



Abstracto

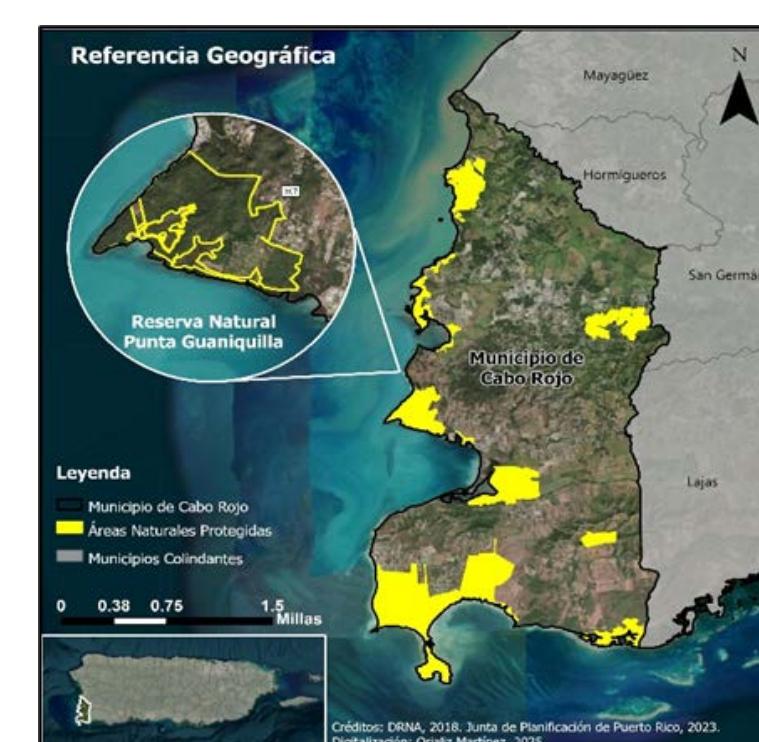
La Reserva Natural Punta Guaniquilla, ubicada en el suroeste de Puerto Rico, es un área natural protegida de alto valor ecológico y paisajístico. Esta investigación explora su potencial para ser designada como un Geoparque de la UNESCO, una figura que promueve el desarrollo sustentable de los recursos a través de la integración de la geología, la cultura, el turismo y la educación. Se realizó un análisis geoespacial y un modelo de ponderación multicriterio para identificar zonas idóneas para el desarrollo de geositios, revelando que un 37% del área de la Reserva presenta alto potencial. Esta investigación se alinea con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, al integrar la protección ambiental con la participación comunitaria y el desarrollo territorial sostenible.

Introducción

Los geoparques aportan grandes beneficios como la preservación del patrimonio geológico, histórico y cultural, la conservación ambiental, el desarrollo socioeconómico y ecoturístico sustentable, prestigio y visibilidad internacional [1]. Mediante el uso de Sistemas de Información Geográficos se generarán Perfiles Detallados de Punta Guaniquilla para evaluar cada uno de los cuatro enfoques del Programa de Geoparques de la UNESCO y luego se generará un Mapa de Idoneidad para identificar las zonas viables para el desarrollo de geo-sitios dentro de la Reserva (lugares de alto interés dentro del geoparque).

Trasfondo

Punta Guaniquilla comprende un área 1.92 Km² y fue establecida como área natural protegida en el año 1977 por su valor geológico, ecológico, histórico y educativo, según establece el DRNA [2]. Esta reserva natural cuenta con características geológicas únicas, flora y fauna nativa, potencial oportunidades para la academia y yacimientos arqueológicos de alto valor; características que le aportan paisajes únicos en Puerto Rico, condiciones fundamentales al momento de designar una reserva natural como geoparque. Esta investigación utiliza como base el Listado de Verificación de Aspirantes a Geoparques Globales de la UNESCO, en el cual se debe evidenciar el potencial en cada una de las áreas de enfoque del área a evaluar [3].



Área de Estudio: Punta Guaniquilla



Formaciones rocosas Kerren en Punta Guaniquilla [4].

Problema y Propuesta

Es importante poder identificar estrategias de desarrollo sustentables e innovadoras en el manejo y conservación de los recursos naturales. Esta investigación busca presentar una alternativa que sea efectiva y sustentable para conservar y desarrollar la Reserva Natural Punta Guaniquilla, incentivando el desarrollo socioeconómico en la región, utilizando una metodología que pueda ser replicable en otros recursos naturales de la Isla.

Methodología

Esta investigación se basa en una metodología combinada a partir de dos casos de estudio en Colombia.

- Caso 1: Presentó la utilización de la tecnología geoespacial para generar perfiles descriptivo de los criterios de evaluación de los geoparques, para el desarrollo de un geoparque en una zona volcánica [5].
- Caso 2: Presentó una metodología de clasificación ponderada por puntos para proponer las zonas ideales para el desarrollo de un geoparque dentro de un archipiélago [6].

Primero se realizó una revisión del documento de evaluación para la designación de los Geoparques para identificar las variables para el procesamiento de capas de información para la generación de los perfiles descriptivos en las categorías de geoherencia, cultura y turismo, educación y aspectos regulatorios y administrativos.

Perfiles Evaluados en ArcGIS Pro			
Elemento Evaluado	Herramienta de Geoprocesamiento	Fuente	Dato Evaluado
Geología	"Clip"	Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), 2018.	Formaciones, Historia Geológica, Litología, Geomorfología
Topografía	Modelo de Elevación Digital (DEM): "Contour"	Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA), 2024.	Contornos Topográficos: Elevaciones.
Accesibilidad	"Create Features"	Autoridad de Carreteras y Transporte, 2021. Para la Naturaleza, 2025.	Principales accesos a la Reserva Natural.
Activos	"Create Features"	Para la Naturaleza, 2025. Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico, 2021.	Activos de la Reserva Natural.

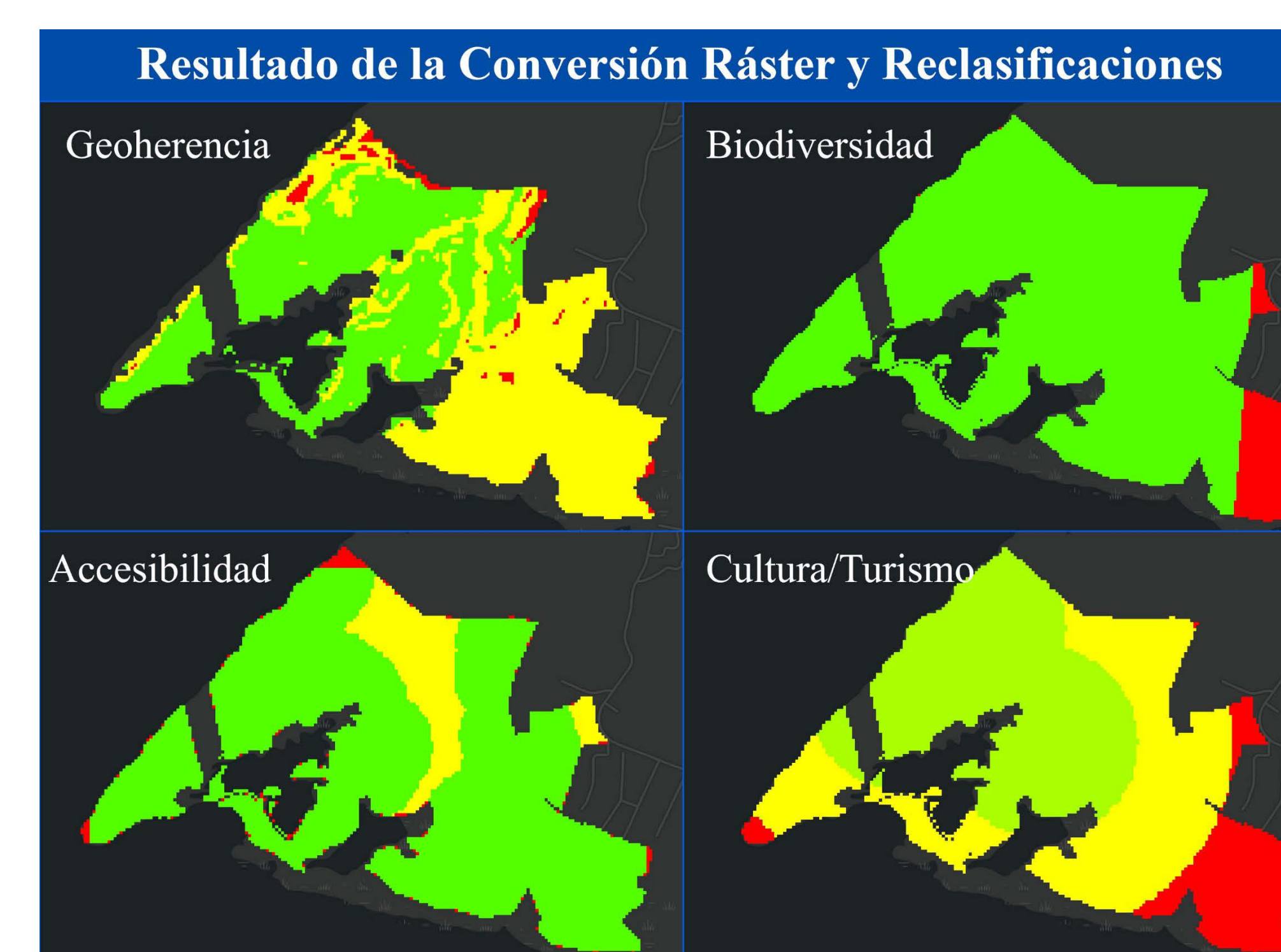
Perfiles desarrollados con SIG y las respectivas herramientas de geoprocesamiento.

Los datos vectoriales se convirtieron a formato ráster, todos fueron programados con un tamaño de celda de 10 metros; lo que permitió que todas las capas estuviesen en la misma escala para luego poder ser ponderadas. Los parámetros de reclasificación fueron:

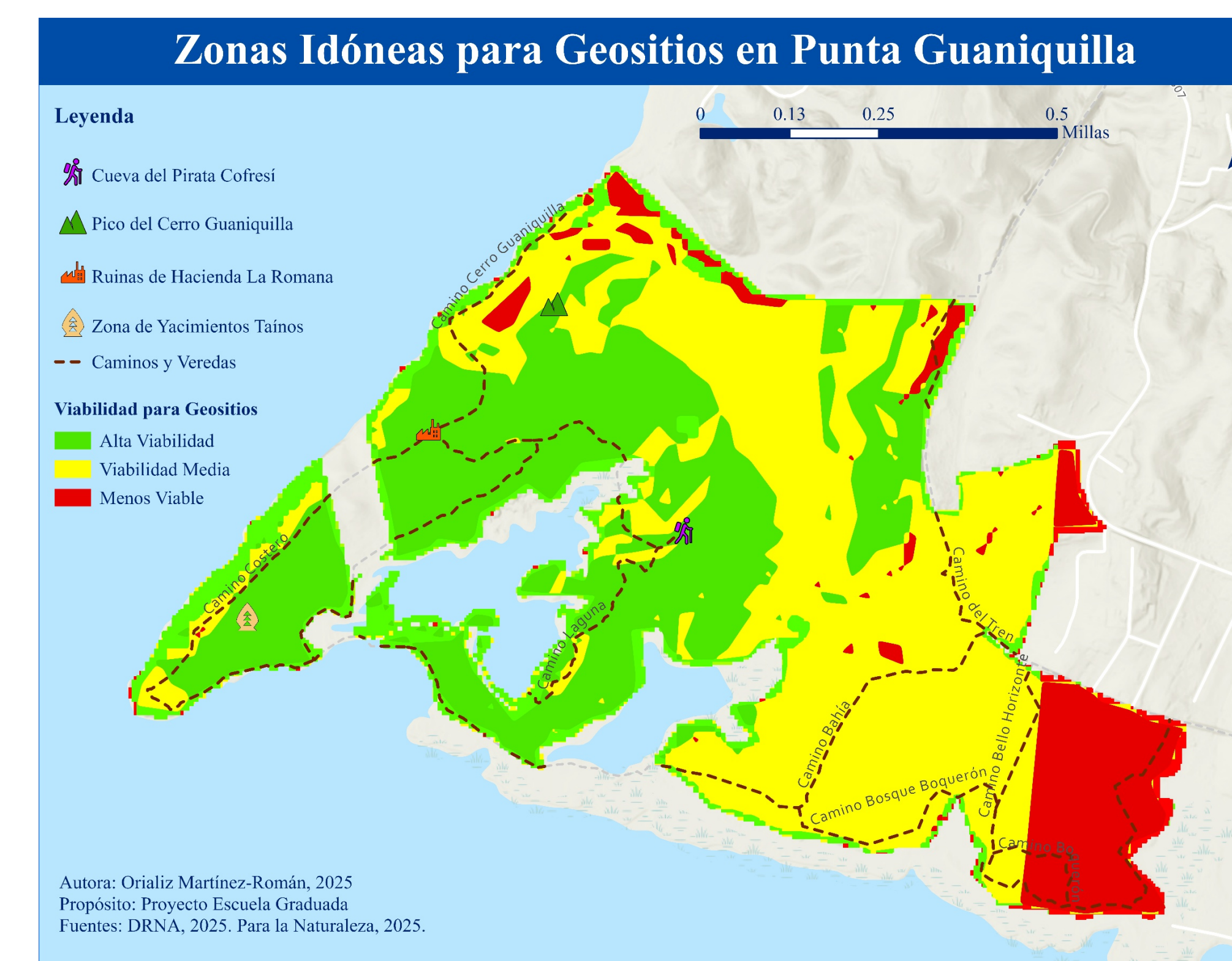
- Geoherencia: Considerando la geología y topografía, 1=Alta Geoherencia, 2=Geoherencia Media y 3=Geoherencia Mínima.
- Biodiversidad: Considerando las áreas de hábitats críticos de especies protegidas (valor 1) y 3=Área no es hábitat crítico.
- Accesibilidad: Considerando los caminos dentro de la Reserva se utilizó la Distancia Euclidiana, donde 1=Camino en 10 metros de distancia, 2=Cercanía de 200 metros o menos entre caminos y 3=Caminos Distantes entre sí o mayores a 201 metros de distancia.
- Turístico/Cultural: Con los puntos de interés turístico se estableció un "buffer" para identificar una distancia radial de 20 metros en cada uno de los puntos, donde 1=Celda del Activo, 2=Cercanía a 20 metros y 3=Zona lejana al activo turístico/cultural.

Mapa de Idoneidad: Se utilizó un análisis de ponderación multicriterio de las cuatro (4) capas ráster obtenidas, cada una multiplicadas por el porcentaje de relevancia en la evaluación mediante la calculadora ráster (**Geoherencia cuenta con un 40% de relevancia, Biodiversidad un 30%, Accesibilidad un 20% y finalmente Turístico/Cultural el 10%**). El resultado obtenido se reclasificó utilizando la misma metodología de puntos, donde 1 representó las zonas altamente idóneas, 2 zonas de idoneidad media y 3 zonas de baja idoneidad para los geositios.

Resultados



Conversión y Reclasificación de los Criterios por separado.



Mapa de Zonas Idóneas para Geositios en Punta Guaniquilla resultante del análisis de ponderación multicriterio.

El análisis de ponderación multi criterio demuestra que un 37% del área de la Reserva tiene alto potencial para el desarrollo de geo sitios, un 50% de la Reserva tiene potencial medio para el desarrollo de geo sitios y un 11% tiene potencial mínimo para el desarrollo de geositios. La zona con mayor potencial de desarrollo de geositios se ubica en la parte Oeste y Sur de la Reserva. La parte Norte y Este muestran un potencial medio, esto concuerda con la realidad geofísica de la Reserva ya que en esa área existe una vegetación densa y pendientes más agudas, lo que puede representar un reto para el acceso y desarrollo turístico. Por último, la parte Este de la Reserva muestra un potencial de desarrollo de geo sitios bajo, que puede estar relacionado con la ausencia de factores relevantes dentro de esa zona según los criterios considerados.

El mapa se comparó con las capas de caminos y activos actuales, lo cual resalta que los caminos con mayor potencial para el desarrollo de geositios dentro de la Reserva son Camino Cerro Guaniquilla, Camino Costero y Camino Laguna.

Conclusión

Los Sistemas de Información Geográficos y sus herramientas de análisis y procesamiento de datos permitieron evaluar los perfiles geológicos, culturales, turísticos y educativos de Punta Guaniquilla. Además, la metodología de reclasificación de variables por puntos y la ponderación de variables permitieron generar el Mapa de Zonas Idóneas para Geo Sitios en Punta Guaniquilla. Basado en la Lista de Verificación para la evaluación de un Geoparque, Punta Guaniquilla cuenta con un gran potencial para su admisión en el Programa. No obstante, se identificaron áreas que pueden potencializarse como la integración de las comunidades e instituciones educativas. Este estudio evidencia la fortaleza que presenta el uso del análisis geoespacial para determinar el potencial de la Reserva Natural Punta Guaniquilla para su designación como geoparque basado en los criterios de la UNESCO; además, ofrece una ruta para el desarrollo sostenible, integrando la conservación del patrimonio natural con la educación, la participación comunitaria y el turismo responsable.

Aportaciones Futuras

Como consideraciones futuras en este tema, se pueden integrar factores adicionales como la hidrografía, los riesgos de inundación, terremotos y huracanes, así como otros aspectos sociales y turísticos más detallados en el análisis de ponderación multivariables. También se puede generar un análisis de capacidad de carga turística de la Reserva. Las zonas que mostraron menor idoneidad para geositios pueden ser espacios donde se integren actividades comunitarias y culturales que fomenten el ecoturismo sustentable. Además, se pueden desarrollar programas educativos que involucren a la comunidad en la gestión y manejo del geoparque, lo que daría mayor peso a la propuesta.

Agradecimientos

Agradezco al Prof. Raúl Matos Flores, Ph.D. por su mentoría en el desarrollo de este Proyecto y por haberme brindado las herramientas y las enseñanzas durante la maestría.

También agradezco a mis padres Héctor R. Martínez Arce y Maribel Román Plumey por haberme guiado hacia una vida académica de provecho, y por los valores de fé que depositaron en mí para lograr las metas propuestas.

References

- [1] Programa Internacional de Geociencias y Geoparques. (2024). Los geoparques Mundiales de la UNESCO [En línea]. Disponible: geoparks/about.
- [2] Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico (DRNA). Documento de Designación de la Reserva Natural Punta Guaniquilla. San Juan, PR, 2002, pp. 5.
- [3] UNESCO: Global Geoparks. (2022). Checklist to define an aspiring UNESCO Global Geopark. [En línea]. Disponible: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000383838>.
- [4] A. Almodovar. (2021). Puertoricogram: Laguna Guaniquilla Cabo Rojo Puerto Rico [En línea]. Disponible: https://www.instagram.com/p/CNoDQVStrE48/?img_index=7.
- [5] C. Ríos-Reyes, S. Muñoz-Quintero y O. Acevedo-Charry. "Geotourism as a Strategy of Sustainable Rural Development of the Paipa-Iza Volcanic Complex in the Eastern Andes of Colombia: An innovative approach," en Turismo y Sociedad, vol. XXXI, 2022, pp. 281-301. DOI: <https://doi.org/10.18601/01207555.n31.13>.
- [6] D. Manco-Jaraba, C. Ríos y O. Castellanos, "Geotourism potential and challenges in the Archipelago of San Andrés, Providencia, and Santa Catalina (Colombia)," en Turismo y Sociedad, vol. XXXIV, 2024, pp. 67-110. DOI: <https://doi.org/10.18601/01207555.n34.03>.