

*Universidad de Matanzas
Sede “Camilo Cienfuegos”
Facultad de Ciencias Técnicas*



**ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL HOSPITAL
PEDIÁTRICO DE MATANZAS ELISEO NOEL CAAMAÑO.**

Trabajo de Diploma en Ingeniería Mecánica

Autor: Francisco Luis Milian Aguiar

Tutor: Ing. José Manuel Suárez Arellano

PENSAMIENTO

Hay hombres que luchan un día y son buenos. Hay otros que luchan un año y son mejores. Hay quienes luchan muchos años, y son muy buenos. Pero hay los que luchan toda la vida, ESOS SON LOS IMPRESCINDIBLES.

Fidel Castro Ruz

DEDICATORIA

Principalmente a mis padres que fueron los que hicieron posible mi formación como profesional.

A toda mi familia, abuelos, amigos y a todos aquellos que de una forma u otra han tenido que ver en mi formación.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y al resto de la familia por su atención y dedicación.

A mi tutor José Manuel por su ayuda en la realización de este trabajo y por brindarme todos sus conocimientos.

A todos mis compañeros de aula y principalmente a la ayuda incondicional de Libán.

A los trabajadores del Hospital Pediátrico de Matanzas Eliseo Noel Caamaño por la atención que me proporcionaron durante la ejecución del presente trabajo.

A todos los profesores y amigos que colaboraron con la realización de esta tesis de una forma u otra.

A todos, Muchas Gracias.

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Por medio de la presente declaro que soy el único autor de este trabajo de diploma y, en calidad de tal, autorizo a la Universidad de Matanzas «Camilo Cienfuegos» a darle el uso que estime más conveniente.

NOTA DE ACEPTACIÓN

Miembros del Tribunal:

Presidente

Secretario

Vocal

RESUMEN

En el presente trabajo investigativo se hizo un análisis detallado del consumo de energía eléctrica y sus costos, así como otros parámetros fundamentales desde el punto de vista de la eficiencia energética, lo que condujo al autor a la elaboración de un plan de medidas fundamentadas científicamente, encaminado hacia el ahorro y uso eficiente de la energía en el Hospital Pediátrico de Matanzas Eliseo Noel Caamaño. Para la realización del mencionado plan de medidas se hizo un estudio del marco teórico referencial y se definieron los procedimientos para el levantamiento de las cargas por servicio eléctrico y locales, donde se analizaron las facturas emitidas por la Empresa Eléctrica de Matanzas durante los años 2018 – 2019, todo desde el punto de vista técnico económico. Se analizó además la demanda máxima contratada y registrada, así como el factor de potencia y la capacidad instalada en el banco de transformador de dicho servicio. Igualmente se propusieron las medidas tanto técnicas como organizativas encaminadas a la reducción del consumo, hacer más eficiente y menos costoso el mismo y la determinación del plan de energía eléctrica de dicha instalación, proponiendo su adecuación de acuerdo con el nivel de actividad actual.

Todas las medidas planteadas como resultado de los análisis efectuados y mediciones realizadas serán discutidas para su implementación por la Dirección del Centro de altos estudios.

ABSTRACT

In this research work, a detailed analysis was made of the consumption of electric energy and its costs, as well as other fundamental parameters from the point of view of energy efficiency, all this led to the development of a plan of scientifically based measures aimed at the saving and efficient use of the same in Pediatric hospital of Matanzas Eliseo Noel Camaño. For the realization of the same one a study of the reference theoretical frame was made and the procedures for the lifting of the loads by electrical and local service were defined, where the invoices emitted by the Electrical Company of Matanzas were analyzed during the years 2018 - 2019, all From the technical and economic point of view, the maximum demand contracted and recorded, as well as the power factor and the installed capacity in the transformer bank of said service were also analyzed, as well as the technical and organizational measures aimed at the reduction of consumption, to make it more efficient and less expensive and to determine the electric power plan of said facility proposing its adaptation according to the current level of activity.

All the measures proposed as a result of the analyzes and measurements made will be discussed for implementation by the Directorate of the Center for Higher Studies.

ÍNDICE

Introducción	1
Capítulo I: Revisión Bibliográfica.....	4
1.2 Definiciones generales.....	5
1.2.1 Eficiencia Energética:	5
1.2.2 Consumo:	5
1.2.3 Consumo de energía eléctrica:	6
1.2.4 Consumo promedio:.....	6
1.2.5 Importe Cargo Variable (ICV):.....	6
1.2.6 Importe Cargo Fijo (ICF):.....	6
1.2.7 Importe por pérdidas de transformación (IPE):	6
1.2.8 Importe Facturación Normal (IFN):.....	7
1.2.9 Acometida:	7
1.2.10 Bonificación:.....	7
1.2.11 Penalización:	7
1.2.12 Carga Conectada:	7
1.2.13 Contador de Energía Eléctrica (CEE):.....	8
1.2.14 Consumo Horario:.....	8
1.2.15 Demanda máxima contratada.....	8
1.2.16 Demanda máxima registrada.....	8
1.2.17 Facturación Mensual:.....	8
1.2.18 Potencia de Facturación:	9
1.2.19 Potencia Instalada:	9
1.2.20 Precio del kWh:.....	9
1.2.21 Precio promedio del kWh:	9
1.2.22 Tarifas:	9
1.2.23 Alta, Media y Baja tensión:	9
1.3 Sistema tarifario eléctrico.	10
1.3.1 Características generales de las tarifas eléctricas.....	10
1.3.2 Cláusula del factor de potencia ($\cos\phi$).....	12
1.3.3 Cláusula de ajuste por variación del precio de los combustibles.....	13
1.3.4 Tarifas para consumidores de alta, media y baja tensión.....	14
1.3.5 Caracterización de la tarifa aplicada al servicio analizado.	15
Capítulo II: Caracterización de los Servicios Eléctricos del Hospital Pediátrico de Matanzas Eliseo Noel Caamaño	16
2.1. Características generales del servicio eléctrico.....	16
2.2 Levantamiento de las cargas por servicios.....	17
2.3 Cálculo de las pérdidas de potencia (ΔP pot.) para los transformadores	32
2.4 Comprobación si cumple con la condición de sobrecarga máxima.	33

Capítulo III Análisis de las facturas emitidas por la UNE al servicio eléctrico en el período del 2018 al 2019.....	36
3.1 Análisis de las facturas.....	36
3.2 Cálculo de un mes de las facturas emitidas por la Empresa Eléctrica	41
3.3 Análisis de la demanda contratada.....	44
3.4 Factor Combustible	50
CONCLUSIONES.....	52
RECOMENDACIONES.....	53
Referencias Bibliográficas.....	54

INTRODUCCIÓN

El pueblo cubano ha tomado conciencia del uso racional de la energía y sus perspectivas futuras, pues constituye una necesidad política económica en Cuba, pero ante todo es un imperativo ecológico por los graves problemas que hoy enfrenta la humanidad derivados del impacto ambiental del sistema energético contemporáneo. [Fernández 2014]

Sin dudas la electricidad juega un papel muy importante en la vida del ser humano, pues con ella se establecen una serie de comodidades que con el transcurso de los años son indispensables para el hombre. Consumir energía es sinónimo de actividad, de transformación y de progreso, siempre que ello esté ajustado a nuestras necesidades y trate de aprovechar al máximo las contenidas en la energía. [Fernández 2014]

Ahorrar energía eléctrica significa usar la cantidad estrictamente necesaria al realizar las distintas actividades. No se pretende renunciar a las comodidades que brinda su empleo y mucho menos limitar el crecimiento económico y social del país. Ahorrar es dejar a un lado el despilfarro y realizar de manera consciente y responsable cada acción de consumo de esta energía, poniendo en práctica las medidas aconsejadas para hacer un uso racional de la misma. [BEE 2014]

La elevación de la eficiencia energética puede alcanzarse por dos vías fundamentales: mejor gestión energética y buenas prácticas de consumo, de operación y mantenimiento, mediante avanzadas tecnologías y equipos de alta eficiencia en remodelaciones de instalaciones existentes o en instalaciones nuevas. [Ruffin 2009]

En el siguiente Trabajo de Diploma se analizó el comportamiento del consumo de energía y la correcta aplicación de las tarifas eléctricas con vistas a lograr un uso más eficiente de estas y proponer medidas para su ahorro, en el Hospital Pediátrico de Matanzas Eliseo Noel Caamaño, ya que, a pesar de los esfuerzos realizados por parte de la dirección del centro, del personal administrativo y de mantenimiento los mismos no son suficientes.

Para llevar a cabo la propuesta para el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica, la metodología se dividió en tres etapas: en la primera se realizó la búsqueda de toda la información relacionada con la facturación de la energía eléctrica en el período analizado; la segunda etapa consistió en el inventario, levantamiento y medición de los equipos eléctricos por áreas y por último se llevó a cabo la tercera etapa, donde sobre la base de los análisis de resultados de las dos primeras fases del proyecto se realizó la mencionada propuesta para un mejor uso y ahorro de la energía eléctrica dentro de esta institución del Ministerio de Educación Superior.

Por todo lo anteriormente expuesto es planteada la siguiente situación problemática:

Necesidad de realizar un análisis del consumo de energía eléctrica durante los últimos años a partir de las facturas emitidas por la Empresa Eléctrica que incluya todos los parámetros de eficiencia y sus costos, así como un levantamiento de las cargas eléctricas, debido al aumento del mismo, para determinar los indicadores óptimos de eficiencia energética.

Por todo lo expuesto anteriormente, el autor se plantea el siguiente problema científico:

¿Cómo disminuir el consumo de energía eléctrica en el Hospital Pediátrico de Matanzas Eliseo Noel Caamaño

Objetivo General:

- ✚ Diseñar un plan de medidas para implementar el uso eficiente y racional de la energía eléctrica en el Hospital Pediátrico de Matanzas Eliseo Noel Caamaño.

Objetivos Específicos:

- ✚ Explicar la situación actual del consumo de electricidad en el Hospital Pediátrico de Matanzas y su plan de energía eléctrica, mediante el análisis de los consumos en los diferentes horarios establecidos, día, pico y madrugada y de acuerdo a las diversas áreas del mismo.
- ✚ Realizar el levantamiento de las cargas eléctricas en el centro y el análisis de su capacidad de transformación instalada.

- ✚ Analizar la correcta aplicación de las tarifas eléctricas aprobadas por la Empresa Eléctrica de Matanzas, de acuerdo al MFP, así como sus principales indicadores de eficiencia, factor de potencia, pérdidas y demanda máxima.

Hipótesis:

Con la actualización de las cargas eléctricas en el servicio del Hospital Pediátrico de Matanzas y un detenido análisis de las facturas eléctricas, prestando vital atención en las mismas a la demanda máxima contratada, la demanda máxima registrada, el factor de potencia y las pérdidas por transformación se encontrará la solución al problema planteado, con las medidas pertinentes para la reducción de los consumos y así de los costos que estos generan.

CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

En este capítulo se abordarán los principales aspectos teóricos que se relacionan con los fundamentos jurídicos, la generación y el consumo de energía eléctrica, así como una serie de consideraciones generales de las tarifas eléctricas. Todos estos aspectos se encuentran enfocados en aras de lograr un mejor entendimiento del tema de esta investigación.

1.1 Marco legal de la investigación.

La Constitución de la República de Cuba en el Título III Fundamentos de la Política Educativa, Científica y Cultural, establece en el artículo 32 que El Estado orienta, fomenta y promueve la educación, la cultura y las ciencias en todas sus manifestaciones.

En su política educativa y cultural se atiende a los postulados siguientes:

- a. Fundamenta su política educativa y cultural en los avances de la ciencia y la técnica, el ideario marxista y martiano, la tradición pedagógica progresista cubana y la universal;
- b. La enseñanza es función del Estado y es gratuita. Se basa en las conclusiones y aportes de la ciencia y en la relación más estrecha del estudio con la vida, el trabajo y la producción. El Estado mantiene un amplio sistema de becas para los estudiantes y proporciona múltiples facilidades de estudio a los trabajadores a fin de que puedan alcanzar los más altos niveles posibles de conocimientos y habilidades. La ley precisa la integración y estructura del sistema nacional de enseñanza, así como el alcance de la obligatoriedad de estudiar y define la preparación general básica que, como mínimo, debe adquirir todo ciudadano.

Destaca que la actividad creadora e investigativa en la ciencia es libre. El Estado estimula y viabiliza la investigación y prioriza la dirigida a resolver los problemas que atañen al interés de la sociedad y al beneficio del pueblo; el Estado propicia que los trabajadores se incorporen a la labor científica y al desarrollo de la ciencia.

Acorde con lo expresado en la Constitución en los Lineamientos de la política social y económica del Partido y la Revolución para el período 2016_2021 se aborda lo referente a la política energética en el Lineamiento 244: Mantener una política activa en el acomodo de la carga eléctrica, que evite o disminuya la demanda máxima y reduzca su impacto sobre las capacidades de generación y el 248: Se priorizará el potencial de ahorro identificado en el sector estatal y se trabajará hasta lograr la captación de las reservas de eficiencia que incluye la revisión de las tarifas vigentes para que cumplan su papel de regulación de la demanda.

Además, esta investigación está basada en el proyecto de revisión y análisis de las tarifas eléctricas y cómo influyen las mismas en los costos de la demanda máxima y la energía eléctrica y se estudiaron en el presente trabajo sobre la base de las aprobadas mediante Resolución 311 del 2002 del Ministerio de Finanzas y Precios. (MFP)

1.2 Definiciones generales.

1.2.1 Eficiencia Energética:

Es la relación entre la calidad de energía y los productos y servicios finales obtenidos. Se puede mejorar mediante la implantación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico, de gestión y de hábitos de consumo en la sociedad. [Fernández 2014]

1.2.2 Consumo:

Es la acción y efecto de consumir o gastar, bien sean productos o bienes y servicios, como la energía, para satisfacer necesidades primarias y secundarias. Se entiende por consumo la etapa final del proceso en que un bien o servicio produce alguna utilidad al consumidor.

1.2.3 Consumo de energía eléctrica:

Se refiere al consumo de electricidad registrado por todos los sectores económicos (incluyendo los privados) y con independencia de la fuente de origen (servicios públicos o auto productores). Comprende también el insumo en generación y las pérdidas, por lo que el consumo total resulta igual a la generación bruta total del país. [ONEI 2015]

1.2.4 Consumo promedio:

Es el consumo medio por mes que tienen las entidades públicas o el sector residencial, a partir de lo facturado a los consumidores por la Unión Eléctrica en el año. [ONEI 2015]

1.2.5 Importe Cargo Variable (ICV):

Es el importe que se obtiene como resultado del consumo total de electricidad en los tres horarios del día en los que el mismo se divide, es decir consumo en horario pico, consumo en horario del día y consumo en el horario de la madrugada.

1.2.6 Importe Cargo Fijo (ICF):

Es el importe por concepto de demanda máxima contratada por la instalación, es decir paga determinada cantidad por la demanda que contrata con la Empresa Eléctrica.

1.2.7 Importe por pérdidas de transformación (IPE):

Es el importe que se obtiene como resultado de las pérdidas de transformación que produce la utilización eficiente o no del banco de transformador de la Empresa Eléctrica.

1.2.8 Importe Facturación Normal (IFN):

Es el importe que se obtiene como resultado de la suma de los importes por cargo fijo, cargo variable e importe por conceptos de pérdidas por transformación.

1.2.9 Acometida:

Cable conductor eléctrico derivado de las líneas secundarias de distribución que alimentan el servicio eléctrico hasta un punto de apoyo o empalme de un cliente específico y que pueden ser aéreas o soterradas. [Energía 2014]

1.2.10 Bonificación:

Proceso que ocurre por mejorar el factor de potencia hasta el límite establecido, reduciendo el importe total a facturar. [Energía 2014]

1.2.11 Penalización:

Proceso que ocurre si tiene el factor de potencia por debajo de lo establecido por los parámetros de calidad de consumo de electricidad; al mismo se le incrementa la factura proporcionalmente al empeoramiento de este parámetro. También cuando se sobrepasa la demanda contratada todos los kW en exceso se penalizan según la tarifa. [Energía 2014]

1.2.12 Carga Conectada:

Son los equipos conectados a un servicio eléctrico. [Energía 2014]

1.2.13 Contador de Energía Eléctrica (CEE):

Instrumento que registra la energía eléctrica consumida por el circuito medido con la clase de exactitud garantizada por el fabricante y que cumple con las normas establecidas.

[Energía 2014]

1.2.14 Consumo Horario:

Consumo de energía eléctrica, expresado en kWh, que se realiza en los diferentes periodos del día (madrugada, pico, día). [Energía 2014]

1.2.15 Demanda máxima contratada.

Se define por demanda máxima contratada a la potencia en kW fijada por el contrato entre el servicio y la empresa eléctrica, el servicio paga gasto fijo por cada kW contratado y es penalizado al triple del valor por cada kW que supere el contrato, de acuerdo con las consideraciones de la tarifa. [Villalón 2014]

1.2.16 Demanda máxima registrada.

Se define como demanda máxima registrada al máximo valor de potencia registrado durante el horario del día y pico (5-21 horas) por el lector cobrador de la empresa eléctrica al final de cada mes. [Energía 2014]

1.2.17 Facturación Mensual:

A partir de la lectura del CEE tomada al universo de los clientes en un territorio, se realiza de forma automatizada en las áreas SAD (Sistemas Automatizados de Dirección), el proceso de aplicar las tarifas para cada cliente, determinando así el importe a pagar por el consumo efectuado en un ciclo y se imprime para su presentación. [Energía 2014]

1.2.18 Potencia de Facturación:

Potencia que se toma en consideración para el cálculo de la facturación. [Energía 2014]

1.2.19 Potencia Instalada:

Es la suma de las potencias nominales de los equipos consumidores de electricidad del cliente. [Energía 2014]

1.2.20 Precio del kWh:

Importe a pagar por la unidad de energía (kWh) consumida en un período de tiempo. [Energía 2014]

1.2.21 Precio promedio del kWh:

Resultado de la división entre el importe total facturado por un suministro determinado y la cantidad de kWh suministrados. [Energía 2014]

1.2.22 Tarifas:

Especificaciones que fijan los elementos que se tienen en cuenta y la forma de cálculo de las cantidades adeudadas por el cliente al suministrador, según las características del servicio. [Energía 2014]

1.2.23 Alta, Media y Baja tensión:

En Alta Tensión se encuentran los clientes conectados a 110 y 220 kV o a menos de 5 km por líneas de 33 kV. [Energía 2014]

En Media Tensión se ubican los clientes conectados a un transformador de uso exclusivo y que no están incluidos en la Alta Tensión. [Energía 2014]

En la Baja Tensión se ubican los consumidores que toman servicio de un transformador de uso colectivo, en bajo voltaje. [Energía 2014]

1.3 Sistema tarifario eléctrico.

1.3.1 Características generales de las tarifas eléctricas.

- ✚ Las tarifas eléctricas aprobadas por el Ministerio de Finanzas y Precios se aplican en la moneda de pago establecida por el Ministerio de Economía y Planificación para cada tipo de cliente CUP o CUC. [MFP 2002]

- ✚ Dado que los equipos de medida pueden estar instalados en el lado de alta o de baja tensión de los transformadores exclusivos receptores, cuando la energía consumida sea medida en el lado de baja tensión, en los servicios ubicados en alta y media tensión, al consumo registrado se le añaden las pérdidas de transformación. En los servicios de baja tensión, las pérdidas de transformación no se suman a los kWh consumidos. [MFP 2002]

- ✚ El factor o coeficiente de ajuste por variación de los precios de los combustibles utilizados y en la estructura de la generación se simboliza por la letra K y se aplica a las tarifas, según se define en cada una de ellas. La actualización de este coeficiente, según los precios de los combustibles utilizados en la generación eléctrica y la estructura de generación prevista, se hace en correspondencia con los precios establecidos trimestralmente por el Ministerio de Finanzas y Precios. [MFP 2002]

- ✚ El Ministerio de la Industria Básica puede modificar el Factor K mensualmente, solo por variaciones de la estructura de participación de los diferentes combustibles utilizados en la generación eléctrica en el mes anterior, no imputables a la gestión de la Unión Eléctrica, hasta un diez por ciento (10%) con respecto al Factor K establecido por este Ministerio. Las variaciones que superan

dicho por ciento se someterán al análisis del Ministerio de Economía y Planificación. [MFP 2002]

- ✚ En los casos que los servicios se encuentren en empate directo o su medición este en mal estado (no medidos), se les aplica la tarifa correspondiente a su actividad y carga, estimándose de mutuo acuerdo (proveedor – cliente) los parámetros de demanda y consumo, hasta que se normalice la medición del servicio. [MFP 2002]
- ✚ Los servicios trifásicos de cualquier demanda, que presenten un esquema de alimentación con más de un circuito eléctrico primario, pagarán el importe del cargo fijo por demanda contratada. Si tienen doble alimentación se elevará un 10% y si tienen triple alimentación 20%. [MFP 2002]
- ✚ Para el cálculo de las pérdidas de transformación, en el caso de existir varios servicios con metros contadores conectados a un banco de transformadores, se repartirá la capacidad de éste, proporcionalmente a los valores de la demanda contratada de cada uno de los servicios alimentados por dicho banco, simulándose transformadores equivalentes a cada demanda. [MFP 2002]
- ✚ Los servicios con dos transformadores que no tengan la demanda totalizada, contratarán la demanda de forma independiente para cada uno de ellos y se facturará de igual forma. Cundo se alimente toda la carga desde uno de los servicios, la demanda de este no puede sobrepasar la suma de las dos demandas contratadas. En caso de ser mayor la demanda real, se penaliza la diferencia. [MFP 2002]
- ✚ Los períodos del día para la aplicación de las tarifas son: [MFP 2002]
 - Día: de las 05:00 horas a las 17:00 horas,
 - Pico eléctrico: de las 17:00 horas a las 21:00 horas,

- Madrugada: de las 21:00 horas a las 05:00 horas del día siguiente.

1.3.2 Cláusula del factor de potencia ($\cos\phi$).

El suministro de energía eléctrica, para el racional funcionamiento del Sistema Electro energético Nacional debe ser con un factor de potencia ($\cos\phi$) de 0.90 o mayor, ya que valores menores del $\cos\phi$ implican gastos innecesarios de energía reactiva por las líneas del Sistema Electro energético Nacional, provocando pérdidas eléctricas en las redes. [MFP 2002]

Método de valoración del factor de potencia ($\cos\phi$):

Es el resultado de la división de la energía activa (kWh) por la energía aparente (kVArh) o reactiva, medidas en un período de tiempo mayor de 24 horas o hasta el período de facturación, según la fórmula siguiente:

$$\text{Factor de Potencia} = \cos \phi = \left(\tan^{-1} \frac{\text{kVArh}}{\text{kWh}} \right) \quad (1.1)$$

En caso que el servicio no tenga instalado equipo de medición de energía reactiva, se tomará como factor de potencia del mismo el promedio resultante de mediciones realizadas durante 24 horas como mínimo. [MFP 2002]

Para factores de potencia superiores a 0,92 el cliente será bonificado. La bonificación será el importe que resulte de multiplicar la facturación normal (sin incluir penalizaciones por incumplimiento de la demanda contratada) por 0,92 y dividir este producto por el factor de potencia real del período, hasta un valor máximo de 0,96. [MFP 2002]

Para factores de potencia inferiores a 0,90 el cliente será penalizado. La penalización será el importe que resulte de multiplicar la facturación normal (sin incluir penalizaciones por incumplimiento de la demanda contratada), por 0,90 y dividir este producto por el Factor de Potencia real del período. [MFP 2002]

- ✚ Se penalizará con un factor de potencia menor de 0,90.
- ✚ Entre 0,90 y 0,92, no habrá penalización ni bonificación, quedando la factura sin variación.
- ✚ Se bonificará con un factor de potencia de 0,92 hasta 0,96.
- ✚ Cuando el factor de potencia sea mayor de 0,96, la bonificación se calculará utilizando el valor del factor de potencia hasta 0,96.

1.3.3 Cláusula de ajuste por variación del precio de los combustibles.

Factor K: Se expresa como un coeficiente cuyo valor refleja la proporción en que varía el promedio ponderado de los precios de todos los combustibles usados en la generación, así como por la estructura de los volúmenes y tipos de combustibles utilizados en la generación, y se modificará según el resuelto SEGUNDO de la presente Resolución. [MFP 2002]

Se aplica a todo tipo de tarifa que así lo estipule, independientemente de la moneda de pago establecida por el Ministerio de Economía y Planificación. [MFP 2002]

A continuación, se muestra la fórmula que se aplica para el cálculo del Factor K:

Se aplicará multiplicando el importe del Cargo Variable por el factor de ajuste de variación del precio del combustible (K), que se define: [MFP 2002]

(1.2)

$$K = \frac{\text{Precio promedio interno, ponderado, de los combustibles, mensual, (\$/ton)}}{\text{Precio promedio ponderado de los combustible, como base de la tarifa } \left(\frac{95\$}{ton}\right)}$$

Dónde:

El Precio ponderado del combustible del mes se determina por la siguiente fórmula:

(1.3)

$$\frac{\text{PFO} \times \text{Consumo FO} + \text{PC} \times \text{Consumo C} + \text{PGO} \times \text{Consumo GO}}{\text{Consumo FO} + \text{Consumo C} + \text{Consumo GO}}$$

Dónde:

PFO – Precio promedio de Fuel-Oil del mes

PC – Precio promedio de Crudo del mes

PGO – Precio promedio de Gas-Oil (Diesel) del mes

Consumo FO – Consumo Real de Fuel-Oil del mes

Consumo C – Consumo Real de Crudo del mes

Consumo GO – Consumo Real de Gas-Oil (Diesel) del mes

El precio ponderado de los combustibles antes mencionados, base de la tarifa es de 95,00 CUP/ton o CUC/ton. El cálculo del factor K se hará con 4 decimales. [MFP 2011]

1.3.4 Tarifas para consumidores de alta, media y baja tensión.

A continuación, se detallan los tres niveles:

A- Tarifa para consumidores en alta tensión

APLICACIÓN: Se aplicará a todos los servicios de consumidores alimentados por una subestación exclusiva, cuyo voltaje primario sea de 110 kV o 220 kV, y a aquellos que se alimenta de una subestación exclusiva cuyo voltaje primario sea de 34,5 kV, su demanda máxima contratada de 1000 kW o superior y se encuentren separados de la subestación de transmisión que los alimenta por 5 km de líneas como máximo. Se excluye de este grupo a los centrales azucareros.

M- Tarifa para consumidores en media tensión

APLICACIÓN: Se aplicará a todos los servicios de consumidores, excluyendo a los clasificados como de alta tensión, que se alimentan de una subestación o banco de transformadores exclusivos, existiendo entre el transformador de suministro y los consumidores, solo la acometida. [MFP 2002]

B- Tarifa para consumidores en baja tensión

APLICACIÓN: Se aplicará a todos los servicios de consumidores cuya acometida se alimente de un circuito secundario de distribución. [MFP 2002]

En los tres casos se clasificarán los servicios, según la codificación, por la actividad principal que desarrollan los mismos. [MFP 2002]

1.3.5 Caracterización de la tarifa aplicada al servicio analizado.

M1-A. Tarifa de media tensión con actividad continúa.

APLICACIÓN: Se aplicará a todos los servicios de consumidores clasificados como de Media Tensión con actividad de 20 horas o más diarias.

\$7.00 CUP mensual por cada kW de máxima demanda contratada en el horario comprendido entre las 5:00 y las 21:00 horas.

Por cada kWh consumido en el horario pico:

$(0,0481 \text{ \$/kWh} * K + 0,064 \text{ \$/kWh}) * \text{Consumo pico en kWh}$

Por cada kWh consumido en el horario del día:

$(0,0241 \text{ \$/kWh} * K + 0,064 \text{ \$/kWh}) * \text{Consumo día en kWh}$

Por cada kWh consumido en el horario de la madrugada:

$(0,0161 \text{ \$/kWh} * K + 0,064 \text{ \$/kWh}) * \text{Consumo madrugada en kWh}$

Consideraciones:

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 CUP por cada kW.

- ✚ Solo se permitirá contratar dos valores de demanda al año, por períodos no menores de tres meses a los consumidores cíclicos o por períodos de alta y baja en el caso de las instalaciones hoteleras.
- ✚ Se aplica la cláusula del factor de potencia.
- ✚ Se aplica la cláusula de ajuste por variación del precio de los combustibles.

A partir de la conceptualización del fenómeno investigado se entenderá con mayor facilidad los pormenores de este proceso, con vista a su perfeccionamiento y elevación a planos superiores de calidad en el futuro.

CAPÍTULO II: CARACTERIZACIÓN DE LOS SERVICIOS ELÉCTRICOS DEL HOSPITAL PEDIÁTRICO DE MATANZAS ELISEO NOEL CAAMAÑO

2.1. Características generales del servicio eléctrico.

El Hospital Pediátrico de Matanzas cuenta con un servicio eléctrico, suministrado por la Empresa Eléctrica de Matanzas; situado en la calle Salamanca entre América y Compostela, consta de dos variantes de alimentación por 13,8 Kv es decir doble alimentación, desde la subestación Ciudad Deportiva 110/13,8 Kv, lo que le brinda mayor garantía en el servicio eléctrico ante posibles afectaciones del mismo. Cuenta con un banco de transformador trifásico compuesto por tres transformadores monofásicos con voltaje de operación de 7620/13200/120/240 V con sus bobinas reconectadas a 120 V y una conexión estrella – estrella que le brinda un servicio secundario 120/208 V balanceado, ideal para lograr un adecuado balance de las cargas eléctricas por fase en la instalación y con una capacidad instalada de 3 x 100 KVA para un total instalado de 300 KVA, los mismos tienen un % de impedancia ó % Z de un 4.8 % cada uno lo cual aporta un nivel de cortocircuito de 19,6 KA. (ver Anexo 1).

Este servicio tiene la particularidad de alimentar por su secundario dos Pizarras Generales de Distribución (PGD), una la principal PGD 1 situada en la planta baja del área de servicio y lavandería o sótano y la PGD 2 situada en un segundo nivel encima del departamento de Anatomía Patológica, ambas tienen conectados un grupo electrógeno de emergencia con una capacidad de 220 KVA lo cual le permite a ambos GEE llevar en momentos determinados la carga total del hospital, estas plantas dada las características del centro son automáticos e insonorizados lo que les brinda una adecuada velocidad de arranque antes fallas eléctricas y con un bajo nivel de ruido acordes a las normas para este tipo de centro hospitalario. (Ver Anexo 6).

El banco de transformadores tiene instalados en sus fases dos conductores por línea de 120 mm², es decir, dos por fase, uno por fase para cada PGD y en una de las mismas un conductor no pasa por el equipo de medida del consumo eléctrico de la OBE lo que ocasiona que el 6 % aproximadamente del consumo de energía no se esté registrando evidenciando una alteración o desviación en la medición real del hospital. Por otra parte

es de destacar las malas condiciones de operación de las PGD 1 y 2, las cuales denotan falta de mantenimiento, sus interruptores y equipamiento en general están en mal estado, los interruptores generales de 1000 A son inoperantes desde el punto de vista mecánico, no hay coordinación de las protecciones para su operación ante fallas que puedan ocurrir, por lo que la instalación esta desprotegida y la capacidad de los mismos no responde a las cargas actuales del centro, además plantear que existe un desbalance en las fases de cada PGD superior al 14 %, lo que ocasiona mayores pérdidas de energía eléctrica, lo cual se muestra en la siguiente tabla.

Análisis del desbalance de las cargas por fases en las PGD.

Tabla 2.1.

PGD	IA(A)	IB(A)	IC(A)	%
1	120	151	102	19
2	92	73	104	14

Por último señalar que existen circuitos que están en una sola fase, son alimentadores trifásicos a 220 v y todas las cargas del mismo están conectadas a una de ellas, lo que produce pérdidas adicionales e ineficiencia en la operación , esto ocurre en el alimentador de la torre que alimenta las salas de respiratorio (B), Terapia Intensiva e Intermedia, así como la sala H y acotar que en la PGD 2 existe instalado un banco de capacitores de 3 x 15 CKVAR que hacen un total de 45 CKVAR lo que se demuestra en el valor del factor de potencia obtenido por las mediciones todos los meses con un valor por encima de 0.96, incluso cercano a la unidad.

2.2 Levantamiento de las cargas por servicios.

El Hospital Pediátrico de Matanzas tiene una demanda de 180 kW catalogado así por su nivel de demanda y consumo y es uno de los centros mayores consumidores de energía eléctrica en el municipio de Matanzas, por lo que en este capítulo se realiza el levantamiento y análisis de las cargas eléctricas por áreas y locales y así poder realizar un estudio mucho más detallado del consumo de energía eléctrica.

PGD # 1

1. Sótano área administrativa.
2. Lavandería.
3. Banco de leche
4. Cámaras frías
5. Cocina –comedor
6. Almacén de víveres.
7. Laboratorio bacteriológico.
8. Rayos X
9. Banco de sangre
10. Salón de operaciones
11. Pizarra
12. Cuarto medico
13. Pasillos
14. Lobby
15. Área de administración
16. Salón de operaciones.

PGD #2

1. Distintas salas para consultas
2. Cuerpo de guardia.
3. Salas de ingreso, (A, B, C, D, E, F, G, H, I)
4. Pasillos alumbrados
5. Almacén
6. Policlínico
7. Elevadores de carga y personal.
8. Salas de terapia intensiva e intermedia.
9. Farmacia.

Para dar el resultado del consumo mensual de los diferentes servicios se consideran 30 días de trabajo al mes, y otros que se multiplican por 26 días al mes, etc. en función de su tiempo de trabajo en el período analizado.

A partir de una actualización de las cargas conectadas que se realizó en el centro, mediante la inspección de los locales que conforman cada una de las áreas que alimenta el servicio; se obtuvo la información que a continuación brindan las siguientes tablas.

Tabla 2.2 Sótano.

	Equipo Eléctrico	Cantidad	Potencia (kW)	Voltaje (V)	Tiempo de trabajo (h)	Consumo mensual (kWh)
Pasillo	Lámpara 2x20	13	0,04	110	360	187,2
Cocina	Ventilador	4	0,065	110	240	62,4
	Refrigerador	1	0,11	110	360	39,6
	Batidora	2	0,35	110	40	28
	Lámpara 2x20	8	0,04	110	360	115,2
	Lámpara 2x40	6	0,08	110	360	172,8
	Nevera	1	0,385	110	360	138,6
Banco de leche	Ventilador	1	0,65	110	192	124,8
	Refrigerador	1	0,11	110	360	39,6
	Batidora	2	0,35	110	60	42
	Lámpara 2x20	5	0,04	110	192	38,4
	Lámpara 2x40	3	0,08	110	192	46,08
Central de esterilización	Ventilador	3	0,065	110	192	37,44
	Refrigerador	1	0,11	110	360	39,6
	Split 1 ton	1	2,1	220	240	504
	Televisor	1	0,15	110	50	7,5
	Lámpara 2x20	15	0,04	110	192	115,2
	Lámpara 2x40	10	0,08	110	192	153,6
	Esterilizantes	3	0,34	110	240	244,8
Administración	Ventilador	5	0,065	110	192	62,4
	Refrigerador	1	0,11	110	360	39,6
	Aire 1ton	1	1,2	220	192	230,4
	Computadora	1	0,18	110	192	34,56
	Televisor	1	0,15	110	120	18
	Impresora	1	0,12	110	80	9,6
	Microondas	1	0,7	110	40	28
	Horno Eléctrico	1	3	110	20	60
	Lámpara 2x20	6	0,04	110	192	46,08
	Lámpara 2x40	8	0,08	110	192	122,88
Anatomía Patológica	Ventilador	4	0,65	110	192	499,2
	Refrigerador	2	0,11	110	360	79,2
	Lámpara 2x20	5	0,04	110	192	38,4
	Lámpara 2x40	3	0,08	110	192	46,08
Almacén	Ventilador	1	0,65	110	192	124,8
	Lámpara 2x20	6	0,04	110	192	46,08

		MOTORES						
		Refrigeración	2	1,5	220	260	780	
		Congelación	1	2	220	0	0	ROTO
Central de Cardera		MOTORES						
		Tipo 1	3	1,8	220	260	1 404	1 ROTO
		Tipo2	2	2,5	220	260	1 300	
		Lámpara 2x40	2	0,08	110	40	6,4	
Lavandería		Secadora de 9ton	2	2,4	220	140	672	1 ROTO
		Lavadora de 9ton	1	1,5	220	140	210	2 ROTO
		Lavadora	2	0,032	110	120	7,68	
		Lámpara 2x40	9	0,08	110	120	86,4	
		Ventiladores	3	0,032	110	120	11,52	
Planta alta		EXTERIORES						
		Elevadores	3	9	220	120	3 240	
		Aire media tonelada	1	1,2	220	120	144	
		Lámpara 2x40	3	0,08	110	120	28,8	
Puente Central		Lámpara 2x40	17	0,08	110	360	489,6	
TOTAL							12 002,50	

Tabla 2.3 Primer piso de Pediatría.

	Equipo Eléctrico	Cantidad	Potencia (kW)	Voltaje (V)	Tiempo de trabajo (h)	Consumo mensual (kWh)
Cuerpo de Guardia	Ventilador	8	0,065	110	240	124,8
	Refrigerador	1	0,11	110	240	26,4
	Aire 1ton	1	1,2	220	240	288
	Split 1ton	3	2,1	220	240	1 512
	Televisor	2	0,15	110	80	24
	Microonda	1	0,7	110	20	14
	Horno Eléctrico	1	3	220	20	60
	Lámpara 2x20	21	0,04	110	240	201,6
Pasillo	Lámpara 2x20	18	0,04	110	360	259,2
	Lámpara 2x40	6	0,08	110	360	172,8
	Bombillo LED	12	0,02	110	360	86,4
Lobby	Lámpara 2x40	7	0,08	110	360	201,6
Farmacia	Ventilador	2	0,065	110	192	24,96

	Refrigerador	1	0,11	110	360	39,6
	Aire 1ton	1	1,2	220	170	204
	Split 1ton	1	2,1	220	170	357
	Televisor	1	0,15	110	40	6
	Horno Eléctrico	1	3	220	20	60
	Microonda	1	0,7	110	20	14
	Lámpara 2x20	9	0,04	110	240	86,4
Laboratorio Clínico	Ventilador	6	0,065	110	360	140,4
	Refrigerador	2	0,11	110	360	79,2
	Aire 1ton	2	1,2	220	240	576
	Computadora	1	0,18	110	240	43,2
	Televisor	1	0,15	110	40	6
	Microonda	1	0,7	110	20	14
	Horno Eléctrico	1	3	220	20	60
	Lámpara 2x40	12	0,08	110	360	345,6
Laboratorio Bacteriano	Ventilador	5	0,065	110	192	62,4
	Refrigerador	3	0,11	110	360	118,8
	Aire 1ton	1	1,2	220	240	288
	Aire 2ton	2	2,5	220	240	1 200
	Televisor	1	0,15	110	40	6
	Microonda	1	0,7	110	20	14
	Horno Eléctrico	1	3	220	20	60
	Lámpara 2x20	8	0,04	110	360	115,2
	Lámpara 2x40	10	0,08	110	360	288
Sala D	Ventilador	15	0,065	110	360	351
	Refrigerador	2	0,11	110	360	79,2
	Televisor	1	0,15	110	40	6
	Microonda	1	0,7	110	40	28
	Horno Eléctrico	1	3	220	20	60
	Lámpara 2x40	14	0,08	110	360	403,2
Rayos X	Ventilador	2	0,065	110	360	46,8
	Aire 1ton	1	1,2	220	192	230,4
	Split 1ton	1	2,1	220	192	403,2
	computadora	6	0,18	110	192	207,36
	Horno Eléctrico	1	3	220	20	60
	Lámpara 2x20	15	0,04	110	360	216
Sala B	Ventilador	13	0,065	110	360	304,2
	Refrigerador	2	0,11	110	360	79,2
	Aire 1ton	1	1,2	220	240	288
	Televisor	1	0,15	110	120	18

	Lámpara 2x20	18	0,04	110	360	259,2
	Lámpara 2x40	7	0,08	110	360	201,6
TOTAL						10 420,92

Tabla 2.4 Segundo piso de Pediatría.

	Equipo Eléctrico	Cantidad	Potencia (kW)	Voltaje (V)	Tiempo de trabajo (h)	Consumo mensual (kWh)
Sala N	Ventilador	15	0,065	110	240	234
	Refrigerador	2	0,11	110	360	79,2
	Televisor	1	0,15	110	80	12
	Horno eléctrico	1	3	220	20	60
	Lámpara 2x40	23	0,08	110	240	441,6
Sala F	Ventilador	23	0,065	110	240	358,8
	Refrigerador	2	0,11	110	360	79,2
	Aire 1ton	1	1,2	220	120	144
	Televisor	1	0,15	110	80	12
	Microonda	1	0,7	110	20	14
	Horno eléctrico	1	3	220	20	60
	Lámpara 2x40	22	0,08	110	240	422,4
Sala E	Ventilador	27	0,065	110	240	421,2
	Refrigerador	2	0,11	110	360	79,2
	Split 1ton	1	2,1	220	120	252
	Televisor	1	0,15	110	80	12
	Lámpara 2x20	20	0,04	110	240	192
	Lámpara 2x40	6	0,08	110	240	115,2
CP-A	Refrigerador	2	0,11	110	720	158,4
	Aire 2ton	2	1,5	220	700	2 100
	Split 1ton	6	2,1	220	720	9 072
	Split 4ton	4	4,3	220	720	12 384
	Lámpara 2x40	19	0,08	110	720	1 094,4
	Bombillos led	9	0,02	110	240	43,2
	Cardio Monitor	3	0,35	110	180	189
	Desfibrilador	2	0,12	110	180	43,2

	Ventilador mecánico	4	0,1	110	180	72
	Camas Eléctricas	8	0,5	110	180	720
	Lámpara de pared	6	0,085	110	360	183,6
	Equipo para ultrasonido	1	0,35	110	20	7
	Arco en c	1	0,3	110	20	6
Sala de reuniones	Ventiladores	3	0,065	110	40	7,8
	Lámpara 1x20	4	0,04	110	40	6,4
	Televisor	1	0,15	110	40	6
CP-B	Refrigerador	2	0,11	110	360	79,2
	Split 1ton	11	2,1	110	360	8 316
	Computadora	1	0,18	110	240	43,2
	Televisor	1	0,15	110	40	6
	Lámpara 2x20	20	0,04	110	360	288
	Lámpara 2x40	18	0,08	110	360	518,4
	Bombillos led	3	0,02	110	360	21,6
Banco de Sangre	Ventilador	1	0,065	110	360	23,4
	Refrigerador	2	0,11	110	360	79,2
	Aire 2ton	1	1,5	220	360	540
	Televisor	1	0,15	110	40	6
	Lámpara 2x20	1	0,04	110	240	9,6
	Lámpara 2x40	6	0,08	110	240	115,2
Salón de operaciones	Refrigerador	2	0,11	110	720	158,4
	Aire 1ton	3	1,2	220	720	2 592
	Aire 2ton	7	1,7	220	720	8 568
	Lámpara 2x40	12	0,08	110	360	345,6
	Arco en c	1	0,3	110	100	30
	Cuna térmica	1	0,35	110	100	35
	Monitores	3	0,04	110	100	12
	Microscopia Óptica	1	0,07	110	100	7
	Ventiladores de anestesia	4	0,12	110	120	57,6
	Negatoscopio	4	0,14	110	100	56
	Equipo de videolapros	1	0,25	110	100	25

	Equipo de Otorrino	1	0,15	110	100	15
	Equipo de Gastrionte	1	0,23	110	100	23
	Sensor de medir frecuencia cardíaca	3	0,52	110	100	156
	Aliotor	1	0,12	110	100	12
	Desfibrilador	1	0,12	110	100	12
Pizarra	Ventilador	1	0,065	110	360	23,4
	Aire 1ton	1	1,2	220	360	432
	Televisor	1	0,15	110	80	12
	Lámpara 2x20	4	0,04	110	360	57,6
Laparoscopia	Aire 1ton	1	1,2	220	192	230,4
	Lámpara 2x40	4	0,08	110	192	61,44
Endoscopia	Aire 1ton	1	1,2	220	192	230,4
	Lámpara 2x40	4	0,08	110	192	61,44
Pasillos	Lámpara 2x40	6	0,08	110	360	172,8
TOTAL						52 513,68

Tabla 2.5 Tercer piso de Pediatría.

	Equipo Eléctrico	Cantidad	Potencia (kW)	Voltaje (V)	Tiempo de trabajo (h)	Consumo mensual (kWh)
Sala H	Ventilador	28	0,065	110	240	436,8
	Refrigerador	2	0,11	110	360	79,2
	Televisor	1	0,15	110	80	12
	Lámpara 2x20	12	0,04	110	240	115,2
	Lámpara 2x40	25	0,08	110	240	480
Sala A	Ventilador	25	0,065	110	240	390
	Refrigerador	2	0,11	110	360	79,2
	Televisor	1	0,15	110	80	12
	Lámpara 2x20	10	0,04	110	240	96
	Lámpara 2x40	28	0,08	110	240	537,6
Sala I	Ventilador	24	0,065	110	240	374,4

	Refrigerador	2	0,11	110	360	79,2
	Televisor	1	0,15	110	80	12
	Microonda	1	0,7	220	20	14
	Horno Eléctrico	1	3	110	20	60
	Lámpara 2x20	5	0,04	110	240	48
	Lámpara 2x40	13	0,08	110	240	249,6
Psiquiatría	Ventilador	8	0,065	110	240	124,8
	Refrigerador	1	0,11	110	360	39,6
	Televisor	1	0,15	110	80	12
	Lámpara 2x20	5	0,04	110	240	48
	Lámpara 2x40	5	0,08	110	240	96
Pasillos	Lámpara 2x20	11	0,04	110	240	105,6
	Lámpara 2x40	6	0,08	110	240	115,2
TOTAL						3 616,4

Tabla 2.6 Consultorio piso 1.

	Equipo Eléctrico	Cantidad	Potencia (kW)	Voltaje (V)	Tiempo de trabajo (h)	Consumo mensual (kWh)
Oficinas de consultas	Ventiladores	14	0,065	110	198	180,18
	Lámpara 2x20	18	0,04	110	198	142,56
	Lámpara 2x40	5	0,08	110	198	79,2
	Equipo de electroencefalograma	1	1,1	110	120	132
Pasillos y salas de esperas	Ventiladores	2	0,065	110	198	25,74
	Televisor	1	0,15	110	198	29,7
	Lámpara 2x20	7	0,04	110	90	25,2
	Lámpara 2x40	9	0,08	110	90	64,8
Almacén	Ventiladores	1	0,065	110	198	12,87
	Lámpara 2x20	6	0,04	110	90	21,6
Policlínicos	Ventiladores	1	0,065	110	198	12,87
	Lámpara 2x20	3	0,04	110	198	23,76
Biblioteca	Lámpara 2x40	8	0,08	110	120	76,8
	Ventiladores	4	0,065	110	120	31,2
Archivos	Lámpara 2x20	5	0,04	110	100	20
	Lámpara 2x40	3	0,08	110	100	24

	Ventiladores	2	0,065	110	100	13
TOTAL						915,48

Tabla 2.7 Consultorio piso 2.

	Equipo Eléctrico	Cantidad	Potencia (kW)	Voltaje (V)	Tiempo de trabajo (h)	Consumo mensual (kWh)
Oficinas de Consultas	Ventiladores	6	0,065	110	190	74,1
	Aires 1ton	1	1,1	220	190	209
	Lámpara 2x20	10	0,04	110	190	76
	Lámpara 2x40	7	0,08	110	190	106,4
	Máquina de electrocardiograma	1	0,36	110	120	43,2
	Sillón de estomatología	1	1	110	120	120
Pasillos y Salas de Espera	Ventiladores	1	0,065	110	190	12,35
	Lámpara 2x20	5	0,04	110	100	20
	Lámpara 2x40	7	0,08	110	100	56
TOTAL						628,7

Tabla 2.8. Consultorio piso 3.

	Equipo Eléctrico	Cantidad	Potencia (kW)	Voltaje (V)	Tiempo de trabajo (h)	Consumo mensual (kWh)
Sala de Consulta	Ventilador	6	0,065	110	190	74,1
	Lámpara 2x20	10	0,04	110	190	76
	Lámpara 2x40	8	0,08	110	190	121,6
Pasillos y Sala de Espera	Ventilador	1	0,065	110	190	12,35
	Lámpara 2x40	4	0,08	110	90	28,8
TOTAL						312,85

Tabla 2.9 Área de Dirección.

	Equipo Eléctrico	Cantidad	Potencia (kW)	Voltaje (V)	Tiempo de trabajo (h)	Consumo mensual (kWh)
Área de Dirección	Ventilador	18	0,065	110	198	231,66
	Refrigerador	2	0,11	110	360	79,2
	Aires 1ton	2	1,1	220	190	418
	Split 1ton	1	1,3	220	190	247
	Computadora	14	0,18	110	190	478,8
	Televisor	2	0,15	110	80	24
	Impresora	6	0,12	110	60	43,2
	Microonda	2	0,7	110	60	84
	Horno Eléctrico	2	3	220	60	360
	Lámpara 2x20	15	0,04	110	360	216
	Lámpara 2x40	11	0,08	110	360	316,8
TOTAL						2 498,66

Tabla 2.10 Consumo mensual en kWh del centro.

PGD#1	Consumo mensual kWh
Sótano	12 002,50
Primer piso hospital	10 420,92
Segundo piso	52 513,68
Tercer piso	3 616,4
PGD#2	
Primer piso consultorios	915,48
Segundo piso	628,7
Tercer piso	312,85
Área de Dirección	2 498,66
TOTAL	82 909,19

El consumo promedio mensual de la instalación es de 82 909,19 kWh, y se puede apreciar que el 63 % del total corresponde en la PGD 1 al segundo piso y es lógico ya que en el se encuentran la sala de terapia intensiva y de intermedia con sus equipos de climatización, además del sótano donde está la lavandería, banco de leche y otros servicios básicos y la sala de respiratorio del primer piso y en el caso de la PGD 2 corresponde al edificio administrativo que representa el 3 % del total, aquí se puede plantear que en esta área hay reservas de ahorro de energía eléctrica, a pesar de que el plan de energía eléctrica asignado mensualmente no es suficiente de acuerdo al nivel de actividad del centro, sin considerar que el alumbrado de las áreas interiores y exteriores se encuentra deprimido y que está a un **70%** de su capacidad de proyecto.

Tabla 2.11 Plan de energía eléctrica.

<i>Consumo</i>	<i>Plan asignado (kW)</i>	<i>Real 2018 (kW)</i>	<i>Real 2019 (kW)</i>	<i>Real 2020 (kW)</i>
Enero	72 560	87 732	77 078	79 452
Febrero	60 850	62 393	70 890	70 141
Marzo	62 675	63 330	70 980	67 543
Abril	61 475	69 163	63 340	64 431
Mayo	75 459	81 771	88 906	85 990
Junio	78 956	80 117	96 317	94 252

Gráfica 2.1 Plan de energía eléctrica.

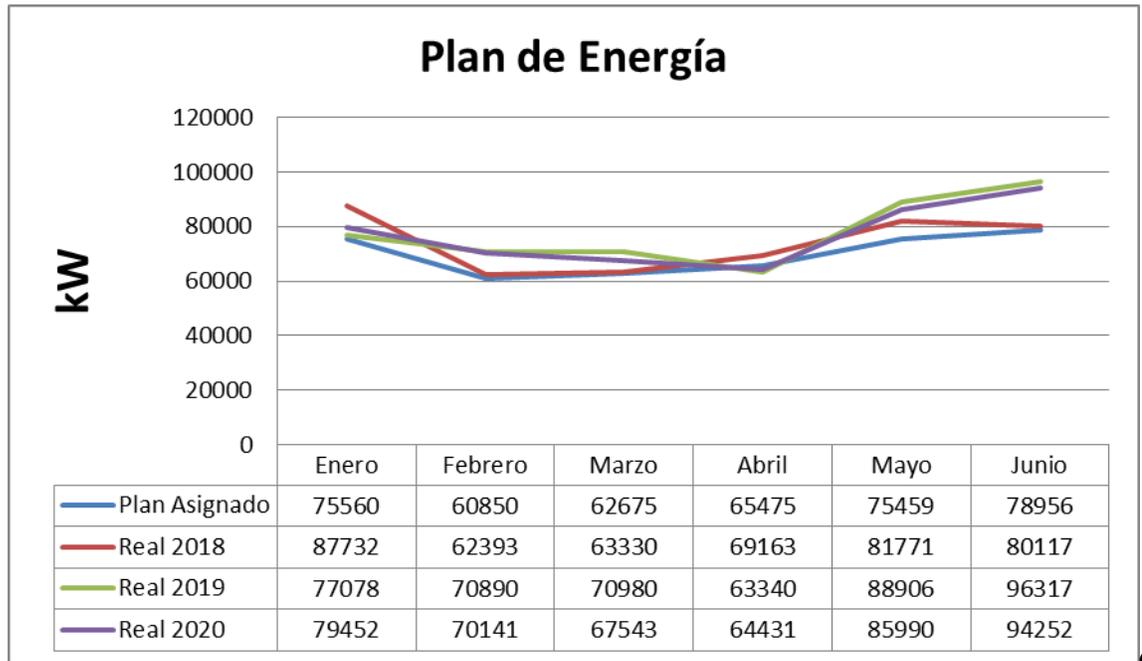
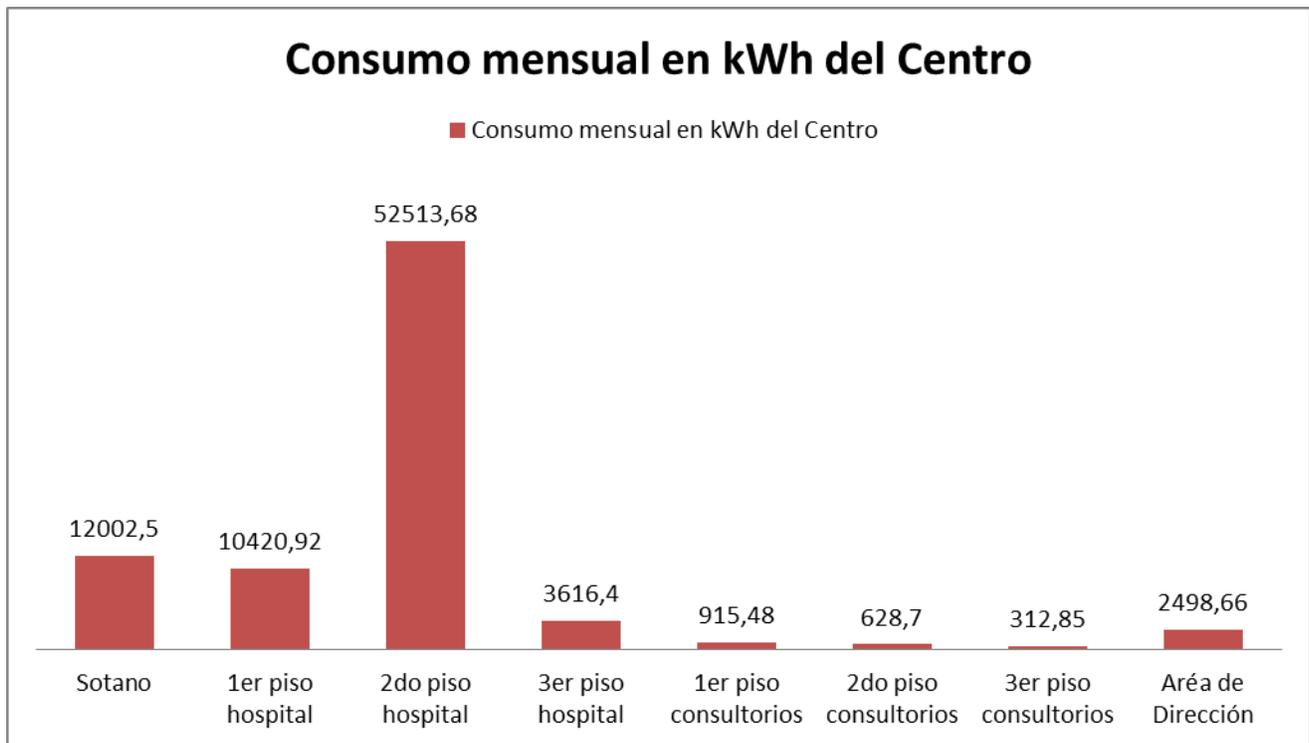


Tabla 2.12 Propuesta de plan de energía eléctrica.

Meses	Plan Propuesto (kW)		
	PGD #1	PGD #2	TOTAL
Enero	54969	22109	77 078
Febrero	57582	13308	70 890
Marzo	61774	9206	70 980
Abril	47540	15800	63 340
Mayo	67301	21605	88 906
Junio	71624	24693	96 317
Julio	55278	43612	98890
Agosto	60150	38387	98537
Septiembre	54774	25343	80117
Octubre	59853	35242	95095
Noviembre	35467	14911	50378
Diciembre	53021	28690	81711

El análisis del consumo de energía eléctrica y su plan mensual se hizo sobre la base de los datos históricos y el levantamiento de las cargas eléctricas en el Hospital. Como se puede apreciar el mismo es totalmente insuficiente de acuerdo al nivel de actividad del centro por lo que se debe plantear este problema para evitar constantes incumplimientos en el mismo y lograr su solución sobre la base de una propuesta más real del consumo y de acuerdo al nivel de actividad del centro.

Grafica 2.2. Consumo mensual en kWh del Centro.



En esta grafica se ratifica que el bloque que más consume energía eléctrica es el segundo piso del Hospital, debido a las salas que tienen gran importancia como las salas de Terapias Intensiva y Salón de Operaciones donde se encuentran equipos de climatización y otras cargas eléctricas. En ellos podemos encontrar variedades de equipos de refrigeración, split y aires acondicionados, ya q estas salas deben estar totalmente climatizadas a todas las horas del día provocando un alto consumo de energía eléctrica.

También señalar la situación de las llamadas cargas flotantes que influyen en el consumo y es muy difícil controlar y más aún contabilizar, ellas se refieren a los equipos electrodomésticos que los pacientes y sus familiares llevan para su ingreso en el centro, tales como: ventiladores, cocinas eléctricas, calentadores y laptop las cuales según se pudo estimar pueden estar en el orden del 3,5 % del total del consumo de electricidad.

2.3 Cálculo de las pérdidas de potencia (ΔP pot.) para los transformadores

En el hospital pediátrico de Matanzas se encuentran instalados 3 transformadores monofásico, de 100KVA

(Ver Anexo 3)

$$Kc = Sr / Sn$$

$$Sr = KW-H \text{ promedio mensual} / [(Cos\phi) (\text{No horas mensuales de trabajo})]$$

Año 2018

$$Sr = KVAene = (87732) / ((1,00) (30) (24)) = 121,850$$

$$Sr = KVAfeb = (62393) / ((0,98) (30) (24)) = 88,425$$

$$Sr = KVAmar = (63330) / ((0,99) (30) (24)) = 88,846$$

$$Sr = KVAabr = (69163) / ((0,99) (30) (24)) = 97,030$$

$$Sr = KVAmay = (81771) / ((1,00) (30) (24)) = 113,570$$

$$Sr = KVAjun = (80117) / ((1,00) (30) (24)) = 111,273$$

$$Sr = KVAjul = (94726) / ((1,00) (30) (24)) = 131,563$$

$$Sr = KVAago = (104323) / ((1,00) (30) (24)) = 144,893$$

$$Sr = KVAsep = (98733) / ((1,00) (30) (24)) = 137,129$$

$$Sr = KVAoct = (98537) / ((1,00) (30) (24)) = 136,856$$

$$Sr = KVAnov = (96707) / ((1,00) (30) (24)) = 134,315$$

$$Sr = KVAdic = (80117) / ((1,00) (30) (24)) = 111,273$$

Año 2019

$$Sr = KVAene = (77078) / ((0,99) (30) (24)) = 108,134$$

$$Sr = KVAfeb = (70890) / ((0,99) (30) (24)) = 99,452$$

$$Sr = KVAmar = (70980) / ((0,99) (30) (24)) = 99,579$$

$$Sr = KVAabr = (63330) / ((0,99) (30) (24)) = 88,846$$

$$Sr = KVAmay = (88900) / ((1,00) (30) (24)) = 123,480$$

$$Sr = KVAjun = (96317) / ((1,00) (30) (24)) = 133,773$$

$$Sr = KVAjul = (98890) / ((1,00) (30) (24)) = 137,347$$

$$Sr = KVAago = (98537) / ((1,00) (30) (24)) = 136,856$$

$$Sr = KVAsep = (80117) / ((1,00) (30) (24)) = 111,273$$

$$Sr = KVAoct = (95095) / ((1,00) (30) (24)) = 132,076$$

$$S_r = KVA_{nov} = (50378) / ((0,99) (30) (24)) = 70,676$$

$$S_r = KVA_{dic} = (81771) / ((1,00) (30) (24)) = 113,570$$

$$KVA_{prom} = (115.503)$$

$$K_c = 115.503 / 300$$

$$K_c = 0,38501$$

$$K_c = 38\%$$

$$P_{FE} = 0,3320 * 3 = 0,996 \text{ KW}$$

$$P_{CU} = 1,1850 * 3 = 3,555 \text{ KW}$$

$$P_{T1} = P_{FE} * t_3 + (kVAr / kVAn)^2 * P_{CU} * T_1$$

$$P_{T1} = 0,996 (720) + (115.503 / 300)^2 (3,555) (720)$$

$$P_{T1} = 1096,452 \text{ KWh}$$

Como el coeficiente de carga es menor al 70 % se debe realizar el análisis proponiendo un transformador de potencia menor que el instalado, en este caso 3 x 75 KVA, igual a 225 kVA de potencia total. Si las pérdidas del instalado son mayores que las del propuesto, cumple la primera condición de cambio.

$$K_c = 115.503 / 225$$

$$K_c = 0,51334$$

$$K_c = 51 \%$$

$$P_{FE} = 0,2690 * 3 = 0,807 \text{ KW}$$

$$P_{CU} = 0,8830 * 3 = 2,649 \text{ KW}$$

$$P_{T2} = P_{FE} * t_3 + (kVAr / kVAn)^2 * P_{CU} * T_1$$

$$P_{T2} = 0,807 (720) + (115.503 / 225)^2 (2,649) (720)$$

$$P_{T2} = 1083,608 \text{ KWh}$$

$$P_{T1} > P_{T2}$$

1096,452 kWh > 1083,608 kWh. Al comparar las dos pérdidas calculadas y ser mayor la del propuesto que la del instalado, cumple la primera condición de cambio.

2.4 Comprobación si cumple con la condición de sobrecarga máxima.

$$S \text{ sistemática} = S \text{ nominal} + S \text{ admisible}$$

Dónde:

S admisible: S adicional admisible que permite transformador en KVA.

S sistemática: S admisible por el transformador en KVA.

$$S \text{ admisible} = S_n [1 - (K2)] 0,3$$

Donde K2: coeficiente de llenado.

$$K2 = (S \text{ real}) / (S \text{ máxima})$$

$$S \text{ máxima} = (\text{Demanda máxima}) / (\text{Cos } \varphi)$$

Cos φ : que corresponda a esa S máxima.

$$S \text{ máxima} = (225) / (1,00) = 225 \text{ kVA}$$

$$K2 = (115.503) / (225) = 0,5133$$

$$S \text{ admisible} = 225 [1 - (0,5133)] 0,3 = 89,44 \text{ kVA}$$

$$S \text{ sistemática} = 225 + 0,29202 = 225,292 \text{ kVA}$$

$$225,292 \text{ kVA} > 225 \text{ kVA}$$

S sistemática es mayor que S máxima, por lo que se puede cambiar el transformador instalado por el propuesto.

Del análisis del estado de carga y pérdidas por transformación en los bancos de transformadores instalados por la OBE podemos determinar que sus capacidades están por encima de su consumo real y no se ajustan al régimen de trabajo del centro, es decir el banco de transformador está sub cargado, por lo que se puede proceder al cambio de los mismos por otros de diferente capacidad, o sea, de 3x100 a 3x75, aquí destacar que los resultados obtenidos en el análisis coinciden con la capacidad instalada de los grupos electrógenos de emergencia, la cual es de 220 KVA y son capaces de llevar la carga del centro hospitalario.

Tabla 2.13 Análisis de las pérdidas por transformación

Año	Pt1 (kWh)	Pt2 (kWh)	Ahorro kWh	Ahorro Toneladas de Combustible	Ahorro \$
2018	1113,6910	1106,3810	7,3100	0,0026	0,2431
2019	1079,7690	1061,4410	18,3280	0,0064	0,6094
Total	2193,4600	2167,8220	25,6380	0,0090	0,8525

Tabla 2.14 Pérdidas por Transformado.

	2018		2019	
	kWh	%	kWh	%
Enero	1 128	8,34	1 064	8,12
Febrero	957	7,08	1 014	7,74
Marzo	887	6,56	944	7,21
Abril	1 001	7,40	887	6,77
Mayo	1 069	7,90	1 140	8,70
Junio	1 084	8,01	1 237	9,44
Julio	1 197	8,85	1 240	9,47
Agosto	1 323	9,78	1 236	9,44
Septiembre	1 262	9,33	1 084	8,28
Octubre	1 236	9,14	1 201	9,17
Noviembre	1 241	9,18	982	7,50
Diciembre	1 140	8,43	1 069	8,16
TOTAL (kWh)	13 525	100	13 098	100

En el período analizado hubo unas pérdidas de energía eléctrica por transformación de 26 623 kWh, las cuales oscilan entre el 6 y 9 % valores bastante altos los que se pueden reducir con la medidad propuesta del cambio de la capacidad de los transformadores.

CAPÍTULO III ANÁLISIS DE LAS FACTURAS EMITIDAS POR LA UNE AL SERVICIO ELÉCTRICO EN EL PERÍODO DEL 2018 AL 2019.

Las tablas que a continuación se muestran ofrecen un resumen del período que se analiza, Enero2018 – Diciembre2019. En la misma se puede observar el comportamiento de una serie de parámetros como son: el factor de potencia, la demanda máxima contratada y la registrada, el consumo de energía en los diferentes horarios (Madrugada, Día, Pico), así como los importes que generan los mismos, el consumo reactivo (kVArh) y el factor de combustible (k).

3.1 Análisis de las facturas

La tarifa no residencial aplicada al servicio del Hospital Pediátrico de Matanzas es la M-1A, de media tensión. Para realizar cualquier análisis de ahorro de energía eléctrica en un servicio dado, es necesario conocer los diferentes términos que aparecen en la misma, para poder identificar los puntos sobre los que podemos actuar para reducirlos. Además de los consumos y costos totales es necesario conocer el comportamiento de otros parámetros que son brindados por las facturas de cobro de energía eléctrica, como:

1. Consumo horario de madrugada: Es el consumo de energía activa (kWh) en el período de 9:00 PM – 6:00 AM.
2. Consumo de horario día: Es el consumo de energía activa (kWh) en el período de 6:00 AM – 5:00 PM.
3. Consumo de horario pico: Es el consumo de energía activa (kWh) en el período de 5:00 PM – 9:00 PM.

A continuación, se muestra un resumen de las facturas mensuales de consumo eléctrico emitidas por la UNE.

Tabla 3.1 Resumen de las facturas de energía eléctrica del servicio.

AÑO 2018	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Madrugada (kWh)	23 225	14 503	17 446	18 394	22 542	22 276
Día (kWh)	48 847	37 372	34 552	37 880	44 769	43 614
Pico (kWh)	14 532	9 561	10 445	11 888	13 391	13143
Pérdidas de transformación (kWh)	1 128	957	887	1 001	1 069	1 084
Total (kWh)	87 732	62 393	63 330	69 163	81 771	80 117
Madrugada (CUP)	3 022,44	1 661,73	2 033,39	2 206,14	2 628,3	2 840,73
Día (CUP)	7 962,08	5 221,25	4 929,44	5 396,13	6 304,24	6 938,51
Pico (CUP)	3 801,43	2 056,63	2 306,43	2 747,54	2 961,19	3 335,47
Pérdidas por transformación (CUP)	192,22	130,46	131,65	155,08	158,19	179,67
Reactivo (kVAr)	8 008	7 452	8 795	9 516	6 452	7 100
Factor de Potencia	1	0,98	0,99	0,99	1	1
Bonificación o Penalización (CUP)	-676,6	-430,8	-414,29	-498,54	-554,67	-606,44
Demanda Contratada (kW)	180	180	180	180	180	180
Demanda Registrada (kW)	199	148	163	165	189	170
Factor Combustible (k)	4,1079	3,1415	3,2642	3,4744	3,2668	3,9456
Importe Cargo Fijo (CUP)	1 260	1 260	1 260	1 260	1 260	1 260
Importe Factor de Potencia (CUP)	0	0	0	0	0	0
Importe Total (CUP)	15 960,57	9 908,27	10 218,62	11 466,34	12 946,75	13 947,94

Tabla 3.2 Resumen de las facturas de energía eléctrica del servicio.

<i>AÑO 2018</i>	<i>Julio</i>	<i>Agosto</i>	<i>Septiembre</i>	<i>Octubre</i>	<i>Noviembre</i>	<i>Diciembre</i>
Madrugada (kWh)	26 369	29 760	28 568	27 945	26 722	22 276
Día (kWh)	51 571	56 048	52 724	53 145	52 753	43 614
Pico (kWh)	15 589	17 192	16 179	16 211	15 991	13 143
Pérdidas de transformación (kWh)	1 197	1 323	1 262	1 236	1 241	1 084
Total (kWh)	94 726	104 323	98 733	98 537	96 707	80 117
Madrugada (CUP)	3 402,97	3 978,1	3 763,56	3 643,97	3 486,86	2 840,73
Día (CUP)	8 322,32	9 432,47	8 717,79	8 683,4	8 626,35	6 938,51
Pico (CUP)	4 027,39	4 678,85	4 308,06	4 253,27	4 199,78	3 335,47
Pérdidas por transformación (CUP)	201,63	231,54	216,57	210,57	212,07	179,67
Reactivo (kVAr)	4 653	4 278	5 039	4 852	6 522	7 100
Factor de Potencia	1	1	1	1	1	1
Bonificación o Penalización (CUP)	-717,27	-815,88	-761,05	-752,14	-714,05	-606,44
Demanda Contratada (kW)	180	180	180	180	180	180
Demanda Registrada (kW)	211	207	200	215	208	170
Factor Combustible (k)	4,0405	4,3275	4,2053	4,1241	4,1296	3,9456
Importe Cargo Fijo (CUP)	1 260	1 260	1 260	1 260	1 260	1 260
Importe Factor de Potencia (CUP)	0	0	0	0	0	0
Importe Total (CUP)	17 148,04	19 332,08	17 923,93	18 034,07	17 632	13 947,94

Tabla 3.3 Resumen de las facturas de energía eléctrica del servicio.

<i>AÑO 2019</i>	<i>Enero</i>	<i>Febrero</i>	<i>Marzo</i>	<i>Abril</i>	<i>Mayo</i>	<i>Junio</i>
Madrugada (kWh)	20 648	18 629	18 964	17 446	24 761	26 724
Día (kWh)	42 570	39 527	39 259	34 552	47 991	52 270
Pico (kWh)	12 796	11 720	11 813	10 445	15 014	16 086
Pérdida de transformador (kWh)	1 064	1 014	944	887	1 140	1 237
Total (kWh)	77 078	70 890	70 980	63 330	88 906	96 317
Madrugada (CUP)	2 618,99	2 283,36	2 285,25	2 033,39	3 105,04	3 373,79
Día (CUP)	6 728,81	5 995,19	5 833,16	4 929,44	7 482,24	8 215,56
Pico (CUP)	3 221,25	2 800,88	2 750,21	2 306,43	3 715,05	4 020,92
Pérdida de transformador (CUP)	175,97	160,65	146,73	131,65	185,93	202,93
Reactivo (kVAr)	10 981	12 060	9 646	8 795	7 867	7 715
Factor de Potencia	0,99	0,99	0,99	0,99	1	1
Bonificación o Penalización (CUP)	-583,55	-520,64	-511,48	-414,29	-656,18	-711,39
Demanda Contratada (kW)	180	180	180	180	180	180
Demanda Registrada (kW)	182	164	182	163	195	212
Factor Combustible	3,9031	3,6379	3,5095	3,2642	3,8137	3,8662
Importe Cargo Fijo (CUP)	1 260					
Importe Factor de Potencia (CUP)	0	0	0	0	0	0
Importe Total (CUP)	13 463,47	11 979,24	11 805,87	10 218,62	15 407,12	17 033,81

Tabla 3.4 Resumen de las facturas de energía eléctrica del servicio.

<i>AÑO 2019</i>	<i>Julio</i>	<i>Agosto</i>	<i>Septiembre</i>	<i>Octubre</i>	<i>Noviembre</i>	<i>Diciembre</i>
Madrugada (kWh)	28 278	27 945	22 276	27 529	1 796	22 542
Día (kWh)	53 133	53 145	43 614	50 756	36 509	44 769
Pico (kWh)	16 239	16 211	13 143	15 609	11 091	13 391
Pérdida de transformador (kWh)	1 240	1 236	1 084	1 201	982	1 069
Total (kWh)	98 890	98 537	80 117	95 095	50 378	81 771
Madrugada (CUP)	3 500,32	3 643,97	2 840,73	3 493,33	2 258,91	2 628,3
Día (CUP)	8 155,28	8 683,4	6 938,51	8 027,01	5 710,25	6 304,24
Pico (CUP)	3 939,66	4 253,27	3 335,47	3 932,02	2 755,34	2 961,19
Pérdida de transformador (CUP)	198,06	210,57	179,67	197,79	160,87	158,19
Reactivo (kVAr)	5 850	4 852	7 100	7 329	10 514	6 452
Factor de Potencia	1	1	1	1	0,99	1
Bonificación o Penalización (CUP)	-710,56	-752,14	-606,44	-704,66	-506,06	-554,67
Demanda Contratada (kW)	180	180	180	180	180	180
Demanda Registrada (kW)	225	215	170	206	161	189
Factor Combustible	3,713	4,1241	3,9456	3,9066	3,8343	3,2668
Importe Cargo Fijo (CUP)	1 260	1 260	1 260	1 260	1 260	1 260
Importe Factor de Potencia (CUP)	0	0	0	0	0	0
Importe Total (CUP)	17 287,76	18 034,07	13 947,94	16 910,15	11 639,31	12 946,75

3.2 Cálculo de un mes de las facturas emitidas por la Empresa Eléctrica

Junio 2019:

Horario pico:

$(0,0481 \text{ \$/kWh} * K + 0,064 \text{ \$/kWh}) * \text{Consumo pico en kWh}$
 $(0,0481 \text{ \$/kWh} * 3,8662 + 0,064 \text{ \$/kWh}) * 16\ 086 \text{ kWh}$

Importe en el horario pico = \$ 4 020,92 CUP

Horario del día:

$(0,0241 \text{ \$/kWh} * K + 0,064 \text{ \$/kWh}) * \text{Consumo día en kWh}$
 $(0,0241 \text{ \$/kWh} * 3,8662 + 0,064 \text{ \$/kWh}) * 52\ 270 \text{ kWh}$

Importe en el horario del día = \$ 8 215,56 CUP

Horario de la madrugada:

$(0,0161 \text{ \$/kWh} * K + 0,064 \text{ \$/kWh}) * \text{Consumo madrugada en kWh}$
 $(0,0161 \text{ \$/kWh} * 3,8662 + 0,064 \text{ \$/kWh}) * 26\ 724 \text{ kWh}$

Importe en el horario de la madrugada = \$ 3 373,79 CUP

Importe Cargo Variable (ICV) = Importe en el horario pico + Importe en el horario del día + Importe en el horario de la madrugada.

Importe Cargo Variable (ICV) = \$ 15 610,27 CUP

Importe Cargo Fijo (ICF) = Prcf * Demanda Contratada = 7,00 * 180 = \$ 1 260,00 CUP

Importe de las pérdidas por Demanda Contratada (IPPDC) = (Demanda Registrada - Demanda Contratada) * Prcf (constante = \$ 21,00).

IPPDC = (Dr - Dc) * Prcf = (212 - 180) * 21,00 = \$ 672,00 CUP

IPERD = \$ 202,93 CUP

Importe Facturación Normal (IFN) = ICF + ICV + IPERD = 1 260,00 + 15 610,27 + 202,93

IFN = \$ 17 073,20 CUP

Importe Factor de Potencia (IFP) = IFN * (fp norma / fp real - 1)

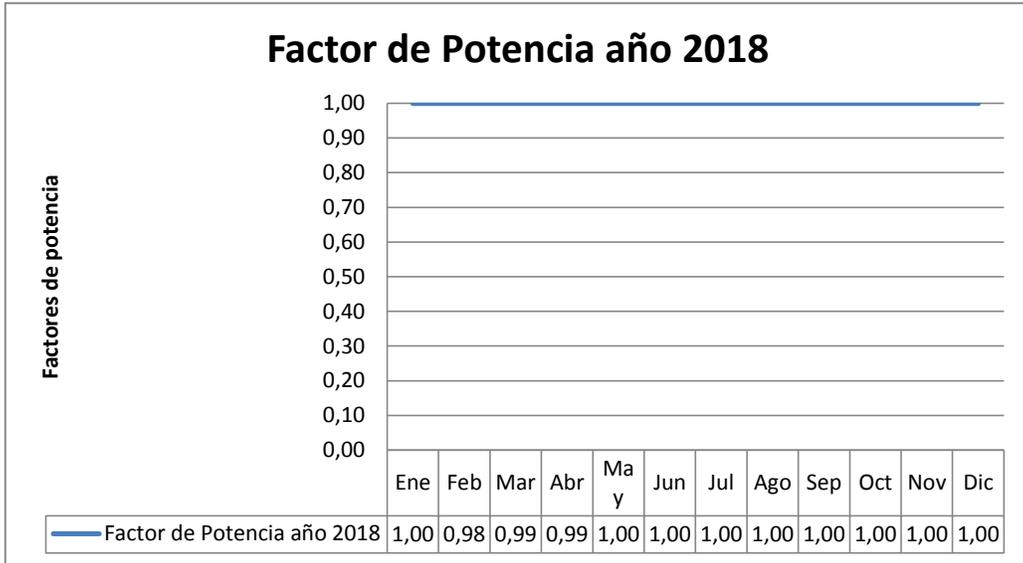
fp real = 1,00

fp norma = 1,00

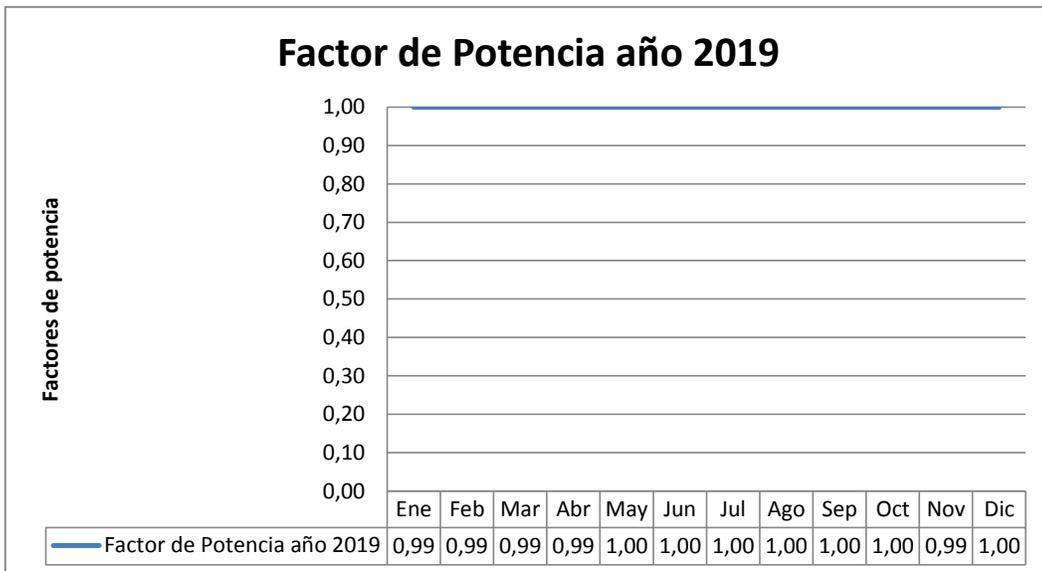
IFP = 17 073,20 * (1,00/ 1,00 - 1) = \$ 0,00 CUP

Importe Total (IT) = IFN + IFP + IPPDC = 17 073,20 + 0 + 672 - 711,39 = \$ 17 033,81 CUP

Gráfica 3.1 Factor de Potencia 2018.



Gráfica 3.2 Factor de Potencia 2019.



Factor de potencia del período analizado:

P_{prome} = 82 914,08 KWh **Q_{prome}** = 7 455,33 kVAr

Cos (atan Q_{prome} / P_{prome}) = 0,99

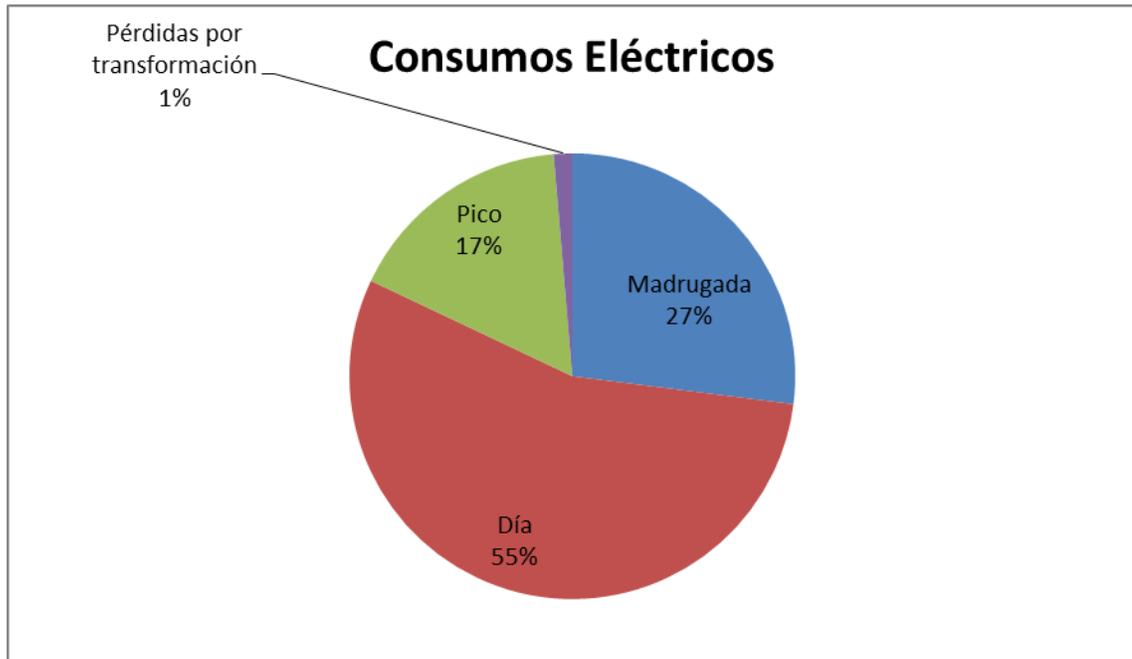
El Factor de Potencia se mantuvo correcto en todo el período. No hubo penalizaciones, y se obtiene la máxima bonificación de la Empresa Eléctrica, esto se debe en gran medida al banco de capacitores instalado en la PGD 2 de 60 CKVAR y debe a las cargas resistivas del centro y hacen que el mismo se mantenga por encima incluso de 0,96, valor hasta el cual bonifica la OBE, por lo que no se deben hacer cambios.

Tabla 3.5 Consumo eléctrico total del período analizado en kWh.

	Consumo del período analizado (kWh)
Madrugada	537 564
Día	1 094 984
Pico	330 823
Pérdidas de transformador	26 567
TOTAL	1 989 938

Aquí podemos apreciar la estructura de consumo del Hospital en los últimos años analizados: por ejemplo, en horario pico se consume el 17 % del total de la energía, siendo el horario de mayor consumo el del día, con el 55 %, por lógica debido a la actividad principal del centro, en este caso incluye consultas del policlínico , salón de operaciones, mayor afluencia de pacientes al cuerpo de guardia y lavandería entre otras cargas y en la madrugada se consume el 27 % de la energía eléctrica de aquí acotar que este consumo en la madrugada se considera alto el cual se debe revisar al detalle e implementar medidas para su reducción. Las pérdidas por transformación entonces representan el restante 1% en la estructura de consumo, las cuales serán analizadas más adelante; la siguiente gráfica muestra de manera más clara lo expuesto en este epígrafe.

Gráfica 3.3 Consumo eléctrico total del período analizado en %.



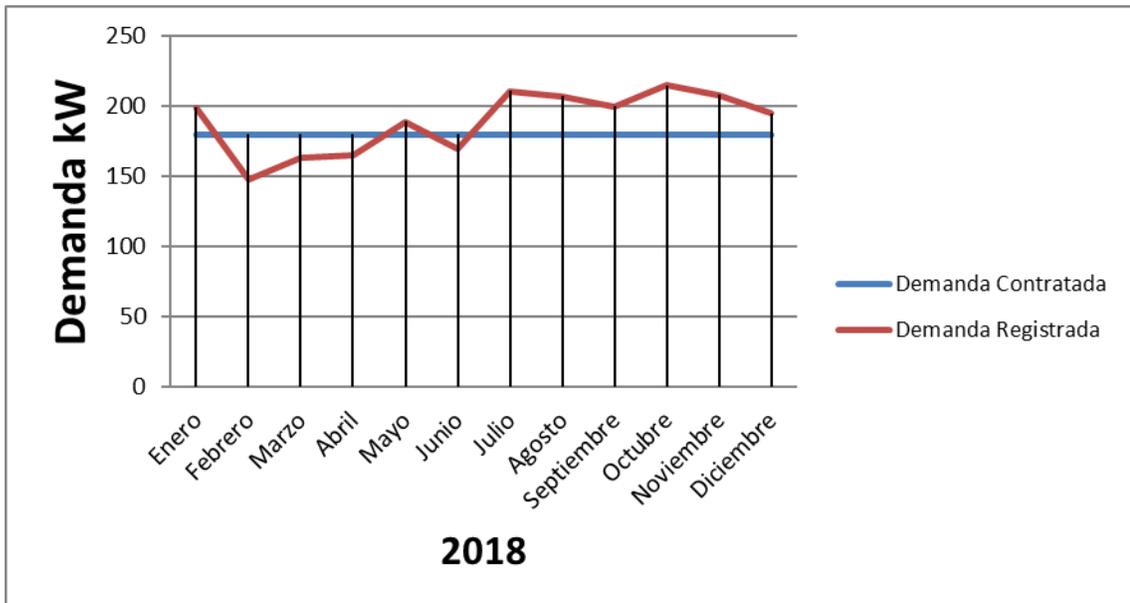
3.3 Análisis de la demanda contratada.

. Según la Tarifa de Media Tensión con actividad continua (M1-A) aplicada a este servicio eléctrico, cada kW de máxima demanda contratada en el horario comprendido entre las 5:00 y las 21:00 horas tiene un valor de \$ 7.00 CUP mensual. Para dicho servicio la demanda contratada en ese horario es de 180 kW, lo que representa un cargo fijo de \$ 1260,00 CUP mensual. En el período analizado, por conceptos de Demanda Contratada y Registrada obtuvo un importe total de \$ 37 590,00 CUP.

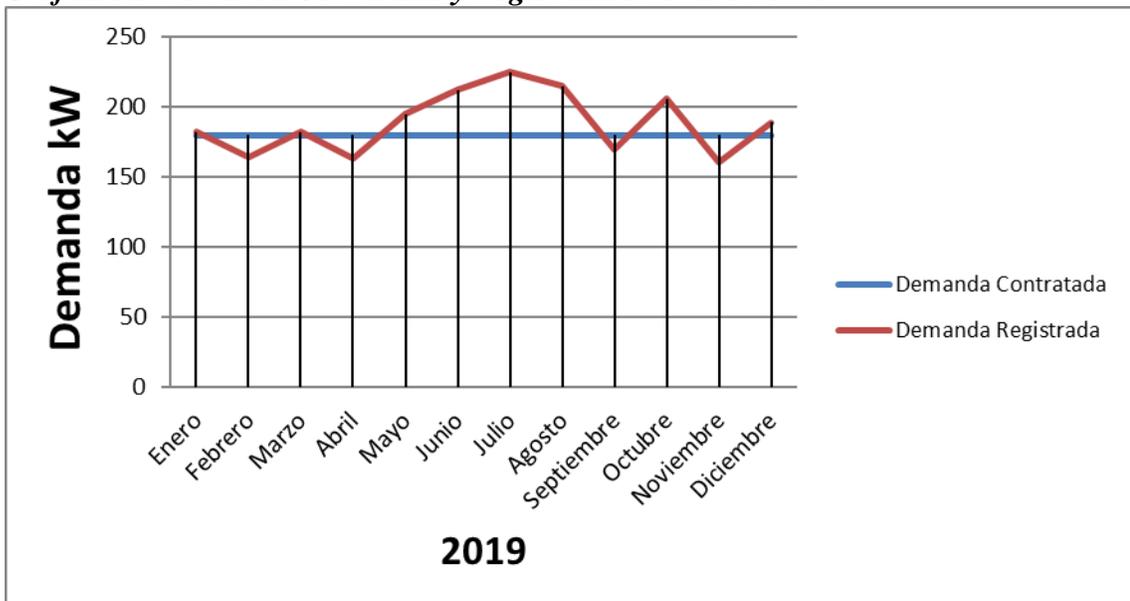
Tabla 3.6 Demanda contratada actual.

2018	Demanda Contratada (kW)	Demanda Registrada (kW)	Importe Cargo Fijo (CUP)	Penalización por exceso de la Demanda Contratada (CUP)	Importe Total de la Demanda (CUP)
Enero	180	199	1 260	399	1 659
Febrero	180	148	1 260	0	1 260
Marzo	180	163	1 260	0	1 260
Abril	180	165	1 260	0	1 260
Mayo	180	189	1 260	189	1 449
Junio	180	170	1 260	0	1 260
Julio	180	211	1 260	651	1 911
Agosto	180	207	1 260	567	1 827
Septiembre	180	200	1 260	420	1 680
Octubre	180	215	1 260	735	1 995
Noviembre	180	208	1 260	588	1 848
Diciembre	180	195	1 260	315	1 575
TOTAL		-	15 120	3 864	18 984
2019	Demanda Contratada (kW)	Demanda Registrada (kW)	Importe Cargo Fijo (CUP)	Penalización por exceso de la Demanda Contratada (CUP)	Importe Total de la Demanda (CUP)
Enero	180	182	1 260	42	1 302
Febrero	180	164	1 260	0	1 260
Marzo	180	182	1 260	42	1 302
Abril	180	163	1 260	0	1 260
Mayo	180	195	1 260	315	1 575
Junio	180	212	1 260	672	1 932
Julio	180	225	1 260	945	2 205
Agosto	180	215	1 260	735	1 995
Septiembre	180	170	1 260	0	1 260
Octubre	180	206	1 260	546	1 806
Noviembre	180	161	1 260	0	1 260
Diciembre	180	189	1 260	189	1 449
TOTAL		-	15 120	3 486	18 606

Gráfica 3.4 Demanda Contratada y Registrada en el año 2018.



Gráfica 3.5 Demanda Contratada y Registrada en el año 2019.



Habiendo conocido los valores de demanda contratada y registrada, la medida de ahorro queda conformada de la siguiente manera:

- Realizar un contrato de 215 kW

Son muchos los beneficios que brinda esta medida tan sencilla, pero el principal es el logro del recorte del importe total a pagar por el centro a la Empresa Eléctrica. A continuación, se ilustra en qué medida se logra lo anteriormente planteado.

Con los valores de demanda que ofrecen estos nuevos contratos las diferencias serán:

Tabla 3.7 Demanda contratada propuesta.

2018	Demanda Contratada (kW)	Demanda Registrada (kW)	Importe Cargo Fijo (CUP)	Penalización por exceso de la Demanda Contratada (CUP)	Importe Total de la Demanda (CUP)
Enero	215	199	1505	0	1505
Febrero	215	148	1505	0	1505
Marzo	215	163	1505	0	1505
Abril	215	165	1505	0	1505
Mayo	215	189	1505	0	1505
Junio	215	170	1505	0	1505
Julio	215	211	1505	0	1505
Agosto	215	207	1505	0	1505
Septiembre	215	200	1505	0	1505
Octubre	215	215	1505	0	1505
Noviembre	215	208	1505	0	1505
Diciembre	215	195	1505	0	1505
TOTAL		-	18060	0	18060

2019	Demanda Contratada (kW)	Demanda Registrada (kW)	Importe Cargo Fijo (CUP)	Penalización por exceso de la Demanda Contratada (CUP)	Importe Total de la Demanda (CUP)
Enero	215	182	1505	0	1505
Febrero	215	164	1505	0	1505
Marzo	215	182	1505	0	1505
Abril	215	163	1505	0	1505
Mayo	215	195	1505	0	1505
Junio	215	212	1505	0	1505
Julio	215	225	1505	210	1715
Agosto	215	215	1505	0	1505
Septiembre	215	170	1505	0	1505
Octubre	215	206	1505	0	1505
Noviembre	215	161	1505	0	1505
Diciembre	215	189	1505	0	1505
TOTAL		-	18060	210	18270

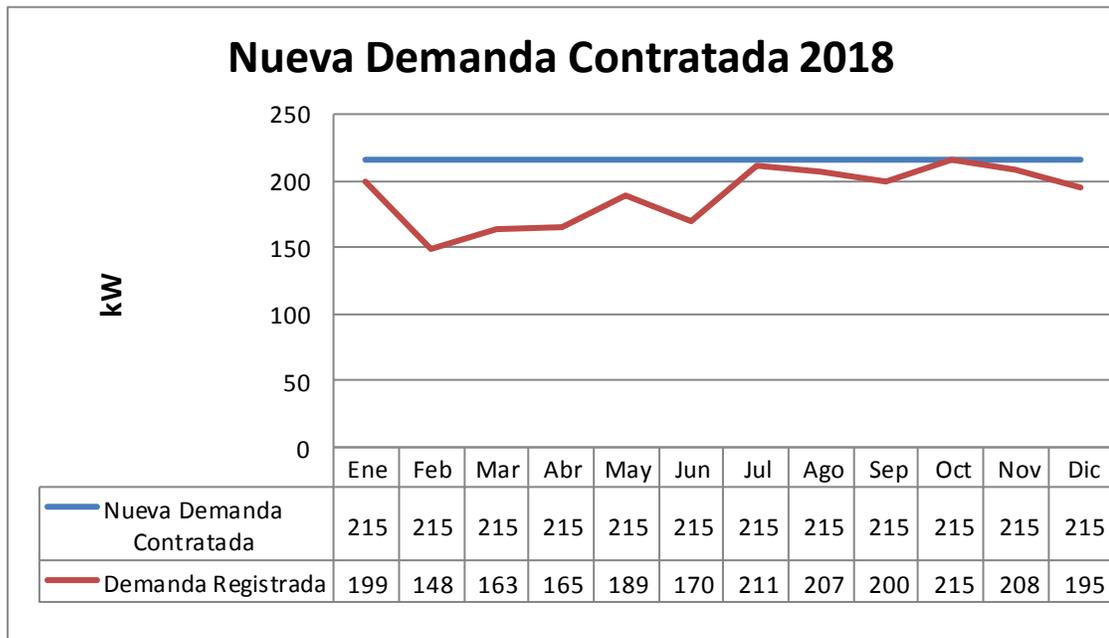
Tabla 3.8 Resumen de la Demanda Contratada.

	<i>Actual</i>	<i>Propuesta</i>
	<i>Importe Total de Demanda Contratada (CUP)</i>	<i>Importe Total de Demanda Contratada (CUP)</i>
2018	18984	18060
2019	18606	18270
TOTAL	37590	36330

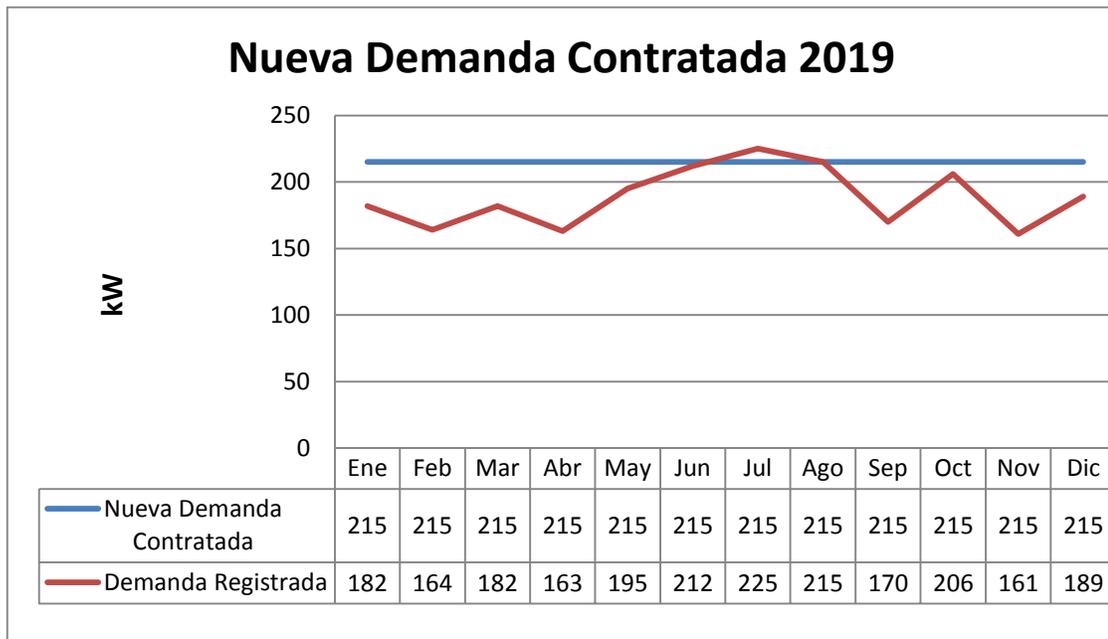
En el período analizado, por los mismos conceptos de Demanda Contratada y Registrada obtendrá un importe total de \$ **36 330,00 CUP**.

Esta reducción también muestra sus beneficios sobre el importe de facturación normal (I_{FN}) que encierra todo el período, es decir que si en este tiempo el importe total por cargo fijo sufrió una variación de **\$ 1 260,00 CUP** así mismo le ocurrirá al importe de facturación normal, ya que el mismo es: $I_{FN} = I_{CF} + I_{CV} + I_{PERD}$.

Gráfica 3.6 Nueva Demanda Contratada 2018.



Gráfica 3.7 Nueva Demanda Contratada 2019.



3.4 Factor Combustible

El ajuste en las tarifas eléctricas, mediante la aplicación del coeficiente K, refleja los cambios que ocurren en el precio de los combustibles usados en la generación de electricidad y se aplica igualmente a todo tipo de tarifa que así lo estipule, independiente de la moneda de pago, de la siguiente forma:

Se multiplicará el importe del cargo variable por el coeficiente de ajuste por variación del precio del combustible (K), que se define como:

$$K = \text{importe mensual real del combustible (\$/importe del combustible base de la tarifa (\$/)}$$

Para el cálculo del importe mensual real, se parte de la base de mantener fija la estructura de consumo de combustible en los cálculos del factor K en las siguientes proporciones:

Fuel Oil: 0,454

Crudo: 0,540

Diesel: 0,006

Se multiplica entonces el precio de cada tipo de combustible por la estructura de consumo y la suma de estos tres resultados forma el precio del combustible real del mes o precio ponderado. El coeficiente K será el resultado de dividir el precio real entre el precio base de \$ 95,00 la tonelada. El mismo será aplicado a los importes que se recogen en la factura por concepto de kWh en los diferentes horarios. De esta forma queda ajustada la tarifa eléctrica para todos los consumidores en función de la variación del precio de los combustibles. El coeficiente K se emite en la factura como elemento de comprobación para los clientes. La Resolución especifica también la forma de aplicación del coeficiente K para las tarifas monomias, compuestas por un solo precio del kWh, que ya tienen incorporados el Cargo Fijo y el Cargo Variable.

CONCLUSIONES.

1. El plan de energía eléctrica asignado al Hospital Pediátrico de Matanzas no se corresponde con el nivel de actividad del centro, por lo que el mismo es insuficiente y se va a incumplir regularmente, hay que tener en cuenta el nivel de ocupación o ingresos, intervenciones quirúrgicas, terapias intensiva e intermedia, cuerpo de guardia, consultas externas, laboratorios, rayos X y las actividades propias de aseguramiento del objeto social de la instalación.
2. Mediante el levantamiento y análisis de las cargas de los transformadores podemos plantear que el banco de transformadores actualmente instalado de 3 x 100 KVA, que son 300 KVA instalados se encuentra subcargado, incluso por debajo del 50 % de su capacidad, lo que representa un incremento de las pérdidas de transformación que hace más ineficiente y costosa su operación, además de las que se producen por el deterioro de sus instalaciones eléctricas interiores.
3. Con todo el análisis de las tarifas y la facturación de la Empresa Eléctrica Matanzas se pudo comprobar que la demanda contratada por el hospital se está sobrepasando o incumpliendo continuamente ocasionando mayores gastos innecesarios por este concepto.

RECOMENDACIONES.

Al Hospital Pediátrico de Matanzas, "Eliseo Noel Caamaño".

1. Discutir y ajustar con el nivel correspondiente el diseño de un plan de energía eléctrica acorde al nivel de actividad del centro que evite los constantes incumplimientos del mismo que se están produciendo.
2. Analizar y coordinar con la Empresa Eléctrica las acciones que la involucran en el posible cambio del banco de transformadores por otro de capacidad adecuada a la demanda del centro.
3. Revisar y fundamentar con el área de energía la recontractación de la demanda máxima del centro a un valor de 215 KW y así evitar penalizaciones y sobre gastos por este concepto.
4. Se debe realizar un estudio o diagnóstico eléctrico más profundo del hospital ya que desde el punto de vista tecnológico la instalación eléctrica interna no reúne los requisitos mínimos de operación y está expuesta a riesgos de fallas y averías eléctricas que pueden ocasionar daños mayores al sistema eléctrico del centro.
 - Pizarras Generales de Distribución y paneles eléctricos en mal estado técnico.
 - Cables con fugas de corriente y bajo aislamiento en conductos y registros.
 - Desbalance de cargas eléctricas en circuitos incluso áreas con una sola fase.
 - Revisar problema de la fase que no pasa por el equipo de medida de la OBE.
 - Deterioro en su sistema de alumbrado interior y exterior.
 - Falta de mantenimiento del equipamiento eléctrico en sentido general.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Amador, M.E., 2006. *Electrotécnia Básica*. Universidad Central de Las Villas. Editorial Pueblo y Educación.

Amador, M.E., 2006. *Problemas resueltos y propuestos. Electrotécnia Básica*. La Habana: Editorial Félix Varela.

Boletín electrónico ecogea, 2014. *Preguntas y respuestas sobre el ahorro de energía eléctrica* (en línea). Disponible en: <http://boletinecogea.wordpress.com>

Borroto, N.A., 2006. *Gestión y Economía Energética*. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.

Energía, M.M.U.E., 2014. *Manual de Consumidores*.

Fernández, C.E.G., 2014. *Análisis energético de los servicios eléctricos mayores de la Universidad de Matanzas*. Matanzas: UMCC.

García, A.M., (2017). *Análisis del Consumo de Energía Eléctrica en la Universidad de Matanzas*. Trabajo de Diploma en Ingeniería Mecánica. Universidad de Matanzas. Matanzas.

Ministerio de Finanzas y Precios, 2011. *Resolución No. 28 - 2011*. Anexo Único.

Oficina Nacional de Estadística e Información, ONEI. 2015. *Anuario Estadístico de Cuba 2015, Capítulo 10: Minería y Energía* (en línea). Disponible en: [http://www.one.cu/aec2015/10 Minería y energía.pdf](http://www.one.cu/aec2015/10%20Miner%C3%ADa%20y%20energ%C3%ADa.pdf)

Percy, V.F., De Armas, T.M, Padrón, P.A 2002. *Ahorro de Energía en Sistemas de Suministro Eléctrico Industrial*. Universidad de Cienfuegos: Editorial Universidad de Cienfuegos.

Villalón, V.Y., 2014. *Tarifas eléctricas y su aplicación*.

ANEXOS.

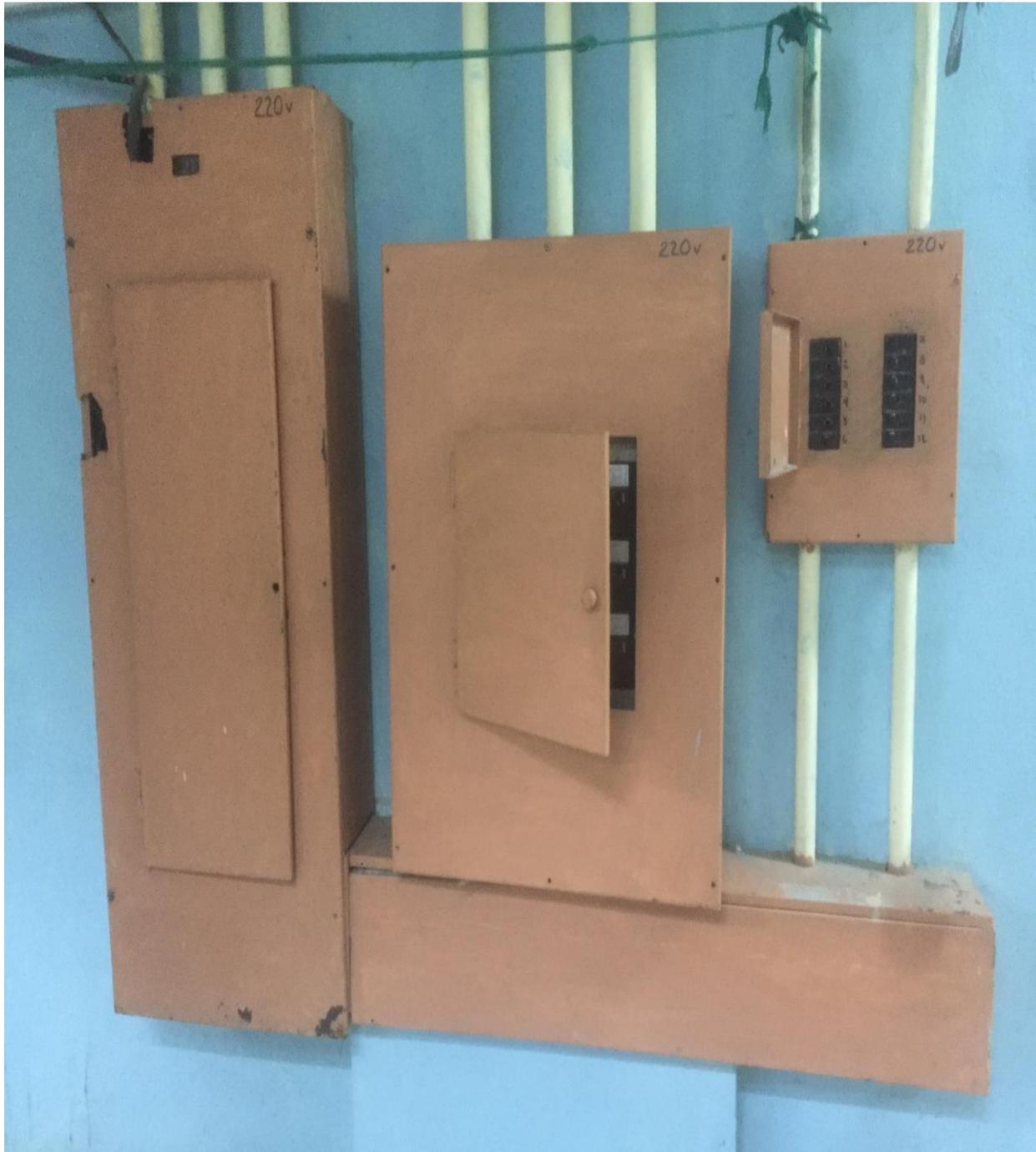
Anexos 1. Banco de transformadores de 100 KW.



Anexos 2 Incorrectas conexiones.



Anexos 3



Anexos 4



Anexos 5



Anexos 6



