Maurício Lamano Ferreira

FERRAMENTAS AMBIENTAIS APLICADAS AO PLANEJAMEMTO DE CIDADES SUSTENTÁVEIS

da geoconservação às adaptações às mudanças climáticas

ANAP

Capítulo 13

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE ZONAS COSTERAS EN CUBA: CASO DE ESTUDIO SECTOR COSTERO QUIBÚ-ALMENDARES, MUNICIPIO PLAYA, LA HABANA, CUBA

Elizabeth Dayana Curra Sánchez[53]
Eduardo Salinas Chávez[54]
Alberto Enrique García Rivero[55]
Ana Maria Suarez[56]

INTRODUCCIÓN

En el informe especial del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático sobre el Océano y la Criosfera en un Clima Cambiante (IPCC, 2019), se señala que un porciento considerable de los 680 millones de personas que habitan en las zonas costeras y dependen directamente de estos sistemas, están en peligro.

Durante el siglo XX, la elevación del nivel del mar a escala mundial alcanzó unos 15 cm, pero el ritmo actual es superior y no deja de acelerarse, según se evidencia en dicho informe. Pudiendo alcanzar para el año 2100 una elevación de entre 30 y 60 cm, a pesar de que se alcance la reducción drástica de las emisiones de gases de efecto invernadero y el calentamiento global se mantenga muy por debajo de los 2 °C (conocido como punto de no retorno). Sin embargo, si las emisiones de gases de efecto invernadero, siguen aumentando, la elevación del nivel de las aguas marinas podría ser del orden de 60 a 110 cm para finales de este siglo (IPCC, 2019).

[53]Maestra en Manejo Integrado de Zonas Costeras, doctoranda en la Universidad de Concepción, Chile. E-mail: elizabethdayanacurrasanchez@gmail.com
[54]Doctor en Geografia, responsável pela coordenação da pesquisa. Profesor visitante extranjero Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil. E-mail: esalinasc@yahoo.com
[55]Doctor en Geofísica, catedrático de la Escuela Profesional de Geografía, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. E-mail: albertoenrique.garcia@unmsm.edu.pe
[56] Doctora en Biología, Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, Cuba.
E-mail: amisa@cim.uh.cu

Cerca de un 50% de estos 680 millones de personas viven en ciudades costeras de diferente tamaño, donde sus habitantes y bienes materiales asociados se encuentran amenazados por la inundación y la erosión costera.

La zona costera por sus características y atributos presenta una gran vulnerabilidad a los cambios, tanto naturales como antrópicos, que pueden no corresponderse con su estructura, funcionamiento y evolución. Esta alberga algunos de los ecosistemas terrestres y marinos más sensibles del planeta como: los manglares, ciénagas, playas, pastos marinos y arrecifes de coral. Estos constituyen la defensa natural contra los huracanes, ascenso del nivel del mar, el Cambio Climático y otros fenómenos, además de producir innumerables bienes y servicios ambientales a la sociedad, de los que dependen las comunidades que allí habitan y la economía de muchos países.

Muchos investigadores consideran al diagnóstico ambiental y las evaluaciones de impacto ambiental como herramientas importantes para implementar medidas de gestión adecuadas, desarrollar la planificación y llevar a cabo el manejo integrado de la zona costera. Este diagnóstico ambiental como es concebido por diversos autores, permite evaluar el estado natural, económico y social de las áreas estudiadas, con vistas a conocer y evaluar su estado actual y analizar los escenarios futuros de su desarrollo (BARRETO, 1999; GALLO; SEJENOVICH, 2002; BARRAGÁN, 2003; CASO *et al*., 2005; CORTÉS; REMOND, 2007; CORTÉS *et al*., 2010; ARECES-MALLEA *et al.,* 2011; RUÍZ-SINOGA; DELGADO-PEÑA, 2012).

La identificación de los problemas ambientales de la zona costera y sus posibles soluciones ha sido abordada por muchos autores tales como Clark (1996), Sorensen y Brandani (1997), Cicin-Sain y Knecht (1998), Barragán y de Andrés (2016); Ibarra y Belmonte (2017) y Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo del Ecuador (2017), los que coinciden al señalar, que los principales problemas ambientales de la zona costera están relacionados fundamentalmente con el deterioro de los recursos pesqueros por la sobrepesca; la amenaza a la diversidad biológica marina por factores antrópicos y climáticos; la degradación de las zonas costeras por el desarrollo industrial, el turismo y la urbanización no controlada, la contaminación marina por desechos domésticos e industriales desde fuentes terrestres; la sobreexplotación de algunos recursos costeros (petróleo y áridos); y la expansión de la transportación marítima, entre otros. Dichos autores promueven los estudios para encontrar la solución a estos problemas y, sobre todo, de la contaminación costera y marina que es considerada uno de los

problemas ambientales más serios que afronta hoy en día la humanidad y que trasciende los límites político-administrativos de cada país.

La Habana, capital de Cuba, con una población actual de 2.158.000 habitantes y un área aproximada de 730 km², es un ejemplo de ciudad populosa asentada en la zona costera. En su caso la costa ocupa todo su límite norte, incluyendo de este a oeste los municipios de La Habana del Este, Habana Vieja, Centro Habana, Plaza de la Revolución y el municipio Playa, el cual constituye nuestra área de estudio, dado a su gran importancia para la Ciudad.

Diversos autores e instituciones han realizado investigaciones en este territorio, entre las que se destacan Carmenate (2009) y Rivas (2015), con un diagnóstico ambiental de diversos sectores del municipio con vistas a su manejo integrado. Se han desarrollado también varios proyectos por el Instituto de Oceanología (IDO) y el Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas, con el objetivo de evaluar el estado ambiental del territorio, identificar los impactos y problemas ambientales así como diagnosticar la calidad ambiental del mismo, valorando el grado de deterioro o vulnerabilidad y proponiendo soluciones que mejoren el estado, la calidad y el uso del área (CAMPOS *et al*., 2001; RIVAS *et al*., 2003; RODAS *et al*., 2008; SOSA; RIVAS; GUERRA, 2004; AGENCIA DE MEDIO AMBIENTE, 2005; ARCOS; FORS, 2005; PÉREZ-OSORIO *et al*., 2005; MATEO *et al*., 2008; GÓMEZ; BELTRÁN, 2013; SOSA *et al*., 2016; CURRA-SÁNCHEZ, 2016; RIVAS *et al*., 2012; REYES *et al*., 2014).

Muchos de los resultados de estas investigaciones sirvieron de base a la presente investigación, aunque ninguno de ellos constituyó en sí, un estudio de manejo integrado costero específico para el sector de estudio. Estos y otros trabajos aportaron información valiosa sobre las características físico-geográficas y socioeconómicas del municipio.

En el sector de estudio situado entre los ríos Quibú y Almendares se analizó la problemática ambiental, a partir de la delimitación y cartografía de las unidades de paisaje que en él existen, mientras que la generalidad de las investigaciones precedentes, no toman en cuenta dichas unidades, careciendo entonces de una visión geográfica integradora, necesaria como base para el Manejo Integrado de las Zonas Costeras (MIZC).

La metodología utilizada en este trabajo, se sustenta en el uso de las imágenes satelitales, mapas topográficos y temáticos; con el empleo de las herramientas presentes en los Sistemas de Información Geográfica (SIG), para integrar, procesar y analizar la información y datos recopilados; confeccionando, por primera vez para el área, los mapas de unidades de

paisaje, uso del suelo/vegetación y problemas ambientales en dichas unidades, los que aportan una visión espacial más completa de la situación ambiental del sector costero estudiado como base para la propuesta de MIZC.

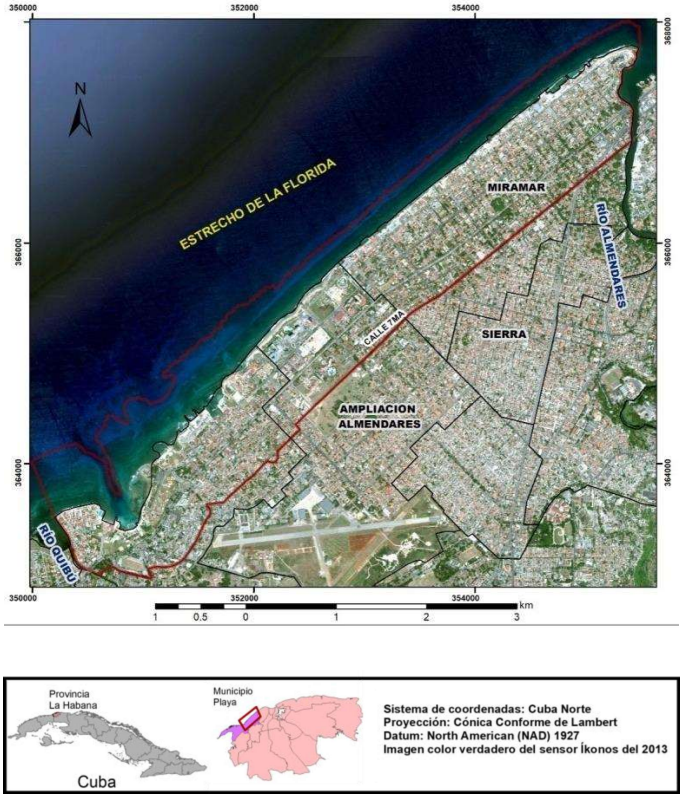
Para el éxito del MIZC es importante conocer las potencialidades de la zona, sus características físico-geográficas y socio-económicas, los problemas ambientales y los usos y conflictos presentes en la misma, ya que el objetivo principal, debe ser proteger los recursos naturales existentes, mediante el aprovechamiento óptimo de los mismos. Un Manejo Integrado de la Zona Costera eficiente debe ser la meta de todo país o región que quiera preservar los valores y beneficios de la misma, logrando una interrelación equilibrada entre lo social, económico y natural, que no es posible sin estudios previos como el diagnóstico ambiental o las evaluaciones de impacto ambiental. De ahí la importancia de los resultados de esta investigación, que contribuyen al mejor uso y aprovechamiento de los recursos de la zona costera, tanto por la comunidad que la habita, como por la administración municipal y las empresas que forman parte de su desarrollo.

De acuerdo a lo antes mencionado, este trabajo tiene como objetivo principal realizar el diagnóstico ambiental para evaluar y determinar el estado actual del medio ambiente en el sector de estudio, con el propósito de proponer soluciones para el MIZC en áreas urbanas.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y CARACTERÍSTICAS

El área de estudio está situada en el sector costero del municipio Playa, perteneciente a la provincia de La Habana, Cuba (Ver Figura 1). Limitando al oeste con el río Quibú y al este con el río Almendares, al sur por la calle 7ma y al norte con el mar en la cota de profundidad de 15 metros, incluyendo tres de los Consejos Populares del municipio, Cubanacán-Náutico, Ampliación de Almendares y Miramar, con una población de 62 941 habitantes (según datos de la ONEI, 2017). Las principales actividades socio-económicas del área, son los servicios y el comercio con un uso principalmente residencial y algunas instalaciones de ocio, negocios y turismo.

Figura 1. Situación geográfica del área de estudio



Fuente: Los autores (2020).

El sector emergido del área de estudio, está constituido desde el punto de vista geológico, por rocas carbonatadas de la formación Jaimanitas del Neógeno-Cuaternario (PEÑALVER *et al*., 2008); un clima cálido estacionalmente húmedo, donde predominan los vientos de dirección este-noreste; con una temperatura media anual de 25 °C, y la presencia de un período lluvioso y muy cálido de mayo a octubre y uno menos lluvioso y fresco de noviembre a abril, con presencia de vegetación dispersa muy modificada, con áreas verdes y jardines.

El sector sumergido presenta una terraza con tres biotopos fundamentales: el primero se caracteriza por un fondo rocoso, con numerosas oquedades y grietas ocupadas fundamentalmente por *Echinometra sp.*, siendo

es el más afectado por la acción constante del oleaje y el que recibe el impacto antrópico principal; el segundo es un fondo rocoso poco accidentado, con parches de arena, que en el sector oeste está surcado por el paleocauce del río Quibú; el tercero, sobre el escarpe de la terraza (veril); presenta un fondo rocoso inclinado, con parches de arena y con numerosas oquedades que sirven de refugio a diversas especies de peces y otros organismos marinos.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Para identificar los principales problemas ambientales del área y obtener la información necesaria para el trabajo se hizo una amplia revisión bibliográfica y recorridos de campo, donde se realizaron observaciones y entrevistas no estructuradas a los pobladores y a investigadores de diferentes entidades del territorio. El Instituto de Planificación Física (IPF) facilitó la información sobre los barrios insalubres, los cambios en el uso del suelo e información cartográfica; La casa de la Maqueta de La Habana brindó la información sobre los cambios en el uso del suelo, los problemas ambientales y el estado general de las viviendas y la Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI) del municipio Playa, suministró la información demográfica. Además, se tuvo en cuenta el trabajo de Martínez-Iglesias *et al.* (2007) sobre la propuesta de lineamientos metodológicos para la Gestión Integrada de Zonas Costeras en Cuba.

La información geológica se tomó de Peñalver *et al*. (2008); la geomorfológica, el clima, los tipos de suelo, la flora y la fauna se obtuvieron del Nuevo Atlas Nacional de Cuba (INSTITUTO DE GEOGRAFIA, 1989) y los recorridos de campo; para la información de la parte sumergida se utilizó González-Díaz *et al*. (2010); la circulación marina se tomó de Rodas et al. (2008); la caracterización socioeconómica se hizo a partir de los datos ofrecidos por la ONEI (2017) y el Catastro de Cuba del año 2013 (IPF, 2013).

Cartografía

Para la cartografía de las unidades de paisaje se emplearon las herramientas presentes en los Sistemas de Información Geográfica como son la superposición de mapas y el análisis espacial. Se combinaron los mapas con la información topográfica (batimetría para la parte submarina y el mapa

topográfico para la emergida) y temática (catastro de uso del suelo). Para ello se utilizó el software ArcGis 10.3 y la propuesta de Ramón y Salinas (2012), para la identificación, clasificación y cartografía de los paisajes a escalas detalladas mediante el empleo del SIG.

Determinación del Coeficiente de Transformación Antropogénica (KAN)

Existen diversas formas de evaluar la influencia de las actividades humanas sobre un territorio, entre estas tenemos: la Evaluación de la Modificación Antrópica de los Paisajes, la Degradación de los Paisajes o Grado de Hemerobia (BELEM; NUCCI, 2011; WALZ; STEIN, 2014), el Índice Integrado Relativo de Antropización (MARTÍNEZ, 2010) y el Índice de Naturalidad (MACHADO, 2004), entre otras. En nuestro caso utilizamos el Coeficiente de Transformación Antropogénica (KAN) para determinar cuantitativamente la carga antropogénica a la que está sometida un paisaje, tomado de Mateo (2011). El cual se calcula según la expresión:

$$\mathbf{KAM = \sum_{i=1} ri*pi*q/100}$$

Donde:

(**r**) es el rango de transformación antropogénica de los paisajes del tipo "**i**" de utilización

(**p**) es el porciento del área afectada de la unidad

(**q**) es el índice de profundidad de la transformación del paisaje

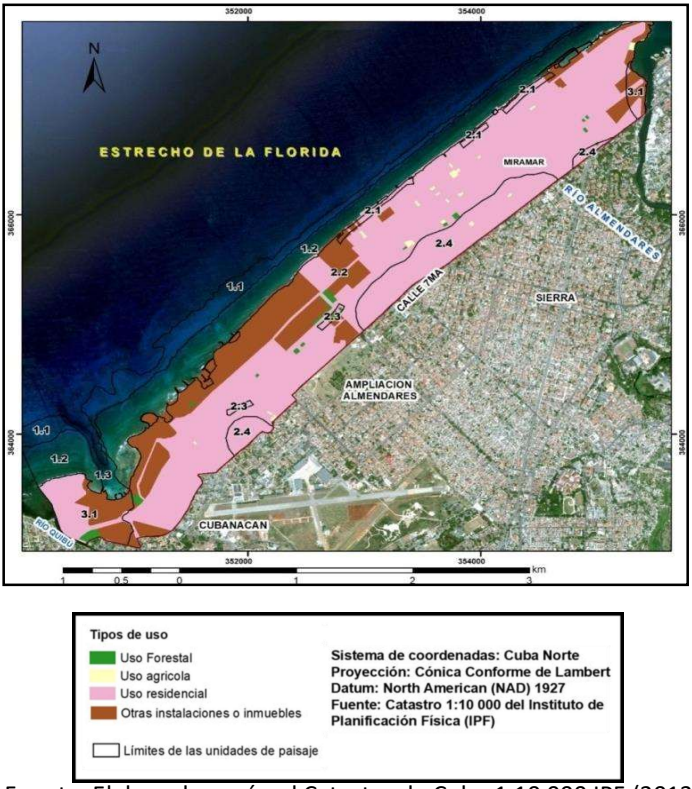
(**m**) son los tipos de utilización del suelo presentes en la unidad.

Con esta expresión se calcularon los valores de KAN para cada unidad de orden superior de los paisajes (localidades). Atendiendo a los valores obtenidos, el índice se dividió en dos rangos, los valores por debajo de 2,95 fueron clasificados como bajos y por encima de 2,95 se clasificaron como altos.

Usos y conflictos de uso

Los principales usos del suelo en el sector costero Quibú-Almendares, fueron cartografiados utilizando la información del Catastro de Cuba del IPF del 2013, la información obtenida de las imágenes satelitales y el trabajo de campo (ver Figura 2).

Figura 2. Uso del suelo en el sector costero Quibú-Almendares



Fuente: Elaborado según el Catastro de Cuba 1:10 000 IPF (2013).

Este mapa nos da una visión espacial de los usos principales existentes en cada unidad de paisaje y como estos usos influyen o acrecientan algunos de los problemas ambientales a los cuales nos referiremos posteriormente. Fueron determinados los diferentes usuarios y su relación con los usos de la zona costera objeto de estudio, a partir de la matriz propuesta por Chircop (1997), los recorridos de campo y la información del Catastro de Cuba antes mencionada, con lo cual se confeccionó una tabla que incluye los principales usos existentes, que permitió categorizarlos y clasificarlos, para entender las relaciones que existen entre los mismos.

Principales problemas ambientales

Los principales problemas ambientales fueron identificados a partir del análisis de los resultados de los trabajos llevados a cabo por diferentes autores como: Rodas *et al*. (2008) y Valdés *et al*. (2011), entre otros. Así como los recorridos de campo realizados, mediante los cuales se observaron in situ estos problemas y se entrevistó a la población residente.

Para la cartografía de los problemas ambientales, fueron seleccionados aquellos que podían ser representados espacialmente, utilizando las herramientas presentes en el SIG ArcGis 10.3, y la base topográfica del área a la que se les superpusieron los mapas temáticos, a escala 1: 25.000. Complementado esto con la información específica para cada problema ambiental estudiado. Por ejemplo, para la ubicación de los microvertederos se utilizó la información brindada por la Dirección de Higiene del municipio y los recorridos de campo. Para la cartografía de los arrecifes afectados, que se encuentran en áreas contaminadas y presentan problemas de enfermedades, bajo cubrimiento coralino y mortalidad, se empleó la información existente en el trabajo de González-Díaz (2010) y el informe científico de Rodas *et al*. (2008), donde aparece la localización geográfica de los puntos de muestreo.

Para el análisis de la calidad del agua (coliformes y estreptococos fecales presentes), se emplearon los datos de las estaciones de muestreo y el trabajo de Rodas *et al*. (2008) y Gómez y Beltrán (2013). La información del barrio insalubre "El Romerillo" y de las inundaciones en la zona fueron suministradas por la Dirección Municipal de Planificación Física, los informes de Arcos y Fors (2005) y los estudios de Peligros, Vulnerabilidad y Riesgos realizados por la Agencia de Medio Ambiente (2005).

Evaluación de los Impactos Ambientales sobre los paisajes de la zona

El análisis de los impactos ambientales sobre los paisajes, se elaboró a partir del empleo de la Matriz de Impactos propuesta por Conesa (2006). Utilizando una escala cualitativa (moderado, severo o crítico) para evaluar el efecto del impacto según su naturaleza (negativo o positivo), según su intensidad (baja, media o alta), de acuerdo con su extensión (puntual o parcial) y según el momento, persistencia y reversibilidad de los mismos, sobre las unidades de paisaje de primer orden cartografiadas.

Este análisis se realizó utilizando la fórmula:

$$I = \pm(3In + 2EX + MO + PE + RV)$$

Donde:

I–importancia del impacto**, In-**intensidad**, EX-**Extensión del impacto**, MO-**momento**, PE–**persistencia y **RV–**reversibilidad del mismo**.**

RESULTADOS ALCANZADOS Y DISCUSIÓN

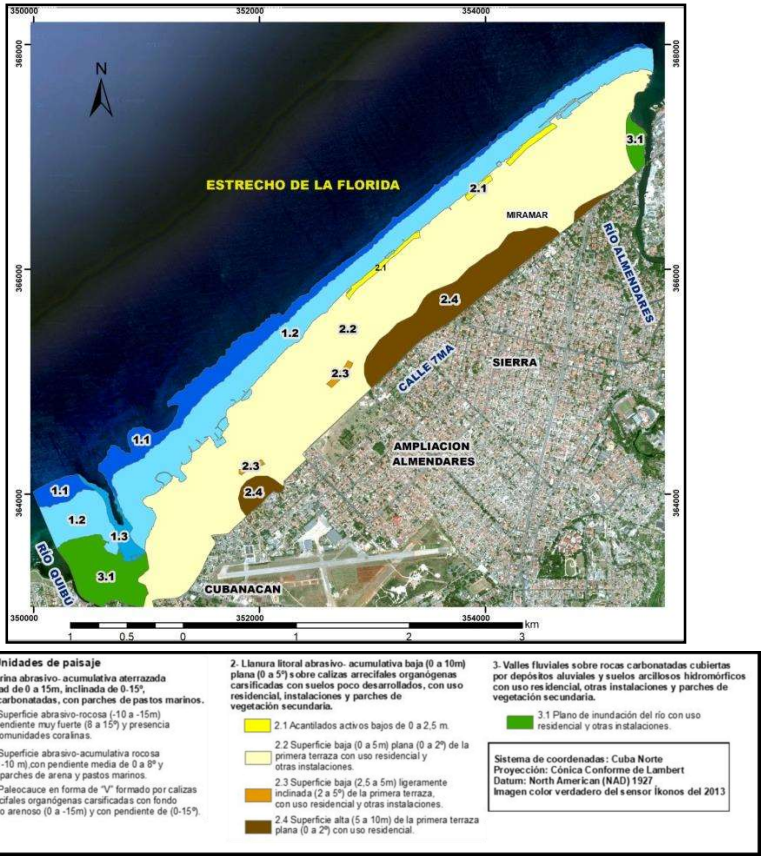
Caracterización y cartografía de las unidades de paisaje

Según la información recopilada y el análisis de los mapas de los componentes naturales, se confeccionó el mapa de paisajes del área de estudio donde fueron identificadas tres unidades de primer orden (localidades), que se distribuyen indistintamente en el área y que a su vez están constituidas por ocho unidades de orden inferior (comarcas) (Ver Figura 3).

Paisajes marinos

1- Llanura marina abrasivo-acumulativa aterrazada de 0 a 15 m de profundidad, inclinada de 0-15º de pendiente, sobre rocas carbonatadas, con parches de pastos marinos. Esta localidad ocupa toda la franja marina del área de estudio y está limitada al norte por la isobata de 15 metros que coincide con el veril (parte baja) y al sur por la costa rocosa emergida o terraza seboruco, estando cortada al oeste por el paleocauce del río Quibú. Está constituida por rocas carbonatadas (calizas y calcarenitas) de la formación Jaimanitas del Neogeno-Cuaternario. Su superficie está cubierta por rocas y sedimentos de arena gruesa o fina. Sobre ella se desarrollan parches de pastos marinos (*Thalassia testudinum* Banks ex König) y comunidades de invertebrados bentónicos sésiles (corales, esponjas y gorgonias). Esta localidad está constituida por tres comarcas.

Figura 3. Paisajes del sector costero Quibú-Almendares



Fuente: Confeccionado según Curra-Sánchez (2016).

<u>Paisajes terrestres</u>

2- Llanura litoral abrasivo-acumulativa baja (0 a 10 m de altura) plana (0 a 5º de pendiente) sobre calizas arrecifales organógenas carsificadas con suelos poco desarrollados, con uso residencial, instalaciones y parches de vegetación secundaria. Está constituida por una superficie baja sometida a la influencia del oleaje en el sector más al norte y limitada por los valles fluviales del río Quibú y Almendares al oeste y este, respectivamente. Representa la unidad del

paisaje más difundida y extensa. Ocupa toda la era terraza marina de la formación Jaimanitas constituida por calizas arrecifales organógenas carsificadas, con suelos Ferralíticos rojos y Rendzinas roja y negra, poco desarrolladas, con restos de vegetación de costa arenosa y rocosa muy modificadas y vegetación segundaria. Se caracteriza por la irregularidad de sus contornos debido en gran parte a la antropización, con uso residencial e instalaciones. La localidad está constituida por cuatro comarcas.

3- Valles fluviales sobre rocas carbonatadas cubiertas por depósitos aluviales y suelos hidromórficos con uso residencial, otras instalaciones y parches de vegetación secundaria. Se caracteriza por la presencia de rocas carbonatadas cubiertas por depósitos aluviales. Es una zona que se inunda con facilidad por las intensas lluvias. Los suelos son pardo arcillosos hidrométricos, con vegetación secundaria en forma de parches. Su uso es fundamentalmente residencial y de otras instalaciones. La localidad presenta una sola comarca.

Determinación del Coeficiente de Transformación Antropogénica (KAN)

Como resultado de la determinación del KAN se obtuvieron los rangos de transformación antropogénica del paisaje siguientes:

(ri): forestal (1), cultivos agrícolas (2), construcciones residenciales y viales (3) instalaciones (4)

Los índices de profundidad de la transformación del paisaje (q): forestal (1,1), cultivos agrícolas (1,2), construcciones residenciales y viales (1,3) e instalaciones (1,4).

Se utilizó el enfoque histórico-antropogénico para el análisis de los paisajes mediante el KAN, porque es un área urbanizada y se adapta mejor a las necesidades de la investigación, para determinar cuantitativamente la carga antropogénica a la que está sometida cada unidad de paisaje.

Los valores del KAN obtenidos para cada unidad de paisaje de 1er orden, a partir de los coeficientes y pesos asignados fueron: bajo (0,28) para la localidad uno; 4,01 (alto) para la localidad dos y 4,58 (alto) para la localidad 3 (Ver Figura 4).

Figura 4. Coeficiente de Transformación Antropogénica de los Paisajes (KAN)

Fuente: Confeccionado según Curra-Sánchez (2016).

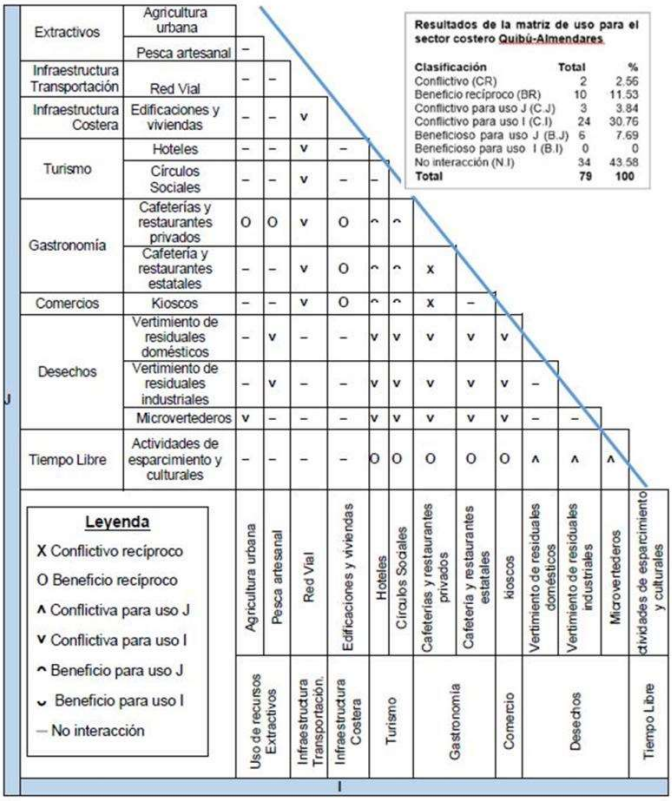
Usos y conflictos de uso

Se elaboró una matriz de Uso contra Uso para determinar los conflictos de uso presentes en la zona, siguiendo la metodología propuesta por Cicin-Sain y Knecht (1998) (Ver Figura 5).

Es importante destacar que se realizó la distinción entre el uso y el no uso de los recursos, así como en su función, o sea, si son usos extractivos o no extractivos y aditivos o no aditivos (no uso de los recursos).

Fueron evaluados un total de 13 usos principales, los cuales se subdividieron en 28 actividades, aunque el análisis de sus relaciones solo fue realizado para los ocho usos más importantes. De los usos de los recursos, dos se consideraron como extractivos, ambos relacionados con la extracción de organismos vivos.

Figura 5. Matriz de la relación entre los usos del territorio



Fuente: Elaborada según Cicin-Sain y Knecht (1998).

El no uso de los recursos, fue clasificado como aditivo y no aditivo incluyendo en los primeros los fijos, con siete usos y los móviles con uno. De los no aditivos contamos con dos tipos de uso: científico y estudios, y de tiempo libre, asociado a las actividades de esparcimiento y culturales.

En la matriz de interacción entre los usos, el 43% de los mismos no interaccionan entre sí; el 30% generan conflictos para los usos de la fila I; un 11% tienen interacciones beneficiosas para ambos usos y solo el 2% de las relaciones son del tipo conflictivo para ambos usos de la fila I y la columna J.

La taxonomía de usos y la matriz de usos elaborada corrobora los resultados anteriores y demuestran el alto grado de urbanización existente y su repercusión en la zona costera, planteamiento que fue descrito y analizado por otros autores como Campos *et al*. (2001); Rodas *et al*. (2008); Rivas *et al*. (2012); González-Díaz (2010) entre otros. Autores como González-Díaz (2015) señala que los principales conflictos en las zonas costeras de Cuba y también presentes en el área, están originados por: competencia por el espacio; efectos negativos de un uso sobre otro; efectos negativos sobre la diversidad biológica y los ecosistemas; interacciones negativas entre las instituciones a distintos niveles (local, regional y nacional).

El análisis se enfocó por igual al ambiente marino y terrestre que se unen en la zona costera, así como a los elementos naturales, económicos y sociales, para tener una visión más integradora de la situación del sector de estudio. Lo que resulta sumamente importante y según Cicin-Sain y Knecht (1998), de gran aplicación, pues las matrices de uso son una herramienta útil como punto de partida para los tomadores de decisiones, pues les permiten comprender la complejidad e interacción entre los diferentes usos y recursos en el área costera.

Según Areces *et al*. (2010), el proceso de ordenamiento ambiental debe conjugar tres premisas: voluntad política de ejecución, un basamento jurídico de apoyo y la existencia de instituciones con competencia para su desarrollo. Para estos autores, la gestión integrada de las zonas costeras es un proceso adaptativo, participativo, estratégico y anticipatorio, lo que permitirá llevar a cabo un sistema de manejo integrado de esta zona de forma equilibrada (SORENSEN; BRANDANI, 1997).

Principales problemas ambientales y evaluación de sus impactos en los paisajes

En trabajos sobre la zona realizados con anterioridad (GÓMEZ; BELTRAN, 2013; REYES *et al*., 2014) fue identificada la contaminación físico-química y bacteriológica del mar en el municipio, como uno de los problemas ambientales más importantes y que condiciona una calidad del agua de mar entre regular y mala.

En esta zona fueron identificados a partir del levantamiento general del estado actual del medio físico (o natural) y el socioeconómico, los recorridos de campo y las entrevistas realizadas a diversos actores sociales e instituciones del territorio, los principales problemas ambientales que son: la baja calidad ambiental urbana y de la zona litoral condicionada por la contaminación del agua (fluvial y marina), la erosión costera, la afectación a la vegetación costera y a la fauna asociada a ella, la vulnerabilidad ante la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos, la sobrepesca, la presencia de vectores y roedores por la existencia de microvertederos, el deterioro o inexistencia de la red de alcantarillado, las dificultades con la disponibilidad de agua potable, las afectaciones a la estética del paisaje, la inadecuada disposición de los residuales líquidos y sólidos domésticos e industriales, la existencia de actividades ilícitas y la presencia de barrios y focos insalubres, entre otros (CAMPOS *et al*., 2001; RODAS *et al*., 2008; MATEO *et al*., 2008; CARMENATE, 2009; REYES *et al*., 2014; RIVAS, 2015) (Ver Figura 6).

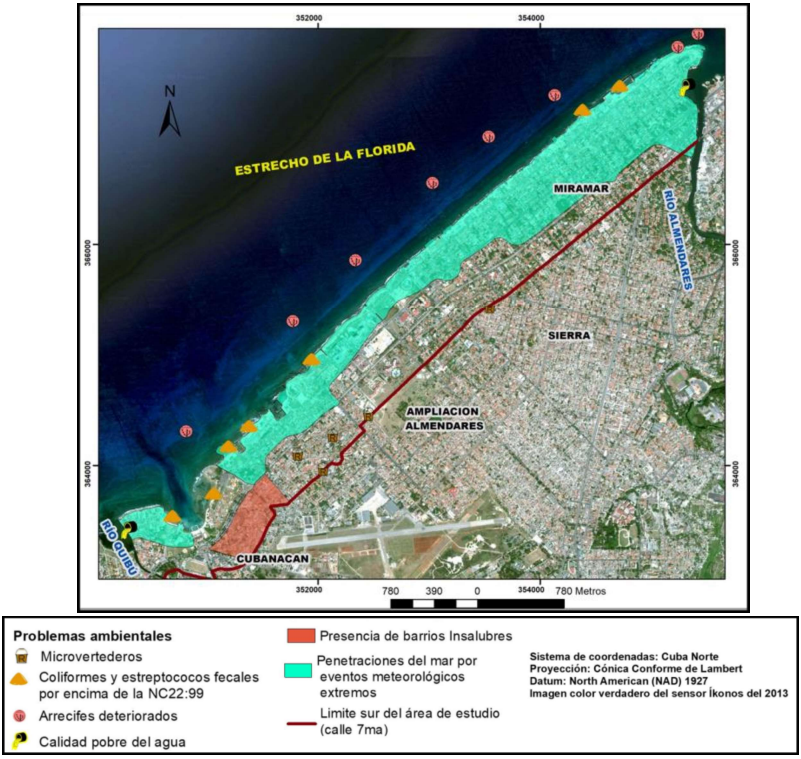
Se observa que en las dos unidades de paisaje de primer orden, hay problemas ambientales, por ejemplo en la unidad 1, encontramos los arrecifes deteriorados y la presencia de coliformes y estreptococos fecales con valores por encima de lo establecido en la Norma Cubana 22-1999. Los arrecifes deteriorados según González-Díaz *et al*. (2003), Rodas (2008), González-Ontivero y de la Guardia (2008), González-Díaz (2010) son consecuencia de la contaminación existente en el mar por los vertimientos industriales arrastrados por los ríos y los desechos domésticos dispensados directamente, que ocasionan bajo cubrimiento coralino, blanqueamiento de las colonias y hacen difícil su proceso de recuperación.

Debido a la contaminación y a la pesca ilícita, se presentan cambios en la composición de la ictiofauna, disminución de la talla, cantidad y variedad de individuos y/o especies (AGUILAR *et al*., 2007; CABRERA-PÁEZ *et al*., 2008).

En el caso de la unidad 2, tenemos la presencia de microvertederos, del barrio El Romerillo y la vulnerabilidad a la penetración del mar por eventos hidrometeorológicos extremos.

En la unidad de paisaje 3 la cual se localiza en las márgenes de los ríos Quibú y Almendares, entre los problemas detectados, encontramos la vulnerabilidad ante la penetración del mar por eventos meteorológicos extremos y la calidad del agua en la desembocadura de los ríos, evaluada de mala (GÓMEZ; BELTRÁN, 2013)

Figura 6. Problemas ambientales del sector costero Quibú-Almendares



Fuente: Elaborada según Curra- Sánchez (2016).

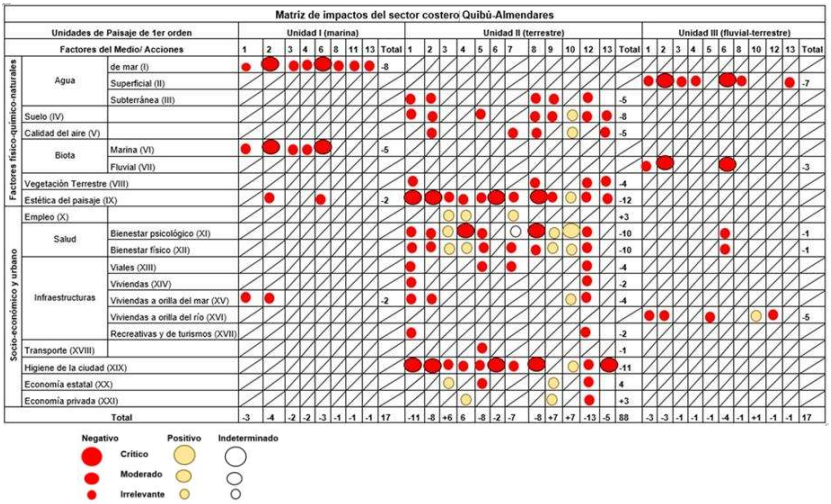
Evaluación de los impactos ambientales sobre los paisajes

La matriz resultante de la identificación y evaluación de los impactos (Ver Figura 7) muestra que fueron encontrados 122 impactos en toda la zona de estudio, 101 se clasificaron como negativos, 20 como positivos y uno como indeterminado. De ellos 17 se encuentran en la unidad de paisajes uno, 88 en la unidad de paisajes dos y 17 en la unidad de paisajes tres.

Todas las unidades de paisaje de primer orden están afectadas por varios impactos pero a continuación solo haremos referencia a los impactos que se repiten en las tres unidades y que obtuvieron la calificación de moderados y severos.

En la unidad de paisajes marinos 1, el vertimiento de los residuales sólidos y líquidos domésticos afecta la calidad del agua de mar y la salud de los arrecifes coralinos, presentes en el área. Los vertimientos de residuos industriales son considerados como transfronterizos, porque ocurren fuera del área, pero sus efectos llegan hasta la zona costera y afectan la calidad del agua de mar y la biodiversidad marina.

Figura 7. Matriz de Impactos Ambientales en el sector Quibú-Almendares



Fuente: Elaborada según Conesa (2006).

Podemos señalar finalmente que el diagnóstico ambiental realizado en las tres unidades de paisaje de primer orden del sector costero entre los ríos Quibú y Almendares arrojó que todas tienen un estado ambiental deteriorado, siendo las más afectadas por la contaminación y las más vulnerables ante los eventos hidrometeorológicos extremos las unidades 2 y 3. Estos impactos tienen una larga historia y han persistido en el tiempo, por lo cual el medio, tanto natural como social convive con ellos. Los efectos actuales de dichos impactos se consideran entre moderados y severos.

Todos los impactos ambientales evaluados tienen relación directa o indirecta unos con otros. Por ejemplo, las inundaciones de las calles por las fuertes lluvias afectan la estética del paisaje y la higiene de la ciudad y se relacionan también con la modificación del drenaje natural por la urbanización y la falta o ineficiente red de alcantarillado construida. A esta cadena de impactos se suma que el agua pluvial que escurre arrastra la basura de los focos y microvertederos de la zona y la deposita en otros lugares o la lleva hasta el mar o los ríos afectando también la higiene y estética del paisaje y la calidad del agua de los ríos y el mar.

La generación de basura y la existencia de microvertederos es un problema complejo en la zona, ya sea por la ineficiencia en los servicios de recogida, en cuanto a la frecuencia de colecta de la basura, la falta o insuficiencia en la cantidad de contenedores y la falta de conciencia y educación formal y ambiental que tienen las personas, que además botan la basura y los escombros en cualquier lugar, no tienen cuidado de dañar la propiedad pública, y sobre todo no reconocen que el problema es de todos no solo del Estado. Todo esto impacta negativamente en la percepción y estética del paisaje y la higiene del área.

Existe un consenso en casi todos los trabajos consultados de que los contaminantes que se introducen en el medio marino y fluvial, afectan a corto y largo plazo la calidad del agua y la biodiversidad. Según los informes técnicos de Gómez y Beltrán (2013) y Reyes et al., (2014) se han incrementado los valores, de contaminación en los últimos años. Esto confirma una vez más el impacto negativo que tienen los vertimientos domésticos e industriales en la calidad de las aguas de los ríos y estos a su vez en la desembocadura y en las

aguas marinas (AGUILAR; GONZÁLEZ-SANSÓN, 2007; GONZÁLEZ-DÍAZ, 2010; GÓMEZ; BELTRÁN, 2013; REYES *et al*., 2014).

Los impactos negativos de los vertimientos de residuales domésticos e industriales a la biodiversidad marina y fluvial son más significativos, para algunas especies. En la desembocadura de los ríos Quibú y Almendares se incrementa el cubrimiento por algas por el mayor aporte de nutrientes (GONZÁLEZ-DÍAZ *et al.*, 2003; GONZÁLEZ-ONTIVERO; DE LA GUARDIA, 2008; MARTÍNEZ, 2009; GONZÁLEZ-DÍAZ, 2010).

La ictiofauna en esta zona, también está deteriorada (AGUILAR; GONZÁLEZ-SANSÓN, 2000 y 2002), no hay peces de interés comercial y su diversidad ha disminuido. Además, estos autores señalan que entre las causas principales de este deterioro no están solamente la sobrepesca y los factores naturales, sino también los residuales domésticos no tratados y la contaminación que llega de la zona terrestre.

A partir de lo anteriormente expuesto fueron propuestas una serie de medidas que toman en cuenta la estrecha relación existente entre el ambiente costero, el marino y la actividad del hombre, lo que permitirá llevar a cabo un sistema de manejo integrado de la zona costera, siguiendo lo plateado por diversos autores como Scura *et al*., (1992) y Sorensen y Brandani (1997).

PROPUESTA DE MEDIDAS PARA PREVENIR, CORREGIR O MITIGAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

A partir del estudio realizado, la consulta a expertos y el trabajo de campo se proponen una serie de medidas que deben contribuir a prevenir, corregir o mitigar los impactos ambientales encontrados sobre los paisajes en el sector costero Quibú-Almendares:

- Implementar y controlar los sistemas de vigilancia y control ambiental, promoviendo las investigaciones encaminadas a la rehabilitación de los ecosistemas marinos, costeros y fluviales, que incluya la realización de estudios sobre la fauna, flora y vegetación.
- Dar seguimiento al estudio de las comunidades de peces y organismos bentónicos una vez comenzadas las actividades de limpieza del río y la zona costera.

- Eliminar los restos de espigones y otras construcciones en la costa, los que afectan la dinámica litoral y generan problemas de erosión.
- Gestionar el financiamiento para la rehabilitación o creación de un nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales que garantice la calidad del agua vertida a los ríos y al mar.
- Reajustar el ciclo de recogida de los desechos sólidos domiciliarios, que realiza la Empresa de Servicios Comunales, así como el número de contenedores necesarios para este fin.
- Dar seguimiento a la propuesta del plan económico de las fábricas y empresas que realizan la disposición final de sus residuales a las aguas de los ríos, garantizando el presupuesto para la construcción de un adecuado sistema de tratamiento de los residuales que deberá cumplir con los parámetros establecidos en las normas NC 27-2012 y NC 521-2007 según corresponda.
- Cada entidad identificada como fuente contaminante presentará a la autoridad ambiental cuando lo solicite, los resultados del laboratorio que avalen la calidad del agua de los sistemas de tratamiento una vez puestos en funcionamiento, así como de la fuente de abasto en caso que corresponda.
- Realizar inspecciones periódicas a la base de pesca para garantizar el cumplimiento de las medidas establecidas para el manejo de los desechos de la limpieza de los peces.
- Fortalecer el sistema de inspectores ambientales en el territorio y su capacitación, con el objetivo de incrementar la vigilancia a las actividades delictivas que ocurren en la zona costera.
- Incentivar tanto a funcionarios como directivos a cumplir y hacer cumplir con la legislación vigente en materia de mejoramiento ambiental.
- Coordinar con las entidades estatales, y la sociedad civil, la promoción y realización de actividades de educación ambiental y de salud para fomentar y mejorar el cuidado de la zona costera.
- Coordinar con las diversas entidades del territorio la creación y expansión de las áreas verdes o con cobertura forestal en solares yermos.

- Realizar nuevas investigaciones encaminadas a evaluar las potencialidades reales del uso y manejo eficiente del paisaje de la del sector costero estudiado y sus areas circundantes.

CONSIDERACIONES FINALES

Se confirma la influencia negativa y sostenida de los ríos en la calidad de las aguas marinas en la zona de estudio y las áreas cercanas a la desembocadura de los mismos con malas condiciones ambientales.

Los impactos ambientales en el área tienen una larga historia y el medio se ha adaptado a la mayoría de ellos en busca del equilibrio y por tanto los efectos actuales se consideran moderados.

Las unidades de paisajes terrestres tienen la mayor cantidad de impactos, lo que coincide con un alto valor del Coeficiente de Transformación Antropogénica.

Los principales impactos ambientales identificados en las unidades de paisaje son: la afectación a la flora y la fauna marina; el deterioro de la calidad higiénico-sanitaria y la afectación a la calidad de las aguas marinas y terrestres.

Algo más de una tercera parte de los usos del sector costero tienen interacciones de tipo conflictivo y los que más afectan son el industrial y el doméstico. Estos vierten residuales líquidos y sólidos que perjudican al resto de las actividades que se desarrollan en la zona costera.

Nota: Este trabajo ha sido elaborado tomando como base la tesis de maestría de Elizabeth Dayana Curra Sánchez, “Diagnóstico ambiental del sector costero Quibú-Almendares, municipio Playa, La Habana, Cuba”, defendida en la Universidad de La Habana, Cuba en el año 2016 y el articulo “Diagnóstico ambiental del sector costero Quibú-Almendares, municipio Playa, La Habana, Cuba”, publicado en la Revista de Investigaciones Marinas de la Universidad ed La Habana, Cuba.

REFERENCIAS

AGENCIA DE MEDIO AMBIENTE. **Evaluación de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos de desastres por fuertes vientos, inundaciones por lluvias intensas e inundaciones costeras por**

penetración del mar en el Municipio Playa, La Haban. Informe Técnico confeccionado por especialistas del CITMA y otras instituciones de los organismos centrales del Estado (inédito) 2005.

AGUILAR, C.; GONZÁLEZ-SANSÓN, G. Influencia de la contaminación de la bahía de La Habana sobre las asociaciones de peces costeros, I. Abundancia y diversidad. **Revista Investigaciones Marinas**, v. 21, p. 1-3, p. 60-69, 2000.

AGUILAR, C.; GONZÁLEZ-SANSÓN, G. Ecología de la ictiofauna costera en la zona adyacente a la desembocadura del río Almendares (La Habana, Cuba): I. distribución espacial de la abundancia y la diversidad. **Revista Investigaciones Marinas**, v. 23, n. 1, p. 3-14, 2002.

AGUILAR, C.; GONZÁLEZ-SANSÓN, G. Composición de la ictiofauna costera de ciudad de La Habana y evaluación preliminar de los factores que la determinan. **Revista Investigaciones Marinas**, v. 28, n. 1, p. 43-56, 2007.

ARCOS, J.; FORS, E. **Evaluación de riesgos e informe final del estudio de penetraciones del mar en los municipios costeros de Ciudad Habana**. Grupo de Estudio de Desastres, GREDES, Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" (Inédito) 2005.

ARECES, A. J. *et al*. Aproximación metodológica al ordenamiento ambiental de zonas marino-costeras. Guía Ilustrada. In: **Proyecto de investigación Bases para la gestión integrada del Golfo de Batabanó, ordenamiento ambiental e identificación de escenarios**. Programa Protección del Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible Cubano, Agencia de Medio Ambiente, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana, Anexo 5, 2010.

ARECES, A. J. *et al*. Las claves de la Sustentabilidad Ecológica. **Serie Oceanológica**, n. 9, p. 73-95, 2011.

BARRAGÁN, J. M. **Medio Ambiente y Desarrollo en áreas litorales. Introducción a la Planificación y Gestión Integradas**. Servicio de Publicaciones, Universidad de Cádiz, 2003.

BARRAGÁN, J. M.; ANDRÉS, M. de. Aspectos básicos para una gestión integrada de las áreas litorales de España: conceptos, terminología, contexto y criterios de delimitación. **Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 16, n. 2, p. 171-183, 2016.

BARRETO, M. Diagnóstico Ambiental del Golfo de Morrosquillo (Punta Rada–Tolú), Colombia. In: **Curso Una Aplicación de Sensores Remotos y SIG como Contribución al Manejo Integrado de Zonas Costeras**. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC) 1999.

BELEM, A. L. G.; NUCCI, J. C. Hemerobia das paisagens: conceito, classificação e aplicação no bairro Pici–Fortaleza/CE. **RA´E GA**, n. 21, p. 204-233, 2011.

CABRERA-PÁEZ, Y.; AGUILAR, C.; GONZÁLEZ-SANSÓN, G. Indicadores morfológicos y reproductivos del pez Gambusia puncticulata (Poeciliidae) en sitios muy contaminados del río Almendares, Cuba. **Revista de Biologia Tropical**, v. 56, n. 4, p. 1991-2004, 2008.

CAMPOS, M. *et al*. **Evaluación Ambiental Integral del Municipio Playa. Informe científico-técnico**. Archivo Científico del Instituto de Geofísica y Astronomía (Inédito), 2001.

CARMENATE, M. F. **Diagnóstico ambiental de un sector costero del municipio Playa (Ciudad de La Habana) con vista a su manejo integrado**. Tesis de Maestría, Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, La Habana, 2009.

CASO, M.; PISANTY, I.; EZCURRA, E. (Comp.) Diagnóstico ambiental del Golfo de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Instituto de Ecología, A. C. **Harte Research Institute for Gulf of México Studies**, v. 1 y 2, p. 431-899, 2005.

CHIRCOP, A. **Taxonomy of ocean uses**. As delivered in Contemporary Issues in Ocean Management and Development Course, 1997.

CICIN-SAIN, B.; KNECHT, R. W. **Integrated Coastal and Ocean Management Concepts and Practices**. Washington: Island Press, 1998.

CLARK, J. R. **Coastal zone management handbook**. Florida: Lewis Publisher, 1996.

CONESA, V. **Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental**. 2. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2006.

CORTES, R.; REMOND, R. Los sistemas de información geográfica aplicados al estudio y diagnóstico ambiental de la zona costera de Playas del Este, La Habana, Cuba. In: NAVARRO, E.; RUIZ, J. D.; SALINAS, E. (Editors). **Turismo, cooperación y posibilidades de desarrollo en Playas del Este y su zona de influencia (La Habana-Cuba)**. Málaga: Centro de Ediciones de la Diputación de Málaga, 2007. p. 118-134.

CORTÉS, R. *et al*. Manejo integrado costero en Cuba. **la Ensenada Sibarimar, Baetica**, v. 32, p. 45-65, 2010.

CURRA-SÁNCHEZ, E. D. **Diagnóstico ambiental del sector costero Quibú-Almendares, municipio Playa, La Habana, Cuba**. 2016. 90 fl. Tesis de Maestría, Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, Cuba (inédito), 2016.

CURRA-SÁNCHEZ, E. D.; SUAREZ, A. M.; SALINAS, E. Diagnóstico ambiental del sector costero Quibú-Almendares, municipio Playa, La Habana, Cuba. **Revista de Investigaciones Marinas**, v. 35, n. 2, p. 109-123, 2015.

GALLO, G.; SEJENOVICH, H. **Metodología para la elaboración de diagnósticos ambientales expeditivo y en profundidad**. Fundación Patagonia Tercer Milenio. Argentina, 2002. Disponible en: www.funpat3mil.com.ar. Consultada junio del 2014.

GÓMEZ, Y.; Beltrán, J. M. **Control de la calidad ambiental de las aguas del litoral de Ciudad de la Habana, Cuba. Plan de vigilancia y monitoreo**. Informe final de Servicio Científico-Técnico, División Contaminación del CIMAB, Archivo Científico del Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas (inédito), 2013.

GONZÁLEZ-DÍAZ, P. **Efecto acumulativo de agentes estresantes múltiples sobre los corales hermatípicos de la región noroccidental de Cuba**. 122 fl. 2010. Tesis de Doctorado, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba, 2010.

GONZÁLEZ-DÍAZ, P. (Coord.). **Manejo integrado de zonas costeras en Cuba. Estado actual, retos y desafíos**. La Habana: Ediciones Imagen Contemporánea, 2015.

GONZÁLEZ-DÍAZ, P.; DE LA GUARDIA, E.; GONZÁLEZ-SANSÓN, G. Efecto de efluentes terrestres sobre las comunidades bentónicas de arrecifes coralinos de Ciudad de La Habana, Cuba. **Revista Investigaciones Marinas**, v. 24, n. 3, p. 193-204, 2003.

GONZÁLEZ-ONTIVERO, O.; DE LA GUARDIA, E. Evaluación de la tasa de progresión de enfermedades de coral en un arrecife de la región noroccidental de Cuba. **Revista Investigaciones Marinas**, v. 29, n. 2, p. 119-123, 2008.

IBARRA, D.; BELMONTE, F. **Comprendiendo el litoral: Dinámica y procesos**. Murcia: Editora Universidad de Murcia, España, 2017. Disponible en: https://www.age-geografia.es/site/wp-content/uploads/2017/12/IbarraBelmonte.pdf

INSTITUTO DE GEOGRAFÍA. **Nuevo Atlas Nacional de Cuba**. Academia de Ciencias de Cuba e Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, Editora Instituto Geográfico Nacional de España, 1989.

INSTITUTO DE PLANIFICACIÓN FÍSICA (IPF). **Catastro de Cuba. Información Cartográfica**. Archivo científico del catastro del Instituto de Planificación Física, 2013.

IPCC. **Informe especial sobre los océanos y la criosfera en un clima cambiante** (SROCC). Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Comunicado de Prensa del IPCC 25 de septiembre del 2019. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/09/srocc_p51-pressrelease_es.pdf

LOMAS-BARRIÉ, C.; TERRAZAS-DOMÍNGUEZ, S.; TCHIKOUÉ-MAGA, H. Propuesta de ordenamiento ecológico territorial para el Parque Nacional Zoquiapan y Anexas. **Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente**, **v.** 11, n. 1, p. 57-71, 2005.

MACHADO, A. An index of naturalness. **Journal for Nature Conservation**, n. 12, p. 95-110, 2004.

MARTÍNEZ, W. A. INRA-Índice integrado relativo de antropización: propuesta técnica-conceptual y aplicación. **Revista Intropica**, v. 5, p. 37-46, 2010.

MARTÍNEZ-IGLESIAS, J. C. *et al*. Lineamientos Metodológicos para la gestión integrada de la zona costera (GIZC) en Cuba. **Revista Serie Oceanológica,** n. 3, p. 1-37, 2007.

MATEO, J. M. **Geografía de los paisajes. Primera parte. Paisajes naturales**. La Habana: Editorial Félix Varela, 2011.

MATEO, J. M.; GUTIÉRREZ, J. E.; VALDIVIA, I. *et al.* **Estructura geográfico-ambiental y sostenibilidad de cuencas hidrográficas urbanas**. La cuenca del río Quibú de la provincia Ciudad de La Habana, Cuba. La Habana: Editorial Félix Varela, 2008.

MIRANDA-VERA, C. E. La zona costera como totalidad ambiental. Primera aproximación. **Revista Investigaciones Marinas**, v. 24, n. 1, p. 63-68, 2003.

NC 22-1999. **Lugares de baño en costas y en masas de aguas interiores. Requisitos higiénico-sanitarios**. Norma Cubana Obligatoria, Oficina Nacional de Normalización de Cuba, La Habana, Cuba, 1999.

NC 521-2007. **Vertimiento de aguas residuales a la zona costera y aguas marinas-especificaciones**. Norma Cubana Obligatoria, Oficina Nacional de Normalización de Cuba, La Habana, Cuba, 2007.

NC 27-2012. **Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado-especificaciones**. Norma Cubana Obligatoria, Oficina Nacional de Normalización de Cuba, La Habana, Cuba, 2012.

ORGANIZACIÓN DE COOPERACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICO/COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (OCDE/CEPAL). **Evaluaciones del desempeño ambiental**. Chile, Naciones Unidas, CEPAL LC/L.2305, 2005.

OFICINA NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMACIÓN. **Anuario Estadístico La Habana 2016**, Edición 2017. Disponible en: http://www.onei.gob.cu/sites/default/files/anuario_est_municipal/01_playa_0.pdf

PEÑALVER, L. *et al.* **Mapa de Depósitos Cuaternarios del Archipiélago Cubano a escala 1:250 000** (Inédito). Archivos del Instituto de Geología y Paleontología (IGP), 2008.

PÉREZ-OSORIO, P. J.; CASALS-TAYLOR R.; MITRANI, I. et al. **Atlas de Inundaciones Costeras por penetraciones del mar en Ciudad de La Habana. Causas y Consecuencias**. Instituto de Meteorología, Archivo Científico del Instituto de Meteorología (inédito) 2005.

RAMÓN, A. M.; SALINAS, E.; ACEVEDO, P. La determinación de los conflictos de uso del territorio: Cuenca Alta del río Cauto. Cuba. **Revista Terra**, v. XXVII, n. 42, p. 47-71, 2011.

RAMÓN, A. M.; SALINAS, E. **Guía para la Elaboración de Mapas de Paisajes con el Uso del ArcGIS**. Saarbrucken: Editorial Academia Española, 2012.

REYES, T. et al. **Monitoreo ambiental del litoral NW de Ciudad Habana (2010-2013)**. Informe científico-técnico estatal, Archivo científico del Instituto de Oceanología, La Habana, Cuba (inédito), 2014.

RIVAS, L. **Evaluación de la playa La Puntilla, Santa Fe, con vistas a su manejo integrado**. 2015. 96 fl. Tesis de Maestría, Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de la Habana, Cuba (inédito) 2015.

RIVAS, L.; GUERRA, R.; SOSA, M. Caracterización ambiental de la zona litoral del municipio Playa. **Revista Ciencias de la Tierra y el Espacio**, n. 3, p. 16-23, 2003.

RIVAS, L. *et al*. Resultados del monitoreo realizado en la playa La Puntilla, Santa Fe, La Habana, durante los años 2010-2011. **Revista Serie Oceanológica**, n. 11, p. 22-35, 2012.

RODAS, L. *et al*. **Situación ambiental del litoral NW de Ciudad Habana (2003-2007)**. Informe final del Proyecto CACHA, Archivo Científico del Instituto de Oceanología (inédito) 2008.

RUÍZ-SINOGA, J. D.; DELGADO-PEÑA, J. J. (Editors). **La degradación ambiental de los paisajes de las cuencas Guanabo-Itabo. Perspectivas y metodologías de análisis para el desarrollo territorial sostenible de Playas del Este**. Cuba, Saarbrucken: Editorial Academia Española, 2012.

SECRETARIA NACIONAL DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO DEL ECUADOR. **Plan de Ordenamiento del Espacio Marino Costero-POEMC**. Quito, Ecuador, 2017.

SORENSEN, J. C.; BRANDANI, A. An overview of coastal management efforts in Latin America. **Coastal Management**, v. 15, n. 148, p. 19-77, 1997.

SOSA, M.; RIVAS, L.; GUERRA, R. **Evaluación del estado actual del litoral en las Playas del Oeste de Ciudad Habana**. Archivo Científico del Instituto de Oceanología (inédito) 2004.

SOSA, M.; CURRA, E. D.; LORENZO, S. *et al.* Estimación del cambio costero a largo plazo en las playas del oeste de la Habana. **Serie Oceanológica**, n. 15, p. 89-102, 2016.

VALDÉS, G. *et al*. **Estudio ambiental de la zona litoral del Consejo Popular Santa Fe, municipio Playa, Ciudad de La Habana**. Archivo Científico del Instituto de Geofísica y Astronomía (inédito) 2011.

WALZ, U.; STEIN, Ch. Indicators of hemeroby for the monitoring of landscapes in Germany. **Journal for Nature Conservation**, v. 22, p. 279-289, 2014.