

Bol. Cient. CIOH	Cartagena (Colombia)	No. 6	p.p. 41 - 62	Enero 19	ISSN 0120 0542
------------------	-------------------------	-------	--------------	----------	----------------

CONCENTRACION Y COMPOSICION DE HIDROCARBUROS DERIVADOS DEL PETROLEO EN AGUAS, SEDIMENTOS Y PECES DE LA BAHIA DE CARTAGENA.

Por JESUS A. GARAY TINOCO

RESUMEN

La presente publicación, corresponde a uno de los objetivos que se cumplieron durante la ejecución del proyecto "Estandarización de un método para la determinación y caracterización de hidrocarburos derivados del petróleo botados al mar por embarcaciones", el cual fué realizado por el Servicio de Control de Contaminación Marina (SECOM), del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, de la Armada Nacional de Colombia, durante 1983.

La otra parte estuvo orientada a la estandarización de la metodología para la identificación de macrocontaminantes hidrocarbonados en el mar, tomando como base la aplicación de la cromatografía de gases y la espectrofotometría U.V. e I.R., sobre residuos recogidos en la bahía de Cartagena, residuos de buques, crudos de la API y productos suministrados por ECOPETROL.

En la bahía de Cartagena, se observaron concentraciones de hidrocarburos aromáticos entre 5-65 ug/L en aguas, 0.018 ug/g en sedimentos y 0.235 ug/g en algunos organismos de importancia comercial. Atribuyéndose el mayor aporte de hidrocarburos petrogénicos en la bahía, al transporte marítimo y a las actividades portuarias principalmente.

ABSTRACT

This work is one of the objectives exented during the project "Standarization of a method for the determination and characterization of hydrocarbons derivated from oil spills in the sea by ships", done by the Marine Pollution Control Service of the Oceanographic and Hydrographic Research Center of the Colombian Navy, during 1983.

The second part, of the work was oriented toward the standarization of a method for the identificaction of hiagh contaminant hydrocarbons in the sea, applying the gas chromatographic and the U.V. and I.R. spectrophotometry over samples from the Cartagena bay, ships, A.P.I. petroleum crudes and other products supplied by ECOPETROL (Colombia Petroleum Company).

In the Caratgena bay, were observed concentrations of aromatic hydrocarbons between 5-65 ug/L in waters, 0.018 ug/g in sediments and 0.235 ug/g in some importans comercial fishes. Almost all the petroliferous residues in the bay come from the maritime transport and port activities.

INTRODUCCION

La investigación de los aportes de hidrocarburos y especialmente los de origen continental a las zonas litorales, puede llevarse a cabo analizando las aguas, los sedimentos y los organismos del medio.

* Químico Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas - Apartado Aéreo No. 982 - Cartagena - Colombia

Los hidrocarburos se encuentran en el mar como resultado de los procesos de tipo biosintético y geoquímico que en él se desarrollan, así como de diversas actividades humanas, constituyendo, en general por su estabilidad, los eslabones finales del ciclo orgánico marino y, por tanto, una parte importante de la materia orgánica disuelta en él (Cuberes, A., Albaigés, J., 1975).

En Colombia, el proceso de perforación y explotación de nuevos pozos con fines de autoabastecimiento, así como el transporte y uso de los derivados del petróleo, ha aumentado la contaminación de ríos, zonas costeras y el medio marino en general.

La bahía de Cartagena no esta ajena a este problema y en sus aguas, periódicamente se observan manchas de aceite de petróleo, procedentes ya sea, de vertimientos intencionales o accidentales de los numerosos buques que la navegan, de las actividades portuarias, muelles y desembarcaderos o de las numerosas industrias situadas a su alrededor.

En 1983 se derramaron en la bahía de Cartagena alrededor de 3.000 barriles, entre crudos y productos refinados del petróleo (información suministrada por la Capitanía de Puerto de Cartagena), con el consiguiente impacto ecológico sobre las playas, manglar, fauna y flora asociados y las especies bentónicas, principalmente.

Estudios sobre contaminación por hidrocarburos derivados del petróleo, así como la caracterización de hidrocarburos petrogénicos y biogénicos, se han realizado a nivel mundial, principalmente en regiones costeras del Atlántico norte y del Pacífico (Georing y otros, 1976; Farrington y Tripp, 1977), y en la plataforma continental mediterránea (Albaigés, et al, 1983), entre otros; sin embargo, esta es la primera vez que se llevan a cabo en el Caribe colombiano, más concretamente en la bahía de Cartagena.

En el presente trabajo se muestran los resultados del análisis de hidrocarburos aromáticos y totales, en aguas, sedimentos y algunas especies de peces nativas y migratorias de la bahía de Cartagena, con el objeto de determinar la importancia de los aportes provenientes de distintas fuentes, su dinámica, bioacumulación y caracterización.

AREA DE ESTUDIO

El presente trabajo se desarrolló en la bahía de Cartagena, Cartagena (Bolívar) Colombia (fig. 1), localizada entre latitud de $10^{\circ} 26' - 10^{\circ} 16' N$ y longitud $75^{\circ} 30' - 75^{\circ} 36' OE$ $1^{\circ} 29' 01''$ del meridiano de Bogotá. (Urueta y Piñeres, 1912; Munera, A., 1947).

Se considera por definición geológica una bahía (Schaus, S. H., 1974). Sin embargo, tiene una fuente significativa de aguas fluviales provenientes del Canal del Dique, que aporta aguas del río Magdalena, situado en el extremo sur de ésta. Presenta además dos entradas: Bocachica y Bocagrande, que sirven como medio de renovación de agua oceánica a la misma.

La confirmación de este recipiente marino y las corrientes de agua que recibe le han valido el calificativo de estuario.

Tiene un área aproximada de 80 Km^2 y una profundidad media 21 m, lo que determina un semi-embalse de unos 1.600 millones de m^3 de agua, que recibe aportes contaminantes, principalmente de cuatro fuentes: aguas negras y basuras de la ciudad de Cartagena; aguas continentales, materia orgánica y sólidos del Canal del Dique; residuos industriales de la zona industrial de Mamonal; y re-

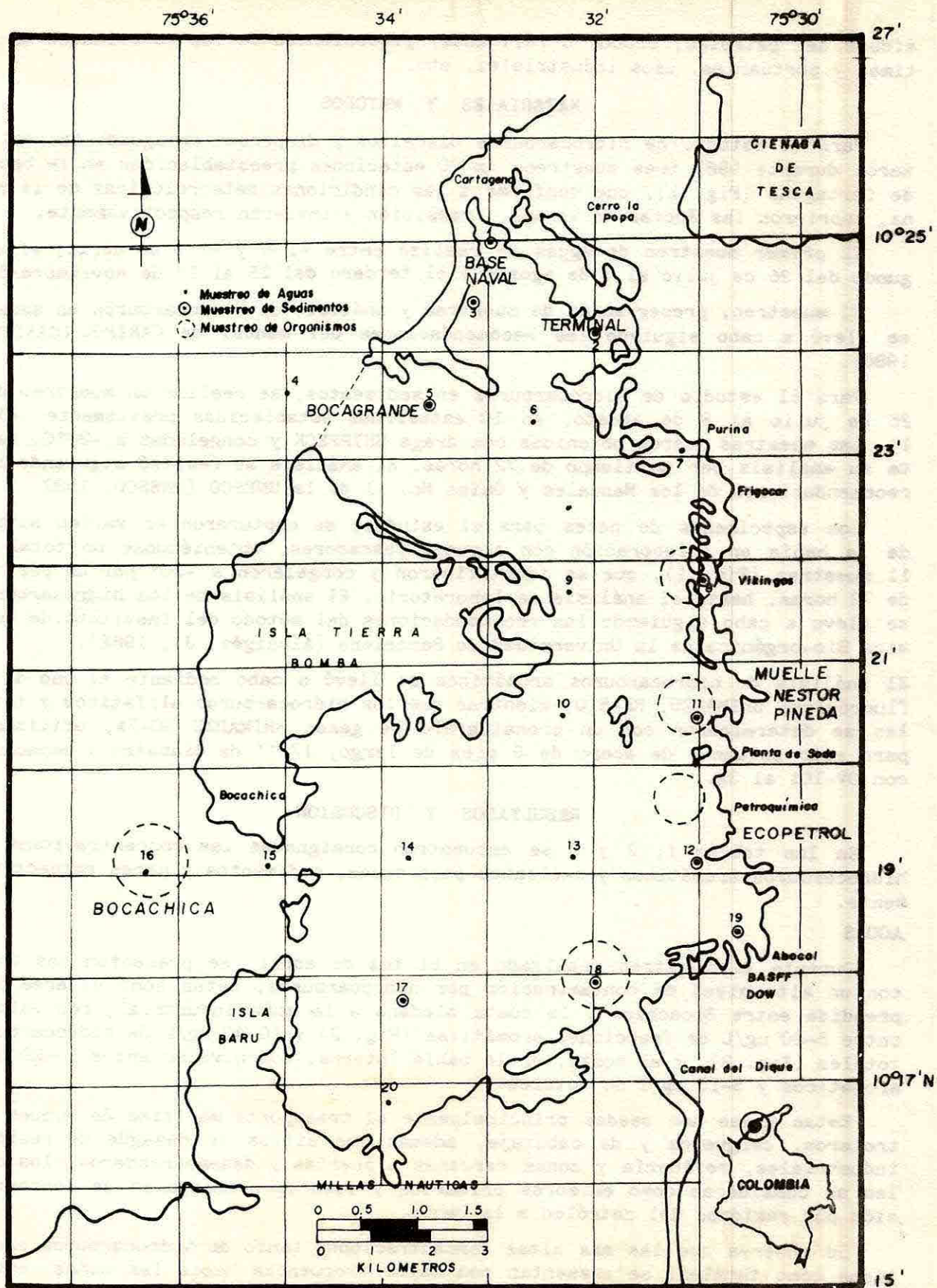


FIGURA No. 1

POSICION ESTACIONES DE MUESTREO
BAHIA DE CARTAGENA

síduos del petróleo, crudos o refinados, provenientes de las actividades marítimas y portuarias, usos industriales, etc.

MATERIALES Y METODOS

Para el estudio de hidrocarburos disueltos y dispersos en aguas, se realizaron durante 1983 tres muestreos en 20 estaciones preestablecidas en la bahía de Cartagena (Fig. 1), que conforme a las condiciones meteorológicas de la zona, cubrieron las épocas de verano, transición e invierno respectivamente.

El primer muestreo de aguas se realizó entre el 6 y el 8 de abril, el segundo del 26 de julio al 3 de agosto y el tercero del 15 al 17 de noviembre/83.

El muestreo, preservación de muestras y análisis de hidrocarburos en aguas, se llevó a cabo siguiendo las recomendaciones del manual de CARIPOL (CARIPOL, 1980).

Para el estudio de hidrocarburos en sedimentos, se realizó un muestreo del 26 de julio al 3 de agosto, en 10 estaciones establecidas previamente (Fig. 1). Las muestras fueron obtenidas con draga SHIPPECK y congeladas a -20°C , hasta su análisis por un tiempo de 72 horas. El análisis se realizó siguiendo las recomendaciones de los Manuales y Guías No. 11 de la UNESCO (UNESCO, 1982).

Los especímenes de peces para el estudio, se capturaron en varios sitios de la bahía en colaboración con algunos pescadores, obteniéndose un total de 11 muestras (Fig. 1), que se identificaron y congelaron a -20° por un periodo de 72 horas, hasta el análisis de laboratorio. El análisis de los hidrocarburos se llevo a cabo siguiendo las recomendaciones del método del Instituto de Química Bio-orgánica de la Universidad de Barcelona (Albaigés, J., 1982).

El análisis de hidrocarburos aromáticos se llevó a cabo mediante el uso de un fluorómetro SHIMADZU, RF-510, mientras que los hidrocarburos alifáticos y totales se determinaron con un cromatógrafo de gases SHIMADZU GC-7A, utilizando para ello columnas de acero de 6 pies de largo, 1/8" de diametro y empacadas con OV-101 al 3%.

RESULTADOS Y DISCUSION

En las tablas 1, 2 y 3 se encuentran consignadas las concentraciones de hidrocarburos aromáticos y n-alcanos para aguas, sedimentos y peces respectivamente.

AGUAS

Durante el muestreo realizado en el mes de abril, se presentan dos zonas con un alto nivel de contaminación por hidrocarburos, éstas son: el área comprendida entre Bocachica y la costa aledaña a la zona industrial, con valores entre 5-20 ug/L de fracciones aromáticas (Fig. 2) y 10-40 mg/L de hidrocarburos totales (Fig. 3), y al norte, en la bahía Interna, con niveles entre 10-20 ug/L aromáticos y 5-10 mg/l de totales.

Estas áreas son usadas principalmente al transporte marítimo de buques petroleros, cargueros y de cabotaje, además son sitios de desagüe de residuos industriales, refinería y zonas cercanas a puertos y desembarcaderos, los cuales se consideran como emisores primarios y fuentes principales de contaminación por residuos del petróleo a la bahía.

Se observa que las más altas concentraciones tanto de hidrocarburos aromáticos como totales, se presentan con mayor frecuencia hacia las zonas central y sur de la bahía, debido a la acción de los vientos predominantes de la época,

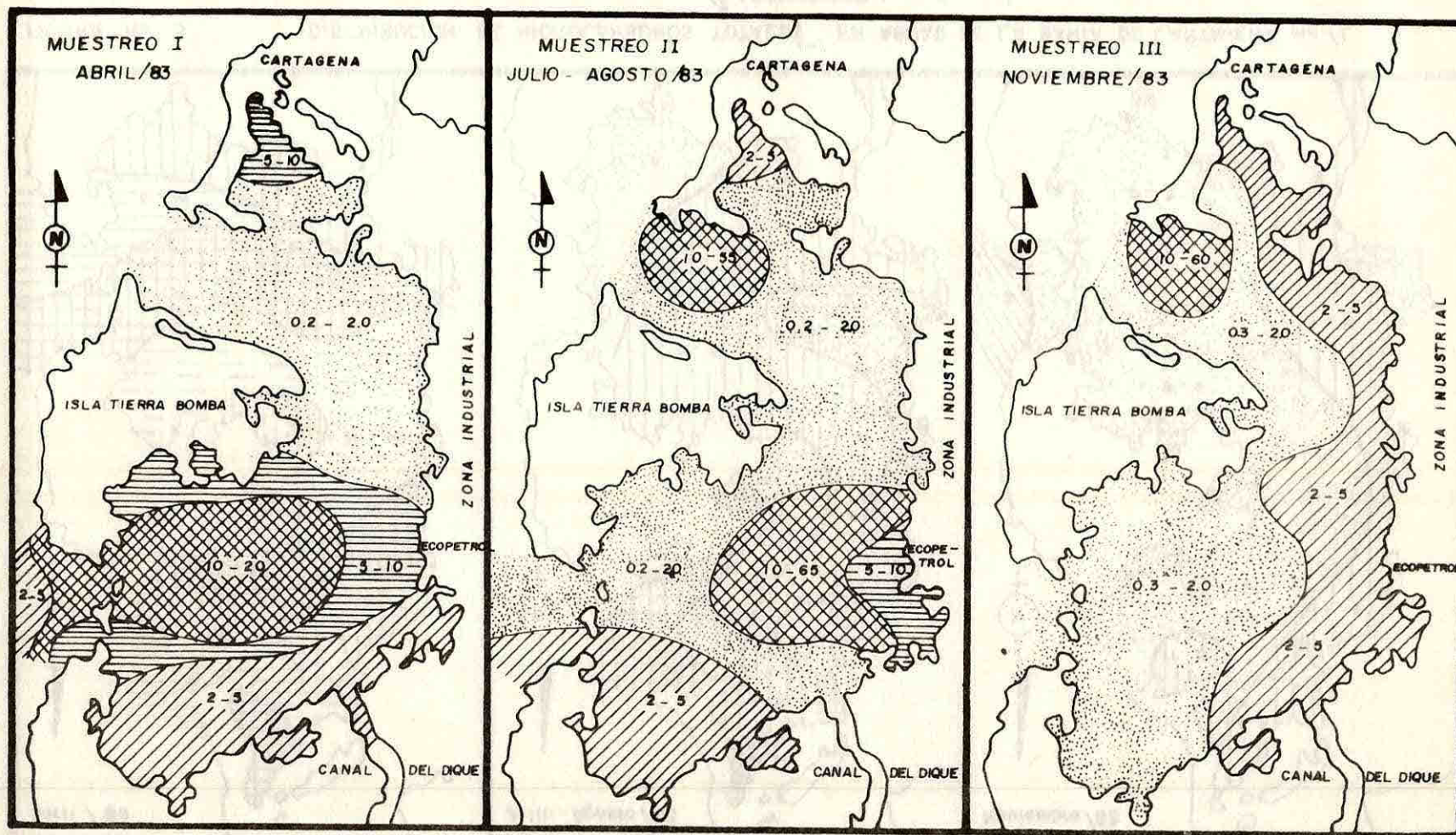


FIGURA No 2 DISTRIBUCION DE HIDROCARBUROS AROMATICOS, DISUELTOS Y DISPERSOS
EN AGUAS DE LA BAHIA DE CARTAGENA ($\mu\text{g/L}$)

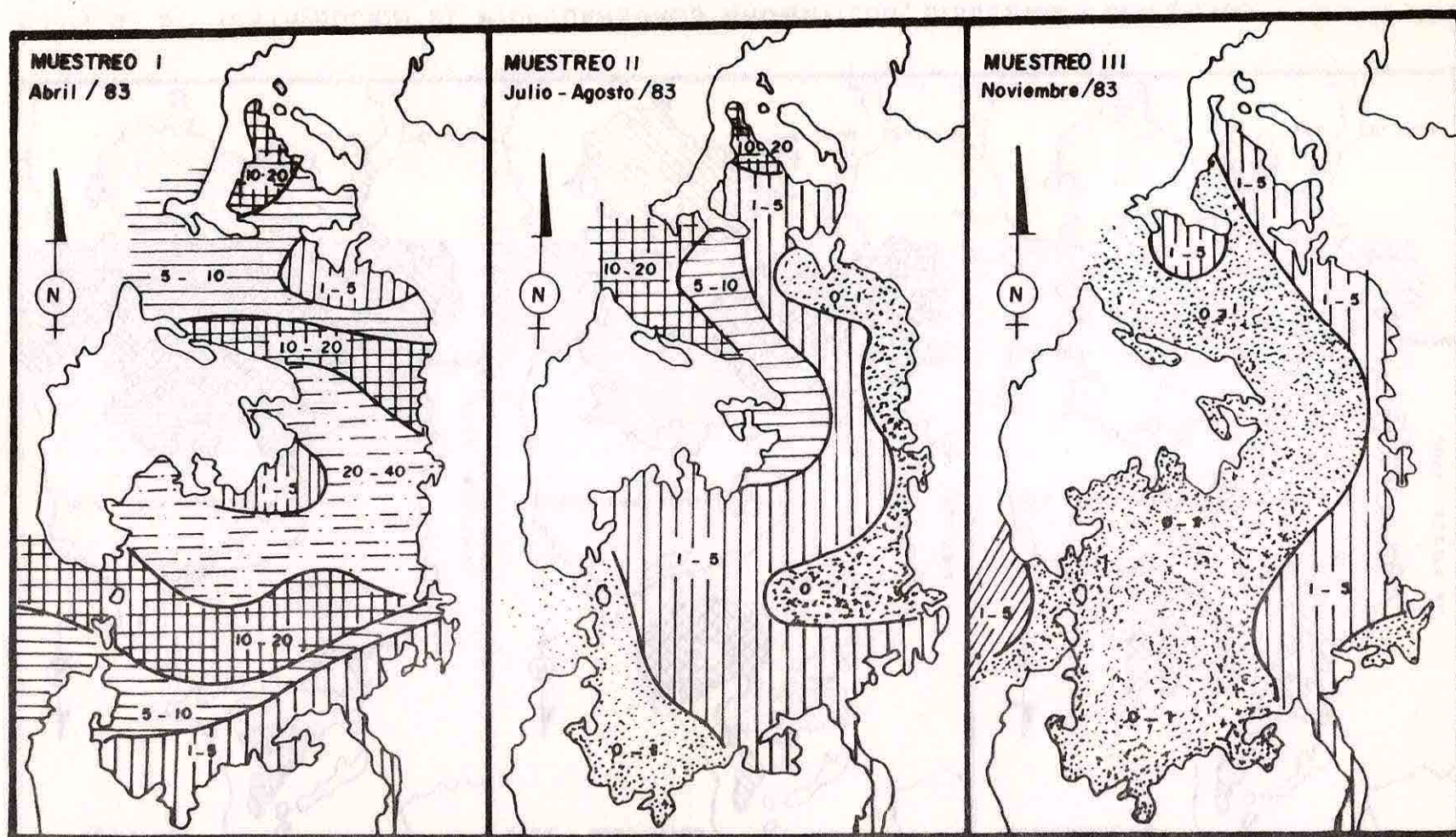


FIGURA No. 3 DISTRIBUCION DE HIDROCARBUROS TOTALES^(*) EN AGUAS DE LA BAHIA DE CARTAGENA mg / L
 (* AROMATICOS + n-alcenos)

los cuales provienen del norte y hacen que las películas y manchas de residuos petrolíferos superficiales, se transporten con dirección sur o se mantengan alrededor de los sitios de emisión, por acción de las corrientes de Bocachica y del Canal de Dique.

En el muestreo de julio-agosto, la situación varía un poco con relación a los sitios de más alta concentración de hidrocarburos. Pues mientras las fracciones aromáticas se presentan con mayor frecuencia alrededor de la zona industrial y áreas adyacentes al Laguito, los n-alcanos se distribuyen hacia la salida de Bocagrande y la bahía Interna.

En esta época se observan las mayores concentraciones del ciclo anual, con niveles entre 10-65 ug/L de aromáticos y 10-20 mg/l de totales, presentándose con mayor frecuencia en las zonas central y norte de la bahía, debido principalmente a la influencia de los vientos predominantes de la época, los cuales provienen del sur, y hacen que los residuos superficiales se transporten hacia el norte.

En el muestreo de noviembre, los niveles de hidrocarburos totales y aromáticos en la bahía, disminuyen notoriamente, a excepción del área aledaña a Castillogrande y Laguito, donde aún predomina un alto nivel de contaminación, principalmente aromáticos (10-60 ug/L).

Para esta época la influencia de las condiciones meteorológicas es notoria, pues los fuertes vientos reinantes, así como el continuo oleaje, hacen que los procesos de evaporación, difusión, dilución, sedimentación, etc., se incrementen produciéndose una disminución significativa en los niveles de hidrocarburos en la mayor parte de la bahía.

Así mismo, se observa un importante aporte de hidrocarburos del Canal del Dique (entre 1-5 ug/L), sobre toda la parte sur-oriental, que sumados a las emisiones de la zona industrial, puertos y desembarcaderos, zonas de fondeo, etc., se distribuyen a todo lo largo de la zona oriental de la bahía (Fig. 2 y 3).

SEDIMENTOS.

Las concentraciones de hidrocarburos aromáticos en sedimentos de la bahía (Tabla 2.), no representan niveles de acumulación significativos, ya que en todas las estaciones muestradas, sus valores están por debajo de 0.05 ug/g. (Fig. 4).

No sucede lo mismo con los niveles n-alcanos (series homólogas de cadena recta), cuyas concentraciones se encuentran en un rango entre 23 a 886 ug/g, presentándose mayor acumulación en la zona sur-oriental con valores de 500-900 ug/g, mientras que en la mayor parte de la bahía se presentan concentraciones promedio entre 100-500 ug/g.

Se nota una concentración por residuos del petróleo, bastante importante en la bahía, ya que estudios como el de Bayona, J.M., et al, realizado en la plataforma continental mediterránea, revelan valores de n-alcanos que oscilan entre 0.4 y 1.6 ug/g (Bayona, J.M. et al, 1983), mientras que Keiser y otros (1978) encontraron en sedimentos superficiales de la plataforma de Nueva Escocia, concentraciones de 0.008-2,298 ug/g.

Solo en áreas altamente contaminadas, se encuentran concentraciones superiores a las detectadas, como en New York Bight, con niveles entre 2-1200 ug/g (Farrington y Tripp, 1977); el golfo de México entre 42-232 ug/g (Gearing y otros, 1976) y en California Bight entre 45-730 ug/g (Venkatessan y otros, 1980).

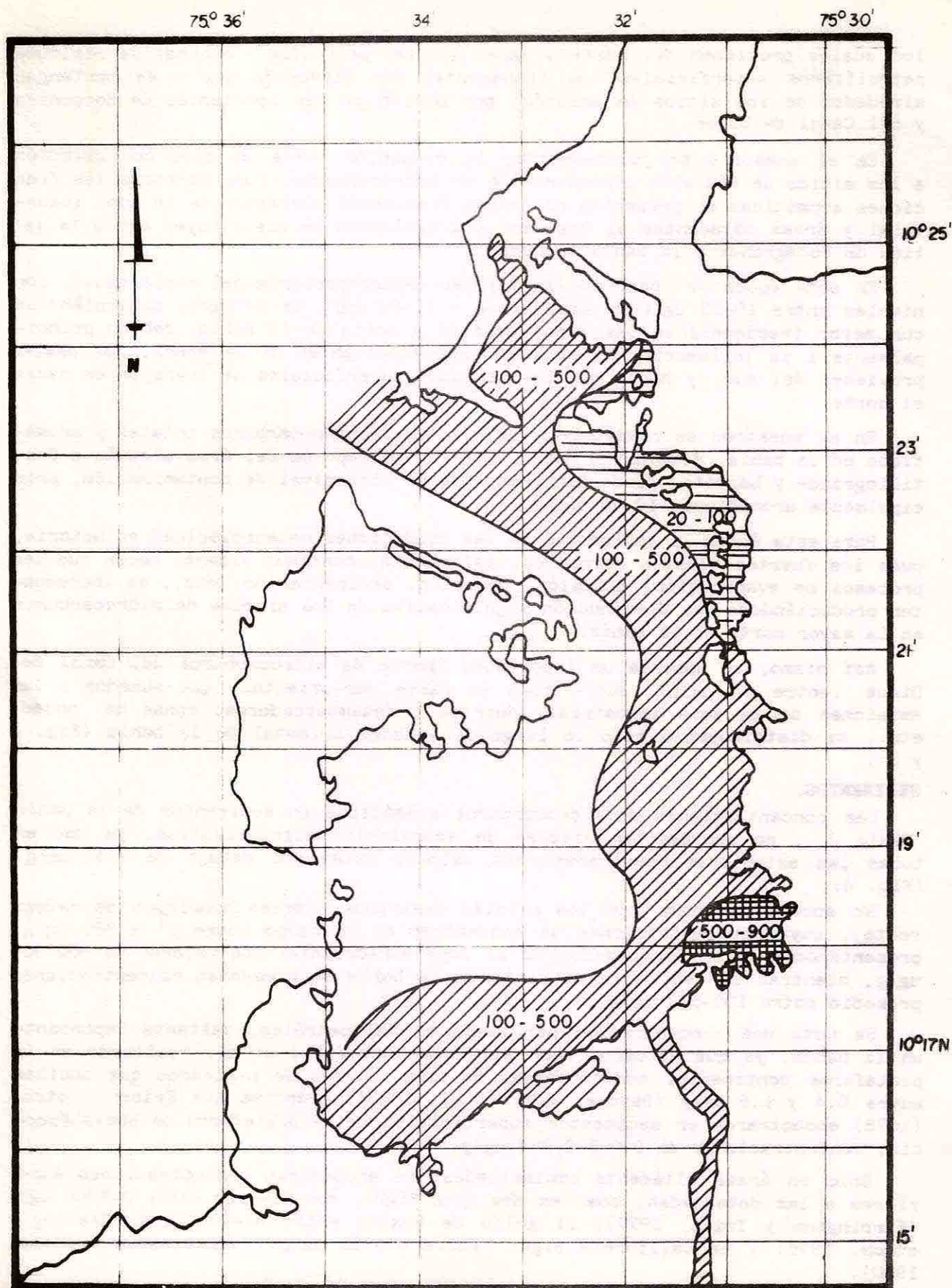


FIGURA No. 4. DISTRIBUCION DE HIDROCARBUROS (n - alcanos) EN SEDIMENTOS DE LA BAHIA DE CARTAGENA ($\mu\text{g/g}$) - Muestreo, Julio/83.

La acumulación de residuos del petróleo (Crudos o refinados) en los sedimentos de la bahía, se ha venido incrementando paulativamente, a medida que aumentan el número de embarcaciones que la navegan, número de industrias, muelles y desembarcaderos a su alrededor, pues son estos los mayores aportadores de residuos petrolíferos a ésta, ya que es crónico y sistemático y de difícil cuantificación.

Esto sin tener en cuenta los vertimientos provenientes de otras actividades como usos domésticos y transporte automotor de Cartagena, el Canal del Dique y los derrames por accidentes, que como el caso de 1983 (Cerca de 3000 barriles), tuvo consecuencias ecológicas muy importantes, principalmente por el deterioro de los ecosistemas de manglar, el bentos y las playas.

PECES

Para el análisis de hidrocarburos en peces se escogieron seis especies, entre nativas de la bahía y migratorias. Entre las especies nativas más importantes se estudiaron el barbudo, macabí y lebranche, y de las migratorias la corvina rayada, pargo chino y rojo (Tabla 3).

Se detectaron altos índices de bioacumulación de hidrocarburos aromáticos en el hígado de la corvina rayada y pargo chino, encontrándose niveles de 0.235 y 0.152 ug/g respectivamente, lo mismo que el tejido muscular del barbudo y pargo rojo con valores de 0.157 y 0.276 ug/g respectivamente.

En las especies como el macabí y el lebranche, consideradas nativas, se encontraron índices relativamente bajos, con valores de 0.011 y 0.013 ug/g respectivamente, a pesar de estar mayores períodos de tiempo en contacto con los residuos del petróleo; lo cual permite suponer que estas especies tienen menor capacidad de asimilación de los hidrocarburos del petróleo.

Vale la pena mencionar que la corvina rayada y el pargo rojo, que son las especies con más alto índice de contaminación de hidrocarburos aromáticos, tienen gran importancia socioeconómica en la zona, puesto que son especies de alto consumo por los pobladores de la región.

Los hidrocarburos aromáticos detectados en los tres extractos, aguas, sedimentos y tejidos de peces, demuestran ser de la misma naturaleza y procedencia, porque los espectros de absorción ultravioleta (Fig. 5), son idénticos en forma y máximos de absorción en 293 nm y hombros 235 nm.

Así mismo, la relación entre la absorción a 240 nm y 260 nm (A_{240}/A_{260}), es en los tres casos de 1.04, constante cuyo valor es característico de hidrocarburos de origen petrogénico, o sea que proceden de contaminación y no de síntesis orgánica de organismos.

Los perfiles cromatográficos de las fracciones de hidrocarburos saturados presentan una serie de picos resueltos, de los cuales los mayoritarios corresponden a los n-alcenos de 13 a 30 átomos de carbono (Gráficas 6 y 7).

En aguas se presentan con mayor frecuencia las series homólogas de 13 a 22 átomos de carbono, con predominio de los pares sobre los impares.

Mientras que en los sedimentos se notan con mayor frecuencia las series homólogas de 22 a 30 átomos de carbono, con ligero predominio en los pares sobre los impares.

Es evidente que en las aguas se encuentran hidrocarburos más livianos procedentes de vertientes más recientes, mientras que en los sedimentos predominan

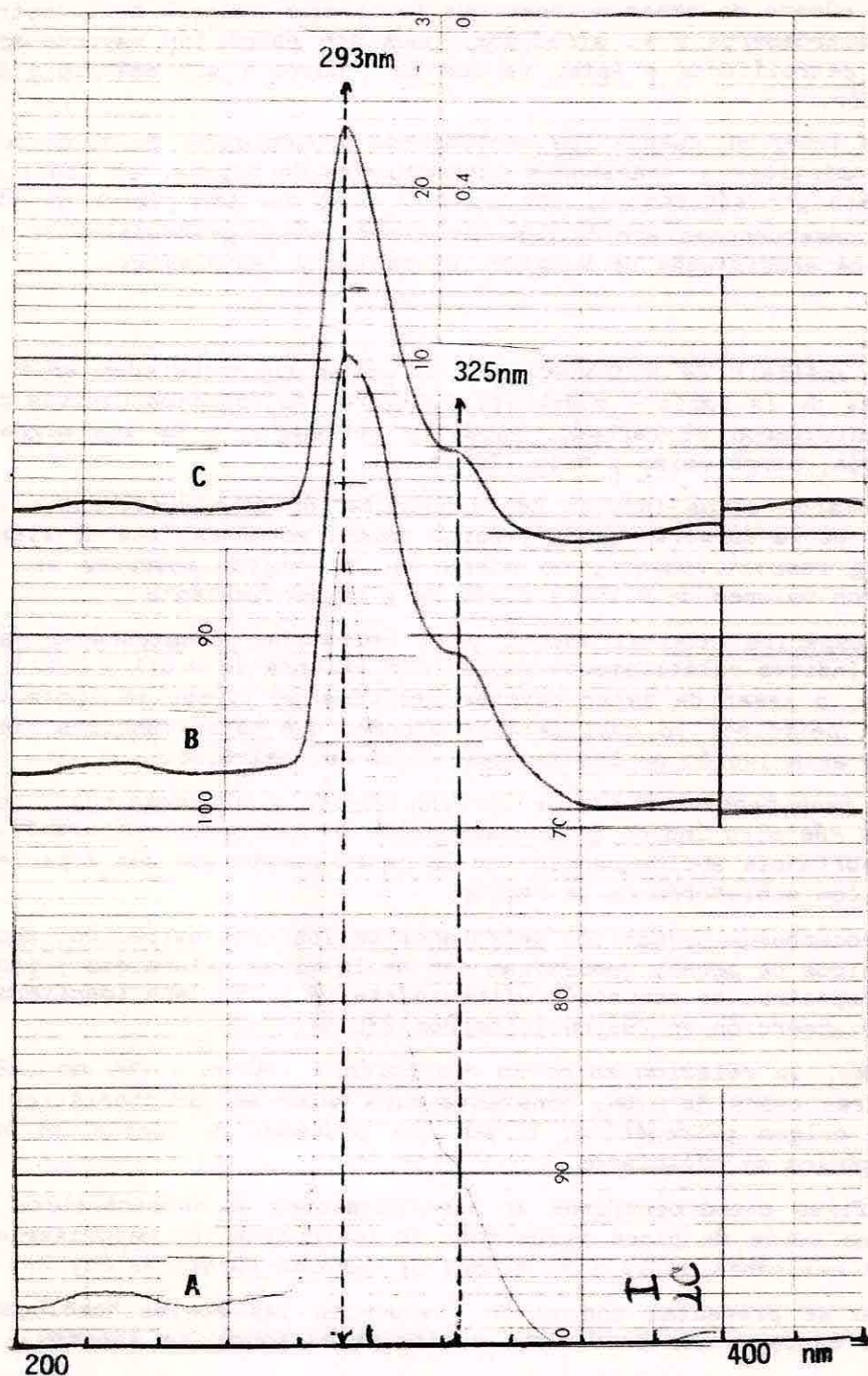


FIGURA 5 - RELACION ENTRE BANDAS DE ABSORCION U.V, DE HIDROCARBUROS PETROGENICOS EXTRAIDOS DE MUESTRAS DE ORGANISMOS (A). SEDIMENTOS (B). AGUAS (C). EN LA BAHIA DE CARTAGENA.

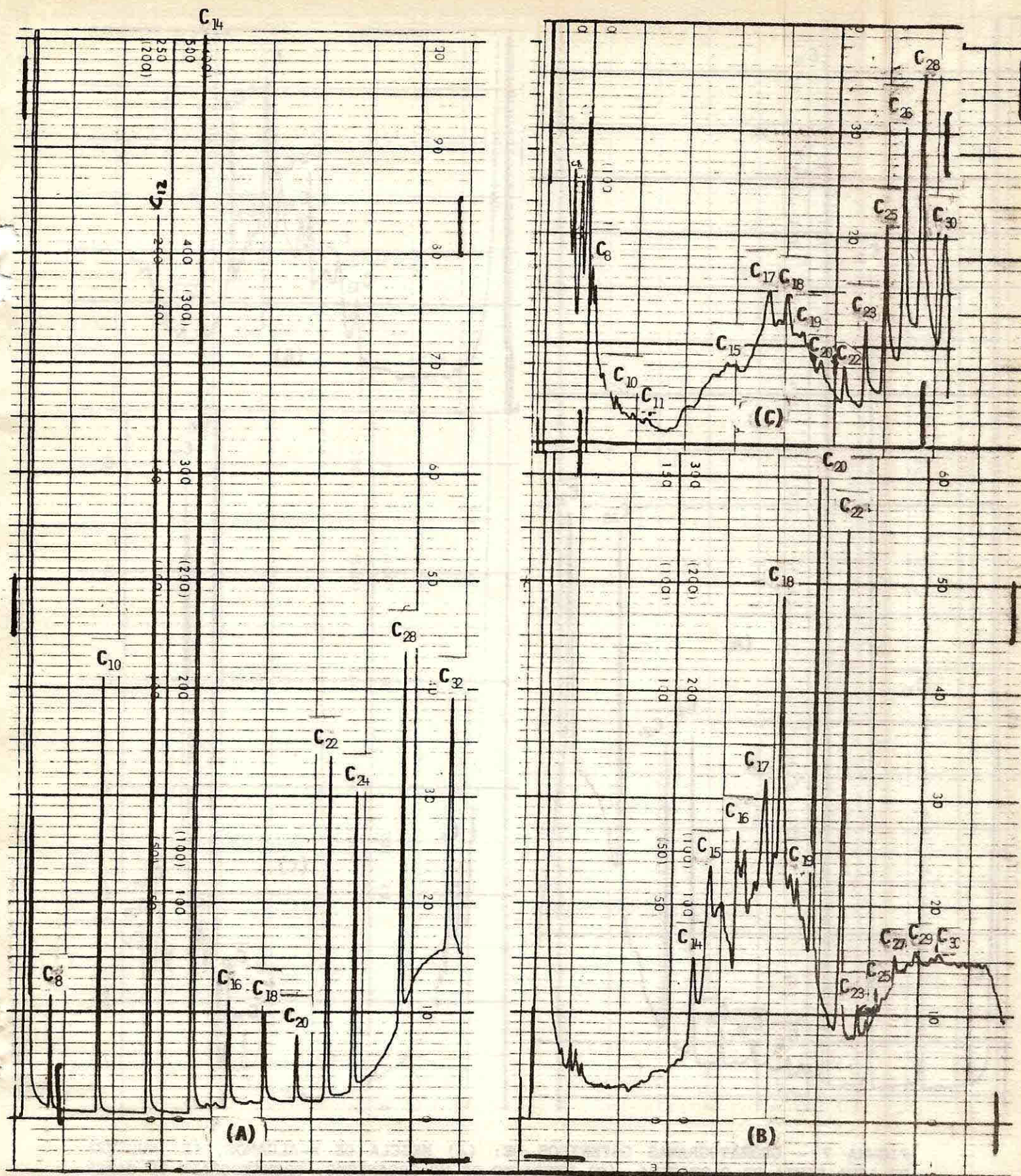


FIGURA 6 - HIDROCARBUROS TÍPICOS ENCONTRADOS EN LA BAHÍA DE CARTAGENA, (A) ESTÁNDARES DE n-ALCANOS, (B) MUESTRA DE AGUA, (C) MUESTRA DE SEDIMENTOS.

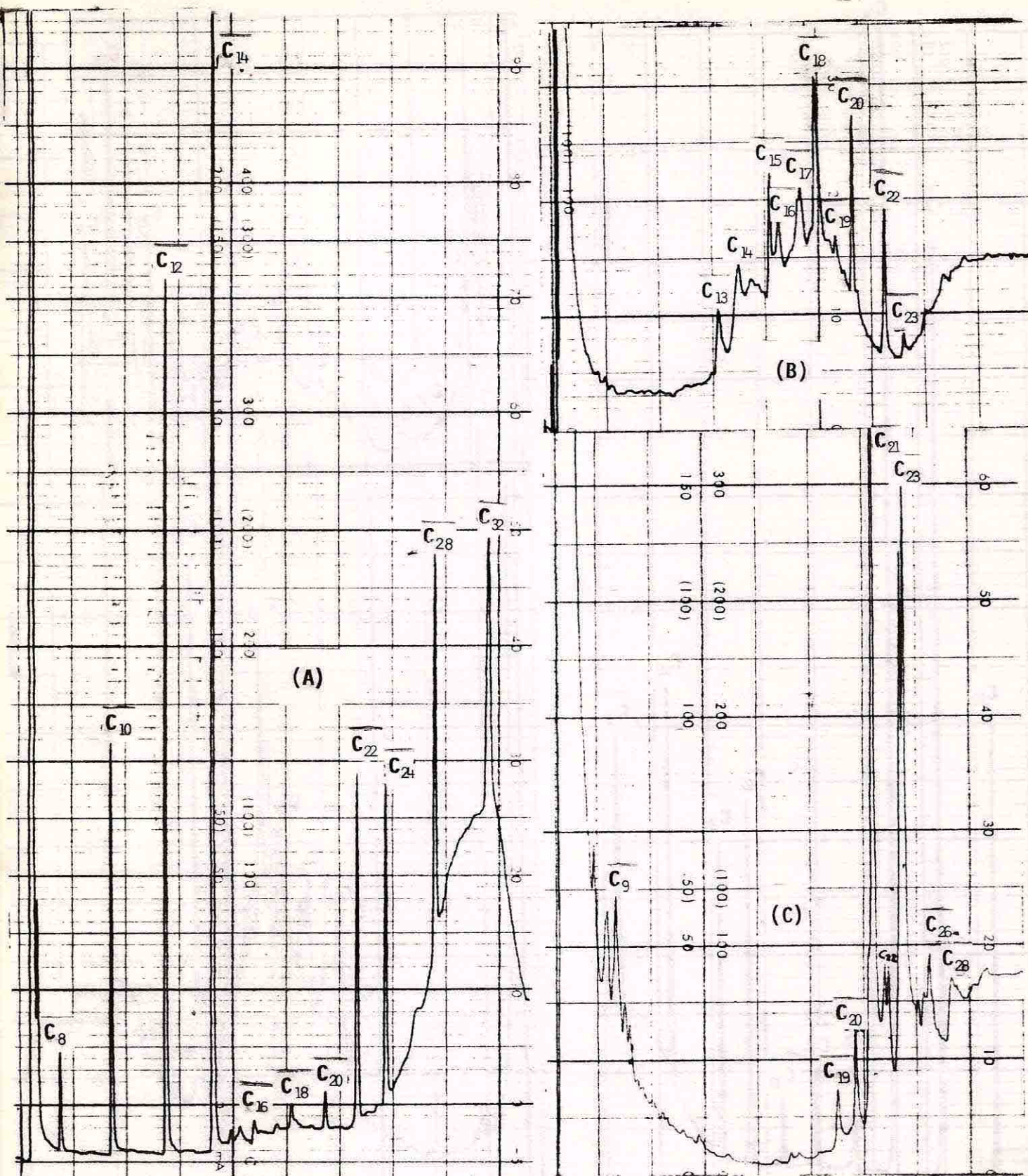


FIGURA 7 - CROMATOGRAMAS OBTENIDOS DE: (A) MEZCLA DE n-ALCANOS, (B) MUESTRA DE AGUA BAHIA DE CARTAGENA, (C) EXTRACTO DE UN ORGANISMO. CROMATOGRFO DE GASES SHIMADZU GC-7A, FID, COLUMNAS EMPACADAS CON OV - 101 AL 3 %, T°C: 80 - 320°C A 16°C/MIN, GAS NITROGENO, FLUJO: 50ML/MIN, T°270 SENSIBILIDAD: 32×10^2 .

los hidrocarburos de mayor peso molecular, puesto que los residuos petrolíferos de los cuales proceden, han estado sometidos por largos períodos de tiempo a los procesos de evaporación, difusión, dilución, concentración, acción química, fotoquímica y bacteriana, etc.

Estos procesos permiten que las fracciones livianas se evaporen y los de mayor peso molecular se concentren, precipitando en los sedimentos por aumento de densidad.

En los tejidos de algunos peces, se presentan con mayor frecuencia las series homólogas de 19 a 28 átomos de carbono, con predominancia de los impares (Fig. 7), principalmente el C₂₁ y C₂₃.

En general, se observan tres fuentes principales de contaminación por residuos del petróleo a la bahía, estos son: en primer lugar, las actividades derivadas del tráfico marítimo y portuario; en segundo lugar, las actividades industriales a grande y mediana escala, incluidos los procesos de refinación y usos de petróleo y sus derivados; y en tercer lugar los aportes del Canal del Dique.

Un aporte importante de residuos a la bahía, se presenta por accidentes en el transporte y manipulación de crudos y productos refinados. Para no mencionar otros, durante 1983, por estas causas se derramaron 3000 barriles, entre crudos del petróleo, productos refinados y residuos de sentinas (Tabla 6). Siendo el más importante, el derrame de crudo Venezolano por accidente en el buque petrolero griego "ETTANISSOS", ocurrido en septiembre de 1983, que vertió a la bahía alrededor de 2300 barriles.

Sin embargo, estos datos se quedan cortos con relación al verdadero volumen de residuos petrolíferos vertidos a la bahía de Cartagena y a otras áreas costeras de actividad portuaria e industrial. Pues el vertimiento crónico y sistemático de las tres fuentes mencionadas anteriormente, representan aproximadamente el 80% de los aportes a estas zonas.

CONCLUSIONES :

- Las mayores concentraciones de hidrocarburos aromáticos y n-alcanos en aguas de la bahía de Cartagena, se presentan durante la época de julio-agosto, observándose con mayor frecuencia frente a la zona industrial, canal de Bocachica a Mamonal, zona norte (bahía interna) y área aledaña al Laguito.
- Los cuerpos de agua de estas zonas de la bahía, presentan índices de contaminación moderada, comparada con otras zonas altamente contaminadas por hidrocarburos, como la bahía de New York, la costa californiana, etc.
- Las condiciones meteorológicas y el régimen de corrientes son determinantes en la distribución, dispersión y sedimentación de residuos del petróleo en la bahía de Cartagena, puesto que los diluyen o los concentran en sitios específicos, que generalmente son las playas, las zonas de manglar o los sedimentos costeros.
- Las áreas más afectadas por la acción del petróleo y sus derivados han sido, la costa oriental de Tierrabomba, la costa de Manzanillo, las áreas adyacentes al Laguito y Castillo Grande y finalmente la zona adyacente a Mamonal, por el deterioro del manglar, las playas o los sedimentos del fondo.

- Las concentraciones de hidrocarburos aromáticos en los sedimentos de la bahía de Cartagena no representan niveles de acumulación significativos. No así las concentraciones de n-alcanos, cuya acumulación promedio en la mayor parte de la bahía es de 100-500 ug/g. Niveles solo igualados o superados en áreas altamente contaminadas como en New York Bight, el golfo de Mexico o en California Bight.
- Entre los peces analizados, los que presentaron mayor índice de contaminación por hidrocarburos aromáticos, fueron el barbudo, el pargo chino y la corvina rayada.
- Aunque en las demás especies estudiadas, las concentraciones de aromáticos son relativamente bajas, es alarmante observar que en todas ellas se detectó la presencia de éstos, pues son los más tóxicos y cancerígenos de los derivados del petróleo.
- Los hidrocarburos aromáticos detectados tanto en aguas, sedimentos y tejidos de algunos peces, son de la misma naturaleza petrogénica.
- Entre los n-alcanos se nota un predominio de las series homólogas del C₁₃ al C₃₀. En aguas con mayor frecuencia de C₁₃ al C₂₂, en sedimentos del C₂₂ al C₃₀ y en los peces del C₁₉ al C₂₈.
- El presente estudio permite concluir que las principales fuentes de contaminación por residuos del petróleo a la bahía, son en orden de importancia las siguientes: Actividades del tráfico marítimo y portuario (Petroleros, cargueros, de cabotaje, lanchas, muelles y desembarcaderos, etc.), actividades industriales y refinería, y finalmente el Canal del Dique.
- En términos generales, los resultados obtenidos constituyen una primera información de base para la evaluación de los aportes terrestres y marítimos de esta zona del Caribe colombiano. Su comparación con otras de la bibliografía permite concluir que la bahía de Cartagena está moderadamente contaminada por hidrocarburos derivados del petróleo.

**TABLA 1 - CONCENTRACION DE HIDROCARBUROS DISUELTOS Y DISPERSOS EN AGUAS DE LA
BAHIA DE CARTAGENA.**

	MUESTREO I ABRIL 1983		MUESTREO II JULIO - AGOSTO - 1983		MUESTREO III NOVIEMBRE - 1983	
	AROMATICOS ug/l.	TOTALES mg/L.	AROMATICOS ug/l.	TOTALES mg/l.	AROMATICOS ug/l.	TOTALES mg/l.
1	6.373	—	2.517	11.016	3.052	1.349
2	2.261	7.917	0.070	1.490	3.487	1.117
3	2.385	17.673	1.520	2.258	0.571	0.006
4	2.045	6.781	1.770	21.505	0.702	0.007
5	0.248	7.208	52.795	6.482	58.932	3.801
6	0.365	3.165	1.021	0.623	1.973	0.020
7	0.714	1.844	1.164	1.281	2.291	2.919
8	1.054	11.716	0.407	0.004	2.200	0.020
9	0.309	37.217	0.133	3.742	0.986	0.010
10	0.318	3.312	0.355	3.020	1.726	0.020
11	0.307	40.017	1.700	3.460	1.703	0.981
12	5.375	19.518	3.347	0.419	2.213	2.533
13	18.091	17.720	65.100	0.271	1.046	1.242
14	13.850	37.114	0.443	1.820	0.307	0.003
15	10.919	12.123	0.102	0.756	0.705	0.007
16	3.219	2.734			0.700	3.952
17	2.928	13.321	4.905	3.927	0.712	0.007
18	2.078	1.396	0.216	3.901	4.860	1.103
19	3.036	0.688	2.727	1.598	5.588	0.060
20	2.671	2.867	2.652	0.249	1.661	0.415

* TOTALES : n - ALCANOS - AROMATICOS.

TABLA 2 - CONCENTRACION DE HIDROCARBUROS Y n-ALCANOS EN SEDIMENTOS DE LA BAHIA DE CARTAGENA (ug/g).

ESTACION Nº.	MUESTREO * JULIO / 1983	
	AROMATICOS	n - ALCANOS
1	0.023	119,0
2	0.053	49,0
3	0.013	323,0
5	0.019	445,0
8	0.000	194,0
11	0.030	112,0
12	0.006	23,0
17	0.003	422,0
18	0.012	126,0
19	0.007	886,0

**TABLA 3 - CONCENTRACION DE HIDROCARBUROS AROMATICOS EN ALGUNAS ESPECIES DE PECES CAPTURADOS
EN LA BAHIA DE CARTAGENA (ug/g).**

Nº. Muestra	LUGAR	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	TEJIDO	CONCENTRA- CION (ug/g)
1	Planta de Soda Muelle Nestor Pineda	<u>Micropogonias furnieri</u> (Desmarest 1823)	Corvina Rayada (M)	Musculo	0.018
2		<u>Lutjanus synagris</u> (Linnacqus 1788)	Pargo Chino (M)	Musculo	0.071
3		<u>Micropogonias furnieri</u> (Desmarest 1823)	Corvina Rayada (M)	Hígado	0.235*
4		<u>L. Synagris</u> (linnarus 1758)	Pargo Chino (M)	Hígado	0.152*
5	Conastil	<u>Ariopsis. sp</u>	Barbudo (N)	Musculo	0.157
6		<u>Albula vulpes</u> (linnarus, 1798)	Macabí (N)	Musculo	0.089
7	Canal del Dique	<u>Albula vulpes</u> (linnarus, 1758)	Macabí (N)	Musculo	0.011
8		<u>Olygoplites sp</u>	Siete Cueros (N)	Musculo	0.112
8	Bocachica	<u>Lutjanus purpureus</u> (Poey. 1875)	Pargo Rojo	Musculo	0.276
10	Vikingos	<u>L. cyanopterus</u> (Cuvier, 1828).	Pargo Rojo	Musculo	0.043
11		<u>M. trichodon</u> (Poey 1876)	Lebranche	Musculo	0.013

* Peso húmedo (Las demás estan dadas en peso seco).

TABLA 4 PARAMETROS METEOROLOGICOS DURANTE LA EPOCA DE MUESTREOS EN LA BAHIA DE CARTAGENA

PARAMETROS				TEMPERATURA AMBIENTE °C	HUMEDAD RELATIVA %	NUBOSIDAD OCTAVOS	VELOCIDAD VIENTOS m/s	DIRECCION VIENTO	PRECIPITACION. (mm)
AÑO	OR								
M/treo	Mes	Dia	Hora						
PRIMERO	ABRIL	6	07:00	28.0	100	Despejado	4.0	S	0
			13:00	30.6	90	2/8	5.0	NW	0
			19:00	27.0	89	3/8	7.0	NW	0
		7	07:00	27.2	100	3/8	5.0	N	0
			13:00	30.6	90	Despejado	5.0	NW	0
			19:00	27	99	Despejado	5.0	N	0
SEGUNDO	JULIO	26	07:00	27.1	95	1/8	0		0
			13:00	32.0	80	1/8	6.0	NW	0
			19:00	29.8	82	1/8	4.0	N	0
		27	07:00	27.6	90	2/8	2.0	E	0
			13:00	31.7	75	4/8	5.0	NW	0
			19:00	29.2	88	4/8	4.0	N	0
	AGT	3	07:00	28.9	83	5/8	0	S	0
			13:00	30.4	83	6/8	4.0	SE	0
			19:00	30.0	79	3/8	4.0	NE	0
TERCERO	NOVIEMBRE	15	07:00	27.6	94	Limpio	2.0	SE	0
			13:00	32.0	85	5/8	7.0	W	0
			19:00	25.0	95	Limpio	1.0	N	17.0
		16	07:00	27.0	95	6/8	2.0	SE	0
			13:00	30.2	79	3/8	3.0	SE	0
			19:00	26.0	95	Limpio	0		0
		17	07:00	26.4	95	Despejado	Calma		0
			13:00	31.1	83	7/8	2.0	W	0
			19:00	28.2	93.5	4/8	4.0	NE	0

* DATOS SUMINISTRADO POR LA ESTACION METEOROLOGICA DEL HIMAT SITUADA EN EL CENTRO DE INVESTIGACIONES OCEANOGRAFICAS E HIDROGRAFICAS DE LA ARMADA NACIONAL.

TABLA 5 - DATOS FISICO AMBIENTALES DURANTE LOS MUESTREOS EN LA BAHIA DE CARTAGENA.

Nº. ESTA- CION.	MUESTREO I (ABRIL - 1983)			MUESTREO II (JULIO AGOSTO-83)			MUESTREO III (NOVIEMBRE 1983)		
	T°C. Superf.	T°C. Ambiental	HORA	T°C. Superficial	T°C. Ambiental	HORA	T°C. Superficial	T°C. Ambiental	HORA
1	29.0	34.0	10 : 56	31.3	34.5	14 : 45	31.0	30.5	11 : 05
2	29.4	32.5	11 : 17	30.0	34.0	09 : 30	32.5	31.0	11 : 45
3	29.9	33.0	11 : 06	30.5	31.0	15 : 30	32.0	32.0	11 : 30
4	29.5	34.0	09 : 09	30.0	29.5	09 : 47	31.5	28.5	10 : 40
5	29.7	33.5	10 : 14	31.0	30.0	10 : 45	32.0	31.0	10 : 30
6	29.7	32.0	10 : 25	31.5	30.0	11 : 13	32.0	30.5	10 : 45
7	30.1	31.5	12 : 13	31.5	32.0	09 : 55	32.5	28.0	12 : 15
8	31.6	32.5	12 : 23	31.5	32.5	10 : 30	36.0	29.5	12 : 35
9	30.5	31.0	12 : 40	30.0	28.5	09 : 00	32.5	31.0	11 : 45
10	30.2	32.0	13 : 57	30.5	28.5	09 : 30	32.2	32.5	12 : 10
11	30.5	33.0	14 : 14	31.5	32.5	10 : 00	31.0	32.0	11 : 50
12	30.7	33.0	14 : 30	32.5	29.5	14 : 07	32.0	32.0	11 : 35
13	30.5	33.5	12 : 06	31.5	29.5	14 : 30	31.5	30.0	15 : 15
14	29.8	31.0	09 : 50	30.5	29.5	10 : 05	31.5	32.5	13 : 30
15	29.5	31.0	09 : 40	30.5	29.5	10 : 40	31.0	30.0	13 : 10
16	28.6	30.5	09 : 30	----	----	-----	31.5	31.0	13 : 50
17	30.0	22.0	10 : 05	30.0	30.0	13 : 00	31.0	30.0	15 : 00
18	30.7	34.0	11 : 45	31.5	29.0	13 : 20	30.5	29.5	15 : 30
19	31.0	33.0	14 : 52	32.5	30.0	13 : 45	31.0	32.0	11 : 20
20	29.7	33.0	10 : 20	31.0	28.5	11 : 50	32.0	30.0	14 : 05

**TABLA 6. ESTADISTICAS DE ALGUNOS DERRAMES DE HIDROCARBUROS DERIVADOS DEL PETROLEO EN LA BAHIA DE CARTAGENA
DURANTE 1983***

FECHA	CAUSAS Y CLASES	BANDERA	SITIO	MAGNITUD BARRILES	TIPO DE PETROLEO DERIVADO
FEB 3/83	M/N CARACAS, ACHIQUE DE SENTINAS Y DERRAME DE COMBUSTIBLE.	VENEZUELA	TERMINAL MARITIMO	MENOR DE 100 BARRILES	COMBUSTIBLE ACPM Y ACEITE LUBRICANTE.
MARZO 7/83	EMBARCACION SERMAR 4, UNDIMIENTO.	COLOMBIANA	FRENTE A DOW QUIMICA	MENOR DE 100 BARRILES	COMBUSTIBLE, ACPM/FULL OIL.
SEPT 14/83	ACCIDENTE POZO DE DESLASTRE DE ECOPETROL.	COLOMBIANA	FRENTE A LA REFINERIA DE ECOPETROL.	ALREDEDOR DE 500 BARRILES.	RESIDUOS DE CRUDOS DE PETROLEO ENVEJECIDO.
SEPT 17/83	PETROLERO "ETTANISOS", RUPTURA DE MANGUERA	GRIEGO	MUELLE "NESTOR PINEDA DE ECOPETROL.	ALREDEDOR DE 2.300 BARRILES.	PETROLEO CRUDO.

* DATOS OBTENIDOS DE LA CAPITANIA DE PUERTO DE CARTAGENA.

B I B L I O G R A F I A :

- ALBAIGES, J., ET AL.,
 "Evaluation des Méthodes Chimiques, Spectroscopiques et Chromatographiques Utilizable Pour L'Identification Des Polluants Pétroliers En Mer". REVUE DE L'INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE, Vol. 31, N° 3, P (427 - 450), 1976.
- ALBAIGES, J., ET AL.,
 "Identificación y Cuantificación de hidrocarburos en muestras biológicas", Instituto de Química, Bio-Orgánica, Univ. Barcelona, Barcelona, 1982, 9P.
- BAYONA, J. M., ET AL.,
 "Aporte de Hidrocarburos Alóctonos y Autóctonos a la Plataforma Continental Mediterránea", Seminario Científico, Proyecto de Investigación Cooperativa Hispano-Norteamérica, Cadiz, Marzo de 1983.
- CABRALES, O. R., ET AL.,
 "Estudio Ecológico de las áreas de influencia de ECOPETROL sobre la Bahía de Cartagena" ECOPETROL - INDERENA, FASE IV, Parte I, 1982 - 1983. 30P.
- CUBERES, A., ALBAIGES, J.,
 "Control de la contaminación marina por hidrocarburos y su aplicación el Litoral Mediterraneo - Español", Separata, I Congreso Iberoamericano del Medio Ambiente.
- FARRINGTON, J. W.; TRIPP, B. W.,
 1977 Geochim. Cosmochim. Acta 41: 1627 - 1641.
- GARAY J. A.; JURADO E. A.,
 "Contribución al Estudio Oceanográfico Químico de la Bahía de Cartagena", tesis de grado. Dpto. de Química, Univ. Nacional, Bogotá, 1981
- GARAY J. A. ET. AL.;
 "Manual de Técnicas para Análisis de Parámetros Físico-Químicos y Contaminación Marina", 2a. edición, CIOH, Cartagena, 1982 pp: 1-108.
- GARAY J. A., ET AL.,
 "Síntesis del Proyecto bahía de Cartagena", Boletín Científico N° 4, CIOH, Cartagena, 1982, pp: 49-110.
- GEARING, P.; GEARING, J. N.; LYTTLE, T. F.; LYTTLE J. S.,
 1976 Geochim. Cosmochim Acta 40: 1005 - 1017.
- GOLDBERG. E. D.,
 "La Salud de los Océanos", publicado por la ONU, UNESCO, Madrid, 1979
- KEISER, P. D.; DAK, J.; GORDON, D. C.,
 1978. Geochim. Cosmochim Acta 42: 165 - 172.
- MANUAL DE CARIPOL,
 "Para la Vigilancia de la Contaminación por Petróleo, IOCARIBE, 1980.
- MANUALES Y GUIAS No. 11,
 "Determinación de los Hidrocarburos del Petróleo en sedimentos". COI, UNESCO, PNUMA, 1982.

MANUALES Y GUIAS No. 13,

"Manual para la Vigilancia del Aceite y los Hidrocarburos del Petróleo Disueltos o Dispersos en el agua del Mar y en las Playas", Procedimientos para el componente Petróleo del Sistema de Vigilancia de la Contaminación del Mar, (Marpolmon-P), UNESCO, 1984.

MANUAL OF METHODS IN AQUATIC ENVIRONMENT RESEARCH, METHODS FOR DETECTION SURVEILLANCE AND MONITORING OF WATER POLLUTION., Par 1 FAO, Roma 1975.

SCHAUS, R. H.,

"Estimación del Período de renovación de aguas en un estuario o una bahía, con aplicaciones en la Bahía de cartagena de Indias", DIVOC, Armada Nacional, Bogotá, 1974, 27p.

SOLANAS, A. M.,

"Biodegradación Microbiana en la Contaminación por Hidrocarburos del Petróleo en sedimentos". Mundo Científico, No. 8, Volumen 1, p913 - 920).

UNIDAD ECOLOGICA, UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO,

"Efectos de los derrames de hidrocarburos sobre el ecosistema de mangle en la Bahía de Cartagena". Boletín Científico, 1982, 8p.

URUETA & PIÑERES.,

"Cartagena y sus Alrededores", Editorial Mogollón, Cartagena, 1912. 50P.

U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, ENVIRONMENTAL MONITORING AND SUPPORT LABORATORY, QUALITY ASSURANCE BRANCH,

"Instructions for Petroleum Hydrocarbon Qc Check Samples", Cincinnati. Ohio, EPA, 1978.

VENKATESAN, M.J.; BRENNER, S.; RUTH, E.; BONILLA, J.; KAPLAN, I. R.,
1980 Geochim. Cosmochim. Acta 44: 789 - 802.