

# Interpretación de imágenes de sonar de barrido lateral y de sonda multihaz sobre anomalías culturales en la bahía de Cartagena

## *Interpretation of side scan sonars and multi-beam sonar images on cultural anomalies in the Bay of Cartagena*

DOI: 10.26640/22159045.2021.559

Fecha de recepción: 2020-01-25 / Fecha de aceptación: 2021-03-23

Carlos Alberto Andrade Amaya<sup>1</sup>

### CITAR COMO:

**Andrade Amaya, 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. ISSN impreso 0120-0542 e ISSN en línea 2215-9045. DOI: 10.26640/22159045.2021.559

### RESUMEN

Las ecosondas multihaz adquiridas por la Dirección General Marina para el reconocimiento batimétrico de alta resolución de en las aguas colombianas, fueron utilizadas en modo de imagen (backscatter) con el fin de compararlas con imágenes de sonar de barrido lateral en diferentes frecuencias de transmisión, con el objeto de detectar anomalías de carácter cultural en la bahía de Cartagena. Las anomalías culturales que son relacionadas con naufragios fueron caracterizadas con el objeto de continuar con el proceso de evaluación e identificación.

**PALABRAS CLAVES:** ecosondas multihaz, anomalías culturales, imágenes, sonar de barrido, bahía de Cartagena.

### ABSTRACT

*The multibeam echo sounders acquired by the General Directorate Marina for the high resolution bathymetric reconnaissance of Colombian waters, were used in image mode (backscatter) in order to compare them with lateral scan sonar images at different transmission frequencies, with the object of detecting anomalies of a cultural nature in the bay of Cartagena. The cultural anomalies that are related to shipwrecks were characterized in order to continue with the evaluation and identification process.*

**KEYWORDS:** *Multibeam echo sounders, cultural anomalies, imaging, scanning sonar, Bay of Cartagena.*

<sup>1</sup> Orcid: 0000-0002-4784-7474. Grupo de Investigación sobre Patrimonio Cultural Sumergido - Dirección General Marítima. Correo electrónico: candrade@costa.net.co

## INTRODUCCIÓN

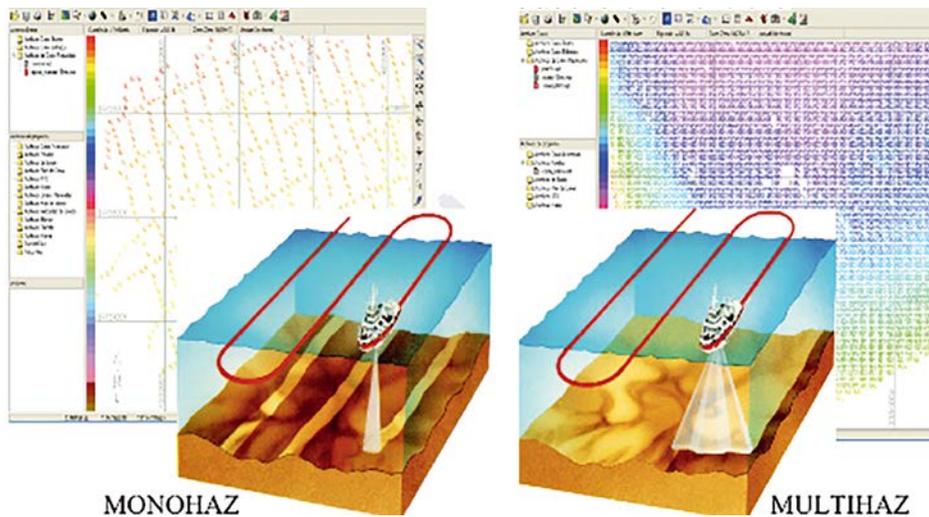
Los sensores remotos acústicos son ampliamente utilizados en la investigación marina por su capacidad de propagación en el agua de mar, lo cual permite que, con suficiente potencia, las ondas viajen desde una fuente, llegue hasta el fondo marino y regrese a un hidrófono que analiza las características de la onda rebotada, con diferentes posibilidades de interpretación (e.g. Clay y Medwin, 1977; Ulrick, 1983). La ecosonda multihaz mide la profundidad del fondo marino analizando el tiempo que tardan las ondas de sonido en viajar desde un barco hasta el fondo marino y viceversa, sobre un área cubierta por varios haces que "iluminan" el fondo y analizan la calidad de cada señal recibida, transformándola

en información que puede ser visualizada en forma de imagen (L-3 Communications, 2000).

El Servicio Hidrográfico Nacional (SHN) ha adquirido equipos con tecnología que permite la visualización del fondo del mar con precisiones y resoluciones para el reconocimiento del paisaje submarino con mejor exactitud, mediante la adquisición de estas ecosondas multihaz, las cuales tienen como principal ventaja sobre la anterior generación de ecosondas monohaz, el mayor cubrimiento (Figura 1), de tal forma que con el mismo patrón de navegación se puede cubrir la totalidad del fondo marino, en lugar de tener una profundidad característica que representa a las vecinas (Figura 2)



**Figura 1.** Comparación de un sistema monohaz y uno multihaz. Mientras la huella en el piso de un equipo monohaz es un punto, la sonda multihaz recoge una "cinta" de múltiples ecos (Com. personal, R. Guzmán, 2020).

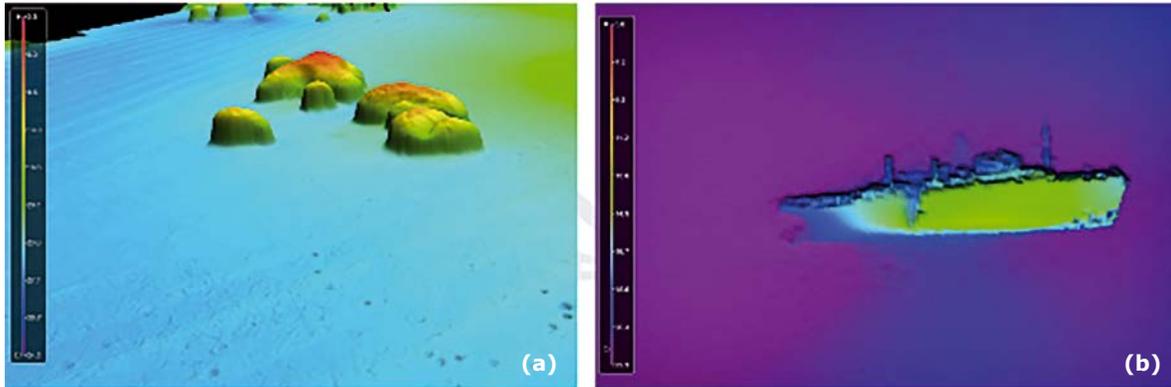


**Figura 2.** Esquema del cubrimiento que se realiza con una ecosonda monohaz y una multihaz utilizando el mismo recorrido de la embarcación muestra que la sonda multihaz puede cubrir la totalidad del fondo marino. (Com. personal, R. Guzmán, 2020).

## METODOLOGÍA

Para realizar el trabajo se propuso la utilización de un subproducto del procesamiento de las profundidades, el cual es la razón principal del uso de ecosondas multihaz con el objeto de reconocer los detalles del fondo del mar, el cual se conoce como backscatter de la señal, la cual permite

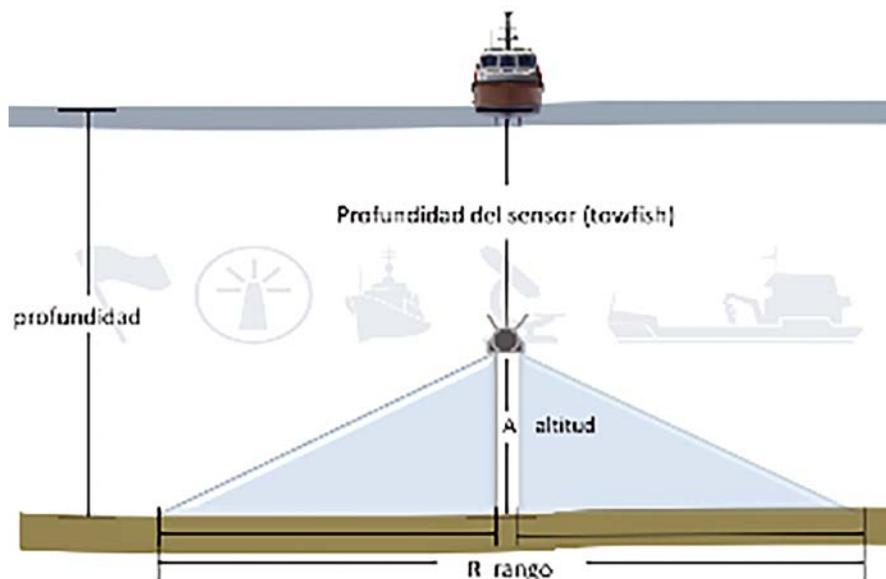
realizar una imagen del fondo; se escogieron mosaicos de backscatter sobre zonas particulares de la bahía para reconocer inicialmente la capacidad para diferenciar anomalías geológicas de anomalías culturales, lo que a veces es obvio si se trata de naufragios modernos (Figura 3), pero no lo es si se trata de naufragios de madera más antiguos, lo que requiere de más análisis e interpretación.



**Figura 3.** Ejemplos de la apariencia de las anomalías geológicas (a) y culturales en la bahía (b). Los colores son representación directa de las profundidades.

Una vez encontrada una anomalía de interés, se procedió a visitarla con otra ecosonda multihaz de mayor frecuencia (mayor resolución espacial) y con sonar de barrido lateral (Savini, 2011), el cual utiliza frecuencias más altas (600 kHz)

y tiene la ventaja de poder acercarse al fondo marino (Figura 4) de tal forma que se pueden obtener imágenes de mayor resolución sobre la zona de interés.



**Figura 4.** Los principios del sonar de barrido lateral son similares a la sonda multihaz, algunas diferencias relacionadas con la posición del sensor, que en el sonar es arriable y al acercarlo al fondo se pueden obtener imágenes de mucho detalle en el fondo. (Com. personal, R. Guzmán, 2020).

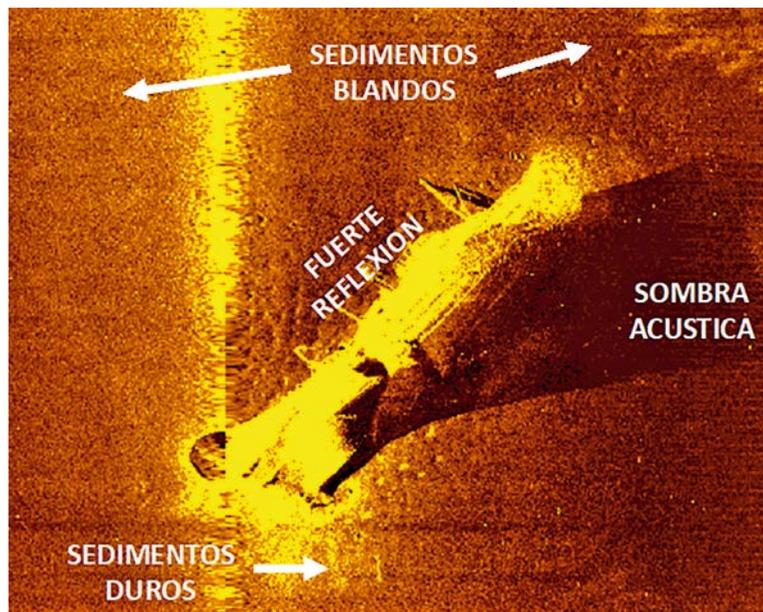
El conjunto de imágenes permite caracterizar las anomalías metódicamente, de tal forma que inicialmente se establece si se trata de una anomalía geológica o si se trata de una anomalía cultural. Si se trata de una anomalía cultural, si es moderna, o si es más antigua (por ejemplo, de madera). Finalmente, se pueden estimar los tamaños generales de las partes y se reconocen con detalle partes de la composición de la anomalía.

En este documento se utiliza como ejemplo una anomalía relacionada con los restos del remolcador USS Peacock, hundido en la bahía de Cartagena el 24 de agosto de 1940, cuando fue abordado por el vapor noruego SS. Hindanger, relocalizado por buzos del Departamento de Buceo y Salvamento de la Armada (Andrade, 1981) y de un naufragio de un navío de madera, cuya caracterización se

encuentra en investigación y está reportada en Quintana, Andrade, Guzmán y Torres (2021), con el objeto de mostrar la capacidad que se tiene para el reconocimiento acústico submarino y para la realización de estas actividades.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

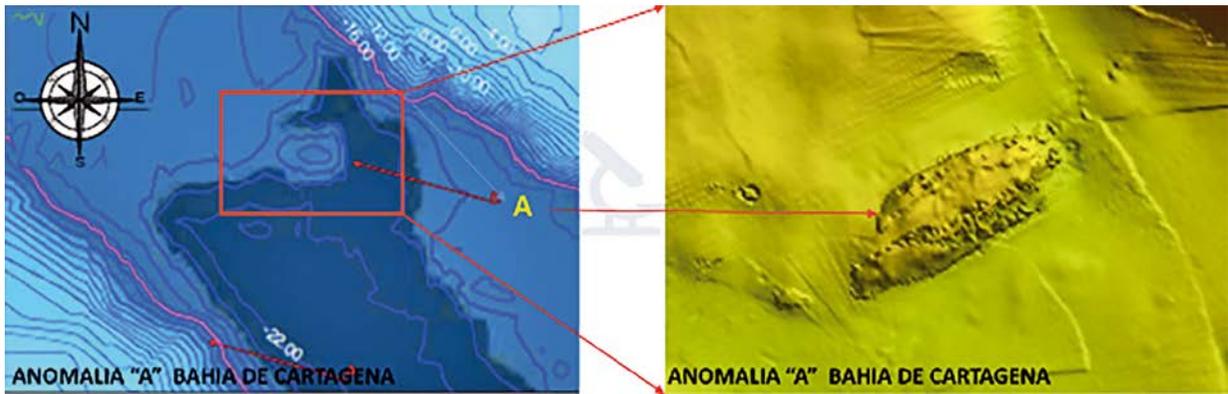
Los restos del naufragio del USS Peacock se encuentran visualizados con sonda multihaz (*backscatter*) en la Figura 3(b) y en una imagen de sonar de barrido lateral (Figura 5); en estas es fácilmente reconocible que se trata de una embarcación de metal, moderna, se encuentra acostado a la banda de babor y muestra una gran cicatriz en el casco a tres cuartos de eslora, debido al abordaje que lo hundió. Los detalles de este naufragio y su relocalización se encuentran en Andrade (1981).



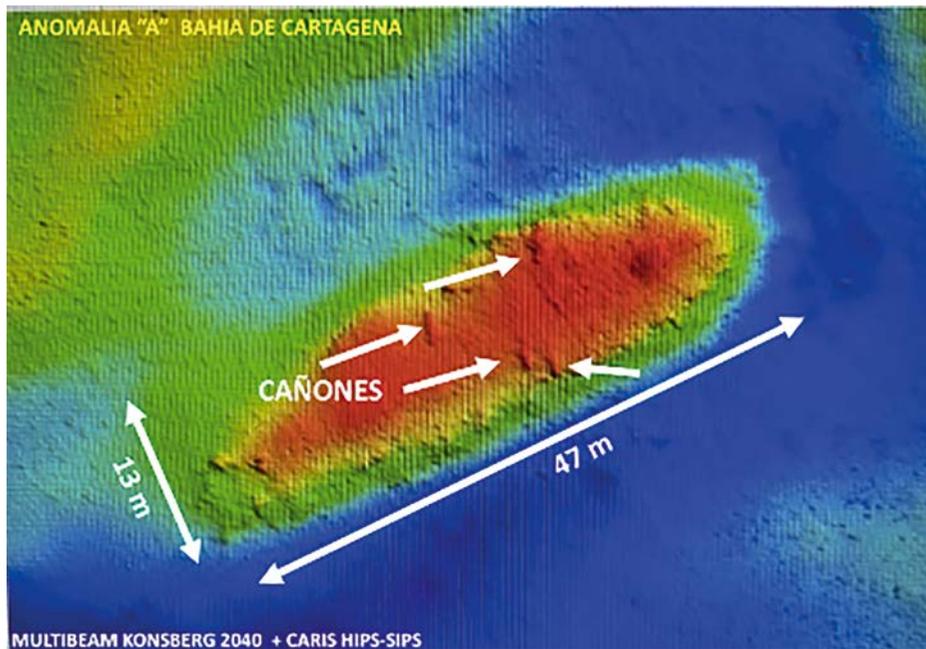
**Figura 5.** Imagen de sonar (600 kHz) sobre el naufragio del remolcador USS Peacock, hundido en 1940 en la bahía de Cartagena, cuando fue abordado por el buque mercante noruego S.S. Hindarguer. (Andrade, 1981).

La otra anomalía presentada aquí es la reconocida como anomalía "A" en el proyecto. Inicialmente era identificada como una elevación en la batimetría monohaz disponible hasta antes de obtener la capacidad de reconocimiento multihaz, con tratamiento para carta náutica dio como resultado la imagen en la Figura 6(b), que fue suficiente para entender que se trataba

de una anomalía de características culturales. Posteriormente, se realizó un levantamiento con baja velocidad, los haces dirigidos y en más alta frecuencia para obtener la imagen que aparece en la Figura 7. Como se observa, la resolución de la imagen es suficiente para detectar objetos elevados relacionados con artillería antigua.



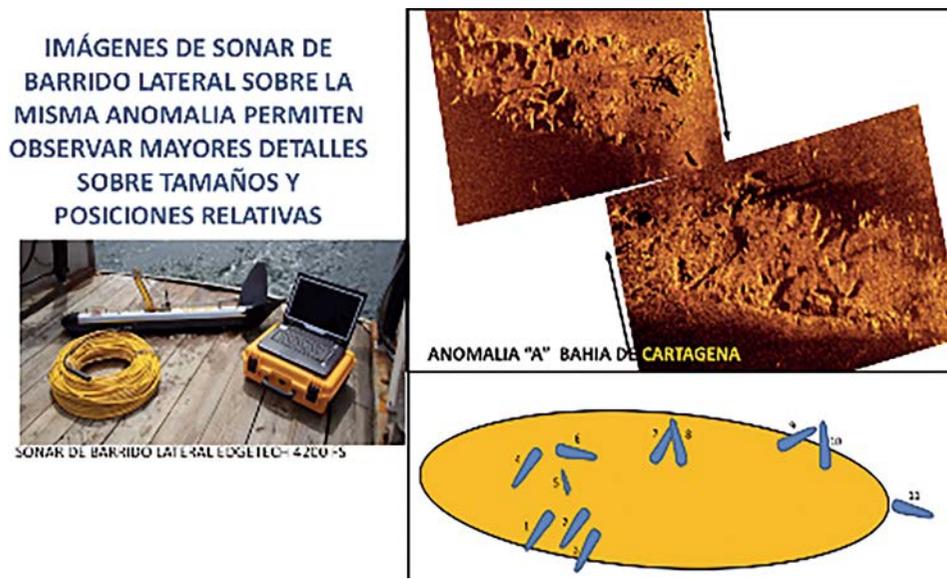
**Figura 6.** Comparación de la interpretación de un levantamiento (a) monohaz y (b) multihaz (backscatter) en el mismo sitio; muestra la gran ventaja de este último para caracterizar anomalías culturales.



**Figura 7.** La anomalía "A" recorrida con sonda multihaz de 250 kHz y procesada en CARIS HIPS-SIPS. Más detalles culturales de la anomalía pueden ser localizados con otro tratamiento.

Finalmente, se realizó un levantamiento con sonar de barrido lateral sobre líneas predeterminadas sobre la misma anomalía en ambos sentidos y cambiando la elevación del

sensor del sonar, de tal manera que se puedan comparar las sombras de los objetos dentro de la anomalía y obtener así suficiente información para empezar a esquematizar el naufragio encontrado.



**Figura 8.** La anomalía "A" recorrida con sonar de barrido lateral de 600 kHz (a la izquierda) en sentidos opuestos muestran gran cantidad de detalles relacionados con características de carácter cultural en la anomalía descritas en el diagrama.

## CONCLUSIONES

El reconocimiento del suelo marino con las ecosondas multihaz tratada en forma de imagen (*backscatter*) y sonar de barrido lateral han permitido el reconocimiento de varias anomalías culturales en la Bahía. Este reporte muestra dos naufragios, uno moderno y uno antiguo, en imágenes compuestas por mosaicos de diferentes frecuencias.

La metodología muestra un gran potencial para reconocer anomalías en ambientes más coralinos o rocosos y a mayores profundidades. La experiencia adquirida permitirá regular de manera eficiente y con precisión una gran cantidad de patrimonio arqueológico sumergido que tiene señal acústica reconocible por este tipo de sensores en los mares colombianos.

## REFERENCIAS

- Andrade, C. A. (1981). *Reporte del hallazgo del remolcador de mar USS Peacock en la bahía de Cartagena*. Reporte técnico Debusa, 13 pp.
- Clay, C. S.; Medwin, H. (1977) *Acoustical Oceanography*. Wiley, New York.

L -3 Communications. (2000). *Multibeam Sonar Theory of Operation*, SeaBeam Instruments 107 pp.

Quintana, D.; Andrade, C. A.; Guzman, R.; Torres, R. R. Characterization of four shipwrecks associated with the Tierra Firme Fleet defense lines sunk during the 1741 battle of Cartagena de Indias. *International Journal of Historical Archeology*. (En revisión).

Savini, A. (2011). Side Scan Sonar as a tool for seafloor imagery: Examples from the Mediterranean Continental Margin, IntechOpen Chapter. <https://doi.org/10.5772/18375>