



**Universidad de Cienfuegos**  
**Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales**  
**Carrera de Ingeniería Industrial**

# **TRABAJO DE DIPLOMA**

**Título: Matriz de fuentes renovables de energía del municipio de Cienfuegos**

**Cienfuegos**  
**2017**

**Autor: Kiala Muana Nfumu**

**Tutora: MSc. Ing. Jenny Correa Soto**

**Ing. Sandra Rodríguez Figueredo**



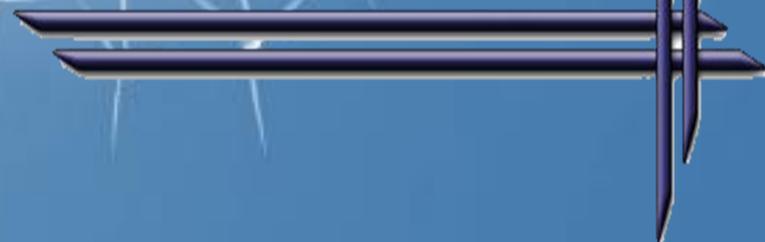
**PENSAMIENTO**

“Lo más importante es que las generaciones que nos suceden dependan de nosotros. No podemos robarle a nuestros niños su propio futuro”.

Ban Ki-moon



# DEDICATORIA



A Dios todo poderoso por darme la oportunidad del renuevo cada segundo, cada minuto, cada hora,..., cada momento en esta larga y difícil experiencia de vivir. Por ser muy misericordioso, fiel con sus promesas en mi vida y sobre todo por darme lucidez "peace, love and wisdom".

A todas personas que me han educado y siempre creyeron en mi pequeño potencial. Espero que estén orgullosos de mí.

Este triunfo no sería posible sin ustedes. El Diploma es mío pero los beneficios son y siempre serán para nosotros.

"Por arriba del conocimiento, nada más sino DIOS"!



# AGRADECIMIENTOS



Eternamente a: **Jehová "Dios" y a mi mamá Celestina!**

No existe espacio donde quepa todo lo que pueda escribir para agradecerles. Me reservo, mientras en silencio les brindo el mejor poema de agradecimientos que haya declamado.

A: **Mi familia**

Gracias por tenerme como un elemento importantísimo en su ajedrez, más que príncipe "Muana Nfumu" un rey, una pieza de protegida con todas fuerzas. Gracias por todo el apoyo, cariño y amor.

A: **Mi tía Florita**

Gracias por la soberana y privilegiada oportunidad. Sin usted estaría perdido en las complejas y peligrosísimas calles de Luanda. Te debo lo que solo Dios te retribuirá!

A: **Mi esposa "Edvalda. P. Marcelino"**

Gracias por existir y por estar siempre a mi lado. Gracias por ser amiga, hermana, novia y esposa. Gracias por ser una verdadera bendición para mí, por enseñarme a amar con ternura y respecto. Gracias por acompañarme en todas luchas, por ser mi escudo y mi espada. Gracias por amarme incondicionalmente! Te amo mucho mi "Nene", eres mi joya preciosa.

A: La Madre de mis Hijas

Gracias por el respaldo, la atención y el cariño constante. Te admiro muchísimo como mujer y madre. Que Dios te ilumine siempre y te haga una mujer de mucho suceso!

A: Mi Madre-Suegra

Por ser fuente de inspiración, Madre-Suegra incomparable (5 estrellas). Gracias por tenerme como un hijo y brindarme todo con amor de una verdadera madre. Te amo Sra. Luisa Marcelino!

A: Mis amigos y compañeros

A mi amigo-hermano *Gelson Kissua* por ser crítico y comprensible conmigo, por decirme las verdades aun cuando un hueco profundo se me abrirían, por acompañarme en mi vida académica con preocupación y motivarme,...Eres de lo que no aparecen por casualidad sino por bendición.

A *Frank Santana, Sandra Henríquez, Laidy Laura Padrón,...*, por ser los sacapuntas de mi lápiz. Gracias familia!

Muchísimas gracias a todos mis compañeros por estar presentes y ausentes.

A: Mi tutor y todos mis profesores

Mis Padres y mis Madres (desde la preparatoria al 5<sup>nto</sup> ano)... no words to describe how important have u been in my carrier and my life. I'm who I am because you existed first. I'm in owe of you!

Allowed me just to say: THANKS FOR ALL!

A: La Mamade todos los extranjeros de la UCF

*Sra. Lazara Pérez "Lachy",..., eres,..., uff...Aunque se inventen más "infinitos" adjetivos,..., por gusto, todo será mera composición. El léxico seguirá incompleto...*

¡¿Decir gracias será suficiente?!...Bueno...

A: Mi Gobierno

Por apostar en mí e incluirme en el marco estratégico, en el plan de formación de cuadros y profesionales que puedan posteriormente contribuir para el desarrollo socio-económico del país.

Al: Gobierno y al pueblo cubano

Por aceptarme como un hijo entre los suyos.

La deuda que tengo con ustedes, ningún bien material lo paga. Solo testimoniare en toda mi vida que con ustedes no me he sentido en casa y con la familia sino que he estado en casa y con la familia.

Gracias por el cariño, por la gran ayuda de hacer realidad mis sueños.

Gracias por ayudarme a renacer y crecer.

Gracias por hacerme revolucionario.

Muchas gracias a todos los que me apoyan.



**RESUMEN**

## **Resumen**

La presente investigación titulada "Matriz de fuentes renovables de energía del municipio de Cienfuegos" tiene como objetivo general determinar la matriz de fuentes renovables de energía del municipio de Cienfuegos; debido a las fuentes renovables de energía son recursos que deben considerar los gobiernos locales en su gestión.

En el desarrollo de la investigación se realiza la revisión de literatura de impacto que aborda la temática de la eficiencia y gestión energética municipal, las fuentes renovables de energía su desarrollo en el mundo y en Cubas. Se utilizan técnicas y herramientas tales como: entrevistas, revisión de documento, trabajo con expertos, tormenta de ideas, concertación de actores, diagrama causa-efecto, 5Ws y 2Hs, análisis de variabilidad, gráficos de control, tendencia, tabulación de datos y pronósticos para el análisis de la información sobre la fuentes renovables de energía, así como la utilización del software Statgraphics para el análisis estadístico y la herramienta informática MapInfo.

**Palabras claves:** fuentes renovables de energía, gestión energética municipal, gobierno local, municipio.



## **Summary**

The present research entitled "Matrix of renewable sources of energy of the municipality of Cienfuegos" has as general objective to determine the matrix of renewable sources of energy of the municipality of Cienfuegos; Because renewable energy sources are resources that local governments must consider in their management.

In the development of the research is carried out the review of impact literature that addresses the issue of efficiency and municipal energy management, renewable energy sources its development in the world and in Cuba. Techniques and tools such as interviews, document review, work with experts, brainstorming, stakeholder consultation, cause and effect diagram, 5Ws and 2Hs, variability analysis, control charts, trend, data tabulation and forecasting are used For the analysis of information on renewable energy sources, as well as the use of Statgraphics software for statistical analysis and the MapInfo computing tool.

**Keywords:** renewable energy sources, municipal energy management, local government, municipality.



## Índice

Resumen

Summary

Introducción

Capítulo I: Las fuentes renovables de energías en la gestión energética .....	5
1.1 Introducción .....	5
1.2 Eficiencia y gestión energética.....	6
1.2.1 Eficiencia energética .....	6
1.2.2 Gestión energética.....	6
1.3. Norma internacional ISO 50 001: 2011.....	7
1.4 Fuentes de energía.....	9
1.5 Fuentes de energías renovables .....	10
1.5.1 Clasificación de las energías renovables.....	10
1.5.2 Características y funciones de las energías renovables.....	11
1.6 Utilización de las fuentes renovables de energías en el mundo.....	17
1.7 Agenda 2030 .....	19
1.8 Integración de las fuentes de energías en los municipios del mundo.....	20
1.9 Potencialidades de las fuentes renovables de energías en los municipios del mundo .....	22
1.9.1 Energías renovables como política de Estado.....	22
1.10 Política del estado cubano para el uso de las fuentes renovables de energía .....	23
1.10.1 Política aprobada en 2014 .....	24
1.11 Potencial energético para las fuentes renovables de energía en Cuba.....	26
1.12 Uso de fuentes renovables de energías en los municipios de Cuba.....	29
1.13 Conclusiones parciales del capítulo .....	30
Capítulo II: Análisis de la Gestión energética en municipio de Cienfuegos .....	31
2.1 Introducción .....	31
2.2 Caracterización energética de Cuba .....	31
2.2.1 Generación de energía en Cuba.....	31
2.2.2 Consumo de energía en Cuba .....	37
2.3 Caracterización energética de la provincia de Cienfuegos .....	41
2.3.1 Generación de energía en la provincia de Cienfuegos .....	42
2.3.2 Consumo de energía en la provincia de Cienfuegos.....	43
2.4 Caracterización energética del municipio de Cienfuegos.....	46

2.4.1 Método de Expertos .....	49
2.4.2 Análisis de la gestión energética local en el municipio de Cienfuegos.....	51
2.5 Procedimiento para el diagnóstico energético municipal en Cuba .....	54
2.6 Alcance de la investigación .....	55
2.7 Conclusiones parciales del capítulo .....	55
Capítulo III: Actualización de las fuentes renovables de energía en el municipio de Cienfuegos.....	56
3.1 Introducción.....	56
3.2 Inventario de las principales acciones desarrolladas para la reducción del consumo primario de energía en el municipio de Cienfuegos.....	56
3.2.1 Análisis de la información referente a las fuentes renovables de energía.....	58
3.3. Propuesta de la Matriz de FRE para el municipio de Cienfuegos .....	77
3.4 Conclusiones parciales del capítulo .....	79
Conclusiones generales.....	80
Recomendaciones.....	81
Bibliografía	
Anexos	



# INTRODUCCIÓN



## **Introducción**

Las energías renovables han constituido una parte importante de la energía utilizada por los humanos desde tiempos remotos, especialmente la solar, la eólica y la hidráulica. Buenos ejemplos de su utilización de las energías renovables lo constituyen la navegación a vela, los molinos de viento o de agua y las disposiciones constructivas de los edificios para aprovechar la del sol. (González, 2016).

Con el invento de la máquina de vapor por James Watt en el 1769, se abandona estas formas de aprovechamiento de energía, por considerarse inestables en el tiempo y se comienzan a utilizar cada vez más los motores térmicos y eléctricos, en una época en que el consumo de energía era escasa y por consiguiente no hacía prever un agotamiento de las fuentes convencionales de energía, ni otros problemas ambientales que posteriormente a finales del siglo XX fueron perceptibles (González, 2016).

Hacia la década del 70 del siglo XX las energías renovables se consideraron una alternativa a las energías tradicionales, tanto por su disponibilidad presente y futura garantizada (a diferencia de los combustibles fósiles que precisan miles de años para su formación) como por su menor impacto ambiental en el caso de las energías limpias, y por esta razón fueron llamadas energías alternativas. Actualmente muchas de estas energías son una realidad, a través de las tecnologías energéticas renovables. (González, 2016).

La participación de las tecnologías energéticas renovables crece a nivel mundial en 20% anual, si se tienen en cuenta todas sus manifestaciones. La mayoría de los países desarrollados invierten sumas millonarias para poner en explotación las diversas fuentes renovables de energía (FRE), por ser limpias y sobre todo sostenibles. Los mayores progresos se observan en las energías eólica y fotovoltaica, también se aprecian avances importantes en los biocombustibles y en el empleo de residuos sólidos urbanos. (Rodríguez, 2016).

Por otra parte cuando se habla de energía se consideran los términos eficiencia energética y gestión de la energía (Borroto, 2002), términos generalmente relacionados con las organizaciones industriales y de servicios, sin embargo abarca a toda la sociedad (Correa et al, 2017), donde se reconoce a las zonas urbanas como consumidores significativos de energía y grandes emisores de CO<sub>2</sub> al medioambiente; por lo que GE es una necesidad a escala

urbana o municipal (Elnakat & Gómez, 2015, Correa et al. 2017), y que los gobiernos locales lo integren

a

su gestión pública. La importancia de esta integración es que los gobiernos locales fomenten la eficiencia energética y el uso de las FRE, debido a su influencia sobre los sectores de la sociedad, y la promoción de políticas y programas para el uso de la energía (Erario, 2010; Correa et al, 2017). Existen diferentes experiencias en el mundo donde se gestiona la energía considerando las FRE en la matriz de generación y consumo de un municipio, propiciando de algunos municipios se comiencen a certificar por la norma internacional ISO 50 001 referente a los Sistemas de Gestión de la energía, ejemplos lo constituyen los municipios de Bad Eisenkappel en Austria, Soto de Real en España, Atlacomulco de Fabela en México y Abu Dhabi en Emiratos Árabes Unidos (BSI, 2015, Correa et al, 2016).

Cuba, a pesar de ser un país en vía de desarrollado, no está de espalda ante esta realidad; pobre en recursos convencionales de energía pero rico en sus potencialidades por las FRE, el país apuesta en la diversificación de su matriz energética. Promoviendo un mayor uso y diversificación de las FRE en su esquema energético, en lo cual ya cuenta con un programa dirigido a incrementar la independencia en esa rama, reducir los costos y aumentar la eficiencia y seguridad en el suministro de electricidad a todos los sectores de la economía y a la población (Moreno, 2016)

En Cuba en el año 2011 se proyectó la actualización del Modelo Económico y Social, aprobándose en el marco del VI Congreso del Partido Comunista de Cuba (PCC) los lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución, a la eficiencia energética en los lineamientos 135, 251, 245, 252, 254 y al desarrollo de las fuentes renovables de energía contenidos en los lineamientos 113, 131, 247 y 267 (Rodríguez, 2016). En el año 2014 se aprueba la política para el desarrollo prospectivo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía (Puig, 2014); y por último en el 2016 la declaración la protección de los recursos y el medioambiente como dimensiones del desarrollo sostenible y ejes estratégicos para el Plan de desarrollo económico y social hasta el 2030 (Correa et al, 2017).

En ese sentido se han encaminado un grupo de proyectos referidos a la posibilidad de utilizar la energía renovable, principalmente la eólica y la solar mediante paneles de celdas fotovoltaicas que la convierten en electricidad. Como línea estratégica para el desarrollo de estas fuentes de energías, se han sometido a prueba diversas tecnologías, incluyendo aquellas diseñadas para soportar los fuertes huracanes que azotan al país. Se han identificado como potencial eólico el extremo occidental de Pinar del Río, la Isla de la Juventud, la costa norte de las provincias de Holguín hasta Villa Clara y el noroeste de la región oriental de Cuba. Se han ejecutado

mediciones de la velocidad del viento a 50 metros de altura en puntos seleccionados de estas macro localizaciones para conocer los sitios más idóneos y se han dado pasos que permitieron conocer las potencialidades de la energía eólica en todo el país (Rodríguez, 2002; Camacho, 2016).

La provincia de Cienfuegos (la tercera más pequeña del país) se caracteriza como una provincia industrial y de alto consumo energético. Solo en el año 2014 el consumo de energía eléctrica supero los 3 000 000 MWatt, de ellos 55,5 % corresponde al sector estatal y el 44,5 % al sector privado (siendo de este 42,9 % al sector residencial). En la provincia se han llevado a cabo ambiciosos proyectos de instalación de parques fotovoltaicos para el incremento de la capacidad de generación y conexión a la red de distribución (Fernández, 2015; R. Digital, 2015; Martínez, 2016).

En el año 2016 se acciona en el municipio de Cienfuegos diseñando un procedimiento para el diagnóstico energético local con el objetivo de conocer las características energéticas de generación y consumo del municipio con alcance al diagnóstico sector residencial; (Ávila, F, 2016; Aureliano, G, 2016; Cantero, A, 2016; Fernández, L, 2016; Nápoles, O, 2016 & Rodríguez, S, 2016) se evidencio la tendencia al aumento del consumo y todo sustentado sobre el uso de combustibles fósiles. Considerando el mes de julio de mayor consumo en este sector un solo mes representa 155.22 GWh, que representan un subsidio del país equivalente a 13 Millones de pesos. Lo que hace una necesidad el empleo de FRE en la matriz energética de generación y consumo municipal, y que de ser considerada gestión de la energía por el gobierno local.

Todo lo anteriormente mencionado constituye la situación problemática de la investigación, declarándose como **Problema de Investigación** el siguiente: ¿Cómo conocer las fuentes renovables de energía presentes en el municipio de Cienfuegos?

En correspondencia al problema declarado se plantea el **Objetivo General** de la investigación que consiste en: Determinar la matriz de fuentes renovables de energía del municipio de Cienfuegos

Para alcanzar el objetivo general antes expuesto se proponen los **objetivos específicos** siguientes:

1. Realizar un análisis documental referente eficiencia energética, la gestión energética, las fuentes renovables de energía su uso en el mundo y Cuba.

2. Realizar la caracterización energética de Cuba, la provincia de Cienfuegos y el municipio de Cienfuegos.
3. Actualizar las fuentes renovables de energía en el municipio de Cienfuegos.

La investigación se estructura de la siguiente forma:

Capítulo I: En este se realiza un estudio documental sobre generalidades sobre la eficiencia energética, la gestión energética, caracterización y utilización de las fuentes renovables de energía, su desarrollo a nivel internacional y en Cuba, que manifiesten la actualidad y pertinencia de la investigación.

Capítulo II: Se realiza la caracterización energética de Cuba, de la provincia de Cienfuegos y el municipio de Cienfuegos, se hace un análisis de la gestión energética local (GEL) en el municipio de Cienfuegos, determinándose las causas que la afectan, estableciéndose un plan de mejora el respecto.

Capítulo III: Se realiza la actualización de las FRE del municipio a través del procedimiento para diagnóstico energético municipal en Cuba, a través de la concertación de actores que gestiona y registran la información referente a las FRE y se propone la matriz de FRE del municipio de Cienfuegos.

Otros elementos que constituyen la investigación son: Resumen, summary, introducción, conclusiones generales, recomendaciones, bibliografía y anexos.

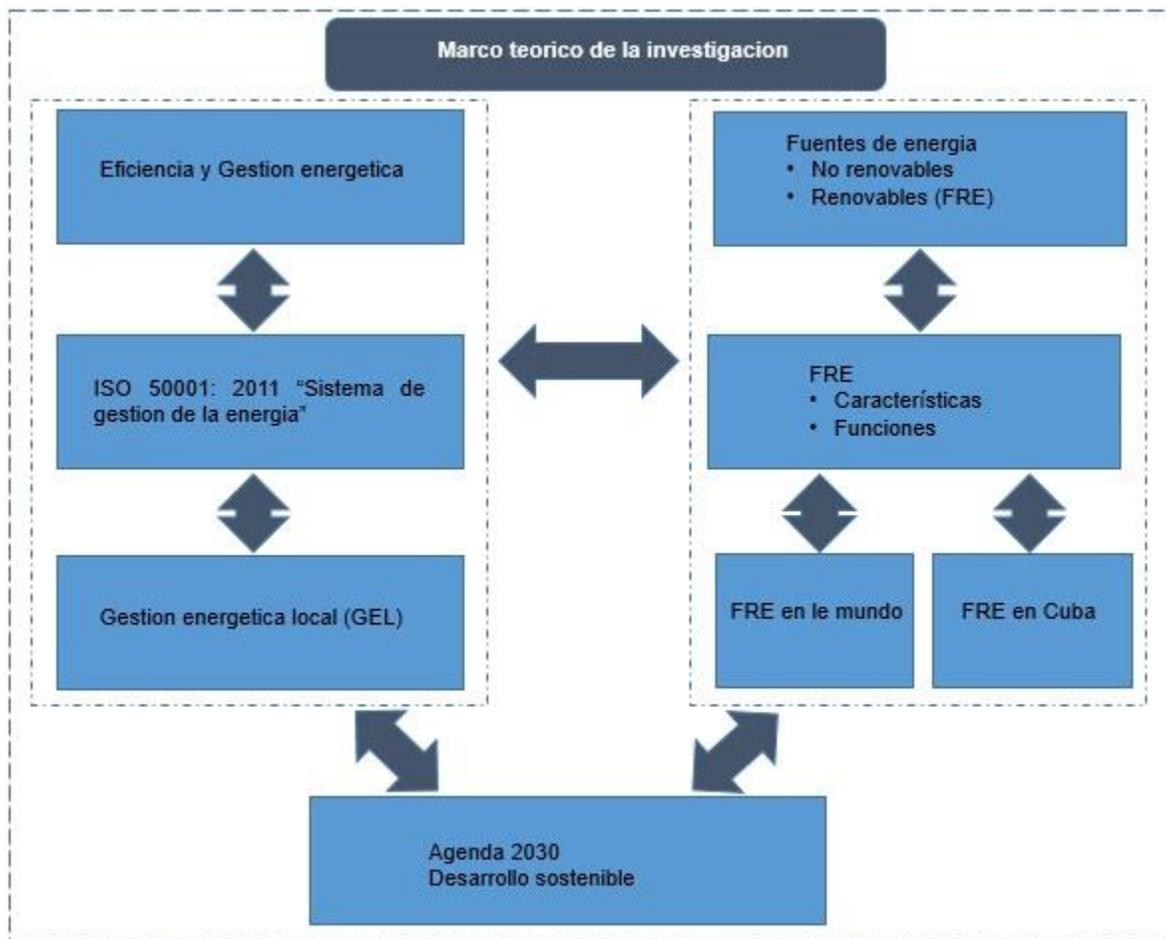


# CAPÍTULO 1

## Capítulo I: Las fuentes renovables de energías en la gestión energética

### 1.1 Introducción

En la construcción del marco teórico para esta investigación se hace imprescindible la revisión bibliográfica que la sustenta en función de la temática a abordar, por lo que se procede a realizar una revisión de documentos relacionados con la eficiencia energética, gestión energética, la norma ISO 50 001: 2011, las fuentes de energía renovables, el desarrollo local (DL), la gestión energética local (GEL). Para su comprensión se presenta en la Figura 1.1



**Figura 1.1:** Hilo conductor de la Investigación. **Fuente:** Elaboración propia.

## **1.2 Eficiencia y gestión energética**

Según, (Sawaengsak; Silalertruksa; Bangviwat & Gheewala, S; 2014), la creciente demanda energética fundamentada por el desarrollo acelerado de algunos países ha propiciado una competencia intensa por el control de las reservas de petróleo, incluyendo que los mercados petroleros presentan como principal tendencia la inestabilidad de los precios. Es necesario considerar que los problemas energéticos tienen cada vez más importancia en el mundo, los de mayor relevancia los constituyen el acceso a la energía, la volatilidad de los precios y los impactos negativos en el medioambiente donde la emisión de gases de efecto invernadero se considera la principal causa de la elevación de la temperatura de la tierra y los océanos, provocando el cambio climático (Valkila, 2013).

### **1.2.1 Eficiencia energética**

Una de las vías más importantes para mitigar el cambio climático es remover los obstáculos que impiden que se realicen mejoras en la eficiencia energética tanto en la industria, los servicios, los hogares y la sociedad, donde se hace necesario un cambio en la forma de gestionar (Saari, 2013).

El término eficiencia energética implica lograr un nivel de producción o servicios, con los requisitos establecidos por el cliente, con el menor gasto energético posible y la menor contaminación ambiental (Borroto, 2002).

Por lo que el sector energético demanda el uso de energía limpia, con la adopción de tecnologías basadas en las FRE, requiriendo innovación que aumente el desempeño y disminuya costos así como los efectos adversos al medio ambiente (Cheon & Urpelainen, 2010; Bayer, 2013).

### **1.2.2 Gestión energética**

Es parte del sistema de gestión de una organización dedicada a desarrollar e implementar una política energética. La gestión energética (GE) o administración de la energía es un subsistema de la gestión empresarial que abarca las actividades de administración y aseguramiento que le confieren a la organización la aptitud para satisfacer de forma eficiente sus necesidades energéticas (Borroto, 2006).

Con la aprobación de la norma ISO 50 001: 2011 "*Energy Management Systems – Requirements with guidance for use.*" por la Organización Internacional de Normalización (ISO), como resultado de normas técnicas desarrolladas por países como Dinamarca en el año 2001, Suecia en el 2003, Estados Unidos e Irlanda en el 2005, España en el 2007 y la Unión Europea

en el 2009 (Correa, 2014); ha traído como consecuencia el aumento del interés internacional en la GE. Por este motivo para muchas organizaciones la GE se ha convertido en una prioridad por lo que las organizaciones se esfuerzan en reducir los costos de energía, ajustándose a los requisitos reglamentarios y mejorar su imagen corporativa (Antunes, 2014; Jovanović & Filipović, 2016).

### **1.3. Norma internacional ISO 50 001: 2011**

La solicitud para el desarrollo de la norma internacional ISO 50 001:2011 de gestión de la energía provino de la Oficina de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI), quien reconoció que la industria necesita plantear una respuesta efectiva al cambio climático.

El objetivo de este estándar internacional es permitir a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar el rendimiento en el uso de la energía. El estándar lleva a reducciones de costo, emisiones de gases de efecto invernadero y otros impactos ambientales por medio de la gestión sistemática de la energía. Es aplicable a todo tipo de organizaciones independientemente de su ubicación geográfica, condiciones culturales o sociales. La implementación acertada depende del compromiso de todos los niveles y funciones de la organización y sobre todo de la dirección superior (NC-ISO 50001: 2011).

La norma define los requisitos para un sistema de gestión energética (SGE), para desarrollar e implantar una política energética, establecer objetivos, metas y planes de acción, teniendo en cuenta los requisitos legales y la información pertinente al uso significativo de energía. La ISO 50001: 2011 no fija objetivos para mejorar la eficiencia energética, esto depende de la organización usuaria o de las autoridades reguladoras, significa que cualquier organización independientemente de su dominio actual de gestión de la energía, puede aplicarla para establecer una línea de base y luego mejorarla a un ritmo adecuado a su contexto y capacidades.

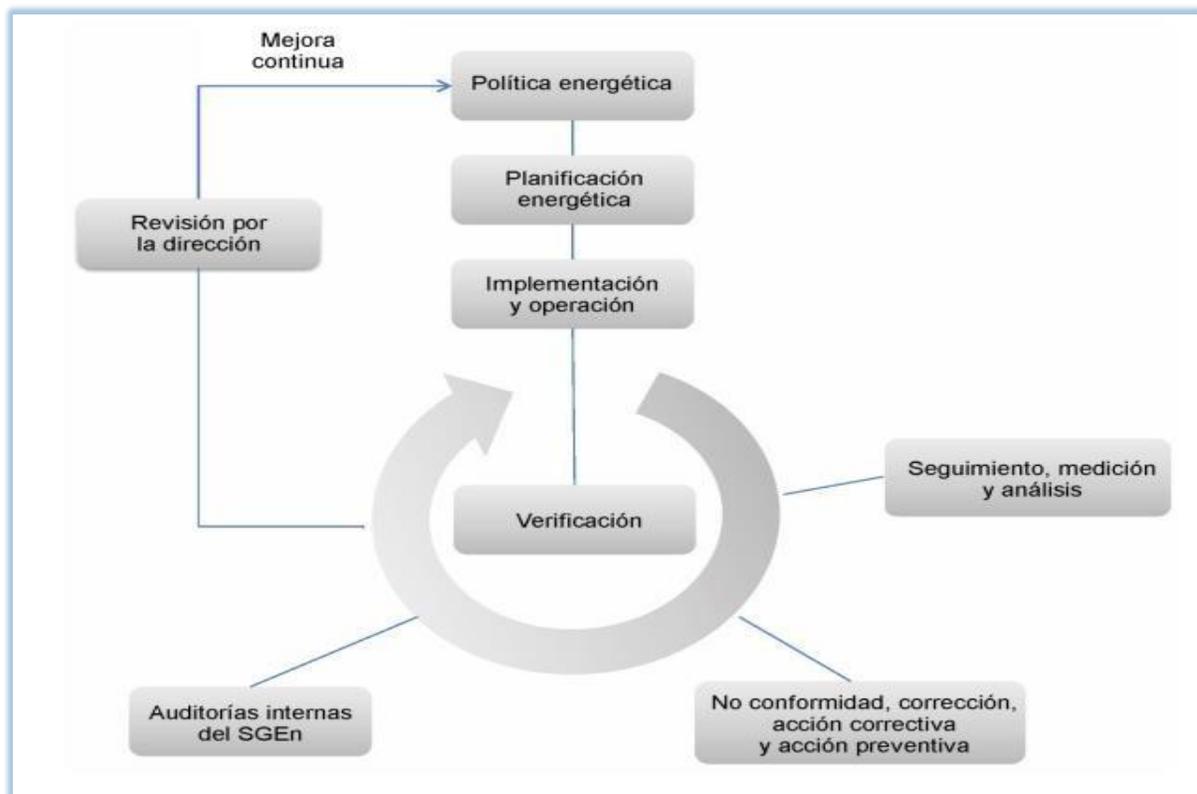
Se basa en el ciclo de mejora continua Planear-Hacer-Verificar-Actuar e incorpora la gestión energética en las prácticas organizacionales diarias (Correa, 2014).

La ISO 50 001: 2011 provee un marco de requisitos que permite a las organizaciones:

- Desarrollar una política para un uso más eficiente de la energía.
- Fijar metas y objetivos para cumplir con la política.

- Utilizar los datos para entender mejor y tomar decisiones sobre el uso y consumo de energía.
- Medir los resultados.
- Revisar la eficacia de la política.
- Mejorar continuamente la gestión de la energía.

La aplicación global de esta norma contribuye a lograr un uso más eficiente de las fuentes de energía disponibles, incrementar la competitividad y reducir el impacto ambiental. Las bases de este enfoque se muestran a continuación en la Figura 1.2.



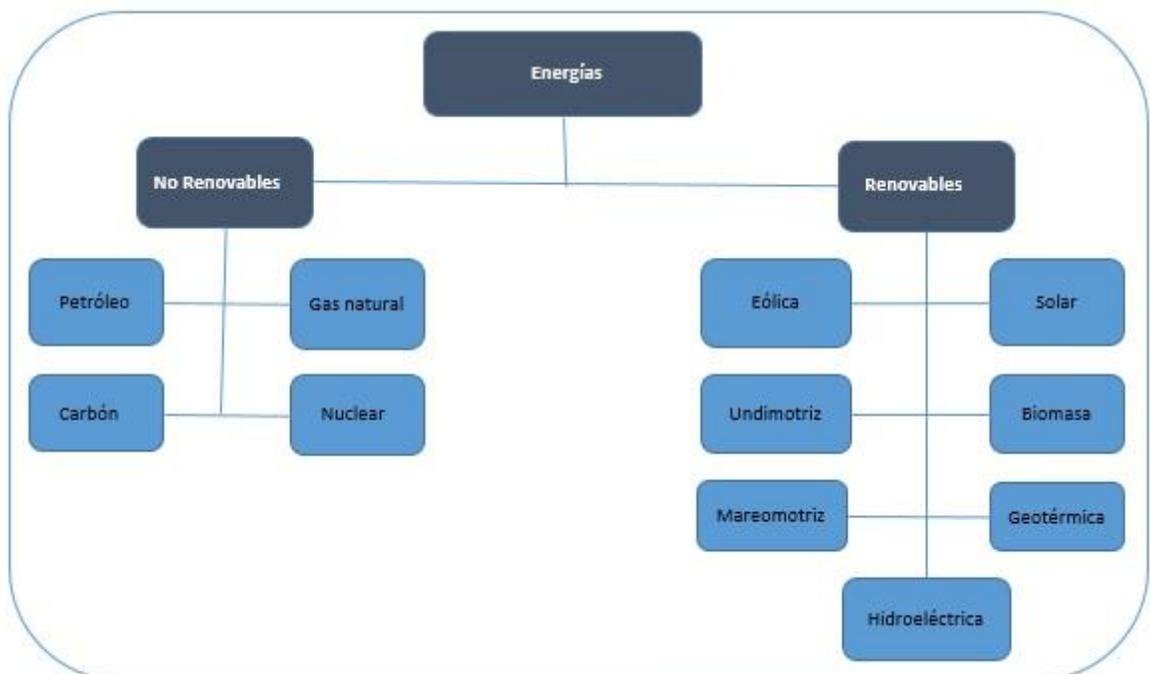
**Figura 1.2:** Modelo de sistema de gestión de la energía ISO 50 001: 2011. **Fuente:** (NC-ISO 50001: 2011).

La ISO 50 001 se encuentra estrechamente alineada con las normas ISO 9 001: 2015 (gestión de calidad) y la ISO 14 001: 2015 (gestión medioambiental). Estas tres normas son ampliamente implementadas en las organizaciones, y la integración de un SGE dentro estos sistemas ya existentes, debe ser relativamente sencilla (Correa, 2014). Los principales beneficios de la norma se muestran en la Tabla 1, resumen en el anexo 1.

## 1.4 Fuentes de energía

La demanda y consumo de energía están estrechamente relacionados con el desarrollo sustentable y la calidad de vida. La energía es esencial para la satisfacción de muchas necesidades. Sin ella sería imposible la producción de bienes y servicios, así como la realización de labores cotidianas como cocinar, calentarse, viajar de un lugar a otro, comunicarse o iluminar una casa u oficina. El flujo de materiales necesarios para mantener estas actividades depende de la existencia y disponibilidad de fuentes de energía. La Energía es la capacidad de los cuerpos, o de un conjunto de ellos, para efectuar un trabajo; es lo que permite que un cuerpo se mueva o se desplace, o bien que cambie sus propiedades (Santana, 2013).

Las fuentes energéticas son aquellos recursos o medios capaces de producir algún tipo de energía para luego consumirla. En la figura 1.3 se muestra de forma resumida estas fuentes y como pueden clasificarse.



**Figura 1.3:** Clasificación de las fuentes de energías. **Fuente:** Elaboración propia.

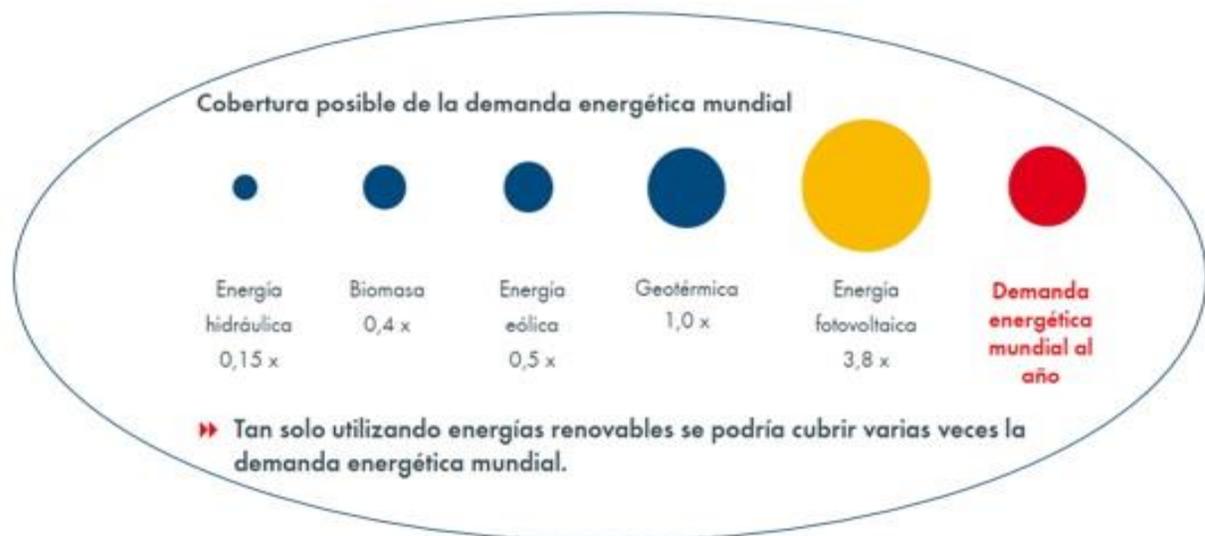
**Energías Renovables:** Se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Las energías renovables son ilimitadas y permiten reducir las emisiones

nocivas para el clima. Pueden regenerarse, lo que permite prever su disponibilidad futura. Es el caso de ríos, olas, sol, viento, mareas, biomasa (leña y residuos), calor de la tierra.

Energías no renovables: existen en cantidad limitada en la naturaleza, lo que supone su eventual agotamiento. Por ejemplo, el carbón, petróleo, gas natural, energía nuclear (Santana, 2013).

### 1.5 Fuentes de energías renovables

Entre las energías renovables se cuentan la eólica, geotérmica, hidroeléctrica, mareomotriz, solar (térmica y fotovoltaica), undimotriz, la biomasa y los biocombustibles. Solo con energía fotovoltaica se podría cubrir 3,8 veces la demanda energética mundial (Santana, 2013; González, 2016) tal como se muestra en la figura 1.4 a continuación.



**Figura 1.4:** Cobertura posible de la demanda energética mundial. **Fuente:** (SMA, 2013).

#### 1.5.1 Clasificación de las energías renovables

Las fuentes renovables de energía pueden dividirse en dos categorías: No contaminantes o limpias y contaminantes (Santana, 2013).

1. Las no contaminantes, que son las realmente renovables, se obtienen a partir de la materia orgánica o biomasa, y se pueden utilizar directamente como combustible (madera u otra materia vegetal sólida), bien convertida en bioetanol o biogás mediante procesos de fermentación orgánica o en biodiesel, mediante reacciones de transesterificación.

2. Las energías de fuentes renovables contaminantes tienen el mismo problema que la energía producida por combustibles fósiles: en la combustión emiten dióxido de carbono, gas de efecto invernadero, y a menudo son aún más contaminantes puesto que la combustión no es tan limpia, emitiendo hollines y otras partículas sólidas. Sin embargo se encuadran dentro de las energías renovables porque el dióxido de carbono emitido será utilizado por la siguiente generación de materia orgánica.

### **1.5.2 Características y funciones de las energías renovables.**

Energía es la capacidad de los cuerpos, o de un conjunto de ellos, para efectuar un trabajo; es lo que permite que un cuerpo se mueva o se desplace, o bien que cambie sus propiedades. La demanda y consumo de energía están estrechamente relacionados con el desarrollo sustentable y la calidad de vida. La energía es esencial para la satisfacción de muchas necesidades.

Las fuentes energéticas son aquellos recursos o medios capaces de producir algún tipo de energía para luego consumirla.

#### **1.5.2.1 Energía hidráulica (Hidroeléctrica)**

La energía hidráulica, o hidroenergía, es la tecnología más antigua empleada para la producción de electricidad. Una quinta parte de la electricidad producida en el mundo proviene de ella.

Uno de los recursos más importantes cuantitativamente en la estructura de las energías renovables es la procedente de las instalaciones hidroeléctricas donde se aprovechan la energía potencial del agua o la cinética para mover las turbinas y generadores que producen la electricidad (González, 2016).

En forma general, el agua que fluye y cae a través de las cortinas de las presas, saltos de agua, etc. se lleva por conductos para hacer girar las aspas de las turbinas, las que a su vez hacen girar los generadores.

#### **1.5.2.2 La biomasa**

Es una fuente de energía procedente de manera indirecta del sol y puede ser considerada una energía renovable siempre que se sigan unos parámetros medioambientales adecuados en su uso y explotación.

La formación de biomasa a partir de la energía solar se lleva a cabo por el proceso denominado fotosíntesis vegetal que a su vez es desencadenante de la cadena biológica. Mediante la fotosíntesis las plantas que contienen clorofila, transforman el dióxido de carbono y el agua, productos minerales sin valor energético, en materiales orgánicos con alto contenido energético y a su vez sirven de alimento a otros seres vivos. La biomasa mediante estos procesos almacena a corto plazo la energía solar en forma de carbono. La energía almacenada en el proceso fotosintético puede ser posteriormente transformada en energía térmica, eléctrica o carburantes de origen vegetal (R. Digital, 2014).

El biogás es un producto natural generado por las bacterias contenidas en la biomasa. Se produce durante la fermentación en ausencia de oxígeno, lo que se conoce como fermentación anaerobia. Su potencialidad se encuentra en el tratamiento de residuales contaminantes en vaquerías, unidades porcinas y avícolas, destilerías, mataderos, fábricas de conserva, procesadoras de café, residuos sólidos urbanos y restos de cosecha.

El resultado final del biogás proviene de la combustión para utilizarse directamente como energía térmica, o en ciclos combinados de calor y potencia.

La biomasa cañera se emplea como fuente de energía desde hace cientos de años, para producir calor, y posteriormente electricidad. Cuando se combinan ambos procesos se le conoce como cogeneración. Más de 1 350 millones toneladas de caña se producen cada año en el mundo (FAO-WADE, 2004). Una alta eficiencia de cogeneración en la industria azucarera pudiera producir 25% de la energía que consume el mundo (WADE, 2004).

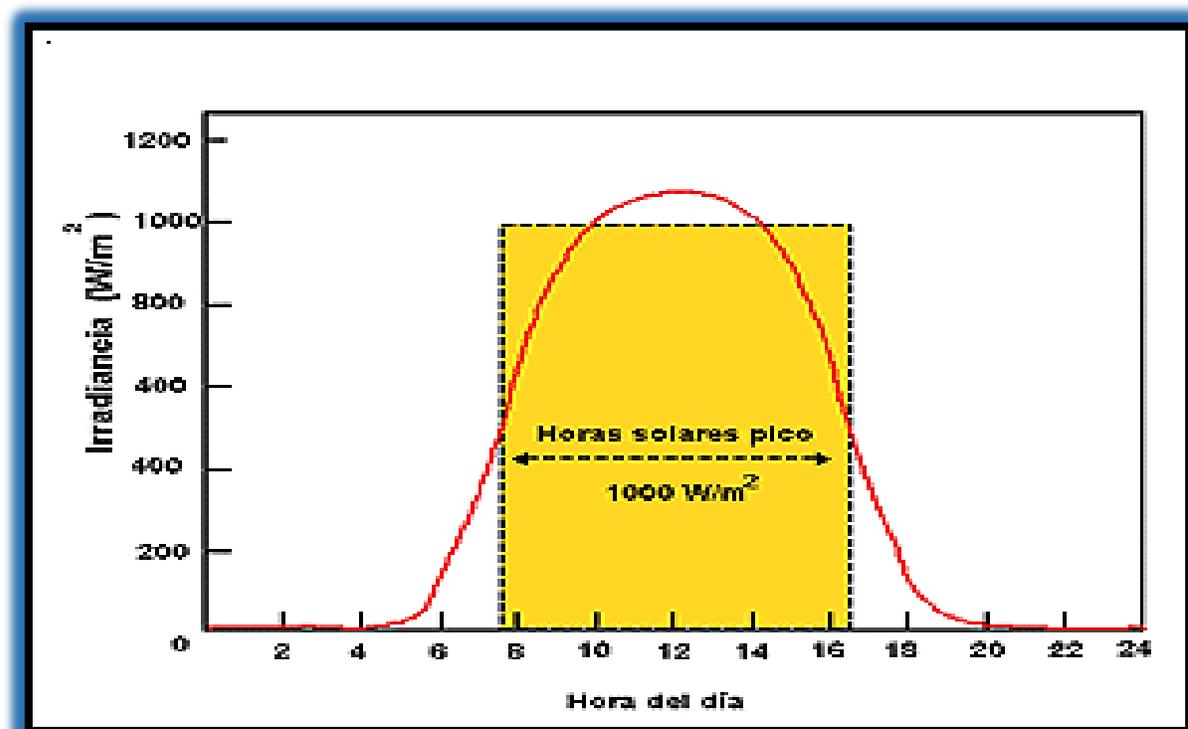
En países desarrollados, la eficiencia de la tecnología de cogeneración es de más de 100 kWh por cada tonelada de caña procesada. Con 1 350 millones se pueden obtener potencialmente 135 029 GW.h por año.

### **1.5.2.3 Energía solar**

La energía solar es fuente de vida y origen de la mayoría de las demás formas de energía en la Tierra. Cada año la radiación solar aporta a la Tierra la energía equivalente a varios miles de veces la cantidad de energía que consume la humanidad. En solo una hora el Sol suministra más energía a la Tierra que la que se consume en un año en todo el mundo. Sobre la base de la tecnología fotovoltaica, la luz solar se puede convertir en electricidad directamente hacia los diferentes campos de aplicación. Recogiendo de forma adecuada la radiación solar, esta puede

transformarse en otras formas de energía como energía térmica o energía eléctrica utilizando paneles solares (González, 2016).

Se distinguen dos componentes en la radiación solar: la radiación directa y la radiación difusa. La radiación directa es la que llega directamente del foco solar, sin reflexiones o refracciones intermedias. La difusa es la emitida por la bóveda celeste diurna gracias a los múltiples fenómenos de reflexión y refracción solar en la atmósfera, en las nubes, y el resto de elementos atmosféricos y terrestres. La radiación directa puede reflejarse y concentrarse para su utilización, mientras que no es posible concentrar la luz difusa que proviene de todas direcciones. Sin embargo, tanto la radiación directa como la radiación difusa son aprovechables.



**Figura 1. 5:** Irradiación a lo largo del día. **Fuente:** (González, 2016)

#### 1.5.2.4 Solar Fotovoltaica

Consiste en la conversión directa de la luz solar en electricidad, mediante un dispositivo electrónico denominado “célula solar o panel solar”. La conversión de la energía de la luz solar en energía eléctrica es un fenómeno físico conocido como “efecto fotovoltaico”, que se debe a la interacción de la radiación luminosa con los electrones en los materiales semiconductores. Presenta características peculiares entre las que se destacan: Elevada calidad energética, el

pequeño o nulo impacto ecológico (no emiten CO<sub>2</sub> en la atmosfera), inagotable a escala humana

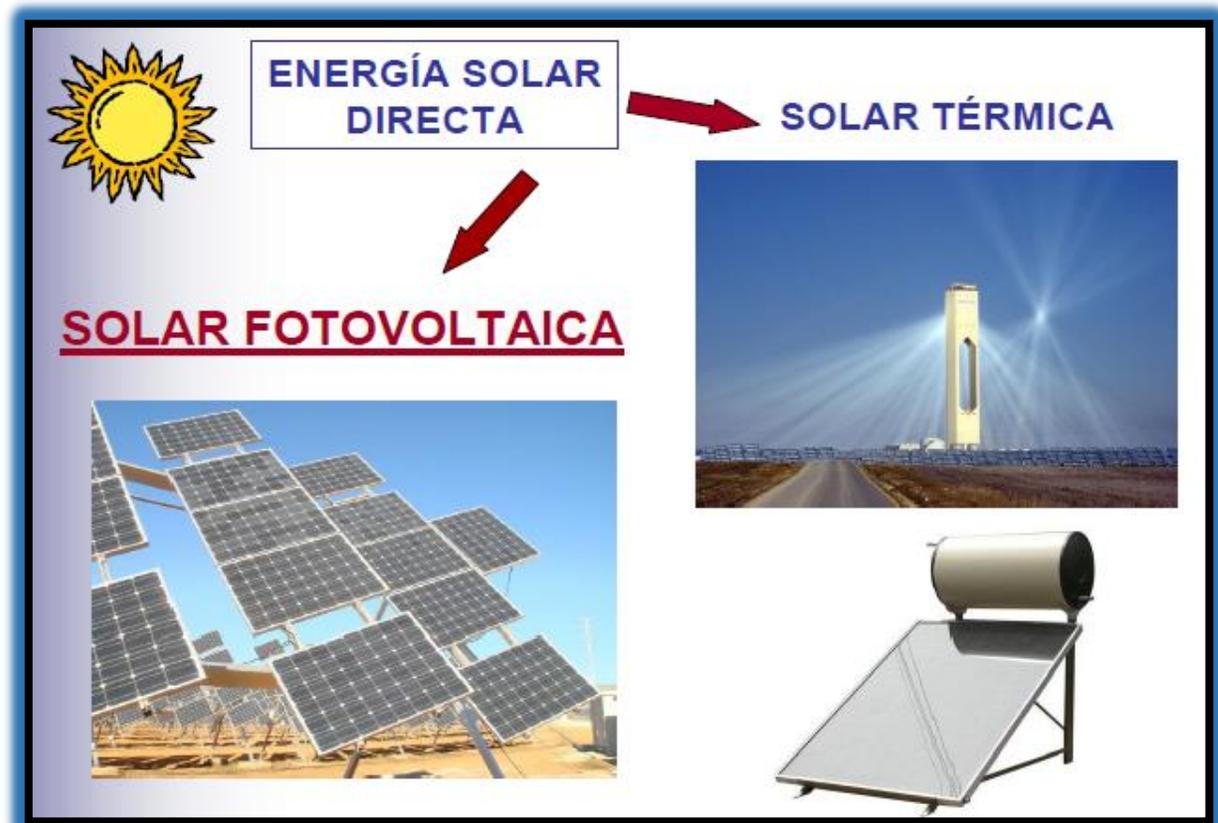
La energía solar fotovoltaica permite un gran número de aplicaciones, ya que puede suministrar energía en emplazamientos aislados de la red (viviendas aisladas, escuelas, faros, bombeos, repetidores de telecomunicaciones, etc.) o mediante instalaciones conectadas a la red eléctrica, pero su principal aplicación es la generación eléctrica conectada a la red de distribución (RENAC, 2011), con el fin de reducir el consumo de energías contaminantes.

Según, González (2016), la energía solar fotovoltaica como fuente de energía global será indispensable en la configuración futura de la energía debido a:

- Su enorme potencial, la energía solar es prácticamente infinita.
- Sus aplicaciones son escalables, desde sistemas pequeños hasta plantas solares de producción eléctrica.
- Su producción descentralizada disponible en el lugar de generación, sin cargos extras por su distribución o pérdidas asociadas a su transmisión.
- La factibilidad de suministrar energía en áreas remotas a la red eléctrica.
- El gran potencial para la reducción de costos conforme los mercados y procesos de manufactura son desarrollados.
- El beneficio para economías locales, mitigando flujos financieros.
- Ningún daño ambiental, reducción de gases de efecto invernadero, libre de ruido y emisiones.
- Períodos de recuperación energética cortos, alrededor de 3 años.
- Tecnología probada, confiable y durable y bajos costos de mantenimiento.

#### **1.5.2.5 Térmica**

Las instalaciones solares térmicas transforman la energía del Sol en calor. La tecnología de producción de agua caliente a partir del Sol ha evolucionado desde los simples colectores solares planos, hace más de 40 años, hasta los modernos colectores de tubos al vacío. En China y en Taiwán se concentra la producción de calentadores solares, con 80% de la producción mundial. Le siguen Europa, India, Japón y Estados Unidos (González, 2016).



**Figura 1.6:** Formas de captación de energía solar. **Fuente:** (González, 2016)

#### 1.5.2.6 Energía eólica

Es la energía obtenida de la fuerza del viento, es decir mediante la utilización de la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire. Está relacionada con el movimiento de las masas de aire que desplazan de áreas de alta presión atmosférica hacia áreas adyacentes de baja presión, con velocidades proporcionales al (gradiente de presión).

Los desarrollos tecnológicos de esta fuente renovable de energía a gran escala se encuentran en los parques eólicos terrestres (on-shore) y en los marítimos o costa afuera (off-shore). Los parques terrestres son menos costosos relativamente, aunque introducen impactos medioambientales y sociológicos que los hacen muy cuestionados en determinados escenarios.

Los parques eólicos off-shore tienen la ventaja de la calidad y fortaleza de los vientos en mar afuera, presentan menos ruidos e inconvenientes medioambientales y sociológicos. Su operación y mantenimiento son más caros y complejos. Esto último, junto a la inversión inicial,

los hace 20% más caros que los terrestres. En ese contexto, la energía eólica a gran escala crece entre 20 y 30% anualmente (Cornejo Lalupú, 2013).

La energía eólica ha sido aprovechada desde la antigüedad para mover los barcos impulsados por velas o hacer funcionar la maquinaria de molinos al mover sus aspas. Es un tipo de energía verde.

#### **1.5.2.7 Energía geotérmica**

Es aquella energía que puede ser obtenida por el hombre mediante el aprovechamiento del calor del interior de la Tierra (ver imagen en el anexo 2). El calor del interior de la Tierra se debe a varios factores, entre los que cabe destacar el gradiente geotérmico, el valor radiogénico, etc. Geotérmico viene del griego geo, "Tierra", y thermos, "calor"; literalmente "calor de la Tierra". Parte del calor interno de la Tierra (5.000°C) llega a la corteza terrestre. En algunas zonas del planeta, cerca de la superficie, las aguas subterráneas pueden alcanzar temperaturas de ebullición, y, por tanto, servir para accionar turbinas eléctricas o para calentar (R. Digital, 2014)..

#### **1.5.2.8 Energía mareomotriz**

Se debe a las fuerzas gravitatorias entre la Luna, la Tierra y el Sol, que originan las mareas, es decir, la diferencia de altura media de los mares según la posición relativa entre estos tres astros. Esta diferencia de alturas puede aprovecharse en lugares estratégicos como golfos, bahías o estuarios utilizando turbinas hidráulicas que se interponen en el movimiento natural de las aguas, junto con mecanismos de canalización y depósito, para obtener movimiento en un eje.

Mediante su acoplamiento a un alternador se puede utilizar el sistema para la generación de electricidad, transformando así la energía mareomotriz en energía eléctrica, una forma energética más útil y aprovechable.

La energía mareomotriz tiene la cualidad de ser renovable en tanto que la fuente de energía primaria no se agota por su explotación, y es limpia, ya que en la transformación energética no se producen subproductos contaminantes durante la fase de explotación. Sin embargo, la relación entre la cantidad de energía que se puede obtener con los medios actuales y el coste económico y el impacto ambiental de instalar los dispositivos para su proceso han impedido una proliferación notable de este tipo de energía.

### **1.5.2.9 Energía undimotriz**

Es la energía producida por el movimiento de las olas; y la energía debida al gradiente térmico oceánico, que marca una diferencia de temperaturas entre la superficie y las aguas profundas del océano.

### **1.6 Utilización de las fuentes renovables de energías en el mundo**

La creciente exigencia de niveles de confort, la mecanización de las tareas, la demanda de mayores cotas de rápida y cómoda comunicación, la modernización de nuestra sociedad post-industrial, el crecimiento demográfico y la inherente aceleración de los ritmos de vida, conllevan inexorablemente a mayores demandas energéticas (Nación, 2004).

La energía es fundamental para el desarrollo de las tecnologías y para proporcionar la mayoría de los servicios esenciales que mejoren la condición humana. Sin embargo, el uso de la energía produce invariablemente una ruptura del equilibrio ambiental, provocando una reacción de la naturaleza que puede causar consecuencias adversas para el propio hombre. Desde que se manifestó mundialmente la necesidad de desarrollar una política ambiental, se comenzó a considerar el desarrollo y la utilización de FRE (Velázquez, 2013).

Las FRE son parte de la solución hacia un desarrollo sostenible, es decir, un desarrollo que responde a las necesidades de hoy sin comprometer la capacidad de las próximas generaciones de responder a las suyas. Se pueden utilizar de forma auto gestionada y tienen la ventaja adicional de complementarse favoreciendo la integración entre ellas (Roqueta, 2014).

Según las estadísticas aportadas en 2015 por la Agencia Internacional de la Energía (AIE), el crecimiento de las energías limpias es imparable, como queda reflejado, representan cerca de la mitad de la nueva capacidad de generación eléctrica instalada en 2014, toda vez que se han constituido en la segunda fuente global de electricidad, sólo superada por el carbón (AIE; R. NatGeo; IRENA; ACIONA, 2015).

De acuerdo a la AIE, la demanda mundial de electricidad aumentará un 70% hasta 2040, elevando su participación en el uso de energía final del 18% al 24% en el mismo periodo, espoleada principalmente por regiones emergentes (India, China, África, Oriente Medio y el sureste asiático).

El 2014 fue el año más cálido desde que existen registros (AIE; R. NatGeo; IRENA; ACCIONA, 2015). La Tierra ha sufrido un calentamiento de 0,85°C de media desde finales del siglo XIX, apunta *National Geographic* en su número especial del Cambio Climático de noviembre de 2015.

En paralelo, unos 1.100 millones de habitantes, el 17% de la población mundial, no disponen de acceso a la electricidad. Igualmente, 2.700 millones de personas – el 38% de la población global- utilizan biomasa tradicional para cocinar, calentarse o iluminar sus viviendas con grave riesgo para su salud.

Las energías renovables han recibido un importante respaldo de la comunidad internacional con el '*Acuerdo de París*' suscrito en la *Cumbre Mundial del Clima* celebrada en diciembre de 2015 en la capital francesa. El acuerdo, que entrará en vigor en 2020, establece por primera vez en la historia un objetivo global vinculante, por el que los casi 200 países firmantes se comprometen a reducir sus emisiones de forma que la temperatura media del planeta a final del presente siglo quede muy por debajo de los dos grados, -el límite por encima del cual el cambio climático tiene efectos más catastróficos- e incluso a intentar dejarlo en 1,5 grados.

Según la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), duplicar la cuota de energías renovables en el mix energético mundial hasta alcanzar el 36% en 2030 supondría un crecimiento adicional a nivel global del 1,1% ese año (equivalente a 1,3 billones de dólares), un incremento del bienestar del 3,7% y el aumento del empleo en el sector hasta más de 24 millones de personas, frente a los 9,2 millones actuales. La transición hacia un sistema energético basado en tecnologías *renovables* tendrá asimismo efectos económicos muy positivos (AIE; R. NatGeo; IRENA; ACCIONA, 2015).

ACCIONA Energía trabaja en exclusiva en energías renovables para proporcionar en todo el mundo energía limpia y sostenible. Tiene presencia destacada en más de 20 países de los cinco continentes. Su actividad se centra en las principales tecnologías renovables: eólica, solar fotovoltaica, termo solar, hidráulica y biomasa. Cuenta con más 8.600 MW de potencia en propiedad que producen anualmente más de 21 Tera vatios hora (TWh) de electricidad libre de emisiones, equivalente al consumo de más de 6 millones de hogares. Asimismo, realiza proyectos para terceros, de los que ha instalado más de 1.900 MW.

Por eso, uno de los objetivos establecidos por Naciones Unidas es lograr el acceso universal a la electricidad en 2030, una ambiciosa meta si se considera que, según las estimaciones de la AIE, todavía habrá en esa fecha 800 millones de personas sin acceso al suministro eléctrico, de seguir la tendencia actual (AIE; R. NatGeo; IRENA; ACIONA, 2015). Desde luego, el desarrollo de las energías limpias es imprescindible para combatir el cambio climático y limitar sus efectos más devastadores en todas partes del mundo.

### **1.7 Agenda 2030**

Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos es uno de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible aprobados en septiembre de 2015 en el seno de Naciones Unidas y que, de manera general, se proponen erradicar la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad (Revé, 2016).

Entre las metas propuestas para alcanzar este objetivo está aumentar sustancialmente el porcentaje de la energía renovable en el conjunto de fuentes de energía para el año 2030; de igual modo, se prevé incrementar la cooperación internacional, a fin de facilitar el acceso a la investigación y las inversiones en tecnologías energéticas no contaminantes, incluidas las fuentes de energía renovables, la eficiencia energética y las tecnologías avanzadas y menos dañinas de combustibles fósiles (Revé, 2016).

El empleo de las variantes energéticas permitiría alcanzar al país objetivos como: disminuir la ineficiencia del sistema eléctrico, reducir la dependencia de combustibles fósiles, contribuir a la sustentación medioambiental, modificar la matriz energética de generación y consumo, incrementar la competitividad de la economía en su conjunto y disminuir el alto costo de la energía que se entrega a los consumidores.

La promoción del uso de fuentes renovables de energía constituye un imperativo a nivel mundial, no solo para contribuir al ahorro de combustibles, sino para desarrollar estilos de vida que, a la vez que nos benefician, contribuyan al cuidado del medio ambiente.

De acuerdo con información de las Naciones Unidas, la energía es el principal contribuyente al cambio climático, y representa alrededor del 60 % del total de emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial, por lo que reducir las emisiones de carbono de la energía es un objetivo a largo plazo relacionado con el clima.

Cuba fue uno de los 193 países que respaldó la aprobación de estos objetivos mundiales, y las labores que en este sentido ha desarrollado el país, desde el triunfo de la Revolución, evidencian el interés político que existe para fomentar el uso de este tipo de energías (Revé, 2016).

En noviembre de 1994 se funda la Sociedad Cubana para la promoción de las Fuentes Renovables de Energías y el Respeto Ambiental (CUBASOLAR), gestado por la Academia de Ciencias de Cuba y la Comisión Nacional de Energía, su órgano de referencia es el Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente. Esta sociedad se crea con el objetivo fundamental de contribuir al desarrollo de las actividades encaminadas al conocimiento y aprovechamiento de las fuentes renovables de energía en la solución de los problemas económicos y sociales del país. Su principal función es la elevación de la cultura energética y de respeto ambiental (CUBASOLAR, 2017).

En el presente año fueron aprobadas las bases del programa de desarrollo económico y social del país a largo plazo que, a decir del presidente cubano Raúl Castro, tiene como principios: "...mantener la propiedad social sobre los medios fundamentales de producción y forjar un modelo de desarrollo con eficiencia en todas las esferas, encaminado a asegurar bienestar, equidad y justicia social para los cubanos" (Revé, 2016).

### **1.8 Integración de las fuentes de energías en los municipios del mundo**

Las primeras acciones relacionadas a la gestión energética local (GEL o GEM) datan de finales de los años 80 del siglo XX en Suecia, a partir del desarrollo de un modelo para la planificación energética en los municipios (Rodríguez, 2016; Wene & Rydén, 1988) con una importante contribución a la mejora de la gestión de los gobiernos locales en cuanto al comportamiento de sus finanzas y la reducción de los impactos sobre el medio ambiente de la localidad. En la actualidad la gestión energética municipal en los países más desarrollados incluye el uso de herramientas en línea, la planificación futura a corto, mediano y largo plazo mediante la modelación y los estudios de escenarios, la implantación de ideas innovadoras y su socialización (Lim, 2012).

A partir de 1997 se identifican los primeros estudios en países en vía de desarrollo para crear una conciencia de las oportunidades de la GEL o GEM en el sector público, en naciones como Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, Filipinas, Ghana, Corea, Malasia, México, Perú, Rusia, Sudáfrica y Tailandia. Teniendo como elementos

comunes el establecimiento de metas, objetivos, auditorías energéticas de edificios públicos y la creación de comités de gestión de la energía (Páez, 2009).

Estudios hechos por varios actores han evidenciado las potencialidades de los gobiernos locales para desarrollar modelos energéticos, en búsqueda de una sostenibilidad energética, la utilización de las FRE y la independencia de la importación de petróleo.

A la ciudad de Dardesheim en Alemania se le conoce como «La Ciudad de la Energía Renovable». Esta es una pequeña ciudad alemana de menos de 1 000 habitantes. En el 2006, el gobierno municipal decidió otorgarle esta categoría. La ciudad comenzó en 1994 con cuatro instalaciones eólicas, una de 80 kW y tres aerogeneradores de 350 kW que producen un millón de KWh, que es la energía anual necesaria para abastecer las viviendas privadas de la ciudad. La potencialidad eólica se incrementó con un parque 62 MW que produce 135 000 MWh, 45 veces más que la electricidad que consume la ciudad (3 millones de KWh) y 15 veces más que las demandas energéticas (alrededor de 8 millones de KWh de electricidad, incluyendo el calentamiento, la climatización, la refrigeración y el combustible de los vehículos). Existen nueve instalaciones fotovoltaicas que trabajan desde el 2005, produciendo la tercera parte de la electricidad residencial. Alrededor de diez colectores solares proporcionan agua caliente y variados sistemas térmicos sobre la base de biomasa.

Desde el 2005 dos empresas de vehículos automotores ofrecen el cambio de motores diésel por motores basados en aceite vegetal local (semilla de colza); además, el parque eólico posee dos autos de servicio del parque que se mueven con aceite vegetal producido localmente, a los que se suman dos carros eléctricos que se abastecen con la electricidad del parque.

El objetivo general de la ciudad es que las energías técnicas de los casi 1 000 habitantes (electricidad, calor, frío y combustible para el transporte) sean proporcionadas por fuentes renovables de energía producidas regionalmente (potencia eólica, biomasa, energía solar e hidroacumuladoras).

Se ofertan regularmente paseos turísticos para visitantes regionales y nacionales, diputados, políticos, turistas interesados en las energías renovables y escuelas, así como asociaciones locales y regionales. Ello constituye una de las bases económicas de la comunidad, además de los numerosos empleos que se han fomentado. Numerosas son las actividades de capacitación y educación energéticas que allí se realizan.

La Universidad de Dardesheim está vinculada a un proyecto que convierte la calefacción convencional en calefacción a partir de la biomasa. El 100 % de energías renovables en Dardesheim no es una visión futura, sino una realidad. Si después de reducir la demanda, la zona o ciudad es capaz de autoabastecerse con fuentes renovables de energía, nos encontramos ante lo que hoy se denomina como «ciudad neutra o de cero energía». Esta proyección no está lejos de la realidad, y por el contrario, cada día son más y más las ciudades o regiones, que han establecido este objetivo energético a mediano y largo plazos (Moreno, 2016).

### **1.9 Potencialidades de las fuentes renovables de energías en los municipios del mundo**

El desarrollo humano sostenible apunta a una formación para que se contamine cada vez menos, se tenga un ambiente más sano y se mejore la calidad de vida de todos los habitantes. En este plan cada ciudadano tiene un espacio de intervención, como también todas las áreas municipales. Se pondera el apoyo emprendedor que permite fabricar en las ciudades cocinas solares, colectores y luminarias, la instalación de la energía solar en espacios públicos, como también la creación de una campaña de sensibilización con fomento municipal.

#### **1.9.1 Energías renovables como política de Estado**

La Municipalidad de Venado Tuerto, una ciudad pionera de Chile, a través de la Dirección de Políticas para el Desarrollo Sustentable, ofreció sus experiencias en torno a las energías renovables, en el marco de una jornada organizada.

Según, MVT, (2016.), se comenzó con el diseño de un Plan Energético Local (PEL), instancia a través de la cual se puede trazar un horizonte que lleve a una aplicación correcta de los recursos naturales. Entre las premisas que se tuvieron en cuenta para la elaboración del PEL, se cuentan: la reducción de emisiones, el uso racional de la energía, la utilización de diversas fuentes, la modificación de la matriz energética y el fomento de una política de inversión y empleo, la optimización de recursos disponibles, el fomento en el uso de energías renovables y el dictado de normas regulatorias, sin obviar la formación, capacitación y divulgación en torno a las nuevas tecnologías (ver imagen en el anexo 3). Se hizo referencia a los distintos convenios de cooperación celebrados por el Municipio, consolidando un entramado que alcanza a otros gobiernos de la región, entidades intermedias, empresas e instituciones educativas de diversos niveles.

## 1.10 Política del estado cubano para el uso de las fuentes renovables de energía

En el Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta 2030 se plantea que el Estado promoverá la eficiencia energética y el desarrollo de fuentes renovables de energía. En tal sentido, uno de los objetivos planteados en el documento refiere: “Garantizar un suministro energético confiable, diversificado, moderno, a precios competitivos y en condiciones de sostenibilidad ambiental, aumentando sustancialmente el porcentaje de participación de las fuentes renovables de energía en la matriz energética nacional, esencialmente de la biomasa, eólica y fotovoltaica”.

A propósito, la Cartera de Oportunidades de Inversión Extranjera presentada en 2015 plantea que la participación de la biomasa tiene prioridad para el país en el cambio de la matriz energética. “Con el objetivo de incrementar la venta de electricidad al Sistema Electro energético Nacional, se ha estudiado y proyectado la instalación de 755 MW a través de 19 bioeléctricas en centrales azucareros, con mayores parámetros de presión y temperatura para operar por más de 200 días al año con biomasa cañera y biomasa forestal, fundamentalmente marabú, disponible en áreas cercanas a estas instalaciones. Se prevé que las 19 bioeléctricas produzcan más de 1900 GW.h /año, y dejen de emitir a la atmósfera aproximadamente 1 700 000 toneladas de CO<sub>2</sub>”.

Con respecto al recurso eólico, el documento refiere que a partir de su disponibilidad en el país, la Unión Eléctrica ha estudiado y previsto la instalación de 633 MW en 13 parques eólicos, con factores de capacidad superiores al 30 %, con lo que se producirán más de 1000 GWh/año y se evitará la emisión de más de unas 900 000 toneladas de dióxido de carbono a la atmósfera.

Relacionado con las fuentes de energía fotovoltaicas, la referida Cartera, indica que el país cuenta con una planta productora de paneles solares fotovoltaicos de 150 y 240 W, ubicada en Pinar del Río, con una capacidad de producción anual de 14 MW.

Si bien en la actualidad la utilización de estas fuentes es reducida, pues con ella solo se produce el 4,3 % de la electricidad del país, el gobierno impulsa estrategias de inversiones para incrementar su uso, con lo que se propone para el año 2030, que el 24 % de la generación energética provenga de fuentes renovables.

Especialistas y funcionarios del ministerio de Energía y Minas confirmaron la necesidad del país de transformar su matriz energética en lo cual resulta muy conveniente la participación de la inversión extranjera, teniendo en cuenta el favorable marco regulatorio que ofrece la Ley 118 aprobada en marzo de 2014 y la voluntad del Gobierno para impulsar esa esfera. Se considera primordial el empleo de las Fuentes Renovables de Energía (FRE) en su afán de contribuir a la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero, en correspondencia con los compromisos pactados en los acuerdos internacionales sobre el cambio climático.

En septiembre de 2016, el director de Energía Renovable del Ministerio cubano de Energía y Minas, Rosell Guerra Campaña, en una Cumbre internacional recién efectuada en La Habana, se refirió a la política aprobada para el desarrollo de las FRE y la eficiencia energética, como una de las prioridades en el proceso de actualización del modelo económico cubano, y cuya meta para 2030 es lograr un 24 % de participación de dichas fuentes en la producción de electricidad del país.

Rosell Guerra subrayó que el problema principal en la esfera energética en Cuba es el alto volumen de dependencia de los combustibles fósiles (el 94 % de la energía eléctrica se produce con estos y es la causa fundamental del alto costo del kilowatt/hora que se obtiene en el país). Desde luego, el país está obligado a reducir el costo de la energía para que las producciones y servicios sean realmente competitivos en la región y el mundo.

#### **1.10.1 Política aprobada en 2014**

Los problemas energéticos fundamentales en Cuba son; la alta dependencia de combustibles importados, el elevado costo promedio de la energía entregada, la fuerte contaminación ambiental y la baja utilización de las fuentes renovables de energía (FRE) a ello se le adiciona el aumento del consumo eléctrico promedio de los hogares de 140,2 KWh en 2005 a 172,2 KWh en el 2014, para un incremento del 22,8%.

A pesar de las medidas adoptadas fue necesario crear en 2012 una comisión multidisciplinaria encargada de diseñar la política para el desarrollo prospectivo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía que permitiera una transformación a fondo de la matriz energética. Los análisis realizados se dirigieron a continuar desarrollando la producción petrolera nacional y a incrementar la seguridad energética disminuyendo la dependencia externa en los portadores energéticos (Rodríguez, 2014).

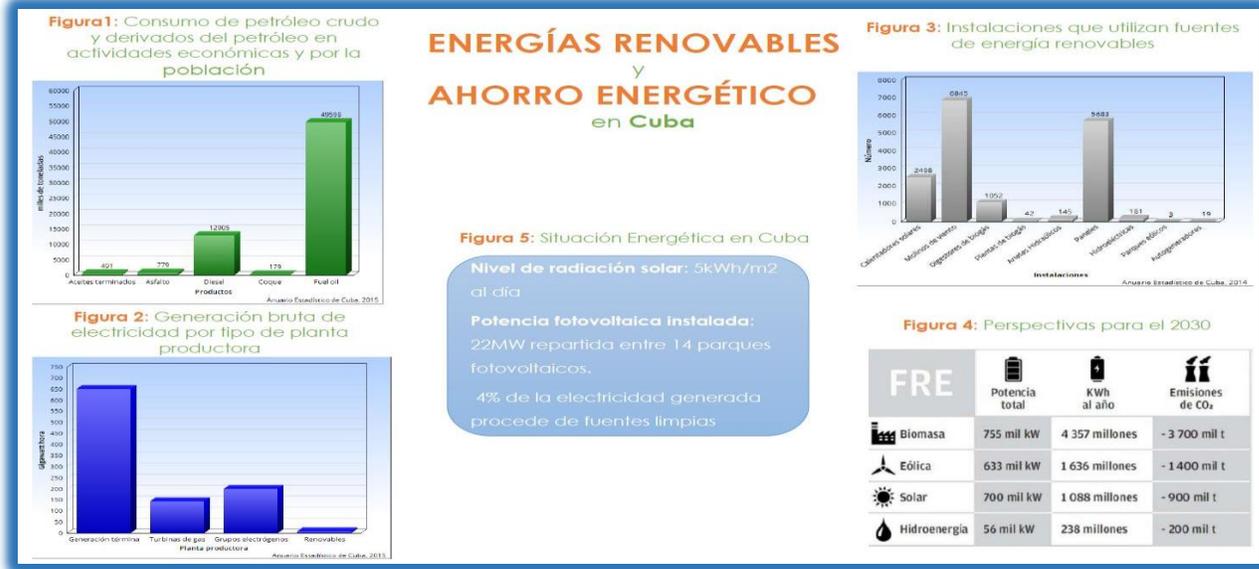
En diciembre de 2012 se creyó por decreto presidencial una comisión gubernamental para elaborar la política de desarrollo de las FRE en el periodo 2014-2030. El ambicioso programa proyecta la construcción de 13 parques eólicos con una capacidad de generación de 633 megavatios, 19 plantas bioeléctricas con capacidad de 755 megavatios y la generación de 700 megavatios a partir de paneles solares fotovoltaicos, de las cuales ya hay instalados más de 20 megavatios, tal como se puede apreciar detalladamente en la figura 1.6 el plan de ahorro energético y uso de energías renovables en el país y sus perspectivas hacia el año 2030.

Según (Rodríguez, 2014), Cuba multiplicara por seis su producción actual de energía, acción impostergable dado que la generación del país depende altamente de la quema de combustibles fósiles, preocupa el alto costo que demanda y simultáneamente el elevado costo de energía que se entrega a los consumidores.

El programa de desarrollo de las fuentes renovables de energía en Cuba está proyectado en su totalidad para que produzca 2100 megavatios, y para ello se requiere una inversión de tres 3700 millones de dólares.

En Cuba existen 22 pequeñas centrales hidroeléctricas y se construirán otras 74. Igualmente, divulga que en el país se explotan en la actualidad 1818 digestores de biogás, pero se estima la instalación de 8700 nuevas plantas de ese tipo.

Sobre el sector residencial cubano, se señaló que en el 2015 existían 74 478 viviendas que no reciben servicio eléctrico, todas ubicadas en zonas montañosas de difícil acceso, lo que representa el 1,9 por ciento de las residencias del país. Entre los planes dirigidos al sector residencial se encuentra la sustitución de 13 millones lámparas fluorescentes en los hogares y 250 000 luminarias fluorescentes para el alumbrado público por lámparas de tecnología LED; así como la introducción de las cocinas de inducción (Rodríguez, 2014)



**Figura 1.7:** Plan de ahorro energético y uso de energías renovables en cuba. Perspectiva 2030. Fuente: Moreno (2016).

### 1.11 Potencial energético para las fuentes renovables de energía en Cuba

El país alcanza un 99,2 % en el nivel de electrificación, cerca del 98 % lo suministra el Sistema electro energético Nacional y el resto responde a las FRE, sobre todo en zonas apartadas o montañosas donde se emplean paneles solares fotovoltaicos.

Se remarca la alta dependencia de la importación de combustibles fósiles como uno de los más graves problemas de la economía. La Isla produce cuatro millones de toneladas de petróleo y gas al año que se destinan principalmente a la generación eléctrica, y solo cubre un 50 % del consumo del país.

Sin embargo, Cuba cuenta con un abundante potencial en FRE , la energía solar (pues la Isla tiene una elevada radiación durante todo el año, que le permite la aplicación de tecnologías fotovoltaicas y térmicas), una producción cañera en crecimiento que posibilita al país el uso más eficiente del bagazo residual como combustible complementado con el desarrollo de la biomasa forestal y los residuos de cosechas agrícolas, un potencial eólico significativo (sobre todo en la zona oriental del país) , uso creciente de las tecnologías para obtener biogás a partir de las excretas de animales y otras para la valoración de los residuos sólidos urbanos. El potencial hidroenergético en presas y embalses que se ubican en 232 sitios, con una

potencia energética estimada de 97,43 MW, no está en explotación. El país debe trabajar para comenzar la producción de pico turbinas hidráulicas (menos de 1 kW), dirigidas a suministrar electricidad a viviendas aisladas, así como al desarrollo y asimilación de turbinas hidráulicas de flujo variable y alta eficiencia, dirigidas al aprovechamiento de presas con baja carga, como son las destinadas al riego agrícola. Existe otro potencial hidroenergético disponible para la generación de energía no empleado aún en ríos, canales y trasvases, así como en las conductoras de agua que existen en el país (Revé, 2016).

El potencial eólico cubano fue determinado en el Mapa Eólico, elaborado en 2006 a partir de 49 estaciones meteorológicas. El resultado fue que a una altura promedio del viento a 50 metros, el potencial eólico total se ubica entre 4 000 y 12 000 MW, incluyendo zonas costeras, espacios interiores, regiones montañosas y las pequeñas islas o cayos alrededor de la isla mayor. Según, Moreno (2016), entre 2005 y 2010 se realizaron mediciones del viento en prácticamente todo el país, lo que constituyó una prospección intensiva del recurso. Se pudo caracterizar con mayor precisión el potencial eólico técnicamente instalable. Esto permitió precisar que existen 21 zonas en la costa norte de la isla, en la zona oriental, que son las más ventajosas para la instalación de parques eólicos. Si se suman las potencialidades de esas 21 zonas, el total arroja que el potencial técnicamente instalable es de 1100 MW hasta el día de hoy. Si se instalaran estos 1 100 MW la generación de electricidad alcanzaría 2 500 GW.h. Este potencial puede ser mayor si se continúa la prospección del recurso aumentando el número de estaciones de medición, elevando la altura de las torres de medición hasta 100 metros y sobre todo extendiendo el tiempo de medición para que los estimados sean más precisos. Zonas del centro y el occidente del país, que son prometedoras, deben investigarse.

Por lo que se espera que en el país se multiplique por seis el uso de las fuentes renovables de energía para 2030 cuando prevé lograr un 24 % de la participación de las mismas en su esquema para producir electricidad (Camacho, 2016). Hasta el segundo semestre de 2016, Cuba ya contaba con una capacidad total instalada de unos once millones de Watt en sistemas de energía eólica (Revé, 2016).

En Cuba, la radiación solar fotovoltaica alcanza unos 5 kWh/m<sup>2</sup> diarios (1 825 kWh/m<sup>2</sup> al año), distribuida en todo el territorio nacional, por lo que se califica de buena comparada con otras regiones como europea en las que esta fuente tiene un alto nivel de aplicación. Hasta el momento se han instalado unos 3 MW, básicamente en sistemas aislados, resolviendo

necesidades sociales en zonas remotas, donde más de 9 000 instalaciones prestan estos servicios con una alta repercusión social.

Estas tecnologías se prevén para un ciclo de vida útil de 25 años, generando electricidad de forma eficiente, con capacidad para aprovechar el potencial solar disponible en todo el territorio, pudiendo aportar durante el ciclo de vida útil por cada MW de potencia un total de 38 750 MWh, que representa un ahorro de más de 2,5 millones de USD solo por concepto de combustible, dejando de emitir 127 875 toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Se ha demostrado que el costo del KWh fotovoltaico es menor que el kWh producido con combustibles fósiles, de acuerdo con los precios actuales de estos últimos (Moreno, 2016).

Según estimados de especialistas cubanos en el tema, con 100 km<sup>2</sup> se pudieran generar 15 000 GW.h/año, lo que se iguala con la generación actual a base de combustibles convencionales. Estas instalaciones pudieran ubicarse en terrenos, techos, cubiertas, bordes de autopistas, etcétera. En la actualidad, solo el 4 por ciento de la energía que se emplea en Cuba es renovable, y de esa cifra un 0,2% procede de la energía solar fotovoltaica, de acuerdo con datos ofrecidos en la Primera Reunión Cumbre para la Inversión Energética en Cubasolar (Revé, 2016).

Cuanto a la energía solar térmica, como se mencionó anteriormente, sobre cada metro cuadrado de suelo cubano inciden 5 kWh diarios. El consumo de agua caliente de una vivienda cubana es de 80-100 L a 45 °C diarios, para lo que se requiere una energía eléctrica que es menor de 3 kWh, por lo que la energía solar incidente por metro cuadrado es superior a este valor. Por tanto, este gasto de electricidad se puede satisfacer con un metro cuadrado de colector solar. Por otra parte, el empleo del agua caliente solar en instalaciones industriales y turísticas traería ahorros apreciables de electricidad y otros portadores no renovables de energía.

Un gran potencial en el empleo de las FRE es la Biomasa, la introducción de la caña energética y el marabú como fuente de energía, además de un correcto uso de la biomasa forestal disponible como combustible para la generación y calor en la industria representaría una disminución considerable del uso de los combustibles fósiles en la generación de electricidad.

La gasificación en pequeñas y medianas centrales de generación de electricidad a partir de los desechos forestales, residuales de aserríos e industrias de beneficio de las cosechas del arroz,

coco y café representan otro potencial aún no explotado totalmente en el país.

El gas metano que emiten los vertederos existentes en el territorio nacional y su aprovechamiento en la generación de electricidad, es un portador energético aún no aprovechado en su totalidad. Los vertederos de las grandes ciudades como Santiago de Cuba, Matanzas, Camagüey, Cienfuegos, Holguín y Guanabacoa, necesitan de inversiones que los pongan en explotación.

### **1.12 Uso de fuentes renovables de energías en los municipios de Cuba**

El uso de la hidroenergía como fuente de generación de electricidad, en Cuba, data de principios del siglo XX, cuando se pusieron en explotación pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, entre los que figuran la pequeña central hidroeléctrica del Guaso, en Guantánamo, con una potencia de 1 800 kW; la Hidroeléctrica de San Blas, en Cienfuegos, con 2 000 kW; la de Piloto, con 295 kW y en San Vicente, con 71 kW, ambas en Pinar del Río, y Barranca, en Granma, con 200 kW; todas en operación. En la actualidad operan 180 instalaciones hidroeléctricas: 1 central hidroeléctrica, 7 pequeñas centrales hidroeléctricas, 35 mini hidroeléctricas y 137 micro hidroeléctricas. La capacidad instalada total es de 62,22 MW, con una producción de energía eléctrica de 149,5 millones de KWh/año.

En la provincia de Cienfuegos, se encuentra el parque fotovoltaico en el municipio de Palmira, ejecutado por fuerzas pertenecientes a la Empresa de Obras de Arquitectura que (ECO-A-37). La instalación, financiada por la Empresa Desarrolladora de Inversiones de Fuentes Renovables y Energía, cuenta con 14 400 paneles solares y posee una capacidad de 3,6 MW en el horario de mayor radiación solar. Con un costo de más de 10 millones de pesos, es la de mayor capacidad generadora instalada en dicha provincia y, se suma a las ya existentes en Cantarrana y Cruces, para entregar entre las tres más de 9 MW al Sistema Electroenergético Nacional (SEN). Por otro lado, a tan solo 26 km del centro de la ciudad, ya en la mitad de su ejecución, está el parque solar fotovoltaico El Pino, tutoradas por las mismas empresas. La pequeña central solar, ubicada en áreas cercanas a la cabecera municipal de Rodas, es erigida a un costo de seis millones 540 000 pesos, moneda total, con una capacidad generadora de 2,2 MW, dispone de 3 520 cimientos, 880 mesas y 8 800 paneles. Con estas instalaciones la capacidad total de la provincia por este concepto será de 11,4 MW de entrega al Sistema Electroenergético Nacional tal como se muestra en la tabla resumen a continuación.

**Tabla 1.1:** Resumen de las centrales solar fotovoltaicas de la provincia de Cienfuegos. **Fuente:** Elaboración propia.

Central Solar Fotovoltaico	Costo de inversión (millones de pesos)	Capacidad de generación (MW)	Total al SEN (MW)	Provincia
Cantarranas		2.6	11.4	Cienfuegos
Cruces		3.0		Cienfuegos
Palmira	10 000	3.6		Cienfuegos
Rodas	540 000	2.2		Cienfuegos

Se prevé hacia el 2030 haber alcanzado los 50 MW de generación fotovoltaica en una provincia donde se edificarán además otras dos instalaciones de este tipo en los municipios de Aguada de Pasajeros y Rodas, como parte de la decidida apuesta por la energía renovable establecida en el territorio (Fernández & R. Digital, 2015; Molina, 2016).

### 1.13 Conclusiones parciales del capítulo

1. En mundo la utilización de las FRE es notable y ha sido un recurso para la mejora de la eficiencia y eficacia en la generación y distribución de la electricidad en las comunidades, la reducción de los altos costos de generación por medio de fuentes convencionales, la reducción de los altos consumos y gastos económicos, así como de los impactos negativos en la atmosfera o sobre el medio ambiente.
2. Las energías renovables se presentan como una alternativa clara frente a las energías convencionales en todo el proceso constructivo. Son imprescindibles para el desarrollo sostenible de cualquier sociedad en consonancia con las características del entorno, facilitan en crecimiento socio- económico y la protección del medio ambiente.
- 3.



# CAPÍTULO 2

**Capítulo II: Análisis de la Gestión energética en municipio de Cienfuegos****2.1 Introducción**

En ese capítulo se realiza la caracterización energética de Cuba, de la provincia de Cienfuegos, del municipio de Cienfuegos y se realiza el análisis de la gestión energética local, determinándose las causas que afectan su desempeño proponiéndose acciones de mejora al respecto.

**2.2 Caracterización energética de Cuba**

Con una población estimada en 11 238 317 habitantes que se encuentran asentadas en 15 provincias y 168 municipios, la mayor isla del archipiélago (con 109 884,01 km<sup>2</sup>, con la situación geográfica de los 19°49' y los 23°16' de latitud Norte y los 74°08' y los 84°57' de longitud Oeste, del meridiano de Greenwich; ubicándola al Norte del Mar Caribe y al Sur del Trópico de Cáncer), según la Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI), la realización de la caracterización de la esfera energética considera el consumo, la generación y la importación de energía.

En Cuba, los consumos de energía abarcan todos los sectores de la economía nacional conteniendo el privado y los hogares; incluyéndose además dentro del consumo lo adquirido por naves y aeronaves cubanas en tránsito internacional (ONEI, 2015). EL consumo de electricidad registrado por todos los sectores de la economía (incluyendo privado) y con independencia de la fuente de origen (servicio público o autoprodutores) de Cuba comprende el insumo en generación y las pérdidas por lo que, el consumo total resulta igual a la generación bruta total del país.

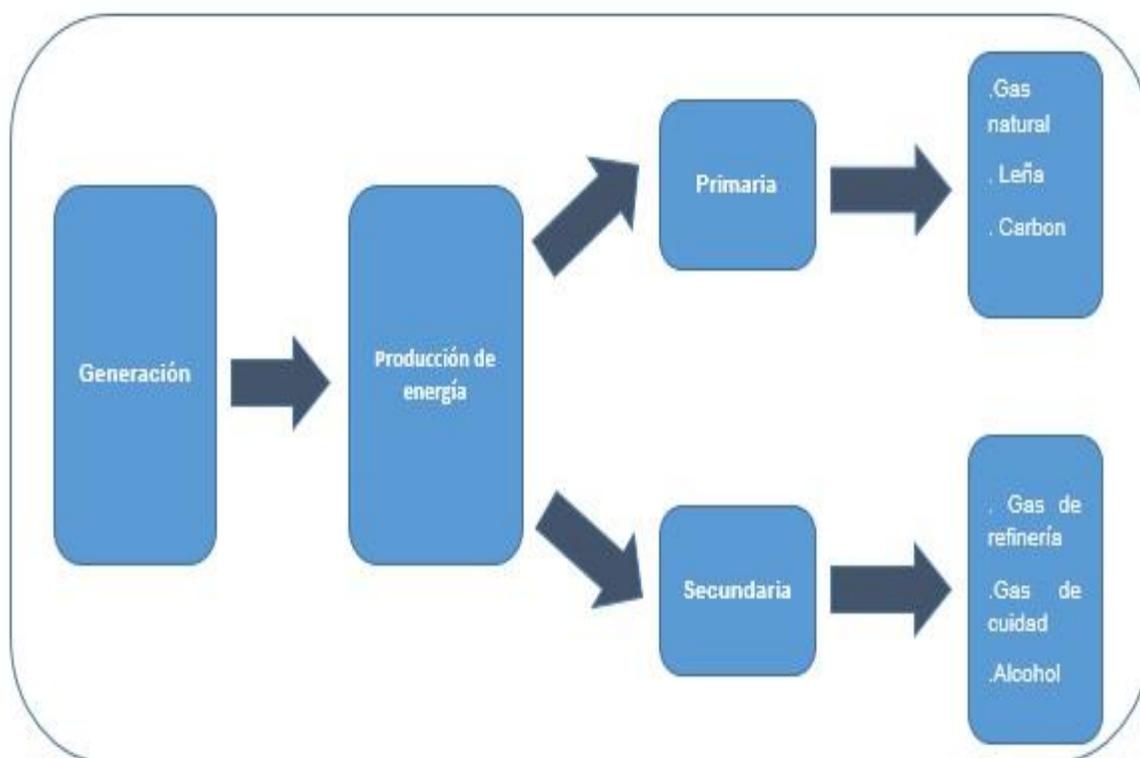
**2.2.1 Generación de energía en Cuba**

La generación es la producción de la electricidad a través de fuentes de energía primaria o secundaria.

Según, la edición de 2016 del anuario estadístico de Cuba 2015, la producción nacional de energía primaria, se refiere al proceso de extracción, captación o producción (siempre que no conlleve transformaciones energéticas) de portadores energéticos naturales (o primarios), independientemente de sus características (ONEI, 2016a).

Los portadores energéticos naturales o primarios son aquellos “provistos por la naturaleza”, ya sea en forma directa, como la energía hidráulica, eólica y solar, o después de atravesar un proceso minero, como el petróleo, el gas natural, el carbón mineral, los minerales fusionables y la geotermia, o a través de la fotosíntesis, como es el caso de la leña y los otros combustibles vegetales y de origen animal (ONEI, 2016a).

La producción de energía secundaria, resulta de las transformaciones de los productos o elaboraciones a partir de portadores energéticos naturales, portadores elaborados o secundarios (o en determinados casos a partir de otro portador ya elaborado). Son portadores energéticos elaborados la electricidad, toda la amplia gama de derivados del petróleo (asfalto, coque de petróleo y gas de refinería, diésel, fuel oil, gas licuado), el carbón vegetal, el alcohol desnaturalizado y el gas manufacturado o gas de ciudad (ONEI, 2016a). En las figuras 2.1 y 2.2 se muestran a continuación la clasificación de la producción de energía primaria y secundaria en Cuba y su comportamiento productivo durante las últimas décadas.



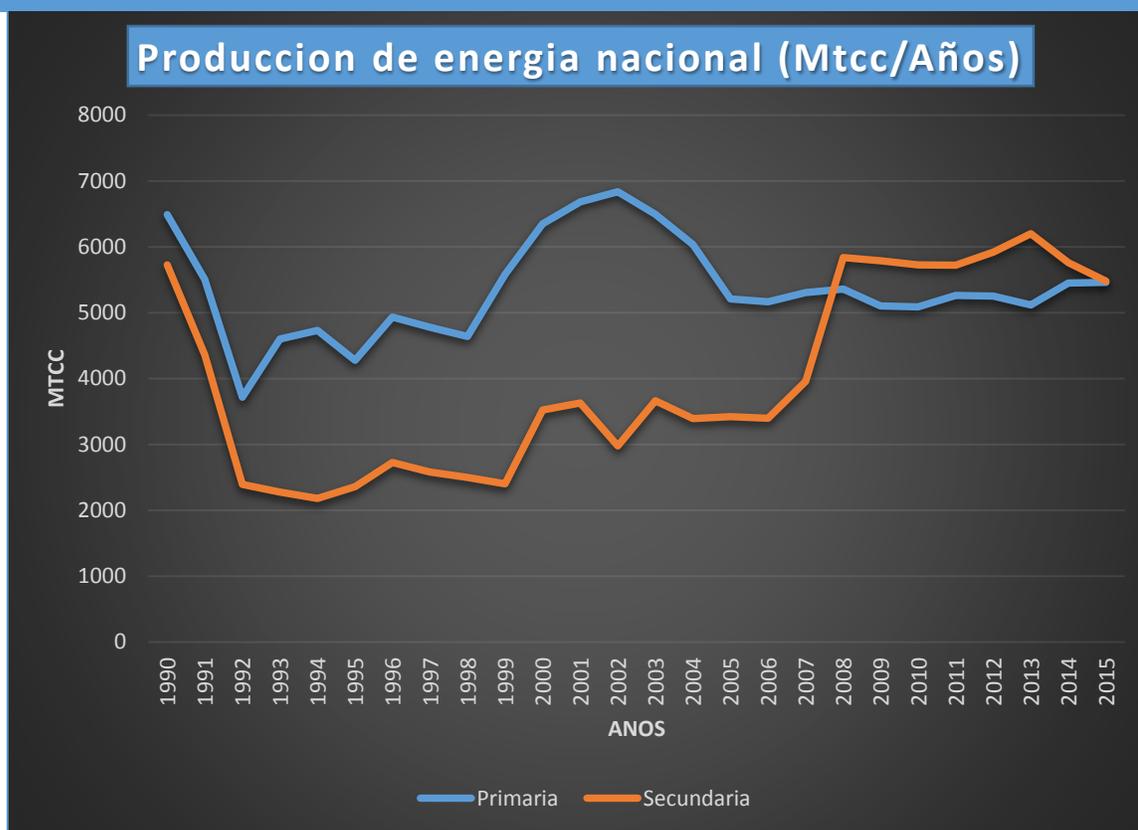
**Figura 2.1:** Clasificación de energía primaria y secundaria en Cuba. **Fuente:** Elaboración propia.

En la Tabla 2.1 se muestran los portadores naturales (primario), los elaborados (secundario) y los principales productos derivados del petróleo que se obtienen a partir de su procesamiento en las refinerías (ONEI, 2016a).

**Tabla 2.1:** Portadores naturales y principales productos que se obtienen en Cuba. **Fuente:** Elaboración propia.

Portadores naturales	Portadores elaborados	Principales productos	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Petróleo</li> <li>• Gas natural</li> <li>• Hidroenergía</li> <li>• Leña</li> <li>• Productos de caña (bagazo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electricidad</li> <li>• Derivados del petróleo</li> <li>• Carbón vegetal</li> <li>• Alcohol desnaturalizado o</li> <li>• Gas manufacturado (Gas de ciudad).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asfaltos</li> <li>• Coque de petróleo y gas de refinería</li> <li>• Diésel</li> <li>• Fuel oil</li> <li>• Gas licuado (GLP)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasolinas y nafta (distintos tipos)</li> <li>• Queroseno</li> <li>• Solventes</li> <li>• Turbo combustible</li> </ul>

El comportamiento de la producción de energía primaria y secundaria en Cuba en el período 1990-2015 ha experimentado cambios significativos y muy variables en el tiempo. Se obtiene descenso en los primeros 3 años e irrelevantes ascensos en los restantes, sin embargo como se puede observar en la figura 2.2 a pesar de muchos cambios (oscilaciones o inestabilidad) se obtiene mayor producción de energía primaria en el año 2002 mientras que la energía secundaria tiene un ascenso pico en 2013 debido a los antecedentes programas de Revolución energética, donde se instrumentaron y aplicaron los programas de ahorro y uso eficiente de la energía, incremento de la disponibilidad eléctrica y uso de las fuentes renovables de energía (Correa, 2011). Tal como se ilustra en la figura y por los datos obtenidos desde la ONEI, en 2015 la producción de energía secundaria ya supera la producción de energía primaria en una diferencia de 5460.8 a 5481.6 Mtcc (ONEI, 2016a).



**Figura 2.2:** Producción de energía primaria y secundaria en Cuba. **Fuente:** Elaboración propia.

En Cuba se produce más energía secundaria con la electricidad manteniéndose la misma de forma creciente, seguida de los derivados del petróleo la cual decae en el 2013. El gas manufacturado ha tenido variaciones que no son significativas, el alcohol desnaturalizado disminuye su producción, el carbón vegetal sufre variaciones importantes con una tendencia a aumentar y los GWh en producción de electricidad han aumentado significativamente en los últimos años.

Al realizar un análisis del comportamiento de los portadores energéticos naturales se evidencia que el bagazo, el gas natural y los productos de caña tienen una tendencia al aumento, mientras que la generación de energía por la leña y la hidroenergía evidencia comportamientos decrecientes en los periodos 2013- 2015. Estos datos se pueden observar en las tablas 2.2 y 2.3

**Tabla 2.2:** Producción nacional de energía primaria. **Fuente:** (ONEI, 2016a)

Años	Petróleo (Mt)	Gas natural (MMm <sup>3</sup> )	Hidroenergía (GW.h)	Leña (Mm <sup>3</sup> )	Productos de caña (Mt)	De ello: Bagazo (Mt)

CAPÍTULO II

1990	670,9	33,7	90,9	2 456,8	23995,4	23261,9
1995	1470,8	17,3	74,4	2 543,7	10790,3	10208,1
2000	2695,3	574,1	89,0	2 142,0	11704,3	11038,7
2002	3627,9	584,7	106,4	1 969,6	9481,1	8952,0
2003	3679,8	658,0	127,7	1 828,3	8095,7	7100,7
2004	3253,0	704,2	87,6	1 797,8	7435,6	6950,5
2005	2935,1	743,3	67,7	1 818,5	5111,5	4787,3
2006	2900,0	1090,6	93,5	1 584,1	4525,5	3605,8
2007	2905,0	1217,9	121,4	1 413,4	4388,9	3415,1
2008	3003,1	1161,0	138,3	1 286,2	4073,5	3863,3
2009	2731,3	1155,3	150,8	1 742,6	4028,2	3719,0
2010	3024,8	1072,5	96,6	1 141,2	3488,4	3027,3
2011	3011,7	1019,8	99,2	1 305,3	4257,9	3949,6
2012	2998,9	1034,5	110,9	1 210,6	4598,8	3959,9
2013	2897,1	1066,0	127,3	1 383,8	4392,3	3637,1
2014	2905,3	1199,9	104,1	1 196,6	5414,6	4604,2
<b>2015</b>	<b>...</b>	<b>1244,5</b>	<b>48,3</b>	<b>1 079,2</b>	<b>5668,1</b>	<b>4942,0</b>

En la siguiente tabla se muestra la producción nacional de energía secundaria según la ONEI (2016a)

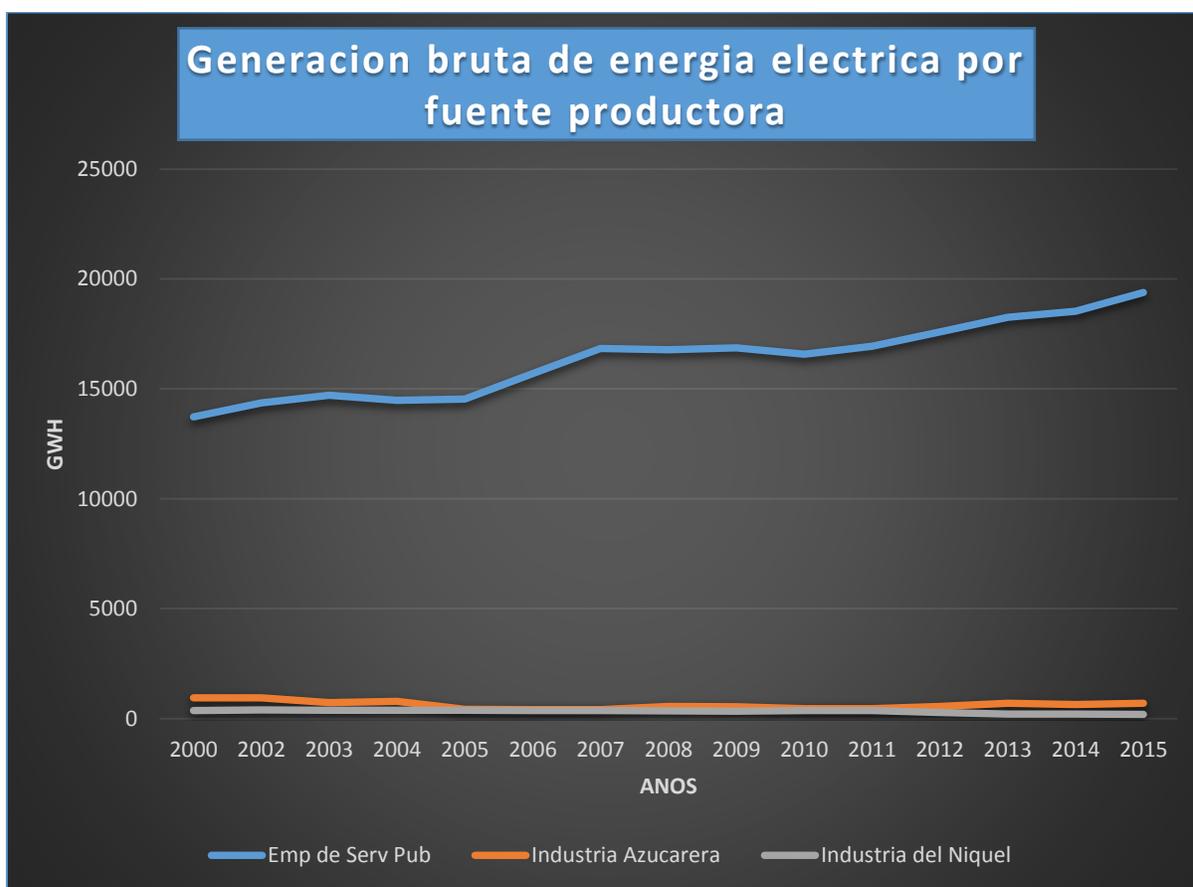
**Tabla 2.3:** Producción nacional de energía secundaria. **Fuente:** (ONEI, 2016a)

Años	Electricidad (GW.h)	Petróleo Vegetal (Mt)	Carbón manufacturado (Mt)	Alcohol (Mhl)	Gas (MMm <sup>3</sup> )
1990	15024,7	6832,8	70,8	1068,3	154,5
1995	12459,0	1594,9	51,2	643,3	193,9
2000	15032,2	2284,8	62,1	619,7	176,8
2002	15698,8	1840,2	54,2	593,0	180,5
2003	15810,5	2550,7	60,2	590,4	192,5
2004	15633,7	2207,1	61,2	598,0	195,5
2005	15341,1	2284,8	61,1	438,8	189,4
2006	16468,4	2175,8	58,5	304,6	198,8
2007	17622,5	2301,1	56,0	224,7	189,0
2008	17681,3	5193,7	52,8	206,0	200,1
2009	17727,1	5185,5	73,4	197,2	200,2
2010	17386,8	5003,2	67,7	205,2	210,2
2011	17759,4	4869,5	53,0	196,2	218,7
2012	18427,9	5106,3	33,4	193,5	231,0
2013	19156,4	5137,6	113,2	191,2	235,8

CAPÍTULO II

2014	19366,1	4877,1	124,9	184,8	215,8
<b>2015</b>	<b>20288,0</b>	...	<b>75,5</b>	<b>184,9</b>	<b>206,7</b>

La generación bruta de energía eléctrica en Cuba incluye el insumo, de todas las plantas eléctricas de servicio público o de instalaciones generadoras de otros productores, las plantas de servicio público son aquellas cuyo objetivo es la producción, transmisión, venta en bloque o comercialización de la electricidad, los autoprodutores son entidades que producen electricidad como subproducto de otra actividad, con el objetivo de cubrir su propio consumo. En lo fundamental son plantas diseñadas para la cogeneración pertenecientes a entidades del sector industrial, el mayor auto productor de electricidad es la industria del azúcar a partir del bagazo de caña (ONEI, 2016a). En Cuba la mayor generación bruta de energía eléctrica por fuente productora está dada por las empresas de servicio público, le sigue la industria azucarera y luego la industria del níquel como se puede ver en la figura 2.3.



**Figura 2.3:** Generación bruta de energía eléctrica. **Fuente:** Elaboración propia.

## CAPÍTULO II

La importación de los productos energéticos ya sean primarios como secundarios, presentan variaciones significativas. El petróleo tiene una tendencia creciente hasta el año 2009 y posteriormente se logra una ligera reducción en la importación de la misma hasta el año 2014, mientras que sus derivados tienen una tendencia general decreciente a partir del año 2010, sin embargo en el año 2014 vuelve a presentar un ligero crecimiento tal como se ilustra en la tabla 2.4 y la figura 2.4.

**Tabla 2.4:** Importación de los derivados del petróleo. **Fuente:** (ONEI, 2016a).

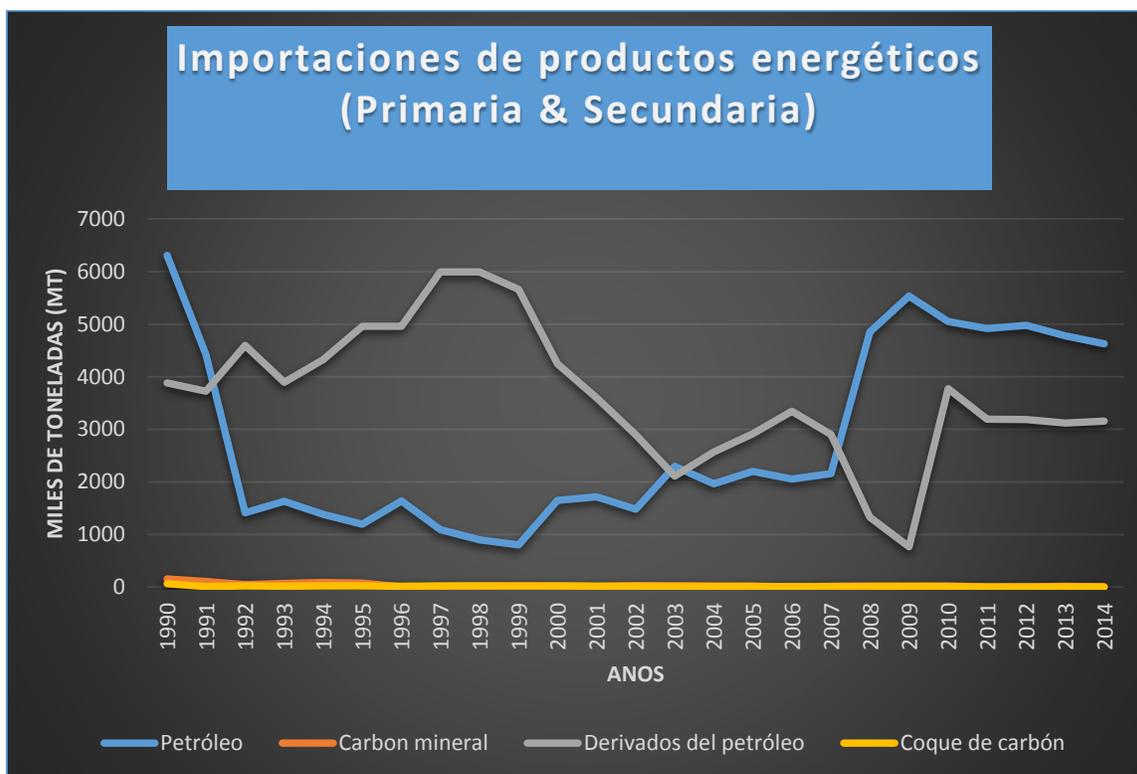
PRODUCTOS (Miles de toneladas)	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Gas licuado de petróleo	74,3	89,3	92,8	106,7	64,8	79,5
Gasolina de motor (excluye aviación)	119,8	385,9	393,9	560,0	274,3	311,4
Turbo combustible	294,9	572,3	572,7	259,6	548,2	571,8
Combustible diésel	209,9	814,7	702,2	716,4	828,6	949,8
Fuel oil	0,0	1860,2	1 371,2	1 490,3	1 357,1	1238,3
Aceites y grasas lubricantes terminados	46,4	33,1	15,8	5,3	2,5	3,3
Gasolina de aviación	5,4	4,7	4,8	3,7	4,4	3,7
Aceites lubricantes bases	12,3	10,7	41,0	43,1	38,5	0,0
Aditivos para lubricantes	0,6	0,6	0,0	1,4	1,8	0,0
<b>Total</b>	<b>763,6</b>	<b>377,5</b>	<b>3194,4</b>	<b>3186,5</b>	<b>3120,2</b>	<b>3157,8</b>

A pesar de todos los esfuerzos que el país sigue emprendiendo para la diversificación y cambio de su matriz energética, la verdad es que la dependencia hacia el petróleo aun es notable (ONEI, 2016a).

### 2.2.2 Consumo de energía en Cuba

Se refiere al consumo total (o consumo bruto) con independencia del uso al cual se destinan; es decir, están incluidos las cantidades utilizadas propiamente para obtener energía (uso energético final), las utilizadas para ser transformadas en otros combustibles (uso en transformación) y las que se emplean con fines no energéticos. Contienen, excepto en la

electricidad las pérdidas en transportación y almacenaje. Los consumos abarcan todos los sectores de la economía nacional incluyendo el privado y los hogares (ONEI, 2016a)



**Figura 2.4:** Importación de productos energéticos. **Fuente:** Elaboración propia.

Según los datos de la ONEI 2016, el consumo de energía eléctrica en los sectores estatales y privado muestran un crecimiento con respecto a los años anteriores y los pronósticos indican que en el sector privado el consumo tiende a incrementarse cada vez más. Se puede comprobar dicho planteamiento en los resultados que se muestran a continuación en la tabla 2.5, donde se evidencia una variación creciente del consumo de energía desde el año 2013 hasta 2015.

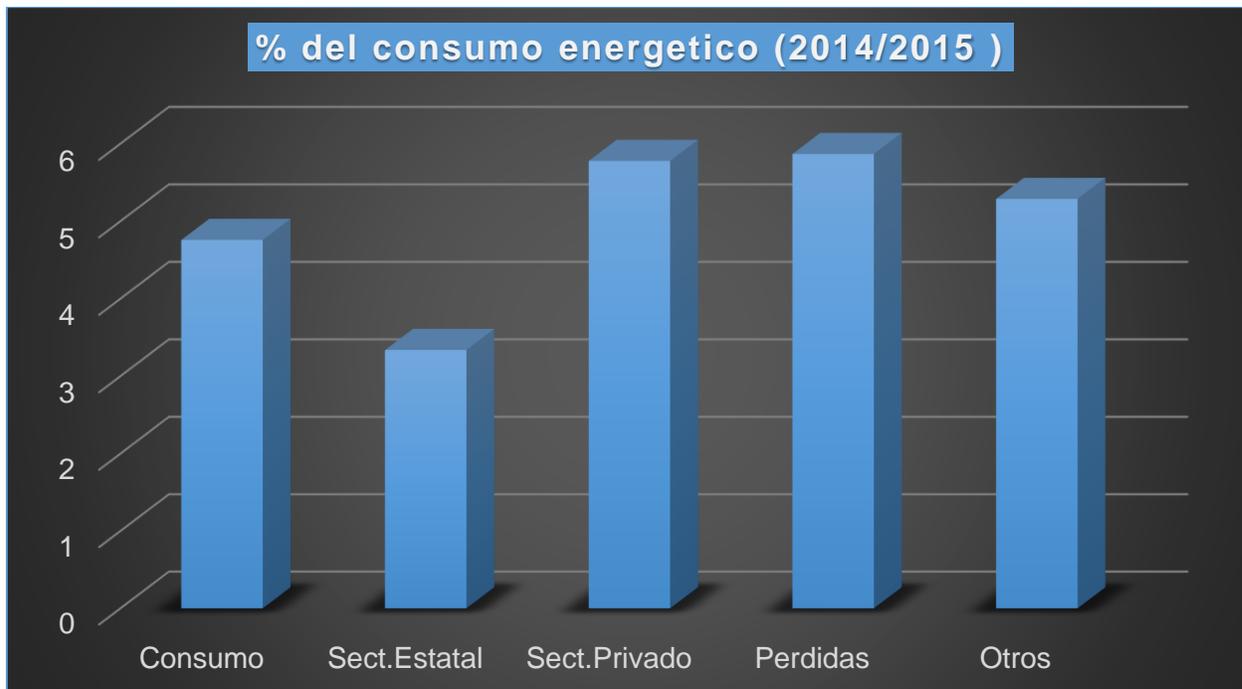
**Tabla 2.5:** Consumo energético. **Fuente:** Elaboración propia.

Concepto	2013 GW.h	2014 GW.h	% 13/14	2015 GW.h	% 14/15
Consumo	19156,4	19366,1	1,09	20288,0	<b>4,76</b>
Sector estatal	8493,3	8399,1	-1.11	8684,5	<b>3,34</b>
Sector Privado	7736,2	8 005,7	3,48	8468,3	<b>5,78</b>
Pérdidas	2926,9	2961,3	1,17	3135,2	<b>5,87</b>

CAPÍTULO II

otros	2651,0	2835,1	6,94	2985,0	<b>5,29</b>
-------	--------	--------	------	--------	-------------

En la Figura 2.5 se resume el comportamiento (%) que ha tenido el consumo energético en los años 2014 y 2015.

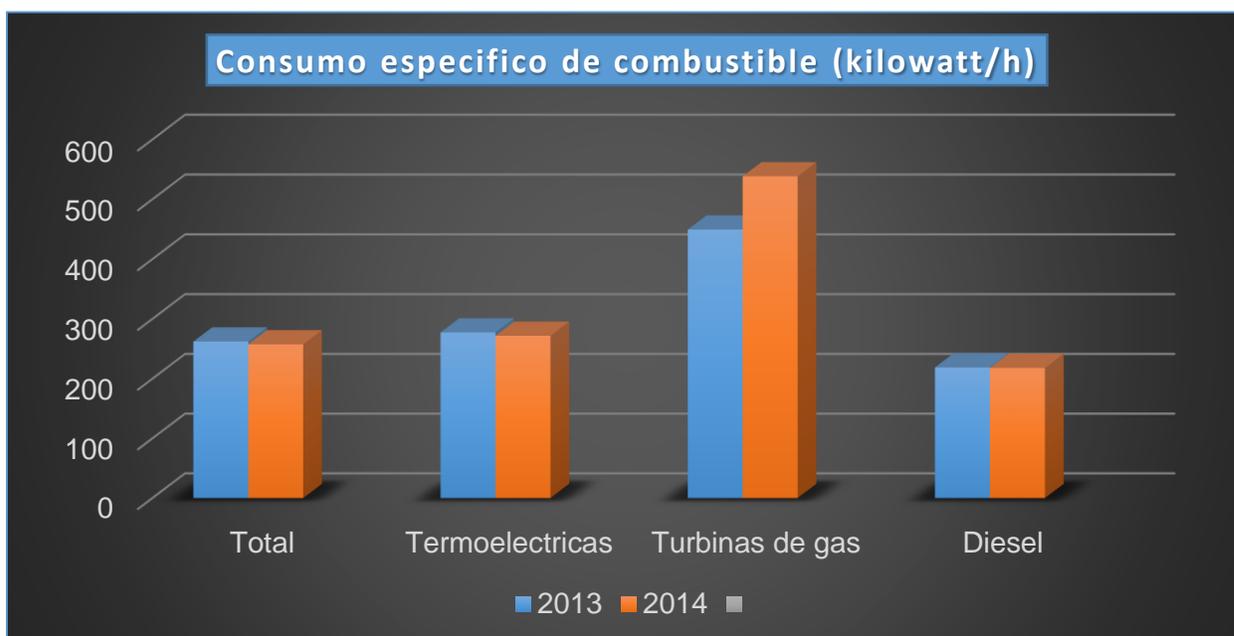


**Figura 2.5:** Porciento consumo energético por sectores y pérdidas. **Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 2.6:** Consumo de combustible por unidad de energía eléctrica generada en las empresas de servicio público; **Fuente:** Elaboración propia.

Gramo de combustible convencional por kilowatt hora						
Año	Total	Termoeléctricas	Turbinas de gas	Diesel	Aisladas	Tecnología nueva
2013	262,5	277,8	449,8	219,2	227,5	218,3
2014	257,8	272,1	538,8	218,3	227,9	218,1

En la Figura 2.6 se muestra el comportamiento del consumo específico de combustible en las

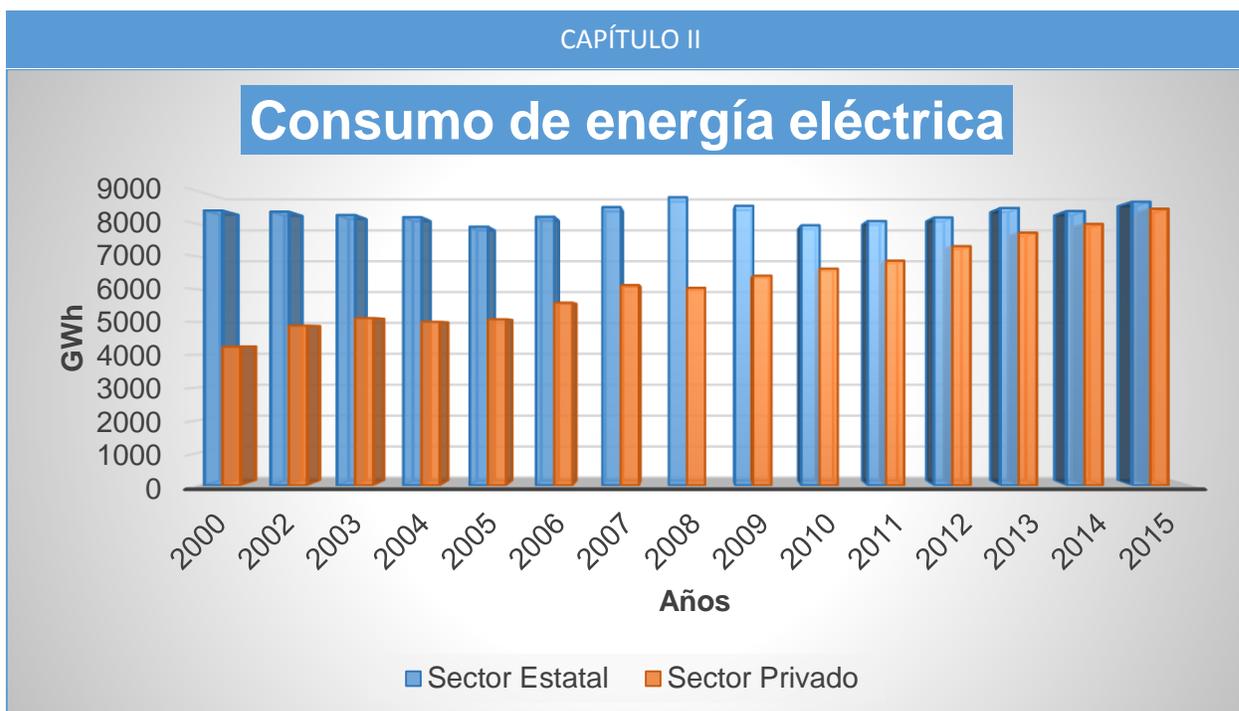


empresas de servicio público entre los años 2013 a 2014.

**Figura 2.6:** Consumo específico de combustible en las empresas de servicio público. **Fuente:** Elaboración propia.

El consumo de energía eléctrica, se refiere al consumo de electricidad registrado por todos los sectores de la economía (incluyendo privado) y con independencia de la fuente de origen (servicio público o autoprodutores). Comprende también el insumo en generación y las pérdidas por lo que, el consumo total resulta igual a la generación bruta total del país (ONEI, 2016a).

Como ya se había referido anteriormente, en Cuba el consumo de electricidad en el sector privado muestra una tendencia al crecimiento constante en relación al consumo en el sector público (estatal), aunque en año 2015 el sector público volvió a presentar un aumento de 3 % con respecto al año 2014. En la Figura 2.7 se ilustra el consumo eléctrico acumulado desde el año 2000 hasta el año 2015 en los sectores residencial y estatal, como evidencia de lo anteriormente expuesto.



**Figura 2.7:** Consumo acumulado de energía eléctrica por años. **Fuente:** Elaboración Propia.

En la Tabla 2.7 se expone el consumo de energía en los hogares en los años 2014 y 2015, donde no se registran datos del comportamiento del petróleo y del queroseno en el último año, sin embargo como se puede apreciar, hay un crecimiento en el consumo de electricidad en este mismo año en comparación con el anterior.

**Tabla 2.7:** Consumo de energía en los hogares. **Fuente:** Elaboración propia.

Año	Leña (Mm3)	Electricidad (MWh)	Petróleo (Mt)	Queroseno (Mt)	Alcohol Desnaturalizado (Mhl)	Gas manufacturador (MMm3)	Carbón Vegetal (Mt)
2014	20,8	8005,7	70,0	80,5	183,5	128,7	15,3
2015	18,9	8468,3	...	...	176,0	123,2	9,4

### 2.3 Caracterización energética de la provincia de Cienfuegos

La provincia Cienfuegos es la tercera más pequeña de Cuba, tiene una extensión superficial de 4 188,61km<sup>2</sup> y una población residente que asciende los 405 823 habitantes. Se encuentra situada en el centro-sur del país entre las coordenadas 21° 21' y 22° 35' de latitud Norte y 80° 20' y 81° 10' de longitud Oeste. Limita al Norte con los municipios de Ranchuelo y Santo Domingo (provincia de Villa Clara) y con los municipios Calimete y Los Arabos (provincia de Matanzas), al Este con el municipio de Manicaragua (provincia de Villa Clara) y con el municipio de Trinidad (provincia de Sancti Spíritus) al Sur limita con el Mar Caribe y al Oeste con los municipios Ciénaga de Zapata y Calimete de la provincia de Matanzas. Se encuentra

conformada por ocho municipios: Aguada de Pasajeros, Rodas, Palmira, Lajas, Cruces, Cumanayagua, Cienfuegos y Abreus (Rodríguez, 2016).

### **2.3.1 Generación de energía en la provincia de Cienfuegos**

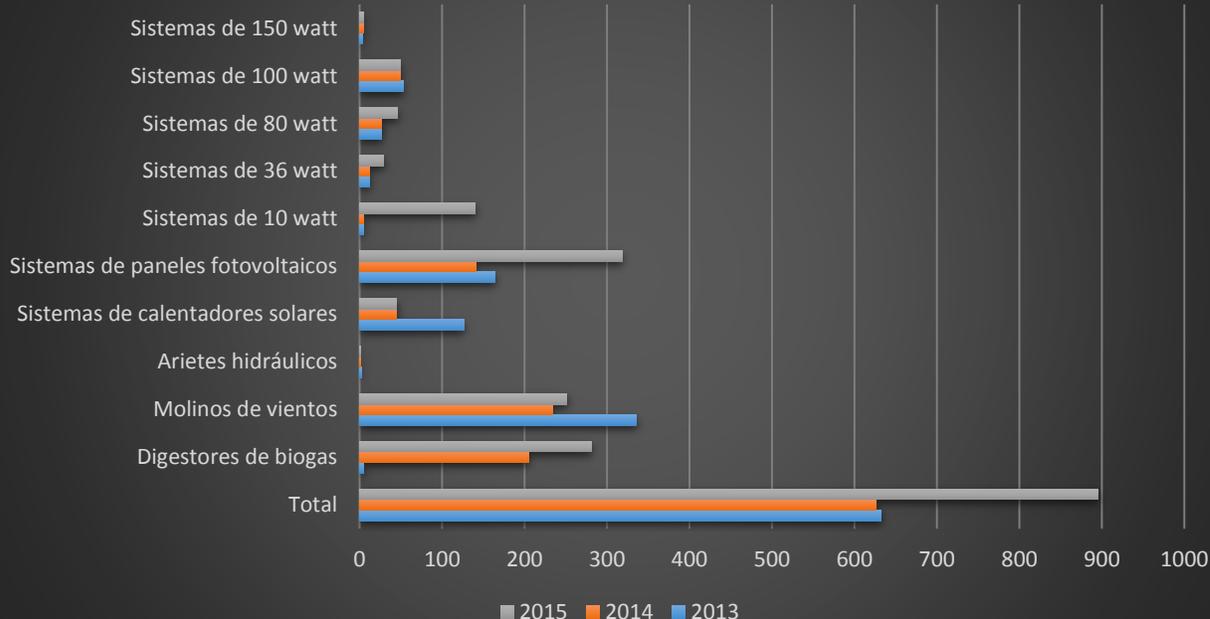
En Cienfuegos se encuentra enclavada la Termoeléctrica "Carlos Manuel de Céspedes" (ETE) organización que pertenece a la Unión Nacional Eléctrica (UNE) que a su vez forma parte del Ministerio de Energía y Minas (MINEM), por su capacidad instalada, su ubicación geográfica, su elevada eficiencia y disponibilidad, constituye uno de los pilares fundamentales del Sistema Electroenergético Nacional (SEN), y está designada por el Despacho Nacional de Carga (DNC) para llevar la frecuencia del sistema. La ETE que brinda el servicio de generación de electricidad al SEN con una potencia instalada 316 MW, integrada por 2 unidades o bloques de generación de tecnología japonesa (HITACHI) de 158 MW cada uno las unidades de Cienfuegos representan el 12% de las unidades térmicas del país (Rodríguez, 2016).

A la generación de energía eléctrica se integran en período de zafra los CAI de la provincia siendo estos:

- CAI Antonio Sánchez, Municipio Aguada de Pasajeros
- CAI 14 de Julio, Municipio Rodas
- CAI 5 Septiembre, Municipio Rodas
- CAI Elpidio Gómez, Municipio Palmira
- CAI Ciudad Caracas, Municipio Lajas
- CAI Guillermo Monada, Municipio Abreus

El uso de dispositivos generadores de energía alternativa es uno de los elementos importantes que han ido en aumento, destacándose el progreso en los digestores de biogás, sistemas de paneles fotovoltaicos y sistemas de 10, 36 y 80 Watt respectivamente, la recuperación de los molinos de vientos y la estabilidad (constante) en los sistemas de 100 Watt. Los arietes hidráulicos y los sistemas de 150 Watt presentan valores muy bajo en esta estructura tal como se refleja en la gráfica de la figura 2.8. Es importante decir que, lo que más se utiliza son los molinos y destacar también el crecimiento significativo de los paneles fotovoltaicos.

## Dispositivos generadores de energía alternativa



**Figura 2.8:** Estructura de dispositivos generadores de energía alternativa en la provincia de Cienfuegos. **Fuente:** Elaboración propia.

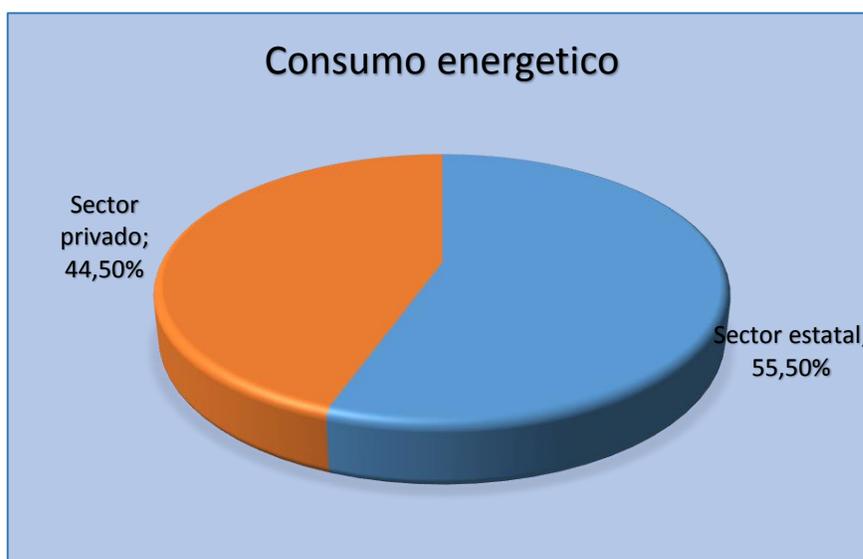
### 2.3.2 Consumo de energía en la provincia de Cienfuegos

El consumo de energía en la provincia Cienfuegos está constituido fundamentalmente por la energía eléctrica, el diésel, la gasolina y el gas licuado. La mayor demanda le corresponde a la energía eléctrica y aunque en el 2013 se observa un crecimiento, en 2015 disminuye considerablemente en relación a los años anteriores. Similar análisis con relación al diésel y la gasolina mientras que el gas licuado presenta un comportamiento oscilatorio en su consumo durante los 3 años que se muestra a continuación en la figura 2.9.

El sector estatal, en esta provincia es el mayor consumidor de la electricidad generada en la red provincial. Hasta el año 2014 se registró un consumo de 55,5% de la electricidad de la red provincial solo para el sector estatal, del mismo solo un 0,8% es del alumbrado público, dejando al sector privado con un 44,5% pero de ello un 42,9% es del sector residencial, tal como se puede observar en la Figura 2.10 que se muestra a continuación.



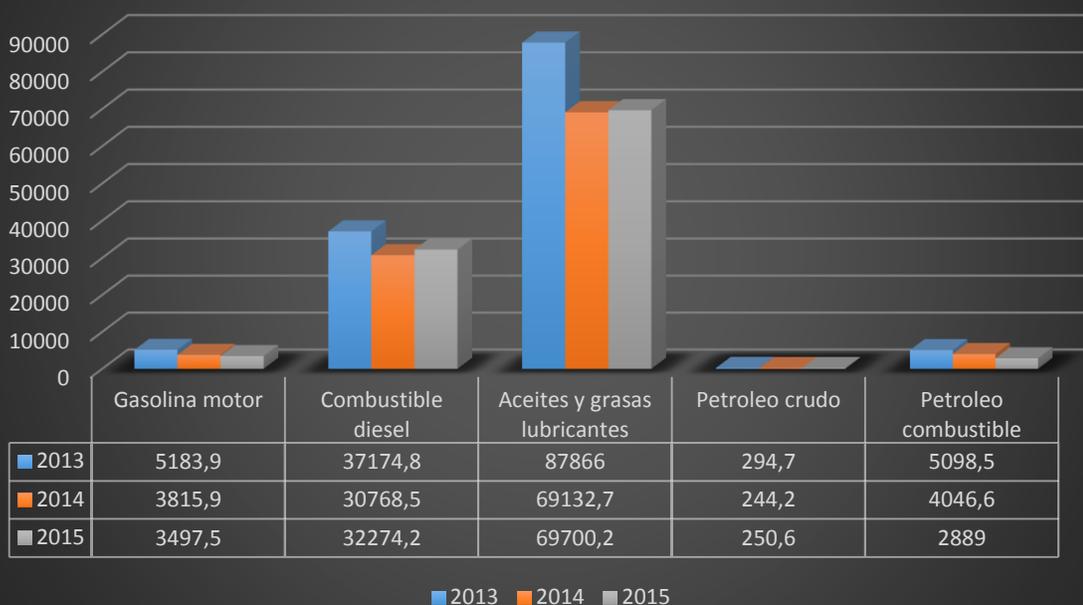
**Figura 2.9** Consumo en la provincia de Cienfuegos. **Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 2.10:** Consumo de energía eléctrica en la red provincial de Cienfuegos, según destino  
**Fuente:** (Rodríguez, 2016).

Sin embargo en la provincia se ha observado una reducción cuantitativa del uso de petróleo y sus derivados en el último año. Un análisis al respecto se ilustra en la Figura 2.11. Como se puede observar en la misma el consumo de aceites y grasas lubricantes tiene el mayor empleo entre los derivados del petróleo que se utilizan en el territorio seguido por el combustible diésel. Las cifras del consumo del año 2015 son relativamente menor en relación los pasados tres años.

### Consumo de petróleo crudo y derivados del petróleo por actividades económicas



**Figura 2.11:** Consumo de petróleo crudo y derivados del petróleo por actividades económicas

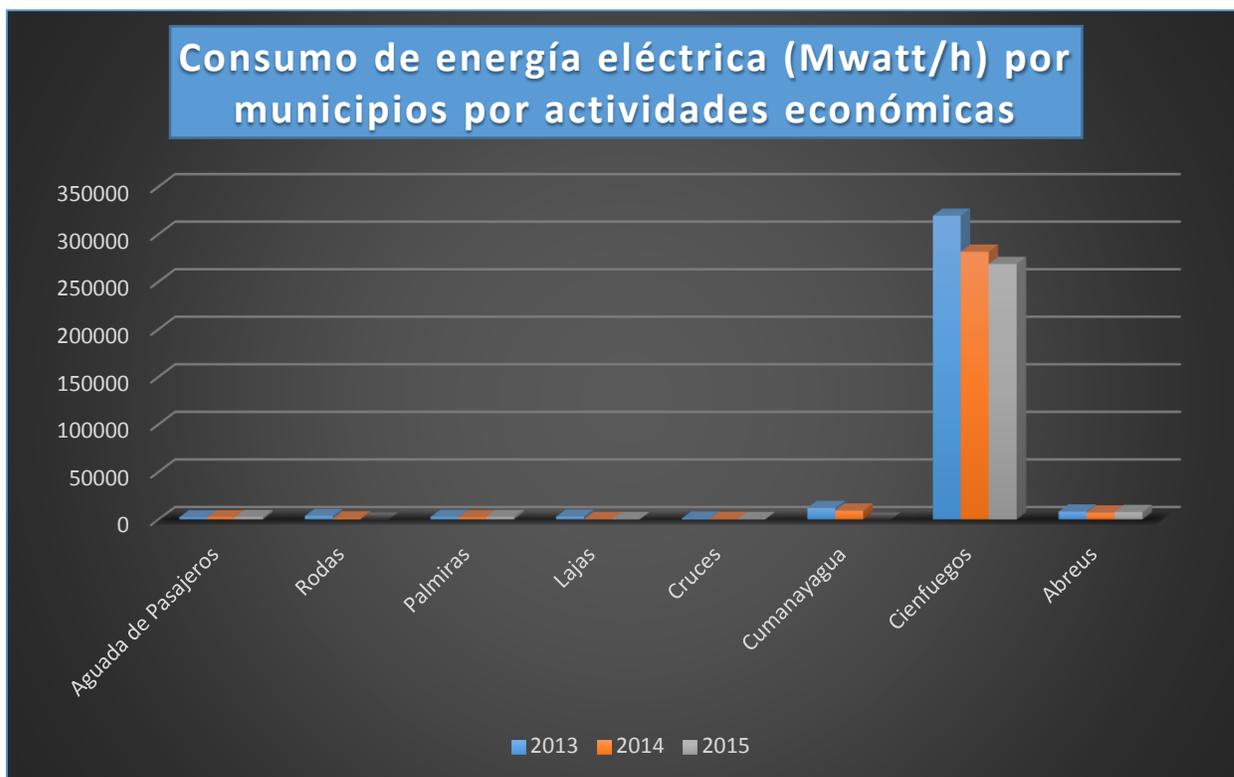
**Fuente:** Elaboración propia.

En la provincia de Cienfuegos el consumo de combustible convencional ha experimentado una disminución en el período 2010-2014, sin embargo en año 2015 se ha registrado un incremento de este consumo lo que evidencia la dependencia aun existente por fuentes de energía convencionales, tal como se muestra en la tabla resumen a continuación.

**Tabla 2.8:** Consumo de combustible convencional a nivel provincial. **Fuente:** (ONEI, 2016b).

Concepto	UM	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Combustible Convencional	TCC	60958,5	56565,4	59134,8	56350,9	47760,7	71223,5

Cuanto al consumo de energía eléctrica en todos los municipios de la provincia de Cienfuegos, el municipio de Cienfuegos (municipio capital) es el de mayor consumo eléctrico, debido a que en el territorio están enclavadas las principales industrias y sectores de servicios de la provincia, así como la mayor población con 174 769 habitantes (ONEI, 2016b) siendo la mayoría habitantes en zona urbana lo que clasifica al municipio como ciudad tipo 1 ó de 1<sup>er</sup> orden en Cuba. Lo dicho se muestra en la figura a continuación.



**Figura 2.12:** Consumo de energía eléctrica por municipios de la provincia de Cienfuegos.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 2.4 Caracterización energética del municipio de Cienfuegos

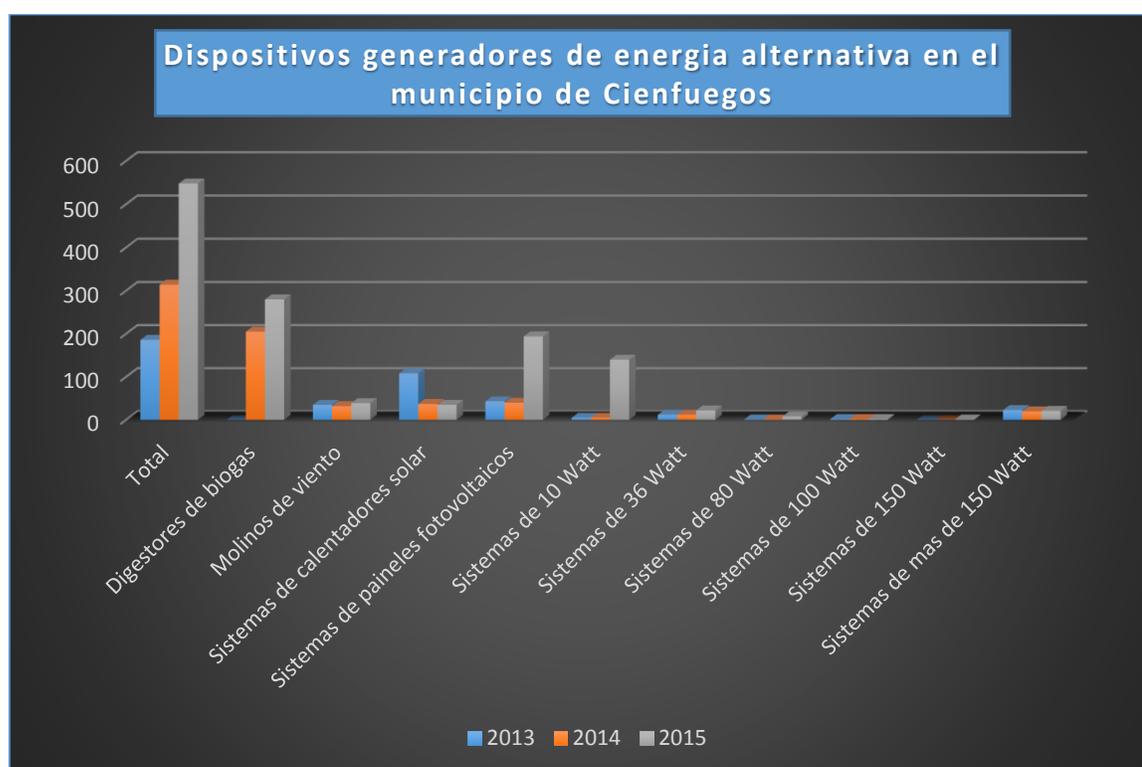
El municipio Cienfuegos tiene una extensión territorial de 355,63 km<sup>2</sup> con una población residente de 173 769 habitantes. El territorio se encuentra situado en el centro-sur de la provincia a los 220 7' y 30" de latitud Norte y 180 18' de longitud Oeste sobre la península de Majagua, limita al Norte con los municipios de Palmira y Rodas, por el Sur con el Mar Caribe, hacia el Este con el municipio de Cumanayagua y por el Oeste con el municipio de Abreus (Rodríguez, 2016).

En el municipio Cienfuegos la información estadística sobre la generación se basa en los dispositivos generadores de energía alternativa, la cual se clasifica por tipo de dispositivo en el período 2010-2015, se evidencia un crecimiento de estos, con una puesta en marcha de 75 digestores de biogás más con respecto al año 2014, un crecimiento en centenas de paneles fotovoltaicos y sistemas de 10 Watt. En la tabla 2.9 se evidencian las cifras anteriormente mencionadas y en figura 2.12 se representa gráficamente el referido crecimiento.

**Tabla 2.9:** Dispositivos generadores de energía alternativa en el municipio de Cienfuegos.

Fuente: (ONEI, 2016c).

Concepto	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Digestores de biogás	..	..	..	..	205	280
Molinos de vientos	2	30	30	35	32	39
Sistemas de calentadores solares	78	87	92	108	37	35
Sistemas de paneles fotovoltaicos	54	43	67	43	40	194
Sistemas de 10 watt	9	6	5	5	5	140
Sistemas de 36 watt	19	13	12	12	12	22
Sistemas de 80 watt	1	1	1	1	1	8
Sistemas de 100 watt	2	2	2	2	2	2
Sistemas de 150 watt	..	..	..	..	..	1
Sistemas de más de 150 watt	23	21	47	23	20	21
<b>Total</b>	<b>134</b>	<b>160</b>	<b>189</b>	<b>186</b>	<b>314</b>	<b>548</b>

**Figura 2.12:** Estructura de dispositivos generadores de energía alternativa en el municipio de Cienfuegos. Fuente: Elaboración Propia.

El municipio presenta la estadística e información del consumo por organismos y actividades económicas en el período 2010-2015 de los siguientes portadores energéticos, que se muestran en las tablas 2.10 y 2.11.

- Energía eléctrica
- Diésel
- Gasolina
- Gas licuado
- Petróleo crudo y derivados
- Fuel oíl

**Tabla 2.10:** Consumo del municipio de Cienfuegos según organismos. **Fuente:** (ONEI, 2016c).

PORTADORES ENERGETICOS/ AÑOS	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Energía eléctrica (MWatt/h)	171687,0	277237,0	300036,0	319555,8	281727,2	268742,4
asfalto de petróleo (ton)	5214,4	5479,7	4803,6	4582,4	3769,1	4749,2
Solventes (ton)	6,2	18,1	17,9	13,5	10,5	8,5
Petróleo Crudo (ton)	189,8	253,4	463,0	288,1	244,2	250,6
Fuel-oíl (ton)	4294,0	3291,0	3472,7	2916,9	1776,1	22295,1
Gas licuado (ton)	577,6	567,4	539,3	588,7	536,5	578,6
Gasolina (ton)	4520,7	4340,4	4249,8	4152,7	3379,4	3025, 6
Diésel (ton)	18918,5	24186,5	26117,7	27815,3	26504,1	24204, 9

En la siguiente tabla se muestra Consumo de petróleo crudo y derivados del petróleo por actividades económicas en el municipio de Cienfuegos.

**Tabla 2.11:** Consumo de petróleo crudo y derivados del petróleo por actividades económicas. **Fuente:** (ONEI, 2016c)

Portadores/Años	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Gasolina motor (ton)	4753,0	4340,4	4249,8	4152,7	3379,4	3025,5
Combustible diesel (ton)	19434,5	24186,5	26117,7	27815,3	26504,1	27738,6
Aceites y grasas	34252,3	54832,6	62300,9	70293,6	59116,0	60236,6

CAPÍTULO II

lubricantes (ton)						
Petróleo Crudo (ton)	189,8	253,4	463,0	288,1	244,2	250,6
Petróleo combustible (ton)	4294,0	3291,1	3472,7	2916,9	1776,1	22295,1

Con el objetivo de realizar el análisis de la GEL en el municipio de Cienfuegos se utiliza el método de expertos.

### 2.4.1 Método de Expertos

En el análisis de la GEL se utiliza el método de expertos. Para la definición de los elementos de comparación se hace necesaria la determinación de un grupo de expertos, el trabajo con estos permite conocer las opiniones de los especialistas que tienen mayor dominio del tema y así poder realizar una investigación con mayor profundidad. Se realizará el cálculo del número de expertos a través de la expresión:

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

Donde:

K: constante que depende del nivel de significación estadística.

p: proporción de error que se comete al hacer estimaciones del problema con n expertos.

I: precisión del experimento. ( $I \leq 12$ )

1 - α	k
99%	6,6564
95%	3,8416
90%	2,6896

Los criterios a utilizar para la selección de los miembros del equipo de trabajo son:

- Años de experiencia.
- Vinculación a la actividad lo más directamente posible.
- Capacidad para trabajar en equipo.
- Conocimiento del tema a tratar.

Después de realizar los cálculos para determinar el número de expertos se obtiene que deben ser once la cantidad de expertos, los mismos integrantes del Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA) de la Universidad de Cienfuegos, profesores del Departamentos de

Ingeniería Industrial de la Universidad de Cienfuegos (DIIUCF) y la Universidad de Matanzas (DIIUM) y representante del Gobierno municipal de Cienfuegos:

- DrC. Juan José Cabello Eras (CEEMA)
- DrC. José Monteagudo Llanes (CEEMA)
- DraC. Margarita Lapidó Rodríguez (CEEMA)
- DrC. Eduardo Julio López Bastida (CEEMA)
- DrC. Julio Gómez Sarduy (CEEMA)
- DrC. Félix González Pérez (CEEMA)
- DrC. Mario Álvarez-Guerra Plasencia (CEEMA)
- Ing. Ignacio Verdecia Nápoles (ONURE)
- DraC. Dianelys Nogueira Rivera (DIIUM)
- MSc. Jenny Correa Soto (DIIUCF)
- MSc. Arnaldo Cruz Cruz (Gobierno Municipal)

Se utiliza la metodología de Cortés e Iglesias (2005) para el cálculo del coeficiente de competencia, la misma tiene como objetivo asegurar que los expertos que se consultan verdaderamente pueden aportar criterios significativos respecto al tema objeto de estudio. Se seleccionan aquellos expertos que tengan un coeficiente de competencia entre medio y alto. Dicho método se muestra en el anexo 4.

Consecuentemente se les realiza un análisis de experticia tal como se muestra en la tabla 2.12 a continuación.

**Tabla 2.12:** Cálculo del coeficiente de competencia de cada experto. **Fuente:** Elaboración propia.

Expertos	Coeficiente de conocimiento (Kc)	Coeficiente de argumentación (Ka)	Coeficiente de Competencia (Kcomp=Kc+Ka/2)	Nivel
1	0.90	$0.2+0.4+3(0.05)+0.04=0.79$	0.85	Alto
2	0.80	$0.2+0.4+4(0.05)=0.90$	0.80	Alto
3	0.80	$0.3+0.5+0.03+0.04+0.05+0.04=0.96$	0.88	Alto
4	0.90	$0.2+0.4+3(0.05)+0.04=0.79$	0.85	Alto
5	0.80	$0.2+0.5+2(0.03)+2(0.04)=0.84$	0.82	Alto
6	0.90	$0.2+0.4+3(0.05)+0.04=0.79$	0.85	Alto
7	0.80	$0.3+0.5+0.03+0.04+0.05+0.04=0.96$	0.88	Alto
8	0.70	$0.3+0.4+0.03+4(0.03)=0.79$	0.76	Media

CAPÍTULO II				
9	0.70	$0.3+0.4+4(0.03)=0.76$	0.73	Media
10	0.80	$0.2+0.4+4(0.05)=0.90$	0.80	Alto
11	0.70	$0.2+0.4+0.05+3(0.04)=0.77$	0.74	Medio

#### 2.4.2 Análisis de la gestión energética local en el municipio de Cienfuegos

En el análisis de la documentación desde la ONEI, no se evidencian los consumos de energía eléctrica por la población y la información energética es registrada por diferentes organizaciones en el territorio siendo estas:

- Organización Básica Eléctrica (OBE) que registra el consumo de energía eléctrica tanto en el sector estatal como en el privado en las cinco sucursales, donde se insertan los 19 Consejos Populares del municipio.
- La demanda de la energía eléctrica está dada por las fuentes convencionales y renovables de energía, CITMA, CUBASOLAR, MINAGRI.
- El control de combustible por la dependencia provincial de la Oficina Nacional para el Uso Racional de la Energía (ONURE).
- Las ventas de portadores energéticos por la Empresa Comercializadora de Combustibles (ECC) en Cienfuegos por los sectores estatales y residenciales.

Entre las deficiencias en la Gestión de la Energía en el municipio es que el proceso de toma de decisiones de la energía eléctrica municipal definido por (Ávila, F, 2016; Aureliano, G, 2016; Cantero, A, 2016; Fernández, L, 2016; Nápoles, O, 2016 & Rodríguez, S, 2016); no se consideran los consumos de los 19 Consejos Populares que componen el municipio de Cienfuegos; por otra parte, la información de la generación y consumo, no solo de la energía eléctrica, sino de todos los portadores energéticos dispersos no permite al gobierno local realizar una adecuada Gestión de la Energía y lograr visibilidad de su gestión. En el anexo 5 se muestra dicho análisis a través del diagrama Causa-Efecto.

Se procede a realizar por parte de los expertos la lista de causas potenciales que inciden en una deficiente GEL en Cuba, teniendo como caso de estudio el gobierno local del municipio de Cienfuegos. En el consenso se obtuvo un índice de concordancia (W Kendall) igual a 0.87 con la siguiente lista de causas potenciales:

- Interrelación deficiente entre los actores que controlan la generación y consumo de energía en el municipio.
- No se consideran los consumos de energía por Consejos Populares.

- Desconocimiento de las variables que influyen en el consumo de electricidad en el sector residencial municipal.
- Desconocimiento de la influencia de la GEL en la sociedad para el ahorro de la energía.

Por lo que se procede a realizar la verificación de las causas y las acciones de mejora:

**Tabla 2. 6:** Verificación de las causas y las acciones de mejora **Fuente:** Elaboración propia.

Causas potenciales	Verificación de las causas	Acciones de mejoras
Interrelación deficiente entre los actores que controlan la generación y consumo de energía en el municipio	Actores identificado como: CUPET, GEYSEL, EMGEF, CUBASOLAR, ONURE, OBE, CITMA, MINAGRI y otros registran y controlan información sobre la energía tanto por Fuentes Convencionales como por FRE, que no son registradas en la ONEI y solo se analizan en los Consejos Energéticos Municipales los consumos cuando existe un incumplimiento y no en función de la planificación	Realizar la identificación de la información, datos energéticos y los actores que la gestionan a través de Diagnóstico Energético Municipal
No se consideran los consumos de energía por Consejos Populares	En la planificación de la energía eléctrica en el municipio, la estructura de consumo por Consejos Populares no es considerada No se considera en la GE el consumo de todos los portadores energéticos incluido las FRE en el sector residencial	Realizar el Diagnóstico Energético Municipal
Desconocimiento de las	En el consumo de electricidad	Determinar las variables que

CAPÍTULO II

<p>variables que influyen en el consumo de electricidad en el sector residencial municipal</p>	<p>solo se considera las lecturas de los metrocontadores eléctricos instalados en el sector residencial, en estas lecturas se evidencia que en el sector el menor consumo se registra para el mes de febrero y el mayor para el mes de julio según (Ávila, F, 2016; Aureliano, G, 2016; Cantero, A, 2016; Fernández, L, 2016; Nápoles, O, 2016 &amp; Rodríguez, S, 2016)</p>	<p>influyen en el consumo de electricidad municipal para el sector residencial que favorezca la propuesta de indicadores para medir el desempeño de la GEL, potenciar el uso de las FRE e insertarlos en la red de distribución eléctrica.</p>
<p>Desconocimiento de la influencia de la GEL en la sociedad para el ahorro de la energía</p>	<p>En la Estrategia de Comunicación del gobierno municipal no se considera la socialización de la GEL como elemento de desarrollo que componen las Estrategias de Desarrollo de un municipio, no se utilizan las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) para visualizar las GEL en el municipio</p>	<p>Diseñar una herramienta sustentada en la TICs (producto informático) que permita al gobierno local gestionar la energía y su socialización contribuyendo a la educación energética en el municipio</p>

Todas las acciones de mejora poseen la misma prioridad es por ello que, conjuntamente a esta investigación, se realizan otras paralelas. En el caso de la presente investigación se desarrolla la acción de mejora: Realizar la identificación de la información, datos energéticos y los actores que la gestionan a través de Diagnóstico Energético Municipal con énfasis en el uso de las FRE aplicando el procedimiento para el diagnóstico energético municipal en Cuba. Para lo cual se elabora el Plan de Mejoras con la utilización de la técnica 5Ws y 2Hs que se muestra el anexo 6.

## 2.5 Procedimiento para el diagnóstico energético municipal en Cuba

El procedimiento diseñado (Ávila, 2016) está estructurado en los cuatro pasos, los cuales se detallan a continuación:

- Paso 1: Caracterización socio-económica del municipio objeto de estudio

Para caracterizar el municipio, se aplican diferentes técnicas, tales como la observación directa, entrevistas, el estudio documental y sesiones de trabajo con el CAM y el Consejo Técnico Asesor. A su vez se realiza la revisión de documentos y entrevistas donde se obtenga información relativa a la ubicación geográfica, las características medioambientales, la extensión territorial, el consumo energético por actividades económica y la población, las tendencias de los consumos energéticos, el volumen de la producción (PIB o VAB municipal), el empleo, las características de la población, densidad poblacional, datos urbanísticos, número de viviendas.

- Paso 2: Definición del escenario

En la definición del escenario se hace necesario el mapeo del proceso de toma de decisiones del CAM en la temática energética, además se debe aplicar la lista de chequeo que se muestra en el anexo 7 que constituye una adaptación de la desarrollada por la Universidad de Wisconsin (UWExtension, 2011) para la evaluación de las competencias de los miembros del CAM y los presidentes de los Consejos Populares (CP).

En este paso se realiza la identificación de los actores e instituciones claves así como sus interrelaciones, además de identificar como se realiza el control del consumo y eficiencia de los portadores energéticos que se utilizan en el municipio. Otros elementos para la definición del escenario actual es el período de tiempo para la recopilación de datos, que permita su procesamiento y análisis, teniendo en cuenta las instituciones que deben aportar la información, la identificación de barreras para el desarrollo de la GEL y las potencialidades de eficiencia energética y de FRE locales. La finalidad de este paso es la determinación del balance energético municipal, al considerar la energía demanda, entregada y su uso en el municipio.

- Paso 3: Inventario de las principales acciones desarrolladas para la reducción del consumo primario de energía

Se realizará el inventario de las acciones desarrolladas en el período de análisis para la eficiencia energética y el incremento de la producción de energía a través de las FRE.

- Paso 4: Determinación de los puntos fuertes y débiles del diagnóstico interno y externo

Como resumen del procedimiento, se identifican los factores internos (fortalezas y debilidades) y los externos (oportunidades y amenazas) que favorecen y obstaculizan el desarrollo de la gestión energética en el municipio, para lo cual se construye la matriz DAFO. El resultado constituye punto de partida para determinar la estrategia a implementar. El diagnóstico constituye una evaluación del municipio y de su contexto (general y específico) y por lo tanto, se requiere su actualización periódica para revelar la brecha entre la situación actual y los propósitos plasmados en la estrategia de desarrollo local (DL).

## **2.6 Alcance de la investigación**

A esta investigación la preceden las desarrolladas por (Ávila, F, 2016; Aureliano, G, 2016; Cantero, A, 2016; Fernández, L, 2016; Nápoles, O, 2016 & Rodríguez, S, 2016) que tuvieron como alcance el diagnóstico del consumo de energía eléctrica en los 19 Consejos Populares del municipio de Cienfuegos, sin embargo no se concluyó la aplicación de procedimiento para el diagnóstico energético en Cuba en el municipio objeto de estudio. Por lo que en esta investigación se desarrollará el Paso 3 del procedimiento, en función de realizar el inventario de las acciones desarrolladas en el período de análisis para la eficiencia energética y el incremento de la producción de energía a través de las FRE en el municipio.

## **2.7 Conclusiones parciales del capítulo**

1. En Cuba la información estadística es centrada por la Oficina Nacional de Estadística e Información; a nivel nacional la información referente a la energía, considera la generación, la importación y los consumos de todos los sectores; sin embargo a escala local o municipal no funciona, se gestiona por diferentes actores y su interrelación no es adecuada siendo el flujo de esta información indispensable para la toma de decisiones en la planificación energética a nivel local.
2. Al realizar el análisis de la situación actual en Cuba sobre la gestión energética local (GEL), se concluye que los gobiernos municipales no poseen herramientas de gestión que les permitan gestionar los recursos energéticos presentes en el territorio, haciéndose necesario realizar la identificación de la información, datos energéticos y los actores que la gestionan las FRE en el municipio de Cienfuegos.



# CAPÍTULO 3

## **Capítulo III: Actualización de las fuentes renovables de energía en el municipio de Cienfuegos**

### **3.1 Introducción**

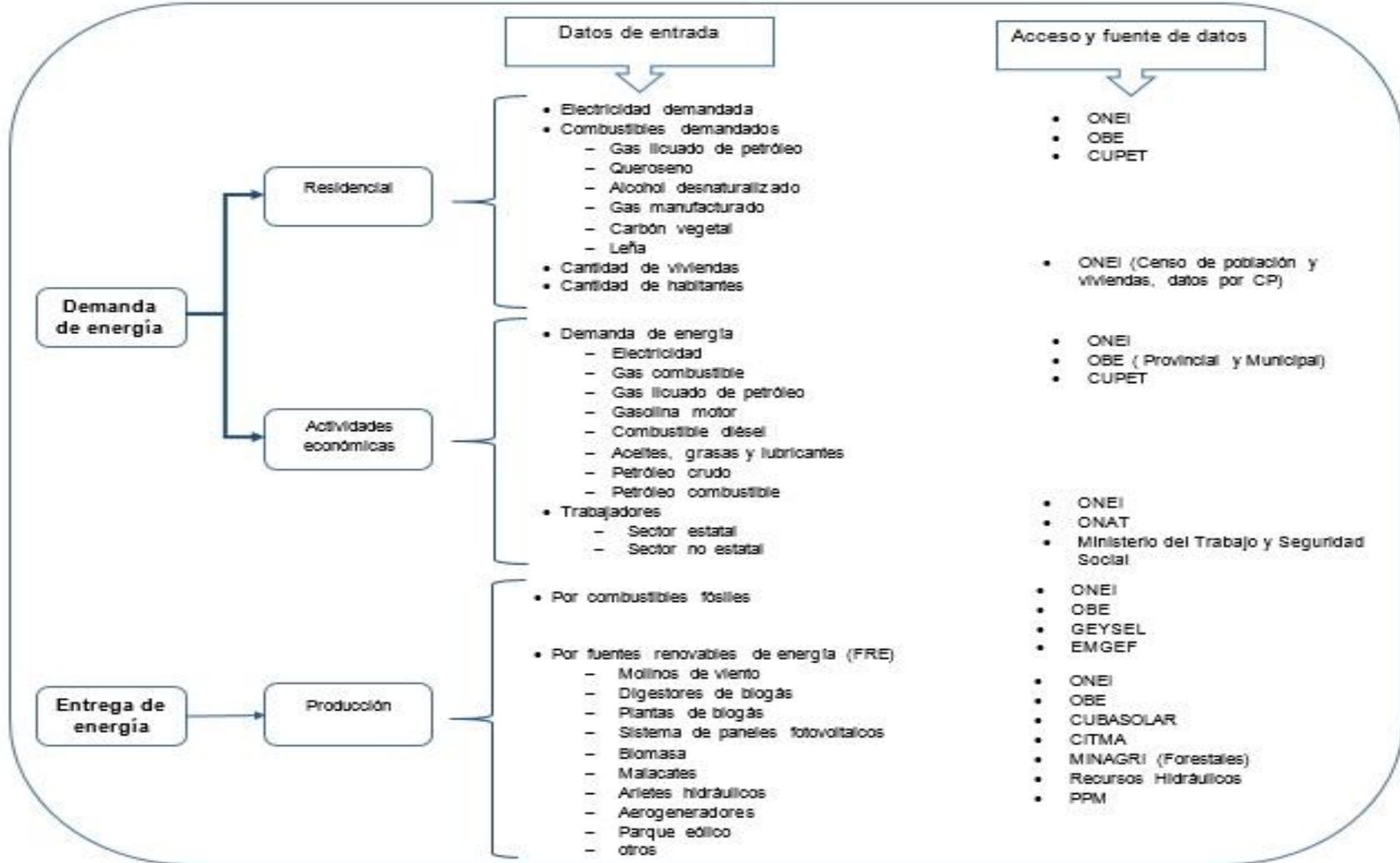
En este capítulo se realiza la actualización de las fuentes renovables de energía (FRE) en el municipio de Cienfuegos, a través de la identificación de actores que gestionan y/o registran los datos e información a las FRE en el municipio y su captación. Además se realiza el análisis de la de los datos e información captada propiciando la propuesta de la matriz de FRE del municipio objeto de estudio.

### **3.2 Inventario de las principales acciones desarrolladas para la reducción del consumo primario de energía en el municipio de Cienfuegos**

En este epígrafe se desarrolla el paso 3 del procedimiento para el diagnóstico energético municipal con aplicación en el municipio de Cienfuegos, con ello se pretende listar a partir de la captación de datos e información el comportamiento de las FRE en el municipio.

Para la captación de datos e información se basará en la entrada de parámetros para el diagnóstico energético local definido por; (Ávila, F, 2016; Aureliano, G, 2016; Cantero, A, 2016; Fernández, L, 2016; Nápoles, O, 2016 & Rodríguez, S, 2016), relacionada con la producción de energía por fuentes renovables (en la figura 3.1 se muestran), aunque en el mismo se definen el acceso y la fuente de datos es necesario determinar en el municipio objeto de estudio cuales son los actores que captan y gestionan estas informaciones. Con la utilización del grupo de expertos quedan definidos que gestiona y/o captan la información referente a las FRE en el municipio de Cienfuegos siendo estos:

1. Organización Básica Eléctrica (OBE), a través de su dirección provincial.
2. Cubasolar, representación provincial.
3. Oficina Nacional de Estadística e Información, a través de sus dependencias provincial y municipal.
4. Ministerio del Turismo (MINTUR), Delegación provincial del MINTUR.
5. Dirección Provincial de Planificación Física (DPPF).



**Figura 3.1:** Parámetros para el diagnóstico energético municipal. **Fuente:** (Agüero, 2016; Ávila, 2016; Cantero, 2016; Fernández, 2016; Nápoles, 2016; Rodríguez, 2016; Vieira, 2016)

En la tabla 3.1 donde se muestran la información que captan o/y gestionan estos actores.

**Tabla 3.1:** Actores que gestionan la información referente a las FRE en el municipio de Cienfuegos. **Fuente:** Elaboración propia.

N°	Actor	Información
1	Organización Básica Eléctrica (OBE)	Generación para energía solar fotovoltaica (parques fotovoltaicos), donde aparecen todos los parques fotovoltaicos de la provincia en el periodo 2013-2017.
2	Cubasolar	Información referente a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estado de las FRE en la provincia de Cienfuegos</li> <li>• Relación digestores de biogás por municipios</li> </ul>
3	Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anuario Estadístico Municipal</li> </ul>
4	Ministerio del Turismo (MINTUR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicación de los calentadores solares en los hoteles del municipio</li> </ul>
5	Dirección Provincial de Planificación Física (DPPF)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Georeferenciación de las FRE del municipio de Cienfuegos a través de la herramienta informática MapInfo</li> </ul>

### 3.2.1 Análisis de la información referente a las fuentes renovables de energía

Se realiza el análisis de los datos y la información captada de los diferentes actores que se muestran en la tabla anterior procediéndose primeramente a la clasificación por tipo de variable:

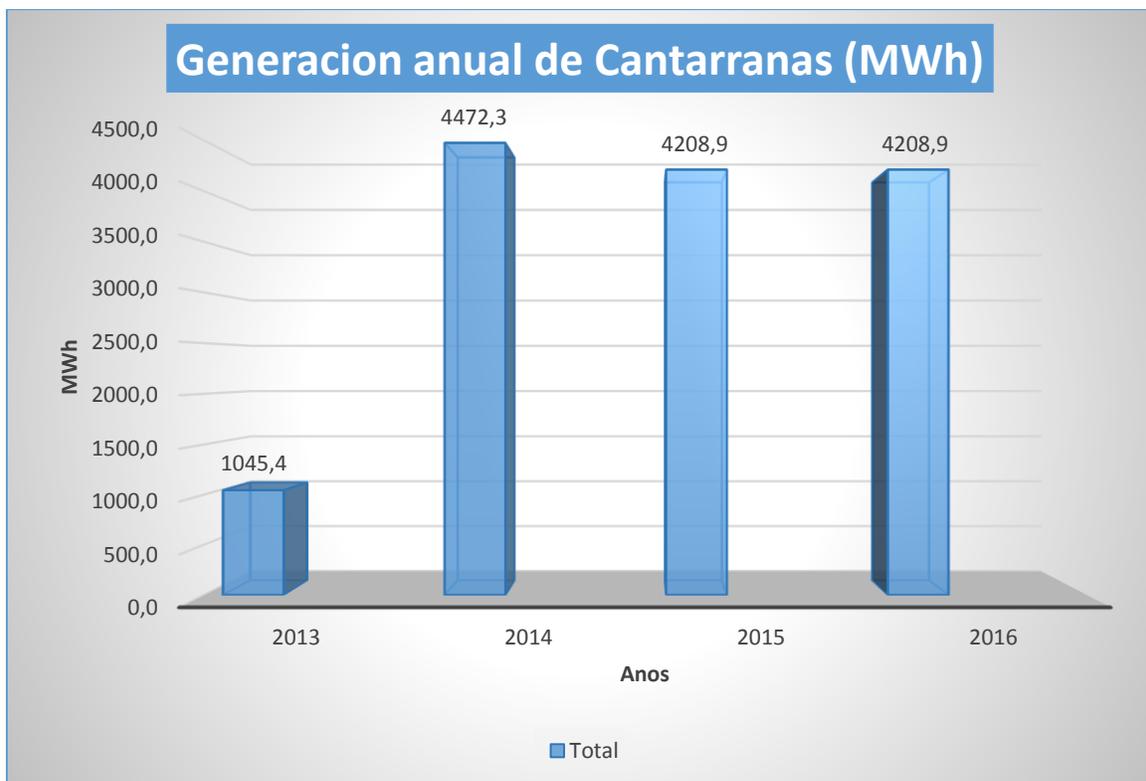
- Continua: Cuando puede tomar cualquier valor entre dos valores. (Spiegel, 1991)
- Discreta: Cuando no puede tomar cualquier valor entre dos valores. (Spiegel, 1991)

Los análisis estadísticos propuestos para el diseño de indicadores energéticos para el sector residencial en Cuba son los siguientes:

- Tabulación de datos (gráficos de barra o pastel).
- Análisis de variable (tendencia central, medidas de variabilidad, sesgo y custosis)
- Ajuste de distribuciones (comprobar a que distribución se ajustan los datos)
- Gráficos de control para valores individuales, debido a que las observaciones son de captación lenta (mes)

### 3.2.1.1 Organización Básica Eléctrica (OBE)

En el municipio de Cienfuegos se encuentra el parque solar fotovoltaico de Cantarranas cuya información de generación se muestra en la figura 3.2 y la capacidad instalada del periodo 2012-2017 se muestra a continuación en la tabla 3.2 donde se pueden observar la eficiencia neta del parque, la reducción de emisión de gases en la atmosfera y el valor del ahorro de combustible durante el periodo en análisis.



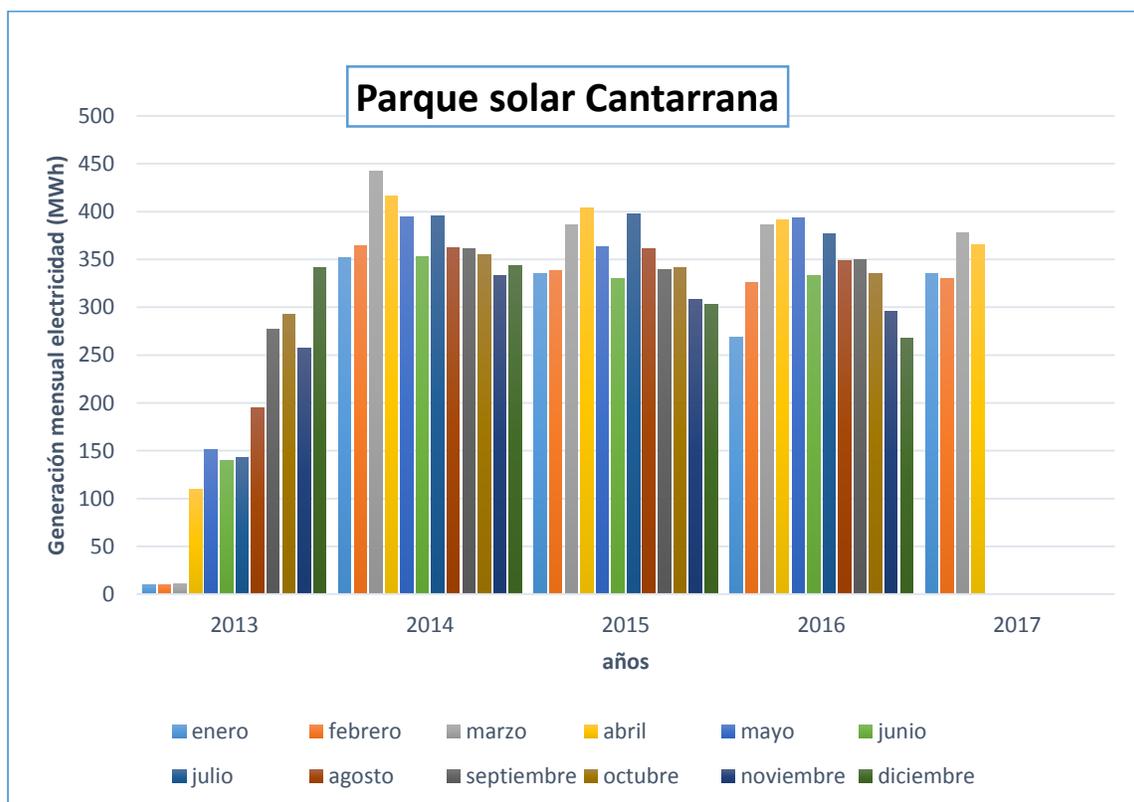
**Figura 3.2:** Generación anual de electricidad del parque de Cantarranas. **Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla 3.2:** Información sobre el parque solar fotovoltaico de Cantarranas. **Fuente:** Elaboración Propia

PSFV	Capacidad instalada (MWp)	Fecha Sincronización al SEN	Eficiencia Neta (MWh)	Reducción de CO <sub>2</sub> (Ton)	Combustible ahorrado (Ton)
<b>Cantarranas</b>	2.6	28/12/2012	15206,1	13016,4	4476,7

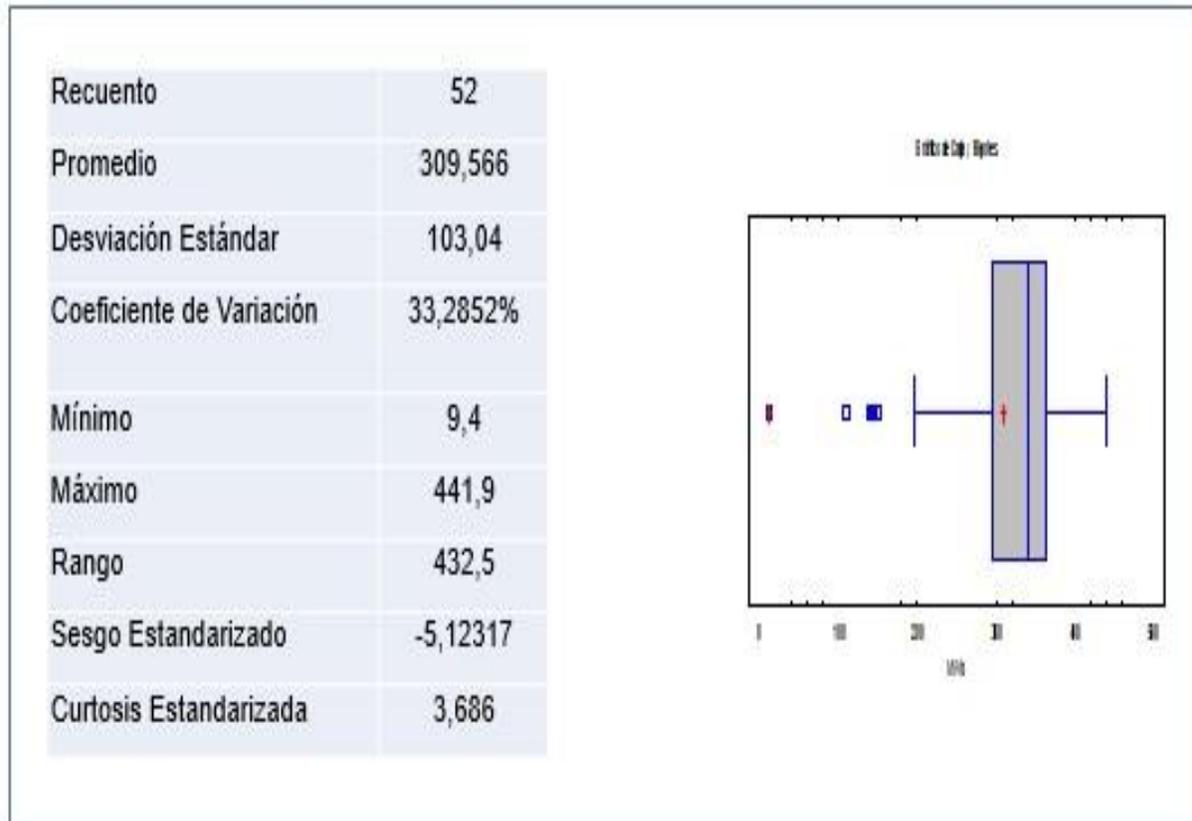
La generación de energía (MWh) es una variable continua, por lo se procede a realizar análisis de variabilidad, ajuste de distribuciones y estabilidad de variable

En la siguiente figura 3.3 se explica detalladamente la generación mensual de electricidad en el parque fotovoltaico de cantarranas en el periodo 2013- Abril 2017 en la que se puede evidenciar que los meses de mayor generación en casi todos los años es el mes de marzo, abril, mayo y julio.



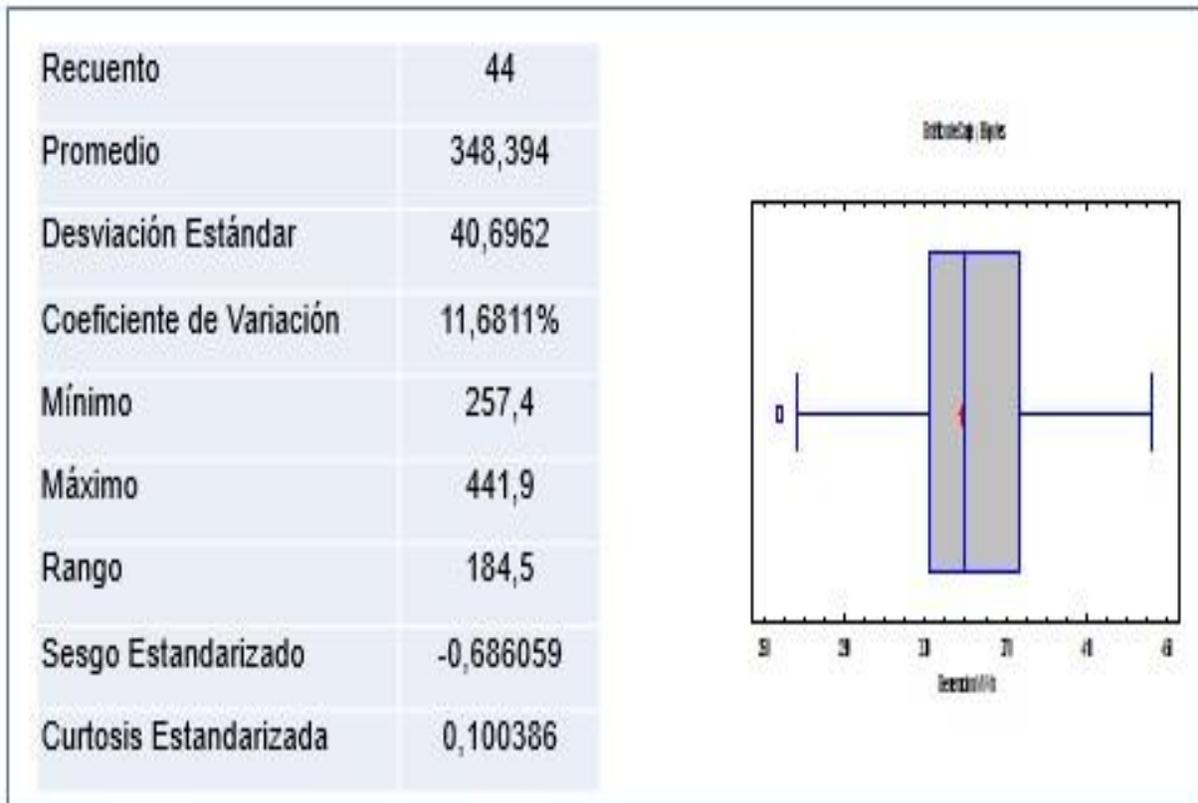
**Figura 3.3:** Generación mensual en cantarranas (2013- abril 2017). **Fuente:** Elaboración propia

La variable generación es sometida a análisis de variabilidad a través dando como resultado que una desviación estándar de 103,04 con valor mínimo de 9.4 MWh y un valor máximo de 441,9 MWh, en el análisis se evidencia la presencia de 8 datos aberrantes que introducen variabilidad a la muestra de datos constituyendo el periodo enero-agosto 2013 cuando comienza la sincronización del parque fotovoltaico con el servicio eléctrico nacional SEN ( ver figura 3.4), por se procede a desestimar estos datos en el análisis.



**Figura 3.4:** Resumen estadístico para generación MWh del gráfico de cajas y bigote. **Fuente:** Elaboración propia

Se procede a realizar el análisis de variabilidad para el período septiembre 2013 a abril 2017, dado como resultado que el valor del sesgo estandarizado se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes una distribución normal. El valor de curtosis estandarizada se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal. En la figura 3.5 se muestran los resultados



**Figura 3.5:** Resumen estadístico para generación MWh y gráfico de cajas y bigote (septiembre 2013 a abril 2017). **Fuente:** Elaboración Propia

- Análisis de distribución

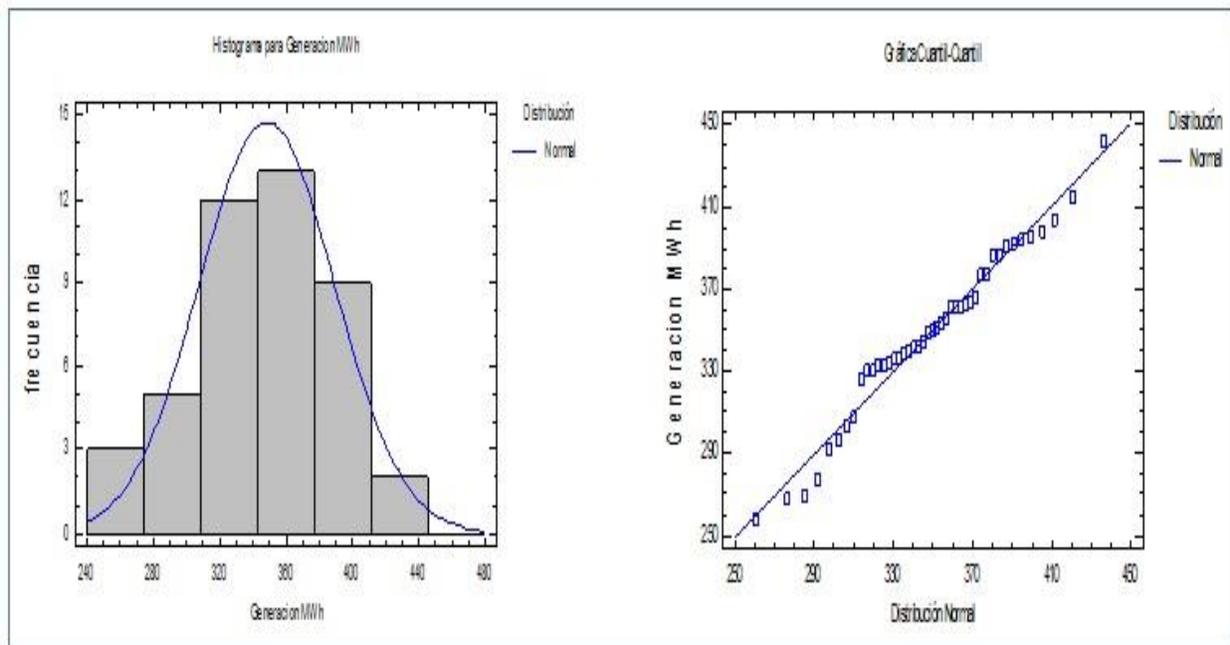
Este análisis se realiza con el objetivo de comprobar si los datos provienen de una distribución normal realizando las pruebas de normalidad y de bondad de ajuste, en el análisis se obtiene para los 44 valores de generación de electricidad una media de 348,394 y una desviación estándar de 40,6962. Comprobándose que los datos provienen de una distribución normal al obtenerse un *Valor-P* mayor que 0.05 por lo que no se puede rechazar la idea de que la generación (MWh) proviene de una distribución normal con 95% de confianza y de acuerdo con el estadístico log verosimilitud, la distribución de mejor ajuste es la distribución normal tal como se muestran los resultados en las figuras 3.6 y 3.7 se muestran los resultados.

En la figura 3.6 se muestran las pruebas de normalidad, bondad de ajuste y la comparación de distribuciones alternas.

Pruebas de Normalidad para Generacion MWh			Comparación de Distribuciones Alternas			
Prueba	Estadístico	Valor-P	Distribución	Parámetros Est.	Log Verosimilitud	KS D
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,97339	0,536577	Normal	2	-225,003	0,117563
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Generacion MWh			Logística	2	-225,165	0,0878241
Prueba de Kolmogorov-Smirnov			Weibull	2	-225,335	0,104977
		Normal	Gamma	2	-225,603	0,129872
DMAS	0,0687261		Laplace	2	-225,666	0,0778758
DMENOS	0,117563		Loglogística	2	-225,875	0,0947268
DN	0,117563		Birnbaum-Saunders	2	-226,056	0,138072
Valor-P	0,57729		Lognormal	2	-226,058	0,139025
			Gaussiana Inversa	2	-226,059	0,138112
			Valor Extremo Más Chico	2	-226,757	0,124696
			Uniforme	2	-229,577	0,189998
			Valor Extremo Más Grande	2	-229,662	0,17962
			Exponencial	1	-301,547	0,522322
			Pareto	1	-378,938	0,613031

**Figura 3.6:** Tablas de ajuste de la distribución normal. **Fuente:** Elaboración Propia

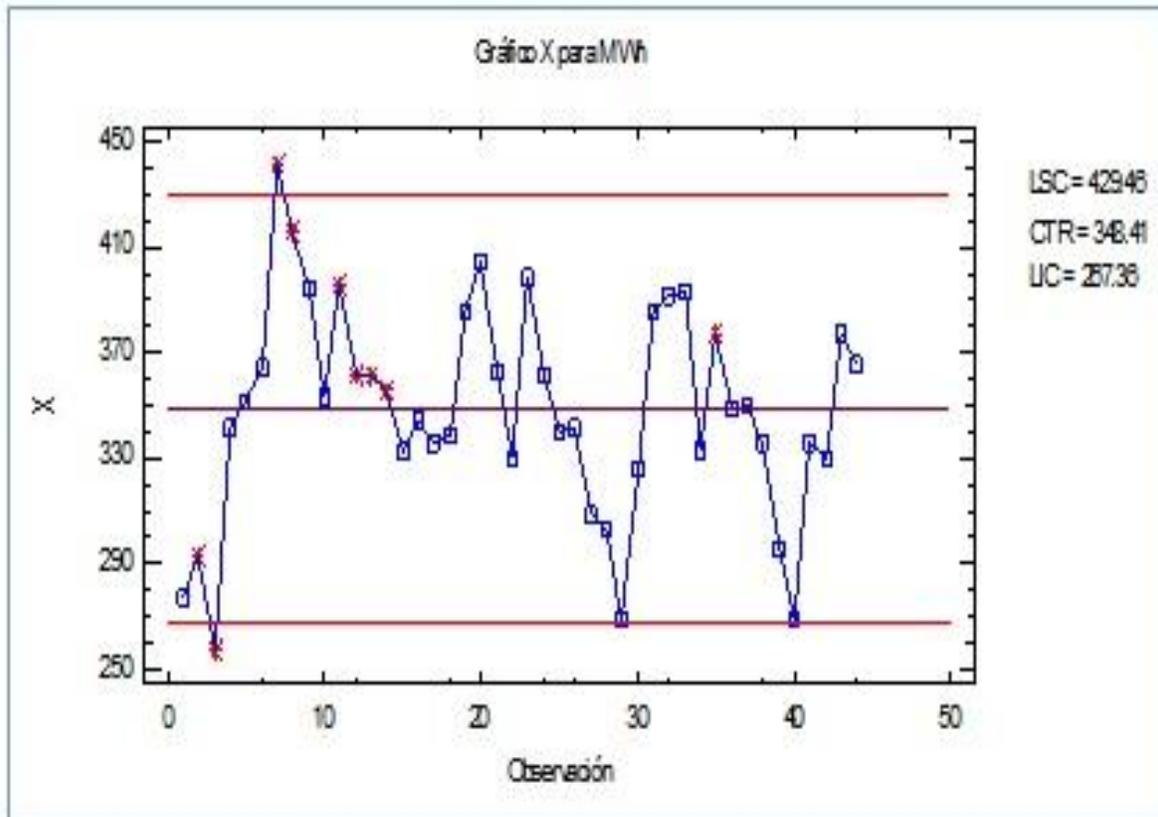
En la figura 3.7 se evidencian a través del histograma y el gráfico cuartil-cuanti.



**Figura 3.7:** Histogramas y ajuste de distribución normal. **Fuente:** Elaboración Propia

- Análisis de estabilidad

Se realiza el análisis de estabilidad para la generación MWh, obteniéndose una línea central igual a 348.412, una desviación estándar igual a 27.017, los límites de control en 429.463 (LSC) y 267.361 (LIC) y 2 datos fuera de los límites de control, en la figura 3.8 se muestra el gráfico de control para valores individuales y se observa un patrón de ciclos recurrentes (periodicidad).



**Figura 3.8:** Gráfico de control de individuo para la variable MWh. **Fuente:** Elaboración Propia

Se calcula la estabilidad de la generación del parque fotovoltaico Cantarranas con la utilización del índice de inestabilidad dado por la fórmula:

$$St = \frac{\text{cantidad de puntos especiales}}{\text{cantidad de observaciones}} * 100$$

Por lo que se tiene:

$$St = \frac{2}{44} * 100 = 4.54$$

Luego se concluye que la estabilidad es regular.

- Pronóstico para la generación del parque fotovoltaico Cantarranas

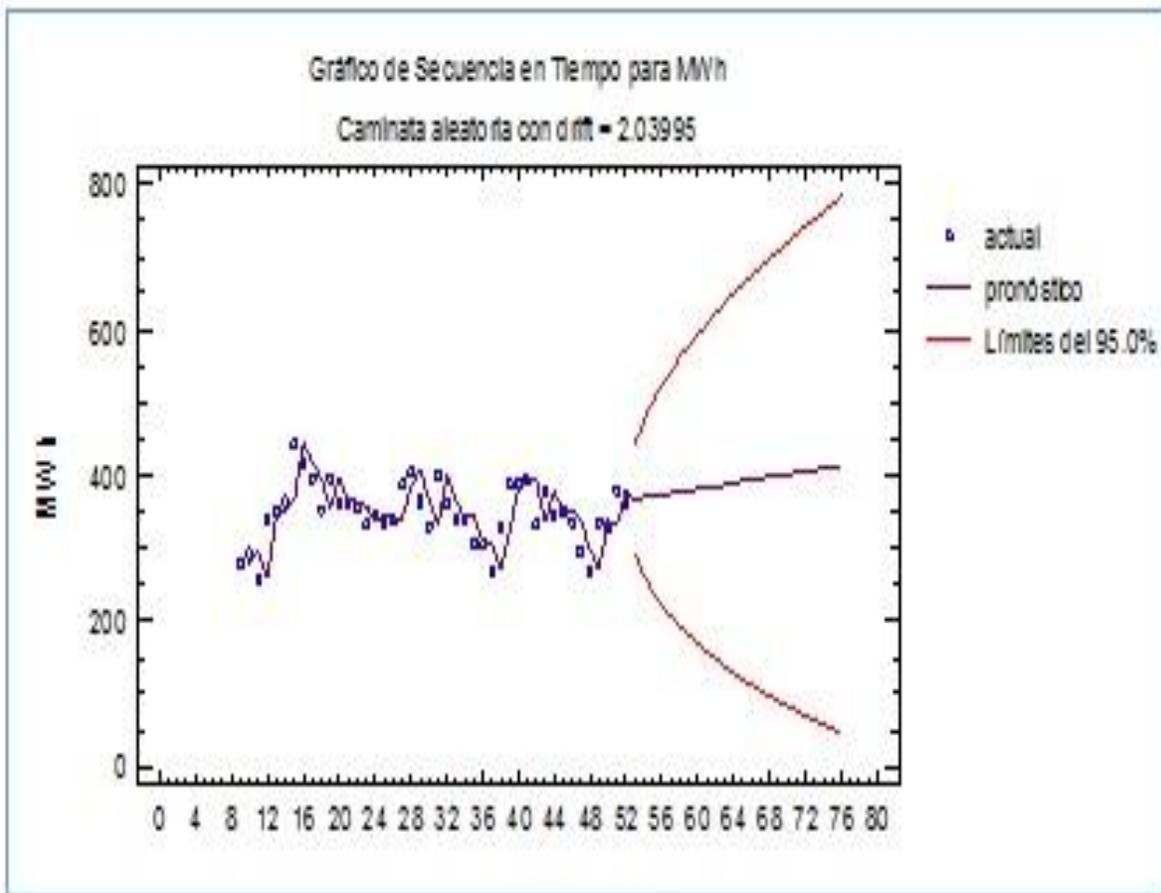
Se realiza el pronóstico de generación de energía eléctrica para los próximos 24 meses a partir de mayo 2017 a mayo 2019, para ello se consideran dos estaciones; temporada lluviosa (mayo- octubre) y temporada seca (noviembre-abril) dado por la característica climáticas del municipio de Cienfuegos. Los resultados se muestran en la tabla 3.3 y en la figura 3.8.

**Tabla 3.3:** Pronóstico de generación de energía eléctrica para el periodo mayo 2017 a mayo 2019. **Fuente:** Elaboración propia.

<i>No</i>	<i>Período</i>	<i>Pronóstico</i>	<i>Límite en 95.0% Inferior</i>	<i>Límite en 95.0% Superior</i>
53.0	may-17	367.058	292.01	442.106
54.0	jun-17	369.098	262.964	475.232
55.0	jul-17	371.138	241.151	501.125
56.0	ago-17	373.178	223.082	523.274
57.0	sep-17	375.218	207.406	543.03
58.0	oct-17	377.258	193.429	561.087
59.0	nov-17	379.298	180.74	577.856
60.0	dic-17	381.338	169.07	593.605
61.0	ene-18	383.378	158.234	608.521
62.0	feb-18	385.418	148.095	622.74
63.0	mar-18	387.457	138.552	636.363
64.0	abr-18	389.497	129.524	649.471
65.0	may-18	391.537	120.948	662.126
66.0	jun-18	393.577	112.774	674.381
67.0	jul-18	395.617	104.958	686.276
68.0	ago-18	397.657	97.4658	697.849
69.0	sep-18	399.697	90.267	709.127
70.0	oct-18	401.737	83.3361	720.138

71.0	nov-18	403.777	76.6511	730.903
72.0	dic-18	405.817	70.1928	741.441
73.0	ene-19	407.857	63.9445	751.77
74.0	feb-19	409.897	57.8913	761.903
75.0	mar-19	411.937	52.02	771.854
76.0	abr-19	413.977	46.319	781.635

La figura 3.8 muestra el gráfico de secuencia en el tiempo.



**Figura 3.8:** Pronóstico de generación de energía eléctrica del parque fotovoltaico Cantarrana hasta mayo de 2019. **Fuente:** Elaboración propia

## 3.2.1.2 Cubasolar

En la tabla 3.4 se muestra el crecimiento en por ciento (%) de las fuentes renovables de energía en la provincia de Cienfuegos en el periodo 2015-2016.

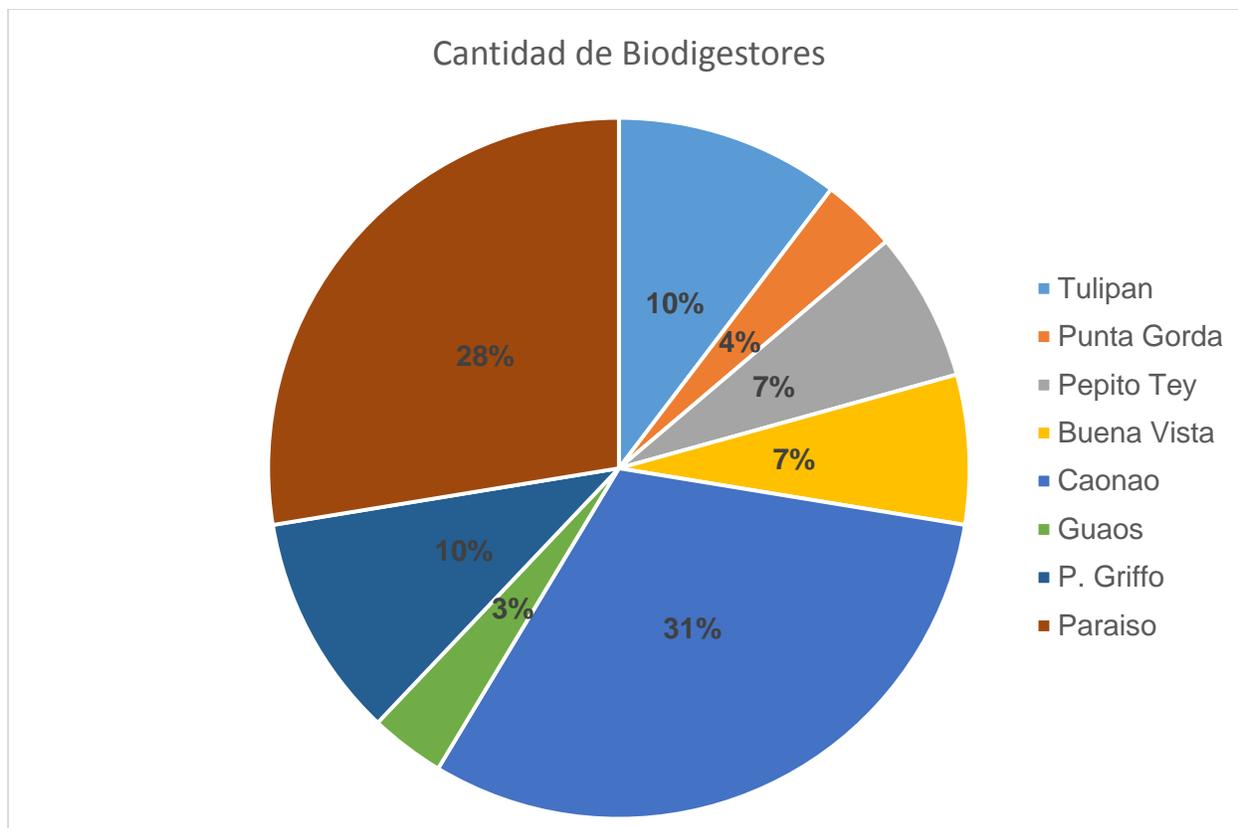
**Tabla 3.4:** Crecimiento de las FRE en la provincia 2015-2016. **Fuente:** Elaboración Propia

Equipos	Cantidades (U)		Crecimiento (%)
	2015	2016	
Molinos a vientos	422	422	0.0
Digestores de Biogás	185	208	12.4
Campos solares fotovoltaicos	2	4	0.0
Sistemas fotovoltaicos aislados	106	106	0.0
Calentadores solares	292	423	44.9
Arietes hidráulicos	23	23	0.0
Sifones	164	164	0.0
Cocinas eficientes	247	247	0.0
Mini hidráulicas	16	16	0.0
<b>TOTALES</b>	<b>1366</b>	<b>1522</b>	<b>41.2</b>

A continuación se muestra en la tabla 3.5 el uso total del biogás en el municipio de Cienfuegos, así como su representación en por ciento (%) a nivel de los consejos populares del municipio, en la figura 3.9.

**Tabla 3.5:** Total de biodigestores de biogás del municipio de Cienfuegos. **Fuente:** Elaboración Propia

Existencia	Funcionalidad	Cant. Viviendas	Cant. habitantes	Volumen del digest (Vd)	m <sup>3</sup> / día
29	24	47	208	215,14	74,38



**Figura 3.9:** Representación en por ciento (%) de los biodigestores de biogás en el municipio de Cienfuegos. **Fuente:** Elaboración propia

De los 29 biodigestores en el sector privado 6 de ellos se encuentran fuera de funcionamiento localizados en los siguientes Consejos Populares:

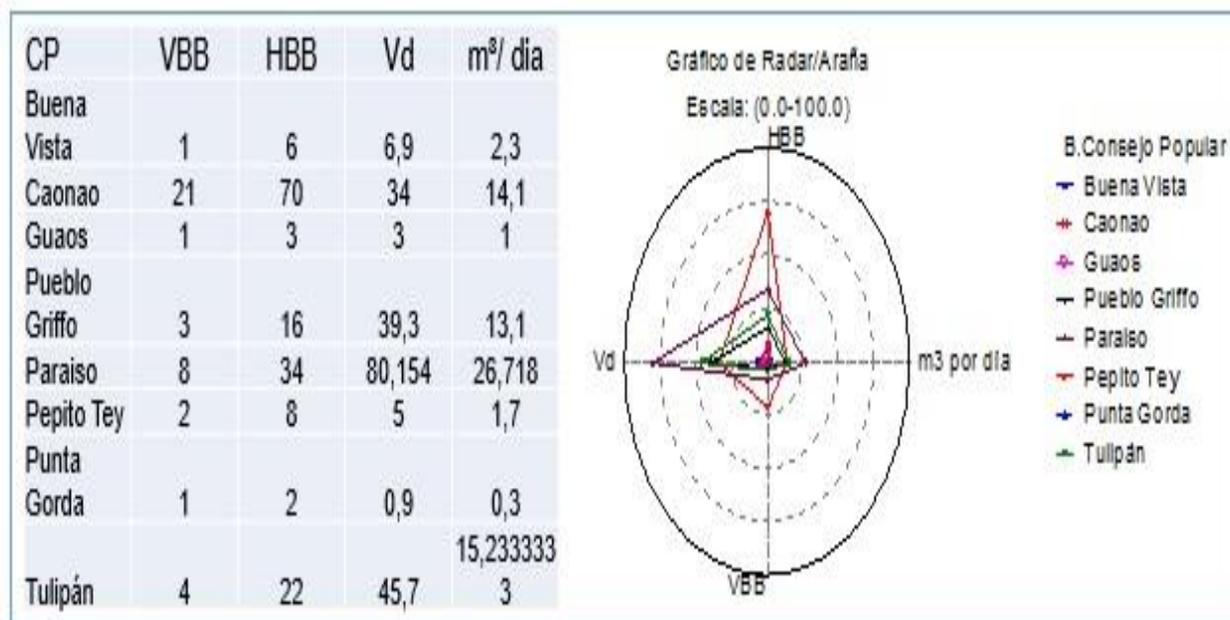
- Buena Vista: 2
- Caonao: 3
- Pepito Tey: 1
- Análisis de la información relevante

Las variables para el análisis de la información relevante de los biodigestores del municipio de Cienfuegos por Consejo Popular, son las siguientes:

- Consejos Populares (Buena Vista, Caonao, Guaos, Pueblo Griffó, Paraíso, Pepito Tey, Punta Gorda y Tulipán)
- Viviendas beneficiadas con biogás por Consejo Popular (VBB)
- Habitantes beneficiados con biogás por Consejo Popular (HBB)

- Volumen instalado biodigestores por Consejo Popular (Vd)
- Producción diaria biodigestores por Consejo Popular (m<sup>3</sup>/día)

Con la utilización del gráfico radar/araña figura 3.10 se muestra la evaluación de la información.



**Figura 3.10:** Información relevante del parque cantarranas en Cienfuegos. **Fuente:** Elaboración propia.

Realizándose la tabulación cruzada para determinar el grado de asociación entre las variables categóricas:

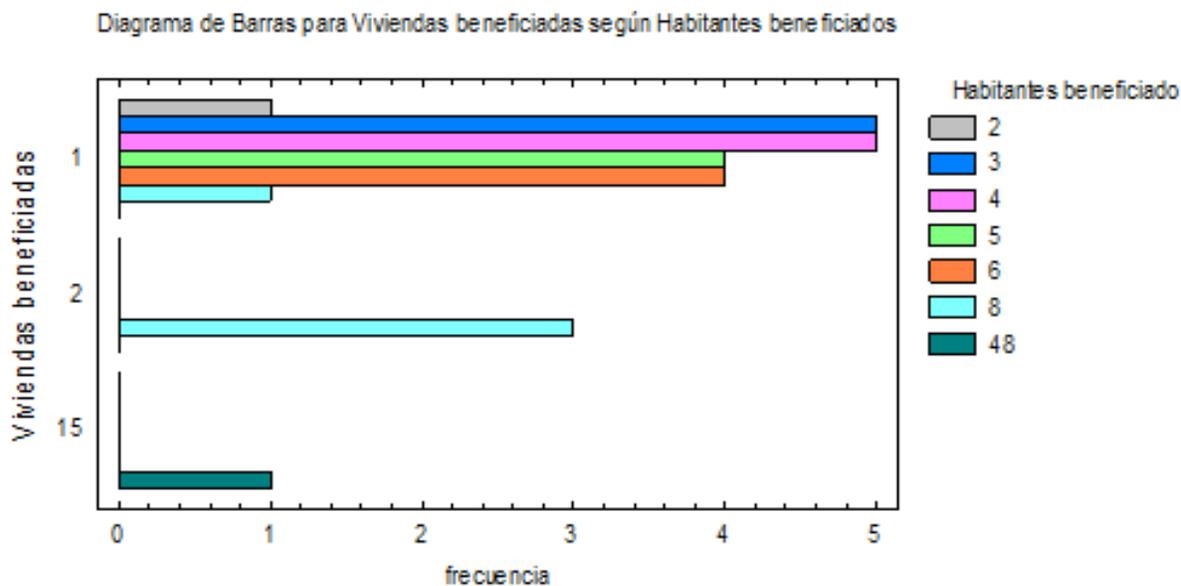
- Viviendas beneficiadas con biogás por Consejo Popular (VBB)
- Habitantes beneficiados con biogás por Consejo Popular (HBB)

La tabla 3. 6 muestra con qué frecuencia se presentan los 3 valores de Viviendas beneficiadas junto con cada uno de los 7 valores de habitantes beneficiados. El primer número de cada celda en la tabla es el recuento o frecuencia. El segundo número muestra el porcentaje de toda la tabla que representa esa celda.

**Tabla 3.6:** Tabla de Frecuencias para Viviendas beneficiadas por Habitantes beneficiados.  
**Fuente:** Elaboración propia.

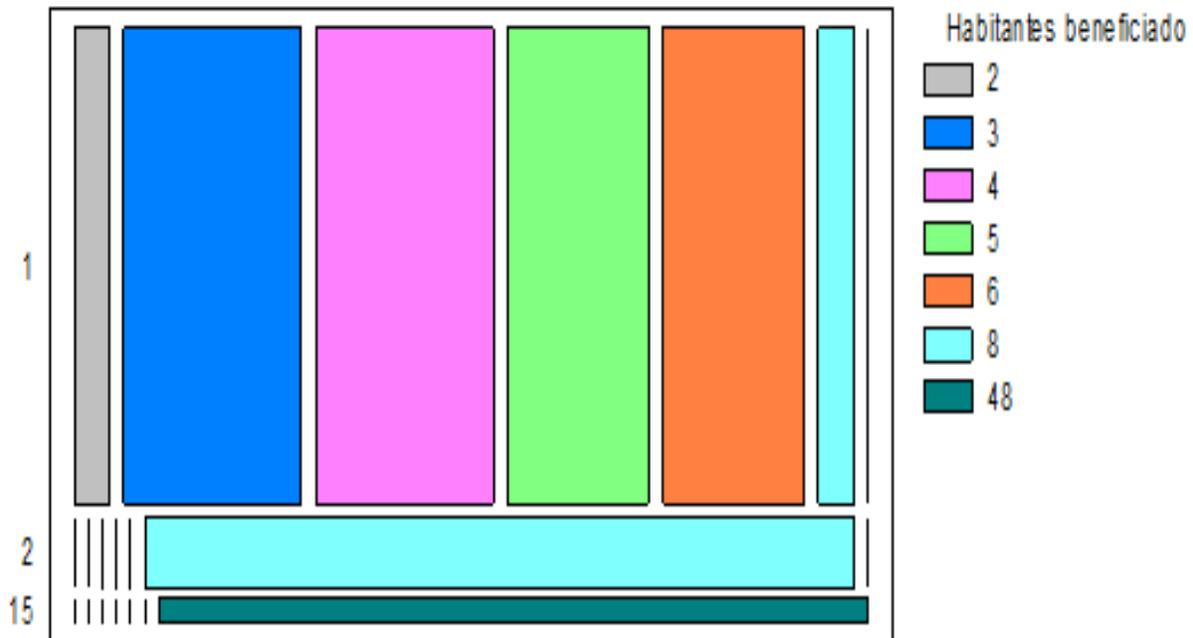
	2	3	4	5	6	8	48	Total por Fila
1	1	5	5	4	4	1	0	20
	4.17%	20.83 %	20.83 %	16.67 %	16.67 %	4.17%	0.00 %	83.33%
2	0	0	0	0	0	3	0	3
	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	12.50 %	0.00 %	12.50%
15	0	0	0	0	0	0	1	1
	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.17 %	4.17%
Total por Columna	1	5	5	4	4	4	1	24
	4.17%	20.83 %	20.83 %	16.67 %	16.67 %	16.67 %	4.17 %	100.00%

Los mayores porcentajes obtienen para una vivienda con beneficios entre 4 y 5 habitantes con un 20.83 % de representatividad en el análisis. En el diagrama de barras múltiples (figura 3,11) y el diagrama de mosaico (figura 3.12) se muestran los resultados del análisis anterior



**Figura 3.11:** Diagrama de barra para viviendas beneficiadas con biogás según habitantes beneficiados con biogás. **Fuente:** Elaboración propia.

Gráfico de Mosaico para Viviendas beneficiadas según Habitantes beneficiados



**Figura 3.12:** Grafico de mosaico para viviendas beneficiadas con biogás según habitantes beneficiados con biogás. **Fuente:** Elaboración propia.

Determinándose el grado de dependencia entre las variables a través de las pruebas de independencia

**Tabla 3.7:** Pruebas de Independencia para las variables. **Fuente:** Elaboración propia.

Prueba	Estadístico	GI	Valor-P
Chi-Cuadrada	41.100	12	0.0000

Concluyendo que como el valor-P es menor que 0.05, se puede rechazar la hipótesis de que filas y columnas son independientes con un nivel de confianza del 95.0%. Por lo tanto, el valor observado de Viviendas beneficiadas para está relacionado con su valor en Habitantes beneficiados, por lo que existe dependencia entre variables.

La tabla siguiente (tabla 3.8) muestra el estadístico Lambda que miden el grado de asociación entre Viviendas beneficiadas y Habitantes beneficiados, en una escala de 0 a 1. Lambda mide que tan útil es la variable Viviendas beneficiadas para predecir los Habitantes beneficiados. Por ejemplo, el valor de lambda con columnas dependientes es igual a 0.210526. Esto en este caso lambda significa que hay un 21.0526% de reducción en el error, cuando Viviendas beneficiadas se utiliza para predecir a Habitantes beneficiados.

**Tabla 3.8:** Estadístico Lambda para predicción de Habitantes beneficiados. **Fuente:** Elaboración propia.

		Con Viviendas beneficiadas	Con Habitantes beneficiados
Estadístico	Simétrico	Dependientes	Dependientes
Lambda	0.3043	0.7500	0.2105

### 3.2.1.3 Oficina nacional de estadística e información (ONEI)

El análisis referente a este actor, se realizó en el epígrafe 2.4 de la presente investigación, dado como resultado que las FRE en el municipio se clasifican por tipo de dispositivo, se muestran crecimiento de estos para 2010-2015 según el Anuario Estadístico Municipal (ONEI, 2016c)

### 3.2.1.4 Ministerio del Turismo (MINTUR)

En el municipio de Cienfuegos existen 7 hoteles que se muestran en la tabla 3.9

**Tabla 3.9:** Hoteles del municipio de Cienfuegos y su ubicación por consejos populares.

**Fuente:** Elaboración propia.

Hoteles	Consejo popular
Rancho Luna	Rancho Luna
Faro Luna	Rancho Luna
Pasacaballos	Rancho Luna

Punta La Cueva	Junco Sur
Unión	Centro Histórico
Palacio Azul	Punta Gorda
Jagua	Punta Gorda

La información resulta incompleta pues en el periodo de investigación solo se pudo obtener la ubicación de esto, pero no se obtuvo los datos relacionados la capacidad instalada y el consumo de este tipo de fuente generadora. Los hoteles que tienen instalados calentadores solares en el municipio de Cienfuegos son:

1. Jagua ( Casa Verde)
2. Palacio Azul
3. Punta La Cueva
4. Faro Luna

### 3.2.1.5 Dirección Provincial de Planificación Física (DPPF)

La Dirección Provincial de Planificación Física (DPPF) realiza las microlocalizaciones de las fuentes renovables de energías de la provincia de Cienfuegos, con la utilización de la herramienta informática MapInfo como una herramienta de trabajo para especialistas y técnicos. Con la utilización de dos mapas realiza la georeferenciación de las FRE, las FRE presentes en la provincia según información captada en el MapInfo son:

1. Paneles fotovoltaicos
2. Calentador solar
3. Biogás
4. Biomasa forestal
5. Molinos de viento en tierras entregadas a usufructuarios
6. Mini hidroeléctricas
7. Arietes hidráulicos

Esta información se lleva dos mapas una referente a la FRE potencialidades los cuales se muestran en las figuras 3.13 y 3.14.

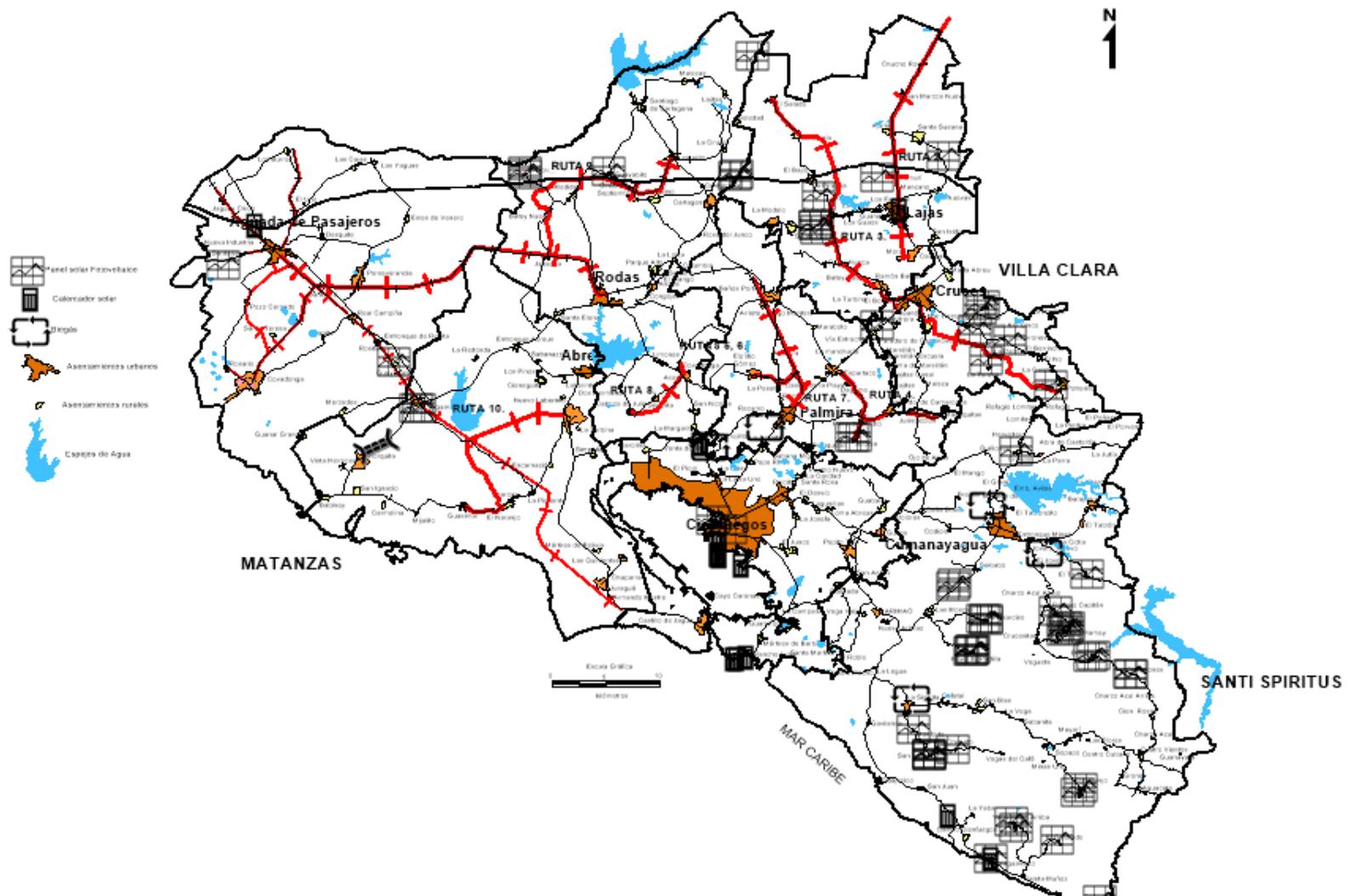


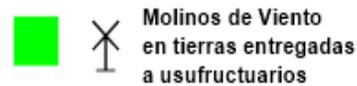
Figura 3.13: Mapa FREN en la provincia de Cienfuegos. Fuente: DPPF

**Potencialidades en la Provincia**

**Biomasa cañera forestal**



**Energía Eólica**



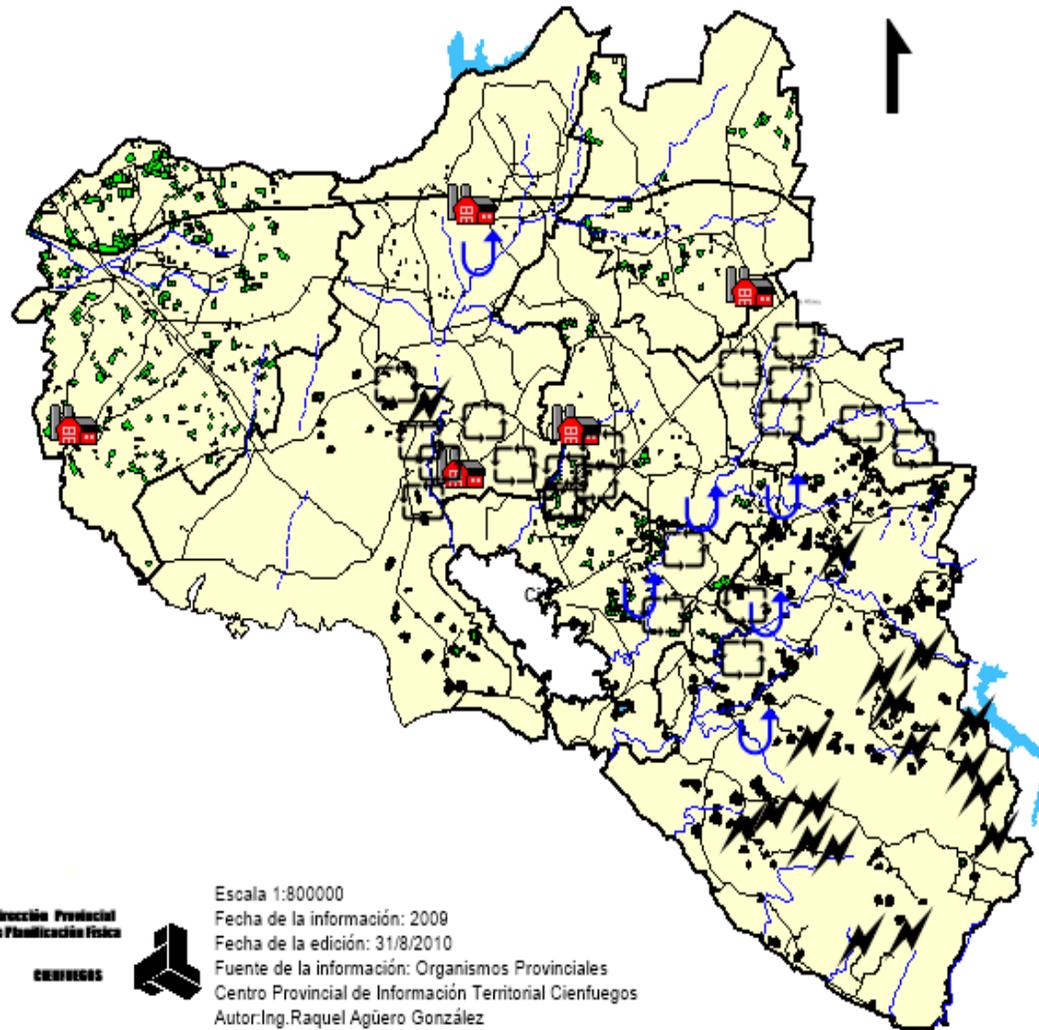
**Hidroenergía**



**Biogás**



Escala 1:800000  
 Fecha de la información: 2009  
 Fecha de la edición: 31/8/2010  
 Fuente de la información: Organismos Provinciales  
 Centro Provincial de Información Territorial Cienfuegos  
 Autor: Ing. Raquel Agüero González

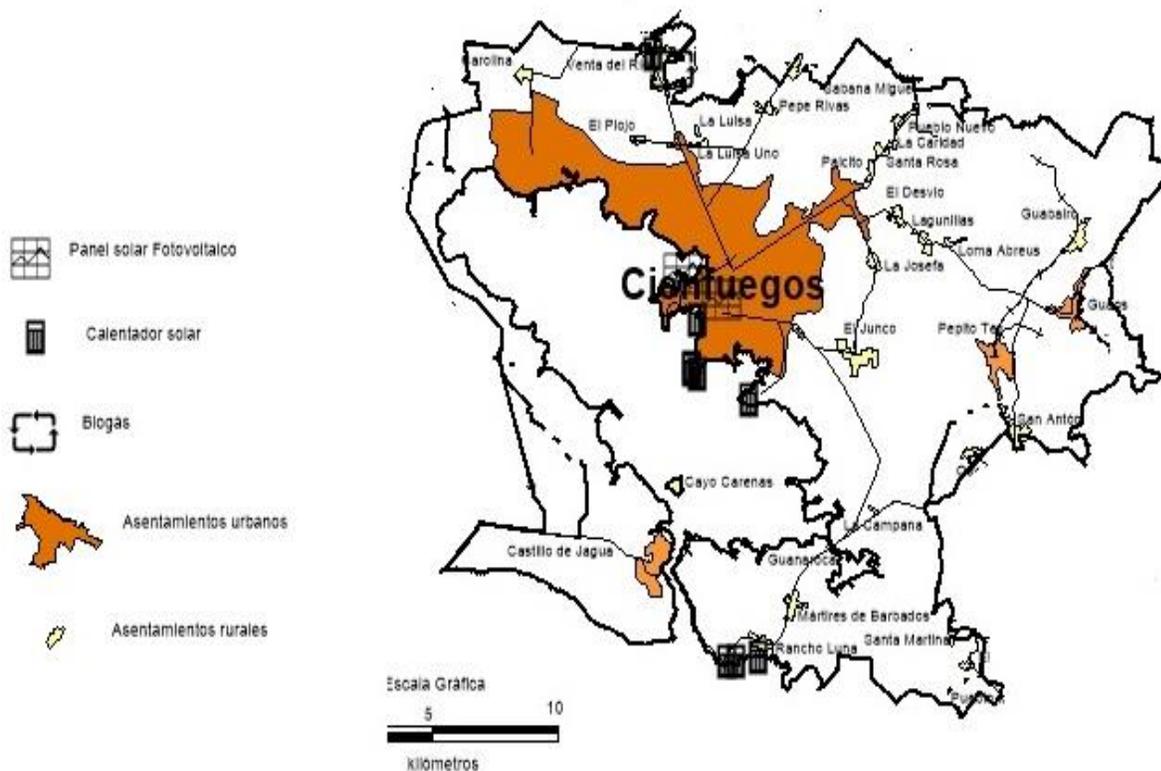


**Figura 3.14:** Potencialidades en la provincia de Cienfuegos. **Fuente:** DPPF

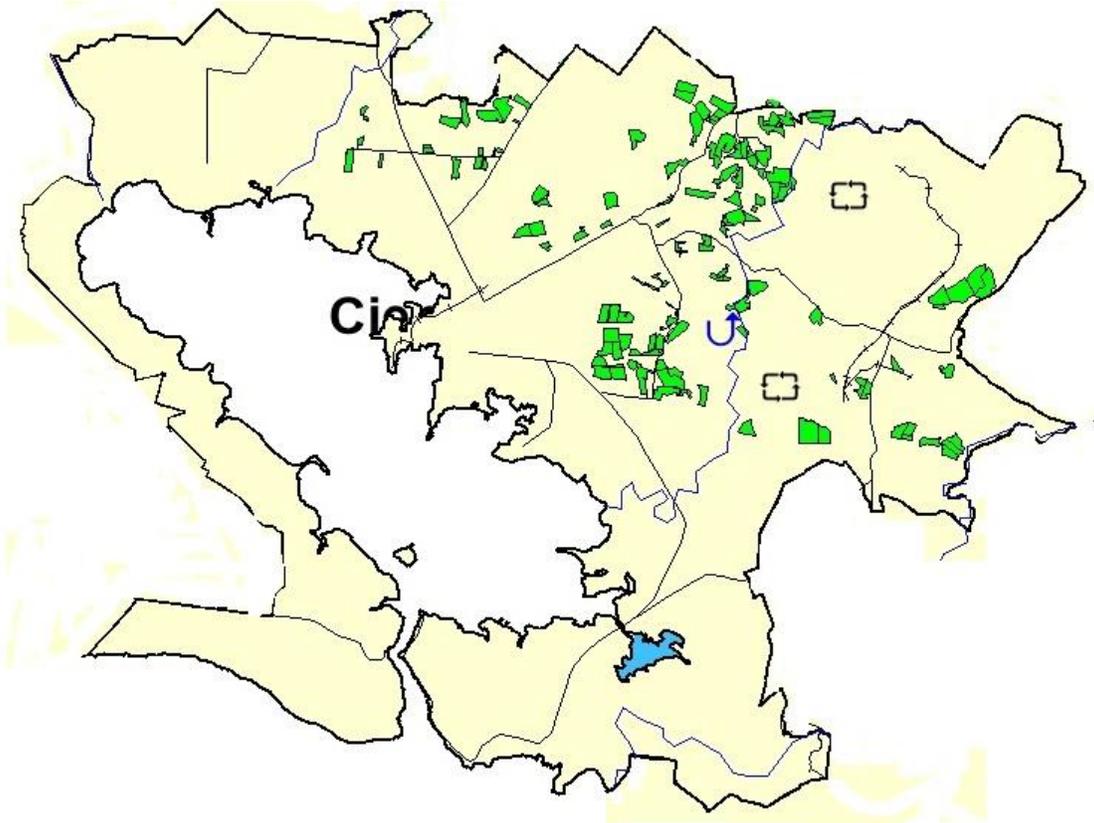
En el municipio de Cienfuegos se encuentran microlocalizadas las fuentes renovable de energías referente a:

- Panel solar fotovoltaico
- Calentador solar
- Biogás
- Arietes hidráulicos

En las figuras 3.15 y 3.16 se muestra el acercamiento al municipio de Cienfuegos del mapa FRE y las potencialidades, partir de los mapas iniciales.



**Figura 3.15:** Acercamiento al municipio de Cienfuegos del mapa FRE en el municipio de Cienfuegos. **Fuente:** Elaboración propia a partir de la DPPF.



**Figura 3.16:** Acercamiento al municipio de Cienfuegos del mapa potencialidades. **Fuente:** Elaboración propia a partir de la DPPF.

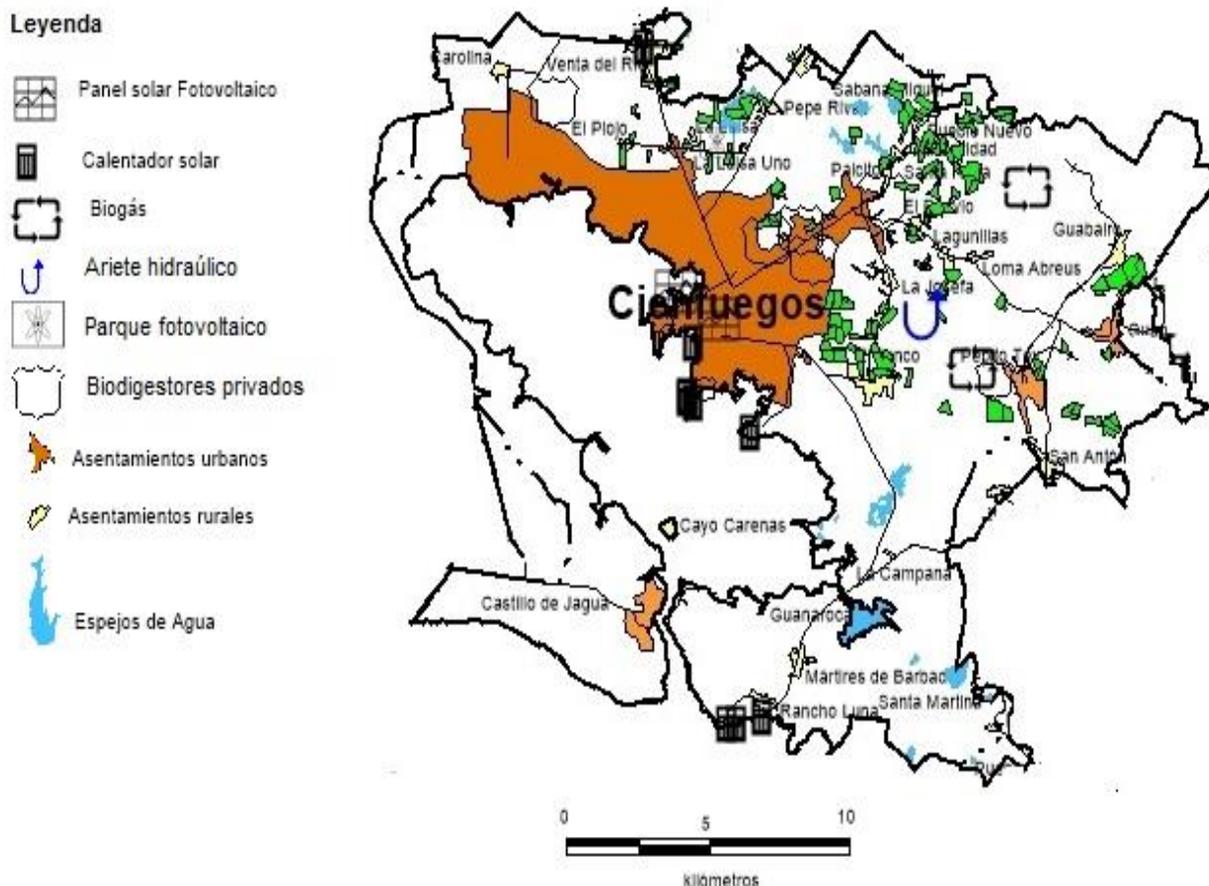
En análisis de las georeferenciaciones de las FRE para el municipio de Cienfuegos se obtiene que no se encuentran georeferenciado el parque fotovoltaico de Cantarranas y los biodigestores que existen en el municipio no están actualizados. Por lo que se procede actualizar las georeferenciaciones de las FRE en el municipio de Cienfuegos con los datos e información captadas por los actores anteriormente mencionados en la tabla 3.1. El proceso de actualización se lleva a cabo a través de la herramienta informática MapInfo (ver figura 3.17) constituyendo la matriz de fuentes renovables de energías del municipio de Cienfuegos.

### 3.3. Propuesta de la Matriz de FRE para el municipio de Cienfuegos

La Matriz FRE para el municipio de Cienfuegos se muestra en la figura 3.17 quedando georeferenciadas las FRE tales como:

1. Solar fotovoltaica (paneles solares)
2. Solar térmica (calentadores solares)
3. Parque solar (Cantarrana)

4. Biogás ( biodigestores)
5. Arietes hidráulicos



**Figura 3.17:** Matriz de las FRE en el municipio de Cienfuegos. **Fuente:** Elaboración propia  
Su ubicación se muestra en la tabla 3.2.

**Tabla 3.2:** Ubicación de las FRE en el municipio de Cienfuegos. **Fuente:** Elaboración propia.

Concepto	Cantidad	Ubicación	Consejo Popular	Organismo
Solar fotovoltaica	2	ETECSA	La Gloria	Ministerio de las Comunicaciones
		Geocuba	Reina	Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias
Solar térmica	9	Centro Recreativo Costa Sur (Palmares)	Centro Histórico	MINTUR
		Hotel Encanto Palacio Azul	Punta Gorda	MINTUR

		Casa Verde (Hotel Jagua)	Hotel Encanto Palacio Azul	MINTUR
		Club Cienfuegos (Palmares)	Hotel Encanto Palacio Azul	MINTUR
		Hotel Punta la Cueva	Junco Sur	MINTUR
		Hotel Faro Luna	Rancho Luna	MINTUR
		Delfinario	Rancho Luna	MINTUR
		Casa Visita	Rancho Luna	Poder Popular Provincial
		Vivienda	Paraíso ( Venta del Rio)	Particular- CCS
Parque solar	1	Cantarrana	Paraíso (Cantarrana)	Ministerio de Energía y Minas
Biogás	30	Genético Porcino (1)	Paraíso	Ministerio de la Agricultura
		Viviendas (29)	Buena Vista, Caonao, Guaos, Pueblo Griffó, Paraíso, Pepito Tey, Punta Gorda y Tulipán	Particular
Ariete hidráulico	1	Tierra usufructuario	Pepito Tey	Particular- Agricultura

Esta matriz FRE formará parte del producto informático GEM diseñado en investigación paralela a esta para la toma de decisiones del gobierno del municipio de Cienfuegos y será parte de los insumos para el diseño de la Estrategia de Desarrollo Económico y Social Municipal.

### 3.4 Conclusiones parciales del capítulo

1. La identificación y concertación de actores se hacen necesarias para la captación de datos e información referente a las FRE, pudiéndose identificar cinco actores que gestionan y registran la información, aunque en el caso MINTUR este incompleta en esta investigación.
2. La realización de análisis de las FRE presentes en el municipio permitió conocer su comportamiento y el impacto de algunas de ellas en determinados Consejos Populares.
3. La matriz FRE propuesta se integrará a la toma de dediciones del gobierno local en función de la mejora de la gestión energética municipal y como un elemento a considerar en la Estrategia de Desarrollo Económico y Social Municipal.



# CONCLUSIONES



## **Conclusiones generales**

La siguiente investigación arriba a las siguientes conclusiones:

1. En Cuba la información referente a la energía es registrada por la ONEI que considera la generación, la importación y los consumos de todos los sectores; sin embargo a escala local o municipal se gestiona por diferentes actores y su interrelación no es adecuada siendo el flujo de esta información indispensable para la toma de decisiones en la planificación energética a nivel local.
2. Al realizar el análisis de la situación actual en Cuba sobre la gestión energética local (GEL), se concluye que los gobiernos municipales no poseen herramientas de gestión que les permitan gestionar los recursos energéticos presentes en el territorio, donde un tema de relevancia lo constituyen las FRE.
3. La identificación y concertación de actores posibilitaron la captación de datos e información referente a las FRE en el municipio, su análisis e impacto de algunas de ellas en determinados Consejos Populares; así como propiciando la propuesta matriz FRE para el municipio de Cienfuegos.



# RECOMENDACIONES



## **Recomendaciones**

Se recomienda a través de la concertación de actores el flujo sistemático de la información de la FRE para mantener actualizadas la Matriz FRE, proponiéndose de su socialización y su actualización anual con la utilización de herramientas informáticas.



# BIBLIOGRAFÍA

## Bibliografía

- Antunes, P. (2014). Towards an energy management maturity model. *Energy policy* (73).
- Ávila, F. (2016). Procedimiento para el diagnóstico energético en los municipios. Caso de estudio en el municipio de Cienfuegos, consejos populares de Punta Gorda y Junco Sur. (Trabajo de Diploma). Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”, Cienfuegos.
- Bayer, P. (2013). *Global Patterns of Renewable. Energy Innovation, 1990-2009. Energy for Sustainable Development.* (17)
- BSI (2015). Abu Dhabi City Municipality achieves certification to ISO 9001 and ISO 50001. <https://www.bsigroup.com/en-AE/About-BSI/Media-Center/Press-releases/2015/january/Abu-Dhabi-City-Municipality-achieves-certification-to-ISO-9001-and-ISO-50001/>
- Borroto, A. (2002). Gestión energética empresarial. Cienfuegos: Editorial Universo Sur, Universidad de Cienfuegos.
- Borroto, A. (2006). Gestión y economía energética. Cienfuegos: Editorial Universo Sur, Universidad de Cienfuegos.
- Camacho, L. (2016). Cuba en camino de renovar su matriz energética. *Semanario Económico y Financiero de Cuba.*
- Cheon, A., & Urpelainen, J. (2010). *Oil prices and energy technology innovation; an empirical analysis. Global Polit.* (22).
- Conferencias internacional de Energía renovable, llamado desde la Habana a desarrollar la energía renovable. (2015). Retrieved from: <http://www.tiempo21.cu>.
- Cornejo Lalupú, H. (2013). *Sistema solar fotovoltaico de conexión a red en el Centro Materno Infantil de la Universidad de Piura.* Universidad de Piura. Departamento de Ingeniería Mecánica-Eléctrica. Perú.
- Correa, J. (2011). *Mejora de la eficiencia energética en la empresa Cereales Cienfuegos* (Tesis de Maestría). Facultad de Ingeniería, Centro de Estudios de Energía y Medioambiente. Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez.”. Recuperado a partir de <http://biblioteca.ucf.edu.cu>.
- Correa, J. (2014). Diseño y aplicación de un procedimiento para la planificación energética según la NC-ISO 50001:2011. *Ingeniería energética.*, XXXV (1), pp-38–47.

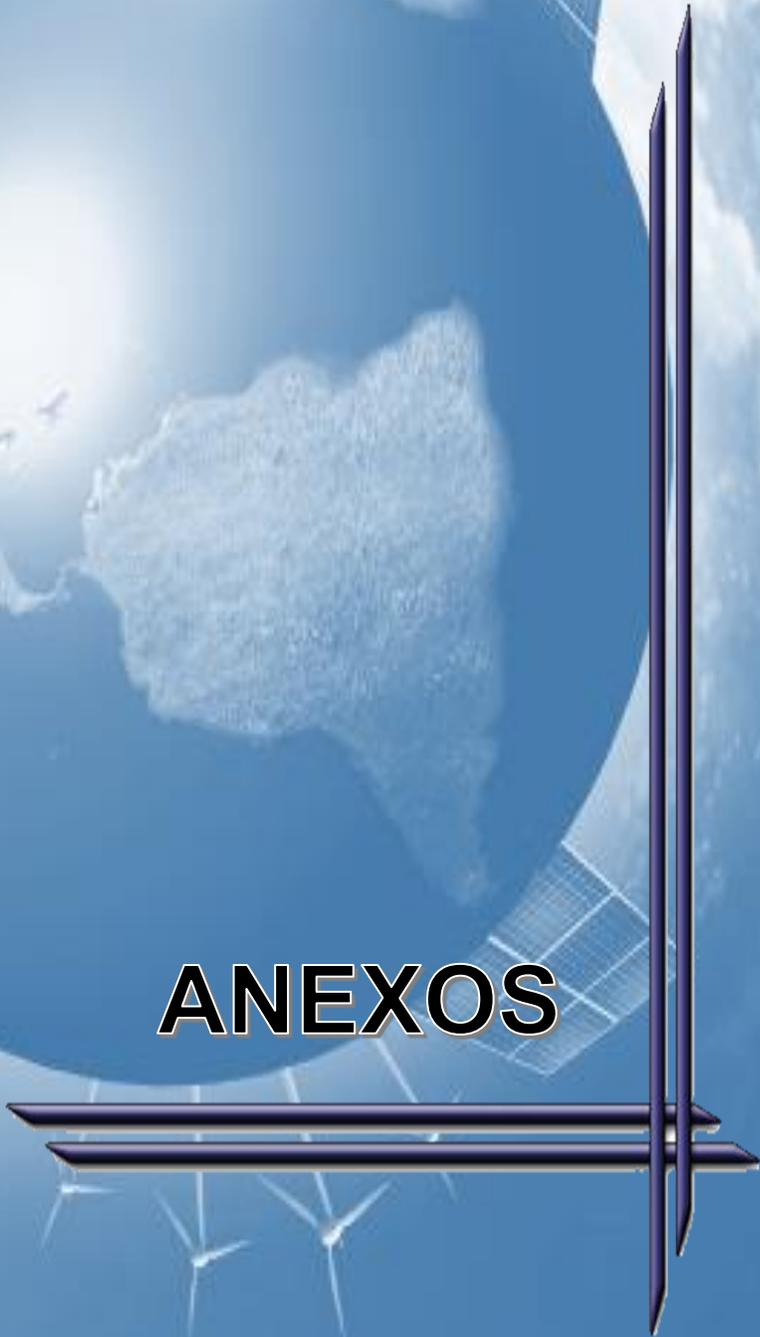
- Correa, J., Cabello, J., Nogueira, D., Rodríguez, S., Campillo, E., Cruz, A. (2016). Diagnostico al consumo de energía eléctrica en el municipio de Cienfuegos: sector residencial. I Conferencia Científica Internacional, Universo Sur.
- Correa, J., González, S., & Hernández, Á. (2017). La gestión energética local: elemento del desarrollo sostenible en Cuba. *Universidad y Sociedad*, 9(2),pp- 59-67. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>
- Descripción desarrollo y perspectivas de las energías renovables en Argentina y en el mundo. (2004). Argentina.
- Eficiencia y energías renovables “El municipio de Venado Tuerco presento su visión de las energías renovables como política de estado”. (2016). Retrieved from: [www.8betting.co.uk](http://www.8betting.co.uk).
- Elnakat, A., & Gómez, J.D. (2015). Energy engenderment: an industrialized perspective assessing the Importance of engaging women in residential energy consumption management. *Energy Policy*, 82 (1), 166-177. Recuperado de <https://utsa.influent.utsystem.edu/en/publications/energy-engenderment-anindustrialized-perspective-assessing-the-i>
- Erario, S. (2010). Local governments are critical to enforcing efficient building codes, such as the new Maine energy efficient building code. The Maine energy handbook. Recuperado a partir de <http://energy.gpcog.info>.
- Energía solar fotovoltaica como fuente de energía renovable global. (2011). *Puebla-México: Renewable Academy AG*.
- Energías renovables en Cuba. Cubasolar y cubahora. (2017). Retrieved from: <http://www.cubasolar.cu/> & [cubahora@cip.cu](mailto:cubahora@cip.cu).
- Energías renovables. Agencia Internacional de la Energía, Revista National Geographic en su número especial del cambio climático. (2015). 10 argumentos a favor de las energías renovables-sostenibilidad para todos.
- Fernández, W. (2015). Cuba construirá este año nuevos parques fotovoltaicos en varias provincias. *Cubainformacion*. Retrieved from: <http://www.cubainformacion.tv/>.
- Food and agricultural organization & World alianse for descontrized energy. (2017). Retrieved from: <http://dictionary.cambridge.org>.
- González, D. (2016). *Analisis para la conexión de PSFV de Rodas y otros propuestos a la red de la barra de Yaguaramas*. (Trabajo de Diploma). Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. Santa clara, Facultad de Ingenieria Electrica. Departamento de Electroenergetica.

- Jovanović, B., & Filipović, J. (2016). ISO 50001 standard-based energy management maturity model-proposal and validation in industry. *Journal of Cleaner Production*, 112 (4), pp-2744–2755.
- Lim, E. (2012). Smart energy management for small municipalities. *Strategic Energy Innovations*.
- Molina, M. (2016). Cienfuegos continua apostando a la energía solar. Retrieved from: [internet@granma.cu](mailto:internet@granma.cu).
- Moreno, C. (2016). Cuba 100% con energías renovables. Imperativo de las actuales generaciones de cubanas y cubanos. *La Habana-Cuba: En El CETER, CUJAE*.
- Municipal Energy Planning an Energy Efficiency Workbook Version 1.0. (2011). University of Wisconsin-Cooperative Extension. Retrieved from [www.bioenergyforum.com](http://www.bioenergyforum.com)
- Nuestra esfera/ espacio educativo. Fuentes de energía: Características y funciones. (2014). *Periódico Granma*. Retrieved from: <http://www.granma.cu/>.
- Oficina Nacional de Estadística e Información República de Cuba. (2016a). Anuario Estadístico de Cienfuegos 2015 de la Oficina Municipal de Estadística e Información de Cienfuegos. Retrieved from: <http://www.onei.cu>.
- Oficina Nacional de Estadística e Información República de Cuba. (2016b). Anuario estadístico de Cienfuegos 2015. Retrieved from <http://www.onei.cu>.
- Oficina Nacional de Estadística e Información República de Cuba. (2015). Anuario Estadístico de Cuba 2014. Retrieved from: <http://www.onei.cu>.
- Oficina Nacional de Estadística e Información República de Cuba. (2016a). Anuario Estadístico de Cuba 2015. Retrieved from: <http://www.onei.cu>.
- Páez, A. (2009). Sostenibilidad urbana y transición energética. Un desafío institucional. México: *Universidad Autónoma de México*.
- Puig, Y. (2014). Tomando el pulso de la economía cubana. *Periodico Granma*. Retrieved from Recuperado desde <http://www.granma.cu/cuba/2014-06-22/tomando-el-pulso-de-la-economia-cubana>.
- Revé. (2016a). Avanza Cuba en el empleo de energías renovables. *Cubahora*. Retrieved from: <http://www.evwind.com/>.
- Revé. (2016b). Energías renovables y ahorro energético en Cuba. *Cubahora*. Retrieved from: <http://www.cubahora.cu>.
- Rodríguez, J. (2014). Cuba y sus perspectivas energéticas, una revisión reciente (II). *Cubadebate*. Retrieved from: <http://www.cubadebate.cu/>.

- Rodríguez, S. (2016). *Procedimiento para el diagnóstico energético en los municipios. Caso de estudio en el municipio de Cienfuegos, consejos populares de Punta Gorda y Junco Sur*. (Trabajo de Diploma) Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", Facultad de Ciencias Económicas y Empresarial. Cienfuegos.
- Roqueta, R. (2014). *Procedimiento de cálculo para la ubicación de paneles fotovoltaicos*. (Trabajo de Diploma) Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas., Facultad de Ingeniería Eléctrica. Departamento de Electroenergetica. Santa Clara.
- Saari, A. (2013). *Attitude-behavior gap in energy issues: Case study of three different finish residential areas. Energy for Sustainable Development*. (17).
- Santana, H. (2013). *Determinación de la incidencia de la instalación de nuevos parques fotovoltaicos en la red de 33kV de Yaguaramas*. (Trabajo de Diploma) Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas., Facultad de Ingeniería Eléctrica. Departamento de electroenergetica. Santa Clara.
- Sawaengsak, W., Bangviwat, A., & Gheewala, S. (2014). *Life cycle cost of biodiesel production from microalgae in Thailand. Energy for Sustainable Development*. (18).
- Sistemas de gestión de la energía- Requisitos con orientación para su uso. Norma Cubana NC-ISO 50001:2011. (2012). La Habana- Cuba: Oficina Nacional de Normalización.
- Spiegel, M. (1991). *Estadística; variables discretas y continuas*.
- Valkila, N. (2013). *Attitude-behavior gap in energy issues: Case study of three different finish residential areas. Energy for Sustainable Development*. (17).
- Velázquez, G. (2013). *Explotación de red de 33 kV en Villa Clara con parques fotovoltaicos*. (Trabajo de Diploma). Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Facultad de Ingeniería Eléctrica. Departamento de electroenergetica. Santa Clara.
- Wene, C., & Rydén, B. (1988). A comprehensive energy model in the municipal energy planning process. *European Journal of Operational*.
- World alliance for decentralized energy. (2004). Retrieved from: <http://acrorymfinder.com>.



# ANEXOS



## Anexos

Anexo 1: Principales beneficios de la ISO 50 001:2011. Fuente: (NC-ISO 50001:2011)

Categorías	Principales beneficios
Energéticos y ambientales	<ul style="list-style-type: none"><li>• Optimización del uso de la energía (consumo eficiente de la energía).</li><li>• Fomento de la eficiencia energética de las organizaciones.</li><li>• Disminución de emisiones de gases de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.</li><li>• Reducción de los impactos ambientales.</li><li>• Adecuada utilización de los recursos naturales.</li><li>• Impulso de energías alternativas y renovables.</li></ul>
De liderazgo e imagen empresarial	<ul style="list-style-type: none"><li>• Imagen de compromiso con el desarrollo energético sostenible.</li><li>• Refuerzo de la imagen de empresa comprometida frente al cambio climático.</li><li>• Cumplimiento de los requisitos legales.</li></ul>
Socio- económicos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Disminución del impacto sobre el cambio climático.</li><li>• Ahorro en la factura energética.</li><li>• Reducción de la dependencia energética exterior.</li><li>• Reducción de los riesgos derivados de la oscilación de los precio de los recursos energéticos.</li></ul>

**Anexo 2:** Imagen de una planta de energía geotérmica.



**Anexo 3:** Imagen de las tecnologías usadas en el municipio Venado Tuerco, sobre FRE.



**Anexo 4:** Método para el cálculo del coeficiente de competencia de los expertos. **Fuente:** (Cortés e Iglesias, 2005).

Para seleccionar los expertos de acuerdo al criterio de Cortés e Iglesias (2005), se debe:

1. Elaborar una lista de candidatos que cumplan con los requisitos predeterminados de experiencia, años de servicio, conocimientos sobre el tema.
2. Determinar el coeficiente de competencia de cada experto.

Este último paso permite asegurar que los expertos que se consultan verdaderamente pueden aportar criterios significativos respecto al tema objeto de estudio.

El coeficiente de competencia de los expertos, según exponen Cortés e Iglesias (2005), se calcula a partir de la aplicación del cuestionario general que se muestra a continuación:

Cuestionario para la determinación del coeficiente de competencia de cada experto

**Fuente:** Cortés e Iglesias (2005)

**Nombre y Apellidos:**

- 1- Autoevalúe en una escala de 0 a 10 sus conocimientos sobre el tema que se estudia.
- 2- Marque la influencia de cada una de las fuentes de argumentación siguientes:

Fuentes de Argumentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por usted			
Experiencia obtenida			
Trabajos de autores nacionales que conoce			
Trabajos de autores extranjeros que conoce			
Conocimientos propios sobre el estado del tema			
Su intuición			

Se utiliza la fórmula siguiente:

$$K_{comp.} = \frac{1}{2} (K_c + K_a)$$

Donde:

**K<sub>c</sub>:** Coeficiente de Conocimiento: Se obtiene multiplicando la autovaloración del propio experto sobre sus conocimientos del tema en una escala del 0 al 10, por 0,1.

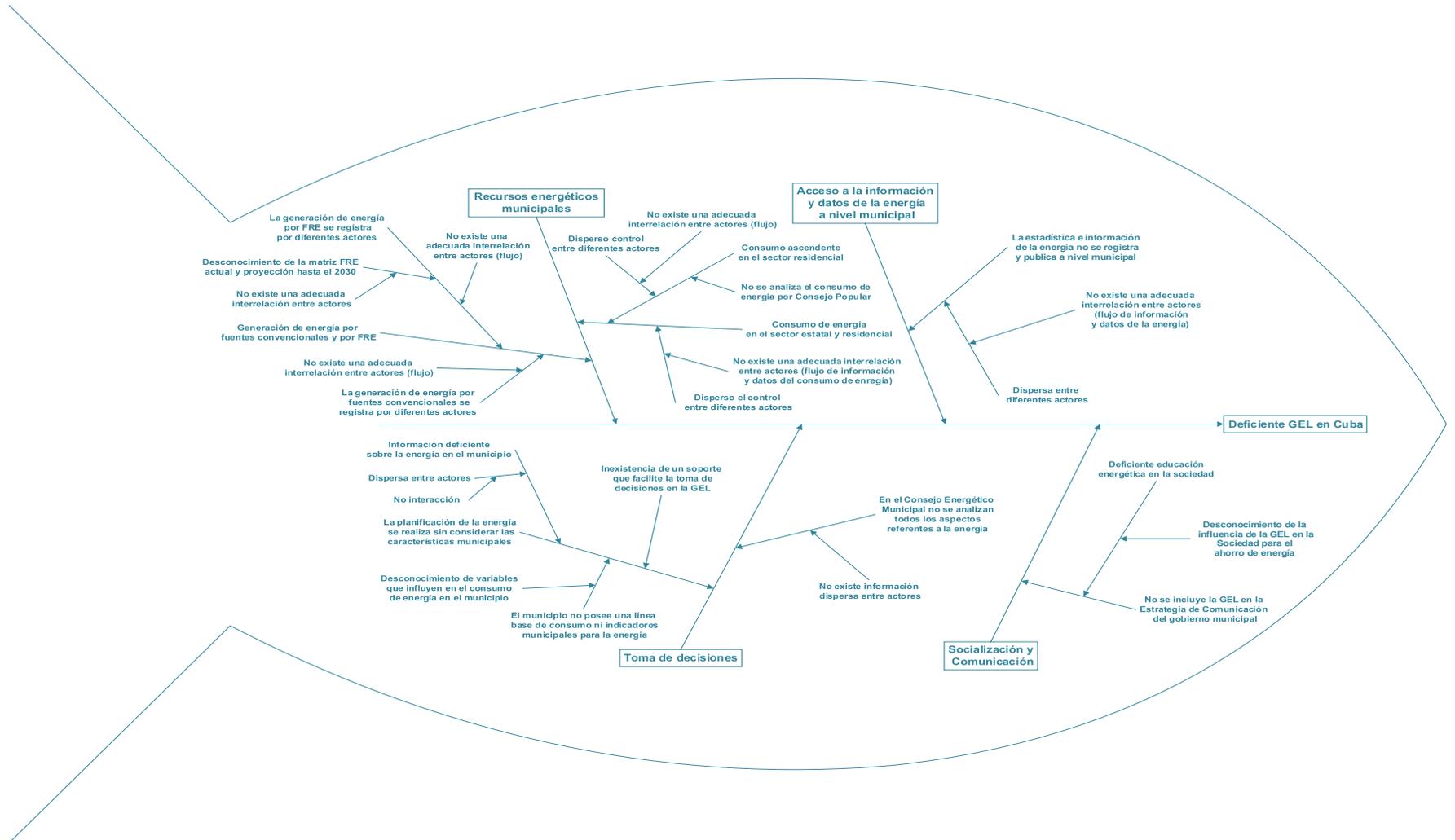
**K<sub>a</sub>:** Coeficiente de Argumentación: Es la suma de los valores del grado de influencia de cada una de las fuentes de argumentación con respecto a una tabla patrón, se emplea en esta investigación la siguiente tabla:

Fuentes de Argumentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por usted	0.3	0.2	0.1
Experiencia obtenida	0.5	0.4	0.2
Trabajos de autores nacionales que conoce	0.05	0.04	0.03
Trabajos de autores extranjeros que conoce	0.05	0.04	0.03
Conocimientos propios sobre el estado del tema	0.05	0.04	0.03
Su intuición	0.05	0.04	0.03

Dados los coeficientes  $K_c$  y  $K_a$  se calcula para cada experto el valor del coeficiente de competencia  $K_{comp}$  siguiendo los criterios siguientes:

- ✓ La competencia del experto es ALTA si  $K_{comp} > 0.8$
- ✓ La competencia del experto es MEDIA si  $0.5 < K_{comp} \leq 0.8$
- ✓ La competencia del experto es BAJA si  $K_{comp} \leq 0.05$

**Anexo 5: Diagrama Causa-Efecto. Fuente: Elaboración propia**



**Anexo 6:** Plan de mejora para la gestión energética de los gobiernos locales en Cuba. **Fuente:** Elaboración propia.

<b>Oportunidad de Mejora:</b> Diagnostico energético del municipio.						
<b>Meta:</b> Establecer la matriz de fuente renovable de energía en el municipio e Cienfuegos						
<b>Responsable General:</b> Grupo de Trabajo						
<b>QUÉ</b>	<b>QUIÉN</b>	<b>CÓMO</b>	<b>POR QUÉ</b>	<b>DÓNDE</b>	<b>CUÁNDO</b>	<b>CUÁNTO</b>
Estudio del procedimiento para el diagnóstico energético municipal en Cuba	Grupo de trabajo	Revisión del procedimiento y debate	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preparar al grupo de trabajo para aplicar el procedimiento</li> </ul>	Universidad y Poder Popular Municipal (PPM)	Junio- Julio- Septiembre/ 2016	tres sesiones de trabajo
Identificar los actores que registran los datos e información de fuente renovables de energías en el municipio	Grupo de trabajo	Concertación de actores a través de los parámetros de entrada del diagnóstico energético municipal en Cuba	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para lograr la captación de datos e información de FRE dispersa en el municipio</li> </ul>	Universidad y PMM	Junio- Diciembre/2016	7 meses
Captación de la información	Grupo de trabajo	Sesión de trabajo del Grupo, revisión de documento y entrevistas (estructuradas o no )	Captar los datos e información relevante de la FRE en el municipio	Universidad, PPM y organizaciones identificadas	Octubre /2016 Mayo/2017	8 meses

Aplicación del procedimiento para el diagnóstico energético en los municipios en Cuba en el municipio de Cienfuegos	Grupo de trabajo	Trabajo en campo, búsqueda de información, sesiones de trabajo con actores, CAM, AMPP, procesamiento de información de generación y consumo de energía	Evaluar al municipio en cuanto a la gestión energética local	Universidad, Gobierno Municipal y Diversos actores	Marzo-Junio/2017	4 meses
Propuesta de la matriz fuente renovable de energía del municipio	Grupo de trabajo	Documentación que comprueba la investigación y justifica la propuesta	Para la el soporte y la constancia de la investigación	Universidad y Gobierno Municipal	Mayo- Junio/2017	2 meses
Presentación de la matriz FRE al Poder Popular Municipal	Grupo de trabajo	Sesiones de trabajo	Para su crítica y mejora	Universidad y Gobierno Municipal	Junio/2017	sesión de trabajo 1 hora

**Anexo 7:** Lista de Chequeo para evaluar las competencias en gestión de la energía de los miembros del Consejo de Administración Municipal y los Presidentes de Consejos Populares del Municipio. **Fuente:** Rodríguez (2016)

Compañero(a):

La lista de chequeo que se les presenta permite evaluar las competencias en gestión de la energía de los miembros del Consejo de Administración Municipal y los Presidentes de Consejos Populares del Municipio de Cienfuegos, como elemento del diagnóstico energético al municipio de Cienfuegos, con el objetivo de desarrollar e implementar un Modelo para la gestión energético local. Esta herramienta de trabajo se realizará en dos etapas en el inicio de la investigación Abril 2016 y Noviembre 2017. Solo debe marcar con una "X" según su criterio. En este sentido esperamos su cooperación.

Muchas Gracias

### Eficiencia energética- Políticas

<b>Políticas</b>			
<b>¿Ha adoptado su municipalidad política para ocuparse de lo siguiente? Marque " sí " o " no " o " no aplicable ( NA)" para cada uno de lo siguiente:</b>			
<b>Políticas de eficiencia energética</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>NA</b>
a. Promueve la reducción de residuales.			
b. Promueve la eficiencia energética en las instituciones insertadas en el municipio de subordinación:			
b.1 Local			
b.2 Provincial			
b.3 Nacional			
c. Promueven el ahorro de energía:			
c.1 Directivos			
c.2 Trabajadores			
d. Promueve el ahorro de energía a través del alumbrado público			
e. Promueve el ahorro de energía en las áreas públicas.			
f. Promueve proyectos de energía limpia (generación de energía en el			

lugar en vez de consumo externo) ej. paneles solares etc.			
-----------------------------------------------------------	--	--	--

### Eficiencia energética- Programas y Operaciones

Programas y Operaciones			
¿Ha adoptado su municipalidad programas o realizado operaciones para ocuparse de lo siguiente? Marque “ sí ” o “ no ” o “ no aplicable (NA) ” para cada uno de lo siguiente:			
Eficiencia energética Programas y Operaciones	Si	No	NA
a. Programas de reducción de residuales. Ejemplo: reciclaje , compostaje, aprovechamiento, reducción de fuentes contaminantes			

### Educación sobre Eficiencia energética- Políticas

Políticas			
¿Ha adoptado su municipalidad política para ocuparse de lo siguiente? Marque “ sí ” o “ no ” o “ no aplicable (NA)” para cada uno de lo siguiente:			
Educación y alcance de las políticas.	Si	No	NA
a. Promueve la educación enfocado en la eficiencia energética, el ahorro de energía y evitar la emisión de gases de efecto invernadero (ejemplo: lemas e información en los murales, charlas educativas, carteles cerca de equipos con alto consumo e interruptores de corriente) en las instituciones insertadas en el municipio de subordinación.			
a.1 Local			
a.2 Provincial			
a.3 Nacional			
b. Promueve la educación y alcance a la comunidad y organizaciones locales sobre los esfuerzos del gobierno local con el fin de lograr una eficiencia energética para reducir costos y la emisión de gases de efecto invernadero, al igual de mejores prácticas en el uso de la energía que pueden ser utilizadas en sus organizaciones y hogares.			
c. Promueve la educación y alcance a las escuelas sobre los esfuerzos del gobierno local con el fin de lograr una eficiencia energética para reducir costos y la emisión de gases de efecto invernadero, al igual de mejores prácticas en el uso de la energía que pueden ser utilizadas en sus escuelas.			

<p>d. Se facilitan documentos, libros y revistas sobre eficiencia energética a las escuelas y gobiernos locales, se traen expertos para enseñar a los estudiantes sobre la eficiencia energética; se apoya la formación de una fuerza de trabajo sobre el tema en escuelas técnicas, se promueve el ahorro de energía.</p>			
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

**Educación sobre Eficiencia energética- Programas y Operaciones**

<p><b>Programas y Operaciones</b></p>			
<p><b>¿Ha adoptado su municipalidad programas o realizado operaciones para ocuparse de lo siguiente? Marque “ sí ” o “ no ” o “ no aplicable (NA) ” para cada uno de lo siguiente:</b></p>			
<p><b>Educación y alcance de los programas y operaciones.</b></p>	<p><b>Si</b></p>	<p><b>No</b></p>	<p><b>NA</b></p>
<p>a. Existen campañas para la educación a trabajadores y programas como también prácticas para ser implementadas en los centros laborales para la reducción de costos y emisión de gases de efecto invernadero.</p>			
<p>b. Educación a los residentes y organizaciones de la zona sobre los esfuerzos del gobierno local de implementar programas con el fin de lograr una eficiencia energética para reducir costos y la emisión de gases de efecto invernadero.</p>			