

**ANALISIS DE HIDROCARBUROS AROMATICOS POLICICLICOS
I. DETERMINACION POR CROMATOGRAFIA DE GASES CON COLUMNAS
CAPILARES DE VIDRIO DE SILICE FUNDIDA**

por:

M^a Milagros Pérez García
Domingo González Díaz

**CENTRO DE INVESTIGACIONES
ENERGETICAS, MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLOGICAS**

MADRID, 1987

CLASIFICACION INIS Y DESCRIPTORES

B11.20

AROMATICS

GAS CHROMATOGRAPHY

QUANTITATIVE CHEMICAL ANALYSIS

ENVIRONMENT

CARCINOGENS

SENSITIVITY

Toda correspondencia en relación con este trabajo debe dirigirse al Servicio de Documentación Biblioteca y Publicaciones, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, Ciudad Universitaria, 28040-Madrid, ESPAÑA.

Las solicitudes de ejemplares deben dirigirse a este mismo Servicio.

Los descriptores se han seleccionado del Thesaurus del INIS para describir las materias que contiene este informe con vistas a su recuperación. Para más detalles consultese el informe LAEA-INIS-12 (INIS: Manual de Indización) y LAEA-INIS-13 (INIS: Thesaurus) publicado por el Organismo Internacional de Energía Atómica.

Se autoriza la reproducción de los resúmenes analíticos que aparecen en esta publicación.

Este trabajo se ha recibido para su impresión en Noviembre de 1986.

ANALISIS DE HIDROCARBUROS AROMATICOS POLICICLICOS.- I DETERMINACION POR CROMATOGRAFIA DE GASES EN COLUMNAS CAPILARES DE VIDRIO DE SILICE FUNDIDA.

1. INTRODUCCION.-

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) corresponden a la más extensa clase de cancerígenos químicos, conocidos hoy día, que se encuentran a diferentes concentraciones en el medio ambiente y debido a su actividad cancerígena son los compuestos más intensamente estudiados en las muestras ambientales.

Estos compuestos se encuentran en las mezclas reales como mezclas complejas formadas por cientos de estos compuestos a muy diferentes rangos de concentración y su composición depende principalmente de sus fuentes de origen.

La identificación de cada uno de estos compuestos tanto cualitativa como cuantitativamente es de gran importancia para llegar a comprender los posibles riesgos para la salud de la exposición humana a los HAP (1)(2).

Por su gran importancia estos compuestos han sido estudiados extensivamente y existen una gran gama de métodos para su análisis en los que están incluidos como preferentes los métodos cromatográficos (G.C, HPLC), espectrométricos (M.S), (IRS) o combinaciones de ellos (3-8).

La cromatografía de gases de alta resolución, con su rápido y reciente desarrollo de instrumentación, con la tecnología de columnas capilares de vidrio y nuevas técnicas de inyección se está imponiendo como el método más sencillo, rápido y selectivo para el análisis de este tipo de mezclas (9-11).

Hoy día, dentro de esta técnica, con la utilización de columnas capilares de vidrio de sílice fundido se han obtenido sorprendentes ventajas en eficiencia y resolución (12)(13).

El fin de este trabajo es estudiar mediante factores standards de HAP las condiciones operativas cromatográficas, y parámetros funcionales bajo los cuales puede ser aplicada la cromato-

grafía de gases de alta resolución, con columnas capilares de sílice fundida, a la determinación de hidrocarburos aromáticos policíclicos en el medio ambiente. A partir de los resultados obtenidos se presume poder evaluar las limitaciones y ventajas del procedimiento.

2. PARTE EXPERIMENTAL.-

2.1 Aparatos y material.-

Las mezclas patrones de HAP utilizadas, han sido suministradas por diferentes casas comerciales y también preparadas en el laboratorio por pesada de estos compuestos puros y disolución en ciclohexano. La pureza, tanto de los compuestos como de los disolventes empleados, fue previamente comprobada cromatográficamente.

El cromatógrafo de gases utilizado ha sido un PERKIN-ELMER; Mod. 8310 computarizado y tratamiento de datos incorporado. Está equipado con detector de ionización de llama (FID), inyector "split-splitless" y registro gráfico P.E, G.P. 100.

El estudio se ha llevado a cabo en columna capilar de sílice fundida, fase ligada OV-1, 25 m de longitud 0,25 mm \varnothing_i , espesor de fase 0,3 mm.

Las inyecciones de patrones en el cromatógrafo y preparación de los mismos se realizaron con jeringas Hamilton.

2.2 Análisis cromatográfico.-

Condiciones experimentales:

Para el estudio y fijación de las condiciones experimentales cromatográficas se partió de muestras patrones de HAP que se encuentran en el medio ambiente y son considerados como preferentes por la Environment Protection Agency (EPA), con concentraciones de éstos compuestos comprendidas entre 10 y 30 mg/ml.

Las condiciones operatorias cromatográficas encontradas fueron las siguientes:

- Temperatura de columna: programada a 100°C (1min), 5°C/min → 285°C (16 min)
- Temperatura detector..... 300°C
- Temperatura inyector 260°C
- Gas portador N₂ 1,8 ml/min.
- Tiempo de inyección 5 seg.

La identificación de compuestos, tiempos de retención y factores de respuesta del detector de cada uno de los compuestos

de la mezcla patrón en estudio se establecieron en programa del ordenador bajo memoria, pudiendo así ser utilizados para el análisis de otras mezclas y como referencia de constancia de las condiciones en estudio.

Los parámetros establecidos, una vez estudiados, constituyentes del programa antes indicado son los señalados en la TABLA 1 (METHOD 2., HAP-FR).

En la FIGURA 1, se indica el cromatograma obtenido bajo las condiciones expuestas en el METHOD-2, HAP-FR antes señalado, para una mezcla patrón de 17 hidrocarburos aromáticos policíclicos ambientales (CROMLAB. SA. CL/PAH-E) y cuya concentración viene especificada en la Sección 3ª del método.

2.3 Sistema de Inyección.-

Por tratarse de análisis de trazas de compuestos de alto peso molecular y punto de ebullición, hemos adoptado como sistema de inyección, la técnica de inyección sin repartidor de caudal ("SPLIT--LESS"), y de reconcentración de los solutos en cabeza de columna -- ("cold trapping") (14)(15)(16). La temperatura de la columna, durante la inyección se ha mantenido lo suficientemente baja para la condensación de los compuestos. El repartidor de flujo se mantuvo cerrado solo durante un determinado tiempo. Este tiempo fue estudiado para un intervalo entre 0,3 min. a 1,5 min. Se fijó como tiempo máximo apropiado de constancia de respuesta 0,45 min.

SECTION 1 GC CONTROL

	1	2	3
OVEN TEMP (DEG C)	100	200	
ISO TIME (MIN)	1.0	16.0	
RAMP RATE (DEG C/MIN)	5.0	0.0	

FID SENS HIGH FID ZERO ON

INJ TEMP 260
DET TEMP 300

EQUILIB TIME 1.0 MIN
TOTAL RUN TIME 54.0 MIN

SECTION 2 TIMED EVENTS

TIME	EVENT
0.70	RELAY 0 ON

SECTION 3 DATA HANDLING

DATA ACQUISITION

START TIME 0.00 MIN
END TIME 54.00 MIN

WIDTH 3
AREA SENS 150
BASELINE SENS 10
SKIN SENS 0
BASELINE CORR B-B

REPORT

CALC TYPE EXT STD
AREA/HT CALC AREA
PRINT TOL 0.0000

PEAK IDENTIFICATION

UNRETD PEAK TIME 0.00 MIN
AREA/HT REJECT 0.0000

REF PK: TIME 0.00 MIN
TIME TOL 0.02 MIN

COMPNT: TOL ABS 0.02
TOL % 0.02

QUANTITATION (CALIB AUG OF 0)

SCALING FACTOR 1.0000
RF FOR UNKNOWN 0.0000

SMP AMOUNT 1.0000

COMPONENT LIST

RT	RF	STD AMT	NAME	GRP
6.42	4.7503	19.0000	NAF.	0
10.56	4.8230	19.4000	BTf.	0
12.16	5.1562	22.4000	ACENAPTI.	0
13.00	4.3306	40.0000	ACENAPTE.	0
15.36	5.3812	20.4000	FLUORE.	0
19.79	5.4837	19.6000	FENANTPE.	0
20.03	5.4517	18.4000	ANTRAC.	0
25.64	5.9710	27.2000	FLUORANT.	0
26.61	6.2146	22.4000	PIRENO	0
28.89	7.8250	16.0000	B.FLUORE.	0
32.89	6.8480	14.0000	B.A.ANTRAC.	0
32.97	7.9710	16.0000	CRISENO	0
33.95	1.0000	0.0000	NAFTACENO	0
39.36	10.8510	19.6000	E.A.PIRENO	0
39.55	10.7509	25.2000	PERILENO	0
45.80	15.3300	20.0000	D.B.A.H.ANTRAC	0

TABLA 1

Programa de los parámetros cromatográficos establecidos para el análisis de los HAP.

3. RESULTADOS Y DISCUSION.-

3.1 Linealidad de respuesta del detector.-

Se ha estudiado la variación de la respuesta del detector en función de la cantidad de los HAP inyectados en columna para un rango de concentraciones comprendido entre las usuales de estos compuestos en las muestras ambientales (2-5 ng.) y la cantidad máxima aceptable para la columna capilar en operación (50 ng.).

El estudio se ha efectuado con la muestra patrón de HAP referenciada en el cromatograma de la FIGURA-1, a partir de la cual se han realizado las correspondientes diluciones con ciclohexano.

En la TABLA 2 se indican junto a los HAP, para los cuales se ha realizado el estudio, las cantidades correspondientes al límite máximo, en ng. para las cuales la respuesta del detector es lineal y el factor de correlación obtenido en el ajuste de valores del rango estudiado.

TABLA 2
LIMITE SUPERIOR DE RESPUESTA LINEAL DEL DETECTOR

COMPUUESTO	CANTIDAD ng.	FACTOR DE CORRELACION
NAFTALENO	21,1260	0,997
BIFENILO	20,7358	0,996
ACENAFTILENO	22,4000	0,994
ACENAFTENO	40,0000	0,995
FLUORENO	20,4000	0,994
FENANTRENO	19,6000	0,995
ANTRACENO	16,4000	0,994
FLUORANTENO	12,7793	0,995
PIRENO	25,5661	0,995
BENZO FLUORENO	20,1320	0,994
CRISENO	21,5115	0,985
NAFTACENO		
PERILENO	10,7532	0,999
BENZO(a)PIRENO	3,8280	0,999

3.2 Resolución y eficiencia.-

En el análisis de este tipo de mezclas es muy importante obtener la mayor resolución y eficiencia posible, sobre todo en lo que respecta a la separación de algunos pares de isómeros y más particularmente cuando uno de estos isómeros es cancerígeno y el otro no.

En el cromatograma mostrado en la FIGURA-1, se puede apreciar que la separación de los pares de isómeros fenantreno-antraceno, benzo(a)antraceno, criseno y benzo(a)pireno-perileno es óptima.. Es de tener en cuenta que en el segundo par de isómeros se trata de HAP, ambos cancerígenos y en el último par, de un HAP no cancerígeno y otro de actividad altamente cancerígeno como es el benzo(a)pireno.

3.3 Límite de detección.-

La cantidad mínima detectable de estos HAP se ha determinado a partir del patrón reseñado anteriormente. Para el estudio de este término, se ha considerado el nivel de ruido obtenido bajo las condiciones experimentales de análisis, dentro de las cotas de máxima sensibilidad alcanzables: Alta sensibilidad (HIGH SENSIBILITY) y mínima atenuación (x1).

En la FIGURA-3 vienen indicados el ruido de fondo del detector y el cromatograma correspondiente a 1 μ l de ciclohexano, disolvente generalmente utilizado para estos compuestos, obtenido en las citadas condiciones.

Si el límite de detección viene definido como 10 veces el nivel de ruido (10)(13) y observamos los cromatogramas de la FIGURA-2 y 3 correspondientes a soluciones 1:10 y 1:20 del patrón CL/PAH-E, podemos indicar que para los compuestos que emergen antes de los 230°C, hasta el pireno inclusive, el límite viene siendo de órdenes de -- 1 ng. Para los que emergen antes de los 285°C podría ser de 2 ng. y por encima de esta temperatura llegarían a valores de 5 ng. En estos valores se ha de tener en cuenta que el nivel de ruido para muestras ambientales, procedentes de procesos de extracción ha de ser muy superior al conseguido con patrones de un grado determinado de pureza.

Es de considerar que en este tipo de columnas, los límites de

detección obtenidos frente a columnas de relleno son considerablemente inferiores, debido a la agudeza de los picos y la alta relación existente entre altura de pico y semianchura.

3.4 Precisión.-

La precisión del método se estudió con mezclas patrones de diferentes concentraciones.

La reproducibilidad de los parámetros cromatográficos cualitativos y cuantitativos fue medida por la desviación típica correspondiente a los mismos, y viene indicada en la TABLA 3.

La determinación de la cantidad de los componentes de la mezcla patrón fue obtenida utilizando el método cuantitativo de "Standard externo" a partir de los factores de respuesta absolutos de cada uno de los componentes.

Las desviaciones correspondientes a las cantidades de los compuestos del patrón obtenidas en el análisis del mismo vienen siendo de órdenes de magnitud muy similares a los obtenidos para los factores absolutos de respuesta, como era de esperar, ya que ambos son función de la resolución e integración de áreas.

3.5 Aplicaciones.-

El método cromatográfico estudiado puede ser aplicado en el análisis de HAP en el medio ambiente, en aerosoles y partículas sedimentables una vez efectuado un proceso de extracción y preconcentración, ya sea por vía química o por cromatografía de líquidos (HPLC). Con adecuados procesos de "clean-up" puede ser, utilizado igualmente para análisis de estos compuestos en aguas y materiales biológicos (13).

T A B L A 3

NOMBRE	TR			FR		Cantidad ng.			
	\bar{X}	% σ		\bar{X}	% σ	puesto	% recuperado	% σ	
NAFTALENO	6,39	0,40		4,76	6,61		19	47,3	8,5
BIFENILO	10,50	0,10		4,62	8,43		18	102,2	5,8
ACENAFTIL.	12,11	0,07		5,16	9,69		22	99,5	6,6
ACENAFTE.	12,96	0,07		4,83	9,52		40	103,4	6,3
FLUORENO	12,30	0,06		5,38	10,40		20	107,1	7,4
FENANTRENO	19,71	0,05		5,48	9,85		19	104,0	8,1
ANTRACENO	19,95	0,05		5,45	9,53		18	101,2	7,6
FLUORANT.	25,56	0,05		5,97	8,20		27	113,0	8,0
PIRENO	26,54	0,04		6,22	7,56		22	104,0	7,9
B.FLUORE.	28,79	0,04		7,63	8,91		16	103,8	11,4
B.A.ANTRAC.	32,64	0,04		8,85	11,42		14	94,6	30,0
CRISENO	32,77	0,04		7,97	11,54		16	103,1	22,6
NAFTACENO	-	-		-	-		-	-	-
B.(a)PIRE.	38,98	0,05		10,65	14,17		19	76,7	15,2
PERILENO	39,33	0,04		10,76	14,03		25	89,5	14,6
D.B(ah)ANTR.	45,52	0,06		15,88	13,73		20	74,82	27,6

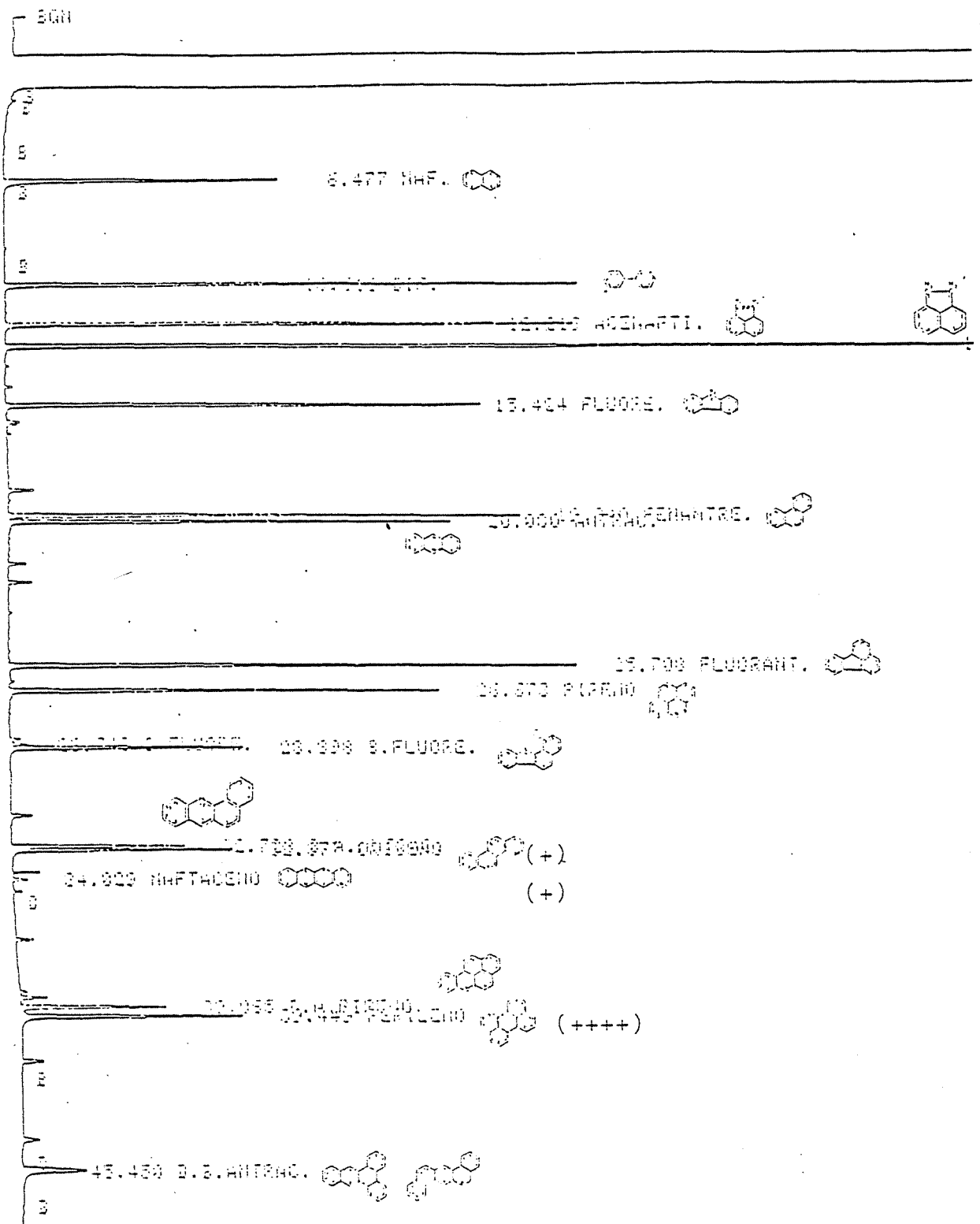


FIGURA 1.- Separación cromatográfica de mezcla patrón de HAP en columna capilar de vidrio de sílice fundida OV-1, 25 m 0,25 mm ϕ_i .

(+) Escala de poder cancerígeno.

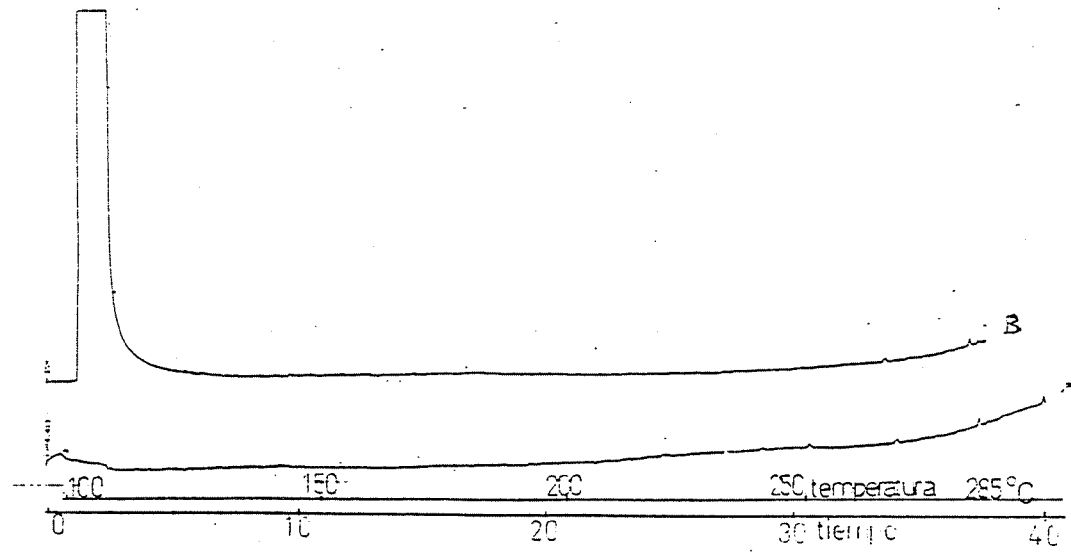


FIGURA 2 A) Nivel de ruido del detecto Max.sensibilidad.
 B) Inyección de 1 μ l de cilcohexano.

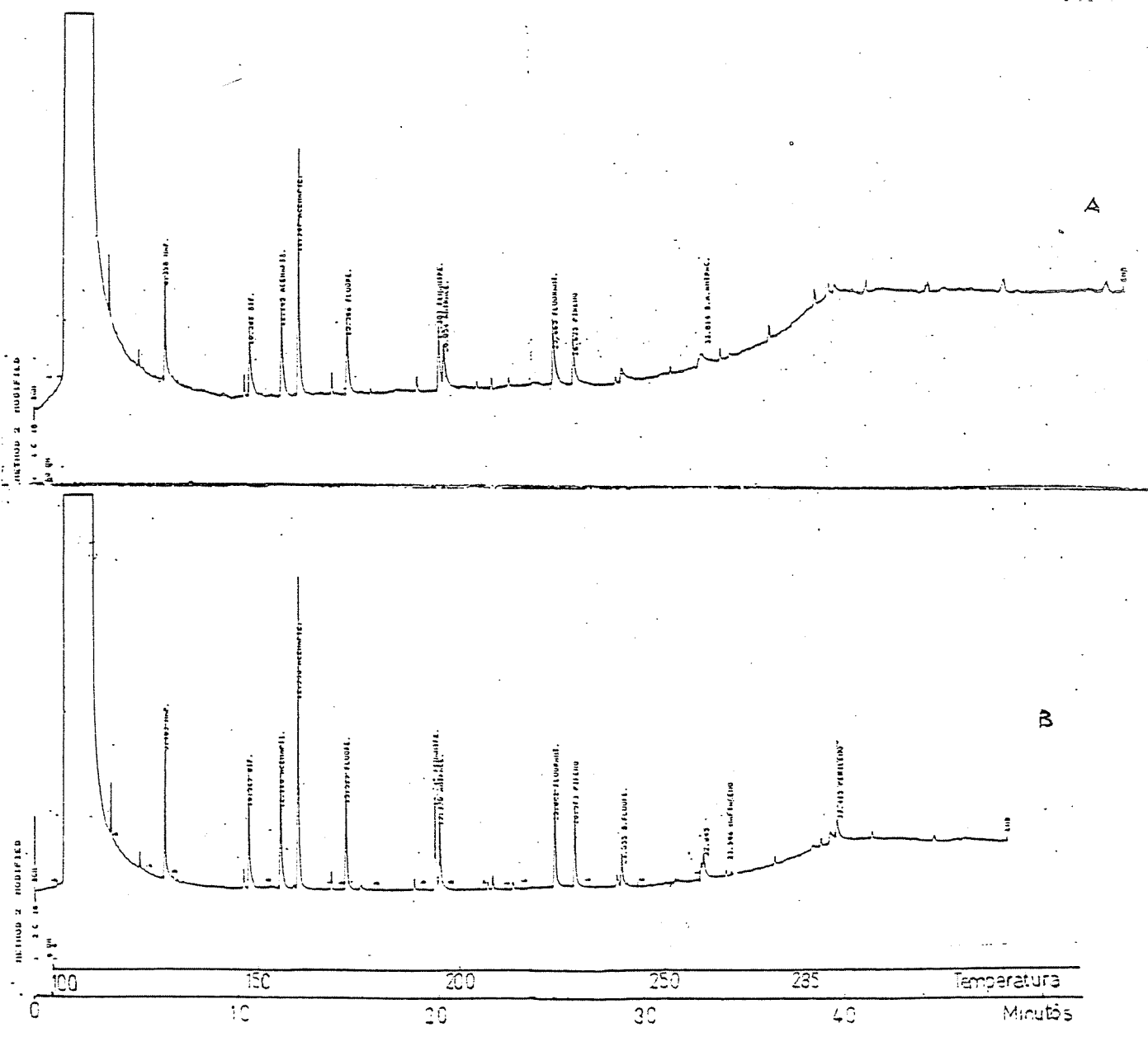


FIGURA 3 A) Cromatograma de Solución Patrón 1:20. Alta sensibilidad x 1
 B) Cromatograma de Solución Patrón 1:10. Alta sensibilidad x 2

- 1.- GERNOT GRIMMER EDITOR
"Environmental Cancinogens: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons".
CRC Press, Inc. 1983.
- 2.- PEREZ GARCIA, M^a M.
"Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos en el Medio Ambiente:
Determinación por cromatografía de gases de alta eficiencia en
columnas capilares de vidrio".
Pendiente de su publicación en ENERGIA NUCLEAR.
- 3.- GASCO SANCHEZ, L.; PEREZ GARCIA, M^aM. (informe restringido).
JEN/PYMA/M6/B-/3/85. 1985.
"Transformaciones químicas de contaminantes atmosféricos. Eva
luación por cromatografía y técnicas afines".
- 4.- GRIMMER, G.; JURGEN, J. y otros.
Anal. Chem. (1983) 55, 892-900.
"Determination of PAC. emitted from brown-coal-fired residen-
tial Stoves by GC/MS".
- 5.- SZEPESEY, L.; LAKSNER, K., y otros.
J. Chromatogr. 206 (1981) 611-616.
"Rapid method for the determination of polycyclic aromatic
hydrocarbons in environmental samples by combined liquid and
gas chromatography".
- 6.- HUTTE, R.S.; WILLIAMS, E.J., y otros.
J. Chromatogr. 302 (1984), 173-179.
"Chromatographic analysis of organic compounds in the atmosphere".
- 7.- GRAUFORD, R.W.; HIRSCHFELD, T., y otros.
Anal. Chem. (1982), 54, 817-820.
"Organic Analysis with a Combined Capillary Gas Chromatograph/
Mass Spectrometer/Fourier Transform Infrared Spectrometer.
- 8.- KENNETH, J.; KROST y otros.
Anal. Chem. (1982), 54, 810-817.
"Collection and Analysis of Hazardous Organic Emissions".

- 9.- GIGER, W.; SCHAFFNER, C.
Anal. Chem. (1982), 54, 2256-2260.
"Determination of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Environment by Glass Capillary Gas Chromatography".
- 10.- BEERNAERT, H.
J. Chromatogr. 173 (1979) 109-118.
"Gas chromatographic analysis of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons".
- 11.- HILL, H.H.; CHAN Jr. K.W. y otros.
J. Chromatogr. 131 (1977) 245-252.
"Extraction of Organic Compounds from airborne particulate matter for Gas chromatographic analysis".
- 12.- BAYONA, J.M.; ALBAIGES, J.
Afinidad. Tomo XL (1983) 310-315.
"Hidrocarburos aromáticos policíclicos. II Análisis por cromatografía de gases con columnas capilares de vidrio de sílice fundida".
- 13.- BJORSETH, A.
Anal. Chem. Acta 94 (1977) 21-27.
"Análisis of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in particulate matter by Glass Capillary Gas Chromatography".
- 14.- GROB, K.; GROB, G.
J. Chromatogr. Sci., 7, (1969), 587-591.
"Splitless injection on capillary Columns. Part II. Conditions and Limits, Practical realization".
- 15.- GROB, K.
J. of Chromatogr. 151 (1978), 311-320.
"On-Column injection on to glass capillary columns".
- 16.- SCHOMBURG, G.; BEHLAK, H. y otros.
J. of Chromatogr., 142 (1977), 87-102.

17.- GIGER, W.; SCHAFFNER.

Anal. Chem. 1982, 54, 2256-2260.

"Determination of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Environment by Glass Capillary Gas Chromatography".



CIEMAT-602

Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas. Madrid
División de Medio Ambiente.

"Analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons
I. Determination by gas chromatography with
glass and fused silica capillary columns".

PEREZ, Ma.M.; GONZALEZ, D. (1987) 13 pp. 3 figs. 17 refs.

A study of the analysis by gas chromatography of aromatic polycyclic hydrocarbons is presented. The separation has been carried out by glass and fused silice capillary column.

The limitations and the advantages of the procedure are discussed in terms of separation efficiency, sensitivity and precision.

INIS CLASSIFICATION AND DESCRIPTORS: B11.20. Aromatics. Gas Chromatography. Quantitative Chemical Analysis. Environment. Carcinogens. Sensitivity.

CIEMAT-602

Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas. Madrid
División de Medio Ambiente.

"Analysis of polycyclic aromatic hudrocarbons
I. Determination by gas chromatography with
glass and fused silica capillary columns".

PEREZ, Ma.M.; GONZALEZ, D. (1987) 13 pp. 3 figs. 17 refs.

A study of the analysis by gas chromatography of aromatic polycyclic hudrocarbons is presented. The separation has been carried out by glass and fused silice capillary column.

The limitations and the advantages of the procedure are discussed in terms of separation efficiency, sensitivity and precision.

INIS CLASSIFICATION AND DESCRIPTORS: B11.20. Aromatics. Gas Chromatography. Quantitative Chemical Analysis. Environment. Carcinogens. Sensitivity.

CIEMAT-602

Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas. Madrid
División de Medio Ambiente.

"Analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons
I. Determination by gas chromatography with
glass and fused silica capillary columns".

PEREZ, Ma.M.; GONZALEZ, D. (1987) 13 pp. 3 figs. 17 refs.

A study of the analysis by gas chromatography of aromatic polycyclic hydrocarbons is presented. The separation has been carried out by glass and fused silice capillary column.

The limitations and the advantages of the procedure are discussed in terms of separation efficiency, sensitivity and precision.

INIS CLASSIFICATION AND DESCRIPTORS: B11.20. Aromatics. Gas Chromatography. Quantitative Chemical Analysis. Environment. Carcinogens. Sensitivity.

CIEMAT-602

Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas. Madrid
División de Medio Ambiente.

"Analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons
I. Determination by gas chromatography with
glass and fused silica capillary columns".

PEREZ, Ma.M.; GONZALEZ, D. (1987) 13 pp. 3 figs. 17 refs.

A study of the analysis by gas chromatography of aromatic polycyclic hydrocarbons is presented. The separation has been carried out by glass and fused silice capillary column.

The limitations and the advantages of the procedure are discussed in terms of separation efficiency, sensitivity and precision.

INIS CLASSIFICATION AND DESCRIPTORS: B11.20. Aromatics. Gas Chromatography. Quantitative Chemical Analysis. Environment. Carcinogens. Sensitivity.

CIEMAT-602

Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas. Madrid
División de Medio Ambiente.

"Análisis de Hidrocarburos aromáticos policíclicos. I. Determinación por cromatografía de gases con columnas capilares de vidrio de sílice fundida".

PEREZ, Ma.M.; GONZALEZ, D. (1987) 13 pp. 3 figs. 17 refs.

Se hace el estudio, mediante patrones de hidrocarburos aromáticos policíclicos, de las condiciones operativas cromatográficas y parámetros funcionales de la separación y determinación de estos compuestos, en columnas cromatográficas capilares de vidrio de sílice fundida y se discuten las ventajas y limitaciones del procedimiento en términos de eficiencia de separación, sensibilidad y precisión del método.

CLASIFICACION INIS Y DESCRIPTORES: B11.20. Aromatics. Gas Chromatography. Quantitative Chemical Analysis. Environment. Carcinogens. Sensitivity.

CIEMAT-602

Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas. Madrid
División de Medio Ambiente.

"Análisis de Hidrocarburos aromáticos policíclicos. I. Determinación por cromatografía de gases con columnas capilares de vidrio de sílice fundida".

PEREZ, Ma.M.; GONZALEZ, D. (1987) 13 pp. 3 figs. 17 refs.

Se hace el estudio, mediante patrones de hidrocarburos aromáticos policíclicos, de las condiciones operativas cromatográficas y parámetros funcionales de la separación y determinación de estos compuestos, en columnas cromatográficas capilares de vidrio de sílice fundida y se discuten las ventajas y limitaciones del procedimiento en términos de eficiencia de separación, sensibilidad y precisión del método.

CLASIFICACION INIS Y DESCRIPTORES: B11.20. Aromatics. Gas Chromatography. Quantitative Chemical Analysis. Environment. Carcinogens. Sensitivity.

CIEMAT-602

Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas. Madrid
División de Medio Ambiente.

"Análisis de Hidrocarburos aromáticos policíclicos. I. Determinación por cromatografía de gases con columnas capilares de vidrio de sílice fundida".

PEREZ, Ma.M.; GONZALEZ, D. (1987) 13 pp. 3 figs. 17 refs.

Se hace el estudio, mediante patrones de hidrocarburos aromáticos policíclicos, de las condiciones operativas cromatográficas y parámetros funcionales de la separación y determinación de estos compuestos, en columnas cromatográficas capilares de vidrio de sílice fundida y se discuten las ventajas y limitaciones del procedimiento en términos de eficiencia de separación, sensibilidad y precisión del método.

CLASIFICACION INIS Y DESCRIPTORES: B11.20. Aromatics. Gas Chromatography. Quantitative Chemical Analysis. Environment. Carcinogens. Sensitivity.

CIEMAT-602

Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas. Madrid
División de Medio Ambiente.

"Análisis de Hidrocarburos aromáticos policíclicos. I. Determinación por cromatografía de gases con columnas capilares de vidrio de sílice fundida".

PEREZ, Ma.M.; GONZALEZ, D. (1987) 13 pp. 3 figs. 17 refs.

Se hace el estudio, mediante patrones de hidrocarburos aromáticos policíclicos, de las condiciones operativas cromatográficas y parámetros funcionales de la separación y determinación de estos compuestos, en columnas cromatográficas capilares de vidrio de sílice fundida y se discuten las ventajas y limitaciones del procedimiento en términos de eficiencia de separación, sensibilidad y precisión del método.

CLASIFICACION INIS Y DESCRIPTORES: B11.20. Aromatics. Gas Chromatography. Quantitative Chemical Analysis. Environment. Carcinogens. Sensitivity.

