



Cumanayagua



Cabaiguán



Placetás



Sagua la Grande



Remedios



Manicaragua

## Comportamiento de la dimensión ambiental y energética de los municipios participantes del Proyecto Hábitat 2

### Behavior of the Environmental and Energetic Dimension in Participating Municipalities of Habitat 2 Project

Arnoldo Eduardo Álvarez López, Galo Alfredo Ordoñez Castro y César Eduardo Álvarez González

**RESUMEN:** El Proyecto Hábitat 2 forma parte de las acciones de colaboración entre la Universidad Central de Las Villas, y la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), para contribuir a la gobernabilidad local en la gestión y el mejoramiento del hábitat. Se desarrollaron herramientas para el diagnóstico integral del hábitat en los diez municipios participantes, atendiendo a siete dimensiones identificadas, con sus correspondientes indicadores. Este trabajo se centra en el diagnóstico de la dimensión ambiental y energética, y se propone comparar los resultados obtenidos en seis de los municipios, con vistas a establecer acciones demostrativas locales (ADL) para la solución de los problemas detectados. Se ofrecen detalles de la aplicación de la herramienta utilizada, así como los resultados del diagnóstico y la evaluación en los municipios seleccionados, que en todos los casos es de Regular, comprobándose que no existe correspondencia entre las ADL y las realidades ambientales y energéticas encontradas.

**PALABRAS CLAVE:** Evaluación ambiental y energética, Hábitat 2, gestión participativa del hábitat, Aguada de Pasajeros

**ABSTRACT:** The Habitat 2 Project is part of the collaborative actions between the Universidad Central de Las Villas, and the Swiss Agency for Development and Cooperation (COSUDE), to contribute to local governance in the management and improvement of the habitat. Tools for the integral diagnosis of the habitat were developed in the ten participating municipalities, based on seven identified dimensions, with their corresponding indicators. This work focuses on the diagnosis of the environmental and energy dimension, with the purpose to compare the results obtained in six of the municipalities, with a view to establishing local demonstrative actions (ADL) to solve the problems detected. Details of the application of the tool used are provided, as well as the results of the diagnosis and evaluation in the selected municipalities, (Average in all cases), proving that there is no correspondence between the ADL and the environmental and energy realities found.

**KEYWORDS:** Environmental and energy evaluation, Habitat 2, participatory management of habitat, Aguada de Pasajeros

RECIBIDO: 4 diciembre 2017

APROBADO: 30 abril 2018

## Introducción

La humanidad ha sido partícipe del aumento de la crisis energética, la degradación del medio urbano, el cambio climático, la limitada existencia de materias primas y recursos que con el transcurso de la historia se han ido incrementando, haciéndose cada vez más elevada la necesidad de resolver estos problemas en materia de hábitat y calidad de vida.

Cuba, no obstante, de padecer problemas comunes que afectan a los países latinoamericanos y del Caribe, ha logrado un sistema de asentamientos humanos espacialmente equilibrado y demuestra la importancia que tiene el Estado en la meta de alcanzar el desarrollo con integración social, respeto medio ambiental y no sobre bases de competitividad territorial sino propiciando la interacción entre las ciudades y territorios, partiendo de sus particularidades y potencialidades, todo lo cual se refleja en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución<sup>1</sup>.

La Facultad de Construcciones de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, con la colaboración de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), creó el Proyecto Hábitat 2, que tiene como objetivo contribuir en el camino hacia la gobernabilidad local en la gestión y mejoramiento del hábitat municipal, [1, 2]. Este proyecto se desarrolla en diez municipios de la región central del país, particularmente en las provincias de Villa Clara, Cienfuegos y Sancti Spíritus. (Figura 1)

El Proyecto Hábitat 2, además, estableció siete dimensiones [2] para el diagnóstico integral del hábitat municipal que se ilustran en la Tabla 1

### Alcance geográfico del Proyecto Hábitat 2



Figura 1. Ubicación de los municipios participantes del Proyecto Hábitat 2. Elaborado por los autores.

Una de estas dimensiones es la dimensión ambiental y energética, con la cual se propicia una caracterización de estos aspectos en los municipios que conforman el proyecto, lo que permite establecer estrategias, acciones y proyectos para la solución de problemas detectados que los afectan; mejorar la calidad de vida y del hábitat; y contribuir también al Desarrollo Local [3].

Para el diagnóstico se utiliza una herramienta cuali-cuantitativa compuesta por variables, indicadores y atributos que sirven para evaluar los aspectos ambientales y energéticos, tanto generales como específicos, para los contextos municipal, urbano y arquitectónico. Esta aplicación tiene la ventaja de mostrar una caracterización cualitativa en tiempo real de las

- [1] Proyecto Hábitat 2. Indicadores del Procedimiento de diagnóstico integral del Hábitat municipal. Proyecto de Colaboración. Taller General del Programa Hábitat 2. Santa Clara: Proyecto Hábitat 2, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas; 2013.
- [2] Proyecto Hábitat 2. Instructivo metodológico. Guía para la definición e implementación de la línea estratégica de gestión del hábitat en la estrategia de desarrollo local municipal. Santa Clara: Proyecto Hábitat 2, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas; 2013.
- [3] Olivera A. Bases para las Acciones Demostrativas Locales a realizar en los municipios. Proyecto de Colaboración. Taller General del Programa Hábitat 2. Santa Clara: Proyecto Hábitat 2, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas; 2014.

Tabla 1. Dimensiones del Procedimiento de diagnóstico integral del Hábitat municipal. Fuente: Proyecto Hábitat 2, 2013.

1	Dimensión Espacial (Urbano-Territorial)
2	Dimensión Social (Socio-Demográfica)
3	Dimensión Económico-Financiera
4	Dimensión Ambiental-Energética
5	Dimensión Cultural
6	Dimensión Técnico-Productiva
7	Dimensión Urbano-Territorial

<sup>1</sup> PCC. Actualización de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el periodo 2016-2021, aprobados por el 7mo Congreso del PCC y por la Asamblea Nacional del Poder Popular. Habana; 2016

realidades ambientales y energéticas del hábitat en cada municipio, con el concurso de sus principales actores, estructuras organizativas, de dirección y técnicas. La herramienta utilizada para el diagnóstico se fundamenta en resultados de investigaciones precedentes [4-7]. El presente trabajo tiene como objetivo mostrar los resultados de la aplicación de esta herramienta en seis de los diez municipios del Proyecto Hábitat 2, y realizar una comparación del comportamiento de sus variables e indicadores.

## Materiales y métodos

Como parte de las acciones generadas dentro del Proyecto Hábitat 2, se estableció un procedimiento de Diagnóstico Integral del Hábitat Municipal y las Bases para las Acciones Demostrativas Locales a realizar en los municipios, [1-3] desarrollado por especialistas y participantes del proyecto, desde actores del municipio hasta el Grupo Multidisciplinar acompañante.

Características de la herramienta cuali-cuantitativa para el diagnóstico y evaluación de la dimensión ambiental y energética.

Esta herramienta parte de los parámetros que rigen el Proceso Analítico Jerárquico (PAJ) o Analytic Hierarchy/ Network Process (AHP). Investigadores pertenecientes a un grupo multidisciplinario de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, diseñaron la herramienta con carácter cuali-cuantitativo para la evaluación del hábitat municipal [4-7]; a su vez, el proceso de evaluación realizado por esta herramienta es una actividad de acompañamiento académico, [8, 9], (investigación) para los gobiernos locales, con el objetivo de obtener información válida en apoyo a las estrategias y acciones demostrativas locales [6, 7].

Esta herramienta parte del procedimiento de diagnóstico integral del Hábitat municipal (Proyecto Hábitat 2) en la cual se definen seis variables, con sus respectivos indicadores y atributos que se enmarcan en la Dimensión Ambiental Energética. Dichos atributos pueden tener cuatro posibles evaluaciones: Excelente (E); Bien (B); Regular (R), y Mal (M) de manera cualitativa, y de igual forma evaluaciones cuantitativas. Se consultaron además métodos y procedimientos provenientes de otras fuentes [10-12], que permitieron valorar otros puntos de vista en la concreción final del producto para la evaluación cuali-cuantitativa, que consiste en asignar un valor a una cualidad, para cuantificar los resultados de las puntuaciones, a partir de criterios cualitativos.

- [4] Álvarez AE. Diagnóstico ambiental y energético para soluciones urbanas y viviendas. Indicadores Cualicuantitativos para la evaluación a nivel municipal. [Monografía]. ISBN 978-959-312-054-8. Santa Clara: Feijóo/Universidad Central Marta Abreu de Las Villas; 2015.
- [5] Madrigal L. Propuesta de diseño de viviendas en sector de la ciudad de Manicaragua. Una respuesta a la aplicación de la herramienta para la evaluación cualicuantitativa ambiental y energética del hábitat [Tesis]. Santa Clara: Universidad Central Marta Abreu de Las Villas; 2013.
- [6] Alujía V. Diagnóstico para la evaluación de la Dimensión Ambiental Energética del Hábitat Municipal de Cumanayagua. Propuestas de Acciones Demostrativas Locales (ADLs). [Diploma]. Santa Clara: Universidad Central Marta Abreu de Las Villas; 2014.
- [7] Acosta Y. Diagnóstico de la envolvente opaca, confort térmico y eficiencia energética en las tipologías I, II y III en Santa Clara. [Diploma]. Santa Clara: Universidad Central Marta Abreu de Las Villas; 2011.
- [8] Álvarez AE, Álvarez CE, Pérez E. Modelo de evaluación cualicuantitativa. Urbanismo y vivienda sustentable. Eco Solar [Internet]. 2015 [Consultado: 21 de marzo 2018]; 53 (julio-septiembre). ISSN 1028-6004. Disponible en: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/ecosolar/Download/ecosolar53.pdf>.
- [9] Stivale S, Falabella MT. Metodología de evaluación del hábitat residencial social: Factibilidad de una propuesta académica. INVI [Internet]. 2006 [Consultado: 12 de enero 2018]; 21(mayo):[100-115 p.]. ISSN 0718-8358. Disponible en: <http://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI>.
- [10] Álvarez AE, Quila Y, Fernández E. Método de aptitud primaria: herramienta efectiva para evaluar ambientalmente microlocalizaciones industriales. Arquitectura y Urbanismo. [Internet]. 2014 [Consultado: 16 de diciembre 2017]; 35(3 septiembre-diciembre):[83-102 p.]. ISSN 1815-5898. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376834397007>.
- [11] Álvarez AE. Diagnóstico de la aplicación de las normativas físico ambiental y energético en vínculo con las empresas de proyecto en Villa Clara, Cuba. Avances [Internet]. 2010 [Consultado: 12 de enero 2018];14(mayo). ISSN, 0329-5184. Disponible en: <https://www.latindex.org/latindex/ficha?folio=2548>.
- [12] Ordoñez GA, Álvarez AE, Álvarez CE. Cuaderno 2. Herramienta para la evaluación cualicuantitativa ambiental y energética del hábitat. [Monografía]. ISBN 978-9978-14-281-3. Cuenca (Ecuador): CINA-PUBLICACIONES-036/Universidad de Cuenca; 2018.

## Definición de las puntuaciones de los criterios de evaluación

Para determinar las puntuaciones de las variables, indicadores y atributos para la evaluación, se establece una escala que permite identificar el estado de los mismos. Para efectuar la evaluación se proponen cuatro estados, cuyas puntuaciones asociadas se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Puntuaciones para evaluar el comportamiento de las variables de evaluación. Fuente: Álvarez, 2015

Estado	Puntuación
Excelente	9
Bien	7
Regular	5
Mal	3

Es válido destacar que la razón por la cual se decide establecer cuatro estados de evaluación, radica inicialmente en que si los criterios se evalúan de Bien (B) es porque han alcanzado un nivel de desempeño óptimo. Por lo cual, se harán todos los esfuerzos posibles para lograr la Excelencia (E), lo que implica alcanzar niveles superiores en el comportamiento de los mismos. Por otro parte, se corre el riesgo de que los criterios muestren algún grado de deterioro, para lo cual se hace necesario definir una categoría de Regular (R), que representa la antesala de la categoría a asignar, que es Mal (M), que implica el deterioro total de la variable.

## Determinación de los pesos de los criterios de evaluación

Es evidente que existen diferencias entre las variables y sus respectivos atributos en cuanto a su incidencia en la evaluación final. Dicho de otra manera, la forma en que tributa el peso de la evaluación de una variable o un atributo en la evaluación final, casi siempre es diferente que la del resto. Con el objetivo de tener en cuenta estas diferencias se establecen prioridades o grados de importancia de cada uno de ellos con respecto a los restantes.

Para determinar la importancia relativa de las variables o de los atributos se utilizarán las comparaciones pareadas establecidas por Ordoñez y colectivo, [12] y Saaty, [13]. Los valores que se sugieren para expresar los grados de importancia entre dos variables aparecen en la Tabla 3. Los números pares 2, 4, 6 y 8, son usados para representar acuerdos equitativos entre las preferencias (Tabla 3).

Tabla 3. Valores sugeridos para realizar las comparaciones pareadas en el método AHP. Fuente: Ordoñez y colectivo, 2018 y Saaty, 2008.

Si el atributo <i>x</i> es... que el atributo <i>y</i>	El número de importancia por asignar es	Observaciones
De igual importancia	<b>1</b>	2 actividades contribuyen de igual forma al objetivo.
Moderada importancia	<b>3</b>	La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre la otra.
Importancia fuerte	<b>5</b>	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a una actividad sobre la otra.
Muy fuerte o demostrada	<b>7</b>	Una actividad es mucho más favorecida que la otra.
Absolutamente más importante	<b>9</b>	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra, es absoluta y totalmente clara.

### Determinación del número de expertos

Para determinar el número de expertos que intervienen en las comparaciones pareadas de las variables de evaluación, se emplea la siguiente expresión:

$$M = \frac{p(1-p)k}{i^2}$$

Donde:

- M Cantidad necesaria de expertos
- p Error estimado
- k Constante cuyo valor está asociado al nivel de confianza
- i Precisión deseada en la estimación

Es válido considerar como recomendación que a pesar de que el número de expertos se calcula a través de la expresión anterior, mientras más expertos relacionados con la temática se incluyan a la hora de emitir sus criterios en la evaluación, más verídico será el resultado de la misma. Solo debe cumplir que el número de expertos seleccionados sea impar, con el objetivo de que siempre predomine un criterio de evaluación. Esto fue muy importante y así sucedió en el proceso de aplicación de esta herramienta en cada municipio.

Pasos para el desarrollo del método Proceso Analítico Jerárquico (PAJ)

1. Construir la matriz de comparaciones pareadas a partir del criterio y consenso de los expertos: vector A.
2. Normalizar el vector A, dividiendo cada elemento por la suma de su columna.
3. Calcular el vector de pesos B), sumando las filas normalizadas y calculando el promedio de cada elemento.
4. Multiplicar el vector A por el vector B, obteniéndose el nuevo vector C.
5. Dividir cada elemento del vector C por su elemento correspondiente en el vector B, dando al traste con el nuevo vector D.
6. Calcular el valor propio máximo.  $\lambda_{máx}$
7. Calcular el índice de inconsistencia  $II$ .
8. Calcular la Razón de Inconsistencia  $RI$ .

Teniendo en cuenta los estudios empíricos realizados por Saaty, [13], se acepta un valor de  $RI \leq 0.10$ . En caso de inconsistencia se debe revisar la matriz en busca de no transitoriedad. Es válido resaltar que los pesos determinados no tienen un carácter estático, dado que los mismos responden a los intereses de los especialistas y objetivos de trabajo de la entidad. Es por ello que deben ser revisados cada vez que se enfrenta un nuevo proceso evaluativo.

### Definición del nivel de Desempeño Operativo y sus rangos de evaluación

La evaluación final calculada a partir de las puntuaciones y pesos de importancia obtenidos para las variables en pasos anteriores, se expresa en la fórmula siguiente:

[13] Saaty TL. Relative Measurement and its Generalization in Decision Making Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors the Analytic Hierarchy/Network Process. Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Serie A. Matemáticas. [Internet]. 2008 [Consultado: 16 de diciembre 2017];102(marzo-septiembre). ISSN 1579-1505. Disponible en: <https://www.springer.com/mathematics/journal/13398>.

$$eDAEH = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n P_i IR_i}{9} \right] 100$$

Donde:

eDAEH Evaluación de la Dimensión Ambiental Energética del hábitat en %

IRi Peso de importancia obtenido para la variable j

n Cantidad de variables específicas

A partir de los resultados obtenidos con la expresión anterior es posible emitir una evaluación del hábitat, otorgándole una calificación en función de los posibles estados (E, B, R, M) en los que puede encontrarse. Los rangos que marcan los posibles estados se pueden obtener evaluando eDAEH las ecuaciones anteriores con los valores medios de las puntuaciones de la Tabla.2, es decir las puntuaciones pares 2, 4, 6, 8, y los pesos determinados anteriormente. Los rangos obtenidos son los que se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4 Rangos para la evaluación según el valor obtenido para **eDAEH**. Fuente: Álvarez, 2015

Estado	Rangos %
Excelente	$eDAEH > 89$
Bien	$67 < eDAEH \leq 89$
Regular	$44 < eDAEH \leq 67$
Mal	$eDAEH \leq 44$

Al igual que las variables generales **eDAEH**, para conocer el comportamiento detallado de las variables específicas que se proponen, resulta necesario definir un conjunto de rangos o intervalos para cada uno de ellos. De esta forma se identifica el estado en que se encuentran los mismos respecto a su comportamiento ideal y las deficiencias fundamentales.

Los rangos que se definen en este paso constituyen la base para la mejora continua de los diseños futuros, por lo que irán alcanzando, cada vez, niveles superiores que tributen al incremento paulatino del desempeño de las variables de evaluación. Los mismos se establecen teniendo en cuenta el buen ejercicio de la evaluación y deben involucrar también valores obtenidos a través del análisis histórico de la misma, tanto en períodos de esplendor como de declive. Deben considerarse también las recomendaciones que en este sentido aparecen en la práctica mundial, específicamente las correspondientes a países de la región de América Latina y el Caribe, por ser los que se asemejan más a Cuba.

Para iniciar se puede usar el mismo juicio de la Tabla 4, ponderando la evaluación de la variable específica según la siguiente ecuación:

$$eU_i = \left[ \frac{\sum_{j=1}^m P_j IR_j}{9} \right] 100$$

Donde:

eUi Evaluación de la variable específica en %

IRj Peso de importancia obtenido para la variable j

m Cantidad de atributos

## Diseño de la herramienta de cálculo y evaluación

Como se mencionó con anterioridad, el método Proceso Analítico Jerárquico no presenta más complejidad matemática que la concebida por Saaty, [13]. Las operaciones son simples, incluso las que involucran matrices. El problema que genera es la cantidad de datos que se manejan, por lo cual se debe diseñar algún tipo de herramienta para la automatización del cálculo y obtención de resultados basados en los datos introducidos.

Para facilitar la puesta en práctica del método, se utilizó el programa Microsoft Excel. La primera hoja de cálculo se destinó al procesamiento de las matrices de datos. Estas matrices son: A de Comparaciones Pareadas, (Tabla 5), la Matriz Normalizada, el Vector B de Pesos, el Vector C resultante de la multiplicación del A con el B y el Vector D utilizado para obtener  $\lambda_{m\acute{a}x}$ ,  $II$ ,  $IA$  y  $RI$ .

Tabla 5 Ejemplo de Matriz A de comparaciones pareadas para las variables de la Dimensión Ambiental Energética. Fuente: Álvarez, 2015.

VECTOR A						
	U1	U2	U3	U4	U5	U6
U1	1.0000	0.2500	0.1667	0.5000	2.0000	4.0000
U2	4.0000	1.0000	1.0000	4.0000	6.0000	8.0000
U3	6.0000	1.0000	1.0000	2.0000	7.0000	8.0000
U4	2.0000	0.2500	0.5000	1.0000	4.0000	6.0000
U5	0.5000	0.1667	0.1429	0.2500	1.0000	2.0000
U6	0.2500	0.1250	0.1250	0.1667	0.5000	1.0000
Sumatoria	13.7500	2.7917	2.9345	7.9167	20.5000	29.0000

La matriz A de comparaciones pareadas es una matriz cuadrada cuyas dimensiones coincide con el número de variables o atributos por indicador, según sea el caso. La diagonal principal que forma los pares de la misma variable es igual a 1, es decir una variable es igualmente de importante que ella misma. También de la Tabla 3, se derivan el resto de los valores. Una característica importante en la matriz A es la presencia de valores inversos. Si una variable es más importante que la , entonces resulta en el número de la Tabla 3, pero es correcto matemáticamente que en el caso de comparar en el sentido contrario se coloque el inverso; la interpretación sería similar a responder cuántas veces la variable es más importante que la .

El próximo paso de la puesta en escena del método AHP consiste en la normalización de la matriz A, mediante el uso de la sumatoria obtenida en la última columna. Cada casilla de A se divide entre la casilla correspondiente en la sumatoria.

En el caso de cada elemento del vector B, (Tabla 6), se obtiene dividiendo la sumatoria de las filas de la matriz normalizada, entre el número de variables o de atributos según sea el caso. Es decir, la media de importancia de la variable o el atributo.

Tabla 6. Matriz Normalizada y Vector B de pesos. Fuente: Álvarez, 2015

MATRIZ NORMALIZADA								VECTOR B (Pesos)
	U1	U2	U3	U4	U5	U6	Sumatoria	
U1	0.07	0.09	0.06	0.06	0.10	0.14	0.5177	0.0863
U2	0.29	0.36	0.34	0.51	0.29	0.28	2.0637	0.3439
U3	0.44	0.36	0.34	0.25	0.34	0.28	2.0053	0.3342
U4	0.15	0.09	0.17	0.13	0.20	0.21	0.9337	0.1556
U5	0.04	0.06	0.05	0.03	0.05	0.07	0.2941	0.0490
U6	0.02	0.04	0.04	0.02	0.02	0.03	0.1855	0.0309

A partir de este punto, las operaciones van dirigidas a medir el grado de inconsistencia de las comparaciones pareadas realizadas por los expertos.

En el siguiente paso representado consiste en la multiplicación de las dos matrices A y B para obtener el vector C. Esto es a lo que Saaty, [13], denominó síntesis de los resultados finales. Estos resultados finales a los que se refiere son los índices del proceso. Para la multiplicación de las dos matrices se utilizó la función mmult del MS Excel. El vector D con la división entre los elementos correspondientes del vector C y el B. (Tabla 7).

Los autores aproximaron índices de aleatoriedad (IA) para diversos tamaños de matrices (N), con base en una gran cantidad de simulaciones con software. Estos valores se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Índices de aleatoriedad para distintos tamaños de matrices. Fuente Saaty, 2008.

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IA	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	<b>1.24</b>	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51

El valor propio máximo es el promedio de los elementos del vector D. La razón de inconsistencia es igual a  $II/IA$ .

De todo el montaje de la primera hoja de cálculo, los resultados más importantes son los pesos del vector B y la razón de inconsistencia. Si la razón de inconsistencia es superior a 0.1 deben revisarse las comparaciones pareadas en busca de inconsistencias entre los valores.

La segunda hoja de cálculo genera la evaluación cuantitativa y la clasifica en Excelente, Bien, Regular y Mal. Partiendo de los criterios emitidos a la hora de implementar la herramienta por el Comité de Expertos seleccionados, con respecto a los atributos analizados. Lo anterior se evidencia en la Tabla 9.

Tabla 7 Vectores C y D, y. Fuente. Álvarez, 2015.

VECTOR C (A*B)	VECTOR D
0.5275	6.1129
2.1872	6.3590
2.0975	6.2759
0.9628	6.1869
0.2980	6.0793
0.1877	6.0718
Lambda max	6.1810
N	6.0000
II	0.0362
IA	1.2400
RI	0.0292

Tabla 9 Criterios de Evaluación de Expertos. Elaboración autores.

EVALUACIÓN DE EXPERTOS							EVALUACIÓN PROMEDIO	EVALUACIÓN FINAL CUANTITATIVA	EVALUACIÓN CUALITATIVA
1	2	3	4	5	6	7			
2	2	2	2	1	2	1	1.714285714	2	R
2	3	3	2	2	2	2	2.285714286	2	R
3	3	2	3	2	2	2	2.428571429	2	R
2	2	2	2	2	2	2	2	2	R
2	2	3	2	3	2	2	2.285714286	2	R
2	2	2	3	2	2	2	2.142857143	2	R
2	2	2	2	2	2	2	2	2	R
3	2	3	3	3	3	2	2.714285714	3	B
2	2	3	3	2	3	2	2.428571429	2	R



Para definir un consenso en la evaluación general emitida en los criterios por el Comité de Expertos se emplea la siguiente expresión:

$$\text{Criterio de Evaluación General} = \frac{\sum(\text{Valores de Evaluación del Comité de Expertos})}{\text{Número de expertos}}$$

Para la siguiente etapa se emplea el sistema de evaluación expuesto en la Tabla 10, donde el resultado obtenido se valora con respecto al rango de oscilación y se define la correspondiente evaluación cualitativa.

Sistema de Evaluación		
Evaluación cualitativa	Evaluación cuantitativa	Rango de Oscilación
E	4	3.5 - 4
B	3	2.5 - 3.49
R	2	1.5 - 2.49
M	1	1 - 1.49

Tabla 10. Sistema de Evaluación para el definir un consenso de los criterios emitidos por el Comité de Expertos. Fuente: Elaboración autores.

Posteriormente cada variable específica y atributo refleja su peso obtenido en la hoja 1, lo cual se selecciona para la evaluación mediante el valor booleano 1, se suman automáticamente los valores de cada atributo y se multiplican por el peso de la variable específica. La no selección de una evaluación se toma como cero.

Cuando se tienen todas las variables evaluadas, la columna penúltima "O" de la hoja 2, tiene los valores cuantitativos correspondientes a la evaluación de cada variable. Es importante recordar que la relación entre la evaluación cuantitativa y cualitativa está dada en la Tabla 2.

La columna "P", última en la hoja 2 prepara los valores para la evaluación del indicador general. La tercera hoja de la herramienta es un reporte generado con gráfico de radial. Con este se focalizan las variables específicas sobre las cuales hay que incidir en aras de mejorar la evaluación general.

### Propuesta de las variables, indicadores y atributos para la evaluación de la Dimensión Ambiental Energética.

Partiendo de un extensivo análisis por parte de especialistas del Proyecto Hábitat 2, [4- 8] [12] se determinaron las variables, indicadores y atributos que definen la Dimensión Ambiental Energética del Hábitat Municipal, con previa consulta de los Indicadores del Procedimiento de Diagnóstico Integral del Hábitat Municipal.

Queda claro como sugerencia, que para pronosticar el comportamiento de nuevas propuestas, el procedimiento anterior constituye una excelente antesala, ya que está sujeto a posibles modificaciones o transformaciones que permitan una evaluación más exacta y exhaustiva, para las diversas condiciones en las que se pueda desarrollar.

Para su aplicación el procedimiento propuesto precisa de una investigación, de una actualización, en cuanto la información necesaria y concerniente a cada variable, indicador o atributo del municipio en cuestión a diagnosticar o evaluar. Adicionalmente, resulta de vital importancia el trabajo colegiado entre los especialistas, debido a que la implementación del método parte de la política del diagnóstico participativo, por lo cual es necesario la opinión y el criterio de los expertos que de cierta forma tributan a una variable en específica o a varias, así como la de entidades existentes en cada municipio:

Unidades de Servicios Comunales, la Defensa Civil, la Dirección Municipal de Planificación Física y sus instrumentos, [14] los órganos de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), del Consejo de la Administración Municipal (CAM), la Vivienda, Unión Básica Eléctrica (UBE), y de los Recursos Hidráulicos, entre otros, de forma tal que se garantice la agilidad, rapidez y efectividad en la toma de decisiones futuras.

Teniendo en cuenta lo antes planteado se definieron las siguientes variables de la herramienta:

1. Caracterización y Situación Ambiental y Energética Local (Diagnóstico Ambiental, Matriz energética, portadores energéticos, nivel de potencialidades ambientales y energéticas locales, recursos naturales, agua, suelos, recursos forestales, recursos minerales)
2. Nivel de Vulnerabilidad Ambiental y Energética (Superficies, fondo habitacional, población vulnerable)
3. Niveles de Impacto Ambiental (producidos por desastres, producciones y servicios en el hábitat y por el hábitat humano).
4. Niveles de Contaminación Ambiental (Generada por el hábitat, carga contaminante vertida, manejo de residuales sólidos y líquidos, reciclaje)
5. Fuentes de Energías Renovables (niveles y potencialidades de autosuficiencia energética local)
6. Cultura Ambiental y Energética. (Educación, estructuras, programas, nivel de consolidación).

A su vez las variables propuestas constan de indicadores y atributos, los cuales conforman los puntos a evaluar y tener en cuenta a la hora de implementar el Diagnóstico para la evaluación de la Dimensión Ambiental Energética en el Hábitat como resultado del trabajo del comité de expertos en cada municipio.

## Resultados

### Análisis general de la Evaluación de la Dimensión Ambiental Energética del Hábitat en los municipios seleccionados del Proyecto Hábitat 2.

Primeramente, se muestra en este trabajo, el resultado de aplicar la herramienta al municipio de Cumanayagua en Cienfuegos, [6], y posteriormente un resumen y comparación de su aplicación en seis de los diez municipios que forman parte del Proyecto Hábitat 2. Los resultados de la eDAEH en el municipio Cumanayagua, fue de Regular, con puntuación cuantitativa de 58,1682 para una evaluación en escala de 0 a 1 de 0,58. Los resultados que se muestran en la Tabla 11, permiten reconocer las variables más deficientes.

Tabla 11 Resumen de la evaluación a la Dimensión Ambiental Energética. Fuente: Aluija, 2014.

VARIABLES	Evaluación
Cultura Ambiental y Energética. (Educación, estructuras, programas, nivel de consolidación)	0,1546
Fuentes de Energías Renovables (niveles y potencialidades de autosuficiencia energética local)	0,2451
Caracterización y Situación Ambiental y Energética Local	0,4791
Niveles de Contaminación Ambiental (Generada por el hábitat, carga contaminante vertida, Manejo de residuales sólidos y líquidos, Reciclaje)	0,6782
Niveles de Impacto Ambiental (producidos por desastres, producciones y servicios en el hábitat y por el hábitat)	1,6909
Nivel de Vulnerabilidad Ambiental y Energética (Superficies, fondo habitacional, población vulnerable)	1,9873

[14] Instituto de Planificación Física. Guía para la elaboración del Plan General de Ordenamiento Territorial y Urbanismo del municipio. Objetivos y procedimiento general. La Habana: Instituto de Planificación Física; 1998.

A partir de la obtención de los resultados antes expuestos se generó un reporte mediante un gráfico de radial, ilustrado en la Figura 2. Con este se focalizan las variables específicas sobre los cuales hay que incidir en aras de mejorar la evaluación general.

En las siguientes Figuras 3 y 4 se muestran las evaluaciones resultantes obtenidas durante la aplicación de la herramienta cuali-cuantitativa concebida para la evaluación de la Dimensión Ambiental Energética del Hábitat en los municipios objeto de estudio.

Basándose en la tabla de los rangos para la evaluación de la Dimensión Ambiental Energética del Hábitat, se infiere que existen tres municipios con evaluaciones cualitativas de Bien, siendo el caso de Sagua la Grande, Placetas y Cabaiguán. Del mismo modo, coinciden tres con evaluaciones de Regular; Manicaragua, Remedios y Cumanayagua.

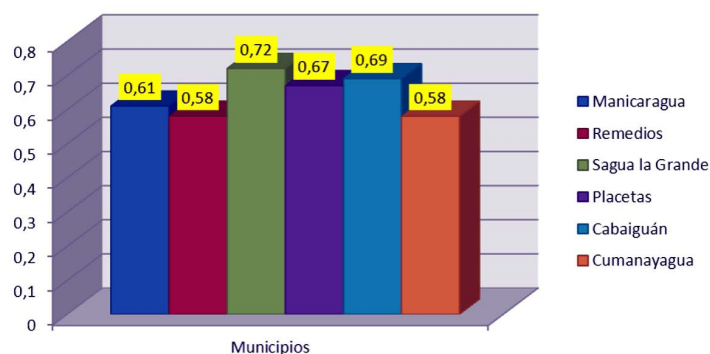


Figura 3. Evaluación obtenida en los municipios. Elaborado por los autores.

## Discusión de resultados

Luego de observar las figuras se aprecia que los seis municipios oscilan alrededor de la evaluación de Regular, ya que los evaluados de Bien tienen puntuaciones muy cercanas a 0,67. Por tanto se puede plantear que la Dimensión Ambiental Energética de estos municipios muestra deficiencias.

Es esencial y oportuno señalar que independientemente de que el 50 % de los municipios evaluados alcanzaron la condición de Bien solo están ligeramente por encima del valor límite de Regular, lo cual hace reflexionar en que existen problemas casi comunes para todos los evaluados y que son insuficientes todavía las acciones y miradas en términos ambientales y energéticos. Sin embargo, existen potencialidades y recursos que denotan cuanto hay por hacer en este camino.

### Análisis de la evaluación obtenida por municipios en cada variable

En la Figura 5, se muestran las evaluaciones obtenidas por municipios en las seis variables que componen la herramienta. Al observar la figura, se aprecian coincidencias en los municipios en cuanto a las variables evaluadas como deficientes, siendo más crítica la seis; Cultura ambiental y energética (Educación, estructuras, programas, nivel de consolidación). Esta variable es la de más baja evaluación debido a que en las escuelas no existen eventos o medios que promuevan la conciencia sobre estos temas en los estudiantes, y que les ayude a ampliar y profundizar sobre la cultura

## MATRIZ RADIAL DE EVALUACION

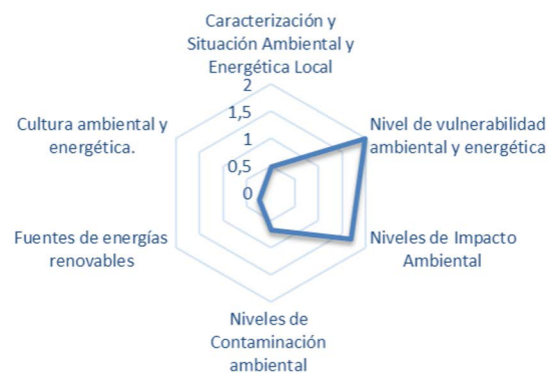


Figura 2. Reporte de Resultados. Fuente: Aluja, 2014.

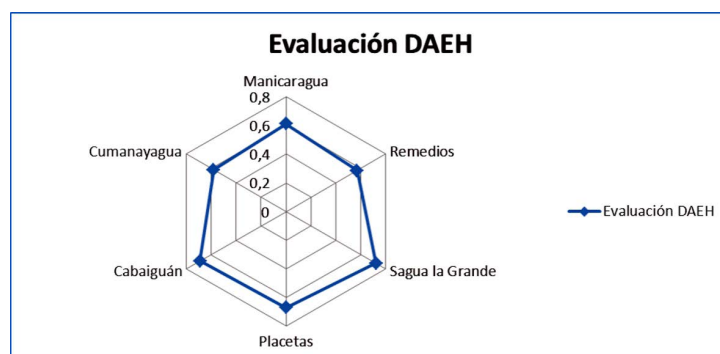


Figura 4. Ábaco de municipios y el DAEH. Elaborado por los autores.

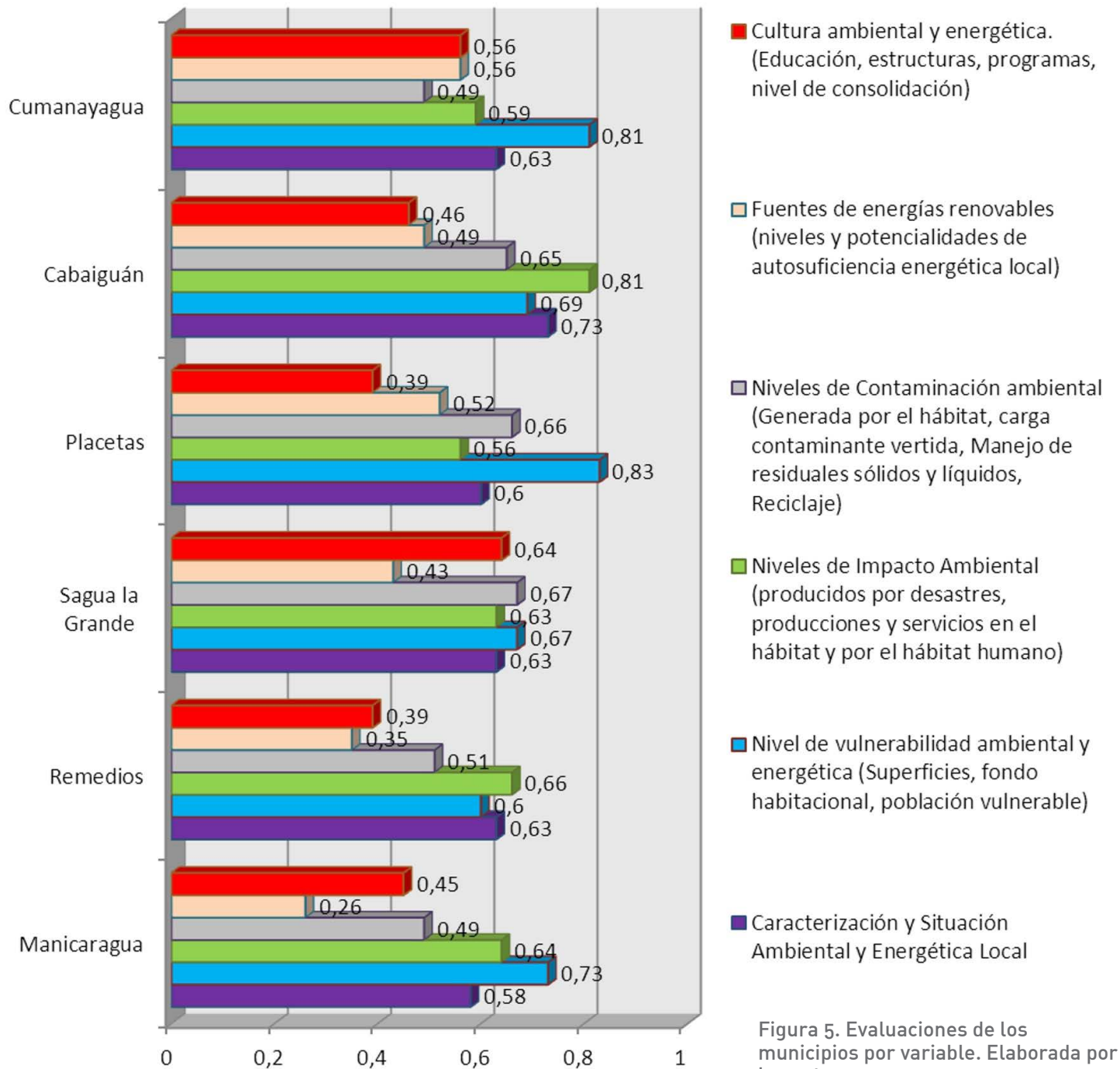


Figura 5. Evaluaciones de los municipios por variable. Elaborada por los autores.

ambiental y energética. Además, son escasos los municipios que cuentan con programas radiales o televisivos que aborden este tema, y los que sí existen, son extremadamente cortos, de apenas quince minutos.

La variable que le sigue con menor puntuación es la cinco; Fuentes de energías renovables (niveles y potencialidades de autosuficiencia energética local). Existen varios municipios que presentan numerosos proyectos encaminados hacia la aplicación y el uso de energías renovables, pero no cuentan con el presupuesto necesario para cumplir las metas trazadas. Tal es el caso de Sagua la Grande, que tiene todos los estudios previstos para la construcción de un parque eólico, con el fin de aprovechar sus potencialidades en cuanto a la ubicación geográfica y se les hace imposible por la falta de presupuesto.

Sin embargo, el municipio de Cabaiguán cuenta con aproximadamente 60 plantas de biogás, potenciando la autosuficiencia energética local, ya que una planta de biogás genera suficiente energía para diez viviendas, según estudios locales realizados. Este ejemplo podría seguirlo el resto de las localidades, principalmente Placetas, que cuenta con una elevada producción porcina, (constituye el municipio mayor productor de carne de cerdo), lo cual no se corresponde con el aprovechamiento de este recurso energético.

Las variables Caracterización y Situación Ambiental y Energética Local y Niveles de Contaminación ambiental (Generada por el hábitat, carga contaminante vertida, manejo de residuales sólidos y líquidos, reciclaje), también presentan bajas evaluaciones, pues ningún municipio cuenta con estrategias para el reciclaje y cada vez aumenta la carga contaminante en las poblaciones, incrementándose a la vez las afectaciones en la salud de los ciudadanos.

Las variables que más contribuyen a que los municipios alcancen evaluaciones cualitativas entre Bien y Regular son: Niveles de Impacto Ambiental (producido por desastres, producciones y servicios en el hábitat y por el hábitat humano) y Nivel de vulnerabilidad ambiental y energética (Superficies, fondo habitacional, población vulnerable), ya que todos cuentan con la documentación completa y actualizada, incluyendo los mapas y planos requeridos. Sin embargo, es necesario que esta información sea incorporada en la toma de decisiones, para que se puedan llevar a cabo las acciones demostrativas locales, aunque las mismas no estén directamente vinculadas con la dimensión ambiental y energética.

## Conclusiones

Existen diversos métodos y procedimientos para evaluar diferentes aspectos en materia ambiental y energética a escala municipal, urbana y arquitectónica. En tal sentido la herramienta diseñada para la evaluación cuali-cuantitativa de la Dimensión Ambiental Energética del Hábitat, permite la identificación de las causas que determinan el comportamiento real de esta dimensión en los municipios y ciudades.

A partir de las variables e indicadores propuestos, se caracterizó la dimensión ambiental y energética del hábitat en los municipios objeto de estudio, poniéndose de manifiesto una buena capacidad en las personas que componen los grupos del proyecto y los Consejos de la Administración Locales, (CAM), para la aplicación de la herramienta, y para el conocimiento de cada factor ambiental y energético a escala local y del sistema de asentamientos,

Estos resultados permitieron actualizar la información base del diagnóstico estratégico de la situación ambiental energética del hábitat en los municipios seleccionados y se destaca que en todos los casos la evaluación es de Regular.

Se pudo comprobar que no existe correspondencia entre las propuestas de Acciones Demostrativas Locales, (ADL), o pequeños micro proyectos, y las realidades ambientales y energéticas encontradas en el diagnóstico.



*Arnoldo Eduardo Álvarez López, Arquitecto. Doctor en Ciencias Técnicas. Profesor del Departamento de Arquitectura y Urbanismo. Facultad de Construcciones, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Cuba.  
E-mail: arnoldo@uclv.edu.cu*



*Galo Alfredo Ordoñez Castro. Arquitecto, MSc. Profesor Investigador, Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad de Cuenca. Profesor Titular. Facultad de Ciencias y Tecnología. Universidad del Azuay. Director de la Maestría en Arquitectura Bioclimática Confort y Eficiencia Energética. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad de Cuenca. Ecuador.  
E-mail: alfo0601@hotmail.com*



*Cesar Eduardo Álvarez González. Arquitecto, Profesor del Departamento de Arquitectura y Urbanismo. Facultad de Construcciones, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Cuba.  
E-mail: cealvarez@uclv.cu*

