



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

Trabajo de Diploma

Título: Comportamiento del consumo de energía eléctrica en el sector estatal y de portadores energéticos en el sector residencial del municipio de Cienfuegos.

Autores:

Laura Lianet Santana Corcho
Victor Cabrisas Ferrer

Tutores:

Msc. Ing. Jenny Correa Soto
Ing. Sandra Rodríguez Figueredo

Cienfuegos
2017

Pensamiento



'La calidad nunca es un accidente, siempre es el resultado de un esfuerzo de la inteligencia''

John Ruskin

Dedicatoria



*A mis padres por todo el amor, apoyo y confianza que me han brindado,
por ser lo más importante de mi vida, y ser el motor impulsor de mis
sueños.*

*A toda mi familia por quererme muchísimo y apoyarme
en todo.*

Laura

*A los que me han querido incondicionalmente y
ya no están conmigo, sé lo orgulloso que se
pondrían al verme crecer así. En especial a mi
abuelo quien supo enseñarme con toda su calma.*

Victor

Agradecimientos



A mis padres, por darme siempre todo su amor, cariño y comprensión.

A mi novio por apoyarme y hacerme feliz día a día.

A mi familia que siempre me ha apoyado en todo y me quiere mucho.

A mis compañeros de aula que me han permitido compartir con ellos estos cinco años tan maravillosos y me han hecho vivir momentos tan entretenidos.

A mis profesores que me han enseñado tanto y me han transformado en una profesional.

A mis compañeras de cuarto, por compartir momentos importantes de sus vidas conmigo

y estar dispuestas siempre a ayudarme.

A mi tutora Yeni por dedicarme todo el tiempo que he necesitado, por escucharme, entenderme, enseñarme y darme la oportunidad de haber sido su diplomante y por brindarme sus conocimientos y ayuda.

A todos los que de una forma u otra han apoyado en la realización de este trabajo.

A mi mamá por estar siempre a mi lado y sufrir conmigo cada minuto conmigo

A mi familia que siempre exige lo mejor de mí y siempre tienen en alta sus expectativas

A mis amigos que de una forma u otra hemos crecido juntos desde el comienzo de la Universidad y hemos pasado por muchas cosas juntos

A mi hermano que siempre he tenido una competitividad sana de ser cada día mejor

A mi tutora a quien he molestado mucho, pero ella sabe que es porque soy algo regado

A mis profesores que de una forma u otra contribuyeron en mi educación y mi desarrollo como un futuro profesional

Resumen



La presente investigación titulada " Comportamiento del consumo de energía eléctrica en el sector estatal y de portadores energéticos en el sector residencial en el municipio de Cienfuegos" tiene como objetivo general: Determinar el comportamiento del consumo de energía eléctrica en el sector estatal y los portadores energéticos en el sector residencial en el municipio de Cienfuegos. En el desarrollo de la investigación se realiza la revisión de literatura de impacto, que aborda la gestión de la energía. Se utilizaron técnicas y herramientas tales como: entrevistas, revisión de documento, trabajo con expertos, tormenta de ideas, concertación de actores, diagrama causa-efecto, 5Ws y 2Hs, diagrama de Pareto, análisis de distribución, análisis de regresión múltiple. También fueron usados softwares como Statgraphics, Visio y Excel para el procesamiento y creación de bases de datos.

Palabras claves: gestión energética municipal, gobierno local, sector residencial, sector estatal.

Abstract



The present investigation entitled “Performance of the electrical energy consumption in the state sector and energetics carrier in the residential sector in the municipality of Cienfuegos” has as a general goal: Determining the performance of the electrical energy consumption in the state sector and energetics carrier in the residential sector in the municipality of Cienfuegos. In the development of the investigation was done the review of the literature of impact which involve the energy administration. Techniques and tools were used such as: interviews, documents reviews, expert working, brainstorm, actors concertation, cause-effect diagrams, 5Ws y 2Hs, Pareto diagram, distribution analysis, multiple regression analysis. Also were used different softwares like Statgraphics, Visio and Excel for the processing and the creation of databases.

Keywords: Municipal energetics management, local government, residential sector, state sector

Índice



Contenido

INTRODUCCIÓN	1
Capítulo I: Gestión energética local	4
1.1 Introducción	4
1.2 Eficiencia energética y gestión energética	4
1.2.1 Eficiencia energética	5
1.2.2 Gestión energética	6
1.3 Familia ISO 50000	6
1.4 Gestión energética local	11
1.4.1 Concepción de la gestión energética local	11
1.4.2 Desarrollo de la gestión energética local	12
1.4.3 Gestión energética local en Cuba	14
1.5 Diagnóstico energético local	14
1.5.1 Metodologías para el diagnóstico energético local	14
1.6 Conclusiones parciales del capítulo	23
Capítulo II: Caracterización energética del municipio de Cienfuegos	24
2.1 Introducción	24
2.2 Caracterización energética de Cuba	24
2.2.1 Generación de energía en Cuba	25
2.2.2 Consumo de energía en Cuba	30
2.3 Caracterización energética de la provincia de Cienfuegos	34
2.3.1 Generación de energía en la provincia de Cienfuegos	35
2.3.2 Consumo de energía en la provincia de Cienfuegos	36
2.4 Caracterización energética del municipio de Cienfuegos	38
2.4.1 Caracterización socio-económica del municipio de Cienfuegos	39
2.4.2 Gestión Energética Municipal	39
2.5 Resultados del diagnóstico en el municipio de Cienfuegos	41
2.5.1 Alcance de la investigación	48
2.6 Conclusiones parciales	48
Capítulo III: Análisis del consumo de portadores energéticos en el municipio de Cienfuegos	49
3.1 Introducción	49
3.2 Diagnóstico del consumo de portadores energéticos en el municipio de Cienfuegos	49

Índice

3.2.1 Análisis de la información referente al consumo de energía.....	50
3.4 Conclusiones parciales	71
Conclusiones generales.....	72
Recomendaciones	73
Anexos.....	81

Introducción



INTRODUCCIÓN

El consumo de energía ha aumentado en un 45% desde 1980 y se proyecta que para el año 2030 este sea de un 70%, donde los mercados emergentes representarán más del 75% de la nueva demanda; Norteamérica, Europa y Japón enfrentarán una demanda energética creciente y recursos limitados (Schenieder Electric Argentina S.A, 2010). Debido a que la estructura de consumo energético mundial se basa en el uso de combustibles fósiles y por consiguiente los efectos que estos causan sobre el medio ambiente, lo que ha suscitado un creciente interés en este tema a escala mundial. (Borroto, 2006).

El desarrollo de la gestión energética no es exclusivo de los sectores industriales, de servicios, pequeñas y medianas empresas (PYMES); evidenciándose su aplicación en municipios, alcaldías y gobiernos locales con acciones que datan desde 1988 en Suecia, a partir del desarrollo del Modelo energético para la planificación energética en los municipios (Wene, 1988). Según Lim, (2012) la inclusión de la gestión energética en los municipios ha contribuido a la mejora de la gestión de los gobiernos locales en cuanto al mantenimiento de sus finanzas y la reducción de los impactos sobre el medio ambiente de la localidad. Esta gestión energética municipal a nivel mundial incluye el uso de herramientas en línea (*on-line*), la planificación futura, la implantación de ideas innovadoras, la utilidad de estas y la socialización.

Según Sherman (2012) un gobierno local puede ejercer directamente o subsidiar, gestionar, operar y financiar un sistema energético de una localidad, donde el municipio puede asumir varios roles, entre ellos: puede financiar el sistema energético local, incidiendo en el diseño y la operación de este, así como las obligaciones contraídas con terceros.

La gestión energética local se basa en la planificación energética, las matrices de generación y consumo energético incluyendo las fuentes renovables de energía (FRE) e indicadores energéticos que posibilitan la gestión de los gobiernos locales sobre los recursos energéticos territoriales (Wene, 1988; Bruckner, 1997; Butera, 1998; Wohlgemuth, 1999; Sundberg, 2000; Rolfsman, 2004; García , 2006; Ivner, 2009; Genevieve et al., 2009; BOCM, 2010; Lin, 2010; Neves 2010; Sperling et al., 2011; Zhu, 2011; Brandoni, 2012 y Agencia Provincial de la Energía de Alicante, 2013).

El progreso en la gestión energética municipal ha incentivado la incorporación de los gobiernos locales a la certificación por la ISO 50 001: 2011, 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).

En Cuba el ahorro es una política de estado y la mayoría de las organizaciones productivas y de servicios son estatales, lo que facilita la incidencia directa de los órganos de gobiernos locales en la reducción del uso de portadores energéticos y gestionar su matriz energética. Proyectando el país en el año 2011 la actualización del Modelo Económico y Social, la aprobación de 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 Cuba se consume energía secundaria tanto en el sector estatal como residencial en el caso de la energía eléctrica el sector estatal ha tenido un consumo sostenido de energía eléctrica representando aproximadamente 8 500 GWh, evidenciándose un aumento en el sector residencial de 4 500 GWh a 8 500 GWh representando el consumo de energía eléctrica en Cuba en el año 2013 un equivalente 30 000 Millones de pesos del PIB (ONEI, 2016). Por otra parte, el sector residencial también consume gas manufacturado, queroseno y alcohol desnaturalizado, donde en los últimos años sus consumos se han mantenido estables siendo en el año 2014 representaron estos consumos fueron de 183,5 MMm³, 128,7Mhl y 80,5 Mt respectivamente. (ONEI,2016)

En el municipio de Cienfuegos en ese mismo año el consumo de energía eléctrica en el sector estatal representó 281 727,2 MWh con grandes consumidores en este sector (ONEI,2016c) , y por otra parte los consumos de energía eléctrica, gas manufacturado, queroseno y alcohol desnaturalizado no se encuentran en los datos e información que ofrece la Oficina de Estadística e Información a nivel municipal, lo que no permite al gobierno local tomar decisiones sobre los portadores energéticos que se consumen en el municipio.

Todo lo anterior representa la situación problemática de la investigación de ahí que se enuncie el siguiente **Problema de investigación:**

¿Cómo proporcionar al gobierno local de Cienfuegos datos e información del consumo de portadores energéticos a nivel municipal?

En correspondencia al problema declarado se plantea el **objetivo general de la investigación** que consiste en: Determinar el comportamiento del consumo de energía eléctrica en el sector estatal y los portadores energéticos en el sector residencial en el municipio de Cienfuegos.

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

1. Realizar un análisis documental referente a al desarrollo local, la gestión energética local y los diagnósticos energéticos en los municipios.
2. Realizar la caracterización energética de Cuba, la provincia de Cienfuegos y el municipio de Cienfuegos.
3. Aplicar el procedimiento para el diagnóstico energético en el municipio de Cienfuegos.

Capítulo I: Se realiza un estudio documental sobre el desarrollo local a nivel internacional y en Cuba, la gestión energética local y los diagnósticos energéticos municipales que determinen 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, a través del análisis de la información estadística de la Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI) de Cuba. Se diseña y propone el procedimiento para el diagnóstico energético municipal en Cuba, delimitándose el alcance de su aplicación en la investigación.

Capítulo III: Se aplica el Paso 1 del procedimiento para el diagnóstico energético municipal para el análisis del consumo de energía eléctrica en el sector estatal municipal y de portadores energéticos que se utilizan en el sector residencial en el municipio.

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

Capítulo

I



Capítulo I: Gestión energética local

1.1 Introducción

En la construcción del marco teórico para la investigación se hace imprescindible la revisión bibliográfica que la sustente en función de la temática a abordar, por lo que se procede a realizar una revisión de documentos relacionados con la eficiencia y gestión energética, la gestión energética local (GEL) y los diagnósticos energéticos para las localidades o municipios. Para su comprensión se presenta en la Figura 1.1 el hilo conductor para la elaboración del capítulo.

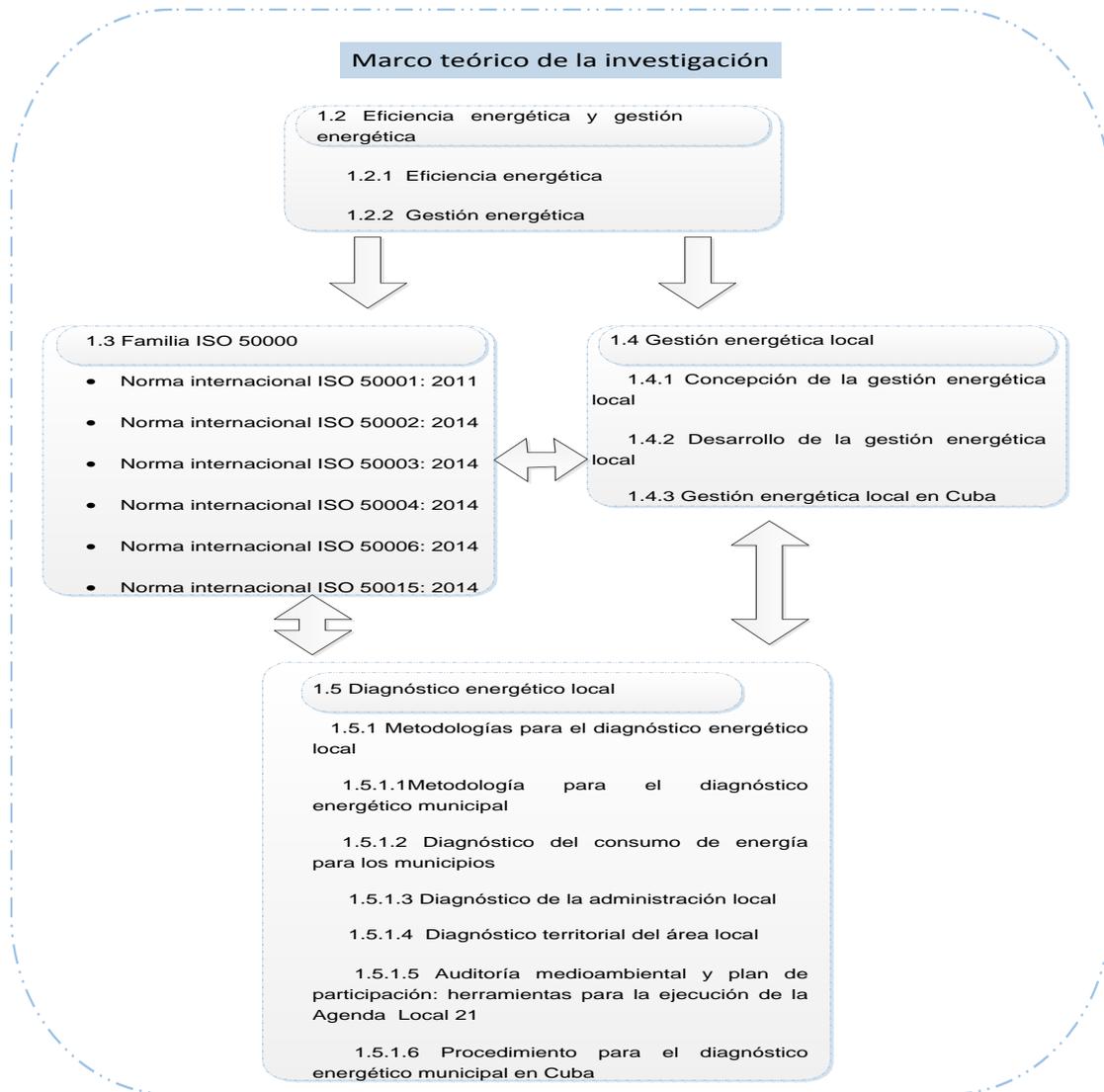


Figura 1.1: Hilo conductor. Fuente: Elaboración propia

1.2 Eficiencia energética y gestión energética

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 (Sawaengsak et al., 2014). 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 lo que se denomina el cambio climático (Valkila y Saari, 2013; Nie y Kemp, 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 (Valkila y Saari, 2013). La sociedad moderna está sustentada en la dependencia de los combustibles fósiles, representado por el consumo básico de una persona, los usos productivos y las necesidades de la sociedad (Sovacool, 2012). Por lo que el sector energético demanda el uso de energía limpia, con la adopción de tecnologías basadas en las fuentes renovables de energía (FRE), requiriendo innovación que aumente el desempeño y disminuya costos (Cheon y Urpelainen, 2012; Bayer et al., 2013).

El término **eficiencia energética** ha sido definido por diferentes autores, entre ellos Borroto (2002) la define como "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". Malenbaum (1978) lo define como "Aprovechamiento de la intensidad de estado (intensidad energética)". Larson et al. (1986) plantea que "Es el escenario donde se establecen las diferencias entre los cambios del precio de la energía y el mantenerlos estáticos". Jevons (1990) "Sugiere que los efectos rebotes son muy importantes y que las mejoras en la productividad y económicos crecen según se manibre el consumo energético". Cleveland y Ruth (1999) por otra parte lo definen como la "Posibilidad de una reducción en el uso de la energía y otros materiales relativos a ella". Alcott y Greenstone (2012) como la "Conservación y mejoramiento tecnológico para atenuar el empeoramiento de las perspectivas energéticas en los países en desarrollo". Koskimaki (2012) por su parte añade que "Contribuye a la seguridad energética, competitividad y reduce los impactos ambientales". Recalde y Ramos-Martin (2012); Recalde et al. (2014) consideran su relación con el desarrollo tecnológico los dos efectos contrarios como son incrementar o reducir la demanda energética.

1.2.2 Gestión energética

Otra arista en los temas energéticos lo constituye la gestión energética (GE) que es parte del sistema de gestión de una organización dedicada a desarrollar e implementar su política energética. La 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 50001: 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 et al., 2014); ha traído como consecuencia el aumento del interés internacional en la GE (Correa, 2013). Por este motivo para muchas organizaciones la GE se ha convertido en una prioridad por lo que se esfuerzan en reducir los costos de energía, ajustándose a los requisitos reglamentarios y por ende a mejorar su imagen corporativa (Antunes, Carreira, Mira da Silva, 2014; Jovanović y Filipović, 2016).

1.3 Familia ISO 50000

La familia de la ISO 50000 está constituida por varias normas las cuales se relacionan a continuación:

- ISO 50001:2011 Sistemas de gestión de energía. Requisitos con orientación para su uso.
- ISO 50002:2014 Auditorías energéticas.
- ISO 50003:2014 organismos de certificación que proveen auditorias y certificación de un Sistema de Gestión de Energía.
- ISO 50004:2014 Guía de implementación, mantenimiento y mejoramiento de un Sistema de Gestión de Energía.
- ISO 50006:2014 Medición del desempeño energético.
- ISO 50015:2014 Medición y verificación del desempeño energético de una organización. Principios generales y directrices.
- Norma internacional ISO 50001: 2011

La solicitud para el desarrollo de la norma internacional ISO 50001:2011 de gestión de la energía provino de la Oficina de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), quien reconoció que la industria necesitaba plantear una respuesta efectiva al cambio climático. Para la ISO la gestión energética es uno de los cinco campos principales dignos para el

desarrollo de Normas Internacionales. La gestión eficaz de la energía es una prioridad, ya que cuenta con un potencial significativo en cuanto al ahorro de energía y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en todo el mundo (ISO, 2011).

ISO 50001: 2011 ha sido capaz de basarse en numerosas normas de gestión de la energía nacionales y regionales, especificaciones y regulaciones, incluyendo las desarrolladas en China, Dinamarca, Irlanda, Países Bajos, Suecia, Estados Unidos y la Unión Europea (Correa et al., 2014).

La publicación por parte de la ISO de su Norma Internacional ISO 50001: 2011 para la gestión de la energía es oportuna, en un contexto de inestabilidad de los precios mundiales de la energía, pues ayuda a las organizaciones a mejorar su eficiencia energética y a reducir los impactos sobre el medio ambiente (ISO, 2011).

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 con sus fases en la dirección superior (ISO, 2011; Sánchez, 2013).

En la norma se definen 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. Donde el SGE permite a una organización alcanzar sus compromisos de política, tomar las acciones que sean necesarias para mejorar su desempeño energético y demostrar la conformidad del sistema con los requisitos de esta Norma Internacional. La norma se basa en el ciclo de mejora continua Planear-Hacer-Verificar-Actuar e incorpora la gestión energética en las prácticas organizacionales diarias (Correa et al., 2014; Sánchez, 2013).

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 asociado al uso de la energía, al establecer un marco internacional para la gestión de todos los aspectos relacionados con la energía, incluidos su uso y adquisición, por parte de las instalaciones industriales y comerciales, o de las compañías en su totalidad. La norma facilita a las organizaciones las estrategias y técnicas de gestión para incrementar su eficiencia energética,

reducir costos y mejorar su desempeño ambiental. Las bases de este enfoque se muestran a continuación en la Figura 1.1.

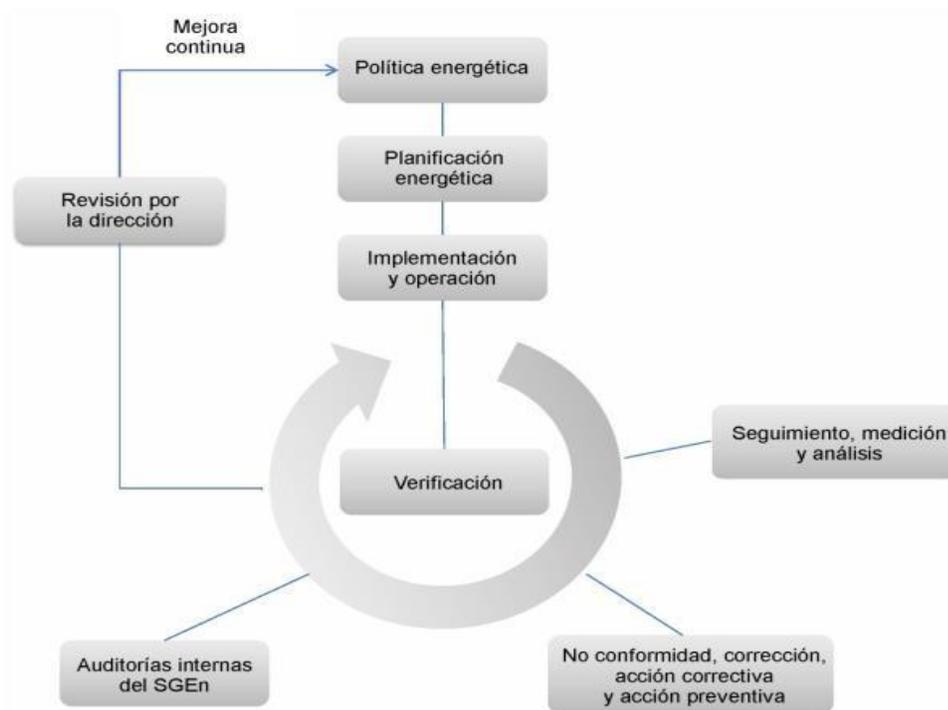


Figura 1.1: Modelo de sistema de gestión de la energía ISO 50001: 2011. **Fuente:**(ISO, 2011).

La ISO 50001: 2011 provee un marco de requisitos que permite a las organizaciones (ISO, 2010):

- 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 norma 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 aplicar la Norma ISO 50001: 2011 para establecer una línea de base y luego mejorarla a un ritmo

adecuado a su contexto y capacidades (ISO, 2010). Los principales beneficios de la norma se muestran en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1: Principales beneficios de la ISO 50001:2011. **Fuente:** (ISO, 2010).

Categorías	Principales beneficios
Energéticos y ambientales	<ul style="list-style-type: none">• Optimización del uso de la energía (consumo eficiente de la energía).• Fomento de la eficiencia energética de las organizaciones.• Disminución de emisiones de gases de CO₂ a la atmósfera.• Reducción de los impactos ambientales.• Adecuada utilización de los recursos naturales.• Impulso de energías alternativas y renovables.
De liderazgo e imagen empresarial	<ul style="list-style-type: none">• Imagen de compromiso con el desarrollo energético sostenible.• Refuerzo de la imagen de empresa comprometida frente al cambio climático.• Cumplimiento de los requisitos legales.• Disminución del impacto sobre el cambio climático.• Ahorro en la factura energética.
Socio-económicos	<ul style="list-style-type: none">• Reducción de la dependencia energética exterior.• Reducción de los riesgos derivados de la oscilación de los precios de los recursos energéticos.

La ISO 50001 se encuentra estrechamente alineada con las normas ISO 9001: 2015 (gestión de calidad) y la ISO 14001: 2015 (gestión medioambiental). Estas tres normas son ampliamente implementadas en las organizaciones, y la integración de un SGE dentro de estos sistemas ya existentes, debe ser relativamente sencilla.

La ISO a partir del año 2014 extiende la norma ISO 50001:2011 a la familia ISO 50000

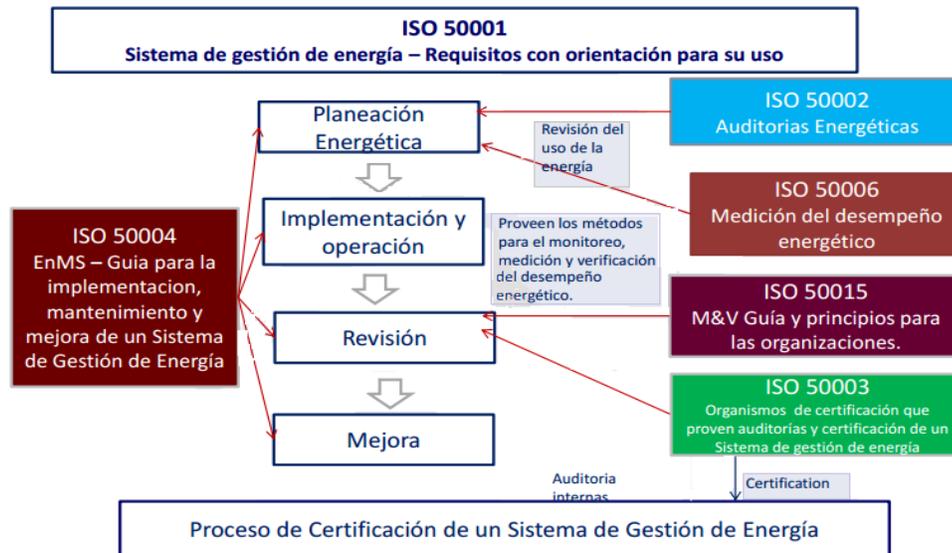


Figura 1.2: Familia ISO 50000. **Fuente:** El lanzamiento de la Norma y Apoyo a la ISO 50001 Sistemas de Dirección de Energía

- Norma internacional ISO 50002: 2014

Auditorías energéticas: Define las características para la realización de una adecuada auditoría energética, estableciendo tanto los requisitos como las obligaciones de una auditoría y proporcionando ejemplos en diversos sectores industriales como edificaciones o transporte.

- Norma internacional ISO 50003: 2014

Sistemas de Gestión de la Energía: requerimientos para las organizaciones que proporcionan auditorías de certificación de gestión de energía y competencia de auditor: Auditoría a Sistemas de Gestión se enmarca dentro de la Norma Internacional ISO 17021, proporcionando los requerimientos para los organismos de certificación que proporcionan servicios de auditoría y certificación para todo tipo de Sistemas de Gestión.

- Norma internacional ISO 50004: 2014

Sistemas de Gestión de la Energía: Guía para la implementación, mantenimiento y mejoramiento de un Sistema de Gestión de la Energía: Definición de estos requerimientos y le indica al usuario qué hacer para satisfacerlos. Al igual que otros estándares internacionales, se define el qué, mas no el cómo hacerlo.

El objetivo general es ayudar a establecer las metodologías y los enfoques necesarios para la adecuada implementación de un SGE en una organización, proporcionando una guía práctica y ejemplos para el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejoramiento de un SGE de acuerdo a ISO 50001.

- Norma internacional ISO 50006: 2014

Líneas de base energéticas e indicadores de desempeño - Principios generales y directrices: Cuantificación y la medición de los cambios en el desempeño energético, las cuales se traducen en el establecimiento y seguimiento de la Línea de Base Energética y los Indicadores de Desempeño Energético (IDE).

Brindar a las organizaciones una guía para el cumplimiento de los requisitos relacionados con el establecimiento, uso y mantenimiento de la línea de base energética y los IDE, por medio de la presentación de las variables importantes para la medición del desempeño energético y las herramientas prácticas para su evaluación.

- Norma internacional ISO 50015: 2014

Medición y verificación del desempeño energético de una organización - Principios generales y directrices: Establecimiento de un conjunto de principios y directrices a ser utilizadas para realizar la medición y verificación de manera correcta.

Entendimiento común de la Medición y Verificación para que pueda ser aplicada a métodos de cálculo de la propia organización o metodologías aceptadas internacionalmente.

1.4 Gestión energética local

Desde la crisis energética de los años 70 del pasado siglo los gobiernos han adoptado políticas y programas para incrementar la eficiencia energética en la economía y la sociedad en general, lo que ha permitido: reducir la dependencia de recursos escasos y finitos, mejorar la economía de los consumidores y reducir el impacto ambiental (Wilson, 2008).

1.4.1 Concepción de la gestión energética local

La gestión energética local o gestión energética municipal (GEL o GEM) como la define Jaccard et al., (1997), es la planeación estratégica de las necesidades y usos de energía en la localidad a corto, mediano y largo plazo, de manera que resulten en la implementación de un sistema energético eficiente, económico y amigable con el medio ambiente. Además, a nivel local puede ser implementado a escala regional, en municipios y vecindarios (Genevieve et al., 2009).

De ahí que se pueda definir como el conjunto de acciones que se realizan para obtener el mayor rendimiento posible de la energía consumida, incluyendo el conocimiento y control de los consumos energéticos de todo el municipio considerando el tratamiento del agua y los residuos (US, 2008; Drawet et al., 2012), pues intenta coordinar los esfuerzos que se realizan de forma independiente, estableciendo una asociación municipal de acciones y comunicación

(FEMP, 2011). Por lo que constituye una de las medidas más productivas en la mejora de la GE en los municipios.

1.4.2 Desarrollo de la gestión energética local

Las primeras acciones relacionadas a la gestión energética local 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 (Wene y 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). En el tiempo transcurrido desde las primeras experiencias en Suecia se han desarrollado numerosos modelos, metodologías, estrategias e indicadores para la gestión energética local, algunas de estas se relacionan a continuación:

- Modelo de optimización energético regional y municipal (DEECO), aplicado en la ciudad WürzburgHeidingsfeld, Alemania (Bruckner et al., 1997).
- Herramientas para la planificación energética municipal, aplicada en Palermo, Italia (Butera, 1998).
- Indicadores para la integración de fuentes de energía alternativa, aplicado en Carinthia, Austria (Wohlgemuth, 1999).
- Modelo de optimización del sistema energético (MODEST) y el Modelo de programación mixedinteger linear para el análisis del sistema energético, aplicados en la Ciudad de Linköping, Suecia (Sundberg y Karlsson, 2000; Rolfsman, 2004).
- Experiencias en la gestión de las emisiones de gases de efecto invernadero a partir de la gestión energética local en 22 ciudades de Inglaterra y Gales (Fleming et al., 2004).
- Planes de Optimización municipal (POES), aplicado en cinco municipios de la provincia de Jaén, España (García, 2006).
- Modelo de gestión de la energía para la ciudad de Lucknow en Suecia (Zia y Deyadas, 2007).
- Método de planificación energética municipal, aplicado en trece municipios de la provincia de Ostergötland, Suecia (Inver, 2009).

- Modelo para la gestión energética municipal desarrollado por la Alianza Ártica en Canadá. Se reporta su aplicación en diez localidades canadienses, en estos se logra reducciones de hasta un 50% del consumo energético y de la emisión de gases de efecto invernadero (Genevieve et al., 2009).
- Estrategia local, aplicada en el Ayuntamiento Rivas-Vaciamadrid de Madrid. España (BOCM, 2010).
- Modelo para el desarrollo de un sistema de planificación energética municipal, aplicado en la Región Toronto-Niágara Waterloo, Canadá y Hohhot, China (Lin et al., 2010).
- Metodología para el desarrollo de indicadores de sostenibilidad energética para la planificación energética local, aplicada en catorce municipios en Portugal y en Boston Estados Unidos de América (Neves y Leal, 2010).
- Estrategia de planificación energética municipal, aplicada en todos los municipios de Dinamarca (Sperling et al., 2011).
- Método para la planificación del sistema energético municipal, aplicado en Beijing, China (Zhu et al., 2011).
- Metodología para la planificación energética municipal aplicada en 12 municipios en Italia (Brandoni y Polonara, 2012).
- Método y herramientas para la planificación energética de la comunidad, aplicados en Shanghai, China (Huan et al., 2015).
- Determinación de factores que influyen el clima organizacional y la planeación energética municipal, Suecia (Fenton et al., 2016).

Estas experiencias sobre la gestión energética local se basan fundamentalmente en la planificación energética, las matrices de oferta y consumo energéticas incluyendo las FRE e indicadores energéticos que facilitan la acción de los gobiernos locales sobre los recursos energéticos. Las acciones directas se basan en los sectores subordinados a la gestión de los gobiernos locales con énfasis en el alumbrado, transporte público y edificios de la administración, realizando sobre las empresas privadas una función promocional de la gestión energética como oportunidad de mejora del desempeño organizacional (Correa y Cabello, 2016).

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 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).

1.4.3 Gestión energética local en Cuba

En el estudio documental sobre la gestión energética local en Cuba se identificaron cuatro trabajos: la definición de indicadores sectoriales energéticos para el municipio Cienfuegos (Monteagudo *et al.*, 2013), la experiencia piloto en la utilización de las fuentes renovables de energía en el municipio de San José de las Lajas, Provincia de Mayabeque (Rojas, 2014), por otra parte el Centro de Gestión de la Información y Desarrollo de la Energía (CUBAENERGÍA) a través de la Red Nacional de Gestión del Conocimiento en Energía (REDENERG) logra la interrelación de actores vinculados directa o indirectamente al sector energético, con el propósito de acompañar y asesorar a los decisores en el proceso de identificación de los problemas energéticos y en la determinación de soluciones (González, A *et al.*, 2006), con la creación del Nodo Municipal de Energía (NOME) (González, A *et al.*, 2013; Arencibia, A., 2014), y la aplicación de la Tecnología de Gestión Total de Eficiente de la Energía (TGTEE) en los municipios de Cumanayagua y Aguada de Pasajeros de la provincia de Cienfuegos (López y Fundora 2011; Lobelles, G.O y López, E.J, 2015).

1.5 Diagnóstico energético local

El diagnóstico energético local o municipal permite a los actores locales conocer la oferta y demanda de energía de un municipio, tanto de fuentes convencionales de energía como de las FRE.

1.5.1 Metodologías para el diagnóstico energético local

Muchos municipios desarrollan acciones concretas en este ámbito, pero una verdadera política energética y contra el cambio climático municipal necesita contar con un instrumento, el plan energético y que establezca objetivos medibles y realistas, las acciones a llevar a cabo, la financiación necesaria, los responsables y las fórmulas de seguimiento de los resultados. Debido a esto se han desarrollado metodologías para el diagnóstico energético en el municipio y las cuales se mencionan en este epígrafe.

1.5.1.1 Metodología para el diagnóstico energético municipal

En la guía de planificación local para el ahorro energético y contra el cambio climático Se propuso en Canarias el diagnóstico energético, con la definición de objetivos, acciones y el seguimiento del plan a través de indicadores. Se trabaja con relación de los datos a recopilar,

las fuentes de información disponibles, sus limitaciones y algunos métodos alternativos de cálculo.

La confección del inventario de datos a recopilar o calcular, con mención a las unidades, y las fuentes de datos o la fórmula para calcularlos, se consideran unidades y variables, las que se definen como:

- **Unidades:** se refiere a la unidad en la que son suministrados o han de calcularse los datos, ejemplo de ellos energía eléctrica, derivados del petróleo, potencia instalada y energía producida por FRE, cogeneración, energía final, rendimientos energéticos, energía primaria, autoabastecimiento e intensidad energética, ciclo del agua, transporte, residuos, datos demográficos y emisiones de gases efecto invernadero (GEI).
- **Variables:** hace referencia a datos obtenidos para un período de tiempo determinado; normalmente serán datos anuales

El diagnóstico energético municipal se utiliza para poder establecer los objetivos y las acciones de un plan local de ahorro energético y contra el cambio climático, es necesario realizar un diagnóstico que permita conocer y analizar los flujos e indicadores energéticos y las emisiones de GEI. Este consta de una parte técnica basada en datos objetivos, estadísticas y estudios previos. Este estudio da una visión orientativa de los aspectos que puede analizarse en el **diagnóstico técnico**.

El diagnóstico técnico se debe completar con un diagnóstico social o cualitativo, que, en base al primero, incluya la percepción de la ciudadanía sobre los aspectos a definir y analizar. El **diagnóstico social** puede utilizar instrumentos como: las encuestas de percepción ciudadana, entrevistas a expertos o personas claves, análisis DAFO, talleres y foros de discusión, etc.

A partir de este diagnóstico técnico, y con la incorporación de la perspectiva ciudadana, el municipio debe establecer sus prioridades a través de la fijación de objetivos y actuaciones en el plan de acción, y analizar la evolución de éstos a través de los indicadores.

El diagnóstico técnico será más completo cuanto mayor sea la recopilación de datos a analizar. Cada municipio debe valorar el alcance del diagnóstico en relación al esfuerzo derivado de profundizar en alguno de sus aspectos y las mejoras que ello puede suponer a la hora de priorizar o diseñar acciones, siendo un factor clave la información que tiene que ser significativa. La información a recopilar va desde los consumos y producciones de energía y emisiones de GEI, a otros datos propios de la geografía y economía del municipio que puedan tener incidencia en la demanda energética o sean necesarios para el cálculo de indicadores. Los datos obtenidos deben abarcar un período mínimo de un año, no obstante, es interesante disponer de un intervalo de tiempo mayor para poder analizar tendencias.

1.5.1.2 Diagnóstico del consumo de energía para los municipios

Otra metodología para el diagnóstico energético municipal es la propuesta por Díaz (2009) que plantea que, en el ámbito de un municipio, hay que referirse a la energía primaria interior sin contabilizar los suministros para la navegación marítima y aérea, donde las corporaciones locales no tienen capacidad de acción en una posible planificación en la Tabla 1.2 se muestran los elementos a considerar. (Díaz, 2009)

Un diagnóstico del consumo de energía puede incluir:

- Análisis de la evolución del consumo de energía primaria y energía final en el municipio.
- Análisis de la distribución de los consumos de energía primaria y final por tipo de energía y por sectores consumidores.
- Relación de la evolución del consumo de los diferentes tipos de energía con la evolución de la población, la actividad económica (Valor añadido bruto, VAB o Producto interno bruto, PIB municipal).
- Comparativa de la evolución de los consumos energéticos con otros ámbitos territoriales (otro municipio, isla o región).
- Porcentaje de autoabastecimiento de energía en el municipio.
- Emisiones de GEI producidas por los consumos energéticos.

El diagnóstico de las FRE puede incluir los siguientes aspectos:

- Análisis del potencial de implantación de FRE en el ámbito municipal.
- Análisis de la evolución de las potencias instaladas para cada una de las tecnologías: eólica, solar fotovoltaica, solar termoeléctrica, solar térmica, minihidráulica, biomasa y valorización de residuos.
- Análisis de la evolución de la energía producida por las distintas tecnologías.
- Análisis de indicadores relativos de potencias instaladas y energías producidas por habitante y comparativa con otras zonas geográficas.
- Análisis de las posibles barreras para la implantación de las FRE en el municipio (normativas, ordenación territorial, etc.).

Tabla 1.2: Elementos a considerar para el diagnóstico municipal. **Fuente:**(Díaz, 2009).

Energía primaria	Energía final	Por tipos	Por sectores
-------------------------	----------------------	------------------	---------------------

interior:		Electricidad	Residencial
(energía final + pérdidas + autoconsumos en refinерías y generación eléctrica)		Combustibles derivados de petróleo (GLP, gasoil, gasolina)	Transporte Servicios Industrias
Por fuentes:		Cogeneración (calor)	Otros sectores (primario y no clasificados)
petróleo, gas natural y energías renovables		Energía solar térmica	
		Energía mecánica eólica	
		Autoconsumos en refinерía	
Por sectores:	Autoconsumos y pérdidas de energía	Autoconsumos en centrales de generación eléctrica	
residencial, transporte, servicios, industrias y otros sectores		Pérdidas en refinерías	
		Pérdidas en conversión de centrales eléctricas	
		Pérdidas de transporte y distribución eléctrica	

La cuantificación de la demanda de energía y emisiones de GEI en el caso del transporte no es tarea fácil por la ausencia de límites territoriales propios del mismo, por lo que propone que acudir a indicadores relacionados o a modelos de estimación. Además de la cuantificación de los consumos de energía, un análisis profundo de este sector en el municipio incluiría aspectos como los siguientes:

- Características generales de la demanda de movilidad: matriz de movilidad (origen/destino).
- Análisis del viario, tráfico y circulación: inventario del viario y datos de intensidades, accesibilidad peatonal y para discapacitados.
- Aparcamiento: inventario y análisis de la política de aparcamiento municipal.
- Transporte público: datos de oferta y demanda, líneas y recorridos.
- Transporte de mercancías: flujo de mercancías por el municipio, problemática de la carga y descarga.

1.5.1.3 Diagnóstico de la administración local

Para el diseño de objetivos y acciones es necesario tener una visión clara de las debilidades y fortalezas de la gestión energética municipal. Hay que identificar cuáles son los departamentos implicados, qué comunicación hay entre ellos, si fluye la información hacia los responsables de la gestión energética, los propios trabajadores municipales, los ciudadanos, etc. (García, 2009).

El diagnóstico de la administración local constituye una metodología para el análisis de comportamiento uso y consumo de las energías en la localidad (García, 2009) donde se plantea que los edificios y los servicios municipales pueden ser grandes consumidores de energía. Un análisis del consumo energético y las emisiones GEI de la administración local, puede tratar los siguientes aspectos:

- Análisis de la evolución del consumo de energía primaria y final en los edificios y servicios municipales.
- Análisis de la distribución de los consumos de energía primaria y final por tipo de energía y por departamentos o servicios.
- Análisis del consumo de energía eléctrica por departamentos o servicios (alumbrado público, semáforos, instalaciones deportivas, centros educativos, oficinas, etc.).
- Análisis del consumo de combustibles derivados del petróleo por departamentos y servicios (recogida de basuras, mantenimiento de zonas verdes, parque móvil municipal).
- Transporte público, instalaciones deportivas, etc.
- Comparativa de la evolución de los consumos energéticos con otros ámbitos territoriales.
- Porcentaje de autoabastecimiento de energía de las instalaciones municipales.
- Emisiones de GEI producidas por los consumos energéticos de la administración local.

Las administraciones locales deben dar ejemplo con la producción de energía a base de energías renovables, ya sea con instalaciones propias o participando como socios en proyectos conjuntos. El diagnóstico analizará qué papel desempeña en este aspecto y puede incluir:

- Análisis del potencial de implantación de las FRE en instalaciones municipales.
- Análisis de evolución de las potencias instaladas en instalaciones en propiedad o con participación municipal para cada una de las tecnologías: eólica, solar fotovoltaica, solar termoeléctrica, solar térmica, minihidráulica, biomasa y residuos.
- Análisis de la evolución de la energía producida por las instalaciones en propiedad o con participación municipal y del grado de autoabastecimiento.

Además de valorar y analizar el consumo de agua y de combustible en transporte de la administración local, incluyendo un análisis de los costos de los consumos de energía y agua, su evolución, el porcentaje del presupuesto municipal que suponen, así como los ingresos por producción de energías renovables, también se deben analizar las inversiones en materia de energías renovables o ahorro de energía y agua.

1.5.1.4 Diagnóstico territorial del área local

El diagnóstico territorial planteado por Brandoni y Polonara (2012) consiste en el análisis municipal de la generación y demanda de energía; los sectores analizados en detalle son los sectores de la electricidad y el sector térmico. Menos atención se ha prestado al análisis del sector del transporte, porque la gestión de movilidad política ha sido ampliamente discutida en el ámbito regional, con la única contribución proveniente de los municipios que, con respecto a la gestión de la movilidad de los vehículos, tiene un efecto muy débil en la demanda total de energía. Esto significa que a diferencia del Plan Regional Maestro de Energía (PRME) el principal objetivo de la fase 1 no es el balance de energía municipal, sino más bien el análisis de la demanda y la oferta local para resaltar los principales momentos críticos para ello se definen los parámetros de entrada que se ilustran en la Figura 1.3.

Parte de los datos de la energía de consumo se ha calculado como una parte proporcional de consumos regionales (basados en las poblaciones o número de viviendas); otros se basan en los resultados obtenidos de auditorías energéticas y entrevistas. Los minoristas locales de la energía han proporcionado los datos de la electricidad y los de consumo de gas natural, mientras que los insumos derivados del aceite para la calefacción y el transporte han sido calculados como una parte proporcional del consumo de provincia basado en el número de habitantes.

Especial atención se ha prestado al consumo de iluminación pública en los edificios, que es necesaria para evaluar las acciones en el sector público y el ahorro de energía. Esto es dirigido a acortar los gastos administrativos y juega un papel demostrativo.

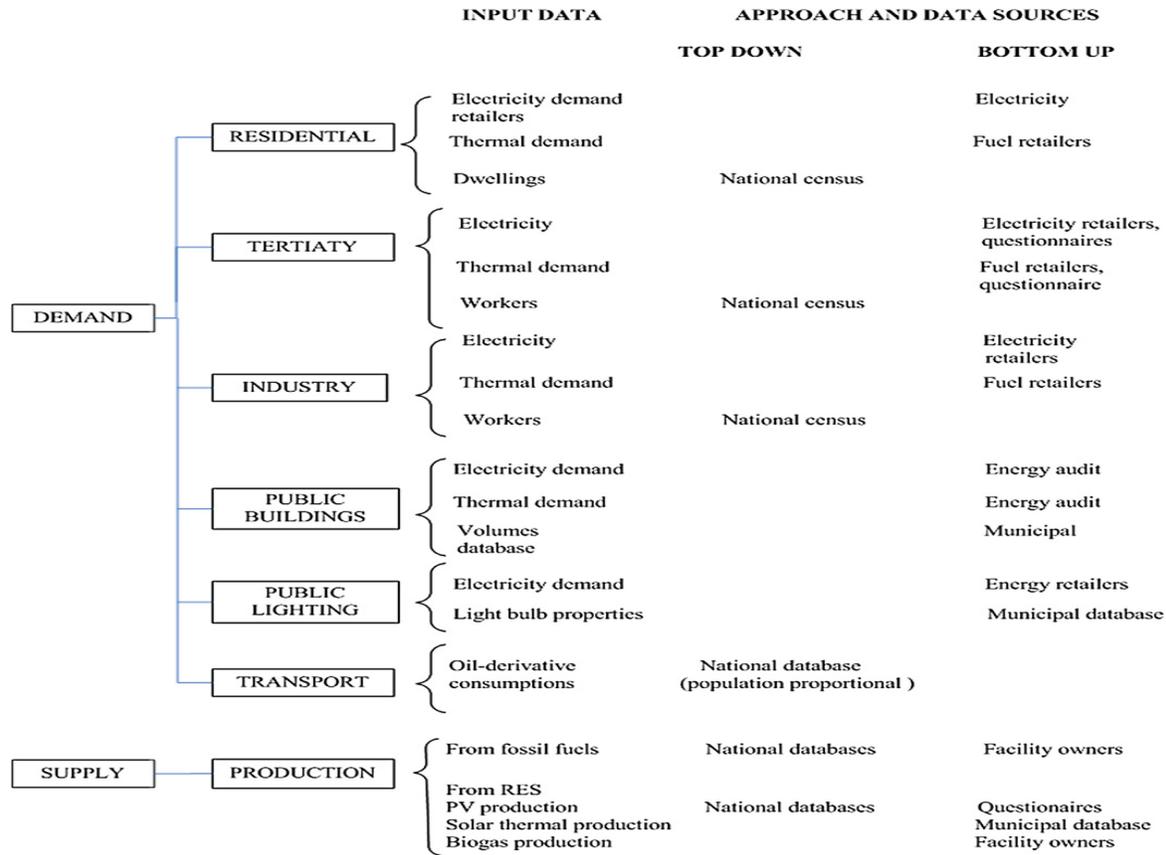


Figura 1.3: Parámetros de entrada de datos de las fuentes y la tipología del enfoque seguido.

Fuente: (Brandoni y Polonara, 2012).

En lo que respecta al suministro de energía local, una distinción debe ser lo primero a realizar entre los combustibles fósiles y fuentes renovables. Es necesaria la obtención de valores de la generación de energía a partir de recursos renovables, que ha aumentado continuamente, en el caso de la producción de energía fotovoltaica, se basó en la base de datos nacional que proporciona información sobre la capacidad instalada, la fecha de su entrada en funcionamiento y su ubicación en el territorio. Los datos relativos a la biomasa y centrales hidroeléctricas se derivan de propietarios de las instalaciones; los únicos datos que son imposibles de recoger son los relacionados con los colectores térmicos solares instalados en casas privadas, para los que no existe ninguna base de datos. Los parámetros derivados de la demografía nacional y el análisis socio-económico, que caracteriza a la zona local (habitantes, viviendas, etc.), son de igual importancia para este estudio.

1.5.1.5 Auditoría medioambiental y plan de participación: herramientas para la ejecución de la Agenda Local 21

Los diagnósticos diseñados para la Agenda Local 21 son muy diferentes para cada caso, ya que depende mucho del contexto y características del municipio. Muchas veces no se tiene en

cuenta la importancia vital de esta fase, que es una de las fases que más tiempo conlleva, debido a que hay que reunir, procesar, analizar y evaluar mucha información del municipio, que la mayoría de las veces no va a estar disponible y que, por lo tanto, habrá que generar, lo que ralentiza el proceso. Una coordinación máxima entre los diferentes estamentos de la administración va a ser clave para que el diagnóstico tenga la calidad deseada.

A través de este diagnóstico se observarán tanto las potencialidades y oportunidades, como sus limitaciones y amenazas, ya que nos permite estudiar el estado del municipio, en cuanto a su realidad natural, social, económica, etc.

La propuesta metodológica para el desarrollo de la Agenda Local 21 del Código de Buenas Prácticas Ambientales (CBPA), se basa en la aplicación de dos herramientas de trabajo: la Auditoría Ambiental (AM) y el Plan de Participación Social (PPS), los cuales se presentan en la Figura 1.4.

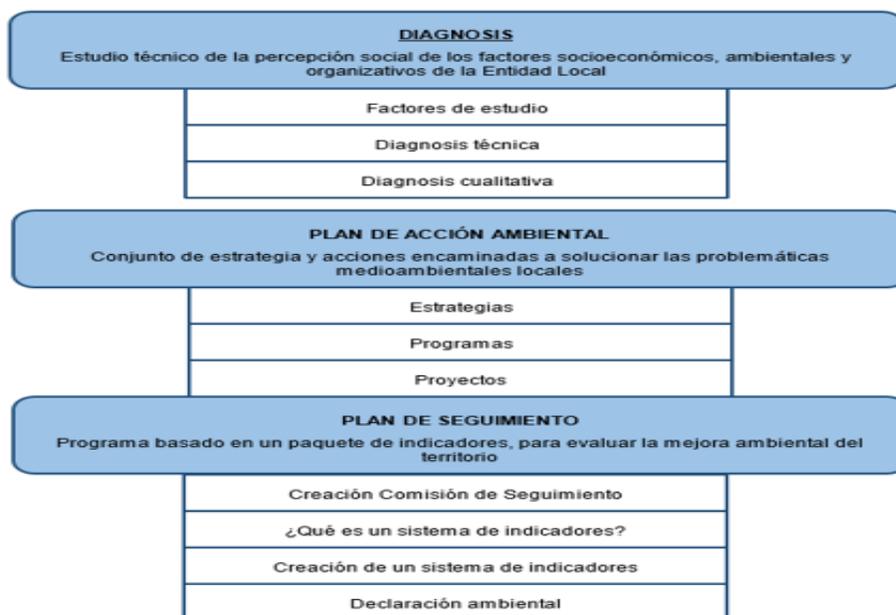


Figura 1.4: Propuesta metodológica para el desarrollo de la Agenda Local 21. **Fuente:** Agenda Local 21(2004).

1.5.1.6 Procedimiento para el diagnóstico energético municipal en Cuba

El procedimiento para el diagnóstico energético para el municipio, se propone a partir de la adaptación del procedimiento específico para desarrollar la función Diagnostico propuesta por Boffil (2010) del modelo general para contribuir al DL, basado en el conocimiento y la innovación, además de incluir los criterios para el diagnóstico energético de Brandoni y Polonara (2010). El procedimiento propuesto queda estructurado con los cuatro pasos del

procedimiento base, pero con adaptaciones en cada uno de ellos, los cuales se detallan a continuación: (Rodríguez, Cantero, Ávila, Guizaire, Fernández, Napoles, Agüero, 20016)

- 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 Centro de administración Municipal (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 3 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 puntos fuertes y débiles del diagnóstico interno y externo

Como resumen del procedimiento, se identifican 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 DL.

1.6 Conclusiones parciales del capítulo

1. La gestión energética local ha contribuido a la mejora de la gestión pública municipal al incidir en el ahorro de la energía y disminuyendo el impacto ambiental local en países donde se han desarrollado modelos, metodologías e indicadores.
2. En Cuba solo se han identificado tres estudios sobre la gestión energética local, resultando el más significativo el realizado por REDENERG y CUBAENERGIA que, aunque realiza el acompañamiento y asesoramiento en el municipio a través del NOME se ha basado en acciones puntuales de eficiencia energética.
3. Los diagnósticos energéticos locales permiten a los municipios evaluar la energía generada por diferentes fuentes y la consumida por los sectores de la economía y los hogares, proporcionando a los gobiernos locales elementos que permitan diseñar y ejecutar acciones para fomentar la eficiencia energética local, acompañado de la disminución del impacto negativo sobre el medio ambiente.

Capítulo II



Capítulo II: Caracterización energética del municipio de Cienfuegos

2.1 Introducción

En ese capítulo se realiza la caracterización energética de Cuba, de la provincia de Cienfuegos y del municipio de Cienfuegos, teniendo en consideración la información estadística de la Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI) en Cuba. Se aplica la metodología para la solución de problemas del ingeniero industrial para analizar la gestión energética en los municipios de Cuba tomando como objeto de estudio práctico el municipio de Cienfuegos de la provincia de Cienfuegos; llegando a la propuesta para el diagnóstico energético para los municipios en Cuba a partir del diagnóstico propuesto por Boffill (2010) y los criterios de Brandoni y Polonara (2012) para un diagnóstico energético local.

2.2 Caracterización energética de Cuba

La República de Cuba, es un archipiélago formado por más de 1 600 islas, islotes y cayos, siendo la isla de Cuba la mayor con 109 884,01 km², 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, por su extensión superficial la isla de Cuba es considerada la mayor de las Antillas; además está conformada por cuatro grupos insulares que son: Los Colorados, Sabana-Camagüey (Jardines del Rey), Jardines de la Reina y Los Canarreos, considerado este último el de mayor importancia debido a que en él se encuentra la Isla de la Juventud, segunda en extensión después de la isla de Cuba.

Cuba tiene una población residente de 11 238 317 habitantes que se encuentra asentada en sus provincias y la Isla de la Juventud; su capital es La Habana desde 2011 al establecerse una nueva división Político-Administrativa, con la que Cuba quedó organizada en 15 provincias y 168 municipios; sus provincias son: Pinar del Río, Artemisa, La Habana, Mayabeque, Matanzas, Villa Clara, Cienfuegos, Sancti Spíritus, Ciego de Ávila, Camagüey, Las Tunas, Holguín, Granma, Santiago de Cuba y Guantánamo.

Para la realización de la caracterización de la esfera energética de Cuba se deben considerar el consumo, la generación y la importación de energía. Según la Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI) de 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).

2.2.1 Generación de energía en Cuba

Dentro de la explotación minera de Cuba se considera la extracción de petróleo y gas natural donde en el período 2009- 2015 se evidencia estabilidad como se muestra en la Tabla 2.1, sin embargo, la extracción de petróleo no satisface las necesidades de las actividades económicas del país, el sector privado y los hogares; haciéndose necesaria su importación, estructura que se muestra en la Figura 2.1 (ONEI, 2016).

Tabla 2.1: Extracción de petróleo crudo y de gas natural en Cuba. **Fuente:** Elaboración propia a partir (ONEI, 2016)

Extracción de petróleo crudo y de gas natural	UM	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Gas Natural	MMm ³	1155,3	1072,5	1019,8	1034,5	1066,0	1199,9	1 244,5
Petróleo crudo (a)	Mt	2731,3	3024,8	3011,7	2998,9	2897,1	2 905,3	-----

La importación de petróleo a partir de 1990 se redujo debido a que provenía de la extinta URSS, a partir del 2007 aumenta al firmarse convenios de colaboración con la República Bolivariana de Venezuela.

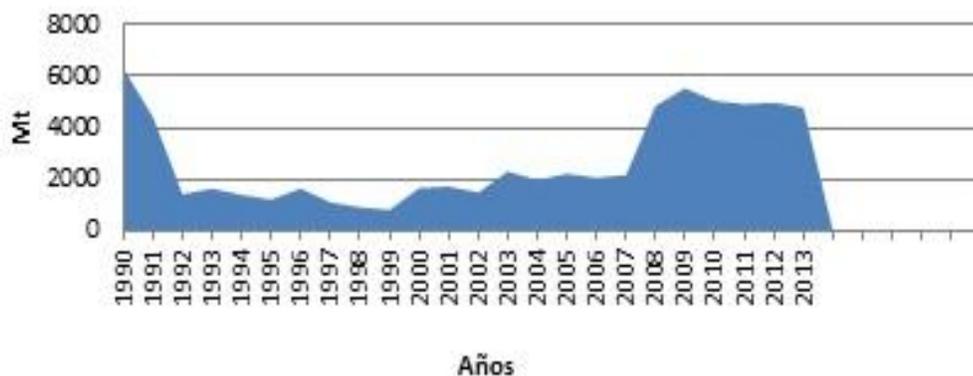


Figura 2.1: Importación de petróleo en Cuba período 1990-2014. **Fuente:** Elaboración propia a partir (ONEI, 2016)

La producción de energía en Cuba se clasifica en producción de energía primaria y secundaria, la 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, mientras que la energía secundaria son los productos resultantes de las transformaciones o elaboración a partir de portadores energéticos naturales (o en determinados casos a partir de otro portador ya elaborado), en la Tabla 2.2 se muestran los portadores naturales, los elaborados y los principales productos derivados del petróleo que se obtienen a partir de su procesamiento en las refinerías (ONEI, 2016).

Tabla 2.2: Portadores naturales y principales productos que se obtienen en Cuba. **Fuente:** Elaboración propia a partir (ONEI, 2016)

Portadores naturales	Portadores elaborados	Principales productos	
Petróleo Gas natural Hidroenergía Leña Productos de caña (bagazo)	Electricidad Derivados del petróleo Carbón vegetal Alcohol desnaturalizado Gas manufacturado (Gas de ciudad).	Asfaltos Coque de petróleo y gas de refinería Diesel Fuel oil Gas licuado (GLP)	Gasolinas y nafta (distintos tipos) Queroseno Solventes Turbocombustible

En la Figura 2.2 se presenta el comportamiento de la producción de energía primaria y secundaria en Cuba donde el período 1990-2007 se obtiene mayor cantidad de energía primaria y a partir del 2008 la energía secundaria comienza con un ascenso debido a la 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 y Moreno, 2011).

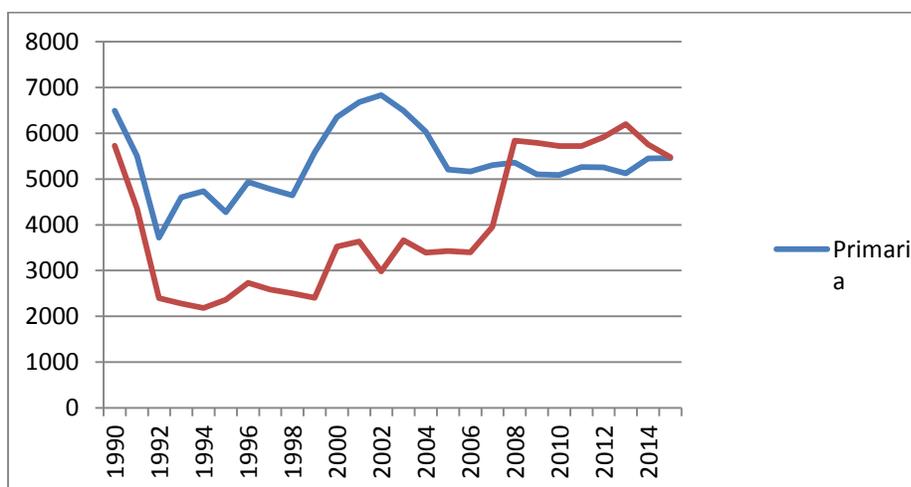


Figura 2.2: Producción de energía primaria y secundaria en Cuba. **Fuente:** Elaboración propia a partir (ONEI, 2016)

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, esta información se especifica en la Figura 2.3.

El gas manufacturado ha tenido variaciones que no son significativas, el alcohol desnaturalizado disminuye su producción y por último el carbón vegetal sufre variaciones importantes con una tendencia a aumentar. En cuanto a los portadores naturales que se producen en Cuba de los cuales se dispone de información estadística recopilada y sistemática está el petróleo, el gas natural, la hidroenergía producida por las centrales hidroeléctricas del país operadas en la actualidad por la Unión Eléctrica; por su parte la leña solamente incluye los flujos comerciales estando ausente de la estadística e información los volúmenes que se generan por la apropiación irregular, en cuanto a los productos de la caña el portador natural más utilizado es el bagazo.

Al realizar un análisis del comportamiento de los portadores energéticos naturales se evidencia que el bagazo tiene una tendencia al aumento, la generación de energía por la leña se mantiene constante. En el 2013 se evidencia un crecimiento de generación por el gas natural mientras que la hidroenergía presenta una producción no significativa en el período de análisis.

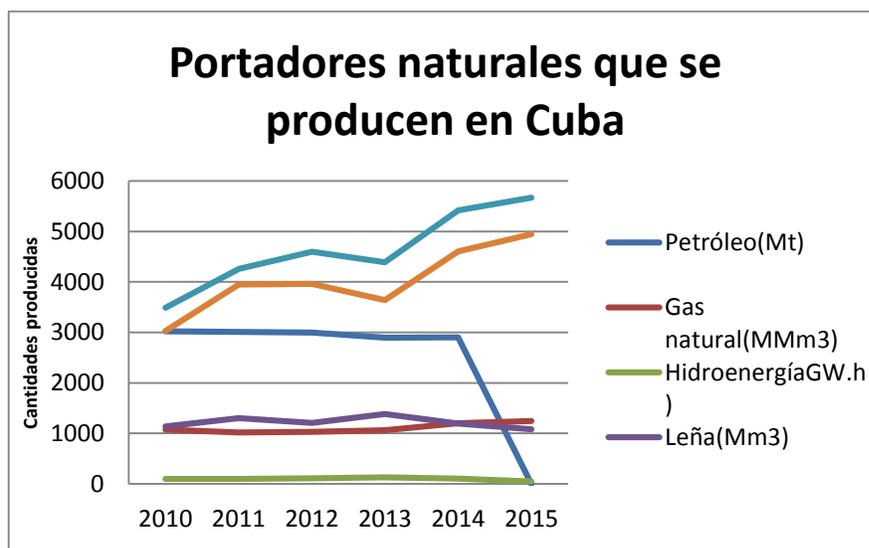
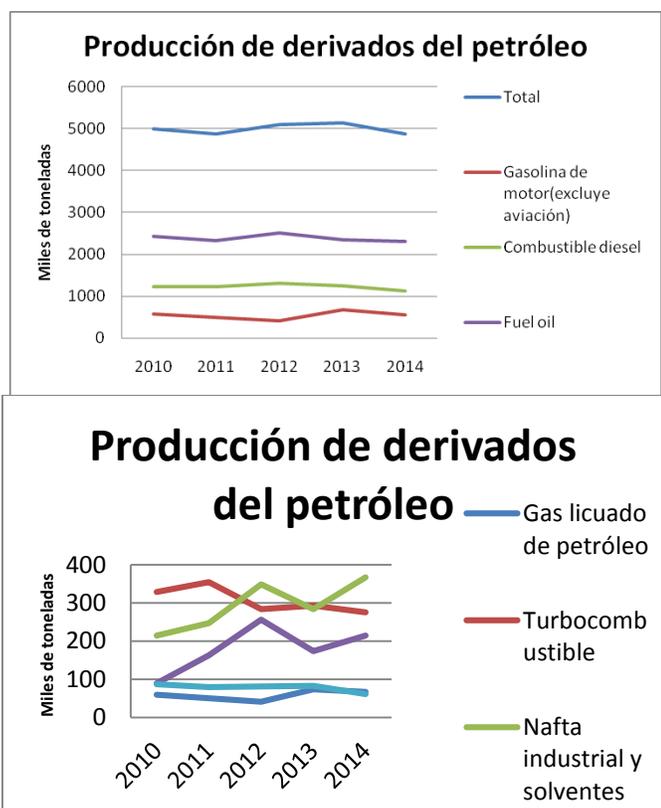


Figura 2.3: Portadores naturales que se producen en Cuba. **Fuente:** Elaboración propia a partir (ONEI, 2016)

En Cuba de la refinación del petróleo se obtienen la mayor parte de los lubricantes que se producen a partir del procesamiento de aceites básicos importados y no del petróleo como tal,

además existen capacidades nacionales que permiten obtener determinados cortes de aceites básicos a partir de la refinación del petróleo, el asfalto, coque de petróleo y gas de refinería, diesel, fuel oil, gas licuado (GLP), gasolinas y nafta (distintos tipos), queroseno, solventes y turbocombustibles.

Se observa en la Figura 2.4 que la producción de fuel oil, combustible diesel y gasolina de motor se mantienen estables, el turbocombustible disminuye a partir del 2011 y la nafta industrial tiene un crecimiento en 2011 que tiene un descenso en el 2012, el asfalto de petróleo no sufre cambios bruscos pero a partir del año 2012 se nota un ligero ascenso, los aceites y grasas lubricantes disminuyen aunque no considerablemente, por su parte el gas combustible desciende en 2011 y ya en 2012 tiene un ascenso, mientras que el queroseno aumenta y a partir del 2012 se mantiene constante, al igual que el coque combustible pero este último en menor medida; por último están los aceites lubricantes cuya producción no es alta y la misma va en descenso.



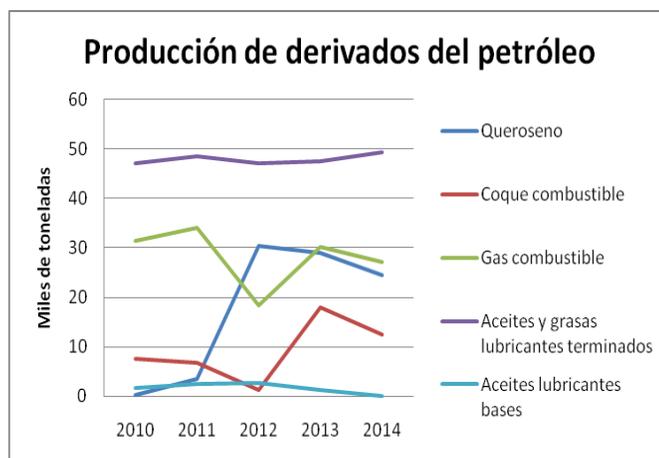


Figura 2.4: Producción de derivados del petróleo. **Fuente:** Elaboración propia a partir (ONEI, 2016)

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 autoprodutor de electricidad es la industria del azúcar a partir del bagazo de caña (ONEI, 2016).

Los grupos electrógenos son equipos formados por un motor primario de combustión interna y un generador sincrónico de corriente alterna acoplados mecánicamente para producir energía eléctrica. Pueden consumir fuel oil, diesel o gas natural. Estos dispositivos pueden estar sincronizados al Sistema Electro-Energético Nacional (SEN) para solucionar los déficits de potencia y contingencias, aislados (pertenecientes a la Unión Eléctrica (UNE)) para suministrar energía eléctrica en lugares donde no llegue la Red Eléctrica Nacional o de emergencia, ubicados en una entidad para operar en caso de fallo, desconexión o insuficiencias del fluido eléctrico proveniente de la Red Nacional (ONEI, 2015).

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 2.5.

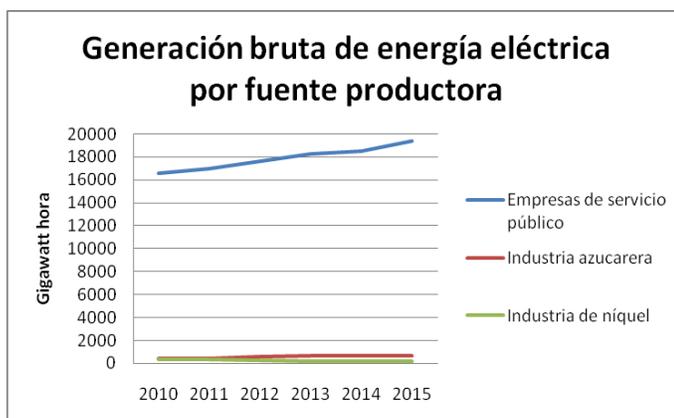


Figura 2.5: Generación bruta de energía eléctrica. **Fuente:** Elaboración propia a partir (ONEI, 2016)

Por otro lado, está la Generación bruta de electricidad por tipo de planta productora, donde sobresalen las termoeléctricas, luego los grupos electrógenos interconectados al sistema y le siguen las turbinas de gas, datos que se muestran en la Figura 2.6.



Figura 2.6: Generación bruta de electricidad por tipo de planta productora. **Fuente:** Elaboración propia a partir (ONEI, 2016)

El uso de dispositivos generadores de energía alternativa ha ido en aumento, destacándose los biodigestores, los calentadores por sistemas. Ha disminuido el uso de molinos de viento, los arietes hidráulicos, los sistemas de calentadores solares y los sistemas de paneles fotovoltaicos.

2.2.2 Consumo de energía en Cuba

Referirse a consumo de energía significa 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; 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, como se muestra en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3: Consumo energético. **Fuente:** Elaboración propia.

Concepto	2013 GW/h	2014 GW/h	% 14/13
Consumo	19139,6	19366,1	101,2
Sector estatal	8 463,6	8 399,1	99,2
Sector residencial	7 733,5	8 005,7	103,5
Pérdidas	2 942,5	2 961,3	100,6
Transmisión	667,2	713,4	106,9
Distribución	2 275,3	2 247,9	98,8

En la Figura 2.7 se resume el comportamiento (%) que ha tenido el consumo energético entre los años 2013 y 2014.

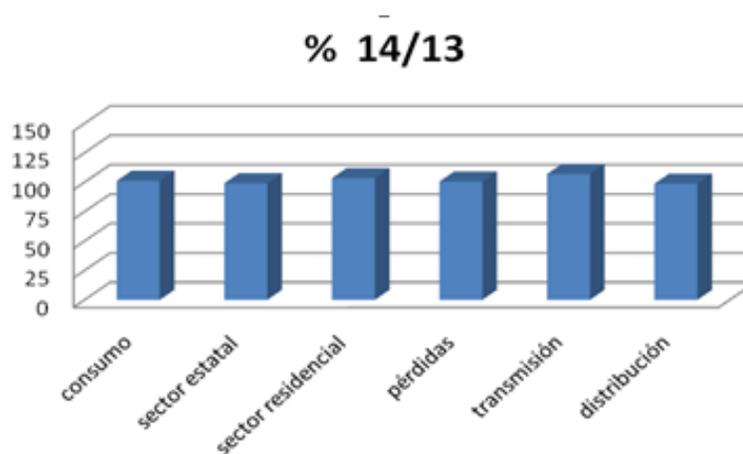


Figura 2.7: Consumo energético. **Fuente:** Elaboración propia a partir (ONEI, 2016)

Por otra parte, cuando se refiera a consumo específico de combustible (base 10 000 kcal/kg.) significa el consumo de combustible por unidad de energía eléctrica generada en las empresas de servicio público, considerando todos los combustibles utilizados en esta producción, según muestra la Tabla 2.4 a continuación.

Tabla 2.4: Consumo de combustible por unidad de energía eléctrica generada en las empresas de servicio público. **Fuente:** Elaboración propia a partir (ONEI, 2016)

Grupos electrógenos Gramo de combustible convencional por kilowatt hora						
Año	Total	Termoeléctricas	Turbinas de gas	Diesel	Aisladas	Tecnología nueva
2014	257,8	272,1	538,8	218,3	227,9	218,1

En la Figura 2.8 se muestra el comportamiento del consumo específico de combustible en las empresas de servicio público en el año 2014.

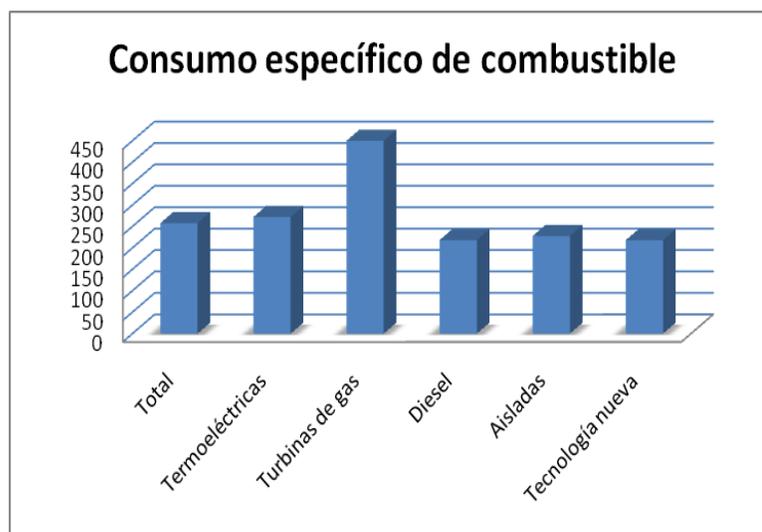


Figura 2.8: Consumo específico de combustible en las empresas de servicio público. **Fuente:** Elaboración propia a partir (ONEI, 2016)

Otro elemento a considerar en la caracterización es el consumo de energía eléctrica que 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. En la Figura 2.9 se ilustra el consumo eléctrico acumulado desde el año 2000 hasta el año 2015 en los sectores residencial y estatal.

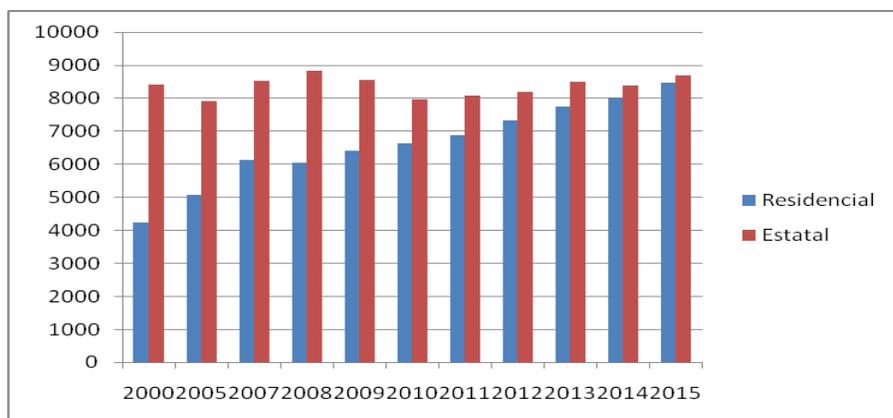


Figura 2.9: Consumo acumulado por años. **Fuente:**(ONEI, 2016).

En la Tabla 2.5 se expone el consumo de energía en los hogares en el año 2015, donde no se registran datos del comportamiento del petróleo y del queroseno en ese mismo año.

Tabla 2.5: Consumo de energía en los hogares. **Fuente:** Elaboración propia.

Año	Leña (Mm3)	Electricidad (MW.h)	Petróleo (Mt)	Queroseno (Mt)	Alcohol Desnaturalizado (Mhl)	Gas manufacturado (MMm3)	Carbón Vegetal (Mt)
2015	18,9	8 468,3	176,0	123,2	9,4

Un elemento clave en el consumo de energía es considerar la renovabilidad de la oferta energética, así como la renovabilidad de consumo energético. En la Figura 2.10 se expone el consumo total de energía renovable del país desde año 2010 hasta el 2013, constituyendo este último el de mayor consumo, evidenciándose un mayor uso de las fuentes renovables de energía (FRE).



Figura 2.10: Consumo total de energía renovable en Cuba. **Fuente:** Elaboración propia a partir (ONEI, 2016)

En las Figuras 2.11 y 2.12 se representa el comportamiento (%) que han tenido las mismas desde el año 2010 hasta el 2013, donde el mayor valor (%) de renovabilidad de la oferta energética fue en el año 2012 y el mayor valor (%) de renovabilidad en cuanto a consumo fue en el 2013.

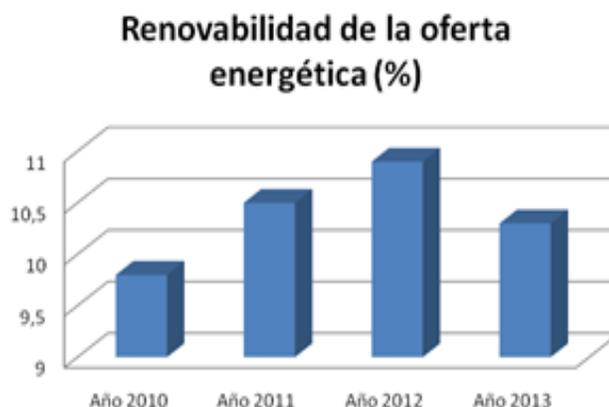


Figura 2.11: Renovabilidad de la oferta energética (%). **Fuente:** Elaboración propia a partir (ONEI, 2016)

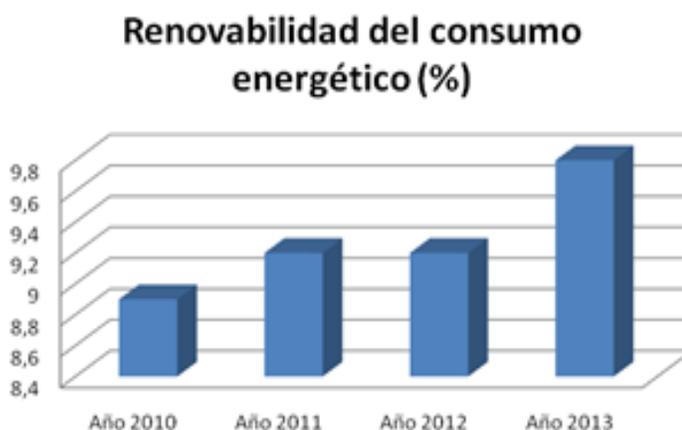


Figura 2.12: Renovabilidad del consumo energético (%). **Fuente:** Elaboración propia a partir (ONEI, 2016)

2.3 Caracterización energética de la provincia de Cienfuegos

La provincia Cienfuegos tiene una extensión superficial de 4 188,61km², por lo que es una de la más pequeña de Cuba; tiene una población residente de 405 823 habitantes y una densidad poblacional de 96,9 hab/km².

La provincia de Cienfuegos se encuentra situada en el centro-sur del país entre las coordenadas 210 21' y 220 35' de latitud Norte y 800 20' y 810 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.

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 158MW cada una las unidades de Cienfuegos representan el 12% de las unidades térmicas del país. 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

Un elemento importante es el uso de dispositivos generadores de energía alternativa que han ido en aumento, destacándose los biodigestores y los calentadores por sistemas. Ha disminuido el uso de molinos de viento, los arietes hidráulicos, los sistemas de calentadores solares y los

sistemas de paneles fotovoltaicos, es importante decir que lo que más se utiliza son los molinos. Todo ello se resume en la Figura 2.13

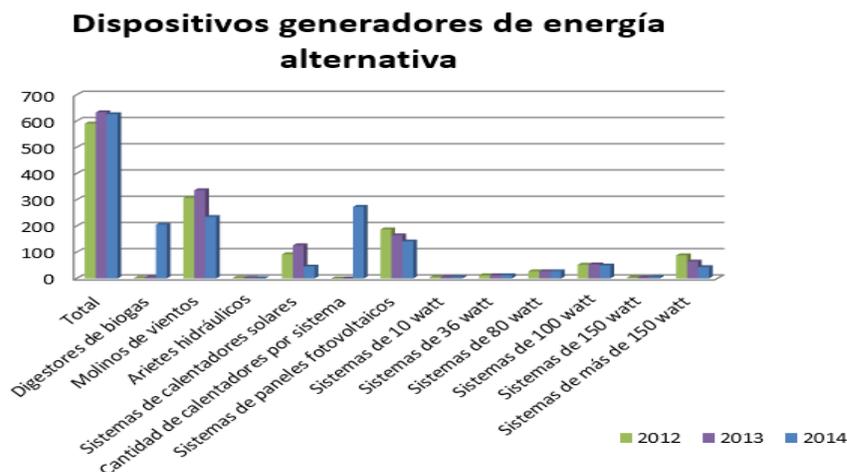


Figura 2.13: Dispositivos generadores de energía alternativa. **Fuente:** Elaboración propia.

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 diesel, la gasolina y el gas licuado. La mayor demanda le corresponde a la energía eléctrica y aunque en el 2012 se observa un crecimiento, en 2014 disminuye más que años anteriores, le sigue el diesel que se comporta de manera similar, pero en menor medida. La gasolina va en descenso y el gas licuado disminuye con respecto al 2013 y muy ligeramente respecto al 2012 (ver Figura 2.14).

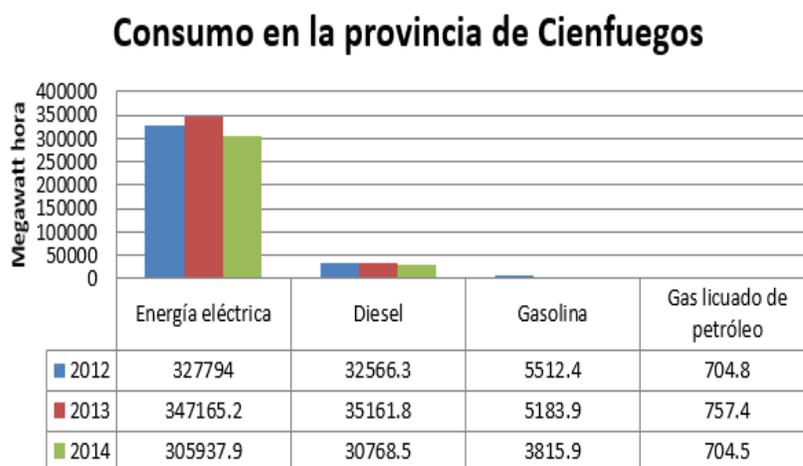


Figura 2.14: Consumo en la provincia de Cienfuegos. **Fuente:** Elaboración propia.

El consumo de energía eléctrica en la provincia de Cienfuegos es mayor en el sector estatal, este consume un 55,5% de la electricidad de la red provincial y 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, esto se puede contemplar en la Figura 2.15 que se muestra a continuación.

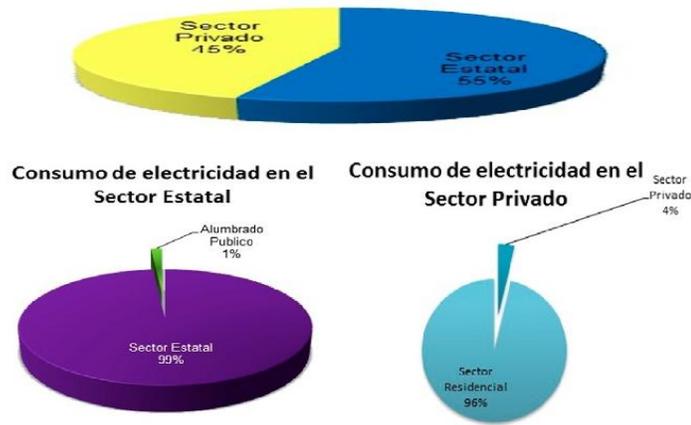


Figura 2.15: Consumo de energía eléctrica en la red provincial de Cienfuegos, según destino.

Fuente: Elaboración propia.

En la comparación del consumo de energía eléctrica en los municipios de la provincia de Cienfuegos (ver Figura 2.16), se obtiene que el municipio de Cienfuegos 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 174 478 habitantes, de ella 163 687 habitantes en zona urbana lo que clasifica al municipio como ciudad tipo 1 o 1er orden en Cuba.

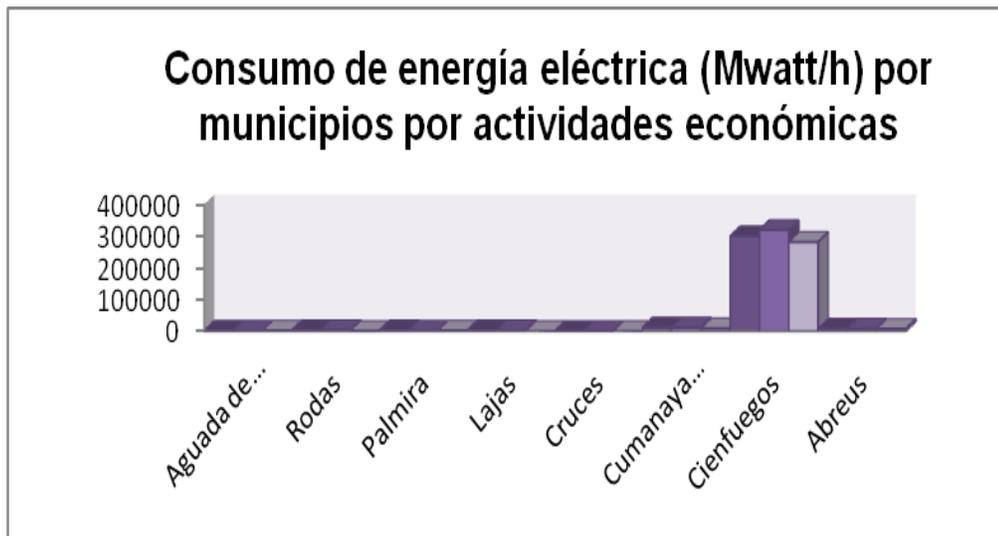


Figura 2.16: Consumo de energía eléctrica por municipios de la provincia de Cienfuegos.

Fuente: Elaboración propia.

En la provincia de Cienfuegos el uso de petróleo y sus derivados ha disminuido en el último año. Un análisis al respecto se ilustra en la Figura 2.17. 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 diesel. Las cifras del consumo del año 2014 es la menor en los pasados tres años.

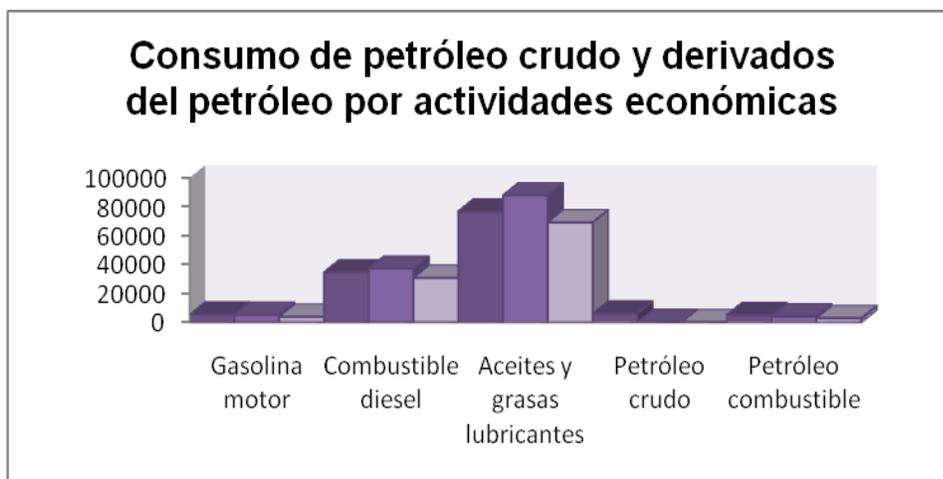


Figura 2.17: Consumo de petróleo crudo y derivados del petróleo por actividades económicas.

Fuente: Elaboración propia.

En resumen, en la provincia de Cienfuegos el consumo de combustible convencional ha experimentado una disminución en el período 2009-2014 como se muestra en la Tabla 2.6

Tabla 2.6: Consumo de combustible convencional a nivel provincial. **Fuente:** (ONEI, 2015b).

Concepto	UM	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Combustible convencional	TCC	61854,1	60958,5	56565,4	59134,8	56350,9	47760,7

2.4 Caracterización energética del municipio de Cienfuegos

El municipio Cienfuegos tiene una extensión territorial de 355,63 km² con una población residente de 173 453 habitantes y una densidad de población de 487,7 hab/ km², 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.

2.4.1 Caracterización socio-económica del municipio de Cienfuegos

La caracterización socio-económica del municipio de Cienfuegos se realiza por los Consejos Populares (CP) con 54% de población femenina y un 46% de población masculina (ver figura 2.1)

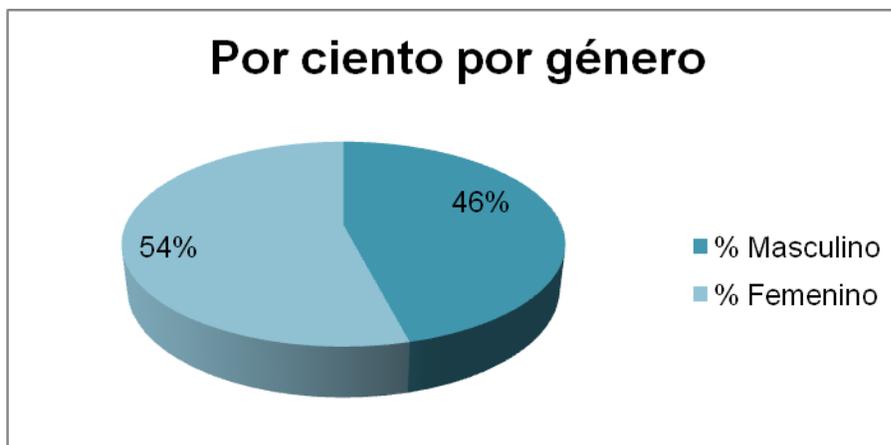


Figura 2.18: Por ciento por género. **Fuente:** Elaboración propia.

2.4.2 Gestión Energética Municipal

En Cuba se realiza un análisis de la información energética e indicadores energéticos obtenidos en los Anuarios Estadísticos de la ONEI. Del análisis anterior el grupo de expertos determina que a nivel provincial y municipal no se publican estadísticas, de ahí que existe información que solo es registrada por organizaciones en el territorio como son:

- 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 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.

Otras de 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 (Agüero, Ávila Cantero, Fernández, Guizaire, Nápoles, Rodríguez, 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 3 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.

Lista de causas potenciales:

1. Interrelación deficiente entre los actores que controlan la generación y consumo de energía en el municipio.
2. No se consideran los consumos de energía por Consejos Populares.
3. Desconocimiento de las variables que influyen en el consumo de electricidad en el sector residencial municipal.
4. Desconocimiento de la influencia de la GEL en la sociedad para el ahorro de la energía.

Se procede a realizarla verificación de las causas y las acciones de mejora:

Tabla 2.7 Verificación de causas y acciones de mejora. **Fuente:** Elaboración propia.

Causas potenciales	Verificación de la causa	Acción de mejora
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, MIAGRI 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 <hr/> No se considera en la GE el consumo de todos los portadores energéticos en el sector residencial	Realizar el Diagnóstico Energético Municipal

<p>Desconocimiento de las variables que influyen en el consumo de electricidad en el sector residencial municipal</p>	<p>En el consumo de electricidad 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(Agüero, Ávila Cantero, Fernández, Guizaire,Nápoles, Rodrigez,2016)</p>	<p>Determinar las variables que influyen en el consumo de electricidad municipal para el sector residencial que favorezcan la propuesta de indicadores para medir el desempeño de la GEL</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 realicen 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; para lo cual se elabora el Plan de Mejoras con la utilización de la técnica 5Ws y 2Hs que se muestra el Anexo 4.

2.5 Resultados del diagnóstico en el municipio de Cienfuegos.

En el periodo 2015-2016 comenzó el diagnóstico energético al municipio de Cienfuegos utilizando el procedimiento para el diagnóstico energético (Correa, et_al 2016) en el cual el análisis se limita al consumo de energía eléctrica. Los consumos energéticos en el municipio se llevan sin tener en cuenta las características de los Consejos Populares que permiten tomar decisiones al gobierno local en cuanto a los consumos energéticos y el fomento de la utilización de las FRE.

En este diagnóstico se consideró la energía eléctrica demandada por el sector estatal y residencial para un período de nueve (9) años en el municipio de Cienfuegos. Los datos provienen de la Organización Básica Eléctrica (OBE), donde los consumos se registran a través de las cinco sucursales en el municipio de Cienfuegos, siendo estas:

Sucursal Bahía

Sucursal Caonao

Sucursal Centro

Sucursal Gloria o Calzada

Sucursal CEN

Los consumos de energía eléctrica por los sectores estatales y privados se muestran en las figuras siguientes:

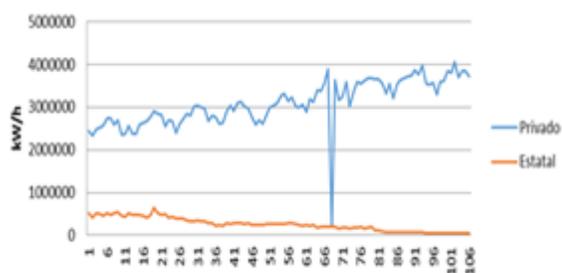


Figura 2.19:Sucursal Bahía.

Fuente:(Contreras, 2016)

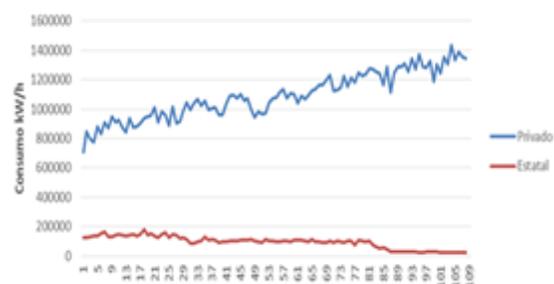


Figura 2.20:Sucursal Caonao

Fuente: (Ávila, 2016)

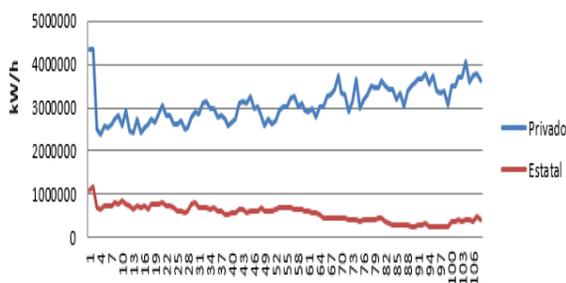


Figura 2.21:Sucursal Centro

Fuente: (Cantero,2016;Rodríguez, 2016)

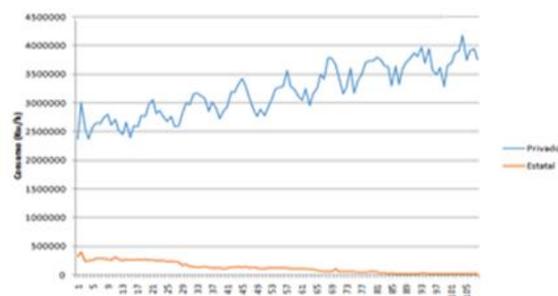


Figura 2.22:Sucursal Gloria o Calzada

Fuente: (Guizaire, 2016;Napales,2016)

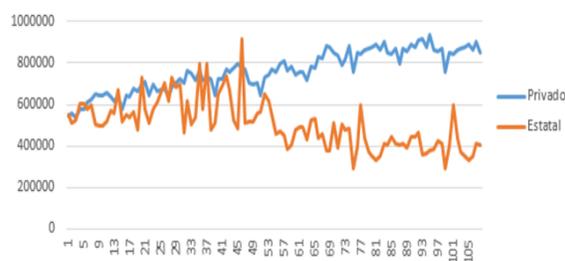


Figura 2.23:Sucursal CEN

Fuente: Agüero, 2016

Llegando a la conclusión que el sector estatal tiene la tendencia a disminuir, sin embargo, el sector privado presenta un consumo de energía eléctrica irregular tiene una tendencia creciente en este período.

Por tanto, se realizó un análisis de consumo de energía eléctrica en el sector privado, para ello utilizan datos del 2015 con sus rutas correspondientes a cada CP. Haciéndose necesario determinar los CP por cada Sucursal, para esto se hizo necesario el análisis de las 243 rutas, en la tabla 2.2 se muestran los resultados.

Tabla 2.7: Consejos Populares por Sucursales. **Fuente:** Elaboración propia

Sucursal	Cantidad de rutas por Sucursal	Tw (CP)	Cantidad de CP por Sucursal
Bahía	77	Buena Vista-Esperanza, Junco Sur, Paraíso, Pastorita-Obourke, Pueblo Griffó, Rancho Luna y San Lázaro.	7
Caonao	20	Caonao, Guaos y Pepito Tey.	3
Centro	56	Centro Histórico, Junco Sur, Punta Gorda y Reina	4
Gloria o Calzada	72	Juanita, Juanita II, Junco Sur, La Barrera, La Gloria, San Lázaro y Tulipán.	7
CEN	18	Castillo CEN.	1

En el análisis del consumo de energía eléctrica por CP se realizaron análisis de variabilidad, estabilidad, tendencia y pronóstico de consumo para el periodo siguiente año 2016. Los resultados se describen a continuación:

Variabilidad: describe el comportamiento del consumo de energía eléctrica (kW/h) por CP, según los meses, en este análisis los CP como Juanita II, Punta Gorda, La Barrera y Centro Histórico tienen una variabilidad baja, es decir sus consumos se concentran a en altos, medios

o bajos consumos según las características de cada CP; para los CP Reina, Buena Vista-Esperanza, La Gloria y Juanita la variabilidad es media, por los que sus consumos de energía se concentran en valores medios, en el caso de los CP Paraíso, Pastorita-Obourke, Pueblo Griffo, Caonao, Pepito Tey, Guaos, San Lázaro, Junco Sur, Tulipán, Castillo CEN y Rancho Luna, la variabilidad es alta dado a que los consumos de energía eléctrica tienen valores muy bajos como muy altos.

Estabilidad: describe si los patrones de consumo de energía eléctrica se mantienen en el periodo de análisis, para los CP Caonao, Guaos, Buena Vista-Esperanza y La Barrera se evidencia una buena estabilidad, no siendo así para los 15 restantes CP del municipio de Cienfuegos.

Tendencia: describe el comportamiento a crecer, mantenerse o decrecer en el consumo de energía eléctrica, donde se pueden evidenciar ciclos (crecer y decrecer y viceversa en el tiempo), en este análisis se obtuvo que los CP Pueblo Griffo, Guaos, Buena Vista-esperanza, Tulipán y La Barrera presentan ciclos, aumentado el consumo de febrero a julio y disminuyendo de agosto a enero, los CP Centro Histórico y San Lázaro tiene la tendencia a disminuir el consumo de energía eléctrica, y los restantes 12 CP a aumentar el consumo de energía eléctrica.

Pronóstico: pronostica valores futuros de consumo de energía eléctrica para los CP, para los CP Pueblo Griffo, Buena Vista – Esperanza y La Barrera el consumo de energía eléctrica tendrán un comportamiento similar al año base (2015), sin embargo, para los otros 16 CP se pronostica un aumento en el consumo de electricidad.

En el análisis realizado se obtuvo que en todos los CP del municipio de Cienfuegos el mes de febrero es el de menor consumo de energía eléctrica y el mes de julio el de mayor consumo en el año.

En la tabla 2.8, figuras 2.20 y 2.21 se muestran los consumos de energía eléctrica por CP y su significación en el consumo municipal. Aquí se utiliza como unidad de medida el Giga Watt hora (GW.h) que representa 1000 Mega Watt hora (Mw.hora) y a su vez 1000000 de kilowatt hora (kW.hora). Evidenciándose que los CP de mayor consumo de energía eléctrica son Centro Histórico, Juanita y Tulipán, siendo los de menor consumo Rancho Luna, La Barrera y Guaos.

Tabla 2.8: Consumo de energía eléctrica Giga Watt en los Consejos Populares del municipio de Cienfuegos en el año 2015. **Fuente:** Elaboración propia

Consejos Populares	Consumo de energía eléctrica (GW.h)
Caonao	9.205328
Pepito Tey	3.466999
Guaos	2.833727
Junco Sur	9.438931
Punta Gorda	9.255680
Centro Histórico	25.125486
San Lázaro	4.310945
Reina	4.809029
Pueblo Griffó	9.342666
Paraíso	3.699829
Pastorita- Obourke	8.752427
Rancho Luna	1.081799
CEN	10.587931
Buena Vista- Esperanza	7.612339
Tulipán	11.644454
La Barrera	1.835240
La Gloria	7.633468
La Juanita	15.937572
Juanita II	8.653977
Consumo Municipal	155.227827

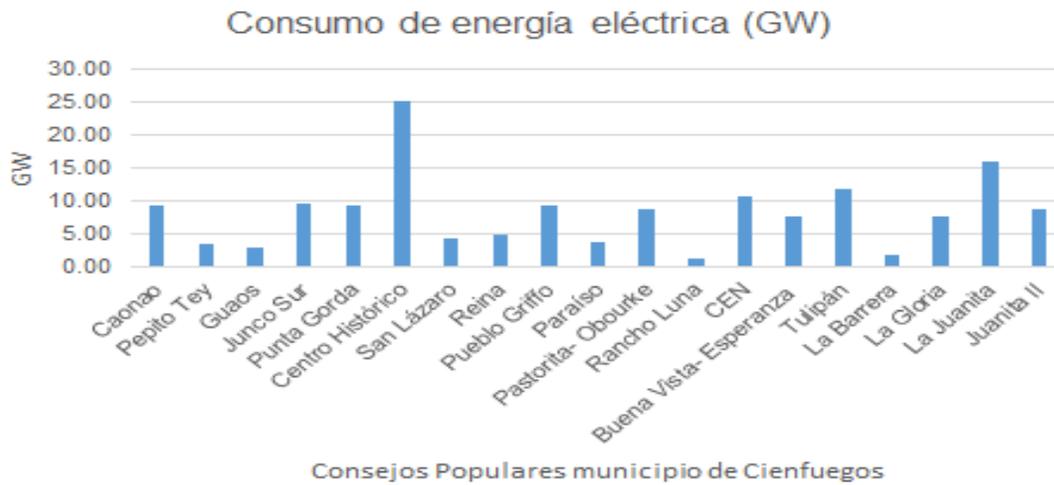


Figura 2.20: Consumo de energía eléctrica en los Consejos Populares del municipio de Cienfuegos. **Fuente:**(Agüero, 2016; Aureliano, 2016; Ávila, 2016; Cantero, 2016; Fernández, 2016; Nápoles, 2016; Rodríguez, 2016)

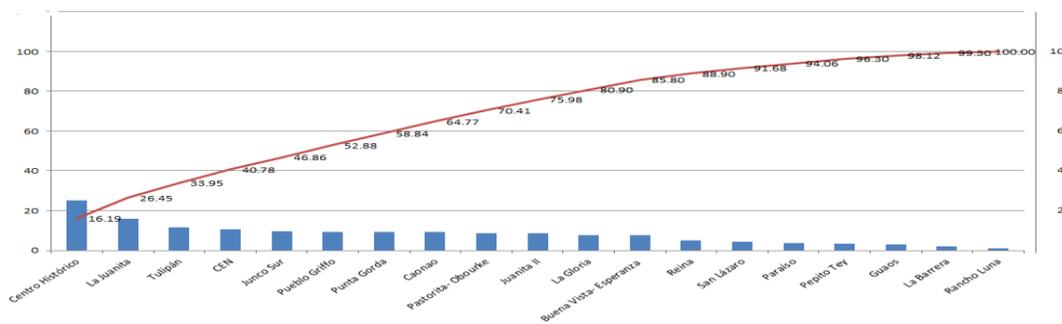


Figura 2.21: Estratificación del consumo de energía eléctrica en los Consejos Populares del municipio de Cienfuegos. **Fuente:**(Agüero, 2016; Aureliano, 2016; Ávila, 2016; Cantero, 2016; Fernández, 2016; Nápoles, 2016; Rodríguez, 2016)

Según (Correa et al,2015) para el diagnóstico energético municipal existen una serie de parámetros de entrada que se muestran en la figura 2.22

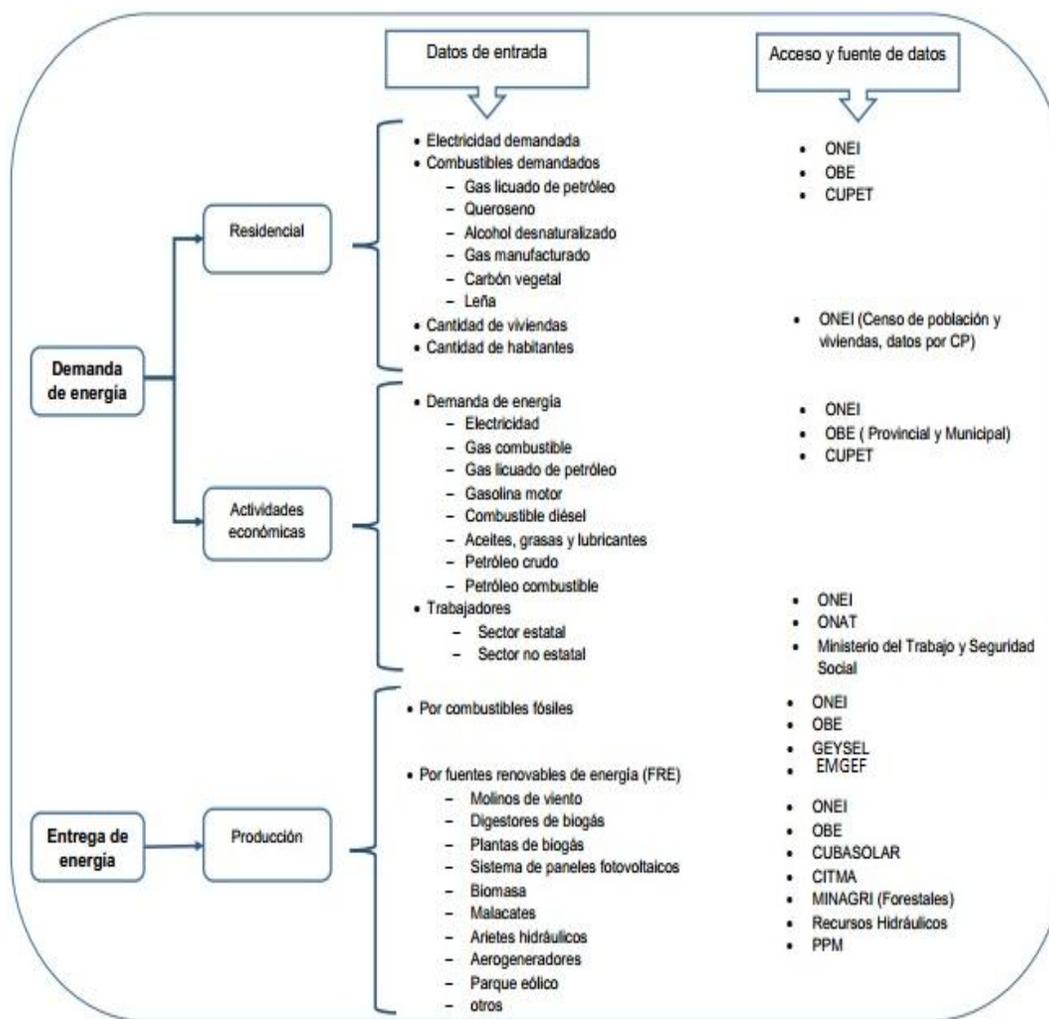


Figura 2.22: Entrada de parámetros para el diagnóstico energético local en Cuba. **Fuente:** Correa et. al 2017

Sin embargo, en las investigaciones realizadas por (Agüero, Ávila Cantero, Fernández, Guizaire, Nápoles, Rodríguez, 2016) solo se consideró la demanda de electricidad para el sector residencial quedando por analizar por la demanda de energía en el sector residencial los portadores energéticos

- ❖ Queroseno
- ❖ Diesel
- ❖ Gasolina
- ❖ Gas licuado
- ❖ Petróleo crudo y derivados
- ❖ Fuel oil

Así como el conjunto de estos portadores y la electricidad para las actividades económicas ni se consideró la entrega de energía a nivel municipal que considera producción de ella por combustibles fósiles y por (FRE). Es por lo que en esta investigación se consideraron los portadores energéticos anteriormente referidos.

2.5.1 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 continúa con la aplicación del Paso 1 del procedimiento, en función de analizar el consumo de electricidad en el sector estatal y los portadores energéticos (gas, alcohol, kero) en el sector residencial.

2.6 Conclusiones parciales

1. En Cuba la información estadística es centrada por la Oficina Nacional de Estadística e Información; a nivel nacional la estadística e información referente a la energía, considera la generación, la importación y los consumos de todos los sectores económicos y los hogares, a nivel provincial considera la generación solo de los dispositivos de generación de energía alternativa, el consumo por actividad económica de los diferentes portadores energéticos y el consumo de energía eléctrica por el sector residencial, sin embargo a escala local o municipal el consumo de energía solo se considera por organismos o actividades económicas.
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 desarrollar una metodología que permita determinar las demandas y entregas de energía en el municipio.

Capitula III



Capítulo III: Análisis del consumo de portadores energéticos en el municipio de Cienfuegos

3.1 Introducción

En este capítulo se analiza el consumo de portadores energéticos en el municipio de Cienfuegos para definir los actores que gestionan la información del consumo de energía eléctrica en el sector estatal teniendo en cuenta la Demanda Real (DR) y el Consumo de kWh totales, gas Licuado (GLP), el queroseno y el alcohol por metros cúbicos en el sector residencial para que a partir de los resultados obtenidos el Gobierno Local pueda tomar decisiones.

3.2 Diagnóstico del consumo de portadores energéticos en el municipio de Cienfuegos

Este análisis forma parte del Paso 1: Caracterización socio-económica del municipio objeto de estudio del procedimiento para el diagnóstico energético municipal en Cuba, en este se considerara el consumo energético por actividades económica y la población, con énfasis en el consumo de energía eléctrica en el sector estatal y el consumo de gas, alcohol y queroseno en el sector residencia del municipio objeto de estudio, teniendo en cuenta para este sector las característica de los 19 Consejos Populares y la población residente.

Para la captación de datos e información se basara 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), consumo de energía eléctrica sector estatal y consumo de los portadores energéticos (excepto electricidad) para el sector residencial, 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 la informaciones. Con la utilización del grupo de expertos quedan definidos los actores, en la tabla 3.1 se muestra la información que captan o/y gestionan.

Tabla 3.1: Actores que gestionan la información referente a los portadores energéticos en el municipio de Cienfuegos. **Fuente:** Elaboración Propia

N°	Actor	Información
1	Oficina Nacional de Uso Racional de la Energía (ONURE)	Resumen de la facturación de energía eléctrica en el sector estatal durante el año 2016.
2	Cuba Petróleo (CUPET)	Resumen de la distribución de la cuota y de la reserva del gas licuado, el queroseno y el alcohol durante el año 2016.

3	Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI)	Anuario Municipal.
4	Dirección Provincial de Planificación Física (DDPF)	Plan general de ordenamiento territorial urbano (PGOTU).

3.2.1 Análisis de la información referente al consumo 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 los datos captados son:

- 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 (valores mensuales).

3.2.1.1 Oficina Nacional de Uso Racional de la Energía (ONURE)

Los datos y la información sobre el consumo y la demanda de la energía eléctrica de la provincia de Cienfuegos para el sector estatal son recopilados por la ONURE, en la tabla 3.2 se muestra el consumo y la demanda alcanzados por todas las entidades en el período de enero a noviembre del año 2016.

Tabla 3.2: Consumo y la demanda alcanzados por todas las entidades en el municipio de Cienfuegos. **Fuente:** Elaboración Propia

Año	Demanda real (DR)	Consumo (kWh) total
2016	49847	16905389

Los sectores de mayor consumo en el municipio de Cienfuegos son:

- MICONS
- MINEM
- MINAL

En la figura 3.1 se evidencia el consumo de energía eléctrica por los tres sectores de mayor gasto energético en el municipio de Cienfuegos.

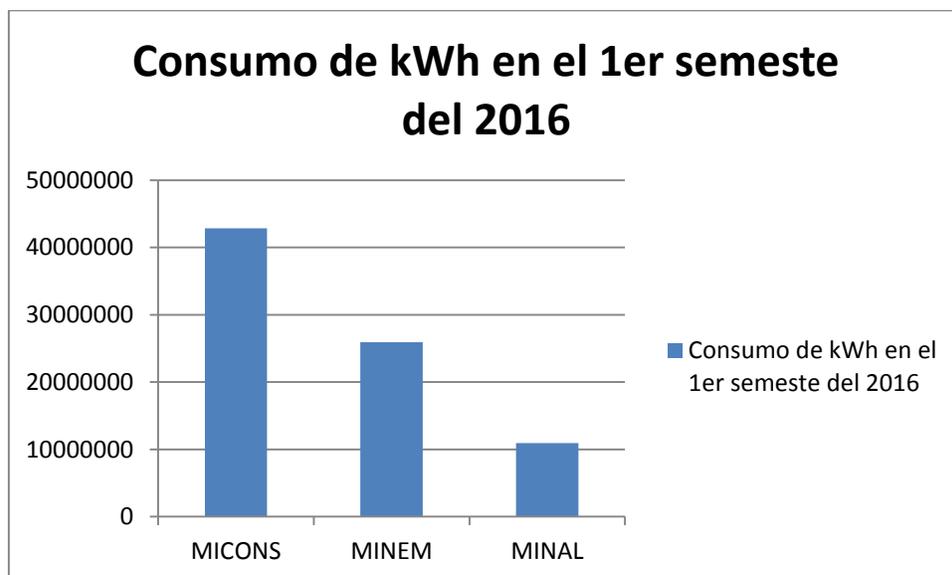


Figura 3.1: Sectores de mayor consumo en el municipio de Cienfuegos. **Fuente:** Elaboración Propia.

De estos sectores se derivan las 10 empresas más consumidoras de energía eléctrica en el municipio de Cienfuegos. La tabla 3.3 refleja la Demanda Real (DR) y el consumo de los kWh totales.

Tabla 3.3: Empresas más consumidoras de energía eléctrica en el municipio de Cienfuegos **Fuente:** Elaboración Propia

Empresa	DR	kWh total
PP HOSP GUSTAVO ALDEREGUIA	5380	2405096
GLUCOSA	6389	21376227
MINAL MOLINO DE TRIGO	33297	16837635
EMI BOLSAS PLASTICAS	5028	2233303
PIENSO FABRICA	2475	705714
CEMENTOS	175414	82607148
REFINERIA	104804	40185153
EPICIEN	5936	3315729

HOTEL JAGUA	3256	1627297
ISLAZUL PASACABALLO HTEL.DELTA	1257	637357

Con el análisis de la tabla 3.3 se realiza un Gráfico de Pareto de los kWh totales (ver figura3.3) y del DR (ver figura 3.4) para definir el porcentaje y escoger las empresas más consumidoras para su análisis.

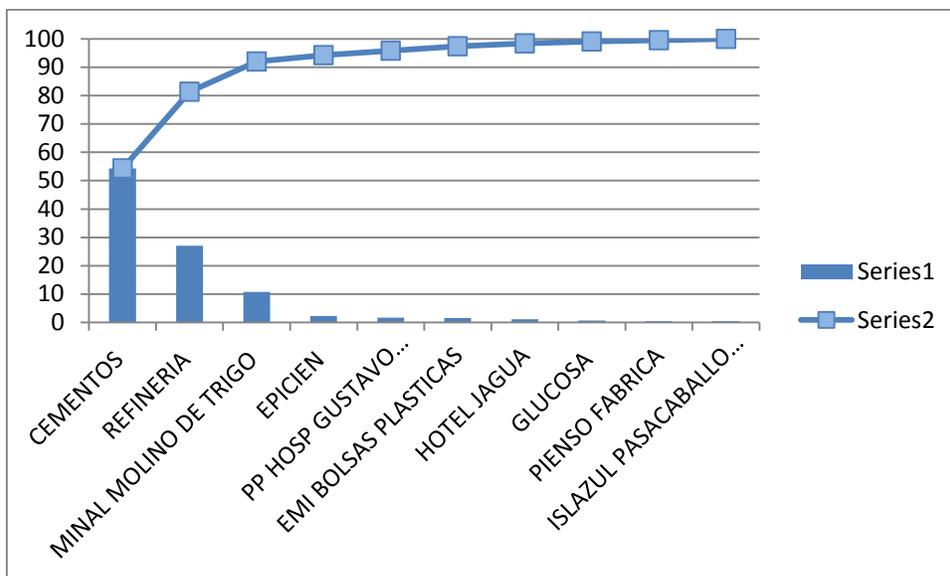


Figura 3.2: Gráfico de Pareto de los kWh totales, **Fuente:** Elaboración Propia.

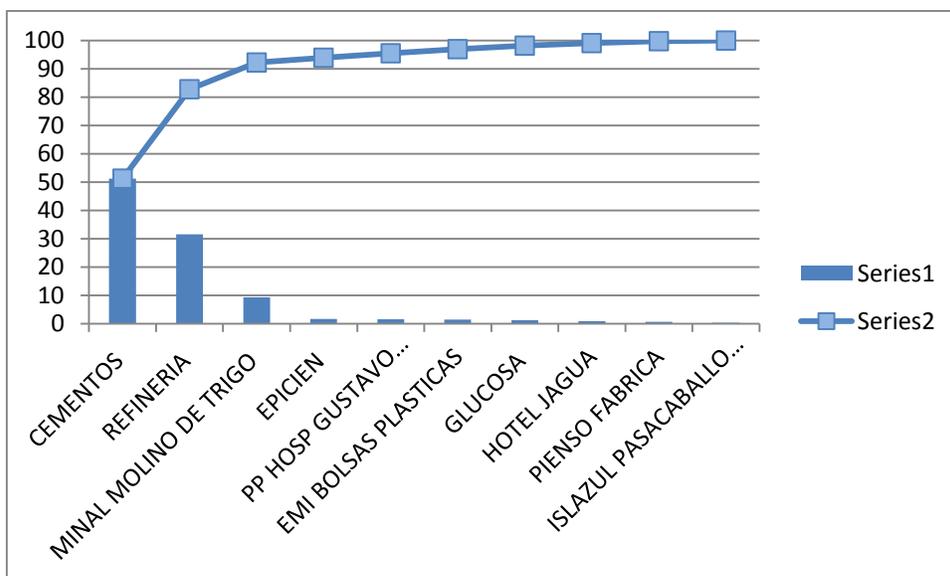


Figura 3.3: Gráfico de Pareto de la demanda real (DR). **Fuente:** Elaboración Propia

De los resultados obtenidos de los gráficos anteriores se escogen las tres empresas más consumidoras: Cementos, Refinería y Minal Molino de Trigo, las cuales se procesan en el programa estadístico Statgraphics, para definir si los datos tienen una distribución normal, si se ajustan al proceso y qué tipo de distribución es la mejor para ellos. Si dichos datos siguen distribución normal se realiza un análisis con un gráfico de control para individuos, para tener en cuenta la estabilidad de los datos recogidos.

- **Cementos Cienfuegos**

Se realiza el análisis a la empresa productora Cementos, en la tabla 3.4 se obtienen los datos arrojados por las Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Cementos.

Tabla 3.4: Tabla de Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Cementos. **Fuente:** Elaboración Propia.

	<i>Normal</i>
DMAS	0,270594
DMENOS	0,165272
DN	0,270594
Valor-P	0,0689069

Los resultados de diversas pruebas realizadas arrojan que Cementos puede modelarse adecuadamente con una distribución normal, debido a que el valor-P es mayor que 0,05, por lo que los datos provienen de una distribución normal con 95% de confianza. A continuación, en la figura 3.4 se muestra el Histograma de frecuencia para la distribución normal.

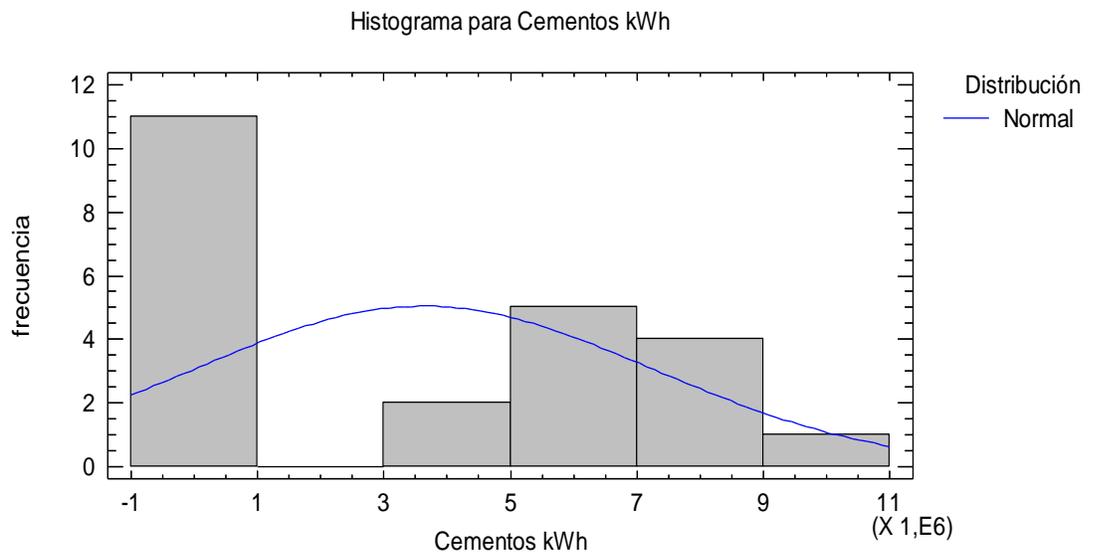


Figura 3.4: Histograma de frecuencia para Cementos. **Fuente:** Elaboración Propia

De acuerdo con el estadístico log verosimilitud, para Cementos la distribución de mejor ajuste es la distribución Birnbaum-Saunders (Anexo 5) pero, como también cumple con una distribución normal, se realiza el gráfico de control para individuos para tener en cuenta la estabilidad de los datos como se muestra en la tabla 3.5 y la gráfica 3.5.

Número de observaciones = 23

0 observaciones excluidas

Distribución: Normal

Transformación: ninguna

Tabla 3.5: Tabla del Gráfico de Individuos para la empresa de Cementos. **Fuente:** Elaboración Propia.

Gráfico X

Período	#1-23
LSC: +3,0 sigma	1,80287E7
Línea Central	3,63002E6
LIC: -3,0 sigma	-1,07686E7

0 fuera de límites

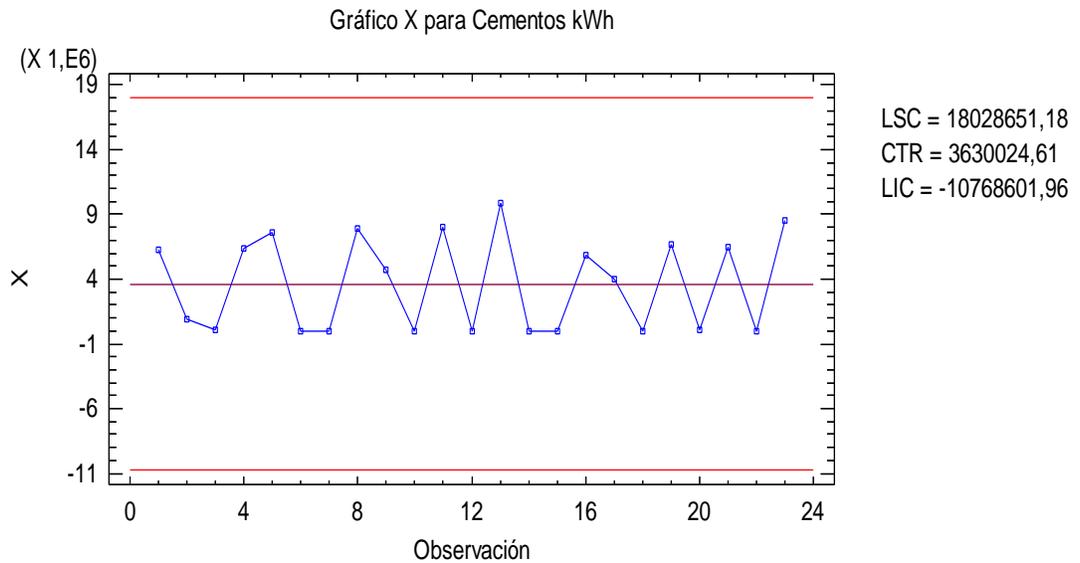


Figura 3.5: Gráfico de control de estabilidad para Cementos. **Fuente:** Elaboración Propia.

El gráfico anterior muestra que, de los 23 puntos no excluidos, ninguno se encuentra fuera de los límites de control por lo que no se puede rechazar la hipótesis de que el proceso se encuentra en estado de control estadístico con un nivel de confianza del 95%.

Con el análisis anterior se calcula la estabilidad del consumo de energía eléctrica de la empresa de Cementos para tomar la siguiente decisión:

- 0-2% Estabilidad Buena
- 2-5% Estabilidad Regular
- > 5% Estabilidad Mala

Para lo cual se utiliza la siguiente fórmula para calcular el índice de inestabilidad:

$$St = \frac{\# \text{ puntos fuera}}{\text{total de puntos}} * 100$$

$$St = \frac{0}{23} * 100 = 0$$

Como el resultado es igual a cero, se considera que la estabilidad del consumo de energía eléctrica de la empresa de Cementos es buena.

- **Refinería Camilo Cienfuegos de Cienfuegos**

Se realiza el análisis a la empresa productora Refinería Camilo Cienfuegos de Cienfuegos, en la tabla 3.6 se obtienen los datos arrojados por las Pruebas de Bondad-de-Ajuste.

Tabla 3.6: Tabla de Pruebas de Bondad de Ajuste para Refinería Camilo Cienfuegos.

Fuente:Elaboración Propia.

	<i>Normal</i>
DMAS	0,183789
DMENOS	0,0708377
DN	0,183789
Valor-P	0,117169

Los resultados de diversas pruebas realizadas arrojan que la Refinería Camilo Cienfuegos puede modelarse adecuadamente con una distribución normal, debido a que el valor-P es mayor que 0,05, por lo que los datos provienen de una distribución normal con 95% de confianza. A continuación, en la figura 3.6 se muestra el Histograma de frecuencia para la distribución normal.

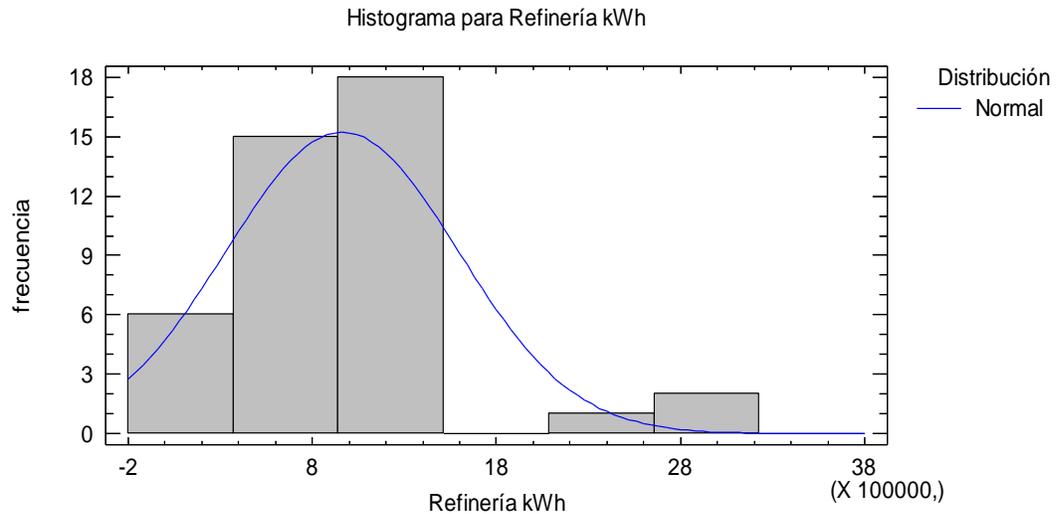


Figura 3.6: Histograma de frecuencia para Refinería Camilo Cienfuegos. **Fuente:** Elaboración Propia

De acuerdo con el estadístico log verosimilitud, para Refinería la distribución de mejor ajuste es la distribución Weibull (Anexo 6) pero, como también cumple con una distribución normal, se realiza el gráfico de control para individuos para tener en cuenta la estabilidad de los datos como se muestra en la tabla 3.7 y la gráfica 3.7.

Número de observaciones = 42

0 observaciones excluidas

Distribución: Normal

Transformación: ninguna

Tabla 3.7:Tabla del Gráfico de Individuos para la Refinería Camilo Cienfuegos. **Fuente:** Elaboración Propia.

Gráfico X

Período		#1-42
LSC: +3,0 sigma		2,09128E 6
Línea Central		961933,
LIC: -3,0 sigma		-167413,

3 fuera de límites

Este procedimiento crea un gráfico de valores individuales para la Refinería Camilo Cienfuegos donde de los 42 puntos no excluidos, mostrados en el gráfico 3.7, se encuentran tres puntos fuera de los límites de control. Puesto que la probabilidad de que aparezcan 3 o más puntos fuera de límites, sólo por azar, es 2,25077E-10, si los datos provienen de la distribución

supuesta, se puede declarar que el proceso está fuera de control con un nivel de confianza del 95%.

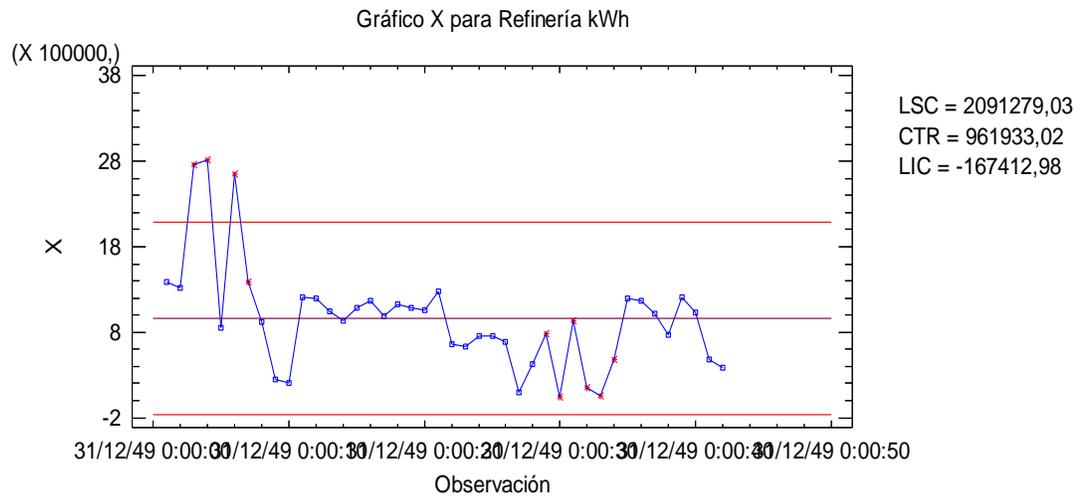


Figura 3.7:Gráfico de control de estabilidad para la Refinería Camilo Cienfuegos. **Fuente:** Elaboración Propia.

Con el análisis anterior se calcula la estabilidad del consumo de energía eléctrica de la Refinería Camilo Cienfuegos para tomar la siguiente decisión:

- 0-2% Estabilidad Buena
- 2-5% Estabilidad Regular
- > 5% Estabilidad Mala

Por lo cual se utiliza la siguiente fórmula para calcular el índice de inestabilidad:

$$St = \frac{\# \text{ puntos fuera}}{\text{total de puntos}} * 100$$

$$St = \frac{3}{42} * 100 = 7.14\%$$

Como la estabilidad es mayor que el 5 % (7.14%) se considera que es mala, por lo que se procede a eliminar los puntos aberrantes y realizar nuevamente el análisis de estabilidad como se muestra en la tabla 3.8 y el gráfico 3.8.

Número de observaciones = 39

0 observaciones excluidas

Distribución: Normal

Transformación: ninguna

Tabla 3.8:Tabla del Gráfico de Individuos para la Refinería Camilo Cienfuegos. **Fuente:** Elaboración Propia.

Gráfico X

Período	#1-39
LSC: +3.0 sigma	1.71729E
Línea Central	824998.
LIC: -3.0 sigma	-67296.0

0 fuera de límites

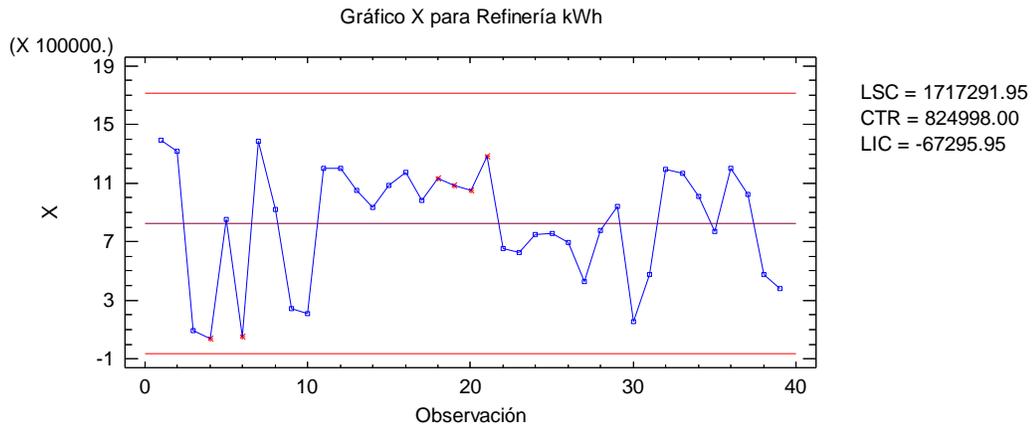


Figura 3.8:Gráfico de control de estabilidad ajustada para la Refinería Camilo Cienfuegos. **Fuente:** Elaboración Propia.

El gráfico anterior muestra que, de los 42 puntos no excluidos, ninguno se encuentra fuera de los límites de control por lo que no se puede rechazar la hipótesis de que el proceso se encuentra en estado de control estadístico con un nivel de confianza del 95%.

Con el análisis anterior se calcula la estabilidad del consumo de energía eléctrica de la empresa de la Refinería Camilo Cienfuegos para tomar la siguiente decisión:

- 0-2% Estabilidad Buena
- 2-5% Estabilidad Regular
- > 5% Estabilidad Mala

Por lo cual se utiliza la siguiente fórmula para calcular el índice de inestabilidad:

$$St = \frac{\# \text{ puntos fuera}}{\text{total de puntos}} * 100$$

$$St = \frac{0}{39} * 100 = 0$$

Como el resultado es igual a cero, se considera que la estabilidad del consumo de energía eléctrica de la Refinería Camilo Cienfuegos es buena.

- **Molino de Trigo**

Se realiza el análisis a la empresa Molino de Trigo, en la tabla 3.9 se obtienen los datos arrojados por las Pruebas de Bondad-de-Ajuste.

Tabla 3.9: Tabla de Pruebas de Bondad deAjuste de la empresaMolino de Trigo. **Fuente:** Elaboración Propia.

	<i>Normal</i>
DMAS	0,31401
DMENO	0,236028
S	
DN	0,31401
Valor-P	0,0214388

Los resultados de diversas pruebas realizadas arrojan que la empresaMolino de Trigo no puede modelarse adecuadamente con una distribución normal, debido a que el valor-P es menor que 0,05, por lo que los datos no provienen de una distribución normal con 95% de confianza. A continuación, en la figura 3.9 se muestra el Histograma de frecuencia para la distribución normal.

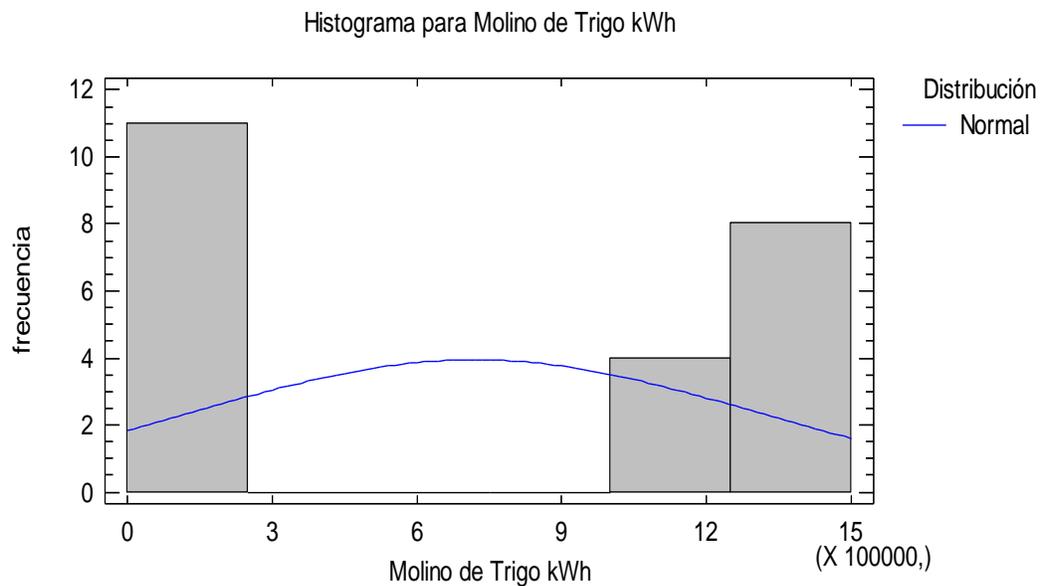


Figura 3.9: Histograma de frecuencia para la empresa Molino de Trigo. **Fuente:** Elaboración Propia

De acuerdo con el estadístico log verosimilitud, para Molino de Trigo kWh la distribución de mejor ajuste es la distribución Uniforme (Anexo 7)

Cuadro Resumen

Tabla 3.10: Cuadro resumen sobre el análisis Empresas escogidas. **Fuente:** Elaboración Propia

Empresa	Sectores	DR	kWh	Estabilidad
Cementos	MICONS	175414	82607148	Buena
Refinería	MINEM	104804	40185153	Buena Ajustada
Molino de Trigo	MINAL	33297	16837635	-----

De este cuadro se concluye que las empresas escogidas para el análisis estadístico muestra de que Cementos Cienfuegos perteneciente al MICONS tiene una distribución normal en los datos del consumo de energía eléctrica, además mantiene una buena estabilidad. La empresa de Refinería perteneciente al MINEM tiene una distribución normal en los datos del consumo de energía eléctrica mientras que se observa una mala estabilidad por lo cual se excluyen 3 datos para realizar de nuevo el análisis se obtiene como resultado una buena estabilidad. La empresa Molino de Trigo perteneciente a MINAL no tiene una distribución normal en los datos del consumo de energía eléctrica, por lo cual se detiene el análisis y se deja de recomendaciones para un próximo estudio.

3.2.1.2 Cuba Petróleo (CUPET)

Los datos y la información sobre el consumo y la demanda de los portadores energéticos como el GLP, alcohol y queroseno del municipio de Cienfuegos son recopilados por CUPET en el sector residencial a través de la Empresa Comercializadora de Combustibles (ECC) de Cienfuegos, en la siguiente tabla muestran los datos del año 2016.

- **Gas licuado (GLP)**

La estructura de consumo va a cambiar a partir de la venta liberada del GLP a la población del municipio de Cienfuegos por lo tanto un análisis estadístico no brinda toma de decisiones del gobierno local toda vez que se libere el consumo de GLP, el análisis será relevante a partir del año 2018, por tanto, se resume con la tabla 3.11. venta de la cuota y la reserva del gas licuado de la provincia de Cienfuegos.

Tabla 3.11: Ventas del GLP por municipio en la provincia de Cienfuegos en el año 2016. Fuente: CUPET

VENTAS POR MUNICIPIO			
	Período comprendido		
	1/1/2016	hasta	12/31/2016
Municipio	10	45	Litros
Abreus	737	4	14005.00
Aguada	1861	8	35189.00
Cienfuegos	36366	10	#####
Cumanayagua	2208	9	41710.00
Cruces	1552	8	29457.00
Lajas	706	3	13347.00
Palmira	1548	8	29383.00
Rodas	1340	9	25608.00
Total	46318	59	864124.00

Tabla 3.12: Consumo de queroseno en la Provincia de Cienfuegos en el año 2016. Fuente: CUPET

Queroseno 2016				
Municipios	Distribución(m3)	Reserva(m3)	Encamados(m3)	Total(m3)
Aguada	150.0	85.1	8.8	243.9
Rodas	265.8	89.3	10.8	365.9
Abreus	133.4	86.6	6.1	226.1
Palmira	207.5	81.3	9.3	298.0
Cruces	119.4	81.5	9.5	210.3
Lajas	62.4	61.7	4.0	128.1
Cumanayagua	479.1	113.8	14.6	607.5
Cienfuegos	95.0	333.4	21.2	449.7
TOTAL	1512.5	932.6	84.3	2529.4

Tabla 3.13: Consumo de alcohol en la Provincia de Cienfuegos en el año 2016. Fuente: CUPET

Alcohol 2016			
Municipios	Distribución(m3)	Reserva(m3)	Total(M3)
Aguada	32.798	20.305	53.103
Rodas	61.439	21.814	83.253
Abreus	34.019	19.982	54.001
Palmira	52.773	18.846	71.619
Cruces	27.97	18.894	46.864
Lajas	14.786	13.976	28.762
Cumanayagua	110.43	26.434	136.864

Cienfuegos	23.155	71.688	94.843
TOTAL	357.37	211.939	569.309

- **Alcohol y Queroseno**

El alcohol y el queroseno se distribuyen a la población a través de las 132 bodegas del municipio de Cienfuegos mediante la distribución y reserva. La reserva se les entrega a los núcleos que poseen módulo de cocción eléctrico una o dos veces al año, mientras que la distribución se les entrega a los núcleos que no poseen servicio eléctrico y también a los que no recibieron el módulo de cocción eléctrico a estos le corresponde mensualmente. En la siguiente tabla se muestra la distribución y reserva de queroseno y alcohol en el año 2016.

Tabla 3.14: Distribución real de alcohol y queroseno en el municipio de Cienfuegos. **Fuente:** Elaboración propia

Distribución Real	Queroseno Cuota	Alcohol Cuota	Queroseno Reserva	Alcohol Reserva
Febrero	0	1340	72529	7428
Marzo	8518	1340	123427	7428
Abril	63613	22890	149853	7428
Mayo	74534	22890	176875	7428
Junio	78509	4794	302655	33226
Agosto	85328	22890	330417	43436
Septiembre	93558	22890	332979	46780
Total Año	404060	99034	1488735	153154

En la siguiente tabla se muestra la cantidad de bodegas por CP, así como la distribución y la reserva de queroseno y alcohol correspondiente en el municipio de Cienfuegos en el año 2016.

Tabla 3.15: Cantidad de bodegas por consejo popular del municipio de Cienfuegos y la distribución y reserva de alcohol y queroseno por consejo popular en el año 2016. **Fuente:** Elaboración propia

Consejo Popular	Cantidad de bodegas	Queroseno Cuota m3	Alcohol Cuota m3	Queroseno Reserva m3	Alcohol Reserva m3
La Barrera	6	32825	2216	88524	2760
Buena vista	6	57310	1960	96653	4826
Centro Histórico	9	6540	288	78634	10572
C.Reina	5	3240	144	34290	0
Caonao	7	27154	1200	121309	13270
Cast-CEN	5	17568	2088	169414	23082
Guaos	4	43784	12470	73133	9030

Para	Juanita I	9	25762	6418	71970	1019	ver la
	Juanita II	9	21002	1248	60106	13753	
	Junco Sur	4	14185	1396	103742	22617	
	La Gloria	14	16596	0	89710	6870	
	Pueblo Griffo	5	7500	864	70860	9343	
	Paraíso	8	55398	8434	67337	6948	
	Pastorita	3	10830	916	20111	4458	
	Pepito Tey	6	10822	768	76531	5062	
	Punta Gorda	10	9994	554	67919	3690	
	Rancho Luna	5	9972	1152	31510	2356	
	San Lázaro	10	21758	3080	107889	6964	
	Tulipán	7	11820	1104	59103	6354	

variabilidad y la concentración de los valores de distribución real del alcohol y el queroseno para el sector residencial en el año 2016 se realiza un análisis de variación mediante un gráfico de caja y bigote.

Tabla 3.16: Resumen Estadístico para Queroseno cuota. Fuente: Elaboración propia

Recuento	7
Promedio	57722,9
Desviación Estándar	37746,1
Coficiente de Variación	65,392%
Mínimo	0,0
Máximo	93558,0
Rango	93558,0
Sesgo Estandarizado	-1,08005
Curtosis Estandarizada	-0,500162

Esta tabla muestra los estadísticos de resumen para Queroseno cuota litros. Incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada, como se puede observar en la tabla 3.16

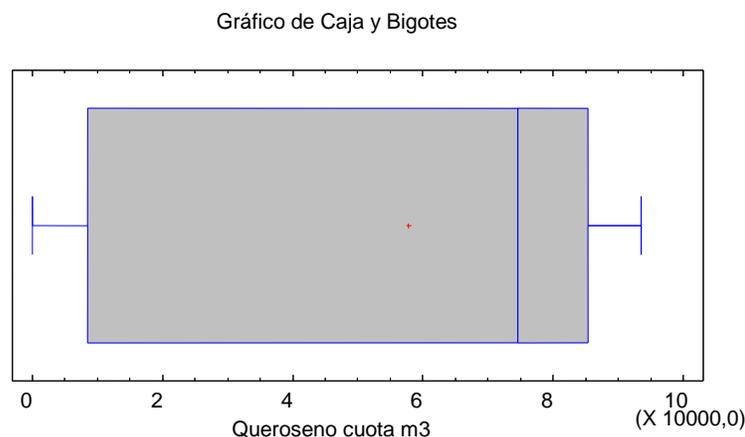


Figura 3.10: Resumen Estadístico para Queroseno cuota. **Fuente:** Elaboración propia

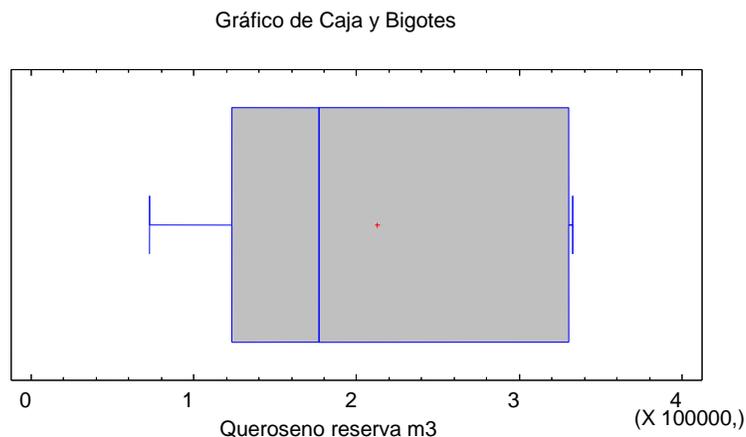
En este caso, el valor del sesgo estandarizado se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes una distribución normal, como se ejemplifica en la figura 3.10. El valor de curtosis estandarizada se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Tabla 3.17: Resumen Estadístico para Queroseno reserva. **Fuente:** Elaboración propia

Recuento	7
Promedio	212676,
Desviación Estándar	107445,
Coefficiente de Variación	50,5206 %
Mínimo	72529,0
Máximo	332979,
Rango	260450,
Sesgo Estandarizado	0,0699708
Curtosis Estandarizada	-1,1508

Esta tabla muestra los estadísticos de resumen para Queroseno reserva litros. Incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada, las cuales pueden utilizarse para determinar si la muestra proviene de una distribución normal, como se puede observar en la

tabla



3.17

Figura 3.11: Resumen Estadístico para Queroseno reserva. **Fuente:** Elaboración propia

En este caso, el valor del sesgo estandarizado se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes una distribución normal, como se ejemplifica en la figura 3.11. El valor de curtosis estandarizada se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Tabla 3.18: Resumen Estadístico para Alcohol cuota. **Fuente:** Elaboración propia

Recuento	7
Promedio	14147,7
Desviación Estándar	10964,2
Coefficiente de Variación	77,4978 %
Mínimo	1340,0
Máximo	22890,0
Rango	21550,0
Sesgo Estandarizado	-0,44891
Curtosis Estandarizada	-1,43678

Esta tabla muestra los estadísticos de resumen para Alcohol cuota litros. Incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada, las cuales pueden utilizarse para determinar si la muestra proviene de una distribución normal, como se puede observar en la tabla 3.18.

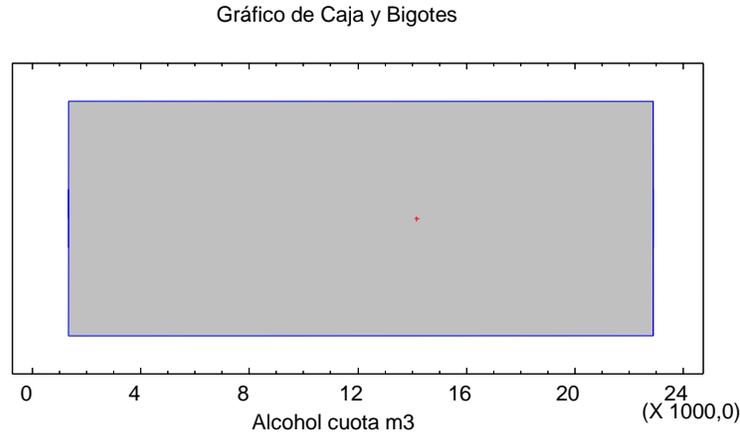


Figura 3.12: Resumen Estadístico para Alcohol cuota. **Fuente:** Elaboración propia

En este caso, el valor del sesgo estandarizado se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes una distribución normal. como se ejemplifica en la figura 3.12.

Tabla 3.19: Resumen Estadístico para Alcohol reserva. **Fuente:** Elaboración propia

Recuento	7
Promedio	21879,1
Desviación Estándar	18479,0
Coefficiente de Variación	84,4595%
Mínimo	7428,0
Máximo	46780,0
Rango	39352,0
Sesgo Estandarizado	0,592979
Curtosis Estandarizada	-1,20573

Esta tabla muestra los estadísticos de resumen para Alcohol reserva litros. Incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada, las cuales pueden utilizarse para determinar si la muestra proviene de una distribución normal. como se puede observar en la tabla 3.19

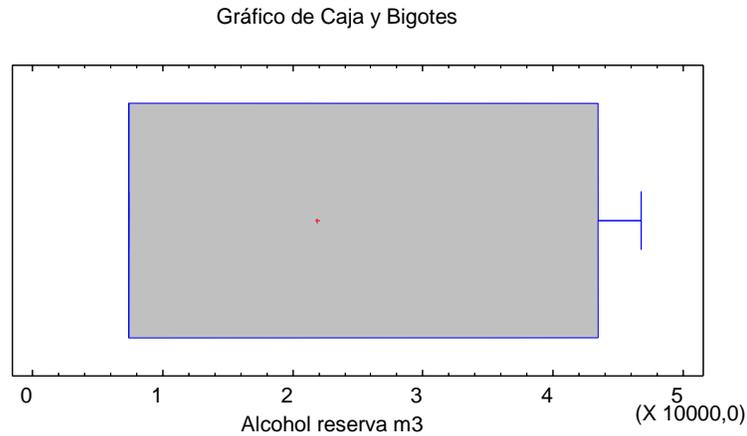


Figura 3.13: Resumen Estadístico para Alcohol reserva. **Fuente:** Elaboración propia

En este caso, el valor del sesgo estandarizado se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes una distribución normal. como se ejemplifica en la figura 3.13

Durante el año 2016 incrementa la distribución de la cuota y de la reserva del queroseno en el municipio de Cienfuegos, como se observa en la figura 3.14.

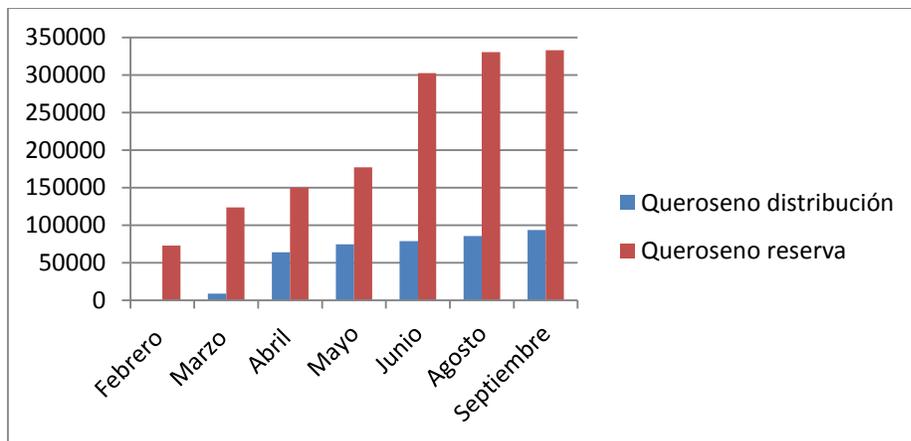


Figura 3.14: Distribución y reserva del queroseno en el año 2016. **Fuente:** Elaboración propia

Tiene una tendencia ascendente la distribución y la reserva, del alcohol como se observa en la figura 3.15

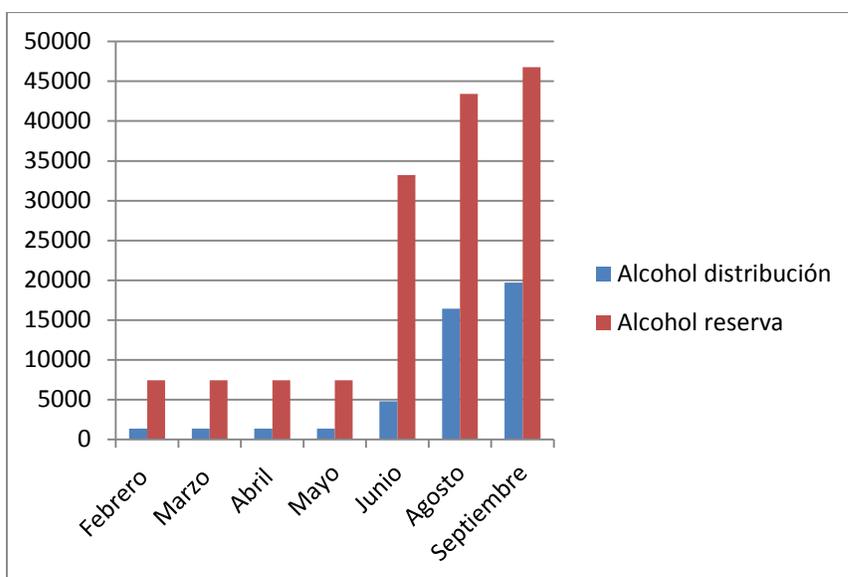


Figura 3.15: Distribución y reserva del alcohol en el municipio de Cienfuegos en el año 2016.

Fuente: Elaboración propia

En los 19 CP del municipio de Cienfuegos se distribuye alcohol y queroseno por cuota y reserva, en la figura 3.16 se denota la venta de estos portadores energéticos y su consumo en m³.

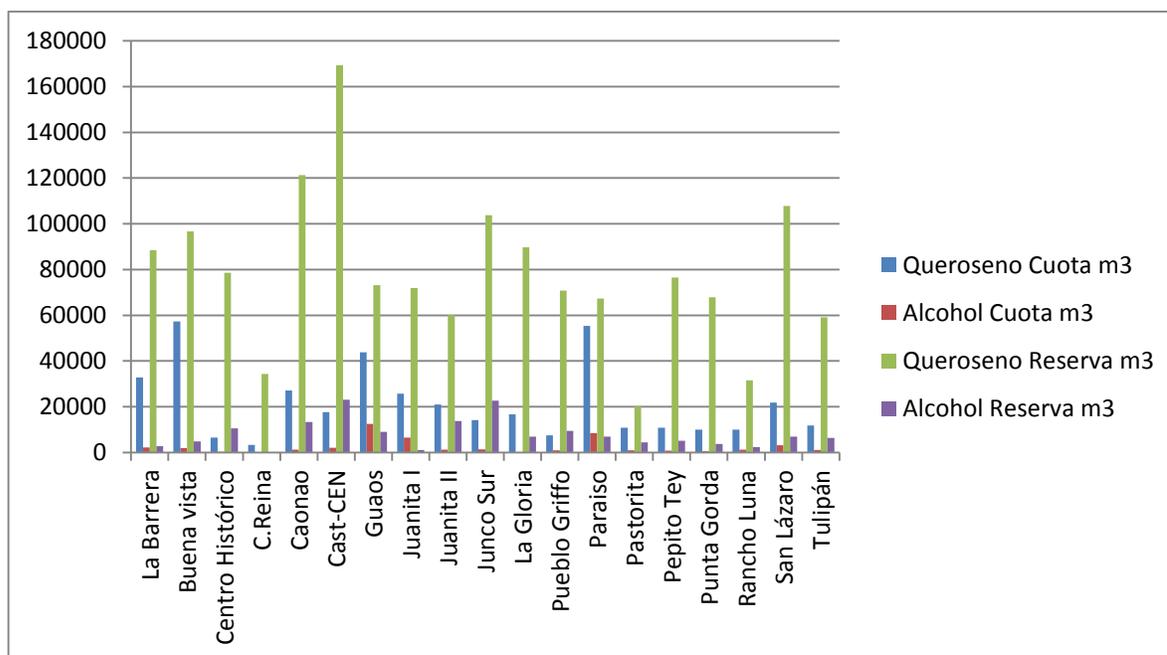


Figura 3.16: Distribución y reserva de alcohol y queroseno en los diferentes consejos populares en el municipio de Cienfuegos en el año 2016. **Fuente:** Elaboración propia

En Cada uno de los consejos populares del municipio de Cienfuegos en el año 2016 se evidencia el consumo de los portadores energéticos tales como queroseno y alcohol que se distribuyen por cuota y por reserva ver Anexo 8. Después se realizará un análisis de la variabilidad de la distribución de la cuota el alcohol y el queroseno por CP donde se visualiza a simple vista los puntos aberrantes que pertenecen a los meses que no hay distribución. Esta distribución es la destinada para la población vulnerable como los encamados y los hogares un poco más aislados Anexo 9.

Por tanto, este análisis tanto para queroseno y alcohol es necesario posponerlo por falta de información, en la actualidad el proceso de concertación de actores que realiza el gobierno municipal de Cienfuegos con la dirección municipal de salud pública, como parte de la captación de datos e información del desarrollo municipal, no es el mejor.

Para el análisis de los datos de la distribución de la reserva se realiza una selección de métodos de regresión y después se escoge el modelo con mayor R^2 ajustada y menor C_p , de los resultados se obtienen las rectas de regresión (tabla 3.20).

Los CP Punta Gorda y Centro Histórico son los más gasificados del municipio, mientras que Guaos y Pepito Tey no están recibiendo queroseno, por ello están fuera de la tabla 3.20.

Tabla 3.20: Rectas de regresión por CP. **Fuente:** Elaboración Propia

No.	CP	R^2 Ajuste	C_p .	Recta Regresión
1	La Barrera	92,9604	3,0	$Q1 = -2,09834E7 + 603,339*P1 + 5527,73*H1$
2	Buena Vista	88,1326	1,03669	$Q2 = -3,52718E6 + 1213,38*H2$
3	Reina	74,5448	3,0	$Q4 = -933420, + 759,106*H4 - 178,125*P4$
4	Caonao	66,5531	1,48958	$Q5 = -2,60131E6 + 2666,64*H5$
5	Castillo de Jagua-CEN	41,6523	1,25315	No existe ajuste
6	La Juanita	96,2949	3,0	$Q8 = -792167, + 780,26*H8 - 150,591*P8$
7	Juanita II	87,286	3,0	$Q8 = -2,34003E6 - 19,5275*P9 + 782,263*H9$
8	Junco Sur	74,3508	1,57098	$Q10 = -1,91337E6 + 462,46*H10$
9	La Gloria	83,5429	1,75792	$Q11 = -3,59187E6 + 1225,86*H11$
10	Pueblo Griffo	88,8939	3,0	$Q12 = -4,01592E6 + 234,459*P12 + 390,014*H12$
11	Paraíso	90,4511	1,07065	$Q13 = -1,0358E6 + 117,545*P13$

12	Pastorita	84,9591	3,0	Q14 = -747352, - 42,8127*P14 + 453,062*H14
13	Rancho Luna	90,8053	1,00848	Q17 = -1,05135E6 + 1044,66*H17
14	San Lázaro	96,6724	3,0	Q18 = -1,89965E6 + 1395,99*H18 - 259,225*P18
15	Tulipán	78,5778	1,21031	Q19 = -4,64955E6 + 1690,04*H19

El queroseno es el combustible más utilizado en la cocción e iluminación con fallo de fluido eléctrico, mientras que al alcohol se le da otros usos dentro de los hogares.

Propuesta de índices de consumo de queroseno (I_{cqcoi})

El consumo de queroseno para cada CP (I_{cqcoi}), que se expresan en m^3 , fueron determinadas por la recta de regresión lineal múltiple con mejor ajuste por CP. En la tabla 3.20 se muestran los resultados.

Por lo cual se propone la siguiente fórmula:

$$I_{cqcoi} = \frac{m3 \text{ kerosenocpi}}{P \text{ Cpi}}$$

$$I_{cqcoi} = \frac{m3 \text{ kerosenocpi}}{H \text{ Cpi}}$$

Leyenda

I_{cqcoi} → Índice de queroseno m^3 /Población de Consejo Popular

$m3 \text{ kerosenocpi}$ → *cantidad de metros cúbicos por CP (m3)*

$P \text{ Cpi}$ → *Población* por Consejos Populares (personas)

$H \text{ Cpi}$ → *Hogares Consejos* Populares (hogares)

3.4 Conclusiones parciales

1. Se analiza el consumo de portadores energéticos en el municipio de Cienfuegos y se definen los actores que gestionan la información del consumo de energía eléctrica en el sector estatal, teniendo en cuenta la Demanda Real (DR) y el Consumo de kWh totales, gas Licuado (GLP), queroseno y alcohol por metros cúbicos en el sector residencial.
2. Análisis de los mayores consumidores de energía eléctrica en el sector estatal en el municipio de Cienfuegos.
3. Análisis de los portadores energéticos: GLP, queroseno y alcohol en el sector estatal en el municipio de Cienfuegos.

Conclusiones



Conclusiones generales

- La gestión energética local ha contribuido a la mejora de la gestión pública municipal al incidir en el ahorro de la energía y disminuyendo el impacto ambiental local en países donde se han desarrollado modelos, metodologías e indicadores. En Cuba solo se han identificado tres estudios sobre la gestión energética local, resultando el más significativo el realizado por REDENERG y CUBAENERGÍA que, aunque realiza el acompañamiento y asesoramiento en el municipio a través del NOME, se ha basado en acciones puntuales de eficiencia energética.
- Los diagnósticos energéticos locales permiten a los municipios evaluar la energía generada por diferentes fuentes y la consumida por los sectores de la economía y los hogares, proporcionando a los gobiernos locales elementos que permitan diseñar y ejecutar acciones para fomentar la eficiencia energética local, acompañado de la disminución del impacto negativo sobre el medio ambiente.
- En Cuba la información estadística es centrada por la ONEI que contiene, a nivel nacional, la estadística e información referente a la energía, considera la generación, la importación y los consumos de todos los sectores económicos y los hogares, mientras que a nivel provincial considera la generación solo de los dispositivos de generación de energía alternativa, el consumo por actividad económica de los diferentes portadores energéticos y el consumo de energía eléctrica por el sector residencial; sin embargo, a escala local o municipal el consumo de energía solo se considera por organismos o actividades económicas.

Recomendaciones



Recomendaciones

1. Continuar con el análisis de los portadores energéticos en el municipio de Cienfuegos a partir de los cambios realizados con las ventas del gas licuado.
2. Entregar a los gobiernos locales la información del consumo de las grandes empresas estatales para su estudio.

Bibliografía



- Allcott, H., & Greenstone, M. (2012). Is there an energy efficiency gap? *Journal Econ Perspect*, 26, 2-28.
- Arocena, J. (1995). *El desarrollo local: un desafío contemporáneo*. Caracas, Venezuela: Editorial Nueva Sociedad.
- Aureliano, G. (2016). *Procedimiento para el diagnóstico energético en los municipios. Caso de estudio municipio de Cienfuegos. Consejos populares Buena Vista, Tulipán y La Barrera* (Tesis de pregrado). Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos.
- Ávila, F. (2016). *Procedimiento para el diagnóstico energético en los municipios. Caso de estudio municipio de Cienfuegos. Consejos populares Caonao, Pepito Tey y Guaos* (Tesis de pregrado). Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos.
- BOCM. (2010). *Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid III. Administración local*. Madrid, España: Ayuntamiento de Rivas-Vaciamadrid.
- Bofill Vega, S. (2010). *Modelo general para contribuir al desarrollo local, basado en el conocimiento y la innovación. Caso Yaguajay*. (Tesis Doctoral). Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Matanzas.
- Brandoni, C., & Polonara, F. (2012). The role of municipal energy planning in the regional energy-planning process. *Energy*, 48, 323-338.
- Bruckner, T., & et al. (1997). Competition and technologies synergy in municipal between energy systems. *Energy*, 22, 1005-1014.
- Butera, F. (1998). Moving towards municipal energy planning - the case of Palermo: the importance of non-technical issues. *Energy*, 15, 349-355.
- Campos Avella, J. (1998). *Eficiencia Energética y Competitividad de Empresas*. Cienfuegos, Cuba: Universo Sur.
- Cantero, A. (2016). *Procedimiento para el diagnóstico energético en los municipios. Caso de*

- estudio municipio de Cienfuegos. Consejos populares San Lázaro, Centro Histórico y Reina* (Tesis de pregrado). Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos.
- Cheon, A., & Urpelainen, J. (2010). Oil prices and energy technology innovation: an empirical analysis. *Global Environ Polit*, 22, 407-417.
- Correa Soto, J. (2011). *La Energía Solar una de las energías más importantes para la actualidad y el futuro*. Universidad de Cienfuegos, Cuba
- Correa Soto, J. (, 2011a). *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, Cienfuegos. Recuperado a partir de http://biblioteca.ucf.edu.cu/biblioteca/tesis/tesis-de-maestria/maestria-en-eficiencia-energetica/ano2011/Tesis_M%20Jenny%20Correa%20Soto.pdf/view.
- Correa Soto, J., & Cabello Eras, J. (2016). Gestión energética municipal. Una oportunidad para Cuba. *Ingeniería Energética en fase de revisión*.
- Correa Soto, J., & et al. (2014). Diseño y aplicación de un procedimiento para la planificación energética según la NC-ISO 50001:201. *Ingeniería Energética*, XXXV, (1), 38-47.
- Correa, J., & Mora, Y. (2012). *Mejora de la eficiencia energética en la empresa Cereales Cienfuegos. Eficiencia energética caso de estudio empresas cereales*. Alemania: Académica.
- CUPET. (2016). Resumen del combustible doméstico. Cienfuegos, Cuba
- Dupuy, Y., & Rolland, G. (1992). *Manual de Control de Gestión*. España: Ediciones Díaz de Santos S.A..
- Fernández, L. (2016). *Procedimiento para el diagnóstico energético en los municipios. Caso de estudio municipio de Cienfuegos. Consejos populares Pastorita, Pueblo Griffó y Paraíso* (Tesis de pregrado). Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos

- Fleming, P., & et al. (2004). Local and regional greenhouse gas management. *Energy Policy*, 32 (8), 761-771
- García, I. E. (2009). *Diseño de un sistema de monitoreo y control de la eficiencia energética en el municipio de Cienfuegos. (Tesis de Maestría)*. Universidad de Cienfuegos, Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente, Cienfuegos.
- García, J. (2006). Eficiencia energética a nivel local: Los planes de Optimización Energética Municipal (POES) en la provincia de Jaén. *SUMUNTÁN*, 23, 153-184.
- Genevieve, D., & et al. (2009). Community energy planning in Canada: The role of renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(11), 2088-2095.
- González García, A., & et al. (2006). La Red Nacional de Gestión del Conocimiento de Energía (REDENERG) y la Gestión del Capital Intelectual para la solución a los problemas energéticos en Cuba. *Cuarto Taller Internacional de Energía y Medio Ambiente*.
- González, A., & et al. (2013). Red Nacional de Gestión del Conocimiento de la Energía: espacio colaborativo para la solución de problemas vinculados con la gestión de la información de la energía en Cuba. *Ciencias de la Información*, 44(1).
- Huang, Z., Yu, H., Peng, Z., & Zhao, M. (2015). Methods and tools for community energy planning: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 1335-1348.
- Inver, J. (2009). "Municipal Energy Planning – Scope and Method Development". Dissertation no.1234. Department of Management and Engineering, Division for Environmental Technology and Management, Linköping Studies in Science and Technology. *Printed by LiU-tryck*.
- Jaccard, M., & et al. (1997). From equipment to infrastructure: community energy management and greenhouse gas emission reduction. *Energy Policy*, 25(13), 1065-1074.
- Koskimäki, P. (2012a). Africa could take a leap to energy efficiency: What lessons could Sub-

- Saharan countries learn from European energy efficiency policy implementation? *Energy for Sustainable Development*, 16, 189-196.
- Koskimäki, P. (2012b). Africa could take a leap to energy efficiency: What lessons could Sub-Saharan countries learn from European energy efficiency policy implementation?. *Energy for Sustainable Development*, 16, 189-196.
- Larson, E., Ross, M., & Williams, R. (, 34-41). Beyond the era of materials. *Sci Am*, 254(6)
- Lim, E. (2012). Smart Energy Management for Small Municipalities. *Strategic Energy Innovations*.
- Lin, G., & et al. (2010). An inexact two-stage stochastic energy systems planning model for managing greenhouse gas emission at a municipal level. *Energy*, 35, 2270-2280.
- Lloyd's Register. (2012). *Global Energy Management Systems ISO 50001*. Recuperado a partir de <http://www.pwc.com/mx/es/posteventos/archivo/2012-07-Foro-de-Gestion-Energetica-ISO-50001-2.pdf>. Libro
- López, J., & Fundora, P. (2011). Energía, medio ambiente y sociedad: Una experiencia interdisciplinaria en la montaña. *Universidad y Sociedad*, 3(3).
- Monteagudo Yanes, J., & et al. (2013). Sistema de gestión energética municipal. Caso Cienfuegos. Nueva empresa. *Revista Cubana de Gestión empresarial*, 9(3), 46-55.
- Nápoles, O. (2016). *Procedimiento para el diagnóstico energético en los municipios. Caso de estudio municipio de Cienfuegos. Consejos populares La Gloria, La Juanita y Juanita II* (Tesis de pregrado). Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos.
- NC-ISO 50001:2011. (s.f.). *2011 Sistemas de gestión de la energía - Requisitos con orientación para su uso. Norma Cubana NC-ISO 50001:2011*. La Habana, Cuba: Oficina Nacional de Normalización. 2012.
- NC-ISO 9001:2008. (2008). *Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos. Norma Cubana NC-*

- ISO 9001:2008*. La Habana, Cuba: Oficina Nacional de Normalización.
- Neves, A., & Leal, V. (2010). Energy sustainability indicators for local energy planning: Review of current practices and derivation of a new framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *14*, 2723-2735.
- Nie, H., & Kemp, R. (2013). Why did energy intensity fluctuate during 2000–2009? A combination of index decomposition analysis and structural decomposition analysis. *Energy for Sustainable Development*, *17*, 482-488.
- Oficina Nacional de Estadística e Información ONEI. (2015). *Oficina Nacional de Estadística e Información República de Cuba. Anuario Estadístico de Cuba 2014*. Recuperado a partir de <http://www.onei.cu>. Libro
- Oficina Nacional de Estadística e Información ONEI. (2014). Oficina Nacional de Estadística e Información República de Cuba. Informe Nacional de censo, población y vivienda 2012. Recuperado a partir de <http://www.onei.cu>. Documento
- Oficina Nacional de Estadística e Información ONEI. (2016). *Oficina Nacional de Estadística e Información República de Cuba. Anuario Estadístico de Cuba 2015*. Cienfuegos. Recuperado a partir de <http://www.onei.cu>. Libro
- Oficina Nacional de Uso Racional de la Energía ONURE. (2016). Resumen del diesel y la electricidad.
- Páez, A. (2009). *Sostenibilidad urbana y transición energética: Un desafío institucional*. (Tesis Doctoral). Universidad Nacional Autónoma de México. México
- Recalde, M., & Ramos-Martin, J. (2012). Going beyond energy intensity to understand the energy metabolism of nations: the case of Argentina. *Energy*, *37*(1), pp-122-32.
- Recalde, M., Guzowski, C., & Zilo, M. (2014). Are modern economies following a sustainable energy consumption path? *Energy for Sustainable Development*, *19*, 151-161.

- Rodríguez, S. (2016). *Procedimiento para el diagnóstico energético en los municipios. Caso de estudio municipio de Cienfuegos. Consejos populares Punta Gorda y Junco Sur* (Tesis de pregrado). Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos.
- Rojas, R. (2014). Energía en Cuba: iniciativa local y gestión no estatal para fuentes renovables. *Progreso Semanal*. Recuperado de <http://progresosemanal.us/20140728/fuentes-renovables-de-energia/>.
- Sawaengsak, W., Silalertruksa, T., Bangviwat, A., & Gheewala, S. (2014). Life cycle cost of biodiesel production from microalgae in Thailand. *Energy for Sustainable Development*, 18, 67-74.
- Sovacool, B. (2012). The political economy of energy poverty: A review of key challenges. *Energy for Sustainable Development*, 16, 272-282.
- Sperling, K., & et al. (2011). Centralization and decentralization in strategic municipal energy planning in Denmark. *Energy Policy*, 39, 1338-1351.
- Sundberg, G., & Karlsson, B. (2000). Interaction effects in optimizing a municipal energy system. *Energy*, 25, pp- 877-891.
- Valkila, N., & Saari, A. (2013). Attitude-behaviour gap in energy issues: Case study of three different Finnish residential areas. *Energy for Sustainable Development*, 17, 24-34.
- Wene, C., & Rydén, B. (1988). A comprehensive energy model in the municipal energy planning process. *European Journal of Operational Research*.
- Wilson, E., & et al. (2008). Implementing energy efficiency: Challenges and opportunities for rural electric co-operatives and small municipal utilities. *Energy Policy*, 36(14).
- Wohlgemuth, N. (1999). Cost benefit indicators associated with the integration of alternative energy sources: a systems approach for Carinthia, Austria. *Renewable Energy*, 16, 1147-1150.

Zhu, Y., & et al. (2011). An interval full-infinite mixed-integer programming method for planning municipal energy systems – A case study of Beijing. *Applied Energy*, 88, 2846-2862.

Anexos



Anexos

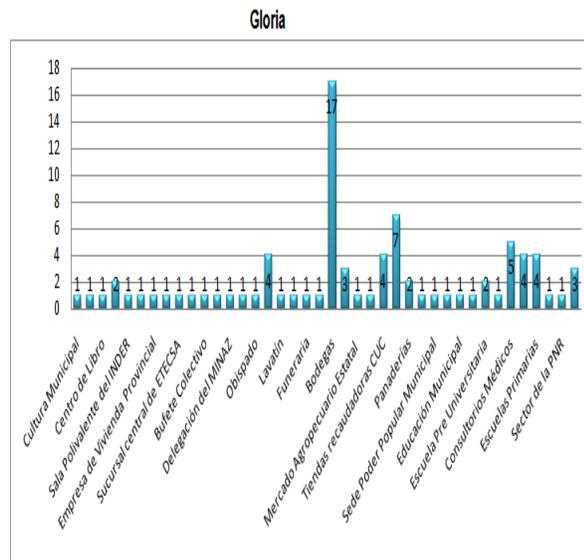
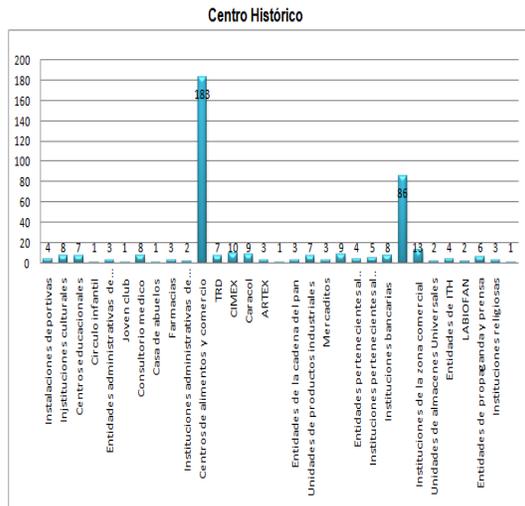
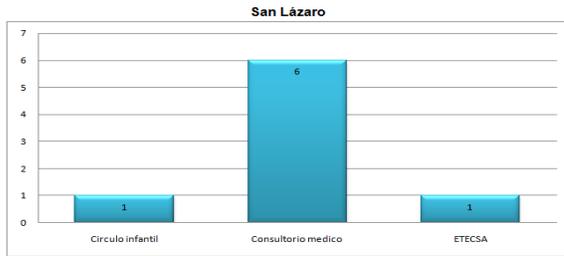
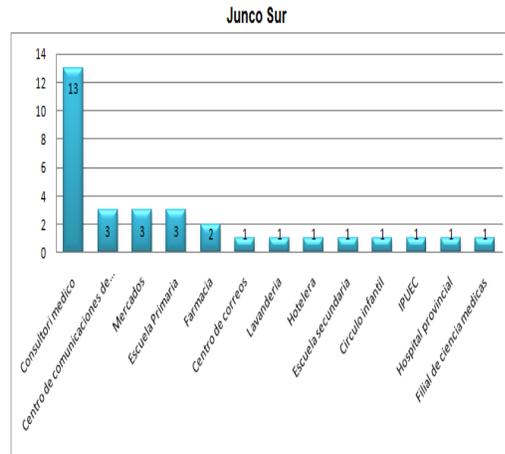
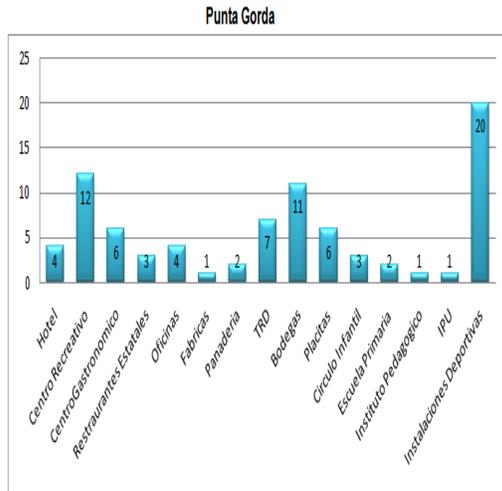
Anexo 1: Población por Consejos Populares del municipio de Cienfuegos. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en el diagnóstico realizado por Aureliano, 2016; Ávila, 2016; Cantero, 2016; Fernández, 2016; Nápoles, 2016; Rodríguez, 2016.

Consejos Populares	Masculino	Femenino	Total
Caonao	5376	5596	10972
Pepito Tey	2172	2250	4412
Guaos	1922	2000	3922
Junco Sur	6802	7016	13818
Punta Gorda	7055	7413	14468
Centro Histórico	5586	7550	13136
San Lázaro	4957	5081	10038
Reina	5702	4840	10542
Pueblo Griffó	5896	6517	12413
Paraiso	4728	4895	9623
Pastorita-Obourke	7147	6349	13496
Rancho Luna	2157	1815	3972
Castillo-CEN	5143	4879	10016
Buena Vista	5648	5056	10704
Tulipán	4615	4696	9611
La Barrera	1750	1974	3724
La Gloria	5623	6318	11940
La Juanita	6150	6814	12964
Juanita II	4282	4713	8996

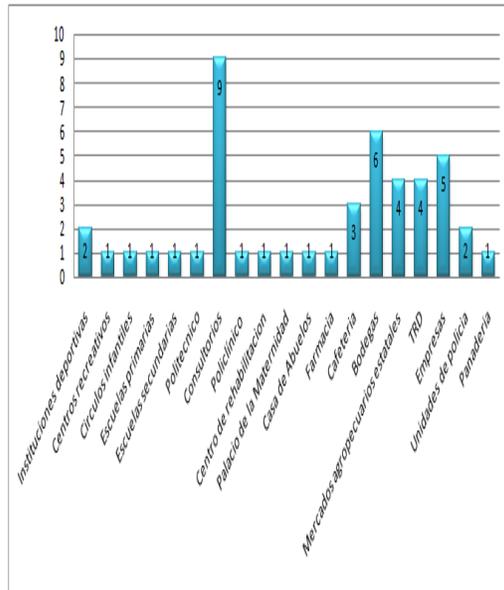
Anexo 2: Objetivos industriales, económicos y sociales del municipio de Cienfuegos por CP.

Fuente: Elaboración propia.

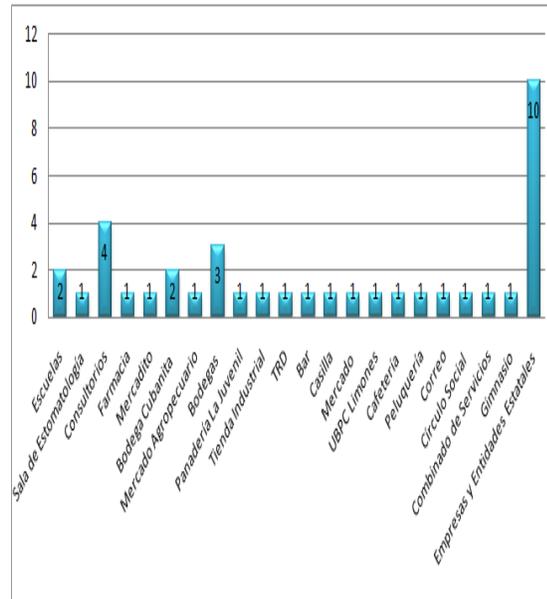
Hoja 1 de 4



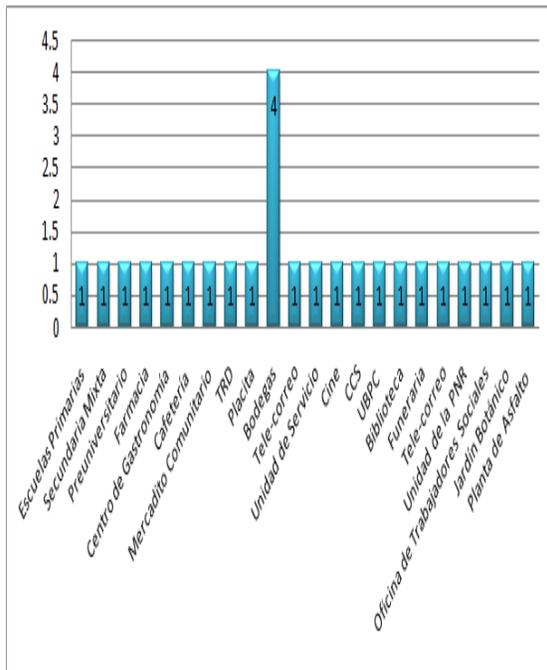
Reina



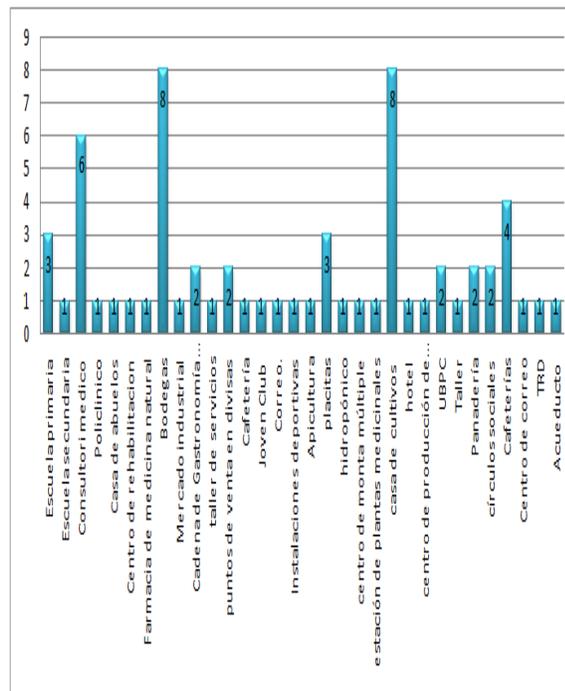
Guaos



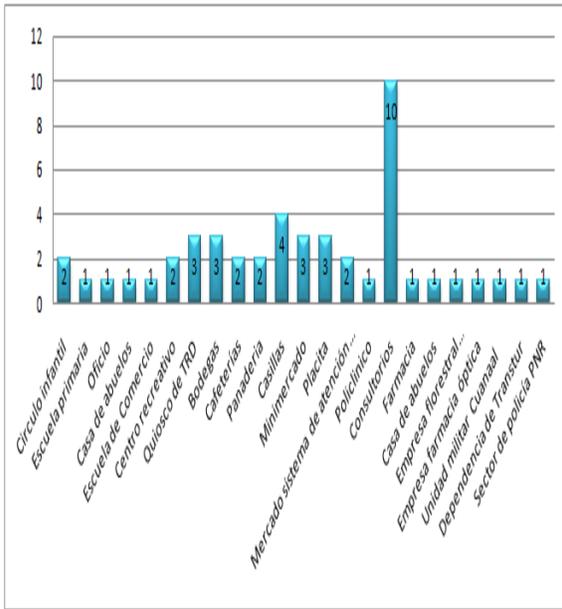
Pepito Tey



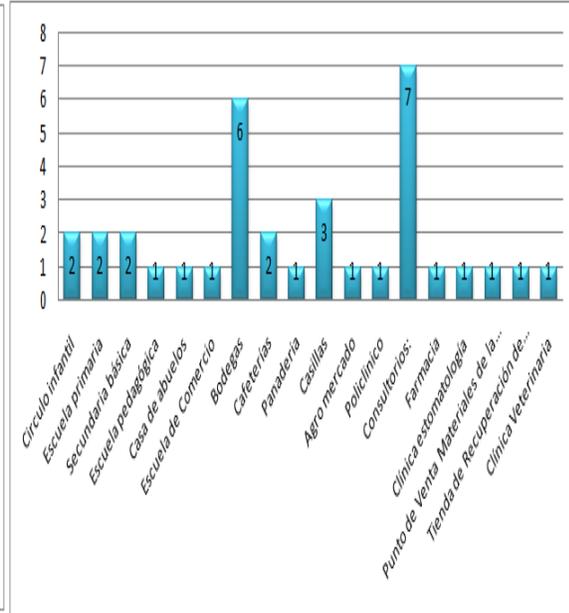
Caonao



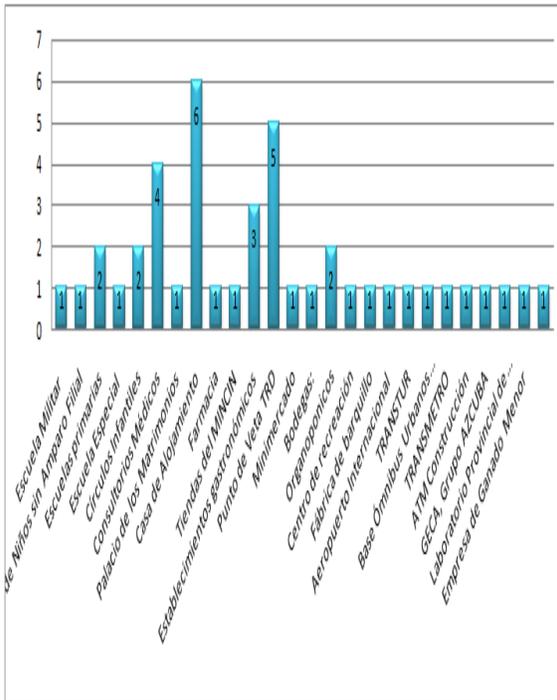
La Barrera



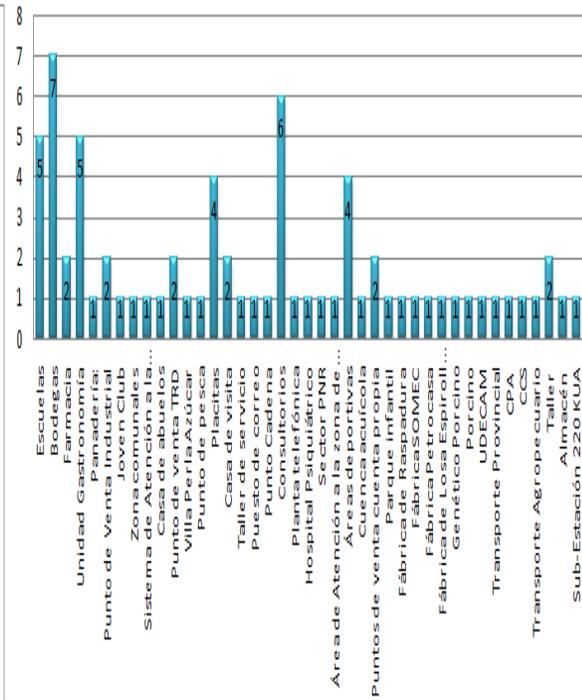
Tulipán

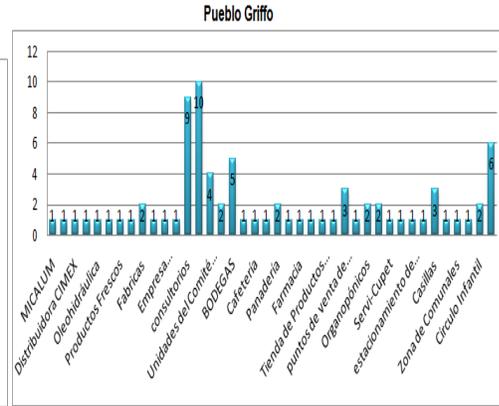
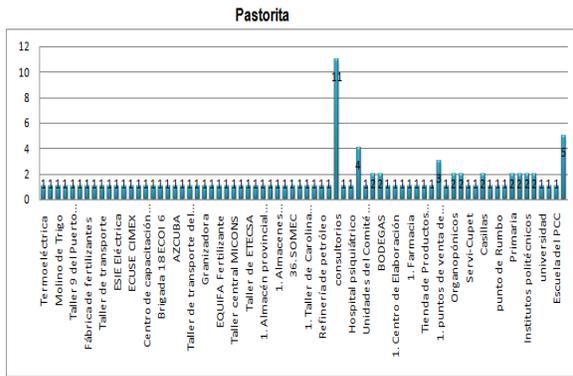


Buena Vista- La esperanza

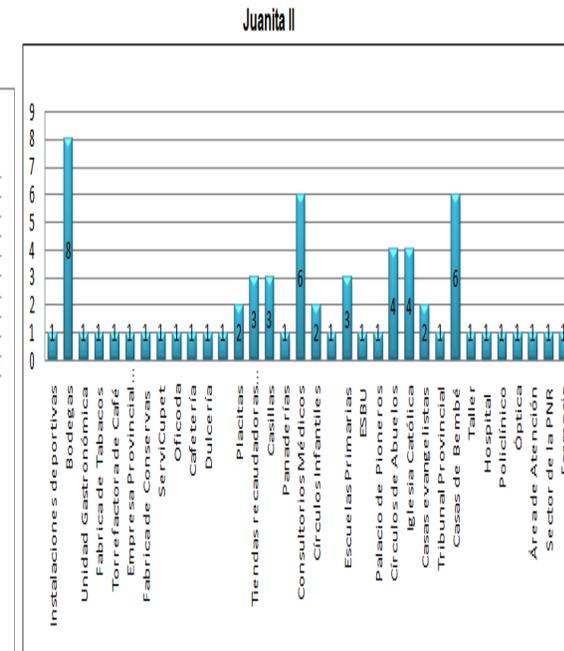
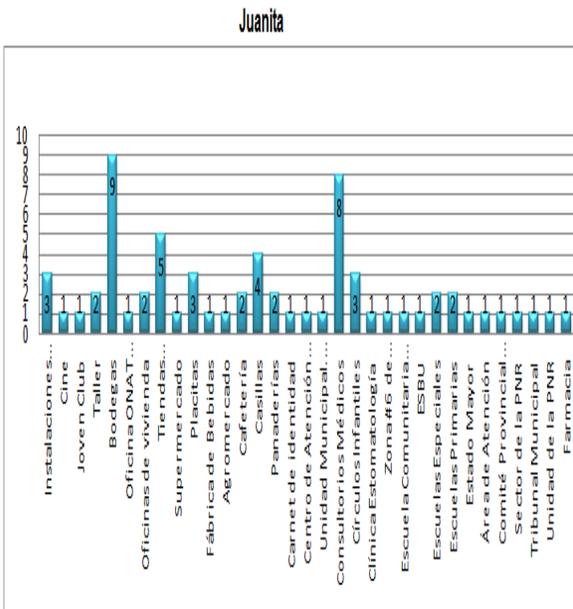


Paraíso

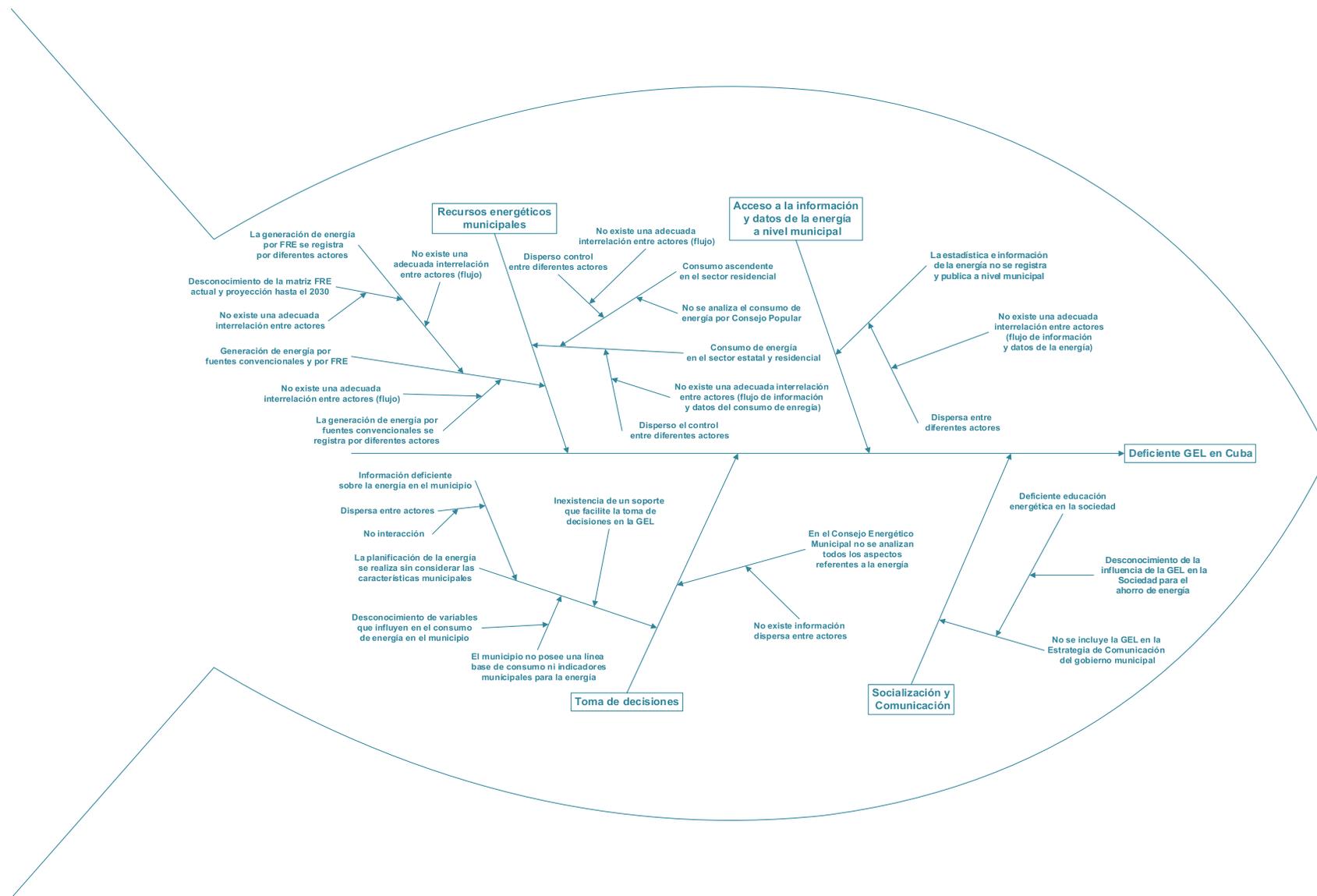




Hoja 4 de 4



Anexo 3: Diagrama Causa-Efecto de la GEL en Cuba. Fuente: Elaboración propia



Anexo 4: Plan de mejora para la gestión energética de los gobiernos locales en CubaFuente: Elaboración propia.

Oportunidad de Mejora: Diagnostico energético del municipio.

Meta: Proporcionar al gobierno local de Cienfuegos datos e información del consumo de portadores energéticos a nivel municipal.

Responsable General: Grupo de Trabajo

QUÉ	QUIÉN	CÓMO	POR QUÉ	DÓNDE	CUÁNDO	CUÁNTO
Estudio del procedimiento para el diagnóstico energético municipal en Cuba	Grupo de trabajo	Revisión del procedimiento y debate	Preparar al grupo de trabajo para aplicar el procedimiento	Universidad y Poder Popular Municipal (PPM)	Junio- Julio- Septiembre/ 2016	tressesiones de trabajo
Determinar el consumo de electricidad municipal para el sector estatal y los demás portadores energéticos sector residencial	Grupo de trabajo	Concertación de actores a través de los parámetros de entrada del diagnóstico energético municipal en Cuba	Para medir el desempeño de la GEL	Universidad y PMM	Junio- Diciembre/2016	7 meses
Determinación del consumo	Grupo de trabajo	Sesión de trabajo del Grupo, revisión de documento y entrevistas (estructuradas o no)	Medición del desempeño de la GEL en el municipio	Universidad, PPM y organizaciones identificadas	Octubre- Mayo/2016	8 meses
Aplicación del procedimiento	Grupo de trabajo	Trabajo en campo, búsqueda	Evaluar al municipio en cuanto a la	Universidad, Gobierno	Marzo-Junio/2017	4 meses

para el diagnóstico energético en los municipios en Cuba en el municipio de Cienfuegos		de información, sesiones de trabajo con actores, CAM, AMPP, procesamiento de información de generación y consumo de energía	gestión energética local	Municipal y Diversos actores		
Propuesta de la matriz fuentes convencionales 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 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 5: Comparación de Distribuciones Alternas para Cementos kWh

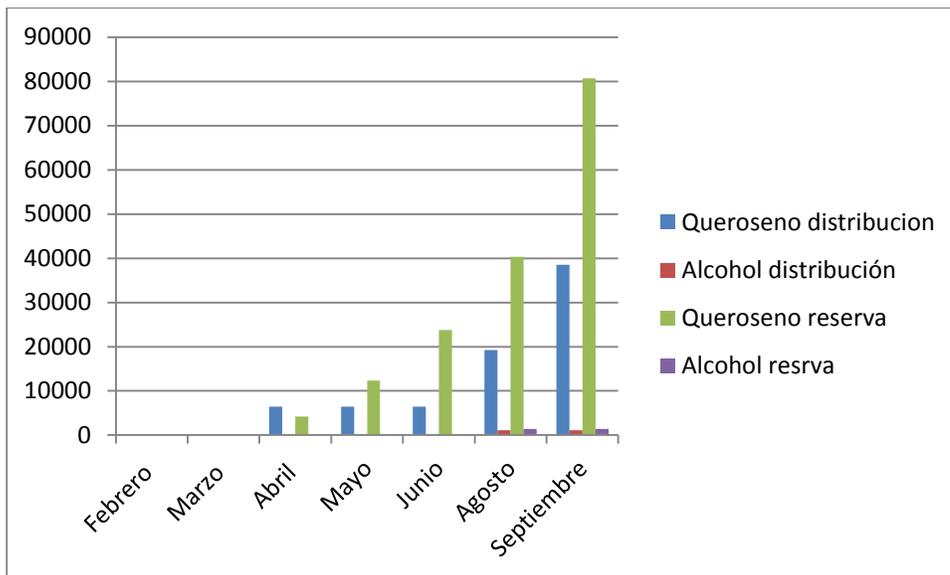
<i>Distribución</i>	<i>Parámetros Est.</i>	<i>Log Verosimilitud</i>	<i>KS D</i>
Birnbaum-Saunders	2	-350,409	0,292688
Gamma	2	-357,128	0,252302
Weibull	2	-358,568	0,267121
Loglogística	2	-361,265	0,264777
Gaussiana Inversa	2	-362,946	0,441443
Uniforme	2	-370,348	0,429195
Exponencial	1	-370,409	0,414365
Valor Extremo Más Grande	2	-378,927	0,282304
Normal	2	-379,592	0,270594
Valor Extremo Más Chico	2	-380,628	0,258517
Logística	2	-381,043	0,258157
Laplace	2	-384,493	0,279828
Pareto	1	-386,276	0,527215
Lognormal	2	-4,2E10	0,283602

Anexo 6 Comparación de Distribuciones Alternas Refinería kWh

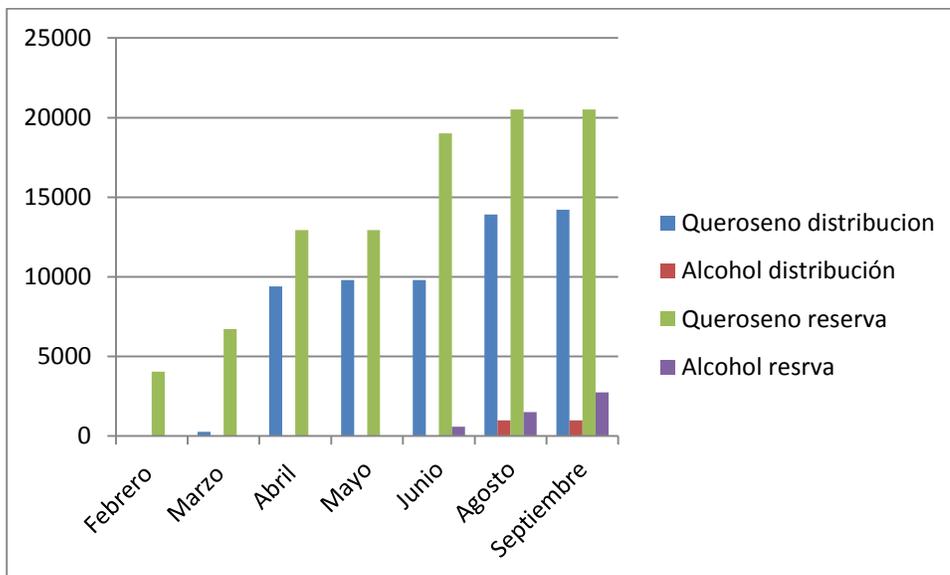
<i>Distribución</i>	<i>Parámetros Est.</i>	<i>Log Verosimilitud</i>	<i>KS D</i>
Weibull	2	-615,502	0,147684
Valor Extremo Más Grande	2	-615,523	0,134405
Laplace	2	-615,625	0,117103
Gamma	2	-616,486	0,160556
Logística	2	-616,891	0,114546
Loglogística	2	-619,473	0,170593
Normal	2	-619,875	0,183789
Exponencial	1	-620,621	0,240769
Lognormal	2	-622,616	0,208574
Uniforme	2	-623,162	0,440241
Birnbaum-Saunders	2	-625,659	0,293765
Gaussiana Inversa	2	-629,247	0,308849
Valor Extremo Más Chico	2	-630,859	0,256615
Pareto	1	-717,759	0,542038

Anexo 7 Comparación de Distribuciones Alternas Molino de Trigo kWh

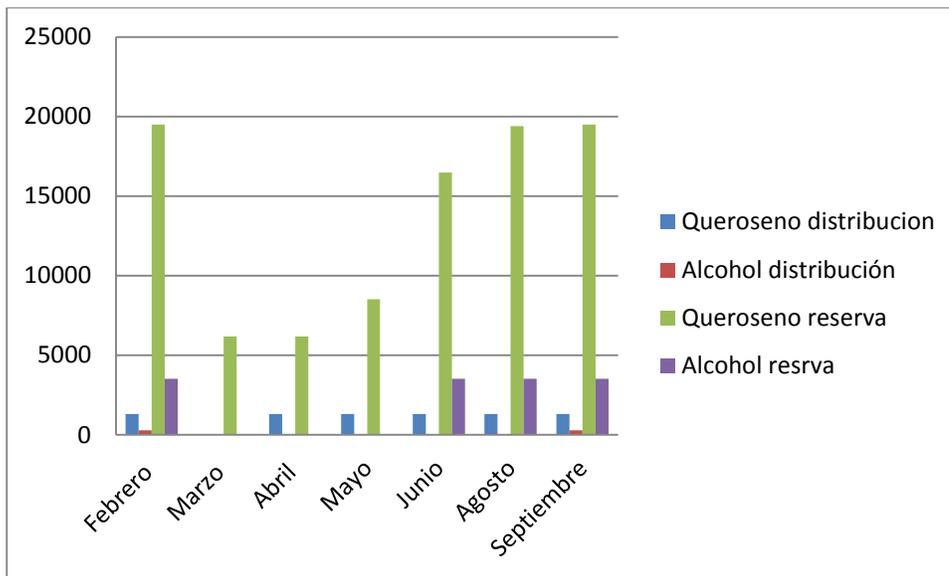
<i>Distribución</i>	<i>Parámetros Est.</i>	<i>Log Verosimilitud</i>	<i>KS D</i>
Uniforme	2	-323,441	0,441678
Birnbaum-Saunders	2	-331,361	0,309225
Gaussiana Inversa	2	-332,37	0,331131
Weibull	2	-333,092	0,313072
Gamma	2	-333,14	0,304811
Exponencial	1	-333,18	0,288945
Lognormal	2	-333,642	0,30355
Loglogística	2	-335,381	0,290406
Valor Extremo Más Chico	2	-337,142	0,32545
Normal	2	-337,428	0,31401
Valor Extremo Más Grande	2	-337,478	0,314115
Logística	2	-339,151	0,305594
Laplace	2	-342,925	0,380637
Pareto	1	-379,886	0,590095



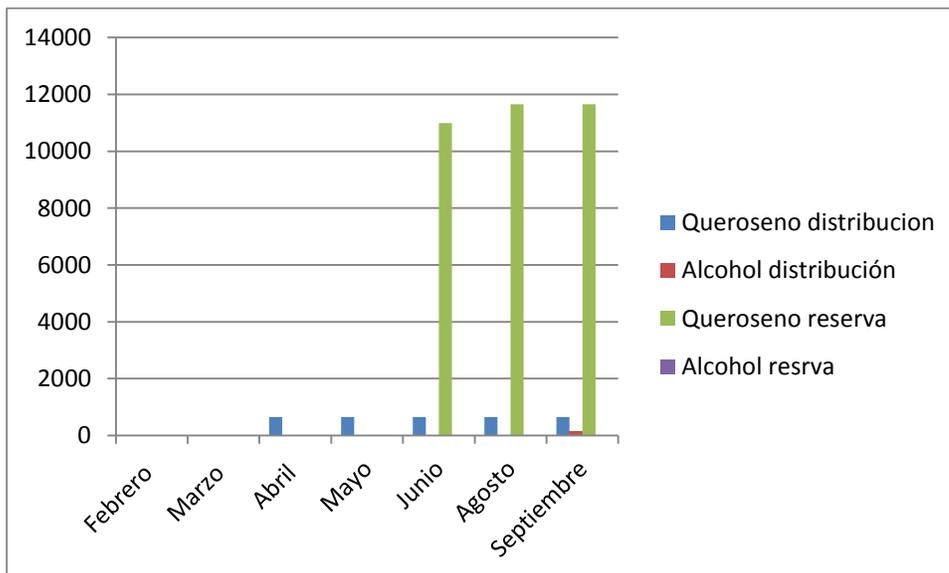
Distribución y reserva de alcohol y queroseno en el consejo popular La Barrera en el año 2016. **Fuente:**Elaboración propia.



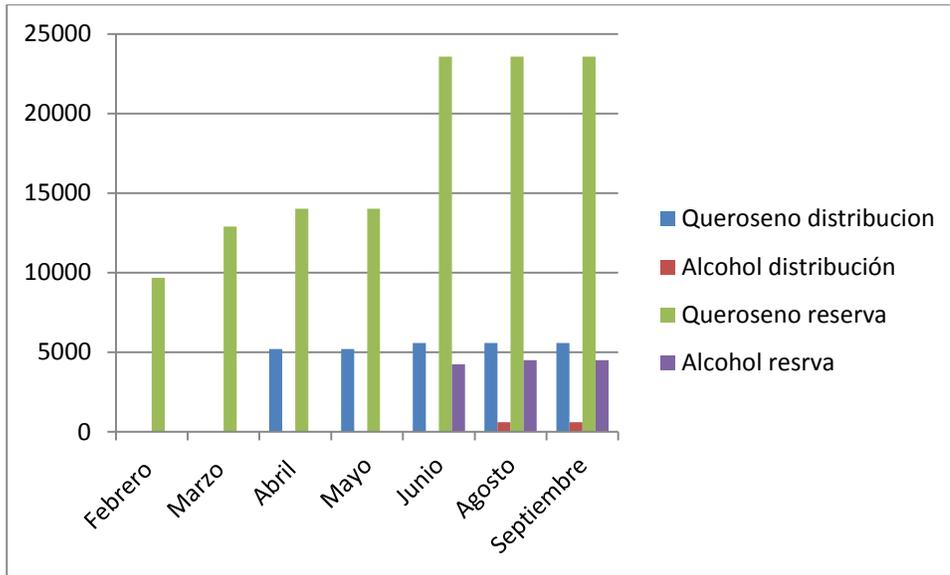
Distribución y reserva de alcohol y queroseno en el consejo popular Buena Vista en el año 2016. **Fuente:** Elaboración propia.



Distribución y reserva de alcohol y queroseno en el consejo popular Centro Histórico en el año 2016. **Fuente:** Elaboración propia.

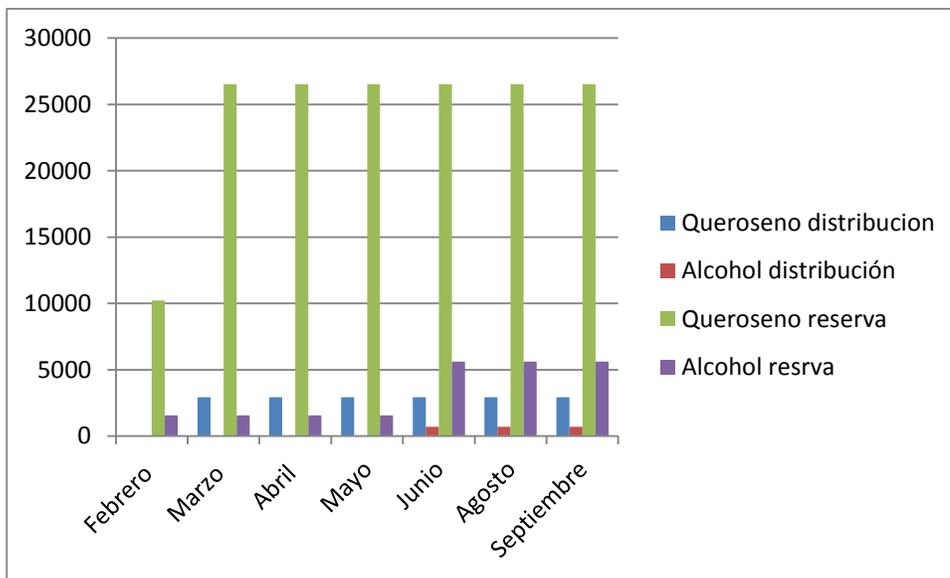


Distribución y reserva de alcohol y queroseno en el consejo popular Reina en el año 2016. **Fuente:** Elaboración propia.



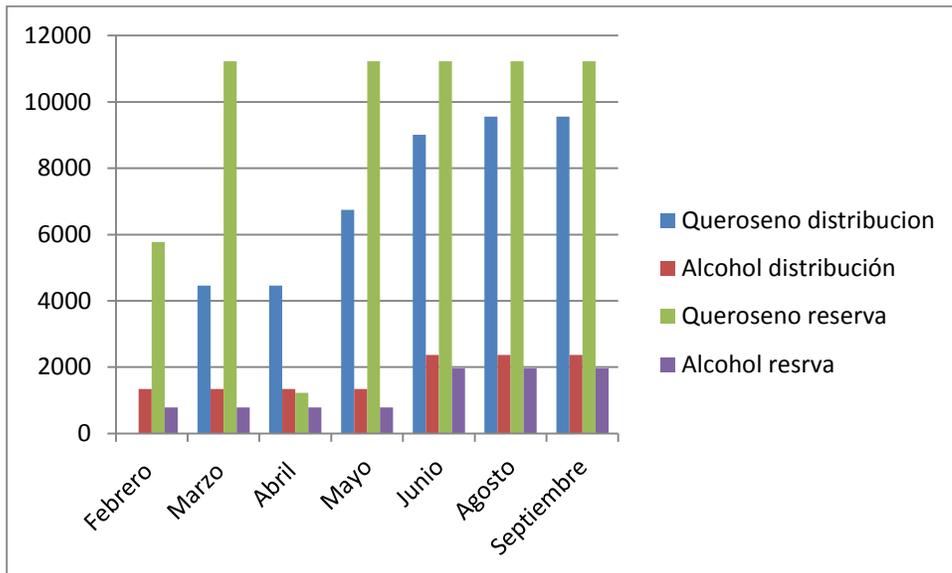
Distribución y reserva de alcohol y queroseno en el consejo popular Caonao en el año 2016.

Fuente: Elaboración propia.

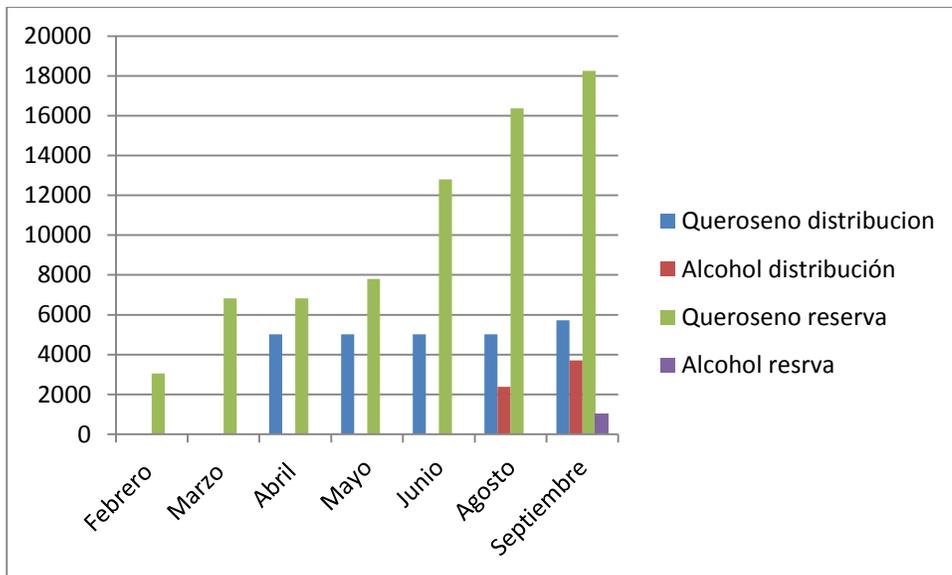


Distribución y reserva de alcohol y queroseno en el CP Castillo- CEN en el año 2016.

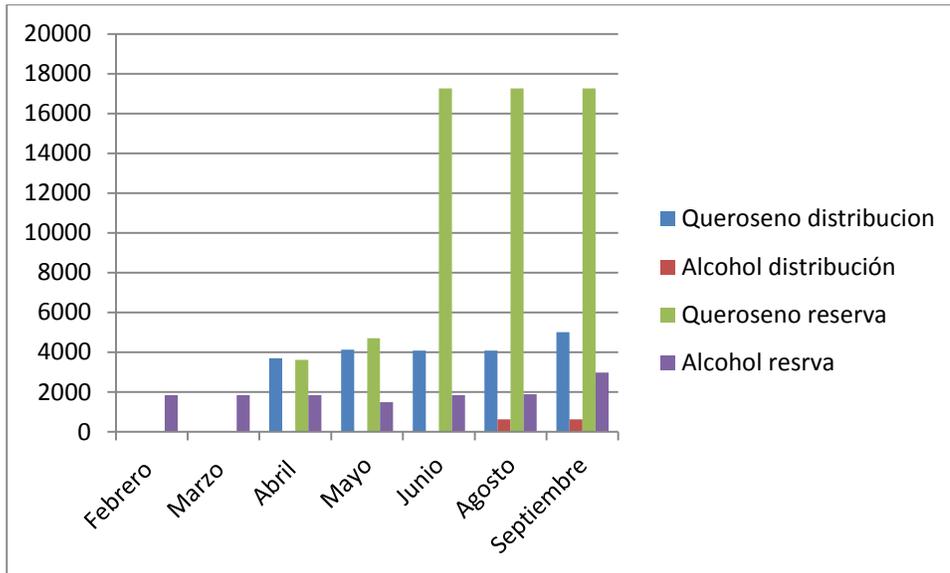
Fuente: Elaboración propia.



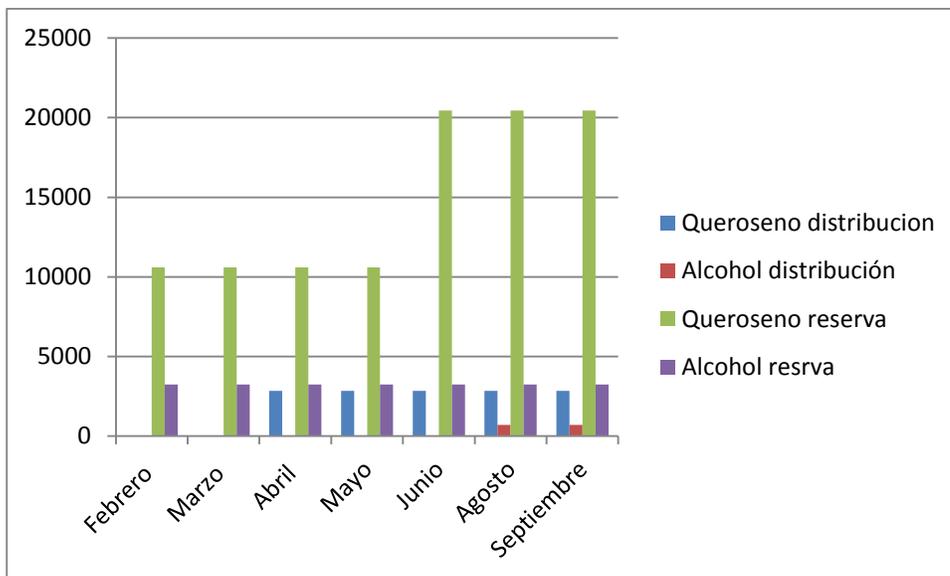
Distribución y reserva de alcohol y queroseno en el CP Guaos en el año 2016. **Fuente:** Elaboración propia.



Distribución y reserva de alcohol y queroseno en el CP Juanita I en el año 2016. **Fuente:** Elaboración propia.

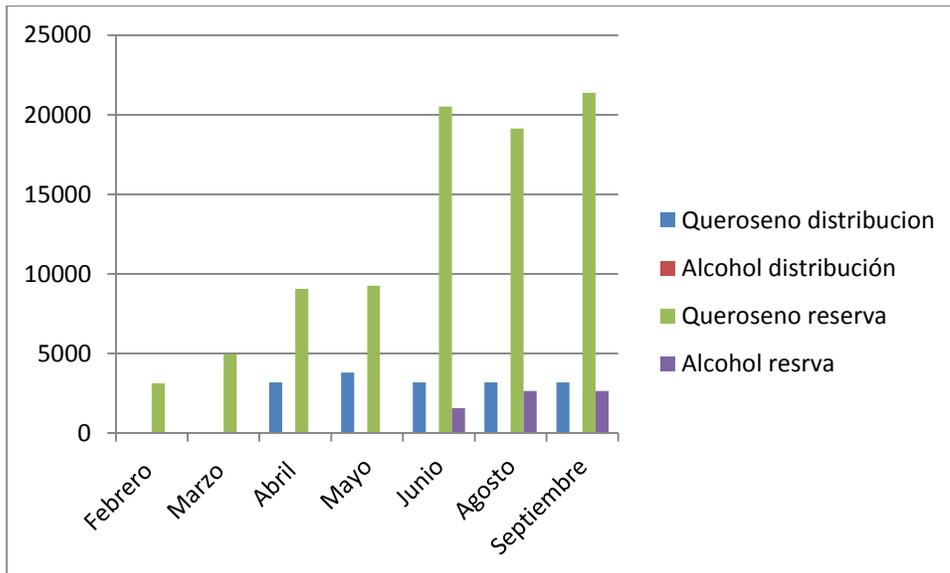


Distribución y reserva de alcohol y queroseno en el CP Juanita II en el año 2016. **Fuente:** Elaboración propia.

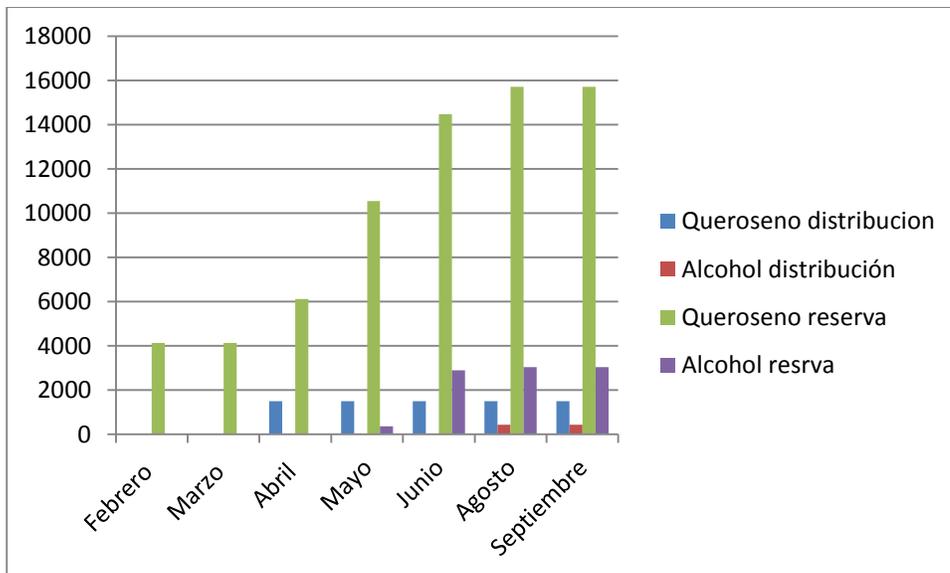


Distribución y reserva de alcohol y queroseno en el CP Junco Sur en el año 2016. **Fuente:** Elaboración propia.

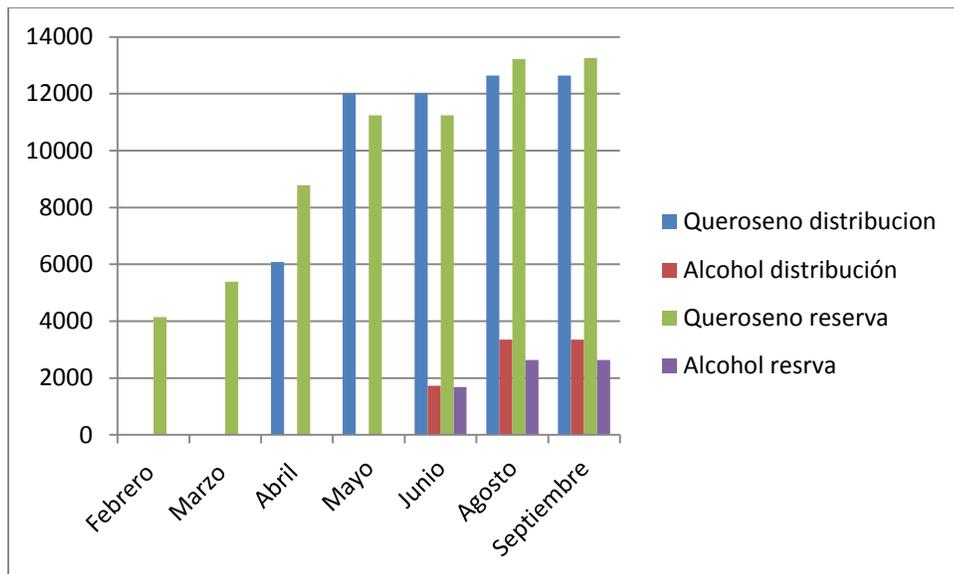
Hoja 6 de 10



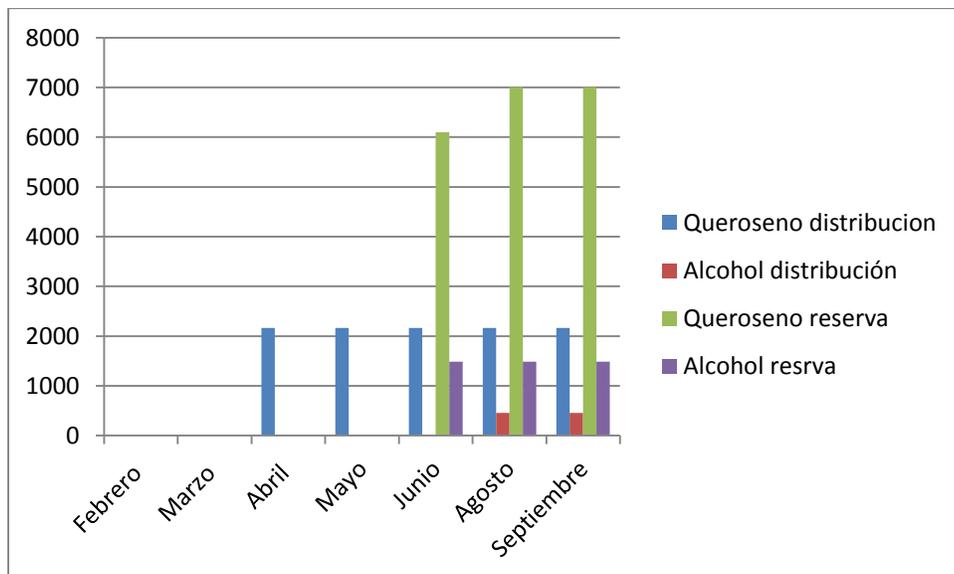
Distribución y reserva de alcohol y queroseno en el CP Gloria en el año 2016. **Fuente:** Elaboración propia.



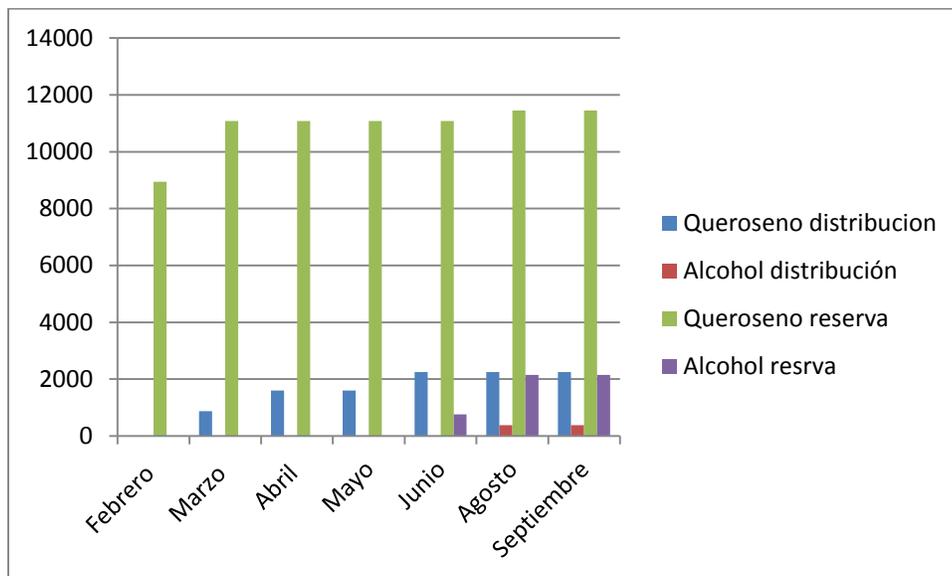
Distribución y reserva de alcohol y queroseno en el CP Pueblo Griffo en el año 2016. **Fuente:** Elaboración propia.



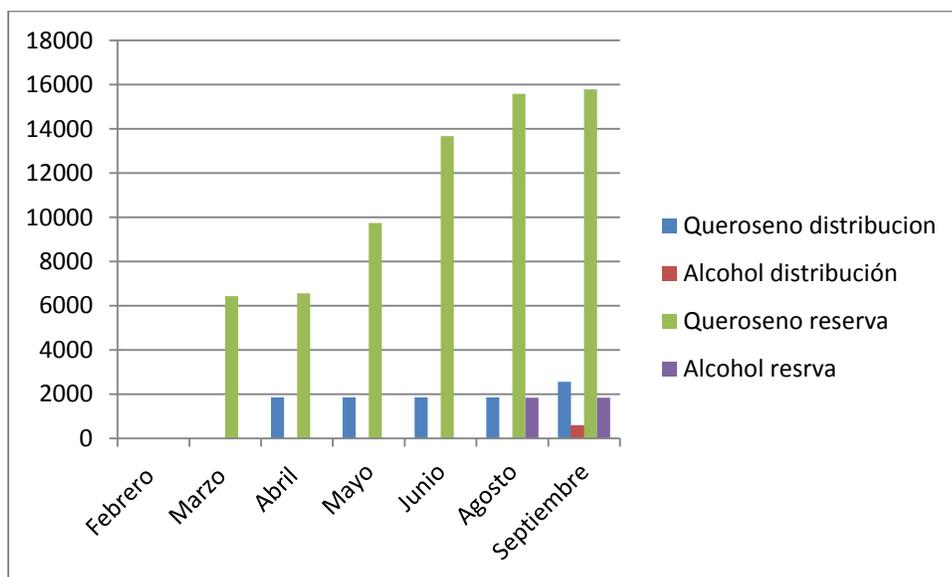
Distribución y reserva de alcohol y queroseno en el CP Paraíso en el año 2016. **Fuente:** Elaboración propia.



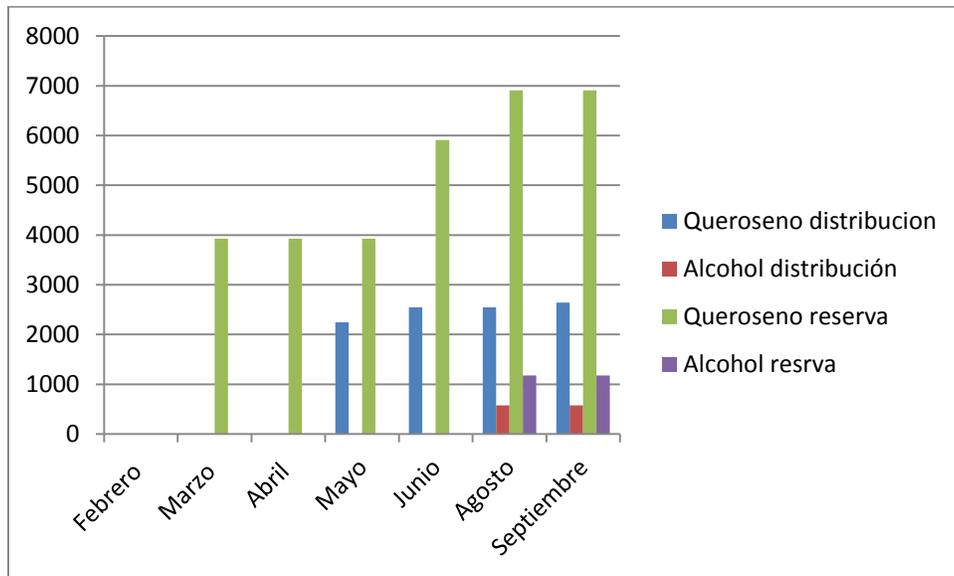
Distribución y reserva de alcohol y queroseno en el CP Pastorita en el año 2016. **Fuente:** Elaboración propia.



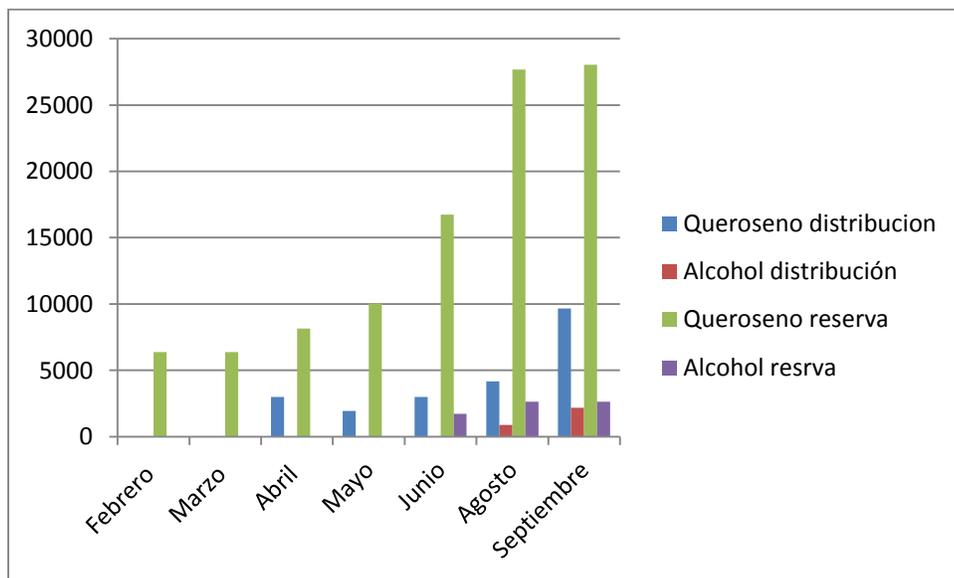
Distribución y reserva de alcohol y queroseno en el CP Pepito Tey en el año 2016. **Fuente:** Elaboración propia.



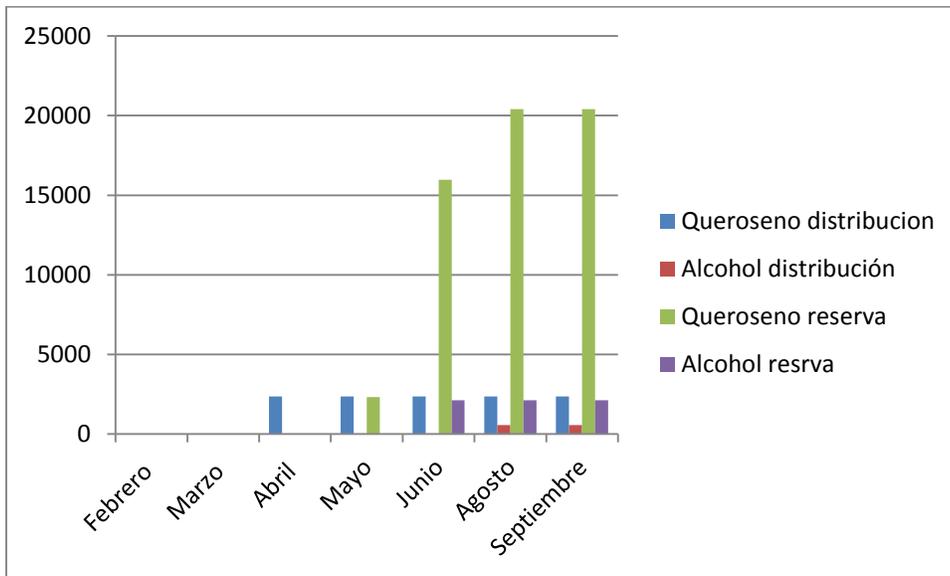
Distribución y reserva de alcohol y queroseno en el CP Punta Gorda en el año 2016. **Fuente:** Elaboración propia.



Distribución y reserva de alcohol y queroseno en el CP Rancho Luna en el año 2016. **Fuente:** Elaboración propia.



Distribución y reserva de alcohol y queroseno en el CP San Lázaro en el año 2016. **Fuente:** Elaboración propia.



Distribución y reserva de alcohol y queroseno en el CP Tulipán en el año 2016. **Fuente:** Elaboración propia.

Anexo 9: Gráficos de variabilidad para el queroseno y el alcohol por CP

La Barrera

Gráfico de Caja y Bigotes

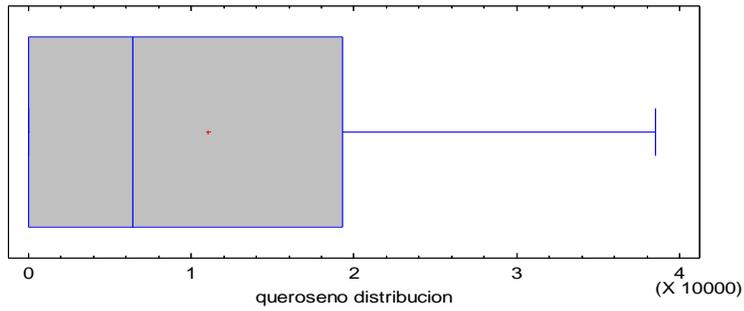
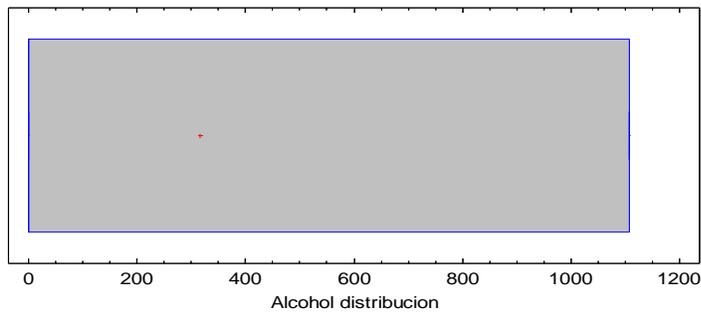


Gráfico de Caja y Bigotes



Buena Vista

Gráfico de Caja y Bigotes

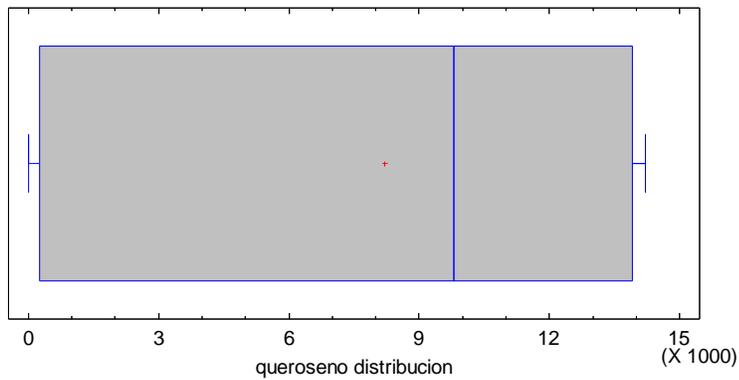
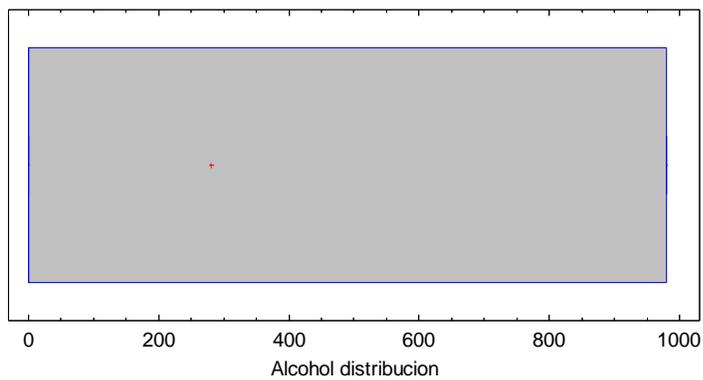


Gráfico de Caja y Bigotes



C-Histórico

Gráfico de Caja y Bigotes

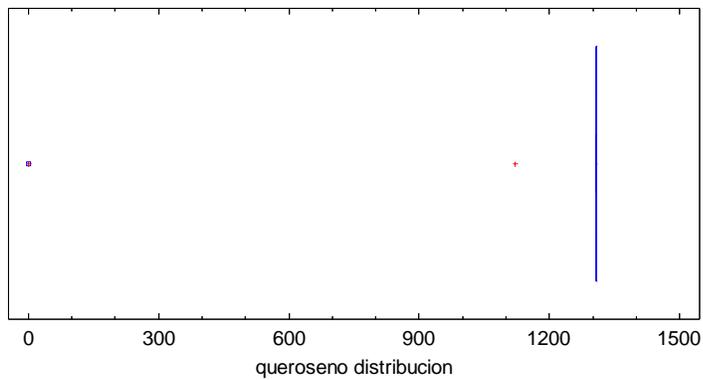


Gráfico de Caja y Bigotes

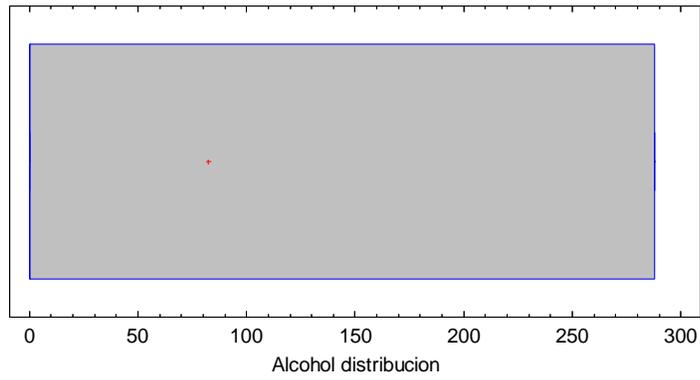
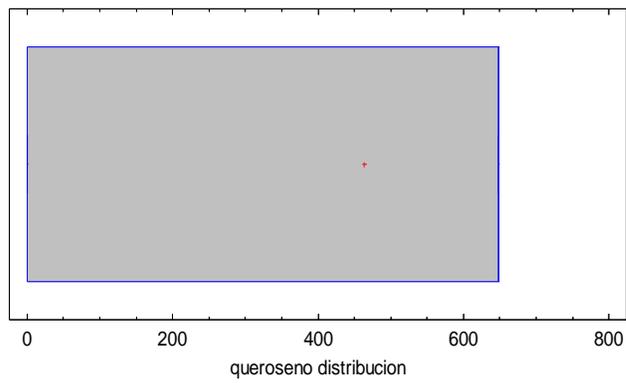
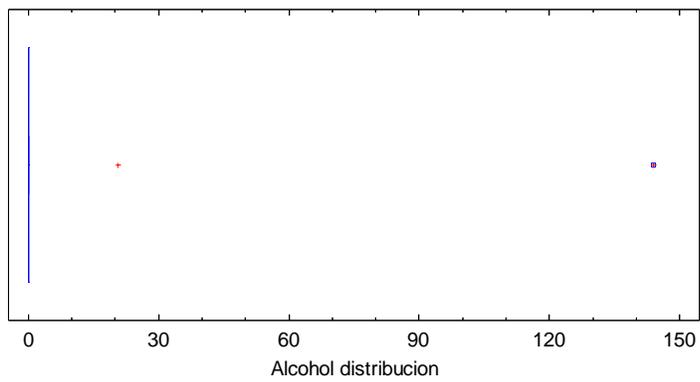


Gráfico de Caja y Bigotes



Reina

Gráfico de Caja y Bigotes



Caonao

Gráfico de Caja y Bigotes

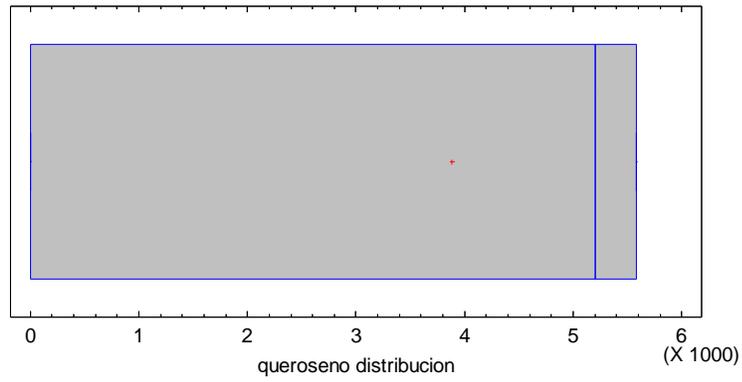


Gráfico de Caja y Bigotes

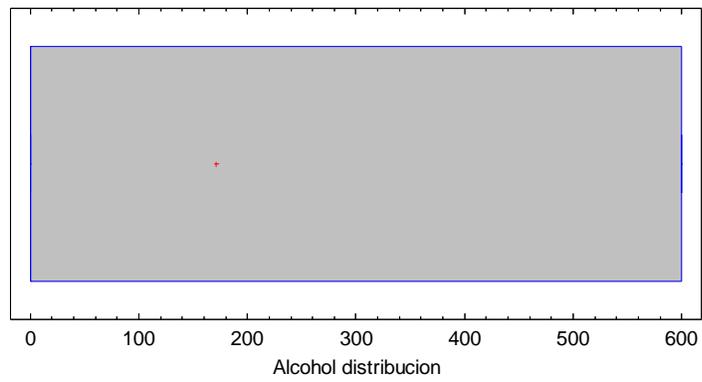


Gráfico de Caja y Bigotes

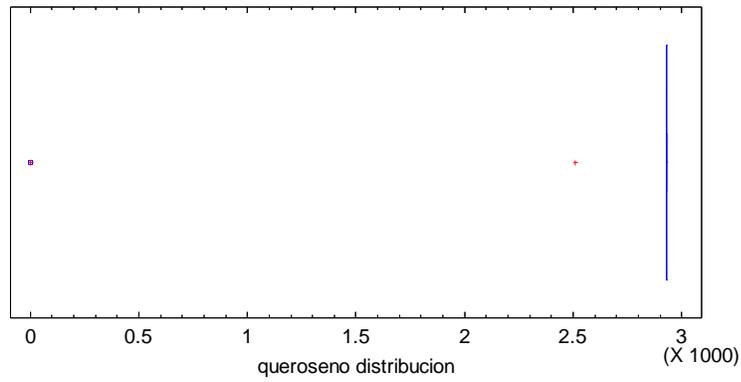
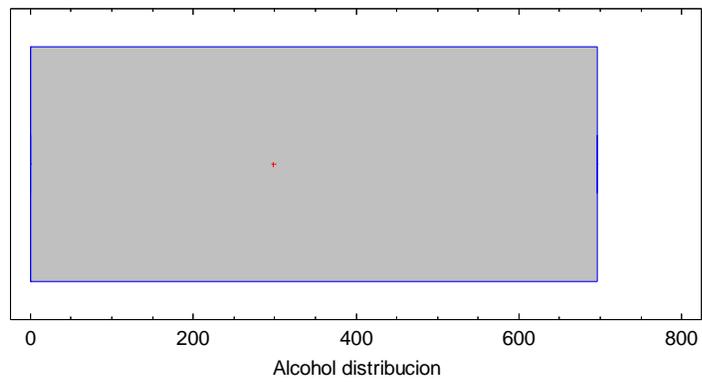


Gráfico de Caja y Bigotes



Guaos

Gráfico de Caja y Bigotes

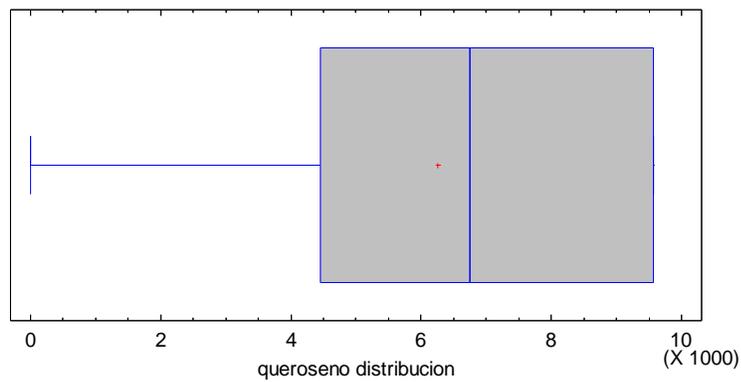
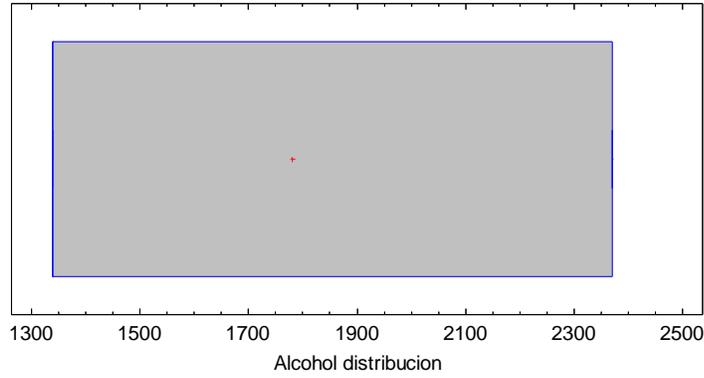


Gráfico de Caja y Bigotes



Juanita I

Gráfico de Caja y Bigotes

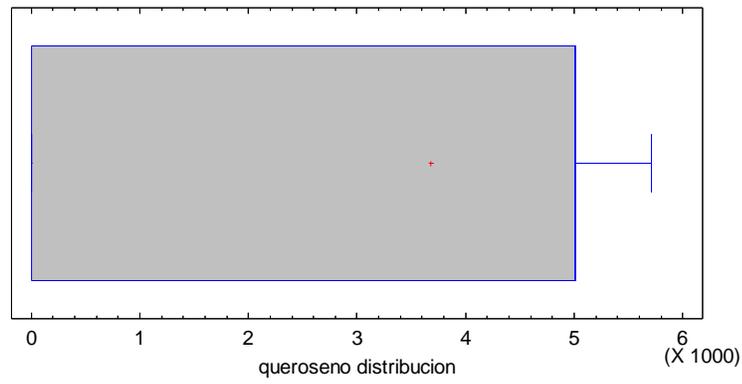
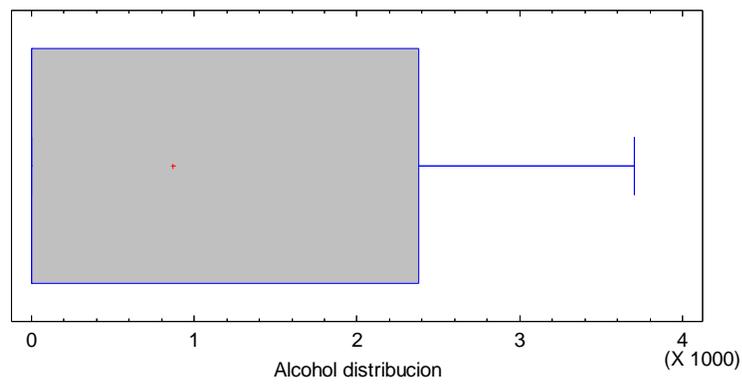


Gráfico de Caja y Bigotes



Juanita II

Gráfico de Caja y Bigotes

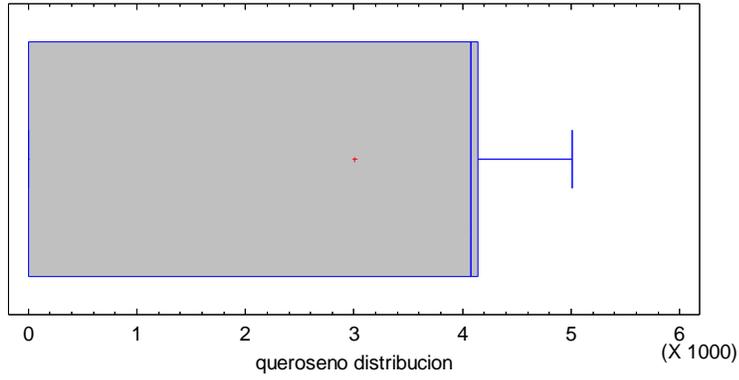
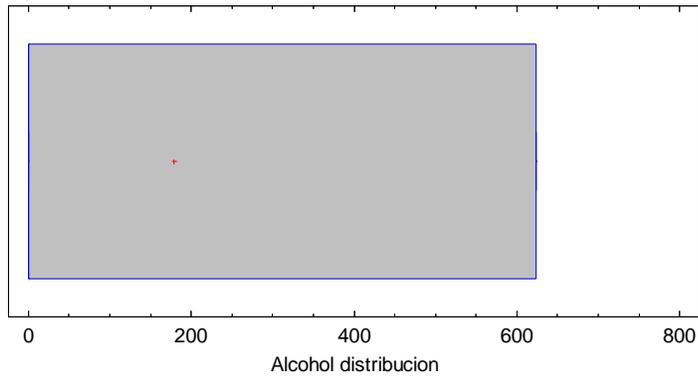


Gráfico de Caja y Bigotes



Junco sur

Gráfico de Caja y Bigotes

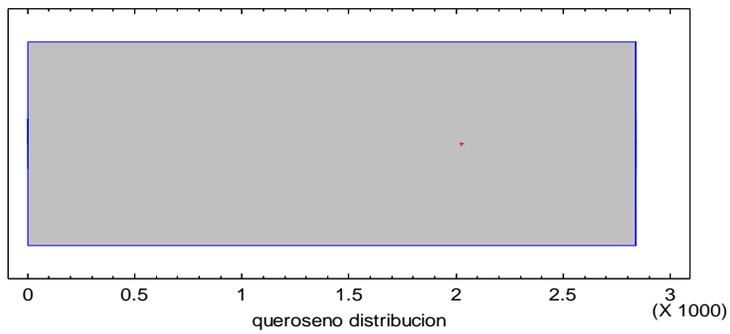
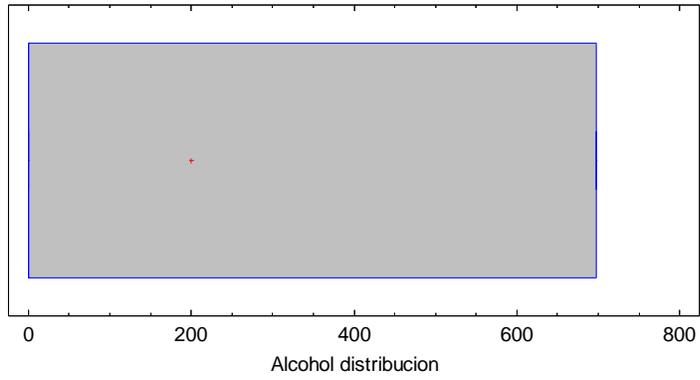
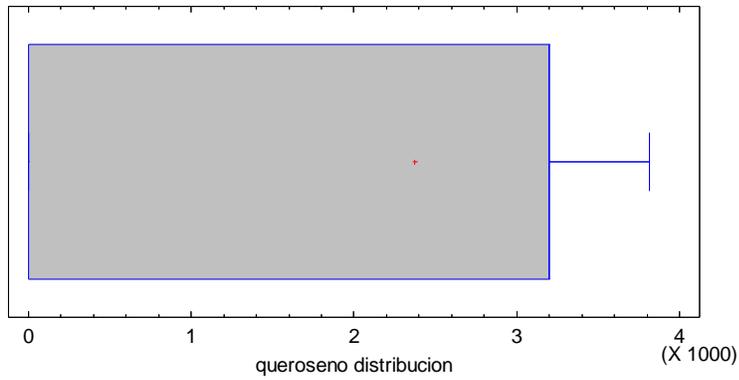


Gráfico de Caja y Bigotes



Gloria

Gráfico de Caja y Bigotes



Pueblo Griffo

Gráfico de Caja y Bigotes

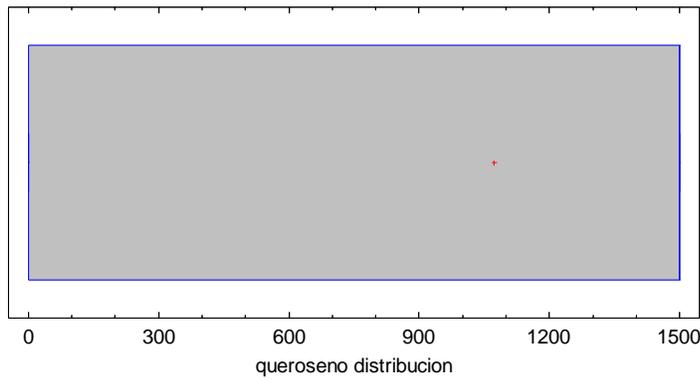
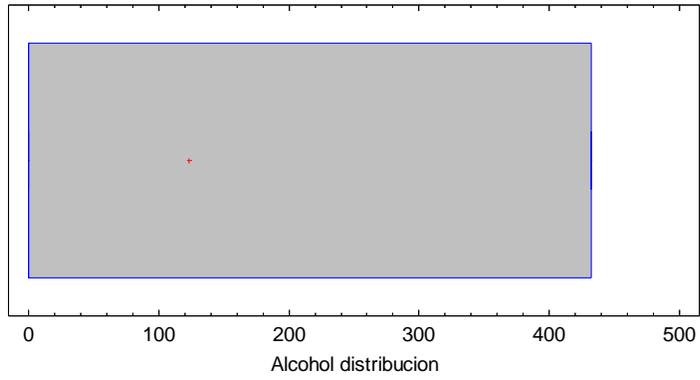


Gráfico de Caja y Bigotes



Paraíso

Gráfico de Caja y Bigotes

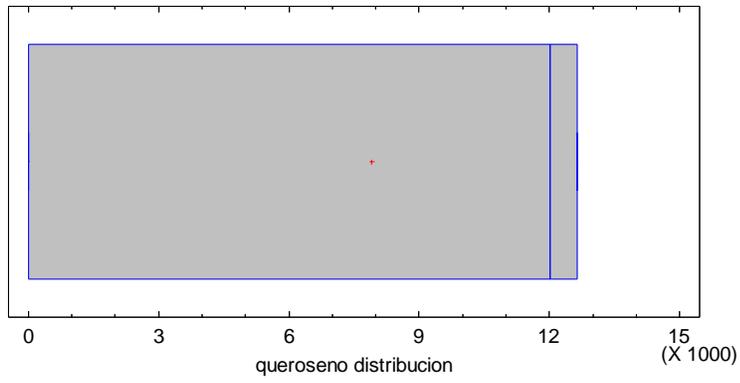
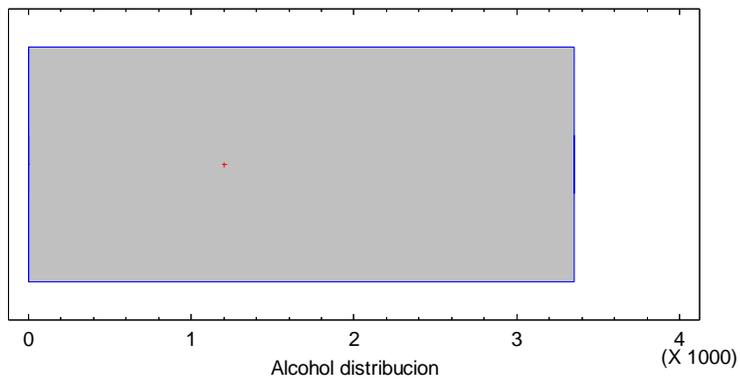


Gráfico de Caja y Bigotes



Pastorita

Gráfico de Caja y Bigotes

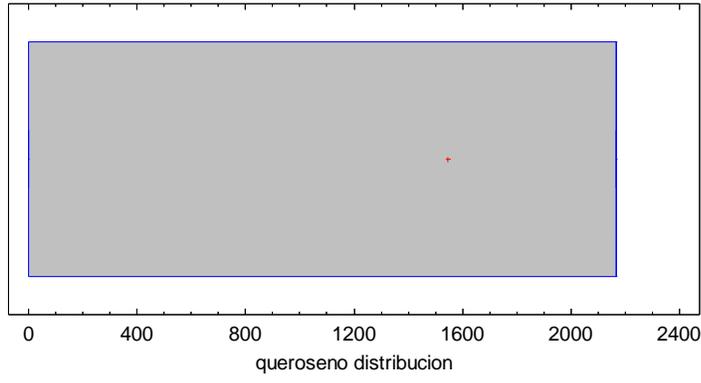
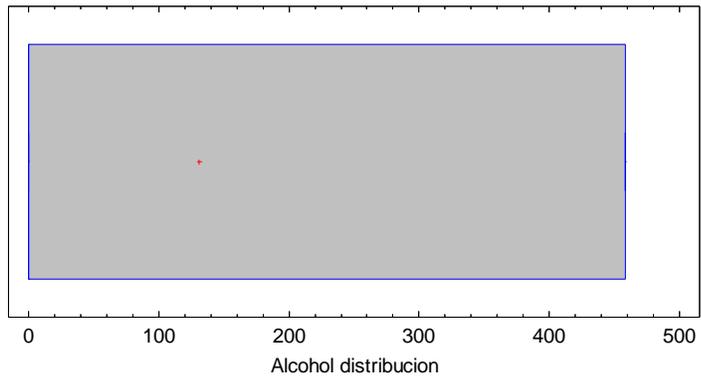


Gráfico de Caja y Bigotes



Pepito Tey

Gráfico de Caja y Bigotes

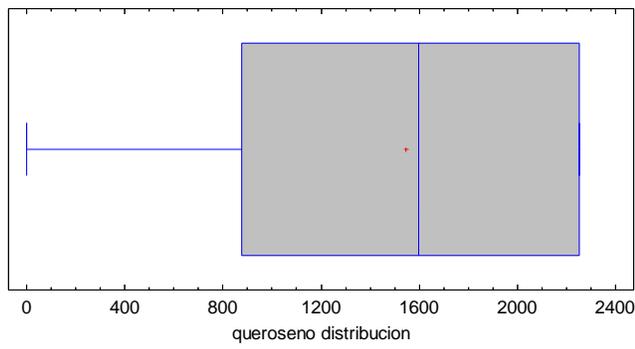
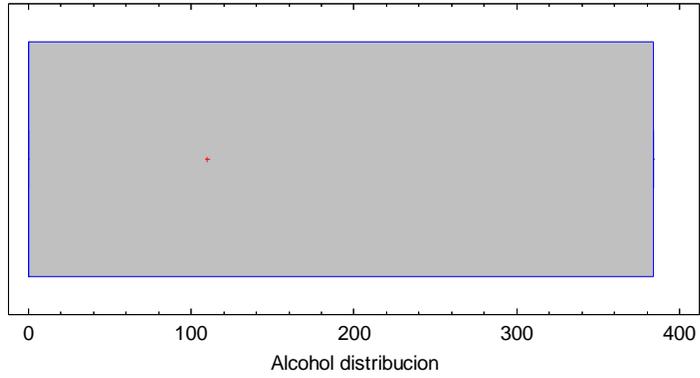


Gráfico de Caja y Bigotes



Punta Gorda

Gráfico de Caja y Bigotes

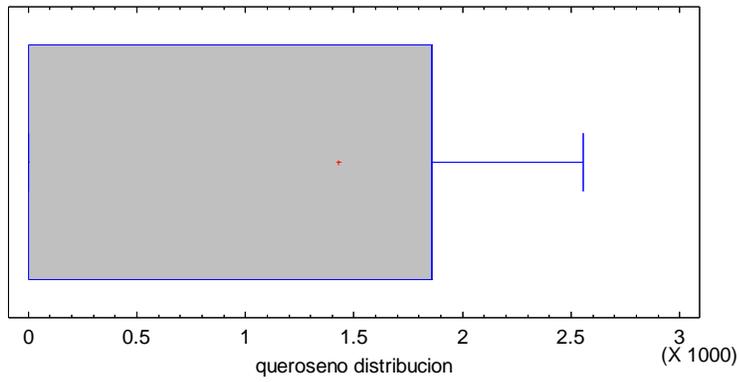
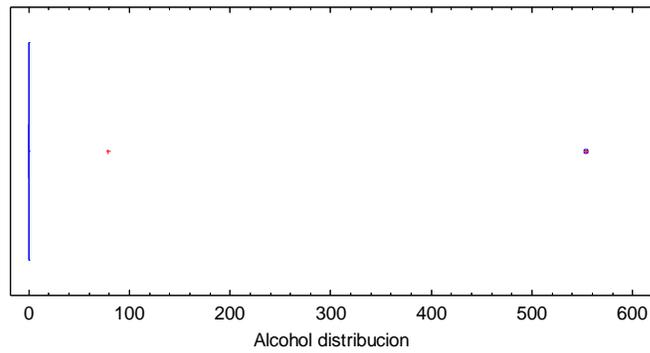


Gráfico de Caja y Bigotes



Rancho Luna

Gráfico de Caja y Bigotes

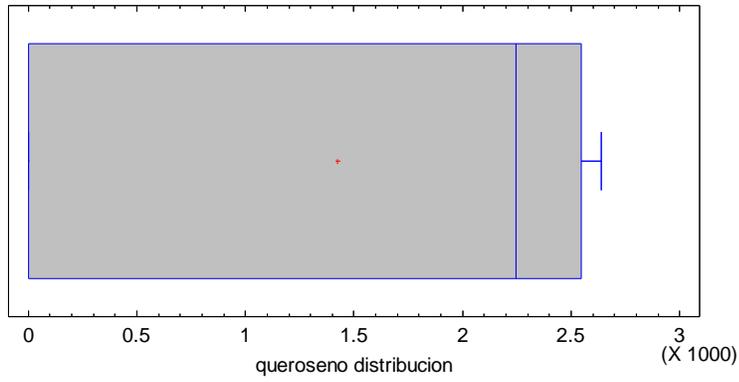
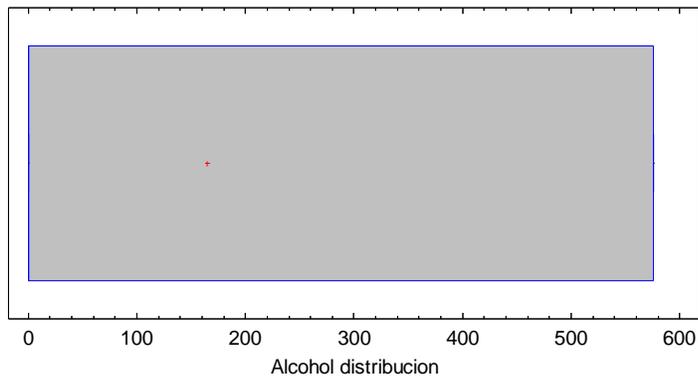


Gráfico de Caja y Bigotes



San Lázaro

Gráfico de Caja y Bigotes

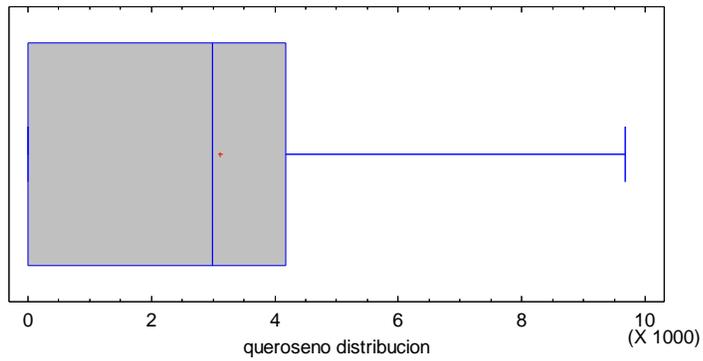
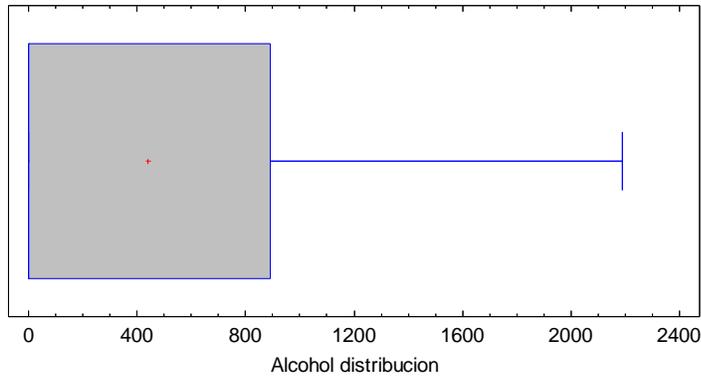


Gráfico de Caja y Bigotes



Tulipán

Gráfico de Caja y Bigotes

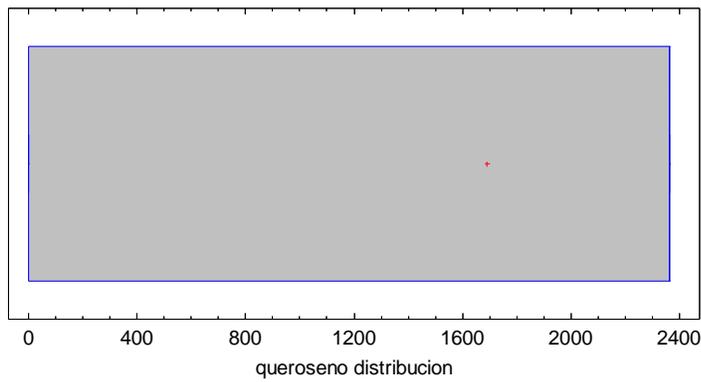


Gráfico de Caja y Bigotes

