



## EL USO DEL Q-GIS EN EL ANÁLISIS MULTICRITERIO PARA LA DETERMINACIÓN DE POTENCIALES NATURALES DE UN TERRITORIO

### THE USE OF Q-GIS IN MULTICRITERIAL ANALYSIS FOR THE DETERMINATION OF NATURAL POTENTIALS OF A TERRITORY

*Bárbara Liz Miravet Sánchez<sup>1</sup>, Alberto E García-Rivero<sup>2</sup>, Eduardo Salinas Chávez<sup>3</sup>, Jorge Olivera<sup>4</sup> y Ricardo Remónd<sup>5</sup>*

<sup>1</sup>Empresa de Ingeniería y Proyecto para la Electricidad, INEL, MINEM, Calle 23, Vedado, Ciudad de la Habana, Cuba, E-mail: lizmiravet69@gmail.com, liz@nauta.cu, liz@inel.une.cu

<sup>2</sup>Geografía, Departamento de Humanidades, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú E-mail: alberto.kike2014@gmail.com

<sup>3</sup>Universidad Federal de Mato Grosso del Sur, Mato Grosso del Sur, Brasil E-mail: esalinasc@yahoo.com

<sup>4</sup>Instituto de Geografía Tropical, La Habana, Cuba, E-mail: yoyiga2010@gmail.com

<sup>5</sup>Facultad de Geografía, Universidad de la Habana, E-mail: remond@geo.uh.cu

**RESUMEN:** *El presente trabajo tiene el objetivo de determinar los potenciales naturales de un territorio (cuenca Ariguanabo) mediante el empleo del análisis multicriterio, que comprende una serie de métodos, como ayuda a la toma de decisiones, cuyo objetivo es, de entre un conjunto de soluciones o alternativas posibles generadas por un panel de expertos, ayudar a decidir cuál es la mejor, bien ordenándolas de mayor a menor en función de una serie de criterios, o bien ponderándolas también en función de esos criterios. Para abordar esta tarea se trabajó con un grupo multidisciplinario de nueve expertos, en su mayoría amplios conocedores del área de estudio y de los problemas de conservación y manejo ambiental.*

*La técnica utilizada fue el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) propuesto por SAATY (1980). El resultado del AHP es una jerarquización con prioridades que muestra la preferencia global para cada una de las alternativas de decisión. Se usaron las herramientas que brinda el software libre QGis, el cual permite el cálculo de los pesos de cada una de las variables utilizadas para calcular el potencial y generar el mapa correspondiente a partir de la suma lineal ponderada. Para todo el territorio fueron evaluados los potenciales agrícola, hídrico, forestal, porcino, para la protección, turístico y constructivo.*

**Palabras Claves:** *Análisis multicriterio, AHP, QGis, Ariguanabo*

**ABSTRACT:** *The aim of this work is to determine the natural potentials of a territory (Ariguanabo basin), by means of using the multicriterion analysis, which comprises a series of methods, providing help in order to make decisions among the best solutions or alternatives provided by a group of experts, deciding thus which the best one is, either by ranking or weighing them up based on a series of criteria. This task was carried out with a multidisciplinary group of nine experts, being most of them experts in conservation and environmental matters and in this specific study area. The Process of Hierarchical Analysis (AHP), proposed by SAATY (1980) was the technique used. The result of the AHP is a hierarchical with priorities that show the global preference for every*

*alternative of decision.*

*The tools of the free software QGis were used in order to calculate the weights of each variable to know potential and generate the corresponding map based on the weighted lineal sum. The potentials evaluated for all the territory were agricultural, hydraulic, forestry, pigs, touristic, constructive and for the protection.*

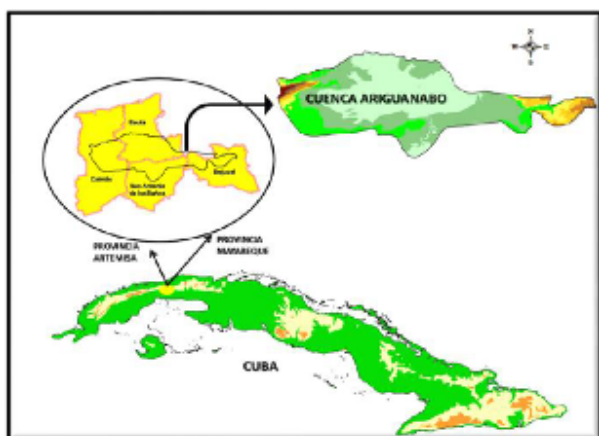
**Keywords:** Multi criterion analysis, AHP, QGis, Ariguanabo

## 1. INTRODUCCIÓN

El potencial del paisaje se concibe como: "la capacidad productiva, informativa, y regulativa de los paisajes según la asociación de determinadas posibilidades y condiciones para diferentes tipos de utilización, con el objetivo de satisfacer las necesidades de la sociedad" [1], o lo que es lo mismo, su aptitud de acuerdo a sus propiedades para ser utilizados en la relación de determinadas actividades socioeconómicas.

Los potenciales son, sin duda, una evaluación precisa de las capacidades de las subunidades naturales bajo las condiciones actuales y futuras, con respecto a su utilización.

El objetivo del trabajo es el de determinar los potenciales naturales de un territorio, caso de estudio: cuenca Ariguanabo (Figura 1) mediante el empleo del análisis multicriterio, que comprende una serie de métodos, como ayuda a la toma de decisiones, cuyo objetivo es, de entre un conjunto de soluciones o alternativas posibles generadas por un panel de expertos, ayudar a decidir cuál es la mejor, bien ordenándolas de mayor a menor en función de una serie de criterios.



**Figura. 1: Ubicación del área de estudio (Cuenca Ariguanabo)**

La cuenca hidrográfica Ariguanabo limita al norte con el parteaguas principal de Cuba, que pasa por la Mesa de Anafe al oeste y continúa hacia el este

por las Alturas de Bejuical. Por el sur la divisoria de sus aguas es difícil de identificar debido al predominio de las formaciones cársicas, aunque por estudios hidrogeológicos y de escurrimiento realizados con anterioridad es posible determinar su límite con Cuenca Sur y por el norte mantiene comunicación subterránea con la Cuenca Hidrográfica Almendares-Vento, a partir de la existencia de un parteaguas subterráneo móvil entre ambas cuencas. Tiene una extensión superficial de 192,18 km<sup>2</sup>.

En el área de la cuenca están presentes cuatro municipios, tres de la provincia Artemisa (San Antonio de los Baños, Bauta y Caimito) y uno perteneciente a la provincia Mayabeque (Bejuical). Estas dos provincias son parte del experimento que realiza la dirección del país para lograr una mayor descentralización de la gestión de los gobiernos a nivel local [2].

Para abordar esta tarea se trabajó con un grupo multidisciplinario de nueve expertos, en su mayoría amplios conocedores del área de estudio y de los problemas de conservación y manejo ambiental o bien ponderándolas también en función de esos criterios.

## 2. CONTENIDO

El trabajo incluyó la revisión, recopilación, recorridos al área de estudio, caracterización de diversos componentes del medio y análisis crítico de la información referente al área de estudio escala 1: 25 000, con vista a suplir la carencia de información y la incorporación de una base cartográfica actualizada (imagen Geo Eyes, con 1 m de resolución espacial) debidamente georreferenciada, almacenada y procesada, utilizando técnicas del Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) propuesto por [3].

El resultado del AHP es una jerarquización con prioridades, que muestra la preferencia global para cada una de las alternativas de decisión. Se usaron las herramientas que brinda el **software libre QGis**, el cual permite el cálculo de los pesos de cada una de las variables utilizadas, para calcular el potencial y generar los mapas correspondientes, a partir de la suma lineal ponderada y obteniendo el resultado final con la ayuda del software ARCVIEW

GIS 3.2.

Variables consideradas en cada potencial:

- **Potencial agrícola:** para la evaluación de este potencial se tuvo en cuenta la aptitud agrícola de los suelos.
- **Potencial hídrico:** para la evaluación de este se tomó en consideración: el tipo de acuífero, su grado de vulnerabilidad intrínseca, la productividad del acuífero, la calidad del agua y la zona de recarga.
- **Potencial forestal:** para la evaluación de este potencial se tomaron en cuenta los factores siguientes: ángulo de inclinación de la pendiente, tipo de suelo, presencia de bosques, tipo de vegetación y grado de erosión.
- **Potencial porcino:** para la evaluación del mismo se tuvo en cuenta: el tipo de suelo, el grado de carsificación, el tipo de acuífero y su grado de vulnerabilidad intrínseca.
- **Potencial para la protección:** se tomaron en cuenta los siguientes factores: sectores de la vegetación a proteger, tipo de acuífero, su grado de vulnerabilidad intrínseca y corrientes fluviales a proteger.
- **Potencial turístico:** se tuvo en cuenta: el grado de naturalidad, la presencia de infraestructura y el valor paisajístico.
- **Potencial constructivo:** se tomaron en cuenta los factores siguientes: ángulo de inclinación de la pendiente, capacidad agrícola, disponibilidad del agua, el grado de vulnerabilidad intrínseca del acuífero y condiciones ingeniero-geológicas.

Para cada localidad y comarca se evaluó los diferentes potenciales y se determinó el potencial principal y el potencial secundario, para las mismas. En la Tabla I se muestra la evaluación de los diferentes potenciales.

**Tabla I: Evaluación de Potenciales en la Cuenca Ariguanabo**

Loc.	comarca/subcomarca	Potencial agrícola (Ag)	Potencial hídrico (H)	Potencial forestal (Fo)	Potencial porcino (Pa)	Potencial de protección (Pr)	Potencial turístico (Tu)	Potencial constructivo (Co)	Potencial principal	Potencial secundario
I	I1	1	3	3	1	3	1	2	Fo	Hi
	I2	2	2	3	1	2	2	2	Fo	Hi
	I3a	1	3	2	1	3	1	2	Hi	Fo
	I3b	3	3	3	1	2	1	2	Ag	Hi
	I3c	1	3	3	1	2	1	3	Ag	Hi
	I3d	1	3	3	2	1	1	3	Hi	Fo
II	I3e	2	1	3	3	1	1	3	Fo	Co
	I4	1	3	2	1	2	1	2	Hi	Fo
	II1	1	1	3	1	1	1	2	Fo	Fo
	II2	1	3	2	1	1	3	1	Hi	Tu
	II3	1	3	3	1	1	3	1	Hi	Tu
	II4a	1	3	2	1	1	1	2	Hi	Fo
III	II4b	3	3	3	1	1	1	2	Ag	Hi
	II4c	1	3	3	1	1	1	3	Ag	Hi
	II4d	1	3	3	2	1	1	3	Hi	Fo
	II4e	2	1	3	3	1	1	3	Fo	Co
	II5	1	3	3	1	1	1	2	Hi	Fo
	III1	1	1	3	1	1	1	2	Fo	Fo
IV	III2	1	1	2	1	1	1	2	Fo	Fo
	III3	1	1	2	1	1	1	2	Fo	Fo
IV	IV1	1	3	2	1	1	1	1	Fo	Hi
	IV2	1	1	3	1	1	1	1	Fo	Fo

Fuente: Elaborada por la autora

En las figuras de la 2 a la 8, se muestran los dife-

rentes mapas de potenciales obtenidos en el área de estudio.

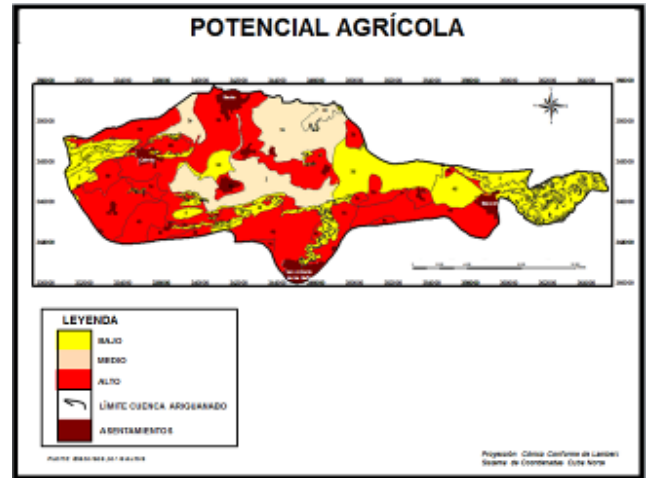


Figura. 2: Mapa de Potencial Agrícola

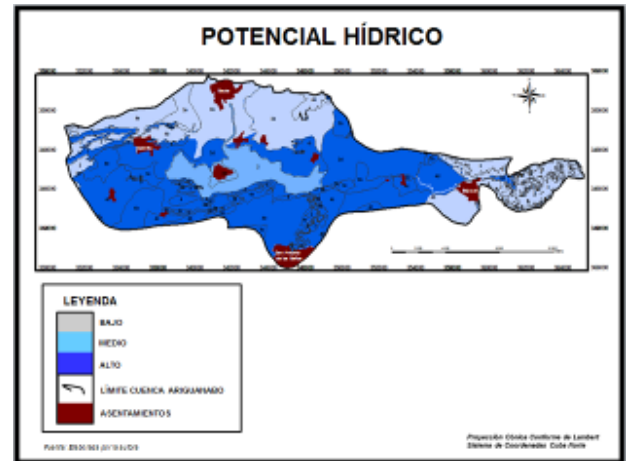


Figura. 3: Mapa de Potencial Hídrico

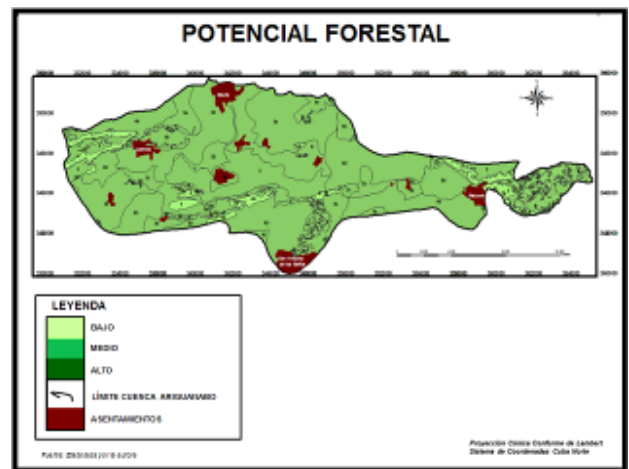


Figura. 4: Mapa de Potencial Forestal

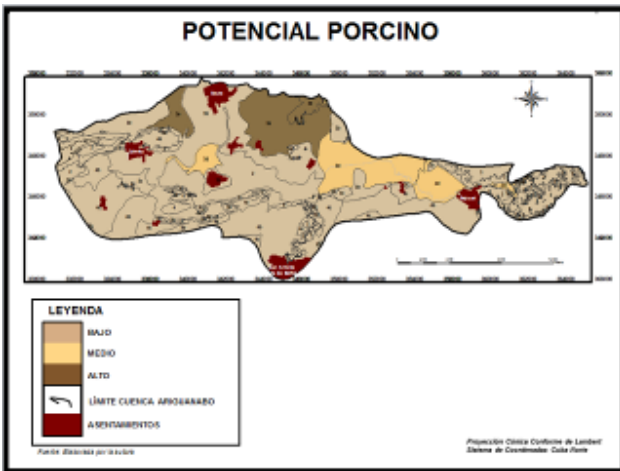


Figura. 5: Mapa de Potencial Porcino

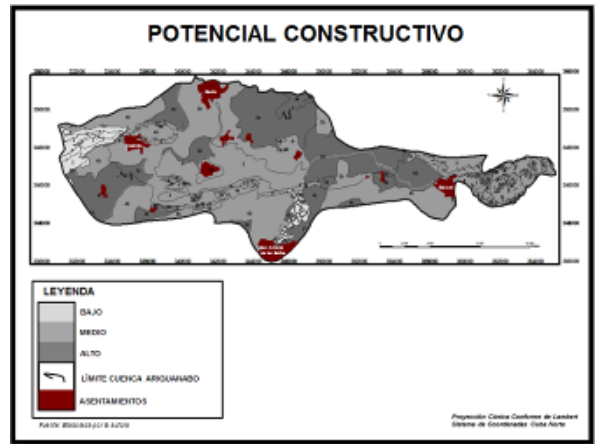


Figura. 8: Mapa de Potencial Constructivo

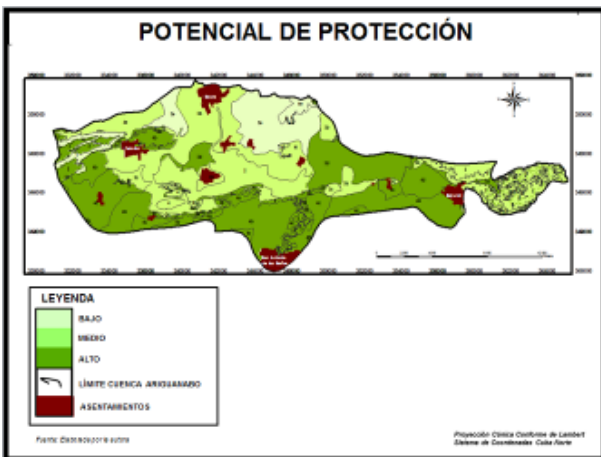


Figura. 6: Mapa de Potencial de Protección

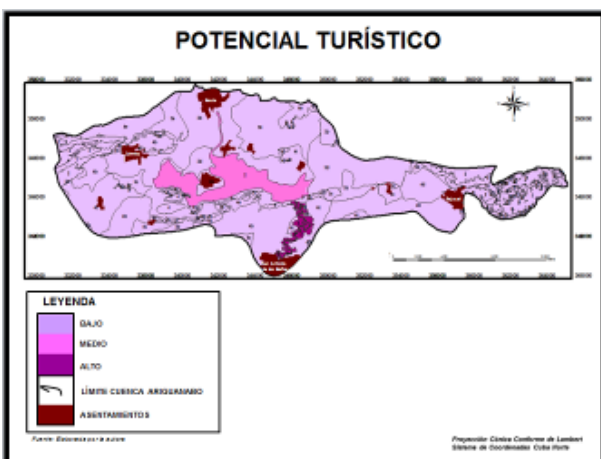


Figura. 7: Mapa de Potencial Turístico

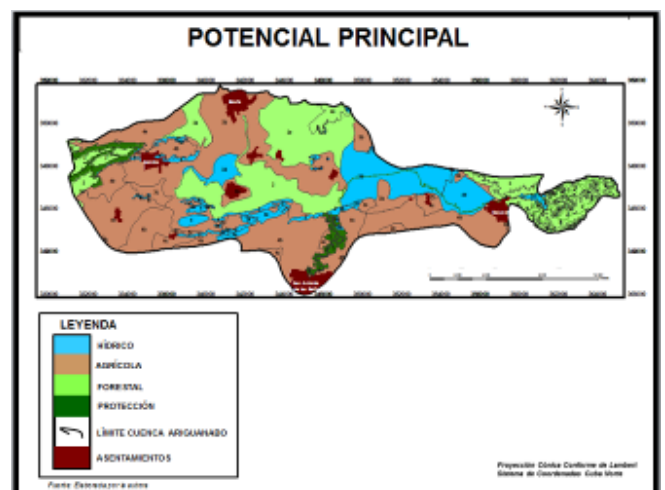


Figura. 9: Mapa de Potencial Turístico

Una vez determinados todos los potenciales secundarios, se obtuvo el mapa final, el cual se conformó con la ayuda del software ARCVIEW GIS 3.2. El mismo constituye el mapa de Potencial Principal de la cuenca Ariguanabo.

Desde el punto de vista espacial, el potencial principal predominante es el agrícola, seguido del hídrico, lo cual está en correspondencia con la importancia de la cuenca subterránea y su denominación como cuenca de interés nacional, el forestal que ocupa casi el 95 % del área de la cuenca y el potencial para la protección de los paisajes es de grado alto en un 35% del área total de la cuenca e incluye a unidades con cierto grado de naturalidad y valores de biodiversidad como las asociadas al río Ariguanabo y a la Mesa de Anafe. Una representación de su distribución espacial se muestra en el Figura. 9 que aparece a continuación:

### 3. CONCLUSIONES

- El uso de las herramientas que brinda el software libre QGis, fue de gran ayuda para el cálculo de los pesos de las variables utilizadas para la evaluación de los diferentes potenciales como: agrícola, hídrico, forestal, porcino, para la protección, turístico y constructivo, así como para el cálculo del potencial principal.
- De los potenciales naturales evaluados para cada una de las unidades de paisaje el potencial agrícola, seguido del hídrico y el forestal son los principales por ese orden.

### 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Acevedo, P.:** " Análisis de los paisajes del archipiélago Sabana – Camagüey. Tesis en opción del grado de doctor en ciencias. Facultad de Geografía, Universidad de La Habana., 1996.

2. **Miravet, BL.:** " Estado ecológico de los paisajes y las aguas de la cuenca hidrográfica Ariguanabo como base para su ordenamiento ambiental". Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas. (inédita). CUJAE, 2016.

3. **SAATY, T.:** "The Analytic Hierarchy Process. McGraw Hill, NY. 2000. RWS Publications, Pittsburgh. USA, 1980.

### 5. SÍNTESIS CURRICULARES DE LOS AUTORES

**Nombre y Apellidos:** Bárbara Liz Miravet Sánchez  
No. Carnet Identidad permanente: 69091900218

**Ingeniería Geofísica** Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (CUJAE) 1993

**Master:** Maestría de Geofísica Aplicada, Mención: "Estudio del Medio Ambiente Físico" Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (CUJAE) 2001

**Doctor:** Doctorado en Ciencias Técnicas, Dimensión Medio Ambiente, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (CUJAE) 2017

### Publicaciones:

"Calidad de las aguas del río Ariguanabo según índices físico-químicos y bioindicadores, provincia Artemisa, Cuba " Revista Ingeniería Hidráulica y Ambiental, Vol. XXXVII, No. 2, Mayo, 2016 (BD: SciELO)

"Carga contaminante dispuesta en cuenca Ariguanabo, provincia Artemisa" Revista Cubana de Ingeniería, Vol 7, No 1, Junio, 2016.

"Evolución espacio-temporal de la Laguna Ariguanabo", provincia Artemisa, Cuba (período 1700-2013). Revista, Ciencias de la tierra y el espacio 2015 / enero-junio / Vol.16 No.1, ISSN 1729-3790.

### Docencia:

Tutor de trabajo de diploma: Diagnóstico Geoecológico de la Cuenca Ariguanabo, Facultad de Geografía, Universidad de la Habana, 2013.

Tutor de trabajo de diploma: Evolución Espacio-Temporal de la laguna Ariguanabo, Provincia Artemisa, Cuba, Período (1700-2013), Facultad de Geografía, Universidad de la Habana, 2014.

Tutor de trabajo de diploma: Caracterización del cauce y el bosque de ribera del Paisaje Natural protegido "Río Ariguanabo", Artemisa, Facultad de Geografía, Universidad de la Habana, 2014.

### Eventos:

V Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, Cuba, 2013, (1 ponencia), (Comité científico de la Convención)

VII Taller sobre Seguridad y Soberanía Alimentaria y el VIII Taller de uso y cuidado del Agua (TUCA)

XV Encuentro de Geógrafos de América Latina. (5 Ponencias), 2015

VII Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, Cuba, 2017, (1 ponencia), (Comité científico de la Convención)