

Monitoreo de playas en Santiago de Cuba desde el Manejo Integrado de Zonas Costeras para el enfrentamiento al cambio climático

Yunior Ramón Velázquez Labrada
Juan Ramón Castellanos González
Mayelin Pérez Benitez
Ricardo Domínguez Hogkins
Eumelia Victoria Romero Pacheco
Rogelio García Tejera

Universidad de Oriente, Santiago de Cuba (Cuba).

Resumen

En el capítulo se presenta una guía para el monitoreo de playas desde la perspectiva del Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC) para el enfrentamiento al cambio climático, así como las experiencias derivadas de su aplicación parcial en Siboney, La Estrella y Juan González en la provincia Santiago de Cuba. En consecuencia con la metodología cualitativa de la investigación social, se aplicaron diversos métodos y técnicas como el análisis - síntesis en el estudio bibliográfico relacionado con el título mencionado, la observación directa durante el monitoreo; la estadística descriptiva y el análisis porcentual en el procesamiento de datos; las técnicas matriz de riesgo, de corbatín (diagrama causa- efecto), aplicada al efecto del cambio climático en dicho ecosistema frágil y de compatibilidad (uso- uso). Como resultado se obtuvo la concreción de los pasos del MIZC al monitoreo de playas y con ello el levantamiento de la información físico natural, socio económica y jurídico administrativo, la modelación de la altura del oleaje habitual y extremo ante la presencia de huracanes de distintas categorías, lo cual evidencia la necesidad de potenciar la percepción de riesgos ambientales de la población y la oportuna toma de decisiones ante estos fenómenos meteorológicos.

Introducción

El cambio climático deviene en centro de atención por su impacto cada vez mayor en ecosistemas frágiles, como las playas. El más reciente informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), publicado en octubre de 2018 en Incheon, Corea del Sur, connota que el mismo dañará la biodiversidad en los ecosistemas; la temperatura media global podría aumentar 1.5 grados Celsius entre los años 2030 y 2052, en tanto se hace un llamado a la comunidad internacional para evitar que la misma se eleve a 2 grados e implementar cambios de gran alcance y sin precedentes en todos los aspectos de la sociedad.

En Cuba, se ha pronosticado una disminución lenta de 2 691.47 km² (2.4%) en la superficie emergida para el 2050 y 6 371.05 km² (5.8%) para el 2100, a causa de la elevación del nivel del mar, que en los últimos 67 años alcanzó la media de 6,77cm y la salinización paulatina de los acuíferos subterráneos por el avance de la cuña salina. Además, la sobreelevación del mar unos 27cm hasta el 2050 y 85cm hasta el 2100 unido al incremento en la frecuencia de ocurrencia y la intensidad de los huracanes, que también provocan inundaciones costeras y la destrucción del patrimonio natural y construido con énfasis en la zona costera (Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, CITMA, 2016).

El actual Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático, conocido por el acrónimo Tarea Vida y aprobado por el Consejo de Ministros (2017), contentivo de 5 acciones estratégicas y 11 tareas, pondera en sus tareas tres y nueve, de manera respectiva, la necesidad de conservar, mantener y recuperar integralmente las playas arenosas, así como el monitoreo, vigilancia y alerta temprana para evaluar sistemáticamente el estado y la calidad de la zona costera. Todo esto redimensiona los estudios que se realicen en dichos ecosistemas, en tanto adquieran un carácter cada vez más local desde una relación dialéctica espacio tiempo, que considere la estimación de la propagación del oleaje en zonas costeras, según la batimetría, el viento, las corrientes marinas, las variaciones del nivel del mar y las estructuras costeras.

Sin embargo, una problemática a resolver es la realización de estudios territoriales que permitan monitorear y modelar el comportamiento de aquellos indicadores que denotan el impacto del cambio climático en los ecosistemas, de modo que favorezca el análisis causal, el registro de datos para su comparación en el tiempo y la adopción de un plan de manejo. Por ello, en el actual trabajo se propone una guía para el monitoreo en playas de Santiago de Cuba, en vínculo con el Manejo Integrado de Zonas Costeras, implementado parcialmente en Siboney, La Estrella y Juan González y donde se modela la

penetración del mar en caso de diferentes huracanes de categorías, todo lo cual tributa a la toma de decisiones territoriales.

Materiales y métodos

La metodología empleada se sustenta en la investigación social de orden cualitativa, empleando métodos del nivel teórico como el estudio documental, análisis y síntesis, para la interpretación de los datos empíricos encontrados, así como la concreción del aparato conceptual ordenado según la dialéctica interna y lógica del proceso estudiado. Se emplearon métodos y técnicas del nivel empírico, que permitieron su aplicación práctica y de manera intencional en las playas: Siboney, por encontrarse al este de la Bahía de Santiago de Cuba, ser una playa turística de gran afluencia de personas durante el año; La Estrella, por encontrarse en el área de dicha bahía la cual está priorizada en el Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático en el país y Juan González, al oeste de la misma, en el municipio Guamá.

Fueron esenciales la observación directa y entrevista individual a usuarios de las playas, así como la estadística descriptiva y el análisis porcentual en el procesamiento de datos; las técnicas matrices de riesgo, de corbatín (diagrama causa-efecto) y de compatibilidad (uso- uso). La implementación de la guía de monitoreo se llevó a cabo a partir del trabajo de campo realizado por los especialistas y colaboradores del Centro de Estudios Multidisciplinarios de Zonas Costeras (CEMZOC) e incluyó el estudio de algunos indicadores durante el desarrollo de la asignatura Práctica de Campo, por estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación. Biología- Geografía. La sensibilización de los actores sociales se realizó a través de talleres de socialización, en visitas a los Consejos Populares de estas áreas.

Se realizaron mediciones directas de la temperatura en medios seco y húmedo con ayuda del Psicrómetro de Assmann. Con el pluviómetro, se realizó la medición de las precipitaciones. Para obtener los valores de tensión de vapor de agua (mm), humedad relativa (%), temperatura de punto de rocío (°C) y déficit de saturación (mm) se usó una tabla psicométrica (utilizada por los Servicios Meteorológicos Nacionales) y con ellos calcular las distintas variables meteorológicas que dependen del vapor de agua contenido en la atmósfera a partir de la temperatura seca y húmeda registrada por el psicrómetro en cada medición. Mediante el método visual se estimó la dirección y velocidad del viento a partir de los efectos del mismo sobre los objetos móviles y estáticos que fueron susceptibles de experimentar esta acción durante las observaciones efectuadas y auxiliado por las especificaciones descritas en la Escala Anemométrica de Beaufort para la estimación de la fuerza del

viento que, aunque su origen se remonta al 1805, y generalizada en el 1944, mantiene su vigencia.

Tabla 1.

Integración de los pasos del MIZC al monitoreo de playas.

Pasos	Acciones esenciales
Paso I Identificación y Evaluación de Asuntos Claves	Precisión de la línea base y asuntos claves para el monitoreo. Delimitación de las playas pilotos a monitorear.
Paso II Preparación de la Guía	Elaboración de la guía para el monitoreo de las playas. Valoración de las vías teórico - prácticas para su implementación. Sensibilización de los actores sociales que intervendrán en el monitoreo.
Paso III Adopción Formal y Provisión de Fondos	Aseguramiento de los requerimientos financieros y humanos para la realización del monitoreo.
Paso IV Implementación	Aplicación de la guía para el monitoreo, registro de la información y análisis de los resultados. Modelación del impacto de los principales peligros ambientales. Proposición de acciones de manejo integrado.
Paso V Evaluación	Evaluación del impacto del monitoreo. Comunicación de los resultados a los decisores locales.

Fuente: modificado de Olsen, 1999 y Apín, 2014.

Los instrumentos fueron emplazados convenientemente según los fines y el significado de las mediciones para el trabajo de campo, así como la ubicación de las playas desde el punto de vista geográfico, cumpliendo las normas técnicas y de procedimientos establecidos en Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológicos (OMM-N° 8, 2014). Las observaciones meteorológicas (apreciaciones y mediciones) se realizaron horarias definiendo como la hora real de la observación el momento de la medición de las temperaturas. Las apreciaciones y mediciones de las variables meteorológicas se realizaron en un plazo de cinco a diez minutos antes de la hora real de la observación definida. Se cifraron previamente aquellas variables que con certeza no variarían en el momento de la observación. Los cálculos asociados con las observaciones, pero no necesario para completarla se efectuaron con posterioridad a la misma. Para la modelación de las condiciones del oleaje

en las playas seleccionadas se emplearon modelos numéricos disponibles en el paquete de programas SMS (Water Surface Modelling System). Se fue consecuente con el ciclo de manejo costero, a partir de asumir los aspectos generales propuestos por Olsen (1999), según González (2015) y Apín (2014), cuyas acciones esenciales guiaron también el proceso de investigación, como se describe en la Tabla 1.

En correspondencia con lo planteado se propone el siguiente esquema teórico metodológico:

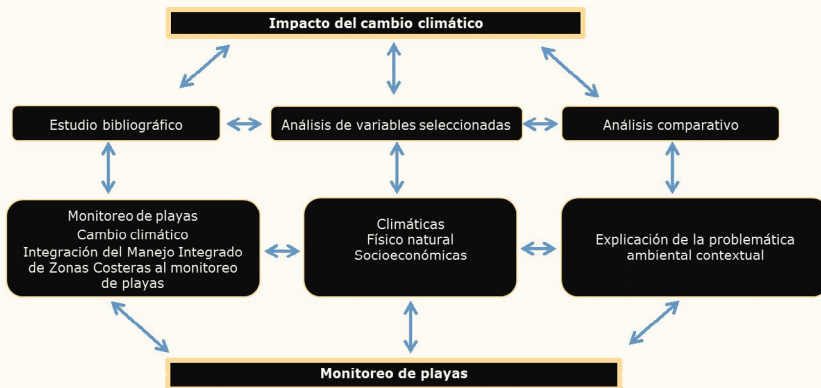


Figura 1. Esquema teórico-metodológico de la investigación.

Resultados y discusión

Aproximación a la línea base y asuntos claves para el monitoreo de las playas ante los impactos del cambio climático.

El archipiélago cubano está compuesto por la Isla de Cuba, la Isla de la Juventud y aproximadamente 4 194 islas menores, cayos y cayuelos, que alcanzan una superficie territorial de 110 922 km². Su configuración geográfica refuerza el efecto del ambiente marino sobre las características del clima, que determina que ningún punto del territorio nacional esté lo suficientemente alejado de la costa como para no recibir esta influencia. Además, a pesar de coincidir dicha ubicación con la misma faja climática y zonalidad geográfica de las grandes extensiones desérticas del Sahara, no se manifiesta la desertificación, debido a su condición de isla estrecha y disposición horizontal.

Posee una extensión aproximada de 3735 km de línea de costa lo que determina una interconexión dinámica con el mar y que, de una u otra forma, concurren actividades económicas que reciben tales influencias: el desarrollo de las comunicaciones, la pesca, el turismo, la agricultura, el comercio, entre otras. Además, se extiende sobre una plataforma insular propia de 67 831 km², con un relieve submarino ondulado, colinoso y surcado por canales, vinculada al norte con la placa norteamericana y por el suroeste, con la dorsal de Los Caimanes, que articula geológicamente a la Sierra Maestra con la América Central.

La plataforma insular tiene un ancho que varía entre 140 km al sur de La Habana hasta unos cientos de metros, al sur de la Sierra Maestra en límite con las fallas de la Hoya de Los Caimanes, que es la zona más inestable de Cuba. Al borde del talud insular, la profundidad del mar aumenta de manera notable, lo que permite delimitarla por las isobatas 80, 90 y 100 m en una u otra localidad. Esta condición propicia que las costas ofrezcan una morfología diferente, siendo propicias para la formación de extensas playas en unas áreas, apenas con oleajes y mareas significativas y mientras en otras, las playas son de baja calidad, con presencia de arrecifes y gran actividad marina.

La conformación del componente litogénico es determinante en la formación del relieve del territorio insular cubano, resultado de la interacción de las fuerzas endógenas y exógenas, lo que se manifiesta en las variaciones del relieve, en constante, secular e imperceptible evolución. Además, en la geomorfología del país tiene un papel preponderante los depósitos de origen marino que han influido en la morfología litoral, fundamentalmente en la formación de terrazas marinas, en las cuales tiene una fuerte incidencia la acción humana.

La provincia de Santiago de Cuba, se localiza al sur de la isla. La misma posee el relieve más vigoroso del país, la Sierra Maestra, que constituye una unidad geológica definida, formada por algunas secciones dispuestas de oeste a este, como son la Sierra del Turquino, la Sierra de Boniato y la Sierra de la Gran Piedra, estas dos últimas dispuestas como un anfiteatro, limitado al sur por la Meseta de Santiago. En el centro de esta formación se encuentra la Cuenca de Santiago que incluye en su litoral la bahía del mismo nombre con 8,5 km de largo y 2,4 km de ancho y entre 8,8 y 13,7 m de profundidad, la cual favorece las operaciones portuarias.

En la mencionada provincia, el municipio homónimo cuenta con 27 playas, con predominio de las del tipo encajada con un 63% de representatividad. Guamá, el otro municipio costero, posee 33 playas, ubicadas de forma apoyada y lineal respecto al borde costero (Milanés, 2014). Esto afirma un total

de 60 playas, desde el punto de vista tectónico estructural, formadas por las arenas terrígenas que aportan los ríos, aunque en su mayoría no cumplen los requisitos para el uso recreativo.

La playa, según el mencionado Decreto-Ley 212 del 2000, es aquel ecosistema de la zona costera, constituido por materiales sueltos de diferente espesor en áreas emergidas y submarinas que manifiesta procesos de erosión y acumulación por alteraciones de origen natural o antrópico, con cambios en la dinámica de su perfil; pertenecen a ella las barras submarinas, las bermas y las dunas (GORC, 2000). Su límite se establece en el borde extremo hacia tierra de la duna más próxima al mar. Si bien existe una definición, la misma atiende en su esencia a criterios estructurales, de ahí que carezca de una conceptualización que incluya la variabilidad de las mismas en relación con los diferentes espacios de costa que pueden diferir de acuerdo al proceso de la dinámica geotectónica que les dio origen, lo cual limita su manejo como una unidad de síntesis de lo general y lo particular de cada una de ellas.

Además, la playa posee una estructura geomorfológica variable. Su perfil simboliza el equilibrio dinámico que se produce entre el transporte de sedimentos hacia el mar (erosión), hacia la tierra (sedimentación) y a lo largo de las costas (corrientes de deriva). Un incremento en el nivel del mar, como consecuencia del cambio climático que hoy se vive, modifica el balance entre el transporte hacia la tierra y hacia el mar, de modo que frecuentemente se extraen más sedimentos hacia mayores profundidades, de donde no pueden regresar (Moreno-Casasola, 2005).

En este sentido las playas han sido estudiadas desde distintos puntos de vista. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2012), basada en el método de las perturbaciones valora de una forma rápida y sencilla los efectos provocados por el cambio climático sobre los ecosistemas frágiles. También ha planteado que la respuesta del perfil de playa se debe a la acción de las dinámicas que actúan y se produce en escalas de tiempo que varía desde una corta duración -horas en caso de erosión derivadas de un temporal; semanas a meses -en el caso de procesos de acumulación de sedimentos, y otros escenarios que pueden ser considerados como instantáneos dentro de un estudio a más largo plazo. Por último, las cuasi- instantáneas que se derivan de un análisis a medio plazo.

En Cuba, se cuenta con varios resultados científicos que favorecen la selección de los principales aspectos a considerar en una guía para el monitoreo en playas, en tanto han estado orientados hacia: la estimación del cambio costero a largo plazo en las playas de La Habana, por Sosa Fernández, M. (2016) y demás, que asumen el procedimiento básico descrito por Dolan, Fenster and

Holme (1991), Crowell, Leatherman and Buckley, (1991), entre otros y en los cuales se considera la identificación de las fuentes de datos de posición de la línea de costa y evaluación de su precisión geométrica; la georreferenciación y unificación de los datos en un único sistema de proyección cartográfica; la creación de los vectores de línea de costa; la cuantificación de los errores posicionales y de medición de los vectores, así como la medición y cuantificación de los cambios.

De manera más detallada, Navarrete-Ramírez, S. M. (2014), aborda el método de perfiles de playa tomado del formulado por Campers G. y Gray D. F. (Unesco, 2007 y 2012); refiere los equipos y materiales que se requieren para ello y propone el programa de registro de datos: fecha, nombre del lugar, observadores, medición desde el punto de referencia al suelo, altura al punto de observación. De cada sector se precisa el segmento de la playa, el ángulo de la pendiente en grados y minutos y pueden ser analizados a través del programa de cómputo Beach Profile Analysis, el cual es complementario a la toma de datos.

El Protocolo para el monitoreo ecológico de playas arenosas ante el cambio climático (SINAC, 2016), proyecta las fichas de los indicadores para el monitoreo ecológico marino, tales como: medición del estado del tiempo, que incluye temperatura, humedad relativa, precipitaciones, velocidad y dirección del viento, erosión y acreción, granulometría de la arena, cantidad de usuarios en la playa, residuos en la playa, calidad del agua- que considera coliformes fecales, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, nitrato, fosfato, pH, temperatura, turbidez y características de las olas.

En Santiago de Cuba, se cuenta con los resultados de investigadores como Apín (2014) y Milanés (2014), cuyas contribuciones a los estudios costeros se orientan de manera respectiva, hacia un programa de manejo integrado en playas y una propuesta para la demarcación de la zona costera por medio de la demarcación de unidades costeras ambientales. Sin embargo, se requiere de la elaboración de una guía para el monitoreo de dicho ecosistema frágil, que pueda ser aplicada en la provincia, favorezca la sistematización de estudios precedentes y el registro de los actuales y futuros en función de la toma de decisiones.

Contribución del Manejo Integrado de Zonas Costeras al monitoreo de playas

El enfoque del Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC), ha sido empleado indistintamente en países del área como Gestión Integrada de Áreas Litorales (GIAL), Gestión Integrada de Zonas Costeras (GIZC), Planificación

y Gestión Integrada de Zonas Costeras (PGIZC), Planificación y Gestión Integrada de Áreas Litorales (PGIAL), Manejo Integrado Costero (MIC) y Manejo Integrado de Áreas Costeras (MIAC). En lengua inglesa se mencionan Integrated Coastal Zone Management (ICZM), Integrated Management of Coastal (IMC) y Sustainable Management of Coastal Zone (SMCZ), en cuya esencia permiten la formulación de programas que respondan a la solución de los conflictos de cada zona (Barragán, 2003; Milanés, 2014).

Se coincide con Apín (2014) y Milanés (2014) al asumir el término manejo como sinónimo de gestión, pues a pesar de que el primero es el proceso por el cual se organizan los recursos humanos y materiales para obtener una meta conocida dentro de una estructura institucional (Olsen, 1999) y el segundo como conjunto de decisiones, diligencias y actuaciones que conducen a la administración de recursos, al desarrollo de actividades económicas y a la ejecución de planes (Barragán, 2003); ambos conceptos poseen puntos de contacto que se complementan, no divergen y puede ser aplicados a los procesos de planificación, organización, ejecución, control y evaluación que se llevan a cabo desde las instituciones educativas cubanas, en este caso las universidades, en relación con la zona costera en general y las playas en particular.

El Manejo de Zona Costera (MZC) es considerado como un proceso de planificación y regulación multisectorial, enfocado sobre diversas características y necesidades para manejar segmentos costeros pequeños, angostos y geográficamente bien delimitados, en cambio, el Manejo Costero Integrado (MCI) amplía la característica multisectorialidad que tiene el MZC e incluye los procesos de los ecosistemas conectados dentro de cuencas costeras y océanos (Olsen, 1999). A los efectos del presente trabajo se asume el MIZC como un proceso holístico, continuo, dinámico, participativo y construido bajo consenso, mediante el cual se toman decisiones para el uso sostenible y la protección de la zona costera y sus recursos, con el propósito de alcanzar las metas establecidas en cooperación con los usuarios y las autoridades (Knecht, Archer, 1993, retomado por Apín, 2014), en tanto connota la esencia de las definiciones anteriores.

Las principales metas están en alcanzar el desarrollo sostenible de las áreas costeras y marinas, para reducir la vulnerabilidad de las costas y sus habitantes a los peligros naturales y mantener los procesos ecológicos esenciales y la biodiversidad (Cicin-Sain y Knecht, 1998). En correspondencia con lo planteado, el Ministerio de Educación Superior de Cuba ha orientado a las universidades la realización de un Plan de Acciones para concretar Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático. En la Universi-

dad de Oriente, existe como antecedente un Plan de Manejo Integrado de Playas en el municipio Santiago de Cuba, enfocado más desde el accionar gubernamental en la provincia y con la posibilidad de su actualización con la incorporación del manejo en o desde la universidad, a partir de la guía para el monitoreo.

Desde esta perspectiva el monitoreo de playas se sustenta en los presupuestos de la Bioética Global, en relación a la atención a los problemas globales, la especie humana y del resto de las especies, contextualización evolutiva y ecológica, poniendo la construcción social de saber al servicio de la vida. Sotolongo (2002). En el enfoque ecosistémico concurren las dimensiones social, económica y ambiental, las cuales facilitan una mayor aproximación a la realidad objetiva y concreta que ocurren en los ecosistemas, así como también permite la proyección de acciones futuras, necesarias para lograr la deseada sostenibilidad.

Del MIZC para el monitoreo de playas se asumen los siguientes principios según Clark (1992) y objetivos definidos por Moreno-Casasola (2005), retomados por Apín (2014). Principios:

- El agua constituye dentro de los recursos costeros, la fuerza integradora entre todos los sistemas.
- Se hace necesario que los usos de la tierra y el mar sean manejados y planificados de acuerdo a la clasificación.
- La línea de costa constituye el punto clave de los programas de manejo costero.
- La efectividad del MIZC depende de la contribución de los estudios de impacto ambiental.

Objetivos:

- Lograr el desarrollo sustentable de las áreas costeras y marinas mediante el aumento de la calidad de vida de sus habitantes.
 - Reducir los peligros y riesgos naturales de las zonas costeras y sus habitantes.
 - Custodiar los procesos ecológicos esenciales, el funcionamiento de los ecosistemas y la diversidad biológica de las áreas costeras y marinas.
 - Minimizar los conflictos que se generan entre los usos y recursos de la zona costera.
 - Armonizar el desarrollo con la conservación de los ecosistemas costeros.
- Se asume, además, el estudio por subsistemas según Barragán (2003):

- Subsistema físico natural: conjunto de elementos, atributos y relaciones pertenecientes a fenómenos naturales situados en las zonas costeras o que ejercen gran influencia sobre ellas (climáticos, geomorfológicos, hidrológicos, químicos, ecológicos).
- Subsistema socio- económico: Conjunto de elementos, atributos y relaciones vinculados a los usos y actividades que el ser humano desarrolla en las áreas litorales.
- Subsistema jurídico y administrativo: Conjunto de elementos, atributos y relaciones de las que se deriva la organización y gestión de las áreas litorales.

Playas pilotos seleccionadas para el monitoreo.

A manera de concreción de los planteamientos anteriores, se seleccionan playas pilotos que obedecen a las exigencias sociales, pues si bien el único Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático en Cuba (2017), orienta intensional los estudios en la Bahía de Santiago de Cuba y carretera Santiago- Granma, donde se encuentran las playas La Estrella y Juan Gonzáles respectivamente, para el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) en la provincia mencionada y la Universidad de Oriente es también prioridad el monitoreo de las restantes playas de la zona costera sur oriental del país, entre las que también se encuentra playa Siboney, con gran cantidad de usuarios cada año (Figura 2).



Figura 2. Mapa de playas pilotos seleccionadas para el monitoreo en la provincia Santiago de Cuba.

Guía para el monitoreo de las playas en Santiago de Cuba

La guía para el monitoreo de las playas se presenta en la Tabla 2, a pesar de que sus indicadores por subsistemas pueden ser aplicados en la totalidad de las playas, posee un carácter flexible y dinámico, todo lo cual favorece el análisis holístico de los resultados.

Tabla 2.

Guía para el monitoreo de playas en Santiago de Cuba.

Datos Generales	
Fecha del monitoreo	
Nombre oficial de la playa	
Nombre popular	
	Provincia
	Municipio
	Costa (Sur)
	Ubicación de acuerdo a la plataforma insular (Interior o exterior)
	Posición matemática por su punto medio estimado (Latitud y longitud)
	Orientación de la línea de costa
	Superficie terrestre (m ²)
	Superficie marina (m ²)
	Superficie total (m ²)
	Entorno inmediato hasta 500 m (montañoso, boscoso, lacustre, fluvial, ciudad, otros) de influencia directa en la playa. Al norte, al este y oeste.
	Cantidad de cielo cubierto por nubes
	Visibilidad
	Tipos de nubes
	Temperatura seca (°C).
	Temperatura Húmeda (°C).
	Tensión de vapor de agua (mm).
	Humedad relativa (%).
	Temperatura de punto de rocío (°C).
	Déficit de saturación (mm).
	Precipitaciones (mm).

.....

.....

Datos Generales	
	Vientos predominantes (Dirección)
	Vientos predominantes (Fuerza, km/h)
	Viento en el medio marino (Cifra en la Escala Anemométrica de Beaufort)
	Mar de viento (Estado según Escala de Douglas)
	Oleaje (Dirección)
	Oleaje (Altura en m)
	Tiempo (Lluvioso o seco)
	Tipo de playa según su forma (lineal, encajada, apoyada)
	Tipo de perfil de playa (completo, incompleto)
	Longitud de la línea de costa (m)
	Duna (Fósil o activa)
	Altura máxima de la duna (m)
	Ancho máximo de la duna (m)
	Ancho de la postplaya (m)
	Existencia de berma
	Pendiente de la postplaya (suave, moderada, pronunciada)
	Ancho de la anteplaya (m)
	Pendiente del ante playa (suave, moderada, pronunciada)
	Pendiente submarina de la playa (suave, moderada, pronunciada)
	Tipo de fondo predominante (arenoso, areno-fangoso, rocoso, otros)
	Presencia de barreras arenosas (Sí, no, cantidad)
	Presencia de barreras arrecifales (Sí, no. Comportamiento continuo o discontinuo)
	Estado aparente de conservación de la playa (bueno, regular, malo)
	Origen del sedimento (Terrígeno, litogénico, biogénico, mixto)
	Tipo de sedimento (Rocoso, arenoso y guijarro)
	Color de la arena (blanco, gris, negro)
	Granulometría (Canto, Guijarro, Grava; Arena: gruesa, media, fina).
	Indicios de erosión (escarpes, daños en la vegetación, afloramientos rocosos, surcos producidos por drenaje pluvial, acumulación eólica en la postduna)
	Indicios de acumulación (Barra adosada, existencia de más de una berma)

.....

.....

Datos Generales	
	Tendencia erosiva (moderada, intensa)
	Tendencia acumulativa (moderada, intensa)
	Causas de la erosión (Natural o antrópica)
	Vegetación en la postduna (% de Arbórea, palmáceas, arbustiva, herbácea)
	Vegetación en la duna (% de Arbórea, palmáceas, arbustiva, herbácea)
	Vegetación en la postplaya (% de Arbórea, palmáceas, arbustiva, herbácea)
	Vegetación en la pendiente submarina (Sí, no)
	Transparencia del agua (Buena, regular, mala)
	Color del agua (Verde, azul, amarillo, marrón)
	Olor del agua (A mar, otros)
	Temperatura del agua (°C)
	Salinidad (ups)
	pH
	Oxígeno Disuelto (mg/ L-1)
	Compuestos del nitrógeno NO ₂ , NO ₃ , NH ₄ (mg/ L-1)
	Compuestos del fósforo (PO ₄)
	Sólidos suspendidos totales (SST) (mg/ L-1)
	Clorofila-a fitoplanctónica (mg m-3)
	Coliformes fecales (NMP/100 mL-1)
	Coliformes totales (NMP/100 mL-1)
	Baño
	Toma de sol
	Caminatas
	Acampada
	Servicio de masaje
	Buceo
	Deportes en la duna
	Deporte náutico
	Merodeo de animales
	Navegación

.....

Datos Generales	
	Receptor de residuales
	Pesca de subsistencia
	Pesca furtiva
	Caza furtiva
	Conservación del patrimonio natural/ cultural
	Infraestructura para el transporte terrestre
	Infraestructura para transporte marítimo
	Investigación-Monitoreo
	Instalaciones turísticas
	Asentamiento
	Otros servicios públicos
	Captura de especies en peligro de extinción
	Insuficiente abastecimiento de agua potable
	Alteración del área litoral por obras costeras
	Contaminación por hidrocarburos
	Mal estado técnico, deterioro o inexistencia de infraestructura hidráulica y alcantarillados
	Parqueo sobre la duna
	Pérdida de la vegetación costera
	Introducción de especies exóticas
	Contaminación de los ríos adyacentes a la playa
	Vertimiento de residuales en la playa
	Microvertederos
	Carencia de servicios sanitarios públicos
	No control de la capacidad de carga
	Inexistencia de señaléticas
	Insuficiente servicio de salvamento
	Construcciones sobre la duna
	Indicios de extracción de arena
	Normativas nacionales vigentes en relación a las playas

Análisis de los resultados derivados de la aplicación de la guía para el monitoreo

La Playa Siboney, como se muestra en la Figura 3 (izquierda), se encuentra ubicada entre las depresiones tectónicas erosivas que la separan del complejo territorial natural Sierra de la Gran Piedra y la faja costera de la comunidad de igual nombre. Su eje este- oeste (E-W) está custodiado por anchos cerros testigos del tipo mesas y buttes calcificados, con terrazas costeras planas hacia el litoral desarrollados sobre calizas del Holoceno, con un promedio de altitud de 100 a 150 m por encima del nivel del mar, cortadas por el río Carpintero o Siboney, a una distancia de 15 km del este de la ciudad de Santiago de Cuba. Se sitúa en las coordenadas planas 19.960060 LN y -75.703831 LW.

Por otra parte, Playa La Estrella, (Figura 3, centro), se localiza en la Bahía de Santiago de Cuba, orientada de NW a SE, a 290°. El límite exterior de la postduna se localiza a los 19.96978 LN y -75.867763 LW que limita al norte con las aguas del Mar Caribe. Al sur limita con el Restaurante La Estrella a los 19.969668 LN y -75,867233 LW, a una distancia de 64 m. Al este limita con la carretera del Morro en los 19.970045 LN y -75.867673 LW, mientras al oeste lo hace con las montañas a 19.969570 LN y -75.867857 LW.

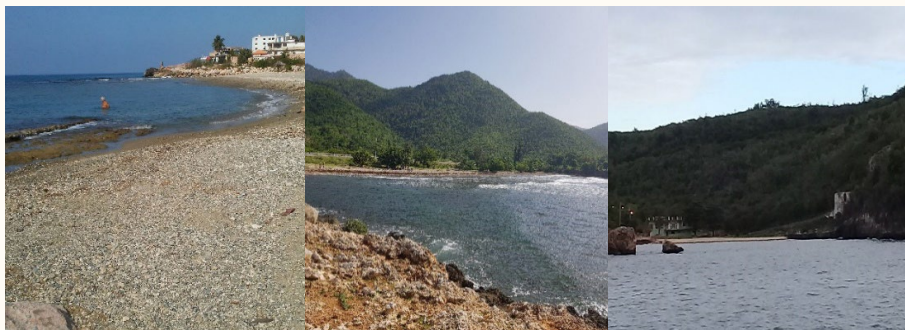


Figura 3. Playas pilotos.
De izquierda a derecha: Siboney, La Estrella y Juan González.

Al oeste de dicha bahía se encuentra Playa Juan González (Figura 3, derecha), perteneciente al municipio Guamá. Limita al norte con la carretera Granma, a 168 m y las montañas de la Sierra Maestra, al sur con las aguas del Mar Caribe, al este con playa Buey Cabón, aproximadamente a 2,88 km y la Ciudad de Santiago de Cuba, a unos 13 km; al oeste con el municipio Guamá.

Ocupa una posición matemática entre los 19.961118 LN y los -75.995248 LW. La línea de costa se extiende desde los 19.961918 LN y -75.995571 LW, en la parte este de la playa, hasta los 19.962860 LN y -75.993606 LW, al oeste.

Las tres playas son encajadas, con forma de concha, con perfiles bien desarrollados. La de menor superficie terrestre es La Estrella, con 3800 m², seguida por Juan González, con 12200 m² y superadas por Siboney con 35400 m². Algo similar ocurre con la longitud, la cual se comporta en 62,15 m; 119,15 m y 309,85 m de manera respectiva. Si bien otra característica que da semejanza a dichas playas es la presencia de una duna activa, en el caso de La Estrella tiene un ancho de 1 m y está ocupada por hierbas (80 %); el ancho de la postplaya es 30 m. y el de la anteplaya 6 m., coincidente con Juan González en la pendiente suave, en relación a lo cual significa que el límite exterior de la duna se haya a los 19.962391 LN y -75.994557 LW, y en dirección este- oeste, ocupa el centro de la playa limitando con la parte oeste del mencionado río. Dicho extremo está a 102 m. de un punto paralelo localizado entre los 19.962842 LN y -75.994923 LW en la Carretera Granma. Las corrientes de resaca se observan en la parte central de las playas.

Los sedimentos se caracterizan por tener color crema, de origen terrígeno, la granulometría es media y existe una tendencia acumulativa moderada y erosiva baja por causas naturales y antrópicas. En Juan González la arena es de color negro debido a la acumulación orgánica y de granulometría fina intermitente, de la formación río macío y lapiés. Es abundante la erosión costera natural y afloran rocas sedimentarias de la formación cobre. En la línea de costa aproximadamente 3m están cubiertos por rocas y piedras.

Las terrazas marinas constituyen el fenómeno geográfico más significativo, lo que caracteriza un litoral alto y escarpado en Siboney y Juan González que no presentan cayos y sí predomina la abrasión marina. Las observaciones sinópticas y trihorarias, en el segundo nivel de terrazas en cada playa, aportaron como información la dirección sur a norte del oleaje, a una altura de hasta 0,1m en La Estrella; 0,3m de altura en Juan González y 0,5 en Siboney durante la mañana, con olas pequeñas con crestas rompientes en esta última. Como promedio general la temperatura seca fue de 30.8°C y la temperatura húmeda de 26.60C. La tensión de vapor de agua de 24 mm, la humedad relativa al 72%, la temperatura punto de rocío a 25,2°C y un déficit de saturación de 9.3 mm.

Por encontrarse en la ladera de sombra pluvial de la zona montañosa de la Sierra de la Gran Piedra, es una zona extremadamente seca. En general los suelos son calizos, pardos tropicales; hacia los cerros litorales son calizos rojos (húmicos carbonatados). El complejo rocoso perteneciente a la formación jaimanita contiene conchas bien preservadas.

La radiación solar en cada caso es intensa y la humedad relativa media anual está entre los 70 y 80 %. Los vientos máximos cargados de sales que soplan principalmente del sur actúan con fuerza sobre la vegetación, predominando las brisas marinas durante el día y las noches. Las lluvias son menores de 1000 mm, con un ritmo anual caracterizado por dos máximas (mayo- octubre) y dos mínimas (enero- marzo). La evaporación es alta con valores que oscilan entre los 1700 y 1800 mm anuales.

La vegetación se presenta como una franja estrecha. Se observa matorral xeromorfo costero y precostero, que ocupan la segunda y tercera terrazas compuestas por calizas de la formación Río Maya. Además, bosques semideciduos micrófilos, en suelos pardos muy pocos profundos provenientes de la formación La Cruz, (calizas y margas). En Siboney el ecosistema de manglar se presenta en la desembocadura del río Carpintero que en su curso bajo sólo corre en tiempo de grandes lluvias. Entre las principales especies se encuentran la uña de gato (*Uncaria tomentosa*), cocotero (*Cocos nucifera*), almendro (*Prunus dulcis*). En la postduna existe un 60, 90, 80% de ocupación por vegetación herbácea, de manera respectiva en Siboney, La Estrella y Juan González.

Se aprecia gran cantidad de sargazo pardo rizoide (*Sargassum*), con textura dura, entrelazados entre sí, perrito de costa (*Leiocephalus cubensis*), jaiba azul (*Callinectes*), ave de rapiña (*Cattarte aura*), cernícalo (*Falco spalverius*).

Según se muestra en la matriz de interacción uso-uso (Figura 4) existen diversos tipos de compatibilidades en los usos comunes en las tres playas: plena compatibilidad, compatibilidad con restricciones, incompatibilidad.

N. USOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
1 Baño	n/a	3	1	1	1	1	1	2	3	2	3	2	3	3	2	1	3	2	2	1	2	
2 Toma de sol		n/a	3	1	1	1	1	2	3	1	3	2	3	3	2	1	3	2	2	1	2	
3 Caminatas			n/a	3	1	1	1	2	3	1	3	2	3	3	2	1	3	2	2	1	2	
4 Acampada				n/a	3	1	1	2	3	1	3	2	3	3	2	1	3	2	2	1	2	
5 Servicio de masaje					n/a	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	
6 Buceo						n/a	1	3	1	3	3	3	3	3	2	1	3	2	1	1	1	
7 Deportes en la duna							n/a	1	3	1	2	2	2	3	1	1	1	1	2	2	2	
8 Deporte náutico								n/a	1	2	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
9 Merodeo de animales									n/a	1	3	2	2	2	3	2	2	3	3	3	2	
10 Navegación										n/a	3	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1	
11 Receptor de residuales											n/a	3	3	2	2	1	1	2	2	3	1	
12 Pesca de subsistencia												n/a	3	1	1	2	2	2	2	1	1	
13 Pesca furtiva													n/a	3	2	1	2	1	3	3	1	
14 Caza furtiva															n/a	2	2	3	3	2	1	
15 Conservación del patrimonio natural/ cultural																n/a	2	1	1	1	1	
16 Infraestructura para el transporte terrestre																	n/a	1	1	1	1	
17 Infraestructura para transporte marítimo																		n/a	1	1	1	
18 Investigación-Monitoreo																			n/a	1	1	
19 Instalaciones turísticas																				n/a	1	
20 Asentamiento																					n/a	
21 Otros servicios públicos																						n/a

Simbología	Tota	%
Plenamente compatible	1	109 47,4
Compatible con restricciones	2	52 22,6
Incompatible	3	48 20,9
No aplica	n/a	21 9,1
Total	n/a	230 100

Figura 4. Matriz de compatibilidad de usos en las playas pilotos.

La tipología de los usos más relevantes se comportó de la manera siguiente:

Recreativo, que incluye usos como recreativo de baño, toma de sol, caminatas, acampada, buceo en mayor medida en Siboney y Juan González. El merodeo de animales, siendo más desarrollado en Juan González. *La recepción de residuales*, asociado a los problemas para la gestión de residuales (domésticos y empresariales). Estos provienen en su mayoría por los cursos hídricos asociados. *La pesca*: que se realiza por pescadores deportivos y aficionados, constituye un uso tradicional extractivo, practicado en toda la zona de estudio. *La conservación del patrimonio natural y cultural*, pues en el área de estudio se presentan el Castillo El Morro, Reserva Ecológica Siboney-Justicí, Reserva Natural El Retiro y Reserva de la Biosfera Baconao. *El uso de investigación- monitoreo*, importante en la realización de investigaciones desarrolladas por diferentes instituciones de la provincia.

La infraestructura para el transporte terrestre, incluye la carretera hacia límites con la provincia de Guantánamo (este) y parte de la carretera hacia Guamá (oeste). Existen otros servicios públicos que incluyen tiendas, acueductos, oficinas, parques, bodegas, almacenes para la construcción, servicios extra hoteleros, consultorios y redes eléctricas.

De las 230 interacciones posibles correspondientes a las tres playas estudiadas en general, se produce el 90,9% (209). De las mismas el 47,4% (109) son de plena compatibilidad, el 22,6% (56) resultaron compatibilidades de usos con restricciones y el 20,9% (48) incompatibles. A pesar de que el porcentaje de incompatibilidad es menor respecto a los plenamente compatibles y las compatibilidades con restricción, la cifra no es despreciable. Se evidencia esencialmente problemas con la gestión de residuales sólidos y la pesca. Al vertimiento de residuales corresponden 11 relaciones de incompatibilidad, los conflictos más notables se producen con la pesca comercial, de subsistencia y furtiva, así como el merodeo de animales en Juan González. Los mayores conflictos estuvieron dados entre: los usos recreativos de baño vs receptor de residuales; asentamiento vs receptor de residuales; receptor de residuales vs conservación del patrimonio natural.

Como se muestra en la Tabla 3, las tres playas estudiadas poseen muy alta probabilidad de ocurrencia de peligros ante el impacto del cambio climático, tales como las inundaciones costeras, elevación del nivel medio del mar de forma permanente, intrusión salina, huracanes, erosión costera e incendios forestales, aunque son las Playas Siboney y Juan González las más vulnerables por sus propias características geográficas, no se descarta La Estrella donde la inundación costera como resultado final de la altura del oleaje, dado

por la proveniencia de los vientos desde la región sur y la sobre elevación del nivel medio del mar; llegó hasta los 140 m de la línea de costa durante el paso del Huracán Sandy de categoría 3 en la Escala Saffir Simpson. Es el subsistema físico natural el de mayores probabilidades de afectación, lo cual incide en la dinámica de los restantes componentes.

Tabla 3.

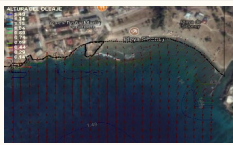


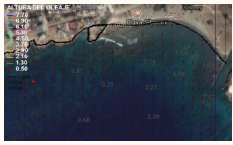
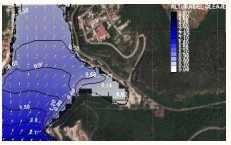
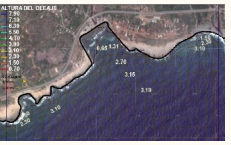
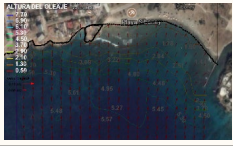

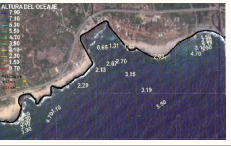
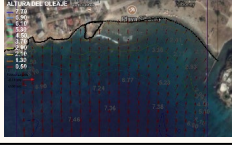


Diagrama de los principales impactos del cambio climático en las playas pilotos.

P R O B A B I L I D A D	IC				P1 P2 P3	
	ENMM				P1 P2 P3	
	IS				P1 P2 P3	
	H				P1 P2 P3	
	Ec				P1 P2 P3	
	FV				P1 P2 P3	
	FLL				P1 P2 P3	
	IF				P1 P2 P3	
		I	B	M	MA	E
	EFECTOS EN LAS PLAYAS					

Leyenda: Impactos del cambio climático: IC: Inundaciones costeras; ENMM: Elevación del nivel medio del mar de forma permanente; IS: Intrusión salina; H: Huracanes; Ec: Erosión costera; FV: Fuertes vientos; FLL: Fuertes Lluvias; IF: Incendios forestales. Efectos en las playas: N: I. Improbable, B. Baja, M. Moderada, MA, Muy Alta; E: Extrema Color rojo: subsistema físico natural, Color amarillo: Socioeconómico P1 Playa Siboney P2 Playa La Estrella P3 Playa Juan González

Según se muestra en la Tabla 4 un aspecto esencial a tener en cuenta por los decisores locales debe ser el comportamiento del oleaje. En tanto las tres playas se ubican en la costa sur del oriente cubano tienen como características principales las grandes profundidades cercanas a la costa. Las mismas se encuentran dentro de la Fosa de Oriente, que por sus características posee grandes profundidades de hasta 6000 m; lo que posibilita que se formen grandes valores de alturas de oleaje. Además, por su ubicación geográfica están expuestas al impacto marítimo de los fenómenos atmosféricos extremos lo que posibilita que estén expuestas a grandes cambios geomorfológicos, tales como, pendiente, transporte de litoral y otros. Poseen áreas de gran influencia del viento y no poseen barreras naturales ni artificiales dentro de sus configuraciones costeras.

Tabla 4.*Modelación del oleaje habitual y extremal en las playas pilotos.*

Oleaje	Playas		
	Siboney	La Estrella	Juan González
Habitual			
Extremal (SS 1)			
Extremal (SS 3)			
Extremal (SS 5)			

Playa Siboney, por su ubicación geográfica presenta tres direcciones probables de influencias del viento para la formación del oleaje: suroeste (SW), sur (S), sureste (SE), de ellas la de mayor incidencia del oleaje habitual y extremal es la dirección sur, debido a que la misma incide perpendicular a la costa. Presenta valor de oleaje habitual de 1.34 m. En caso de huracanes de categorías 1, 3 y 5 en la Escala Saffir Simpson presentaría valores extremos de oleaje de 2.74, 3.22 y 4.50 m respectivamente.

Por otra parte, playa La Estrella, por su ubicación geográfica se puede resumir que no posee grandes valores de alturas ni habituales ni extremales, ya que es una playa protegida por la línea costera y por la configuración del canal de entrada a la bahía de Santiago de Cuba el oleaje se va disipando hasta alcanzar valores de poca significación para medir peligros de impactos ambientales, debido a los cambios de profundidades que se van experimentando en el canal de entrada. Posee tres direcciones que posibilitan la formación del oleaje, las cuales son: SE, S y SW; destacándose el rumbo sur de más probable para que se alcancen valores de oleaje significativos.

Según los valores de vientos habituales promedios obtenidos por la estación meteorológica Faro El Morro, las mayores frecuencias de ocurrencias en un año climático medio están dadas para las velocidades de 0 a 5 m/s. Para estas velocidades de vientos se obtuvo, un valor del oleaje promedio habitual de 0.04m de altura. Al paso de un evento meteorológico extremo esta se vería afectada por la sobre elevación del mar debido a las caídas de presión que traen estos fenómenos consigo mismo y al oleaje, llegando a alcanzar valores para una categoría 1 de 0.14m, para categoría 3 de 0.29m y para una categoría 5 de 0.47m.

Sin embargo, Playa Juan González por su ubicación geográfica presenta tres direcciones probables de influencias del viento para la formación del oleaje (SW, S, SE), de ellas la de mayor incidencia del oleaje habitual y extremal es la dirección sur y SE, debido a que la misma incide perpendicular a la costa y de un ángulo de 45 grados (SE). Presenta valor de oleaje habitual de 0.05m. En caso de huracanes de categorías 1, 3 y 5 en dicha escala, se presentarían valores de 1.31, 2.70 y 3.25 m respectivamente de oleaje extremal.

Conclusiones

El enfrentamiento al impacto del cambio climático en las playas, demanda una amplia cosmovisión sobre los objetos, procesos y fenómenos que inciden de manera directa en el equilibrio de dicho ecosistema frágil, para comprender como de la relación del hombre con el medio ambiente depende también el funcionamiento del organismo como un todo. De ahí la importancia de monitorear el comportamiento en el tiempo de los principales componentes naturales y sociales, ante las modificaciones en las distintas variables climáticas.

En este sentido, la guía para el monitoreo de playas en la provincia Santiago de Cuba, si bien, tiene un alcance territorial, puede ser contextualizada a la realidad ambiental de otras playas y zonas costeras, al resumir los aspectos generales y comunes de otras metodologías existentes en el mundo e incorporar otros de interés local que permiten realizar valoraciones espacio-temporales y causales.

La organización metodológica del instrumento, al tener en cuenta los subsistemas físico natural, socio económico y jurídico administrativo contribuye a enriquecer los resultados existentes sobre estudios del CITMA en la provincia, así como resultados derivados de investigaciones como tesis de Maestría sobre Manejo Integrado de Zonas Costeras. Constituye un valioso instrumento para levantar información relacionada con el impacto del cambio climático en dicho ecosistema, lo cual constituye una prioridad dentro de la Tarea 3 del Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático en Cuba.

Su aplicación práctica por profesores y estudiantes de la Universidad de Oriente, en Playas Siboney, Juan González y La Estrella reveló el estado actual de las mismas, así como la necesidad de continuar un sistema de monitoreo sistemático de las principales variables y la implementación de planes de manejo que den respuesta oportuna al insuficiente nivel de percepción ambiental en la población que habita en la zona costera.

Referencias

- Apín, Y. C. (2012). *Programa para el Manejo Integrado de playas en el municipio Santiago de Cuba*. (Tesis de Maestría). Universidad de Oriente, Santiago de Cuba. Cuba.
- Barragán, J. M. (2003). *Medio ambiente y desarrollo en áreas litorales: introducción a la planificación y gestión integradas*. Cádiz: Universidad de Cádiz.
- CEPAL. (2012). *Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe. Efectos teóricos*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Cicin-Sain, B. & Knecht, R. W. (1998). *Integrated coastal and ocean management: concepts and practices*. Washington: Editorial Island Press.
- CITMA. (2016). *Estrategia Ambiental Nacional 2016- 2020*. La Habana: CITMA.
- CITMA. (2016). *Propuesta de directivas para el enfrentamiento al cambio climático*. La Habana: CITMA.
- Clark, J. R. (1992). *Integrated Management of Coastal Zone*. [FAO Fisheries Technical Paper 327]. Roma: FAO.
- Colectivo de autores. (2015). *Manejo Integrado de Zonas Costeras en Cuba. Estado actual, retos y desafíos*. La Habana: Imagen Contemporánea.
- Colectivo de autores. (2017). *Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP)*. Serie de Publicaciones Generales del Inveimar No. 73. Santa Marta: Inveimar, GEF y PNUD.
- IPCC. (2014). *Climate Change Synthesis Report. Summary for Policymakers. The Core Writing Team*. Geneva: IPCC.
- Knecht, R. W. and J. Archer. (1993). Integration in the US Coastal Zone Management Programme. *Ocean and Coastal Management*, 21. 183-199.
- Lecuna, C. (2013). *Metodología para la caracterización y monitoreo del paisaje costero*. Universidad de la República, Uruguay.
- López, I. (2016). *Clasificación morfológica de las playas y modelado del perfil transversal en Valencia, Alicante y Murcia*. (Tesis doctoral). Universidad de Alicante, España.
- Milanés, C. (2014). *Método integrado para demarcar y delimitar las zonas costeras (DOMIZC): estudio del caso de Santiago de Cuba*. (Tesis doctoral). Universidad de Oriente. Santiago de Cuba.

- Navarrete-Ramírez, S. M. (2014). *Protocolo Indicador Variación línea de costa: perfiles de playa. Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP)*. Serie de Publicaciones Generales del Invenmar No. 73, Santa Marta: Invenmar, GEF y PNUD.
- Organización Meteorológica Mundial. (2014). *Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológicos (OMM-Nº 8)*. Genève: OMM.
- Pranzini, E., Anfuso G. & Mateo, C. (2016). Sand colour at Cuba and its influence on beach nourishment and management. *Ocean & Coastal Management* 126(2016). 51-60. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.03.013>
- República de Cuba. Consejo de Estado. (2009). *Programa Nacional de Lucha contra la Contaminación del Medio Ambiente*. [Resolución No. 23/09]. Gaceta Oficial No. 001.
- República de Cuba. Consejo de Estado. (2000). *Gestión de la Zona Costera*. [Decreto-Ley 212]. Gaceta Oficial.
- República de Cuba. Consejo de Ministros. (2017). *Tarea Vida: Plan de Estado de enfrentamiento al Cambio Climático*. Cuba: CITMA.
- SINAC. (2016). *Protocolo para el monitoreo ecológico de playas arenosas ante el cambio climático. Estudio de caso: Refugio Nacional Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala*. San José: Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF).
- Stephen, O., Lowry, K., & Tobey, J. (1999). *Una guía para evaluar el progreso en el manejo costero*. Guayaquil: Centro de Recursos Costeros de la Universidad de Rhode Island CRC-URI, Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), Centro Regional para el Manejo de Ecosistemas Costeros ECOCOSTAS.
- Sosa, M. y otros. (2016). Estimación del cambio costero a largo plazo en las playas del oeste de la Habana. *Serie Oceanológica*, 15. 89-102.
- Sotolongo, P. L. (2002). Complejidad, sociedad y vida cotidiana. En, I Seminario Bienal Internacional, *Implicaciones Filosóficas, Epistemológicas y Metodológicas de la Teoría de la Complejidad*. La Habana, Cuba.
- Torres-Hugues, R. y Córdova-López, L. (2016). *Metodología para la rehabilitación y protección de playas*. Cuba: Centro de Investigaciones Hidráulicas.
- Velázquez, Y. R. (2018). Las secuencias de imágenes como alternativa didáctica en el desarrollo de la práctica de campo en la carrera Licenciatura en Educación. *Biología Geografía. Ciencia y su PC*, 1(2). 58-68.
- Velázquez, Y. R. (2016). La formación holística ambiental en los estudiantes que se preparan para impartir clases de Biología en la enseñanza media en Cuba. *Maestro y Sociedad*, 13(2).