

ESTUDIO MULTICRITERIO PARA LA UBICACIÓN DE UNA PLANTA NUCLEAR EN ECUADOR

Lisbeth Nathaly Fierro Romero

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador

*Autor de correspondencia: lnfierro@espe.edu.ec

Recibido 20 febrero 2018/aceptado 28 febrero 2018

RESUMEN

En el presente trabajo se presenta una propuesta metodológica para la ubicación de un Centro de Investigación de Energía Nuclear a nivel nacional mediante el uso de técnicas de SIG y Evaluación Multicriterio (EMC). Este proyecto surge de la necesidad de diversificar las fuentes de energía en el país, a través de la generación de energía más limpia y renovable. Para el análisis y modelización se utilizaron insumos proporcionados por el Instituto Geográfico Militar (IGM) y el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE) a escala 1:250.000 en formato vector y se analizaron criterios ambientales, sociales, espaciales, económicos con la utilización del Software ArcGis. Se rasterizaron las variables, se empleó álgebra de mapas y se les dio pesos en el Software Idrisi, en donde se realizó el análisis multicriterio. Como resultado se obtuvieron diferentes matrices de valoración: matriz de evaluación, matriz de valores normalizados, matriz de valores normalizados e invertida y matriz de valores normalizados e invertida con pesos basada en la metodología de evaluación multicriterio, con el fin de valorizar cada una de las alternativas resultantes. Se seleccionaron las mejores alternativas y se las caracterizó, con el fin de determinar su ubicación geográfica en el territorio nacional mediante una representación espacial. También se obtuvo un mapa general en escala 1:3'000.000 con las posibles ubicaciones a Nivel Nacional del Centro de Investigación de Energía Nuclear.

Palabras Clave: *planta nuclear, análisis multicriterio, ubicación.*

ABSTRACT

In the current study, a methodological proposal for the location of a National Nuclear Energy Research Center is presented through the use of GIS and Multicriteria Evaluation (EMC) techniques. This project arises from the need to diversify the sources of energy in the country, through the generation of cleaner and renewable energy. For the analysis and modeling, inputs provided by the Military Geographical Institute (IGM) and the Ecuadorian Space Institute (IEE) have been used at a scale of 1: 250,000 in vector format and environmental, social, spatial, and economic criteria have been analyzed with the use of the ArcGis Software. The variables have been rasterized, map algebra has been used and weights have been given in the Idrisi Software, where the multicriteria analysis has been performed. As a result, different evaluation matrices were obtained: evaluation matrix, normalized value matrix, normalized and inverted value matrix and normalized values matrix and inverted with weights based on the multicriteria evaluation methodology, in order to valorize each of the resulting alternatives. The best alternatives have been selected and characterized, in order to determine their geographic location in the national territory through spatial representation. A general map has also been obtained at a scale of 1: 3,000,000 with the possible locations at the National Level of the Nuclear Energy Research Center.

Keywords: *nuclear plant, multicriteria analysis, location.*

INTRODUCCIÓN

La tecnología en las últimas décadas ha ido evolucionando de manera considerable; esto ha sido beneficioso para las empresas en Ecuador, ya que se equipan con maquinarias con tecnología de vanguardia, las cuales optimizan el trabajo y minimizan costos. Por otro lado, en el Ecuador la población ha crecido significativamente. Comparando los dos últimos censos realizados por el INEC, en el año 2001, la población fue 12'481.925 habitantes, mientras que en el año 2010 fue de 14'306.876 habitantes. Los puntos mencionados anteriormente conllevan al consumo de un mayor número de recursos, entre ellos los energéticos. Según el Plan Nacional del Buen Vivir 2009 - 2013, elaborado por la Senplades, el país apunta a un cambio a la matriz energética hasta el año 2020 en la producción de energías renovables y limpias, es decir amigables con el medio ambiente; como las hidroeléctricas, plantas eólicas, energía geotérmica, energía solar fotovoltaica y biomasa. Se plantea que una de las alternativas es la energía atómica, con la que aún no cuenta el país, ya que requiere pocos recursos en comparación con la quema de combustibles fósiles, además no genera emisiones a la atmósfera ni gases de efecto invernadero y no está sujeta a los constantes vaivenes del precio del petróleo y carbón (Jenijos, n.d). Las plantas de energía nuclear en la actualidad son mucho más seguras que las de hace algunos años, pues ahora se da prioridad a la seguridad de las mismas. Para dentro de 30 años se tiene previsto una mejora significativa para estas plantas en donde se implantarán: reducción de costos y de residuos, aumento de la seguridad y la resistencia a la proliferación a los materiales nucleares (RBTH, 2013).

En el presente estudio se describe la propuesta metodológica para la ubicación para la ubicación de un Centro de Investigación de Energía Nuclear a nivel nacional, aplicando técnicas de SIG y Evaluación Multicriterio (EMC).

PROCEDIMIENTO Y MÉTODOS



Figura 1 Metodología utilizada

Se recopiló información en formato Shapefile de las zonas de Riesgo, Vías, Ríos y Población en el Ecuador, proporcionadas por el Instituto Geográfico Militar (IGM) y el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), a escala 1:250.000. Se realizó el análisis espacial sobre la plataforma ArcGis, en donde se aplicó una serie de operadores espaciales, obteniéndose restricciones de cada

variable (USNRC, 2014) para la ubicación del Centro de Investigación, obteniendo 25 parcelas como lo muestra la figura 2. Posteriormente, se trabajó con la plataforma Idrisi Selva haciendo una selección de acuerdo al área y se obtuvo 5 parcelas como lo muestra la figura 3. Luego se analizaron 4 criterios importantes: área y forma de la parcela, costos de transporte y densidad poblacional; finalmente obteniéndose la localización de cada una de las posibles parcelas y después de algunos análisis se obtuvieron los datos para completar las matrices de evaluación necesarias.

RESULTADOS

Se obtuvieron varias matrices, las cuales permitieron realizar una valoración de las 5 parcelas más adecuadas.

Tabla 1 Matriz de evaluación

MATRIZ DE EVALUACIÓN				
PARCELA	ÁREA (m ²)	FORMA DE LA PARCELA (RAZÓN CIRCULARIDAD)	COSTOS DE TRANSPORTE	DENSIDAD POBLACIONAL (Hab/m ²)
1	518400	0.37981156	4141.971601	22
2	825600	0.47931442	239.228779	1
3	870400	0.53000480	4319.548142	75
4	166400	0.60251844	10920.2752	4
5	640000	0.59081799	6037.715981	210
MAX	870400	0.60251844	10920.2752	210

Tabla 2 Matriz de valores normalizados

MATRIZ DE VALORES NORMALIZADOS				
PARCELA	ÁREA (m ²)	FORMA DE LA PARCELA (RAZÓN CIRCULARIDAD)	COSTOS DE TRANSPORTE	DENSIDAD POBLACIONAL (Hab/m ²)
1	0.59558824	0.63037333	0.37929187	0.106014934
2	0.94852941	0.795518254	0.021906845	0.00451416
3	1	0.879649094	0.395553048	0.35910195
4	0.19117647	1	1	0.017070803
5	0.73529412	0.980580758	0.55289046	1

Tabla 3 Matriz de valores normalizados e invertida

MATRIZ DE VALORES NORMALIZADOS E INVERTIDA				
PARCELA	ÁREA (m ²)	FORMA DE LA PARCELA (RAZÓN CIRCULARIDAD)	COSTOS DE TRANSPORTE	DENSIDAD POBLACIONAL (Hab/m ²)
	+	+	-	-
1	0.59558824	0.63037333	0.62070813	0.893985066
2	0.94852941	0.795518254	0.978093155	0.99548584
3	1	0.879649094	0.604446952	0.64089805
4	0.19117647	1	0	0.982929197
5	0.73529412	0.980580758	0.44710954	0

Tabla 4: Primera aproximación a los resultados

PARCELA	PRIMERA APROXIMACIÓN	RANKING
1	0.68516369	3
2	0.929406665	1
3	0.781248524	2
4	0.543526417	4
5	0.540746104	5

Las cinco parcelas más adecuadas para la ubicación del Centro de Investigación se presentan a continuación mediante una representación espacial, tanto general como individualmente:



Fig 4: Mejores alternativas de ubicación

CONCLUSIONES

La energía nuclear se encuentra entre las fuentes alternativas más limpias y renovables del mundo, lo que permite apuntar un esfuerzo de los recursos nacionales hacia esta energía, ya que no que en sus insumos no se utiliza la quema con combustibles fósiles, por lo tanto, no emite CO₂.

El manejo de las herramientas de los SIG permite modelar más del 80% de las bases de datos del mundo lo que lleva a entender la importancia que tiene en la buena toma de decisiones. (Del Bosque, n.d.)

La zona de estudio en la que se realizó este proyecto es a nivel país (Ecuador) en donde se analizaron factores sociales, económicos y ambientales, para lo cual se establecieron las características necesarias tales como las restricciones de zonas de riesgo, tipos de zonas con densidad poblacional media, cercanía a vías y cuerpos de agua, calidad del suelo, entre otros.

REFERENCIAS

1. Del Bosque, Joaquín (n.d). SIG y evaluación multicriterio, Departamento de Geografía, Universidad de Alcalá. Online en: <http://www.geogra.uah.es/joaquin/ppt/Evaluacionmulticriterio.pdf>
2. Gómez, M. & Barredo, J. (2005). Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio. Alfayomega Grupo Editor. Páginas 43 y 44.
3. Jenijos (n.d.), Centrales Nucleares. Online en: http://www.jenijos.com/CENTRALESNUCLEARES/centrales_nucleares.htm
4. RBTH (2013). Energía Nuclear sin peligros. Online en: http://es.rbth.com/cultura/tecnologias/2013/07/11/energia_nuclear_sin_peligros_utopia_o_realidad_29947.html
5. Senplades (2007). Plan Nacional del Buen Vivir. Online en: <http://plan.senplades.gob.ec/estrategia7>
6. United States Nuclear Regulatory Comission, USNRC (2014). Funcionamiento de una central de energía nuclear. Online en: http://energianuclear.net/como_funciona_la_energia_nuclear.html