

## Caracterización ambiental del ecosistema marino-costero bahía de Guantánamo en Cuba

### Environmental characterization of the marine-coastal ecosystem of Guantánamo Bay in Cuba

Anielis García González <sup>1\*</sup>, Liliana María Gómez Luna <sup>2</sup>, Yinet Marzo Manuel <sup>3</sup>, Esvillem Ferrer Pozo <sup>4</sup>

<sup>1</sup>Subdelegación de Medio Ambiente, Delegación Territorial CITMA, Guantánamo, Cuba; [annelis1975@gmail.com](mailto:annelis1975@gmail.com). ORCID (<https://orcid.org/0000-0001-8293-3960>)

<sup>2</sup>Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA). Universidad de Oriente. Laboratorio de Ecotoxicología y Servicios Ambientales. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1282-3392>

<sup>3</sup>Empresa de Aprovechamiento Hidráulico. Guantánamo. ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6605-5838>

<sup>4</sup>Delegación Provincial de Recursos Hidráulicos, Guantánamo. ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1011-7424>

\* Correspondence: [annelis1975@gmail.com](mailto:annelis1975@gmail.com); Tel.: + 53 53210655

DOI: 10.70373/RB/2024.09.03.8

---

#### Resumen

Se presenta un diagnóstico de la situación ambiental actual de la Bahía de Guantánamo, Cuba y sus áreas de influencia, considerando el análisis de las principales características, problemas, conflictos, impactos ambientales y temas claves de gestión. Se utilizaron diagnósticos situacionales con un enfoque de gestión de riesgos, aplicando la metodología del estudio de escenarios previos al desastre. Se describieron los usos, recursos y acciones modificadoras del ecosistema; se desarrolló el modelo de taxonomía de los usos de la bahía y se desarrollaron matrices cualitativas de interacción e impacto. En la bahía confluyen múltiples conflictos, el escenario de gestión es complejo debido a los conflictos jurisdiccionales, que dividen el ecosistema en dos lóbulos: el externo, bajo jurisdicción norteamericana, y el lóbulo interno, que corresponde a jurisdicción cubana, separados por una barrera física. Este hecho confiere singularidad al ecosistema y su gestión, pero también una vulnerabilidad ambiental, y la imposibilidad de un análisis integral. La contaminación es un tema clave en el lóbulo interno del ecosistema. En esta zona existen conflictos de intereses y vacíos de información científica, lo que limita el manejo del ecosistema. Se identificaron los principales impactos; principalmente asociado a la contaminación del agua, siendo relevante la alta vulnerabilidad social, demostrando que las acciones humanas a nivel de cuenca influyen negativamente en la integridad del ecosistema.

Palabras clave: gestión costera; conflictos; calidad ambiental

## Abstract

A diagnosis of the current environmental situation of Guantánamo Bay, Cuba and its influences areas is presented, considering the analysis of the main characteristics, problems, conflicts, environmental impacts and key management issues. Situational diagnoses were used with a risk management approach, applying the pre-disaster scenario study's methodology. The uses, resources and modifying actions on the ecosystem were described; developing the taxonomy model of the bay uses, and qualitative interaction and impact matrices were developed. Into the bay multiple conflicts converge, the management scenario is complex due to the jurisdictional conflicts, which divide the ecosystem in to lobes: the external one under North American jurisdiction and internal lobe, which correspond to Cuban jurisdiction, separated by a physical barrier. This fact gives uniqueness to the ecosystem and its management, but also an environmental vulnerability, and the impossibility of integral analysis. The contamination is a key issue in the internal lobe of the ecosystem. In this zone, there are conflicts of interest and scientific information gaps, which limits the ecosystem management. The main impacts were identified; mainly associate to water contamination, being relevant the high social vulnerability, demonstrating that human actions at the basin level influence negatively in the ecosystem integrity.

**Keywords:** coastal management; conflicts; environmental quality

---

## Introduction

El aumento de las amenazas y los riesgos relacionados con el cambio climático, convierten las áreas costeras en zonas altamente vulnerables bajo los perfiles tanto socio-económicos como físicos – naturales (1,2). Debido a su dinamismo, papel socio-económico estratégico, variedad de usos y presiones, y problemas como el nivel de contaminación, la pérdida de la biodiversidad (3), los cambios de uso de suelo, la deforestación, sobreexplotación de recursos, introducción de especies exóticas invasoras, destrucción o fragmentación de hábitats (arrecifes, pastos marinos, manglares, humedales, vegetación hidrófila y dunas) (4) las bahías son ecosistemas costeros muy vulnerables. Estas ocupan un lugar especial, en términos de desarrollo, y están sometidas a un acelerado ritmo de deterioro (5, 6).

Entre las bahías priorizadas de Cuba, por su importancia socioeconómica y ambiental se encuentra la bahía de Guantánamo; una de las más grandes de la región, con un área total de 122 km<sup>2</sup>, de los cuales 59 km<sup>2</sup> corresponden a los lóbulos interiores, bajo jurisdicción cubana (7). Este ecosistema localizado en la costa suroriental de Cuba presenta características ecológicas y geográficas únicas, y un mosaico de hábitats relativamente extensos, entre los que destacan manglares, pastizales y arrecifes de coral. Debido a sus múltiples conflictos, incluido el jurisdiccional, esta es una zona especial, ocupada

parcialmente por una base militar de los Estados Unidos de América (EUA), lo que, sin dudas, tiene implicaciones en su manejo.

Los problemas ambientales que hoy presenta la bahía de Guantánamo, en su mayoría provienen de las actividades y presiones humanas, además de la incidencia de los fenómenos naturales. Además, es relevante el enfoque integrador del manejo de zonas costeras y de cuencas, por su interdependencia y, en este caso específico, la influencia de los procesos de la cuenca hidrográfica, de primer orden, Guantánamo-Guaso y otras cuencas de 2<sup>do</sup> orden como Hondo y Seco (8) es relevante en términos causales, asociado a su gran deterioro.

El objetivo de la investigación fue caracterizar la situación ambiental actual que presenta el ecosistema marino costero bahía de Guantánamo (lóbulos interiores), con la integración de categorías de riesgo, análisis de los problemas e impactos ambientales, conflictos, vulnerabilidades, amenazas y asuntos claves de manejo.

---

## Materials and methods

### Tipo de estudio y referentes teóricos

Se realizó un estudio exploratorio y de intervención, en el período comprendido entre septiembre de 2017 y diciembre de 2023, para evaluar los principales impactos de la contaminación ambiental en la bahía de Guantánamo, considerando análisis previos de la calidad del agua, así como aspectos sociodemográficos, económicos y ambientales de los lóbulos interiores (jurisdicción cubana).

El referente metodológico asumido en la investigación fue el propuesto por Gómez et. al, 2020 (9) modificado; siguiendo los pasos recomendados por la metodología de Manejo Integrado de Zonas Costeras de Colombia (COLMIZC) (10), a partir de la cual se toman las etapas de preparación, caracterización (general) y diagnóstico (socio-ambiental) del área; las que corresponden, a su vez con la etapa 1 propuesta por el Grupo de Expertos sobre los aspectos científicos para la protección ambiental marina (GESAMP) (11, 12). Se consideró además el enfoque desde las políticas públicas a la gestión de costas y mares a partir del llamado Decálogo para la Gestión Integrada de Zonas Costeras (GIZC) desarrollado por Barragán, aplicado al contexto cubano (13).

Se incluye el análisis previo de los problemas ambientales y conflictos, y la elaboración de matrices de interacción e impactos (14). Se consideran las dimensiones ambiental, sociocultural, económica-productiva y física a nivel local, municipal, territorial, provincial y nacional, así como las amenazas reales y los impulsores de riesgos (Figura 1).

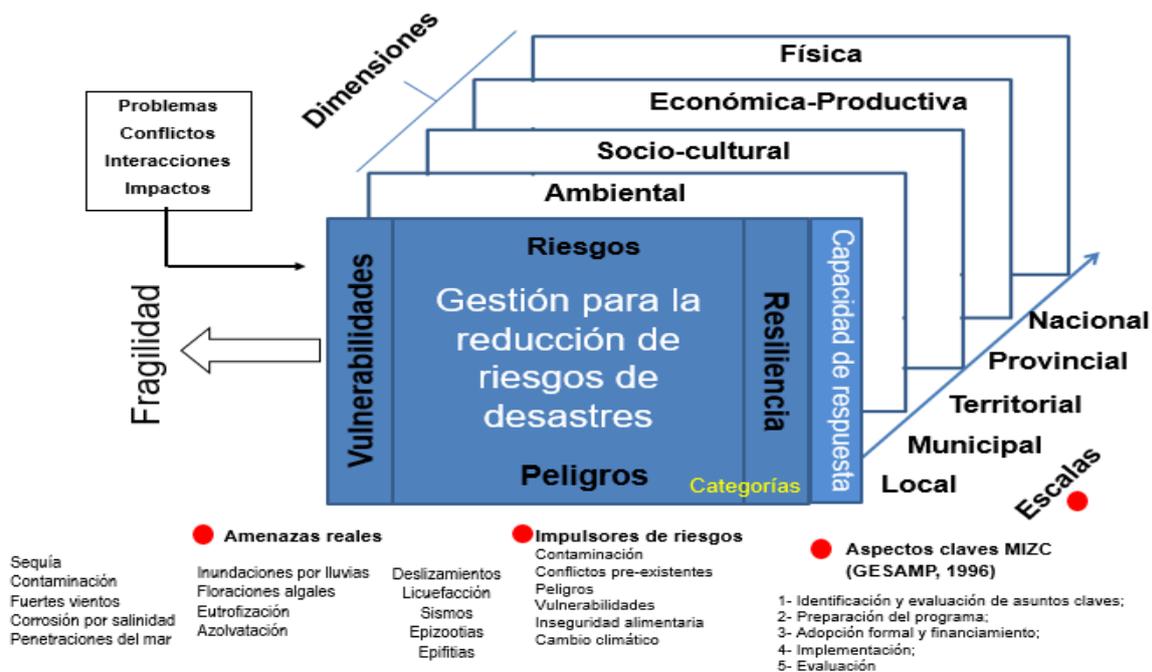


Figura 1. Categorías, dimensiones y escalas en el proceso de gestión para la reducción de riesgos de desastres (Modificado a partir de Gómez et. al, 2020) (9).

**Ubicación, delimitación y descripción del área de estudio**

La bahía de Guantánamo constituye el accidente geográfico más importante de la provincia homónima y de la costa sur oriental de Cuba. Limita al Norte con las terrazas aluviales de los ríos Guaso y Hondo, al Sur con el Mar Caribe, al Este con las alturas de Boquerón y al Oeste con las alturas de Hatibonico (15). El ecosistema tiene un largo y un ancho máximos de 20 y 9 km, respectivamente (16); su relieve submarino presenta una profundidad estimada de 60 m aproximadamente en la entrada, y luego asciende abruptamente hasta los 14 m de profundidad, para después elevarse con una pendiente suave.

En la jurisdicción cubana la mayor profundidad es de 12,8 m, la que disminuye de forma progresiva hacia el N, en dirección a las ensenadas de Joa y Cerro Guayabo, en las que el relieve es aplacerado (17). El ecosistema tiene en general, características naturales especiales que le confieren valores excepcionales debido a su profundidad, seguridad y capacidad para recibir grandes flotas (18).

Para la delimitación del área estudio se utilizó el Decreto- Ley no. 77 “De Costas” del año 2023 (19); el cual establece las disposiciones para la delimitación, protección y uso sostenible de la zona costera y su zona de protección, conforme a los principios del manejo integrado, entendida ésta como la franja marítimo-terrestre de ancho variable, donde se produce la interacción de la tierra, el mar y la atmósfera, mediante procesos naturales. En la misma se desarrollan formas exclusivas de ecosistemas frágiles y se manifiestan relaciones particulares económicas, sociales, ambientales y culturales (19).

Los límites del área de estudio se establecieron atendiendo a la estructura y configuración de los distintos tipos de costas que la conforman. Costa baja de manglar: con un límite hacia tierra dado por la penetración máxima del bosque de mangle. En el caso de las playas, el límite establecido fue la línea ubicada a 40 m hacia tierra, medidos a partir del inicio de la franja de vegetación natural consolidada más próxima al mar; para la desembocadura de los ríos (Guantánamo, Guaso, Hondo y Seco) la zona costera se extendió trescientos metros en línea recta hacia tierra. Se consideraron, además, los límites en la costa acantilada, cuya cima no está afectada por las marejadas o penetraciones del mar, estableciendo 20 metros hacia tierra (Figura 2).

Para la confección de los esquemas de representación se utilizó el Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcGis Versión 10.2, con una escala de 1: 200 000 de las capas cartográficas elaboradas por el Grupo Empresarial GEOCUBA (relieve, asentamientos humanos, división político-administrativa y línea de costa), según Proyección Cónica Conforme de Lambert- Cuba Sur.

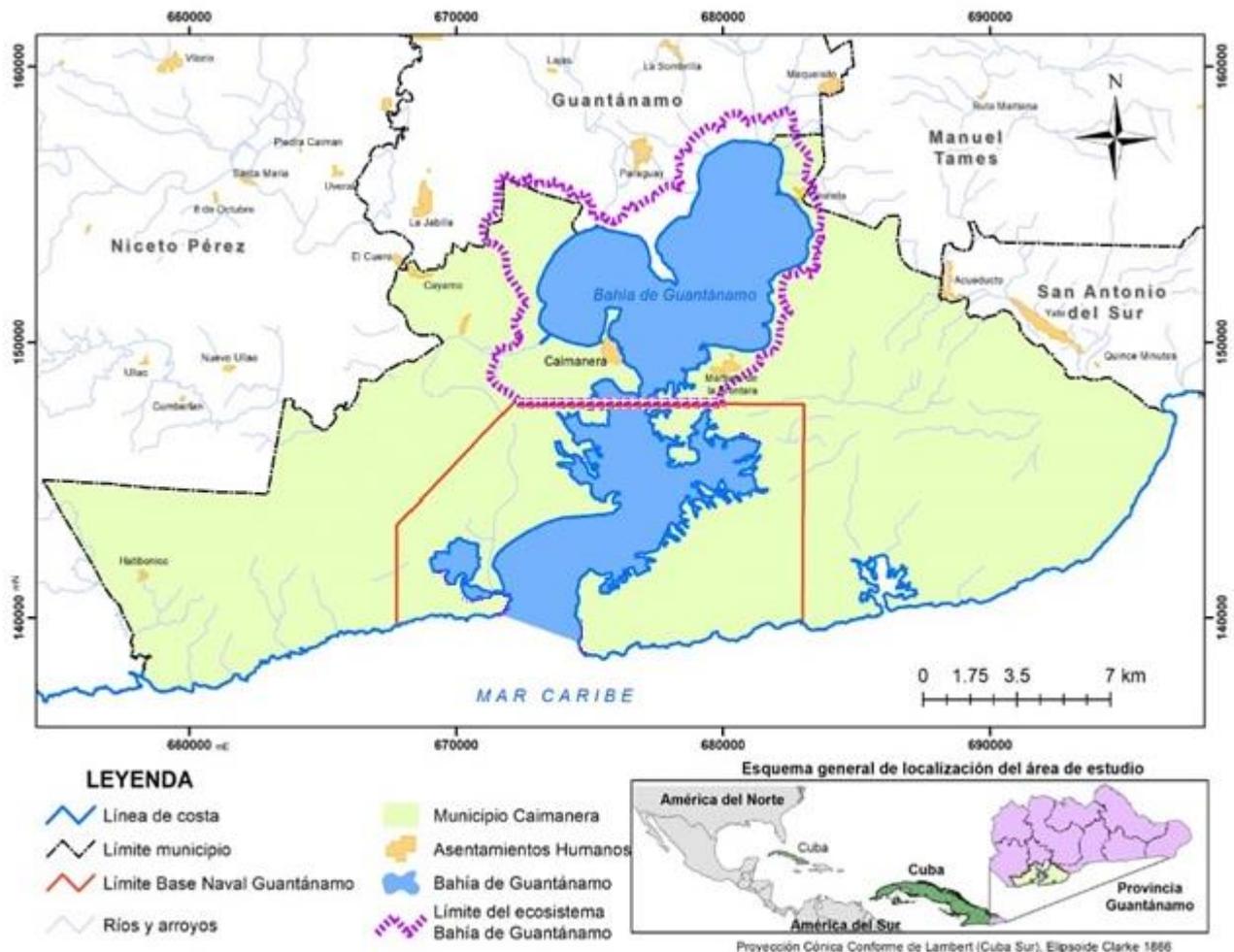


Figura 2. Delimitación del área de estudio: ecosistema marino costero Bahía de Guantánamo, Cuba  
 Elaborado por M.Sc. Anielis García González y M.Sc. Yinet Marzo Manuel

La bahía posee una doble administración política; sin embargo, el estudio sólo se limita al territorio cubano, si bien se pueden considerar comparaciones específicas entre ambas zonas jurisdiccionales, con el objetivo de realizar una aproximación al enfoque integrado.

## **Metodología**

El trabajo se realizó en tres etapas: delimitación del área de estudio (19), análisis histórico de la contaminación ambiental del ecosistema mediante el estudio de publicaciones e informes no publicados sobre la calidad del agua en el acuatorio en 2022 y 2023. Además, se realiza un muestreo para conocer la situación ambiental actual, en la Figura 3 se muestra el diagrama metodológico de la investigación.

ESQUEMA METODOLÓGICO

Estudio exploratorio, descriptivo, experimental

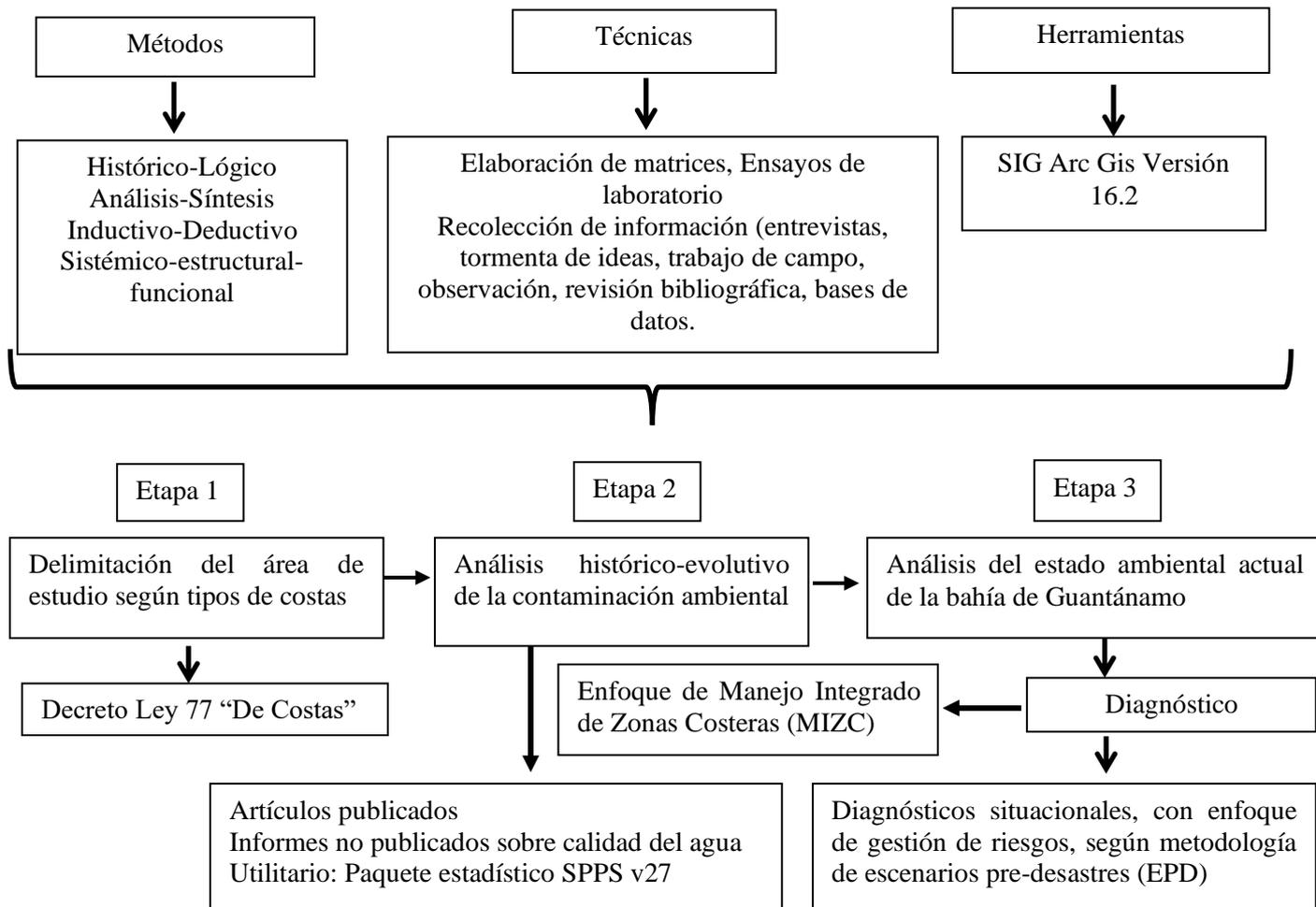


Figura 3. Diagrama metodológico de la investigación

**Caracterización y diagnóstico**

Se realizó la caracterización de la zona, teniendo en cuenta que la misma es un espacio físico-biogeográfico, social, económico y cultural (20). Se consideraron diferentes criterios para dicha caracterización, reconociendo que el ambiente urbano es la conjunción de varios subsistemas en los cuales se producen múltiples interacciones (4,21,22).

Se realizan viajes exploratorios, talleres, entrevistas y grupos focales, para definir y precisar los intereses de cada uno de los actores claves. El criterio de selección de los principales focos contaminantes fue la categoría de cuerpos receptores, carga contaminante generada y dispuesta, así como la ubicación de acuerdo a su cercanía a fuentes de abasto de agua, zonas de protección sanitaria y bahías, según información disponible en la Subdelegación de Medioambiente de la Delegación del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medioambiente (CITMA) de la provincia Guantánamo.

Se identificaron usos, recursos y acciones modificadoras sobre el ecosistema; elaborando el modelo de taxonomía de usos para la bahía. (23) Se elaboraron matrices cualitativas de interacción e impacto (14, 24), a partir de la consolidación de un mínimo de 15 matrices realizadas en diferentes horarios y períodos.

### **Análisis de la evolución ambiental del ecosistema**

Se realizó un análisis de la evolución ambiental del ecosistema considerando antecedentes relevantes sobre caracterización de agua, a partir de diferentes fuentes (6,25,26), así como el conocimiento de la tendencia y estado actual del ecosistema, a través de un análisis evolutivo que incluye los resultados de los análisis realizados para evaluar la situación actual (2023). Los análisis evolutivos se realizaron a partir de la data histórica existente de parámetros físico-químicos y biológicos disponibles.

### **Identificación y jerarquización de problemáticas ambientales y niveles de percepción**

Se identifican problemas ambientales a partir de viajes exploratorios y entrevistas a profesionales involucrados en la gestión ambiental de la provincia de Guantánamo. Los instrumentos fueron diseñados a partir de preguntas abiertas (27) relacionadas con la identificación de problemas socio-ambientales y la percepción sobre la incidencia de la calidad ambiental en el bienestar social, lo que facilitó el diagnóstico situacional realizado, el que consideró el enfoque de manejo integrado de zonas costeras (MIZC) (28).

El enfoque sistémico-estructural-funcional (29,30) fue utilizado para relacionar las causas, problemas e impactos, y a partir de esta información se elaboró un diagrama de interrelación de impactos, utilizándose como referente metodológico los trabajos de Gómez *et al.* (2009) (31). Los problemas fueron agrupados, definiendo y jerarquizando varias problemáticas (22,31), todo lo que permitió identificar prioridades o asuntos claves de manejo.

---

## **Resultados**

### **Caracterización y diagnóstico**

La bahía de Guantánamo es un ecosistema semiárido ubicado al Sur de la cuenca Guantánamo Guaso, con una ciénaga costera de unas 1455,68 ha. Posee un clima semidesértico, siete meses con registros inferiores a los 60 mm, cinco de ellos en formas consecutivas e inferiores a 40,0 mm, desde diciembre hasta abril. Presenta una precipitación media anual de 646,0 mm y una marcada distribución estacional con el 65,8 % del acumulado anual en el período mayo-octubre (32). Esta bahía constituye el cierre de la estructura geológica depresión Guantánamo, la que presenta características que se relacionan con las particularidades de la zona geosinclinal Caribe de plegamiento alpino. Está situada en los límites de la parte Oriental del sinclinorium central, formado por una importante capa de sedimentos terrígenos carbonatados y terrígenos del paleógeno y post paleógeno (33).

Destaca por la presencia de diferentes condiciones de acumulación de los sedimentos y su compleja estructura tectónica debido a la acción de procesos neotectónicos de diferentes direcciones y tiempo sobre el territorio, además, por la situación de la cuenca de Guantánamo entre las zonas estructuro-faciales Nipe-Sagua-Baracoa y Sierra Maestra, y el surgimiento de una tectónica reciente de variada intensidad. La edad de las rocas según el corte litológico oscila entre el eoceno y el cuaternario (33). La vegetación típica son los matorrales espinosos semidesérticos costeros, matorrales secundarios xerofíticos y suculentas, herbazal de ciénaga y manglares (34). Los suelos son muy poco agro-productivos (35), y el factor degradativo fundamental es la salinidad (36).

En la zona de estudio se asienta una población aproximada de 8681 habitantes, distribuidos en el municipio Caimanera, en los asentamientos Glorieta, Boquerón y Caimanera (37), declarándose que unos 2345 habitantes (27%) reciben el impacto directo de la región semiárida de Guantánamo (38). Entre las principales actividades económicas asociadas a los recursos del humedal, destacan la esfera de los servicios, específicamente la industria salinera y pesquera (37). La elaboración de sal se realiza por evaporación solar en extensas áreas ubicadas en el litoral, en las ensenadas Joa y Cerro Guayabo, se encuentran en esta zona la mayor salina del país con 120,0/50,0 (T/año) de sal extraída y elaborada respectivamente (39, 40). Existe una actividad turística limitada debido a los conflictos jurisdiccionales, por lo que se permite la entrada con restricciones a estos asentamientos; la principal infraestructura es el Hotel "Caimanera", de la Cadena Isla Azul.

La actividad marítimo-portuaria está dentro de las fuentes no puntuales de contaminación de la bahía ya que la actividad en el puerto de Boquerón (único en la rada) se encuentra deprimida, según se constata en informes del CITMA (41) y en entrevistas realizadas a autoridades del territorio. No obstante, se explica que esta se basa en el cabotaje con embarcaciones de 2000 T y patanas de 800 T (41), dedicadas a la transportación de productos alimenticios, materiales de la construcción y exportación de sal, fundamentalmente (41).

La transportación por tierra se realiza a través de las vías de acceso que están en buen estado, desde la cabecera provincial (Ciudad de Guantánamo): la "Vía Azul" (Carretera Guantánamo-Baracoa, sector oriental de la bahía); y la vía "Ciudad de Guantánamo-Caimanera", que comunica el sector occidental de la misma. La tipología de los asentamientos de Glorieta, Boquerón y Caimanera, como asentamientos humanos, clasifican en la categoría de pueblos, atendiendo al rango de población existente en todo el municipio (42), por lo que 10608 habitantes cuentan con transporte colectivo (ómnibus y tren). Existe, además, una ruta marítima entre Caimanera y Boquerón, recorrida por una patana (embarcación) (37).

El deterioro de la calidad del agua de los ríos que vierten a la bahía se relaciona con la existencia de numerosas fuentes contaminantes que descargan en la cuenca, identificándose 11 fuentes

contaminantes que afectan a la bahía de Guantánamo, del total existente en la cuenca hidrográfica Guantánamo-Guaso (43). En la Tabla 1 y Figura 4 se muestran las fuentes contaminantes priorizadas que inciden en el ecosistema.

Tabla 1. Fuentes contaminantes priorizados que descargan sus residuales a la bahía de Guantánamo

<b>Fuentes Contaminantes</b>	<b>Principales Residuos (tipos)</b>
Asentamiento Caimanera	Excretas humanas, Aguas de Lavado con Detergente y desechos de alimentos
Asentamiento Guantánamo	Excretas humanas, Aguas de Lavado con Detergente y desechos de alimentos
Porcino Maqueisito	Desechos de alimentos, Excretas Humanas, Aguas de Lavado con Desinfectantes y Detergentes
Central Eléctrica FUEL OIL Guantánamo 1	Compuestos Tóxicos Hidrocarburos (Diésel), Grasas, Desechos de Alimentos, Excretas humanas
Unidad Empresarial de Base (UEB) Central Azucarero Argeo Martínez	Hidrocarburos, Grasas, Mieles, Alcoholes, Productos Químicos (Tóxicos), Agua de Lavado con Detergentes, Desinfectantes
UEB Derivados Argeo Martínez (Ronera)	Sustancias Químicas, Alcoholes, Grasas, Detergentes
Empresa Cárnica Guantánamo	Grasas, Aguas de Lavado con Detergentes, Hidrocarburos, Desinfectantes
Empresa de Productos Lácteos Guantánamo	Grasas, Aguas de Lavado con Detergentes, Hidrocarburos, Desinfectantes
Empresa Salinera Caimanera	Grasas, Aguas de Lavado con Detergentes, Hidrocarburos, Desinfectantes
Fábrica de Conservas Guaso	Grasas, Aguas de Lavado con Detergentes, Hidrocarburos, Desinfectantes
UEB Embotelladora de Cerveza	Químicos, Aguas de Lavado con Detergentes

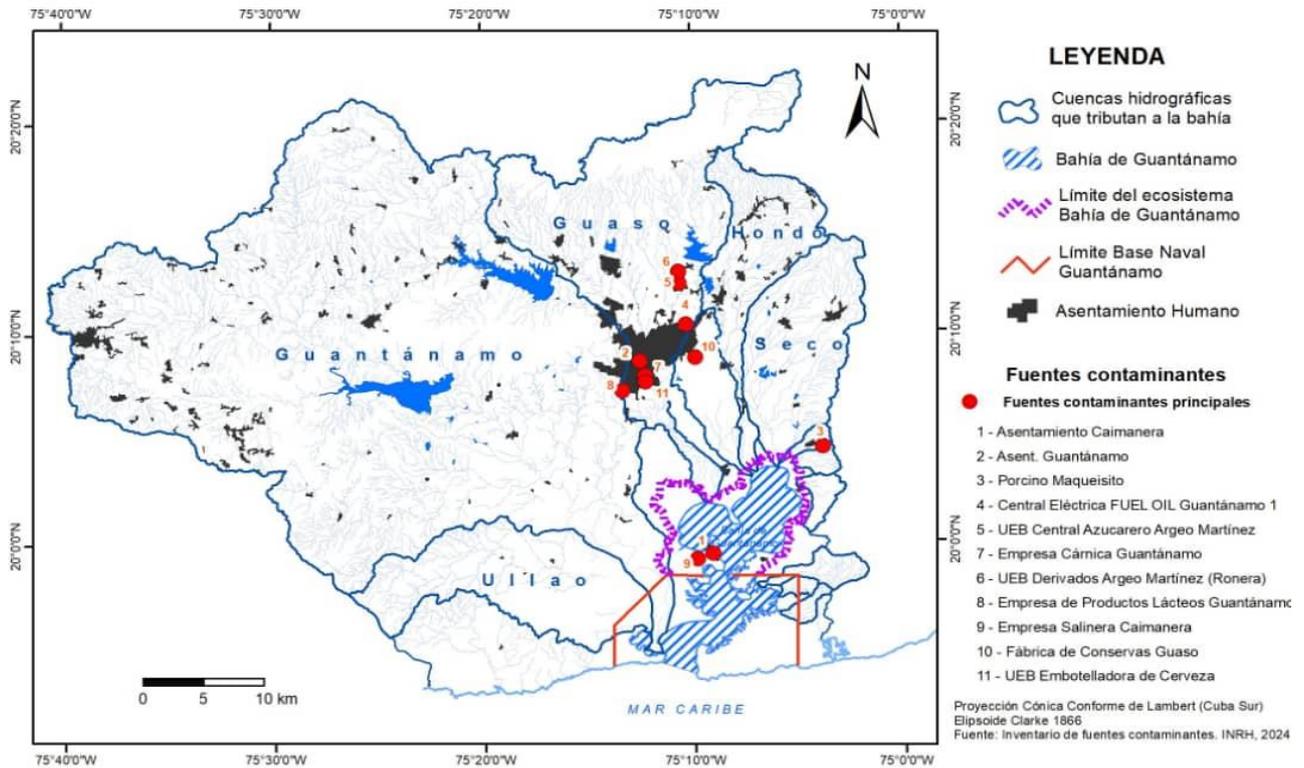


Figura 4. Fuentes contaminantes priorizadas que afectan la calidad del agua de la bahía de Guantánamo. Fuente: Elaboración propia

**Principales ecosistemas, recursos, usos e interacciones**

La cuenca Guantánamo-Guaso ocupa una superficie total de 2 347,2 km<sup>2</sup>. En el área de estudio, además de la bahía, pueden identificarse playas, manglares, matorral xeromorfo costero, con la mayor presencia de matorrales cactáceos, así como una zona boscosa con importantes recursos forestales (24). El ecosistema presenta recursos naturales singulares entre los que se pueden mencionar aves, reptiles, e importantes recursos pesqueros como: moluscos (*Melongena melongena*) (44), jaibas (*Callinectes sapidus* y *C. similis*) y peces (lisas- *Mugilcephalus*, corvinas- *Micropogonias furnieri*, mojarras- *Diplodus vulgaris*, pataos- *Diapterus rhombeus*, *D. auratus*, chopas- *Spondylios omacantharus*, boquerones- *Opistognathus spp.* y machuelos- *Opisthonema oglinum*). Algunas de estas especies han sido reportadas en ambos lóbulos (externos e interno) (45).

En la Tabla 2 se presenta la matriz de interacción entre los 13 usos identificados. De las 169 interacciones potenciales relevantes del área de estudio, solo se constatan 134 para un 79,28%.

Tabla 2. Matriz de interacción entre usos

Usos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Pesca	Verde	Amarillo	Amarillo	Amarillo	NA	Amarillo	Verde	Amarillo	Verde	Verde	NA	Rojo	Verde
2. Recreación y deporte	Amarillo	Verde	Verde	Amarillo	Verde	Verde	Amarillo	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarillo
3. Navegación	Amarillo	Verde	Verde	Verde	NA	Verde	NA	Amarillo	Verde	Verde	NA	NA	Verde
4. Portuario	NA	Amarillo	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarillo	Verde	Verde	Verde	NA	Rojo	Verde
5. Transporte terrestre	NA	Verde	Verde	Verde	Verde	NA	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Amarillo	NA	NA	Verde
6. Transporte marítimo	Amarillo	Verde	NA	NA	Amarillo								
7. Industrial	Rojo	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Verde	Amarillo	Verde	Verde	Verde	Verde	NA	Verde	Amarillo
8. Turístico	Amarillo	Verde	Verde	Amarillo	Verde	Amarillo	Verde	Verde	Verde	Amarillo	Amarillo	Verde	Verde
9. Protección y defensa	Amarillo	Verde	Verde	NA	NA	Amarillo							
10. Asentamiento poblacional	Verde	Amarillo	Amarillo	Verde									
11. Arqueológico	NA	Amarillo	Verde	NA	Verde	Verde	NA	Amarillo	Verde	Verde	Verde	NA	Verde
12. Disposición de residuales	Rojo	Rojo	Amarillo	Amarillo	NA	Amarillo	Rojo	Rojo	Verde	Rojo	Amarillo	Verde	Amarillo
13. Investigación/Conservación	Verde	Amarillo	Verde	Verde	Verde	Amarillo	Amarillo	Verde	Amarillo	Verde	Verde	Amarillo	Verde

Leyenda: Verde: Compatibles, Rojo: Incompatibles, Amarillo: Compatibilidad con restricciones, NA: no aplica

El 6,71% de las 134 interacciones reales no son compatibles, lo que sin dudas genera conflictos en el ecosistema, asociados fundamentalmente a la disposición de residuales y el uso industrial, y se adiciona un alto porcentaje de interacciones que muestran compatibilidad con restricciones (49,25%). Ello viene dado, fundamentalmente, por el conflicto jurisdiccional. El 44,02% de las interacciones son de total compatibilidad.

El uso de mayor conflicto fue la disposición de residuales vs uso pesquero, recreación y deporte, industrial, turístico y asentamientos poblacionales. En la Tabla 3 se presenta la taxonomía de los usos de recursos principales del ecosistema.

Tabla 3. Taxonomía de usos de recursos principales en la bahía de Guantánamo

Uso de recursos	Pesquería			
	Vivos	Biológicos	Producción de carbón Etnobotánico (manglar) Flora y Fauna	4
Extractivos	No vivos	Investigación	Calidad de agua y sedimentos Geomorfología, procesos y dinámica del ecosistema	4

		Suelos		
		Industrial	Producción de sal	
		Asentamiento de poblaciones	Puertos Caimanera y Boquerón Poblados de Caimanera, Boquerón y Glorieta	
	Vivos	Ecosistemas y recursos (Conservación/Protección)	Bosque de manglar  Flora y Fauna	4
No extractivos		Paisajísticos	Bosques de manglares y fauna asociada Paisaje sumergido Patrimonio arqueológico, patrimonio construido	
	No vivos	Transportación, viales y líneas férreas Portuario Conflictos jurisdiccionales/ Protección y defensa	Explotación y mantenimiento de carreteras y líneas férreas Explotación de Puertos Ecosistema marino costero Asentamientos poblacionales	7
	Aditivos Móviles	Vertimiento y disposición de residuales líquidos y sólidos	Calidad del agua  Flora y fauna	2
No uso de recursos	No aditivos	Recreación (Paseos, contemplación, fotografías)  Deporte Investigación	Litoral Bahía Playas Tokio, Náutico, El Cañito Playa Boquerón Playa Glorieta Instalación hotelera Paisaje emergido Litoral Bahía Zona costera	8

Las interacciones y taxonomía de usos explican la complejidad del ecosistema. Siete recursos no aditivos están comprometidos debido a las afectaciones que provocan otros usos, por lo que se necesita un modelo de gestión de riesgos de desastres que considere todas las categorías, tipo y complejidad de dichas interacciones, las que involucran el litoral de la bahía, las playas Tokio, Náutico, El Cañito; los asentamientos Boquerón, Glorieta, la instalación hotelera, y en general la zona costera y el paisaje emergido.

En la Tabla 4 se presenta la matriz cualitativa de impactos (usos vs recursos), en la que se reflejan las diferentes interacciones.

Tabla 4. Matriz cualitativa de impactos (usos vs recursos)

Categorías de uso	Recursos Actividades	Hídricos	Flora y Fauna	Pesqueros	Industriales	Ecosistemas	Humanos
Biológicos	Pesquería	●	●	●	▲	●	▲
	Producción de carbón	NA	●	NA	▲	●	▲
	Elaboración de medicamentos naturales (manglar)	●	●	●	▲	●	▲
Investigación/ conservación	Estudios de la dinámica de ecosistema	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	Estudios de calidad del agua y sedimentos	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	Gestión de riesgos	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Asentamientos Poblacionales	Gestión ambiental	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	Poblados de Caimanera	●	●	●	▲	●	▲
	Poblado Boquerón y Glorieta	●	●	●	▲	●	▲
Recreativo	Playas: Tokio, Boquerón y Glorieta	●	●	▲	●	●	▲
	Litoral bahía	▲	▲	▲	●	▲	▲
	Instalación hotelera	●	▲	▲	●	▲	▲
Industrial Portuario	Producción de sal	●	●	●	▲	●	▲
	Puertos Caimanera y Boquerón	●	●	●	▲	●	▲
Transportación, viales	Exploitación y mantenimiento de carreteras y líneas férreas	NA	●	NA	▲	●	▲
	Paisajísticos y de reserva	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	Paisaje emergido, sumergido, patrimonio arqueológico, patrimonio construido	▲	▲	▲	▲	▲	▲

Vertimiento y disposición de residuales	Vertimientos provenientes de asentamientos poblacionales, industrias, agricultura, turismo, vertederos, microvertederos	●	●	●	●	●	●
Protección y defensa	Salvaguarda de la población, manejo de conflictos jurisdiccionales	▲	▲	▲	▲	●	▲
	Total	9●	10●	7●	4●	11●	1●

Leyenda: ▲ Interacciones mutuamente beneficiosas, ● Interacciones potencialmente peligrosas, NA: no aplica

De las 108 interacciones potenciales solo se excluyen 4, lo que significa que se materializa el 96% de estas, de las cuales, el 40% resultan ser potencialmente peligrosas, lo que explica el compromiso de los recursos y servicios ambientales de la bahía, en las condiciones actuales. Los recursos más impactados son los ecosistemas, flora y fauna y los hídricos. Las categorías de uso que mayores interacciones beneficiosas poseen son: investigación/ conservación, recreativo, paisajísticos, de reserva y protección, y defensa. Las actividades que mayores impactos pueden ocasionar son la pesquería, la elaboración de medicamentos naturales que utiliza el manglar; los poblados y playas de Caimanera, Boquerón y Glorieta, la producción de sal, y la actividad portuaria de Caimanera y Boquerón, además de los vertimientos provenientes de asentamientos poblacionales, industrias, agricultura, turismo, incluidos los vertederos y microvertederos.

### Problemas ambientales e impactos

Los problemas ambientales clave en el ecosistema y los impactos asociados identificados se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Problemas ambientales e impactos en la bahía de Guantánamo

Problemas ambientales claves	Impactos asociados
1. Deterioro de la calidad del agua e indisponibilidad	– Disminución del valor de uso de la bahía
	– Pérdida de la biodiversidad
	– Aumento de fragilidad del ecosistema
	– Afectaciones en la dinámica del ecosistema
	– Disminución en la calidad de los servicios ecológicos
	– Disminución en la calidad de recursos pesqueros
	– Pérdida de valores paisajísticos

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Inseguridad alimentaria</li> <li>– Aumento de conflictos económicos y sociales</li> <li>– Afectaciones a la producción de sal</li> </ul>
2. Deterioro condiciones higiénico-sanitarias en asentamientos humanos	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Afectaciones a la salud humana y/o deterioro de indicadores de salud relacionado con la proliferación de vectores</li> <li>– Deterioro de la calidad ambiental</li> <li>– Degradación del ecosistema de manglar</li> </ul>
3. Pérdida de cobertura vegetal	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Pérdida de biodiversidad</li> <li>– Contaminación atmosférica</li> <li>– Degradación del ecosistema de manglar</li> <li>– Fragmentación de hábitats</li> </ul>
4. Salinización y degradación de los suelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Pérdida de biodiversidad</li> <li>– Inseguridad alimentaria</li> <li>– Degradación y/o fragmentación de ecosistemas</li> </ul>
5. Corrosión por salinidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Deterioro del fondo habitacional y en general del patrimonio construido</li> <li>– Pérdidas económicas</li> <li>– Conflictos sociales</li> </ul>
6. Azolvamiento de la bahía	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Pérdida de biodiversidad</li> <li>– Pérdida de funcionabilidad social del ecosistema</li> <li>– Pérdidas económicas</li> <li>– Conflictos sociales</li> </ul>
7. Problemas asociados al cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aumento de frecuencia e intensidad de episodios de sequía y eventos hidrometeorológicos extremos</li> <li>– Aumento de inundaciones en zonas bajas</li> <li>– Inseguridad alimentaria</li> <li>– Aumento de la vulnerabilidad social</li> </ul>

## Principales conflictos

Los principales conflictos se manifiestan entre usos (14). En general existen conflictos entre los usuarios relacionados con el espacio, e incompatibilidades entre usos, con efectos negativos sobre la biodiversidad y la integridad del ecosistema, pudiéndose identificar entre los principales:

- Disposición y/o vertimiento de residuales vs pesca

- Disposición y/o vertimiento de residuales vs turismo y recreación
- Disposición y/o vertimiento de residuales vs asentamientos urbanos
- Asentamientos urbanos vs protección y defensa: poblados como Caimanera, Boquerón y Glorieta se encuentran representados en este conflicto que involucra el uso con restricciones de la zona costera, debido al conflicto jurisdiccional.
- Protección y defensa vs investigación
- Doble jurisdicción vs desarrollo local y aprovechamiento de recursos naturales
- Producción de sal (Salinera Guantánamo) vs pesca (UEB Caimar, Empresa Pesquera Guantánamo): El ostión ha sufrido mortandades masivas y baja tasa de fijación y crecimiento retardado (46).
- Producción de sal (Salinera Guantánamo) vs disposición de residuales

## **Análisis de la evolución ambiental del ecosistema**

De acuerdo con estudios previos realizados a la bahía de Guantánamo, en el año 2006 se evidenció que, en términos de sólidos totales, el río arrastra más de 150 toneladas diarias de materia orgánica, lo que incide en la demanda química de oxígeno y la incorporación de más de 3 toneladas de nitrógeno total. Los valores de grasas y aceites y fósforo total son mucho menores. Según el inventario de fuentes terrestres de contaminación y los valores de carga contaminante obtenidos, se puede asegurar que existe un aporte contaminante de origen urbano – industrial del Río Guaso hacia la bahía, previamente mencionada (47). Al considerar los resultados de ensayos de calidad de agua de este ecosistema se confirma que la bahía está comprometida ambientalmente. En el año 2013 se evidenció la influencia de los aportes de nutrientes de los ríos Guaso y Hondo y se clasificaron las aguas con calidad dudosa a mala según la Norma Cubana NC-25:1999 consultada (48). La estación ubicada en la inmediación de la desembocadura del río Guaso, posee un Índice de Calidad de Agua (ICA) Pobre con el mayor deterioro de la calidad de sus aguas; las restantes 12 estaciones estudiadas clasifican con un ICA Marginal. Estos resultados muestran que el deterioro de la calidad de las aguas de la bahía se ha documentado desde el 2013 (49).

En el año 2016 se concluye que la calidad físico-química y biológica no era satisfactoria, teniendo en cuenta que los ICA obtenidos indicaron un deterioro sustancial. Los valores de pH y de nutrientes permitieron clasificar las aguas de calidad dudosa,  $\beta$  Mesotróficas, con una floración del fitoplancton, reconociéndose un aumento del índice trófico y concentraciones moderadas de clorofila-a (50). La calidad bacteriológica de la playa Tokio no fue satisfactoria, ya que la concentración de coliformes termotolerantes superó el valor máximo permisible para contacto directo, según la NC 22: 1999 (51), y fue necesario restringir actividades de baño, al representar un riesgo para la salud (50).

En 2017 y 2018 los resultados fueron similares a los obtenidos en el 2016. Sin embargo, comenzó a clasificarse la calidad de dudosa a mala, atendiendo a los valores de nutrientes y pH; el ICA mostró resultados insatisfactorios, lo que estuvo relacionado con la baja transparencia de las aguas, altas concentraciones de nutrientes, sólidos y clorofila-a fitoplanctónica. (52) Lo que se mantuvo en 2018. Detectándose también la presencia de metales pesados en la desembocadura del río Guaso con altas concentraciones de Cu, Fe, Pb, V y Zn (52,53).

En el año 2019 los Índices de Calidad del Agua (ICAs) obtenidos mostraron un sostenido deterioro de las aguas superficiales de la bahía, las cuales, en sentido general, presentaron afectaciones en cuanto al contenido de nutrientes (amonio, nitrato, fosfato) y bajos valores de transparencia. En las playas Tokio y El Cañito se detectó contaminación fecal, y se volvió a restringir el uso recreativo (baño) (16). Sin embargo, en 2020, los estudios indicaron que la calidad físico-química del agua había experimentado cierta mejoría, según los ICA obtenidos. Las mayores afectaciones se debieron al contenido de amonio y nitrato, la influencia del pH y los bajos niveles de transparencia registrados. Las aguas superficiales, de acuerdo al valor medio hallado de clorofila-a fitoplanctónica, clasificaron como mesotróficas, indicativo de un cuerpo de agua con un nivel medio de productividad primaria. Se detectó contaminación de alcance moderado por hidrocarburos de origen mixto (antrópico/biogénico) en los sedimentos superficiales, reportándose los mayores valores en las zonas cercanas a la desembocadura del río Guaso. Las concentraciones de Co, Cr, Mn, y Zn disminuyeron con el transcurso del tiempo, aunque los contenidos de Cu y Fe se incrementaron (54).

Ya en 2022, se realiza un muestreo a conveniencia en dos puntos y en 2023 en ocho puntos para el análisis de la calidad de agua, los resultados se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Análisis de la calidad del agua del ecosistema bahía de Guantánamo, en el período 2022-2023

Cantidad de puntos muestreados	Años	pH (uds)	Salinidad (ups)	OD (mg L <sup>-1</sup> )	Turbidez	SST (mg/L <sup>-1</sup> )	
2	2022	6.63	-	-	0.165	19.54	
8	2023	8.37	38.37	2.25	6.75	46,32	
<u>Índices de Calidad</u>	Calidad	8.1	a	26 a 35	> 5	100 a 50	< 100
	BUENA	8.3					
Obligatorios y Complementarios	Calidad	6.5	a	10 a 25	3 a 5	50 a 20	100,0 a
	DUDOSA	8.0					300,0
según NC 25:1999	Calidad	< 6.5	< 10	< 3	< 20	> 300	
	MALA						

Cantidad de puntos muestreados	Año	NO <sub>3</sub> (mg/L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub>	EC	CTT (NMP/100 mL <sup>-1</sup> )	CT (NMP/100 mL)
8	2023	267.37	1.83	1	1	< 1.8	< 1.8	12.675
Índices de Calidad Obligatorios y Complementarios según 25:1999	Calidad BUENA	< 0,01	< 0,05	< 0,03	< 0,05	< 700	< 200	< 200
	Calidad DUDOS A	0,01	a 0,05	a 0,03	a 0,05	a 700	a 200	a 200 a 1000
	Calidad MALA	> 0,60	> 1,50	> 0,05	> 0,20	> 1000	>1000	>1000
		0,60	1,50	0,05	0,20	1000	1000	

Diversidad de especies de fitoplancton identificadas			Puntos de muestreos							
No.	Grupos	Especies	2	4	7	8	9	10	11	13
1.		<i>Karlodinium</i> sp.		x	x	x	x	x		x
2.	Dinophyta	<i>Prorocentrum</i> sp.		x		x	x			x
3.		<i>Oxyrrhis marina</i>	x	x	x	x	x	x		x
4.	Heterokontophyta	<i>Coscinodiscus</i> sp.			x		x	x	x	x
5.		<i>Planktothrix aggardii</i>	x	x	x	x	x	x		x
6.		<i>Chroococcus limneticus</i>	x	x	x	x	x		x	x
7.	Cyanophyta	<i>Microcystis aeuginosa</i>	x	x	x	x	x	x		x
8.		<i>Synechococcus</i> sp.	x	x	x	x	x			x
9.		<i>Aphanothece chlartrata</i>	x		x	x	x	x		x

Al realizar el análisis evolutivo del estado que presenta la bahía, se evidencia que no hay recuperación en el espejo de agua, y que los mayores aportes de carga contaminante provienen del río Guaso, así como los asentamientos poblacionales y fuentes contaminantes prioritarias que realizan sus descargas al medio sin un tratamiento previo. Los resultados mostraron un deterioro progresivo de la calidad

del agua, con alteraciones en los indicadores de pH, salinidad, oxígeno disuelto, nutrientes, transparencia, indicadores bacteriológicos, Colorofila-a fitoplanctónica, así como el índice de calidad del agua, siendo la Ensenada Cerro Guayabo la más comprometida. Se considerará además que la hidrodinámica del ecosistema puede haber influido en su deterioro.

---

## Discussion

La bahía de Guantánamo se inserta en una zona de conflicto debido a la doble administración política y los intereses compartidos en el ecosistema. Esta situación, si bien constituye un tema que genera conflictos de dimensiones políticas, compromete los estudios ambientales integrales en el ecosistema, fragmentando tanto la lógica analítica, como la interpretación de las problemáticas e impactos.

De acuerdo con los resultados obtenidos se evidenciaron problemas ambientales y conflictos, que expresan la complejidad en el manejo ambiental del ecosistema. Las amenazas, vulnerabilidades e impactos, permiten evaluar el estado ambiental que presenta el área objeto de estudio, de ahí la importancia de la realización de los estudios de calidad del suelo, el agua y sedimentos marino-costeros, entre otros.

La evaluación integral favorece la creación de un modelo para la gestión del riesgo de desastres enfocado a mitigar y/o eliminar los impactos ambientales negativos, la adaptación al cambio climático y que incluya, además, la identificación de vulnerabilidad del ecosistema.

La calidad de las aguas del ecosistema y los servicios ecológicos están comprometidos (26), debido fundamentalmente a los conflictos de uso existentes. La bahía ha devenido en depósito final del drenaje de la cuenca Guantánamo-Guaso, al mismo tiempo que se aprovechan sus recursos, y sostienen su uso recreativo. Este es un ecosistema visiblemente antropizado, producto del desarrollo urbano e industrial.

La calidad ambiental de la zona está comprometida debido a la carga contaminante que en ella se dispone, y su impacto sobre los recursos existentes, sus usos y los múltiples conflictos que en ella tienen lugar. Además, existen limitaciones para la implementación de adecuados mecanismos de gestión, en función de preservar la integridad y salud del ecosistema.

En la bahía de Guantánamo confluyen conflictos relacionados con el uso sostenible, protección de sus recursos y la calidad ambiental. Coexisten usos en conflicto, siendo claves los conflictos jurisdiccionales y la disposición y vertimiento de residuales líquidos, con interacciones potencialmente peligrosas con los recursos de la zona, lo que compromete la integridad del ecosistema.

La contaminación de las aguas es la mayor problemática del ecosistema, vinculada a conflictos de uso e impactos que comprometen la calidad de vida de los habitantes, la actividad pesquera, y la producción de sal, con severas repercusiones socioeconómicas.

Es importante considerar la interacción cuenca-zona costera, con una marcada influencia del río Guaso en el ecosistema bahía (16), con aportes significativos de sedimentos y contaminantes que comprometen la calidad de los servicios ecosistémicos, lo que podría estar relacionado con la disminución de la talla comercial de las especies de interés económico, con repercusión económica, social y ambiental. Esta contaminación que se puede denominar secundaria o eutrofización cultural del agua es compleja en cuanto a su manejo; a ello habría que sumar el vertimiento directo y la disposición inadecuada de desechos sólidos en el litoral, con afectación del ecosistema manglar y en toda la trama que este ecosistema sostiene, comprometiendo los servicios del ecosistema.

El manejo de conflictos, de la contaminación y los riesgos asociados constituyen asuntos clave de manejo, agravados por impulsores de riesgo como el cambio climático, que se asocia a eventos extremos en el área de estudio (inundaciones y sequías). No obstante, es importante señalar que existen vacíos del conocimiento en relación con el impacto de la contaminación marina sobre la calidad de los recursos, el estado de los matorrales cactáceos y otros ecosistemas relevantes, que es preciso resolver a corto plazo.

---

## Conclusions

La bahía de Guantánamo posee múltiples conflictos e impactos. Destacan su alta vulnerabilidad social y ambiental. El conflicto jurisdiccional constituye una singularidad de este ecosistema con implicaciones no solo políticas y sociales, sino ambientales, ya que los análisis del ecosistema no pueden ser integrados, sino parciales.

Para la gestión ambiental constituye un asunto clave la contaminación y sus efectos colaterales, con repercusión en los servicios ecosistémicos y la calidad de los recursos. Esta se agrava por impulsores de riesgo como el cambio climático y por problemas de manejo de las actividades tierra adentro que minimicen el impacto de la cuenca Guantánamo-Guaso.

Es necesario desarrollar modelos de gestión para la reducción de riesgos de desastres que se enfoquen en la solución de conflictos a nivel local, entre las partes interesadas y los recursos naturales que interactúan en la bahía de Guantánamo.

**Author Contributions:** delimitación del área de estudio, investigación, tomas de muestras, compilación y análisis histórico de la data experimental, identificación taxonómica de especies, elaboración de la cartografía digital, redacción del borrador original, elaboración de matrices y taxonomía de usos, revisión y edición: Anielis García González y Liliana María Gómez Luna. Elaboración de la cartografía digital, compilación y análisis histórico de la data experimental, revisión del documento: Yinet Marzo Manuel y Esvillel Ferrer Pozo. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

**Funding:** Esta investigación no recibió financiamiento externo.

**Institutional Review Board Statement:** No aplicable a estudios en los que no participen seres humanos o animales.

**Informed Consent Statement:** No aplicable a estudios en los que no participen seres humanos o animales.

**Data Availability Statement:** El estudio no informó ningún dato.

**Conflicts of Interest:** Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

**Acknowledgments:** Especialmente a todos los colegas y amigos que colaboraron con el suministro de literatura para la revisión bibliográfica, a la Brigada de la Frontera por facilitar la entrada al ecosistema para la realización de toma de muestras de agua. A La Dirección Provincial de Recursos Hidráulicos por facilitar estudios de calidad de agua. A todos los que hicieron posible la obtención de estos resultados. Muchas gracias.

---

## References

/ **Received:** 19 June 2024 / **Accepted:** 29 August 2024 / **Published:** 15 September 2024 /

**Citation:** Anielis García-González, A., Gómez-Luna, L., Marzo-Manuel, Y., Ferrer-Pozo, E. Caracterización ambiental del ecosistema marino-costero bahía de Guantánamo en Cuba. *Bionatura*. 2024; Volume (9) No 3.

**Peer review information:** Bionatura thanks the anonymous reviewers for their contribution to the peer review of this work using <https://reviewerlocator.webofscience.com/>

All articles published by Bionatura Journal are freely and permanently accessible online immediately after publication, without subscription charges or registration barriers.

**Publisher's Note:** Bionatura stays neutral concerning jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



**Copyright:** © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)