

Recibido: 25/10/2024

Aceptado: 01/11/2024

Aprobado: 15/03/2025

Artículo original

Delimitación y caracterización de unidades ambientales marinas en los municipios costeros de La Habana, Cuba.

Denise L. Reyes Pérez^{1*}, Arsenio J. Areces², Elías Ramírez², Idalmis Almeida² y Dayniel Hernández²

¹Grupo de Trabajo Estatal Bahía de La Habana, Calle Desamparados S/No Esq. Damas. Edif. HINES, Habana Vieja. La Habana, Cuba.

²Instituto de Geografía Tropical, Calle F # 302 entre 13 y 15, Vedado, AP 10400, La Habana, Cuba.

*Autor para correspondencia: dreyesp07@gmail.com

Resumen

Fueron descritas las unidades ambientales marinas existentes en la fachada oceánica de los municipios costeros de la ciudad de la Habana, con el objetivo de implementar posteriormente modelos de ordenamiento ambiental en su franja litoral. El área de estudio, con una extensión de 117,3 km, fue segmentada en siete unidades comprendidas entre el bajo del río Santana, al W de la ciudad y el Rincón de Guanabo al E, desde el nmm (0m) hasta la isobata de 50m. Para tal fin se tomaron en cuenta 26 criterios subdivididos en siete categorías: Grado de litoralización, Tipos de fondo, Tectonismo, Geomorfología, Contaminación, Presencia de manglares y Formaciones coralinas. La comprobación de diferencias y analogías se efectuó numéricamente mediante el empleo de análisis automático. La franja de 0 a 10m de profundidad resultó similar de extremo a extremo y mostró un evidente gradiente de antropización de E a W. En ella existen mayormente llanuras sumergidas de declive variable y poco acusado con escarpes y veriles y paleocauces contiguos a la desembocadura de los ríos. En la bahía de la Habana la llanura sumergida adquiere particularidades propias. Las costas en general están sujetas al embate directo del oleaje debido a que carecen de extensiones significativas de crestas arrecifales conformadas por *Acropora*, que en la actualidad solo se observan en la UAM “Rincón”. La zona contigua, de 10 a 50m, se distingue de las restantes por su cobertura biótica y en ella el arrecife frontal reviste cañones y canales.

Palabras claves: *Unidades ambientales marinas, paisajes submarinos, regionalización.*

Delimitation and characterization of environmental units incoastal municipalities of Havana, Cuba.

Abstract

The existing marine environmental units on the oceanic façade of the coastal municipalities of the city of Havana were described, with the aim of subsequently implementing environmental planning models on its coastal strip. The study area, with an extension of 117.3 km, was segmented into seven units included between the lower Santana River, W of the city and Rincón de Guanabo E, from MSL (0m) to the isobath of 50m. For this purpose, 26 criteria were taken into account, subdivided into seven categories: Degree of littoralization, Types of bottom, Tectonism, Geomorphology, Pollution, Presence of mangroves and Coral formations. The verification of differences and analogies was carried out numerically using automatic analysis. The strip from 0 to 10m deep was similar from end to end and showed an evident gradient of anthropization from E to W. In it there are mostly submerged plains of variable and gentle slope with scarps and veriles and paleochannels adjacent to the mouth of the rivers. In the Bay of Havana the submerged plain acquires its own particularities. The coasts in general are subject to the direct impact of waves because they lack significant

extensions of reef crests formed by *Acropora*, which are currently only observed in the “Rincón” UAM. The contiguous zone, from 10 to 50m, is distinguished from the rest by its biotic coverage and in it the frontal reef covers canyons and channels.

Keywords: *Marine Environmental Units, Submarine landscapes, regionalization.*

1. Introducción

El litoral de la ciudad de La Habana, comprendido entre el Rincón de Guanabo y el bajo del río Santa Ana, ha sido exhaustivamente estudiado desde múltiples puntos de vista. En este segmento costero se han realizado numerosas investigaciones relevantes, llevadas a cabo por instituciones como el Instituto de Oceanología, actualmente Instituto de Ciencias del Mar y los Centros de Investigaciones Marinas, de Investigaciones del Petróleo, de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas, así como por GEOCUBA Estudios Marinos, y el Instituto de Higiene y Epidemiología, entre otras. Los proyectos GEF-PNUD 80001 “Contaminación de la Bahía de La Habana”, y RLA/93/G41, “Planificación y Manejo Ambiental de Bahías y Costas Fuertemente Contaminadas en la Región del Caribe”, ejecutados en las dos últimas décadas del pasado siglo, constituyeron por su carácter multidisciplinario e interinstitucional algunos de los hitos en dichos estudios.

Las investigaciones ulteriores, tanto con fines académicos como prácticos, en este caso derivadas de las necesidades impuestas por su gestión ambiental o por el monitoreo con diversos fines de la misma, han brindado una cuantiosa información acerca de las características oceanográficas e hidroquímicas, los procesos de contaminación existentes y las peculiaridades de las comunidades planctónicas, bentónicas y de los peces de la zona, permitiendo complementar la línea de base inicial de este espacio geográfico. El conocimiento acumulado, aun cuando no este del todo actualizado, es vasto, casi integral y susceptible además de ser usado en diagnósticos acerca de la evolución temporal de la calidad ambiental de esta franja costera

En el presente trabajo se formularon dos objetivos cuya cumplimentación resultaría imprescindible para un ulterior desarrollo de los modelos de ordenamiento en la franja costera de los municipios de la ciudad de La Habana con fachada oceánica: (1) delimitar las unidades ambientales de carácter marino que servirían de referencia para dicho proceso en el tramo costero desde el Rincón de Guanabo hasta el bajo del río Santa Ana; (2) caracterizar su entorno desde un punto de vista geomorfológico y biótico e identificaren ellas los paisajes submarinos existentes.

2. Materiales y métodos

2.1. Ubicación del área de estudio.

El área de estudio, con una longitud de línea de costa de 117.33 Km, comprende el litoral de la ciudad de La Habana desde el Rincón de Guanabo hasta el bajo del río Santa Ana, abarcando seis municipios capitalinos, Habana del Este, Regla, Habana Vieja, Centro Habana, Plaza de la Revolución y Playa. El análisis se llevó a cabo en la franja marina que comprende de 0 hasta la isobata de 50 metros (Figura 1).

2.2. Tratamiento geomático de la información

Debido a que los objetivos planteados en el trabajo no contemplaban la creación de mapas temáticos de alta resolución con el fin de representar a los hábitats bentónicos asociados a las unidades de paisaje, se optó por una vectorización manual de las imágenes satelitales. Para ello se usó como imagen una capa de WMS de Bing Virtual Earth.

Las salidas cartográficas se representaron a escala de 1:10 000. La demarcación de las isobatas de 10 y 50 metros se realizó empleándose las cartas náuticas 11424 y 11425 a escala 1: 150 000 editadas por GEOCUBA en los años 2012 y 2016 respectivamente. Para la edición y tratamiento general de datos se dispuso del SIG de código abierto QGIS versión 3.38.3-Grenoble.

Los límites de la franja costera establecidos a partir del borde litoral, fueron determinados durante 2024 para el proyecto AdaptHabana por un colectivo de autores integrado por especialistas del Instituto de Geofísica y Astronomía (IGA) y la Dirección Provincial de Ordenamiento Territorial y Urbano (DPOTU), los cuales tomaron en cuenta consideraciones acerca de los Peligros, Vulnerabilidades y Riesgos existentes (PVR) y la adaptación y mitigación al Cambio Climático.

2.3. Tipología de los paisajes marino-costeros y unidades marinas

Para establecer las unidades ambientales marinas y los paisajes fue considerada la propuesta metodológica

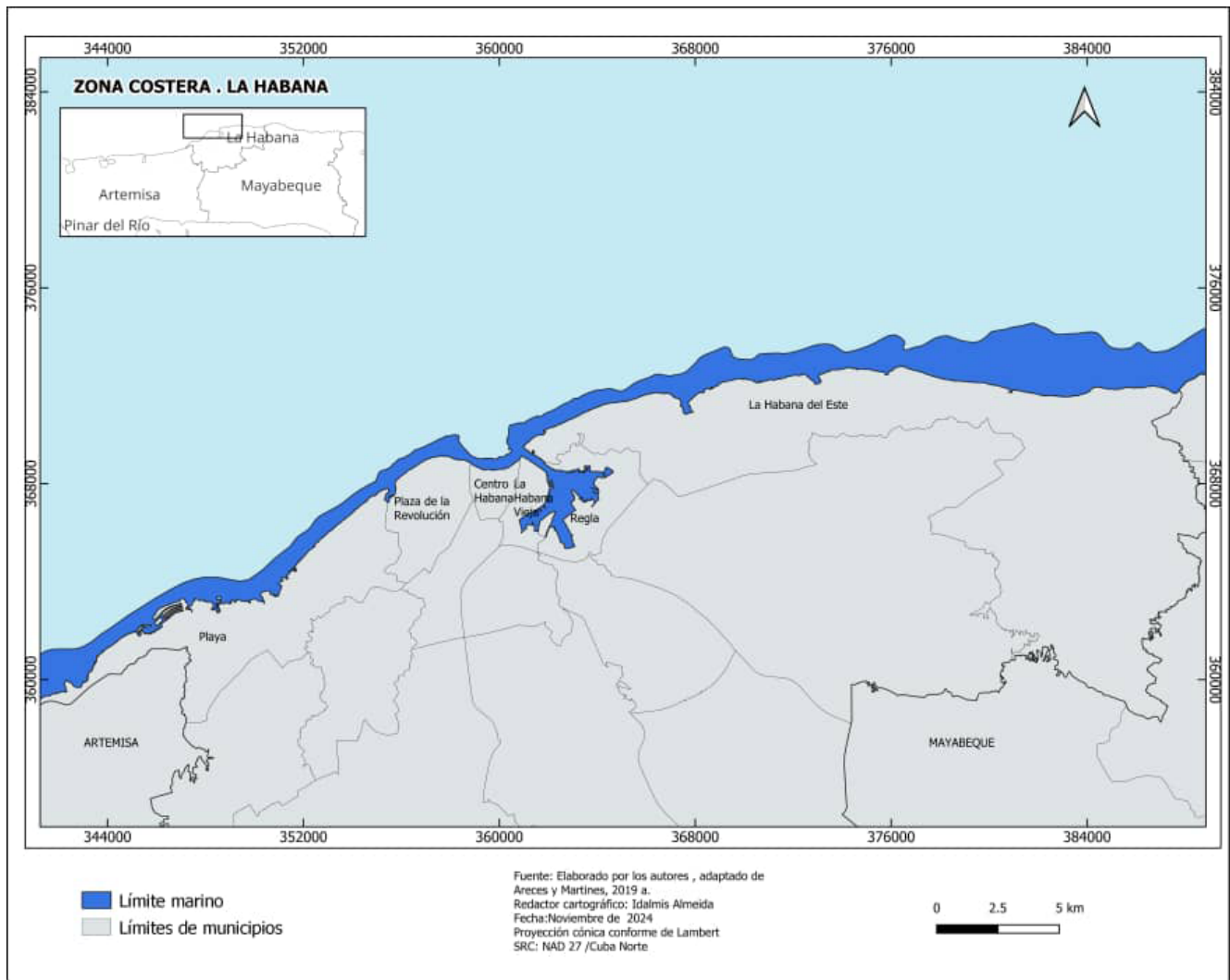


Figura 1. Área de estudio. Sector litoral de La Habana. Elaborado por los autores.

Figure 1. Study area. Coastal sector of Havana. Created by the authors.

de Areces y Salinas (2022), basada en el uso de múltiples elementos físico-geográficos a modo de identificadores y diferenciadores para caracterizar paisajes y hábitats bentónicos. También se tuvieron en cuenta los criterios de Areces-Mallea et al., (2022), y Areces y Martínez (2019a,b) concernientes a la regionalización de la plataforma insular y las características de su franja costera.

2.4. Métodos numéricos utilizados

Para establecer las analogías y diferencias entre sí de las UAMs se tomaron en cuenta 26 criterios o elementos distintivos subdivididos en siete categorías: Grado de litoralización, Tipos de fondo, Tectonismo, Geomorfología, Contaminación, Existencia de manglares y Presencia y tipo

de formaciones coralinas. En dicha validación se empleó el análisis automático de datos o análisis clúster con el fin de agrupar de manera jerárquica conjuntos en dependencia de su afinidad. Para ello fue usada la distancia de Hamming como medida de disimilitud, cuya expresión es:

$$H(s_1, s_2) = \sum_{i=1}^n \delta(s_{1i}, s_{2i})$$

donde $\delta(s_{1i}, s_{2i}) = 1$ si $a \neq b$ y 0 si $a = b$

la cual opera con variables categóricas, en este caso de naturaleza binaria a partir de la ausencia o presencia del criterio, para calcular la máxima distancia entre elementos de diferentes clústers. Como algoritmo clasificatorio se usó el Agrupamiento total.

3. Resultados y discusión

3.1. Delimitación de Unidades Ambientales Marinas (UAMs)

Desde un punto de vista paisajístico, la franja resultó muy similar de extremo a extremo y en ella subsisten como paisajes netamente marinos solo las llanuras sumergidas, con un declive variable pero muy poco acusado hasta la isobata de 10m, los paleocauces contiguos a la desembocadura de casi todos sus ríos y una cresta arrecifal aplanada en muchos sectores. Las características geomorfológicas y paisajísticas de esta franja permitieron dividirla en siete unidades ambientales marinas (Figura 2, 3, 4 y 5).

Aunque la configuración geomorfológica del litoral es similar y propia de terrazas abrasivas, el hidrodinamismo en la zona intermareal de cada unidad dependerá de la orientación que tenga la costa con respecto a los vientos predominantes y a la dirección usual de los frentes polares, de ahí que ni el batimiento ni sus efectos sean equivalentes en ellas.

Al E de la bahía de la Habana, solo las UAMs “Rincón” y “Mar Azul”, presentan lagunas costeras o ensenadas de cierta extensión. Ambas unidades poseen también como paisaje sumergido una cresta arrecifal, en algunos

sectores muy aplanada. En los relieves costeros de estas tres UAMs, únicamente la desembocadura de algunos ríos de escaso caudal y las ensenadas asociadas a ellos constituyen los accidentes geográficos más significativos.

En el borde costero de las UAMs situadas al W de la bahía, las pequeñas ensenadas, algunas de ellas incluso sin una asociación directa a las desembocaduras de los ríos existentes y casi todas con bordes costeros muy urbanizados, constituyen también elementos geográficos distintivos. En la llanura sumergida de la bahía de La Habana aparecen tres ensenadas, Atares, Guasabacoa y Marimelena; por su carácter confinado y la naturaleza de sus fondos, este acuatorio puede considerarse un paisaje particular, amén de constituir por se la UAM 4.

No ha sido aún documentada la composición, representatividad y extensión concerniente a los hábitats bentónicos someros que componen estos paisajes sumergidos, vacío informativo que solo será corregido cuando se disponga de un inventario iconográfico de ellos con sus principales características. No obstante, ya han sido detallados los principales biotopos de la plataforma insular con sus atributos

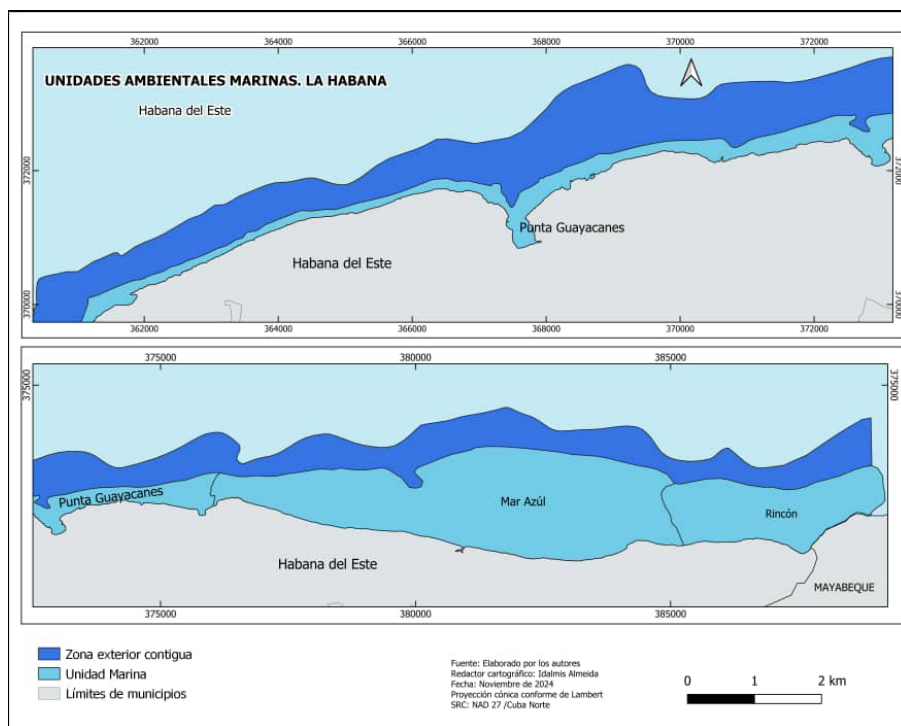


Figura 2. Límites de las tres unidades ambientales marinas del municipio Habana del Este. Elaboración por los autores.
Figure 2. Boundaries of the three marine environmental units of Habana del Este municipality. Created by the authors.

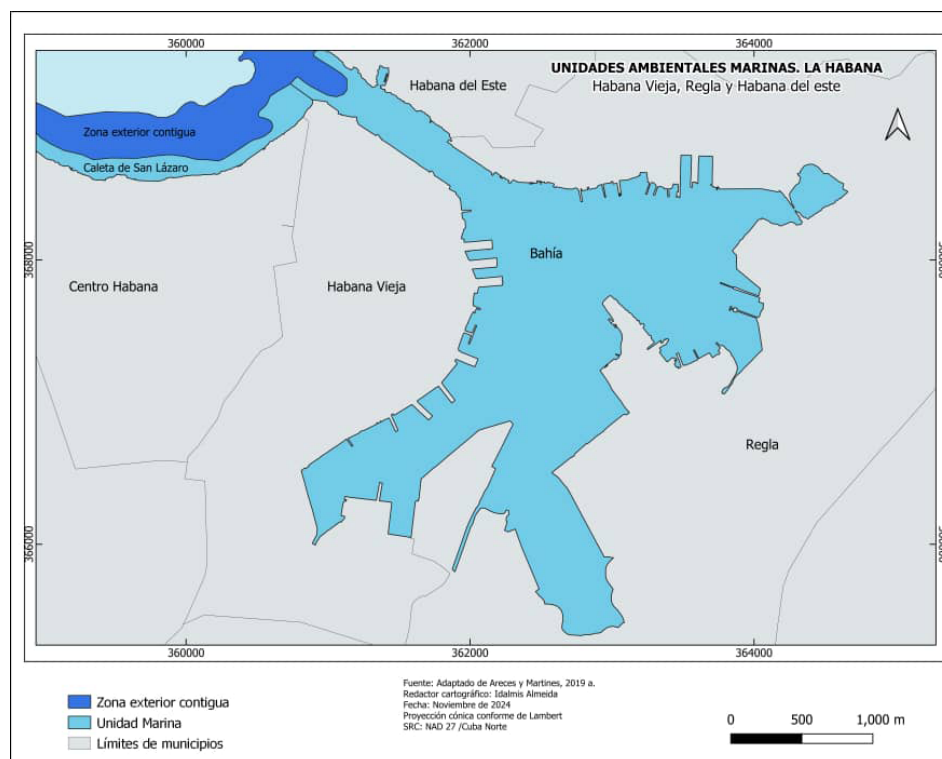


Figura 3. Límites de la unidad ambiental marina “Bahía”. Elaboración por los autores.
Figure 3. Boundaries of the marine environmental unit “Bahía”. Created by the author.

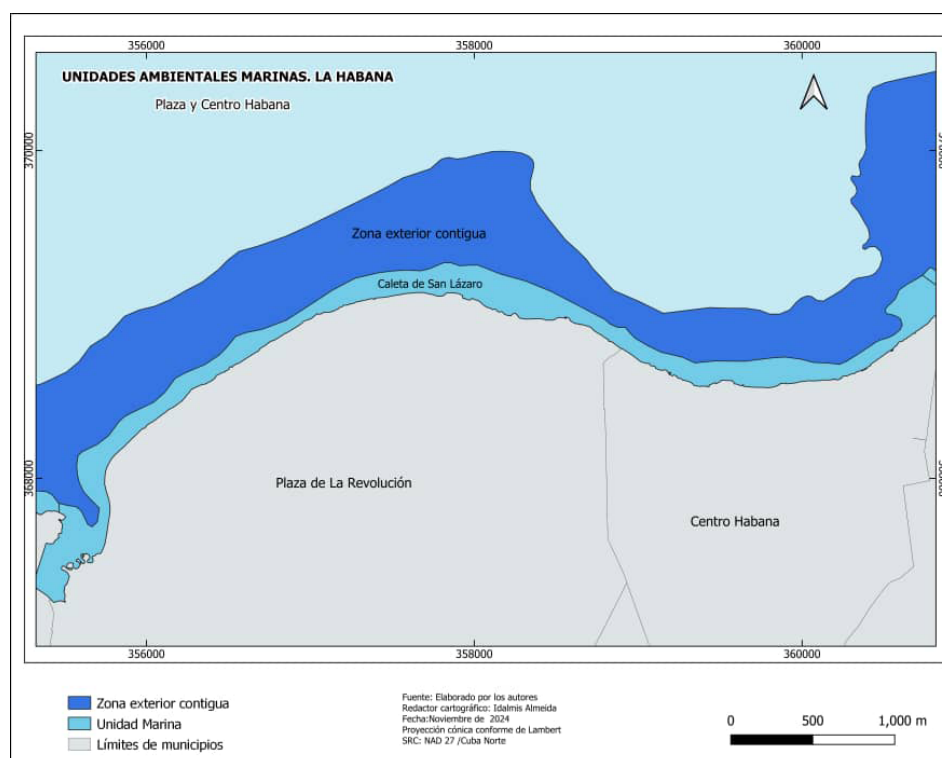


Figura 4. Límites de la unidad ambiental marina “Caleta de San Lázaro”. Elaboración por los autores.
Figure 4. Boundaries of the marine environmental unit “Caleta de San Lázaro”. Created by the authors.

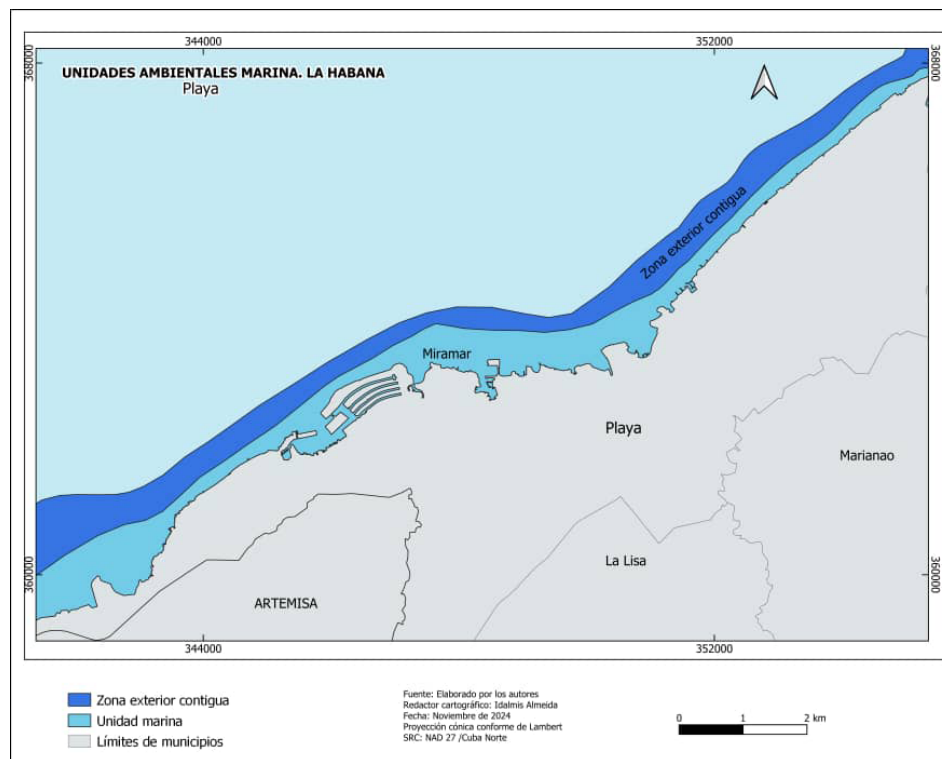


Figura 5. Límites de la unidad ambiental marina “Miramar”. Elaboración por los autores.
Figure 5. Boundaries of the marine environmental unit “Miramar”. Created by the authors.

propios (Ortiz, 1976). Entre estos, los fondos rocosos, los fondos no consolidados integrados por arenas y sedimentos arenofangosos en diversa proporción, así como los manglares, seibadales, o los pavimentos con presencia de diversas formaciones arrecifales, están bien representados en estas llanuras sumergidas.

En la [Tabla 1](#) aparecen las denominaciones de las UAMs, sus límites y particularidades fisiográficas más notorias, al igual que los paisajes submarinos que contienen y los municipios de la ciudad con fachada costera a los cuales están asociados.

La [figura 6](#) muestra las analogías entre las siete unidades de este espacio marino-costero. El análisis clúster aplicado no constituye una técnica de carácter inferencial, utilizándose solo como un método meramente descriptivo y exploratorio. Cuando se evalúa la disimilitud entre UAMs mediante dicho método, se percibe la segregación de las UAMs en cuatro grupos con diferencias inferiores o cercanas a un valor de 50, las cuales fueron causadas por la cantidad y naturaleza de los elementos diferenciadores ([Figura 6](#); [Tabla 2](#)). Algunos de estos criterios o elementos sustentan además la escasa afinidad que también tienen entre sí dos de estos agrupamientos ([Tabla 2](#)).

Se constató el hecho de que, aunque la disimilitud entre muchas UAMs apenas rebasa un valor superior a 50, estas UAMs no fueron semejantes. Las semejanzas que tienen no dependen de su contigüidad a lo largo de la línea de costa, ni tampoco se asocian de manera significativa por tener condiciones fisiográficas similares. De hecho, la UAM 7 “Zona Contigua” se vincula en un único grupo a las UAMs 2 y 4, ambas fisiográficamente muy diferentes. En la construcción de estas diferencias intervienen elementos como la litoralización de la franja costera, el tipo de fondo, la existencia de lagunas costeras, crestas y manglares, el grado y tipo de contaminación, la presencia de bloques tectónicos, el confinamiento de la llanura sumergida, el número de ensenadas y desembocaduras de ríos y la existencia de playas en el borde litoral.

De estos elementos, los más significativos como criterio de segregación, dada su frecuencia de aparición en los grupos fueron unos pocos; las diferencias en la litoralización de la franja costera, la presencia y número de ensenadas y desembocaduras de ríos, la existencia de crestas arrecifales y el tipo de fondo. Todos, junto a los restantes elementos, le confieren características propias y una identidad particular a cada UAM.

Tabla 1. Unidades Ambientales marinas (UAMs) asociadas a los municipios costeros de la ciudad de La Habana y sus características fisiográficas más notorias.

Table 1. Marine Environmental Units (MEUs) associated with the coastal municipalities of the city of Havana and their notorious physiographic characteristics.

MUNICIPIO	NOMBRE	PAISAJES MARINOS PRESENTES EN LA UAM (según Areces y Salinas, 2022)	LÍMITES	PARTICULARIDADES FÍSICO-GEOGRÁFICAS RELEVANTES
HABANA DEL ESTE	UAM 1 "Rincón"	Llanuras, Depresiones y Morfoesculturas Sumergidas Llanura sumergida de 0 a 3m <i>Cresta Arrecifal</i>	E: Punta de Indio W: Borde E del paleocauce del río Guanabo	Constituida por un bloque tectónico levantado en relación a los circundantes, lo que determina que la playa reciba menos arena y su perfil dinámico sea poco desarrollado. En su perfil sobresale la superficie del bench
	UAM 2 "Mar Azul"	Llanuras, Depresiones y Morfoesculturas Sumergidas Llanura sumergida de 0 a 10m Paleocauces ríos Guanabo, e Itabo	E: Borde W del paleocauce del río Guanabo W: Borde E del paleocauce del río Condesa	Playas a todo lo largo del borde litoral con bancos de arena de gran extensión cubriendo la llanura sumergida. Los bancos de arena están confinados por una cresta arrecifal.
	UAM 3 "Punta Guayacanes"	Llanuras, Depresiones y Morfoesculturas Sumergidas Llanura sumergida de 0 a 10m Paleocauces ríos Condesa, Bacuranao y Cojimar	E: Borde W del paleocauce del río Condesa W: Morro	Presencia en determinados sectores del borde costero de cangilones adosados de manera perpendicular. La isobata de 10m suele limitar un escarpe que cae a pico hasta los 50m de profundidad
HABANA VIEJA REGLA	UAM 4 "Bahía"	Llanuras, Depresiones y Morfoesculturas Sumergidas Llanura sumergida de 0 a 12m de profundidad	E: Punta Barlovento, Morro W: Punta Sotavento, fortaleza La Punta	Llanura sumergida confinada recubierta por sedimentos fangosos o fangoarenosos con intercambio oceánico a través de un canal de pendientes pronunciadas
CENTRO HABANA	UAM 5 "Caleta de SanLázaro"	Llanuras, Depresiones y Morfoesculturas Sumergidas Llanura sumergida de 0 a 10m Paleocauce río Almendares	E: Punta Sotavento W: Punta Barlovento en la boca de la Chorrera	Litoral totalmente modificado por la construcción de un malecón y pocetas de baño en la Caleta de San Lázaro. La UAM está sometida directamente a la influencia de las aguas de la bahía
PLAYA	UAM 6 "Miramar"	Llanuras, Depresiones y Morfoesculturas Sumergidas Llanura sumergida de 0 a 10m Paleocauces ríos Jaimanitas y Santa Ana	E: Punta Barlovento, en la Boca de la Chorrera W: Borde E paleocauce Río Santa Ana	Dos niveles de terrazas marinas separadas regularmente sobre los 5 y 8m por parches de crestas arrecifales. Presencia en algunos sectores de pequeños cangilones adosados al borde costero de manera perpendicular. Las ensenadas, de poca extensión, no siempre se asocian a la desembocadura de los ríos existentes
TODOS LOS MUNICIPIOS	UAM 7 "Zona Exterior Contigua"	Llanuras, Depresiones y Morfoesculturas Sumergidas Llanura sumergida de 10 a 50m	E: Transepto perpendicular a Punta de Indio W: Paleocauce del río Santa Ana	Ancho variable y escarpes dispuestos de manera regular a profundidades aproximadas de 10, 20 y 50m

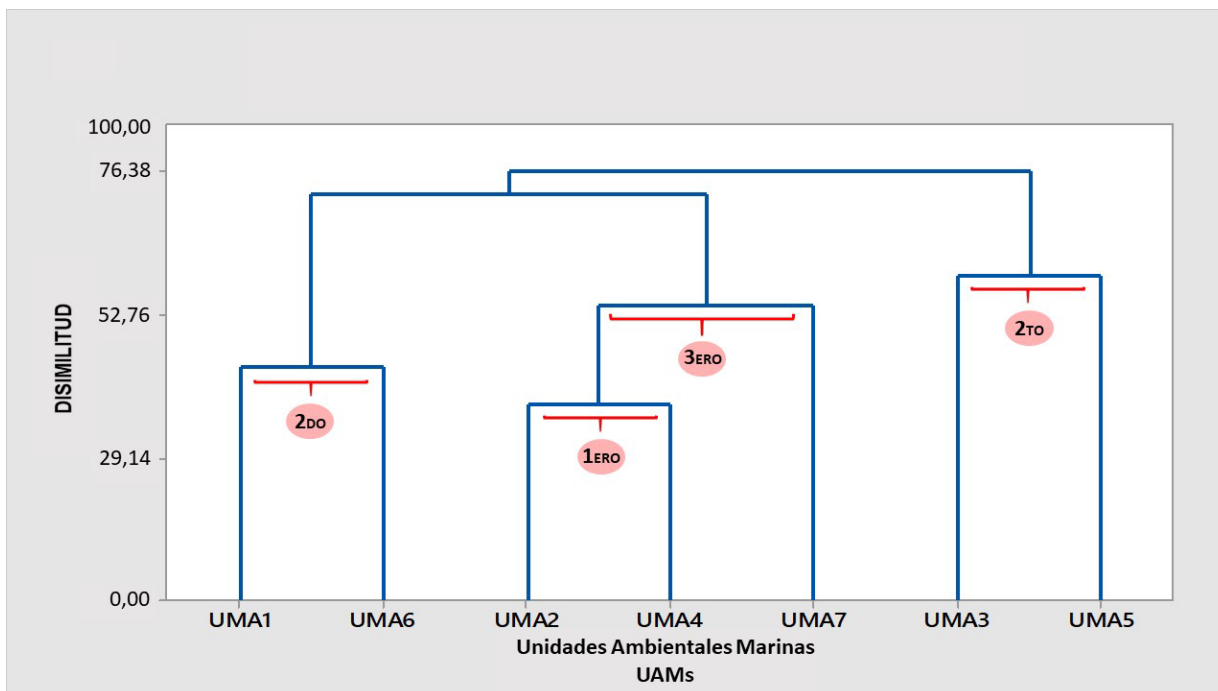


Figura 6. Agrupamiento jerárquico de las UAMs de acuerdo a la disimilitud. Elaboración por los autores.

Figure 6. Hierarchical arrangement of MEUs concerning dissimilarity. Created by the authors.

Tabla 2. Cantidad de elementos comunes y diferentes en el árbol de jerarquías establecido entre las UAMs propuestas para el litoral de la ciudad de La Habana.

Table 2. Quantity of common and distinct elements in the hierarchical tree established between the MEUs proposed for the coastal fringe of Havana city.

Agrupamientos de las UAMs	No. Elementos Distintos	No. Elementos Comunes
UAM 2 + UAM 4	15	
UAM 1 + UAM 6	13	
UAM 3 + UAM 5	9	
(UAM 2 + UAM 4) + UAM 7	19	
(UAM 2 + UAM 4 + UAM 7) + (UAM 1 + UAM 6)		2
(UAM 2 + UAM 4 + UAM 7) + (UAM 1 + UAM 6) + (UAM 3 + UAM 5)		0

3.2. Características generales de la franja costera hasta la isobata de 50 m

Geomorfología

El litoral de la Habana aunque está desprovisto de bancos de arena y barras de arrecifes extensos, constituye uno de los tramos costeros cubanos de singular importancia por su frecuente uso como canal de navegación y tener gran complejidad morfológica. A diferencia de la mayoría de las costas cubanas que tienen como peculiaridad marcada la abundante extensión de arrecifes de crestas que bordean los bancos de arena comportándose como defensa natural

al continuo trabajo del oleaje, sus costas están sujetas al embate directo del oleaje.

La presencia de los distintos niveles de terrazas diseminados en la plataforma marina pone de manifiesto la evidente relación entre el desarrollo geológico de la plataforma cubana con los movimientos verticales de la región Caribe Antillana; no se excluye el papel secundario que ejerció la abrasión en el origen de estos niveles (Ionin et al., 1977).

En la geomorfología de la región resalta la presencia de la terraza baja a lo largo del litoral con la particularidad que, en algunos ríos, alcanza alturas de 4m, lo cual evidencia

el desarrollo geomorfológico diferenciado de la línea de costa. (Ionin et al., 1977).

En el Municipio Habana del Este hay tres unidades ambientales. A continuación se resaltan sus características morfológicas más sobresalientes.

En la geomorfología de la UAM 1 "Rincón" (Figura 2), resalta que la misma está formada por un bloque tectónico levantado con relación a los circundantes. Ello trae consigo que la playa en este sector reciba menos arena y su perfil dinámico sea poco desarrollado. En su perfil geomorfológico sobresale la cresta arrecifal y la superficie del bench.

La zona costera de Tarará hasta Rincón de Guanabo se diferencia marcadamente del otro sector costero al dividirse estructuralmente en tres bloques tectónicos caracterizados por sus particularidades morfológicas limitados por fronteras tectónicas que coinciden con los ríos Guanabo, Itabo y Tarará (Figura 7).

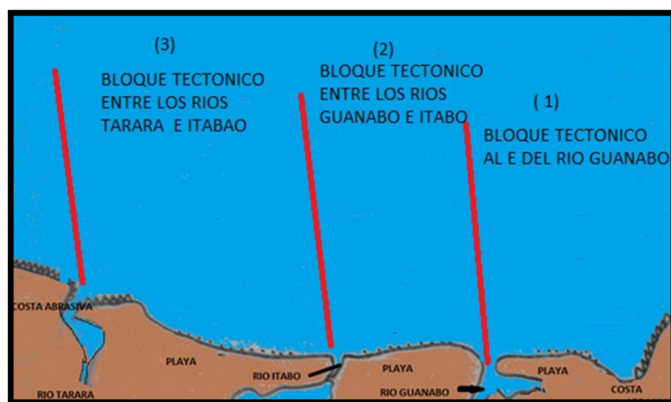


Figura 7. División en bloques estructurales de las playas del Este (Ramírez, 1989).

Figure 7. Division into structural blocks of the Eastern beaches (Ramírez, 1989).

Los elementos geomorfológicos a resaltar en este sector de Tarará al Rincón de Guanabo son: la terraza prearrecifal, la superficie abrasiva subhorizontal aplanada por el oleaje y la superficie acumulativa actual producida por el oleaje. Asociadas a las mismas aparecen distintos niveles de terrazas submarinas, las depresiones producidas por el oleaje de fondo en el borde de las terrazas prearrecifal, las formas relictas, los paleocauces sumergidos, las crestas coralinas actuales y relictas y las barreras submarinas de formación periódica en la zona acumulativa actual (Ramírez, 1989).

En la UAM2 "Mar Azul" además de los paleocauces, sobresale en su morfología la cuenca acumulativa con placeres de algas del género *Halimeda* que propician el ingreso de abundante arena a la parte emergida de la playa y la cresta arrecifal que sirve de contención a la arena que se acumula en la cuenca, los perfiles de playa son bien desarrollados.

En la UAM3 "Punta Guayacanes" el ancho de la plataforma marina varía, más estrecha desde el Morro hasta punta Guayacanes y a partir de aquí alcanza el doble de ancho hasta el paleocauce del río Condesa. En toda la extensión de la UAM los 10m limitan con una escarpa que cae a pico hasta los 50m de profundidad.

En los municipios Regla y Habana Vieja denominada UAM 4 "Bahía", sobresale en su paisaje marino las superficies de llanuras, depresiones y morfoesculturas sumergidas desde los 0 a los 12m de profundidad. Sobresale en la geomorfología de la Bahía el canal de entrada con pendientes pronunciadas en sus bordes hasta los 10 m de profundidad y menos acusadas hacia el centro, de igual forma se comporta la ensenada central de la bahía con pendientes suaves en su centro y más fuertes hacia las costas, las profundidades están en el orden de los 8 y 11m en el área central (Jorge Villamontes, GEOCUBA Estudios Marinos, comunicación personal).

En los municipios Centro Habana y Plaza en su UAM 5 "Caleta de San Lázaro" sobresale un paisaje de llanuras abrasivas, morfoesculturas sumergidas de 0 a 10m con superficie abrasiva aplanada por el oleaje. Hasta los 5m la pendiente es muy suave; a partir de los 5 metros se hace más acusada con sitios donde se forman escarpas abrasivas que caen a pico por debajo de los 10m de profundidad.

La UAM 6 "Miramar" en el Municipio Playa, está caracterizada por un paisaje marino de llanuras costeras que se estrechan desde la desembocadura del río Almendares al este y hasta el oeste del paleocauce del río Santa Ana. La costa presenta una orientación E-W desde el bajo de Santa Ana hasta el río Quibú, caracterizada por una plataforma ancha de muy poca pendiente y baja profundidad en su área interior, protegida por las elevaciones arrecifales y otra parte exterior que cae desde los 2 a 10m con pendiente más acusada frente al delta del río Quibú, mientras que en el resto del sector la pendiente es menos pronunciada. El segundo tramo se caracteriza por presentar una orientación SE-NW con una plataforma estrecha hasta los 10m de profundidad, desde el río Quibú hasta el río Almendares, presentando una superficie aplanada rocosa con dos niveles

de terrazas marinas, separadas regularmente sobre los 5 y 8m por parches muy pequeños de crestas arrecifales. Se observan pequeños surcos perpendiculares a la costa cubiertos de arena.

La orientación de la línea de costa favorece determinadas tendencias en la dinámica costera del litoral que inciden en que se manifieste mayor erosión o acumulación en diferentes tramos costeros, de igual forma los obstáculos artificiales o naturales para el libre movimiento de la arena son los responsables por la pérdida de sedimento del perfil costero. De hecho todos los espigones construidos para retener la arena en los círculos sociales ubicados en el sector costero se han convertido en obstáculos para que la zona costera se comporte como un sistema integral.

En el tramo costero de la Puntilla de Santa Fe donde existió una playa bien desarrollada en el año 1956, hoy solo aparecen los vestigios de los que fue una playa con restos de las antiguas construcciones y la presencia de arena, pero en muy poco volumen. Este sería un lugar factible de recuperar para el disfrute de la población si se tiene en cuenta que en la actualidad arriba arena al sitio, pero habría que trabajar en su restauración.

La UAM 7 “Zona Exterior Contigua” se extiende desde los 10 hasta los 50m de profundidad con llanuras, depresiones y escarpas que varían su ancho y

morfología alcanzando su mayor amplitud en la zona que se extiende desde la Marina Hemingway hasta el río Quibú con escarpas abrasivas en diferentes tramos del sector.

Esta llanura septentrional presenta una conformación compleja, a pesar de su homogeneidad litológica, lo que

está relacionado con la acción conjunta de agentes marinos y subaéreos en su formación. Por lo tanto, se le puede clasificar como una llanura marina con modificaciones eólicas y fluviales.

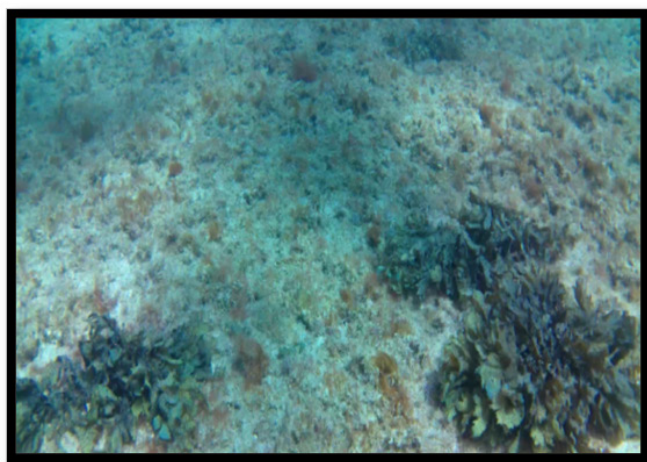
La **figura 8** muestra las características morfológicas del perfil submarino de las UAMs en toda la extensión de los municipios. La primera se corresponde con la franja de 0 a 10m, con pendiente menos pronunciada. La segunda, con pendiente más acusada, con escarpas y restos de arrecifes de 10 a 50m de profundidad y se corresponde con la UAM 7.

Las variaciones geomorfológicas de todas las costas no se deben solo a las variaciones del nivel del mar, pues independientemente del papel que estas ejercen como aceleradoras de la erosión, también se encuentran estrechamente asociadas al balance de los sedimentos en la zona costera.

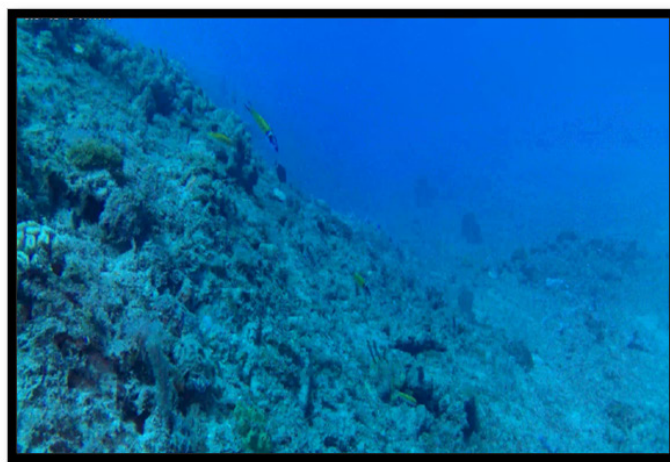
Marco biótico

En fondos rocosos a lo largo de esta estrecha llanura, que culmina en los 50m de profundidad con uno o dos niveles de terrazas sumergidas, se desarrolla un arrecife costero que con el incremento de la profundidad permite diferenciar el continuo de hábitats que muestran toda la variedad de zonas ecológicas típicas del ecosistema arrecifal (arrecifes de parches, zona trasera, zona de embate, cresta, camellones y cangilones).

De 0 a 10m de profundidad (UAMs 1, 2, 3, 5 y 6), dicha zonificación se caracteriza por presentar en su zona trasera una explanada desnuda recubierta de césped o “turf” algal con numerosas oquedades, por lo general muy pequeñas.



a



b

Figura 8. Fotos del perfil submarino en el litoral de La Habana, a) perfil de 0 a 10m, b) perfil de 10 a 50m.

Figure 8. Photos of the underwater profile on the coast of Havana, a) profile from 0 to 10m, b) profile from 10 to 50m.

En ella suelen aparecer ocasionalmente también pequeñas praderas de fanerógamas marinas, conocidas como seibadales, casi siempre a modo de parches compuestos por *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*, que en sectores con fondos no consolidados pueden hacerse extensivas. Las crestas, constituidas por especies del género *Acropora*, propias de este intervalo batimétrico, en la actualidad se observan principalmente en la UAM1 “Rincón”, aunque las dos especies que representan a este emblemático género pueden ser observadas ocasionalmente a lo largo de este segmento costero.

Salvo en varios sectores, donde pueden encontrarse bancos de arena extensos, o en las cercanías de la desembocadura de algunos ríos en las cuales es posible la aparición de fondos arenofangosos o fangoarenosos, el sustrato suele ser rocoso y está recubierto con la fauna y la flora típica del neotrópico marino. En estos fondos los corales *Siderastrea radians*, *S. siderea*, *Porites porites* y las colonias de *Gorgonia spp.* conocidas como abanicos de mar, además de otros gorgonáceos de los géneros *Euniciaspp* y *Plexaura spp.*, aparecen con gran abundancia (González-Díaz et al., 2003, Caballero et al., 2009).

Los fondos de esta índole suelen estar revestidos por numerosas especies de macroalgas, entre las cuales predominan múltiples representantes de sus tres principales grupos; talófitas verde, rojas y pardas de los géneros *Ulva*, *Enteromorpha*, *Halimeda*, *Dictyopharia*, *Caulerpa*, *Valonia*, *Galaxaura* y miembros del complejo *Laurencia* conjuntamente con *Jania*, *Amphiroa*, *Dyctiopteris*, *Padina*, *Stytopodium*, *Sargassum* y *Lobophora*. La zonación de las mismas solo se hace evidente a medida que aumenta la profundidad, manifestándose mediante el predominio paulatino de estos tres últimos géneros. En la zona intermareal, se evidencia también una marcada zonación, cuyos cambios pueden constituir un bioindicador de contaminación orgánica cuando las talofitas rojas y pardas son sustituidas por las verdes (González-Díaz et al., 2003, Caballero et al., 2009).

En el perfil batimétrico propio de la UAM 7 “Zona exterior contigua”, que enmarca la llanura sumergida desde los 10m hasta los 50m de profundidad, se hace evidente el arrecife frontal revistiendo cañones, canales y escarpes o veriles, en los que se observa un mayor desarrollo de las comunidades coralinas. Los escarpes aparecen como una pared de pendiente variable, comprendida entre 30 y 80 grados. En ellos el cubrimiento por corales y macroalgas varía notablemente y la densidad de gorgonias resulta significativamente superior. Las especies de corales más

abundantes siguen siendo *Siderastrea radians*, *S. siderea* y *Porites porites*, pero aparecen géneros como *Dichocoenia*, *Agaricia*, *Montastraea* y *Millepora*, los cuales diversifican e incrementan la abundancia coralina. Dentro de esta zona frontal, aparecen los camellones y cangilones, en este caso con menor desarrollo estructural. En ellos pueden ser observadas esponjas de gran tamaño de los géneros *Callyspongia*, *Xestospongia*, *Ircinia*, *Cliona*, *Aplysina*, *Iotrochota*, *Niphates* y *Mycale*. Los camellones pueden o bien terminar en una zona arenosa de escasa pendiente extendida desde los 25-35 m hasta el talud de la plataforma, o acabar directamente en el talud de la plataforma insular (González-Díaz et al., 2003, Caballero et al., 2009).

El macrobentos vágil, al igual que la infauna está bien identificado en toda la llanura sumergida y sus representantes más comunes lo constituyen moluscos, como *Strombusspp.*, crustáceos decápodos de diferentes géneros, algunos de ellos como *Panulirus*, de interés comercial, y equinodermos representados por erizos, ofiuroideos y con menor frecuencia asteroideos.

La composición de la ictiofauna ha sido muy alterada debido a la sobrepesca y pargos (*Lutjanidae*), meros (*Serranidae*) y civiles de diferentes especies (*Carangidae*), solo se observan con el aumento de la profundidad. Debido a esta captura diferenciada, peces herbívoros como barberos (*Acanthuridae*) y loros (*Scaridae*) u omnívoros y depredadores como doncellas (*Labridae*) o sargentos y damiselas (*Pomacentridae*), constituyen sus representantes más comunes en áreas someras (Aguilar-Betancourt y González-Sansón, 2002,2007; Hernández-Hernández, 2009).

La Bahía de La Habana (0 a 12m) coreespondiente a la UAM 4, presenta un biotopo arenoso (o arenal) puede ser desde puramente arenoso hasta areno-fangoso según la proporción de fango o cieno (partículas más finas). Su existencia se debe al dragado frecuente y a la relativa inestabilidad producida por un fuerte hidrodinamismo (oleaje y corriente) que limitan la deposición de sedimentos de fango o cieno y de materia orgánica particulada, e impiden el desarrollo de yerbas marinas. Este biotopo se caracteriza por una relativamente baja diversidad de especies y poca productividad, pueden habitar macroalgas (comúnmente algas verdes calcáreas como *Halimeda*, *Penicillus*, *Udotea*, *Rhipocephalus*) o delgados tapices de microfitobentos. En áreas influidas por la contaminación orgánica y química, y por los sedimentos suspendidos, a 10-11m de profundidad se observa un predominio de las esponjas *Clathria venosa* y *Iotrochota birotulata f. musciformis*. La contaminación

orgánica, reduce dramáticamente la diversidad de especies de esponjas en los arrecifes, y en casos extremos, provoca una gran disminución de su biomasa. En grados intermedios parece existir cierta estimulación del desarrollo y diversificación de las esponjas, en detrimento de los corales pétreos. Existe una disminución de la riqueza de especies de moluscos provocada por algunos factores estresantes del ambiente, como el aumento de la salinidad, la materia orgánica particulada en los sedimentos y el aumento en éstos de la fracción de cieno (fango). En zonas, como la Bahía de La Habana, históricamente sometida a un fuerte impacto antrópico, la pérdida de la diversidad de especies de moluscos es notable. La conocida calandracá, *Arenicola cristata* (familia *Arenicolidae*) se extrae en grandes cantidades para ser usada como carnada en la pesca recreativa. Los fondos de la zona aledaña a la entrada de la bahía de la Habana y la Playa del Chivo está presente el sabélido *Bispira brunnea* (Claro, 2006).

Para el área se han reportado la presencia de dos especies invasoras, el pez león *Pterios spp* (Chevalier et al., 2008 y García-Rodríguez et al., 2015) y el coral blando *Unomia stolonifera* (Espinosa et al., 2023). Estas especies pueden causar daños directos e indirectos a arrecifes de coral, pastos marinos y manglares, debido a sus elevados índices de crecimiento y reproducción, su capacidad de colonización y la falta de depredadores naturales. Las especies invasoras pueden ocupar los mismos ecosistemas de las especies autóctonas, compiten por los mismos alimentos, y en ocasiones provocan la desaparición y extinción de las especies locales.

La delimitación y caracterización del entorno marino de las UAMs de la ciudad en lo concerniente a su geomorfología, cubrimiento biótico y comunidades vágiles, permitiera inventariar los principales problemas ambientales que presentan, sus usos actuales y potenciales y definir las acciones propuestas para mejorar sus condiciones naturales así como paliar o eliminar los peligros, vulnerabilidades y riesgos derivados de los efectos del Cambio Climático en ellas. Pudiera considerarse, por tanto, de especial significación en todo el proceso de implementación de los modelos de ordenamiento ambiental que están teniendo lugar en este espacio geográfico.

4. Conclusiones

1. En el litoral de La Habana se identificaron siete unidades ambientales marinas, conformadas por espacios con características propias y específicas en cuanto a su uniformidad, en las cuales las llanuras, depresiones

y morfoesculturas sumergidas, los paleocauces y la cresta arrecifal, se identificaron como sus principales paisajes sumergidos.

2. El paisaje de cresta, principalmente representado en la UAM 1 “Rincón”, muestra aplanamiento por sectores y una marcada reducción de la diversidad de especies, lo que evidencia un deterioro producto de los agentes estresantes a los que está sometido, entre ellos la extracción de organismos marinos, el uso de artes de pesca indebidos, la falta de vigilancia y control sobre los usos previstos y los impactos directos de anclas y embarcaciones.

3. La UAM 5 “Caleta de San Lázaro” presenta un marcado deterioro de la calidad ambiental evidenciándose una disminución de especies en gran medida debido a la influencia de las aguas de la bahía de La Habana y en menor medida del río Almendares, dos fuentes importantes de la contaminación de origen terrígeno.

4. A diferencia de las UAMs situadas al W de la bahía (Caleta de San Lázaro y Miramar), cuyos fondos son consolidados y duros, los fondos arenosos de significativa extensión se encuentran solo en las unidades situadas en el extremo E del área estudiada, a los cuales se asocian en el borde litoral las playas del este (principalmente la UAM 2 “Mar Azul”), encontrándose las zonas de mayor naturalidad en la profundidad hacia tierra de este segmento.

5. La delimitación de unidades ambientales marinas expuesta en el presente trabajo tuvo lugar dentro del proyecto empresarial “El ordenamiento ambiental en la zona costera de La Habana (ZCLH) con enfoque de reducción de riesgo de desastre (RRD) y adaptación al cambio climático (ACC)” y sentó las bases para el desarrollo ulterior de los modelos de ordenamiento ambiental de la fachada oceánica de la ciudad.

Referencias

- Aguilar-Betancourt, C. y G. González-Sansón (2002). Ecología de la ictiofauna costera alrededor de la desembocadura del río Almendares (La Habana, Cuba). I. Distribución espacial de la abundancia y la diversidad. *Rev. Invest. Mar.*, 23(1): 3-14.
- Aguilar-Betancourt, C. y G. González-Sansón (2007). Composición de la ictiofauna costera de ciudad de La Habana, y evaluación preliminar de los factores que la determinan. *Rev. Invest. Mar.*, 28(1): 43-56

- Areces-Mallea, A. J., Reyes-Pérez, D., Ramírez, E. y Almeida, I. (2024): *Las Unidades Ambientales Marinas de la ciudad de La Habana. Caracterización y propuestas para su recuperación ante los efectos del Cambio Climático y los problemas socioecológicos de sus municipios limítrofes*. Inédito, 23 pp., 6 Tblas, 6 Figs. Repositorio Instituto de Geografía Tropical, Cuba
- Areces-Mallea, A. J., Salinas-Chávez, E. y Barranco-Rodríguez, G. (2022). La delimitación de espacios terrestres bajo influencia marina en condiciones de insularidad. Estudio de caso: Grandes islas del archipiélago cubano. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 22(1): 23-41. <https://www.aprh.pt/rgci/rgci-n438.html>
- Areces, A. J. y E. Salinas (2022). *Fundamentos teóricos metodológicos para la regionalización de los paisajes marino costeros del archipiélago cubano*. En: Salinas, E.; Seolin, L. (org) Cartografía Biogeográfica e da Paisagem, Vol. 3, Primera Edición, Tupa: ANAP, 289pp.
- Areces, A. J. y M.C. Martínez(2019a). *Distritos Ecológicos de la Plataforma Insular*. Atlas Nacional de Cuba LX Aniversario. Epígrafe 2.6 Plataforma insular y aguas oceánicas adyacentes. Mapa a escala 1:1000000.
- Areces, A. J. y M.C. Martínez (2019b). *Unidades ambientales de la Plataforma Insular*. Atlas Nacional de Cuba LX Aniversario. Epígrafe 2.6 Plataforma insular y aguas oceánicas adyacentes. Mapa a escala 1:1000000.
- Caballero, H., P. M. Alcolado y A. Semidey (2009). Condición de los arrecifes de coral frente a costas con asentamientos humanos y aportes terrígenos: el caso del litoral habanero, Cuba. *Rev. Mar. y Cost.*, 1: 49-72.
- Claro, R. 2006. *La biodiversidad marina de Cuba*. Instituto de Oceanología. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Cuba, 256 pp.
- Chevalier, P. P., E. Gutiérrez, D. Ibarzabal, S. Romero, V. Isla, J. Calderín y E. Hernández (2008). Primer registro de *Pterois volitans* (Pisces: Scorpaenidae) para aguas cubanas. *Solenodon*, 7(37), 37-40.
- Coletivo de autores, IGA y DPOTU (2024). *Límite de la Zona Costera de La Habana*. Poryecto AdaptHabana
- Espinosa, J., R. Estrada y J. P. Ruiz- Allais (2023). Presencia en Cuba de la especie marina invasora *Unomia stolonifera* (Gohar, 1938) (Octocorallia, Alcyonacea). Acciones para su control y eliminación. *Rev. Invest. Mar.*, 43(1), 140-146.
- García-Rodríguez, A., P. P. Chevalier Monteagudo, E. Cabrera Sansón, H. Caballero Aragón y J. Luis Hernández López (2015). Densidad y biomasa de *Pterois volitans/miles* (Teleostei: Scorpaenidae) en arrecifes del litoral oeste de la Habana, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 35(1), 21-36.
- González-Díaz, P., E. de la Guardia y G. González-Sansón (2003). Efectos de efluentes terrestres sobre las comunidades bentónicas de arrecifes coralinos en ellitoral de ciudad de La Habana. *Rev. Invest. Mar.*, 24(3): 193-204.
- Hernández-Hernández, I., C. Aguilar-Betancourt y G. González-Sansón (2009). Variaciones en la abundancia de peces en sitios con diferente grado de contaminación del sublitoral de Ciudad de La Habana, Cuba. *Rev. Biol. Trop.*, 57 (4): 977-992.
- Ionin, A. S., Y.A. Pavlidisy O. Avello (1977). *Geología de la plataforma de Cuba (en ruso)*. Editorial Nauka, Moscú, 356 pp.
- Ortiz, M. (1976). Algunas características del bentos de Cuba. *Ciencias serie 8 Investigaciones Marinas*, 22:1-32
- Ramírez, E. (1989). *Caracterizaciones Geomorfológicas de la costa norte Habana Matanzas. La Habana*. Tesis de defensa de grado de Dr. en Ciencias Geográficas. Repositorio Instituto de Geografía Tropical, Cuba.

Conflicto de intereses: Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Contribución de autores: **Denise L. Reyes Pérez:** Investigación, Metodología, Análisis formal, Recursos, Curación de datos, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición, Visualización, Administración del proyecto. **Arsenio J. Areces:** Conceptualización (Regionalización), Investigación, Análisis formal, Recursos, Supervisión. **Elías Ramírez:** Conceptualización (Geomorfología), Metodología, Análisis formal, Recursos, Supervisión. **Idalmis Almeida:** Investigación, Recursos (Geomática y Cartografía), Análisis formal. **Dayniel Hernández:** Investigación, Recursos (Geomática y Cartografía), Análisis formal.