

44

Fecha de presentación: Mayo, 2024
Fecha de aceptación: Octubre, 2024
Fecha de publicación: Noviembre, 2024

GEOECOLOGÍA

DEL PAISAJE Y ORDENAMIENTO DE LOS SISTEMAS AMBIENTALES
EN EL MUNICIPIO DE CIENFUEGOS, CUBA

LANDSCAPE GEOECOLOGY AND ENVIRONMENTAL SYSTEMS MANAGEMENT IN THE MUNICIPALITY OF CIENFUEGOS, CUBA

María Gloria Fabregat Rodríguez ^{1*}

E-mail: mgfabregat1961@yahoo.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7292-696X>

Minerva Sánchez Llul ²

E-mail: msanchezllul@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9793-283X>

¹ Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba.

² Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos. Cuba.

*Autor para correspondencia

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Fabregat Rodríguez, M. G., & Sánchez Llul, M.(2024). Geoecología del paisaje y ordenamiento de los sistemas ambientales en el municipio de Cienfuegos, Cuba. *Universidad y Sociedad*, 16(6), 421-433.

RESUMEN

Existen varias metodologías para abordar los estudios ambientales, aunque tienen un carácter general y se determinan a nivel de país, o unidades territoriales (provincias, municipios). En este sentido, las características de los sistemas ambientales son excesivamente generalizadas y asumen la sostenibilidad ambiental como un criterio más, otorgando la atención preferencial a la disponibilidad de recursos naturales. La Geoecología de los paisajes es una disciplina integradora que se basa en el estudio de los paisajes (geosistema) como formación antropo natural e integra y articula conceptos y metodologías de la estructura biótica y las restantes geoestructuras paisajísticas. Considerando la vulnerabilidad y el deterioro de los sistemas ambientales en el municipio de Cienfuegos, este trabajo tiene el objetivo de demostrar la validez de realizar el ordenamiento de los sistemas ambientales a partir de la fundamentación teórico-metodológica de la Geoecología del paisaje, en el proceso de planificación ambiental que tributa a la planificación del territorio. El procedimiento metodológico tiene las siguientes fases: inventario (delimitación de unidades ambientales), análisis, diagnóstico y propuesta del plan. Se obtuvo como resultados la zonificación ambiental y la zonificación funcional de cada unidad ambiental. Ambas zonificaciones se implementan en un plan que constituye una herramienta de trabajo donde se incorpora la sostenibilidad ambiental al proceso de desarrollo.

Palabras clave: Geoecología del paisaje, Planificación ambiental, Sistemas ambientales

ABSTRACT

There are several methodologies for approaching environmental studies, although they have a general character and are determined at the country level, or territorial units (provinces, municipalities). In this sense, the characteristics of environmental systems are excessively generalized and assume environmental sustainability as one more criterion, giving preferential attention to the availability of natural resources. Landscape geoecology is an integrative discipline based on the study of landscapes (geosystem) as a natural anthropological formation and integrates and articulates concepts and methodologies of the biotic structure and the rest of the landscape geo-structures. Considering the vulnerability and deterioration of environmental systems in the municipality of Cienfuegos, the objective of this work is to demonstrate the validity of environmental systems management based on the theoretical and methodological foundation of landscape geoecology, in the environmental planning process that contributes to the planning of the territory. The methodological procedure has the following phases: Inventory (delimitation of environmental units), analysis, diagnosis and proposal of the plan. The results were the environmental zoning and the functional zoning of each environmental unit. Both zonings are implemented in a plan that constitutes a work tool where environmental sustainability is incorporated into the development process.

Keywords: Landscape geocology, Environmental planning, Environmental systems

INTRODUCCIÓN

La planificación ambiental se concibe como un instrumento articulado a la gestión ambiental en el proceso de toma de decisiones, en un determinado modelo y estilo de desarrollo. Es integradora, sistémica, multi-opcional y probabilística. Su propósito fundamental es la búsqueda de comportamientos deseables de los sistemas ambientales, en el contexto de un régimen dinámico interno y de adaptación a los cambios del medio exterior (Vainer, 1993).

Para los estudios ambientales se han utilizado diferentes métodos e indicadores como, por ejemplo: la huella ecológica, creado en 1996 por William Rees, catedrático, biólogo y ecólogo, y por Mathis Wackernagel, ingeniero mecánico. Surge como un indicador de sostenibilidad internacional que mide el área de territorio ecológicamente productivo necesario para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos (Reinosa et al., 2021).

El índice de sostenibilidad ambiental, también conocido como ESI por sus siglas en inglés, fue creado por las Universidades de Yale y Columbia, se dio a conocer por primera vez en el año 2001 en el Foro Económico Mundial en Davos, Suiza. Se construyó como medida basal que permite a las naciones evaluar la forma en que se protege al medio ambiente, para lo cual plantea la integración de un conjunto de indicadores relacionados con los niveles pasados y presentes de contaminación, los esfuerzos de gestión ambiental, la capacidad de la sociedad para mejorar su desempeño ambiental, entre otros.

El ESI mide el impacto, las respuestas y vulnerabilidad humana ante cambios en el medio ambiente, así como la capacidad social de lidiar con el estrés ambiental y la contribución de cada nación a la gestión global. Emplea alrededor de 70 variables que se agrupan en cinco temáticas generales: sistemas ambientales, reducción del estrés ambiental, reducción de la vulnerabilidad humana al estrés ambiental, capacidad social e institucional para responder a los cambios ambientales y administración global del ambiente.

Al medir el estado en el que se encuentran los sistemas medioambientales de cada país, el ESI permite asignar una calificación por país y dimensionar el éxito o los progresos en la reducción de los principales problemas en los sistemas ambientales, aunque no refleja en su interior las relaciones mutuas de los procesos económicos y distributivos locales (Ivette, 2021).

Los resultados del ESI están sujetos a numerosas fuentes de incertidumbre, haciendo incompleto el conocimiento global sobre la sostenibilidad ambiental y la precisión de las conclusiones debido a los errores de medición y a la gran cantidad de datos faltantes (Schuschny & Soto, 2009).

El modelo presión -estado -respuesta (PER), propuesto por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 1993) se basa en la noción de que las actividades humanas ejercen presión sobre el medio ambiente. Estas presiones, tales como emisiones contaminantes o cambios en el uso del suelo inducen a cambios en el estado del medio como, alteraciones en los niveles de contaminantes ambientales, la biodiversidad, los cursos de agua, etc. Ante estos hechos, la sociedad responde con actuaciones políticas, así como con programas económicos y ambientales a fin de prevenir, reducir o mitigar las presiones causantes y/o el daño causado al entorno.

La existencia de cambios en el entorno no significa necesariamente que hayan tenido lugar las presiones previamente identificadas como posibles causantes, considerando el nivel de conocimientos existente al respecto. Todo ello hace que sea difícil decidir una respuesta de gestión apropiada, de ahí la necesidad de establecer modelos que muestren no solo las causas y los efectos sino además las relaciones existentes entre ambos (Deniz-Mayor & Verona-Martel, 2012). Este modelo continúa perfeccionándose y es utilizado como base para las evaluaciones del medio ambiente "GEO", realizadas por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

El análisis de las diferentes familias de indicadores utilizadas en los estudios ambientales permite establecer que las mismas tienen un carácter general y se determinan a nivel de país o unidades territoriales (provincias y municipios). En este sentido, las características de los sistemas ambientales son excesivamente generalizadas y asumen la sostenibilidad ambiental como un criterio más, otorgando la atención preferencial a la disponibilidad de recursos naturales (Mateo, 2008a).

La concepción de que la superficie de nuestro planeta constituye un sistema global, formado por subsistemas que interactúan entre sí y dan lugar a un todo único que; constituye el medio natural donde se han desarrollado las especies de plantas, animales y finalmente la sociedad humana, condiciona que muchos investigadores señalen la necesidad de un enfoque integrador, sistémico y holístico para su estudio, como el propuesto por la Geoecología

del paisaje desde hace varias décadas (Martins et al., 2022).

El enfoque de la Geoecología del paisaje, difiere del sistema general de enfoques y métodos puramente ambientales ya que se distingue por su territorialidad, periodicidad y complejidad (Nigmatov & Allanov, 2020). Es transdisciplinar, con aportes significativos de la geografía y la ecología, confluencia que se concreta en la adopción de algunos principios y conceptos propios de ambas ciencias para el estudio del paisaje.

El término Ecología del paisaje (EP) fue propuesto por el geógrafo alemán Carl Troll en 1938, resultado de la interpretación científica de la imagen aérea, nueva tecnología que ofreció mayor amplitud para el estudio de la superficie terrestre y sus divisiones naturales, la descripción del paisaje geográfico y de los componentes ecológicos (Troll, 2003). Se considera un campo de estudio interdisciplinar donde, la ciencia del paisaje ha contribuido a las ciencias biológicas de forma notable a partir de los años ochenta y noventa del siglo XX y la EP tiene un mayor crecimiento y desarrollo dentro de la biología y la ecología (Arroyo-Rodríguez et al., 2017).

La necesidad de integrar las corrientes geográfico-espacial y ecológico-funcional al estudiar el paisaje como un poli sistema, en la interfase naturaleza-sociedad, se refuerza con la aparición del concepto de geosistema (Sochava, 1978) que propuso interpretar al paisaje y todo el instrumental teórico-metodológico acumulado por más de 100 años de estudio, desde una visión sistémica (Mateo & Bollo, 2023) Todo ello constituye un paso importante en la integración de la dimensión espacial con la funcional. Estos esfuerzos unificadores contribuyeron a la formación y consolidación de la Geoecología del paisaje (Mateo & Da Silva, 2007).

La interacción dialéctica entre las condiciones naturales y la producción social determinan los principios metodológicos de la investigación geoecológica del paisaje y su base fundamental es el análisis histórico-natural en la adquisición de conocimientos sobre el origen, desarrollo y diferenciación espacial y temporal de los paisajes (Mateo et al., 2022).

La Geoecología del paisaje es una disciplina integradora que se basa en el estudio de los paisajes (geosistemas) como formación antropo natural y articula conceptos y metodologías entre la estructura biótica y las restantes geoestructuras paisajísticas; entre el paisaje natural, social y cultural y entre las diversas categorías de los sistemas ambientales: ecosistema, geosistema, sociosistema, sistema cultural ambiental y sistema antropoecológico (Mateo, 2008a). Como plantean Martínez &

Bollo (2016), la comprensión geoecológica del espacio expresa la interrelación entre paisajes naturales y factores antropogénicos.

La teoría y la metodología elaboradas por la Geografía y la Geoecología del paisaje, se articulan de manera directa con las establecidas por la Planificación ambiental. El Ordenamiento ambiental (OA) es su nivel más amplio y abarcador, aunque no lo agota, sino que prepara al territorio para la aplicación de los restantes niveles de la Planificación ambiental (Mateo, 2008b). Según la Ley 81 del Medio Ambiente (ANPP, 1997) el OA debe:

asegurar el desarrollo sostenible del territorio, sobre la base de considerar integralmente, los aspectos ambientales y su vínculo con los factores económicos, demográficos y sociales, a fin de alcanzar la máxima armonía posible en las interrelaciones de la sociedad con la naturaleza (p. 12).

Representa un ejercicio de planificación ambiental que armoniza los objetivos económicos y sociales, con las estructuras ambientales naturales del territorio, para que se garantice la permanencia y la sostenibilidad de los sistemas ambientales.

En la actualidad, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son la tecnología estandarizada para el manejo de la información geográfica (Olaya, 2014) y tienen un gran potencial en el procesamiento de datos ecológicos, así como la clasificación y cartografía del paisaje (Yu et al., 2019).

Considerando la vulnerabilidad y el deterioro de los sistemas ambientales en el municipio de Cienfuegos, este trabajo tiene el objetivo de demostrar la validez de realizar el ordenamiento de sus sistemas ambientales a partir de la fundamentación teórico metodológica de la Geoecología del paisaje con la utilización de los SIG en el proceso de planificación ambiental que tributa a la planificación del territorio e incorpora la sostenibilidad ambiental al proceso de desarrollo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo los estudios y el trabajo científico dirigido a implementar un proceso de ordenamiento de los sistemas ambientales debe decidirse una categoría espacial de referencia que varía en dependencia de la concepción filosófica y metodológica del estudio. Entre estas categorías se utilizan, por ejemplo: las unidades ambientales, ecosistemas, geosistemas o paisajes, bio-región, zona ecólogo-económica, cuenca hidrográfica etc.

En la presente investigación se asume trabajar con la categoría de unidad ambiental (UA) como base espacial del

estudio y objeto del ordenamiento ambiental (Fabregat et al., 2012). Para su delimitación se consideran las tendencias más recientes en la concepción del paisaje y su enfoque geocológico, presente desde la década de 1990 y centrado en la articulación de la triada paisaje natural-espacio geográfico-paisaje cultural y la forma en que los grupos sociales utilizan, transforman y perciben los paisajes.

Para los análisis espaciales se utilizaron herramientas de los softwares MapInfo versión 10.5 y QGIS versión 3.22.5 Białowieża, así como imágenes de *Google Earth* georreferenciadas. La escala cartográfica empleada para el diseño de los mapas es de 1:25000. Las figuras (mapas) presentadas en el trabajo fueron elaboradas por las autoras con base en la división político administrativa vigente en el año 2009.

El área de estudio seleccionada fue el municipio de Cienfuegos con detalle en la ciudad de Cienfuegos. Tiene una extensión superficial de 356,3 km² y una población de 177 617 habitantes (ONEI, 2021). El principal accidente geográfico es una bahía semicerrada, con un área superficial de 90 km² y una profundidad promedio de 14 m, conectada al mar Caribe por un estrecho canal de 3 km de longitud (Alonso et al., 2006). Predomina el relieve de llanura ondulada (0-80 metros snmm) con sectores de llanuras colinosas y colinas al este. Las corrientes superficiales más importantes son los ríos Damují, Salado, Caunao y Arimao. Predominan los suelos pardos con carbonato. La temperatura media anual es de 24,6 °C y las precipitaciones promedio de 1 200 mm/año.

Se destaca la ciudad de Cienfuegos, cabecera municipal y provincial; fundada el 22 de abril de 1819 por colonos franceses, con un área de 48 km² y aproximadamente el 85 % de la población municipal.

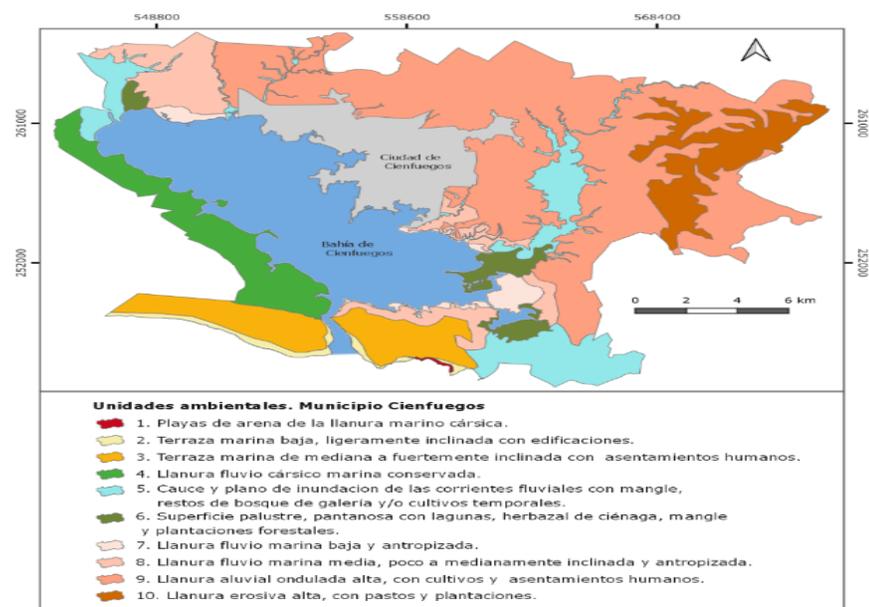
Su centro histórico fue declarado por la UNESCO Patrimonio Cultural de la Humanidad en el mes de julio del año 2005. La ciudad constituye un centro regional de importancia económica y socio cultural.

Procedimiento metodológico

Fase de inventario.

Para la delimitación de las UA (Figura 1 y 2) se utilizó el mapa de paisajes del municipio de Cienfuegos elaborado por Fabregat y Sánchez-Llull (2011), las regulaciones urbanísticas (IPF, 2011) y la información obtenida en los trabajos de campo. En esta fase se realizó un levantamiento exhaustivo de los elementos naturales y antrópicos presentes en cada UA a partir de la información obtenida en el trabajo de gabinete y los trabajos de campo, logrando su caracterización.

Fig 1: Unidades ambientales del municipio de Cienfuegos.

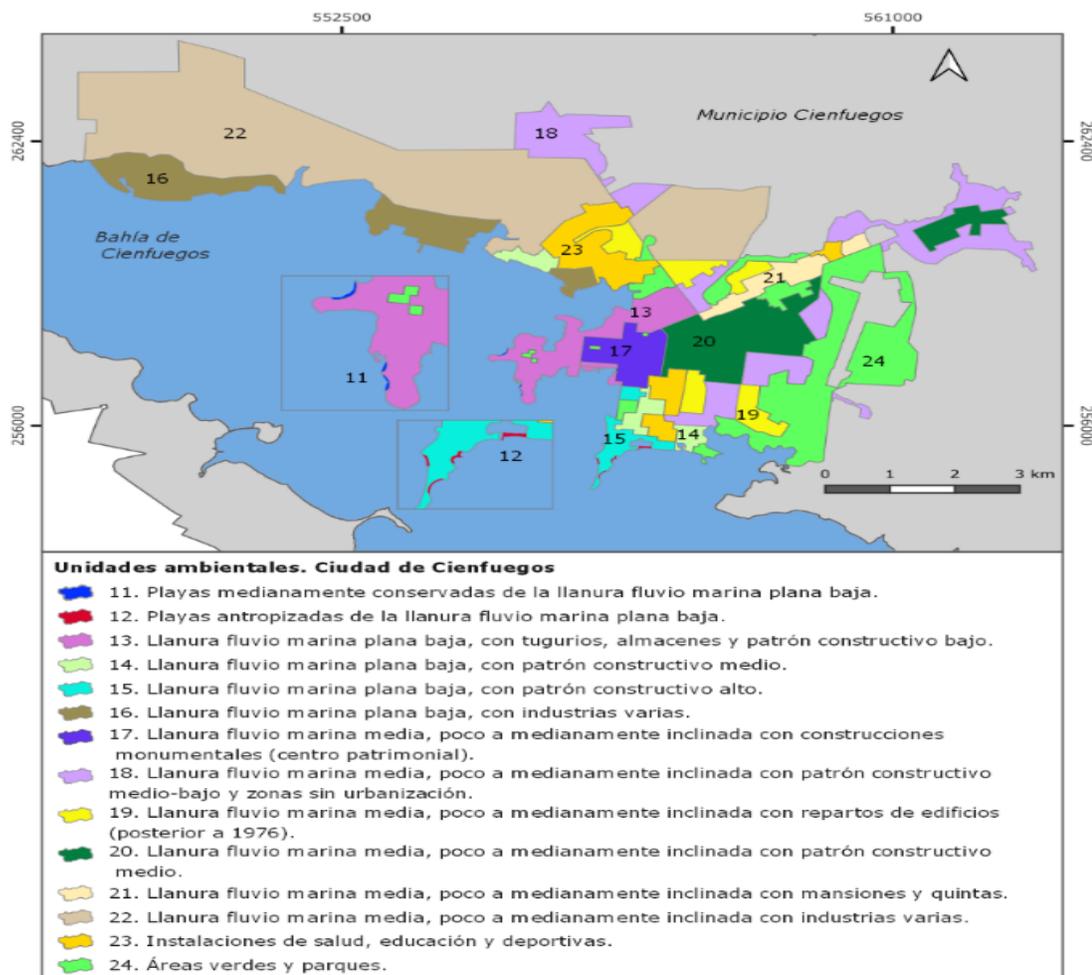


Fuente: Elaboración propia.

Fases de análisis y diagnóstico

El diagnóstico de las UA se obtiene a través de su evaluación con las matrices condición/carácter y estado/calidad. Su expresión gráfica se realiza mediante la técnica del semáforo donde el color rojo es peor, el amarillo tiene un comportamiento regular y el verde un buen comportamiento, con el objetivo de llevar una información visual rápida a los lectores.

Fig 2: Unidades ambientales de la ciudad de Cienfuegos



Fuente: Elaboración propia.

La condición está dada por el grado en que el paisaje cumple con su función natural y/o social, evaluada a través de la relación uso/potencial, donde en la medida que el paisaje pierde sus funciones gana en obsolescencia. El carácter expresa la singularidad, la armonía, la coherencia, la identidad del paisaje visto como expresión formal de los espacios y territorios. Para medirlo se tuvo en cuenta la presencia de objetos homogéneos y banales, la pérdida o no de elementos típicos, la singularidad, los referenciales simbólicos, espaciales etc. La disfunción del carácter implica la presencia del no lugar o lugar sin identidad.

La calidad se mide a través de viviendas y edificaciones (tipo de construcción, área, complejidad) y la existencia o no de: lugares de encuentro, áreas verdes, referencias simbólicas, referencias espaciales, conectividad, vialidad, calidad de la misma, funcionalidad e infraestructura (redes). El estado es medido por los problemas: naturales (erosión, mal drenaje, pérdida de la biodiversidad), de interacción (contaminación del aire, hídrica, pérdida de calidad visual,

deterioro del patrimonio) y socio ambientales (deterioro fondo habitacional, deterioro de viales, estrés ambiental, ruido, vectores, población con prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles).

De la evaluación con las matrices se obtiene el siguiente diagnóstico:

Condición mala / carácter bajo = BAJA IDENTIDAD (rojo)

Condición regular / carácter medio = MEDIA (amarillo)

Condición buena / carácter alto = ALTA (verde)

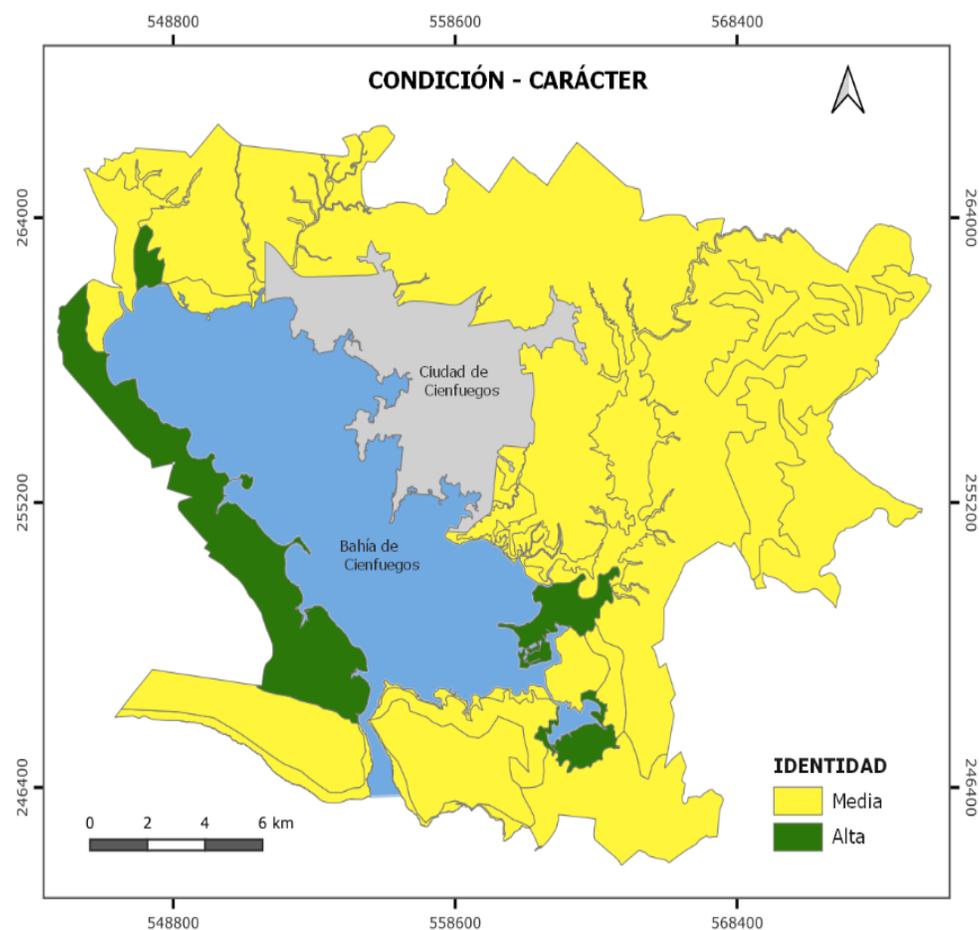
estado malo / calidad mala = MALA SITUACIÓN AMBIENTAL (rojo)

estado regular / calidad regular = REGULAR (amarillo)

estado bueno / calidad buena = BUENA (verde)

Como se observa en la Figura. 3, la matriz condición/carácter en el municipio de Cienfuegos no evalúa con baja identidad ninguna UA del municipio. Tienen una alta identidad del paisaje la llanura fluvio cársico marina con matorral xeromorfo costero conservado al oeste de la bahía y la superficie palustre con lagunas, herbazal de ciénaga, mangle y plantaciones forestales en la desembocadura de los ríos Damují, Caunao y Arimao resaltadas con color verde, el resto de las UA tienen una evaluación media.

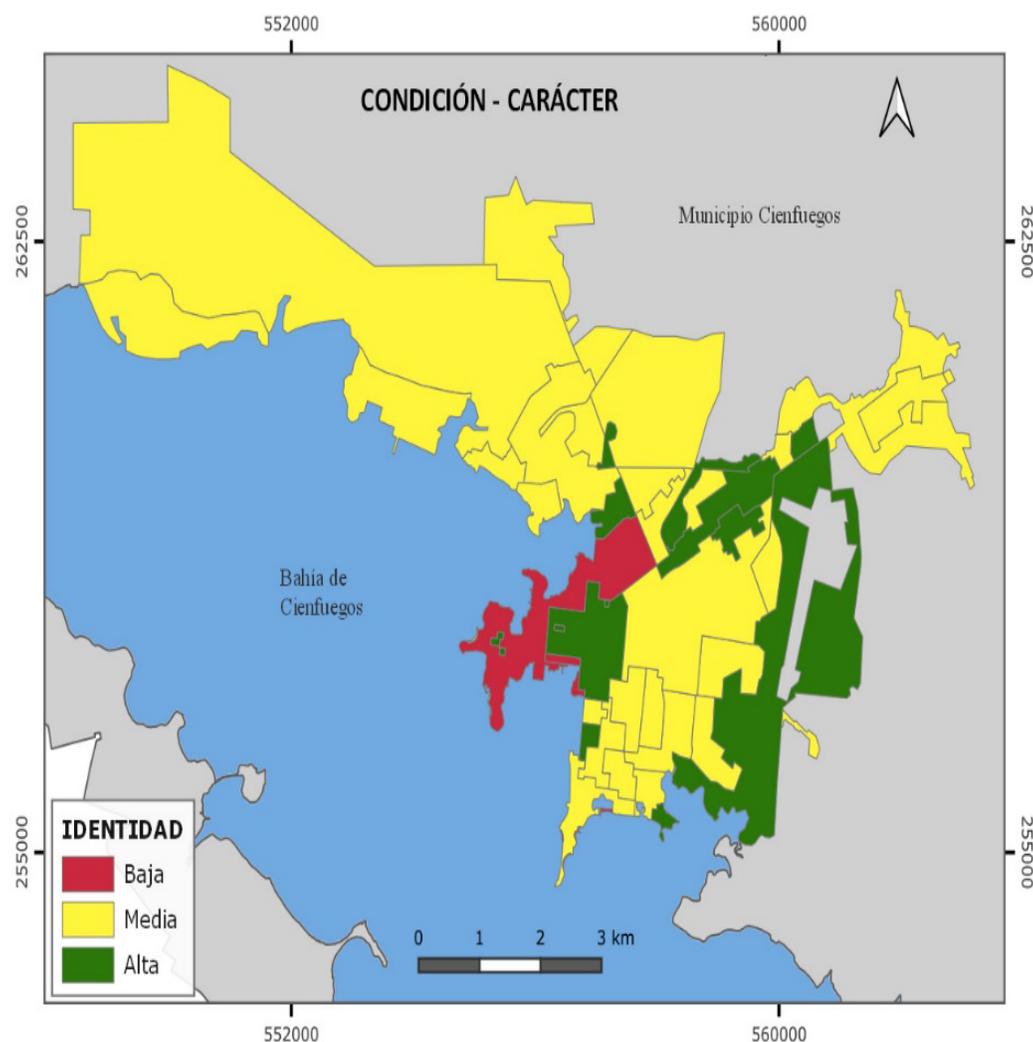
Fig 3: Diagnóstico de la matriz condición/carácter del municipio Cienfuegos.



Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la ciudad (Figura 4), la evaluación de la matriz condición/carácter muestra una alta identidad para las UA representativas del centro patrimonial con construcciones monumentales, las zonas con mansiones y quintas, así como las zonas de áreas verdes y parques. Tienen baja identidad las playas antropizadas y la zona de tugurios y almacenes con un patrón constructivo bajo de la llanura baja, plana.

Fig 4: Diagnóstico de la matriz condición/carácter de la ciudad de Cienfuegos.

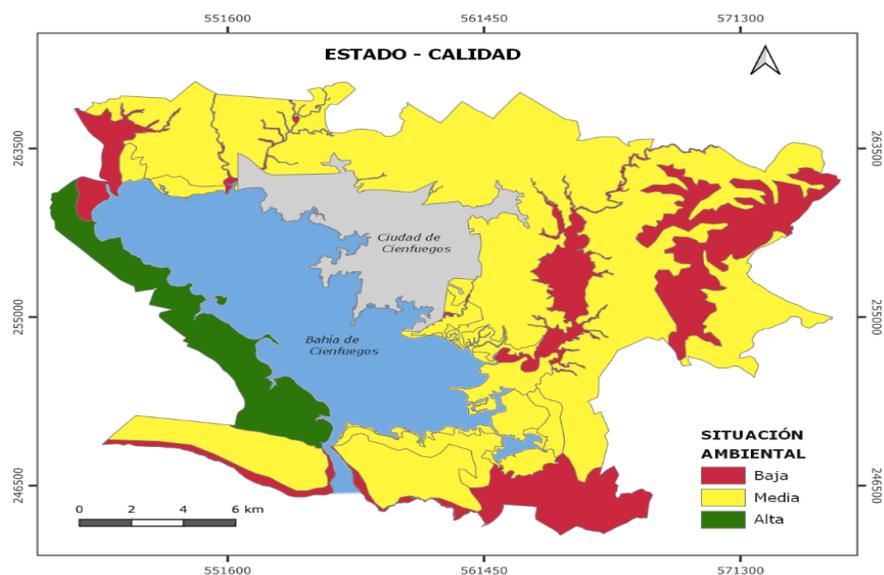


Fuente: Elaboración propia.

La matriz estado/calidad (Figura. 5) en el municipio de Cienfuegos se evalúa con mala situación ambiental para los cauces y planos de inundación de las corrientes fluviales con restos de bosque y cultivos temporales, así como la llanura erosiva alta con pasto, plantaciones y suelos degradados. Solo tiene buena situación ambiental la llanura fluvio cársico marina con matorral xeromorfo costero conservado al oeste de la bahía y el resto de las UA presentan una situación ambiental regular.

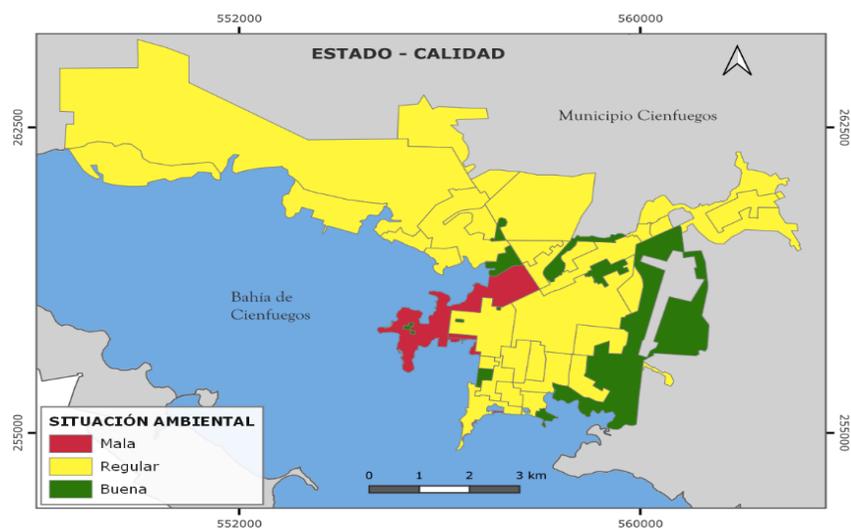
En la ciudad (Figura. 6) se evalúa con mala situación ambiental las UA que representan las playas antropizadas y los tugurios con patrón constructivo bajo, mientras que solo presentan una situación ambiental buena las áreas verdes y parques. El resto de las UA tienen una situación ambiental regular.

Fig 5: Diagnóstico de la matriz estado/calidad del municipio Cienfuegos.



Fuente: Elaboración propia.

Fig 6: Diagnóstico de la matriz estado/calidad de la ciudad de Cienfuegos.



Fuente: Elaboración propia.

Fase de propuesta

Después de obtener el diagnóstico de las UA, se realizan las propuestas de zonificación ambiental y funcional de cada una de ellas y se define el Plan o Programa de Ordenamiento Ambiental (POA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El diagnóstico obtenido a partir de las evaluaciones de las UA permite llegar a los siguientes resultados:

- Propuesta de ZONIFICACIÓN AMBIENTAL (Figura. 7 y 8) para el tipo de régimen ambiental que debe tener cada

UA.

- Propuesta de ZONIFICACIÓN FUNCIONAL (Figura. 9 y 10) con las categorías que garanticen la óptima utilización del espacio a partir de su sostenibilidad ambiental.
- Plan de Ordenamiento Ambiental del municipio de Cienfuegos, incluye ambas zonificaciones junto a los lineamientos estratégicos generales y medidas específicas para cada UA.

Para la ZONIFICACIÓN AMBIENTAL se obtienen nueve combinaciones a partir de las siguientes categorías particulares (Tabla 1):

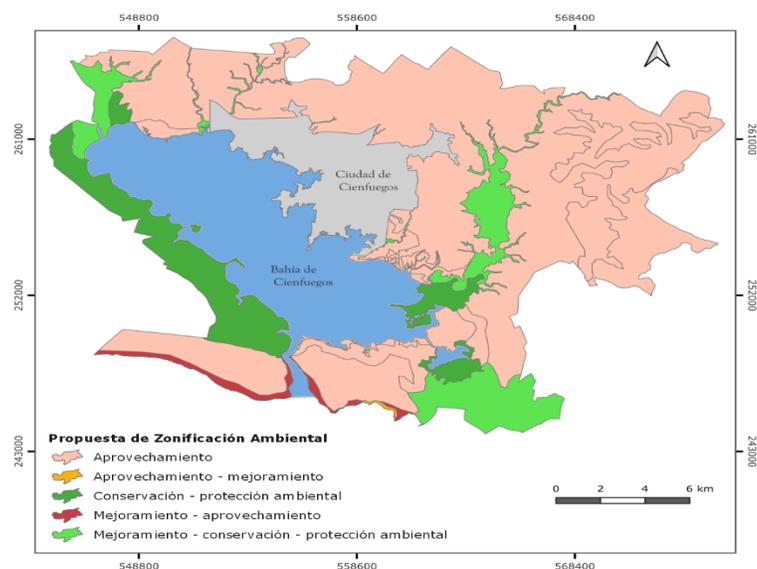
Tabla 1: Categorías para la zonificación ambiental propuesta en cada UA

Aprovechamiento	Zona con potencial natural para la recreación, el desarrollo de asentamientos humanos y actividades agroproductivas.
Mejoramiento	Zona con alguna degradación ambiental que requiere medidas para mantener sus funciones.
Protección	Zona con fragilidad ambiental que precisa de protección para cumplir sus funciones.
Rehabilitación	Zona con profunda degradación ambiental que requiere medidas urgentes para restablecer sus funciones.
Conservación	Zona con altos valores ambientales.
Amortiguamiento	Zona de transición entre diferentes paisajes o espacios particulares que generalmente cumplen funciones de protección ambiental (zonas verdes)

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Figura. 7, a las UA 1 y 2 se les plantea indistintamente mejoramiento además del aprovechamiento, para lograr una explotación sostenible de su potencial natural y recreativo mientras que la UA 3 puede tener un aprovechamiento ambiental óptimo mediante el desarrollo de asentamientos humanos y actividades agroproductivas. La UA 4 se propone de conservación y protección por su fragilidad ambiental y sus altos valores ambientales. La UA 5 tiene altos valores ambientales, pero presenta alta fragilidad ambiental y alguna degradación por lo que se plantea de mejoramiento para su conservación y protección. La UA 6 tiene alta fragilidad ambiental pero mayor grado de conservación planteándose de conservación y protección ambiental mientras el resto de las UA se plantean de aprovechamiento.

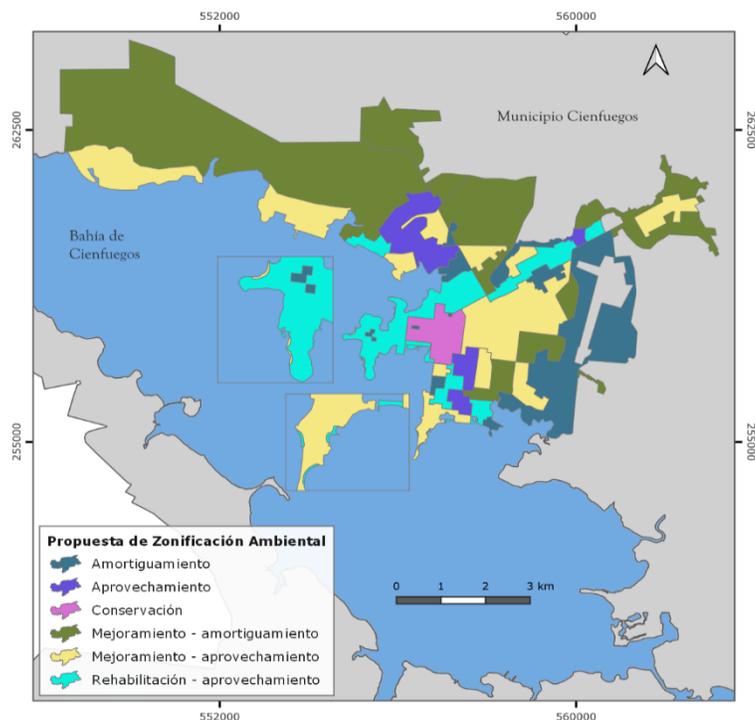
Fig 7: Zonificación ambiental municipio Cienfuegos.



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura. 8 se observa que hay predominio de la rehabilitación y el mejoramiento para el aprovechamiento en la mayoría de las UA de la ciudad. Solo se propone la conservación del centro patrimonial por sus altos valores arquitectónicos y urbanísticos y como zonas de amortiguamiento los espacios verdes de la ciudad.

Fig 8: Zonificación ambiental ciudad de Cienfuegos.



Fuente: Elaboración propia.

La ZONIFICACIÓN FUNCIONAL (Figura. 9 y 10) propone 12 combinaciones de las siguientes categorías particulares (Tabla 2):

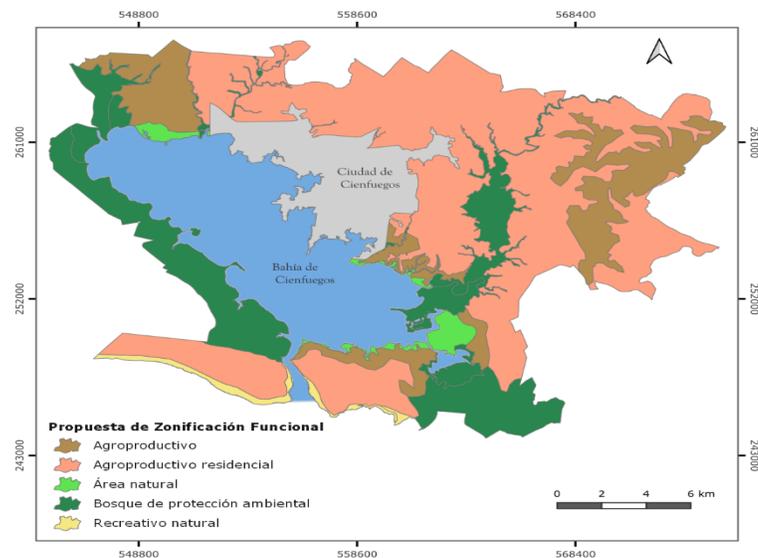
Tabla 2: Categorías para la zonificación funcional propuesta en cada UA.

Residencial	Representativa del tejido urbano existente donde se precisa avanzar en la urbanización de las áreas de auto construcción, mejorar la situación ambiental de los conjuntos habitacionales, evitar la pérdida de la singularidad paisajística y mejorar el estado ambiental. Se hace imprescindible rehabilitar y reconstruir los tugurios y auto construcción no consolidada, promoviendo procesos de urbanización.
Industrial	Abarca los distritos industriales existentes, donde se destaca el desaprovechamiento de espacio, la existencia de matorrales y áreas libres sin dueños, lo cual exige atención, recuperación y formación de cubiertas vegetales. Algunas industrias están poco organizadas ambientalmente.
Recreativo	Considera algunas áreas litorales en la ciudad. El centro patrimonial se considera como un área turístico - residencial. Se hace evidente la necesidad de recuperación y rehabilitación del litoral muy degradado. Se debe trabajar en la conservación y mejoramiento del patrimonio paisajístico.
Área natural y bosques de protección	Áreas de amortiguamiento, planos de inundación, terrazas aluviales y manglares. En ellas debe eliminarse la agricultura (cultivo de arroz) y promover la recuperación de bosques de galería en su función de faja hidroreguladora.
Agroproductiva	Representativa de la llanura aluvial media y alta con suelos carbonatados que ocupa gran parte del norte y este del municipio donde hubo una explotación intensiva de la caña de azúcar y actualmente se combina con frutales y otros cultivos temporales.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Figura 9, las propuestas funcionales para las UA en el municipio de Cienfuegos tienen tres tendencias generales: la recreación en la zona costera aprovechando su alto potencial natural para esas actividades, la de protección en las UA con alta fragilidad ambiental y la agroproductiva.

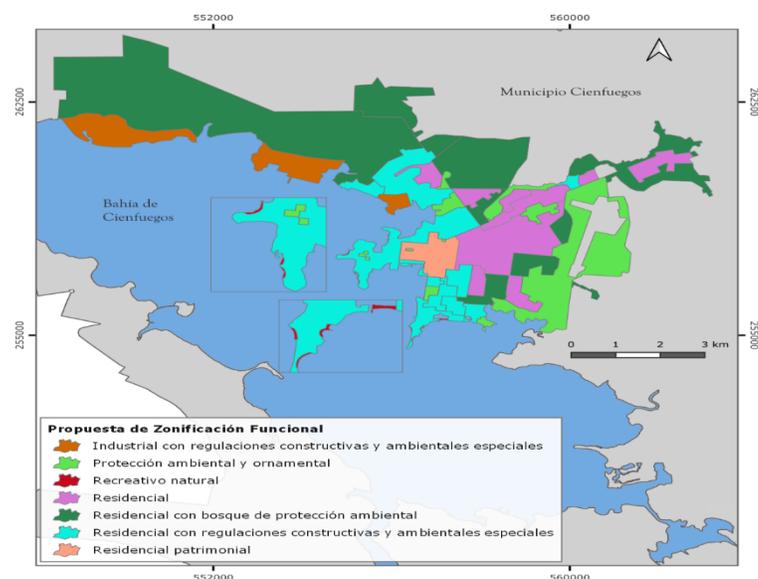
Fig 9: Zonificación funcional del municipio Cienfuegos.



Fuente: Elaboración propia.

En la ciudad (Figura. 10) predomina la función residencial, con particularidades en la periferia que limita con la bahía de regulaciones constructivas y ambientales especiales, de igual forma para las UA donde hay desarrollo portuario. Mientras, las otras zonas para el desarrollo industrial tienen la propuesta de bosque de protección ambiental, lo que debe incrementar las zonas verdes de la ciudad.

Fig 10: Zonificación funcional de la ciudad de Cienfuegos.



Fuente: Elaboración propia.

Ambas zonificaciones se implementan en un Plan a través de medidas derivadas de los siguientes lineamientos estratégicos generales:

- Cumplir con las exigencias de cada zona funcional y ambiental propuesta, elaborándose y proponiéndose programas y/o sistemas de gestión en correspondencia con dichos requerimientos.
- Detener la expansión de la ciudad hacia suelos agrícolas y aprovechar el potencial existente en la malla espacial actual.
- Desarrollar áreas de amortiguamiento formadas por bosques y frutales que tributen al abastecimiento alimentario de la población de la ciudad.
- Recuperar las interfases naturales, en particular el litoral y los valles aluviales priorizando la reforestación con plantaciones autóctonas.
- Rehabilitar las áreas de tugurios y de auto construcción de patrón bajo, (en las zonas sin limitaciones naturales las cuales llevan regulaciones especiales) promoviendo procesos de urbanización que consideren los espacios públicos y de encuentro, con predominio de zonas verdes sobre zonas de cemento.
- Mejorar las áreas residenciales, en particular las de auto construcción y de residencias de estilo republicano con una planta, evitando la descaracterización del paisaje y la alteración de las estructuras espaciales con valor patrimonial.
- Diseñar y construir parques ambientales en las interfases naturales y en las zonas de amortiguamiento, de tal forma que se complementen los propósitos de conservación, protección ambiental y recreación a la población.
- Continuar con la conservación y mejoramiento del patrimonio paisajístico del área centro histórico, promoviendo la limpieza y el saneamiento ambiental y evitando la banalización y la descaracterización del paisaje.
- Priorizar en ese entorno los servicios y el comercio para su puesta en valor, eliminando almacenes y oficinas administrativas desvinculadas de la función espacial de la zona.
- Priorizar la participación de la comunidad en los procesos ambientales partiendo de su conocimiento sobre el proceso inversionista (urbano, industrial y agropecuario) a corto, mediano y largo plazo, donde exista una identificación de los problemas y riesgos para el sistema natural, la salud y la vida sociocultural y se promueva un intercambio activo de opiniones y puntos de vista con las

personas para el mejoramiento de su bienestar y calidad de vida.

CONCLUSIONES

El estudio de las principales propiedades de los paisajes (geosistemas) puede ser utilizado de manera eficiente para garantizar el cumplimiento de los principios de la Planificación Ambiental en sus diferentes etapas. De ese modo, la Geoecología del paisaje, se convierte en uno de los fundamentos teóricos y metodológicos de la Planificación Ambiental e instrumento para ejecutar el ordenamiento de los sistemas ambientales.

Con los resultados expuestos en este trabajo se demuestra que, mediante el procedimiento metodológico propuesto por la Geoecología del paisaje puede lograrse una evaluación objetiva de la situación ambiental del municipio de Cienfuegos, destacando su ciudad cabecera.

Permite, además, realizar una propuesta de ordenamiento ambiental a través de las zonificaciones funcional y ambiental con su plan de medidas, todo lo cual constituye una herramienta de trabajo para los especialistas, directivos y sociedad civil, en la incorporación de la sostenibilidad ambiental al proceso de desarrollo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso-Hernández, C. M., Díaz-Asencio, M., Muñoz-Caravaca, A., Delfanti, R., Papucci, C., Ferretti, O., & Crovato, C. (2006). Recent changes in sedimentation regime in Cienfuegos Bay, Cuba, as inferred from ²¹⁰Pb and ¹³⁷Cs vertical profiles. *Continental Shelf Research*, 26, 153-167. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2005.08.026>
- Arroyo-Rodríguez, V., Moreno, C. E., & Galán-Acedo, C. (2017). La ecología del paisaje en México: logros, desafíos y oportunidades en las ciencias biológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88, 42-51. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.004>
- Cuba. Asamblea Nacional del Poder Popular (ANPP). Ley No. 81 del Medio Ambiente. (1997). Gaceta Oficial de la República de Cuba. <https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/ley-81-de-1997-de-asamblea-nacional-del-poder-popular>
- Cuba. Instituto de Planificación Física Cienfuegos (IPF). (2011). Regulaciones urbanísticas de la ciudad de Cienfuegos.
- Cuba. Oficina Nacional de Estadística e Información Cienfuegos (ONEI). (2021). Anuario Estadístico municipio de Cienfuegos.
- Deniz-Mayor, J., & Verona-Martel, M. C. (2012). Modelos causales de indicadores en la información corporativa sobre sostenibilidad. *Criterio Libre*, 10. <https://doi.org/10.18041/1900-0642/criteriolibre.16.1156>

- Fabregat, M.G., & Sánchez-Llull, M. (2011). Mapa de paisajes municipio de Cienfuegos, Cuba. Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos.
- Fabregat, M.G., Olalde, E., Sánchez-Llull, M., & Alonso, T. (2012). Plan de ordenamiento ambiental del municipio de Cienfuegos. Informe técnico. Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos.
- Ivette, A. (2021). *Índice de sostenibilidad ambiental (ISA)*. Economipedia.com
- Martínez, A., & Bollo, M. (2016). Zonificación geocológica del paisaje urbano. *Mercator (Fortaleza)*, 15(2), 117-136. <https://doi.org/10.4215/RM2016.1502.0008>
- Martins, R., Salinas, E., & Mirandola, P. H. (2022). La Geoecología de los paisajes como fundamento para la selección, planificación y gestión de Unidades de Conservación: Aspectos teórico-metodológicos. *Revista De Geografía Norte Grande*, (83), 305-229. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022022000300305>
- Mateo, J. M. (2008a). Geografía de los Paisajes. Primera Parte. Paisajes Naturales. Editorial Universitaria. <https://isbn.cloud/9789591607300/geografia-de-los-paisajes-primera-parte-paisajes-naturales/>
- Mateo, J.M. (2008b). Planificación Ambiental. Material del curso de post grado de la maestría en Geografía, Ordenamiento territorial y Medio Ambiente. Editorial Universitaria. <https://isbn.cloud/9789591607324/planificacion-ambiental-material-del-curso-de-post-grado-de-la-maestria-en-geografia-ordenamiento/>
- Mateo, J. M., & Da Silva, E. V. (2007). La geoecología del paisaje, como fundamento para el análisis ambiental. *Revista Eletrônica do PRODEMA*, 1(1), 77-98. <http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/5>
- Mateo, J. M., DaSilva, E. V., & Brito, A. P. (2022). Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental. 6.ed. Fortaleza. Imprensa Universitária UCF. <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/66152>
- Mateo, J. M., & Bollo, M. (2023). El paisaje sostenible, una visión desde la geoecología. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 6. <https://doi.org/10.46380/rias.v6.e290>
- Nigmatov, A. N., & Allanov, K. A. (2020). The science of geographical ecology: problems and solutions. *The American Journal of Interdisciplinary Innovations and Research*, 2(8), 25-33. <https://doi.org/10.37547/tajjir/Volume02Issue08-04>
- Olaya, V. (2014). Sistemas de Información Geográfica. <https://volaya.github.io/libro-sig/>
- París. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (1993). Core set of indicators for environmental performance reviews. Environment Monographs. [https://one.oecd.org/document/OCDE/GD\(93\)179/En/pdf](https://one.oecd.org/document/OCDE/GD(93)179/En/pdf)
- Reinosa, M., Canciano, J., Ordoñez, Y. C., Ramírez, L., & Pozo, J. (2021). Huella ecológica como indicador de sostenibilidad. *Perspectiva en Cuba. ECOVIDA*, 11(1), 1-19. <https://revistaecovida.upr.edu.cu/index.php/ecovida/article/view/217>
- Schuschny, A., & Soto, H. (2009). Guía metodológica: Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible. Colección Documentos de proyectos. CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/3661-guia-metodologica-diseno-indicadores-compuestos-desarrollo-sostenible>
- Sochava, V. B. (1978). Introducción a la teoría de los geosistemas. Editorial Nauka.
- Troll, C. (2003). Ecología del paisaje. *Gaceta Ecológica*, (68), 71-84. <https://www.redalyc.org/pdf/539/53906808.pdf>
- Vainer, C. B. (1993). Planejamento e questão ambiental: qual é o meio ambiente que queremos planejar? *Encruzilhadas das modernidades e planejamento* (556-571). ANPUR.
- Yu, H., Liu, X., Kong, B., Li, R., & Wang, G. (2019). Landscape ecology development supported by geospatial technologies: A review. *Ecological Informatics*, 51, 185-192. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2019.03.006>