Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas

Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial

Centro de Estudio de Energías y Tecnologías Ambientales.

Trabajo Diploma

Título: Caracterización del sistema energético del Hospital Provincial Universitario “Camilo Cienfuegos Gorriarán” de Sancti Spíritus.

Autor: Yojanny O. Hidalgo Abalo

Tutor: Ing. Alfredo Leyva Céspedes

“Año 58 de la Revolución”

Curso 2015-2016

PENSAMIENTO

Debe evitarse hablar a los jóvenes del éxito como si se tratase del principal objetivo en la vida; la razón más importante para trabajar en la escuela y en la vida es el placer de trabajar, el placer de su resultado y el conocimiento del valor del resultado para la comunidad.

Albert Einstein.

DEDICATORIA

- *A mi padre, mi padrastro y en especial a mi madre por estar siempre presentes para ayudarme e impulsarme a seguir para adelante y lograr este objetivo. Sin ustedes nada de esto hubiese sido posible.*
- *A mi hermana por demostrarme que sin sacrificio sería imposible alcanzar las metas trazadas.*

AGRADECIMIENTOS

Llega el momento de la despedida y quedan atrás momentos que jamás olvidaré, por eso, resulta casi imposible expresar con palabras la inmensa gratitud que siento por todas aquellas personas que estuvieron a mi lado durante todo el camino y que de una forma u otra han contribuido a mi formación como profesional.

- *A mi madre por todo el apoyo y el amor incondicional que me ha brindado durante toda la vida, sin ella no hubiese podido lograr ninguna de las metas alcanzadas.*
- *A mi padre por el amor y el cariño que siempre me ofrece a pesar de que vivamos separados.*
- *A mi padrastro por ser como un padre para mí y estar siempre dispuesto a brindarme su ayuda.*
- *A mi hermana por ser la luz de la casa, vejiga fea sabes que te quiero.*
- *A mis familiares más allegados, en especial a mi tía china, por todo el cariño que he recibido de parte de ellos.*
- *A mi tutor Alfredo por brindarme su ayuda y conocimientos para la realización de este trabajo.*
- *A mis amigos (los mecánicos pesados) por permitirme ser parte de sus vidas, por compartir juntos todo este tiempo de estudio y sacrificio, y porque no, por las pachangas que siempre nos montábamos. Muchas gracias, los llevaré siempre en el corazón.*
- *A Claudia quien a pesar de todo siempre ha estado presta a ayudar y brindarme fuerzas para seguir, por su preocupación, por convertirse en el apoyo que siempre necesité.*
- *A mis compañeros de aula y a todo el claustro de profesores y técnicos quienes de una forma u otra han ayudado en estos cinco bellos años.*

En fin, muchas gracias a todas las personas que brindaron su apoyo durante el transcurso de la carrera.

RESUMEN

Resumen

El presente trabajo se desarrolló en el Hospital Provincial Universitario “Camilo Cienfuegos Gorriarán” (HCCG) de Sancti Spíritus, con el propósito de caracterizar las demandas energéticas del mismo, mediante el análisis de sus estructuras de consumos para el año 2015, para ello, se identificaron las áreas y equipos más consumidores del hospital para los distintos portadores energéticos.

Mediante este análisis se pudo conocer que el consumo de electricidad fue de 4 344 182 kWh para un costo de 912 278 USD, representando el 85,2 % de los costos totales por concepto de portadores energéticos; el consumo de fuel-oil fue de 255,4 tcc (260 390 litros) lo que equivale a un costo de 67 463 USD representando el 13,7 % del total; el consumo de GLP y de diesel fue de 17,6 y 3,8 tcc (27 600 y 4 269,7 litros) respectivamente, con un costo de 6 192 y 1 926 USD cada uno y juntos representaron el 1,1 % de los consumos totales de portadores energéticos para el 2015. El consumo total expresado en toneladas de combustible convencional fue de 1 867 toneladas, con un costo total de 987 859 USD.

SUMMARY

Summary

The present work was developed in the Hospital Provincial University student "Camilo Cienfuegos Gorriarán" (HCCG) of Sancti Spíritus, with the purpose of characterizing the energy demands of the same one, by means of the analysis of its structures of consumptions for the year 2015, for it, the areas and teams more consumers of the hospital were identified for the different energy payees.

By means of this analysis one could know that the electricity consumption was of 4 344 182 kWh for a cost of 912 278 USD, representing 85,2% of the total costs for energy payees' concept; the fuel-oil consumption was of 255,4 tcc (260 390 litters) what is equal at a cost of 67 463 USD representing 13,7% of the total; the consumption of GLP and of diesel it was of 17,6 and 3,8 tcc (27 600 and 4 269,7 litters) respectively, with a cost of 6 192 and 1 926 USD each one and together they represented 1,1% of the total consumptions of energy payees for the 2015. The total consumption expressed in tons of conventional fuel was of 1 867 tons, with a total cost of 987 859 USD.

ÍNDICE

Índice.

Introducción 1

Capítulo I: Revisión Bibliográfica. 4

1.1 Introducción. 4

1.2 ¿Qué es la energía? 4

1.3 Eficiencia energética. 4

1.3.1 Medidas de eficiencia energética. 5

1.3.2 Beneficios de la eficiencia energética 5

1.4 Indicadores de eficiencia energética. 6

1.5 Eficiencia energética en hospitales. 7

1.6 Retos en la gestión energética en hospitales. 10

1.7 Necesidades del sector hospitalario 11

1.8 Eficiencia energética en Cuba 11

1.9 Breve caracterización del Hospital "Camilo Cienfuegos Gorriarán". 13

Capítulo II. Caracterización de los portadores energéticos. 15

2.1 Introducción 15

2.2 Estructura de consumo de los principales potadores energéticos. 15

2.3 Estructura de los consumos de energía eléctrica. 16

2.4 Estructura de los consumos de fuel oíl. 18

2.5 Estructura de los consumos de gas licuado del petróleo (GLP) granel. 21

2.6 Estructura de los consumos de diesel planta. 22

2.7 Estructura de los consumos de agua. 23

2.8 Costo de los portadores energéticos. 24

2.9 Índices generales. 25

2.10 Emisiones contaminantes. 27

Capitulo III: Caracterización del sistema eléctrico. 29

3.1 Introducción..... 29

3.2 Características de la subestación del hospital 29

3.2.1 Sistemas de seguridad de la subestación..... 29

3.2.2 Modos de conexión..... 30

3.3 Grupos electrógenos de emergencia 31

3.4 Estructura del consumo eléctrico. 32

3.4.1 Estructura de los consumos por día de la semana. 33

3.5 Levantamiento de cargas del hospital..... 34

3.6 Puestos claves de consumo energético..... 35

3.7 Tarifas aplicadas para la facturación eléctrica. 36

3.8 Costos del consumo eléctrico. 37

Conclusiones..... 39

Recomendaciones..... 40

Bibliografía. 41

INTRODUCCIÓN

Introducción

La energía es el insumo básico necesario para desarrollar prácticamente todos los procesos y actividades del ser humano, por lo que la disponibilidad o falta de esta, repercute directamente en aspectos económicos, sociales y medioambientales. Por tanto, es fundamental realizar un adecuado uso de la energía, de forma eficiente y evitando su desperdicio. **(Energética, 2014, Mesa Mederos, 2011, Pérez, 2012)**

En el sentido más amplio de la palabra, la energía es aquella capacidad de causar un cambio o generar un trabajo. La energía está presente en diversas formas, como en los combustibles (petróleo, carbón, uranio, leña, etc.), en los recursos naturales (agua, viento, sol) e incluso en los alimentos que ingerimos. Las disimiles fuentes y sistemas de producción y uso de la mismas utilizadas por el hombre han marcado las grandes etapas en el desarrollo de la sociedad humana a lo largo del tiempo, dependiendo el curso de este de las elecciones energéticas realizadas en cada momento. **(Energética, 2014, Lamadrid, 2016)**

Se hace imprescindible reducir la dependencia económica del petróleo y los combustibles fósiles. Para lograrlo es importante aprender a transformar la energía, de forma económica y respetuosa con el ambiente, Pero aún más importante, es aprender a utilizarla eficientemente. Esto implica no emplearla en actividades indebidas y realizar las tareas con el mínimo consumo de energía posible. Urge desarrollar tecnologías que ahorren energía para de esta forma lograr un auténtico desarrollo, que se pueda llamar sostenible.**(Energética, 2014, Pérez, 2012)**

Los hospitales consumen una gran cantidad de energía. A menudo, son los edificios que más energía consumen en una ciudad. Pero, en este caso, está bien empleada si con ello se salvan vidas humanas o se curan enfermedades. Arquitectos, ingenieros y expertos en energía buscan la manera de que el consumo de esa energía sea más eficiente y segura. Porque, además, el medio ambiente y la salud cada vez están más relacionados. Cuanto peores son las

condiciones del medio ambiente, peor es la salud de las personas. Así que, a largo plazo, reducir la huella energética de los hospitales (y del resto de edificios) beneficia también a la salud. **(Energética, 2014)**

Los hospitales consumen alrededor de un 8% de la energía consumida por los edificios comerciales, pero ocupan sólo el 4% de la superficie útil comercial. Una investigación del Integrated Design Lab de la Universidad de Washington ha demostrado que los hospitales pueden reducir el consumo energético en más del 60 % con una inversión de entre 1 y 3 % sobre los costos actuales. Por supuesto, todo ello sin poner en riesgo la seguridad eléctrica, que es tanto como decir la seguridad de los pacientes. Finalmente se tiene un objetivo más ambicioso aún, este no es más que lograr que los edificios lleguen a un gasto energético nulo. Para ello el primer paso es utilizar menos energía. **(Energética, 2014)**

Los hospitales cuentan con numerosos dispositivos médicos que dependen de la electricidad para su correcto funcionamiento. Pero también gastan, como el resto de los edificios, en refrigeración y en agua caliente sanitaria, estos deben prestar más atención a la calidad y la circulación de aire, en un diseño más sostenible, en definitiva. Tanto investigadores como administradores reconocen que muchos sistemas son ineficientes. Uno de los problemas en los hospitales es la necesidad de calentar el aire para mantener la temperatura a un cierto punto, esto ocurre sobre todo en los países con clima frío, todo lo contrario a lo ocurrido en Cuba donde es necesario enfriar el aire mediante el uso de equipos de clima.**(Lamadrid, 2016, Pérez, 2012)**

Situación problémica.

A causa del gran consumo energético del Hospital "Camilo Cienfuegos Gorriarán" se hace necesario ejecutar un estudio de la demanda energética del mismo mediante el análisis del comportamiento de sus índices de consumo.

Objetivo general.

Realizar un análisis del sistema energético del Hospital Provincial Universitario “Camilo Cienfuegos Gorriarán” mediante el estudio y observación de los índices de consumo teniendo en cuenta la estructura de los mismos en el año 2015.

Objetivos específicos.

- Estudiar el comportamiento de los índices de consumo para el año 2015.
- Describir el sistema eléctrico del hospital “Camilo Cienfuegos Gorriarán” (HCCG).
- Realizar un análisis sobre el la subestación energética y el funcionamiento de los grupos electrógenos de emergencia con los que cuenta el hospital.
- Identificar las áreas y equipos más consumidoras del hospital.
- Analizar los costos eléctricos del hospital.

CAPÍTULO I

Capítulo I: Revisión Bibliográfica.

1.1 Introducción.

En el presente capítulo se brindará una explicación sobre los elementos teóricos que se han tenido en cuenta para la realización del presente trabajo de diploma. Teniendo en cuenta conceptos fundamentales relacionados con la eficiencia energética, sus indicadores, la función de esta en las instituciones hospitalarias, los retos que representa la gestión de la misma, las necesidades de este sector, la eficiencia energética en el país y por último se realiza una breve caracterización del hospital en cuestión.

1.2 ¿Qué es la energía?

En el sentido más amplio de la palabra, la energía es aquella capacidad de causar un cambio o generar un trabajo. La energía está presente en diversas formas, como en los combustibles (petróleo, carbón, uranio, leña, etc.), en los recursos naturales (agua, viento, sol). Existe un principio básico que nos indica que la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma. Este principio se evidencias en todos los dispositivos que utilizamos. Como ejemplo, podemos citar el funcionamiento de los automóviles que mediante un proceso de combustión interna logran transformar una fracción de la energía presente en los combustibles en energía mecánica, haciendo que el vehículo se mueva (aproximadamente entre un 10 y un 30% de la energía total consumida es transformada efectivamente movimiento). La parte restante de la energía del combustible que no fue convertida en energía mecánica, se transforma principalmente en energía térmica (calor, reflejándose en la alta temperatura que alcanzan los motores, o en la temperatura de los gases de escape que salen del motor), energía sonora (sonido, aquel característico de un motor en funcionamiento), etc. **(Borroto, 2001, Carlos, 2000, Energética, 2014)**

1.3 Eficiencia energética.

Es la relación entre la energía útil empleada en un servicio energético (cocción, transporte, climatización, etc.) y la cantidad de energía utilizada para ello.

La energía útil siempre es menor que la cantidad de energía utilizada, de modo que al dividir ambas se obtiene un número que es menor que uno. La misma puede ser expresada también en tanto porciento al ser multiplicada por 100. **(Borroto, 2001, Carlos, 2000, Energética, 2014)**

En un mundo tan globalizado como el nuestro se hace necesario crear en la sociedad una cultura de uso racional de la energía, esto no sería posible si no son remplazados esquemas obsoletos de consumo energético por sistemas de gestión energética efectivos. Se debe considerar la diversificación energética y la posibilidad de contar con diferentes fuentes de suministro que permiten aplicaciones de uso más racional de la energía disponible.

La sustitución de las actuales fuentes de energía (cuales), por otras ya conocidas de menor impacto ambiental, en específico por fuentes renovables, tales como energía solar, energía eólica, energía geotérmica, hidroenergía, biomasa, energía de los océanos, etc.; contribuiría a lograr en el ámbito social una mayor responsabilidad y preocupación sobre este tema y se reduciría el efecto nocivo sobre el medioambiente. **(COMUNIDAD DE MADRID, 2010, Warter Lohr 2009)**

1.3.1 Medidas de eficiencia energética.

Existen básicamente dos tipos de medidas de eficiencia energética: las medidas operacionales, que consisten en modificar las formas de operar un equipo o sistema; y las medidas de recambio tecnológico, que contemplan el reemplazo de un equipo o sistema por uno optimizado.

El uso optimizado de la energía genera diversos beneficios en términos económicos, medioambientales y a nivel país. **(COMUNIDAD DE MADRID, 2010, Guajardo, 2013b, Warter Lohr 2009, Guajardo, 2013a)**

1.3.2 Beneficios de la eficiencia energética

- Beneficios económicos: Disminuye los costos de producción u operación de las empresas, mejorando la competitividad de las mismas.

- Beneficios ambientales: Reduce el consumo de recursos naturales y por ende, disminuye la emisión de gases contaminantes.
- Beneficios a nivel país: Aumenta la seguridad del abastecimiento de energía y disminuye la vulnerabilidad del país por dependencia de fuentes energéticas externas (como es el caso específico de Cuba). **(CNE, 2011, García, 2000, Jiménez Paneque, 2004)**

1.4 Indicadores de eficiencia energética. (COMUNIDAD DE MADRID, 2010, Energética, 2014, Pérez, 2012)

Los índices de consumo sirven de indicadores de la eficiencia energética, en el presente trabajo se tendrán en cuenta únicamente los índices a nivel de empresa, los mismos son:

- **Índice de consumo:** se calcula y expresa en unidades de producto terminado por unidad de energía consumida, por ejemplo; kilogramos de vapor / kilogramos de petróleo equivalente; MWh / días-paciente.
- **Índice de gasto energético:** generalmente se expresa en centavos de gastos energéticos por pesos de gastos totales. Este indicador está afectado por la fluctuación de los precios de sus componentes y no constituye un indicador de eficiencia energética, aunque brinda una idea clara del peso del consumo energético en los gastos totales.
- **Índice relativo de la variación del gasto en energéticos:** se utiliza para evaluar el impacto de medidas de control o técnico-organizativas destinadas a disminuir los consumos energéticos, para esto se compara un período de la empresa con otro en el que se haya trabajado en igualdad o similitud de condiciones.
- **Intensidad energética a nivel de empresa:** este indicador refleja la disposición de la variación de los consumos energéticos respecto al incremento de la producción y se establece como la relación entre el consumo total de energía y el valor de la producción mercantil total.

Se hace necesario señalar que dichos indicadores de eficiencia y de consumo energético dependen de las condiciones de la producción y los servicios de la empresa, por esto se han de especificar las condiciones en las que se deben obtener cada uno de los índices.

1.5 Eficiencia energética en hospitales. (Energética, 2014, Mesa Mederos, 2011, Pérez, 2012)

Por lo general, los hospitales no son capaces de satisfacer su demanda energética, por lo que la inmensa mayoría de la energía utilizada internamente en un hospital proviene del exterior, la misma ingresa en forma de electricidad, diesel, fuel oíl y gas natural. Esta es comprada y luego se convierte en flujos internos de energía, que son calor, frío, electricidad y aire comprimido. Luego, dichos flujos son utilizados para las siguientes aplicaciones:

- Calor: *S*e emplea en cocinas, humidificación, calefacción, lavanderías y esterilización. Cabe señalar que el mismo es empleado en forma de vapor de agua y agua caliente.
- Electricidad: Se utiliza para la iluminación, enfriamiento, compresores de aire, circulación de bombas, aire acondicionado, equipos médicos y de oficina, etc.
- Aire comprimido: Se usa para aplicaciones médicas o técnicas.
- Frío: Es utilizada, en forma de agua helada, para una amplia mayoría de sistemas de control, enfriando y secando el aire de ventilación, en la mayoría de los casos el frío se genera centralizado por medio de enfriadores de compresión en combinación con máquinas de enfriamiento por absorción.

A continuación veremos cuáles son las instalaciones con mayor margen de mejora:

1. Optimización de la calefacción y el aire acondicionado.

Excluyendo las consideraciones de diseño de los diferentes edificios, existen una serie de medidas de ahorro energético, dentro de estas las más comunes son:

- Perfeccionar las horas de funcionamiento de los equipos, recuperar calor del aire de extracción, y optimizar la temperatura y la humedad. Para de esta manera obtener ahorros significativos simplemente con la implementación de medidas sencillas y sin necesidad de realizar inversiones.
- *Recuperación de calor:* En un hospital mediano es posible recuperar el calor del sistema de calor y aire acondicionado, logrando un ahorro significativo en términos de consumo de combustible primario, ya que de esta manera es necesario calentar menos aire pues el mismo se calienta utilizando el calor del aire de salida. Aunque por otra parte, al implementar esta medida el consumo eléctrico aumenta pues se creará una resistencia adicional en el conducto de aire que tiene que ser superado por los ventiladores. Este problema puede ser resuelto con la instalación en dicho conducto de una unidad de recuperación de serpentines gemelos.

2. Vapor.

El vapor es generado con agua en la sala de calderas, dicha instalación se puede regular fácilmente. Dentro de las medidas más importantes en la distribución del vapor se encuentran las siguientes:

- Debido a las grandes pérdidas por tuberías y accesorios no aislados por concepto de transferencia de calor, se hace necesario lograr un buen aislamiento de dichas tuberías y accesorios.
- Las tuberías de retorno del condensado deben estar aisladas para que el agua caliente del condensado regrese a la caldera a la mayor temperatura posible, para de esta forma disminuir el consumo energético. De lograrse esto se puede alcanzar un ahorro energético del 1 % con cada 6 ºC de incremento en la temperatura de la producción de condensado.
- Las pérdidas de vapor deben limitarse al máximo pues una fuga de vapor con un diámetro de 5 mm en un sistema a presión de 10 bar genera una pérdida de 30 kg de vapor/h.

- De ser posible las pérdidas del gas de los humos deben mantenerse lo más bajas posibles. Para lograr esto se reduce la temperatura del gas de los humos al máximo mediante recuperadores de calor.
- En el proceso de esterilización se consume una gran cantidad de vapor pues la alta temperatura y el poder de penetración del vapor son métodos efectivos de esterilización. Aunque cabe señalar que para algunas aplicaciones es posible la esterilización eléctrica, la cual es mucho más eficiente desde el punto de vista energético.

3. Iluminación.

En el proceso de iluminación se consume aproximadamente entre un 15 y un 25 % de la energía de un hospital, por lo que se recomienda utilizar equipos de regulación de iluminación automáticos: sensores de luz día, sensores de presencia, etc.

4. Cogeneración.

Por sus características, los hospitales son muy favorables para la implementación de proyectos de cogeneración. Comúnmente se emplea un motor de combustión interna y el calor liberado por el mismo se utiliza para producir vapor y/o agua caliente, debido a la gran demanda de vapor del hospital se favorece al equipo de cogeneración y esto permite al mismo operar a plena carga.

Frecuentemente la unidad de cogeneración se combina con una máquina de absorción para de esta manera aumentar el número de horas que estará trabajando a plena carga durante el verano.

La cogeneración brinda una serie de ventajas que la convierten en unas de las alternativas energéticas más empleadas en el sector hospitalario a nivel mundial pues con la misma se logra reducir los costos energéticos para el usuario; además se logra una independencia de la red eléctrica y seguridad en el suministro; mayor protección del medio ambiente pues las plantas de cogeneración cumplen con las normas medio ambientales más estrictas; mayor eficiencia en la generación de

energía, reducción de costes de transporte y distribución; mejor adecuación entre oferta y demanda energética.

Otra de las ventajas de los sistemas de cogeneración es que actúan como suministro de energía de respaldo, de modo que contribuye, al menos en parte, a la continuación necesaria de operación en caso de la existencia de un fallo en la red de distribución ya que una unidad de cogeneración puede hacer parte del trabajo de un grupo electrógeno.

Con la cogeneración pueden conseguirse ahorros significativos pero esto debe ser bien calculado y los mismos dependen en gran medida del buen uso que pueda hacerse del calor y de los precios de la energía.

1.6 Retos en la gestión energética en hospitales. (Energética, 2014, Lamadrid, 2016, Padrón and Morales, 2011, Borroto and Monteagudo, 2006)

Los hospitales cuentan con numerosos dispositivos médicos que dependen de la electricidad para su correcto funcionamiento. Pero también gastan, como el resto de los edificios, en refrigeración y en agua caliente sanitaria. Los hospitales deben prestar más atención a la calidad y la circulación de aire, en un diseño más sostenible. Tanto investigadores como administradores reconocen que muchos de los sistemas utilizados son ineficientes. Uno de los problemas en los hospitales es la necesidad de calentar el aire para mantener la temperatura en un cierto punto.

También se conoce que en un hospital se hace difícil concentrar lo último y más moderno, en lo referido a avances médicos, por lo que otros temas como la aplicación de planes de ahorro de energía y la rentabilidad han ganado con el paso del tiempo una gran importancia para la gestión hospitalaria cada vez más relevante, de modo que se hace necesario cumplir con una serie de parámetros, los cuales ayudarían al servicio de la entidad.

- Logrando un mayor confort y bienestar de los pacientes y visitantes además del personal de trabajo.
- Garantizando la seguridad absoluta de las personas y de las propiedades.

- Teniendo un suministro de la energía eléctrica en inmejorables condiciones.
- Realizando un control exhaustivo de todo tipo de consumo para lograr una mejor gestión de los mismo.
- Logrando mantener la exquisitez en la operación de la institución así como mantenimiento en buen estado de instalaciones existentes, todo esto teniendo en cuenta los costos asociados.

1.7 Necesidades del sector hospitalario. (Energética, 2014, Glenda, 2013)

En el sector hospitalario existen una serie de demandas necesarias para garantizar el correcto funcionamiento de una entidad de este tipo, las mismas son:

- Con el creciente aumento de la demanda de seguridad por parte de pacientes y personal sanitario que laboran en un hospital, se hace imprescindible satisfacer dichas necesidades.
- Garantizar la relación óptima entre las necesidades de explotación de las instalaciones y la optimización de los costos. La utilización de herramientas de control que posibiliten la supervisión de los gastos de energía bien en el ámbito de potencia instalada o del control de subsistemas como la climatización garantiza la optimización de los todos los costes de explotación.
- Identificar el compromiso óptimo que debe existir entre las inversiones iniciales realizadas y la flexibilidad de la instalación.

1.8 Eficiencia energética en Cuba.

El control de la eficiencia energética empresarial en el país se efectúa fundamentalmente a través de índices de consumo al nivel empresarial, municipal y Provincial. Sin embargo, en muchos casos estos índices no reflejan adecuadamente la eficiencia energética de la empresa, por lo que se han estratificado hasta el nivel de áreas y equipos mayores consumidores, hay que señalar que solo se ha logrado en algunas empresas y en ocasiones no se pone en el análisis de dichos índices el énfasis necesario.

En aras de evitar todo esto y reducir los impactos ambientales, económicos y lograr una mejor calidad de vida, el estado cubano se ha propuesto tres direcciones principales para conformar una política energética acorde al desarrollo sostenible:

1. El aumento de la eficiencia energética, eliminando los esquemas de consumo energético irracional, empleando equipos de una alta eficacia, disminuyendo la intensidad energética en los procesos industriales, beneficiándose de las fuentes secundarias de bajo potencial, utilizando sistemas de cogeneración y empleando en general la energía de acuerdo a su calidad.
2. El remplazo de fuentes de energía por otras de menor impacto ambiental, en particular por fuentes renovables.
3. La utilización de tecnologías para aminorar el impacto producido al medioambiente, o tecnologías limpias, como son los sistemas depuradores de gases de la combustión.

Revolución energética en Cuba

Según La Agencia Internacional de Energía (AIE), la llamada "Revolución Energética en Cuba" se ha convertido en el proyecto de eficiencia energética más integral que haya llevado a cabo país alguno en el mundo. El mismo incluye a todos los ámbitos de la energía: la extracción de portadores fósiles, las fuentes renovables, la generación, transmisión, distribución y uso final de la electricidad, así como la educación y la cooperación internacional. En el país se introdujo el modelo de Generación Distribuida, el cual acompañado de tecnologías más eficientes, ha logrado que en la nación se dé un uso más racional a la energía. De igual forma, se ha impulsado un plan integral con la finalidad de generalizar la utilización de las fuentes renovables de energía teniendo en cuenta el potencial nacional para la implementación de las mismas.

Todas las medidas de eficiencia energética llevadas a cabo en el país en el período correspondido de 2006 a 2008, posibilitaron ahorrar 2 365 000 toneladas

de petróleo, esto equivale a una reducción de las emisiones a la atmósfera de unos cinco millones de toneladas de gases de efecto invernadero (GEI).

Además, Cuba ha logrado reducir la intensidad energética del país en general, entendida como el suministro total de energía primaria por unidad de producto interno bruto (PIB), desde unos nueve barriles equivalentes de petróleo (bep) para producir mil dólares de PIB en la década de 1970, hasta 1,66 bep en 2008. Según estudios de la Dirección de Uso Racional de la Energía de la Unión Eléctrica, se plantea la posibilidad de ahorrar casi una cuarta parte de la electricidad que se usa en el país, con el fin de lograr esta meta se tiene pensado aplicar diversas medidas en el sector estatal, y en los hogares se evalúa el uso de lámparas tubulares con diodos electroluminiscentes y balastro electrónico, así como emplear cocinas de inducción. **(Ávila, 2010)**

1.9 Breve caracterización del Hospital "Camilo Cienfuegos Gorriarán". (MINSAP, 2012)

El Hospital Provincial General "Camilo Cienfuegos Gorriarán" fue inaugurado el día 27 de julio de 1986 en respuesta a la indicación del Comandante en Jefe de convertir este hospital en un centro de alto nivel científico y desarrollar las investigaciones que en el mismo se realizaban para de esta manera brindarle a la población una serie de servicios con mayor calidad.

En dicha instalación se presta atención médica y paramédica especializada con objetivos preventivo, curativa y de rehabilitación de forma ininterrumpida proporcionando servicios de hospitalización, ambulatorios y de urgencias, provenientes de un territorio en el que se integra con otras instituciones del sistema, en la protección de la salud de su población. Proporciona además servicio de control higiénico epidemiológico, realiza actividades de educación para la salud, actividades docentes fundamentalmente de perfeccionamiento de técnicos y especialistas nacionales y extranjeros de pregrado y posgrado. Además de brindar servicios de comedor y cafetería a estudiantes y trabajadores.

Objeto social.

Prestar servicios de salud a ciudadanos de cualquier parte del país, en las especialidades que le están autorizadas, brindar atención ambulatoria y hospitalaria interna, efectuar el control higiénico epidemiológico del medio intrahospitalario, realizar actividades docentes fundamentalmente de especialistas y de investigación, realizar actividades de educación para la salud. Proyectar, dirigir y ejecutar los trabajos de investigación y tratamiento de las especialidades donde son rectores, actuando como centro de referencia. Brindar atención integral, promoción, prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de las actividades que rectoran, actuar como centro de coordinación y de la cooperación a escala internacional con instituciones similares, efectuar la certificación del estado de salud para trámites legales, organizar y desarrollar eventos y actividades científicas en materia de salud a partir del Plan de Eventos aprobado por el Ministerio de Economía y Planificación con asistencia de cubanos en pesos cubanos , realizar acuerdos con instituciones nacionales autorizadas, extranjeras e internacionales en cuanto a servicios médicos y técnicos especializados.

CAPÍTULO II

Capítulo II. Caracterización de los portadores energéticos.

2.1 Introducción.

A continuación se realiza un análisis de los principales portadores energéticos consumidos por el Hospital "Camilo Cienfuegos Gorriaran" y cómo influyen estos en los costos generales. Esto es posible mediante la estratificación de los portadores, lo que permite conocer el consumo de los mismos y los lugares, equipos o actividades en los que más inciden. A su vez esto posibilita concentrar los esfuerzos en los sitios con mayores potencialidades de ahorro.

En la institución en cuestión se consume gran cantidad de energía eléctrica por concepto de climatización y ventilación, iluminación y otros servicios, además se consume fuel oil para las calderas de vapor y diesel para los grupos electrógenos, aparte de otros combustibles como el gas licuado del petróleo (GLP) y el diesel para uso automotor. El presente trabajo se centrará en los consumo de portadores directos a la atención de salud y no se tendrán en cuenta los consumos de combustibles para uso automovilístico, ya que éstos no están relacionados en su totalidad de forma directa a la asistencia médica prestada en la entidad.

2.2 Estructura de consumo de los principales potadores energéticos. (MEP)

A continuación se muestra el gráfico 2.1, en el cual aparece reflejado el comportamiento del consumo de los distintos portadores energéticos utilizados por hospital en el año 2015. En el gráfico se emplea la tonelada de combustible convencional (tcc) como medida estándar. (Ver anexo 1)

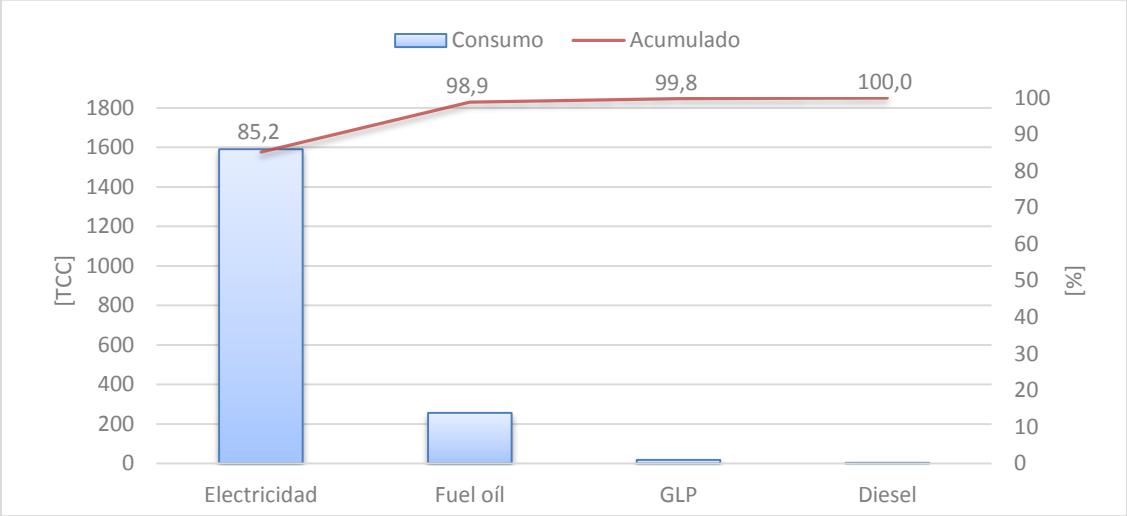


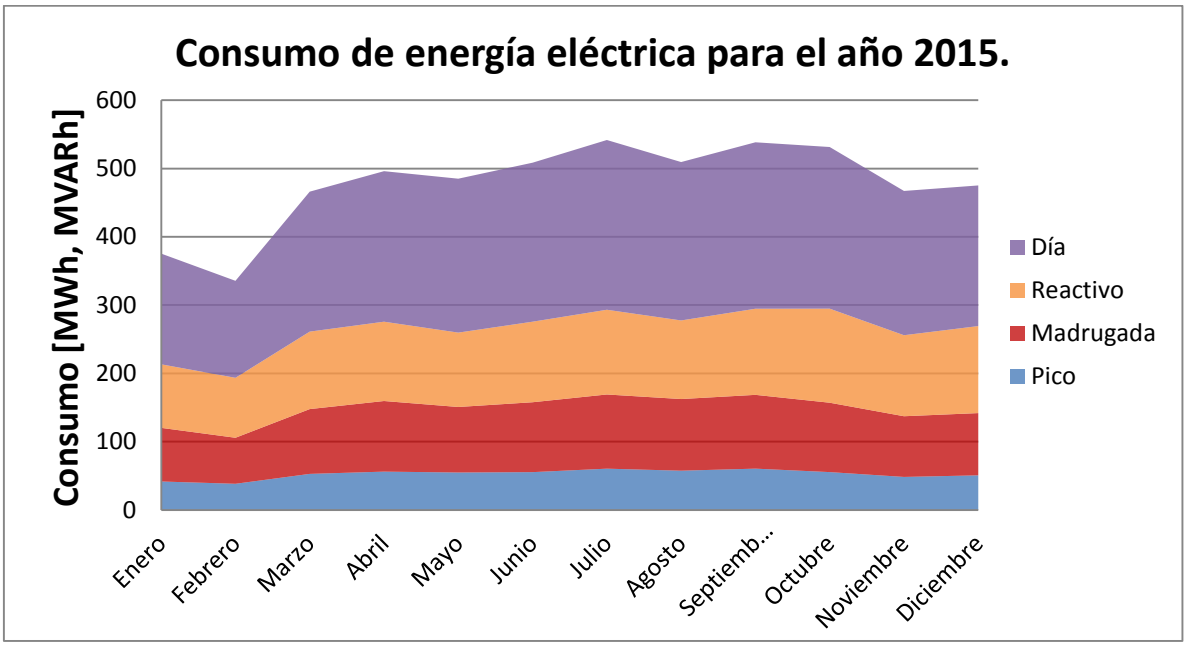
Gráfico 2.1: Estructura de consumo de los principales protadores energéticos para el año 2015.

Como se observa el portador que más afectó el presupuesto del hospital para este año en análisis fue la energía eléctrica, con 1 590,0 tcc representando el 85,2 % del consumo en el año en cuestión. El consumo de fuel oil representó el 13,7 % del total de gastos lo que equivale a 255,4 tcc, que sumados ambos portadores representaron el 98,9 % del total de los consumos. (Ver anexo 2)

2.3 Estructura de los consumos de energía eléctrica.

La elevada cantidad de energía eléctrica consumida viene dada por la existencia de una gran variedad de equipos de servicios médicos y otros no médicos, todos estos encargados de garantizar el correcto funcionamiento de la instalación. Unos y otros son grandes consumidores de electricidad, algunos no deben ser desconectados bajo ninguna circunstancia debido a la función que realizan, mientras que el tiempo de servicio de los equipos considerados como no médicos y los que no realizan servicio directo con el paciente pueden ser acomodados hacia horas de menor demanda para de esta forma disminuir el gasto generado por concepto de consumo de electricidad y no se sobrecargar el Sistema Eléctrico Nacional.

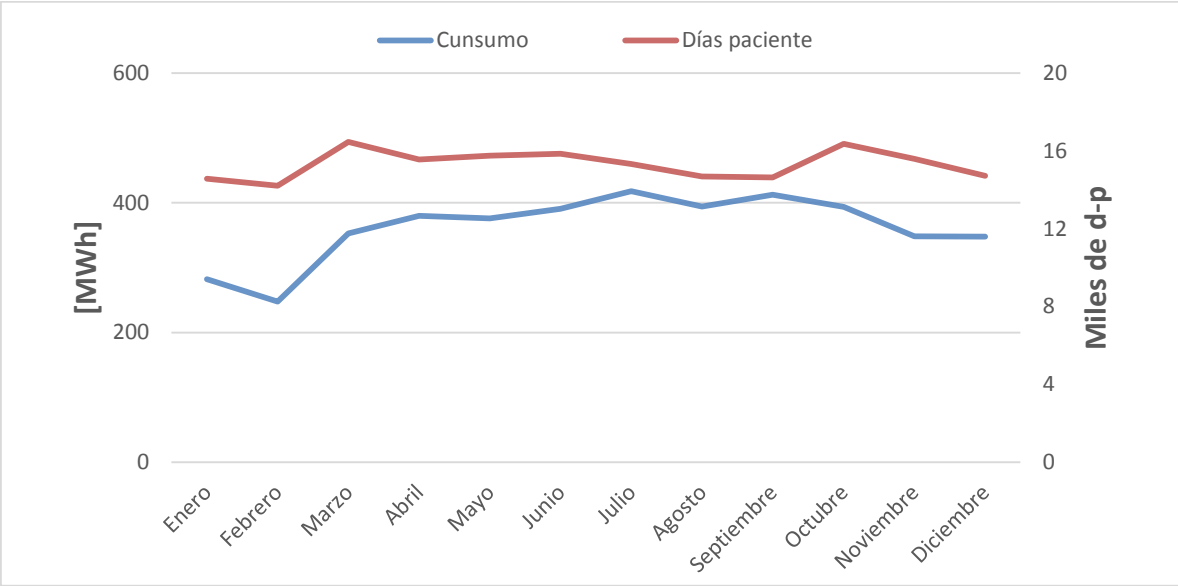
Dichos consumos de electricidad están representados en el gráfico 2.2 que sigue a continuación:



Gáfico 2.2: Comportamiento de los consumo de energía eléctrica para el 2015.

A partir del estudio del gráfico 2.2 se puede decir que los consumos más significativos fueron durante al día, estos deben ser más altos puesto que en esta hora existen mayores flujos de personas en los locales climatizados, se concentran la mayor cantidad de actividades y además las temperaturas son más altas, en total fueron aproximadamente 2 565,41 MWh, los consumos de la madrugada y el horario pico, fueron de 1 145,53 y 633,24 MWh, respectivamente. (Ver anexo 3)

Para tener conocimiento del comportamiento de los consumos de energía eléctrica con respecto a los días paciente se construyó el gráfico 2.3, el cual se muestra a continuación.



Gáfico 2.3 Comportamiento de los consumos de electicidad vs días paciente en el 2015.

En el gráfico 2.3 se observa como el consumo de energía aumenta cuando los días pacientes disminuyen, aunque se sabe que la relación entre ambas variables no es significativa por lo que el gasto de electricidad se debe fundamentalmente a servicios que se prestan en el hospital independientemente de la cantidad de pacientes.

2.4 Estructura de los consumos de fuel oíl.

Los consumos de fuel oil representan el 13,7 % del total en el año 2015 lo que equivale a 255,4 tcc (260 390 litros), los que afectaron al presupuesto del hospital en unos 80 720,90 pesos.

En el gráfico 2.4 se puede observar el comportamiento del consumo real de combustible con respecto al plan asignado. (Ver anexo 4)

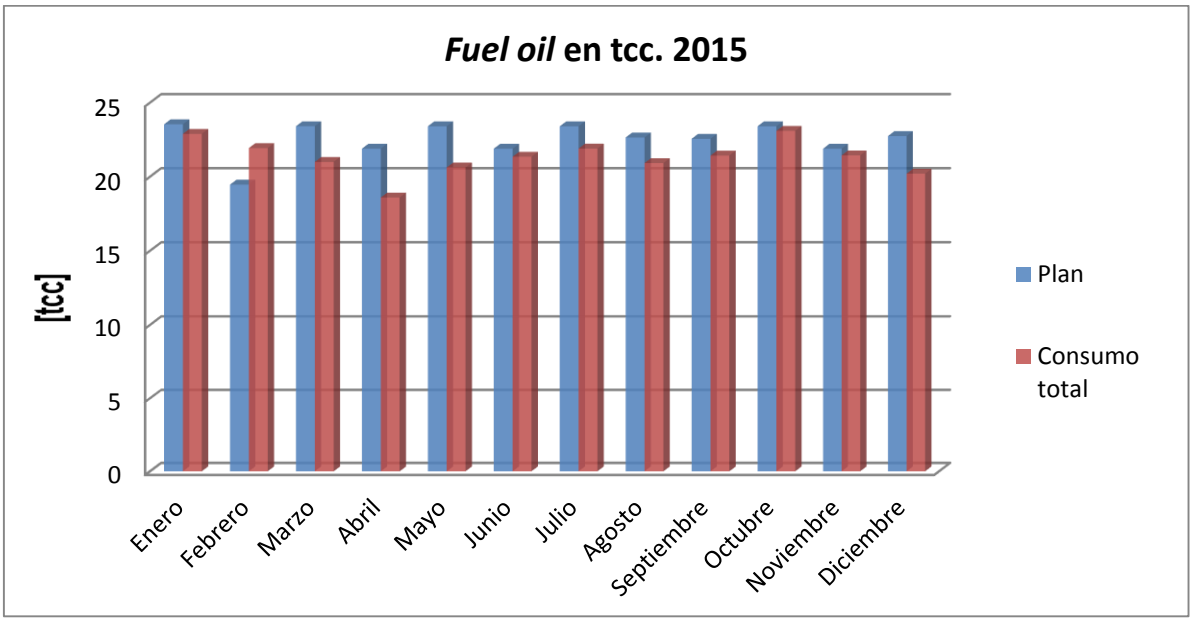


Gráfico 2.4: Consumo de fuel oil en toneladas de combustible convencional por meses del año 2015.

El análisis del gráfico 2.5 arroja que el plan se ajusta a las condiciones reales de trabajo ya que solamente en el mes de febrero se consume más de lo planificado y en los demás meses el consumo es menor lográndose un ahorro anual de 5,5 % con respecto a la cantidad asignada para el año 2015, aunque cabe señalar que existe la posibilidad de ahorrarse aún más, pues si bien es bueno que los consumos estén por debajo de lo planificado puesto que esto se convierte en ahorro, estos no debe suceder cantidades apreciables (más de un 5 %), ya que es un combustible para el cual el estado debe destinar un presupuesto innecesario para su compra pudiendo ser empleado en otras inversiones.

Estas variaciones de las que se habla anteriormente se deben fundamentalmente a que en el mes de febrero las temperaturas medias registradas fueron las más bajas de todo el año y por tanto en dicho mes se favorecen las pérdidas por concepto de transferencia de calor, asimismo en los meses más cálidos disminuyen dichas pérdidas, puesto que las temperaturas son más elevadas. (Ver anexo 5)

Este portador es empleado para la generación de vapor, para ello existen en la institución dos calderas de capacidad nominal de 4 t/h cada una, con una

presión regulada a 8 kg/cm^2. El vapor producido por dichas calderas es distribuido en un 52 % para los procesos de lavandería a una presión de 3 kg/cm^2 en el distribuidor, 29 % para los 8 tachos de la cocina que trabajan a una presión máxima regulada de 2,5 kg/cm^2 y en un 12 % para la central de esterilización que cuenta con tres autoclaves, trabajan a una presión de 2,5 kg/cm^2; obteniendo de esta manera una eficiencia del sistema de transportación de vapor del 93 %.

Seguidamente se muestra el gráfico 2.5 en el que se refleja el consumo de feul oil vs. días-pacientes.

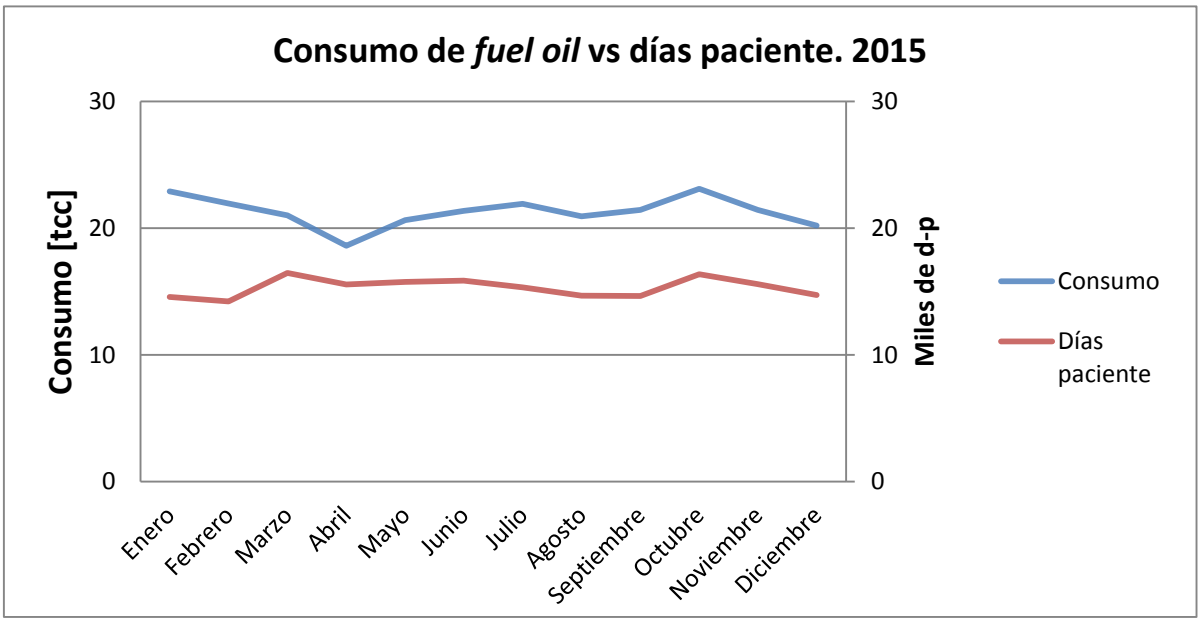


Gráfico 2.5: Consumos de fuel oil vs días paciente, año 2015.

El consumo de feul oil está directamente relacionado con el número de días pacientes, pues existe un grupo de servicios que se llevan a cabo en el hospital como son: las raciones de comida confeccionadas, las tandas de ropa lavadas y los instrumentos a esterilizar los cuales varían con respecto a la cantidad de días pacientes.

2.5 Estructura de los consumos de gas licuado del petróleo (GLP) granel.

El GLP granel es consumido fundamentalmente en labores de cocina y mecheros para la esterilización de instrumentos *in situs.*

En el gráfico 2.6 aparece el comportamiento del consumo GLP con respecto lo planificado para el año 2015. (Ver anexo 6)

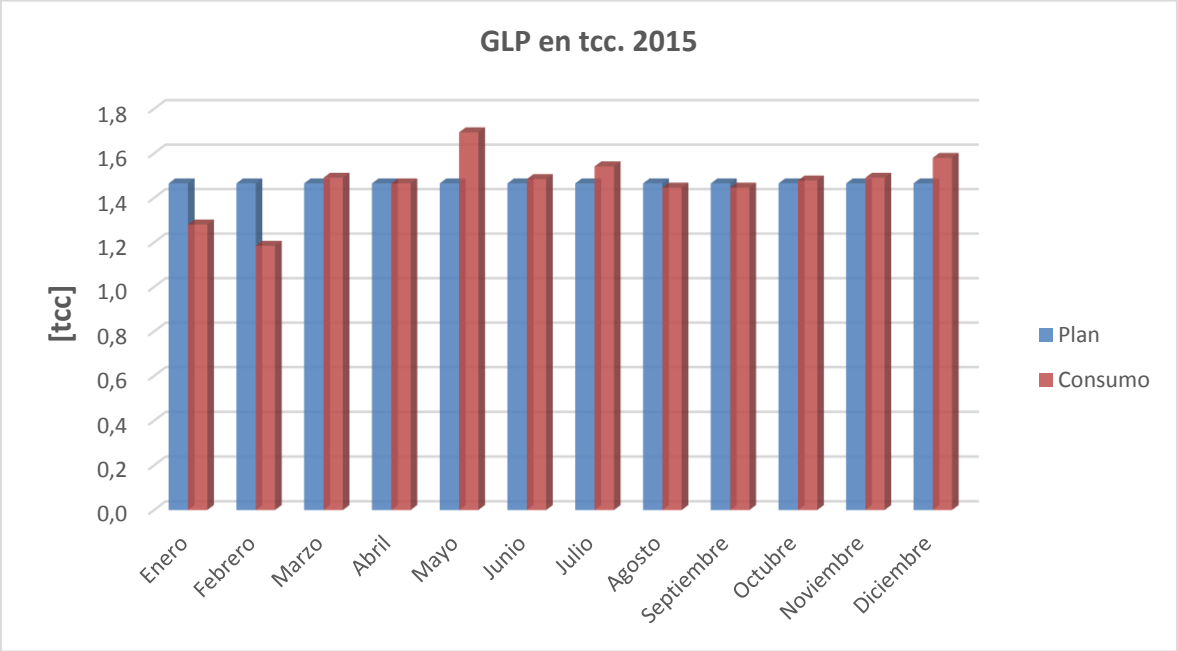


Gráfico 2.6: Consumo mensual de GLP en el año 2015.

Del análisis del gráfico 2.6 se puede apreciar que los consumos de GLP fluctúan ya que en unos meses son mucho menores, en algunos son mucho mayores y en otros son bastante similares. Cabe señalar, que aunque existe una irregularidad apreciable, el consumo anual de este combustible estuvo acorde a lo asignado para el 2015 pues en la entidad se consumió un total de 17,58 tcc (27 622 litros) lo que representa el 100 % de lo planificado para el año en cuestión

En el gráfico 2.7 que sigue a continuación, se representan los consumos de GLP vs. días-pacientes para el 2015.

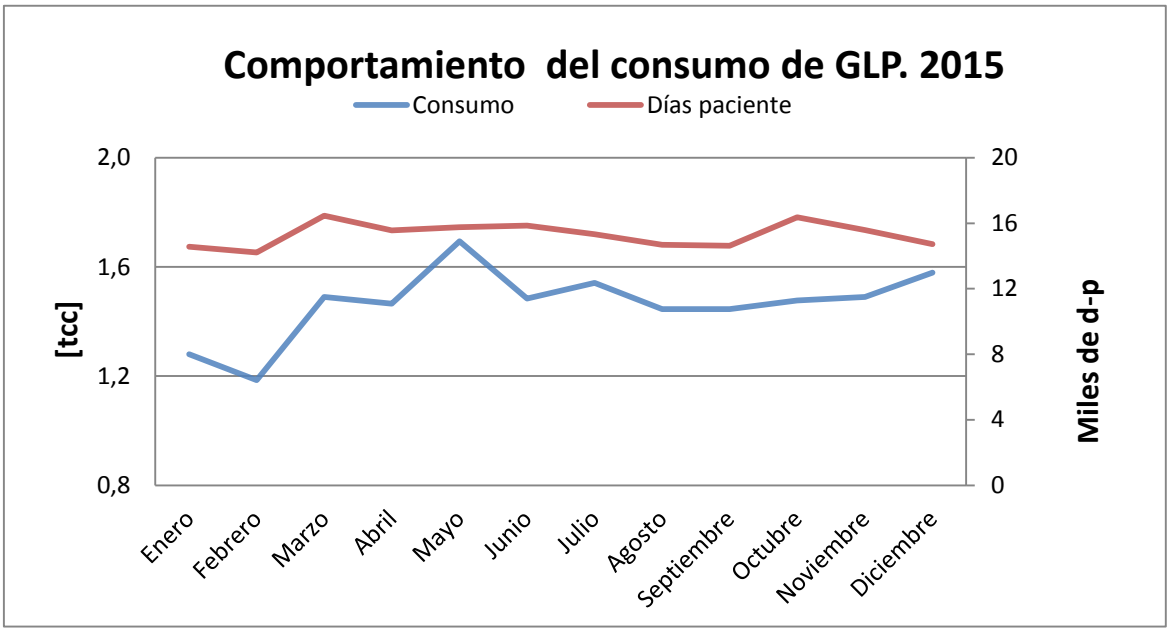


Gráfico 2.7: Consumos de GLP vs. días-paciente en el 2015.

Como resultado del estudio del gráfico 2.7 se llega a la conclusión de que el consumo se comporta de manera inestable durante el primer semestre del año, esto ocurre debido a problemas con el abastecimiento. Luego, para el segundo semestre el consumo se estabiliza hasta el final del año.

2.6 Estructura de los consumos de diesel planta.

El combustible diesel se utiliza para alimentar los grupos electrógenos del hospital, los cuales se ponen en marcha en presencia de alguna avería, bajo voltaje o interrupción del servicio eléctrico que suministra el SEN al hospital.

A continuación en el gráfico 2.8 se muestra la relación entre la energía generada y el consumo de combustible.

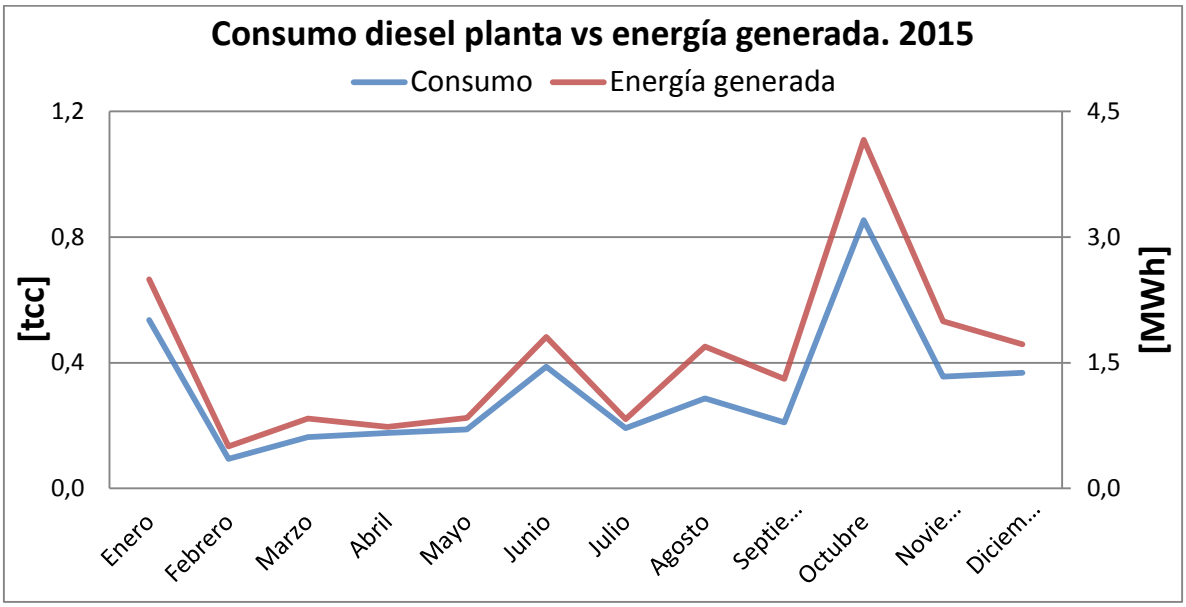


Gráfico 2.8 Consumos de diesel planta y producción de energía eléctrica por meses del año.

Luego del estudio del gráfico 2.8 se obtiene un comportamiento uniforme durante todo el año entre el consumo de combustible y la energía generada coincidiendo sus máximos y mínimos perfectamente, esto que muestra un trabajo estable de los grupos. El índice de consumo promedio en el año es de 268,4 g/kWh. (Ver anexo 7)

2.7 Estructura de los consumos de agua.

A pesar de no ser un portador energético, el agua es un recurso que presenta un alto índice de consumo en la instalación, por lo que se hace imprescindible realizar un estudio sobre el consumo de la misma.

El gráfico 2.9 muestra el comportamiento del consumo de agua con respecto al plan.

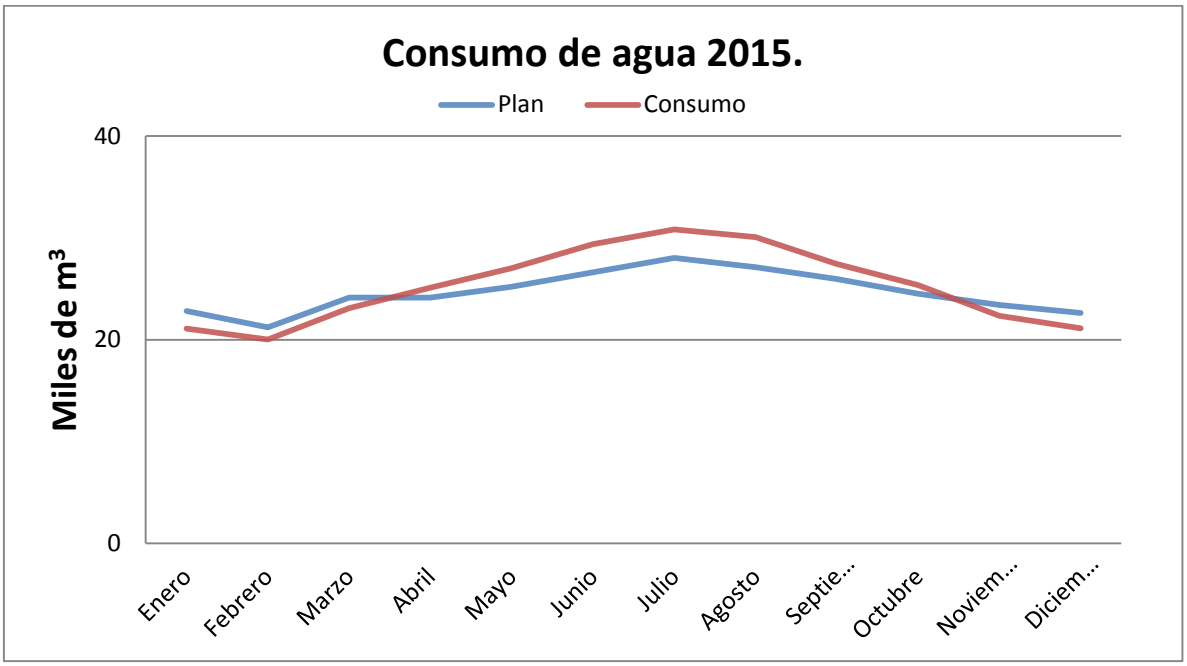


Gráfico 2.9: Consumo mensual de agua para el año 2015.

Del estudio del gráfico anterior se puede apreciar que el consumo de agua es bastante elevado y no se ajusta al plan pues la mayor parte del año dichos consumos superan lo planificado. En el año en cuestión se consumieron unos 302 899 m^3 de agua y el plan era de 295 779 m^3 sobrepasando este en 7 120 m^3 lo que representa un 2,4 % de sobrecumplimiento. (Ver anexo 8)

2.8 Costo de los portadores energéticos.

Los costos fueron calculados de acuerdo con el consumo de cada uno de los recursos. (Ver anexo 9)

A continuación, en el gráfico 2.10, se muestra el costo de los portadores para el año 2015.

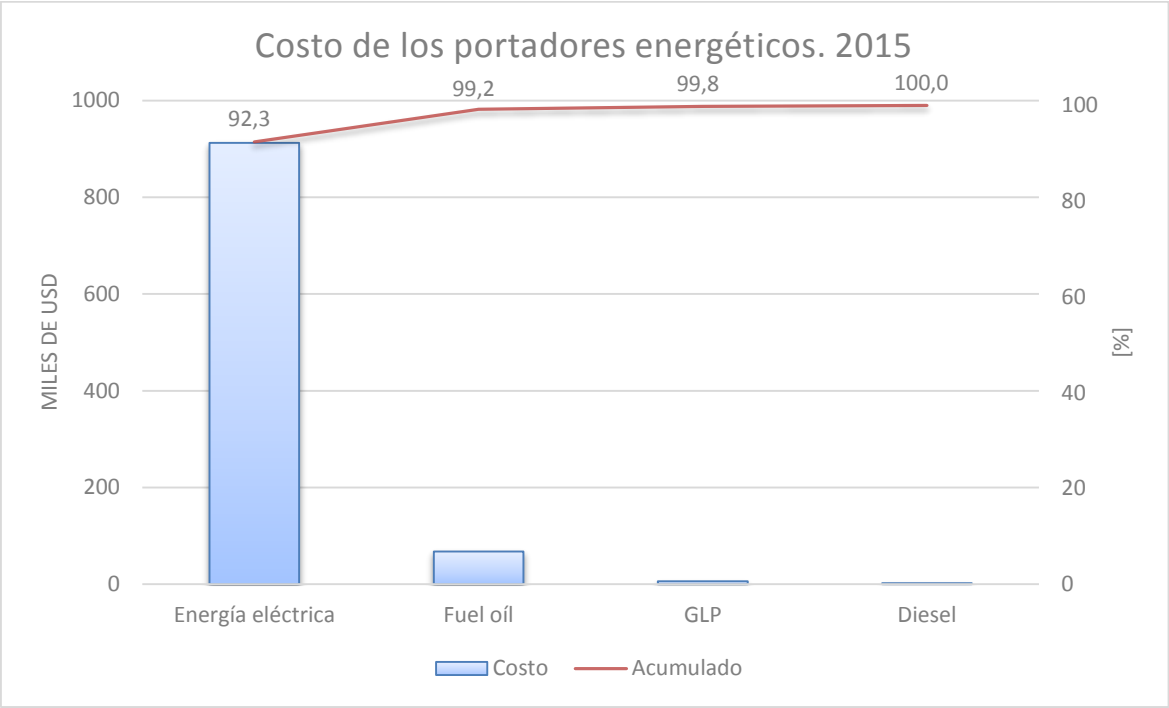


Gráfico 2.10: Costo de los portadores consumidos en el año 2015.

La gráfica muestra el comportamiento de los costos de los diferentes recursos siendo la energía el de mayor costo representando el 92,3 %, esto viene dado porque es el portador más consumido en el hospital pues prácticamente la mayoría de los servicios necesitan de esta energía, le siguen los costos del fuel oil con un 6,8 %. Finalmente le siguen el GLP y el combustible diesel con un 0,6 y 0,2 % respectivamente.

2.9 Índices generales.

Seguidamente se muestra el porcentaje de ocupación del hospital y los índices de consumo para los portadores energéticos consumidos en dicha instalación en el año 2015.

Tabla 2.1 Por ciento de ocupación de las camas.

Total de camas	620
Total de días paciente	183 763
Días paciente /cama	296,39
% de ocupación (cama ocupada)	81,2

Tabla 2.2 Resumen de consumo de los portadores energéticos.

Energía eléctrica	**Valor**	**Índice**	**Unidad**
kWh	4 344 182	23,62	kWh/d-p
Tcc	1 590,0	8,65	kg/d-p
Costo	912 278	4,96	USD/d-p
Fuel oil			
Tcc	255,4	1,39	kg/d-p
Costo	67 463	0,37	USD/d-p
GLP			
Tcc	17,6	0,01	kg/d-p
Costo	6 192	0,03	USD/d-p
Diesel planta			
Tcc	3,8	0,02	kg/d-p
Costo	1 926	0,01	USD/d-p
Total			
Tcc	1 867	10,07	kg/d-p
Gastos monetarios en energía	987 859	5,37	USD/d-p

La tabla 2.2 muestra que los costos por consumo de electricidad representan el mayor por ciento de los costos totales con un valor de 912 278 USD con un índice de consumo de 4,96 USD/d-p, los mismos no incluyen medicamentos, alimentos, servicios de consultas, reactivos para análisis, otros servicios y materiales que el paciente recibe o utiliza. Además se consumió en el hospital un total de 1 867 tcc por concepto de portadores energéticos, con un índice de consumo de 10,07 kg/d-p. Esto representa, en costos totales por concepto de portadores energéticos 987 859 USD y el índice de consumo global de 5,37 USD/d-p.

Seguidamente se muestra el resumen de consumo de los portadores energéticos para otro hospital de similares características (en específico el hospital de Santa Clara) con el objetivo de realizar una comparación para determinar si en el hospital espirituano dichos portadores tienen un comportamiento semejante.

Tabla 2.3 Resumen de consumo de los portadores energéticos del hospital "Arnaldo Milián Castro" (HAMC) para el año 2015. **(Lamadrid, 2016)**

Energía eléctrica	**Valor**	**Índice**	**Unidad**
kWh	4034437	27,72	kWh/d-p
Tcc	1476,6	10,15	kg/d-p
Costo	847 232	5,82	USD/d-p
Fuel oil			
Tcc	232,2	1,60	kg/d-p
Costo	61 326	0,42	USD/d-p
GLP			
Tcc	16,8	0,01	kg/d-p
Costo	5 922	0,04	USD/d-p
Diesel planta			
Tcc	4,2	0,03	kg/d-p
Costo	2 097,75	0,01	USD/d-p
Total			
Tcc	1730	11,78	kg/d-p
Gastos monetarios en energía	916 578	6,30	USD/d-p

La tabla anterior muestra un comportamiento similar a lo ocurrido en Sancti Spíritus, pues la energía eléctrica representa el porcentaje más elevado de los costos totales con 847 232 USD y un índice de consumos de 5,82 USD/d-p. También se consumieron en el HAMC un total de 1 730 tcc por concepto de portadores energéticos, con un índice de consumo de 11,78 kg/d-p. Lo que representa para los costos totales unos 916 578 USD esto equivale a un 7,22 % menos de lo gastado en el HCCG, aunque es válido señalar que el índice de consumo global en el hospital santaclareño superó en un 17,32 % al espirituano pues este está dado por la cantidad de días-paciente, el mismo fue de 6,30 USD/d-p.

2.10 Emisiones contaminantes.

Como es costumbre el consumo de los diferentes portadores energéticos provoca una serie de afectaciones al medioambiente producidos en gran parte por las

emisiones de contaminantes, esto no difiere en el hospital espirituano, pues existe una serie de sustancias derivadas del uso de dichos portadores que provoca el deterioro de la naturaleza, dentro de estas se encuentran el CO_2 y el SO_2. Por cada tonelada de combustible convencional consumida se emite a la atmosfera un total de 3 t $_{co2}$ y 0,061 t $_{so2}$.

En la tabla que se muestra a continuación aparece la cantidad de toneladas liberadas a la atmosfera de las sustancias antes mencionadas.

Tabla 2.4: Emisiones del HCCG para el año 2015.

Emisiones	**Valor**	**Índice**	**Unidad**
t_{CO2}	5 600	91,4	kg_{CO2} /d-p
t_{SO2}	114	0,6	kg_{SO2} /d-p

CAPÍTULO III

Capitulo III: Caracterización del sistema eléctrico.

3.1 Introducción.

En el presente capítulo se caracterizará el sistema eléctrico del hospital "Camilo Cienfuegos Gorriaran" realizando una descripción del subsistema de alimentación (Banco de transformadores) del mismo, se analizarán también los grupos electrógenos de la entidad, el sistema de distribución de cargas y los principales equipos consumidores por lugares. Finalmente se realizará un estudio sobre la tarifa empleada por la empresa eléctrica para entidades de este tipo y los costos del consumo de dicha energía en la instalación.

3.2 Características de la subestación del hospital. (Martínez Baracaldo, 2016)

La subestación eléctrica no es más que el conjunto de elementos que sirven para alimentar el servicio eléctrico de alta tensión a un local con una demanda grande de energía para obtener luz, fuerza, calefacción, y otros servicios. Las subestaciones, aunque el costo de instalación de las mismas es elevado, son convenientes para el usuario debido a que las cuotas de consumo medidas en alta tensión son mucho más económicas que cuando los servicios son suministrados por la empresa en baja tensión, por lo cual, el gasto inicial se compensa en poco tiempo quedando un ahorro permanente para la entidad.

El subsistema de alimentación del hospital "Camilo Cienfuegos" cuenta en su configuración con seis transformadores de 333,33 kVA agrupados de a tres para formar dos grupos denominados Banco 1 (B1) y Banco 2 (B2) con 1000 kVA cada uno, lo que da por resultado un total instalado de 2000 kVA:

- El voltaje primario (Por alta) es de 13,2 kV y el secundario (Por baja) es de 460 V.
- La conexión es estrella-delta (estrella por alta y delta por baja).

3.2.1 Sistemas de seguridad de la subestación. (Martínez Baracaldo, 2016)

Los requerimientos de seguridad de la subestación exige la conexión a tierra de todas las partes metálicas de interruptores, estructuras, tanques de transformadores, calzadas metálicas, cercas, tableros de conmutación, etc., de

manera que una persona que toque el equipo o se encuentre cerca del mismo, no pueda recibir descarga peligrosa si un conductor de alto voltaje relampaguea o entra en contacto con cualquier parte del equipo arriba enumerado. Por lo general, esta función se satisface si todo el armazón metálico con la que una persona pueda hacer contacto o que una persona pueda tocar al estar de pie en tierra, se encuentra de tal modo unida y conectada a tierra que no puedan hacer potenciales peligrosos. Esto significa que toda parte individual del equipo, toda columna estructural, etc., debe tener su propia conexión al emparrillado a tierra de la estación. Por todo lo antes mencionado la conexión a tierra de subestaciones es de suma importancia, a continuación se muestran las funciones de conectar a tierra un sistema se enumeran a continuación:

1. Proporcionar la conexión a tierra para el neutro a transformadores, reactores y capacitores.
2. Constituyen la trayectoria de descarga a pararrayos de barra, protectores, espinterómetros y equipos similares.
3. Garantizan la seguridad del personal de operación al limitar las diferencias de potencial que puedan existir en la subestación.
4. Proporcionan un medio de descargar y desenergizar un equipo para efectuar trabajos de mantenimiento en el mismo.
5. Provee una trayectoria de resistencia suficientemente baja a tierra, para reducir al mínimo una elevación del potencial a tierra con respecto a tierra remota.

3.2.2 Modos de conexión. (Martínez Baracaldo, 2016)

Anteriormente, desde su inauguración, ambos bancos de transformadores eran alimentados y conectados en paralelo brindando servicio a la institución, posteriormente, luego de varios cambios realizados, existen dos modos de alimentar al mismo:

- Modo 1: Emplear el B1 para el circuito de emergencia y el B2 para el circuito normal.
- Modo 2: Alimentar todo el hospital utilizando solo un Banco de transformadores.

En el hospital existe también un sistema radial de distribución interna a través de los centros de carga eléctricas que se alimentan de la pizarra general de distribución (PGD) siendo el porcentaje de consumos promedio por banco en el mes de 76 % del consumo total en el B1 y de 24 % en el B2. Además, la compensación del factor de potencia del B1 se logró reducir mediante el empleo de un grupo de capacitores acoplados a la salida del mismo.

Luego, de la pizarra general de distribución (PGD) se alimentan los 24 transformadores de los centros de carga, los cuales reducen el voltaje de 460 V a 220 y 110 V en ambos circuitos para alimentar las distintas áreas del centro.

3.3 Grupos electrógenos de emergencia. (INMESOL, 2016)

Un grupo electrógeno es máquina que mueve un generador de electricidad a través de un motor de combustión interna. Estos son utilizados comúnmente cuando hay déficit en la generación de energía eléctrica y cuando son frecuentes los cortes o averías en el suministro eléctrico.

En la entidad en cuestión existen dos grupos electrógenos de emergencia; uno marca Volvo de 600 kVA y el otro marca Guascor de 1 000 kVA (Ver anexos 10 y 11). Los mismos son puestos en marcha en dos casos fundamentales de emergencia:

1. Averías en el sistema eléctrico.
2. Fallas en el sistema eléctrico.

Como se mencionó anteriormente, los grupos electrógenos con los que cuenta el hospital son utilizados en caso de emergencias, para abastecer el área del hospital, donde se prestan los servicios de terapia intensiva, salón de operaciones, urgencia y alumbrado de emergencia. Dichos grupos electrógenos utilizan el diesel como combustible primario para su funcionamiento, A continuación se brinda una

serie de datos de la ficha técnica de cada uno de los generadores eléctricos existentes en la institución:

Tabla 2.3 Datos técnicos de los grupos electrógenos

Grupo Electrógeno # 1		**Grupo Electrógeno # 2**	
Marca	Volvo	**Marca**	Guascor
Peso	3 200 kg	**Peso**	8 000 kg
Velocidad	1 500/ 1 800 rpm	**Velocidad**	1 500 rpm
Frecuencia	50/ 60 Hz	**Frecuencia**	50/ 60 Hz
Voltaje	230/ 400 V	**Voltaje**	230/ 400 V
Cos φ	0,8	**Cos φ**	0,8
P.P.	560 kW/ 600 kVA	**P.P.**	820 kW/ 1 000 kVA
P.S.	576 kW/ 620 kVA	**P.S.**	900 kW/ 1 100 kVA
Capacidad	434 litros	**Capacidad**	600 litros
Consumo (l/h)	150 (al 100% de carga)	**Consumo (l/h)**	243 (al 100% de carga)

P.P.: Potencia principal disponible.

P.S.: Potencia en Standby.

Cos φ: Factor de potencia

3.4 Estructura del consumo eléctrico.

A continuación en el gráfico 3.1 se muestra el comportamiento del consumo de energía eléctrica mensual para el año 2015. (Ver anexo 12)

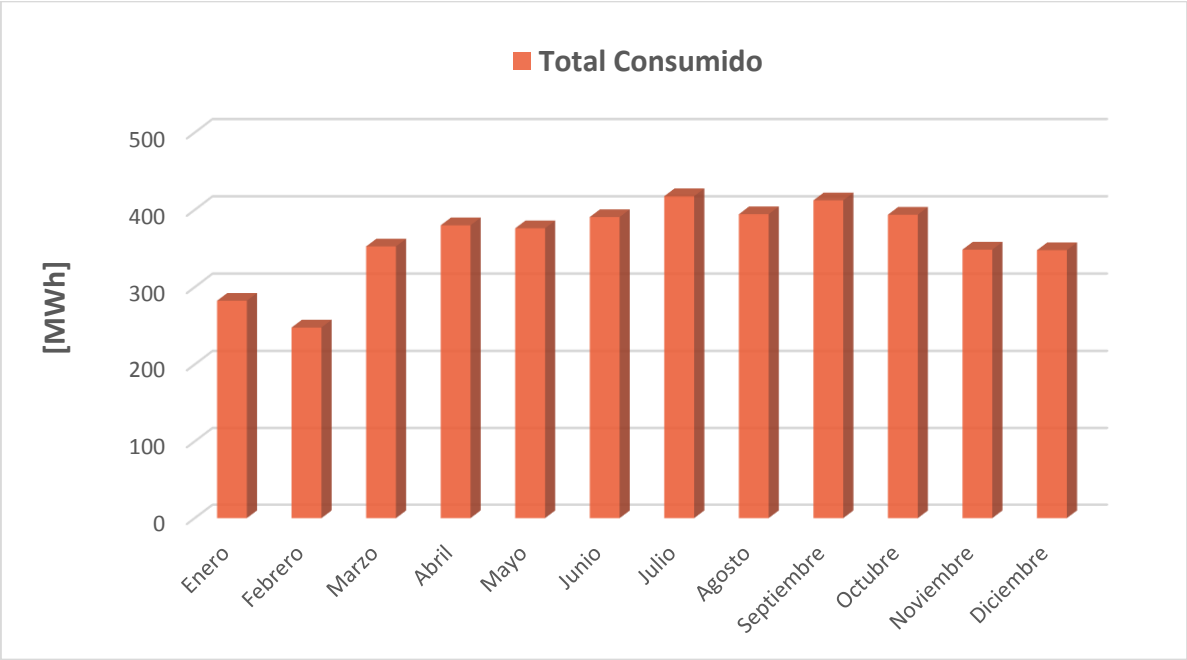


Gráfico 3.1: Consumo electrico para el año 2015.

Como se puede apreciar en el gráfico, las mayores cifras de consumos se encuentran en los meses más cálidos del año manteniéndose estos por encima de los 375 MWh desde de abril hasta octubre y alcanzando su valor máximo en el mes de julio siendo este de 417,7 MWh, esto viene dado por la exigencia de trabajo a la que están sometidos los equipos de climatización, los cuales son altamente consumidores de electricidad.

3.4.1 Estructura de los consumos por día de la semana.

En el gráfico 3.2 aparecen los valores de la estructura de los consumos promedios por días de la semana para el año analizado.

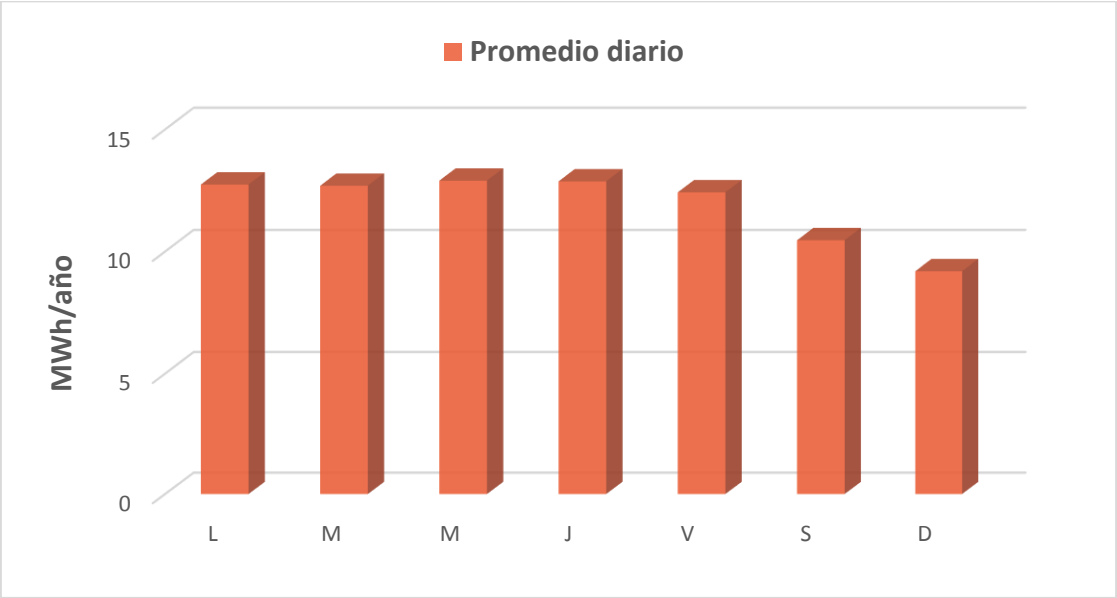


Gráfico 3.2: Estructura de los consumos por día de la semana para el 2015.

Del análisis realizado al gráfico 3.2 se obtiene que el consumo semanal promedio para el año 2015 es mayor entre los días de lunes a viernes acercándose estos a 13 MWh/día, todo lo contrario a lo ocurrido en los fines de semana, disminuyendo los mismos el sábado y el domingo con valores de 10,5 y 9,2 MWh/día respectivamente, lo que da a entender que en los días entre semana son atendidos la mayor cantidad de pacientes y disminuyendo esto los fines de semana. (Ver anexo 13)

3.5 Levantamiento de cargas del hospital.

En el hospital existen un total de 19 889 equipos eléctricos distribuidos en las diferentes áreas del mismo, todos estos consumen en conjunto unos 2 348,44 kW/h. Del total de equipos existentes en el hospital 19 187 son destinados a la iluminación (Ver anexo 14)

El gráfico 3.3 muestra cómo están distribuidos los consumos por las áreas del hospital.

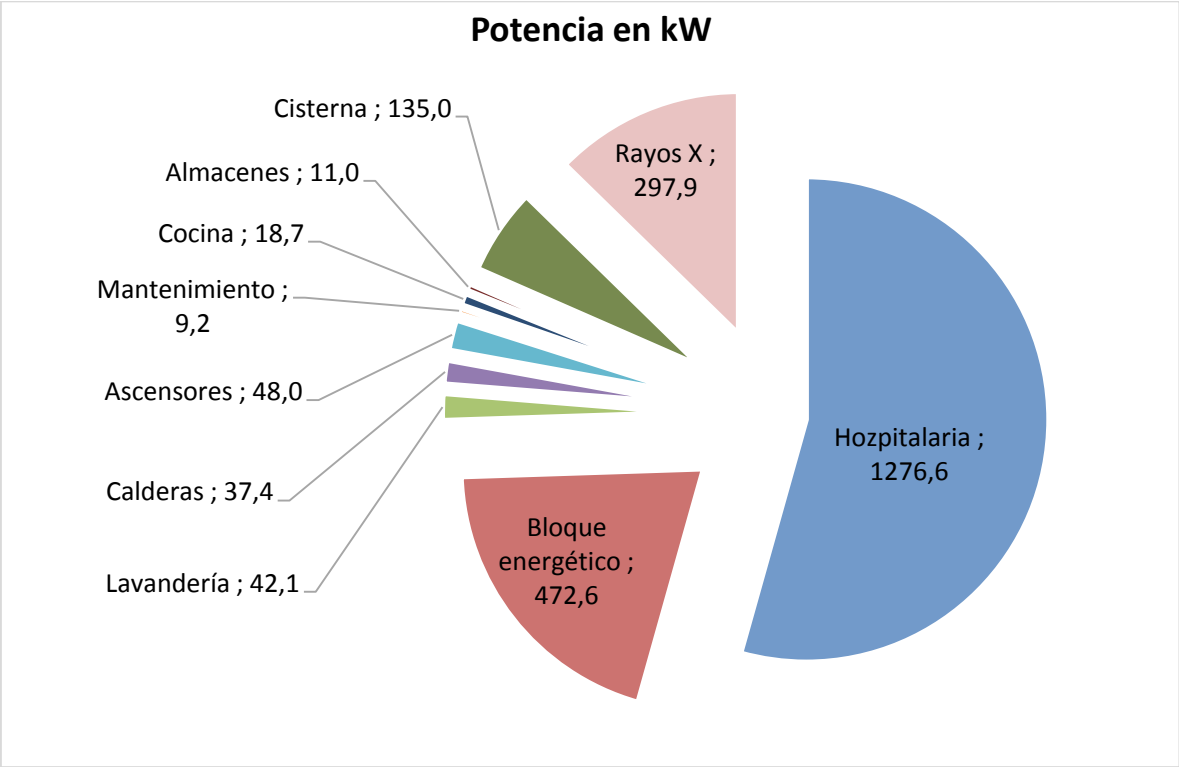


Gráfico3.3: Energía consumida en las diferentes áreas del hospital.

Como se resultado del análisis del gráfico 3.3 se puede apreciar los equipos más consumidores de energía se encuentran concentrados en el área de hospitalaria, estos acumulan en su totalidad una potencia instalada de 1 276,6 kW lo que representa el 54 % del total, esto se debe a que en dicha área se encuentran la mayor cantidad de equipos (19 801). Además el bloque energético y el área de Rayos x también sobresalen por encima de las demás con respecto al consumo con unos 472,6 y 297,9 kW respectivamente pues los equipos presentes en estas dos áreas, a pesar de no representar una cantidad significativa, si son altamente consumidores de energía eléctrica.

3.6 Puestos claves de consumo energético.

Una vez realizado el levantamiento de cargas en el hospital se procede a identificar los puestos claves de consumo energético, estos no son más que los equipos con mayor influencia en el consumo de energía eléctrica de la entidad, luego de identificados los equipos de mayor consumo se pueden tomar medidas

para mejorar la eficiencia de los mismos para de esta forma disminuir su consumo y de esta manera lograr una mayor eficiencia del hospital en general. A continuación, en el gráfico 3.4 se muestran los puestos claves de consumo.

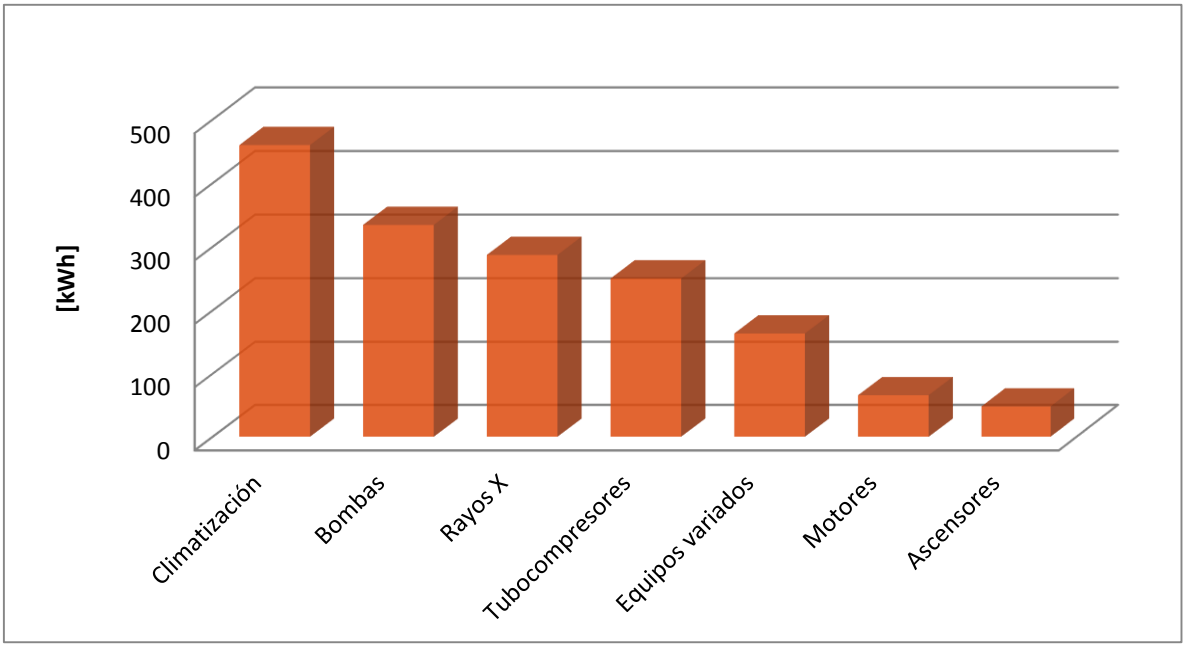


Grafico 3.4: Estructura de los puestos claves consumo.

Luego de realizado el estudio del gráfico 3.4, se puede apreciar que son los equipos de climatización los que sobresalen por encima del resto, pues estos son altamente grandes consumidores de energía y tiene un alto régimen de trabajo, los mismos alcanzan los 459,7 kWh. Cabe señalar también que las bombas, los equipos de rayos x y los turbocompresores son otros de los equipos altamente consumidores con 334,2; 287 y 250 kWh respectivamente.

En fin, el análisis realizado a los ya mencionados, puestos claves, dio como resultado que todos estos equipos que componen dichos puestos consumen un total de 1 608,2 kWh, lo que representa el 68,5 % del total consumido.

3.7 Tarifas aplicadas para la facturación eléctrica.

Una vez puesto en práctica lo observado en el sistema tarifario cubano para el sector no residencial, la institución en cuestión se acogería al grupo M1–A (Tarifa de media tensión con actividad continua), el cual plantea lo siguiente **(UNE, 2011)**:

- Se aplicará a todos los servicios de consumidores clasificados como de Media Tensión con actividad de 20 horas o más diarias.
- $7.00 mensual por cada kW de máxima comprendido entre las 5:00 y las 1:00 horas.
- Por cada kWh consumido en el horario pico: (0.0481$/ kWh*K+0.064$/ kWh)*Consumo pico en kWh.
- Por cada kWh consumido en el horario del día: (0.0241$/ kWh*K+0.064$/ kWh)*Consumo día en kWh.
- Por cada kWh consumido en el horario de la madrugada: (0.0161$/ kWh*K+0.064$/ kWh)*Consumo madrugada en kWh.
- Para el cálculo de la facturación del cargo fijo mensual, se considerará: El valor de demanda máxima contratada en el horario comprendido entre las 05:00 y las 21:00 horas.
- Si la demanda máxima registrada en el horario establecido es mayor que la demanda máxima contratada, se facturará la contratada al precio de la tarifa y el exceso al triple de su valor, $21.00 por cada kW.
- Se aplican el Factor de potencia y el Factor K.

3.8 Costos del consumo eléctrico. (DEIS, 2005, Suárez, 1999)

En función de las tarifas que se aplican y que ya han sido explicadas anteriormente en el epígrafe 3.7, se calculan los costos de consumo eléctrico y el consumo de energía del hospital.

El gráfico 3.5 muestra el comportamiento anual de dichos costos de consumo eléctrico. (Ver anexo 16)

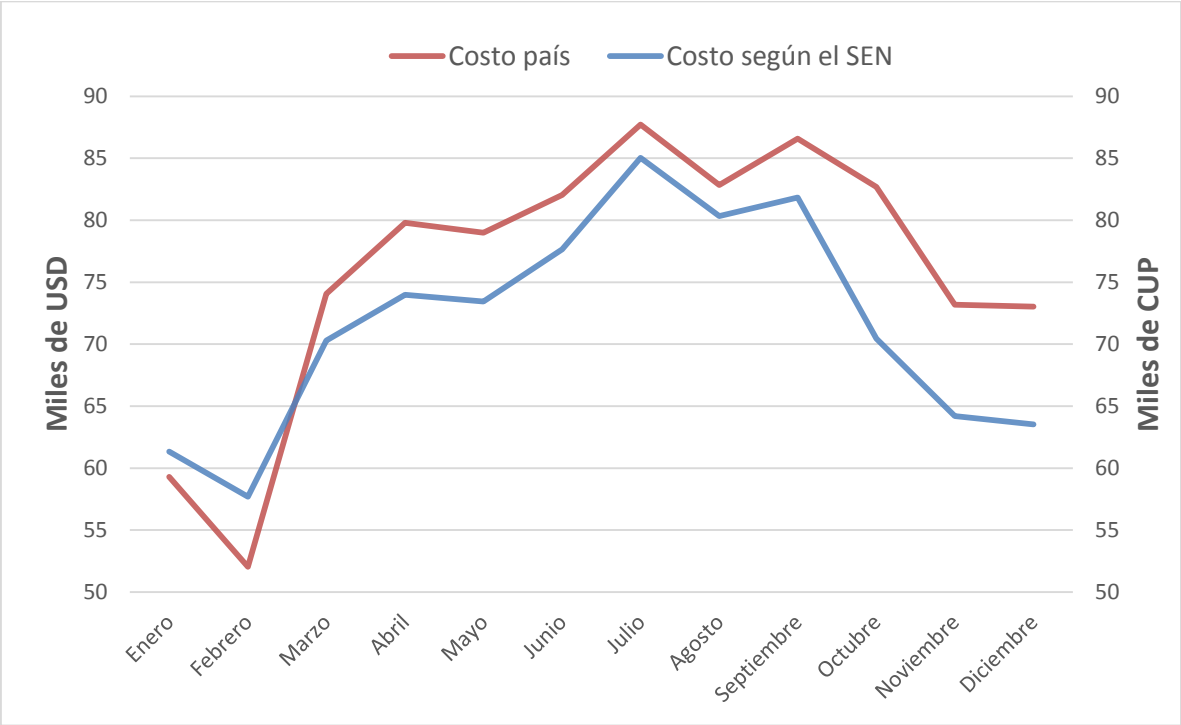


Gráfico 3.5: Costos del consumo eléctrico en el año 2015

El gráfico anterior muestra el comportamiento de los costos del consumo eléctrico en el 2015 teniendo en cuenta dos puntos de vista fundamentales, uno es el costo generado por la empresa eléctrica a partir de la tarifa aplicada, estos alcanzan cifras de 859 789,73 CUP y otro es el costo real generado al país a partir de los gastos asumidos por el mismo, teniendo en cuenta el combustible gastado para producir esa energía y estos ascienden a 912 278 USD.

Además, como se aprecia en el gráfico, los mayores consumos se muestran en los meses de verano, esto se debe a que son estos los meses de mayor calor del año, lo que por consiguiente se traduce en un mayor uso a los equipos de refrigeración y climatización, todo el contrario a lo que sucede en los meses menos cálidos.

CONCLUSIONES

Conclusiones.

1. La electricidad es el portador energético de mayor incidencia en el hospital, esta alcanza valores de 1 590 tcc (4 344,2 MWh) lo que representa un 85,2 % del total de los consumos.
2. El fuel oil constituyó el 13,7 % del consumo general para el año 2015, esto equivale a unas 255,4 tcc (269 390 litros).
3. Los consumos de GLP se comportaron de manera irregular, aunque el consumo anual de este combustible estuvo acorde a lo asignado para el 2015 pues se consumió un total de 17,58 tcc (27 622 litros) esto equivale al 100 % de lo planificado.
4. Los equipos más consumidores de energía se encuentran concentrados en el área de hospitalaria, estos representan el 54 % del total general lo que equivale a 1 276,6 kW.
5. Los equipos de clima son los mayores consumidores de energía alcanzando cifras de 459,7 kWh seguido de los equipos de bombeo y los equipos de rayos x 334,2 y 287 kWh en ese orden.

RECOMENDACIONES

Recomendaciones

1. Realizar un estudio con mayor profundidad para determinar la factibilidad de implementar una alternativa de suministro energético más eficiente en el hospital.
2. Tomar medidas de ahorro energético que permitan la regulación del uso de los equipos utilizados para la climatización para reducir al máximo el consumo de los mismos.

BIBLIGRAFÍA

Bibliografía.

1. ÁVILA, M. A. A. 2010. MAYOR EFICIENCIA ENERGÉTICA. *JUVENTUD REBELDE.*
2. BORROTO, A. & MONTEAGUDO, J. 2006. *Gestión Energética en el Sector Productivo y los Servicios,* Cienfuegos.
3. BORROTO, A. V., F. 2001. *Diplomado en Gestión Eficiente de la Energía.*
4. CARLOS, J. 2000. La Eficiencia Energética en la Gestión Empresarial.
5. CNE 2011. Desarrollo de estudios de viabilidad técnica y económica para inversiones en eficiencia energética en hospitales y oficinas del Ministerio de Salud Pública. San Salvador, El Salvador.
6. COMUNIDAD DE MADRID, C. D. A. 2010. Guía de ahorro y eficiencia energética en hospitales.
7. DEIS. 2005. *Definiciones datos básicos de la actividad hospitalización* [Online]. Santiago de Chile. Available: http://deis.minsal.cl/deis/NOTAS%20TECNICAS%20REM-20.htm 2012].
8. ENERGÉTICA, A. C. D. E. 2014. Manual Gestor de Eficiencia Energética.
9. GARCÍA, A. 2000. Diagnóstico de la economía energética nacional y la estrategia desde la óptica del uso racional de la energía.
10. GLENDA, E. R. 2013. *Estudio del sistema de Gestión Energética en el Hospital Cmdte. Manuel "Piti" Fajardo mediante la caracterización de los portadores energéticos.*
11. GUAJARDO, G. J. 2013a. Casos Prácticos de mejoras de las infraestructras y de la eficiencia energética de las intalaciones sanitarias.
12. GUAJARDO, J. G. 2013b. Casos prácticos de mejora de las infraestructuras y de la eficiencia energética de las instalaciones sanitarias.
13. INMESOL. 2016. *Ficha técnica de generadores eléctricos.* [Online]. Available: www.generator.nl.

14. JIMÉNEZ PANEQUE, R. E. 2004. Indicadores de calidad y eficiencia de los servicios hospitalarios: Una mirada actual. *Revista Cubana de Salud Pública,* 30**,** 0-0.

15. LAMADRID, I. 2016. *Caracterización del sistema energético en el Hospital ¨Arnaldo Milián Castro¨.* Universidad Central de Las Villas.

16. MARTÍNEZ BARACALDO, T. 2016. Subestacion eléctrica y grupos electrogenos del hospital. *In:* HIDALGO ABALO, Y. O. (ed.).

17. MEP. Portadores energéticos. Indicaciones para la planificación. Available: http://correo.servisa.tur.cu/Capacitacion/Consultor/06%20Planificacion/Metodologia%202010/2010-04.pdf.

18. MESA MEDEROS, A. W. 2011. *Alternativas de suministro energético para el hospital provincial clínico quirúrgico universitario "Arnaldo Milián Castro" de Santa Clara.*, Universidad Central de Las Villas.

19. MINSAP 2012. Hospital Camilo Cienfuegos.

20. PADRÓN, M. D. G. & MORALES, F. S. P. 2011. *Alternativas para el mejoramiento de la gestión energética del Hospital Santa Clara de Bogotá.* Tesis para optar al título de especialista en gestión energética y ambiental Universidad de la Salle.

21. PÉREZ, E. 2012. *Alternativas de suministro energético para el Hospital ¨Arnaldo Milián Castro¨ mediante la aplicación del software RETScreen.*, Univesidad Central de Las Villas.

22. SUÁREZ, R., CRUZ,Y.,ROIG,A.,CASADEMUNT,N.,BERNAL,P. 1999. Consideraciones sobre los Costos en los servicios hospitalarios cubanos.

23. UNE 2011. Sistemas de tarifas eléctricas para el sector no residencial.

24. WARTER LOHR , K. G., NELSON SERRANO , ALICIA ZAMORANO. 2009. Eficiencia Energética en Hospitales Públicos.

ANEXOS

Anexos.

Anexo 1: Factores de conversión a tonelada de combustible convencional.

Portador	Unidad de medida	Factor de conversión a tcc
Electricidad	MWh	0,37
Fuel oil	T	1,00
Diesel	T	1,05
GLP	T	1,16

Anexo 2: Estructura de consumo de los portadores energéticos.

Portadores	tcc	Fracción [%]	Acumulado [%]
Electricidad	1590,0	85,2	85,2
Fuel oíl	255,4	13,7	98,9
GLP	17,6	0,9	99,8
Diesel	3,8	0,2	100,0
Total	**1866,8**	**100,00**	

Anexo 3: Estructura de los consumo de energía eléctrica.

Meses	Consumos [MWh]			Consumo [MVArh]
	Pico	**Día**	**Madrugada**	**Reactivo**
Enero	41,8	162,1	78,5	93,0
Febrero	38,4	142,0	67,4	87,8
Marzo	52,9	204,9	94,9	113,4
Abril	56,2	220,4	103,4	116,1
Mayo	54,9	225,3	95,9	108,9
Junio	55,5	232,8	102,3	117,9
Julio	60,6	248,5	108,6	124,0
Agosto	57,6	231,9	104,9	115,0
Septiembre	60,6	243,7	108,0	126,1
Octubre	55,5	236,6	101,6	137,7
Noviembre	48,4	211,2	88,9	118,6
Diciembre	50,8	205,9	91,1	127,4
Total	**633,24**	**2565,41**	**1145,53**	**1385,85**

Anexo 4: Plan y consumo mensual de fuel oil.

Meses	Plan [tcc]	Consumo total [tcc]	Índice de consumo [kg/d-p]	
Enero	23,5	22,9		1,57
Febrero	19,5	21,9		1,54
Marzo	23,4	21,0		1,28
Abril	21,9	18,6		1,20
Mayo	23,4	20,6		1,31
Junio	21,9	21,4		1,35
Julio	23,4	21,9		1,43
Agosto	22,6	20,9		1,43
Septiembre	22,6	21,4		1,46
Octubre	23,4	23,1		1,41
Noviembre	21,9	21,4		1,38
Diciembre	22,7	20,2		1,37
Total	**270,25**	**255,39**	**Promedio**	**1,39**

Anexo 5: Valores promedios y absolutos de las temperaturas en Sancti Spíritus para el año 2015.

Meses	**Temperatura mínima absoluta (º C)**	**Temperatura máxima absoluta (º C)**	**Temperatura promedio (º C)**
Enero	11	32,2	21,6
Febrero	6,1	29,5	16,8
Marzo	16,2	35,4	25,8
Abril	14	36,9	25,5
Mayo	18,8	34,9	26,9
Junio	19,6	35,4	27,5
Julio	20	36,2	28,1
Agosto	20,3	37,3	28,8
Septiembre	21,7	34,8	28,3
Octubre	17,8	35,6	26,7
Noviembre	17,4	33,8	25,6
Diciembre	17,4	32,2	24,8
Promedio	**16,7**	**34,4**	**25,5**

Anexo 6: Plan y consumos totales de GLP.

Meses	Plan [tcc]	Consumo total [tcc]	Índice de consumo [kg/d-p]
Enero	1,46	1,28	0,01
Febrero	1,46	1,18	0,01
Marzo	1,46	1,49	0,01
Abril	1,46	1,46	0,01
Mayo	1,46	1,69	0,01
Junio	1,46	1,48	0,01
Julio	1,46	1,54	0,01
Agosto	1,46	1,45	0,01
Septiembre	1,46	1,45	0,01
Octubre	1,46	1,48	0,01
Noviembre	1,46	1,49	0,01
Diciembre	1,46	1,58	0,01
Total	**17,58**	**17,58**	**//////////////////////////**

Anexo 7: Consumo total de diesel y energía generada.

Meses	Consumo total [tcc]	Energía generada [kWh]
Enero	0,54	2494,9
Febrero	0,09	501,0
Marzo	0,16	832,7
Abril	0,18	733,3
Mayo	0,19	840,0
Junio	0,39	1806,7
Julio	0,19	826,5
Agosto	0,29	1691,6
Septiembre	0,21	1307,2
Octubre	0,85	4160,0
Noviembre	0,36	1993,0
Diciembre	0,37	1718,3
Total	**3,81**	**18,91**

Anexo 8: Plan y consumo mensual de agua.

Meses	Plan [m^3]	Real [m^3]	Diferencia [m^3]	% de cumplimiento
Enero	22810	21071	1739	92,4
Febrero	21210	20018	1192	94,4
Marzo	24132	23112	1020	95,8
Abril	24132	25108	-976,0	104,0
Mayo	25201	27015	-1814,0	107,2
Junio	26615	29398	-2783,0	110,5
Julio	28034	30845	-2811,0	110,0
Agosto	27131	30076	-2945,0	110,9
Septiembre	25972	27421	-1449,0	105,6
Octubre	24504	25362	-858,0	103,5
Noviembre	23415	22341	1074,0	95,4
Diciembre	22623	21132	1491,0	93,4
Total	**295779**	**302899**	**-7120,0**	**102,4**

Anexo 9: Estructura de costos de los portadores energéticos.

Portadores	Costo [MUSD]	Fracción [%]	Acumulado[%]
Energía eléctrica	912 278	75,3	75,3
Fuel oíl	67 463	5,6	99,3
GLP	6 192	0,5	99,8
Diesel	1 926	0,2	100,0
Total	**987 859**	**100,0**	

Anexo 10: Grupo electrógeno marca Volvo de 600 kVA.

Anexo 11: Grupo electrógeno marca Guascor de 1000 kVA.

Anexo 12: Estructura del consumo de energía eléctrica.

Meses	Consumo total Real [MWh]
Enero	282,4
Febrero	247,8
Marzo	352,7
Abril	380,0
Mayo	376,2
Junio	390,6
Julio	417,7
Agosto	394,4
Septiembre	412,3
Octubre	393,7
Noviembre	348,5
Diciembre	347,8
TOTAL	**4 344,2**

Anexo 13: Promedio día de la semana para un año del consumo eléctrico en MWh/día.

Meses	Promedio día de la semana [MWh/día]						
	L	**M**	**M**	**J**	**V**	**S**	**D**
Enero	9,0	9,4	10,0	9,7	9,2	8,2	7,5
Febrero	9,4	9,9	9,9	9,5	8,6	7,4	7,4
Marzo	12,1	11,7	12,0	12,0	12,3	10,5	9,3
Abril	13,6	13,6	13,3	13,4	12,8	12,3	9,4
Mayo	14,7	12,8	13,0	13,4	13,1	11,2	9,2
Junio	14,4	13,1	14,0	13,9	13,7	11,4	10,3
Julio	13,9	14,3	15,0	14,8	14,0	11,6	9,9
Agosto	13,2	13,8	13,8	14,0	13,7	11,8	9,7
Septiembre	14,5	14,3	14,2	15,2	15,4	11,9	10,5
Octubre	13,7	13,8	14,2	14,1	13,6	10,4	9,1
Noviembre	12,2	12,9	13,0	13,3	11,6	9,6	9,2
Diciembre	12,1	12,8	12,5	11,1	11,2	9,4	8,8
Promedio	**12,7**	**12,7**	**12,9**	**12,9**	**12,4**	**10,5**	**9,2**

Anexo 14: Levantamiento de cargas por áreas.

Designación	Cantidad	Áreas	Potencia en kW
Lámparas de 40w	12213	Hospitalaria	488,52
Lámparas de 20w	6974	Hospitalaria	139,48
Computadoras de 500 W	195	Hospitalaria	97,5
Refrigeradores de 180w	75	Hospitalaria	13,5
Televisores de 120w	35	Hospitalaria	4,2
Bebederos de 100w	75	Hospitalaria	7,5
Cajas de agua de 500w	6	Hospitalaria	3
Unidades climatizadoras de 2.2Kw	23	Hospitalaria	50,6
Unidades climatizadoras de 3Kw	10	Hospitalaria	30
Unidades climatizadoras de 5.5Kw	6	Hospitalaria	33
Unidades climatizadoras de 4.1Kw	5	Hospitalaria	20,5
Aire de ventana de 0,65 kW	21	Hospitalaria	13,65
Aires de ventana de 1,5 kW	4	Hospitalaria	6
Aires de ventana de 1,2 kW	7	Hospitalaria	8,4
Aires de ventana de 0,8 kW	4	Hospitalaria	3,2
Aires de ventana de 0,56 kW	45	Hospitalaria	25,2
Aire de ventana de 1,3 kW	14	Hospitalaria	18,2
Aire de ventana de 2,2 kW	19	Hospitalaria	53,2
Aire de ventana de 1,95 kW	4	Hospitalaria	7,8
Aire de ventana de 1 kW	5	Hospitalaria	5
Aire de ventana de 1,04 kW	2	Hospitalaria	2,08
Aire de ventana de 0,5 kW	2	Hospitalaria	1
Split de 3,5 kW	1	Hospitalaria	3,5
Split de 3 kW	3	Hospitalaria	9
Split de 1,95 kW	3	Hospitalaria	5,85
Split de 0,9 kW	2	Hospitalaria	1,8
Split de 7 kW	3	Hospitalaria	21

Split de 8,25 kW	4	Hospitalaria	33
Split de 4,7 kW	11	Hospitalaria	51,7
Split de 2,1 kW	8	Hospitalaria	16,8
Split de 1,2 kW	7	Hospitalaria	8,4
Consola de 9 kW	3	Hospitalaria	27
Consola de 3,5 kW	2	Hospitalaria	7
Consola de 6 kW	10	Hospitalaria	60
Bomba de 5,5 kW	2	Bloque energético	11
Compresor de 5,5 kW	2	Bloque energético	11
Turbocompresor de 125 kW	2	Bloque energético	250
Bombas de 37 kW	4	Bloque energético	148
Bombas de 15 kW	1	Bloque energético	15
Bomba de 8,4 kW	3	Bloque energético	25,2
Motor de 6,3 kW	2	Bloque energético	12,4
Extractores de 0,8 kW	2	Lavandería	1,6
Máquina de coser de 270 W	3	Lavandería	0,81
Máquina de coser de 0,8 kW	3	Lavandería	2,4
Motores de 0,55 kW	1	Lavandería	0,55
Motor de 5 kW	4	Lavandería	20
Motores de 1.5Kw	5	Lavandería	7,5
Secadora 1,9 kW	2	Lavandería	3,8
Lavadoras de 1,8 kW	3	Lavandería	5,4
Bombas de 1 kW	2	Calderas	4
Motores de 10 kW	1	Calderas	10
Motores de 2,6 kW	9	Calderas	23,4
Ascensor de 7,5 kW	2	Ascensores	15
Ascensor de 11 kW	3	Ascensores	33
Extractores de 0,8 kW	4	Mantenimiento	3,2
Motor de 1,5 kW	4	Mantenimiento	6
Peladora de 1,2 kW	1	Cocina	1,2

Motor de 1,5 kW	1	Cocina	1,5
Nevera de 1 kW	1	Cocina	1
Pureteras de 5 kW	3	Cocina	15
Neveras de 5 kW	1	Almacenes	5
Neveras de 1,2 kW	5	Almacenes	6
Bomba de 65 kW	1	Cisterna	65
Bomba de 70 kW	1	Cisterna	70
Densitómetro Óseo 0,8 kW	1	Rayos X	0,8
Ortopantomógrafo de 20 kW	1	Rayos X	20
Rx con Televisión de 50 kW	1	Rayos X	50
Rx Estacionarios de 64 kW	3	Rayos X	192
Rx Para Mamografía de 25 kW	1	Rayos X	25
Reveladora Automática de 1 kW	1	Rayos X	1
Secadora de Placas de 1,1 kW	1	Rayos X	1,1
Ultrasonido de Diagnóstico de 8 kW	1	Rayos X	8
Total	**19889**	**//////////////////////////////**	**2348,44**

Anexo 15: Puestos Claves de consumo.

Equipos	Puestos Claves	kWh
Unidades climatizadoras de 2.2Kw	Climatización	50,6
Unidades climatizadoras de 3Kw	Climatización	30
Unidades climatizadoras de 5.5Kw	Climatización	33
Unidades climatizadoras de 4.1Kw	Climatización	20,5
Aire de ventana de 0,65 kW	Climatización	13,65
Aires de ventana de 0,56 kW	Climatización	25,2
Aire de ventana de 1,3 kW	Climatización	18,2
Aire de ventana de 2,2 kW	Climatización	53,2
Split de 1,95 kW	Climatización	5,85
Split de 7 kW	Climatización	21
Split de 8,25 kW	Climatización	33
Split de 4,7 kW	Climatización	51,7
Split de 2,1 kW	Climatización	16,8
Consola de 9 kW	Climatización	27
Consola de 6 kW	Climatización	60
Bomba de 5,5 kW	Bombas	11
Bombas de 37 kW	Bombas	148
Bombas de 15 kW	Bombas	15
Bomba de 8,4 kW	Bombas	25,2
Bomba de 65 kW	Bombas	65
Bomba de 70 kW	Bombas	70
Ortopantomógrafo de 20 kW	Rayos X	20
Rx con Televisión de 50 kW	Rayos X	50
Rx Estacionarios de 64 kW	Rayos X	192
Rx Para Mamografía de 25 kW	Rayos X	25
Turbocompresor de 125 kW	Turbocompresores	250
Computadoras de 500 W	Equipos variados	97,5
Refrigeradores de 180w	Equipos variados	13,5

Televisores de 120w	Equipos variados	4,2
Bebederos de 100w	Equipos variados	7,5
Compresor de 5,5 kW	Equipos variados	11
Máquina de coser de 0,8 kW	Equipos variados	2,4
Secadora 1,9 kW	Equipos variados	3,8
Lavadoras de 1,8 kW	Equipos variados	5,4
Extractores de 0,8 kW	Equipos variados	3,2
Pureteras de 5 kW	Equipos variados	15
Motor de 6,3 kW	Motores	12,4
Motor de 5 kW	Motores	20
Motores de 10 kW	Motores	10
Motores de 2,6 kW	Motores	23,4
Ascensor de 7,5 kW	Ascensores	15
Ascensor de 11 kW	Ascensores	33
Total	**////////////////////////////////**	**2236,2**

Anexo 16: Costos del consumo eléctrico.

Meses	Costo según el SEN [CUP]	Costo [USD]	Consumo en tcc
Enero	61331,9	59303,6	103,4
Febrero	57701,4	52032,1	90,7
Marzo	70284,3	74068,5	129,1
Abril	73975,6	79795,8	139,1
Mayo	73441,8	79001,8	137,7
Junio	77661,4	82034,8	143,0
Julio	85041,1	87721,8	152,9
Agosto	80329,2	82825,9	144,4
Septiembre	81821,2	86583,8	150,9
Octubre	70454,1	82683,3	144,1
Noviembre	64210,5	73189,2	127,6
Diciembre	63537,1	73037,6	127,3
Total	**859 789,7**	**912 278,2**	**1 590,0**