

ARTÍCULO CORTO

Sobre la necesidad de una evaluación del riesgo de contaminación por el combustible abordo del naufragio del USS "Peacock" en la bahía de Cartagena de Indias

About the need for an assessment on the risk of pollution from the fuel on board the shipwreck of the former USS Peacock in the Bay of Cartagena de Indias

DOI: <https://doi.org/10.26640/22159045.2023.614> Fecha de recepción: 2023-04-27 / Fecha de aceptación: 2023-07-28

Carlos Alberto Andrade Amaya¹

CITAR COMO:

Andrade Amaya, C. A. (2023). Sobre la necesidad de una evaluación del riesgo de contaminación por el combustible abordo del naufragio del USS "Peacock" en la bahía de Cartagena de Indias. *Bol. Cient. CIOH*, 42(1): 51-59. ISSN en línea 2215-9045. DOI: <https://doi.org/10.26640/22159045.2023.614>

RESUMEN

El remolcador USS "Peacock" se encuentra hundido cerca de la punta de Castillogrande, en la bahía de Cartagena, producto de un accidente cuando fue abordado por el buque mercante de bandera noruega MS "Hindanger", el 23 de agosto de 1940. Casi partido en dos se hundió rápidamente, muriendo tres tripulantes y 23 fueron rescatados. Desde su reubicación, en 1992, se ha observado que esporádicamente salen gotas de combustible del naufragio. Su posición coincide con mediciones de alta concentración de hidrocarburos en la bahía. El Departamento de Buceo y Salvamento de la Armada de Colombia ha estado monitoreando esta situación que aún continúa. Por ello, se recomienda un proyecto de investigación para la evaluación de la cantidad de combustible que pueda tener a bordo el naufragio, y que se estudien las alternativas para retirarlo, con el fin de despejar el riesgo ambiental.

PALABRAS CLAVE: bahía de Cartagena, naufragios, USS Peacock, contaminación por combustible.

ABSTRACT

The tugboat USS Peacock was sunk near the tip of the Castillogrande peninsula in the Bay of Cartagena when it accidentally collided with the Norwegian-flagged merchant ship MS Hindanger on 23 August 1940. Almost split in two, it quickly sank, killing three crew members while 23 were rescued. Since it started to be monitored in 1992, it has been noted that fuel drops sporadically come out of the shipwreck and its position coincides with the measurements of the highest concentration of hydrocarbons in the bay. The Diving and Salvage Department of the Colombian Navy has been monitoring this situation that is still ongoing. Therefore, this article suggests a research project to evaluate of the amount of fuel that the shipwreck may have on board and to study the alternatives to remove it in order to allay the environmental risk.

KEYWORDS: Bay of Cartagena, shipwrecks, USS "Peacock", pollution.

¹ Orcid: 0000-0002-4784-7474. Investigador Exploraciones Oceánicas de Colombia S.A.S., Colombia. Correo electrónico: candrade@exocol.com

INTRODUCCIÓN

Debido a la Segunda Guerra Mundial (1939-1945), más de 6300 barcos yacen hundidos en los océanos del mundo, y el combustible que aún queda en sus tanques se estima entre 2.5 y 20.5 millones de toneladas, lo que significa un potencial de contaminación equivalente a 700 veces el accidente del petrolero Exxon Valdez, en Alaska (Deutsche Welle, 2020). En la actualidad, varios naufragios comenzaron a mostrar signos de tener importantes fugas de combustible, como consecuencia del paulatino deterioro por corrosión de las paredes metálicas de los tanques que aún lo contienen. Algunos países, como Noruega, se han dado a la tarea de extraer combustible de los naufragios en sus aguas, entendiendo que si aún queda combustible en los tanques de los naufragios, es una bomba de tiempo que tarde o temprano se revelará (Schmidt-Ekin, 2011).

El remolcador de mar USS "Peacock" es uno de los naufragios que encajan en este relato de la Segunda Guerra Mundial. Aunque aparentemente fue un accidente, cuando se encontró con un buque mercante de bandera noruega, el MS "Hindanger", en un punto crítico del canal de navegación de la bahía de Cartagena de Indias, y al no poder evitarlo, fue abordado violentamente por estribor a la altura de la sala de máquinas, hundiéndose rápidamente. El naufragio se ha advertido en las cartas de navegación desde la época de su hundimiento (Fig. 1) y se ha caracterizado anteriormente (Santos y Rojas, 2015; Andrade, 2021) en cuanto a su posición, disposición y estabilidad. En este sentido, esta nota atañe a la inquietud que incorpora la posibilidad de que todavía tenga combustible en cantidades significativas y la cercanía a la línea de costa en la parte interna de la bahía.

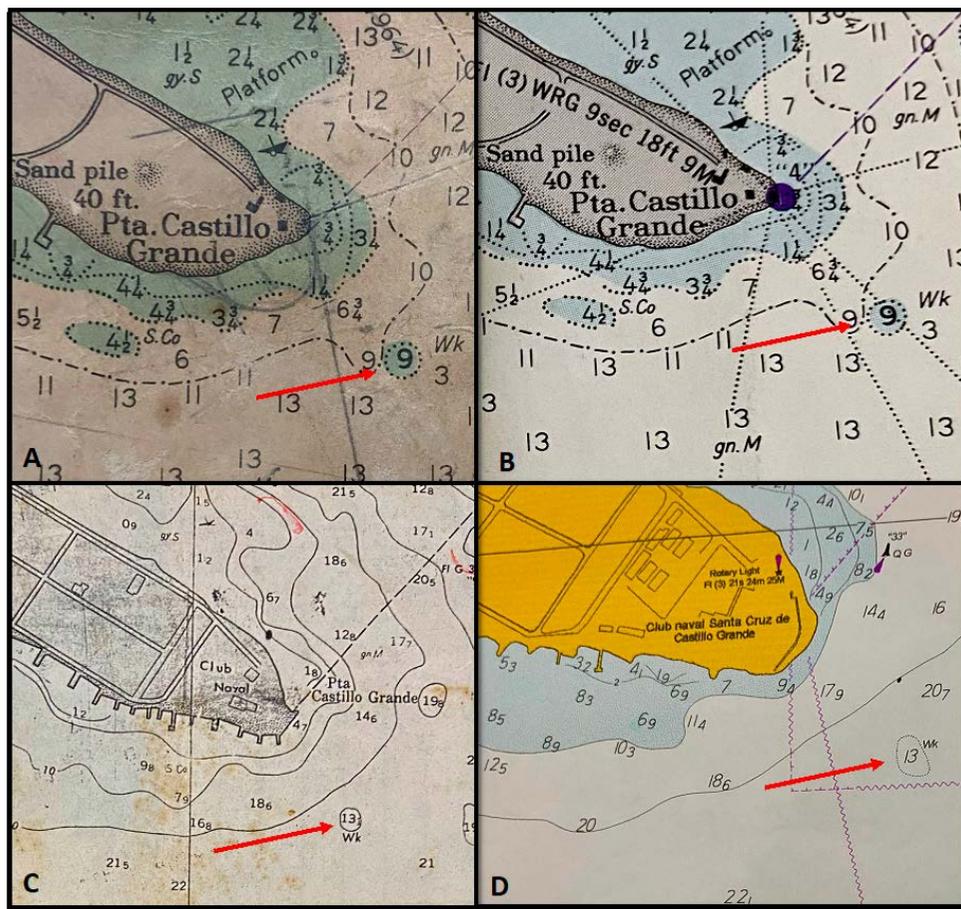


Figura 1. La posición del naufragio en las cartas de navegación. (A) En la carta US24505, Rev. 1966. (B) En la misma carta actualizada en 1976. (C) En la carta COL 262 de 1982. (D) En la carta COL 840 de 2000 (señalado en la Wk).

ÁREA DE ESTUDIO

En sentido estricto, el área de estudio corresponde al área del naufragio en el canal de navegación, cercano a la punta de la península de Castillogrande, en la bahía de Cartagena (Fig. 2); sin embargo, en un sentido más amplio, incluye la bahía completa si la probabilidad de un derrame de petróleo fuera parte de la hipótesis.

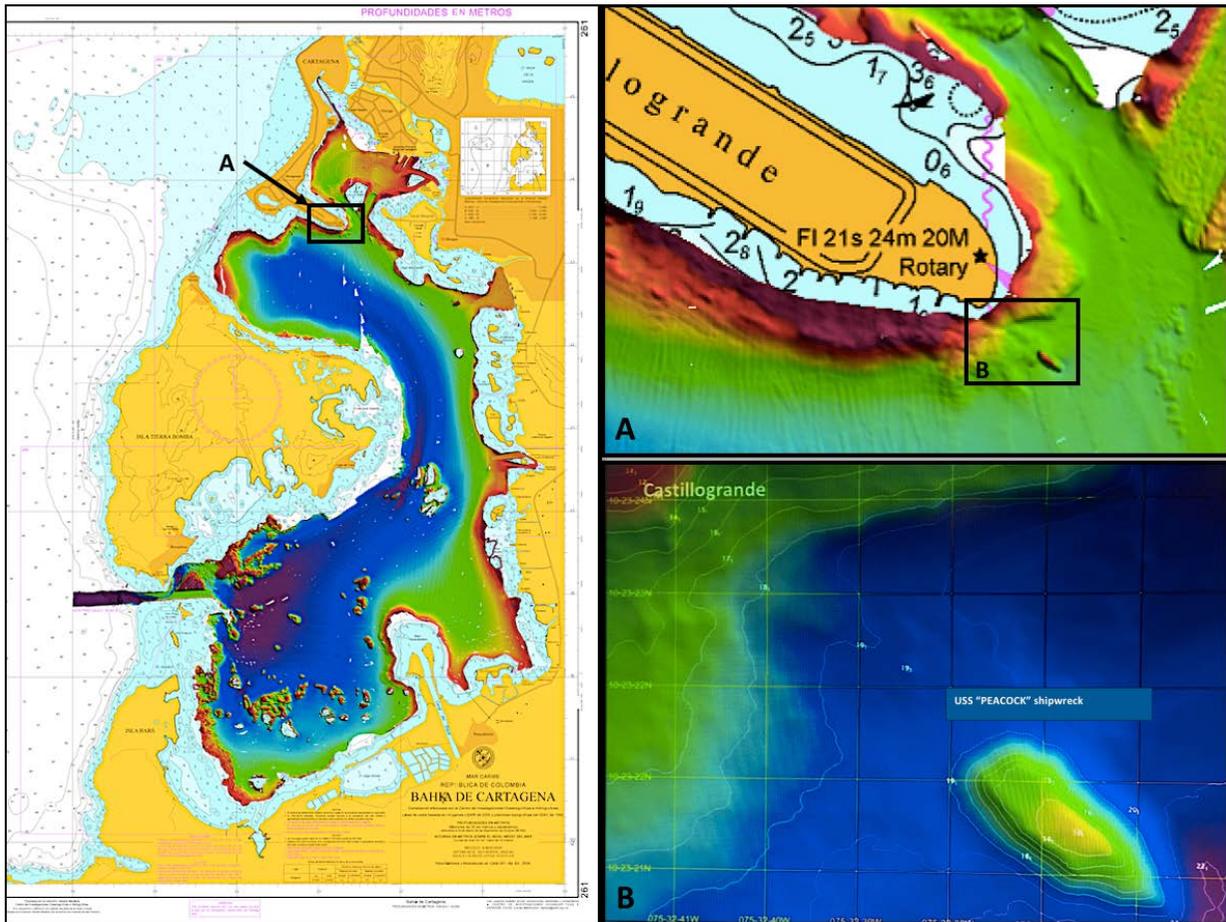


Figura 2. Superficie batimétrica superpuesta a la carta náutica COL 261, hecha con sonda multihaz, para el reconocimiento de rasgos en la bahía de Cartagena (Mora *et al.*, 2018). En el área de Cuatro Calles (**A**) se advierte la anomalía que representa la ubicación del naufragio en el canal de navegación frente a la península de Castillogrande (**B**).

El sector en el que se encuentra el naufragio es comúnmente conocido como Cuatro Calles, cuyo punto más profundo del canal, en la comunicación con la bahía interna, es lugar de intercepción de las fuerzas hidrodinámicas que entran por Bocagrande y por donde las corrientes oceánicas, producidas por la marea dentro de la bahía externa, entran y salen alternadamente de la bahía interna, alrededor del naufragio, trayendo sedimentos del Canal de Dique hasta el sector (Andrade, Arias y Thomas, 1988).

Debido a lo anterior, los sedimentos en el sector son muy finos en el canal, en el interior de la bahía (Thomas *et al.*, 2005; Andrade *et al.*, 2004), y las corrientes de fondo, relativamente más altas a lo largo del canal de navegación (Lonin y Giraldo, 1996), producen una capa de turbidez muy alta cerca del fondo; por lo tanto, la visibilidad es baja (alrededor de 1 m) en el área profunda. Esta característica mejora en la zona intermedia, debajo de la capa de superficie, en la cual es frecuente encontrar aguas transparentes que

permiten las operaciones de buceo profesional, con todas las limitaciones mencionadas.

METODOLOGÍA

A partir de una revisión de documentación histórica, se hizo una descripción sobre los buques involucrados en el accidente, de lo que se conoció sobre los hechos alrededor de la colisión y posterior naufragio del remolcador. La superficie batimétrica para esta descripción fue producto del procesamiento realizado para el reconocimiento de las geoformas en la bahía de Cartagena, encontradas y analizadas durante el levantamiento batimétrico de primer orden llevado a cabo con una ecosonda multihaz Reson 7125 en 200 y 400 khz 512 beams. Este equipo estuvo acompañado, tanto con un sistema de posicionamiento diferencial Trimble, como por sensores de movimiento Octans, utilizados durante las investigaciones realizadas por el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH) en la bahía de Cartagena, entre 2015 y marzo de 2016, documentadas en Mora *et al.* (2018).

Para la descripción de la situación actual del naufragio se utilizaron imágenes de un sonar de

barrido lateral Edgetech 4100FS, de la empresa Exocol, realizadas sobre perfiles controlados con posicionamiento en alta resolución en la posición (DGPS). La muy baja visibilidad en el fondo marino de esa zona ha impedido la presentación y mejor descripción mediante fotografía submarina. Finalmente, se pone el presente naufragio en el contexto de la creciente atención sobre las necesidades de tomar acción y evaluar la condición del naufragio del USS "Peacock", y lo que está sucediendo con los buques que se hundieron de manera similar durante la Segunda Guerra Mundial, con el fin de prevenir las consecuencias al tenerlo al interior de la bahía.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El remolcador USS "Peacock"

El USS "Peacock" era el antiguo dragaminas AM 46, con un desplazamiento de 840 toneladas; eslora de 187.1 pies; manga de 35.5 pies; puntal de 8.10 pies, y 14 pies de calado de diseño (Fig. 3). Su quilla se colocó el 31 de agosto de 1918 en Staten Island SB Co. Fue botado el 8 de abril de 1919. Su madrina fue Miss A. M. Danner y comisionado el 27 de diciembre de 1919. El oficial al mando fue el teniente John Danner.

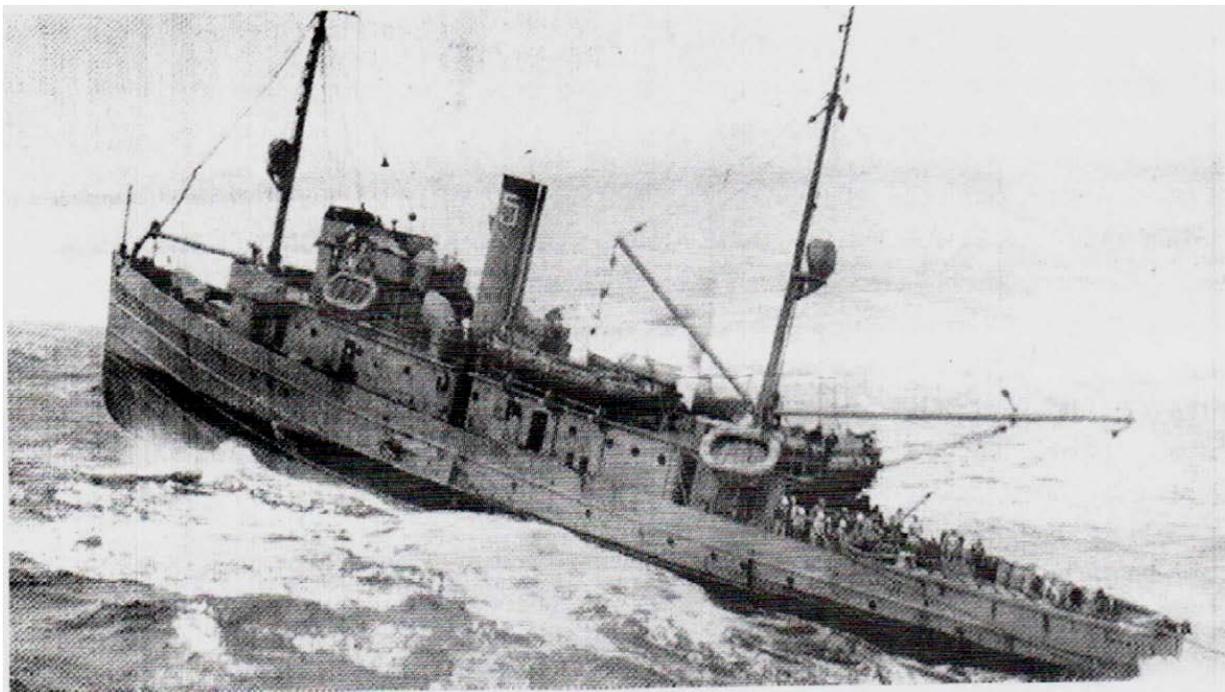


Figura 3. Imagen del USS "Lapwing", buque gemelo del USS "Peacock", naufragado en la bahía de Cartagena (imágenes en [wikipedia.org/wiki/ Lapwing-class minesweeper](https://en.wikipedia.org/wiki/Lapwing-class_minesweeper)).

Después del aprovisionamiento, el USS "Peacock" permaneció en el muelle de la Marina en Nueva York hasta que fue dado de baja el 14 de febrero de 1920 y entregado para ser fletado a la Oficina de Transporte Marítimo el mismo día. Convertido en un remolcador de salvamento, el USS "Peacock" sirvió bajo contrato en varias actividades comerciales hasta el 24 de agosto de 1940, cuando chocó con el buque mercante noruego MS "Hindanger", cerca de la punta de Castillogrande y se hundió. Fue retirado del registro de buques de la Armada de los Estados Unidos de América el 22 de abril de 1941 (Naval History and Heritage Command, 2022).

El MS "Hindanger"

El MS "Hindanger" era un buque mercante de bandera noruega (Fig. 4), con un tonelaje de 4885 toneladas brutas y 8200 toneladas de desplazamiento total (TDWT); 395 pies de eslora; 54.6 pies de manga; 28.9 pies de puntal; propulsado por dos motores de 6 cilindros 4T 4200 hp, que le permitían una velocidad de 12.5 nudos. Su identificativo de llamada era LDKC. Fue entregado en octubre de 1929 por Sir W. G. Armstrong, Whitworth & Co. Ltd., Newcastle en Tyne.

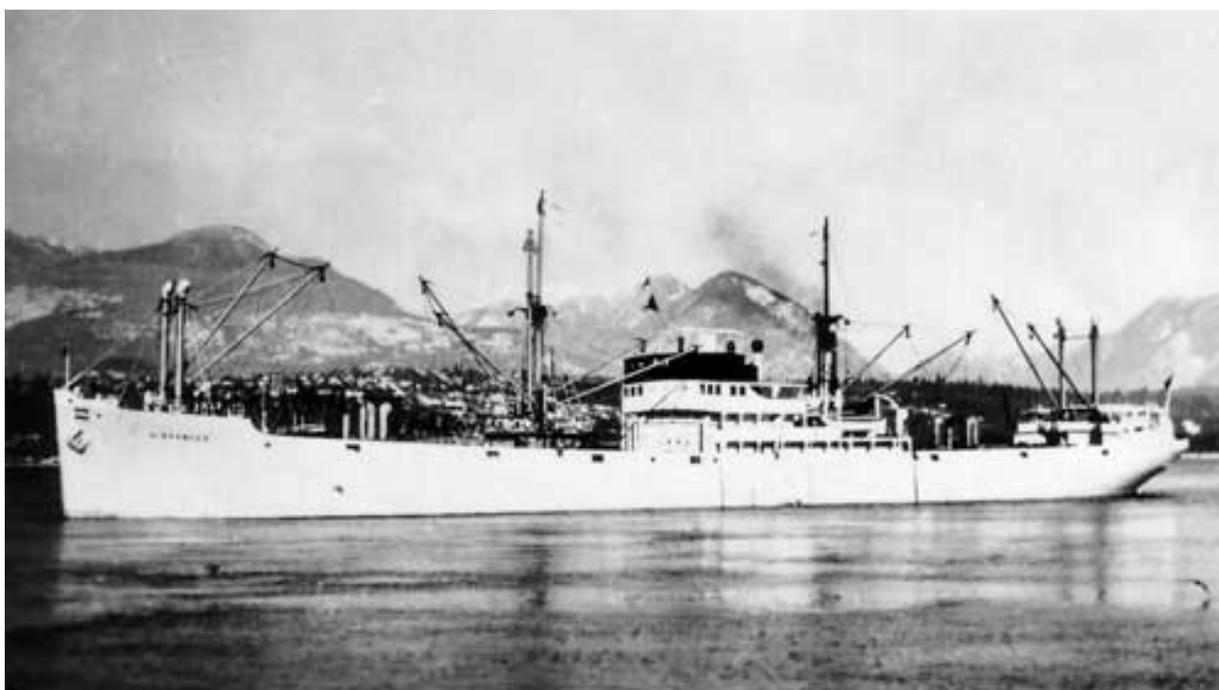


Figura 4. Imagen de MS "Hindanger". (Foto recibida de Aage A. Wilhelmsen, Noruega - propietario: Kaspar Skjerve en la agencia Westfal-Larsen & Co. A/S, de Bergen).

Salía de la bahía interna y se encontró con el USS "Peacock" justo en la punta de Castillogrande, donde el canal es más estrecho para la maniobra, colisionando de frente con su proa dicho remolcador por el través. Luego de la colisión en la bahía de Cartagena (Fig. 4), el SM "Hindanger" fue víctima de la guerra. Había llegado a Liverpool el 21 de agosto de 1942 y posteriormente se unió al convoy del Atlántico Norte, en dirección oeste ON 127, saliendo de Liverpool el 4 de septiembre. Se dirigía a Nueva York, pero nunca llegó a ese destino. El 11 de septiembre de 1942, fue torpedeado por el U-584

(Kapitänleutenant Joachim Deecke), en posición 49° 39' N - 32° 24' W (Warsailors, 2011).

Noticias del accidente y naufragio del remolcador USS "Peacock"

En palabras del periódico de la época:

"El USS "Peacock" no pudo realizar la maniobra de evasión y provocó que la proa del vapor noruego lo partiera en dos. José Rodríguez, ciudadano portugués, saltó al agua y se salvó. Estaba lavando ropa en la cocina cuando

ocurrió el choque. Los muertos fueron: el primer maquinista Sr. Robert A. Casid, el radiotelegrafista John Harston y el marinero Louis Nelson, inicialmente no se localizaron los restos del remolcador, lo que implicó una búsqueda posterior. De la tripulación se salvaron 23: el capitán A. Hansen, M. Rivewrs, W. Rosso, T. Ziegles, K. Krogidad, L. H. Sorensen, George Culberston, Jacob Jacobsen, Henrick Palker, M. Sculman, McCarty, Doug Lopez, John Saloon, Jhon Bauer, L. Stoab, Patzy H. Soilor, Martin Rehien, Stanley Pumpenger, J. Croops y A. Norad. La noticia aclaraba que el remolcador pertenecía a la USN y no a la Tropical Fruit Company, que arrendado a la Merritt Chapman y Scott Corp y que la agencia en Cartagena y Panamá era la Tropical Oil." (El Fígaro, lunes 26 de agosto de 1940).

Posteriormente se escribió una nota sobre los esfuerzos por ubicar el sitio del naufragio para evaluar los posibles peligros para la navegación:

"Personal técnico de la Base Naval logró localizar el sitio donde al día siguiente quedaron los restos del remolcador estadounidense y el vapor noruego reanudó su viaje pocos días después. Realizando sondeos, se ubicó en la parte más

profunda del cauce, presentándose como "una de las ventajas de nuestro puerto", ya que se hundió un barco de grandes dimensiones y no afectó a la navegación." (El Fígaro, martes 27 de agosto de 1940).

Situación actual del naufragio

El naufragio del "Peacock" se encontraba advertido en los "avisos a los navegantes", desde el momento de su hundimiento, e incorporado a las cartas náuticas como aparece en la Figura 1. Más recientemente, el naufragio fue visitado e inspeccionado de manera visual, desde julio de 1992, en operaciones de buceo de las Fuerzas Especiales de Infantería de Marina junto con el Departamento de Buceo y Salvamento de la Armada Nacional. Desde entonces, el naufragio ha sido visitado continuamente, convirtiéndose en un lugar obligado para el adiestramiento de los buzos en inspecciones con baja visibilidad. Desde las primeras inmersiones, resultó evidente para los buzos que la estructura interna del buque retiene una gran cantidad de gránulos de combustible que llegan a la superficie (gotas de fueloil) y que marcan el sitio del naufragio, lo que desde siempre ha motivado interés y preocupación por su cercanía a la ciudad.

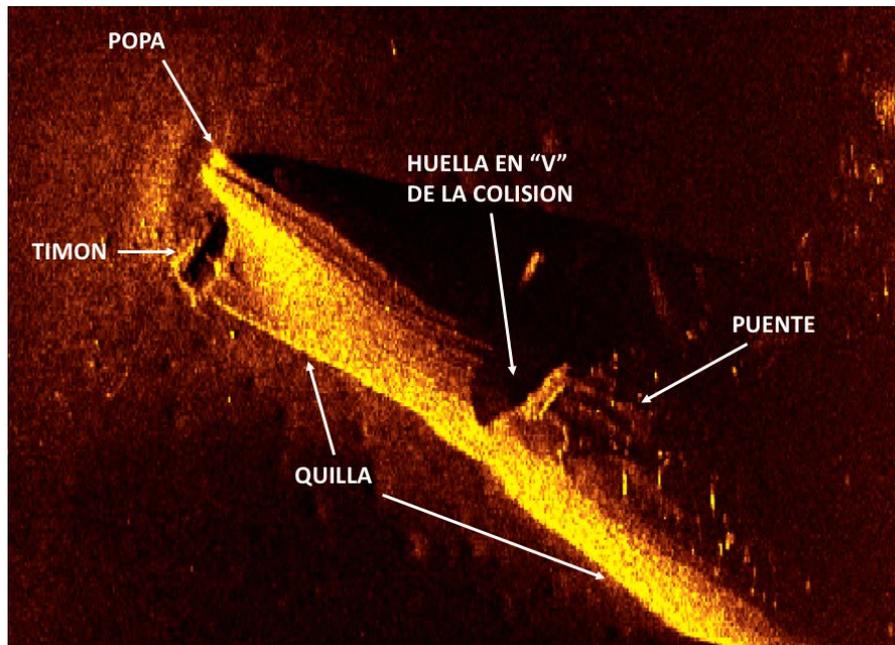


Figura 5. Imagen de sonar de barrido lateral (600 kHz) del naufragio del remolcador USS "Peacock" en la bahía de Cartagena. Nótese la cicatriz en forma de "V" en el casco como resultado de la colisión.

La imagen de sonar de barrido lateral (Fig. 5) muestra que el buque descansa sobre el costado de babor en una sola pieza, con una profunda cicatriz en forma de "V" a la altura del cuarto de máquinas, resultado la entrada de la proa en la colisión con el MS "Hindanguer".

Las imágenes de sonar muestran que la estructura del barco aún está bien conservada. Sin embargo, las inspecciones de buceo reportan que la estructura se encuentra completamente incrustada, especialmente en la parte más somera hasta alrededor de 17 m de profundidad, el límite inferior del agua oceánica, que permite más transparencia a la luz del sol. Sobre las incrustaciones se acumula una gran cantidad de lodos finos que las cubren. Asimismo, se reporta que el deterioro del metal es evidente en muchos lugares del costado de estribor. Otros aspectos del naufragio se encuentran también en Santos y Rojas (2015) y Andrade (2021).

Aparte del continuo reporte de la liberación de gránulos de combustible (fueoil pellets), que suben a la superficie, no se han realizado estudios específicos ni análisis relacionados con contaminación ambiental al respecto de este sitio. Solo de manera coyuntural, durante 1985 se detectaron concentraciones de hidrocarburos disueltos y dispersos, en la estación del programa Caripol (Caribbean Pollution – an Iocaribe Program), ubicada más cerca del naufragio en la bahía de Cartagena, con un valor de 17.9 µg/L. En su momento, la mayor contribución de estos residuos se atribuyó al transporte marítimo, actividades de muelle, desembarcadero y usos industriales (Garay, 1987).

En la bahía de Cartagena existen estudios recientes sobre hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) en sedimentos, e hidrocarburos disueltos y dispersos en agua. Para los primeros, los resultados de Tous *et al.* (2015) y Mejía (2015), concuerdan en que los sedimentos de la bahía de Cartagena están contaminados con HAP, infiriendo además que existe un aporte de estos compuestos debido al movimiento portuario en esta bahía. Por su parte y para la matriz agua, Sánchez *et al.* (2020) realizaron una caracterización fisicoquímica a un puerto de carga en la bahía de Cartagena y detectaron presencia de hidrocarburos disueltos y dispersos en los puntos de muestreo de agua superficial

cercanos a la zona de cargue y descargue del puerto. No obstante, no hay estudios puntuales sobre hidrocarburos disueltos o dispersos en agua en la punta de Castillogrande, zona del naufragio.

Al borde de un desastre ecológico

De la misma manera, en el fondo del mar reposan una gran cantidad de barcos que fueron hundidos por las fuerzas de las guerras mundiales. Se estima que solo producto de la Segunda Guerra Mundial hay más de 6338 barcos hundidos en el mundo (Schmidt-Etkin, 2011) con características peligrosas como el USS "Peacock".

Se estima que en los naufragios quedan entre 2.5 y 20.5 millones de toneladas de fueoil en sus tanques, que pueden romperse y causar el mismo tipo de daño que una fuga de aceite que se presente hoy. Esto significaría que hay mucho más petróleo contenido en tanques hundidos en el mar que lo estimado hasta ahora, en solo los naufragios de la Segunda Guerra Mundial. Atendiendo esta situación, funcionarios de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) en el 2010, a bordo del USS "Baseline Explorer", realizaron en las Carolinas un inventario y base de datos aplicando 21 criterios, dando como resultados la clasificación de los barcos hundidos en USA (McCay *et al.*, 2014).

Al estar dentro de la bahía, el USS "Peacock" es un verdadero riesgo. Una eventual fuga llegaría a tierra en poco tiempo. Se trata de un caso similar al ocurrido en la bahía de Pugh, Gydinia, en Polonia con el buque oceanográfico "Imor", del Instituto Marítimo Dansk. A partir de inspecciones realizadas al naufragio del buque hospital alemán "Stuttgart", hundido el 9 de octubre de 1943, a 2 km de la bahía de Dansk y a 20 m de profundidad se encontraron grandes cantidades de combustible emulsionado en el sedimento (Rogowska, Wolska y Namiesnik, 2010).

Es conocido que las láminas de acero pierden entre 1.5 mm y 2 mm de espesor por década, lo que parece poco, pero desde 1940 se vuelven inestables y se rompen con una pequeña presión; lo que representa la mayor dificultad para extraer el fueoil de manera controlada, lo cual es difícil con barcos de hace 50 años debido a la corrosión progresiva. Por estas razones es importante evaluar

la posibilidad de hacerlo ahora, porque en 10 o 20 años puede ser imposible hacer una operación de recuperación de petróleo factible. El costo a largo plazo puede ser mucho peor y esperar no es una solución. Ya lo han hecho en Noruega, donde han retirado el combustible de los naufragios cercanos (DW-Deutsche Welle, 2020).

Varios temas requieren atención y respuestas inmediatas. Por ejemplo, es necesario entender si el combustible a bordo del naufragio del USS "Peacock" genera o no tanta emulsión como el alemán. El buque llegaba de una navegación, ¿cuánto combustible tenía a bordo?, ¿cómo instalar válvulas sin romper las paredes de los tanques? Al ser un exbarreminas convertido en remolcador de la USN, ¿se pueden tomar medidas sin el permiso del gobierno de los EE. UU.?

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN

Como se dijo anteriormente, este manuscrito no pretende presentar conclusiones respecto de la situación del naufragio del USS "Peacock"; en su lugar, pretende informar en el contexto de la situación ambiental, sobre lo que está sucediendo y sobre cómo se están atendiendo las situaciones similares alrededor del mundo.

Es opinión del autor que este es un problema crónico que hay que afrontar. Es urgente invertir en asegurar la salud ambiental de la bahía de Cartagena y en particular sobre la costa de Castillogrande. En ese sentido, resulta fundamental hacer una inspección detallada de esta situación ya que, de existir combustible en cantidades significativas a bordo del naufragio del USS "Peacock", se deben encontrar soluciones para extraerlo del buque, ya que una fuga en un tanque de fueloil dentro de la bahía puede ser desastrosa. Si hay combustible a bordo, la pregunta no es ¿si ocurrirá una fuga?, sino ¿cuándo ocurrirá?

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al mayor de IM (RA) Miguel Enrique Rozo, mi compañero de buceo cuando "redescubrimos" el sitio del naufragio. A los buzos del Departamento de Buceo y Salvamento de la Base Naval de 1992, por su colaboración y ayuda en la caracterización interior de la estabilidad del naufragio. A los oceanógrafos e

hidrógrafos del CIOH, por el apoyo a lo largo de los años. Muchos de ellos asistieron y ayudaron en las numerosas sesiones de buceo y sondeos realizados durante todos estos años, conociendo el naufragio y a los revisores del Boletín por su ayuda y contribución anónima.

FUENTE FINANCIADORA

El presente manuscrito fue realizado con fondos de la empresa Exploraciones Oceánicas de Colombia – Exocol S.A.S.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, C. A. (2021). Interpretación de imágenes de sonar de barrido lateral y de sonda multihaz sobre anomalías culturales en la bahía de Cartagena. *Bol. Cient. CIOH*, 40(1): 19-24. <https://doi.org/10.26640/22159045.2021.559>
- Andrade, C. A.; Thomas, Y.; Lonin, S.; Parra, C.; Menanteau, L.; Cesaraccio, M.; Kunesch, S.; Andriau, A.; Piñeres, C.; Velasco, S. (2004). Aspectos morfodinámicos de la bahía de Cartagena de Indias. *Bol. Cient. CIOH*, 22: 90-104. <https://doi.org/10.26640/22159045.131>
- Andrade, C. A.; Arias, F.; Thomas, Y. (1988). Nota sobre la turbidez, circulación y erosión en la región de Cartagena. *Bol. Cient. CIOH*, 8: 71-82. <https://doi.org/10.26640/22159045.29>
- DW-Deutsche Welle. (2020). The Black Tears of the Sea: The Lethal Legacy of Wrecks. TV documentary produced by Längengrad Filmproduktion for the WDR in cooperation with Arte. Written and directed by Christian Heynen; camera by Michael Kern; underwater cameras by Konrad Dubiel, Matthias Granberg, Jörn Kumpart, Allison Low and Chris Selman; edited by Jan Wilm Schmülling; music by Thomas Wolter. English version released in July 2020 by Deutsche Welle. Running time: 42 minutes.
- Garay, J. A. (1987). Vigilancia de la contaminación por petróleo en el Caribe Colombiano (Punta Canoas hasta Barbacoas, Cartagena, Colombia). *Bol. Cient. CIOH*, 7: 101-118. <https://doi.org/10.26640/22159045.25>
- Lonin, S.; Giraldo, L. (1996). Influencia de los efectos térmicos en la circulación de la Bahía

- Interna de Cartagena. *Bol. Cient. CIOH*, 17: 47-56. <https://doi.org/10.26640/22159045.84>
- McCay, D. F.; Reich, D.; Michel, J.; Etkin, D.; Symons, L.; Helton, D.; Wagner, J. (2014). For Response Planning: Predicted Environmental Contamination Resulting from Oil Leakage from Sunken Vessels. In: *International Oil Spill Conference Proceedings*. p. 300108. <https://doi.org/10.7901/2169-3358-2014-1-300108.1>
- Mejía, G. E. (2015). *Hidrocarburos aromáticos policíclicos en la Costa Caribe colombiana y posibles fuentes de contaminación*. Tesis de maestría. Universidad de Cartagena. Cartagena, 109 pp.
- Mora, H.; Carvajal, J. H.; Ferrero, A.; Leon, H.; Andrade, C.A. (2018). Sobre emanaciones de gas natural y subsidencia en la bahía de Cartagena de Indias. *Bol. Cient. CIOH*, 37: 35-51. <https://doi.org/10.26640/22159045.2018.448>
- Naval History and Heritage Command. (2022). *Peacock III (AM-46)*. <https://www.history.navy.mil/research/histories/ship-histories/danfs/p/peacock-ii.html>
- Rogowska, J.; Wolska, L.; Namiesnik, J. (2010). Impacts of pollution derived from ship wrecks on the marine environment on the basis of s/s "Stuttgart" (Polish coast, Europe). *Science of the Total Environment*, 408: 5775-5783. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.07.031>. PMID:20863551.
- Sánchez, F.; Mayo, G.; Rivero, J.; Mercado, J.; Johnson, B. (2020). Caracterización fisicoquímica de aguas y sedimentos en puerto de carga de la bahía de Cartagena, Colombia. *Bol. Cient. CIOH*, 39(2): 41-50. <https://doi.org/10.26640/22159045.2020.505>
- Santos, Y.; Rojas, H. (2015). Aplicación de la hidrografía en la prospección, exploración y conservación del patrimonio cultural sumergido de la nación. *Bol. Cient. CIOH*, 33: 221-230. <https://doi.org/10.26640/22159045.288>
- Schimdt-Etkin D. (2011). Spill occurrences: A world overview. In: *Oil Spill Science and Technology, December*. <https://doi.org/10.1016/B978-1-85617-943-0.10002-4>
- Thomas, Y. F.; Cesaraccio, M.; Kunesch, S. ; Andrieu, A. ; Menanteau, L.; Andrade, C. ; Lonin, S.; Parra, C.; Piñeres, C.; Velasco, S. (2005). *Étude morpho dynamique de la baie de Carthagène des Indes (Colombia), Milieux littoraux: Nouvelles perspectives d'étude*. 171-191. Editorial L'Harmattan.
- Tous, G.; Mayo, G.; Rivero, J.; Llamas, H. (2015). Evaluación temporal de los niveles de los hidrocarburos aromáticos policíclicos en los sedimentos de la bahía de Cartagena. *Revista Derrotero*, 9(1): 7-12.
- Warsailors. (2011). <https://www.warsailors.com/singleships/hindanger.html>