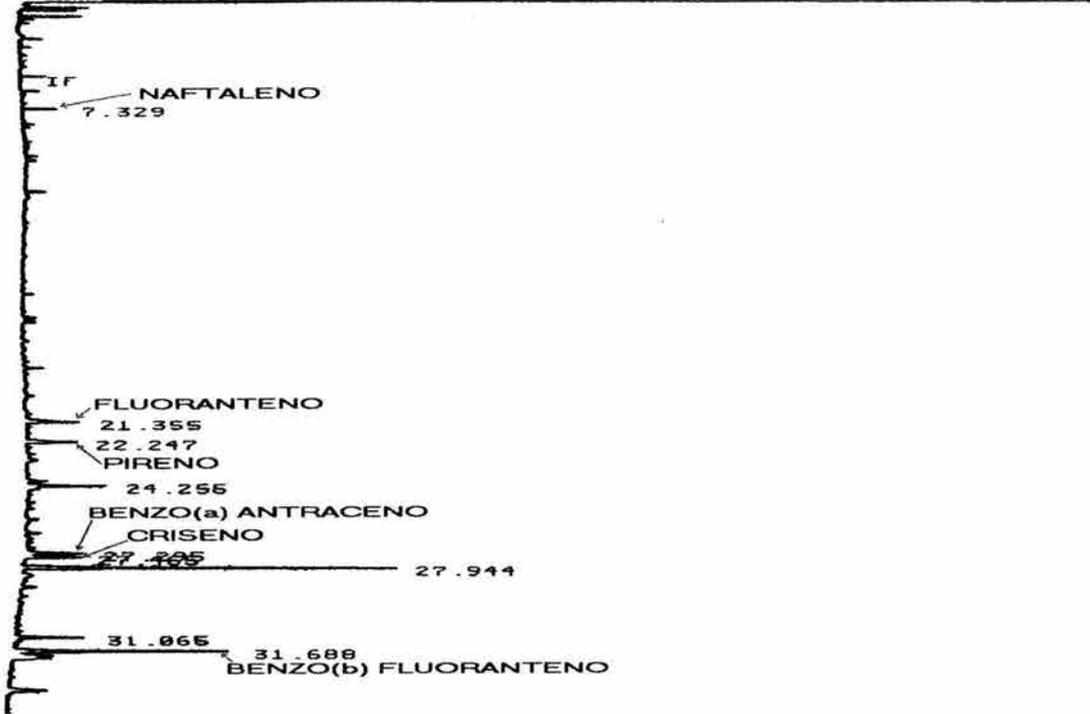
TOTAL AREA= 619272

MUL FACTOR=1.0000E+00

\*ID SF2,300, *1.5ul*

*Puro Va 5 Oct, 95 HARS*

\* RUN # 189 DEC 28, 1994 13:41:59  
 START IF



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 189 DEC 28, 1994 13:41:59

SAMPLE NAME: PAH,S  
 MUESTRAS DE PARTICULAS ATMOSFERICAS <SERGIO ROSALES ENEP-IZTACALA>

IDENTIFIER : SF2,300, *1.5ul* *Oct, 95 Fz*  
 SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC

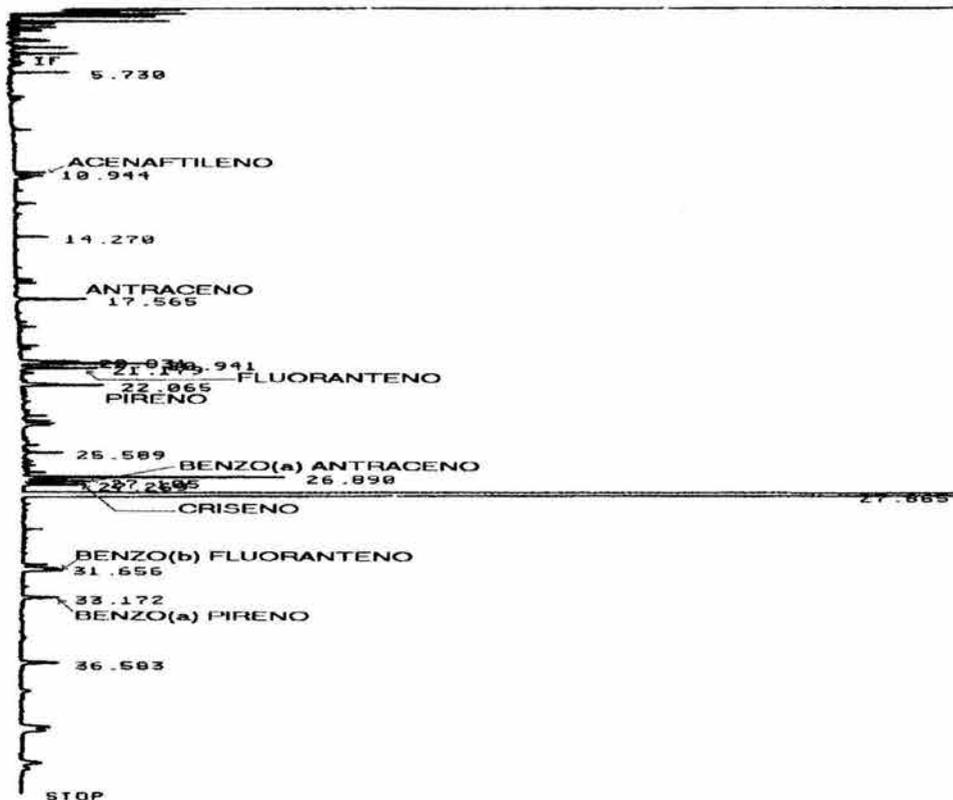
ESTD-AREA	RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
	7.329	BB	1881	.030	1	2.943	NAFTALENO
	21.355	BB	8779	.094	7R	8.212	FLUORANTENO
	22.247	PB	8102	.090	8	7.487	PIRENO
	24.255	PB	8161	.063		7.634	
	27.295	BU	7076	.074	9	6.385	BENZO(A)ANTRACEN
	27.465	UB	7207	.074	10	6.499	CRISENO
	27.944	PB	39977	.061		37.397	
	31.065	BB	7052	.061		6.597	
	31.688	BU	29410	.077	11	28.683	BENZO(B)FLUORANT

TOTAL AREA= 117645  
 MUL FACTOR=1 0000E+00



\* RUN # 11 MAR 9, 1996 13:13:56  
START IF

Enero 96 HAPs Paso No. 1  
ACENAFTILENO



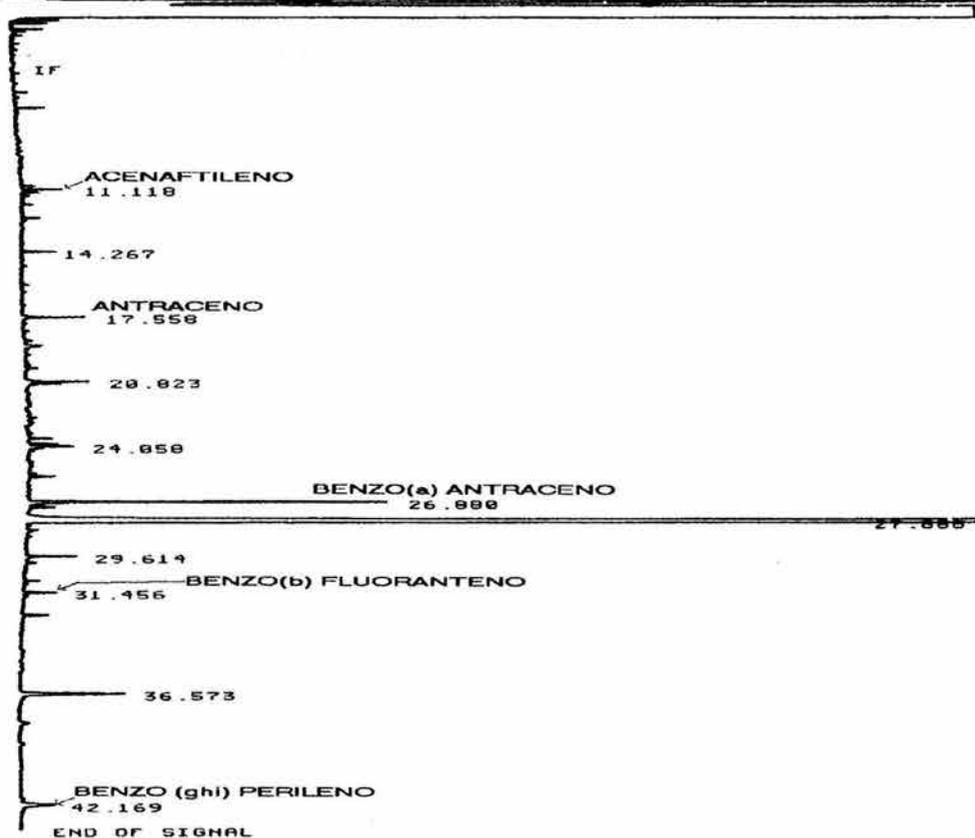
Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 11 MAR 9, 1996<sup>6</sup> 13:13:56 HAPs

IDENTIFIER: P1 P2, 300UL Enero Paso 1  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
ESTD-AREA

RT	AREA	TYPE	CAL#	AMOUNT	Compound Name
10.944	3020	PB	2	3.078	ACENAFTILENO
17.565	7653	BB	6	5.491	ANTRACENO
21.179	10569	BB	7R	7.677	FLUORANTENO
22.065	15173	PB	8	11.132	PIRENO
27.105	8792	BU	9	8.424	BENZO(a) ANTRACENO
27.269	7988	UB	10	7.581	CRISENO
31.656	5629	BU	11	6.389	BENZO(b) FLUORANTENO
33.172	7391	PB	13	8.600	BENZO(a) PIRENO

TOTAL AREA=1242648  
MUL FACTOR=1.0000E+00



Closing signal file M:SIGNAL .BNA

RUN# 14 MAR 9, 1995<sup>6</sup> 15:20:13

IDENTIFIER : 2F2.300UL  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNA  
ESTD-AREA

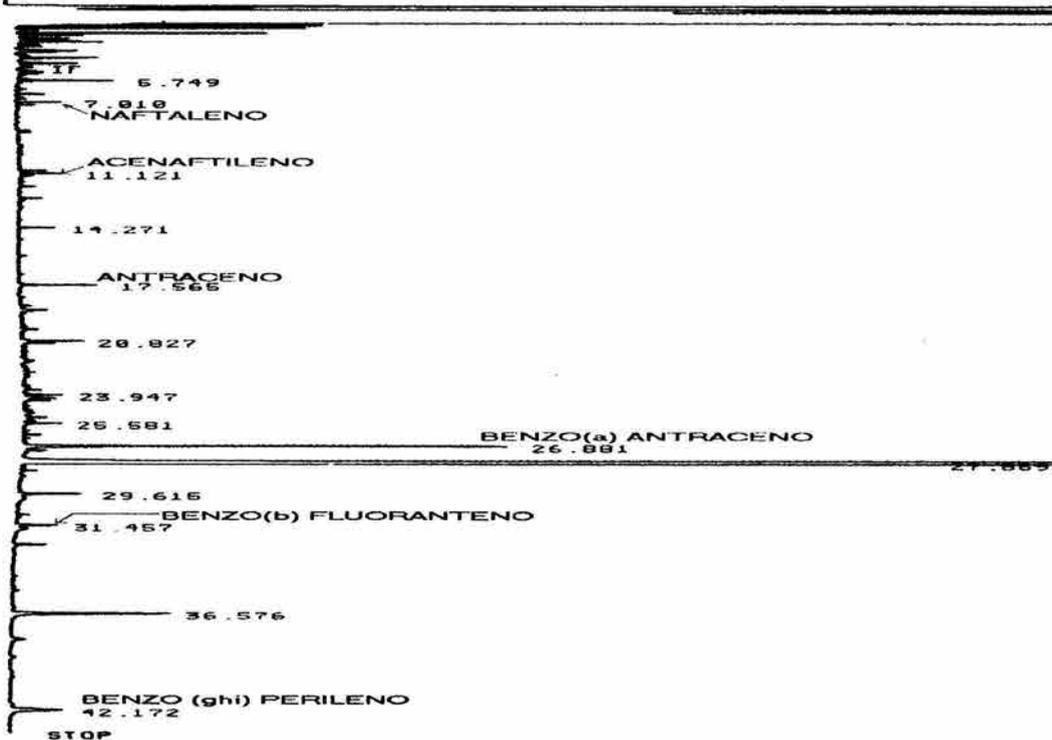
*Pasos Enero 96, HAPs*

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
11.118	PU	3004	.036	2	3.062	ACENAFTILENO
14.267	BB	2976	.042		2.162	
17.558	BB	5237	.044	6	3.757	ANTRACENO
20.823	BV	6678	.054		4.051	
24.058	PB	4659	.056		3.384	
26.888	PB	36045	.052	9	34.536	BENZO(A)ANTRACEN
27.888	BB	1493623	.095	10	1417.504	
29.614	PB	5418	.054		3.935	
31.456	BV	4571	.067	11	5.188	BENZO(B)FLUORANT
36.573	PB	20427	.099		14.838	
42.169	BB	9712	.143	16	14.058	BENZO(ghi)PERILE

TOTAL AREA=1592350

MUL FACTOR=1.0000E+00

\*ID 3F2,300UL

\* RUN # 15 MAR 9, 1996 16:22:36  
START IF

Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 15 MAR 9, 1996<sup>6</sup> 16:22:36IDENTIFIER : 3F2,300UL  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
ESTD-AREA

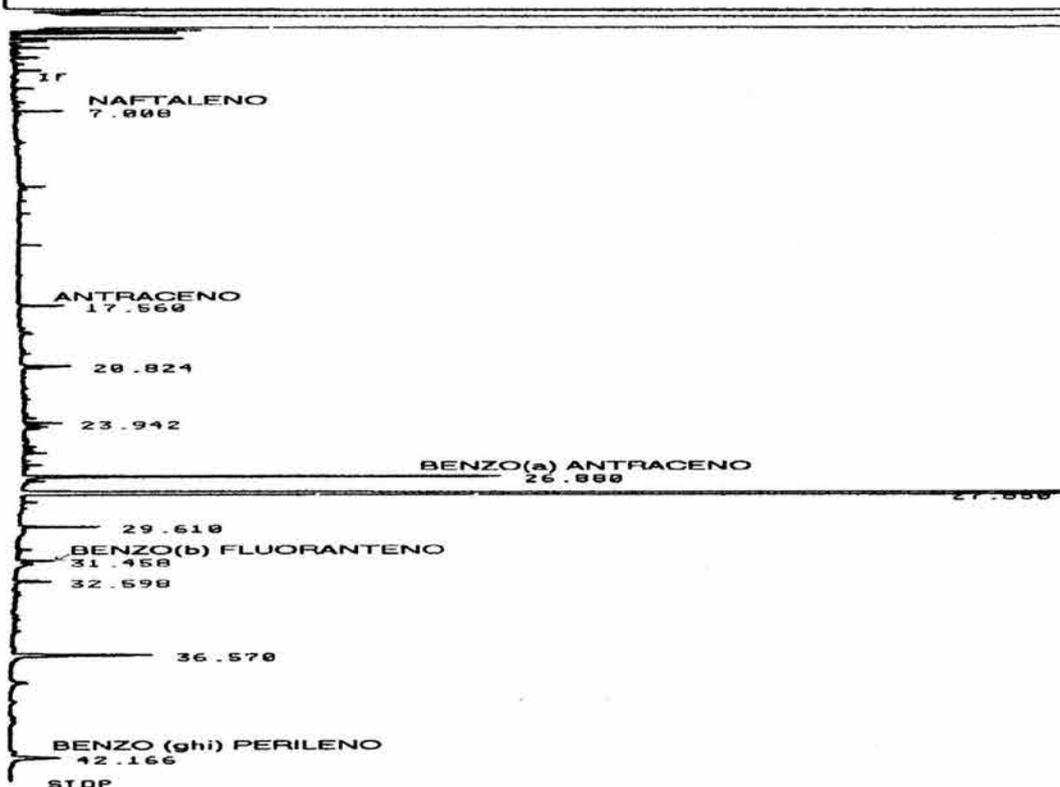
Paso 3 Enero, 96 Fz

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
5.749	PU	4594	.026		3.337	
7.010	PB	2339	.028	1	2.449	NAFALENO
11.121	UU	2956	.038	2	3.013	ACENAFTILENO
14.271	BB	2935	.043		2.132	
17.565	PB	6738	.048	6	4.834	ANTRACENO
20.827	BU	6302	.056		4.578	
23.947	BU	3841	.055		2.790	
25.581	PB	3660	.053		2.659	
26.881	PB	44871	.052	9	42.992	BENZO(A)ANTRACEN
27.869	BB	1133642	.083	10	1075.869	
29.615	PB	5759	.053		4.183	
31.457	PB	4026	.057	11	4.569	BENZO(B)FLUORANT
36.576	PB	27452	.096		19.940	
42.172	BB	15177	.159	16	21.969	BENZO(gh1)PERILE

TOTAL AREA=1264292  
MUL FACTOR=1.0000E+00

\*ID 4F2.300UL

Peso No 4 HAPs Enero 96

\* RUN # 16 MAR 9, 1996 17:16:48  
START IF

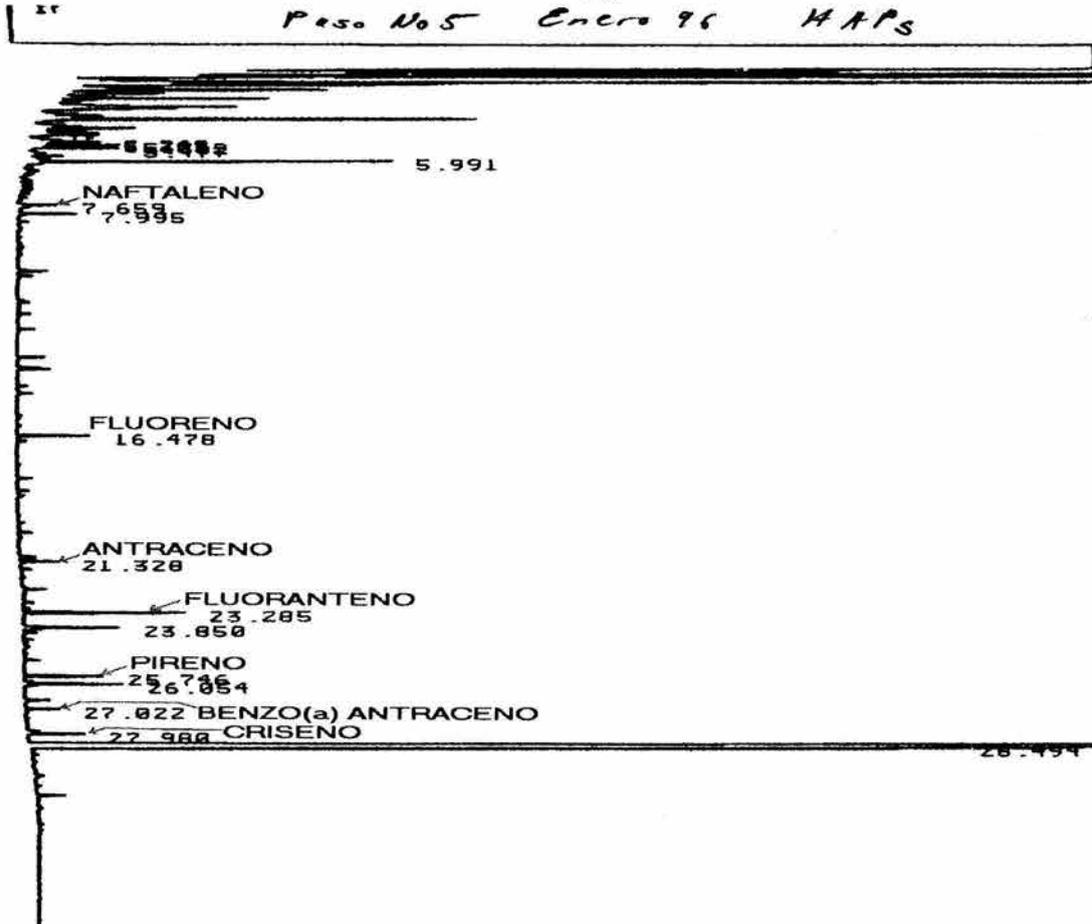
Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 16 MAR 9, 1996<sup>56</sup> 17:16:48IDENTIFIER : 4F2,300UL  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
ESTD-AREA

Peso 4 Enero 96

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
7.000	PB	2645	.028	1	2.770	NAFALENO
17.560	PB	4085	.049	6	2.931	ANTRACENO
20.824	BU	4968	.055		3.609	
23.942	BU	3293	.049		2.392	
26.800	PB	44698	.052	9	42.826	BENZO(A)ANTRACEN
27.850	PB	884429	.081	10	839.356	
29.610	PB	7335	.051		5.328	
31.458	PB	3281	.054	11	3.724	BENZO(B)FLUORANT
32.598	BB	4820	.073	13	5.608	BENZO(A)PIRENO
36.570	PB	24507	.097		17.801	
42.166	PB	11737	.139	16	16.990	BENZO(ghi)PERILE

TOTAL AREA= 995798  
MUL FACTOR=1.0000E+00



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# Paso 5 Fe Mar 31, 1996 18:27:00

SAMPLE NAME: ALIFATICOS  
INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA, UNAM

IDENTIFIER: PSF2,500,1U  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
ESTD-AREA

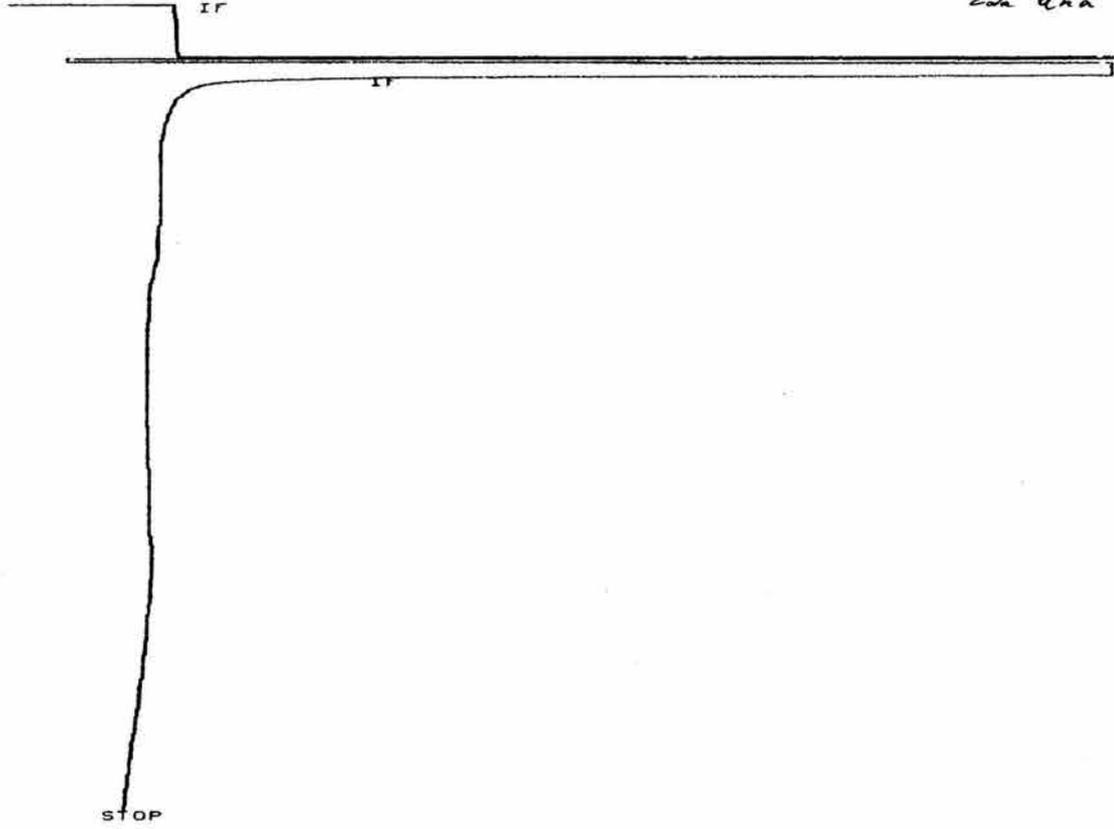
Enero 96 Paso 5 HAPS

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
5.249	UU	3905	.032		2.728	
5.303	UU	3673	.030		2.566	
5.362	UU	7824	.050		5.467	
5.477	UB	4569	.029		3.192	
5.991	UB	18213	.029		12.726	
7.659	PB	1959	.030	1	1.267	NAFTALENO
7.995	PB	2879	.030		2.012	
16.478	BB	6225	.047	4	4.152	FLUORENO
21.328	BB	2895	.041	6	1.661	ANTRACENO
23.285	BB	11294	.039	7R	7.091	FLUORANTENO
23.850	BU	6500	.038		4.547	
25.746	PB	4953	.034	8	3.573	PIRENO
26.054	UU	6266	.035		4.378	
27.022	BB	2441	.039	9	2.771	BENZO(A)ANTRACEN
27.980	BB	3279	.034	10	4.139	CRISENO
28.494	PB	1560422	.083	11	3083.046	

TOTAL AREA=1647305  
MUL FACTOR=1.0000E+00

← RUN # 30 FEB 1, 2002 03:03:48  
START

*Reo HAPs Abril  
Zda Qna*



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 30 FEB 1, 2002 03:03:48

SAMPLE NAME: HAPS  
PORCENTAJE DE RECUPERACION DE LOS HIDROCARBUROS

IDENTIFIER : MIX ESTEROLE  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC

*Abril Zda Qna 96  
HAPS*

ORCENTAJE RECUPERACION HAPS

NO RUN PEAKS STORED

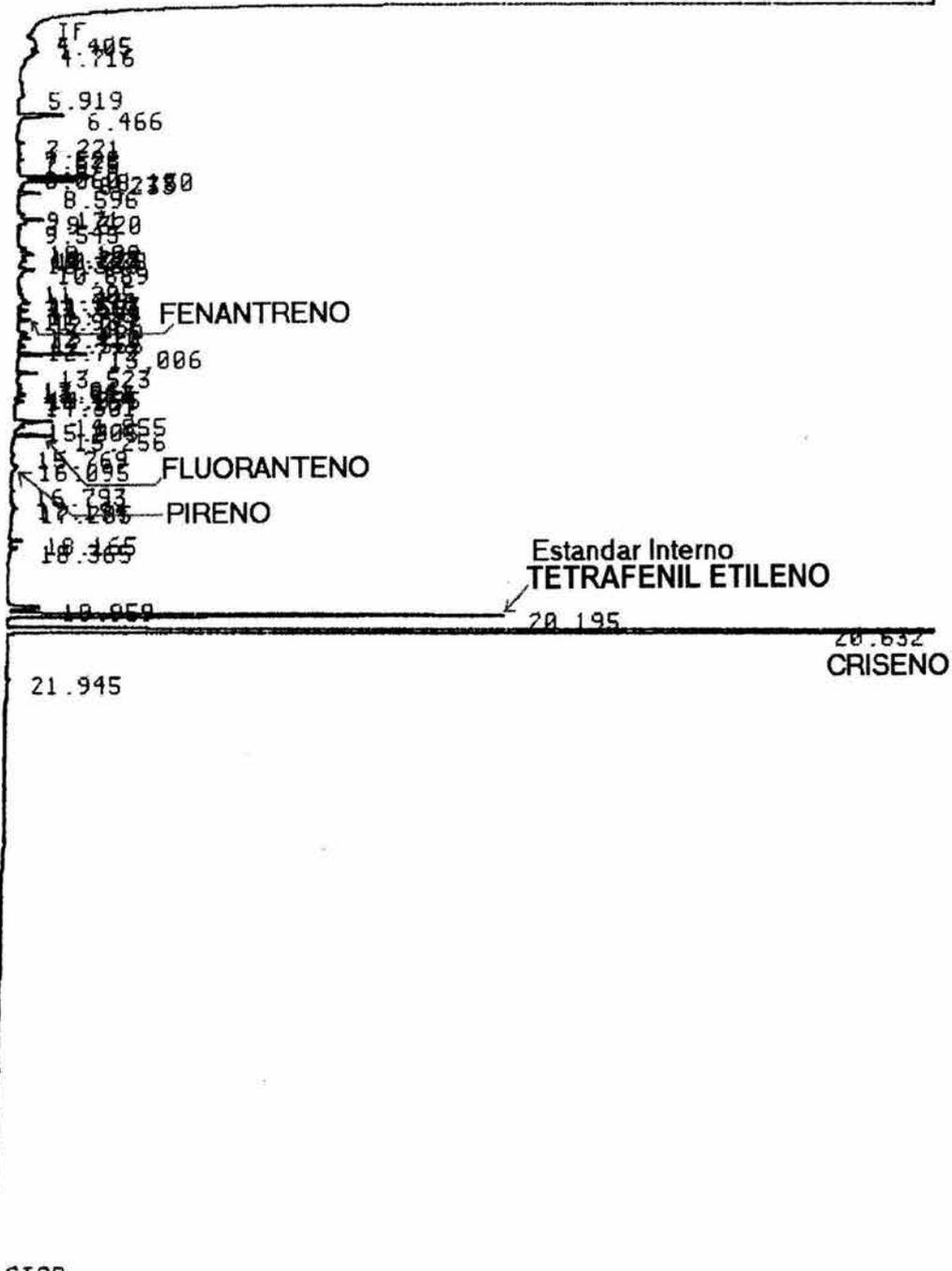
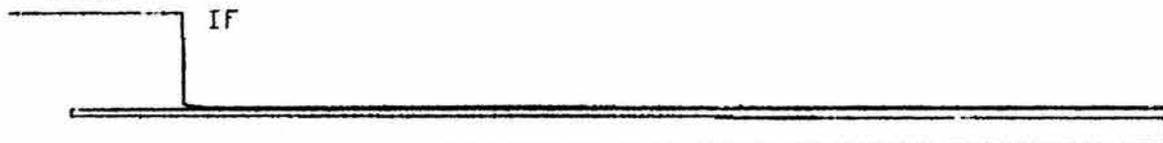
RUN PARAMETERS

ZERO = 5  
ATT 2^ = 2  
CHT SP = 0.5  
AR REJ = 0  
THRSH = 0  
PK WD = 0.04

\*ID PASO NO.1 + STD. INT. TETRAFENIL ETILENO 25 UG/ML.

*Paso No. 1 HARS*

\* RUN # 26 JAN 31, 2002 02:00:54  
START



STOP

Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 26 JAN 31, 2002 02:00:54

SAMPLE NAME: HAPS  
PORCENTAJE DE RECUPERACION DE LOS HIDROCARBUROSIDENTIFIER : PASO NO.1 +  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC*esugnal*  
*Tetrafenil*  
*etileno*  
*Std. and. Paso No 1*  
*Abril 2da Qna*

PORCENTAJE RECUPERACION HAPS

ESTD-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
4.405	PU	2381	.147		.917	
4.716	UU	4003	.153		1.573	
5.919	UP	1571	.112		.605	
6.466	PU	7433	.077		2.863	
7.221	UU	932	.060		.359	
7.528	UU	573	.045		.221	
7.675	UP	597	.044		.230	
8.060	PU	697	.071		.268	
8.150	UU	6574	.043		2.532	
8.233	UU	4528	.038		1.744	
8.596	UP	2790	.057		1.075	
9.171	UU	924	.058		.356	
9.320	UU	3904	.071		1.504	
9.545	UP	607	.052		.234	
10.109	UU	1443	.078		.556	
10.223	UU	1196	.049		.461	
10.278	UU	1621	.049		.624	
10.388	UU	1284	.074		.495	
10.689	UU	2675	.076		1.030	
11.205	UU	531	.056		.205	
11.376	UU	902	.067		.347	
11.513	UU	1646	.083		.634	
11.591	UU	1766	.071		.680	
11.799	UU	1347	.062		.519	
11.939	UU	701	.068		.270	
12.066	UP	1256	.046	SR	.504	FENANTRENO
12.410	UU	1228	.056		.473	
12.565	UU	1860	.068		.717	
12.772	UU	1191	.061		.459	
13.006	UB	5877	.041		2.264	
13.523	PB	1914	.044		.737	
13.841	BU	1023	.097		.394	
13.943	UU	940	.075		.362	
14.095	UU	895	.039		.345	
14.164	UU	820	.044		.319	
14.301	UP	1131	.058		.436	
14.855	UU	5741	.072		2.212	
15.005	UU	1935	.078		.745	
15.256	UU	3540	.043	7R	1.436	FLUORANTENO
15.769	BP	579	.067		.223	
16.095	BU	799	.079	8R	.308	PIRENO
16.793	BU	559	.060		.215	
17.194	UU	757	.059		.292	
17.285	UU	983	.057		.379	
18.165	PU	1951	.068		.752	
18.365	UU	1385	.067		.534	
19.959	UU	4503	.067		1.735	
→ 20.195	UB	71383	.073		27.498	<i>Tetrafenil etileno</i>
20.632	PB	238943	.075	10R	97.982	CRISENO
21.945	BP	713	.089		.275	

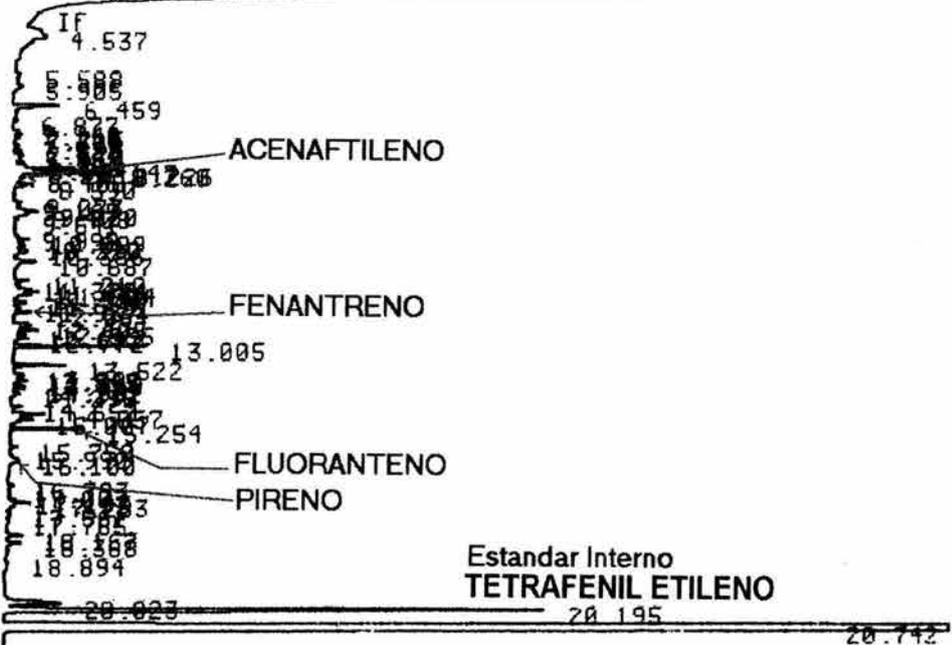
TOTAL AREA= 404620  
MUL FACTOR=1.0000E+00

\*ID PASO NO.2 + STD. INT. TETRAFENIL ETILENO 25 UG/ML F2 HAPS

\* RUN # 25 JAN 31, 2002 01:14:07  
START

*25 ppm std. int  
tetra fenil etileno*

IF



STOP

Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 25 JAN 31, 2002 01:14:07

SAMPLE NAME: HAPS  
 PORCENTAJE DE RECUPERACION DE LOS HIDROCARBUROS

IDENTIFIER: PASO NO. 2 + std int  
 SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC

*Paso No 2 Abol c.h. Bnc*

*25 ug/ml Tetra fenil etileno*

ORCENTAJE RECUPERACION HAPS

ESTD-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
4.537	BU	12274	.269		4.728	
5.588	BU	1548	.108		.596	
5.905	UP	2551	.133		.983	
6.459	PU	7275	.078		2.802	
6.877	UU	641	.057		.247	
7.140	PU	1033	.064		.398	
7.215	UU	1232	.058		.475	
7.300	UU	1187	.065		.457	
7.522	UU	727	.044		.200	
7.670	UU	894	.044		.344	
7.767	UU	2089	.100		.805	
7.950	UU	1750	.077		.674	
8.064	UU	1997	.071		.769	
8.147	UU	6328	.051		2.438	
8.226	UU	7501	.039		2.920	
8.260	UU	8028	.044		3.093	
8.408	UU	1126	.045	2R	.503	ACENAFTILENO
8.590	UU	3042	.069		1.172	
9.073	UU	915	.050		.352	
9.165	UU	872	.060		.336	
9.320	UU	4373	.090		1.605	
9.408	UU	2078	.065		.800	
9.541	UU	632	.046		.243	
9.998	UU	673	.057		.259	
10.089	UU	2316	.078		.892	
10.220	UU	1282	.056		.494	
10.306	UU	1907	.064		.735	
10.607	UU	3141	.068		1.210	
11.210	PU	1507	.046		.581	
11.375	UU	890	.058		.343	
11.460	UU	1740	.046		.673	
11.524	UU	2502	.049		.964	
11.590	UP	2350	.064		.985	
11.796	PP	1778	.063		.685	
11.937	PU	1119	.065		.431	
12.064	UU	1819	.048	5R	.729	FENANTRENO
12.405	PU	2662	.074		1.025	
12.555	UU	3550	.071		1.368	
12.692	UU	1459	.057		.562	
12.772	UU	2077	.070		.800	
13.005	UU	10509	.040		4.048	
13.522	UU	5006	.047		1.928	
13.782	UU	1381	.056		.532	
13.845	UU	1270	.055		.489	
13.940	UU	1444	.049		.556	
14.097	UU	1059	.038		.408	
14.162	UB	1075	.041		.414	
14.298	BP	1056	.062		.407	
14.657	PU	1135	.051		.437	
14.857	UU	4556	.066		1.755	
15.007	UU	2217	.047		.854	
15.254	UU	6110	.042	7R	2.402	FLUORANTENO
15.750	BU	1007	.050		.308	
15.992	UU	664	.062		.256	
16.100	UU	1684	.076	8R	.649	PIRENO
16.793	UU	749	.056		.289	
17.003	UU	677	.075		.261	
17.193	UU	944	.057		.364	
17.283	UU	2620	.054		1.009	
17.561	PU	480	.049		.185	
17.765	UP	711	.085		.274	
18.167	BU	2402	.074		.925	
18.360	UU	1931	.060		.744	
18.894	PU	769	.096		.296	
20.023	UU	11782	.103		4.539	
→ 20.195	UB	76634	.073		29.521	S Int. Tetra fenil etileno
20.742	BB	1207304	.114	10R	495.071	CRISENO
24.745	BP	1257	.089		.484	

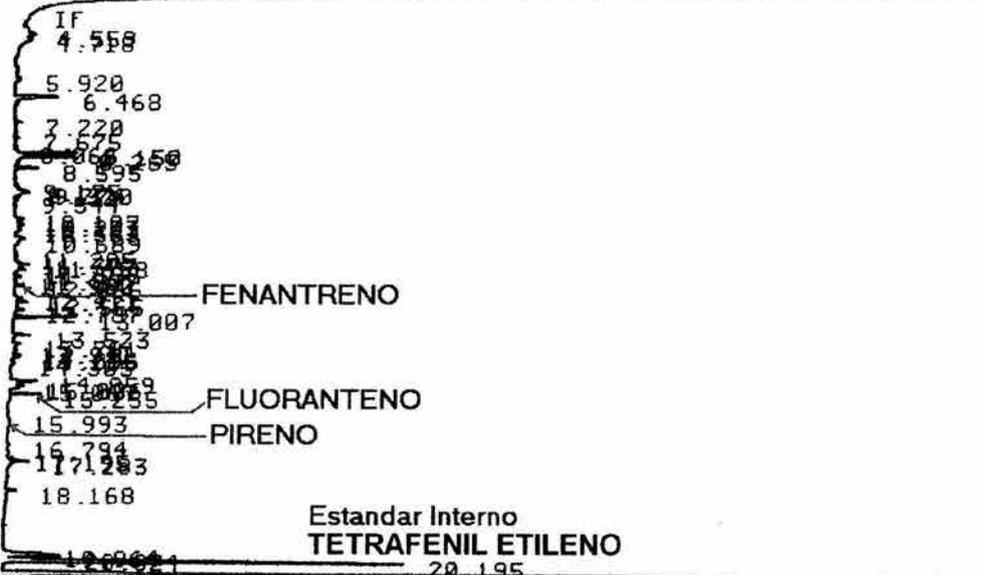
TOTAL AREA=1451394  
 MUL FACTOR=1.0000E+00

\*ID. PAS03 + STD. INT. TETRAFENIL ETILENO. 25UG/ML.

\* RUN # 24 JAN 31, 2002 00:22:29  
START

*25ppm de tetrafenil etileno HAPs*

IF



STOP

Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 24 JAN 31, 2002 00:22:29

SAMPLE NAME: HAPS  
 PORCENTAJE DE RECUPERACION DE LOS HIDROCARBUROS

*Paso 003*

IDENTIFIER : PAS03 + STD.int  
 SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC

*25mg/ml Tetrafenil etileno  
 Abril 2da Qna*

ORCENTAJE RECUPERACION HAPS

ESTO-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
4.559	BU	5883	.224		2.266	
4.718	UP	3843	.147		1.480	
5.920	UP	1737	.116		.669	
6.468	UU	6648	.075		2.561	
7.220	UU	1151	.062		.443	
7.675	UP	588	.043		.227	
8.066	UU	675	.070		.260	
8.150	UU	5650	.044		2.176	
8.265	UU	8706	.072		3.354	
8.595	UU	2804	.056		1.080	
9.175	UU	792	.061		.305	
9.274	UU	977	.045		.376	
9.320	UU	2331	.071		.898	
9.544	UP	629	.056		.242	
10.107	BU	1221	.070		.470	
10.223	UU	786	.048		.303	
10.383	UU	1079	.075		.416	
10.689	PU	1686	.082		.649	
11.205	UU	397	.049		.153	
11.377	UU	603	.052		.232	
11.458	UU	1533	.046		.591	
11.595	UP	1509	.068		.581	
11.807	PU	1007	.065		.388	
11.950	UU	600	.072		.231	
12.066	UP	1090	.046	5R	.437	FENANTRENO
12.411	UU	980	.054		.378	
12.565	UU	2134	.072		.822	
12.787	UU	1627	.071		.627	
13.007	UP	5180	.041		1.995	
13.523	PU	1726	.045		.665	
13.781	BU	912	.049		.351	
13.941	UU	658	.052		.253	
14.096	UU	860	.041		.331	
14.165	UU	672	.042		.259	
14.305	UP	720	.067		.277	
14.859	UU	3908	.070		1.505	
15.006	UU	1481	.046		.571	
15.067	UU	1185	.053		.456	
15.255	UU	2839	.045	7R	1.152	FLUORANTENO
15.993	PU	476	.060	8R	.183	PIRENO
16.794	BU	489	.055		.188	
17.195	UU	780	.055		.300	
17.283	UU	2488	.055		.958	
18.168	PU	1706	.067		.657	
19.964	UU	3539	.047		1.363	
20.024	UU	8420	.074		3.244	
→ 20.195	UB	55259	.072		21.287	<i>5 Int Tetrafenil etileno</i>
20.646	PB	307475	.076	10R	126.084	CRISENO

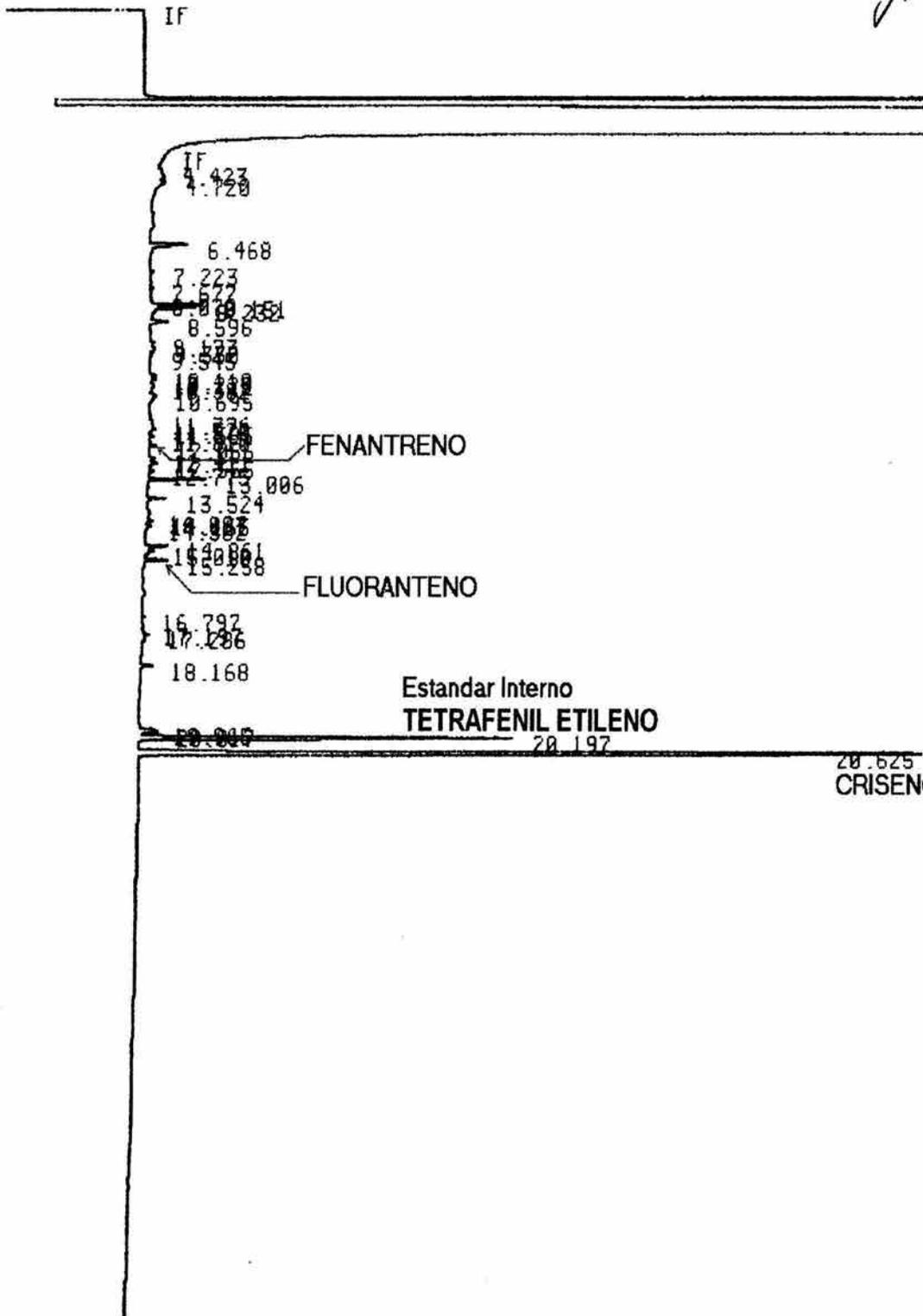
TOTAL AREA= 459439  
 MUL FACTOR=1.0000E+00

\*ID PAS04 + STD. INT. TETRA FENIL ETILENO 25 UG/ML.

Paso No 4

\* RUN # 23 JAN 30, 2002 23:26:23  
START

*Std. int. Tetrafenil  
etileno 25ug/ml*



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 23 JAN 30, 2002 23:26:23

SAMPLE NAME: HAPS  
PORCENTAJE DE RECUPERACION DE LOS HIDROCARBUROSIDENTIFIER : PAS04 + STD.  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC

PORCENTAJE RECUPERACION HAPS

*Paso No 4**Abordada en  
HAPS**25 ppm tetrafenil  
etileno  
25 mg/l*

## ESTD-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
4.423	BU	1158	.087		.446	
4.720	UP	3928	.154		1.513	
6.468	PU	7140	.077		2.750	
7.223	PP	642	.052		.247	
7.677	PP	446	.040		.172	
8.070	UU	756	.073		.291	
8.151	UU	5622	.043		2.166	
8.232	UU	6962	.062		2.682	
8.596	UU	2777	.057		1.070	
9.173	UU	1002	.067		.386	
9.330	UU	2021	.116		.779	
9.545	UU	717	.067		.276	
10.110	UU	1812	.091		.698	
10.225	UU	1504	.079		.579	
10.382	UU	1132	.074		.436	
10.695	UU	1994	.093		.768	
11.376	UU	960	.068		.370	
11.520	UU	1196	.081		.461	
11.595	UU	1698	.081		.654	
11.810	UU	1000	.069		.385	
12.066	UU	1198	.048	5R	.480	FENANTRENO
12.411	UU	1131	.059		.436	
12.565	UU	1929	.073		.743	
12.775	UU	1221	.074		.470	
13.006	UB	5870	.041		2.261	
13.524	PU	2170	.045		.836	
14.097	UU	506	.043		.195	
14.165	UU	821	.044		.316	
14.302	UU	917	.067		.353	
14.861	UU	4388	.077		1.690	
15.010	UU	1268	.048		.488	
15.258	UB	2747	.044	7R	1.114	FLUORANTENO
16.797	PU	619	.067		.238	
17.197	UU	708	.066		.273	
17.286	UU	1270	.058		.489	
18.168	UU	1998	.064		.770	
19.965	UU	2391	.060		.921	
20.017	UU	2967	.063		1.143	
20.197	UB	64596	.074		24.883	<i>SI Tetrafenil etileno</i>
20.625	PB	194675	.073	10R	79.829	CRISENO

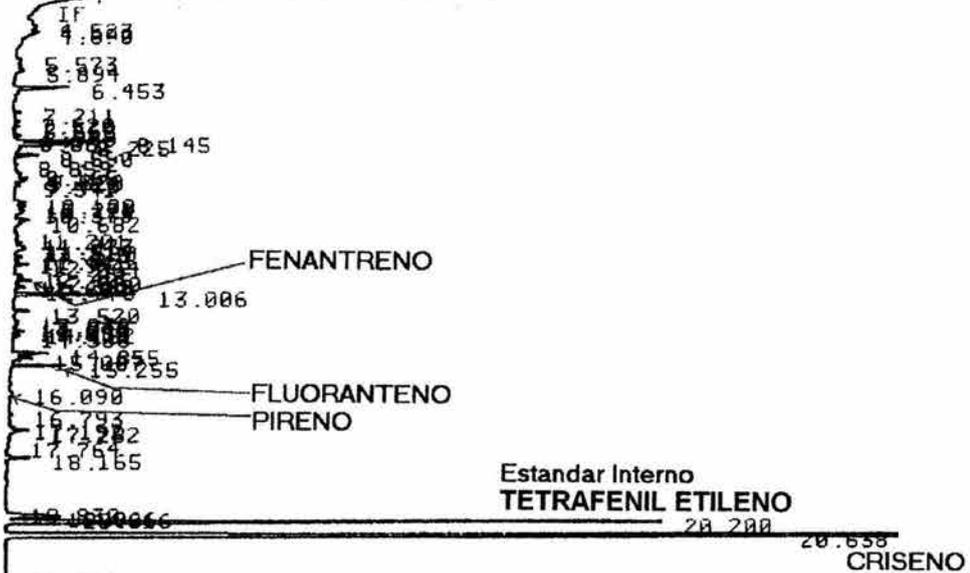
TOTAL AREA= 337857  
MUL FACTOR=1.0000E+00

\*ID PAS05 + STD UNT■■■■INT.

40 ug/ml de tetrafenil etileno  
Pas0 No 5 Abril 2 de Qna

\* RUN # 22 JAN 30, 2002 22:30:32  
START

IF



STOP

## PORCENTAJE DE RECUPERACION DE LOS HIDROCARBOS

IDENTIFIER : PASOS + STD  
 SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC

40 pp Tetrafenil etileno 40mg/ml  
 Abril 2da Ana

## PORCENTAJE RECUPERACION HAPS

## ESTD-AREA

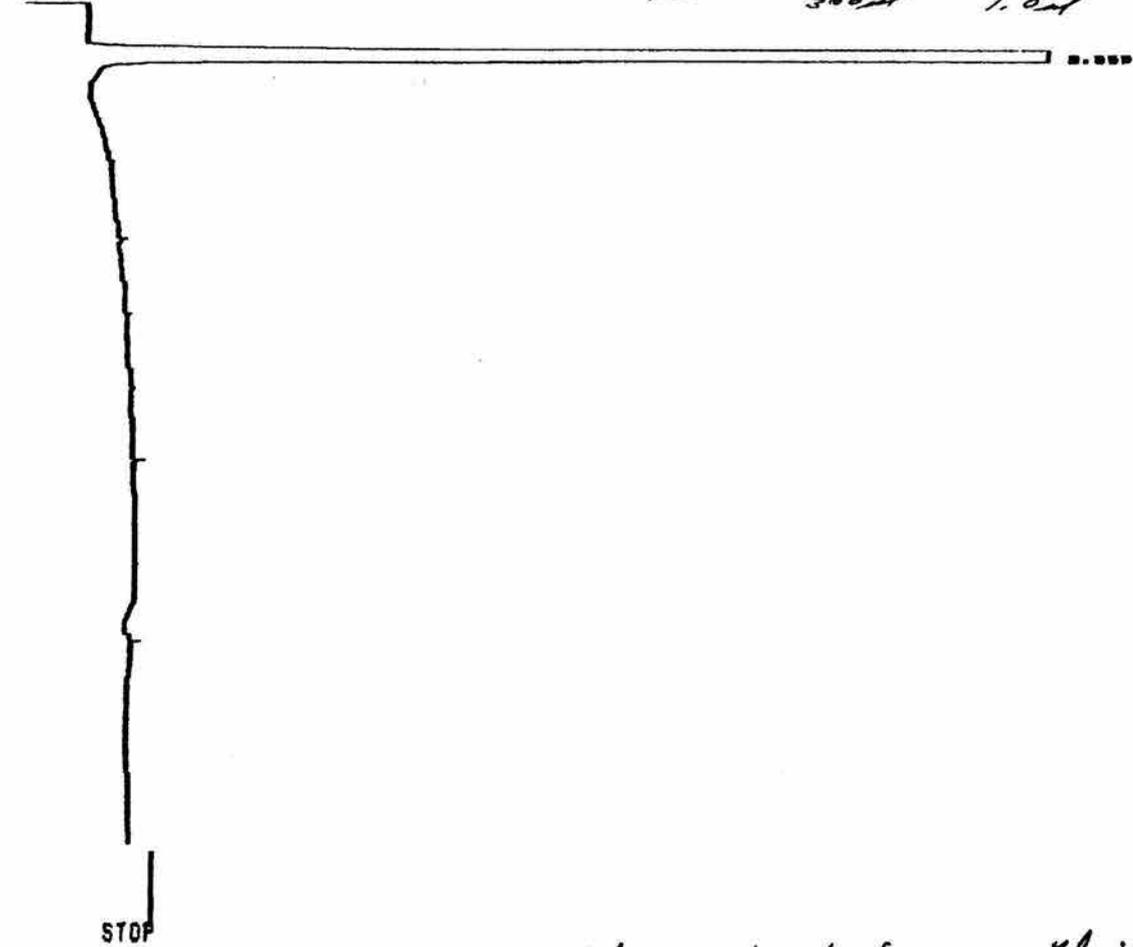
RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
4.523	UU	3061	.146		1.179	
4.690	UP	4374	.147		1.685	
5.573	PU	1470	.116		.566	
5.894	UP	1989	.107		.766	
6.453	PU	8579	.074		3.305	
7.211	UU	1096	.058		.422	
7.520	UU	687	.045		.265	
7.668	UP	715	.043		.275	
7.949	PP	594	.036		.229	
8.061	PU	647	.068		.249	
8.145	UU	8481	.041		3.267	
8.225	UU	8744	.070		3.368	
8.590	UP	3318	.063		1.278	
8.859	UU	561	.066		.216	
9.165	UU	1177	.059		.453	
9.320	UU	3109	.105		1.198	
9.420	UU	1182	.051		.455	
9.541	UP	777	.051		.299	
10.100	PU	1771	.078		.682	
10.221	UU	1216	.053		.468	
10.379	UU	1475	.078		.568	
10.682	UU	2540	.077		.978	
11.201	UU	624	.062		.240	
11.373	UU	1172	.063		.451	
11.514	UU	1728	.076		.666	
11.590	UU	1876	.072		.723	
11.813	UU	1131	.067		.436	
11.941	UU	778	.065		.300	
12.064	UP	1488	.045	SR	.597	FENANTRENO
12.406	UU	1859	.090		.716	
12.560	UU	2543	.065		.980	
12.690	UU	780	.064		.300	
12.770	UU	1979	.076		.762	
13.006	UU	10553	.042		4.065	
13.520	UU	1959	.053		.755	
13.838	UU	1013	.067		.390	
13.943	UU	1262	.083		.486	
14.095	UU	533	.041		.205	
14.162	UU	1196	.045		.461	
14.300	UU	845	.049		.326	
14.855	UU	5888	.075		2.268	
15.007	UU	2196	.047		.846	
15.255	UB	5068	.043	7R	2.056	FLUORANTENO
16.090	UU	1238	.108	8R	.477	PIRENO
16.793	BU	700	.057		.270	
17.192	UU	825	.057		.318	
17.282	UU	2548	.055		.982	
17.764	PU	480	.061		.185	
18.165	UB	3358	.066		1.294	
19.830	BU	571	.065		.220	
19.966	UU	4359	.051		1.679	
20.016	UU	8183	.071		3.152	
20.200	UB	98271	.073		37.855	<del>STANX</del> Tetrafenil Etileno
20.638	BB	274271	.076	10R	112.468	CRISENO
21.940	UP	882	.096		.340	
26.962	UP	1543	.157	12R	.683	BENZO(k)FLUORANT
32.700	BP	1193	.111		.460	
35.134	UP	952	.113		.367	
39.215	PP	1303	.131		.502	
41.857	UP	1151	.131		.443	

279

RUN 6 MAR 1, 1998 16:17:12

Bco  
Fz

Agosto, CA, 10 26 Thomas  
300ml 1.0ml



Fz Blanco Agosto (9,10) 96 Thomas  
HAPs 300ml approx 1.0ml x 100

Error storing signal to MISIGNAL .BNC  
ATTEMPTED WRITE PAST END OF FILE

RUN 6 MAR 1, 1998 16:17:12

NO CALIB PEAKS FOUND

AREA%

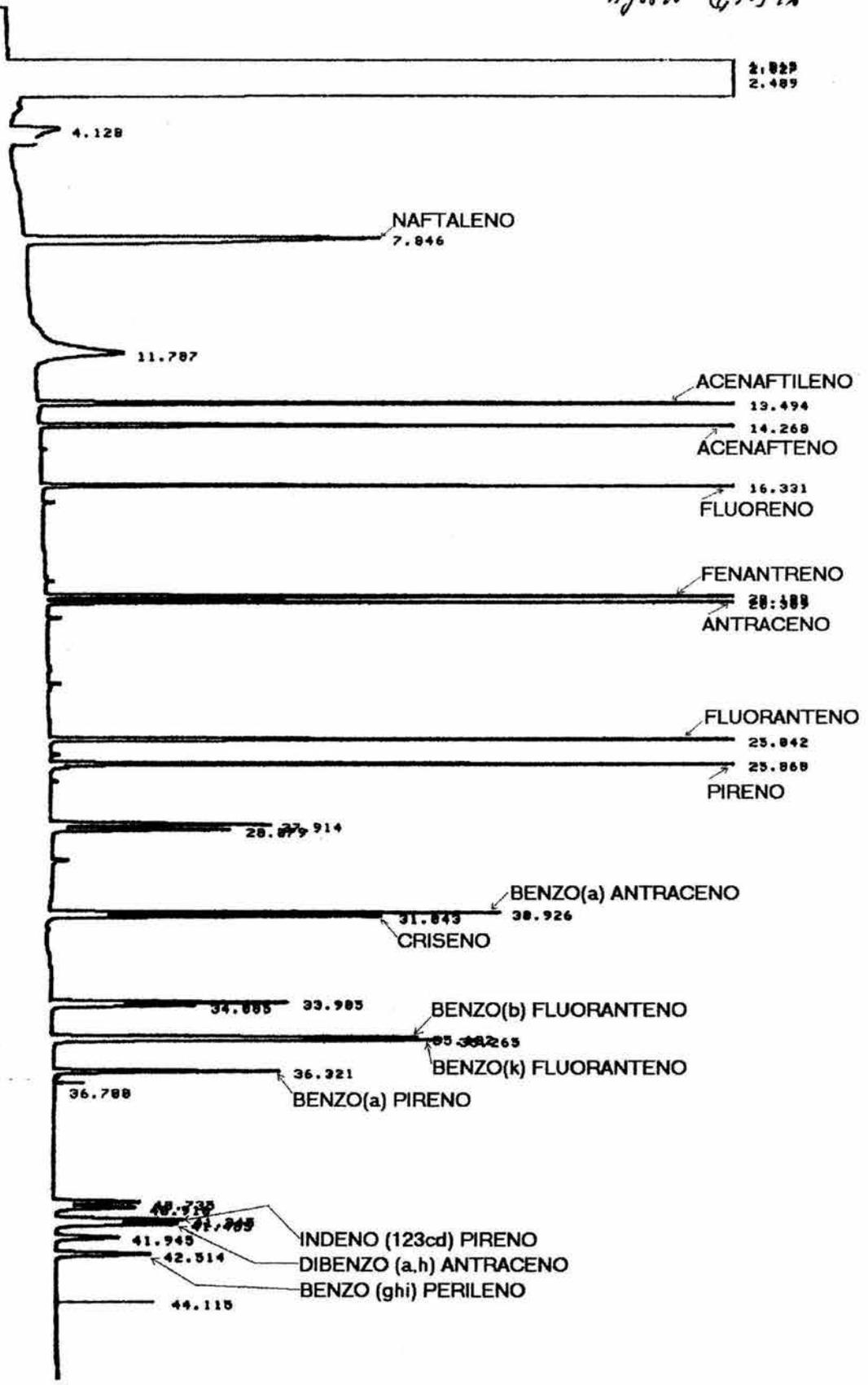
RT	AREA	TYPE	WIDTH	AREA%
2.555	341579600	PV	.163	39.69371
2.565	98851200	VV	.047	11.40713
2.615	92672120	VV	.044	10.76900
2.657	327435600	VB	.161	38.05000

TOTAL AREA=0.6054E+00

MUL FACTOR=1.0000E+00

\* RUN # 4 FEB 20, 1998 21103148  
START

Std. HAPs 16 aromaticos  
Agosto (9,10) 98



Error storing signal to NISIGNAL .BNC  
 ATTEMPTED WRITE PAST END OF FILE

RUN# 4 FEB 28, 1998 21103148

*Est. Agosto (9,10) 96  
 HAPs 16 aromáticos*

## ESTD%-AREA

RT	AREA	TYPE	CAL#	AMOUNT	
7.846	172499	BB	1R	104.256	NAFTALENO
13.494	171220	PB	2R	104.975	ACENAFTILENO
14.268	177616	PB	3R	104.698	ACENAFTENO
16.331	157634	PB	4R	110.106	FLUORENO
20.109	153797	BB	5R	113.040	FENANTRENO
20.309	116765	BB	6R	129.309	ANTRACENO
<i>7</i> 25.042	149953	PB	<u>8R</u>	117.616	PIRENO
<i>8</i> 25.068	153358	BY	<u>7R</u>	119.839	FLUORANTENO
30.926	82932	BY	9R	135.315	BENZO(a) ANTRACENO
31.043	55662	YB	10R	131.158	CRISENO
35.102	77545	PV	11R	143.265	BENZO(b) FLUORANTENO
35.265	72209	YB	12R	236.232	BENZO(k) FLUORANTENO
36.321	49022	PB	13R	136.116	BENZO(a) PIRENO
41.345	37048	BY	14R	138.172	INDENO (123cd) PIRENO
41.485	33662	YB	15R	100.545	DIBENZO (a,h) ANTRACENO
42.514	30767	BB	16R	127.002	BENZO (ghi) PERILENO

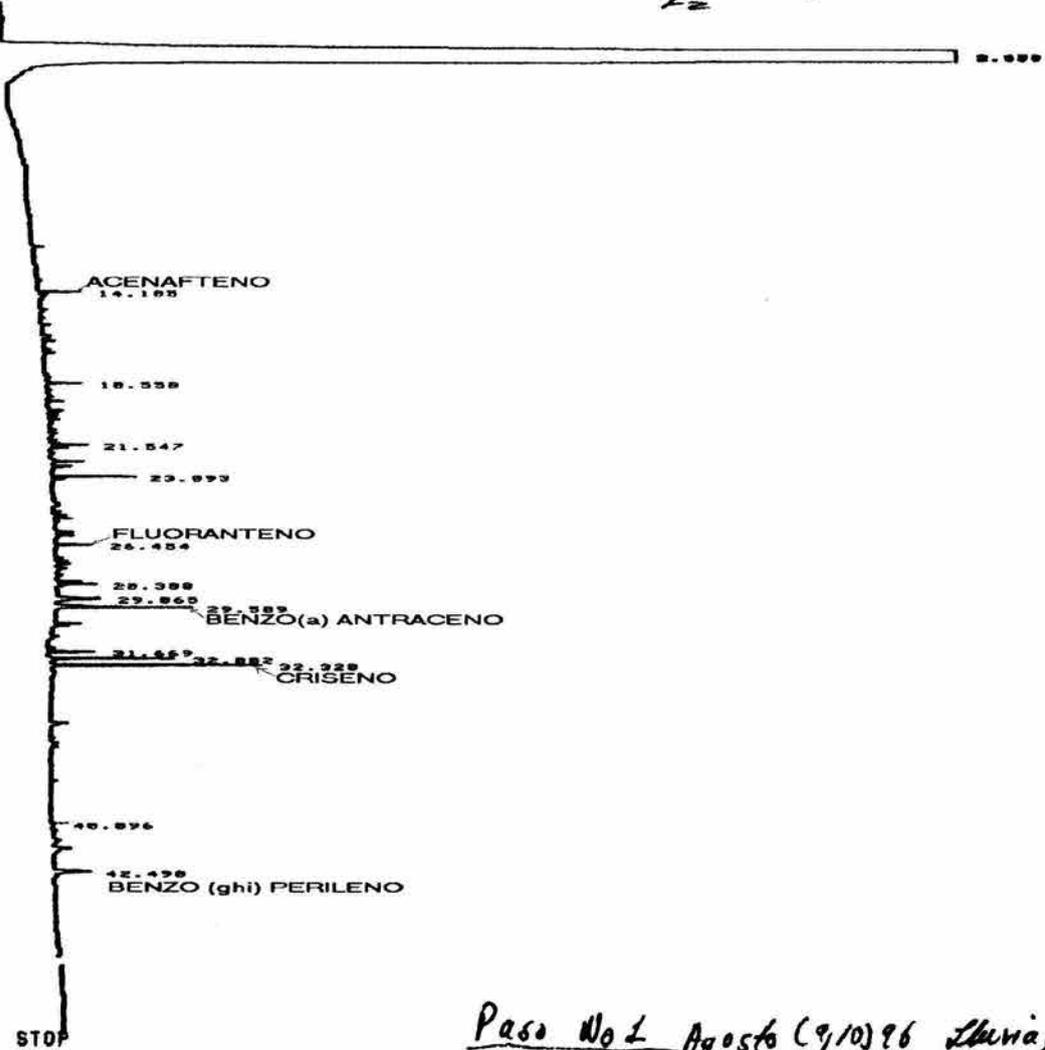
TOTAL AREA=3.5096E+08

MUL FACTOR=1.0000E+00

SAMPLE AMT=1.0000E+02

\* RUN # 5 FEB 28, 1998 22108117

*Paso No 4 Agosto (9/10) 96*  
*Fz*



*Paso No 4 Agosto (9/10) 96 Llanas*  
*HAA 300µl 1.0 µl conf*

Error storing signal to MISIGNAL .BNC  
ATTEMPTED WRITE PAST END OF FILE

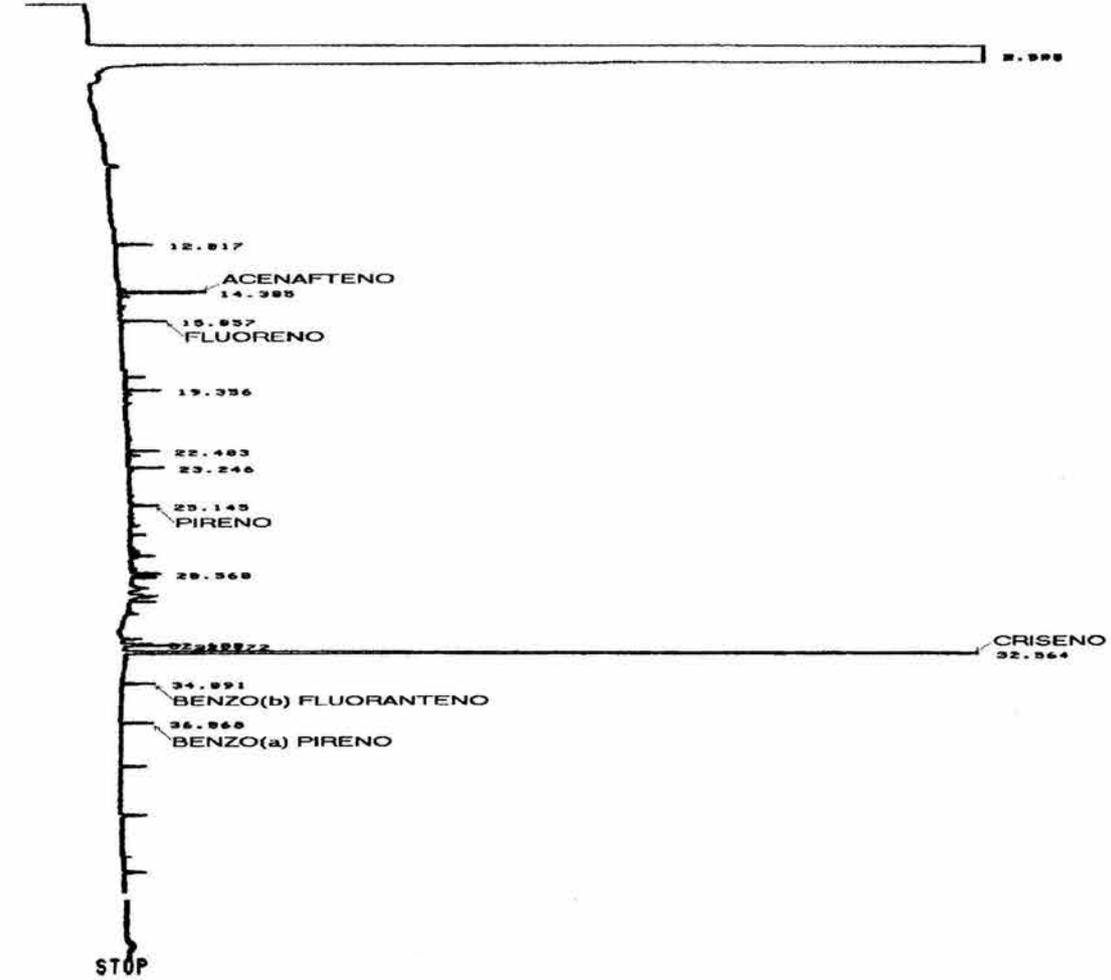
RUN# 5 FEB 28, 1998 22108117

ESTDX-AREA	RT	AREA	TYPE	CAL#	AMOUNT	
	14.185	4385	PB	3R	2.537	ACENAFTENO
	26.454	3518	BB	7R	2.743	FLUORANTENO
	29.589	17413	BB	9R	28.412	BENZO(a) ANTRACENO
	32.328	28984	PB	18R	49.445	CRISENO
	42.498	8481	BB	16R	34.897	BENZO (ghi) PERILENO

TOTAL AREA=1.4722E+09  
MUL FACTOR=1.0000E+00  
SAMPLE AMT=1.0000E+02

*Fz Poso No 2 Agosto (9, 10) 96 Zharas  
300ml agua 1.0ml sig.*

RUN# 10 MAR 1, 1998 20:42:12



Error storing signal to M SIGNAL .BNC  
ATTEMPTED WRITE PAST END OF FILE

*Poso No 2  
HAPs  
Agosto (9, 10) 96 Zharas  
300ml agua 1.0ml sig.*

RUN# 10 MAR 1, 1998 20:42:12

ESTD%-AREA

RT	AREA	TYPE	CALC	AMOUNT	Chemical Name
14.385	9925	PB	3R	5.858	ACENAFTENO
15.857	3956	BB	4R	2.763	FLUORENO
25.145	3797	PB	8R	2.978	PIRENO
32.564	316598	BB	10R	746.887	CRISENO
34.091	3261	BB	11R	6.025	BENZO(b) FLUORANTENO
36.068	3371	BB	13R	9.368	BENZO(a) PIRENO

TOTAL AREA=1.1538E+09

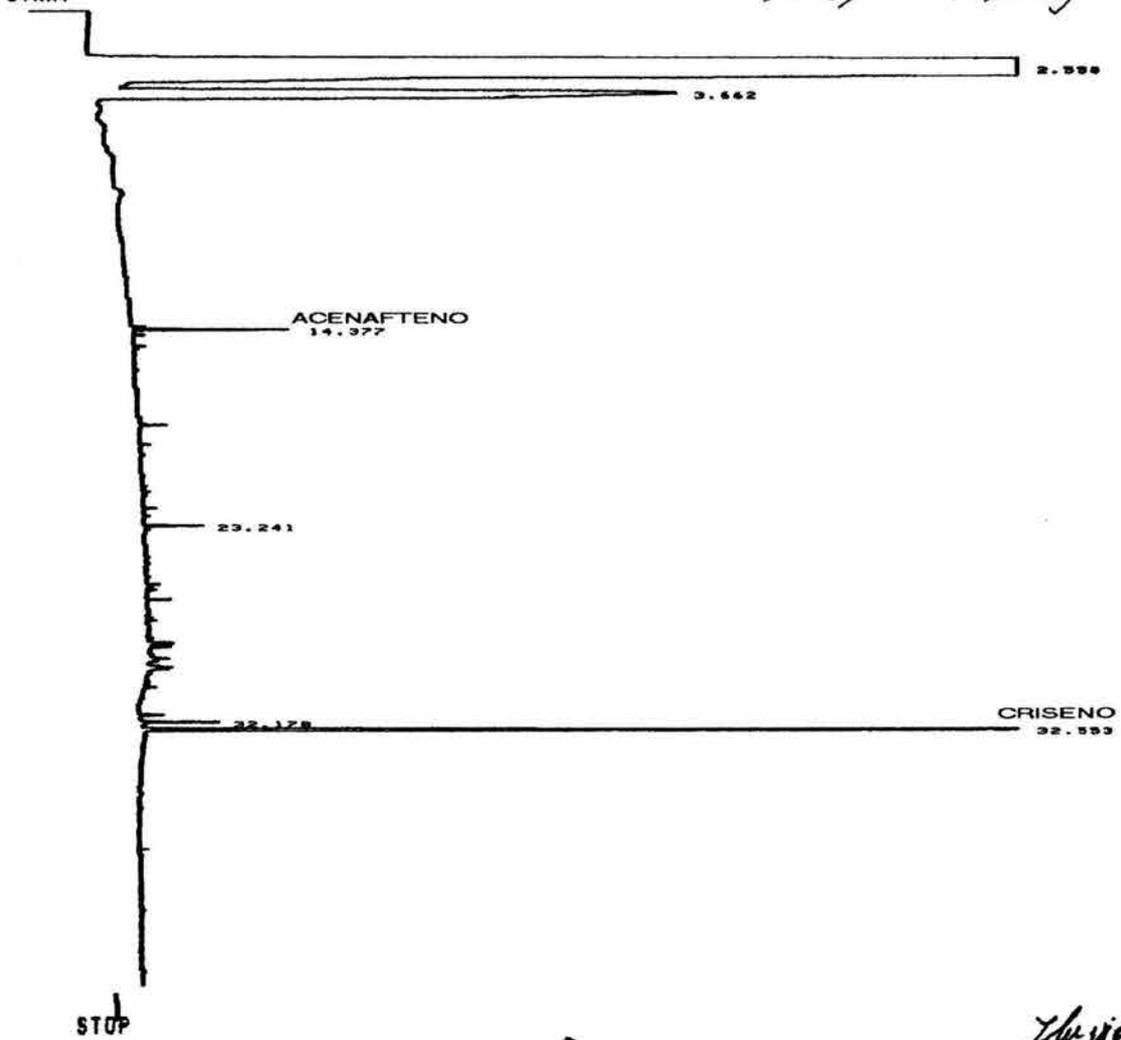
MUL FACTOR=1.0000E+00

SAMPLE AMT=1.0000E+02

284

RUN 0 0 MAR 1. 1998 18132144

Fz Paso No3 Agosto (9,10) 98 Zharas  
30g/ml a p.o 1.0ml



Error storing signal to M:SIGNAL .BNC  
ATTEMPTED WRITE PAST END OF FILE

Fz Paso No3 Agosto (9,10) 98 Zharas  
HARS 30g/ml 1.0ml

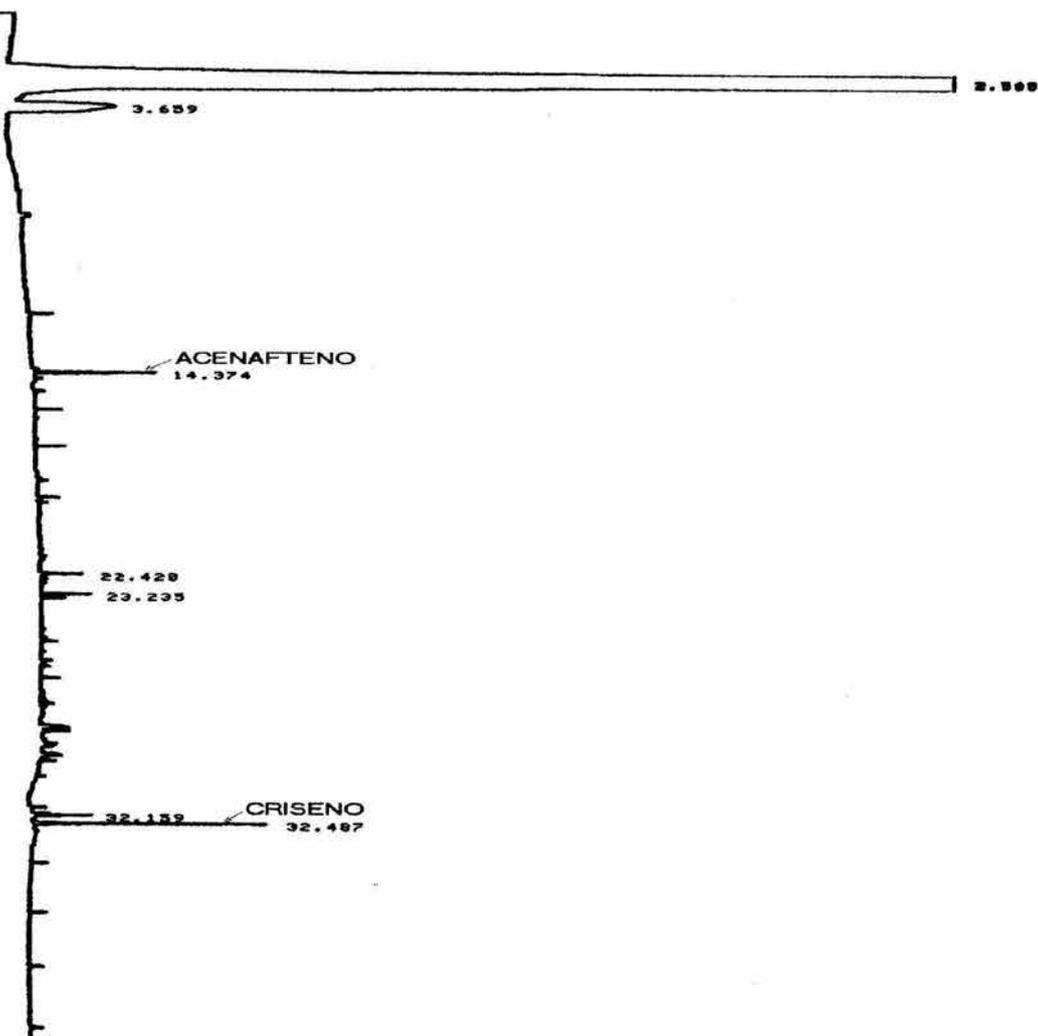
RUN# 0 MAR 1. 1998 18132144

RT	AREA	TYPE	CALC	AMOUNT	
14.377	16262	BB	3R	9.585	ACENAFTENO
32.553	273727	BB	10R	644.989	CRISENO

TOTAL AREA=1.1444E+09  
MUL FACTOR=1.0000E+00  
SAMPLE AMT=1.0000E+02

Fz Paso No 4 Agosto (9/10) 96 Llavias  
HAPS 300ul-pis 1.0ul iny

\* RUN # 12 MAR 2, 1998 13146134  
START



Error storing signal to M: SIGNAL .BNC  
ATTEMPTED WRITE PAST END OF FILE

Paso No 4 Agosto (9/10) 96 Llavias  
HAPS 300ul 1.0ul

RUN# 12 MAR 2, 1998 13146134

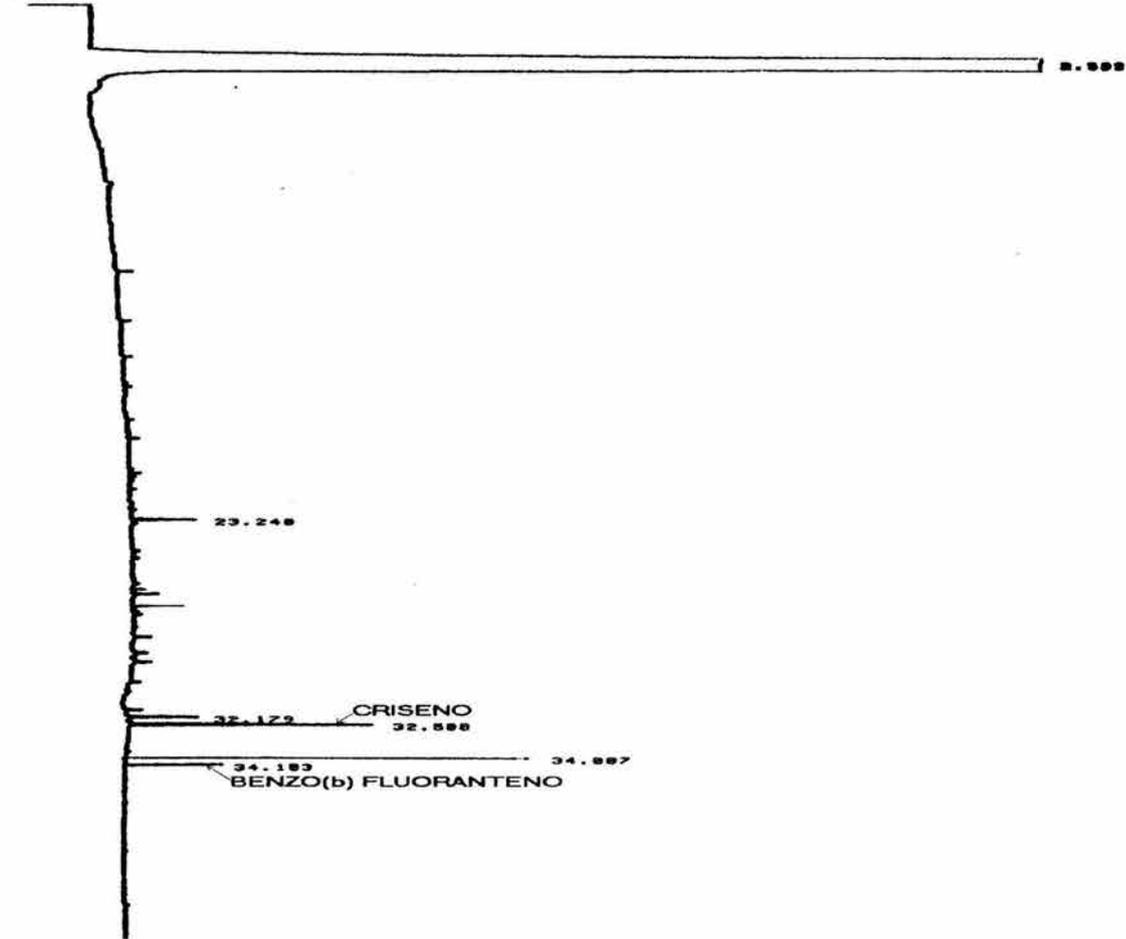
ESTDX-AREA

RT	AREA	TYPE	CAL#	AMOUNT	
14.374	12817	PB	3R	7.555	ACENAFTENO
32.487	23359	PB	18R	55.041	CRISENO

TOTAL AREA=1.1655E+09  
MUL FACTOR=1.0000E+00  
SAMPLE AMT=1.0000E+02

*Fz Paso No 5 Agosto (9,10) 96 Ibarra  
HAPs 300 ml 1.0 ml*

\* RUN # 9 MAR 1, 1998 19137152



Error storing signal to MISIGNAL .BNC  
ATTEMPTED WRITE PAST END OF FILE

*Ibarra  
Fz Paso No 5 Agosto (9,10) 96  
HAPs 300 ml aforo 1.0 ml*

RUN# 9 MAR 1, 1998 19137152

ESTD%-AREA

RT	AREA	TYPE	CAL#	AMOUNT
32.500	24064	PB	10R	58.500 CRISENO
34.103	17574	PB	11R	32.468 BENZO(b) FLUORANTENO

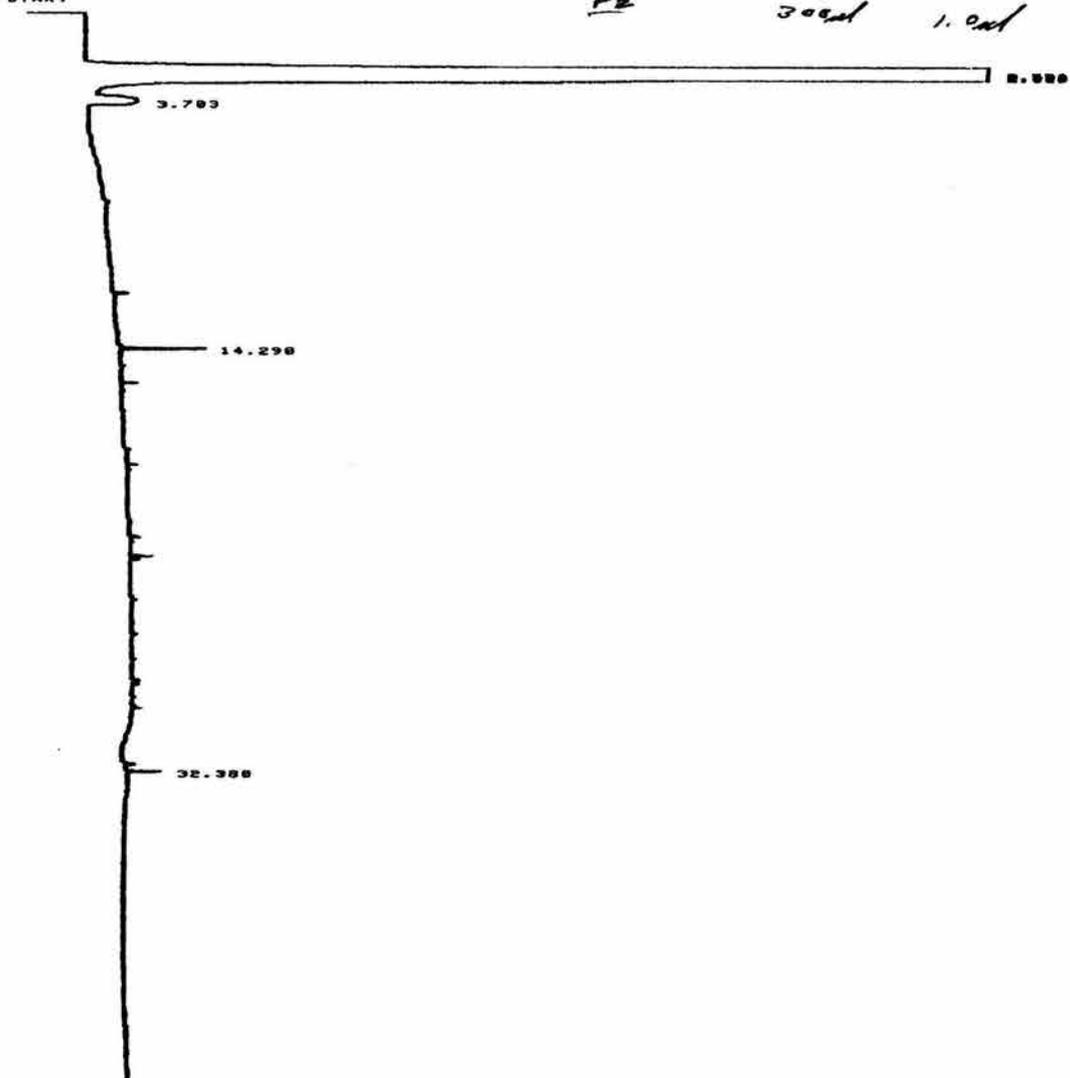
TOTAL AREA=1.3177E+09  
MUL FACTOR=1.0000E+00  
SAMPLE ANT=1.0000E+02

287

\* RUN # 7 MAR 1, 1998 17:22:01

Banco  
Fz

Agosto (27-31) 98  
300ml 1.0ml



Error storing signal to MISIGNAL .BNC  
ATTEMPTED WRITE PAST END OF FILE

Fz

Banco

Agosto  
300ml

(27-31) 98  
1.0ml

RUN# 7 MAR 1, 1998 17:22:01

ESTD%-AREA

RT	AREA	TYPE	CALC	AMOUNT
14.290	9100	BB	3R	5.364
32.380	3593	PB	10R	8.466

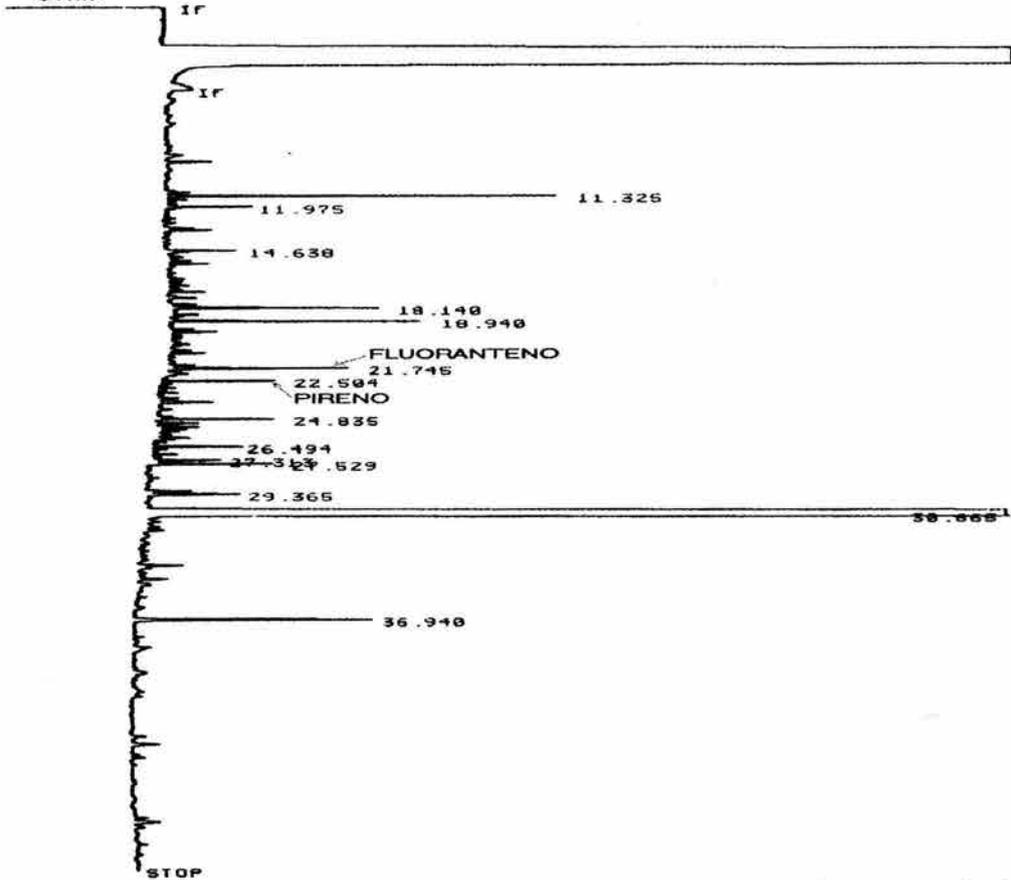
TOTAL AREA=1.0052E+09

MUL FACTOR=1.0000E+00

\*ID PAS01,4SE AG96(28-31)F2,300,1u1

*F2 Paso No 1 Agorte (28-31) 98  
300ml - for 1.0ml 2mg*

\* RUN # 88 FEB 23, 1999 22:29:11



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

*F2 Paso No 1 Agorte (28-31) 98  
HAPs 300ml 1.0ml*

RUN# 88 FEB 23, 1999 22:29:11

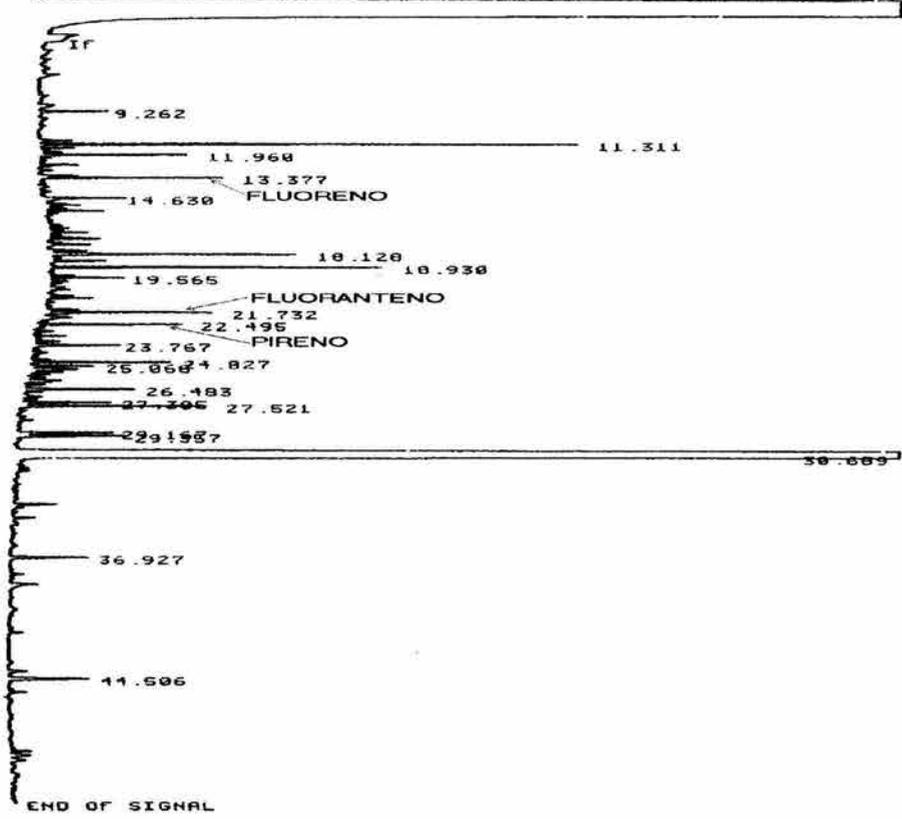
IDENTIFIER : PAS01,4SE AG  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
ESTD-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
11.325	UB	10757	.052		5.353	
11.975	BP	2402	.055		1.195	
14.638	PB	1358	.043		3.676	
18.140	UB	6153	.056		3.062	
18.940	PB	6000	.051		3.424	
21.745	UB	5161	.055	7R	2.567	FLUORANTENO
22.504	PB	3251	.054	8R	1.618	PIRENO
24.835	BB	3483	.057		1.733	
26.494	BB	3320	.070		1.652	
27.313	BU	2128	.060		1.059	
27.529	UB	4257	.066		2.110	
29.365	UB	4217	.086		2.099	
30.665	PB	1712420	.206		852.162	
36.940	BB	10921	.087		5.435	

TOTAL AREA=1776708  
MUL FACTOR=1.0000E+00

RUN PARAMETERS  
ZERO = 5  
ATT 2^ = 0  
CHT SP = 0.5  
AR REJ = 0  
THRSH = 2  
PK WD = 0.04

\* THRSH 2 0  
 \* RH  
 RUN # 87 FEB 23, 1999 21:25:00 *Fz Paso No 2 Agosto (28-3)96*  
 START IF *300ml apro*  
*1.0ml lny*



Closing signal file M:SIGNAL .BNA

RUN# 87 FEB 23, 1999 21:25:00  
 IDENTIFIER : PASO2.4SEM A *HATS Paso No 2 Agosto (28-3)96 Fz*  
 SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNA *300ml*  
 ESTD-AREA

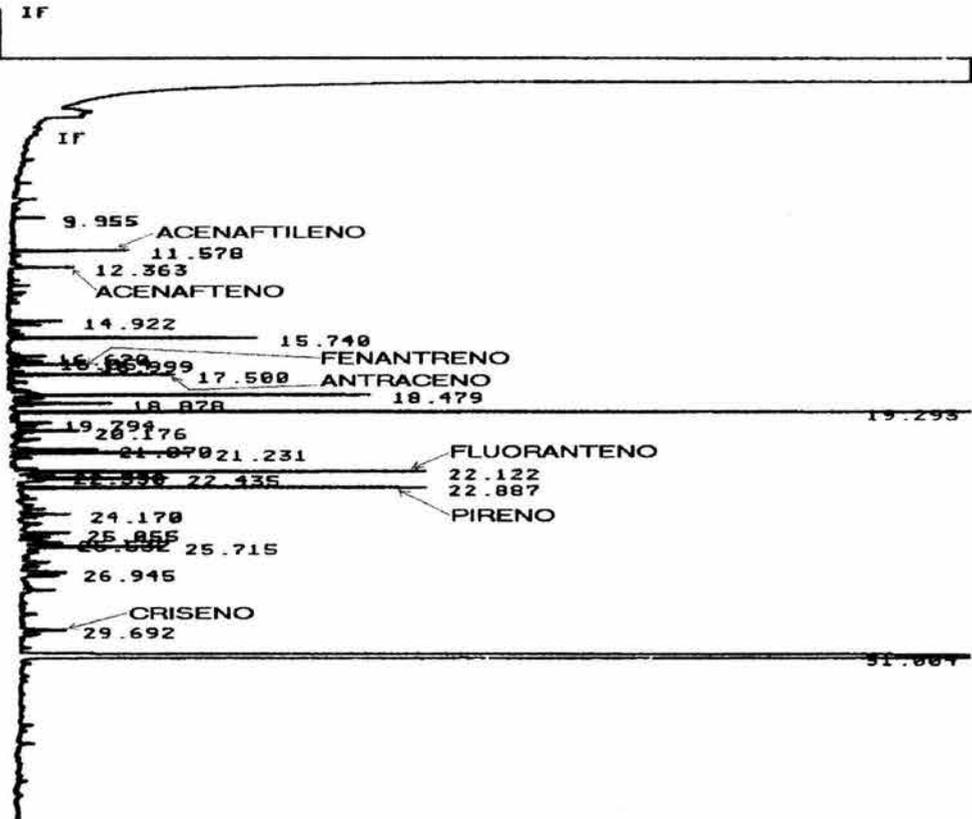
RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
9.262	PB	2624	.074		1.306	
11.311	PB	14197	.050		7.065	
11.960	UP	4235	.055		2.107	
13.377	UB	4313	.046	4R	2.140	FLUORENO
14.630	PB	1510	.043		.751	
18.120	UB	8117	.064		4.039	
18.930	BB	8518	.049		4.239	
19.565	PB	1974	.053		.982	
21.732	UB	5472	.063	7R	2.722	FLUORANTENO
22.495	PB	4020	.053	8R	2.004	PIRENO
23.767	PB	3224	.073		1.604	
24.827	UB	4607	.063		2.293	
25.066	BU	2553	.079		1.270	
26.483	BU	4222	.074		2.101	
27.305	PB	2511	.058		1.250	
27.521	BB	6315	.067		3.143	
29.167	BU	4417	.090		2.190	
29.357	UB	4870	.088		2.423	
30.689	BB	2044548	.224		1017.441	
36.927	BB	3587	.089		1.785	
44.506	BB	4767	.117		2.372	

TOTAL AREA=2140610  
 MUL FACTOR=1.0000E+00  
 RUN PARAMETERS  
 ZERO = 5  
 ATT 2^ = 0  
 CHT SP = 0.5  
 AR REJ = 0  
 THRSH = 2  
 PK WD = 0.04

\*ID P3.4aS<29-31>A96,300u1,1u1

*Fz Paso No 3 Agosto (28-31) 96  
3 x 2ml 1.0 ml*

\* RUN # 56 AUG 30, 1998 15:00:24  
START



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 56 AUG 30, 1998 15:00:24

METHOD NAME: M:HAPS.MET

*Fz Paso No 3 Agosto (28-31) 96  
HAPS 3 x 2ml 1.0 ml*

IDENTIFIER : P3.4aS<29-31  
SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
ESTD-AREA

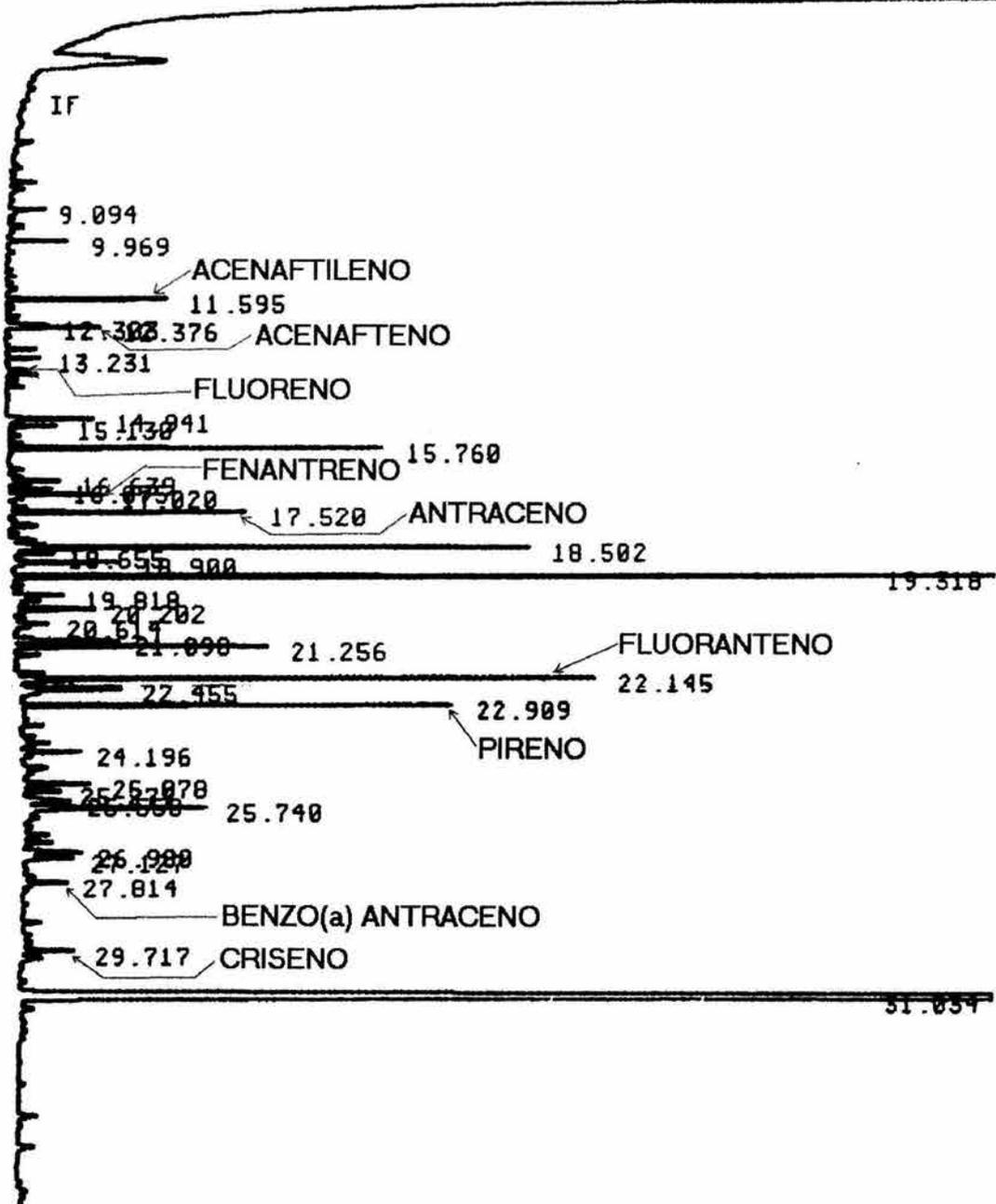
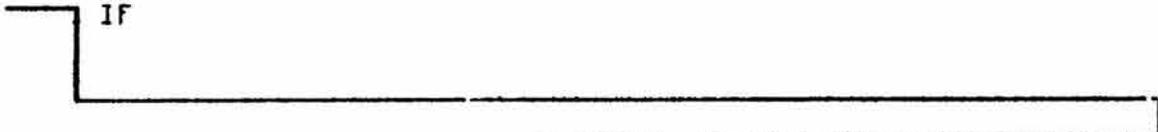
RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
9.955	PB	677	.044		.106	
11.570	BB	2530	.044	2R	1.832	ACENAFTILENO
12.363	UB	1419	.045	3R	.972	ACENAFTENO
14.922	PB	1348	.053		.808	
15.740	UB	5450	.045		3.080	
16.620	UU	1023	.056		.613	
16.854	PP	784	.048		.478	
16.999	PB	1458	.045	5R	1.007	FENANTRENO
17.500	UB	4024	.049	6R	3.123	ANTRACENO
18.479	UB	8970	.051		5.378	
18.878	PU	2593	.053		1.555	
19.293	PB	25183	.049		15.099	
19.794	PU	984	.052		.590	
20.176	UU	2631	.080		1.577	
21.070	BP	3227	.076		1.935	
21.231	PB	4946	.056		2.965	
22.122	PB	10427	.052	7R	6.049	FLUORANTENO
22.330	BU	865	.050		.519	
22.435	UU	4551	.062		2.729	
22.887	PB	10435	.052	8R	6.837	PIRENO
24.170	BU	1577	.063		.946	
25.065	BB	1201	.054		.720	
25.532	PU	2241	.116		1.344	
25.715	UB	5061	.075		3.034	
26.945	PU	2184	.102		1.309	
29.692	BU	1743	.080	10R	1.427	CRISENO
31.004	PB	275481	.106		165.167	

TOTAL AREA= 383013  
MUL FACTOR=1.0000E+00

\*ID P41A/SAG96F2,1u1

*PASO 4  
Cuenta pasana 300ml, 2ml*

\* RUN # 54 AUG 30, 1998 12:17:30  
START



Closing signal file M:SIGNAL .BNC

RUN# 54 AUG 30, 1998 12:17:30

METHOD NAME: M:HAPS.MET

IDENTIFIER : P41A/SAG96F2

SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC

ESTD-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
9.094	BU	819	.049		.491	
9.969	PB	1247	.043		.748	
11.595	PB	3340	.044	2R	2.419	ACENAFTILENO
12.303	BU	1063	.054		.637	
12.376	UB	1912	.042	3R	1.309	ACENAFTENO
13.231	BP	869	.053	4R	.658	FLUORENO
14.941	PU	2405	.059		1.442	
15.130	UB	955	.043		.573	
15.760	PU	7037	.044		4.699	
16.639	UP	1003	.077		1.129	
16.875	PP	957	.047		.574	
17.020	PU	2036	.048	5R	1.407	FENANTRENO
17.520	PB	5535	.049	6R	4.295	ANTRACENO
18.502	UU	12077	.052		7.721	
18.655	UU	1100	.050		.712	
18.900	UB	3011	.060		1.805	
19.318	BB	31011	.050		19.073	
19.810	PU	1027	.047		.616	
20.202	PU	2411	.065		1.446	
20.614	PU	856	.056		.513	
21.098	PU	3760	.076		2.254	
21.256	UB	6752	.056		4.048	
22.145	PB	14013	.052	7R	9.205	FLUORANTENO
22.455	UU	2904	.062		1.741	
22.909	BU	10729	.052	8R	7.029	PIRENO
24.196	BU	1705	.065		1.070	
25.070	UU	2137	.066		1.201	
25.277	UP	1244	.070		.746	
25.558	PU	2369	.111		1.420	
25.740	UB	6434	.075		3.058	
26.900	UU	2049	.102		1.700	
27.127	UP	1072	.070		1.122	
27.814	PB	1112	.050	9R	.942	BENZO(A)ANTRACEN
29.717	UU	1907	.079	10R	1.562	CRISENO
31.034	PB	207233	.100		172.213	

TOTAL AREA= 431139  
MUL FACTOR=1.0000E+00

## RUN PARAMETERS

ZERO = 0  
ATT 2^ = 0  
CHT SP = 0.5  
RR REJ = 0  
THRSH = 1  
PK WD = 0.04

*Pas. No 4 Agosto (28-31)96  
HAPS (28-31)96 300ml 1.0ml*

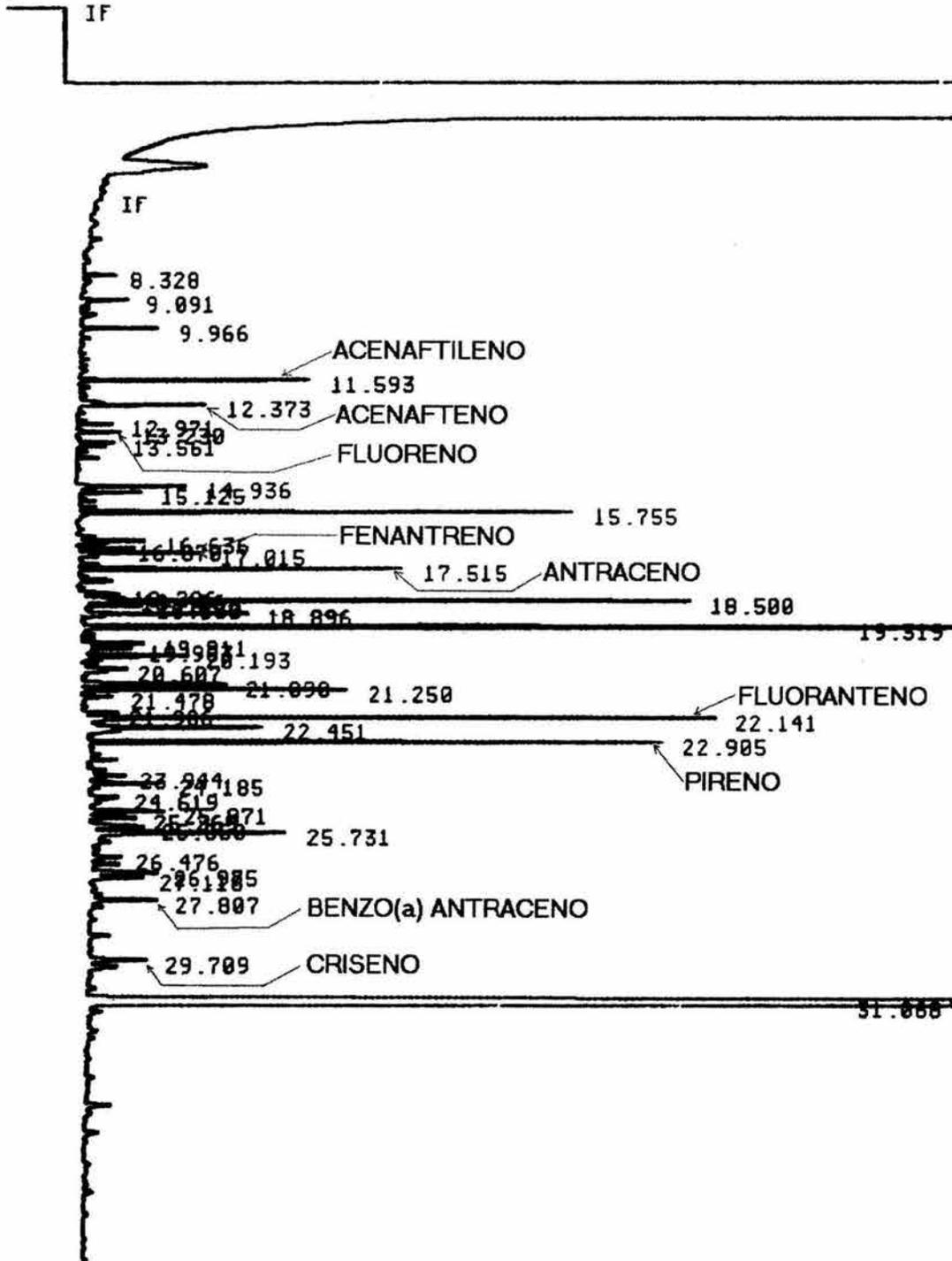
\*IDP5,4aS2031A696,300ul,1ul

*Post No 5 Agosto (28-31) 91  
F2 300ul / 1.0ul ing*

\*ID P5,4aS2031A696,300ul,1ul

\* RUN # 55 AUG 30, 1998 13:55:31

START



RUN# 55 AUG 30, 1998 13:55:31

METHOD NAME: M-HAPS.MET

IDENTIFIER: P5,4MS2831AG  
 SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BNC  
 ESTD-AREA

*Fz*  
*Paso No 5*  
*HAA*  
*Agosto (28-31)98*  
*200ml 1.0ml*

RT	TYPE	AREA	WIDTH	CAL#	AMOUNT	NAME
8.328	BB	942	.054		.565	
9.091	PU	1344	.055		.806	
9.966	BB	1906	.046		1.143	
11.593	PB	5556	.045	2R	4.024	ACENAFTELENO
12.373	UB	2900	.044	3R	2.040	ACENAFTENO
12.971	PU	1027	.053		.616	
13.230	UP	1400	.050	4R	1.061	FLUORENO
13.561	UU	1300	.060		.827	
14.936	PB	2010	.050		1.685	
15.125	BB	1316	.041		.709	
15.755	UU	11909	.045		7.140	
16.636	UU	1957	.054		1.173	
16.870	PU	1494	.049		.896	
17.015	UU	3201	.040	5R	2.212	FENANTRENO
17.515	PB	8466	.049	6R	6.570	ANTRACENO
18.206	PU	1501	.076		.940	
18.406	UU	1121	.050		.672	
18.500	UB	16569	.051		9.934	
18.650	PB	1275	.045		.764	
18.896	BU	4663	.054		2.796	
19.319	BB	40005	.050		20.702	
19.811	PU	1575	.050		.944	
19.963	UP	1107	.040		.664	
20.193	BU	3633	.067		2.170	
20.607	PU	1222	.054		.733	
21.090	PU	5494	.071		3.294	
21.250	UB	7031	.055		4.695	
21.478	BB	923	.057		.553	
21.906	BP	1001	.061		.640	
22.141	PB	17220	.052	7R	11.316	FLUORANTENO
22.451	UU	5000	.063		3.402	
22.905	BB	16032	.052	8R	10.504	PIRENO
23.944	UU	2174	.107		1.303	
24.105	UU	2544	.065		1.525	
24.619	UU	1659	.103		.995	
25.071	UU	2700	.067		1.624	
25.269	UB	1655	.066		.992	
25.550	PU	2775	.101		1.664	
25.731	UB	7491	.074		4.491	
26.476	PP	1300	.009		.027	
26.975	UU	3604	.102		2.161	
27.110	UP	2063	.073		1.237	
27.007	PP	2335	.060	9R	1.970	BENZO(A)ANTRACEN
29.709	BU	2400	.079	10R	1.972	CRISENO
31.060	PB	456902	.125		273.940	

TOTAL AREA= 672534  
 MUL FACTOR=1.0000E+00

RUN PARAMETERS  
 ZERO = 0  
 ATT 2^ = 0  
 CHT SP = 0.5  
 AR REJ = 0  
 THRSH = 1  
 PK WD = 0.04

### 13. BIBLIOGRAFÍA

- Ayala Gustavo. (1996). Generar alternativas para combatir la contaminación, tarea de la academia. *Gaceta UNAM*. p12.
- Agenda UNAM, (16 de Octubre de 1995). El 65% de los contaminantes atmosféricos son de origen vehicular. p 65.
- Albagli, A., Oja, H., and Dubois, L. (1974). Size distribution pattern of polycyclic aromatic hydrocarbons in air particulates. *Environ. Lett.* 6:241.
- American Associate for the Advancement of Science.(1965). *Air Conservation*. Washington, D C.
- Anonymous. (1989). Mishaps cause three oil spills off U:S: *Oil Gas J.* 87:22.
- Adame Romero Aurora., Salin Pascual Daniel A. (Marzo,1995). Contaminación Ambiental. Trillas. México, D. F.
- Barale, R., Giromini, L., Del Ry, S., Barnini, B., Bulleri, M., Barrai, I., Valerio, F., Pala, M., and He, J. (1994) Chemical and Mutagenic Patterns of Airborne Particulate Matter Collected in 17 Italian Towns. *Environmental Health Perspectives*. Volume 102, Supplement 4, October. pp. 67-73
- Blumer, M., and Youngbood, W. W. (1975). Polycyclic aromatic hydrocarbons in soils and recent sediments. *Science*. 188:53; also see Giger, W., and Blumer, M. (1974). Polycyclic aromatic hydrocarbons in the environment: Isolation and characterization by chromatography, visible, ultraviolet and mass spectrometry. *Anal. Chem.* 46:1663.
- Braman, R. S. (1983). Gas Chromatographic Analysis in Air Pollution. In Grob R. L. (1983). *Chromatographic Analysis of the Environment*. Marcel Dekker, INC. Second. Edition. Unites States of America.
- Bravo, A. H. y Sosa, E. R. (1987)., en Gutiérrez, J. H., Romieu, I., Corey, G., Forteuil, T. (1997). Contaminación del Aire. Riesgos Para la Salud. Editorial. El Manual Moderno, S.A. de C.V. México, D. F.
- Bravo, A. Humberto. (1987). La contaminación atmosférica en la ciudad de México. Siglo XXI, México.
- Bravo, A. Humberto., Torres J. Ricardo (1996). Características Fisicoquímicas y Fuentes de Contaminantes Atmosféricos. En Bottello, V. A., Rojas, G. J. L., Benitez, J. A., Lomeli, D. Z. (1996). Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental Diagnostico y Tendencias. *Epomex Serie Científica* 5. Universidad Autónoma de Campeche. Campeche, México.
- Bravo, A. Humberto. (1997).  
<http://www2.planeta.com/mader/ecotravel/mexico/ecologia/97/1197df2.html>
- Bravo, A. Humberto. (2000). Las gasolinas en el D.F. son inadecuadas. *Gaceta UNAM*. 21 de Noviembre. p 12.
- Bulletin No. 678-230. Sierra Instruments, Inc., 1975.
- Calvert J. C. (1976). Hydrocarbon involvement in photochemical smog formation in Los Angeles atmosphere. *Environ Sci. & Technol* 10: 256-262
- Carrillo, Sergio., Velero, Juan Manuel. (1998). Estudian distribución y tamaño de partículas suspendidas en la ciudad de México. *Gaceta UNAM*, 29 de Enero. p 14
- Caripol- IOCARBIBE (1986). Manual Caripol para el análisis de hidrocarburos del petróleo en sedimentos y organismos marinos. Subcomisión IOCARBIBE COI Cartagena Colombia., pp. 22.
- Ciencia y Desarrollo. Marzo-Abril de 1993. Vol. XIX No. 109. *Conacyt*. ISSN-0185-0008. México.
- Clark, R. C., y Brown, D. W. (1977). Petroleum: Properties and analyses in biotic and abiotic systems. En Malins (De). Effects of Petroleum on Arctic and sub arctic. *Marine Environments and Organisms*. Vol. 1. Nature and fate of petroleum. Academic, N.Y. 89pp.
- Clement International Corporation Under Contract No. 205-88-0608. U.S. Department of Health and Human Services February.(1994). Toxicological Profile for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs). Draft for Public Comment Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, Georgia 30303. USA.

- Cook, J.W., Hewett, C.L., and Hieger, I. (1983). Isolation of a cancer-producing hydrocarbon from coal tar. II Isolation of 1,2- and 4,5-benzopyrenes, perylene and 1,2 benzanthracene. *J. Chem. Soc.* p.396.
- Cook, E. (Sept. 1971) "The flow of Energy in a Industrial Society." *Scientific American*. 225:135-144.
- Correa, Raul. (2000). Las cenizas del Popocatépetl causan daños importantes en la salud. *Gaceta UNAM*. 21 de noviembre. p 10
- Daisey, M. J. (1980) Organic Compounds in Urban Aerosols. *Annals New York Academy of Sciences*. Number 338, pp: 50-69.
- Davis, C. S., Felling, P., and Otson, R. (1987). A Review of Sampling methods for Polyaromatic Hydrocarbons in Air. *Jour Air Poll Contr. Assoc.* 37 (12) December: 1397-1408.
- De Maio, L., and Corn, M. (1966). Polynuclear aromatic hydrocarbons associated with particulates in Pittsburgh air. *J. Air Pollut. Control Assoc.* 16:67. en Gelboin, H.V. and Ts'O, P.O.(1978). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Cancer, Volume I: Environment, Chemistry and Metabolism, Academic Press, New York.
- De Nevers, N. (1997). Ingeniería de Control de la Contaminación del Aire. McGraw-Hill. México.
- Di Menza, Laurence. (1988). El aire que respiramos. Plaza & Janes. Barcelona España.
- Doerffer, J. W. (1992). Oil spill in the marine environment. Pergamon Press Ed. 9-82pp
- Duxbury, A. C., Duxbury, A. B.(1989). An Introduction To The World's Oceans. Third Edition. Wm. C. Brown Publishers. USA.
- Environment and Resource Management. (February,1995). British Columbia Ministry of Environment, Land and Parks.
- Fuentes, Gea. Vicente. (2000). Un transporte público eficaz, solución real a la contaminación en el D. F. *Gaceta UNAM*. Junio 1. p 11.
- Galindo, I. (1990). Aspectos físicos de la contaminación del aire; sus implicaciones en la salud humana. *Ciencia* 41: 163-175
- Gelboin, H.V. and Ts'O, P.O.(1978). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Cancer, Volume I: Environment, Chemistry and Metabolism, Academic Press, New York.
- Giger, W., and Schaffer, C. (1978). *Anal. Chem.* 50,2:243-249.
- Godish, Thad. (1991). Air Quality. Lewis Publishers. USA.
- Goldman, M. I. (Oct. 1970). "The Convergence of Environmental Disruption." *Science* 170:37-42
- Goldman, M. I. (Oct. 1970). "The Convergence of Environmental Disruption". *Science* 170: 37-42.
- Gordon, R. J. (1976). Distribution of airborne polycyclic aromatic hydrocarbons throughout Los Angeles. *Environ. Sci. Technol.* 10:370.
- Graedel T. E. (1978). Chemical compounds in the atmosphere. Academic Press, New York.
- Guerra, G. L. M. (1995). El aire nuestro de cada día. Editorial Diana. México.
- Hagar, R. (1989). Huge cargo of North oil spilled. *Oil Gas J.* 87:26-27.
- Hauser, T. R., Henderson, J. J., and Benson, F. B. "The Polynuclear Hydrocarbons and Metal Concentration of the Air over the Greater Birmingham Area" U.S. Environ. Prot. Agency, Natl. Environ. Res. Cent., Research Triangle Park, North Carolina (unpublished report) en Gelboin, H.V. and Ts'O, P.O. (1978). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Cancer, Volume I: Environment, Chemistry and Metabolism, Academic Press, New York.
- Hauser, unpublished report.
- Higgins, I. J. and Gilbert, P. D. (1979). The Oli Industry and Microbial Ecosystems. Edited by K.W.A. chater and H.J. Somerville. Heyden.
- Hilborn, J and Still M. (1990). Canadian perspectives on Air Pollution, SOE. Report, Num. 90-1, Sep.
- Hill, A. C. (1971). "Vegetation: A Sink for Atmospheric Pollutants." *J. Air Poll. Control Assoc.* 21. No 6. 341.

- Hoffman D, Wynder El. (1977). Organic particulate pollutants chemical analyses and bioassays for carcinogenicity. In Stern AC (ed) *Air Pollution*, vol. 2. Academic Press, New York, pp 361-455
- Homer, W. Parker. (1977). *Air Pollution*. Prentice may. USA.
- <http://elp.gov.bc.ca/epd/epdpa/ar/particulates/fpwtaah.html>
- <http://sima.com.mx/sima/df/contamin.html>
- <http://www.coese.gob.mx/imeca.htm>
- <http://www.heating.com/ambiental/ambiental.html>
- [http://www.ine.gob.mx/dggia/cal\\_aire/libros/](http://www.ine.gob.mx/dggia/cal_aire/libros/)
- Imas, G. M. (1995). El 65% de los contaminantes atmosféricos son de origen vehicular. *Agenda UNAM*. 16 de Octubre. p.18
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (1992). Coyoacán. Cuaderno básico de información delegacional. México.
- Informe Anual de la Calidad del Aire en el Valle de México. (1999) Secretaría del Medio Ambiente. Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación, Ciudad de México.
- Inman . R. E. *et al.* " Note of Update of Co by Soil Fungy," *J. Air Poll. Control Assoc.* 21, No. 10:646.
- Instituto Nacional de Ecología. (1994). Sistema Nacional de Información de Fuentes Fijas.
- Instituto Nacional de Ecología, Sistema Nacional de Información de Fuentes Fijas, (1997). Gobierno del Distrito Federal, Dirección General de Ecología, Subdirección de Inventario de Emisiones y Atención a Contingencias, 1997. Gobierno del Distrito Federal, Dirección General de Proyectos Ambientales, Dirección de Estudios y Proyectos Ambientales, 1997. Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de México, 1997.
- Jáuregui, Ernesto. (1971). Mezo microclima de la Ciudad de México. UNAM. Instituto de Geografía. México.
- Jones, P.W. and Freudenthal, R. (1976). Polynuclear Aromatic Hydrocarbons - Chemistry, Metabolism and Carcinogenesis, Raven Press, New York.
- Jones, P.W. and Freudenthal, R. (1978). Polynuclear Aromatic Hydrocarbons - Chemistry, Metabolism and Carcinogenesis, Raven Press, New York.
- Kasahara, M., Takahashi, K. and Moriguchi, Y. (1985). Photochemical Aerosol Forming Potential of Polluted Air as a Function of Photochemical Reactivity of Hydrocarbons. *Inter. J. Environmental Studies*. Vol. 25, pp.23-38.
- Keith, L.H. and Telliard, W.A.(1979). *Environ. Sci. Technol.* 13:416.
- Kennaway, E.L. (1930). Further experiments on cancer-producing substances. *Biochem. J.* 24:497.
- Kertész-Sáring, M., Mészáros, E., and Várkonyi, T. (1971). On the size distribution of benzo [a] pyrene containing particles in urban air. *Atmos. Environ.* 5:429.
- La Contaminación Atmosférica en el Valle de México. (1988-1994). Acciones para su Control. Comisión Metropolitana para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en el Valle de México.
- Lee, M. L., Novotny, M., and Bartle, K. D. (1976). Gas chromatography/mass spectrometric and nuclear magnetic resonance spectrometric studies of carcinogenic polynuclear aromatic hydrocarbons in tobacco and marijuana smoke condensates. *Anal.Chem.* 48:405.
- Looper, J. M. (1995). Environmental Applications of Gas Chromatography. In Grob, R. L. (1995). *Modern Practice of Gas Chromatography*. Wiley-Interscience publication. Third Edition. Unites States of America.
- Lora, F., and Miro, J. (1978). Técnicas de defensa del medio ambiente. Labor. Madrid.
- Lugo, Guadalupe. (1995). Más de cuatro millones de toneladas de contaminantes al año afectan el aire del DF. *Gaceta UNAM*. 3 de abril. p 11
- McClure, P. R. (March 11, 1996). Syracuse Research Corporation, Merrill Lane, Syracuse, New York, 13210. *Poster Presented at the Annual Meeting of the Society of Toxicology*, Anaheim, California.

- Marques, D. Maria José. Probabilidad y Estadística. Para Ciencias Químico Biológicas. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Manahan, E. Stanley. (1997). Environmental. Science and Technology. CRC. Press LLC. Florida. USA. 641 pp.
- Manahan, E. Stanley. (1998). Introduction to Environmental Chemistry. Facultad de Química, UNAM. México, D. F. Febrero-Marzo.
- Monroy , Arcadio. (1994). La acumulación de basura genera la contaminación del suelo, agua y aire. Gaceta UNAM. 9 de junio. p 6
- Motykievicz, G., Malusecka, E., Grzybowska, E., Chorazy, M., Zhang, Y-J., Perera, P.F. and Santella, M. R. (1995) *Cancer Research*. Number 55, April. pp:1417-1422.
- Muhlia, Velázquez A. (1998). La baja radiación solar puede provocar raquitismo en la población infantil. Gaceta UNAM. 27 de agosto. pp.27-28
- Marhhall. J. (1981). El Aire en que vivimos. 5ª Imp. Diana. México.
- Múgica, Álvarez Violeta y Figueroa, Lara Jesús (1996). Contaminación Ambiental causas y control. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Azcapotzalco. México, D. F.
- National Academy of Science. (1985). en *Microbiological Reviews*, (Sept. 1990).p. 305-315.
- National Research Council. (1991) Rethinking the Ozone Problem in Urban and Regional Air Pollution. *National Academy Press*, EUA
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-039-ECOL-1993.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-040-ECOL-1993.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-043-ECOL-1993.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-046-ECOL-1993.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-051 -ECOL-1993.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-085-ECOL-1994.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-086-ECOL-1994
- Ott., G. C. and Thom., W. R. (1975). Air Pollution Indices, U.S. Environmental Protection Agency, Washinton. 164 pp.
- Ponciano Guadalupe. (1997). Contaminación del aire. Riesgos para la salud. Gaceta UNAM 6 de Noviembre. p 10.
- Pott, P. (1775). Cancer scroti. "In Chirurgical Observations," Hawes Clark, & Collings, London.p.63. en Gelboin,H.V. and Ts'O, P.O.(1978). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Cancer, Volume I: Environment, Chemistry and Metabolism, Academic Press, New York.
- Poulicek, M. (1994). Biodégradation des Molécules Organiques naturelles et artificielles en milicumarin., (Cours D'océanographie Européens). *OCEANIS*., Vol. 20 Fac.4/5. 105 PP.
- Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica. (1990). México.
- Pupp, C., Lao. R. C., Murray, J. J., and Pottie, R. F. (1974). Equilibrium vapor concentrations of some polycyclic aromatic hydrocarbons,  $ASO_4O_6$  and  $SeO_2$  and the collection efficiencies of these air pollutants. *Atmos. Environ.* 8:915.
- Quadri de la Torre G., y Sánchez Cataño L. R. (1994). La Ciudad de México y la contaminación atmosférica. Limusa. México.
- Rau, J. G., and Wooten, C. D. (1980). Environmental Impact Analysis Handbook.. Mc Graw-Hill Book Company. USA
- Ronald, C. Pierce., and Morris, Katz. (1975). Dependence of polynuclear aromatic hydrocarbons content on size distribution of atmospheric aerosols. *Environ. Sci. Technol.* Vol. 9 No. 4. pp.:347-353.
- Rose, F. J. C., (1978). Proc. Anal. Div. Chem. Soc. 15:148. en Futoma D. J., Smith, R., Smith, T E., Tonaka, J. (1981). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Water Systems. CRC Press Inc. Florida. U.S.A.

Rosales, L. S. (2004). Reporte no publicado.

Salazar, S., Diaz, G. G., and Botello, A. V. (1991). Presence of Aliphatic and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Atmosphere of Northwestern Mexico City, Mexico. *Bull Environ. Contam. Toxicol.* 46:690-696.

Sawicki, E (1962). Analysis for airborne particulate hydrocarbons; their relative proportions as affected by different types of pollution. *Nat Cancer Inst Monogr.* 9:201

Sawicki, E., Hauser, T. R., Elbert, W. C., Fox, F. T., and Mecker, J.E. (1962). Polynuclear aromatic hydrocarbon composition of the atmosphere in some large American cities, *J. Am. Ind. Hyg. Assoc.* 23:137. en Gelboin, H.V. and Ts' O, P.O.(1978). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Cancer, Volume I: Environment, Chemistry and Metabolism, Academic Press, New York.

Schuetzle, D, Cronn D, Crittenden AL, Charlson, R.J (1975) Molecular composition of secondary aerosol and its origin. *Environ Sci. & Technol* 9: 838-845

Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (1986). México, DF. Informe sobre el estado del medio ambiente en México., pp:37-41.

SEDUE: Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, (1985). Índice Metropolitano de Calidad del Aire. Corporación Internacional TECNOCONSULT, México.

Stern A. C. (1976). Air Pollution. Vol. 1, 3<sup>a</sup> ed. Academic Press, New York San Francisco London.

Strauss, W. and Mainwaring, S. J. (1991). Air Pollution. Edward Arnold. A división of Hodder & Stouh ton., London, New York, Melbourne, Auckland.

Suarez Bengua Guillermo. (1991). Análisis de la calidad atmosférica de la ciudad de México. *En Información Científica y Tecnológica.* Revista mensual, ISSN 0187-6015. Febrero. Vol. 13. No. 173. pp:36-40

The New Yorker, abril 13, 1968., en Wark. K., and C. F. Warner (1998). Contaminación del Aire. Origen y Control. Ed. Limusa. México.

Tissot, B. P. y Welte, D. H. (1978). Petroleum Formation and Occurrence. Springer. Berlín. 538 pp.

Thomas, J. F. (1968). "Fate of airborne benzo(a)pirene". *Environ. Sci. Technol.*, 2, 33-9.

U.S. National Academy of Science. (1972). "Particulate Polycyclic Organic Matter". Committee on Biologic Effects of Atmospheric Pollutants. Div. Med. Sci., Natl. Res. Council., Natl. Acad. Sci., Washington, D.C. en Gelboin, H.V. and Ts' O, P.O.(1978). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Cancer, Volume I: Environment, Chemistry and Metabolism, Academic Press, New York.

Villalobos, P.R., Blanco, S., and Gomez, A. S. (1995). Mutagenicity Assessment of Airborne particles in México City. *Atmospheric Environment* Vol. 29, No. 4, pp. 517-524

Vizcaino, Murray Francisco. (1986). La Contaminación en México. Fondo de Cultura Económica. México. D. F.

Wark, K., and Warner, C. F. (1998). Contaminación del Aire. Origen y Control. Ed. Limusa. México.

Wayne, W. D. (1983). Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud.

Whitby, K. T. (1975). Modeling of Atmospheric Aerosol Particle Size Distributions. University of Minnesota-Minneapolis Mechanical Engineering Department, Particle Technology Laboratory Report No. 253. En De Nevers, N. (1997). Ingeniería de Control de la Contaminación del Aire. McGraw-Hill. México.

Yamasaki, H., Kuwata, K., Miyamoto, H. (1982). Effects of ambient temperature on aspects of airborne polycyclic aromatic hydrocarbons. *Environ Sci. & Technol* 16: 194-198

**Tabla**      **Coefficientes de correlación al nivel de 5% y 1% de significancia**

<i>Grados de libertad</i> ( $n - 2$ )	$\alpha$		<i>Grados de libertad</i> ( $n - 2$ )	$\alpha$	
	5%	1%		5%	1%
1	0.997	1.000	24	0.388	0.496
2	0.950	0.990	25	0.381	0.487
3	0.878	0.959	26	0.374	0.478
4	0.811	0.917	27	0.367	0.470
5	0.754	0.874	28	0.361	0.463
6	0.707	0.834	29	0.355	0.456
7	0.666	0.798	30	0.349	0.449
8	0.632	0.765	35	0.325	0.418
9	0.602	0.735	40	0.304	0.393
10	0.576	0.708	45	0.288	0.372
11	0.553	0.684	50	0.273	0.354
12	0.532	0.661	60	0.250	0.325
13	0.514	0.641	70	0.232	0.302
14	0.497	0.623	80	0.217	0.283
15	0.482	0.606	90	0.205	0.267
16	0.468	0.590	100	0.195	0.254
17	0.456	0.575	125	0.174	0.228
18	0.444	0.561	150	0.159	0.208
19	0.433	0.549	200	0.138	0.181
20	0.423	0.537	300	0.113	0.148
21	0.413	0.526	400	0.098	0.128
22	0.404	0.515	500	0.088	0.115
23	0.396	0.505	1 000	0.062	0.081

## Normas de calidad del aire

País	Partículas suspendidas totales	Dióxido de azufre	Ozono	Monóxido de carbono	Oxidos de nitrógeno	Hidrocarburos totales	Plomo
México*	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 24 h. 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ maa	341 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 24 h. (0.13 ppm). 0.03 ppm maa.	216 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 1h (0.11 ppm).	12 571 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 8h (11 ppm).	395 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 1h (0.21 ppm)/h	No hay normatividad para IIC totales, PM10 y PM 2.5	1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 3 meses.
Estados Unidos	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 24 h 175 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / mga.	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / maa/0.03 ppm. 365 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 24h (0.14 ppm).	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 1h (0.12 ppm)	10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 8h (9 ppm) 40 000 g / m/1h (35 ppm).	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / maa (0.05 ppm).	160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 3h (0.24 ppm/3h).	1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 3 meses.
Checoslovaquia	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 24h/ media anual.	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 24h media anual (0.057 ppm).		1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 24h/ media anual (0.87).	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 24h/media anual (0.05 ppm).		0.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 24h
Italia	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 24 h.	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 24h (0.057 ppm).	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 24h	23000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 24h (20 ppm).	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 24 h (0.1 ppm).	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 24h	
Japón	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 24 h. 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 1h.	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / h (0.04 ppm). 262 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 1h (0.1 ppm).	118 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 1h (0.06 ppm).	11500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / media diaria (10 ppm).	75-113 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 1h/ media diaria (0.04-0.06 ppm).		

mga media geométrica anual

maa media aritmética anual

Fuente: Bravo H. *La contaminación atmosférica en la ciudad de México*, Siglo XXI, México, 1987.

\* *Diario Oficial de la Federación*, 3 de diciembre de 1994.