
EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE HIDROCARBUROS AROMÁTICOS TOTALES EN SEDIMENTOS DE LA ENSENADA DE TUMACO

ROBINSON F. CASANOVA R. Químico, HERNÁN TIMARAN P. Ing. Químico, JULIÁN M. BETANCOURT P. Ing. Químico.

Resumen

El presente estudio se desarrolló con el apoyo de la Armada Nacional, Dirección General Marítima, a través del **Centro Control Contaminación del Pacífico** (CCCP) y la **Empresa Colombiana de Petróleos** (ECOPETROL), bajo el Convenio Interinstitucional CCCP - ECOPETROL. La información analizada corresponde al período febrero a diciembre de 1997, con el fin de evaluar los niveles de hidrocarburos aromáticos en sedimentos de la Ensenada de Tumaco; los cuales presentaron baja variabilidad en tiempo y espacio. La información lograda constituye una herramienta básica en el momento de evaluar el estado de los niveles de este tipo de compuestos tóxicos provenientes del petróleo y sus derivados. Las fuentes de esta clase de sustancias en el área son diversas tales como: derrames que se han presentado en el Terminal convencional Multiboya de ECOPETROL; residuos de hidrocarburos provenientes de las aguas de sentinas de motonaves que son vertidas directamente al medio marino infringiendo las normas nacionales; aportes que llegan a través del río Mira, cuando se presentan rupturas del oleoducto transandino por acciones subversivas en puntos donde este producto puede alcanzar las aguas del río Güiza afluente del Mira, y últimamente las descargas que arriban a las playas desde el oleoducto transecuatoriano, por acción de la dinámica oceánica. Ningún valor de hidrocarburos aromáticos, superó el nivel de concentración crítica (3.2 ug/g), obtenida en estudios anteriores (promedio histórico), para el área del Pindo, el cual según el análisis efectuado por el CCCP durante 1996, fue considerado como uno de los lugares más contaminados por hidrocarburos a lo largo de la Costa Pacífica Colombiana.

Abstract

The present research was developed with support of the Colombian Navy, General Maritime Directorate, through CCCP (Centro Control Contaminación del Pacífico) and ECOPETROL (Colombian Petroleum Company), all of this with the interinstitutional agreement of CCCP - ECOPETROL. The analyzed information belong from February 1997 to December of the same year, with the aim objective to evaluate the total concentration aromatic hydrocarbons in marine sediment of Tumaco bay. This achieved information is a basic tool while of evaluate the stated of levels of all this kind toxic compounds which came from oil and its derivatives. Several sources of aromatic hydrocarbons have been recognized such as: Spillage from conventional multibuoy off shore Terminal at ECOPETROL; hydrocarbon residues are being dumped into the sea from the wash out of outboard motor transport within the Tumaco bay. Another source of hydrocarbon contamination is provided by the blown up of the transandino pipeline by subversive actions. The crude oil finds its way out to the sea using the waters of the Güiza and Mira rivers. Lately we have been receiving hydrocarbon contamination from the break up of the transandino pipeline, this oil spillages arrived to nearshore water of Tumaco by using ocean currents. From the results we conclude that there is any critical concentration having defined the value of 3.2 ug/g as a reference for sampling station which has been monitored for several years (Pindo Bridge Station). This sampling site has been regarded as the more polluted by hydrocarbons along the Colombian Pacific Coast.

1. INTRODUCCIÓN

La contaminación por hidrocarburos puede causar un serio impacto económico en las actividades costeras y afectar a las comunidades que explotan los recursos marinos; en la mayoría de los sucesos el daño es temporal. En un derrame la magnitud del daño ocasionado no siempre refleja la cantidad del hidrocarburo, ya que una pequeña cantidad de petróleo ocasionará un mayor impacto sobre una área de alta vulnerabilidad y sensibilidad que sobre una área de menor sensibilidad (acantilados).

Las poblaciones de plantas y animales en el mar están sujetas a fluctuaciones naturales considerables en número; por lo que la diversidad y estructura de edades de las especies nunca es constante. Por esto es difícil evaluar los efectos de un derrame de hidrocarburos y distinguir de aquellos que resultan de un desequilibrio natural.

En el medio acuático el destino y la persistencia de un hidrocarburo son parámetros importantes que se

relacionan con la exposición acuática potencial y su consecuente efecto tóxico. Los hidrocarburos de mayor persistencia en el medio acuático son los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), provenientes del petróleo, de la incineración de combustibles fósiles, combustiones incompletas, así como de otros procesos antropogénicos o naturales.

La naturaleza hidrofóbica de los HAP produce la asociación rápida hacia la materia particulada y su distribución hacia la capa superficial de los sedimentos o de los tejidos. Pese a la naturaleza hidrofóbica de los HAP, sus metabolitos poseen una mayor solubilidad en agua y son más reactivos.

Los HAP que tienden a fraccionarse en la materia orgánica, que resisten la degradación y que persisten en el medio acuático poseen un mayor potencial para afectar a la vida acuática que los compuestos alifáticos, por lo general de menor persistencia debido a su mayor volatilidad.

La presencia y el destino final de estas sustancias está

gobernado por múltiples y complejos procesos de índole química, física y microbiológica.

Una característica importante que influye fuertemente en la retención de este tipo de contaminantes es la conformación del suelo, el cual está compuesto de diversos materiales tanto orgánicos como inorgánicos. Los inorgánicos consisten fundamentalmente en granos minerales subdivididos de acuerdo con su tamaño en: arcillas, sedimentos, arenas y gravas. Los suelos que contienen cantidades apreciables de materia orgánica, consistente básicamente de materiales de vegetales descompuestos o humus, se caracterizan por ser un medio excelente de retención de cualquier clase de contaminante.

2. ÁREA DE ESTUDIO

La Ensenada de Tumaco, localizada en el extremo suroccidental de Colombia, delimitada por latitudes $1^{\circ}45'00''$ y $2^{\circ}00'00''$ N y longitudes $78^{\circ}30'00''$ y $78^{\circ}45'00''$ W; con un área aproximada de 350 Km²; régimen mareal semidiurno con amplitud máxima de 4m y profundidades entre los 2 y 30m (Peña, 1995).

Las diez estaciones monitoreadas se caracterizan por estar ubicadas en puntos que no reciben influencia directa debida a descargas o vertimientos de origen antrópico, Ver figura 1; la característica determinante que las diferencia en el grado de adsorción o retención de este tipo de contaminantes es la constitución de sus sedimentos.

Tumaco es uno de los Municipios más importantes de la Costa Pacífica Colombiana, presenta una hu-

medad relativa promedia anual del 86 % y una temperatura ambiente media que oscila entre 25.5 y 26.0 %: (Datos Estación Meteorológica 1991-1997 CCCP).

3. METODOLOGÍA

Para la determinación de hidrocarburos aromáticos totales (HAT) en sedimentos se tomaron como referencia los Manuales y Guías No. 11 de la COI ("Determinación de los Hidrocarburos Petrogénicos en los Sedimentos". UNESCO 1982), basados en: Digestión Alcalina, Extracciones sucesivas con n-Hexano, Fraccionamientos en columnas de Alúmina y posterior Análisis a través de un *Espectrofluorómetro Shimadzu RF 5000*; Manejo y Análisis recopilados por UNESCO/COI/PNUMA, 1984; Informe del Curso Regional de Técnicas Analíticas para la Determinación de Hidrocarburos del Petróleo en Organismos y Sedimentos Marinos en el Pacífico Sudeste, Valparaiso-Chile (Bruhn et al, 1987).

En cada set de diez muestras analizadas se seleccionó una muestra al azar para ser tratada por triplicado tanto sola como con 1 ml de solución (100 ug/ml) de criseno, como estándar interno; lo cual permitió determinar el porcentaje de recuperación y la variación de los resultados en su determinación.

4. RESULTADOS

En Colombia no existen criterios sobre niveles permisibles o valores umbrales de hidrocarburos en sedimentos o referencias de concentraciones que puedan causar efectos tóxicos a la vida marina. Sin embargo con base en la información obtenida por el CCCP* en algunas estaciones (**Isla Del Gallo, Trujillo y Puente El Pindó**) de la Ensenada de Tumaco, las cuales fueron sistemáticamente monitoreadas entre 1986 y 1992 y algunas referencias internacionales, se tienen los siguientes criterios fundamentales para el análisis de los resultados obtenidos en el presente estudio:

- Se ha calificado concentraciones normales para el área aquellas que se encuentren por debajo y/o próximas al promedio (0.72 ug/g) obtenido de los valores de Isla del Gallo (0.60 ug/g) y Trujillo

* Calero Luis y Casanova Robinson. Diagnóstico de La contaminación Marina en la Ensenada de Tumaco. 1996

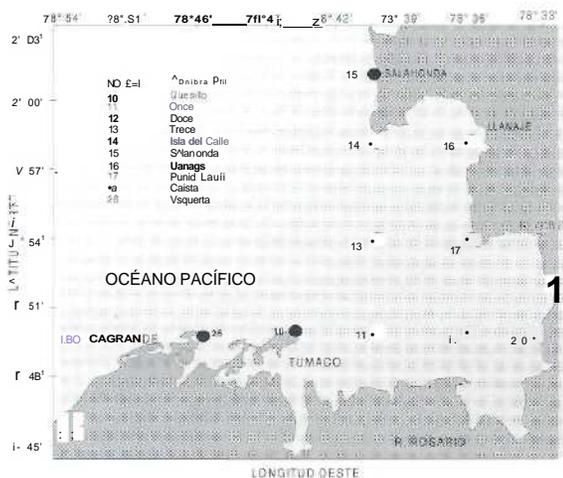


Figura No.1

(0.84 ug/g); que aparentemente no reciben influencia directa por alguna actividad antrópica.

- Concentraciones "altas" aquellas que sean iguales ó superen el valor de 3.12 ug/g, promedio obtenido para la estación Puente El Pindó, lugar considerado como uno de los más contaminados a lo largo de la Costa Pacífica Colombiana ; además es cercano a 3.9 ug/g definido como "concentración alta" para sedimentos por el **Program National Status and Trends (NS&T)** de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 1990), donde se involucran 18 compuestos aromáticos tóxicos para la mayoría de las especies.

Las concentraciones encontradas para los HAT en el área de estudio se clasifican dentro de los rangos obtenidos en años anteriores, a través de los diferentes estudios realizados por el CCCP ; observándose que existe una ligera tendencia de aumento espacial de concentraciones hacia las estaciones de mayor influencia de aguas continentales de ríos que arrastran una gran cantidad de material vegetal, el cual llega al medio marino y se convierte en un excelente retenedor de contaminantes.

Los niveles detectados oscilaron entre 0.01 y 2.07 ug/g, con base en peso seco (ver tabla No. 1) ; los cuales no superaron los 3.12 ug/g, correspondiente a la estación **Puente El Pindó**, lugar que se ha catalogado con contaminación crítica, debido a que se

han encontrado concentraciones de HAT que han superado varias decenas de veces a las concentraciones encontradas en otras estaciones del área.

La estación 20 (Caleta) presentó tanto el valor (2.072 ug/g) como el promedio (0.816 ug/g) más alto, durante el período de estudio, por efecto del aporte de materia orgánica (M.O) de origen vegetal, principalmente, de varios ríos que desembocan en puntos adyacentes. Esta M.O se convierte en un absorbente de contaminantes que se encuentren suspendidos, disueltos y/o particulados en las masas de agua, que bañan ésta área durante el período de flujo y reflujo marea.

Con respecto a los promedios estacionales, pertenecientes a los diez muestreos realizados, se encontró que el promedio más bajo lo presentó la estación No.10 con 0.099 ug/g y el valor más alto la estación No. 20 con 0.816 ug/g.

Espacialmente, a través del área de estudio se observó una tendencia de aumento a medida que los puntos de muestreo se desplazan hacia el sector Este de la Ensenada (Figura 2), influenciado fuertemente por las desembocaduras de varios ríos.

Por otra parte, si se compara los promedios de los diferentes muestreos para el área, se tiene que el valor más alto alcanzado fue para mayo con 0.45 ug/g y el valor más bajo para el muestreo de noviembre con 0.19 ug/g(tabla1).

Tabla 1 CONCENTRACIÓN DE HIDROCARBUROS AROMÁTICOS TOTALES (ug/g) -1997

No. EST	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC	PROM.	VARZ.
10	0.069	0.069	0.083	0.070	0.056	0.037	0.520	0.056	0.055	0.030	0.039	0.099	0.0198
11	0.858	0.151	0.087	1.208	0.098	0.355	0.257	0.092	0.086	0.042	0.067	0.300	0.1459
12	0.434	0.180	0.314	1.196	0.394	0.281	0.072	0.124	0.037	0.052	0.024	0.283	0.1132
13	0.313	0.350	0.270	0.044	0.174	0.422	0.140	0.587	0.383	0.441	0.040	0.288	0.0300
14	0.224	0.212	0.406	0.149	0.237	0.264	0.068	0.284	0.177	0.010	0.083	0.192	0.0125
15	0.099	0.092	0.203	0.128	0.082	0.164	0.060	0.143	0.162	0.156	0.395	0.153	0.0082
16	0.306	0.377	0.474	0.120	0.717	0.104	0.244	1.393	0.583	0.302	0.188	0.437	0.1365
17	0.430	0.906	0.473	0.107	0.440	0.145	0.112	0.255	0.400	0.050	0.130	0.314	0.0631
20	0.648	0.667	0.770	0.987	0.170	2.072	0.743	0.922	0.279	0.703	1.013	0.816	0.2433
26	0.140	0.273	0.862	0.489	0.014	0.131	0.763	0.027	0.033	0.125	0.133	0.272	0.0898
PROM	0.352	0.328	0.394	0.450	0.238	0.398	0.298	0.388	0.220	0.191	0.211		
VARZ.	0.0628	0.0716	0.0692	0.2390	0.0478	0.3603	0.0764	0.2025	0.0348	0.0514	0.0913		

La Variabilidad para los niveles de HAT fue baja tanto en el espacio (rango 0.0348 y 0.3603), como en el tiempo (rango 0.0082 - 0.2433), ver tabla 1. Manifestando en el espacio un mayor rango como consecuencia de las características físicas de los sedimentos de cada estación. La baja variabilidad en el tiempo implica que existe una entrada constante de residuos de hidrocarburos al medio marino.

Finalmente, se garantiza contabilidad, a los interesados en el campo de la contaminación por hidrocarburos con base a que los valores obtenidos se consideraran como niveles normales, puesto que ninguno superó el criterio establecido como concentración alta.

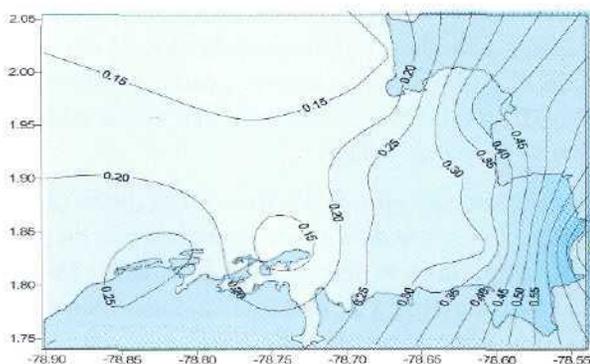


Figura 2. Comportamiento Espacial de los Hat en la Ensenada de Tumaco

5. CONCLUSIONES

Las concentraciones de hidrocarburos obtenidas en sedimentos se califican normales (de acuerdo comportamiento histórico de la Ensenada), con valores que oscilaron alrededor de 0.72 ug/g. (éste valor es un indicador de un sitio no contaminado.)

Ninguna concentración de hidrocarburos superó los 3.2 ug/g, obtenido en estudios anteriores (promedio histórico), para el área del Pindó, el cual según el análisis efectuado por el CCCP durante 1996, fue considerado como uno de los lugares más contaminados por hidrocarburos a lo largo de la Costa Pacífica Colombiana.

Las mayores concentraciones de hidrocarburos se encontraron en los sedimentos provenientes de la estación 20 (sector la Caleta).

Los niveles más bajos de HAT se encontraron en las estaciones 10, 15 y 17 ubicadas en: playa el Morro, playa de Salahonda y Punta Laura.

Las varianzas de las concentraciones de hidrocarburos en sedimentos para el área de estudio fueron bajas tanto en tiempo como en el espacio.

Bibliografía

BRUHN, C, DUKE, V, LECAROS, O.,MARRUGO, A. SONNERHOLZNER, S. *Informe Curso regional CPPS/PNUMA/COI, Técnicas Analíticas para la Determinación de Hidrocarburos de Petróleo en Organismos y Sedimentos Marinos en el Pacífico Sudeste*, 1987. R23.

CALERO, L Y CASANÜVA R. *Diagnóstico de la contaminación marina en la Ensenada de Tumaco*, CCCP, Tumaco - Nariño, 1996. R11

NOAA. *A Special 20th Anniversary Report, Coastal Environmental Quality in the United States, Chemical Contamination in Sediment and Tissues*, 1990, p 6

PEÑA GÓMEZ, J. j. *Un modelo de caja aplicado al transporte de partículas y tiempo de residencia de las aguas del sector El Pindó (Ensenada de Tumaco)*, Boletín Científico CCCP N° 5, 1995

UNESCO. *Manual y Guía No. 11 de la COL Determinación de los Hidrocarburos Petrogénicos en Sedimentos*, 1982

UNESCO/COI/PNUMA. *Manuales de Métodos de Muestreo, Manejo y Análisis de Hidrocarburos del Petróleo en Sedimentos*, 1984

