

# 30

Fecha de presentación: septiembre, 2020

Fecha de aceptación: noviembre, 2020

Fecha de publicación: enero, 2021

## BALANCE ENERGÉTICO

COMO ELEMENTO DE LA GESTIÓN DE GOBIERNO LOCAL EN CUBA:  
CASO ESTUDIO MUNICIPIO DE CIENFUEGOS

### **ENERGY BALANCE AS AN ELEMENT OF LOCAL GOVERNMENT MANAGEMENT IN CUBA: A CASE STUDY IN THE MUNICIPALITY OF CIENFUEGOS**

Jenny Correa Soto<sup>1</sup>

E-mail: [jcorrea@ucf.edu.cu](mailto:jcorrea@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2007-9268>

Daniela María Sánchez Salmerón<sup>1</sup>

E-mail: [dsalmeron@ucf.edu.cu](mailto:dsalmeron@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4525-0260>

Juan José Cabello Eras<sup>2</sup>

E-mail: [jcabello2@cuc.edu.co](mailto:jcabello2@cuc.edu.co)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0949-0862>

Dianelys Nogueira Rivera<sup>3</sup>

E-mail: [dianelys.nogueira@umcc.cu](mailto:dianelys.nogueira@umcc.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0198-852X>

Yudiel Alexander Díaz Viñales<sup>4</sup>

E-mail: [yudiel@gestion.citmacfg.cu](mailto:yudiel@gestion.citmacfg.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1721-3526>

<sup>1</sup> Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” Cuba.

<sup>2</sup> Universidad de la Costa: Barranquilla. Colombia.

<sup>3</sup> Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos” Cuba.

<sup>4</sup> Delegación Territorial del CITMA. Cienfuegos. Cuba.

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Correa Soto, J., Sánchez Salmerón, D. M., Cabello Eras, J. J., Nogueira Rivera, D., & Díaz Viñales, Y. A. (2021). Balance energético como elemento de la gestión de gobierno local en Cuba: caso estudio municipio de Cienfuegos. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(1), 266-275.

#### RESUMEN

El balance energético del municipio de Cienfuegos permite al gobierno local conocer la contabilidad de todos los flujos energéticos y las relaciones entre las entradas y las salidas de energía y sus transformaciones; para la incorporación de la gestión energética local a la gestión de gobierno. El balance energético se realiza a través una metodología propuesta para el Balance Energético Municipal (BEM) desde el estudio y análisis de metodologías utilizadas en el mundo, a las cuales se les realiza adaptaciones a las condiciones cubanas, seleccionando como objeto de estudio el municipio de Cienfuegos, aplicándose tanto en el sector estatal como en el sector privado.

**Palabras clave:** Balance energético municipal, energía, estructura energética, gestión de gobierno, gestión energética municipal.

#### ABSTRACT

The energy balance of the municipality of Cienfuegos allows the local government to know the accounting of all energy flows and the relationships between energy inputs and outputs and their transformations, element of relevance for the integration of local energy management with government management. The energy balance is carried out through a methodology proposed for the Municipal Energy Balance, that finds support in other methodologies used worldwide. These methodologies have been adapted to the Cuban context; they have been applied both in the government sector and in the private sector in the municipality of Cienfuegos, which is the region object of study of this research.

**Keywords:** Municipal energy balance, energy, energetic structure, government management, municipal energy management.

## INTRODUCCIÓN

La gestión energética local (GEL) se basa en la planificación de la energía, las matrices de generación y consumo energético incluyendo las fuentes renovables de energía (FRE) e indicadores energéticos que posibilitan la gestión de los gobiernos locales sobre los recursos energéticos territoriales (Lin, 2010; Sperling, et al., 2011; Brandoni, 2012; y Correa, et al., 2018). Su objeto final es establecer los balances de energía en cada una de las situaciones futuras a que haga referencia el plan.

El balance energético pone de manifiesto las interrelaciones entre la oferta, transformación y uso final de la energía y representa un instrumento relevante para la organización y presentación de datos en la planificación energética global. Además, contabiliza flujos físicos consistentes que van desde la energía primaria hasta el consumo final (Organización Latinoamericana de Energía, 2015).

El balance energético, definido como una contabilidad de todos los flujos energéticos, y el diagnóstico energético, orientado a establecer la relación de la energía con variables de tipo económico, social, político, ambiental, tecnológico etc., son las más conocidas y desarrolladas y tienen aplicación práctica y rutinaria, pero a un nivel de mayor agregación al de la ciudad: a nivel de país (Gómez & Morán, 2015). Mengelkamp, et al. (2018), plantean que los balances energéticos locales (BEL) o municipales (BEM) son resultado de los mercados energéticos locales al establecer un costo - beneficio entre productores, transmisores y consumidores integrando las FRE.

La participación activa de los consumidores, la explotación y la flexibilidad según Mengelkamp, et al. (2018), pueden sentar las bases para la creación de balances energéticos y la descentralización de estos por niveles (regional, nacional, provincial y local). Según Gómez & Morán (2015), un balance de energía en una localidad es una estructura de conteo para compilar y recolectar datos de la energía que entra, que sale, y que se usa dentro de un lugar específico como una empresa, una comunidad, una provincia, o un país durante un periodo de tiempo definido. El balance expresa todas las formas de energía en una unidad común de conteo y muestra las relaciones entre las entradas y las salidas de energía y sus transformaciones en los diferentes sectores pertenecientes a un lugar.

El balance energético tiene aplicación práctica y rutinaria, pero a un nivel de mayor agregación al de la ciudad: a nivel de país. Por lo tanto, es habitual encontrar la elaboración de balances y diagnósticos energéticos en diferentes estadios territoriales llámense nacionales, regionales o mundiales (Gómez & Morán, 2015).

La energía por sectores económicos permite detectar cómo influyen en la demanda de energía primaria los cambios en los distintos sectores y actuar en consecuencia.

En Cuba el balance energético se realiza a nivel país mediante la metodología de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), donde la matriz energética cubana se sustenta en el 95,7 % de combustibles fósiles requiriendo un cambio en su estructura con una mayor penetración de las FRE.

El contexto cubano favorece esta transición dado a que el país con la proyección de la actualización del Modelo Económico y Social en el 2011 se inicia un cambio de enfoque hacia la energía sostenible, en el 2014 con se aprueba la Política para el desarrollo prospectivo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía énfasis en elevar la eficiencia energética, un cambio de la estructura de la matriz energética actual (Correa, et al., 2017) y su relación con la competitividad de la economía nacional; disminuyendo la dependencia de estos combustibles importados, sus costos energéticos y el impacto medioambiental.

En el año 2017 se aprueban las bases del Plan de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030 relacionado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas para ese periodo. Con la declaración de la protección de los recursos y el medioambiente como dimensiones del desarrollo sostenible y ejes estratégicos en el Plan de desarrollo económico y social hasta el 2030, así como la actualización de los lineamientos de la Política Económica y Social referentes a los territorios con el lineamiento 17, la política energética a través de los lineamientos 204, 205, 207 y 208 (Correa, et al., 2017), el Decreto-Ley No. 345/ 2017 "Del desarrollo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía", así como la instrucción y resoluciones complementarias al respecto rectorado por la Constitución de la República de Cuba que en su artículo 169 reconoce la autonomía del municipio y en el artículo 75, la responsabilidad de proteger el medio ambiente y los recursos naturales con estrecha vinculación al desarrollo sostenible de la economía y la sociedad

Una particularidad de importancia es que en el sistema cubano la mayoría de las organizaciones productoras y de servicios son propiedad del Estado, lo que facilita el papel del gobierno local para mejorar la gestión, eficiencia y uso racional de la energía (Correa, et al., 2017; Correa, et al., 2018). Por lo que en el país desde el año 2001 con el objetivo de mejorar la eficiencia energética en las organizaciones se aplicó la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE) en más de 200

organizaciones de producción y de servicios, cuyos resultados responden a los objetivos trazados a nivel de sus organismos superiores (Ministerios, Uniones de empresa, Grupos empresariales) y al Programa de la Revolución Energética a partir del 2005.

A partir de la adopción de la ISO 50001 como norma cubana comenzaron a aplicar procedimientos y metodologías en consonancia con ella (Correa, et al., 2014). Aunque es insuficiente en la actualidad en Cuba se han certificado por esta norma empresas del Ministerio de Energía y Minas (MINEM) y del Ministerio de la Construcción (MICONS), sin empardo muchas otras la han incorporado la gestión de la energía como una potencialidad en la mejora de su desempeño empresarial, resultando obligatoria a partir del 2019 para las entidades grandes consumidoras de portadores energéticos la certificación por la NC ISO 50 001 vigente.

A pesar de la significación del consumo energía en el país la gestión energética no ha sido una prioridad para los gobiernos locales; y se circunscriben a tratar de cumplir lo establecido por el MINEM y el Ministerio de Economía y Planificación (MEP). Por otra parte, la gestión de los recursos energéticos en Cuba se ha realizado a escala nacional sin tener en cuenta las características de cada territorio que les permita conocer y gestionar sus potencialidades energéticas tanto de la oferta como de la demanda, lo que no ha incentivado a los órganos de gobierno locales a incorporar la gestión de la energía en la gestión pública, teniendo un papel pasivo en el tratamiento y uso de la información.

El análisis anterior evidencia la necesidad que los gobiernos locales se involucren en la gestión de la energía en Cuba. Sin embargo, los gobiernos municipales no poseen herramientas que les permitan gestionar los recursos energéticos presentes en el territorio y desconocen la contabilidad de todos los flujos energéticos y las relaciones entre las entradas y las salidas de energía y sus transformaciones, lo que se define como BEM.

Una oportunidad para la GEL en Cuba se enfoca en el desarrollo local (Gupta & Vegelin, 2016; Milán, et al., 2019; Díaz- Canel & Fernández, 2020; y Fernández & Núñez, 2020); donde integran elementos del desarrollo sostenible, crecimiento económico, el actuar de la sociedad, la calidad de vida, la participación ciudadana, la institucionalidad y la rendición de cuenta de los actores locales para responder a las exigencias de la sociedad. Mediante las estrategias de desarrollo económico y social municipal (EDESME), donde el accionar de los gobiernos locales incorporen la GEL dentro de la gestión de gobierno partiendo del conocimiento del BEM.

El BEM en Cuba permite establecer el peso relativo de cada centro de consumo (sector estatal y privado), la producción de energía primaria y secundaria, y el cálculo de las emisiones GEI por consumo de energía y a los gobiernos locales tomar decisiones en función del fomento de las FRE desde lo local y hacia diferentes aristas del DL que incluyen la eficiencia energética y el desarrollo de las FRE.

En Cuba el balance energético se realiza a nivel país mediante la metodología de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), un intento de aplicar en un municipio fue en Cumanayagua perteneciente a la provincia de Cienfuegos, dado como resultado que la matriz energética de ese municipio recibe toda la energía secundaria a partir de combustibles fósiles en un 92% y produce energías primarias a partir de fuentes renovables en un 8%, así el consumo de energía no renovable está centrado fundamentalmente en la energía eléctrica, en tanto las energías renovables producidas están en la hidroenergía, determinándose la existencia de un potencial de fuentes renovables de energía de 2526.86 tep ahorradas, del que se aprovecha solo el 51.7%.

Sin embargo, el municipio en la actualidad desconoce la contabilidad de todos los flujos energéticos y las relaciones entre las entradas y las salidas de energía y sus transformaciones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Existen una serie de metodologías para el Balance energético municipal según diferentes autores (Enguix, 2012; Gómez & Morán, 2015; (Organización Latinoamericana de Energía, 2015):

- I) Balances energéticos provinciales: notas metodológicas y consolidación de la información (Ronco, et al., 2017).
- II) Balance energético del municipio de Madrid año 2015 (F2I2-UPM, 2017).
- III) Balance energético metodología (Agencia Internacional de la Energía, 2017).
- IV) Balance Energético – Metodología OLADE (Organización Latinoamericana de Energía, 2015):
- V) Análisis energético urbano usando metodologías de gestión integral de energía: un caso de estudio en la ciudad de Pastos (Gómez & Morán, 2015).
- VI) Balance energético y económico para el aprovechamiento de biomasa forestal en el término municipal de Enguera (Enguix, 2012).

Según las metodologías anteriormente mencionadas se realiza una comparación de los diferentes elementos que toman en cuenta. Estas metodologías tienen en común considerar la energía primaria, energía secundaria, las fuentes externas de energía o importaciones, las fuentes

propias de energía, la transformación de la misma y el consumo final.

La determinación de la metodología se realiza a través de la selección del grupo de expertos para trabajar el balance energético del municipio de Cienfuegos. Los mismos integrantes del Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA) de la Universidad de Cienfuegos, profesores de la Facultad de Ingeniería(FI) de la Universidad de Cienfuegos, de los Departamentos de Contabilidad y Finanzas (DCF), Ingeniería Industrial de la Universidad de Cienfuegos (DIIUCF) y la Universidad de Matanzas (DIIUM), Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), un representante de la Oficina Nacional de Uso Racional de la Energía (ONURE) y del Gobierno municipal de Cienfuegos.

Este grupo selecciona con un nivel de concordancia de W-Kendall=0.85 la metodología propuesta por la Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial y Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid (2017), debido a que abarca una mayor cantidad de los flujos energéticos del municipio, sin embargo, los expertos consideran que debe realizarse adecuaciones según las condiciones de los municipios cubanos.

En la determinación de los elementos para la metodología para el balance energético municipal para Cuba se utiliza el análisis clúster o conglomerados, que tiene como punto de partida una matriz de distancias o proximidades entre pares de sujetos o variables (para esta investigación se denominarán elementos), que permiten identificar su grado de "similitud-semejanza" (homogeneidad interna) en el caso de las proximidades o su grado de "disimilitud-desemejanza" (heterogeneidad externa) en el caso de las distancias. Se procede a realizar la comparación de las metodologías estudiadas para determinar los elementos de la metodología a proponer, se establecen los criterios de comparación propuesto por Medina, et al. (2012).

Los criterios para realizar el análisis clúster o conglomerados se muestran en la Tabla 1:

Tabla 1. Criterios para el análisis clúster o conglomerados.

Criterios	Opción seleccionada	Justificación
Método	Aglomerativo jerárquico Vecino más cercano	Identifica las dos observaciones más parecidas (cercanas) que no estén en el mismo conglomerado y las combina

Métrica de distancia	Distancia Euclídea	Proporciona la medición de similitud y no es más que la raíz cuadrada de la suma de las diferencias al cuadrado entre los dos elementos $D(x; y) = \sqrt{\sum(x_i - y_i)^2}$
Conglomerados	Observaciones	Dado por los valores de datos obtenidos en la comparación de las metodologías
Número de conglomerados	1	Se establecerá una medida simple de homogeneidad
Estandarización	Sí	Los datos son estandarizados antes de hacer la conglomeración

En el análisis clúster o por conglomerados, para las seis metodologías, se crea un conglomerado; un dendograma que muestra la sucesión de uniones que fueron hechas entre conglomerados como se muestra en la Figura 1; que se deriva de las distancias entre los elementos de comparación entre las metodologías, dando como resultado coincidente que las seis metodologías comparadas consideran: EP, ES, FEE, FEP, E, GE, T, EU, C, C y P.

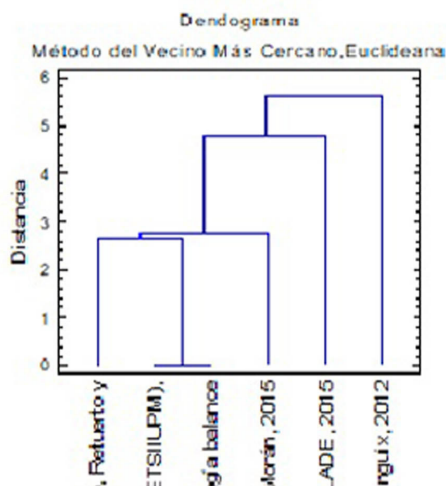


Figura 1. Dendograma del análisis clúster para las diferentes metodologías de balance energético municipal.

La metodología para el balance energético municipal a utilizar en esta investigación es la propuesta por la Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial y Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid (2017), esta metodología adaptada a las condiciones cubanas. La metodología



consta de 9 pasos. Los datos a utilizar para el desarrollo de la metodología serán del Anuario Estadístico Municipal y los actores determinados en el diagnóstico energético municipal por Campillo (2018).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esta metodología es adaptada a partir de la propuesta por Sánchez (2019), se aplica inicialmente en el municipio de Cienfuegos en el período 2012-2016. Sin embargo, en los resultados se muestra el año 2017 como resultado de las primeras acciones del gobierno local de Cienfuegos a incorporar la GEL en su gestión de gobierno.

Paso 1: Fuentes energéticas externas. Importaciones.

En este punto se consideran las fuentes energéticas externas del municipio de Cienfuegos, la Figura 2 evidencia un ligero decrecimiento en las importaciones de fuentes energéticas a partir del año 2013 aunque se mantiene considerable la dependencia de los productos petrolíferos en particular el combustible diésel que representa entre en 60-70% seguido del asfalto con 9-12%.

Paso 2: Fuentes energéticas propias en el municipio Cienfuegos. Generación de energía.

Las fuentes energéticas primarias propias en el municipio de Cienfuegos son principalmente las fuentes renovables de energía. a partir de la instalación, puesta en marcha y sincronización al Sistema Electroenergético Nacional (SEN) del Parque Solar Fotovoltaico de Cantarrana en el año 2013, aumenta considerablemente el consumo de fuentes primarias propias de energía como se muestra en la Figura 3 y, cómo la energía solar fotovoltaica va a representar el mayor porcentaje del consumo de fuentes energéticas primarias propias considerándose entre un 79 - 98% del total de la energía primaria propia consumida entre 2012 - 2017.

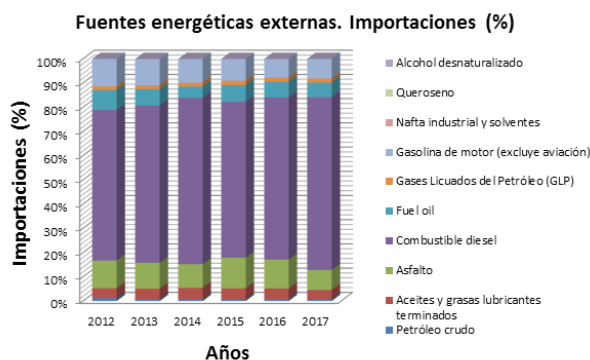


Figura 2. Fuentes energéticas externas o importaciones de Cienfuegos.

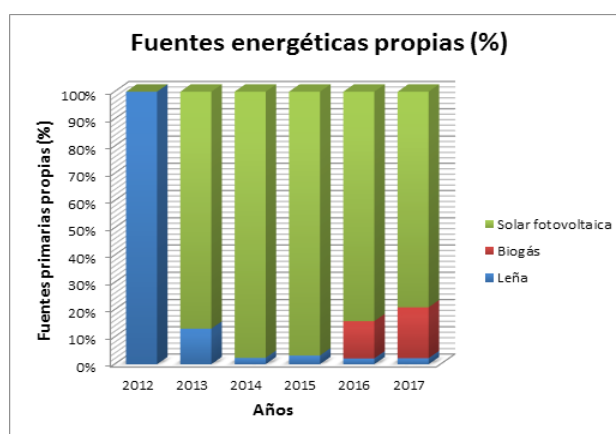


Figura 3. Fuentes energéticas propias. Producción primaria del municipio Cienfuegos.

Paso 3: Fuentes energéticas primarias propias frente a importaciones energéticas.

En la Figura 4 se observa que las importaciones energéticas suponen, en el periodo analizado, un porcentaje que varía entre el 86 - 99,6% mientras que, las fuentes primarias propias aprovechadas oscilan entre 144 y 5320 tep/año, suponiendo un porcentaje variable de 0,3 - 14% respecto del total.

Paso 4: Consumo de portadores energéticos secundarios

En este apartado se recogen los valores de consumo de energía secundaria en el municipio Cienfuegos. A través de la Figura 5 se evidencia el alto consumo de electricidad oscilando entre el 48 - 50% del total del consumo de energía secundaria en el municipio Cienfuegos entre 2012 y 2017. Además, se destaca el consumo de combustible diésel variando entre el 31 y 35% del total del consumo en dicho período de tiempo

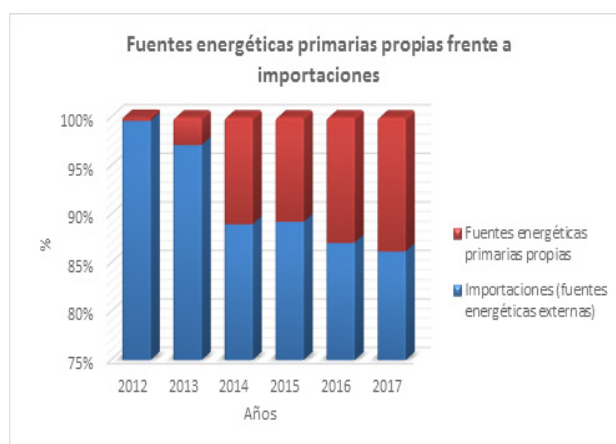


Figura 4. Fuentes energéticas propias. Producción primaria del municipio Cienfuegos.

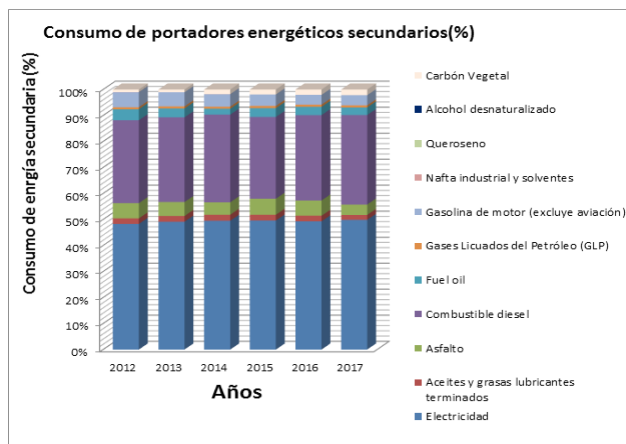


Figura 5. Consumo de portadores energéticos secundarios en el municipio Cienfuegos.

Paso 5: Consumo de petróleo crudo y derivados del petróleo por sectores en el municipio

Se recoge el consumo de petróleo crudo y derivados del petróleo por sectores en el municipio de Cienfuegos entre los años 2012 y 2017. El 2013 fue el año donde más se consumieron estos productos petrolíferos y el portador energético más consumido fue el combustible diésel con un valor aproximado de 146725,536 tep, siendo el sector más consumidor es la construcción con valores cercanos a las 62 mil tep.

Paso: 6 Generación bruta de energía eléctrica por fuente productora.

En la Figura 6 se muestra que las empresas de servicio público representan el mayor porcentaje de la generación bruta de energía eléctrica, representando entre el 96 y 98% del total de la energía eléctrica generada.

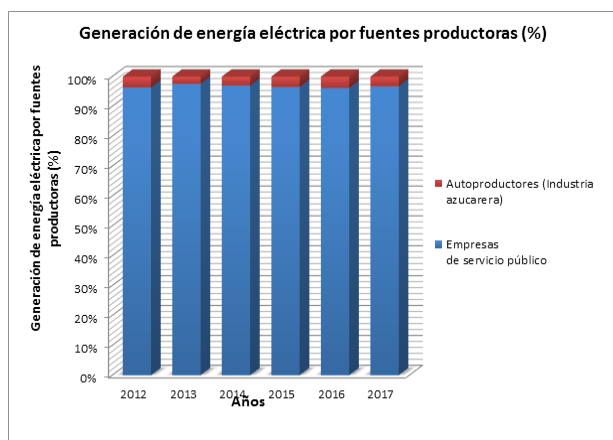


Figura 6. Generación bruta de energía eléctrica por fuente productora.

Paso 7: Generación bruta de electricidad por tipo de planta productora.

Se analizan los datos de generación bruta de electricidad por tipo de planta productora en el municipio, mostrando en la Figura 7 que a partir del año 2015 se incorporan otras plantas productoras para aumentar la generación bruta de energía eléctrica por esta vía.

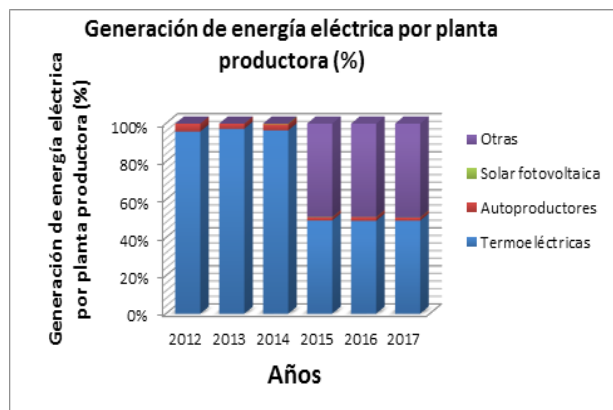


Figura 7. Generación bruta de energía eléctrica por planta productora.

Paso 8: Consumo total de energía eléctrica.

Los valores del consumo total de energía eléctrica en el municipio de Cienfuegos en el período objeto de estudio y en la Figura 8 se aprecia que la industria es el sector más consumidor de electricidad en los años analizados oscilando entre el 40 y 52% seguido del sector residencial con un 30 y 40%.

Paso 9: Consumo final de energía.

En la Figura 9 se puede observar un leve descenso en el consumo total de energía a partir del año 2013, reflejándose que la electricidad constituye la principal fuente de energía con una contribución del 45,2%, habiendo sufrido una reducción desde el año 2012 en el que representaba aproximadamente el 47,5% del consumo total de energía final. Por su parte, el combustible diésel representó entre el 29 y 32% del total de energía consumida entre los años 2012 y 2017.

Los valores de los consumos tanto de fuentes energéticas convencionales como de fuentes renovables de energía, se evidencia un crecimiento significativo de la utilización de las FRE entre los años 2012 y 2017, aumentando de aproximadamente un 2% a un 11% (Figura 10).

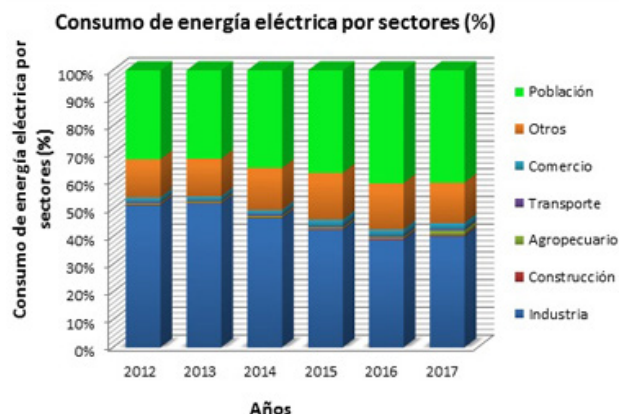


Figura 8. Consumo total de energía eléctrica.

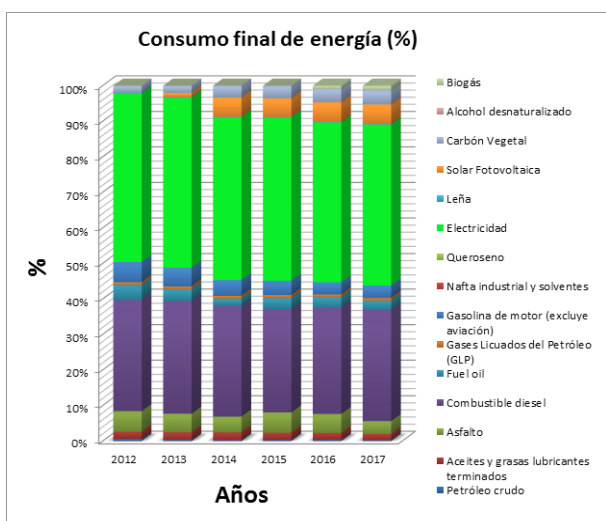


Figura 9. Consumo final de energía.

Dado el crecimiento paulatino del empleo de las fuentes renovables de energía en el municipio de Cienfuegos es posible proyectar el consumo de las mismas hacia el 2030.

Con potencialidades en el consumo de la leña dependerá de estudios de potencialidad que realice la Empresa Forestal de Cienfuegos. , biogás, solar fotovoltaica cuya proyección se basa en la capacidad de generación instalada en el parque solar fotovoltaico de Cantarrana, es necesario investigar si la Empresa Eléctrica de Cienfuegos tiene entre sus planes hacia el 2030 la instalación de nuevos parques solares fotovoltaicos en el municipio.

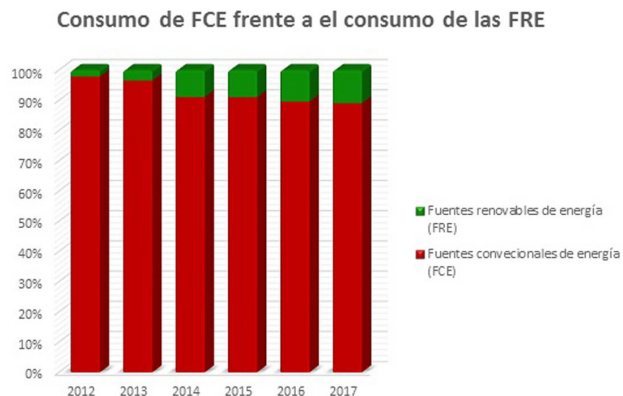


Figura 10. Consumo de fuentes convencionales de energía frente a fuentes renovables de energía.

Por otra parte, existen potencialidades de explotación de biomasa, al igual que la energía solar térmica y los residuos sólidos urbanos.

### Paso 10: Generación de GEI

La utilización de la herramienta Emigas permite el cálculo de las emisiones de GEI (CO<sub>2</sub>, Sox, Nox); en las figuras 11, 12 y 13 se muestran estos resultados.

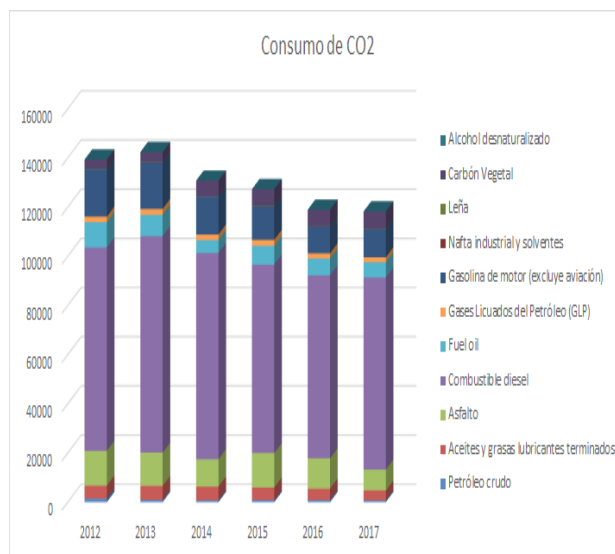


Figura 11. Generación de CO<sub>2</sub> por portador energético en el municipio.

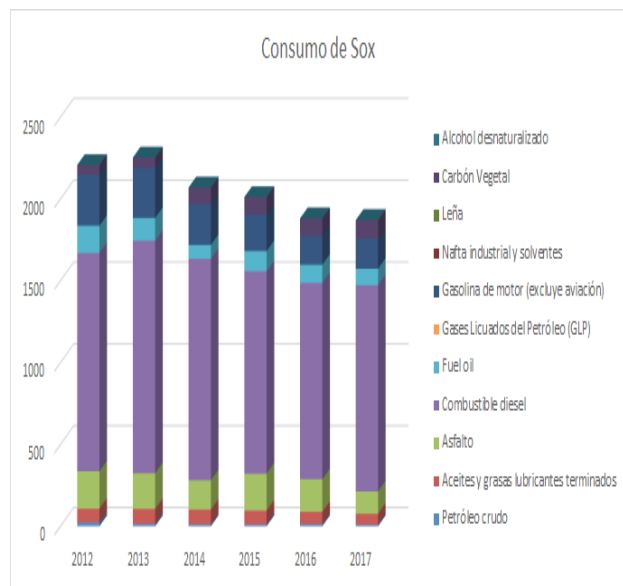


Figura 12. Generación de Sox por portador energético en el municipio.

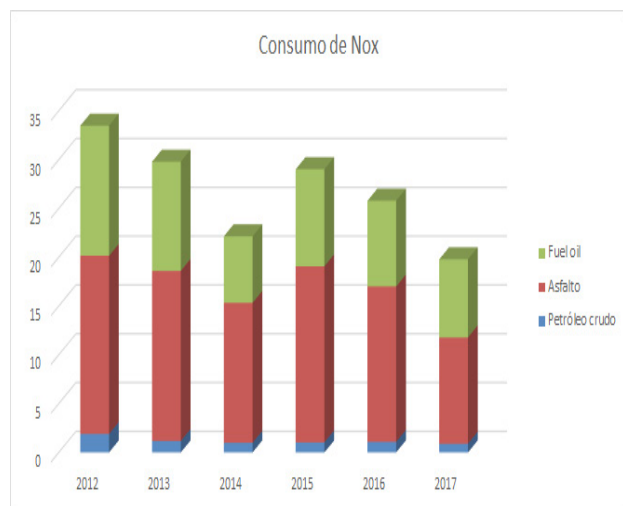


Figura 13. Generación de Nox por portador energético en el municipio.

De este análisis se concluye que el combustible diésel es el mayor emisor de  $\text{CO}_2$  y Sox, mientras que el asfalto es el mayor emisor de Nox a la atmósfera en el municipio de Cienfuegos.

El BEM en el municipio de Cienfuegos se calculó para el periodo 2012-2016, a partir de esa información se comienza a realizar acciones desde la EDESM en función de incorporar la GEL a la gestión de gobierno local del municipio de Cienfuegos con el Proyecto Asociado a Programa (PAP) "Modelo de Gestión Energética en los órganos cubanos de gobierno local". (Fase I y Fase II) y a partir del año 2021 en Fase III que responde a las

necesidades detectadas en su ejecución, con la propuesta para la utilización de fuentes renovables de energía en el sector residencial cubano con la utilización de paneles solares fotovoltaicos y gestión de los RSU, entre otros elementos (planificación e incidencia en la sociedad) de la GEL, así como la incorporación de otros proyectos como:

1. Proyecto "Gestión de residuos sólidos urbanos en la localidad cienfueguera. (Fase III)": que tributa al mejoramiento del Hábitat y la gestión eficiente de la Energía y el Medio Ambiente, temas identificados en las Líneas Directrices para la Colaboración Internacional aprobadas por el Consejo de la Administración Municipal de Cienfuegos dentro de la Estrategia de Desarrollo Local.
2. Proyecto gubernamental financiado por Cuba Cooperación Francia en la minindustria "La Oriental".

Es necesario destacar que todas estas acciones han estado enclavadas no solo en la EDESM en el municipio sino también en la Plataforma Articulada para el Desarrollo Integral Territorial (PADIT) que es un programa marco de apoyo al desarrollo territorial cubano que propicia: el fortalecimiento de capacidades institucionales en materia de planificación y gestión del desarrollo territorial; los procesos de descentralización; y el desarrollo económico y social a nivel territorial. PADIT en la actualidad transita por Fase II, pero presente en el territorio desde Fase I cuyo año de inicio fue el 2014. A PADIT se ha sumado el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA) de la Universidad de Cienfuegos como actor local desde la acción con estudiantes, profesores y especialistas desde el PAP y el proyecto internacional "A Cuban network of cleaner production (CP) centres and strengthening education and research on Cleaner Production", en conjunto con la Lovaina University en Bélgica; propiciando la integración de Gobierno local- Universidad.

Con resultado inicial en el 2017 se produjo una penetración de las FRE, por acciones del gobierno local del 0.6% equivalente a 422.6 tep que aunque pequeño son los primeros pasos hacia una GEL en Cuba.

## CONCLUSIONES

La revisión de diferentes metodologías de balance energético municipal en función de determinar los elementos que tienen en común utilizándose el análisis de conglomerado, dando como resultado la metodología BEM de la Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial y Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid adaptada para Cuba.

El BEM Cienfuegos permitió contabilizar todos los flujos energéticos del municipio, donde el portador energético



de mayor consumo es la electricidad en el sector estatal, siendo la industria el más representativo, seguido el combustible diésel correspondiente al sector estatal, el cual abarca la transportación de pasajeros y mercancía.

El BEM de Cienfuegos en el período 2012 - 2016 permitió contabilizar todos los flujos energéticos del municipio donde se refleja que la electricidad constituye la principal fuente de energía con una contribución del 45,2%, habiendo sufrido una reducción desde el año 2012 en el que representaba aproximadamente el 47,5% del consumo total de energía final. Por su parte, las FRE mostraron un ascenso notable de aproximadamente un 10% entre los años 2012 y 2017, lo cual permitió proyectar la matriz energética local.

Las primeras acciones del gobierno local de Cienfuegos de incorporar la GEL en su gestión de gobierno evidencian que solo al incidir en uno de sus elementos el uso de recursos energéticos locales se produjo una penetración de las FRE en el 2017 del 0.6% equivalente a 422.6 tep.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Internacional de la Energía. (2017). *Metodología Balance Energético*. <https://www.ariae.org/sites/default/files/2017-05/balance%20energ%C3%89tico%20metodolog%C3%8Da%20ben%20.pdf>
- Brandoni, C., & Polonara, F. (2012). The role of municipal energy planning in the regional energy-planning process. *Energy*, *48*, 323-338.
- Campillo, E. (2018). *Diagnóstico energético al municipio de Cienfuegos*. (Tesis de maestría). Universidad de Cienfuegos.
- Correa Soto, J., Borroto Nordelo, A., Alpha Bah, M., González Álvarez, R., Curbelo Martínez, M., & Díaz Rodríguez, A.M. (2014). Diseño y aplicación de un procedimiento para la planificación energética según la NC-ISO 50001:2011. *Ingeniería Energética*, *35*(1), 38-47.
- Correa Soto, J., Cabello Eras, J. J., Nogueira Rivera, D., Haeseldonckx, D., Sagastume Gutierrez, A., & Silva de Oliveira, L.F. (2018). Municipal Energy Management Model for Cuban First Level Municipalities. *Journal of Engineering Science and Technology Review*, *11* (6), 1-6.
- Correa Soto, J., González Pérez, S., & Hernández Alonso, Á. (2017). La gestión energética local: elemento del desarrollo sostenible en Cuba. *Revista Universidad y Sociedad*, *9*(2), 59-67.
- Díaz-Canel Bermúdez, M., & Fernández González, A. (2020). Gestión de gobierno, educación superior, ciencia, innovación y desarrollo local. *Retos de la Dirección*, *14*(2), 5-32.
- Enguix, I. (2012). *Balance energético y económico para el aprovechamiento de biomasa forestal en el término municipal de Enguera*. (Tesis de grado). Universidad Politécnica de Valencia.
- España. Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial-Universidad Politécnica de Madrid (2017). *Balance energético a la comunidad de Madrid, año 2017*. F212-UPM. <https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Sostenibilidad/EspeInf/Energia/CC/03Energia/3aBalance/Ficheros/BalanceEnergMadrid2017.pdf>
- Fernández González, A., & Núñez Jover, J. (2020). Creación de capacidades y desarrollo local: El papel de los centros universitarios municipales. Editorial Universitaria Félix Varela.
- Gómez Ceballos, D.J. & Morán Perafán, R. (2015). Análisis energético urbano usando metodologías de gestión integral de energía: un caso de estudio en la ciudad de Pastos. *Energética*, (45), 23–31.
- Gupta, J., & Vegelin, C. (2016). Sustainable development goals and inclusive development. *Int Environ Agreements*, *16*, 433-448.
- Lin, Q.G., & Huang, G.H. (2010). An inexact two-stage stochastic energy systems planning model for managing greenhouse gas emission at a municipal level. *Energy* *2010*, *35*, 2270-2280.
- Medina León, A., Nogueira Rivera, D., & Hernández Nariño, A. (2012). Consideraciones y criterios para la selección de procesos para la mejora: Procesos Diana. *Ingeniería Industrial*, *33*(3), 272-281.
- Mengelkamp, E., Bose, S., Kremers, E., Eberbach, J., Hoffmann, B., & Weinhardt, C. (2018). Increasing the efficiency of local energy markets through residential demand response. *Energy Informatics*, *1*(11).
- Milán García, J., UribeToril, J. J., RuizReal, J.L., & De Pablo Valenciano, J. (2019). Sustainable Local Development: An Overview of the State of Knowledge. *Resources*, *8*(31), 1-18.
- Organización Latinoamericana de Energía. (2015). Balance Energético – Metodología. OLADE.

- Ronco, P., Del Hoyo, S., & Retuerto, S. (2017). *Balances Energéticos Provinciales. Notas Metodológicas Y Consolidación de La Información. Serie 1: Provincias de La Rioja, Mendoza, Neuquén, Santa Cruz Y Tierra Del Fuego*. Dirección Nacional de Información Energética.
- Sánchez, D. (2019). *Balance energético al municipio de Cienfuegos*. (Tesis de grado). Universidad de Cienfuegos.
- Sperling, K., Hvelplund, F., & Mathiesen, B. V. (2011). Centralization and decentralization in strategic municipal energy planning in Denmark. *Energy Policy*, 39(3), 1338-1351.