



**MODELO DE GESTIÓN DE PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO SUBACUÁTICO
EN UN ESTUARIO INTERTROPICAL -BAHÍA DE CARTAGENA**

DIANA MARÍA QUINTANA-SAAVEDRA

**UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES
BOGOTÁ, COLOMBIA
2023**

**MODELO DE GESTIÓN DE PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO SUBACUÁTICO
EN UN ESTUARIO INTERTROPICAL, BAHÍA DE CARTAGENA**

DIANA MARÍA QUINTANA-SAAVEDRA

**Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Doctorado en Ciencias del Mar**

**Director (a):
PhD. Rafael Ricardo Torres Parra
Profesor Dpto. de Física y Geociencias
Universidad del Norte**

**UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES
BOGOTÁ, COLOMBIA
2022**

Nota de aceptación

Firma del jurado
PhD Fabian Ramirez

Firma del jurado
PhD Carlos Zapata

Bogotá, diciembre 15 de 2022

A Dios gracias por ser mi derrotero y guía en este camino (Colosenses 1,12-20).

A mi Antonella, mi amada hija, inspiración de mi nueva vida, gracias por enseñarme a ver el mundo a través de tus ojitos.

A mis padres Grati y Aurita, a mi hermano Luis José, su esposa Juanita y mis lindos y amados sobrinos Luis José Jr. y Martina, a toda mi familia, a mis amigos de vida, a la fundación JIC, Angelita y Fanny, a mis amigos de Normandía, a todos los ángeles que me han acompañado, infinitas gracias por su apoyo en mi vida, este logro es de todos, gracias infinitas.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Dirección General Marítima por la beca otorgada para la realización de este proyecto, así como por los recursos, medios e información que permitió realizar los diferentes análisis durante el proyecto, en particular al Sr Almirante Jhon Fabio Giraldo Gallo Director de la Dirección General Marítima-Dimar, al señor Capitán de Navío Pedro Javier Prada Rueda, Coordinador General del Grupo de Dimar y al Centro Colombiano de Datos de Dimar liderado la Asesora de Defensa Ruby Ortiz.

A los señores al señor Almirante José Joaquín Amezcua, Jefe de Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Militares de Colombia; al Capitán de Navío Alex Fernando Ronquillo (q.e.p.d) y Capitán de Navío Herman Aicardo León, les agradezco su visión y confianza al asignarme el reto de fortalecer la gestión del patrimonio cultural sumergido de la Dirección General Marítima desde 2016. Al señor Capitán de Navío por liderar la iniciativa de fortalecer el talento humano con altas capacidades de Dimar en 2016.

Un especial agradecimiento al señor CN (RA) PhD Rafael Ricardo Torres-Parra, exdirector del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas –CIOH 2017, y director del presente trabajo por sus constantes enseñanzas y acompañamiento para transformar y culminar con éxito este proceso, a pesar de los profundos retos personales, laborales y académicos que viví, gracias por las palabras de esperanza para transitar este camino, valió la pena cada día, infinitas gracias.

Agradezco al grupo de Patrimonio Cultural Sumergido de la Dimar, en especial al señor JT (RA) Richard Guzmán y al señor Capitán Carlos Alberto Andrade por sus múltiples e invaluable aportes y enseñanzas.

Asimismo, agradezco a la Universidad de Cádiz, España, especialmente a los profesores Dr. Bismarck Jigena, Dr. Giorgio Anfuso, Dr. Juan José Muñoz-Pérez por su acompañamiento y enseñanzas en la pasantía y en las publicaciones realizadas.

Agradezco a la PhD. Andrea Santa y MSc Carolina Peinado por sus valiosas asesorías en metodología de la investigación.

RESUMEN

La bahía de Cartagena, conocida en los siglos XVI y XVII como un importante puerto bajo el dominio de la corona española, está ubicada al norte de Colombia. En la época de la colonia este puerto sufrió constantes asedios de enemigos que querían asaltar la ciudad, por lo cual, se desarrolló un complejo esquema militar para su protección. En 1741, se llevó a cabo un ataque significativo por parte de la flota inglesa, que marcó un hito para la ciudad; como consecuencia de esta batalla, varios navíos españoles fueron hundidos en la bahía. Tales embarcaciones son estudiadas en este trabajo con el fin de proponer un modelo para gestionar el patrimonio cultural sumergido, desde la perspectiva estatal. En este sentido, se realizó un análisis documental y cartográfico complementado con el reconocimiento de sensores geofísicos y fotografía submarina, lo que permitió identificar los navíos África y San Carlos, ubicados en el Canal colonial en Bocachica, y los navíos Conquistador y Dragón, en el canal militar. La identificación se logró a pesar de encontrarse los naufragios bajo la influencia del ambiente marino tropical, y con condiciones estuarinas. Estas condiciones oceanográficas se estudiaron teniendo en cuenta las épocas seca y húmeda que influyen en la bahía. En consecuencia, aunque los materiales se encuentran relativamente bien preservados, requieren ser integrados en un modelo de gestión para conservar sus actuales atributos. A partir de la información anterior, se desarrolló una metodología integral para la gestión de los sitios del patrimonio cultural sumergido de la Bahía de Cartagena. La metodología se aplicó en cinco criterios a los cuatro naufragios coloniales. Los criterios analizados son (i) históricos, es decir, basados en la antigüedad del naufragio. Los investigados en este trabajo están asociados a la Batalla de Cartagena de Indias (1741 d.C.), habiendo estado sumergidos ~280 años (todos los naufragios obtuvieron una puntuación de 3); (ii) El criterio geográfico se refiere a la profundidad a la que se encuentra el pecio, lo que determina su accesibilidad. En la Bahía de Cartagena, los pecios se encuentran a una profundidad de agua entre 15,6 y 29,7 m (todos los pecios se calificaron con 4); (iii) El criterio de condición de naufragio indica el nivel de conservación, incluyendo material orgánico e inorgánico, distinguiendo entre cascos de madera, piedras de lastre y cañones. Los puntajes obtenidos fueron 4 y 3 para los pecios, respectivamente, ubicados en la Bahía Interior y en el sector de Bocachica. (iv) El criterio oceanográfico, ligado a las condiciones químicas y biológicas de la columna de agua, influye en la conservación del naufragio. Todos los naufragios investigados obtuvieron una puntuación de 5. (v) El criterio socioeconómico indica las múltiples actividades marítimas y culturales que se desarrollan actualmente y que pueden afectar al naufragio. En la Bahía de Cartagena, todos los naufragios recibieron una calificación de 4. De acuerdo con el puntaje total obtenido (20—Bahía Interior y 19—Sector Bocachica), se proponen lineamientos para la conservación del patrimonio cultural de los naufragios en la Bahía de Cartagena.

Palabras clave: patrimonio, gestión, investigación, conservación.

ABSTRACT

The Bay of Cartagena is an intertropical estuary located in northern Colombia, known in the 16th and 17th centuries as an important port under the rule of the Spanish crown. For this reason, in colonial times this port suffered from constant siege by enemies who wanted to assault the city, for which reason a complex military scheme was developed for its protection. In 1741, a major attack by the English fleet was carried out, marking a watershed for the city. Because of this battle, several Spanish ships were sunk in the bay, which are studied in this work, to propose a model to manage the submerged cultural heritage from the state perspective. To this end, a documentary and cartographic analysis was initially carried out, complemented by reconnaissance using geophysical sensors and underwater photography, which made it possible to identify the ships *África* and *San Carlos*, located in the colonial channel in Bocachica, and the ships *Conquistador* and *Dragón*, on the military channel. The identification was developed despite finding the wrecks under the influence of the tropical marine environment and estuarine conditions. These oceanographic conditions were studied considering the dry and wet seasons that influence the bay. Consequently, although the materials are relatively well preserved, they need to be integrated into a management model to preserve their current attributes. Based on the above information, a methodological proposal was developed to manage the submerged cultural heritage through the evaluation of five criteria which were applied to the wrecks of the Bay of Cartagena. Criteria analyzed are (i) historical, i.e., based on the antiquity of the wreck. The ones investigated in this paper are associated with the Battle of Cartagena de Indias (A.D. 1741), having been submerged for ~280 years (all wrecks obtained a score of 3); (ii) The geographical criterion concerns the depth at which the wreck is located, which determines its accessibility. In Cartagena Bay, wrecks are situated at a water depth between 15.6 and 29.7 m (all wrecks were scored 4); (iii) The shipwreck condition criterion indicates the level of preservation, including organic and inorganic material, distinguishing among wooden hulls, ballast stones, and cannons. Obtained scores were 4 and 3 for the wrecks, respectively, located in the Inner Bay and in the Bocachica sector. (iv) The oceanographic criterion, linked to chemical and biological conditions of the water column, influences wreck conservation. All wrecks investigated scored 5. (v) The socioeconomic criterion indicates the multiple maritime and cultural activities presently taking place that might affect the wreck. In Cartagena Bay, all wrecks were scored 4. According to the total score obtained (20—Inner Bay and 19—Bocachica sector), guidelines for shipwreck conservation of cultural heritage in Cartagena Bay are proposed.

Keywords: heritage, management, investigation, conservation.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	17
1. ÁREA DE ESTUDIO.....	20
1.1 LOCALIZACIÓN.....	20
1.2 CLIMA.....	21
1.3 ASPECTOS HISTÓRICOS DEL CANAL DEL DIQUE.....	21
2. RECONOCIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN HIDROGRÁFICA DE CUATRO NAUFRAGIOS EN LA BAHÍA DE CARTAGENA.....	23
2.1 INTRODUCCIÓN Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	23
2.1.1 Importancia histórica de Cartagena de Indias.....	23
2.1.2 Eventos históricos de 1741.....	24
2.1.3 Los navíos.....	26
2.2 METODOLOGÍA.....	27
2.2.1 Descripción de la ubicación potencial de los naufragios, basado en fuentes históricas.....	27
2.2.2 Caracterización de las anomalías culturales empleando ecosonda multi haz y sonar de barrido lateral.....	28
2.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
2.3.1 Descripción sobre la ubicación potencial de los naufragios con base en fuentes históricas.....	29
2.3.2 Resultados hidrográficos.....	33
2.4 CONSIDERACIONES FINALES.....	40
3. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS LA BAHÍA DE CARTAGENA EN ZONAS DONDE SE ENCUENTRAN UBICADOS DIFERENTES NAUFRAGIOS	43
3.1 INTRODUCCIÓN Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	43
3.2 METODOLOGÍA.....	46
3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	49

3.3.1 Características oceanográficas en el marco local y sublocal de la bahía de Cartagena	49
3.3.2 Características oceanográficas en el marco puntual, áreas asociadas con los naufragios en Bocachica y bahía interna	62
3.4 CONSIDERACIONES FINALES	69
4. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA GESTIONAR EL PATRIMONIO CULTURAL SUMERGIDO MEDIANTE LA EVALUACIÓN DE DIFERENTES CRITERIOS. APLICACIÓN EN LA BAHÍA DE CARTAGENA DE INDIAS, COLOMBIA.....	71
4.1 INTRODUCCIÓN Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	71
4.2 METODOLOGÍA.....	73
4.2.1 Criterios históricos	74
4.2.2 Criterios geográficos	74
4.2.3 Criterios para describir el estado de los Pecios	74
4.2.4 Criterio oceanográfico- columna de agua	75
4.2.5 Criterios socioeconómicos	75
4.2.6. Propuesta de gestión para el manejo de los sitios donde se ubica el patrimonio cultural sumergido.....	75
4.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	77
4.3.1 Aplicación de la propuesta de modelo para la gestión del patrimonio cultural sumergido - caso bahía de Cartagena	77
4.3.2 Propuesta de gestión para el manejo de los sitios donde se ubica el patrimonio cultural sumergido.....	85
4.4 CONSIDERACIONES FINALES	92
5. CONSIDERACIONES GENERALES FINALES	95
6. TRABAJO A FUTURO	97
7. ANEXOS.....	99
8. BIBLIOGRAFÍA.....	107

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Bahía de Cartagena. Batimetría GEBCO 2014 con resolución de 30 segundos de arco.....	20
Figura 2. Cartografía y relaciones de ultramar.	22
Figura 3. Ataque Británico en Bocachica - Defensa de Cartagena de Indias por el Almirante Blas de Lezo.	25
Figura 4. Plano de la bahía y la ciudad de Cartagena.....	28
Figura 5. Comparación entre planos que describen la batalla de 1741 entre la flota española e inglesa. Sector de Bocachica.....	30
Figura 6. Comparación entre planos que describen la batalla de 1741 entre la flota española e inglesa sector acceso a la bahía Interna.....	32
Figura 7. Comparación de la línea de defensa de Don Blas de Lezo, entre cartografía histórica y los resultados encontrados en este proyecto en la zona de acceso a la bahía Interna, sector canal militar.	34
Figura 8. Comparación de la línea de defensa, sector Canal colonial en Bocachica, entre cartografía histórica y los resultados encontrados en este proyecto.....	35
Figura 9. Caracterización de la anomalía uno. Sector bahía interna, canal militar.	37
Figura 10. Análisis del contexto natural del navío Conquistador, presencia de materiales orgánicos. Fotos: Santiago Estrada-DIMAR-PRNPCS-2020	38
Figura 11. Reconocimiento de anomalía dos. Sector bahía interna, canal militar	38
Figura 12. Reconocimiento de anomalía tres. Sector Bocachica.	39
Figura 13. Reconocimiento de anomalía cuatro. Sector Bocachica.	40
Figura 14. Análisis conceptual del entorno asociado con cuatro anomalías en Bocachica y en la bahía interna	47

Figura 15. Caracterización espacio temporal de oxígeno disuelto (mg/L) en la bahía de Cartagena.....	51
Figura 16. Comportamiento de la calidad del agua de la bahía de Cartagena en época seca y húmeda con respecto a la concentración de oxígeno y a la salinidad.	53
Figura 17. Caracterización espacio temporal de Salinidad en la bahía de Cartagena.....	54
Figura 18. Caracterización de temperatura en la bahía de Cartagena.	57
Figura 19. Caracterización de pH en la bahía de Cartagena.....	59
Figura 20. Macro localización del área de estudio, bahía de Cartagena, Colombia.	73
Figura 21. Análisis del contexto natural del navío El Conquistador en la bahía En la imagen se observa una sección de madera a la vista sobre el lecho marino. ...	79
Figura 22. Superficie batimétrica levantada con Ecosonda multihaz. En la imagen se destacan dos navíos respecto a la cobertura, nótese las diferencias en el recuadro naranja	79

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Lista de cuatro naufragios españoles involucrados en la batalla de 1741 en la bahía de Cartagena.....	27
Tabla 2. Caracterización de anomalías ubicadas en las líneas de defensa de la bahía interna y el sector de Bocachica.....	36
Tabla 3. Plan de medición de las variables físicas, químicas y biológicas en la bahía de Cartagena.....	48
Tabla 4. Técnicas empleadas para identificar las características hidrobiológicas en el área de influencia de los naufragios.....	48
Tabla 5. Comportamiento observado de variables físicas, químicas y biológicas en el contexto local de la bahía de Cartagena, época seca.....	49
Tabla 6. Comportamiento observado de variables físicas, químicas y biológicas en el contexto local de la bahía de Cartagena, época húmeda.....	50
Tabla 7. Características del oxígeno disuelto en el marco sublocal.....	52
Tabla 8. Características de la salinidad en el contexto sublocal.....	55
Tabla 9. Características de la temperatura en el contexto sublocal.....	58
Tabla 10. Características del pH en el contexto sublocal.....	60
Tabla 11. Características fisicoquímicas zonas puntuales a los naufragios África y San Carlos (Bocachica) y Conquistador y Dragón (bahía interna), para época seca 2018.....	64
Tabla 12. Características fisicoquímicas en las zonas puntuales de los naufragios África y San Carlos (Bocachica) y Conquistador y Dragón (bahía interna), para época húmeda 2017.....	65
Tabla 13. Imágenes de células de fitoplancton asociado con los naufragios en Bocachica y bahía interna con el método red de arrastre.....	66
Tabla 14. Aproximación metodológica empleada para definir las acciones de manejo del patrimonio cultural sumergido.....	76

Tabla 15. Descripción geográfica de las zonas asociadas con cuatro naufragios.	78
Tabla 16. Inventario de elementos asociados al contexto externo.....	80
Tabla 17. Variables oceanográficas y riesgo asociado a los naufragios investigados en la Bahía de Cartagena de Indias. Datos registrados a 15 m de profundidad del agua.	82
Tabla 18. Actividades/usos marítimos descritos por la UNESCO. Usos presentes en la Bahía de Cartagena, Colombia. En negrita actividades potencialmente peligrosas para PCS.....	84
Tabla 19. Medición de criterios con respecto a los resultados del trabajo.	86

LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

Abreviatura	Término
PCS	Patrimonio Cultural Sumergido
DIMAR	Dirección General Marítima
CIOH	Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas.
ICANH	Instituto Colombiano de Antropología e Historia.
Min Cultura	Ministerio de Cultura
MBES	Sistema Ecosonda Multihaz
SSS	Sonar de Barrido Lateral.
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
ZCIT	Zona de Convergencia InterTropical
CECOLDO	Centro Colombiano de Datos Oceanográficos
SST	Sólidos Suspendidos Totales
OD	Oxígeno Disuelto

1. INTRODUCCIÓN

El océano no es homogéneo, por ende, su estudio, gestión y planificación espacial debe encarar la heterogeneidad espacial y temporal de los espacios marinos, así como los usos o destinos que en determinadas áreas se encuentren. El conocimiento que se desprende de ese precepto puede integrar factores culturales, ambientales, económicos, entre otros (Unesco, 2020).

El océano ha sido testigo de la evolución del planeta y de la interacción que el hombre ha tenido con él, la cual, en parte se ha dado por el desarrollo de la navegación alrededor del mundo. La navegación ha jugado un rol preponderante que ha permitido a los hombres extender su dominio territorial, crear ciudades, transportar bienes, entre otros. La relación entre la navegación y el medio marino ha llevado al hombre a enfrentarse con eventos naturales o antrópicos, que han hecho que se pierdan, en el fondo del mar, un sin número de embarcaciones y bienes transportados según la naturaleza de cada barco.

Es así como el número estimado de naufragios alrededor del mundo puede ser numeroso, llevando consigo una parte de la historia de la humanidad, valiosa para las futuras generaciones. En este contexto, se entiende la siguiente afirmación: *“Si sólo un barco se hundiera en cada año de cada década de cada siglo de cada milenio desde que los primeros marinos zarparon de sus cavernas en Grecia hace 11.000 años, tendríamos 11.000 naufragios sólo en el Egeo. Pero cientos de barcos se han hundido en tormentas del Egeo en un solo día. No podemos calcular el número de naufragios en ese mar. El número de naufragios debajo de los Siete Mares es verdaderamente inimaginable”* (Bass, 2005).

Cuando una embarcación naufraga por diferentes circunstancias, se convierte en un testigo silencioso que describe la cultura, y acorde con el tiempo en que se encuentre sumergida, entra a ser clasificado como patrimonio cultural sumergido, si han permanecido sumergidos por más de 100 años (Unesco, 2001).

Es por ello, que alrededor del mundo se han realizado esfuerzos por conocer, preservar y conservar los pecios, con el fin de reconstruir o definir diferentes culturas en el tiempo (Lumb et al., 2006; McCarthy, 2015; Parrent, 1983). Es sabido que dicho material constituye una fuente de conocimiento invaluable para la humanidad y que permite recolectar y reconstruir datos de diferente índole (Ward et al., 1999) .

El material arqueológico que se encuentra en un entorno acuático, producto de un naufragio, está sometido a diferentes regímenes y dinámicas que pueden llegar a modificar su estructura, condicionando así su deterioro en el tiempo (Muckelroy, 1980; Ward et al., 1999). Es así que el material puede presentar afectación asociada a cambios estructurales según su clasificación, materiales orgánicos (cuero, marfil, hueso, telas, objetos de madera, entre otros), materiales inorgánicos (piedra, cerámica, metal, vidrio, entre otros), y/o materiales mixtos (cerámica) (Del Cairo & García Chaves, 2006; Pearson, 1987). Dichas modificaciones incluyen procesos de corrosión, fragmentación, grietas, concreciones, entre otros (Del Cairo & García Chaves, 2006; L. Oxley & Keith, 2016; Peacock, 1996; Werz & Seemann, 1993).

En tal sentido, diferentes investigaciones como las realizadas por Andreou et al. (2017), Muckelroy. (1980), Stewart. (1999), Ward et al. (1999), se han enfocado en identificar algunas variables del entorno acuático que pudiesen influir sobre el estado de preservación del material arqueológico, y han propuesto algunos modelos descriptivos y/o predictivos que permiten comprender dicho efecto (Frigerio, 2013; Ward et al., 1999).

Se conoce que el entorno acuático genera un cambio en el movimiento de masas de agua, tasas de sedimentación, dirección del oleaje, mareas, corrientes, estratificación y descargas fluviales, que conceden diferentes características fisicoquímicas a la columna de agua, haciendo que las condiciones en superficie y en el lecho marino sean diferentes, y por ende, su interacción con los materiales puede favorecer o no su preservación (Bethencourt et al., 2014; Keith, 2016; Ward et al., 1999).

Es así que considerando la importancia de contar con herramientas que trasciendan de lo descriptivo y generalizado, a lo cuantitativo y puntual, es necesario abordar diferentes preguntas de investigación que aborden el contexto acuático y el manejo del material de estudio (Gibbs, 2006; Keith, 2016; Muckelroy, 1980; Ward et al., 1999).

La bahía de Cartagena (Colombia) es un lugar considerado patrimonio histórico de la humanidad por la UNESCO, dado que cuenta con gran parte de sus bienes en el lecho marino, donde reposan restos de embarcaciones hundidas (naufragios coloniales e industriales), murallas y fortalezas (el fuerte de San Matías en Boca grande y obras arquitectónicas y civiles como la escollera, construida en siglo XVI (Borrero Londoño & Andes, 2011; Del Cairo & García Chaves, 2006; García-Castrillo et al., 2003). Todos estos elementos conforman el paisaje marítimo de la ciudad. Es por lo tanto importante interpretar y conocer la historia detrás de cada uno de los diferentes artefactos que en ella se encuentran, para acercarse a hechos históricos

que describen procesos de conquista, independencia o desarrollo de la sociedad colombiana.

La sumatoria de las características fisicoquímicas de la bahía, los materiales de los naufragios y su interacción generan la ecuación perfecta para estudiar los procesos de deterioro de los naufragios en una bahía intertropical. Entender mejor estos procesos subacuáticos es el primer paso para que Colombia formule estrategias para la integración en el instrumento de ordenamiento marítimo colombiano del patrimonio cultural sumergido. Estas deben estar solventadas sobre bases técnicas y científicas, orientadas en interpretar y valorar las diferentes variables que influyen en el estado de preservación de un material, así como en la definición adecuada de estrategias y de la gestión de su manejo.

El presente trabajo fue organizado con el fin de atender las siguientes preguntas de investigación, ¿Existen elementos históricos en el lecho marino, qué tipo de material lo integra? ¿Cómo los detecto?; Cuáles son las características del entorno acuático de la bahía que podrían afectarlo?; ¿Qué decisión se debería tomar para proteger el patrimonio cultural sumergido?

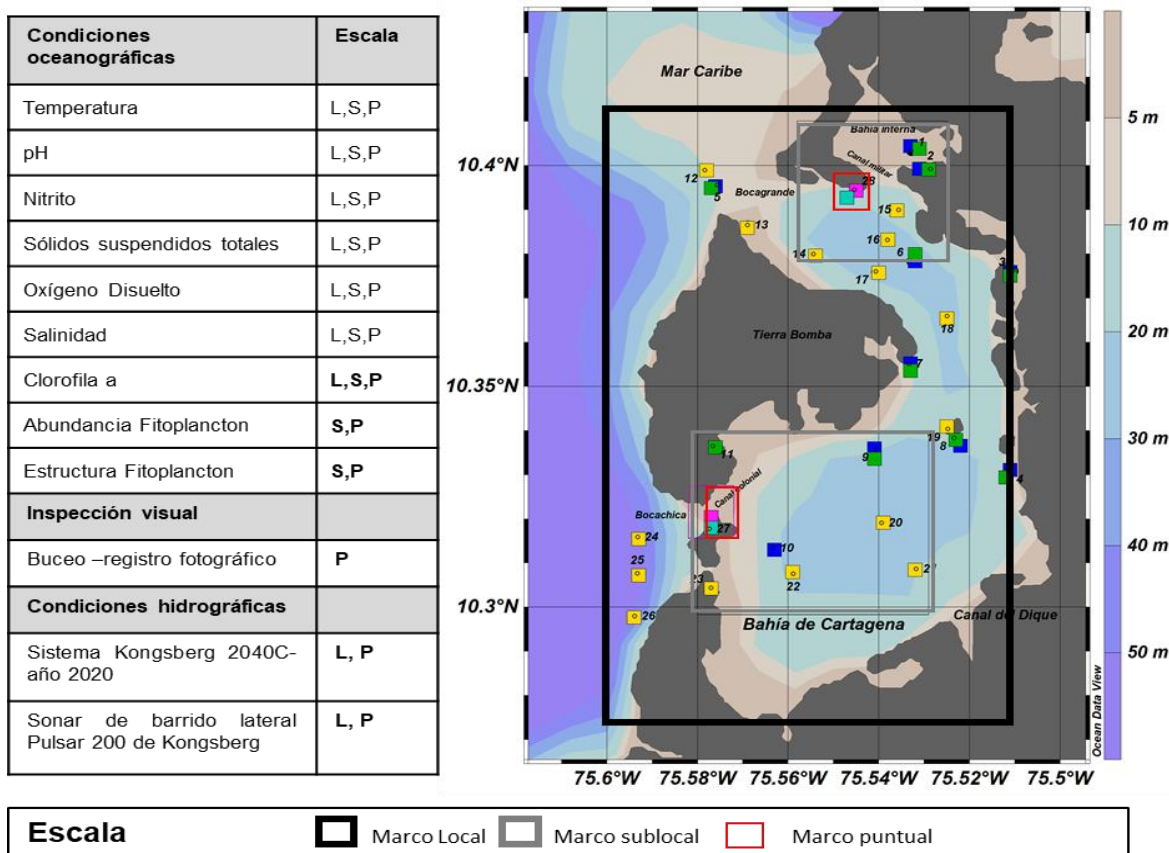
Es así que el documento en sus dos primeros apartes presenta la introducción general de la temática objeto de estudio y una visión general del tema y de las características del área de estudio. En el capítulo dos, se esboza el reconocimiento y la caracterización hidrográfica de cuatro naufragios objeto de estudio en la bahía de Cartagena. En el capítulo tres, se aborda las condiciones oceanográficas e hidrobiológicas de la bahía de Cartagena en las zonas donde se encuentran ubicados los diferentes naufragios. En el capítulo cuatro, se proponen algunas herramientas de gestión, que acorde con las características de la bahía, pueden contribuir al manejo de sitios de interés cultural. Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones generales del presente trabajo de investigación.

1. ÁREA DE ESTUDIO

1.1 LOCALIZACIÓN

La bahía de Cartagena (Colombia) está localizada al noreste de Suramérica, en el Caribe colombiano, entre las latitudes 10.26°N y 10.45°N y las longitudes 75.5°W y 75.6°W, véase la Figura 1. Está separada del mar Caribe por la isla de Tierra Bomba, conformando una cuenca somera de 84 km² de extensión, con profundidades promedio de 26 m; se comunica con el mar Caribe a través de los canales de Bocagrande y Bocachica (Molares Babra, 2004; Tomic, Lonin, et al., 2019). Está ha sido descrita como un sistema estuarino, dado que en ella se mezclan aguas de origen continental (canal del Dique), con aguas del mar Caribe (Molares & Mestres, 2012).

Figura 1. Bahía de Cartagena. Batimetría GEBCO 2014 con resolución de 30 segundos de arco.



Nota Figura 1: La nomenclatura de las estaciones es la siguiente: 1 Muelle SP; 2 Muelle Bosque; 3 Muelle Contecar; 4 Muelle Ecopetrol; 5 Boya-2; 6 Boya-30 ;7 Boya-27; 8 Boya-21; 9 Boya-19; 10 Boya-10; 11 Tierra Bomba; 12 EBC1 (EBC: Estación Bahía de Cartagena;) 13 EBC2; 14 EBC3; 15 EBC4; 16 EBC5; 17 EBC6; 18 EBC7; 19EBC8; 20 EBC9; 21 EBC10; 22 EBC11; 23 EBC12; 24 EBC13; 25 EBC14; 26 EBC15; 27 Naufragios Bocachica; 28 Naufragios bahía interna; 29 Boya 12. La escala de análisis considera todas las estaciones para el contexto local (recuadro negro); sublocal (recuadro gris) y en recuadro rojo (contexto puntual). Las estaciones se indican en color por año 2006 (color azul); 2010 (color verde); 2014 (color amarillo); 2017 (sitio de los naufragios en rosado); 2018 (sitio de los naufragios en rosado).

1.2CLIMA

El patrón climático de la esquina noroccidental de Sudamérica, donde se encuentra ubicada Colombia, se considera influenciada por los vientos alisios del norte y por las oscilaciones de la Zona de Convergencia Intertropical -ZCIT. Principalmente dos corrientes superficiales de viento confluyen sobre el área, el chorro superficial de San Andrés y el chorro del Chocó (Andrade-Amaya, 2001; Bernal et al., 2006).

La fluctuación de un cinturón de baja presión a lo largo de la región ecuatorial denominado ZCIT genera una estacionalidad marcada de dos épocas: seca y de vientos de diciembre a abril, y lluviosa de agosto a octubre; el resto del año se desarrollan periodos de transición entre las dos estaciones (Andrade-Amaya, 2001; Maza et al., 2006). Entre julio y agosto se presenta en Colombia el “veranillo de San Juan”, en donde se intensifica la velocidad del viento y reduce la intensidad de las lluvias (Bernal et al., 2006).

1.3ASPECTOS HISTÓRICOS DEL CANAL DEL DIQUE

El canal del Dique ha tenido un papel importante desde el punto de vista histórico, dado que, adicional al propósito con el que fue construido para facilitar rutas de navegación entre la bahía de Cartagena y el interior del país, su ampliación modificó radicalmente las características de la bahía. El canal marca las características del agua de la bahía, porque es la principal fuente de cambios en la sedimentación.

El canal del Dique fue construido con el objetivo de fortalecer el crecimiento económico de la época y a su vez la estrategia militar de los españoles en el periodo colonial, desde la ciudad de Cartagena hasta el río Magdalena (véase la Figura 2) principal tributario de Colombia (Aguilera-Díaz, 2006; Luengo, 2016; Vargas-Cuervo, 2021).

El proceso para su diseño y adecuación no fue un proceso sencillo. Este canal fue el primero en su tipo en Latinoamérica, se construyó en 1582, pero fue remodelado a mediados del siglo XVIII (1792), por problemas relacionados con la sedimentación, puesto que algunas secciones estaban cerradas por algunos períodos (Luengo, 2016). Es así que fueron las obras civiles y el desarrollo de la navegación, las principales causas que aceleraron el proceso de adecuación del canal hacia 1844 (Mogollón, 2013, 2019).

Figura 2. Cartografía y relaciones de ultramar.



Fuente: Tomo V, autor Antonio de Arévalo (Aguilera-Díaz, 2006).

2. RECONOCIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN HIDROGRÁFICA DE CUATRO NAUFRAGIOS EN LA BAHÍA DE CARTAGENA

2.1 INTRODUCCIÓN Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Los científicos investigan los naufragios para comprender las diferentes culturas a lo largo del tiempo y la mejor manera de preservar estos sitios (Lumb et al., 2006; McCarthy, 2015; Parrent, 1983). Hoy en día, la historia sumergida puede reconstruirse utilizando equipos que no interfieren con los restos del naufragio, pero que son capaces de mostrar vestigios del pasado (Ballard et al., 2000; Quinn, 2006; Quinn et al., 1997; Westley et al., 2019). Este es el caso de este estudio, que busca describir cuatro naufragios asociados al desarrollo de un evento trascendental en la historia de la bahía de Cartagena del siglo XVIII, utilizando tecnología moderna para la investigación y caracterización geofísica.

UNESCO nombró a “Cartagena de Indias” como patrimonio de la humanidad en 1984, debido a su importancia histórica, integrada por restos de naufragios coloniales e industriales en el fondo marino, fortalezas militares (el fuerte de San Luis de Bocachica) y obras arquitectónicas y civiles coloniales. Un ejemplo de esto último es la Escollera, un muro sumergido construido en el siglo XVI para cerrar la entrada de Bocagrande a la bahía (Borrero Londoño & Andes, 2011; García-Castrillo et al., 2003), el cual marco la dinámica de las líneas de costa en la bahía (Andrade, et al., 2022). Por lo tanto, vale la pena evaluar la historia detrás de cada uno de los diferentes artefactos encontrados en el fondo marino de la bahía, para comprender mejor los hechos históricos que pueden dilucidar los procesos del pasado que ayudaron a construir la sociedad colombiana actual.

En este capítulo se evaluó el estado actual de cuatro naufragios de interés arqueológico en la bahía de Cartagena de Indias. Se identificó cuatro anomalías compatibles con los naufragios África y San Carlos en el Canal Bocachica, y el Dragón y Conquistador, en la entrada de la bahía interior (figura 1), todos hundidos por Don Blas de Lezo durante la batalla de 1741 contra las tropas inglesas. Este evento es relatado a lo largo de este capítulo. En la sección 2.2, se indica la metodología utilizada, seguida de la sección de resultados principales. Finalmente, en la última sección, se presentan unas consideraciones finales. Los aspectos asociados con las condiciones ambientales se desarrollarán en la sección 3 del presente documento.

2.1.1 Importancia histórica de Cartagena de Indias. Cartagena fue conocida en los siglos del XVI al XVII, como un importante puerto bajo el dominio de la corona

española. Particularmente en la época colonial, Cartagena, fue considerada un sitio estratégico, llamado por el imperio británico como "La llave de las Indias". Su ubicación estratégica favoreció el comercio regional, así como su defensa del constante asedio de los piratas que querían asaltar la ciudad. Para proteger a Cartagena se construyó, a lo largo del tiempo, una estrategia militar a diferentes niveles.

Se conoce que la primera protección fue natural (Del Cairo Hurtado, 2014). Su ubicación tropical y cercanía al mar, actuaba como primera línea de defensa. Aspectos ambientales como la temperatura, la humedad del aire, y los ecosistemas de manglar ubicados en el borde costero, actuaron en conjunto con los insectos y otros organismos presentes en la región, como un ambiente de protección hostil y desconocido para los europeos (Del Cairo Hurtado, 2014).

Una segunda etapa consistió en construir defensas para proteger la ciudad de los ataques marítimos. La entrada de Bocagrande sufrió diferentes cambios morfológicos durante la colonia, que cerraron y abrieron la boca en diferentes períodos (Andrade et al., 2004; Gómez Pretelt & Carvajal Díaz, 2011; Vernet et al., 1984). Para estabilizar este lugar dinámico, los españoles construyeron una muralla sumergida (Escollera) con el propósito militar estratégico de cerrar la entrada de los buques de guerra a la bahía, pero manteniendo un intercambio de aguas poco profundas (Andrade-Amaya, 2004).

La construcción de "La Escollera", que aún existe, obligó a la entrada al puerto de grandes barcos por el Canal de Bocachica, (Figura 1). Esto facilitó la estrategia de defensa, ya que sólo había que proteger un único y estrecho acceso a la bahía (De Lezo, 1741).

La tercera etapa de la estrategia española consistió en la defensa interior de la ciudad. En el caso del desembarco de tropas en las inmediaciones de Cartagena de Indias, debido a los humedales presentes en ese momento, se vieron obligados a utilizar el único acceso terrestre a la ciudad, que estaba protegido por el Fuerte de San Felipe. La ciudad contaba con una serie de murallas con baterías y otros medios de defensa para su protección.

2.1.2 Eventos históricos de 1741. En la figura 3 se presenta un cuadro al óleo, que permite vislumbrar la magnitud del ataque perpetrado contra la ciudad de Cartagena.

Figura 3. Ataque Británico en Bocachica - Defensa de Cartagena de Indias por el Almirante Blas de Lezo.



Nota: Fragmento del óleo de Luis Fernández Gordillo 1994, Museo Naval de Madrid.

El Almirantazgo inglés fijó a Cartagena como objetivo en 1739, para interrumpir el flujo de recursos hacia el Imperio español desde sus colonias en Tierra Firme. Así, el sitio de Cartagena de Indias se realizó en 1741 por una escuadra inglesa, de más de cien navíos al mando del Almirante Vernon (Del Cairo Hurtado, 2014; García, 2001; Suárez, 2015) (Figura 3). Información sobre la batalla de 1741 se representa en el mapa del Capitán Phil Durell, (1741) (Figura 4). Este mapa indica hechos fundamentales para la descripción y análisis relacionados con los resultados de este documento.

A medida que avanzaba la batalla, los ingleses superaron las defensas terrestres españolas en el Canal de Bocachica. El almirante Blas de Lezo, comandante de la defensa de Cartagena ordenó primero el despliegue de barcos españoles en el Canal colonial de Bocachica para impedir la entrada de barcos de guerra ingleses en la bahía. Después de que los navíos ingleses pudieron entrar en la bahía, Don Blas de Lezo intentó bloquear la entrada a la bahía interna (protegida por los fuertes de Santa Cruz de Castillo Grande y Manzanillo en lados opuestos del canal). En su intención de impedir la aproximación de los navíos ingleses a la ciudad, ordenó hundir primero algunos navíos en el Canal de Bocachica, y luego en la entrada de la bahía interior.

El almirante Blas de Lezo, (versión española), indicó en su diario lo acaecido durante la batalla de 1741, narrando eventos particulares que ocurrieron en el sector de Bocachica. Menciona que, hacia el 14 de marzo, se ordenó evitar el ingreso de

navíos enemigos a la bahía de Cartagena (De Lezo, 1741, p. 9). El 5 de abril, tras las diferentes confrontaciones, se extendieron las llamas a los navíos San Felipe y África, considerando que era mejor hacer regresar las tripulaciones de los navíos a la ciudad, y echarlos a pique en el fondo del canal colonial (De Lezo, 1741, p. 33; Instituto de Historia y Cultura Naval, 2021, p. 248).

El Almirante Blas de Lezo (1741), narra que se realizó una reunión el 9 de abril de 1741, en la casa de Don Sebastián de Eslaba, virrey de Nueva Granada. En esta reunión, se discutió si convenía o no echar a pique los navíos del rey, con la suerte de cerrar el canal militar de acceso a la bahía interna, dado que no podían aguantar el fuego (De Lezo, 1741, p. 37). Acordaron que era conveniente atravesar desde Castillo Grande hasta la isla de Manzanillo todas las embarcaciones, echando a pique en línea recta los navíos de guerra con los que aún contaban, entre esos Conquistador y Dragón, y otros buques de menor tamaño.

Finalmente, la batalla iniciada el 13 de marzo y finalizada el 2 de mayo de 1741, da a la corona española la victoria, debido a que los ingleses no pueden tomarse la ciudad (De Lezo, 1741; Del Cairo Hurtado, 2014; Suárez, 2015). La defensa de la ciudad establecida por Don Blas de Lezo fue exitosa.

2.1.3 Los navíos. Los barcos españoles construidos en producción en serie, fueron los más grandes e importantes de las flotas europeas, destinados al combate naval (Aldana, 2019; Apestegui, 1984; De Eslaba, 1741; De Lezo, 1741; Rodríguez Mendoza, 2008). Este tipo de embarcaciones formaron parte de la flota al mando del capitán Almirante Blas de Lezo durante la defensa de Cartagena. Su flota estaba compuesta por seis grandes barcos de serie: El Galicia, El San Felipe, El Conquistador, El Dragón, El África y San Carlos (De Lezo, 1741). Además de estos barcos, su flota también contaba con algunas embarcaciones tipo balandra y bergantín, de menor tamaño (De Lezo, 1741).

Los barcos que se estudian en este trabajo fueron construidos en las primeras décadas del siglo XVIII, y estuvieron sujetos a las distintas pautas de construcción y transición señaladas en las ordenanzas españolas. Para este siglo, estos documentos sufrieron constantes renovaciones relacionadas con las especificaciones de la arquitectura naval, las cuales, iban de acuerdo con la organización de sus astilleros. José Antonio de Gaztañeta, militar e ingeniero, en 1712 redactó las "*Proposiciones de las medidas arregladas a la construcción de un Bajel de Guerra*" como se indica en Hormaechea et al., (2018), donde se describen estos lineamientos y directrices, y cómo eran construidos los buques de guerra. En la tabla 1, se relacionan los aspectos asociados a los navíos del presente estudio.

Tabla 1. Lista de cuatro naufragios españoles involucrados en la batalla de 1741 en la bahía de Cartagena

Navío	Fecha	Cañones	Eslora	Manga	Zona de naufragio
San Carlos	1724	60	53.2*	13.55*	Canal colonial Bocachica
África	1732	64-70	NR	NR	Canal colonial Bocachica
Conquistador (llamado segundo Conquistador)	1730	64	NR	NR	Bahía interna, canal militar
Dragón (Nombre original “Santa Rosa de Lima”)	1738	60-64	NR	NR	Bahía Interna, canal militar

* Medidas reportadas en Todo avante, (2021). NR No hay registro

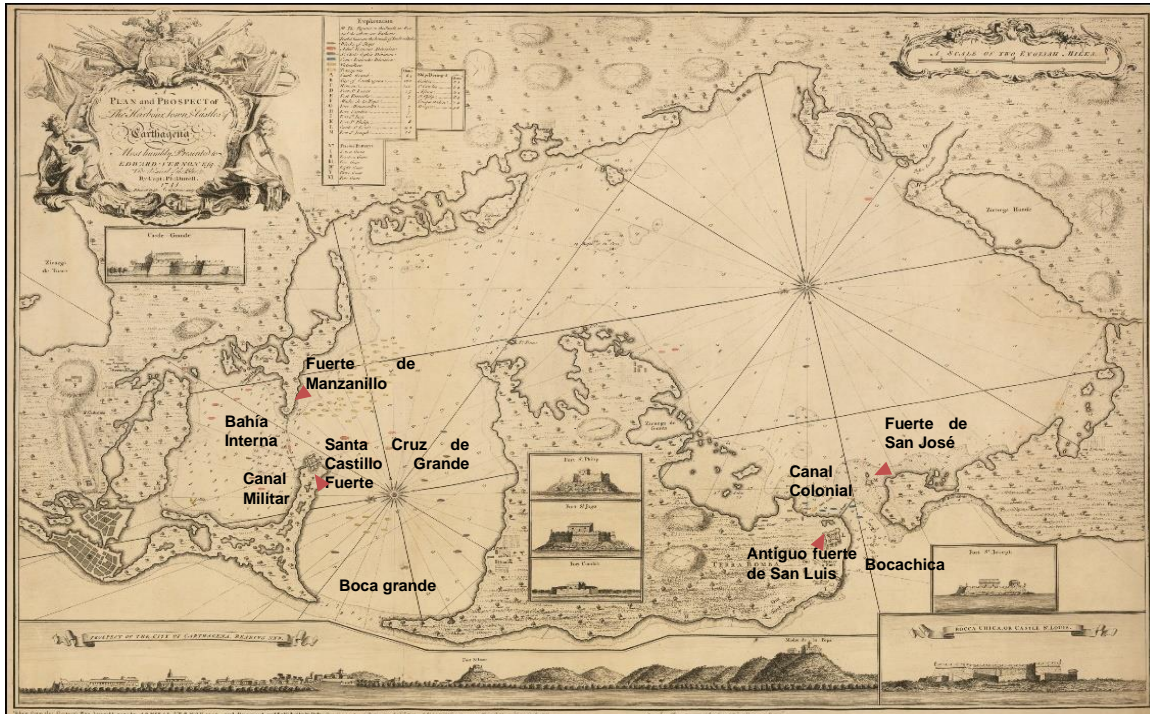
Fuente: (Aldana, 2019; Beatson, 1804; Borges& Gonzáles-LLanos., 1983; De Eslaba, 1741; Lezo, 1741; Quintero-Saravia, 2002; Suárez, 2015; Todobabor, 2003).

2.2 METODOLOGÍA

2.2.1 Descripción de la ubicación potencial de los naufragios, basado en fuentes históricas. En este acápite se realizó, en primera instancia, una revisión cartográfica de mapas históricos de la batalla de 1741, ocurrida en la bahía de Cartagena. Para esta búsqueda se consultaron bases de datos como Oshermaps, Organización Hidrográfica Internacional, Banco de la República y Gallica. Adicionalmente, se revisaron textos históricos, donde se describen los hechos desde la perspectiva española como el inglesa, destacando para este fin por los españoles, el diario de Don Blas de Lezo (1741), y por los ingleses, lo narrado por Beatson (1804).

Es de destacar en esta búsqueda, el mapa de Phil Durell (1741) donde se observa por completo la bahía de Cartagena (Figura 4), mostrando la conexión al mar Caribe desde Bocachica y Bocagrande, la presencia de fuertes, detalles en la ubicación de las flotas españolas e inglesas, los cuales, se pueden fácilmente contrastar con la Cartagena actual.

Figura 4. Plano de la bahía y la ciudad de Cartagena.



Fuente: Capitán Phil Durell, 1741.

2.2.2 Caracterización de las anomalías culturales empleando ecosonda multi haz y sonar de barrido lateral. Se adelantaron dos campañas hidrográficas con sistemas multihaz de alta resolución de Kongsberg 2040C, en dos sectores de la bahía de Cartagena, el canal militar en la bahía interna y el Canal colonial en Bocachica. Se realizó inicialmente un reconocimiento de cada sitio, siguiendo los lineamientos indicados por Westley et al., (2019) para la optimización de los levantamiento hidrográficos. Al detectar anomalías compatibles con artefactos culturales en el fondo, se densificaron las líneas de levantamiento de datos. El levantamiento se programó en modo búsqueda de objetos en el fondo marino, con una resolución máxima de 3 cm, con una frecuencia de operación de 400 kHz. Estos datos fueron procesados y analizados a través del software *CARIS Hips and Sips*.

El reconocimiento del fondo marino se detalló empleando un sonar de barrido lateral Pulsar 200 de Kongsberg (SSS), con el fin de conocer las características de cada anomalía, en cuanto a su respuesta acústica. Se realizaron trayectos preestablecidos, buscando encontrar la mejor imagen para el estudio, configurando el equipo a mayor frecuencia (400 a 600 kHz), lo cual hace que se reduzca el alcance, pero mejora la resolución. El rango de detección horizontal se ajustó a 75m para los levantamientos en ambos sectores.

El tratamiento de las imágenes, el análisis de blancos y la asignación de distancias fue realizada en el programa Hypack versión 2020. Para efectos de este trabajo, los naufragios fueron definidos empleando como criterios mínimos su forma, dimensiones (largo y manga), elementos identificados en su contexto (Church et al., 2007; Keith, 2016; Maarleveld et al., 2013) el tipo de materiales asociados según su respuesta (Gibbs, 2006) y presencia de organismos asociados (Borrero Londoño & Andes, 2011; Nieto & Ruiz, 2016).

Para fotografiar las anomalías culturales identificadas se realizaron inspecciones con buceo autónomo. Las inspecciones fueron realizadas en septiembre de 2020. Sin embargo, las condiciones de turbidez en la bahía de Cartagena debido a la influencia del canal del Dique y su flujo de sedimentos, hizo que se dificultara tener algunos registros óptimos. En el área de Bocachica no fue posible obtener imágenes de los naufragios. En la bahía interna solo se pudo fotografiar uno de los naufragios. No obstante el buceo autónomo sigue siendo una técnica que ofrece muchas ventajas para el registro de sitios arqueológicos, sin embargo, esta siempre sujeto a las condiciones ambientales y de visibilidad del sitio de interés.

2.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.3.1 Descripción sobre la ubicación potencial de los naufragios con base en fuentes históricas. Se identificaron mapas que describen lo acaecido en 1741 en la bahía de Cartagena. Cada mapa representa una valiosa fuente de información que permitió identificar aspectos como los nombres y la bandera de los navíos, y si los navíos estaban navegando o se reportaban como hundidos, incluso si por la confrontación se encontraban a media agua o si habían sido incendiados. Desde el punto de vista cartográfico se podía diferenciar otros atributos asociados como los accidentes geográficos, profundidad de la bahía y ubicación de fuertes españoles. Esta información facilitó comprender la estrategia militar empleada, la narración de sucesos por fuentes escritas, las características del entorno, entre otros factores. Sin embargo, para el presente documento solo se detallarán los eventos relacionados con la batalla (figura 5 y figura 6).

En el sector de ingreso por Bocachica (canal colonial), se observa en el mapa de Chassereau & Bowles (1741) (figura 5A), la posición de dos fuertes, San José y San Fernando, la ubicación de los navíos África, San Carlos y San Felipe ya al interior de la bahía. En el mapa de Bellin (1763), se observa la ubicación de tres naufragios en el canal colonial, representados uno al lado del otro (figura 5B). Durell (1741) indica en color azul la división inglesa “Le Stock”, en amarillo un buque de aprovisionamiento inglés y con la línea cruzada dos naufragios de la zona (figura 5C). Este mapa ubica el Fuerte de San Luis, el cual fue atacado y destruido en la

batalla de 1741 (Del Cairo Hurtado, 2014), siendo posteriormente reemplazado por el Fuerte de San Fernando de Bocachica. Parr (1741) indicó en la nomenclatura de su mapa que la letra P hace referencia al lugar de hundimiento de los navíos África y San Carlos, señalando el detalle de la arboladura afuera del agua (figura 5D).

Figura 5. Comparación entre planos que describen la batalla de 1741 entre la flota española e inglesa. Sector de Bocachica



A. Chassereau & Bowles, (1741).



B. Bellin, (1763).



C. Durell, (1741).



D. Parr, (1741).

Para el sector de la bahía interna, en el mapa de Chassereau & Bowles, (1741), se identificó el sector en el que fue hundido el navío Conquistador y Dragón (Figura 6A), se indica la arboladura de los navíos a flor de agua como símbolo de una barrera para obstaculizar el paso. De otra parte, Bellin (1763) destaca la línea de naufragios impidiendo la entrada hacia la bahía interna, como parte de la estrategia de defensa de Don Blas de Lezo (figura 6B). Este mapa también muestra claramente la ubicación de los dos canales de acceso a la bahía interna. El canal militar se encuentra adyacente al Fuerte de Santa Cruz hacia el sur.

Durell (1741), diferencia las flotas con colores. En rojo muestra la división del almirante Vernon, en amarillo buques de aprovisionamiento ingleses y con línea cruzada representa los naufragios de la zona (figura 6C). En este mapa también se

distinguen los dos canales de acceso a la bahía interna. Nótese que el número de buques hundidos es diferente al comparar los mapas de Bellin (1763) y el de Durell (1741). En el mapa de Parr (1741), se muestra el nombre del Conquistador y Dragón, como unos de los navíos presentes en la zona de acceso a la bahía interna, destacando también los navíos hundidos simbolizados con la arboladura a flor de agua (figura 6D). Es importante indicar que este mapa es de táctica militar e inspira el mapa de Chassereau & Bowles, (1741), pero la diferencia es que narra los detalles de la batalla de 1741 y los ubica con letras.

De otra parte, como apoyo a lo descrito en los mapas, los documentos de la época que relatan la batalla de 1741 permitieron complementar la información sobre los buques españoles hundidos. Es así que en el documento de Beatson (1804, p. 96) (visión inglesa), se menciona la presencia de los navíos África, San Carlos, San Felipe, y Galicia, en el sector de Bocachica al inicio de la batalla, con el fin de defender la entrada de Bocachica para repeler cualquier intento de ingreso de los buques ingleses a la bahía. Menciona que, como consecuencia de un fuerte ataque, los navíos África y San Carlos, fueron hundidos en el canal colonial de Bocachica, en zonas profundas. De otro lado, el Galicia fue capturado (De Eslaba, 1741, p. 14), en tanto que investigaciones recientes han indicado que el San Felipe fue incendiado (Aldana, 2019). Esta información documental coincide con las posiciones graficadas en los mapas presentados de la batalla.

Con base en las narraciones descritas por Don Blas de Lezo en su diario (De Lezo, 1741, p. 37), los españoles trabajaron todo el día en conformar la línea de bloqueo, de esta manera dio la orden de sacar del navío Dragón, elementos de artillería para defensa en tierra. Al faltarle embarcaciones de navíos, echó mano de dos balandras y un bergantín por no haber otras mayores.

El movimiento del navío Conquistador se pudo constatar en las narraciones de De Lezo (1741) y De Eslaba (1741), quienes explican que este navío quedó a media agua, y por tal motivo, fue movido de la línea por los ingleses quedando así al costado sur del canal militar en la bahía interna. De Eslaba (1741) aclara que este navío quedó boyante. Como consecuencia de este movimiento, sería el naufragio que se encuentra hundido con un patrón diferente a los demás navíos al través de esa zona (De Lezo, 1741) (figura 6 A, B, C, D).

Figura 6. Comparación entre planos que describen la batalla de 1741 entre la flota española e inglesa sector acceso a la bahía Interna.



A. Chassereau & Bowles, (1741)



B. Bellin, (1763).



C. Durell, (1741).



D. Parr, (1741).

La identificación de los naufragios en la Batalla de 1741, mediante la revisión de documentos históricos, ha permitido confirmar que de los seis navíos españoles, África y San Carlos fueron hundidos en el Canal colonial en Bocachica; y que adicionalmente, el naufragio San Felipe, ha sido identificado en otro lugar en la zona de Bocachica en aguas más someras (Del Cairo Hurtado, 2014), pero este buque por hacer parte de otro estudio, no se incluye en este documento. De otro lado, se tiene certeza que los navíos Dragón y Conquistador fueron hundidos en la batalla en el canal de acceso a la bahía interior de Cartagena de Indias. La diferencia de posición, al ser movido por los ingleses, permitió su acceso por la bahía interna. Nótese que el navío Galicia fue reportado como capturado (De Lezo, 1741), y no se encontró evidencia de su naufragio en ninguno de los sectores estudiados en la bahía de Cartagena, con la metodología empleada.

Para identificar la ubicación actual y el nivel de conservación de los naufragios África, San Carlos, Dragón y Conquistador, en la siguiente sección 2.3.2, se

describen los resultados de una prospección realizada en el área de estudio, donde se utilizó un ecosonda multihaz y un sonar de barrido lateral para evaluar la existencia de anomalías en el fondo de la bahía, con características que pudieran coincidir con las de un barco de la época, buscando también elementos culturales cercanos que pudieran estar relacionados con los buques de guerra de la batalla de 1741.

2.3.2 Resultados hidrográficos. El presente estudio se centró en el reconocimiento de anomalías en los resultados de los levantamientos realizados con sensores geofísicos cuando sus características pudieran estar relacionadas con elementos de interés cultural. Esta información permitió identificar su ubicación, contexto, dimensión, entre otras características. Esto fue posible ya que los sensores utilizados fueron programados para obtener datos de alta resolución espacial, de modo que se pudiera identificar la mayor cantidad de detalles (Westley et al., 2019).

Las superficies batimétricas de alta resolución de los accesos a la bahía interna (canal militar) y Bocachica (canal colonial), se produjeron utilizando el levantamiento del sistema de ecosonda multihaz (en adelante MBES). Se detectaron cinco anomalías que sobresalen del fondo marino de la bahía: dos en el canal militar y tres en el canal colonial. No se encontró evidencia de otros naufragios en ninguno de los sectores.

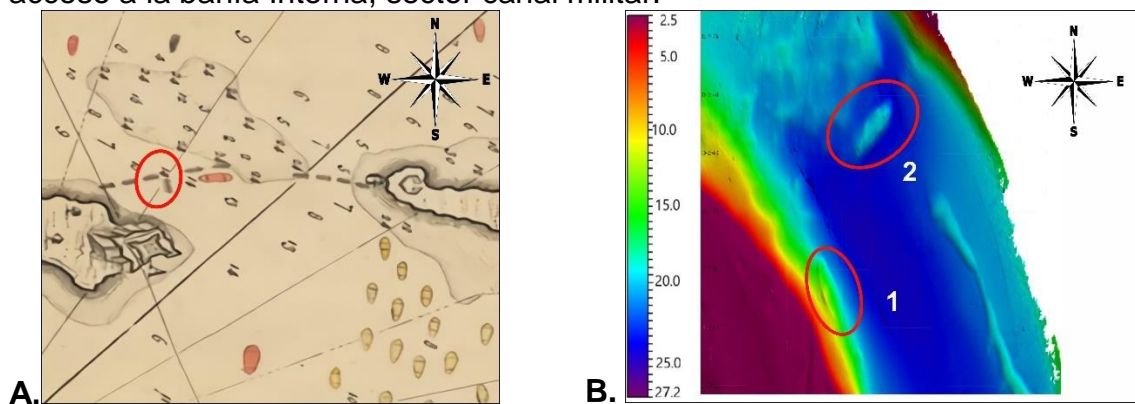
Los resultados del estudio geofísico se compararon con el mapa de Durell (Figura 7 y Figura 8), encontrando una buena coincidencia en la ubicación de los naufragios. Este resultado también es consistente con la información histórica presentada en la sección 2.3.1.

Se evaluó la profundidad a la que permanece cada anomalía usando la superficie batimétrica del estudio y se comparó estos resultados con las profundidades que se muestran en el mapa de Durell (Tabla 2). Si bien la comparación de profundidad tiene un margen de incertidumbre en cuanto al método de medición, unidades e instrumentos utilizados, se encontró una buena concordancia en las cuatro anomalías evaluadas. Nótese la posición cercana de los naufragios (anomalías) a las zonas más profundas de los canales coloniales y militares en ambos sectores. En el patrón de la disposición final de los naufragios en el sector de la bahía interna indicada en la Figura 7A, se destaca que la mayoría de los buques hundidos están en posición perpendicular al canal militar, salvo el que fue señalado en la revisión documental como el Conquistador, que se encuentra paralelo al canal, al haber sido remolcado para permitir el acceso a la bahía interna. Al interpretar las anomalías encontradas en los datos batimétricos en la figura 7B, la anomalía que se señala

con el número 1, correspondería al Conquistador, en tanto que la anomalía señalada con el número 2, correspondería al Dragón, siendo consistente con la información documental presentada en la sección 2.3.1.

Lo anterior, posiblemente corresponde a un error cartográfico normal dada la precisión en los mapas de la época, sin embargo, desde un punto de vista táctico-militar, es de esperar que el navío Conquistador haya sido remolcado hacia las aguas someras a un costado del canal, con el fin de permitir el tránsito por el mismo. En esta misma línea de análisis, era de esperar que el Dragón, por tener mayor tamaño comparado con las balandras y bergantiles, se hundiera en la parte más profunda del canal militar, como se observa en la Figura 7B. Consecuentemente, encontramos que estos datos batimétricos muestran la posición actual de los navíos el Dragón y Conquistador en el canal militar.

Figura 7. Comparación de la línea de defensa de Don Blas de Lezo, entre cartografía histórica y los resultados encontrados en este proyecto en la zona de acceso a la bahía Interna, sector canal militar.



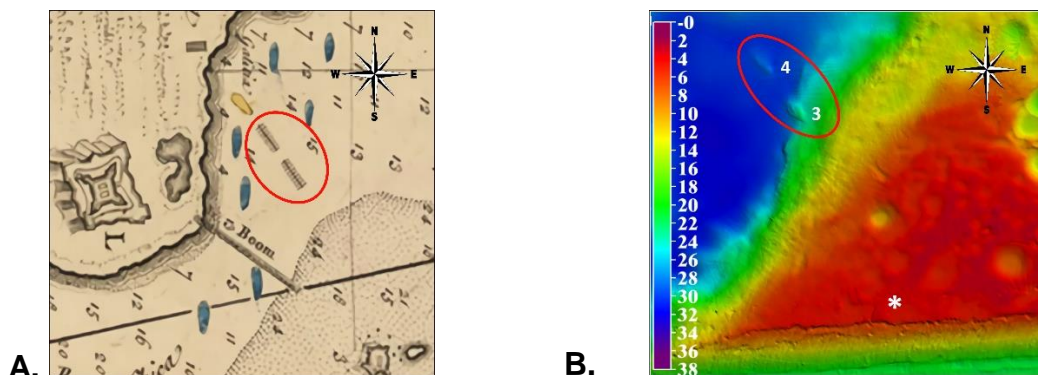
Nota: A. Mapa de Durell, (1741). B. Superficie batimétrica recolectada en este estudio con MBES

La evaluación de los naufragios en el canal colonial que da acceso a los grandes buques de guerra a la bahía de Cartagena se hizo en el área relevada con el MBES que se muestra en el mapa de Durell (1741) con un círculo rojo (figura 8A). De las tres anomalías observadas en el levantamiento batimétrico, dos son descritas en este estudio. Con base en la descripción de Arebalo (1758), se identificaron los buques de guerra África y San Carlos, los cuales, se muestran en la figura 8B con los números 3 y 4 respectivamente. La tercera anomalía en este sector, corresponde al barco San Felipe, cuya posición se indica con un asterisco en la figura 8B y coincide con la posición previamente reportada por (Aldana, 2019; Del Cairo Hurtado, 2014).

Las anomalías batimétricas tienen la misma orientación que los naufragios que se muestran en el mapa de Durell (1741) (figura 8A), y se ubican en la parte más profunda del canal. Sin embargo, en este mapa los naufragios parecen estar más cerca de la costa al oeste, y un canal profundo observado en el lado sur del levantamiento batimétrico no es visible en el mapa (figura 8A). Esta es la primera vez que se ve esta conexión usando MBES.

Con información de 1735 y 2011, Andrade et al., (2017), interpretaron que la línea de costa de la isla de Tierra Bomba y de isla Abanico, en la zona sur de la bahía, ha sufrido reducciones de hasta 342 hectáreas, siendo más significativo en isla Abanico (figura 8A). Las zonas sombreadas en el mapa (figura 8A), corresponden a una zona de bajos aledaños al canal colonial, las cuales, se identifican en la batimetría (figura 8B), con una profundidad mayor a 15 m. En la zona sur del plano batimétrico se observa un canal con profundidad menor a 20 m, el cual no se observa en la figura A. Esta anomalía corresponde al actual canal de navegación dragado por el hombre para facilitar el ingreso a la bahía de Cartagena; dicho canal no existía en 1741. Por tanto, se encontró que los datos batimétricos muestran la posición actual de los navíos África y San Carlos en el canal colonial (al norte del plano batimétrico), el cual, era el único que permitía el ingreso a la bahía de Cartagena de buques mayores para 1741, de ahí el nombre que lo distingue.

Figura 8. Comparación de la línea de defensa, sector Canal colonial en Bocachica, entre cartografía histórica y los resultados encontrados en este proyecto.



Nota: A. Mapa de Durell, (1741), con un triángulo se indica Isla Abanico y con un círculo la isla de Tierrabomba, área levantada con MBES. B. Superficie batimétrica recolectada en este estudio.

A partir de los datos multihaz, se estimaron las dimensiones de las cuatro anomalías mencionadas, como se indica en la Tabla 2, con el fin de compararlas con las características de los buques de la época, descritos en la sección 2.3.1. Se encontró que las medidas de las anomalías son compatibles con las dimensiones de un navío español del Siglo XVIII; no obstante, se observa una disminución de medidas,

principalmente en eslora. Este aspecto puede estar relacionado con el proceso de formación de cada sitio, los diferentes impactos que hayan sufrido las naves durante el combate y su hundimiento, desintegración de materiales por el paso del tiempo, su relación con el entorno o al hecho de existir elementos bajo el lecho marino no detectados con la metodología empleada.

Con la superficie batimétrica, se logró medir la profundidad en la que se encuentra cada anomalía. Cada imagen fue comparada con las profundidades descritas en el mapa de Durell, como se describen en la Tabla 2. Aunque las mediciones descritas cuentan con un margen de incertidumbre en cuanto al método de medición, unidad de medida e instrumentos, el dato final donde se hallaron las cuatro anomalías se aproxima a lo medido para ese entonces (relacionadas con las zonas más profundas del canal colonial y militar).

Tabla 2. Caracterización de anomalías ubicadas en las líneas de defensa de la bahía interna y el sector de Bocachica.

Anomalía	Embarcación	Profundidad mapa Durell (m)*	Profundidad con MBES (m) **	Forma **	Eslora (m)**	Manga (m)**
1	Conquistador	18	15.6	Barco	40.3	14
2	Dragón	25.6	20	Barco	40.5	14.4
3	África	25.6	23.3	Barco	30.9	13.2
4	San Carlos	27.4	29.7	Barco	38.3	11.3

Nota: * (Conversión de braza inglesa a metros): 1 b equivale a 1,8288 m. **Interpretación de imágenes, medidas aproximadas con relación a la superficie batimétrica medida con Ecosonda Multihaz.

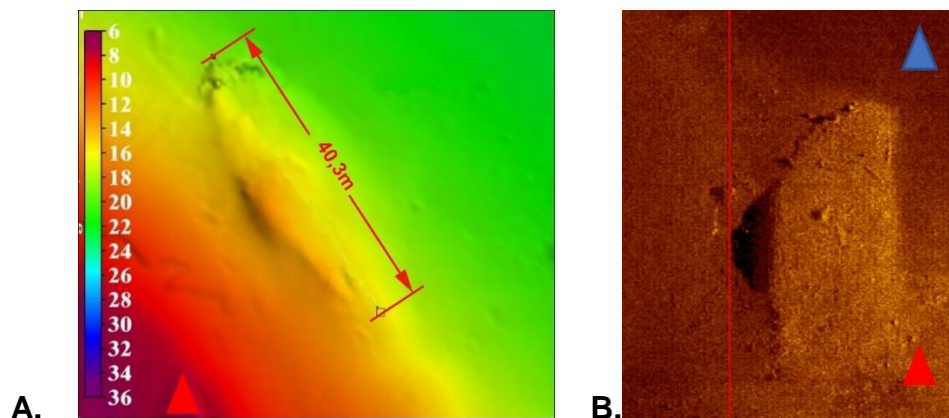
2.3.2.1 Descripción del estado de los naufragios y elementos de contexto cultural. De acuerdo con la clasificación indicada por Gibbs (2006) para naufragios, se buscó interpretar la existencia de algunos atributos relacionados con un navío colonial, con aspectos como la presencia o ausencia de carga (ej. telas, cerámicas, entre otros), accesorios náuticos o de guerra (ej. cadenas, anclas, mástiles, cañones, etc.) y/o estructuras principales del buque como su casco.

Con este propósito se valoraron algunas características del contexto de cada anomalía, empleando el MBES y un sonar de barrido lateral (SSS), con el que fue posible identificar la presencia de elementos discretos en cada anomalía. La interpretación de estas imágenes se basa en la respuesta acústica de los diferentes materiales. Las zonas más oscuras indican la presencia de sedimentos, y las más claras donde hay elementos duros.

La dinámica de los sedimentos en la bahía es un tema importante que considerar, dado que los resultados de MBES y SSS indican una cobertura de sedimentos diferente en cada anomalía. Las anomalías en el canal militar (1–2) están menos cubiertas por sedimentos, mientras que las anomalías en el canal colonial (3–4) fueron las más cubiertas por sedimentos finos. La cobertura sedimentaria de los naufragios corresponde a su proximidad a la desembocadura del canal del Dique. A continuación, se presenta una descripción más detallada de las anomalías detectadas:

- **Anomalía uno Conquistador:** Se encuentra ubicada en el canal militar del sector de acceso a la bahía interna. Su forma es compatible con el casco de un barco. Se observa el sentido de su proa hacia lo profundo del canal militar (flecha azul) y la popa en el talud (flecha en rojo). En la Figura 9A se describe, la anomalía empleando MBES. En la Figura 9B, empleando SSS, se identifican una serie de elementos dispersos sobre el navío.

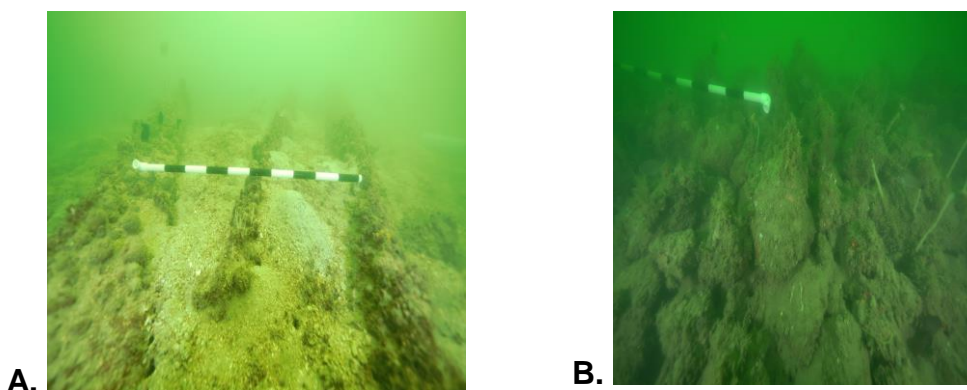
Figura 9. Caracterización de la anomalía uno. Sector bahía interna, canal militar.



Nota: A. Identificación con MBES y B. identificación con SSS

De los elementos analizados con sonar, se pudo verificar a través de buceo autónomo, la presencia de material orgánico (maderas) y material inorgánico (rocas de lastre) en el lugar de la anomalía 1. Es importante indicar que el conjunto de elementos descritos no es propio del fondo marino (Figura 10). Esta anomalía ha sido estudiada por autores como Del Cairo & García Chaves (2006); García (2001), quienes coinciden en indicar que es compatible con El Conquistador.

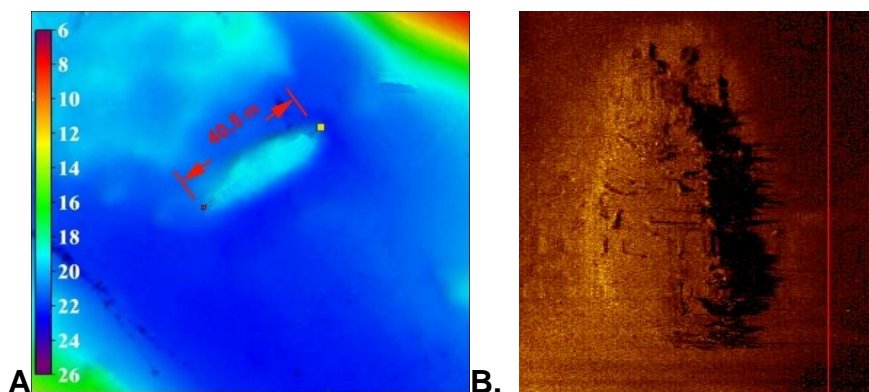
Figura 10. Análisis del contexto natural del navío Conquistador, presencia de materiales orgánicos. Fotos: Santiago Estrada-DIMAR-PRNPCS-2020



Nota: a. Maderas en forma paralela b. Rocas de río usadas comúnmente para lastrar los navíos. Regla de medición con segmentos en color blanco y negro, cada uno tiene 10 m.

- **Anomalia dos Dragón:** Se encontró una anomalía junto al “Conquistador”, la cual está ubicada en el canal militar del sector de acceso a la bahía interna. La imagen de sonar muestra la presencia de, al menos, diez cañones (líneas cortas sombreadas) sobre los restos del casco. En las imágenes, aparece el casco de madera que sobresale del fondo con elementos visibles a ambos lados (Figura 11). Por condiciones de visibilidad, no se pudieron registrar imágenes a través de buceo.

Figura 11. Reconocimiento de anomalía dos. Sector bahía interna, canal militar

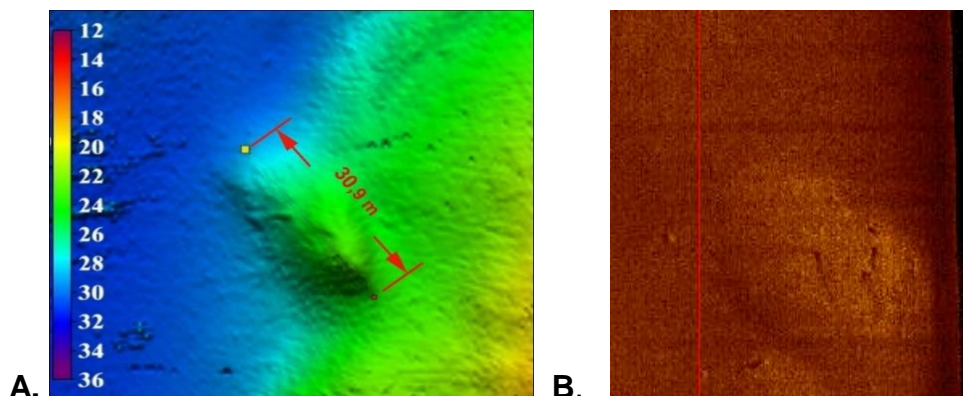


Nota: A. Identificación con MBES y B. Identificación con SSS.

- **Anomalia tres África:** Esta anomalía se ubica en el sector canal colonial-Bocachica. El levantamiento MBES muestra la forma del casco de un barco con 30.9 m de largo, que sobresale del fondo aproximadamente 24 m de profundidad. Como consecuencia de las mayores tasas de sedimentación, los objetos de

naturaleza antropogénica detectados por el SSS no tienen una forma distinguible (Figura 12). No fue posible tomar imágenes a través del buceo debido a la falta de buenas condiciones de visibilidad.

Figura 12. Reconocimiento de anomalía tres. Sector Bocachica.



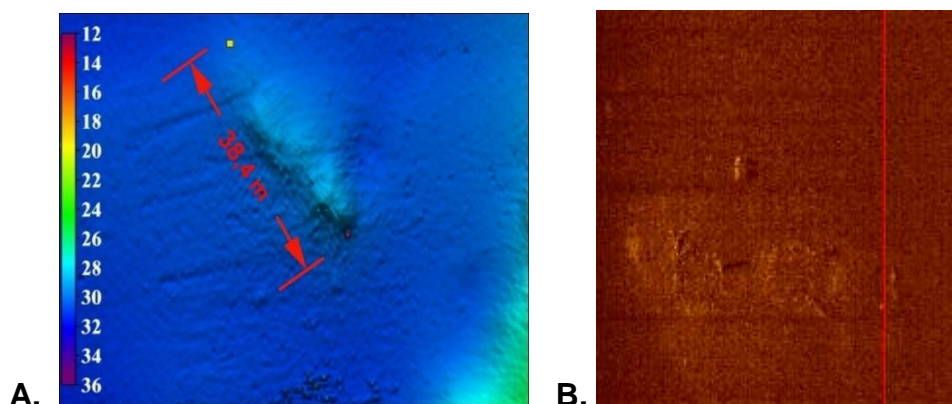
Nota: A. Identificación con MBES y B. Identificación con SSS.

- **Anomalía cuatro San Carlos:** Se encuentra ubicado en sector del canal colonial de Bocachica (figura 13). Esta anomalía se observa más embebida en el fondo; sin embargo, se alcanza a identificar la presencia de algunos elementos con una medida aproximada de 2 m.

No se encontraron elementos que generaran más respuestas acústicas y sombras para la identificación de elementos culturales. El área de este contexto aproximadamente está en 169 m². Por condiciones de visibilidad, tampoco se pudo registrar imágenes del sitio a través de buceo. Nótese una mayor sedimentación del naufragio en esta zona.

La descripción del contexto *in situ* de las cuatro anomalías, a través del uso de ecosonda multihaz, sonar de barrido lateral, y buceo, permitieron inferir que dichas anomalías si son compatibles con embarcaciones de guerra para 1741, conforme a lo recomendado por Gibbs (2006), dado que se logró establecer la presencia de instalaciones y accesorios, como cañones, y de la estructura principal, como el casco de los navíos.

Figura 13. Reconocimiento de anomalía cuatro. Sector Bocachica.



Nota: A. Identificación con MBES y B. Identificación con SSS

Igualmente, se identificó que a pesar de que han pasado 280 años, los contextos estudiados en este estudio se pueden clasificar como contextos “bien preservados”, dado que el material se encuentra coherentemente en una misma área (Bass et al., 1982; Stewart, 1999). Sin embargo, es importante aclarar que, a pesar de este aspecto, cada sitio se encuentra sujeto a las condiciones de la dinámica con su entorno.

2.4 CONSIDERACIONES FINALES

Por primera vez se identifican y describen cuidadosamente cuatro naufragios de la batalla de 1741 en la bahía de Cartagena para ver las conexiones entre ellos. La metodología empleada en este trabajo combinó el estudio de documentos de la época, y el uso de equipos como el MBES, SSS e inspecciones visuales, permitiendo encontrar evidencias de los hechos ocurridos en 1741. Además, las inspecciones visuales mediante buceo, aunque limitadas por las condiciones de visibilidad, permitió registrar elementos de naturaleza antropogénica que no corresponden al medio marino, los cuales, fueron asociados a la embarcación colonial. Por ello, para este tipo de análisis se recomienda la integración de la evaluación cartográfica y documental con las mediciones geofísicas.

La posición de los cuatro barcos detectados en las mediciones geofísicas corresponde a la información documental de la batalla de 1741. Adicionalmente, la primera anomalía que se relaciona con el Buque “Conquistador”, muestra un casco de madera y piedras de lastre, las cuales fueron fotografiadas, así como cañones distinguidos a través del SSS. Esta anomalía tiene un patrón, ubicación y posición

que coincide con la descripción de Durell (1741). La posición de la segunda anomalía está relacionada con los restos del Dragón, descansando en el fondo del canal militar. En este sitio se aprecian cañones y gran cantidad de material antropogénico disperso. Las características de estas dos anomalías corresponden a los hechos descritos por el Almirante Blas de Lezo en 1741.

La tercera anomalía, que está relacionada con la posición del naufragio África, muestra un casco de madera cubierto, donde se identifican cañones que sobresalen del fondo. La cuarta anomalía está relacionada con la posición de los restos del naufragio San Carlos, descansando en el fondo del canal colonial. La posición de estas dos anomalías corresponde a los hechos narrados en el sector de Bocachica durante la batalla de 1741, según consta en la cartografía histórica y documentos de la época señalados en el apartado 2.3.1. En este sector, los naufragios sufren una mayor tasa de sedimentación por su proximidad al cauce del Dique, que posiblemente haya tapado otros elementos culturales asociados a los restos de los barcos.

Para Colombia es importante preservar la historia sumergida del período colonial que se relaciona con los restos de los cuatro naufragios descritos en este estudio. Cualquier estrategia de conservación comienza con una adecuada identificación de la posición del naufragio y sus elementos culturales asociados, así como con la comprensión del contexto ambiental de cada sitio, tal como se evaluó en este documento. A partir de este tipo de información, el siguiente paso es definir estrategias de conservación partiendo del conocimiento del entorno acuático, tema que se abordara en el siguiente capítulo.

3. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS LA BAHÍA DE CARTAGENA EN ZONAS DONDE SE ENCUENTRAN UBICADOS DIFERENTES NAUFRAGIOS

3.1 INTRODUCCIÓN Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A continuación, se presentan las particularidades asociadas a los sistemas estuarinos, las cuales no pueden dejarse de lado dado que, es en este sistema, en el cual se encuentran sumergidos los pecios de la bahía de Cartagena.

Los estuarios se caracterizan porque su hidrodinámica es compleja; cuentan con corrientes mareales intensas, renovación continua de sus aguas, batimetría heterogénea, gran turbulencia energética, cambios en la temperatura, así como en el pH, el nivel de nutrientes y gradientes de densidad abruptos, debido a la confluencia del océano y el agua proveniente de ríos (Grosso, 2014; MacCready & Geyer, 2010; Miranda et al., 2017).

Adicionalmente, tienen una alta complejidad ambiental y geomorfológica, la cual, se ve reflejada en su variabilidad física, así como múltiples ecosistemas (Molina et al., 2020), sus procesos de estratificación (Paiva et al., 2020) y el que están generalmente expuestos a estrés antropogénico asociado a fuentes de contaminación por descarga de aguas residuales (Elliott & Quintino, 2007; Miranda et al., 2017; Paiva et al., 2020).

Los estuarios son lugares estratégicos que, desde el punto de vista geográfico, permiten la ubicación de grandes ciudades, zonas portuarias comerciales y navales, factor que desde diferentes siglos, ha sido preponderante para el desarrollo económico y social (Miranda et al., 2017).

Molina et al. (2020), señalan que las características biológicas de organismos presentes en sistemas estuarinos se condicionan por factores químicos y físicos, al ser ecosistemas con un alto contenido de nutrientes, donde se tienden a favorecer procesos como la productividad primaria y secundaria. Las variaciones ambientales generan diferentes respuestas en la comunidad de organismos, como el ciclo de vida y la posibilidad de tomar ventajas adaptativas. Es así que pueden tener diferentes patrones de distribución, reflejado en cambios de densidad y de biomasa (Sheaves et al., 2013).

Los estuarios son conocidos, no solo por ser importantes zonas para el desove de peces e invertebrados, sino también por la alta disponibilidad de nutrientes para su desarrollo (Molina et al., 2020). Es así que comprender los patrones y las funciones de los ecosistemas, es un aspecto difícil de evaluar debido a la compleja relación entre variables naturales y humanas, épocas climáticas, geográficas, extensión del estuario, flujo de los ríos cercanos y cambios en zonas intermareales, corrientes, entre otros (Pasquaud et al., 2015; Marcus Sheaves & Johnston, 2009).

Whitfield et al., (2012) indicaron, por ejemplo, que los organismos en sistemas estuarinos cambian según su tolerancia a los cambios de salinidad, encontrando diferencias en la población cercana a aguas de río, deltas, zona de mezcla con agua de mar y aguas marinas. De este modo, la población de organismos en aguas dulces, no son tan ricos como los taxones marinos en el mismo estuario; sólo unos pocos taxones logran extenderse a áreas con salinidades mayores. La diversidad biótica en los estuarios comienza a declinar por encima de una salinidad aproximada de 40, y la mayoría de las especies no pueden sobrevivir, o se mueven fuera de áreas donde las salinidades están por encima de ese rango.

La bahía de Cartagena es un estuario que se encuentra influenciada por movimientos de masas de agua, generadas por fluctuaciones en el nivel del mar, mareas, efecto de viento, descarga de ríos (canal del Dique), niveles de sedimentación, entre otras (Campuzano et al., 2008; Du et al., 2017; Fossati & Piedra-Cueva, 2013; Paiva et al., 2020; Torres Parra et al., 2008) (Capítulo 1).

Diferentes autores han reportado que para 1984, el aumento del nivel relativo del mar estuvo en 4.3 mm/año (Vernette et al., 1984). Con información de datos de 1970 a 1993, se indicó que el nivel del mar aumentó 5.8 mm/año, siendo esta la mayor tendencia reportada para varias estaciones en el Caribe, posiblemente por subsidencia en Cartagena, lo cual va a aumentar los problemas de inundación y erosión en las zonas litorales de la bahía (Torres-Parra & Tsimplis, 2014; Torres Parra et al., 2008). Para la bahía interna se ha reportado un nivel de 5.282 mm/año; en la zona del mar Caribe en 5.391 mm/año (zona mar Caribe), y 5.446 mm/año en el canal del Dique (Orejarena-Rondón et al., 2019; Orejarena-Rondón et al., 2018). Se espera que esta tendencia aumente en el futuro como consecuencia del calentamiento global (Bustos-Usta & Torres Parra, 2021).

La marea para la bahía, por su parte, ha sido descrita por varios autores, como micro mareal (Lerma et al., 2008), caracterizada como mixta principalmente semidiurna, (Molares Babra, 2004; Molares & Mestres, 2012; Torres & Tsimplis, 2011; Wiedemann, 1973).

De otra parte, se conoce que el comportamiento del viento en la bahía, está influenciado por la zona de convergencia intertropical -ZCIT (Masunaga & L'Ecuyer, 2011). Es así que se modifica de manera estacional, en época seca se ha registrado que tiene una dirección noreste, con una velocidad de 5.0 m/s (16.6°), con máximos ocasionales de hasta 15.3 m/s, y para la época húmeda una dirección noroeste, con una velocidad de 3.0 m/s (309°), con máximos ocasionales de 5.0 m/s (Rueda-Bayona, 2010; Tosic, M, et al., 2019). Pagliardini et al., (1982) y Rueda-Bayona (2010), describieron que durante la época de vientos (época seca), las aguas del canal del Dique son empujadas contra la orilla sur de la bahía por efecto de la fricción del viento superficial, generando esto una contracorriente superficial.

En temporada seca, Molares & Mestres, 2012; Pagliardini et al., 1982; Rueda-Bayona, 2010 describen que la estructura termohalina del agua esta mezclada, dado que el viento predominante es más intenso, transfiere momento al agua superficial y el nivel del mar disminuye. En cuanto a la época de lluvias, la menor intensidad del viento, junto con los altos niveles de aporte de agua dulce del Canal Dique, generan fuertes gradientes de densidad vertical.

La influencia de la descarga del canal del Dique, con sus cambios en su caudal, impactan la calidad del agua de la bahía. Para época seca se ha reportado que oscila entre 85.7 y 398 m³/s, y para época húmeda entre 295 y 508 m³/s respectivamente (Grisales et al., 2014; Tosic, Martins, et al., 2019). Durante la época de lluvia el canal del Dique influye significativamente sobre la circulación superficial, generando una capa menos densa y salobre con flujo hacia el norte (Maza et al., 2006; Molares & Mestres, 2012). Se conoce que los cambios en el nivel el mar de la bahía pueden aumentar o disminuir dependiendo de la velocidad y dirección del viento, pero la influencia del canal puede hacer que su valor se incremente en 2 cm para la época de lluvias (Molares & Mestres, 2012).

Los diferentes niveles de sedimentación relacionados con el canal del Dique, influyen directamente en las propiedades químicas, físicas y biológicas de columna de agua (Restrepo et al., 2013; Restrepo et al., 2016), generando procesos de acumulación de sedimentos de arenas, lodos y limos en diferentes zonas de la bahía (Andrade et al., 2004; Franco Arias et al., 2013; J. C. Restrepo et al., 2013).

Este flujo de sedimentos en la bahía durante el período 1961-2009, ha causado sedimentación y crecimiento del delta del canal del Dique, con una tasa de 4.17 m/año (Marriaga & Echeverry, 2011). Otros autores refieren que el volumen total de sedimentos depositado en la bahía de Cartagena, en el sector del canal del Dique, durante el período de 1984–2000, estuvo en 16.153 td⁻¹; y entre 2005–2010 en 23.906 t d⁻¹ (Restrepo et al., 2018).

Las condiciones oceanográficas cambian acorde con el sector de la bahía, es así que en el sector de la bahía interna, se registran corrientes más intensas debido al proceso de flujo y reflujo producido por la marea astronómica, sumado al estrés del viento que predominantemente es del norte, lo cual, produce corrientes superficiales en el sentido del canal (NW-SO) de alrededor de 10 cm/h (Lonin & Giraldo, 1996).

De otra parte, para el sector del canal de Bocachica (Figura 1), las condiciones son propias de un canal profundo, por donde se realiza la mayor interacción con las aguas del mar Caribe. Desde el punto de vista dinámico, Ercilla et al., (2016) y (Baranov et al., (2021), explican que es importante considerar que los cambios que ocurren en el fondo de un canal, pueden ser dados por las corrientes de fondo, las cuales son consecuencia de: 1) flujos de marea 2) intensidad del viento, más intenso especialmente en época seca en el caso de bahía de Cartagena, debido al menor gradiente vertical de densidad. La bahía entrega el agua superficial durante el reflujo especialmente, y el agua oceánica entra por la parte subsuperficial (Andrade et al., 2017; Grisales et al., 2014).

Los aspectos citados hacen referencia al comportamiento hidrodinámico de la bahía. En este capítulo se hará énfasis en sus propiedades físico químicas y biológicas, los cuales se considera son de importancia para la preservación de los pecios.

3.2 METODOLOGÍA

Considerando la importancia de entender que los contextos sumergidos interactúan con su entorno acuático, en esta sección se presentan aspectos relacionados directamente con las características oceanográficas (físicoquímicas y biológicas) generales de la bahía de Cartagena, con el fin de comprender el comportamiento general del entorno natural.

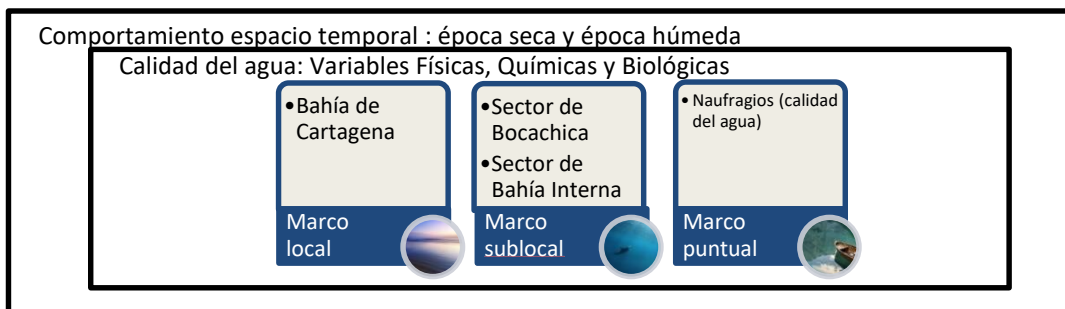
Para obtener información en diferentes escalas espaciales, se procedió a dividir la bahía en un marco local, para tener información de cómo se comportan las variables físicoquímicas y biológicas a nivel bahía.

Se generó una escala menor, llamada sublocal, con el fin de hacer un acercamiento a la zona de influencia de los sitios donde se identificaron los cuatro pecios. Por último, se realizó un análisis en una escala puntual en un área de 100 m x100 m, considerando que en esta área se encuentran dos pecios por sector, donde se buscó encontrar información del entorno directo de los naufragios (Figura 14).

Con base en esta organización se procedió a consultar bases de datos del Centro Colombiano de Datos Oceanográficos-CECOLDO, buscando datos de calidad del agua de la bahía de Cartagena obtenidos por DIMAR. Se buscaron variables con impacto en la preservación de los sitios, como la Salinidad, Temperatura, Oxígeno Disuelto, pH, SST, Clorofila-a y concentración de fitoplancton.

Con las variables seleccionadas se revisaron las banderas de calidad, identificando la información más completa en los años 2006, 2010 y 2014. Datos del mes de marzo indican el comportamiento de la época seca y el mes de agosto, como época húmeda. Estos datos alimentaron el contexto local y sublocal. De otra parte, para el contexto puntual como parte de este estudio se realizaron dos campañas de muestreo una en noviembre de 2017 y otra en marzo de 2018 (Figura 1), analizando las mismas épocas. En la figura 14, se indica conceptualmente la aproximación al análisis de datos disponibles.

Figura 14. Análisis conceptual del entorno asociado con cuatro anomalías en Bocachica y en la bahía interna



Las técnicas y métodos usados en la determinación de cada variable empleada en este estudio se describen en la tabla 3 y tabla 4. Se aclara que acuerdo con el método empleado, se expresa la concentración de cada variable en el volumen de agua medido, de esta manera, los nutrientes se expresan en mg/L, la clorofila en mg/m³, la estructura en células/cm² y abundancia en Células/L.

Tabla 3. Plan de medición de las variables físicas, químicas y biológicas en la bahía de Cartagena.

Año	2006	2010	2014	2017	2018
Equipo toma de muestra	Botella niskin 5L				
Profundidades (m)	1-10-15				
Época seca (mes)	Marzo		N/A		Marzo
Época húmeda (mes)	Agosto		N/A		N/A
Duración de campaña	1 día				
Nivel de investigación	Descriptiva				
Número de estaciones	10	11	15	2	2

Tabla 4. Técnicas empleadas para identificar las características hidrobiológicas en el área de influencia de los naufragios.

Sigla	Variable	Unidad	Técnica	Metodología en Laboratorio	Método de referencia
T	Temperatura	°C	Sonda paramétrica	<i>In Situ</i>	CTD
pH	pH	Unidad de pH	Sonda paramétrica	<i>In Situ</i>	SM4500-H+B
SST	Sólidos suspendidos totales	mg/L	Gravimetría	Filtración y Secado 104°C ± 1°C	SM 2540 D. Pp 2-66 a 2-67
OD	Oxígeno Disuelto	mg/L	Sonda paramétrica	<i>In Situ</i>	SM 4500-O-G Pp 4-143 a 4-145.
Sal	Salinidad	adimensional	Sonda paramétrica	<i>In Situ</i>	SM 2520 B.
Chl-a	Clorofila a	mg/m ³	Espectrofotometría	Clorofila en presencia de Feofitina	SM10200 H. 2. b.
AF	Abundancia Fitoplancton	Células/L	Conteo microscopio	al Recuento en Cámara de Sedimentación Combinada (Cámara Utermöhl).	UNESCO. 2003.
EF	Estructura Fitoplancton	células/cm ²	Conteo microscopio	al Recuento en Cámara Sedgwich Rafter.	UNESCO. 2003

Una vez seleccionada la información, se realizó una representación espacio temporal con los valores obtenidos. Para esto se empleó el software en Ocean Data

View, versión 5.4, con batimetría de GEBCO de 2014, a una resolución de 30 segundos (figura 1). A continuación, se presentan los resultados encontrados en el marco local, sublocal y puntual en la bahía de Cartagena.

3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.3.1 Características oceanográficas en el marco local y sublocal de la bahía de Cartagena. En esta sección, se presentan los resultados asociados con las variables químicas como: oxígeno disuelto, pH, SST; variables físicas: temperatura y salinidad y variable biológica: concentración de clorofila (Björdal, 2012). Estas se analizaron para un marco local, bahía de Cartagena (tabla 5 y tabla 6) y sublocal (tabla 7, tabla 8, tabla 9 y tabla 10), dando especial relevancia a la capa de fondo por su interacción con los naufragios. En la sección 0, se describirá el marco puntual, en un área de 100 m x 100 m, alrededor de los naufragios.

Tabla 5. Comportamiento observado de variables físicas, químicas y biológicas en el contexto local de la bahía de Cartagena, época seca.

Variable	2006 Capa superficial		2006 Capa de fondo		2010 Capa superficial		2010 Capa de fondo		2014 Capa superficial		2014 Capa de fondo	
	menor	mayor	menor	mayor	menor	mayor	menor	mayor	menor	mayor	menor	mayor
OD [mg/L]	5.2	10.5	4.6	7.4	3.4	8.3	3.1	7.4	5.0	9.9	3.2	6.1
T °C	26.6	32	25	28.4	26.2	29.6	26.2	29.1	24	31.1	27.3	29
pH	7.0	8.5	8.1	8.5	6.4	8.5	7.7	8.5	7.9	9	8.0	8.8
Sal	12.0	34	25	34	22.0	36.2	22.0	36.6	30.4	37.8	26.5	36.7
SST [mg/L]	4.7	22	3.7	29.3	1.6	15.9	3.6	16.0	0.8	134.2	1.8	51.2
Chl-a [mg/m ³]	0.1	1.7	0.0	0.9	0.0	23.1	0.0	6.5	0.0	17.8	0.1	2.3

Tabla 6. Comportamiento observado de variables físicas, químicas y biológicas en el contexto local de la bahía de Cartagena, época húmeda.

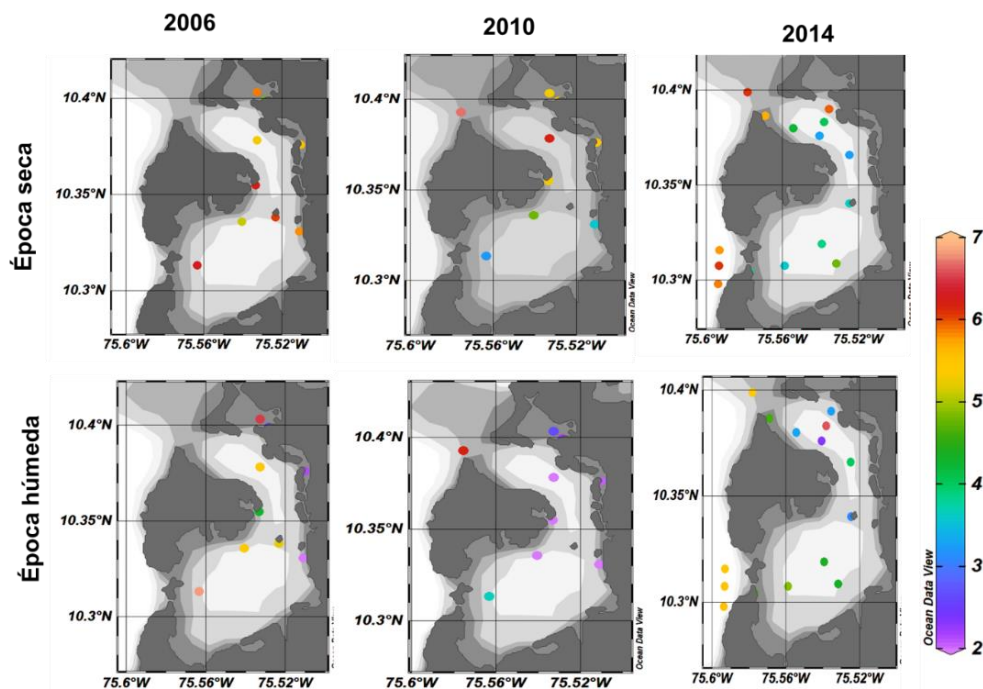
Variable	2006 Capa superficial		2006 Capa de fondo		2010 Capa superficial		2010 Capa de fondo		2014 Capa superficial		2014 Capa de fondo	
	menor	mayor	menor	mayor	menor	mayor	menor	mayor	menor	mayor	menor	mayor
OD [mg/L]	2.0	8.9	1.9	6.8	5.1	8.1	0.4	6.1	5.3	6.4	2.3	6.6
T °C	28.5	34.2	28.3	29.5	29.3	30.2	28.1	29.5	29.5	31.4	24.5	30.6
pH	8.0	8.7	8.1	8.8	7.7	8.5	7.8	8.5	7.8	7.9	6.4	7.8
Sal	8.0	31.0	26.0	32.0	13.2	30.1	29.1	35.6	18.1	34.0	34.5	38.2
SST [mg/L]	7.6	18.8	2.0	12.8	7.0	42.1	3.0	48.6	SD	SD	SD	SD
Chl-a [mg/m ³]	SD	SD	SD	SD	0.6	11.3	0.1	1.3	0.21	3.9	0.1	4.0

Nota: SD: Sin dato

3.3.1.1 Oxígeno Disuelto. La bahía de Cartagena, ha sido impactada por diferentes aportes de agua residual o de aportes continentales que continuamente modifican esta propiedad en el agua, encontrando así reportes de zonas donde su concentración ha sido menor a 4 mg/L, lo que indica que en algunos sectores se pueden encontrar organismos capaces de tolerar bajas concentraciones de oxígeno (Murcia-Gavilan et al., 2005). Su comportamiento espacial se muestra en la figura 15, donde se presenta la distribución para la capa de fondo.

En 2006, se registró la menor concentración de OD en inmediaciones de la estación “sociedad portuaria”, ubicada al interior de la bahía interna, con un valor de 1.96 mg/L en época húmeda-capas de fondo. En 2010, se registró una capa de fondo de hasta 0.45 mg/L para la época húmeda la estación boya 30, situada cerca al antiguo emisario submarino de la bahía de Cartagena. Este patrón se repitió en 2014, época húmeda-capas de fondo, en la estación EBC6, con 1.98 mg/L, estación que también se encontraba en cercana al emisario (Tabla 5 y Tabla 6).

Figura 15. Caracterización espacio temporal de oxígeno disuelto (mg/L) en la bahía de Cartagena.



Nota: Capa fondo (15m).

Después de la revisión del contexto local o general de la bahía, se procedió con un análisis asociado al contexto sublocal de los sitios de los naufragios. El sector de bahía interna es representado por las estaciones: 1 Muelle SP; 2 Muelle Bosque; 6 Boya 30; 15 EBC4; 16 EBC5; 17 EBC6; y 14 EBC3. El sector de Bocachica por: 10 Boya10; 11 Tierra Bomba; 20 EBC9; 21 EBC10; 22 EBC11; 23 EBC12.

Las concentraciones de oxígeno se encontraron en valores mínimos y máximos para las estaciones mencionadas acorde con la época, el año y la capa (Tabla 7). Para la capa fondo de la bahía interna en época seca, la concentración mínima de oxígeno para 2006, 2010 y 2014, fue de 5.28 mg/L, 3.53 mg/L, y 3.26 mg/L, respectivamente. En la zona de Bocachica, en la capa de fondo los valores mínimos que se encontraron fueron de 5.08 mg/L, 3.19 mg/L y 3.59 mg/L respectivamente.

Tabla 7. Características del oxígeno disuelto en el marco sublocal.

<i>Época</i>	<i>Año</i>	<i>Bahía interna</i>		<i>Bahía interna</i>		<i>Bocachica</i>		<i>Bocachica</i>	
		<i>Capa superficial</i>	<i>Capa de fondo</i>	<i>Capa superficial</i>	<i>Capa de fondo</i>	<i>Capa superficial</i>	<i>Capa de fondo</i>	<i>Capa superficial</i>	<i>Capa de fondo</i>
<i>OD [mg/L]</i>		menor	mayor	menor	mayor	menor	mayor	menor	mayor
<i>Seca</i>	2006	5.5	6.2	5.2	5.8	6.7	7.4	5.0	6.2
	2010	3.4	5.9	3.5	6.1	4.2	8.3	3.1	4.7
	2014	5.8	8.3	3.2	5.9	6.8	7.8	3.5	4.7
<i>Húmeda</i>	2006	2.3	8.9	1.9	5.4	5.4	7.7	5.4	6.8
	2010	5.1	7.1	SD	SD	6.1	7.9	1.3	3.3
	2014	5.8	6.3	2.3	6.6	5.6	5.8	4.3	4.8

Nota: SD: Sin dato.

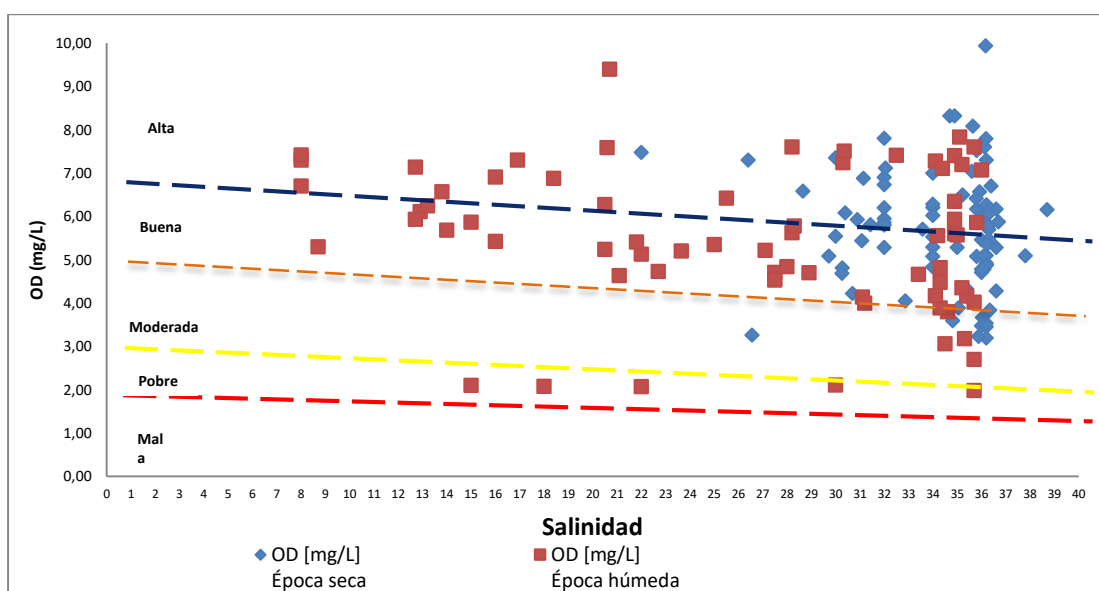
Kaselowski & Adams (2013), han indicado que cuanto más cerca se encuentre la estación a la desembocadura de un río, esta variable será modificada, siendo mayor en superficie y menor en el fondo. Este mismo patrón fue registrado por Tomic, Lonin, et al., (2019) en la bahía, quienes registraron valores menores de 4 mg/L, en la época húmeda. Los resultados obtenidos permitieron identificar que la concentración de OD en el fondo tiende a mejorar en cercanía a la zona de influencia marina, como ocurre en las zonas de Bocagrande y Bocachica, registrándose un intervalo aproximado entre (5 y 7 mg/L) (anexo 4.1). Es importante indicar que las complejas interacciones del oxígeno disuelto se asocian a diferentes procesos físicos, químicos y biológicos, los cuales, se modifican de manera espacial (Best et al., 2007).

Gavilán Murcia, Cañón Páez, & Tous Herazo (2005) reportaron que la bahía ha tenido concentraciones de oxígeno disuelto, que, en su momento, fueron registradas en un promedio de 4.11 mg/L, donde la mayor concentración que registraron estuvo en la época seca de 4.36 mg/L, indicando que las estaciones del fondo presentan mayor anoxia. Sin embargo, con los resultados encontrados en este trabajo se reporta una mejoría en la oxigenación de las aguas, probablemente asociado con la desactivación del emisario submarino en la bahía, el cual operó hasta 2013 vertiendo parte de las aguas servidas directamente a la bahía de Cartagena.

Con el propósito de conocer en general la calidad del agua de la bahía, se empleó la “Guía del marco legal del agua europeo” (Best et al., 2007), donde a través de la relación entre oxígeno y salinidad, se estableció una escala de calidad general de la bahía con los datos del contexto local.

Con los datos obtenidos en este trabajo se encontró que la calidad de agua de la bahía se encuentra entre alta y buena, con algunas estaciones en categoría entre moderada y pobre (Figura 16). Asimismo, se encontró que, entre épocas, es la húmeda donde se presentan los valores más bajos de oxígeno respecto a la época seca; sin embargo, en ningún caso se encontró una situación de anoxia total en el fondo, pero este aspecto se recomienda sea profundizado en otros estudios de este tipo.

Figura 16. Comportamiento de la calidad del agua de la bahía de Cartagena en época seca y húmeda con respecto a la concentración de oxígeno y a la salinidad.



Nota: Metodología de Best et al., (2007). Los puntos indican los valores de las estaciones analizadas en su conjunto.

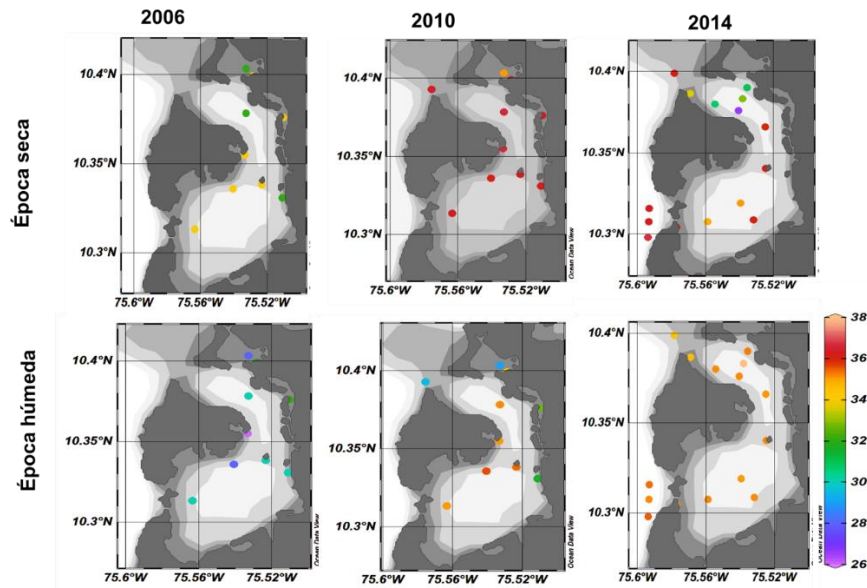
3.3.1.2 Salinidad. La salinidad es una manera de conocer el contenido de sales disueltas en un cuerpo de agua. Esta propiedad puede cambiar entre estaciones climáticas (tasas de evaporación, tasa de precipitación respecto a la latitud) o por algunos factores locales como, diferencias en la batimetría de los cuerpos de agua, procesos de mezcla (Miranda et al., 2017), o debido a los diferentes aportes de aguas dulces y marinas. Particularmente en la bahía, esta propiedad cambia por los aportes del canal del Dique, descargas de aguas residuales domésticas o industriales, cercanía al mar Caribe y diferentes profundidades (Molares & Mestres, 2012).

Los cambios en la hidrodinámica descritos por influencia del viento afectan la estructura termohalina de sus aguas, generando comportamientos diferentes

acordes con la época, de forma tal, que se encuentren diferentes niveles de salinidad y temperatura en sus aguas. Los resultados encontrados para salinidad en la bahía, como se observa en la tabla 5y la tabla 6, cambian con base en la época climática y la capa de la columna de agua. Es así como se registró la influencia del canal del Dique en la capa superficial de la época húmeda del 2006, con un valor de ocho en la estación Boya 19 cerca del canal del Dique. Sin embargo, también se observó la influencia del mar Caribe en la capa superficial, dado que se registró la mayor salinidad con un valor de hasta 37.8 para la capa superficial en 2014 para la época seca, en la estación 26 (EBC15), contigua a la entrada de Bocachica.

A nivel de las capas de fondo se llegó a valores de hasta 38.2 para 2014 en la época húmeda, en la zona de la estación 16 (EBC5), la cual se ubica en la sección central del área de influencia sublocal de la bahía interna (Figura 17).

Figura 17. Caracterización espacio temporal de Salinidad en la bahía de Cartagena.



Nota: Capa de fondo (15m)

En las capas de fondo, para el componente sublocal, se registraron valores de salinidad de hasta 36.6 en la zona de la bahía interna, y de hasta 36.3 en la zona de Bocachica en época seca. Para la época húmeda, se alcanzó una salinidad para esta capa de 35.2 y 35.3 en bahía interna y en Bocachica respectivamente (Tabla 8).

Tabla 8. Características de la salinidad en el contexto sublocal.

<i>salinidad</i>	<i>Época</i>	<i>Año</i>	<i>Bahía interna Capa superficial</i>		<i>Bahía interna Capa de fondo</i>		<i>Bocachica Capa superficial</i>		<i>Bocachica Capa de fondo</i>	
			menor	mayor	menor	mayor	menor	Mayor	menor	mayor
<i>Seca</i>		2006	30.0	32	32	34	22	32	34	34
		2010	36.0	36.2	36.2	36.6	34.7	35.4	36	36.2
		2014	34.9	35.9	26.5	32.8	36.2	3.1	34.8	36.3
<i>Húmeda</i>		2006	25.0	31	30	32	2	10	28	30
		2010	17.6	28.1	31.6	35.2	13.2	30.1	35.1	35.3
		2014	30.6	33.2	35.2	38.2	18.1	28.5	35.1	35.2

Considerando la calidad de estuario de la bahía, se encontraron diferentes valores donde los más bajos se encontraron en cercanía al canal del Dique. Es conocido que en estas zonas se marcan procesos de estratificación en donde se detectan aguas menos salinas en la superficie de la columna que en el fondo de ella, toda vez, que la descarga del río es mayor comparada con el flujo de la marea (Álvarez & Tovio, 2019).

De otra parte, al encontrarse la bahía en la zona intertropical, sus aguas tienen cambios según la época, los cuales, son más notorios en las zonas cercanas a la descarga fluvial por los cambios de volumen de descarga del canal del Dique. Tomic et al., (2018) reportaron descargas del canal del Dique, en marzo, de 130 m³/s, y en el mes de noviembre de 180 m³/s. Tomic, M, et al., (2019), indicaron para esta época disminuyen las precipitaciones y la escorrentía, por ende, sus propiedades se modifican.

Por ejemplo, para la época húmeda, con los datos medidos, la salinidad en superficie disminuyó a 12.7 y 14, mientras que en la capa de fondo se mantiene similar a la época seca con valores entre 35 y 35.2. Estudios realizados por Tomic, Lonin, et al., (2019), reportaron que la salinidad cambia en la superficie del agua; reportaron valores en promedio de 9.7 en zonas superficiales, y marcadas diferencias en zonas de profundidad con valores en promedio de 35.7. Este efecto estacional fue reportado para época húmeda, tanto en la superficie de la bahía, como en las aguas del fondo, con menor salinidad en la temporada de lluvias (Tomic, Martins, et al., 2019).

Gavilán Murcia et al., (2005), reportaron la salinidad entre 12 y 34 en la bahía de Cartagena, registrando los mayores valores en época seca, y los menores, durante la época de lluvia. Los autores indican que este cambio es posible por un efecto de

dilución, el cual afecta igualmente a las estaciones superficiales, no solo por la lluvia, sino por la llegada de aportes continentales.

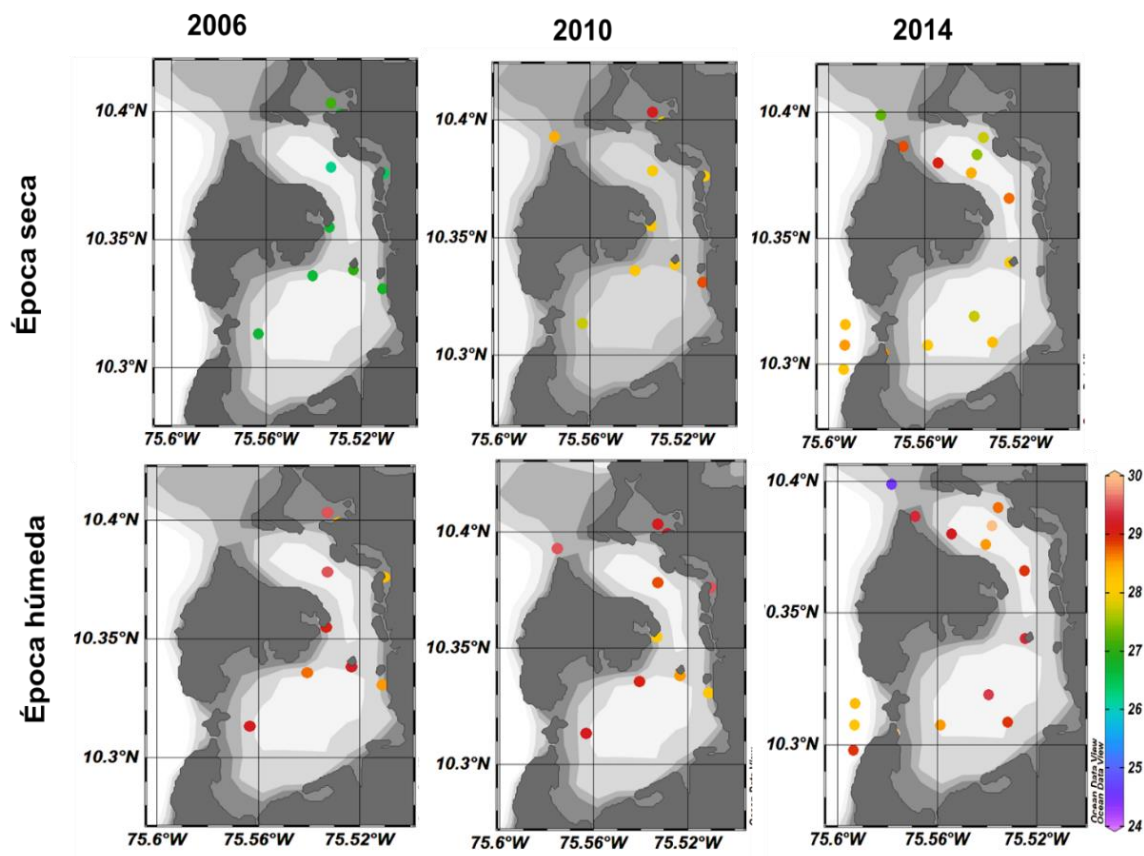
3.3.1.3 Temperatura. La temperatura del agua cambia con respecto a varios factores, como la profundidad, estación climática, cambios en el ciclo hidrológico y posición geográfica o afectaciones por cambio climático (Miranda et al., 2017). En los últimos 100 años su valor ha incrementado 0.5°C, y para los próximos cien años, se espera un mayor aumento del calentamiento (entre 1.5 y 3.0°C); en ese sentido, se tendrá una gran influencia en el comportamiento hidrodinámico de un ecosistema acuático como indicó Miranda et al., (2017).

En términos de preservación de materiales orgánicos, inorgánicos o mixtos (Grosso, 2006), la temperatura también selecciona de manera natural el tipo de organismos que pueden encontrarse en un contexto acuático, y así mismo, favorecer o no la preservación.

En el marco local para la bahía de Cartagena se realizó el análisis del comportamiento de la temperatura del agua, en capa superficial y profunda, con base en mediciones tomadas directamente en campo. En la tabla 5 y tabla 6, se registró que, para las capas superficiales, presentaron los menores valores para 2006 los cuales oscilaron entre 26.6°C y 28.5°C, para el 2010 entre 26.2°C y 29.3°C y en el 2014 entre 24°C y 29.5, entre época seca y húmeda respectivamente. En las capas profundas de la bahía se registraron variaciones, por año y capa; es así como los menores valores para 2006 estuvieron en un intervalo entre 25°C y 28.3 °C, para 2010 entre 26.2°C y 28.1°C, para 2014 entre 27.3°C y 24.5°C, entre época seca y húmeda respectivamente.

Como es de esperar, el comportamiento espacial de esta variable a lo largo de la bahía indica que las capas superficiales de la misma tienden a tener una temperatura mayor que en las capas profundas (figura 18)).

Figura 18. Caracterización de temperatura en la bahía de Cartagena.



Nota: Capa de fondo (15m)

Es importante indicar que las capas superficiales pueden ser más cálidas por el contacto directo con la luz del sol en los primeros metros de la columna de agua, llegando a estar en un valor máximo de 34.2 °C en 2006, este valor se registró en la estación 9 (Boya 19) (tabla 9).

En las capas más profundas, para época húmeda de 2014, se observó que la temperatura se registró en un intervalo de temperatura entre 28.5°C y 30.5 °C en la bahía interna, y para el sector de Bocachica se registró en 28.5 y 30°C.

Tabla 9. Características de la temperatura en el contexto sublocal.

<i>Época</i>	<i>Año</i>	<i>Bahía interna</i>		<i>Bahía interna</i>		<i>Bocachica</i>		<i>Bocachica</i>	
		<i>Capa superficial</i>	<i>Capa de fondo</i>	<i>Capa superficial</i>	<i>Capa de fondo</i>	<i>Capa superficial</i>	<i>Capa de fondo</i>	<i>Capa superficial</i>	<i>Capa de fondo</i>
<i>Temperatura °C</i>		menor	mayor	menor	mayor	menor	mayor	menor	mayor
<i>Seca</i>	2006	28.5	31.5	26.2	26.8	26.8	27.2	26.6	26.7
	2010	29.3	30.2	28.0	28.8	28.2	28.5	27.7	28.2
	2014	30.6	30.7	27.5	29	30.4	32.1	27.7	28.6
<i>Húmeda</i>	2006	26.6	30	28.3	29.5	34.2	34.9	28.7	29.1
	2010	29.3	30.2	28.2	29.5	30.1	30.1	29	29.1
	2014	30.6	30.8	28.5	30.5	29.5	31.7	28.5	30.6

Sergui Lonin & Giraldo (1996), reportaron que la temperatura del agua para 1996, en la bahía interna, en capas superficiales para la época de transición, llegó a encontrarse en 30.02°C y 30.5°C. Tomic, Lonin, et al., (2019), registraron que la temperatura en la capa superficial es de aproximadamente 30.0°C, mientras que para capas profundas osciló en 27.8°C. Los resultados de las mediciones realizadas en este estudio indicaron valores máximos para la capa superficial entre 30°C y 31.5°C, en la bahía interna, y para la capa profunda entre 26.8°C y 30.5°C, en el mismo sector. Para el sector de Bocachica se reportó un valor para la capa superficial de entre 27.2 y 34.9°C, y para capa de fondo se reportó en 26.7 y 30.6°C.

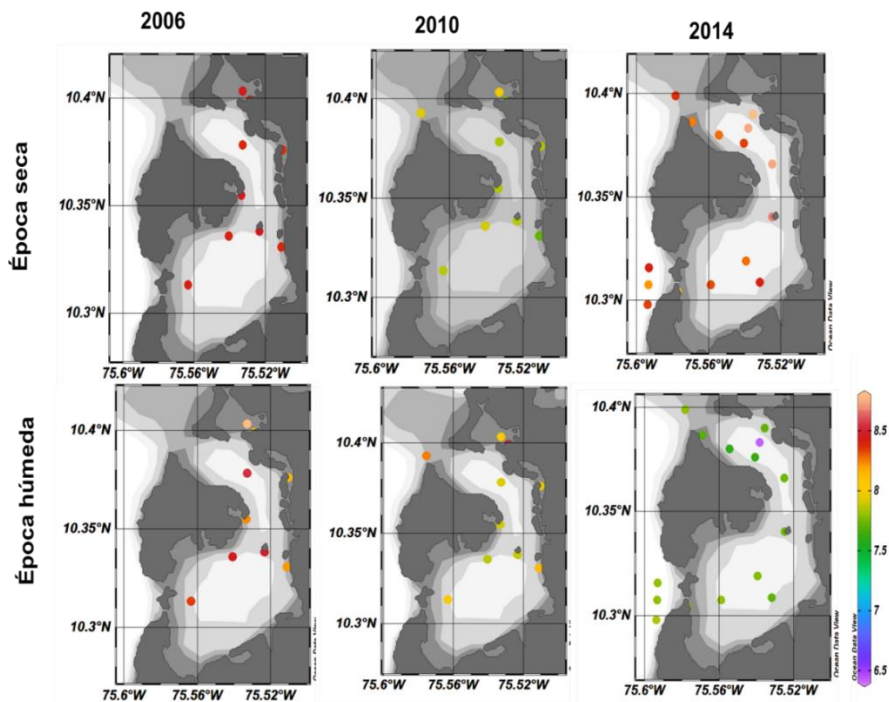
Estudios como el realizado por Cañón, Vanegas, Gavilán, Morris, & Tous (2005) reportaron que para la capa superficial, el valor de temperatura se encuentra en 31.2°C, en época de transición entre 29°C y 30°C, y en época húmeda en 31°C, lo anterior en estaciones ubicadas dentro de la bahía interna. Para las capas de fondo, se reportaron valores menores, en época seca en 28.1°C, en época de transición entre 28 y 29 °C y en época húmeda entre 29 y 30°C.

3.3.1.4 pH. Con los resultados encontrados para la bahía, los cuales se describen en la tabla 5 y tabla 6, se observa que el pH en la bahía oscila entre 6,4 y 9 unidades; las capas de fondo registraron un valor en época seca para 2006 entre 8.18 – 8.53, en 2010 entre 7.72 – 8.5 y en 2014 entre 8.03 – 8.82. En época húmeda osciló en 8.13 – 8.84 para 2006, 7.86 – 8.5 para 2010, y 6.62 – 7.85 en 2014. La estación donde se registró el mínimo pH en superficie fue 15 (EBC4) y el valor máximo se presentó en la capa fondo de 16 (EBC5), ambos en época seca (Figura 19).

En el contexto sublocal, se realizó una descripción del comportamiento de la variable acorde con la capa superficial y de fondo (Tabla 10). Particularmente para la bahía interna, en las capas de fondo, para época seca se registraron entre 7.97

y 8.82, y en época húmeda entre 7.8 y 8.84. En la zona de Bocachica, por lo tanto, en época seca, entre 7.9 y 8.73, y en época húmeda 7.85 y 8.48.

Figura 19. Caracterización de pH en la bahía de Cartagena.



Nota: Capa de fondo (15m).

El pH puede cambiar en un ecosistema acuático por la reducción del flujo de entrada de agua dulce, por el bajo nivel de oxígeno, por cambios en la concentración de materia orgánica, cambios en la concentración de CO₂ total disuelto, variación en la alcalinidad, cambios en la temperatura y cambios en la presión como lo han indicado otros autores como Mónica Grosso, (2006); Hinga, (2002); Hu & Cai, (2013); Yao & Hu, (2017).

Herández-Ayón, Zirino, Marinone, Canino-Herrera, & Galindo-Bect (2003), y Montagna, Hu, Palmer, & Wetz (2018), han indicado que el pH también varía acorde con la zona de la columna de agua, es así que en la zona eufótica, tiende a ser más alto dado que la radiación solar calienta el agua de manera tal que se libere O₂; a través de la producción biológica, y en las aguas profundas, la reacción ocurre de manera opuesta.

Tabla 10. Características del pH en el contexto sublocal.

<i>pH</i> unidades	Época	Año	<i>Bahía interna</i> Capa superficial		<i>Bahía interna</i> Capa de fondo		<i>Bocachica</i> Capa superficial		<i>Bocachica</i> Capa de fondo	
			menor	mayor	menor	mayor	menor	mayor	menor	mayor
Seca		2006	8.3	8.4	8.3	8.3	8.4	8.5	8.4	8.4
		2010	6.4	7.8	7.7	7.8	7.9	8.1	7.8	7.9
		2014	8.1	9.0	8.2	8.8	8.2	8.9	8.0	8.4
Húmeda		2006	8.1	8.5	8.1	8.5	8.5	8.6	8.3	8.4
		2010	8.0	8.1	7.9	8.1	7.7	8.1	7.8	8.0
		2014	7.8	7.9	6.4	7.7	7.9	7.9	7.7	7.8

Es importante considerar que en la medida que estos valores cambian, de forma espacial, temporal o entre capas, se adaptarán las condiciones de vida en cada escala. El pH del agua de mar en el océano abierto cae dentro de un rango bastante estrecho, típicamente 0.3 unidades de pH (Riley & Skirrow, 1975). Por el contrario, el pH de las aguas costeras varía en un rango de hasta una unidad (Hinga, 2002), aun los resultados encontrados para la bahía, oscilaron entre 6.4 y 9.0 en época seca y húmeda y particularmente en las capas del fondo de la bahía se registraron valores entre 6.4 y 8.5. Estudios realizados en la bahía han registrado intervalos de pH entre 7.86 y 8.55 (Gavilán Murcia et al., 2005); la normatividad nacional ubica su intervalo entre 6 y 9. Su variación influye en el tipo de organismos que pueden tolerar cambios, es así que se ha identificado que en el caso de hongos marinos encargados de la pudrición blanca en maderas, estos toleran mejor en pH inicial superior a 7.4, y se adaptan mejor en rangos de pH similares al agua de mar, que varía entre 8.1 y 8.3, y así se da el proceso según el tipo de organismo (Björdal, 2012).

De otra parte, en cuanto a organismos plantónicos se conoce que el pH óptimo para su crecimiento es de 6.3 a 10 (Hinga, 2002). El crecimiento de organismos se dará en la medida que logren tolerar esos valores, asumiendo su ciclo de vida de manera plantónica, es decir flotando en el agua, o de manera sésil, adheridos a sustratos del fondo marino orgánicos o inorgánicos (Bethencourt et al., 2018).

3.3.1.5 Fitoplancton. Los organismos que emplean la luz y el CO₂ para su crecimiento, llamados fotosintéticos, hacen parte fundamental del equilibrio, no solo del CO₂ del agua, sino de la presencia de iones H⁺ en el agua. Se conoce que gracias a su presencia en el agua, se favorece la estabilidad en nivel de pH, como la concentración de CO₂ (Chrachri et al., 2018). En este sentido, es importante considerar respecto a los resultados encontrados, que la presencia de fitoplancton es significativa para la bahía.

En términos de fitoplancton, para las zonas de Bocachica y bahía interna, se encontraron condiciones similares en ambas zonas que favorecen su crecimiento. En época seca se registró que, hacia la bahía interna, *Odontella sinensis* fue la especie más abundante (25.8%), registrando una densidad de 103 células/cm², mientras que, para la zona de Bocachica, se reportó *Chaetoceros sp.* con un 41.8% correspondiente a 167 células/cm² (esta especie suele crecer en un pH entre 7 y 8) (Hinga, 2002), en segundo lugar, la especie *Odontella sinensis*, con un 12.8% (51 células/cm²). De otra parte, en época húmeda predominó *Skeletonema costatum*, la cual, en este estudio, fue la especie encontrada como la más abundante con un 70.3% (281 células/cm²) en la zona la bahía interna; mientras que en la zona de Bocachica, fue la más abundante con un 86% (344 células/cm²). Esta especie suele crecer en un rango de pH entre 6.5 y 8.5 (Hinga, 2002), es nociva, genera Hipoxia /anoxia (Rangel G. & Vidal V., 2008); sin embargo, ha sido reportada su presencia en la bahía (Cañón et al., 2005; Gavilán Murcia et al., 2005) y en el caribe (Franco-Herrera & Torres-Sierra, 2007), por tanto, puede considerarse como una especie establecida.

Se ha determinado que la presencia de *Odontella sinensis* se favorece con la temperatura del agua, el oxígeno disuelto y el total de sólidos en suspensión (Adlan et al., 2012). Esta especie fue reportada como introducida del mar del Norte, (Rangel G. & Vidal V., 2008), sin embargo, ha sido reportada en varios estudios considerándose así, una especie establecida en el medio acuático (Duque et al., 2021; Franco-Herrera & Torres-Sierra, 2007).

Es importante indicar que una vez el fitoplancton cumple su ciclo de vida, entra a hacer parte de la composición de los fondos marinos, es así como es posible encontrar zonas con mayor contenido de carbonato de calcio, como un indicador de la alta diversidad de fitoplancton y otros organismos calcáreos en el medio circundante.

3.3.1.6 Clorofila. Respecto a las características que indica la concentración de clorofila, se reportó que en la bahía es posible encontrar aguas de diferentes características, las cuales, se ven reflejadas en la concentración de este pigmento fotosintético. En época seca, se encontró que la zona de la bahía interna tiene aguas oligotróficas, dado que el valor reportado es de 0.1 mg/m³; mientras que las aguas del sector de Bocachica son eutróficas, con una concentración de clorofila de 12.8 mg/m³. No obstante, en la época húmeda estas dos zonas se clasificaron como aguas mesotróficas, dado que se reporta una concentración de clorofila de 0.3 mg/m³, para la zona de Bocachica, y 0.5 mg/m³ para la zona de bahía interna.

Estos valores corresponden con lo reportado por otros autores. Gavilán Murcia et al., (2005), reportaron por ejemplo que la clorofila-a presentó en promedio una concentración de 8.6 mg/m³, indicando que la concentración fluctúa con respecto a la época del año, siendo para época seca de 2.5 mg/m³, para época de transición de 9.2 mg/ m³ y, por último, la época de lluvia de 10.8 mg/ m³. La estación que presentó mayor concentración fue muelles El Bosque (10.1 mg/m³), la cual se encuentra al interior de la bahía interna. Esta consideración indica que la bahía surte ciclos acordes con las épocas climáticas, presentando aguas mesotróficas en promedio durante el año; según González Minaya & Santamaría del Ángel (2014), se les puede clasificar en: oligotróficas (0.2 mg/m³) mesotróficas (0.2 a 2.0 mg/m³) u eutróficas (>2.0 mg/m³).

3.3.1.7 Sólidos suspendidos totales-SST. Como se indicó en la Tabla 5 y Tabla 6, la concentración de SST en la bahía presentó un valor más alto en época seca en 2014 con 134.2 mg/L en la capa superficial (estación No. 31: EBC10S, cercana al canal del dique), en las capas de fondo osciló entre 3.7 y 51.2 mg/L; en época húmeda se reportó una concentración entre 2 y 48.6 mg/L.

Los sólidos suspendidos constituyen una variable que se asocia con la turbidez del agua, y su presencia en la columna de agua permite la penetración de la luz, su interacción con nutrientes, entre otras propiedades del agua (Torregroza-Espinosa et al., 2020). Esta variable suele asociarse con la calidad del agua, por la capacidad de absorber contaminantes disueltos en el agua (Seers & Shears, 2015).

3.3.2 Características oceanográficas en el marco puntual, áreas asociadas con los naufragios en Bocachica y bahía interna. A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de las mediciones realizadas en las zonas de Bocachica y bahía interna.

3.3.2.1 Calidad del agua. Considerando las variaciones en el comportamiento de las propiedades del agua de la bahía de Cartagena, expuestas en la Sección 3.3.1, en esta sección, se indica como dichas variaciones son percibidas en el contexto puntual de cada naufragio. Para esto, se emplearon los datos de 2017 y 2018 en época seca y época húmeda respectivamente, los cuales, fueron tomados como parte de este trabajo.

Se realizó en principio una aproximación a las propiedades fisicoquímicas de la columna de agua, para luego realizar la identificación de la estructura y abundancia de fitoplancton, siguiendo los métodos descritos en la Tabla 10.

En términos de pH se registró en la capa profunda durante la época seca, un valor de 8.1 en ambas zonas; mientras que, para la época húmeda, se observaron diferencias con 7.3 en Bocachica y 6.8 en la bahía interna. Esta variable es importante en la descripción del contexto natural, considerando que las curvas de estabilidad de materiales se asocian a una mayor o menor presencia de iones hidrogeno (H^+) o hidroxilo (OH^-) (Voulgaris et al., 2019).

Los valores indicados favorecen el crecimiento de población de organismos neutrófilos; no obstante, se conoce que la pudrición blanca en maderas se da entre 7.4 y 8.1 y 8.3. En consecuencia, variaciones de pH pueden influir en la proliferación de diferentes tipos de microorganismos en los distintos materiales que se encuentren en el lecho marino (Menna et al., 2018; Voulgaris et al., 2019).

Por otra parte, el oxígeno disuelto en la capa de fondo, mostró cambios entre épocas climáticas (tabla 11 y tabla 12). En época seca en el sector de Bocachica, en el África se encontró una concentración de 5.9 mg/L y en el Conquistador de 6.8 mg/L. En época húmeda, se resalta la disminución de concentración así: para el Bocachica de 5.1 mg/L y para la bahía interna de 3.6 mg/L. Este aspecto es importante, debido a que la preservación de las maderas es pobre con concentraciones mayores a 3 mg/L, y suele ser buena en ambientes anaerobios menores a 0.01 mg/L (Keith, 2016).

La concentración de oxígeno encontrada está dentro de los límites de calidad del agua para aguas marinas en Colombia (mayor a 4 mg/L). Se resalta particularmente que, en las capas de fondo, no se encontraron condiciones de anoxia. Este aspecto es importante, debido a que esta disminución cíclica puede afectar el equilibrio de la preservación de los sitios, incrementando el deterioro, favoreciendo el crecimiento de población aerobia y/o anaerobia en los contextos. Se conoce que un ambiente menor de 4 mg/L afecta el crecimiento de larvas y adultos del *Teredo navalis*, gusano de la madera (Keith, 2016).

En términos de salinidad se observaron comportamientos típicos, donde esta se hace mayor en época seca, y disminuye para época húmeda. Lo contrario ocurre con la temperatura, la cual, es mayor en época húmeda y disminuye en época seca. Lo anterior concuerda con lo encontrado en la sección local y sublocal de la bahía. Con este contexto, se encontró que es mayor en época seca, identificándose, en la capa de fondo un valor de 34.0 °C para Bocachica, y de 34.6 °C en la bahía interna; por su parte, en la época húmeda 26.2 °C en Bocachica, y 27.3 °C en la bahía interna, siendo este patrón acorde con la época climática.

Wheeler (2002) ha descrito que la salinidad es una propiedad que influye en los procesos de degradación de materiales donde su estabilidad se asocia con la disponibilidad de diferentes iones en el agua, siendo particularmente el agua de mar rica en sodio, cloro, que en presencia de carbonatos y oxígeno, generan diferentes reacciones con los materiales metálicos como cloruros, óxidos e hidróxidos de cobre, generando procesos de corrosión o de concreción (Voulgaris et al., 2019).

En la madera, por su parte, se favorece el crecimiento de organismos, como gusanos de la madera, los cuales, al encontrar un material débil, por la rápida degradación de la celulosa, logran penetrarla. El rango de salinidad ideal para este tipo de organismos es de 17–39 (Borges et al., 2014).

En términos de concentración de clorofila a, se busca primero interpretar las características asociadas con riquezas de nutrientes y, en segundo lugar, encontrar como se da la relación entre las diferentes especies asociadas con el tipo de fondo en cada zona. Es así como la clorofila, como pigmento fotosintético que permite describir las características del cuerpo de agua desde la presencia de organismos Fito plantónicos, se utiliza para clasificar el agua así: oligotróficas (0.2 mg/m^3) mesotróficas ($0.2 \text{ a } 2.0 \text{ mg/m}^3$) u eutróficas ($>2.0 \text{ mg/m}^3$) (González Minaya & Santamaría del Ángel, 2014).

Es así como, para época seca en el sector de la bahía interna, el agua circundante es oligotrófica, dado que el valor reportado es de 0.1 mg/m^3 . Para el sector de Bocachica, sin embargo, se encontró que las aguas tienen una concentración de clorofila de 12.8 mg/m^3 , lo cual se asocia con aguas eutróficas. No obstante, para época húmeda las dos zonas se clasifican como aguas mesotróficas, dado que se reporta una concentración de clorofila de 0.3 mg/m^3 para la zona del Bocachica, y 0.5 mg/m^3 para la zona del Conquistador.

Tabla 11. Características fisicoquímicas zonas puntuales a los naufragios África y San Carlos (Bocachica) y Conquistador y Dragón (bahía interna), para época seca 2018.

	<i>OD</i> <i>[mg/L]</i>	<i>T °C</i>	<i>pH</i>	<i>Sal</i>	<i>SST [mg/L]</i>	<i>Chl-a</i> <i>[mg/m³]</i>
Superficie						
<i>Bocachica</i>	8.3	24.2	8.1	29.6	51.1	12.8
<i>Bahía interna</i>	7.6	27.8	8.1	34.1	7.0	0.1
Medio						
<i>Bocachica</i>	6.4	24.0	8.1	33.4	50.9	NM
<i>Bahía interna</i>	7.3	27.6	8.1	34.4	7.0	NM
Fondo						
<i>Bocachica</i>	5.9	24.0	8.1	33.9	51.1	NM
<i>Bahía interna</i>	6.8	27.4	8.1	34.6	6.1	NM

Nota: NM: No Medido.

Tabla 12. Características fisicoquímicas en las zonas puntuales de los naufragios África y San Carlos (Bocachica) y Conquistador y Dragón (bahía interna), para época húmeda 2017.

<i>Etiquetas de fila</i>	OD [mg/L]	T °C	pH	sal	SST [mg/L]	Chl-a [mg/m ³]
Superficie						
<i>Bocachica</i>	5.0	30.1	7.6	23.5	15.7	0.3
<i>Bahía interna</i>	8.7	30.2	6.9	20.7	13.1	0.5
Medio						
<i>Bocachica</i>	4.6	29.8	7.6	28.5	11.5	NM
<i>Bahía interna</i>	5.5	29.8	6.9	25.9	17.8	NM
Fondo						
<i>Bocachica</i>	5.1	29.9	7.3	26.2	14.0	NM
<i>Bahía interna</i>	3.6	29.7	6.8	27.3	15.9	NM

Nota: NM: No Medido

3.3.2.2 Composición fitoplanctónica en Bocachica. En términos del tipo de fitoplancton presente en las áreas puntuales para el naufragio, a continuación, se presentan los resultados que se obtuvieron:

Se determinó que la estructura fitoplanctónica en época seca está compuesta por un total de 14 especies, así: *Chaetoceros sp.* con un 41.8% correspondiente a 167 células/cm², *Odontella sinensis* con un 12.8% (51 células/cm²) y *Palmeria hardmaniana* con una densidad de 45 células/cm² correspondiente al 11.3%; de igual forma, se registraron otras especies como *Ceratium hircus*, *Coscinudiscus radiatus*, *Prorocentrum micans*, entre otras (Tabla 13). En términos de abundancia, se presentó la menor medición con solo una especie, *Protoperdinium sp.*, con un total de 200 células/L.

En época húmeda, la estructura fitoplanctónica registró un total de 11 especies, siendo *Skeletonema costatum* la especie más abundante con un 86% (344 células/cm²), seguida de *Staurastrum leptocladum* con un 3.5% (14 células/cm²); asimismo, se observó la presencia de especies como *Odontella sp.*, *Navicula sp.*, *Chaetoceros sp.*, *Bacteriastrum furcatum*, entre otras. En términos de abundancia, se contaron un total de 880 células/L correspondientes a 8 especies. La especie más abundante fue *Thalassionema nitzschioides*, con 320 células/L, la cual es considerada una especie cosmopolita distribuida fundamentalmente en aguas marinas subtropicales y templadas, seguida de *Skeletonema costatum* y *Chaetoceros sp.* Se identificaron otras especies tales como *Lepocinclis sp.*, *Coscinudiscus radiatus*, *Pseudosolemia sp.*, *Bacteriastrum comosum* y *Bacteriastrum sp.*

3.3.2.3 Composición fitoplanctónica en bahía interna. Para la época seca, en cuanto a estructura fitoplanctónica, se registró un total 14 especies. *Odontella sinensis* fue la especie más abundante (25.8%) registrando una densidad de 103 células/cm², seguida de la especie *Palmeria hardmaniana* con una densidad de 79 células/cm² equivalentes al 19.8%, *Chaetoceros sp.* con un 17.8 % (71 células/cm²), *Ceratium hircus* con 14% (56 células/cm²), *Skelotema costatum* con un 11.3% (45 células/cm²) y, por último, *Odontella mobiliensis* con una densidad de 21 células/cm², correspondiente al 5.3%. De igual forma, fueron registradas especies como *Thalassionema nitzschioides*, *Coscinudiscus radiatus*, *Bacteriastrum furcatum*, *Prorocentrum micans*, entre otras. En cuanto a la abundancia, se contaron un total de 500 células/L correspondientes a 2 especies. La especie más abundante fue *Protopteridinium sp.*, con 400 células/L, seguida de *Gonyaulax sp.* con 100 células/L.

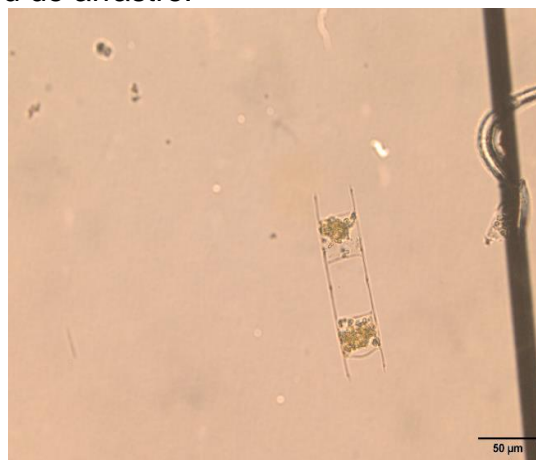
Para la época húmeda, en cuanto a la estructura fitoplanctónica, se registró un total de 10 especies, de las cuales, el 70.3% (281 células/cm²) corresponde a la especie *Skeletonema costatum*, seguido por la especie *Thalassionema nitzschioides* con el 8.8% (35 células/cm²). De igual forma, se registraron especies tales como *Lepocinclis sp.* y *Chaetoceros sp.*, ambas con una densidad de 15 células/cm² equivalente al 3.8%, *Navicula sp.* con un 3.3%, entre otras.

Esta zona fue la que reflejó mayor abundancia Fito planctónica con un total de 1650 células/L, predominando las especies *Skeletonema costatum* (610 células/L) y *Thalassionema nitzschioides* (570 células/L), de igual forma se registraron especies como *Pseudonitzschia sp.*, *Lepocinclis sp.*, *Oxyphysis sp.*, y *Amphora sp.*

Tabla 13. Imágenes de células de fitoplancton asociado con los naufragios en Bocachica y bahía interna con el método red de arrastre.



Chaetoceros sp



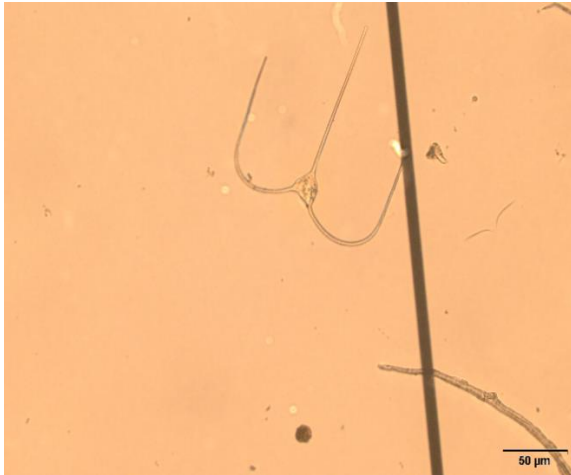
Skelotema costatum



Bacteriastrium comosum



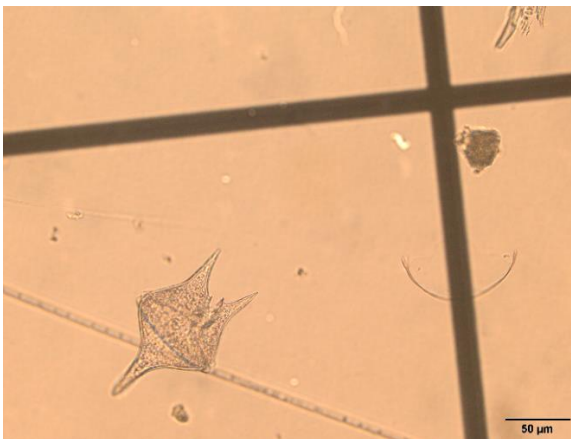
Bacteriastrium furcatum



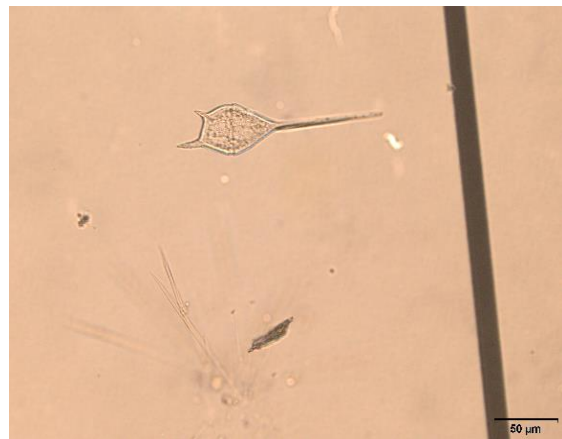
Neoceratium massiliense



Coscinodiscus radiatus



Neoceratium sp1



Neoceratium sp2



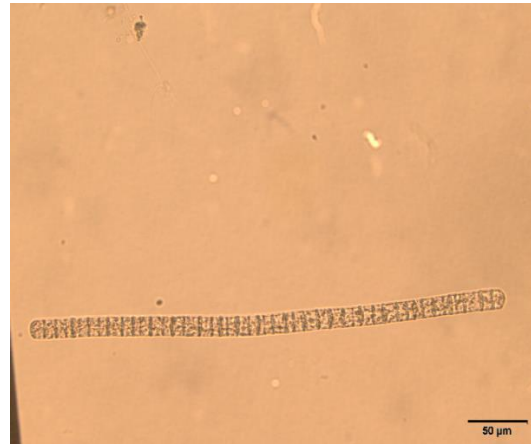
Neoceratum sp3



Odontella sp



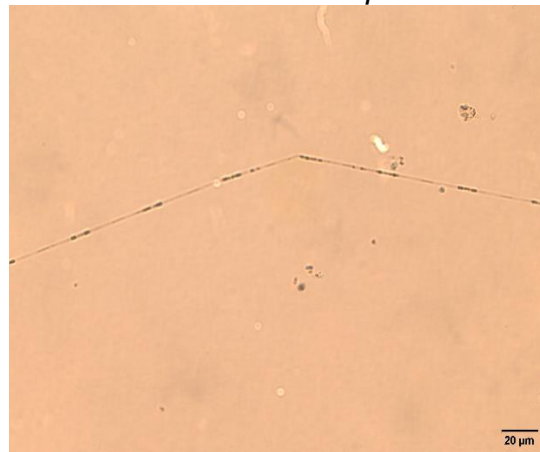
Oscillatoria sp.



Planktotthrix sp.



Thalassionema nitzschioides 1



Pseudonitzschia sp.

Con el cambio de época climática, el fitoplancton disminuye su concentración, no por estar limitada por nutrientes, pero si por los cambios en la transparencia del agua, que se reduce significativamente durante la temporada de lluvias debido a las grandes cargas de sedimentos vertidos del canal del Dique (Tosic, Restrepo, et al., 2019).

La dinámica del fitoplancton medido a través de la concentración de clorofila, indica indirectamente efectos en el fondo marino, dado que estos organismos al concluir su ciclo de vida son depositados como fuente de carbonato de calcio. Esto influye en los procesos de preservación de sitios por la depositación de restos calcáreos y silíceos de exoesqueletos de diferentes grupos de microalgas (diatomeas, dinoflagelados) e invertebrados (foraminíferos, radiolarios, esponjas, corales, moluscos, crustáceos, etc.) (Bastida et al. 1992).

De hecho se conoce que al contar con presencia de carbonato de calcio en la columna de agua, existe una amplia posibilidad de que ante el evento de encontrar materiales con aleaciones metálicas, puedan estar sujetas de procesos de concreciones en materiales (agregados duros y compactos, con sustancias disueltas que cubren un elemento), como lo describieron Baere et al., (2021) y Ward (1998).

3.4 CONSIDERACIONES FINALES

En términos de calidad del agua asociada la bahía, en general, esta presenta condiciones de buena a moderada. Sus características mostraron un comportamiento típico para un estuario intertropical, considerando importante que el comportamiento general de las variables medidas, describen solo las condiciones particulares al momento de realizar cada monitoreo. Es importante fortalecer la investigación de cada sitio con monitoreos más frecuentes en cada sector, de modo que esto permita identificar tendencias.

En términos de profundidad en la columna de agua, las mediciones realizadas de oxígeno disuelto se hicieron a 1.5 m y 15 m, encontrando que las concentraciones menores estuvieron en las capas de fondo de la bahía. Particularmente en 2006, se pudo identificar que las zonas internas de la bahía tienen menor concentración de oxígeno disuelto.

Considerando los datos de salinidad, en la zona sublocal durante la época seca, la capa superficial tiene menor salinidad con valores que oscilan entre 12 y 36 para

bahía interna, y entre 12 y 32 para la zona de Bocachica, lo que muestra que los pecios estudiados son afectados por las características estuarinas de la bahía de Cartagena. Durante la época húmeda, la capa superficial registró valores entre 8 y 31 de salinidad para la zona de bahía interna, y entre 8 y 18 para la zona de Bocachica.

Se encontró material orgánico e inorgánico en el lecho marino, los cuales, están mostrando que son contextos de interés cultural. Vale la pena resaltar que tras 280 años aún se puedan encontrar estos materiales en un contexto relativamente bien preservado, siendo especialmente importante considerar que las variables químicas y biológicas son las de mayor interés en este tipo de contextos y las que acorde con el estudio realizado se observó favorecen la proliferación de organismos sobre los materiales, lo cual potencia el riesgo de deterioro.

Con la información descrita en esta sección se identificó que existen diferencias en la capa de fondo entre las zonas donde se encuentran los navíos en Bocachica y en la bahía interna; el oxígeno disuelto en época seca en la bahía interna se midió con una concentración de fondo de 5.9 mg/L, mientras que en Bocachica registró 6.8 mg/L. Asimismo, se encontró que las dos zonas son mesotróficas en época húmeda, pero este patrón se modifica en época seca, donde la bahía interna se registró en oligotrófica y en Bocachica se hace eutrófica.

4. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA GESTIONAR EL PATRIMONIO CULTURAL SUMERGIDO MEDIANTE LA EVALUACIÓN DE DIFERENTES CRITERIOS. APLICACIÓN EN LA BAHÍA DE CARTAGENA DE INDIAS, COLOMBIA

4.1 INTRODUCCIÓN Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Como se indicó en capítulos anteriores, la Unesco clasifica como patrimonio cultural subacuático-PCS a las huellas que reflejen el paso del hombre, que puedan ser asociadas con actividades de carácter cultural, histórico o arqueológico, que hayan estado bajo el agua, parcial o totalmente, de forma periódica o continua, por lo menos durante 100 años (estructuras, artefactos, naufragios y/o objetos prehistóricos) (Unesco, 2001). En la actualidad los países costeros buscan contar con herramientas para formular planes de manejo de sus territorios, que permitan incluir los naufragios que yacen en el lecho marino, también conocidos como pecios, con el fin de preservarlos, consérvalos y/o protegerlos. No obstante, la gestión de este PCS se convierte en un reto para los diferentes países, por la complejidad de ambiente geográfico circundante (Manders, M.R. & Al-Hamdani, 2011), lo que los hacen únicos (O'Shea, 2002).

El PCS constituye una fuente de conocimiento invaluable para la humanidad ya que permite recolectar datos y reconstruir eventos marítimos históricos de diferente índole (Ward et al., 1999). No obstante, lograr comprender cada evento a partir de un pecio, requiere del desarrollo de varias actividades adicionales. En primer lugar, es importante considerar que la recolección de información de fuentes orales, registros o documentos que reposan en diferentes repositorios, tales como, archivos (General de Indias, Simancas, Casa de Historia Nacional en Madrid, el Banco de la República, la Biblioteca Luis Ángel Arango o el Archivo Nacional, entre otros) y comunidades locales, dado que en ellas se logran describir y reconstruir escenarios de una manera directa. En segundo lugar, es necesario ahondar en las características del contexto geográfico donde reposa el PCS, integrando aspectos como la distancia a la línea de costa, la profundidad en que se encuentra, de manera que se pueda planear adecuadamente el uso de equipos o plataformas para acceder a ellos y atender los requerimientos de la investigación y conservación.

A nivel mundial, el mayor número de pecios que han sido objeto de investigación, se encuentran ubicados cerca de las zonas costeras (Bickler et al., 2013; I. Oxley, 2001). Una vez identificado el contexto geográfico se requiere, en tercer lugar, integrar técnicas no intrusivas que permitan identificar las características del objeto a gestionar y de su entorno acuático. Para esto, se combina el uso de sensores geofísicos e inspección con buceo. En las últimas décadas se ha fortalecido el uso

de sensores geofísicos para investigar el pasado a través del PCS (Agapiou & Lysandrou, 2015; Ballard et al., 2000; Quinn & Boland, 2010). Posteriormente, se realiza el reconocimiento del entorno marítimo asociado al sitio, conocido como contexto natural (Oxley, 2001). Comprender este contexto, es indispensable para definir estrategias de preservación o conservación (Manders, M.R. & Al-Hamdani, 2011; Mattei et al., 2019). Cada variable del medio acuático influye de manera diferente en el proceso de transformación de los sitios de interés cultural (Ward et al., 1999). Dentro de esas variables se incluyen las condiciones hidrodinámicas, temperatura, pH, nivel de nutrientes, entre otros (MacCready & Geyer, 2010) o las características del lecho marino (Osorio-Granada et al., 2022).

En la actualidad, existen diferentes redes de monitoreo integrales para bienes de interés cultural, diseñadas para comprender el funcionamiento del contexto acuático (Bickler et al., 2013; Dobson et al., 2009). Esta información permite complementar a los tomadores de decisiones, los planes para la preservación y/o conservación de un sitio de interés cultural (Andreou et al., 2017; Westley et al., 2019). Estas valoraciones requieren un enfoque interdisciplinario, que en la mayoría de los casos, culmina en la formulación de un plan de manejo particular para cada sitio (Church et al., 2007).

Una vez se cuenta con toda la información descrita, es posible integrar la gestión de los sitios con el ordenamiento territorial. Para esto, es necesario formular un modelo de gestión para el patrimonio cultural sumergido, que en la mayoría de las ocasiones se realiza para cada sitio particular, y cada país lo construye de manera diferente. El objetivo de este modelo de gestión es velar por la adecuada preservación de los elementos que integran el PCS, encontrando un balance entre el estado de preservación de un material (Coroneos, 2006; Harkin et al., 2020) (Coroneos, 2006; Harkin et al., 2020), su protección física, protección jurídica (Daire et al., 2012) y la historia que lo enmarca, entre otros aspectos. Lamentablemente, el costo de monitorear de manera integral e interdisciplinariamente suele ser una limitante en su sostenibilidad a largo plazo (Balletti et al., 2016).

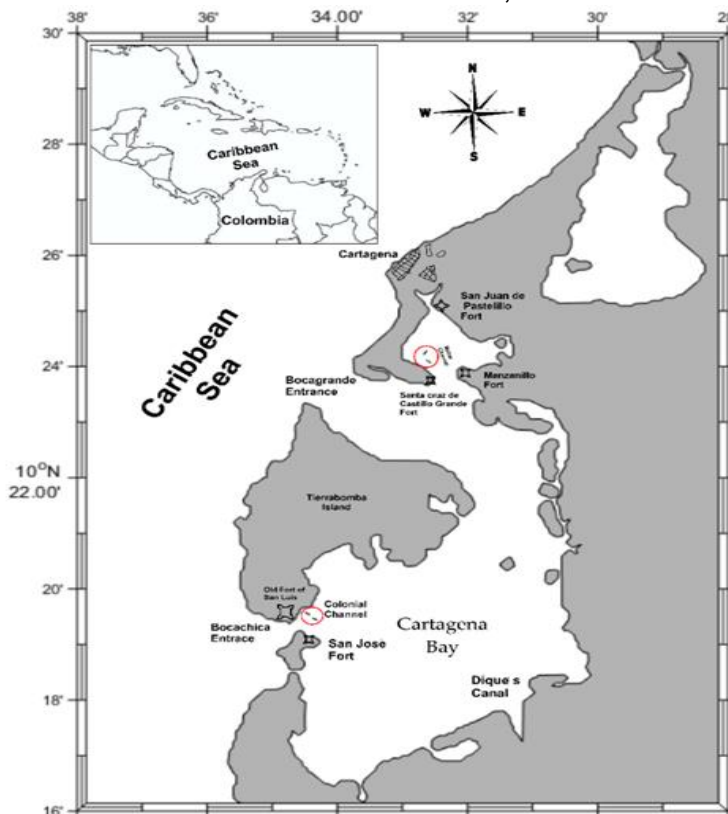
En este trabajo se planteó el reto de proponer una metodología integral para administrar y manejar estos sitios, para que, a futuro, pueda ser utilizado como herramienta para su gestión y comprensión del territorio, y, por ende, de la ciudad. De esta necesidad nace la propuesta metodológica presentada en este trabajo, la cual, busca gestionar adecuadamente el patrimonio cultural sumergido a partir del análisis de cinco criterios particulares: históricos, geográficos, oceanográficos, del estado de los pecios y, finalmente, criterios legales y socioeconómicos.

4.2 METODOLOGÍA

Esta propuesta metodológica para la gestión de sitios del patrimonio cultural sumergido se realizó basada en la evaluación de cinco criterios (Tabla 14) seleccionados de acuerdo con los manuales y lineamientos propuestos por la UNESCO (Maarleveld, T et al., 2012; Manders, M, 2022). Algunos métodos existentes utilizaron diferentes criterios para evaluar la evaluación patrimonial y la importancia de los naufragios históricos (Mattei G et al., 2019; Frigerio, A., 2013). Los criterios seleccionados en este documento cumplen con los siguientes aspectos relevantes: (i) evalúan con precisión las condiciones de un sitio de PCS específico desde diferentes perspectivas; (ii) muestran bases técnicas sólidas para sustentar una evaluación en escala numérica de manera objetiva; (iii) son fáciles de seguir y aplicar; y (iv) se pueden utilizar en diferentes lugares y contextos.

El método fue probado en los cuatro naufragios ubicados en la Bahía de Cartagena de Indias, Colombia (Figura 20), donde se resalta la posición de los fuertes del siglo XVIII y se destaca en dos círculos rojos los cuatro naufragios, dos en la bahía interna (Conquistador y Dragón) y dos en Bocachica (África y San Carlos).

Figura 20. Macro localización del área de estudio, bahía de Cartagena, Colombia.



Nota: En círculos rojos se resalta las zonas donde se estudiaron los cuatro naufragios.

4.2.1 Criterios históricos. Abordar un contexto cultural requiere considerar los aspectos históricos más relevantes (Quintana-Saavedra et al., 2022). Este criterio fue abordado con el fin de registrar datos particulares para el proceso de gestión de sitios, como la época, dinámicas de guerra, países participantes, características en las dimensiones de los barcos y la interpretación del territorio, que, de manera integral, den relevancia a la historia de cada sitio permitiendo definir su importancia cultural. Con este fin, se consultaron las bases de datos en la web y el archivo físico como se indicó en la sección 2.2.1. Todos los documentos y mapas consultados responden a la perspectiva particular de los autores de los mapas, por tanto, tienen un componente de subjetividad, por lo cual, fueron analizados con rigurosidad y en su debido contexto (Maarleveld et al., 2013).

4.2.2 Criterios geográficos. Se identificaron las características geográficas y de acceso a los sitios a gestionar en la bahía de Cartagena, particularmente en dos sectores (bahía interna y Bocachica), como se indica en la Figura 1. Con información cartográfica, se validaron aspectos como la profundidad de los pecios, cercanía de la línea de costa y la ubicación respecto de fuertes asociados con el siglo XVIII que aún se encuentran en la bahía (Fuerte de San Fernando-Bocachica y Fuerte de Santa Cruz-bahía interna). Para el posicionamiento preciso de los puntos de interés se considero la metodología propuesta en Jigena et al., (2016).

4.2.3 Criterios para describir el estado de los Pecios. Se consideraron los siguientes:

* **Inspección no intrusiva con buceo autónomo.** El propósito de esta inspección fue el de reconocer el tipo de elementos asociados con un naufragio, tanto en Bocachica, como en la bahía interna. Para efectos de este trabajo, el buceo se realizó siguiendo los lineamientos de la Sociedad Arqueológica Náutica (del inglés NAS). Este criterio es importante, porque permite visibilizar el tipo de elementos que integran el contexto, diferenciando los que no pertenecen al lecho marino.

* **Caracterización hidrográfica- Prospección geofísica.** Las variables establecidas con el reconocimiento del lecho marino con ecosonda multihaz y sonar de barrido lateral, acorde con la metodología realizada por Quintana-Saavedra et al., (2022), permiten integrar al modelo características del objeto y de su contexto, dado que integraron aspectos como la cobertura de sedimentos de los sitios y la inclinación en el lecho marino a diferentes profundidades. En casos donde la profundidad no permite la inspección visual, este paso representa una fase importante del manejo y gestión de los sitios.

4.2.4 Criterio oceanográfico- columna de agua. Con el ánimo de comprender las principales condiciones ambientales propias del sistema estuarino de la bahía de Cartagena, se integró la medición de características químicas, físicas y biológicas de la columna de agua. Esta información permite contar con el contexto general y local (bahía de Cartagena) y fue previamente descrita en la sección 3.

4.2.5 Criterios socioeconómicos. Este es un criterio esencial relacionado con la gestión del PCS, ya que permite evaluar las actividades socioeconómicas que se desarrollan en el entorno de los naufragios y que pueden constituir un riesgo para el lugar. Cuanto mayor sea el número de actividades o su intensidad, mayor será el riesgo para el PCS. Por lo tanto, es necesario comprender las actividades marinas actuales para definir medidas adecuadas de gestión/protección.

La ordenación del espacio marino es una herramienta importante para coordinar múltiples actividades realizadas simultáneamente en un mismo espacio marítimo. Esta herramienta fundamental se ha utilizado recientemente para gestionar los sitios de la UCH (IOC-UNESCO, 2017 a y b), lo que confirma la relevancia de armonizar la conservación de los sitios de la PCS de acuerdo con las actividades socioeconómicas que se desarrollan en las áreas cercanas.

Para evaluar este criterio, sugerimos dos enfoques complementarios. En primer lugar, evaluar la presencia/ausencia en correspondencia de los naufragios de las 20 actividades más frecuentes en el territorio marítimo enumeradas por la política de Ordenación del Espacio Marino (IOC-UNESCO, 2017 a). En segundo lugar, indicar las actividades potencialmente peligrosas observadas en el sitio, a las que se hace referencia en Maarleveld et al., (2013).

4.2.6. Propuesta de gestión para el manejo de los sitios donde se ubica el patrimonio cultural sumergido. Considerando la complejidad de cada criterio, para valorar la mejor alternativa de manejo y gestión de cuatro navíos en estudio, se propone realizar una valoración numérica para ponderar los cinco criterios analizados así: históricos (C1), geográficos (C2), estado del pecio (C3), oceanográfico (C4), y legal socioeconómico (C5). Para facilitar la asignación de valor, se formuló una pregunta en cada criterio, teniendo en cuenta diferentes escenarios que abordan la ubicación, la profundidad, importancia histórica, nivel de actividades y desarrollo económico. Al responderse la pregunta, se asigna un valor numérico del 1 al 5, como se indica en la Tabla 14.

Por tanto, los criterios seleccionados y su valoración numérica constituyen una propuesta novedosa y original basada en una extensa revisión bibliográfica (resumida en la Tabla 14.). La evaluación de los criterios mencionados es útil para identificar acciones/estrategias acertadas para gestionar/preservar adecuadamente los sitios patrimoniales. Los cinco criterios propuestos se refieren a los aspectos históricos y geográficos del naufragio, las condiciones del naufragio, los aspectos

oceanográficos del entorno en el que se encuentra el naufragio y las actividades socioeconómicas realizadas en las zonas cercanas.

Cada criterio se puntúa de 1 (Baja relevancia, es decir, bajo riesgo de naufragio) a 5 (Muy alta relevancia). El puntaje total obtenido se utiliza para decidir la mejor opción de manejo: un puntaje <15 indica condiciones favorables, es decir, no se requiere acción, mientras que un puntaje >15 indica la necesidad de adoptar estrategias sólidas de conservación (*in situ*, *ex situ*, u opción de reubicación). La definición de las escalas se realizó considerando adicionalmente recomendaciones de manejo establecidas a nivel internacional por otros autores (Jimena & López, 2016; Manders, M.R. & Al-Hamdani, 2011; Richards, 2011).

$$\text{Alternativa de manejo} = C1 + C2 + C3 + C4 + C5 \quad (1)$$

Con base en el resultado obtenido para la bahía de Cartagena, se propusieron lineamientos para consolidar un plan de conservación de los cuatro naufragios objeto de estudio, con la salvedad que la propuesta de gestión de los sitios no modifica las competencias y responsabilidades generales de las autoridades, sin embargo, puede conducir a la formulación de un acuerdo vinculante en donde pueda ser desarrollado.

Tabla 14. Aproximación metodológica empleada para definir las acciones de manejo del patrimonio cultural sumergido.

Criterio	Pregunta para realizar la ponderación	Valor y significado a asignar
C1-Histórico	¿Es importante estudiar y gestionar el sitio, dada su relevancia histórica? (UNESCO, 2001; Maarleveld, et al., 2013; Quintana-Saavedra, et al., 2022; IOC-UNESCO, 2017.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Muy baja importancia ≤100 años. 2. Baja importancia >100 a, ≤200 a. 3. Mediana importancia >200 a, ≤300a. 4. Alta importancia >300 a, ≤400 a. 5. Muy alta importancia >400 a.
C2-Geografico	¿Cuál es la profundidad y cómo es la dificultad para acceder al naufragio? Mattei, G et al., 2019 IOC-UNESCO, 2017.	<ol style="list-style-type: none"> 1. >1000 m, muy difícil acceso . 2. Entre 200 y 1000 m, difícil de acceder. 3. Entre 50 y 200 m, acceso complejo . 4. <50 m, acceso moderado. 5. Zona intermareal muy fácil acceso
C3-Estado del objeto	¿El sitio tiene restos de materiales asociados con un naufragio y son observables las cuatro categorías para Naufragios acorde con Gibbs, 2006 (Carga, estructuras menores, mayores y accesorios)? Odegard, O et al., 2016; Westley, K et al., 2019; Gibbs, 2006	<ol style="list-style-type: none"> 1. Insignificantes y ninguna categoría es observada 2. Moderadamente corresponde, una categoría es observada 3. Medianamente compatible y se observan dos categorías 4. Extremadamente compatible y tiene 3 categorías. 5. Totalmente compatible y se observan cuatro categorías.
C4-Oceanograficos	¿De cinco variables oceanográficas que ponen en riesgo la conservación del pecio se detectan todas? (Andreu, R, 2021;	<ol style="list-style-type: none"> 1. Efectos mínimos, una variable es desfavorable. 2. Efectos bajos, dos variables.

C5- Socioeconómicos	<p>Delgadillo-Garzón, O et al., 2007; Wheeler, A. 2002).</p> <p>¿Cuántos de los 20 usos más frecuentes informado por COI-UNESCO, en materia de Ordenación del Espacial Marina, se llevan a cabo cerca de los sitios del Patrimonio Cultural Subacuático? (IOC-UNESCO, 2017; Dimar, 2021; Afanador, F et al., 2019).</p>	<p>3. Efectos medios, tres variables. 4. Efectos altos, cuatro variables. 5. Efectos muy altos, cinco variables son desfavorables.</p> <p>1. Mínimo riesgo de afectación, se observan menos de tres actividades, y ninguna de ellas se considera potencialmente peligrosa. 2. Riesgo reducido de afectación, entre tres y seis actividades, dos a tres son potencialmente peligrosas. 3. Riesgo medio de afecto, entre siete y once actividades, cuatro a cinco son potencialmente peligrosas. 4. Alto riesgo de afectación, entre doce y dieciséis actividades, de seis a siete son potencialmente peligrosas. 5. Muy alto riesgo de afectación; entre dieciséis y veinte actividades, ocho o más son potencialmente peligrosas</p>
------------------------	---	--

4.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.3.1 Aplicación de la propuesta de modelo para la gestión del patrimonio cultural sumergido - caso bahía de Cartagena. Un modelo de gestión para el patrimonio cultural sumergido busca su protección y conservación, lo cual es importante para los países ribereños dado que, como producto de su desarrollo económico y social, se incrementan los riesgos de destrucción por el desarrollo de actividades como la prospección de hidrocarburos, la navegación, el dragado, la instalación de cables submarinos, entre otros (Khakzad & Van Balen, 2012; Papageorgiou, 2018). Cada país es libre de determinar su propio modelo de gestión de su PCS. Sin embargo, existen aproximaciones académicas respecto de los aspectos mínimos que deben ser tenidos en cuenta.

En esta sección se presentan los resultados de la propuesta del modelo de gestión con cinco criterios para el caso particular de cuatro pecios ubicados en la bahía de Cartagena (Figura 20).

4.3.1.1 Criterios históricos. Se recolectó información histórica de diferentes fuentes para establecer una visión general de la importancia de los naufragios, (Borrero, R, 2011; Del Cairo, C, 2014; Aldana, 2019). De especial relevancia son los documentos escritos por De Lezo (1741) y Beatson, (1804) que narran la Batalla de Cartagena de Indias de 1741 d.C. desde una perspectiva española e inglesa, respectivamente. Dichos textos señalan que el 13 de marzo de 1741 se identificaron en el horizonte dos navíos ingleses que cruzaban el Mar Caribe rumbo a la Bahía. El 5 de abril, De Lezo, quien estaba a cargo de la defensa de la ciudad, decidió

hundir los barcos San Carlos y África para bloquear el acceso a la Bahía por el canal colonial en el sector de Bocachica. El 11 de abril se hundieron los barcos Conquistador y Dragón para bloquear el canal militar por el que se accede a la Bahía Interior (De Lezo (1741). La cartografía histórica de Bellin et al. (1764) y Law, W, (1741), son útiles para describir las características de los barcos involucrados en la batalla, indicando su condición después del enfrentamiento (es decir, si se hundieron o todavía estaban a flote), la ubicación de los barcos españoles y Flotas inglesas y nombre de los barcos de la flota española.

Para este criterio se asignó una puntuación de 3 (importancia media) al criterio histórico (Tabla 19) ya que los pecios eran barcos españoles del siglo XVIII y participaron en la batalla de 1741 d.C. Por tanto, estos pecios se hundieron hace entre 200 y 300 años.

4.3.1.2 Criterios geográficos. Abordar el contexto geográfico en el que se encuentran los naufragios de la Bahía de Cartagena consistió en conocer su ubicación espacial, profundidad, posición con respecto al margen continental y otros puntos de interés cultural (Manders, M, 2011; IOC-UNESCO, 2017). La Tabla 15 muestra una descripción de la ubicación de los pecios, incluyendo su proximidad a la línea de costa y la profundidad a la que se encuentran. Sus posiciones geográficas exactas no se informan aquí para preservar los restos del naufragio.

Tabla 15. Descripción geográfica de las zonas asociadas con cuatro naufragios.

	Bocachica		Bahía interna	
	San Carlos	África	Conquistador	Dragón
-Distancia a un punto conocido desde el sXVIII	292 m del fuerte de San Fernando	319 m del fuerte de San Fernando	477 m del fuerte Santa Cruz de Castillo grande	384 m del fuerte Santa Cruz de Castillo grande
-Profundidad media	29,7m	23,3 m	15,6 m	20m
Distancia entre naufragios	98m		57m	

De acuerdo con la información disponible, a este criterio se le asigna un valor de 4, siguiendo los lineamientos de la Tabla 19. Dado que los pecios se encuentran a una profundidad < 50 m, la puntuación indica que el acceso a los sitios de la UCH es de dificultad moderada y, por tanto, de alto riesgo para la conservación.

4.3.1.3 Criterios para describir el estado de los Pecios. Existen diferentes técnicas y herramientas para caracterizar las condiciones de naufragio. En este trabajo se utilizaron dos técnicas:

Las características según las cuales se define un naufragio se basan en las categorías propuestas por Gibbs, M. (2006). Estas categorías no son estrictamente jerárquicas y pero permiten determinar si los restos en el fondo marino son de un naufragio “real”, por ejemplo, la presencia en el fondo del mar de rocas utilizadas como lastre por sí sola no describe un naufragio, pero si da aproximación al contexto.

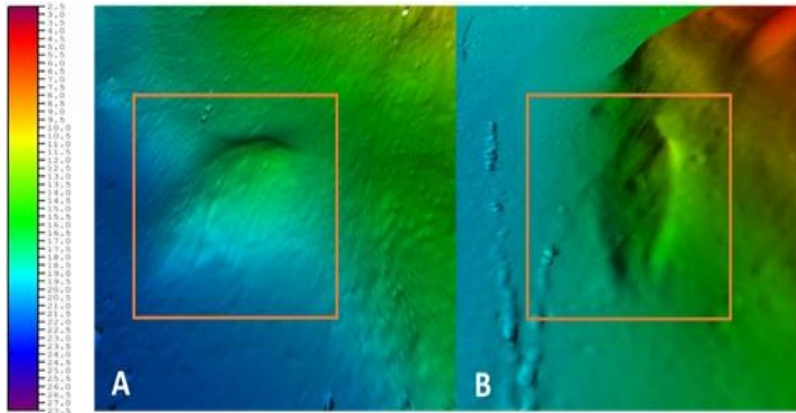
En la tabla 16 se describe el resultado obtenido del examen visual directo (por buceo) y las inspecciones indirectas (mediante MultiBeam y/o Side Scan Sonar) permiten determinar la presencia y condiciones físicas de las diferentes categorías propuestas por Gibbs, M., (2006). No siempre es posible identificar todas las categorías mencionadas en un naufragio determinado. Debe prestarse especial atención a la localización de las principales estructuras del naufragio y su estado general actual. Si es posible, se recomiendan otras investigaciones específicas y detalladas para evaluar el estado químico de conservación de las diferentes partes del pecio Voulgaris A., et al (2019).

Figura 21. Análisis del contexto natural del navío El Conquistador en la bahía En la imagen se observa una sección de madera a la vista sobre el lecho marino.



Nota: En la imagen se observa una sección de madera del navío.

Figura 22. Superficie batimétrica levantada con Ecosonda multihaz. En la imagen se destacan dos navíos respecto a la cobertura, nótese las diferencias en el recuadro naranja



Nota: A. Navío Bocachica (África) cubierto. B. Navío en bahía interna (Conquistador) descubierto. La escala de colores indica la profundidad. En la imagen se destacan dos navíos respecto a la cobertura, nótese las diferencias en el recuadro naranja

Como resultado del levantamiento con sensores geofísicos se resalta que, los materiales en el lecho marino se asocian a elementos orgánicos e inorgánicos compatibles con naufragios (casco de madera, cañones, rocas de lastre), que al ser identificados con imágenes hidrográficas de Ecosonda Multihaz, SSS y de buceo, se pueden asociar con los criterios históricos indicados en la sección 4.3.1.1.

Tabla 16. Inventario de elementos asociados al contexto externo.

Categoría	Método	Atributo/Navío	Conquistador	** Dragón**	África	** San Carlos
1. Carga y Contenido	Inspección visual	Materiales inorgánicos	Rocas de lastre	Rocas de lastre	NE	NE
	MBES-SSS	NE	NE	NE	NE	NE
2. Instalaciones y accesorios	SSS	Materiales inorgánicos (Cañones)	≥8	≥6	≥5	≥7
3. Estructuras menores	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4. Principales Estructurales (casco de barco)	Inspección visual	Materiales orgánicos	Madera	NE	NE	NE
	MBES-SSS	Ancho navío	14 m	14.4 m	13.2 m	11.2 m
		Largo del navío	40.3 m	40.5 m	30.9 m	38.3 m

*NE: No encontrado Fuente (Quintana-Saavedra et al., 2022).

Las dimensiones observadas de los naufragios están entre los 30.9 m y 40.5 m de largo (Tabla 16). La diferencia en su longitud obedece a las condiciones de formación de cada sitio, no obstante, es importante conservar estos sitios, estableciendo medidas de protección.

En resumen, es posible afirmar que los restos investigados pertenecen a cuatro naufragios. Con la propuesta de Gibbs, (2006), se observó la presencia de tres de las cuatro categorías en dos naufragios (Conquistador y Dragón), y solo se observaron dos categorías en los otros dos (África y San Carlos). Por tanto, Dragón y Conquistador obtuvieron una puntuación de 4 y África y San Carlos una puntuación de 3 (Tabla 19).

4.3.1.4 Criterios oceanográficos – columna de agua. Las variables oceanográficas no suelen ser consideradas en los procesos de prospección arqueológica; sin embargo, su análisis se vuelve muy importante para establecer protocolos sólidos de conservación (Bass, G, 2012). Estas características pueden investigarse a diferentes profundidades y escalas espaciales y temporales (Delgadillo-Garzón, O, et al., 2007; Andreu G, et al., 2017; Borges, L, et al., 2014).

En este estudio, se recolectaron datos de oxígeno disuelto, pH, temperatura, salinidad y sólidos suspendidos totales (TSS) en cada sitio de naufragio durante las estaciones húmeda y seca a diferentes profundidades de la columna de agua. En la Tabla 6, se muestran los datos recopilados a 15 m de profundidad, ya que indican las propiedades oceánicas más cercanas a los naufragios.

En cuanto al oxígeno disuelto (OD), todos los valores observados se encuentran dentro de los límites de calidad del agua establecidos para las aguas marinas en Colombia (4 mg/L). Las fluctuaciones en las concentraciones de OD afectan la conservación de los sitios, aumentando el deterioro físico de los materiales y favoreciendo el crecimiento de poblaciones de organismos aerobios o anaerobios.

Por ejemplo, un ambiente con concentraciones de OD < 4 mg/L facilita el crecimiento de larvas y adultos de *Teredo navalis* (Oxley, L & Keith, M., 2016). Las variaciones de pH influyen en la proliferación de diferentes tipos de microorganismos, así como en el proceso de corrosión de materiales metálicos (Björdal, C, 2012) o en la facilidad de adherencia de colonias de esponjas de algas. En cuanto a la conservación de los materiales, el proceso de pudrición blanca de la madera se ve favorecido por un pH entre 7,4 y 8,3 (Tabla 17).

Los resultados indican que, a pesar de que los materiales están bien conservados y en homeostasis con el ambiente de la Bahía, existe el riesgo de deterioro y está asociado con los cambios espaciales y temporales de las propiedades químicas (pH, oxígeno disuelto y SST) y/o las propiedades físicas (cambios de temperatura y salinidad) en la columna de agua. En ambos casos, los tipos de organismos y la población que rodea los sitios pueden verse afectados (Grosso, M 20214).

Dado que en la Bahía de Cartagena de Indias se encuentran condiciones oceánicas desfavorables para la conservación del naufragio, este criterio se calificó con 5, según la Tabla 19, y se recomienda un programa de monitoreo regular de la Bahía. Tal programa de monitoreo se desarrolla fácil/económicamente en áreas poco profundas cerca de la costa, pero es más complicado/costoso a medida que aumentan las profundidades.

Tabla 17. Variables oceanográficas y riesgo asociado a los naufragios investigados en la Bahía de Cartagena de Indias. Datos registrados a 15 m de profundidad del agua.

Variable	Sector de Bocachica		Sector de bahía interna		Valor crítico	Efecto	Riesgo (Si /No)
	Valor época seca	Valor época húmeda	Valor época seca	Valor época húmda			
DO (mg/L)	5.9	5.1	6.8	3.6	≤ 4 mg/L ¹	Madera perforada	Si, Bahía Interna, época seca
T °C	24	29.9	27.4	29.7	≥ 10 °C ¹	Madera perforada	Si
pH	8.1	7.3	8.1	6.8	7.4 - 8.3 ²	Corrosión de materiales metálicos	Si, en ambos sectores y para ambas épocas.
Salinidad	33.9	26.2	34.6	27.3	17 -39 ³	Proliferación de organismos sesiles.	Si
SST (mg/L)	51.1	14.0	6.1	15.9	No	Los barcos de Bocachica conocido están más cubiertos que los de la bahía interna	Si, debido a los cambios de cobertura

¹ Oxley, L et al., 2016; ² Björdal, C 2012; ³ Voulgaris, et al., 2019; Grosso, M., 2014.

4.3.1.5 Criterio socioeconómico. La gestión integral del patrimonio cultural sumergido implica conocer las normas vigentes de uso del suelo y su dinámica social y económica, ya que la omisión de estos aspectos puede impactar negativa o positivamente en la conservación de los pecios. Cabe señalar que, en los últimos años, Colombia ha realizado esfuerzos para fortalecer su estrategia nacional. En este sentido, destaca la consolidación de dos instrumentos: (i) el Plan Especial de Ordenación y Protección de las Fortificaciones de la Bahía de Cartagena (PEMP Fuerte Bahía), que fue aprobado por el Consejo de Patrimonio Nacional en junio de 2022 e implementada a finales de 2022 y (ii) la Ley de Ordenamiento Espacial Marino de Colombia con Visión de Autoridad Marítima (OMC-VAM), con base en los lineamientos de la UNESCO (IOC-UNESCO, 2017 a, b; Eheler, et al., 2018). Sin embargo, para concretar su perfeccionamiento, la integración de nuevos insumos y la formación de técnicos expertos en materia cultural al frente de la Autoridad Marítima de Colombia (DIMAR), en la Armada Nacional de Colombia, el Ministerio de Cultura de Colombia y en el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH) siguen siendo necesarios (Eheler, et al., 2018; Del Cairo, C & Quintana-Saavedra 2019).

La bahía de Cartagena a la fecha sigue siendo considerada como un lugar estratégico para la economía del país. Su ubicación geográfica es un referente en materia portuaria, turística e industrial, lo que la hace uno de los principales puertos del país (Arregoces Silva & Cañon, 2015). De hecho, Cartagena ocupa en el Caribe colombiano el tercer puerto respecto al movimiento de carga de tráfico internacional, contando para este fin, con una infraestructura de zonas portuarias en la bahía interna y en cercanías al canal del Dique y canales de acceso en la bahía (Dimar, 2021). En términos de mayor volumen de contenedores movilizados en el puerto, acorde con datos del 2018, Cartagena ocupa el primer puesto con el 58.5%, más de la mitad de la carga nacional (DIAN, 2014).

En la bahía de Cartagena se desarrollan diferentes actividades marítimas como navegación, zonas portuarias e industriales. La bahía no tiene áreas consideradas reserva natural protegida. En sus aguas, se ubica la Base Naval, con muelles adaptados para unidades militares de diferentes características, con las que el país desarrolla actividades de seguridad y defensa nacional. En su litoral también se encuentran otro tipo de muelles (turísticos y comerciales).

La bahía de Cartagena desde su vocación cultural, cuenta en su patrimonio cultural sumergido con los naufragios mencionados en este documento, pero también lo integran construcciones en la zona costera como el fuerte de Santa Cruz de castillo grande, el pastelillo, fuerte de San José (Del Cairo Hurtado, 2014) o algunos reportes en la zona de Bocagrande asociados a estructuras militares de defensa, que a la fecha se encuentran sumergidas como el castillo de San Matías (Guzmán-Martínez et al., 2022) o la escollera sumergida de Bocagrande (Andrade et al., 2022), consideradas bienes de interés cultural-BIC.

En materia de los actores y tomadores de decisiones que intervienen en la bahía, su rol está definido acorde con su competencia a nivel nacional o local. Un ejemplo de la integración de diferentes actores para el manejo del patrimonio cultural en Cartagena, lo constituye el recientemente conformado comité interinstitucional del PEMP, que buscan ordenar, proteger y velar por el cuidado de los diferentes bienes de interés cultural.

Tabla 18. Actividades/usos marítimos descritos por la UNESCO. Usos presentes en la Bahía de Cartagena, Colombia. En negrita actividades potencialmente peligrosas para PCS.

USO	REINO UNIDO	FINLANDIA	ALEMANIA	CANADA	MEXICO	ARGENTINA	CHINA	PERÚ	COLOMBIA	B.CTG
1. Patrimonio Cultural Sumergido	*	*	*	*	*	*	*	*	**	A
2. Minería		*	*			*	*	*		
3. Petróleo y gas (actividades sísmicas, extracción)				*	*	*	*	*		
4. Energía removable en altamar (energía eólica, energía de agua de mar)	*			*			*			
5. Navegación	*	*		*	*	*	*	*	**	B
6. Pesca (arrastre)	*	*	*	*	*	*	*	*	**	D
7. Turismo y ocio (buceo no reglamentado y piratería)	*	*		*	*	*	*	*	**	D
8. Protección del medio marino			*						**	C
9. Investigación científica (métodos intrusivos)		*	*	*	*	*	*	*	**	E
10. Militar	*	*	*	*	*	*	*	*	**	B
11. Cables y tuberías (fase de instalación)	*	*	*	*	*	*	*	*	**	D
12. Conservación de la naturaleza	*	*				*		*	**	D
13. Protección costera	*		*	*	*	*	*	*	**	D
14. Industria química (aguas residuales, posibles vertimientos)									**	B
15. Puertos (adecuación por dragados)	*	*		*	*	*	*	*	**	D
16. Almacenamiento de munición		*	*	*						
17. Radares		*	*	*						
18. Usos indígenas tradicionales		*	*	*						
19. Acuicultura	*	*	*	*						
20. Extracción de nódulos polimetálicos	*									

Fuente: *(IOC-UNESCO A); ** [IOC-UNESCO B]; A: (Guzmán R, et al.,2023); B. (DIMAR, 2021); C. (MinAmbiente, 2022); D (Franco, A et al., 2019); E: (Borrero, R, 2011).

Siete de las 20 actividades mencionadas han sido reportadas como potencialmente peligrosas para los sitios de la UCH. Estos son (i) petróleo y gas debido a actividades sísmicas inducidas o derrames debido a procesos de extracción/abastecimiento de combustible; ii) La pesca, especialmente la de arrastre, puede producir daños severos a los naufragios por enredos (IOC, UNESCO; 2017 a); (iii) Turismo y ocio por el potencial buceo y pillaje descontrolados (IOC-UNESCO, 2017 a); (iv) Investigación científica, cuando se llevan a cabo investigaciones intrusivas (por ejemplo, extracción de objetos no autorizados) (IOC-UNESCO, 2017 a); (v) La protección costera, por ejemplo, el emplazamiento de estructuras de protección, puede afectar la dinámica costera y el transporte de sedimentos a nivel local; (vi) Industria, por ejemplo, vertido de residuos químicos (Keith, M, 2016); (vii) Puertos, por ejemplo, actividades de dragado (Dimar, 2020, MacKintosh, R 2009).

Al menos 12 (de las 20 actividades propuestas por la IOC, UNESCO, (2017 a) coexisten en la Bahía de Cartagena, y al menos seis de ellas son potencialmente peligrosas para la conservación de la UCH. En consecuencia, se asignó una puntuación de 4 a los cuatro naufragios bajo el criterio socioeconómico.

4.3.2 Propuesta de gestión para el manejo de los sitios donde se ubica el patrimonio cultural sumergido. En el ámbito internacional, la propuesta metodológica sugerida se alinea con proyectos holísticos como MACHU (Managing Cultural Heritage Underwater) de la Unión Europea, el proyecto World War II UCH Management en Oceanía o el proyecto Wreck Protect en el mar Báltico o el proyecto ARQUA del Museo Nacional de Arqueología Náutica y Subacuática en España. De estos proyectos se destaca el impacto que han tenido en el tiempo en la protección, gestión y divulgación del patrimonio cultural sumergido. No obstante, como factor común su desarrollo depende de la capacidad y políticas de cada país (MacKintosh, 2019), para el caso colombiano, es positivo que cada día se genera más capacidad científica y legal en el estudio del patrimonio cultural sumergido desde diferentes líneas de trabajo, como ocurre a nivel internacional (Martínez Alcalde et al., 2017), consiguiendo resultados importantes en la formación de talento humano, proyectos de investigación, grupos de investigación reconocidos, fortalecimiento institucional, realización de seminarios y ponencias en congresos, entre otros (Del Cairo & Quintana-Saavedra, 2019).

Sin embargo, el país requiere generar nuevas herramientas para asesorar a los tomadores de decisiones. En este trabajo se ofrece un punto de partida para la gestión de los naufragios en la bahía de Cartagena, derivada de la evaluación de los cinco criterios, la cual, puede ser de utilidad para evaluar otros pecios.

Esta propuesta metodológica evalúa cinco criterios que pueden ser útiles para evaluar el estado de riesgo de una amplia variedad de pecios. Con base en el análisis del caso de estudio, se asignó un valor a cada criterio, obteniendo un puntaje total de 20 (sobre 25) para los naufragios ubicados en la Bahía Interior y 19 para los naufragios ubicados en el sector de Bocachica. Considerando que el límite para la acción de gestión propuesta es 15 sobre 25, apremia la necesidad de gestionar los sitios mediante la aplicación de acciones de conservación, es decir, conservación in situ, conservación ex situ o posible reubicación controlada.

En cuanto a los resultados obtenidos en la Tabla 19, los criterios 1, 2, 3 y 4 no cambian mucho con el tiempo y son fáciles de cuantificar. El primer criterio se refiere a la antigüedad de los naufragios, el segundo a la profundidad a la que se encuentran los naufragios, el tercero al número de categorías de materiales observados en cada sitio y el cuarto, a pesar de las variaciones estacionales, es relativamente constante en el tiempo.

Respecto al criterio 5, es probablemente el más dinámico a escala decenal ya que depende del desarrollo y proyección socioeconómica del país/ciudad. Por lo tanto, requiere una atención especial. Se encontró que los cuatro naufragios considerados en este trabajo requieren acciones de conservación ya que ambos lugares considerados (por ejemplo, la Bahía Interior y Bocachica) arrojaron un valor de 20 y 19, respectivamente. Se recomienda que la conservación in situ prevalezca dentro

de las categorías de conservación propuestas por Maarleveld et al. (2013) porque esta opción tiene el menor impacto en los sitios de naufragio. Aunque los cuatro naufragios están relativamente bien conservados, se requiere iniciar un plan de conservación. Como primer paso y dependiendo de las condiciones de cada sitio, es importante proteger los elementos expuestos en el fondo marino con diferentes técnicas como sacos de arena, cubiertas de tela y redes. La decisión final se tomará de acuerdo con las recomendaciones del personal especializado, como los conservadores que trabajan en conjunto con los arqueólogos subacuáticos (Maarleveld et al. 2013)

Tabla 19. Medición de criterios con respecto a los resultados del trabajo.

Criterio	Bahía Interna				Bocachica															
	Conquistador	Dragón	Valor asignado y significado	África	San Carlos	Valor asignado y significado														
C1— Histórico	3	3	Importancia media, >200 años, ≤300 años	3	3	Importancia media, >200 años, ≤300 años														
C2—Geográfico	4	4	Profundidad <50 m— acceso moderado	4	4	Profundidad <50 m— acceso moderado														
C3—Estado de los naufragios	4	4	Altamente compatible — tres categorías fueron observadas	3	3	Mediamente compatible —dos categorías fueron observadas														
C4— Oceanográfico	5	5	Muy alto efecto, cinco variables ponen en riesgo el sitio	5	5	Muy alto efecto, cinco variables ponen en riesgo el sitio														
C5— Socioeconomico	4	4	Alto riesgo de afectación, entre doce y dieciséis actividades, de seis a siete son potencialmente peligrosas	4	4	Alto riesgo de afectación, entre doce y dieciséis actividades, de seis a siete son potencialmente peligrosas														
Total	20	20		19	19															
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
No requiere intervención													Necesidad de conservar (Norma 1 y 24)							

Fuente: Elaboración propia

Atendiendo el resultado y la necesidad de conservar los pecios, se integraron lineamientos internacionales asociados con patrimonio cultural sumergido, particularmente las 36 normas para actividades dirigidas al patrimonio cultural subacuático determinadas por la UNESCO (Maarleveld et al., 2013). Estas normas describen una serie de principios generales, planes para proyectos, competencia y calificación, seguridad, medio ambiente y difusión. Lo interesante es que, de ellas, las normas 24 y 25, particularmente se asocian con la conservación y gestión de los sitios, a través de las cuales, se puede identificar las mejores prácticas y recomendaciones.

A continuación, se indican algunas recomendaciones a tener en cuenta para la elaboración del modelo de gestión y manejo, que permita la conservación de los naufragios de la bahía de Cartagena. Para esto, se tienen dos componentes principales, el primero el cumplimiento de aspectos legales, y el segundo, el manejo y la gestión de los sitios. Sería importante que esta propuesta fuese contemplada por las autoridades culturales y marítimas de Colombia, y claramente por la comunidad científica que vele por la protección de los sitios.

4.3.2.1 Otros Requisitos de Gestión Transversal para los Sitios de la Bahía de Cartagena

Aunque la sección previa analiza los cinco criterios propuestos para elaborar un plan de manejo adecuado para el patrimonio cultural sumergido en la Bahía de Cartagena; sin embargo, es importante indicar otros aspectos que son relevantes y también deben ser considerados. Estos otros requisitos de gestión se centran en dos componentes principales. El primero trata de los requisitos legales que deben ser considerados al momento de formalizar o definir lineamientos de gestión, incluyendo las organizaciones involucradas. El segundo considera la forma en que las acciones de gestión pueden implementarse de manera práctica/eficiente.

4.3.2.1.1. Aspectos Legales y Organizaciones Involucradas

Colombia tiene un marco legal con una jerarquía que comienza con la constitución política nacional, leyes, decretos, resoluciones y planes, entre otros. Este marco se desarrolla de acuerdo con las competencias estatales del Ministerio de Cultura de Colombia, el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH) y la Autoridad Marítima de Colombia (DIMAR) para los temas relacionados con la UCH. Además, el marco normativo está integrado por instrumentos locales como el ordenamiento marítimo y espacial, es decir, el generado por la autoridad marítima con base en los principios de Ordenamiento Espacial Marino de la IOC-UNESCO, (2017 B). Este instrumento, creado para fortalecer las acciones de gestión territorial, actualmente trabaja para integrar diferentes capas de información, pero hasta ahora no se consideran los contextos culturales.

En el anexo sección 4.3, se señalan algunos instrumentos que Colombia ha desarrollado desde 1983 en las distintas materias que integran la protección jurídica del patrimonio cultural de la nación. Dentro de un total de 26 instrumentos jurídicos, 6 son resultado de la integración de acuerdos internacionales, y el resto corresponde a decretos/leyes nacionales y locales; los más relevantes se citan en este estudio. Es importante señalar que Colombia firmó, pero aún no ha ratificado, la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (UNCLOS), y no es parte de la Convención sobre la Protección del Patrimonio Cultural Subacuático de la UNESCO, (2001).

4.3.2.1.2. Acciones de manejo y gestión

- **Delimitación de Área:** Las autoridades culturales y marítimas deben establecer un área concreta de manejo de los pecios, con el fin de regular, controlar y definir los niveles de intervención, con el propósito de garantizar su preservación a largo plazo para adelantar acciones de investigación, divulgación y conservación del patrimonio sumergido. Con base en los resultados obtenidos, se sugiere crear una zona mínima de protección y conservación con un radio no mayor a los 500 m sobre el lecho marino, teniendo como centro cada naufragio. Se debe tener cuidado de no afectar el uso o tránsito en la superficie de buques mercantes por los canales de navegación establecidos.

El radio definitivo debe ser conciliado con las autoridades competentes para que no se genere un conflicto de uso. En el caso particular de los cuatro pecios de la bahía de Cartagena, estos no se encuentran en un lugar que interrumpa el desarrollo de otras actividades, lo anterior, se evidencia al llevar casi tres siglos ubicados en el lugar donde se encuentran, por lo cual, no se considera necesaria su reubicación o conservación ex situ.

Es recomendable que la autoridad marítima plasme en la carta náutica COL 261 la ubicación de los navíos, según la nomenclatura indicada por la OHI para “naufragios no peligrosos con profundidad conocida”.

- **Entidad coordinadora del monitoreo:** Para realizar actividades de conservación, es importante contar con un sitio base de trabajo a criterio de las autoridades, desde donde se permita el seguimiento semestral de variables oceanográficas e hidrográficas. Desde este sitio base debe ser viable coordinar faenas de campo, brindando a los investigadores un lugar donde se puedan almacenar equipos para desarrollar las jornadas de campo. Si requiriera reubicar material se debe prever con una zona contigua del contexto, cuyas condiciones sean similares al sitio original (sección 3), donde se prevea la disposición de material referido en la sección 20.

- **Monitoreo:** Las propiedades fisicoquímicas y biológicas de la columna de agua, deben ser medidas al menos semestralmente, basada en los aspectos citados en las secciones 2 y 3 para darle seguimiento al estado o cambios en las condiciones oceanográficas y en los objetos, dado que según (Wheeler, 2002), las condiciones físico químicas son propias de cada sitio y deben ser analizadas desde esta perspectiva. El monitoreo es una estrategia importante en la gestión de los sitios (J. E. Jones, 2018).

- **Conservación preventiva:** Considerando que algunos elementos orgánicos se encuentran expuestos sobre el lecho marino, se sugiere considerar la opción de enterramiento como acción de conservación preventiva para evitar su deterioro (Andreu y Ex, 2021; Maarleveld et al., 2013).

- **Divulgación:** La divulgación de sitios asociados al PCS al público en general, involucra la publicación de artículos científicos, visitas guiadas, entre otros (Maarleveld et al., 2013; Sesana et al., 2018, p. 16). A nivel mundial se conocen sitios que han sido abiertos al público como el naufragio L'Océan en Portugal (Martínez Alcalde et al., 2017), el Formentera y el Es Cap 1, en España (Núñez et al., 2016), entre otros. En este sentido, se sugiere como acción de gestión poner a disposición de la comunidad una sección del navío Conquistador, para realizar visitas guiadas y controladas de buceo. Se plantea que se realice, con este navío, dado que se encuentra a menor profundidad y en mejores condiciones de visibilidad respecto a los otros tres navíos. La sección del barco que se mostraría se definiría en el plan general de manejo. Esta acción permitirá fortalecer la gestión, incrementando el relacionamiento con centros de investigación científica.

- **Competencias del personal:** considerando la especificidad de la temática, el personal participante debe ser interdisciplinario, estar supervisado por profesionales idóneos en materia arqueológica, debidamente autorizados (Decreto 138 de 2019; DAFP, 2019) y contar con un esquema de seguridad en el trabajo en materia de buceo y salvamento. Adicionalmente, requerirá tener experiencia en técnicas de levantamiento plan métrico, análisis de datos hidrográficos de sensores remotos, toma de muestras y manejo de equipos oceanográficos, como CTDO y ADCP.

4.3.2.3. Análisis del modelo respecto a la gestión internacional

La UNESCO, (2015), estima que alrededor del mundo, más de 400 naufragios han sido destruidos y un sinnúmero de sus contextos, han sido extraídos de manera ilegal por falta de gestión. Es así que en el marco de la convención de patrimonio cultural sumergido de la UNESCO algunos países miembros, han aceptado pautas y lineamientos con el fin de proteger el patrimonio.

Sin embargo, a pesar de esto, otros países, como Colombia, que no lo han ratificado el Convenio, han incrementado sus esfuerzos por proteger los sitios de interés cultural. Este trabajo no analiza las ventajas o desventajas de ratificar la convención de la UNESCO, por tratarse de un amplio debate. Por el contrario, este trabajo busca contribuir al esfuerzo nacional por conocer y gestionar el patrimonio de

Colombia en el marco de la gestión que se realiza a nivel internacional, pero ajustada a su contexto local.

Algunas de las categorías más comunes de los modelos de gestión abordan el contexto geográfico, el monitoreo del entorno, la reglamentación de la región, usos y actividades marítimas, nivel de riesgo, valores, intereses y actores (Daire et al., 2012; Durán et al., 2015), no todas fáciles de abordar de manera simultánea. Es así como estos modelos suelen adaptarse a la realidad y de acuerdo con el avance del país en esa materia, considerando la transformación de los sectores costeros, el incremento en reporte de hallazgos, la evolución en herramientas geográficas, los costos asociados con la investigación del entorno acuático, las políticas disponibles, la estructura estatal, entre otros (Coroneos, 2006; Harkin et al., 2020; Oxley, 2001). En la construcción del modelo de gestión, puede que ciertas categorías o criterios se omitan, no obstante contemplar criterios base acorde al país, como los propuestos en este trabajo, de alguna manera asegura una gestión relativamente sencilla y comprensible por diferentes sectores.

A nivel internacional los países buscan consolidar inventarios que les permitan conocer y organizar su patrimonio cultural sumergido. La información que se integra en estos inventarios suele ser diferente. Escocia, por ejemplo, si bien cuentan con un inventario de más de 3.500 sitios integrados en el registro de Monumentos Nacionales, aún no todos cuentan con una investigación de contexto ambiental avanzada (Oxley, 2001), dado que implica contar con redes de monitoreo especializadas para los diferentes bienes de interés cultural (Jones, 2016). Desde un punto de vista geográfico, otros países optan por el estudio de los sitios de interés cultural acorde con su distancia de la costa, básicamente por temas de acceso, tecnología y recursos (Keith, 2016).

En Holanda por ejemplo para el manejo de los sitios, cuenta con un inventario, donde se han registrado alrededor de 1500 registros alrededor del mundo. Holanda es un país que se caracteriza por participar y colaborar en proyectos a lo largo del mundo, a través de la Agencia del Patrimonio Cultural de los Países Bajos. Los registros están organizados por periodo (Prehistoria (hasta 2000AC), era clásica (800AC-1), edad media (500-1000), y tiempo moderno (1500-1900)), por ubicación, estado, tipo de protección frente a la ley, entre otros. La información está disponible en la plataforma MaSS (del inglés, *Maritime Stepping Stones Of Maritime History*). Este tipo de herramientas permiten realizar la toma de decisiones de manera oportuna, resaltando que permiten el acceso público, abierto y gratuito.

Australia por su parte, integra el componente histórico en repositorios de fuentes primarias como la Biblioteca Mitchell, Oficina de Archivos de Nueva Gales del Sur, o la Real Sociedad Histórica Australiana. También integra el componente geográfico, con un visor público administrado por la oficina de Medio Ambiente y Patrimonio. La información se encuentra clasificada en región, categorías marítimas

y tipos de objetos. Permite la gestión de los sitios, por posición, y/o distancia. El componente ambiental lo integra a través de planes de manejo o planes ambientales, con el objeto de anticipar requisitos para la gestión de los sitios. El país a través del Consejo de Patrimonio, perteneciente a la oficina de Medio Ambiente y Patrimonio, es el responsable de dar los permisos para estudiar el patrimonio y es el gobierno local el responsable del manejo de los sitios. En general el país integra estudios para conocer otras categorías como la importancia estética, la importancia técnica y de investigación y la importancia social (NSW, 1996).

A nivel de Latinoamérica, México particularmente se ha vuelto líder en la temática de manejo del patrimonio cultural sumergido. Hace parte de la Convención desde el 2009, y ha consolidado una estructura estatal para abordar el PCS, en el marco de Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas de 1972. En su gestión contempla diferentes criterios históricos, geográficos, legales, como temáticas lideradas por sectores académicos y estatales, como el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). De su experiencia se resalta la importancia de contar con estudios donde interactúen constantemente varias disciplinas, ante los retos que implica el trabajo en el mar. Con este equipo han identificado 185 registros documentales (Peñaflares-Ramírez, 2008). Cuentan con lineamientos para la visita pública de pecios, herramienta que permite que la comunidad en general pueda vincularse a proyectos particulares, en modalidad de museos del mar. Refieren que el país cuenta ya con esquemas de señalización marítima para identificar los sitios de interés documentales (Peñaflares-Ramírez, 2008).

En consecuencia, Colombia respecto a otros países cuenta con una estructura estatal, normatividad, e iniciativas nacionales adecuadas para ser un referente en la gestión del patrimonio cultural sumergido. Por tanto, el desarrollo de propuestas como la relacionada en este capítulo aportan en el posicionamiento del país por su compromiso con la conservación y gestión de su patrimonio. Estos esfuerzos en el campo cultural se suman a otros esfuerzos como la promulgación desde el 2007 de la Política Nacional del Océano y Espacios Costeros – PNOEC y con una política económica puntual para la administración de sus espacios marítimos, establecidas en el el CONPES 3990 “Colombia potencia bioceánica sostenible 2030”. EL modelo de gestión propuesto contribuye particularmente a las acciones 3.3, “*Desarrollar un programa de investigación, conservación y divulgación sobre el patrimonio cultural sumergido en zonas insulares y costeras de Colombia*” y 3.4, “*Formular la política pública para la protección, y difusión de programas académicos y publicaciones científicas en temas marino-costeros*”.

4.4 CONSIDERACIONES FINALES

En este trabajo se presenta una propuesta metodológica para la gestión de los sitios del patrimonio cultural sumergido. Se proponen cinco criterios para evaluar la condición e importancia del sitio del PCS desde diferentes perspectivas: histórica, geográfica, condición de naufragio, oceanográfica y socioeconómica. Con base en la evaluación, se asigna un valor numérico a cada criterio (1-5), y finalmente se obtiene una puntuación total que ayuda a definir las acciones/estrategias para gestionar/preservar adecuadamente un sitio PCS específico.

Esta metodología se aplicó para evaluar cuatro naufragios coloniales ubicados en la Bahía de Cartagena de Indias (Colombia). Todos los naufragios obtuvieron una puntuación de 3 o más en todos los criterios. La mayor amenaza para la conservación del PCS está ligada a las variables físico químicas y biológicas puntuadas con 5 puntos en los cuatro sitios. La suma de todos los criterios otorgó un puntaje de 20 a los naufragios ubicados en la Bahía Interior, mientras que los ubicados en el sector de Bochachica obtuvieron un puntaje de 19. Como los puntajes obtenidos fueron superiores a 15, se sugieren acciones de manejo para preservar los sitios.

En el criterio histórico, se identificó que los naufragios encontrados corresponden con naufragios españoles del siglo XVIII. Cumplen con el requisito de estar sumergidos por más de 100 años. Son sitios de importancia histórica, al estar asociados con la batalla naval más importante de Cartagena de Indias. En el criterio geográfico, se determinó que los naufragios están ubicados dentro de la bahía de Cartagena, entre 15.6 m y 29.7m, y que adicionalmente, se encuentran en promedio a 305 m del fuerte de San Fernando – Bocachica y a 430 m del fuerte de Santa Cruz-bahía interna.

En materia del estado del pecio, se determinó que los naufragios cuentan con material orgánico e inorgánico en el lecho marino, asociados con la estructura de barcos (casco de madera) y función del navío de guerra (rocas de lastre, y cañones). No se encontraron elementos asociados a metales preciosos. Vale la pena resaltar que tras 280 años aún se puedan encontrar en un contexto relativamente bien preservado en términos de identificación de materiales; no obstante, en términos de la estructura total del navío, se requiere la valoración de expertos para que el material expuesto en el lecho marino sea protegido. Para desarrollar este criterio fue necesario complementar las inspecciones por buzos con la toma de datos con sensores geofísicos.

En términos del criterio oceanográfico, la bahía de Cartagena de naturaleza estuarina cuenta con propiedades fisicoquímicas y biológicas que cambian de manera espacial y temporal. Dicha variabilidad debe ser considerada al momento

de establecer medidas de conservación de los materiales orgánicos e inorgánicos. Asimismo, es necesario continuar con el monitoreo regular de estas condiciones.

Asociado con los criterios socioeconómicos, se determinó que la bahía cuenta con herramientas normativas de ordenamiento y manejo de actividades marítimas y culturales. Esta normativa cobra importancia al combinarse con las múltiples actividades económicas e intereses de orden nacional y local que confluyen en la bahía, las cuales, se han desarrollado de manera armonizada. A partir de la evaluación de estos criterios, se encontró que el mejor manejo en los sitios es el de conservar los elementos que se encuentran asociados a los naufragios; como una acción preventiva, esta conservación debe darse preferiblemente in situ, para evitar que el cambio de condiciones ambientales acelere los procesos de degradación.

El trabajo realizado brindó una serie de recomendaciones a seguir para la implementación de un plan de conservación de los sitios, incluyendo requisitos legales, de gestión y de manejo; así como descripción del sitio, acceso, monitoreo, delimitación, conservación preventiva, divulgación y competencias del personal. Así se está contribuyendo a la gestión interdisciplinaria e interinstitucional del país en la protección de su patrimonio cultural sumergido. Destacando que en la medida que se integran trabajos donde se analizan contextos sumergidos, con la gestión y ordenamiento territorial, se pueden establecer lineamientos de políticas más vinculantes para el manejo de las ciudades.

Colombia necesita generar nuevas herramientas para asesorar a los tomadores de decisiones. Esta sección ofrece un punto de partida para la gestión de los naufragios en la Bahía de Cartagena a partir de un método cuantitativo sencillo que ayuda a decidir cómo actuar en cada caso. Además, ofrece algunas consideraciones prácticas de gestión.

La metodología propuesta es fácil de aplicar y útil para evaluar las diferentes perspectivas de las condiciones de los naufragios, dando una imagen clara de su estado y nivel de riesgo. Esta evaluación integral proporcionó la información necesaria para proponer pautas para garantizar los modelos de conservación y gestión de la cobertura universal de salud. Estas recomendaciones incluyen actividades legales y de gestión como la delimitación y descripción del sitio, las restricciones de acceso, las medidas de seguimiento y conservación preventiva, la divulgación de información cultural y la conformación de un grupo de personal de apoyo con diferentes habilidades y perfiles particulares.

Se espera que la implementación de estas recomendaciones mejore las actividades de manejo interdisciplinario e interinstitucional que deben derivar en un mejor plan de protección y conservación de los sitios del patrimonio cultural sumergido. Para

lograr este objetivo, se debe considerar la estructura política y las organizaciones del país donde se ubica el PCS. En el estudio de caso de Cartagena de Indias, algunas instituciones gubernamentales importantes, como el Ministerio de Cultura, el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), la Autoridad Marítima (DIMAR) y la Armada de Colombia, deben trabajar juntas para garantizar que todas las mediciones ayudan eficazmente a proteger los sitios del PCS y a conservarlos para las generaciones futuras.

Por lo tanto, la metodología y las medidas de gestión evaluadas a través de este documento son útiles y pueden ayudar a otros países interesados en proteger su patrimonio cultural subacuático.

5. CONSIDERACIONES GENERALES FINALES

La identificación y descripción cuidadosa del patrimonio cultural sumergido realizado en este trabajo, cruza por primera vez información de cartografía histórica con datos medidos en campo a través de sensores geofísicos, para cotejar la posición de cuatro naufragios del siglo XVIII de alta importancia, no solo para la ciudad de Cartagena, sino para la nación (Capítulo 2). Estos resultados fueron divulgados en el artículo científico publicado en la revista *International Hydrographic Review Vol 27, "Characterization Of Four Shipwrecks From 1741 In Cartagena Bay"* de mayo de 2022.

La metodología propuesta para su identificación da un valor agregado a las disciplinas encargadas de estudiar el océano como la hidrografía, oceanografía, geología, entre otras, dado que se trasciende de, la interpretación de cambios en las propiedades químicas, físicas o biológicas del agua y el fondo oceánico (Capítulo 3), a un plano en el que estas se conectan con características culturales e históricas del territorio marítimo colombiano. Esta propuesta interdisciplinaria facilita la comprensión del estado de los pecios, generando así, la protección y estudio del patrimonio cultural sumergido en los mares colombianos de una manera integral. Sin embargo, es indispensable para alcanzar este fin, desarrollar una metodología que de forma sencilla pero comprensiva, permita tener en cuenta estos diferentes enfoques (Capítulo 4). Estos resultados fueron publicados en la *Journal of Marine Science and Engineering* con el artículo "*Methodological proposal for the management of submerged cultural heritage: Study cases from Cartagena de Indias, Colombia*", en marzo de 2023, volumen 11. Edición especial "*Recent Experiences and monitoring in Coastal, Fluvial and Marine Hydrographic*"

Basado en el modelo de gestión propuesto en este trabajo, se pudo establecer que los naufragios coloniales detectados se preservan en el estuario bahía de Cartagena tras 280 años, a pesar de las condiciones físicas, químicas y biológicas de sus aguas, las cuales, favorecen la pérdida del patrimonio cultural, a pesar de que, por su calidad, puedan ser clasificadas entre buena a moderada. A pesar de la preservación natural de los naufragios, se requiere la formulación de medidas de conservación *in situ*, para que a futuro no se comprometa la integridad de los materiales detectados, y con ellos, la historia del país.

Una última consideración del trabajo realizado es el hecho de proponer una metodología para la gestión y manejo de cuatro naufragios, desde donde se dan lineamientos de acción de manejo e investigación. Esta metodología puede ser replicada en otros lugares de Colombia o incluso en otros países.

Otro aspecto importante de resaltar es el hecho de que el país apoye la formación doctoral de profesionales que integren las diferentes entidades públicas, con responsabilidades en temas como lo es el manejo del patrimonio cultural sumergido. Donde, como parte de una política interna de investigación científica, la DIMAR decidió apoyar la formación a nivel doctoral de un grupo de funcionarios para ayudar en la gestión de algunos temas clave de manejo de la Autoridad Marítima de Colombia. Bajo este enfoque, la entidad solicitó la generación de capacidades en la temática de manejo de patrimonio cultural sumergido. Este punto se considera relevante para continuar el proceso de promoción, organización y consolidación la investigación científica en materia del PCS en el marco de diferentes disciplinas. Lo anterior, permite un esfuerzo académico acorde con la realidad colombiana y al marco político-administrativo del PCS.

6. TRABAJO A FUTURO

El desarrollo del presente trabajo permitió ahondar en la comprensión de diferentes criterios (histórico, geográfico, estado del pecio, oceanográfico, legal y socioeconómico) con los cuales, se generó la propuesta de modelo de gestión. No obstante, quedan varios aspectos en los que se debe continuar trabajando, como los que se señalan a continuación:

- Se recomienda profundizar en el inventario de elementos que integran los restos de los naufragios de los cuatro navíos descritos en el Capítulo 2. Para esto, se recomienda integrar, a través de campañas geofísicas, sensores como el magnetómetro y perfilador de fondo marino, cuya información, en conjunto con la obtenida con el sistema de ecosonda multihaz y el sonar de barrido lateral, permitirá comprender todos los elementos que componen los naufragios, con lo que se pueden fortalecer las estrategias para la conservación de los sitios, dado que, por temas de presupuesto en este trabajo, no pudieron ser incorporadas.

Es importante ahondar en el estudio de la dinámica de sedimentos de los sitios, para considerar la evolución e influencia de estos en los pecios. Para esto, se recomienda efectuar nuevas mediciones para caracterizar la tasa y tipo de sedimentación, procurando la toma de datos in-situ por períodos largos de tiempo, en lo posible, durante un año, realizando análisis mensuales del comportamiento sedimentario. Se considera importante, con los respectivos permisos y medidas de manejo, integrar la caracterización de los sedimentos cercanos a los contextos que permitan abordar nuevas preguntas de investigación, tales como, ¿hasta dónde llega la capa aeróbica en los sedimentos y cómo esta afecta o favorece la preservación de los materiales orgánicos o inorgánicos? ¿Cuáles son los estratos en las capas de sedimentos, y si estas permiten inferir los cambios que se han dado a lo largo del tiempo en el contexto?

- Las variables oceanográficas son importantes para definir la variación temporal en los sitios de interés. Como se indicó en el Capítulo 3, es clave realizar mediciones, por lo menos semestrales, de las variables oceánicas, de manera que se pueda contar con más datos para ser tenidos en cuenta en la gestión y manejo de los sitios.

- La Dirección General Marítima trabaja incansablemente en proteger, controlar y dirigir la investigación científica marina en el territorio marítimo colombiano, en materia de patrimonio cultural sumergido. No obstante, a futuro se recomienda desde el punto de vista académico que los proyectos asociados con patrimonio cultural, sean realizados través a de una sección técnica especializada en

patrimonio cultural sumergido con sede en el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, la cual, funcione como base de trabajo para las diferentes entidades con competencia en la materia, desde la cual, se puedan adelantar campañas para datación de materiales, conservación ex situ en laboratorios especializados y abordar nuevas investigaciones en la temática. Por medio de esta sección, se podrá fortalecer el relacionamiento con la comunidad académica y otras instituciones del estado, de forma tal, que pueda existir un apalancamiento de capacidades en investigación científica.

- La apropiación de la comunidad cartagenera en este tipo de estudios, permitirá fortalecer las medidas de conservación de los sitios, por tanto, es importante realizar charlas de sensibilización sobre los resultados encontrados, e integrar a los equipos de investigación a miembros de la comunidad, promoviendo así la apropiación y transferencia del conocimiento.

- Es importante ahondar en el marco de las competencias de cada actor, mecanismos de actuación que les permita, proponer, y actuar de manera coordinada y efectiva en la toma de decisiones.

- Conscientes de la necesidad de proteger el patrimonio cultural de la bahía de Cartagena y de Colombia, se recomienda la implementación prioritaria de un plan de gestión nacional donde se identifiquen, monitoreen, regulen y se tomen acciones concretas que velen por su preservación.

- El papel del ICANH y del Ministerio de Cultura ha sido de fundamental en términos de liderar los diferentes actores que se asocian con el patrimonio cultural en Colombia. El mecanismo más empleado en el país son los convenios estatales que permitan el apalancar aspectos claves en este tipo de estudios, los mismos requieren contar con una perspectiva marítima definida desde la Dirección General Marítima. Desde este tipo de alianzas, el estado podrá abordar nuevas preguntas de investigación ligadas con la identificación de materiales empleando técnicas de datación, análisis dendrológico, datación, estratigrafía de sitios y consolidación de medidas de manejo, entre otras; todas tendientes a consolidar la protección y preservación de sitios.

- Es pertinente realizar un análisis de los instrumentos jurídicos del país, con el fin de integrar lineamientos con bases técnicas apropiadas, procurando que no existan contradicciones entre sí, dado que esto puede afectar o generar conflictos de competencias.

7. ANEXOS

Sección 3.1 Matriz de datos de calidad de agua de la bahía

Latitud N	Longitud W	Estación	Año	Mes	Nivel	Marco	Estación	OD [mg/L]	T°C	pH	Salinidad	SST [mg/L]	Chl-a [mg/m ³]
10.4033	-75.5328	Muelle Ecopetrol	2006	Marzo	Fondo	local	Seca	5.86	27.10	8.46	32.00	4.70	0.25
10.3992	-75.5286	Muelle Contecar	2006	Marzo	Fondo	local	Seca	4.83	26.80	8.39	34.00	29.30	0.15
10.3761	-75.5103	Muelle Bosque	2006	Marzo	Fondo	sublocal-BI	Seca	5.53	26.40	8.36	34.00	11.70	0.40
10.3308	-75.5111	Muelle SP	2006	Marzo	Fondo	sublocal-BI	Seca	5.80	26.80	8.38	32.00	8.70	0.34
10.3783	-75.5328	Boya30	2006	Marzo	Fondo	sublocal-BI	Seca	5.28	26.20	8.38	32.00	3.70	0.17
10.3550	-75.5333	Boya27	2006	Marzo	Fondo	local	Seca	6.21	26.70	8.44	34.00	7.70	0.17
10.3383	-75.5233	Boya21	2006	Marzo	Fondo	local	Seca	6.02	27.00	8.46	34.00	4.30	0.30
10.3358	-75.5406	Boya19	2006	Marzo	Fondo	sublocal-BC	Seca	5.08	26.60	8.40	34.00	11.00	0.07
10.3133	-75.5633	Boya10	2006	Marzo	Fondo	sublocal-BC	Seca	6.28	26.70	8.41	34.00	8.30	0.18
10.4033	-75.5328	Muelle Ecopetrol	2006	Agosto	Fondo	local	Húmeda	6.51	29.50	8.84	28.00	9.60	SD
10.3992	-75.5286	Muelle Contecar	2006	Agosto	Fondo	local	Húmeda	2.53	28.40	8.14	32.00	7.60	SD
10.3761	-75.5103	Muelle Bosque	2006	Agosto	Fondo	sublocal-BI	Húmeda	2.13	28.30	8.13	32.00	12.80	SD
10.3308	-75.5111	Muelle SP	2006	Agosto	Fondo	sublocal-BI	Húmeda	1.96	28.50	8.21	30.00	2.00	SD
10.3956	-75.5756	Boya2	2006	Agosto	Fondo	local	Húmeda	SD	SD	SD	SD	SD	SD
10.3783	-75.5328	Boya30	2006	Agosto	Fondo	sublocal-BI	Húmeda	5.47	29.50	8.53	30.00	12.40	SD
10.3550	-75.5333	Boya27	2006	Agosto	Fondo	local	Húmeda	4.26	29.00	8.24	26.00	6.80	SD
10.3383	-75.5233	Boya21	2006	Agosto	Fondo	local	Húmeda	5.23	29.20	8.48	30.00	11.20	SD
10.3358	-75.5406	Boya19	2006	Agosto	Fondo	sublocal-BC	Húmeda	5.41	28.70	8.46	28.00	12.80	SD
10.3133	-75.5633	Boya10	2006	Agosto	Fondo	sublocal-BC	Húmeda	6.83	29.10	8.33	30.00	8.80	SD
10.4033	-75.5328	Muelle Ecopetrol	2010	Marzo	Fondo	local	Seca	5.28	29.10	7.97	35.00	16.00	6.59
10.3992	-75.5286	Muelle Contecar	2010	Marzo	Fondo	local	Seca	5.70	27.80	7.75	36.30	7.50	0.09
10.3761	-75.5103	Muelle Bosque	2010	Marzo	Fondo	sublocal-BI	Seca	5.47	28.10	7.83	36.30	10.50	1.86
10.3308	-75.5111	Muelle SP	2010	Marzo	Fondo	sublocal-BI	Seca	3.53	28.80	7.72	36.20	12.60	1.44
10.3928	-75.5756	Boya2	2010	Marzo	Fondo	local	Seca	6.70	28.40	7.93	36.40	6.10	4.65
10.3783	-75.5328	Boya30	2010	Marzo	Fondo	sublocal-BI	Seca	6.17	28.00	7.85	36.60	4.90	5.37

Latitud N	Longitud W	Estación	Año	Mes	Nivel	Marco	Estación	OD [mg/L]	T°C	pH	Salinidad	SST [mg/L]	Chl-a [mg/m ³]
10.3550	-75.5333	Boya27	2010	Marzo	Fondo	local	Seca	5.28	28.20	7.84	36.60	3.60	0.72
10.3383	-75.5233	Boya21	2010	Marzo	Fondo	local	Seca		28.20	7.87	36.30	4.50	0.71
10.3358	-75.5406	Boya19	2010	Marzo	Fondo	sublocal-BC	Seca	4.78	28.20	7.90	36.00	5.40	0.69
10.3133	-75.5633	Boya10	2010	Marzo	Fondo	sublocal-BC	Seca		27.95	7.88	36.10	9.95	0.69
10.3133	-75.5633	Boya12	2010	Marzo	Fondo	sublocal-BC	Seca	3.19	27.70	7.86	36.20	14.50	0.69
10.4033	-75.5328	Muelle Ecopetrol	2010	Agosto	Fondo	local	Húmeda	2.66	29.10	8.00	29.10	22.33	0.13
10.3992	-75.5286	Muelle Contecar	2010	Agosto	Fondo	local	Húmeda	2.23	29.10	8.50	34.40	48.17	0.16
10.3761	-75.5103	Muelle Bosque	2010	Agosto	Fondo	sublocal-BI	Húmeda	2.05	29.50	7.95	32.70	48.67	1.04
10.3308	-75.5111	Muelle SP	2010	Agosto	Fondo	sublocal-BI	Húmeda	1.84	28.20	8.12	31.60	9.67	0.61
10.3928	-75.5756	Boya2	2010	Agosto	Fondo	local	Húmeda	6.18	29.50	8.25	29.50	3.00	1.39
10.3783	-75.5328	Boya30	2010	Agosto	Fondo	sublocal-BI	Húmeda	0.45	28.80	7.93	35.20	33.83	0.16
10.3550	-75.5333	Boya27	2010	Agosto	Fondo	local	Húmeda	1.67	28.10	7.90	35.10	10.50	0.18
10.3383	-75.5233	Boya21	2010	Agosto	Fondo	local	Húmeda		28.55	7.88	35.35	9.25	0.16
10.3358	-75.5406	Boya19	2010	Agosto	Fondo	sublocal-BC	Húmeda	1.37	29.00	7.86	35.60	8.00	0.13
10.3133	-75.5633	Boya10	2010	Agosto	Fondo	sublocal-BC	Húmeda		29.05	7.96	35.35	8.42	0.13
10.3133	-75.5633	Boya12	2010	Agosto	Fondo	sublocal-BC	Húmeda	3.63	29.10	8.05	35.10	8.83	0.13
10.3989	-75.5783	EBC1F	2014	Marzo	Fondo	local	Seca	6.11	27.30	8.37	36.28	1.83	1.44
10.3865	-75.5689	EBC2F	2014	Marzo	Fondo	local	Seca	5.70	28.80	8.26	33.58	0.00	2.31
10.3799	-75.5544	EBC3F	2014	Marzo	Fondo	sublocal-BI	Seca	4.22	29.00	8.28	30.70	0.00	2.76
10.3899	-75.5356	EBC4F	2014	Marzo	Fondo	sublocal-BI	Seca	5.93	27.70	8.82	30.89	51.25	4.27
10.3831	-75.5381	EBC5F	2014	Marzo	Fondo	sublocal-BI	Seca	4.05	27.50	8.73	32.86	36.67	1.60
10.3760	-75.5406	EBC6F	2014	Marzo	Fondo	sublocal-BI	Seca	3.26	28.40	8.34	26.56	36.83	0.53
10.3659	-75.5249	EBC7F	2014	Marzo	Fondo	sublocal	Seca	3.23	28.70	8.73	35.88	42.33	1.07
10.3403	-75.5247	EBC8F	2014	Marzo	Fondo	sublocal	Seca	3.66	28.10	8.67	36.04	34.50	2.32
10.3190	-75.5393	EBC9F	2014	Marzo	Fondo	sublocal-BC	Seca	3.88	27.70	8.27	35.05	19.17	0.62
10.3086	-75.5317	EBC10F	2014	Marzo	Fondo	sublocal-BC	Seca	4.77	28.30	8.40	36.07	28.17	0.53
10.3075	-75.5588	EBC11F	2014	Marzo	Fondo	sublocal-BC	Seca	3.59	28.10	8.32	34.81	26.00	0.71
10.3043	-75.5770	EBC12F	2014	Marzo	Fondo	sublocal-BC	Seca	3.84	28.60	8.03	36.34	34.67	7.30
10.3158	-75.5931	EBC13F	2014	Marzo	Fondo	local	Seca	5.78	28.30	8.40	36.28	1.00	0.21

Latitud N	Longitud W	Estación	Año	Mes	Nivel	Marco	Estación	OD [mg/L]	T°C	pH	Salinidad	SST [mg/L]	Chl-a [mg/m ³]
10.3076	-75.5932	EBC14F	2014	Marzo	Fondo	local	Seca	6.07	28.50	8.21	36.30	0.83	0.27
10.2979	-75.5938	EBC15F	2014	Marzo	Fondo	local	Seca	5.88	28.20	8.33	36.70	2.00	0.16
10.3989	-75.5783	EBC1F	2014	agosto	Fondo	local	Húmeda	5.36	24.50	7.80	34.50	SD	0.19
10.3865	-75.5689	EBC2F	2014	agosto	Fondo	local	Húmeda	4.58	29.30	7.68	34.60	SD	1.44
10.3799	-75.5544	EBC3F	2014	agosto	Fondo	sublocal-BI	Húmeda	3.26	29.10	7.60	35.20	SD	0.18
10.3899	-75.5356	EBC4F	2014	agosto	Fondo	sublocal-BI	Húmeda	3.24	28.70	7.70	35.30	SD	0.48
10.3831	-75.5381	EBC5F	2014	agosto	Fondo	sublocal-BI	Húmeda	6.60	30.50	6.42	38.20	SD	4.01
10.3760	-75.5406	EBC6F	2014	agosto	Fondo	sublocal-BI	Húmeda	2.33	28.50	7.62	35.20	SD	0.37
10.3659	-75.5249	EBC7F	2014	agosto	Fondo	sublocal	Húmeda	3.98	28.90	7.74	35.00	SD	0.32
10.3403	-75.5247	EBC8F	2014	agosto	Fondo	sublocal	Húmeda	3.09	29.30	7.73	35.20	SD	0.96
10.3190	-75.5393	EBC9F	2014	agosto	Fondo	sublocal-BC	Húmeda	4.37	29.40	7.78	35.10	SD	0.37
10.3086	-75.5317	EBC10F	2014	agosto	Fondo	sublocal-BC	Húmeda	4.33	28.90	7.72	35.20	SD	0.69
10.3075	-75.5588	EBC11F	2014	agosto	Fondo	sublocal-BC	Húmeda	4.85	28.50	7.80	35.20	SD	0.48
10.3043	-75.5770	EBC12F	2014	agosto	Fondo	sublocal-BC	Húmeda	4.52	30.60	7.80	35.10	SD	0.29
10.3158	-75.5931	EBC13F	2014	agosto	Fondo	local	Húmeda	5.50	28.30	7.80	35.40	SD	0.40
10.3076	-75.5932	EBC14F	2014	agosto	Fondo	local	Húmeda	5.53	28.20	7.79	35.20	SD	0.21
10.2979	-75.5938	EBC15F	2014	agosto	Fondo	local	Húmeda	5.55	28.90	7.85	35.50	SD	0.37
Para protección del sitio no se presenta la coordenada		Sector Bocachica	2018	Marzo	Fondo	puntual -BC	Seca		24.00	8.16	32.30	44.42	SD
		Sector Bocachica	2018	Marzo	Fondo	puntual -BC	Seca		24.00	8.13	35.00	59.82	SD
		Sector Bocachica	2018	Marzo	Fondo	puntual -BC	Seca		24.00	8.14	34.60	49.18	SD
		Sector Bocachica	2018	Marzo	Fondo	puntual -BC	Seca						SD
Para protección del sitio no se presenta la coordenada		Sector bahía interna	2018	Marzo	Fondo	puntual -BI	Seca	6.86	27.50	8.13	34.60	6.23	SD
		Sector bahía interna	2018	Marzo	Fondo	puntual -BI	Seca	6.18	27.60	8.14	34.80	10.40	SD
		Sector bahía interna	2018	Marzo	Fondo	puntual -BI	Seca	6.92	27.30	8.12	34.70	6.48	SD
		Sector Bahía interna	2018	Marzo	Fondo	puntual -BI	Seca	7.09	27.50	8.12	34.40	3.27	SD
		Sector bahía interna	2018	Marzo	Fondo	puntual -BI	Seca	7.06	27.50	8.12	34.50	4.38	SD

Sección 4.1 Clasificación de algunos grupos de interés en la gestión del patrimonio cultural sumergido de la bahía de Cartagena.

Orden nacional
Ministerio de Relaciones Exteriores Ministerio de Cultura Instituto Colombiano de Antropología e Historia –ICANH Ministerio de Defensa (Armada Nacional de Colombia- Dirección General Marítima) Archivo General de la Nación Comisión de Antigüedades Naufragas Ministerio de Ambiente Desarrollo Sostenible Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación.
Orden territorial
Gobernación de Bolívar Corporación Autónoma para el canal del Dique-CARDIQUE
Orden local
Alcaldía de Cartagena Capitanía de Cartagena Instituto de Patrimonio y Cultura de Cartagena de Indias -IPCC Escuela Taller de Cartagena Consejo Distrital de Cartagena Director General del Establecimiento Público Ambiental- EPA Oficina Asesora para la Gestión del Riesgo de Desastres
Comunidad local
Afrodescendientes, Pueblos indígenas Zenú, Inga y Kankuamos. Delegados de los Consejos Comunitarios de Bayunca, Punta Arena, Tierra Baja, La Boquilla, Santana, Barú, Manzanillo del Mar, Villa Gloria, entre otras, Organizaciones como Mujeres Urbanas, Mujeres por el Cambio, organizaciones de víctimas, Consejo Laboral Afrocolombiano.
Comunidad Científica
Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas Universidades de Cartagena, Jorge Tadeo Lozano. Universidades de país Institutos asociados al tema
Agremiaciones
Muelles del Bosque Sociedad portuaria Clubes y marinas Centro de Convenciones de Cartagena Refinerías Astilleros Industria turística

Sección 4.3 Resumen de instrumentos normativos para la gestión del patrimonio.

Categoría	Instrumento o referencia	
Reglamentación de la región	Convención	Convención sobre la Protección del Patrimonio Cultural Subacuático 2001
	Agenda	El Decenio de las Naciones Unidas de las Ciencias Oceánicas para el Desarrollo Sostenible (2021-2030)
	Políticas nacionales	<p>CONPES 3990, “Colombia Energía Bioceánica Sostenible 2030”: 4.3.4. Ordenamiento y gestión de los espacios marinos, costeros e insulares .4.3.3. Conocimiento, investigación y cultura marítima</p> <p>Política Nacional de los Océanos y Espacios costeros- PNOEC</p>
Reglamentación nacional (cultural)	Leyes	Ley 397 de 1997 <i>“Por la cual se desarrollan los Artículos 70,71y72 y demás Artículos concordantes de la Constitución Política y se dictan normas sobre patrimonio cultural, fomentos y estímulos a la cultura, se crea el Ministerio de la Cultura y se trasladan algunas dependencias.”</i>
		Ley 1675 de 2013 <i>“Por medio de la cual se reglamentan los artículos 63,70y72 de la Constitución Política de Colombia en lo relativo al Patrimonio Cultural Sumergido.”</i>
		Ley 1185 <i>“Por la cual se modifica y adiciona la Ley 397 de 1997 –Ley General de Cultura– y se dictan otras disposiciones”</i>
		Ley 1037 <i>“Estado colombiano ratifica la Convención para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial en el plano nacional.”</i>
		Ley 1454 de 2011, <i>“La presente ley tiene por objeto dictar las normas orgánicas para la organización político administrativa del territorio colombiano; enmarcar en las mismas el ejercicio de la actividad legislativa en materia de normas y disposiciones de carácter orgánico relativas a la organización político administrativa del Estado en el territorio; establecer los principios rectores del ordenamiento; definir el marco institucional e instrumentos para el desarrollo territorial; definir competencias en materia de ordenamiento territorial entre la Nación, las entidades territoriales y las áreas metropolitanas y establecer las normas generales para la organización territorial.”</i>
		Ley1955 de 2019 <i>“Por el cual se expide el plan nacional de desarrollo 2018-2022 pacto por Colombia, pacto por la equidad”</i>
	Decreto	Decreto 1080 de 2015 <i>“Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura”</i>
		Decreto 2323 de 1984 <i>“La Dirección General Marítima y Portuaria es la Autoridad Marítima Nacional que ejecuta la política del Gobierno en materia marítima y tiene por objeto la regulación, dirección, coordinación y control de las actividades marítimas, en los términos que señala este Decreto y los reglamentos que se expidan para su cumplimiento y la promoción y estímulo del desarrollo marítimo del País”.</i>

	Decreto 138 de 2019 <i>“Por el cual se modifica la Parte VI “Patrimonio Arqueológico” del Decreto 1080 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura”</i>
	Decreto 204 de 2022 <i>“Se adiciona el artículo 2.7.1.3 al Título I de la Parte VII del Decreto 1080 de 2015”</i>
Planes	Plan Especial de Manejo y Protección de fortificaciones de la bahía (PEMP).
	Plan de Adaptación al Cambio Climático: plan 4C Cartagena Competitiva y Compatible con el Clima.
	Plan de Desarrollo Distrital: Capítulo Étnico”
	Plan de ordenamiento marino costero con visión de autoridad marítima
Resoluciones	Res. 848 de 2022: <i>“Por medio de la cual se adopta el Plan Maestro de Restauración Ecológica para la bahía de Cartagena</i>
	Res. 0085 de 2020 <i>“Por la cual se declara Bien de Interés Cultural del Ámbito Nacional el Pecio del Galeón San José.”</i>
	Res. 0192 de 2020 <i>“Por medio de la cual se adiciona la Parte 5: “Protección del Patrimonio Cultural Sumergido” al REMAC 5 “Protección del Medio Marino y Litorales”, en lo concerniente a los criterios técnicos para el desarrollo de las actividades sobre el Patrimonio Cultural Sumergido en aguas marítimas colombianas”</i>

8. BIBLIOGRAFÍA

- Adlan, M., Maznah, W., & Noh, M. (2012). Tropical marine phytoplankton assemblages and water quality characteristics associated with thermal discharge from a coastal power station. *Journal of Natural Sciences Research* (*Www.Online*), 2(10), 2225–2921. https://www.researchgate.net/publication/233998284_Tropical_Marine_Phytoplankton_Assemblages_and_Water_Quality_Characteristics_Associated_with_Thermal_Discharge_from_a_Coastal_Power_Station
- Afanador, F.; Molina Jiménez, M.P.; Pusquin Ospina, L.T.; Escobar Olaya, G.A.; Castro Mercado, I. (2019). Conflictos de uso en el proceso de ordenamiento marino costero: visión de autoridad marítima. Departamento De Bolívar—Colombia. *Boletín Científico CIOH*, 38, 27–40. <https://doi.org/10.26640/221590452.2019.507>.
- Agapiou, A., & Lysandrou, V. (2015). Remote sensing archaeology: Tracking and mapping evolution in European scientific literature from 1999 to 2015. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 4, 192–200. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2015.09.010>
- Aguilera-Díaz, M. (2006). *El Canal del Dique y su subregion: una economía basada en la riqueza hídrica* (No. 72; ISSN:1692-3715).
- Aldana, J. (2019). Propuesta metodológica para la construcción de una matriz de indicadores arqueológicos e históricos para la identificación de naufragios: El caso de un navío colonial ubicado en el Canal de Bocachica (Cartagena de Indias). In *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.4324/9781315853178>
- Álvarez, J., & Tovia, C. (2019). Análisis de los efectos de la descarga del canal del dique sobre la estratificación salina de su desembocadura a la bahía de Cartagena. *Universidad Católica Luis Amigo*, 21, 51–64. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/6139/613964508006/html/index.html>
- Andrade-Amaya, C. (2001). Las corrientes superficiales en la cuenca de Colombia Observadas con Boyas de Deriva. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 25(96), 321–335. https://www.researchgate.net/publication/284179454_LAS_CORRIENTES_SUPERFICIALES_EN_LA_CUENCA_DE_COLOMBIA_OBSERVADAS_CON_BOYAS_DE_DERIVA
- Andrade-Amaya, C. (2004). *Un modelo geodinámico de bahía tropical: La Bahía de Cartagena de Indias 2004*.
- Andrade-Amaya, C. A. (2021). Sobre la interpretación de imágenes de sonar de barrido lateral y de sonda multihaz sobre anomalías culturales en la bahía de Cartagena. *Boletín Científico CIOH*, 40(1). <https://doi.org/10.26640/22159045.2021.559>
- Andrade, C. A., Guzmán-Martínez, R., & Quintana-Saavedra, D. M. (2022). El avance de la línea de costa de las penínsulas de Bocagrande y Castillo grande debido a la construcción de la Escollera en 1758 en Cartagena de Indias. *Revista Academia Colombiana de Ciencias*.

- Andrade, C., Ferrero, A., León, H., Mora, H., & Carvajal, H. (2017). Sobre cambios en la línea de costa entre 1735 y 2011 y la subsidencia en la Bahía de Cartagena de Indias, Colombia. *Revista Academia Colombiana de Ciencias*, 41(158), 94–106.
- Andrade, C., Thomas, Y. F., Parra, C., Andriau, A., Piñeres, C., & Velasco, S. (2004). Aspectos morfodinámicos de la bahía de Cartagena de Indias. *Boletín Científico CIOH*, 22, 90–104. https://www.researchgate.net/publication/325610894_Aspectos_morfodinamicos_de_la_bahia_de_Cartagena_de_Indias
- Andreou, G., Opitz, R., Manning, S. W., Fisher, K. D., Sewell, D. A., Georgiou, A., & Urban, T. (2017). Integrated methods for understanding and monitoring the loss of coastal archaeological sites: The case of Tochni-Lakkia, south-central Cyprus. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 12, 197–208. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.01.025>
- Andreu, R., & Ex, M. (2021). Ex situ o in situ: dilemas de la conservación y protección del patrimonio cultural sumergido. *Boletín Científico - CIOH*, 40(1), 121–128. <https://ojs.dimar.mil.co/index.php/CIOH/article/view/598/498>
- Apestegui, C. (1984). Arquitectura y construcción navales en la España Atlántica, el siglo XVII y primera mitad del XVIII. Una nueva sistematización. *Proceedings • International Symposium on Archaeology of Medieval and Modern Ships of Iberian-Atlantic Tradition*, 163–212. <http://3decks.pbworks.com/f/Arq+Naval+Atlantica+XVIII+--+Apestegui.pdf>
- Aragón-Ruano, Á., & Elizalde, Ó. R. (2021). *Armada en el siglo XVIII 1 for the Spanish Royal Navy in the 18th century* (Vol. 1).
- Arevalo, A. (1758). *Plano de arevalo de bocachica.pdf*. Archivos Estatales. <https://www.semana.com/explicacion-de-los-trabajos-desarrollados-por-antonio-de-arevalo-en-cartagena-en-el-siglo-xviii/546502/>
- Arregoces Silva, L., & Cañon, M. L. (2015). Descripción del tráfico marítimo en la bahía de Cartagena, Caribe colombiano y sus implicaciones en la introducción de especies por agua de lastre. *Boletín Científico CIOH*, 33, 187–194. <https://doi.org/10.26640/22159045.285>
- Ballard, R. D., McCann, A. M., Yoerger, D., Whitcomb, L., Mindell, D., Oleson, J., Singh, H., Foley, B., Adams, J., Piechota, D., & Giangrande, C. (2000). The discovery of ancient history in the deep sea using advanced deep submergence technology. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 47(9), 1591–1620. [https://doi.org/10.1016/S0967-0637\(99\)00117-X](https://doi.org/10.1016/S0967-0637(99)00117-X)
- Balletti, C., Beltrame, C., Costa, E., Guerra, F., & Vernier, P. (2016). 3D reconstruction of marble shipwreck cargoes based on underwater multi-image photogrammetry. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.daach.2015.11.003>
- Baranov, B., Flint, M. V., Rimskiy-Korsakov, N. A., Poyarkov, S. G., & Dozorova, K. A. (2021). Sedimentary Waves and Reconstruction of Bottom Currents in the Novaya Zemlya Trough of the Kara Sea. *Doklady Earth Sciences*, 498(1), 432–435. <https://doi.org/10.1134/S1028334X21050032>
- Bass, G. F. (2005). *Beneath the seven seas. Adventures with the Institute of Nautical*

- Arcaeology* (Thame & Hudson (ed.); George F.). Institute of nautical archaeology.
- Bass, G. F. (2012). The Development of Maritime Archaeology. *The Oxford Handbook of Maritime Archaeology*.
<https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780195375176.013.0000>
- Bass, G. F., Frederick, H., Van Doorninck, J., Bryant, V. M., Delwiche, D. E., Fagerlie, J. M., Gifford, J. A., Katzev, M. L., Katzev, S. W., Kuniholm, P. I. A. N., Murry, R. E., Sams, G. K., Steffy, J. R., & Vitelli, K. D. (1982). *A Seventh-Century Byzantine Shipwreck: Vol. I*. Texas A&M University Press.
- Beatson, R. (1804). *Naval and Military Memoirs of Great Britain, from 1727 to 1783*.
https://books.google.com.co/books?id=eNEHAAAIAAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Bellin, J. (1763). *Baye de Carthagène dans l'Amérique Méridionale*.
<https://babel.banrepcultural.org/digital/collection/p17054coll13/id/25/>
- Bellin, J. (1764). *Baye de Carthagene : dans l'Amérique meridionale*. J.N. Bellin.
<https://babel.banrepcultural.org/digital/collection/p17054coll13/id/25/>
- Bernal, Poveda, G., Roldán, P., & Andrade, C. (2006). Patrones de variabilidad de las temperaturas superficiales del mar en la costa caribe colombiana. *Ciencias de La Tierra*, 30(115), 195–208.
- Best, M. A., Wither, A. W., & Coates, C. S. (2007). Dissolved oxygen as a physico-chemical supporting element in the Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin*, 55, 53–64.
- Bethencourt, M., Fernández-Montblanc, T., Izquierdo, A., González-Duarte, M., & Muñoz-Mas, C. (2018). Study of the influence of physical, chemical and biological conditions that influence the deterioration and protection of Underwater Cultural Heritage. *Science of the Total Environment*.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.007>
- Bethencourt, M., Izquierdo, A., & Fernandez, T. (2014). *Contribución de las condiciones físicas, químicas y biológicas en el deterioro y salvaguarda del Patrimonio Cultural Subacuático. Influencia sobre las velocidades de corrosión en la artillería de dos pecios asociados a la Batalla de Trafalgar (1805)*. (UCA (ed.)). Arqueología submarina-Congreso I.
- Bickler, S., Clough, R., & Macready, S. (2013). The impact of climate change on the archaeology of New Zealand's coastline: A case study from the Whangarei District. *Science for Conservation*, 322, 1–54.
- Björdal, C. (2012). Evaluation of microbial degradation of shipwrecks in the Baltic Sea. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 70, 126–140.
<https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2012.01.012>
- Boado, L., & González-LLanos. (1983). Historia naval. *Revista de Historia Naval*, 3, 47. <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/205513>
- Borges, L. M. S., Merckelbach, L. M., Sampaio, Í., & Cragg, S. M. (2014). *Diversity , environmental requirements , and biogeography of bivalve wood-borers (Teredinidae) in European coastal waters*. 1–13.
- Borrero Londoño, R., & Andes, T. (Magíster en A.--U. de los. (2011). *Procesos de formación de sitios arqueológicos sumergidos en la Bahía de Cartagena de*

- Indias estudio experimental sobre degradación de materiales orgánicos empleados en la construcción naval y/o contenidos en los fletes coloniales* [Bogotá - Uniandes]. <http://hdl.handle.net/1992/11420>
- Bustos-Usta, D. F., & Torres Parra, R. R. (2021). Ocean and atmosphere changes in the Caribbean Sea during the twenty-first century using CMIP5 models. *Ocean Dynamics*, 71(6–7), 757–777. <https://doi.org/10.1007/s10236-021-01462-z>
- Campuzano, F. J., Pierini, J. O., & Leitão, P. (2008). Hydrodynamics and sediments in Bahía Blanca estuary: data analysis and modelling. *Perspectives on Integrated Coastal Zone Management in South America, Figure 1*, 483–503.
- Cañón, M., Vanegas, T., Gavilán, M., Morris, L. F., & Tous, G. (2005). Dinámica planctónica, microbiológica y fisicoquímica en cuatro muelles de la bahía de Cartagena y buques de tráfico internacional. *Boletín Científico - CIOH*, 59(23), 46–59.
- Chassereau, P., & Bowles, T. (1741). *A New and Correct Plan of the Harbour of Carthage in America Seated 16 Degrees 26 Minutes Lat. north and 75 degrees 21 Long. West of London, from a Draught brought to England by by Pet. Chassereau Archi: Also a View of the Fleet as they Anchor'd on ye C. Smith Sheet Map Collection*. <https://www.raremaps.com/gallery/detail/50266/a-new-and-correct-plan-of-the-harbour-of-carthage-in-ameri-chassereau>
- Chrachri, A., Hopkinson, B. M., Flynn, K., Brownlee, C., & Wheeler, G. L. (2018). Dynamic changes in carbonate chemistry in the microenvironment around single marine phytoplankton cells. *Nature Communications*, 9(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-02426-y>
- Church, R., Warren, D., Cullimore, R., Johnston, L., Schroeder, W., Patterson, W., Shirley, T., Kilgour, M., Morris, N., Moore, J., Shirley, T. M., Kilgour, N., & Morris, J. M. (2007). Archaeological and Biological Analysis of World War II Shipwrecks in the Gulf of Mexico: Artificial Reef Effect in Deep Water. *OCS Study MMS*, 387. <https://www.boem.gov/ESPIS/4/4239.pdf>
- Claesson, S. (2009). An ecosystem-based framework for governance and management of maritime cultural heritage in the USA. *Marine Policy*, 33(4), 698–706. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2009.02.005>
- Coroneos, C. (2006). A Cheap and Effective Method of Protecting Underwater Cultural Heritage. *Heritage at Risk*, 55–57.
- DAFP. (2019). *Decreto_138_de_2019*. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=90526>
- Daire, M. Y., Lopez-Romero, E., Proust, J. N., Regnaud, H., Pian, S., & Shi, B. (2012). Coastal Changes and Cultural Heritage (1): Assessment of the Vulnerability of the Coastal Heritage in Western France. *Journal of Island and Coastal Archaeology*, 7(2), 168–182. <https://doi.org/10.1080/15564894.2011.652340>
- De Baere, K., Van Haelst, S., Chaves, I., Luyckx, D., Van Den Bergh, K., Verbeken, K., De Meyer, E., Verhasselt, K., Meskens, R., Potters, G., & Melchers, R. (2021). The influence of concretion on the long-term corrosion rate of steel shipwrecks in the Belgian North Sea. *Corrosion Engineering Science and*

- Technology*, 56(1), 71–80. <https://doi.org/10.1080/1478422X.2020.1807163>
- De Esclaba, S. (1741). *Diario de todo lo ocurrido en la expugnación de los fuertes de bocachica y sitio de la ciudad de Cartagena de Indias*.
- De Lezo, B. (1741). *Diario de Blas de Lezo y la Batalla de Cartagena de Indias (1).pdf*.
- Del Cairo, C., & García Chaves, M. C. (2006). *Historias sumergidas hacia la protección del patrimonio cultural subacuático en Latinoamérica*. Universidad Externado. <https://search-ebSCOhost-com.ezproxy.javeriana.edu.co/login.aspx?direct=true&AuthType=ip&db=cat01040a&AN=pujbc.754442&lang=es&site=eds-live>.
- Del Cairo, C., & Quintana-Saavedra, D. . (2019). Gobernanza y gestión del patrimonio cultural sumergido en Colombia. *Revista Pais de Mares*, 8, 58. https://cecoldigital.dimar.mil.co/2504/3/dimar_2463-2449_2019_pais_de_mares_08.pdf
- Del Cairo Hurtado, C. (2014). Mentiras verdaderas o la topología de la guerra. Aproximación arqueológica a la cartografía colonial de Bocachica, Cartagena de Indias. *Apuntes. Revista de Estudios Sobre Patrimonio Cultural*, 26(1), 186–203. <https://doi.org/10.11144/javeriana.apc26-1.mvtg>
- Delgadillo -Garzón, Ó., & Zapata-Ramírez, P. (2007). Contexto natural del patrimonio cultural subacuático en la Bahía de Cartagena: perspectivas de estudios interdisciplinarios y potencial de utilización. *Memorias: Revista Digital de Historia y Arqueología Desde El Caribe*, 7, 5.
- DIAN. (2014). *Estadísticas De Carga De Las Importaciones Y Exportaciones En Colombia*. <http://www.dian.gov.co/dian/14cifrasgestion.nsf/f3b4ce6f9a41a48c05257030006f50e2/582808efbfb9a7e80525799000688f2a?OpenDocument>
- Dimar. (2020). *Resolución número (0192-2020) md-dimar-subdemar-ginsem-arinv 7 de mayo de 2020 “*. Resolución Número (0192-2020) Md-Dimar-Subdemar-Ginsem-Arinv 7 de Mayo de 2020 “. https://www.dimar.mil.co/sites/default/files/normatividad/res_0192-2020.pdf
- Dimar. (2021). *Estadística de transporte marítimo internacional*. Series Históricas. <https://www.dimar.mil.co/operaciones-estadisticas/estadisticas-de-transporte-maritimo-internacional/series-historicas-estadisticas-de-transporte-maritimo-internacional>
- Dobson, N. C., Tolson, H., Martin, A., Lavery, B., Bates, R., Tempera, F., & Pearce, J. (2009). *The HMS sussex Shipwreck Project (Site E-82): Preliminary report*.
- Du, J., Jian, S., Yinglong, J., Fei, Y., Zhuo, L., Zhengui, W., Ya Ping, W., Xin, Y., Mac, S., & Wang, H. (2017). Geophysical Research Letters. *Geophysical Research Letters* , 227–235. <https://doi.org/10.1002/2017GL075963>
- Duque, L., Alfonso, L., Mar, E. L., & Colombiano, C. (2021). Listado de Diatomeas (Bacillariophyta) registradas para el Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 39(1), 83–116. https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/6762/Art_6_Lozano-Duque_et_al_39%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Durán, R., Farizo, B. A., & Rodríguez, M. X. (2015). Conservation of maritime cultural

- heritage: A discrete choice experiment in a European Atlantic Region. *Marine Policy*, 51, 356–365. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2014.09.023>
- Durell, P. (1741). *Plan and prospect of the Harbour Town & Castles of Carthagen / most humbly* (p. 1). <http://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb442267721>
- Ehler, C. N. (2018). Marine spatial planning. *Offshore Energy and Marine Spatial Planning*, 6–17. <https://doi.org/10.4324/9781315666877-2>
- Elliott, M., & Quintino, V. (2007). The Estuarine Quality Paradox, Environmental Homeostasis and the difficulty of detecting anthropogenic stress in naturally stressed areas. *Marine Pollution Bulletin*, 54(6), 640–645. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2007.02.003>
- Ercilla, G., Juan, C., Hernández-molina, F. J., Bruno, M., Estrada, F., Alonso, B., Casas, D., Llave, E., García, M., Vázquez, J. T., Acremont, E. D., Gorini, C., Palomino, D., Valencia, J., El, B., & Ammar, A. (2016). Significance of bottom currents in deep-sea morphodynamics: An example from the Alboran Sea. *Marine Geology*, 378, 157–170. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2015.09.007>
- Fernandez-González, F. (2009). *The Spanish Regulations for Shipbuilding (Ordenanzas) of the Seventeenth Century*. 1–26. https://www.researchgate.net/publication/38279686_The_Spanish_Regulations_for_Shipbuilding_Ordenanzas_of_the_Seventeenth_Century
- Fossati, M., & Piedra-Cueva, I. (2013). A 3D hydrodynamic numerical model of the Río de la Plata and Montevideo's coastal zone. *Applied Mathematical Modelling*, 37(3), 1310–1332. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2012.04.010>
- Franco-Herrera, A., & Torres-Sierra, E. A. (2007). Colombiano Phytoplankton Community in the Upwelling Event Off Central Colombian Caribbean Sea. *Actualidad y Divulgación Científica*, 10(1), 159–172.
- Franco Arias, D. A., Restrepo López, J. C., Sanabria Ruíz., N. Y., & Gutiérrez, J. C. (2013). Caracterización y distribución de facies sedimentarias en la bahía de cartagena, Colombia. *Boletín de Geología*, 35(1), 43–53.
- Frigerio, A. (2013). The Underwater Cultural Heritage: a Comparative Analysis of International Perspectives, Laws and Methods of Management [IMT Institute for Advanced Studies, Lucca]. In *PhD Program in MDCH* (Vol. 53, Issue 1). http://ir.obihiro.ac.jp/dspace/handle/10322/3933%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.jag.2018.07.004%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41598-018-25369-w%0Ahttps://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/MT_Globalization_Report_
- García-Castrillo, G., Lanuza Alonso, P., & López García, P. (2003). El entorno marino de los restos arqueológicos. *Monte Buciero*, 9, 95–108.
- García, C. (2001). Historias arqueológicas bajo el mar. *Revista de Antropología y Arqueología*, 13, 183–199.
- Gavilán Murcia, M. M., Cañón Páez, M. L., & Tous Herazo, G. (2005). Comunidad fitoplanctónica en la Bahía de Cartagena y en aguas de lastre de buques de tráfico internacional. *Boletín Científico CIOH*, 23, 60–75. <https://doi.org/10.26640/22159045.139>
- Gibbs, M. (2006). Cultural site formation processes in maritime archaeology:

- Disaster response, salvage and Muckelroy 30 years on. *International Journal of Nautical Archaeology*, 35(1), 4–19. <https://doi.org/10.1111/j.1095-9270.2006.00088.x>
- Gómez Pretelt, W., & Carvajal Díaz, A. F. (2011). Estrategia para la defensa y ubicación de las fortificaciones de la plaza fuerte de cartagena de indias en el siglo xviii a partir de condiciones océano-atmósfera y variaciones morfológicas en la línea de costa. *Saber, Ciencia y Libertad*, 6(2), 179–192. <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2011v6n2.2506>
- Grisales, C., Salgado, J., & Morales, J. (2014). Cartagena (Caribe colombiano) basado en la medición de parámetros oceanográficos. *Boletín Científico CIOH*, 32(2014), 47–70.
- Grosso, M. (2006). *Arqueología de naufragios Estudio de procesos de formación naturales en el sitio HMS Swift (Puerto Deseado, Santa Cruz)*. Universidad de Buenos Aires.
- Grosso, M. (2014). Post-depositional processes studies of wooden artifacts from the 18th century Swift shipwreck site (Patagonia, Argentina). *Intersecciones En Antropología*, 15, 55–69.
- Guzmán-Martínez, R., Quintana-Saavedra, D. ., & Andrade, C. A. (2022). On the discovery of a submerged structure related to Fort San Matias in the bay of Cartagena de Indias. *Peer View*.
- Harkin, D., Davies, M., Hyslop, E., Fluck, H., Wiggins, M., Merritt, O., Barker, L., Deery, M., McNeary, R., & Westley, K. (2020). Impacts of climate change on cultural heritage. *Marine Climate Change Impacts Partnership*, 16(02), 24–39. <https://doi.org/http:10.14465/2020.arc26.che>
- Herrández-Ayón, J., Zirino, A., Marinone, S. G., Canino-Herrera, R., & Galindo-Bect, M. S. (2003). Relación pH-densidad en el agua de mar. *Ciencias Marinas*, 29(4), 497–508. <https://doi.org/10.7773/cm.v29i4.166>
- Hinga, K. R. (2002). Effects of pH on coastal marine phytoplankton. *Marine Ecology Progress Series*, 238, 281–300. <https://doi.org/10.3354/meps238281>
- Hormaechea, C., Rivera, I., & Derqui, M. (2018). *Los barcos oceánicos del Atlántico ibérico en los siglos XVI y XVII: Tomo I (de III)*.
- Hu, X., & Cai, W. J. (2013). Estuarine acidification and minimum buffer zone - A conceptual study. *Geophysical Research Letters*, 40(19), 5176–5181. <https://doi.org/10.1002/grl.51000>
- Instituto de Historia y Cultura Naval. (2021). La Guerra en las Indias 1728-174. In *La Guerra en las Indias* (capítulo V, pp. 242–279). https://armada.defensa.gob.es/html/historiaarmada/tomo6/tomo_06_16.pdf
- IOC-UNESCO. (2017). Joint Roadmap to accelerate Maritime/Marine Spatial Planning processes worldwide (MSP). *2nd International Conference on Marine/Maritime Spatial Planning*, 5.
- IOC-UNESCO a. Marine Spatial Planning. (2022). Available online: <https://www.mspglobal2030.org/es/msp-roadmap/la-pem-en-el-mundo/> (accessed on 23 February 2023)

- IOC-UNESCO b. Marine Spatial Planning. (2022). Available online: <https://www.mspglobal2030.org/es/msp-roadmap/la-pem-en-el-mundo/americas/colombia/> (accessed on 23 February 2023).
- Jigena, B., Berrocoso, M., Torrecillas, C., Vidal, J., Barbero, I., & Fernandez-Ros, A. (2016). Determination of an experimental geoid at Deception Island, South Shetland Islands, Antarctica. *Antarctic Science*, 28(4), 277–292. <https://doi.org/10.1017/S0954102015000681>
- Jimena, P., & López, M. (2016). *Integrated Risk Assessment for Cultural Heritage Sites: a holistic support tool for decision-making PhD. Program in Management and Development of Cultural Heritage XXVI Cycle.*
- Jones, J. E. (2018). Management of Beached Shipwreck Archaeological Sites: Defining Stability. *Conservation and Management of Archaeological Sites*, 20(3), 143–164. <https://doi.org/10.1080/13505033.2018.1513297>
- Jones, J. J. (2016). Sea Ports and Sea Power: African Maritime Cultural Landscapes. In H. Lynn (Ed.), *Springer briefs in archaeology. Sea Ports and Sea Power African Maritime Cultural Landscapes* (p. 125). SpringerBriefs in Archaeology. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-46985-0>
- Kaselowski, T., & Adams, J. B. (2013). *Not so pristine – characterising the physico-chemical conditions of an undescribed temporarily open / closed estuary.* 39(5), 627–636.
- Keith. (2016). *Site Formation Processes of submerged shipwrecks.* <https://eds-b-ebscobhost-com.ezproxy.javeriana.edu.co/eds/results?vid=1&sid=e2b1f213-0dc7-40b7-a1e7-4ca2d44f89e0%40pdc-v-sessmgr04&bquery=Archaeological+analysis+of+submerged+sites+on+the+gulf+of+Mexico+outer+continental+shelf.&bdata=JmNsaTA9RIQxJmNsdjA9WS>
- Khakzad, S., & Van Balen, K. (2012). Complications and effectiveness of in situ preservation methods for underwater cultural heritage sites. *Conservation and Management of Archaeological Sites*, 14(1–4), 469–478. <https://doi.org/10.1179/1350503312Z.00000000040>
- Laws, W. (1741). *A new plan of the harbour, city and forts of Cartagena; with the progress of the Brettish fleet in the several stations & attack from the 4the. of march 1741 the 1st. april when capt. Laws came away. Sent over by Mr. Richardson form on board the Norfolk.* <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b53122178n/f1.item.zoom#>
- Lerma, A., Yves François, T., Durand, P., Torres, R., & Andrade, C. A. (2008). Boletín científico CIOH. *Boletín Científico CIOH*, 26, 72–85. <https://doi.org/https://doi.org/10.26640/22159045.186>
- Lonin, S., & Giraldo, L. (1996). Influencia de los efectos térmicos en la circulación de la bahía interna de Cartagena. *Boletín Científico CIOH*, 17, 47–56. https://www.cioh.org.co/dev/publicaciones/resumboletin/b17_dev.php
- Luengo, P. (2016). Technical transfer and the natural environment : inland canals in América. In S. P. Cambrigde (Ed.), *From Colonies to Countries in the North Caribbean : Military Engineers in the Development of Cities and Territories* (p. 16).
- Lumb, A., Halliwell, D., & Sharma, T. (2006). Application of CCME water quality

- index to monitor water quality: A case of the Mackenzie River Basin, Canada. *Environmental Monitoring and Assessment*, 113(1–3), 411–429. <https://doi.org/10.1007/s10661-005-9092-6>
- Maarleveld, T., Guérin, U., & Egger, B. (2013). *Manual para actividades dirigidas al Patrimonio Cultural Subacuático*.
- MacCready, P., & Geyer, W. R. (2010). Advances in estuarine physics. *Annual Review of Marine Science*, 2(1), 35–58. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-120308-081015>
- MacKintosh, R. (2019). Capacity in Maritime Archaeology: A Framework for Analysis. *Journal of Maritime Archaeology*, 14(3), 391–408. <https://doi.org/10.1007/s11457-019-09245-w>
- Manders, M.R. & Al-Hamdani, Z. (2011). *Guidelines for Protection of Submerged Wooden Cultural Heritage 2011*.
- Marriaga, L., & Echeverry, J. (2011). Análisis de la evolución del fondo marino y cambio en la línea de costa, canal del dique. *Boletín Científico CIOH*, 29, 158–178. <https://ojs.dimar.mil.co/index.php/CIOH/article/view/238/161>
- Martínez Alcalde, M., García Cano, J. M., Blázquez Pérez, J., & Sanmartín, A. I. (2017). *MAZARRÓN II Contexto, viabilidad y perspectivas del barco B-2 de la bahía de Mazarrón*. Editores. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=726460>
- Masunaga, H., & L'Ecuyer, T. S. (2011). Equatorial asymmetry of the east Pacific ITCZ: Observational constraints on the underlying processes. *Journal of Climate*, 24(6), 1784–1800. <https://doi.org/10.1175/2010JCLI3854.1>
- Mattei, G., Rizzo, A., Anfuso, G., Aucelli, P. P. C., & Gracia, F. J. (2019). A tool for evaluating the archaeological heritage vulnerability to coastal processes: The case study of Naples Gulf (southern Italy). *Ocean and Coastal Management*, 179. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104876>
- Maza, M., Voulgaris, G., & Subrahmanyam, B. (2006). Subtidal inner shelf currents off Cartagena de Indias, Caribbean coast of Colombia. *Geophysical Research Letters*, 33(September), 1–5. <https://doi.org/10.1029/2006GL027324>
- McCarthy, M. (2015). Exploration of iron, steel and steam shipwrecks in Australia. In *Shipwrecks around the world* (Issue January 2015).
- Menna, F., Agrafiotis, P., & Georgopoulos, A. (2018). State of the art and applications in archaeological underwater 3D recording and mapping. *Journal of Cultural Heritage*, 33, 231–248. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.02.017>
- Mincultura. (2013). *Ley 1675 de 2013*. Ley 1675 de 2013. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=53986
- Mincultura. (2015). *Departamento Administrativo de la Función Pública Decreto 1080 de 2015 Sector Cultura1EVA - Gestor Normativo*. Departamento Administrativo de La Función Pública Decreto 1080 de 2015 Sector Cultura1EVA - Gestor Normativo. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=76833
- Mincultura. (2022). *Decreto 204 de 2022*. Decreto 204 de 2022. <https://www.suin->

- juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=30043888
- Miranda, L. B. De, Pinhero, F., Kjerfve, B., & Mendes de Castro, B. (2017). Ocean Engineering & Oceanography. In U. Manhar R. Dhanak, Atlantic University SeaTech, Dania Beach & U. Nikolas I. Xiros, New Orleans (Eds.), *Fundamentals of Estuarine Physical Oceanography* (p. 85). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-3041-3>
- Mogollón, J. (2013). *El canal del Dique, historia de un desastre ambiental*. (El Áncora Editores (ed.)).
- Mogollón, J. (2019). El dique en el siglo XIX: Del Canal de Totten al ferrocarril Cartagena-Calamar. *Economía & Región*, 6(1), 171-196. <https://revistas.utb.edu.co/index.php/economiayregion/article/view/138>
- Molares Babra, R. J. (2004). Clasificación e identificación de las componentes de marea del Caribe colombiano. *Boletín Científico CIOH*, 22, 105–114. https://doi.org/10.26640/01200542.22.105_114
- Molares, & Mestres, M. (2012). La influencia de la descarga del Canal del Dique en los niveles del mar de la Bahía de Cartagena-Colombia. *Boletín Científico CIOH*, 30, 13–28. <https://doi.org/10.26640/22159045.240>
- Molina, A., Duque, G., & Cogua, P. (2020). Influences of environmental estuary. *Marine Biodiversity*, 50(5), 13. <https://link-springer-com.ezproxy.javeriana.edu.co/article/10.1007/s12526-019-01023-0>
- Montagna, P. A., Hu, X., Palmer, T. A., & Wetz, M. (2018). Effect of hydrological variability on the biogeochemistry of estuaries across a regional climatic gradient. *Limnology and Oceanography*, 63(6), 2465–2478. <https://doi.org/10.1002/lno.10953>
- Muckelroy, K. (1980). Maritime archaeology: Keith Muckelroy. *Journal of Historical Geography*, 6(2), 239. [https://doi.org/10.1016/0305-7488\(80\)90144-9](https://doi.org/10.1016/0305-7488(80)90144-9)
- Murcia-Gavilan, M., Paez- Cañon, M., & Tous, G. (2005). Gavilán, M Cañón, M Tous, G. *Boletín Científico - CIOH*, 75(23), 60–75.
- Nieto, S., & Ruiz, J. A. (2016). *Descripción preliminar de la biota asociada al naufragio San Felipe en la bahía de Cartagena (Colombia), y su uso potencial en la datación del hundimiento*.
- NSW. (1996). *Archaeological-assessments-guidelines*.
- Núñez, E. A., Pandozi, J. R., & Llabrés, S. M. (2016). *Investigación y gestión del patrimonio cultural subacuático en las islas Baleares: la carta arqueológica subacuática de Formentera y el pecio romano de Porto Cristo*. <http://hdl.handle.net/10498/18446>
- O'Shea, J. (2002). The archaeology of scattered wreck-sites: formation processes and shallow water archaeology in western Lake Huron. *The International Journal of Nautical Archaeology*, 31(2), 211–227. <https://doi.org/10.1006/ijna.2002.1044>
- Ocean, D., Archaeological, M., & Plan, P. (2005). HMS Sussex. Deep Ocean Marine Archaeological Project Plan. *Odyssey*, 88. <http://www.shipwreck.net>
- Ødegård, Ø., Sørensen, A. J., Hansen, R. E., & Ludvigsen, M. (2016). A new method for underwater archaeological surveying using sensors and unmanned platforms. *IFAC-PapersOnLine*, 49(23), 486–493.

- <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.10.453>
- Orejarena-Rondón, A. F., Otero-Díaz, L. J., Restrepo L., J. C., Ramos de la Hoz, I. M., & Marriaga-Rocha, L. (2018). Methodology for determining the mean and extreme sea level regimes (Astronomical and meteorological tides) considering scarce records in microtidal zones: Colombian Caribbean case. *DYNA (Colombia)*, 85(205), 274–283. <https://doi.org/10.15446/dyna.v85n205.70677>
- Orejarena-rondón, A. F., Sayol, J. M., Marcos, M., Otero, L., Restrepo, J. C., Hernández-carrasco, I., & Orfila, A. (2019). *Coastal Impacts Driven by Sea-Level Rise in Cartagena de Indias*. 6(October). <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00614>
- Osorio-Granada, A. M., Jigena-Antelo, B., Vidal Pérez, J. M., Hernández-Pardo, O., León-Rincón, H., & Muñoz-Pérez, J. J. (2022). Potential fields modeling for the Cayos Basin (Western Caribbean Plate): Implications in basin crustal structure. *Marine Geology*, 449. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2022.106819>
- Oxley, I. (2001). Towards the integrated management of scotland's cultural heritage: Examining historic shipwrecks as marine environmental resources. *World Archaeology*, 32(3), 413–426. <https://doi.org/10.1080/00438240120048716>
- Oxley, L., & Keith, M. (2016). Introduction: site formation processes of submerged shipwrecks. In M. E. Keith (Ed.), *Site Formation Processes of Submerged shipwrecks* (p. 13). University of Florida.
- Pagliardini, J. L., Gómez A., M. A., Gutiérrez T., H., Zapata D., S. I., Jurado R., A., Garray T., J. A., & Vernet, G. (1982). Síntesis del proyecto Bahía de Cartagena. *Boletín Científico CIOH*, 4, 49–110. <https://doi.org/10.26640/22159045.14>
- Paiva, B. P., Siegle, E., & Schettini, C. A. F. (2020). Channel curvature effects on estuarine circulation in a highly stratified tropical estuary: The São Francisco river estuary (Brazil). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 238(March). <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.106723>
- Papageorgiou, M. (2018). Underwater cultural heritage facing maritime spatial planning: Legislative and technical issues. *Ocean and Coastal Management*, 165(August), 195–202. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.08.032>
- Parr, R. (1741). *A new and correct plan of the harbour of Carthage in America / by Pet Th. Bowles*. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b530650731/f1.item.r=Cathagene.zoom#>
- Parrent, J. (1983). *The conservation of waterlogged wood using sucrose* [Nautical Archaeology Home]. <https://nautarch.tamu.edu/academic/alum.htm>
- Pasquaud, S., Vasconcelos, R., Franca, S., Henriques, S., M, C., & Cabral, H. (2015). Worldwide patterns of fish biodiversity estuaries: effect of global vs, local factors. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 154, 122–128.
- Peacock, E. E. (1996). Biodegradation and characterization of water-degraded archaeological textiles created for conservation research. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 38(1), 49–59. [https://doi.org/10.1016/S0964-8305\(96\)00023-6](https://doi.org/10.1016/S0964-8305(96)00023-6)
- Pearson, C. (1987). *Conservation of marine archaeological objects p195* (p. 154).

- Peñaflores-Ramírez, N. (2008). *El patrimonio cultural sumergido: Un modelo metodológico La Sonda o Banco de Campeche* (Instituto Nacional de Antropología e Historia (ed.); Vol. 523).
- Quinn. (2006). The role of scour in shipwreck site formation processes and the preservation of wreck-associated scour ... record e evidence from seabed and sub-surface data. *Journal of Archaeological Science*, 33, 1419–1432. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2006.01.011>
- Quinn, Bull, J. ., Dix, J. ., & Adams, J. (1997). The Mary Rose site - Geophysical evidence for palaeo-scour marks. *International Journal of Nautical Archaeology*, 26, 3–16. <https://doi.org/10.1111/j.1095-9270.1997.tb01309.x>
- Quinn, R., & Boland, D. (2010). The role of time-lapse bathymetric surveys in assessing morphological change at shipwreck sites. *Journal of Archaeological Science*. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.07.005>
- Quintana-Saavedra, D. M., Andrade-Amaya, C. A., Guzmán-Martínez, R. A., Torres-Parra, R., & Prada-Rueda, P. (2022). Characterization of four shipwrecks from 1741 in Cartagena Bay. *International Hydrographic Review*, 27, 55–74. <https://ihr.iho.int/issue-archive/>
- Quintero-Saravia, G. (2002). Reporte conquistador. In E. Planeta (Ed.), *Don Blas de Lezo - Defensor de Cartagena de Indias. Biografía*, (p. 306).
- Rangel G., L., & Vidal V., L. (2008). Fitoplancton nocivo y tóxico presente en las aguas de lastre de los buques que arriban al puerto de Santa Marta, Caribe colombiano. *Boletín Científico CIOH*, 186(26), 179–186. <https://doi.org/10.26640/22159045.194>
- Restrepo, J. C., Franco, D., Escobar, J., Correa, I. D., Otero, L., & Gutierrez, J. (2013). Bahía de Cartagena (Colombia): distribución de sedimentos superficiales y ambientes sedimentarios. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(1), 99–112. <https://doi.org/10.3856/vol41-issue1-fulltext-8>
- Restrepo, J. D., Escobar, R., & Tomic, M. (2018). Fluvial fluxes from the Magdalena River into Cartagena Bay, Caribbean Colombia: Trends, future scenarios, and connections with upstream human impacts. *Geomorphology*, 302, 92–105. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.11.007>
- Restrepo, J. D., Park, E., Aquino, S., & Latrubesse, E. M. (2016). Coral reefs chronically exposed to river sediment plumes in the southwestern Caribbean: Rosario Islands, Colombia. *Science of The Total Environment*, 553, 316–329. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.02.140>
- Restrepo, J., Escobar, J., Otero, L., Franco, Di., Pierini, J., & Correa, I. (2017). Factors Influencing the Distribution and Characteristics of Surface Sediment in the Bay of Cartagena, Colombia. *Journal of Coastal Research*, 33(1), 135–148. <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-15-00185.1>
- Richards, V. (2011). In-situ preservation—application of a process-based approach to the management of underwater cultural heritage. *Proceedings of the Asia-Pacific Regional Conference on Underwater Cultural Heritage (8-12 Noviembre 2011, Manila, Filipinas)*. *Manila: Asian Academy for Heritage Management*, 769–785.

- <http://www.themua.org/collections/files/original/8de7b2c59bbd77eab07b3961b1c15b02.pdf>
file:///C:/Users/DGMac/OneDrive/Documents/AAA
Phd/Bibliographic Downloads/8de7b2c59bbd77eab07b3961b1c15b02 (1).pdf
- Riera, C., Aguilar, C., & Cabrera, C. (2016). Studying the Cannons of *Punta Santa Anna*, Spain: *In Situ* Conservation, Promoting Public Access, and Monitoring Iron Corrosion. *Conservation and Management of Archaeological Sites*, 18(1–3), 353–363. <https://doi.org/10.1080/13505033.2016.1182774>
- Riley, J., & Skirrow, G. (1975). Chemical oceanography. In *Limnology and oceanography* (pp. 345–347). Academic Press.
- Rodriguez Mendoza, B. (2008). The spanish navy and the ordenanzas of 1607, 1613, and 1618. In F. V. de Castro & K. Custer (Eds.), *A Group for the Study of Iberian Seafaring* (Caleidoscó, Vol. 1697, Issue January 2008, pp. 7–22).
- Rosato, V., & Traversa, L. (2017). *Bioalteración, protección y conservación de maderas* (L. de entrenamiento multidisciplinario para la investigación Tecnológica (ed.)). Publicaciones Científicas y Tecnológicas.
- Rueda-Bayona, J. G. (2010). *Estudio de la hidrodinámica y sus mecanismos forzadores en la Bahía de Cartagena*. June. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4601.5605>
- Seers, B. M., & Shears, N. T. (2015). Spatio-temporal patterns in coastal turbidity - Long-term trends and drivers of variation across an estuarine-open coast gradient. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 154(March 2015), 137–151. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2014.12.018>
- Serrano-Alvarez, J. (2019). Élités y política en el astillero de la habana durante el siglo XVIII. In *Obradoiro de Historia Moderna* (Vol. 28). <https://doi.org/10.15304/ohm.28.5893>
- Sesana, E., Gagnon, A. S., Bertolin, C., & Hughes, J. (2018). Adapting cultural heritage to climate change risks: Perspectives of cultural heritage experts in europe. *Geosciences (Switzerland)*, 8(8), 1–24. <https://doi.org/10.3390/geosciences8080305>
- Sheaves, M, Johnston, R., Johnson, A., Baker, R., & Connolly, R. (2013). Nursery Function Drives Temporal Patterns in Fish Assemblage Structure in Four Tropical Estuaries. *Estuaries and Coasts*, 36(5), 893–905. <https://doi.org/10.1007/s12237-013-9610-7>
- Sheaves, Marcus, & Johnston, R. (2009). Ecological drivers of spatial variability among fish fauna of 21 tropical Australian estuaries. *Marine Ecology Progress Series*, 385(November 2015), 245–260. <https://doi.org/10.3354/meps08040>
- Stewart, D. J. (1999). Formation Processes Affecting Submerged Archaeological Sites: An Overview. *Geoarchaeology - An International Journal*, 14(6), 565–587. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1520-6548\(199908\)14:6<565::AID-GEA5>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-6548(199908)14:6<565::AID-GEA5>3.0.CO;2-F)
- Suárez, F. (2015). Diario de lo acaecido en Cartagena de Indias desde el día 13 de marzo de 1741 hasta 20 de Mayo de 1741 del mismo año, que remite a S.M Don Blas de Lezo. Archivo del Museo Naval de Madrid. Ms. 1211. *Revista de Estudiantes de Historia*, 1(2), 116–135. <https://cienciashumanasyeconomicas.medellin.unal.edu.co/images/revista->

- quiron-pdf/edicion-2/7.TransFernandoSuarezSanchez.pdf
- Todoavante. (2021). *San Carlos* (1726). [https://www.todoavante.es/index.php?title=Carlos,_San_\(1726\)](https://www.todoavante.es/index.php?title=Carlos,_San_(1726))
- Todobabor. (2003). *Reporte Dragon*. <https://www.todoababor.es/listado/navio-dragon.htm>
- Torregroza-Espinosa, A. C., Restrepo, J. C., Correa-Metrio, A., Hoyos, N., Escobar, J., Pierini, J., & Martínez, J.-M. (2020). Fluvial and oceanographic influences on suspended sediment dispersal in the Magdalena River Estuary. *Journal of Marine Systems*, 204, 103282. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2019.103282>
- Torres-Parra, R. R., & Tsimplis, M. (2014). Sea level extremes in the Caribbean Sea. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 4714–4731. <https://doi.org/10.1002/2014JC009929>
- Torres Parra, R. R., Otero Díaz, L. J., Franco, F. A., & Rocha, L. M. (2008). Comportamiento del nivel del mar en el litoral Caribe colombiano. *Boletín Científico CIOH*, 21(26), 8–21. <https://doi.org/10.26640/22159045.172>
- Torres, R. R., & Tsimplis, M. N. (2011). Tides and long-term modulations in the Caribbean Sea. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 116(10), 1–19. <https://doi.org/10.1029/2011JC006973>
- Tosic, M., Lonin, S., & Izquierdo, A. (2019). Water and sediment quality in Cartagena Bay, Colombia: Seasonal variability and potential impacts of pollution. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*.
- Tosic, M., Martins, F., Lonin, S., Izquierdo, A., & Restrepo, J. D. (2019). A practical method for setting coastal water quality targets: Harmonization of land-based discharge limits with marine ecosystem thresholds. *Marine Policy*, 108, 103641. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.103641>
- Tosic, M., Restrepo, J. D., Izquierdo, A., Lonin, S., Martins, F., & Escobar, R. (2018). An integrated approach for the assessment of land-based pollution loads in the coastal zone. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 211, 217–226. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2017.08.035>
- Tosic, M., Restrepo, J. D., Lonin, S., Izquierdo, A., & Martins, F. (2019). Water and sediment quality in Cartagena Bay, Colombia: Seasonal variability and potential impacts of pollution. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 216, 187–203. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2017.08.013>
- Unesco. (2001). Actas sobre la Convención de la Unesco sobre la Protección del Patrimonio Cultural Subacuático. *Convención Sobre La Protección Del Patrimonio Cultural Subacuático*.
- Unesco. (2020). *Marine Spatial Planning Global 2030*. <http://mspedes.ioc-unesco.org/sobre-la-pem/datos-de-la-pem/>
- UNESCO. (2015). *Underwater cultural heritage in Latin America and the Caribbean*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000232319_eng
- Vargas Cuervo, G. (2021). Paleogeografía del canal y delta del Dique, Colombia. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 30(1), 239–256. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v30n1.82585>
- Vernette, G., Lesueur, P., & Klingebiel, A. (1984). Evolución morfológica y sedimentológica de la flecha litoral del Laguito, (Bahía de Cartagena -

- Colombia). *Boletín Científico CIOH*, 5(5), 3–23.
https://doi.org/10.26640/01200542.5.3_23
- Voulgaris, A., Mouratidis, C., & Vossinakis, A. (2019). Simulation and Analysis of Natural Seawater Chemical Reactions on the Antikythera Mechanism. *Journal of Coastal Research*, 35(5), 959. <https://doi.org/10.2112/jcoastres-d-18-00097.1>
- Ward, I. (1998). *Towards New Process-Oriented Models for Describing Wreck Disintegrationan Example Using the Pandora Wreck . December 2015*, 109–114.
- Ward, I. A. K., Larcombe, P., & Veth, P. (1999). A new process-based model for wreck site formation. *Journal of Archaeological Science*, 26(5), 561–570. <https://doi.org/10.1006/jasc.1998.0331>
- Werz, B. E. J. S., & Seemann, U. A. (1993). Organic Materials from Wet Archaeological Sites: The Conservation of Waterlogged Wood. *The South African Archaeological Bulletin*, 48(157), 37. <https://doi.org/10.2307/3888875>
- Westley, K., Plets, R., Quinn, R., McGonigle, C., Sacchetti, F., Dale, M., McNeary, R., & Clements, A. (2019). Optimising protocols for high-definition imaging of historic shipwrecks using multibeam echosounder. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 3629–3645. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00831-6>
- Wheeler, A. J. (2002). Environmental controls on shipwreck preservation: The Irish context. *Journal of Archaeological Science*, 29(10), 1149–1159. <https://doi.org/10.1006/jasc.2001.0762>
- Whitfield, A. K., Elliott, M., Basset, A., Blaber, S. J. ., & West, R. J. (2012). Paradigms in estuarine ecology - A review of the Remane diagram with a suggested revised model for estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 97, 78–90. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2011.11.026>
- Wiedemann, H. U. (1973). Reconnaissance of the Ciénaga Grande De Santa Marta, Colombia: Physical Parameters and Geological History. In *Bulletin of Marine and Coastal Research* (Vol. 7). <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.1973.7.0.549>
- Yao, H., & Hu, X. (2017). Responses of carbonate system and CO₂ flux to extended drought and intense flooding in a semiarid subtropical estuary. *Limnology and Oceanography*, 62, S112–S130. <https://doi.org/10.1002/lno.10646>