

Estudio Sobre la Contaminación por Aceites Pesados en la Costa Noroccidental de Baja California

CIENCIAS MARINAS Vol.1, No. 2, 1974.

POR:

OCEAN. ROBERTO PEREZ HIGUERA

Y

OCEAN. SAUL ALVAREZ BORREGO Ph.D.

Unidad de Ciencias Marinas

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

Ensenada, Baja California

RESUMEN

Se estudió la contaminación por aceites pesados en la costa noroccidental de Baja California, con interés especial en las playas de Rosarito, B. C. Se realizaron observaciones y muestreos periódicos en el lapso de Junio a Octubre de 1973. Se tomaron muestras en las playas, de superficie y con nucleador hasta un metro de profundidad, con el fin de cuantificar el contaminante. Los resultados obtenidos señalan una mayor concentración en la zona donde se efectúan las operaciones de descarga de combustible de PEMEX. El aporte de contaminante disminuyó gradualmente durante el período de estudio, siendo notablemente baja su presencia comparada con la de principios de 1972.

ABSTRACT.

We studied the heavy oil contamination in the northwest coast of Baja California, with special interest on the beaches of Rosarito, B. C. Periodic sampling and observations were carried on during the period June-October 1973. Surface samples and one meter deep cores were taken in the beaches for quantitative determinations of the pollutant. The results obtained indicate a greater concentration in the area where PEMEX unloads his fuels. The input of the pollutant decreased gradually during the period of study, and its presence is very low compared to that of the beginning of 1972.

RECONOCIMIENTOS

El presente estudio corresponde a la segunda etapa de un trabajo realizado bajo contrato para la Oficina de Protección Ambiental de Petróleos Mexicanos. Agradecemos al Ing. Miguel Angel

García Lara su disposición favorable para que se publicara. Agradecemos la colaboración de los compañeros Ocean. Katsuo Antonio Nishikawa Kinomura, Ocean. Román Lizárraga Arciniega, Ocean. Homero Rafael Cabrera Muro, Sergio Mora Alba, Raúl Céliz Ceseña y Víctor M. García Tirado, en el diseño del estudio y el trabajo de campo.

INTRODUCCION

Durante los últimos años se ha podido observar la presencia de combustóleo en algunas playas de la franja litoral comprendida desde la frontera con Estados Unidos de América hasta el puerto de Ensenada, B. C. (Salas Flores, Nishikawa Kinomura, Cabrera Muro y Alvarez Borrego, 1974). En Enero de 1972, la zona de mayor contaminación comprendía 62 Kms. de costa, localizados desde la frontera México-E. U. A., hasta Punta Salsipuedes. Actualmente la zona más contaminada se ha reducido aproximadamente a 8 Kms. de costa, limitada al norte por San Antonio Shores y al sur por Arroyo Rosarito. La localización de los tanques de almacenamiento de PEMEX en esta zona ha creado discusiones en cuanto al origen del contaminante sobre las playas de Rosarito, B. C. Por ello, La Oficina de Población Ambiental de Petróleos Mexicanos, ha encomendado a la Unidad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California, el estudio de la distribución y arribo de combustóleo en la zona de Rosarito, B. C. El actual reporte comprende la presentación y discusión de los resultados de la segunda etapa de dicho estudio.

OBJETIVOS

Los objetivos que se siguen en esta etapa son:

- a) Determinar el comportamiento de aceites pesados en las playas cuando se presenta en ellas la etapa de depositación (verano).
- b) Observar el fondo marino adyacente a las instalaciones de PEMEX, con el fin de conocer si existe una fuente de aporte constante del contaminante sobre la zona de estudio.
- e) Determinar cuándo serán más oportunas las operaciones de limpieza sobre la playa.

DESCRIPCION DEL AREA

El área de estudio está caracterizada por una costa baja arenosa, con una extensión aproximada de 8 Kms. Al norte se encuentra limitada por San Antonio Shores y al Sur por el Arroyo Rosarito (Fig. 1). En las estaciones AC-1 y AC-2 la playa es amplia, limitada en su parte posterior por cantiles bajos de rocas sedimentarias, mientras que en las estaciones restantes no existe un punto de diferenciación fisiográfica, sino únicamente un cambio en la composición del material. En las cercanías de la estación AC-3 se encuentra localizado un espigón en forma de "L" cuyo extremo hacia el mar se halla orientado hacia el sur. Al sur de este espigón están otras estructuras pero no bien definidas en cuanto a su forma.

Hacia el noroeste y a una distancia aproximada de 2 Kms. se encuentra el extremo de la tubería por donde los barcos descargan el combustible. Dicha tubería es perpendicular a la costa y conduce a los tanques de almacenamiento en tierra.

TRABAJO DE CAMPO

Como trabajo inicial, el 3 de Junio de 1973, se hizo una inspección de la zona costera, limitada al norte por la frontera con los Estados Unidos y al sur por La Misión, B. C. La única zona que se encontró afectada por combustóleo, fue la comprendida entre San Antonio Shores (norte) y Punta Descanso (sur), con una extensión aproximada de 8 Kms. (Fig. 1). Esta observación concuerda con los resultados obtenidos en la primera etapa del estudio de contaminación por aceites pesados en la costa noroccidental de Baja California (PEMEX-UABC, OQC-7203).

En la zona más afectada que corresponde de San Antonio Shores al límite sur del poblado de Rosarito, B. C., se localizaron 6 estaciones de muestreo, con el fin de conocer la distribución y el arribo de combustóleo a la zona. Se tomó como

base la estación número AC-3, situada frente a la planta de PEMEX; colocándose dos estaciones (AC-1 y AC-2) al norte, separadas por una distancia de 2 Kms. Las tres estaciones restantes se situaron al sur de la planta PEMEX, separadas cada una de ellas por una distancia aproximada de 1.5 Kms. (Fig. 1). En cada una de las estaciones se efectuaron mediciones de las variaciones del perfil de la playa y se tomaron muestras de sedimentos con nuclearador en la anteplaya, de la superficie a un metro de profundidad, con el fin de determinar la presencia de aceites pesados

bajo la superficie de la arena. Además, en el primer muestreo se colectaron mezclas de arena y combustóleo en la anteplaya y postplaya (Fig. 2) en una área de .5mx.5m m. a una profundidad no mayor de 1 cm con el fin de cuantificar el aceite pesado. En todos los muestreos posteriores se colectó el combustóleo que se encontró sobre la superficie de la anteplaya a partir de la línea de baja marea en un área mínima de 20 m x 20 m, para obtener un muestreo más significativo.

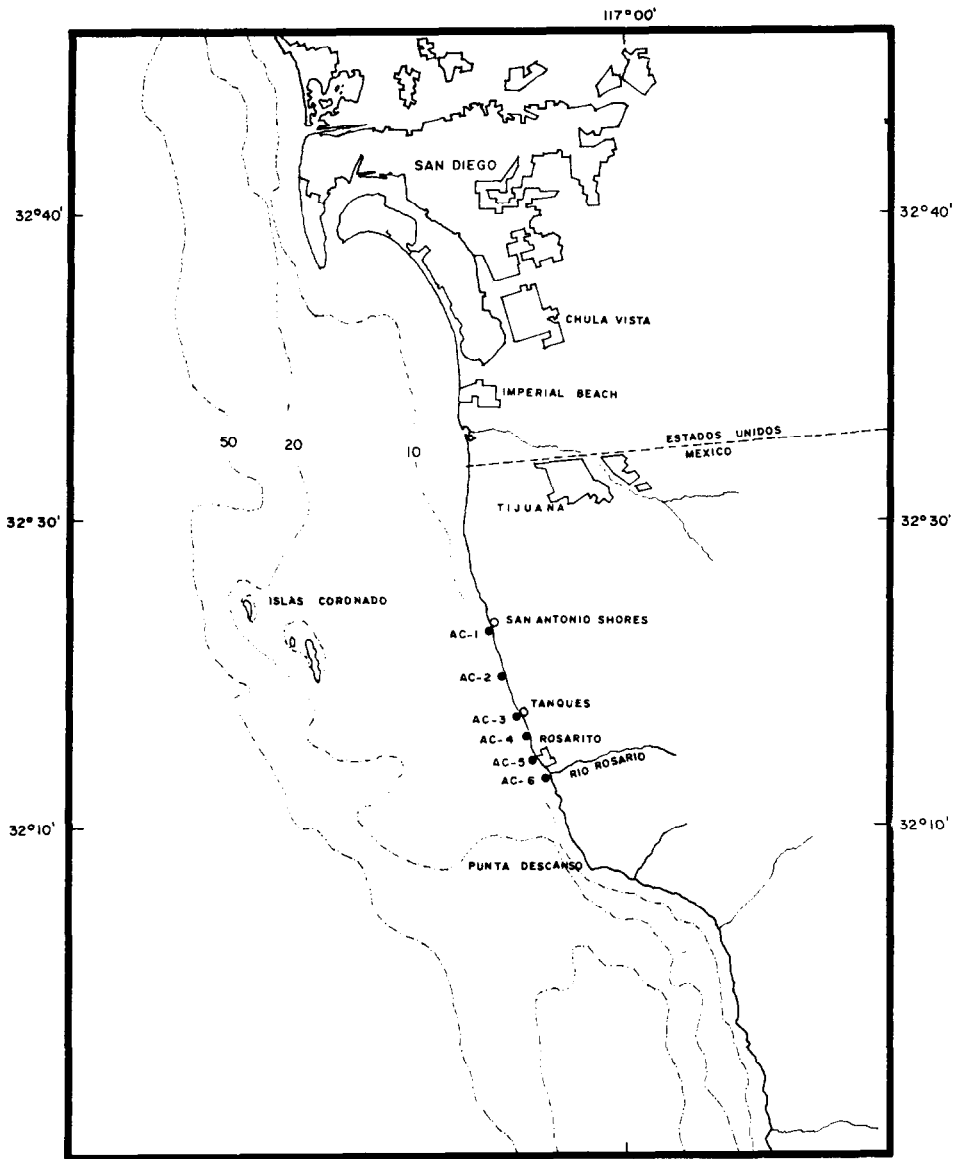


FIG. 1 LOCALIZACION DE ESTACIONES

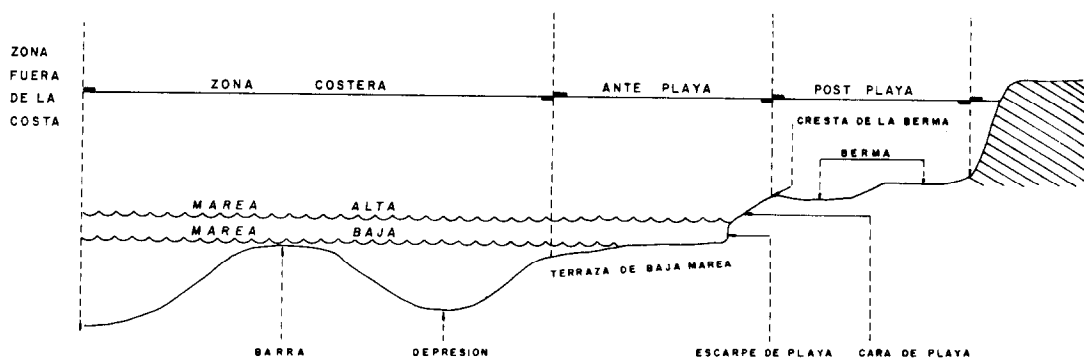


FIG. 2. TERMINOLOGIA DE PLAYA

La determinación de los perfiles de playa en cada una de las estaciones se llevó a cabo dos veces por mes aunque en algunas ocasiones las mediciones se realizaron a intervalos mayores debido a que las condiciones de mareas así lo requirieron. Cada medición se llevó a efecto durante las más bajas mareas del mes, aprovechándose así la mayor superficie expuesta. El método topográfico que se empleó para la determinación de las secciones transversales fué el de nivelación topográfica simple de perfil, cuyo empleo fué el más adecuado por la rapidez con que se lleva a cabo.

Se llevaron a cabo dos inspecciones por buceo autónomo, del oleoducto submarino de PEMEX en Rosarito, B. C. La primera se realizó el 31 de Julio de 1973 y la segunda el 16 de Noviembre del mismo año.

La limpieza de las muestras, separación de arena e impurezas del combustoleo, se efectuó de acuerdo al procedimiento descrito por Salas Flores y colaboradores (1974).

POSIBLES FUENTES LOCALES DE ACEITE PESADO COMO CONTAMINANTE

Como parte de las posibles fuentes locales se pueden considerar primordialmente las maniobras de descarga de los buques a tierra; y las purgas de agua de los tanques de almacenamiento en tierra.

La descarga de combustoleo de un barco-tanque a la planta de almacenamiento

de PEMEX en Rosarito, se efectúa por medio de oleoductos submarinos. La tubería tiene una extensión de 1,600 m con un diámetro de 20 pulgadas y una capacidad de almacenamiento de 2,500 barriles (1 barril=159 litros). En su mayoría está construída con acero, sin embargo en el extremo que se conecta al barco tanque hay una extensión de 5 tramos de 30 pies (150 pies) de tubería de hule que tiene la flexibilidad necesaria para las operaciones de descarga. En ambos extremos de la tubería hay válvulas de seguridad, las cuales son cerradas en cuanto termina la operación de descarga. El bombeo de combustoleo del buque a la planta PEMEX se hace con una temperatura máxima de 60°C y a una presión de 7Kg/cm² con un flujo que varía de 3,000 a 5,000 barriles por hora; efectuándose por lo regular de 2 a 3 descargas por mes que varía de 20,000 a 120,000 barriles por cada embarcación. La cantidad de combustoleo descargada se verifica varias veces durante el proceso; en caso de no concordar la presión y el flujo que se registran en el barco con el registro en la planta, se ordena la suspensión del bombeo. A manera de seguridad cada dos meses el personal de PEMEX inspecciona la tubería por buceo, además de someterse a una prueba de presión de 10 Kg/cm² que se mantiene durante 24 horas, mientras las lecturas son registradas en un barógrafo.

En ocasiones el combustible almacenado en la planta de PEMEX se encuentra mezclado con agua y para su limpieza, se purgan los tanques mandando una mezcla

de agua y combustible a los drenes, los que se comunican a una trampa donde se separan por diferencia de densidad; aprovechando de nuevo el combustible y mandándose el agua a una pequeña represa construida a la orilla del mar. Esta represa se construyó para contener el "agua" resultante de las purgas, debido a que la trampa no funcionaba adecuadamente y una parte considerable de combustóleo era enviada hacia el mar. El combustóleo que se acumulaba en la represa era utilizado para realizar prácticas contra incendio.

La represa fué destruida a fines de Septiembre de 1973.

RESULTADOS.

Durante el muestreo de combustóleo sobre la superficie de la playa, realizado en el período de Junio a Octubre, se encontró que para la estación AC-1 el máximo valor fué de 74.8 mg/m² y corres-

ponde al 31 de Julio, el mínimo se presentó en el 27 de Septiembre y fué de 1.57 mg/m². En la estación AC-2 el máximo fué de 355.2 mg/m² correspondiente al 21 de Julio, el mínimo se presentó en el 27 de Octubre con 4.15 mg/m². El valor máximo para la estación AC-3 fué de 828 mg/m² el día 27 de Octubre, el mínimo fué de 5.34 mg/m² el 16 de Agosto. En la estación AC-4 el máximo valor fué 177.2 mg/m², presentado el 27 de Septiembre, el mínimo se registró el 31 de Agosto y fué de 5.35 mg/m². El 29 de Agosto se presentó el valor máximo de 246.9 mg/m². Para la estación AC-5 y el mínimo de 11.5 mg/m² el 27 de Septiembre. La estación AC-6 presentó su máximo el 23 de Junio con 74.7 mg/m² y el mínimo el 12 de Octubre con 3.2 mg/m². (Tabla 1, Figs. 1 y 3).

FECHA	mg/m ² AC-1	mg/m ² AC-2	mg/m ² AC-3	mg/m ² AC-4	mg/m ² AC-5	mg/m ² AC-6
11 Junio			41.05			
23 Junio	1.571		19.28			74.72
10 Julio		56.47	317.33	9.77		
21-23 Julio	10.25	355.20	320.38	58.62	50.27	57.35
1 Agosto	74.87	106.40	7.33	5.355	20.52	3.70
16 Agosto		23.58	5.34	27.40	40.70	
29-30 Agto.	51.25	244.50	45.9	9.85	246.97	5.92
27 Sept.	2.25	11.05	10.9	177.27	11.55	
12 Oct.		36.3	218.1	15.9	32.87	3.2
27 Oct.		4.15	828.0	158.22	21.25	
\bar{x}	28.04	104.76	181.36	57.80	60.59	28.97

TABLA. 1. - Concentración de combustóleo en mg/m² sobre la Playa de Rosarito, B.C.

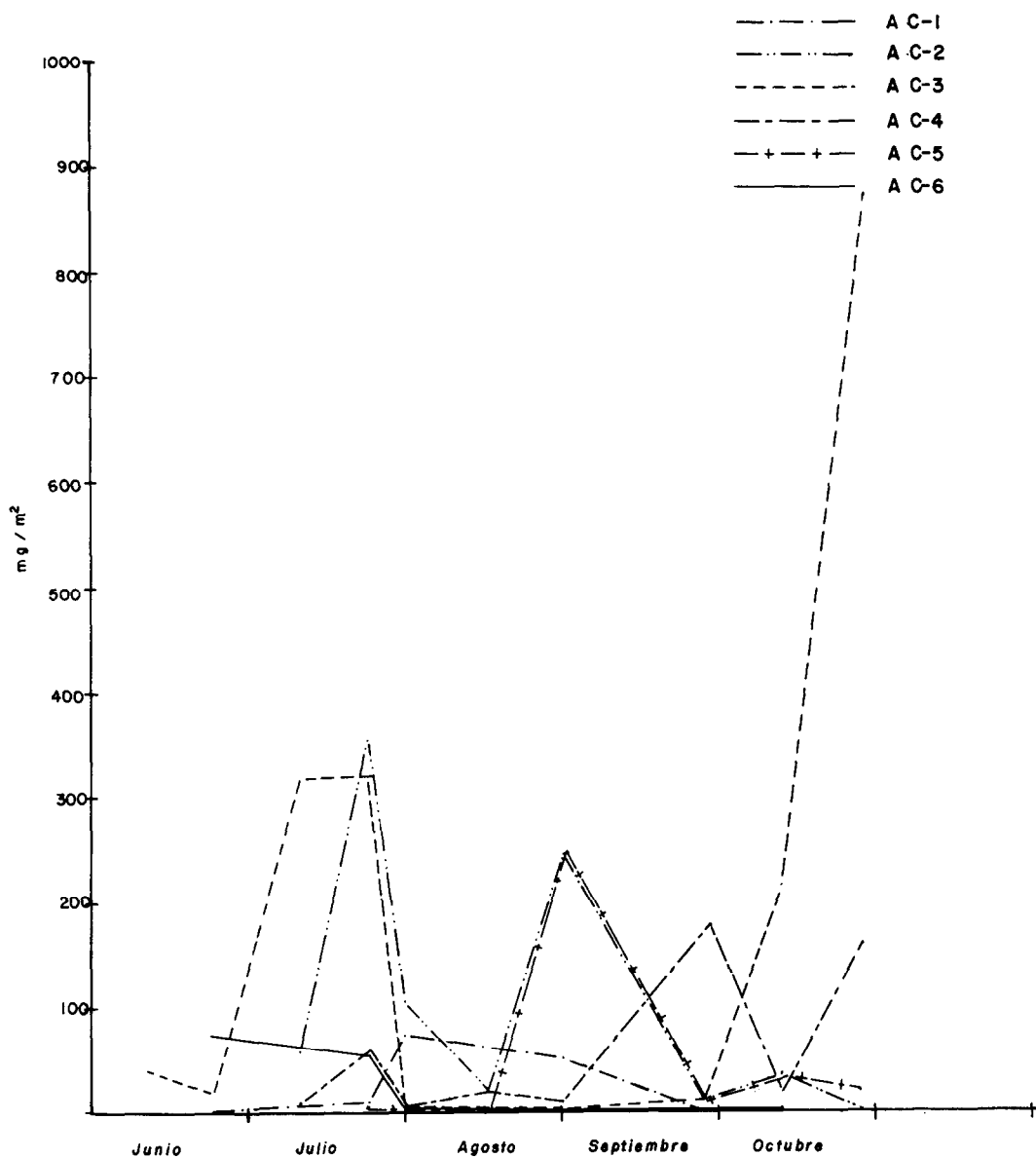


FIG. 3.- DISTRIBUCION MENSUAL DE COMBUSTOLEO EN mg/m^2 DE JUNIO A OCTUBRE DE 1973

Los valores promedios de combustoleo a lo largo del período de estudio se muestran en la Fig. 4. El valor máximo corresponde a la estación AC-3 (Fig. 1) y fué de $181.3 \text{ mg}/\text{m}^2$, mientras que el valor mínimo correspondió a la estación

AC-1 y fué de $28.0 \text{ mg}/\text{m}^2$. (Tabla 1).

El análisis de las muestras tomadas bajo la superficie de la playa, con nucleador, no indicó la presencia de combustoleo.

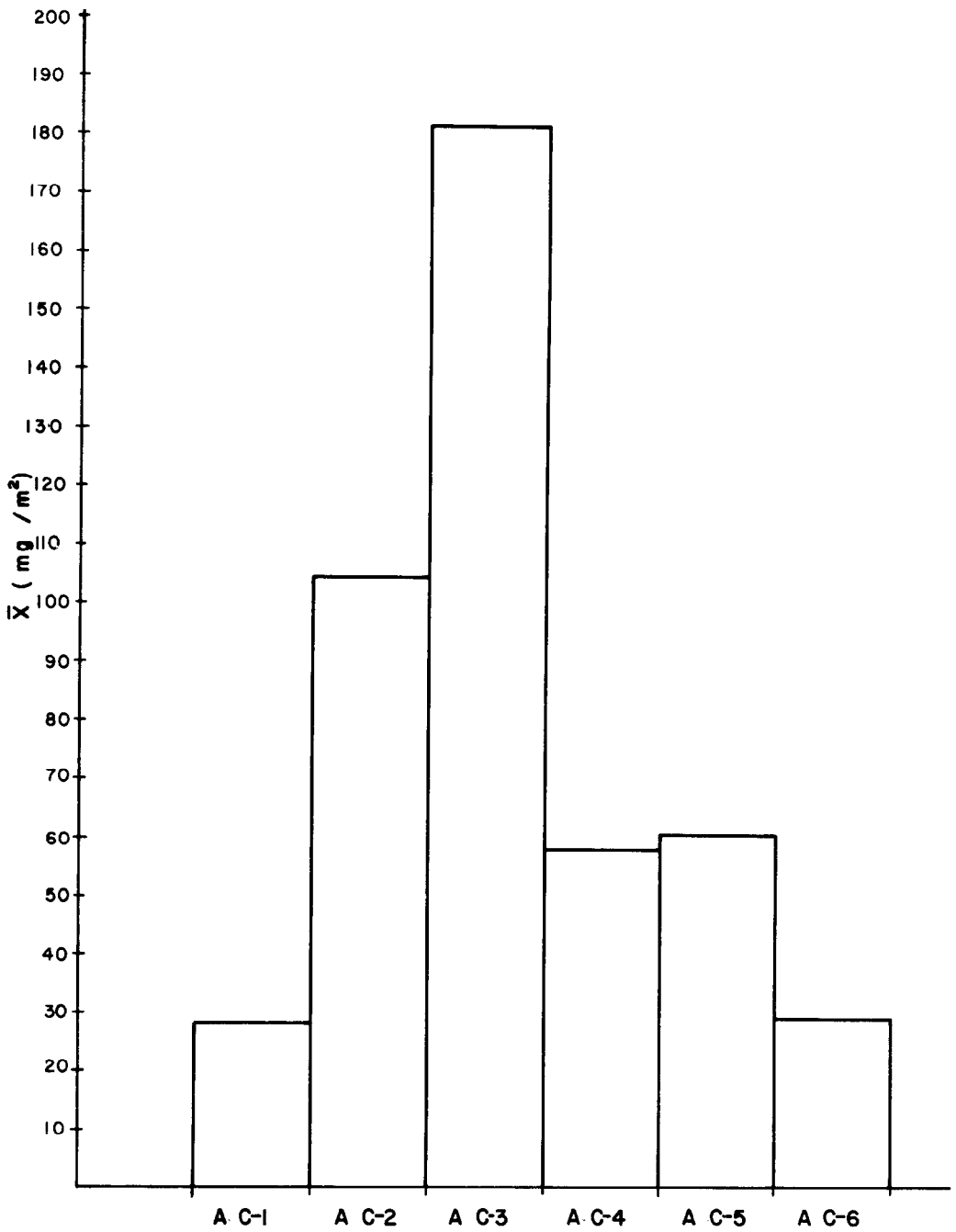


FIG. 4 - DISTRIBUCION PROMEDIO DE COMBUSTOLEO

Durante la inspección del oleoducto submarino de PEMEX en Rosarito, B. C., efectuada el 31 de Julio de 1973, como parte de este trabajo, se encontró sólo una porción de tubería de caucho al descubrirlo, de una longitud de 40 m.

La tubería de metal estaba cubierta por el sedimento casi en su totalidad. Se siguió el rumbo del oleoducto por medio de brújula, encontrándose sólo un pequeño tramo de 1 m de longitud al descubrirlo. El fondo donde está localizada

la válvula de conexión con el buque tanque, estaba relativamente limpio, ya que se encontraron únicamente pequeños grumos de combustoleo de 1 milímetro de diámetro. Sin embargo, a 700 m de la línea de costa y una profundidad de 12 m la distribución del combustoleo se vuelve más densa, encontrándose gran cantidad de gotas de combustoleo de aproximadamente 1 centímetro de diámetro sobre el sedimento (Fig. 5).

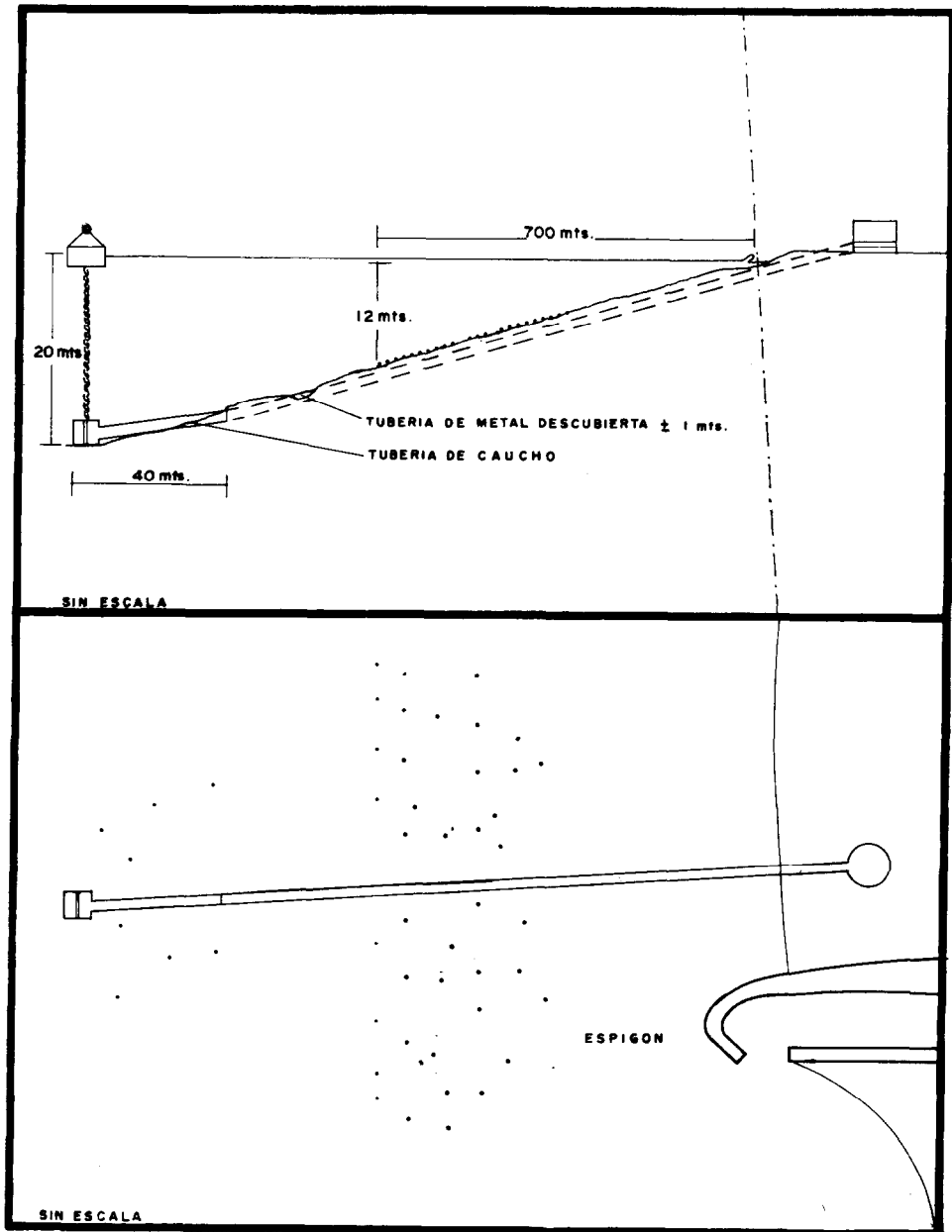


FIG. 5 Esquema mostrando la distribución aproximada de combustoleo sobre el lecho marino, y observaciones obtenidas en la inspección por buceo.

Durante la inspección del 16 de Noviembre de 1973, se encontraron tres manchas de combustoleo de aproximadamente tres metros de diámetro por 15 centímetros de espesor, localizadas aproximadamente a 15 metros de la válvula de conexión del oleoducto con el buque.

DISCUSIONES

La distribución de aceite pesado en playas y zonas rocosas, está sujeta a la circulación costera del área. Son de especial interés las corrientes a lo largo de la costa y las corrientes de retorno. Las primeras se originan al formar el oleaje un ángulo de incidencia con la línea de costa y se desarrolla entre área éste y la zona de rompientes (Reid, 1960).

Las corrientes de retorno son causadas por el transporte neto de las olas que causan acumulaciones de agua dentro de la zona de rompientes; cuando el nivel está lo suficientemente aumentado, el agua tiende a moverse paralela a la costa formando los canales alimentadores de las corrientes de retorno que pueden, bajo ciertas condiciones, escapar fuera de la costa en forma de una corriente concentrada de sólo 10 a 30 m de ancho. En esta parte (llamado cuello), el flujo puede alcanzar de 90 a 140 cm/seg. Después de la rompiente, la corriente se esparce en una amplia cabecera y su velocidad disminuye considerablemente, debido a lo cual el material acarreado por ella se desposita o es reincorporado a la circulación general del área (Komar, 1971).

Frente a la zona de Rosarito, B. C. la dirección de las olas es del noroeste, de acuerdo con el patrón de vientos dominantes en la misma dirección y el transporte resultante del material es hacia el sur; consecuentemente el arribo de combustoleo a la playa tenderá a desplazarse en esta dirección. Los procesos de erosión y transporte por acción de las olas y corrientes costeras son más evidentes durante los meses de invierno que en la estación

de verano. Aún cuando el transporte neto es hacia el sur, la dirección de la corriente varía según la incidencia del oleaje, presentándose en varias ocasiones en dirección norte. Durante el período de estudio se observaron varias corrientes de retorno a lo largo de toda la playa de Rosarito, sin embargo sólo se presentó como estacionaria la localizada frente al espigón de la termoeléctrica.

Los resultados obtenidos en esta segunda etapa del estudio, comparados con los de la primera (PEMEX-UABC, OQC 7203) muestran muy claramente que el problema de contaminación de las playas de Rosarito, B. C., ha disminuido considerablemente.

En la Fig. 3, si no se toma en consideración el punto del 27 de Octubre para la estación AC-3, se nota que una regresión lineal simple daría como resultado una pendiente negativa. Es decir, la concentración de combustoleo en las playas durante el período de esta segunda etapa del estudio, en general ha disminuído en función del tiempo.

Sin embargo, los resultados de las inspecciones por buceo indican que se producen derrames relativamente pequeños en algunas maniobras de descarga, ya que el 16 de Noviembre se encontraron manchas de aceite cercanas a la válvula de conexión al buque tanque que no se encontraron el 31 de Julio. Este mismo derrame fué quizá la causa del aumento de combustoleo en la estación AC-3, registrado el 27 de Octubre.

Si ésto fué así, el derrame se causó durante la maniobra de bombeo llevada a cabo el 26 de Octubre, desde el barco DIMITRIUS (Tabla 2), según información proporcionada por las Oficinas de PEMEX en Rosarito, sobre la relación de descargas de buques del 1 de Junio al 26 de Octubre de 1973. El combustoleo encontrado en la playa el 27 de Octubre era de aspecto muy reciente.

UNIDAD DE CIENCIAS MARINAS.

EMBARCACION	FECHA	CANTIDAD (barriles)
PINE	1 Junio 1973	22692
M. OCAMPO	23 Junio 1973	82800
PLAN DE GUADALUPE	26 Junio 1973	129615
M. OCAMPO	22 Julio 1973	73509
M. OCAMPO	25 Julio 1973	122789
M. OCAMPO	31 Julio 1973	124502
PLAN DE GUADALUPE	10 Agosto 1973	33487
M. OCAMPO	25 Agosto 1973	83459
PLAN DE GUADALUPE	14 Septiembre 1973	105420
?	2 Octubre 1973	61386
PLAN DE GUADALUPE	5 Octubre 1973	90780
PLAN DE GUADALUPE	9 Octubre 1973	95000
DIMITRIUS	26 Octubre 1973	103397

TABLA 2.- Cantidad de combustoleo desembarcado a través del oleoducto hacia los tanques de almacenamiento de PEMEX en Rosarito, - B.C. Méx.

Antes de que se construyera la represa que contenía el "agua" producto de las purgas de los tanques de almacenamiento en tierra, el combustoleo que acompañaba esta agua pudo haber sido un aporte considerable de contaminación para las playas. Este aporte terminó al construirse la represa. Después de ser destruída la represa, debido a un supuesto mejor funcionamiento de la trampa, no se ha notado por inspección visual un aumento significativo de combustoleo en la playa. Se realizó una última inspección visual en la playa frente a las instalaciones de PEMEX en Rosarito el día 9 de Enero de 1974 para corroborar lo anterior.

Debido a que, como se menciona anteriormente, se encontraron algunas manchas de combustoleo en ciertas partes del oleoducto mediante inspección por buceo, se consideró la posibilidad de que existieran fugas en el mismo. El personal de

PEMEX en Rosarito efectúa pruebas periódicas mediante la aplicación de alta presión por 24 horas y nos han reportado que no se han detectado fugas en la tubería. Para corroborar la no existencia de fugas realizamos una prueba independiente que consistió en lo siguiente: si existiera una fuga de combustoleo, la salida del mismo, cuando no se está realizando el bombeo, dejaría un espacio en el interior del oleoducto que sería ocupado por agua de mar; al realizar el bombeo esta agua de mar entraría en los tanques de almacenamiento en tierra y sería purgada al realizar la limpieza de los mismos. Si esto fuera así, el agua resultante de la purga debería tener una salinidad relativamente elevada (significativamente mayor que la del agua dulce). Se tomaron muestras del agua resultante de las purgas y se determinó la salinidad con un conductímetro Bekman-Kahlsico, modelo 118 WA200.

resultando valores muy bajos, por lo cual se reafirma la conclusión en el sentido de que no existen fugas detectables en el oleoducto

La posibilidad de que los vientos y corrientes dominantes estén transportando desde fuentes lejanas aceites pesados hacia las costas de Baja California no puede ser descartada; sin embargo, con los datos obtenidos en el presente trabajo, este aporte no puede considerarse como significativo en nuestra zona de interés. Se realizaron observaciones sobre la presencia de aceites pesados en la playa, desde la frontera México-E.U.A., hasta La Misión, B. C., y se notó claramente que las mayores concentraciones se encuentran en la parte cercana a las instalaciones de PEMEX, disminuyendo hacia el norte y hacia el sur, con cantidades casi inapreciables en playas de Tijuana. Si el aporte de combustoleo originado en algunos lugares de California fuera significativo, deberían notarse cantidades apreciables del mismo a lo largo de toda la zona entre Rosarito y la frontera.

Los resultados de los muestreos con nucleador indican que el combustoleo tiende a permanecer en la superficie, aún cuando el proceso de depositación esté actuando sobre la playa. De lo anterior se deduce que en el período en que se realice la erosión de la playa no se producirá un aumento de la cantidad de combustoleo presente sobre la superficie de la misma.

Sin embargo, en la postplaya (Fig. 2), frente a los tanques de almacenamiento, se encontró aceite desde la superficie hasta una profundidad de 1.75 m. Esto posiblemente se explique por algún derrame ocurrido anteriormente en este lugar. Observando los escarpes de playa producidos por la acción del oleaje, se encontró que el combustoleo estaba cubierto por el sedimento únicamente cuando éste se hallaba adherido a objetos tales como: rocas, algas, restos de conchas, frascos y bolsas de plástico.

Por todo lo expresado anteriormente se deduce que los aportes del contaminante a nuestra zona de interés ha disminuido considerablemente; que estos aportes no han sido totalmente eliminados ya que existen gradientes del contaminante en

el área estudiada; que la única fuente de aporte que aún se puede considerar significativa está en las cercanías de las instalaciones de PEMEX en Rosarito, B. C. (Figura 4); más específicamente, los resultados parecen indicar que la única fuente de contaminación son las manioras de descarga del aceite pesado del buque-tanque a tierra.

Si se hubiera detectado aceite pesado enterrado bajo la superficie de la playa, el período óptimo para llevar a cabo una limpieza de las mismas sería el de máxima erosión, que es cuando el combustoleo quedaría al descubierto en su totalidad. Como los muestreos por nucleador no indicaron presencia de cantidades significativas de combustoleo bajo la superficie de la playa, la limpieza puede realizarse a lo largo de todo el año, aprovechando las mareas más bajas. En general la concentración más elevada se presenta en la línea de embestida del oleaje sobre la playa. Un tractor puede ser acondicionado para los fines de limpieza.

CONCLUSIONES.

La contaminación de las playas de Rosarito, B. C., ha disminuido considerablemente desde que se inició la primera etapa del presente estudio.

La zona aún afectada por la contaminación es la comprendida entre San Antonio Shores y Punta Descanso.

La distribución promedio de combustoleo sobre las costas de Rosarito, B. C., reflejan un foco de contaminación en la estación AC-3 a partir de la cual disminuye gradualmente hacia el norte y hacia el sur.

Los resultados obtenidos en el presente estudio indican que el único aporte reciente significativo a la zona de Rosarito, B. C., es derivado de accidentes o falta de precaución durante la descarga del buque-tanque a la planta de almacenamiento en tierra.

Los resultados obtenidos, tanto por las pruebas realizadas por el personal de PEMEX como las realizadas por nosotros, indican que no existen fugas en el oleoducto.

Para un mejor control de la contaminación por aceite pesado en Rosarito, B. C., de tal manera que continúe disminuyendo el problema, se hace necesario continuar con un monitorro como el que venimos

realizando en esta segunda etapa. Con la experiencia que se ha adquirido se podría indicar con bastante claridad qué descarga (qué buques) son responsables de aportes extras de aceites pesados.

BIBLIOGRAFIA

- Komar P. D. 1971.- The Mechanics of Sands Transport on Beaches. Jour. Geophysical Res. Vol. 76, Núm. 3. P. 721-731.
- Nishikawa K. K. et al, 1973.- Estudio sobre la Contaminación por Aceites Pesados en la Costa Noroccidental del Estado de B. C. (Primera etapa). PEMEX-UABC. OQC-7203. Universidad Autónoma de Baja California. Escuela Superior de Ciencias Marinas. 24 p.
- Reid, J. L. 1960. Oceanography of the Northeastern Pacific, During the Last Ten Years. CALOFI Report (7) p. 91-95.
- Salas Flores, L. O., K. A. Nishikawa Kinomura, H. R. Cabrera Muro y S. Alvarez Borrego. 1974. Contenido de Níquel y Vanadio en los Aceites Pesados que contaminan la Costa, desde la frontera de Estados Unidos de América, hasta Ensenada, B. C. Ciencias Marinas. Vol. 1 No. 1.