



FACULTAD DE POSTGRADO

TESIS DE POSTGRADO

Estudio de eficiencia energética en la parte
de electricidad en el Hospital Escuela
Universitario, bloque médico quirúrgico
Tegucigalpa M.D.C

SUSTENTADO POR:

RAMON EDGARDO LOPEZ GARCIA - 11453140

KELVIN JOSUE ACOSTA FUENTES - 11423105

PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE

MÁSTER EN GESTIÓN EN ENERGÍA RENOVABLE

TEGUCIGALPA, F.M.

HONDURAS, C.A.

ABRIL, 2017

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
CENTROAMERICANA**

UNITEC

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES

UNIVERSITARIAS

RECTOR

MARLON BREVÉ REYES

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ

MIRALDA

DECANO DE LA FACULTAD DE POSTGRADO

JOSE ARNOLDO SERMEÑO LIMA

Estudio de eficiencia energética en la parte
de electricidad en el Hospital Escuela
Universitario, bloque médico quirúrgico
Tegucigalpa M.D.C

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE
LOS REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL
TÍTULO DE
MÁSTER EN GESTION DE ENERGÍA RENOVABLE**

ASESOR

WILFREDO CÉSAR FLORES CASTRO

MIEMBROS DE LA TERNA

JORGE CENTENO

ALBERTINA NAVARRO

MARIO GALLO



FACULTAD DE POSTGRADO

ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA PARTE DE ELECTRICIDAD EN EL HOSPITAL ESCUELA UNIVERSITARIO, BLOQUE MÉDICO QUIRÚRGICO TEGUCIGALPA M.D.C

AUTORES

Ramón Edgardo López García y Kelvin Josué Acosta Fuentes

RESUMEN

La eficiencia energética es una práctica empleada durante el uso de racional de la energía con el objetivo de reducir el consumo de energético, entre las preocupaciones actuales está el ahorro de energía y el efecto medioambiental de la generación de energía eléctrica, principalmente en países como el nuestro el mayor porcentaje de generación es térmico, por ende tiene costo alto.

En los últimos años la eficiencia energética a nivel mundial está jugando un papel fundamental en el campo energético, es tanto que hoy se deben realizar estudios de este tipo que para las economías tales como la nuestra es una gran oportunidad para disminuir el impacto económico y de orden ambiental producto del consumo y generación de energía eléctrica y transporte.

Actualmente, en el país no hay estudio de eficiencia energética a nivel de hospitales públicos aperturando a la participación de este tipo de estudio en este sector. El objetivo de realizar este tipo de estudio en el Hospital Escuela Universitario (HEU) en el bloque médico quirúrgico (BMQ) es para determinar el consumo de energía eléctrica y proponer mejoras para reducción en consumo de energía.



GRADUATE SCHOOL

STUDY OF ENERGY EFFICIENCY IN THE ELECTRICITY PART IN THE HOSPITAL UNIVERSITY SCHOOL, MEDICAL SURGICAL BLOCK TEGUCIGALPA M.D.C

AUTHORS:

Ramón Edgardo López García y Kelvin Josué Acosta Fuentes

ASBTRACT

Energy is a practice used during rational energy use with the aim of reducing energy consumption, among the concerns is energy saving and the environmental effect of electric power generation, mainly in countries such as the US Higher percentage of generation is thermal, therefore it has high cost.

In recent years energy efficiency is a global level is playing a fundamental role in the field of energy, it is so much that today should be conducted such studies that for story economies such as ours is a great opportunity to reduce the economic impact And Environmental Order product of the consumption and generation of electrical energy and transport.

At present, in the country there is no study of energy efficiency at the level of public hospitals that open to the participation of this type of study in this sector. The objective of this type of study in the University School Hospital (HEU) in the medical surgical block (BMQ) is to determine the consumption of electrical energy and propose improvements for the reduction in energy consumption.

DEDICATORIA

A Dios. Por permitirme llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mi objetivo, además de su infinita bondad y amor él es nuestro amparo y fortaleza, nuestro pronto auxilio en todos los problemas, por fortalecer nuestro corazón e iluminar nuestra mente y por haber puesto en nuestro camino a aquellas personas que han sido soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres y Esposa.

Lourdes Maribel Fuentes Funes, José María Acosta David por ser pilar fundamental en todo lo que somos en toda mi educación, tanto académica como de la vida y a mi hermana Yolans, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo y mi esposa Shaaron Hernández ayuda idónea de distintas maneras.

Kelvin J. Acosta Fuentes

Dedico esta tesis primeramente a Dios, ya que sin su voluntad y ayuda nada se puede hacer.

En segundo lugar a mi familia en especial a mis abuelos maternos Irma Lesly Rodríguez (QDDG) y Florentino García por ayudarme durante mis primeros años de vida educativa e inculcarme los valores de estudio que me sirvieron hasta aquí, a mis padres, Deisy Nohemy García Rodríguez y Mario Ramón López Baide, por apoyarme durante mi vida y darme el aliento a seguir adelante con este reto, a mis hermanos Mariela y Erick.

Ramón E. López García

AGRADECIMIENTOS

A nuestros maestros, Ing. Roque por su apoyo y motivación para la culminación de nuestro estudios profesional y para la elaboración de esta tesis, al PhD. Wilfredo Flores por su apoyo ofrecido en este trabajo por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional.

A nuestros amigos

Que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional en Dios confiamos seguir manteniendo ese apoyo intangible y mantener esa amistad sincera de Edwin Castillo, Osmer Ponce y Danny Torres.

Todos aquellos familiares y amigos que no recordamos al momento de escribir esto. Ustedes saben quiénes son.

Ramón E. López y Kelvin J. Acosta

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	2
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE ESTUDIO	3
1.4 OBJETIVO DEL ESTUDIO	4
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.5 JUSTIFICACIÓN	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	6
2.1. CONCEPTUALIZACIÓN	6
2.1.1 CONCEPTOS GENERALES	6
2.1.2 FORMAS DE ENERGÍA	11
2.1.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y NO RENOVABLES	12
2.1.4 EFICIENCIA ENERGÉTICA	13
2.1.4.5 FACTOR DE UTILIZACIÓN DE LA POTENCIA	13
2.1.5 FUNCIONAMIENTOS DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS	14
2.1.5.1 PRINCIPIOS BÁSICOS DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS EN CORRIENTE ALterna (CA)	14

2.1.5.2 EFICIENCIA EN MOTORES	15
2.1.6 EFICIENCIA EN SISTEMAS DE ILUMINACIÓN	18
2.1.6.1 DISTORSIÓN ARMÓNICA	24
2.1.6.2 SISTEMA DE ATERRIZAJE.....	28
2.1.6.3 TOMA DE TIERRA	28
2.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	29
2.2.1. ENTORNO SOCIOECONÓMICO DEL PAÍS	29
2.2.2. ENTORNO AMBIENTAL	32
2.2.3. CONTEXTO	34
2.2.4. EVENTOS NACIONALES E INTERNACIONALES	34
2.2.5 ASPECTO LEGALES EN HONDURAS	37
2.2.5.1 INTRODUCCIÓN LAS LEYES Y REGLAMENTOS	37
2.2.5.2 ORGANISMO HONDUREÑO DE NORMALIZACIÓN (OHN).....	39
2.2.5.3 NORMA OHN – ISO 50001:2011 (SISTEMA DE GESTACIÓN DE LA ENERGÍA REQUISITOS CON ORIENTACIÓN PARA SU USO).....	40
CAPÍTULO III. ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN	43
3.1 ANÁLISIS DE LAS METODOLOGÍAS	43
3.1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	43
3.2 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	45
3.2.1 ESTUDIO EXPLORATORIO	45

3.2.2 ESTUDIO DESCRIPTIVO	46
3.2.3 ESTUDIO CORRELACIONAL	47
3.3 VARIABLES E HIPÓTESIS	47
3.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	49
3.4.1 DISEÑO TRANSECCIONAL	49
3.4.2 DISEÑO TRANSECCIONAL DESCRIPTIVO	49
3.5 RECOLECCIÓN DE DATOS	50
3.5.1 TOMA DE DATOS.....	50
3.6. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	53
3.6.1 ANALIZADOR DE RED	53
3.6.2 CÁMARA TERMOGRÁFICA.....	54
3.6.3. LUXÓMETRO	55
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS	57
4.1. RESULTADOS ENCONTRADOS	57
4.2. ANÁLISIS DE DATOS	61
4.2.1. ANÁLISIS DEL PERFIL DEL ANALIZADOR DE RED	61
4.4. IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	77
4.5. MEJORAS EN LA EFICIENCIA DE AIRES ACONDICIONADOS	77
4.6. AHORRO DE ENERGÍA COMO RESULTADO DE UN CAMBIO CULTURAL.....	78
4.6.1. MEDIDAS DE AHORRO SIN INVERSIÓN	78

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 82

5.1 CONCLUSIONES 82

5.2 RECOMENDACIONES 83

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 84

ANEXOS 89

ANEXO 2 93

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES	12
TABLA 2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS RECURSOS NO RENOVABLES	13
TABLA 3 PARÁMETROS RECOMENDADOS PARA LAS HABITACIONES	20
TABLA 4 PARÁMETROS RECOMENDADOS PARA QUIRÓFANOS	21
TABLA 5 PARÁMETROS RECOMENDADOS PARA QUIRÓFANOS	22
TABLA 6 PARÁMETROS RECOMENDADOS PARA LAS SALAS DE REHABILITACIÓN Y TERAPIA	22
TABLA 7 PARÁMETROS RECOMENDADOS PARA LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS.....	23
TABLA 8 PARÁMETROS RECOMENDADOS PARA LAS SALAS DE REHABILITACIÓN Y TERAPIA	23
TABLA 9 PARÁMETROS RECOMENDADOS PARA ACCESOS EXTERIORES	23
TABLA 10 DATOS GENERALES DEL HOSPITAL ESCUELA UNIVERSITARIO.....	57
TABLA 11 RESUMEN DE DISTRIBUCIÓN DE POTENCIA POR ÁREAS	59
TABLA 12 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR ÁREAS.....	60
TABLA 13 DATOS DE LECTURAS DE LUXES POR ÁREAS Y SU COMPARACIÓN.....	75
TABLA 14 REEMPLAZO DE TECNOLOGÍA EN ILUMINACIÓN	76
TABLA A 1 LEVANTAMIENTO DE DATOS DE AIRES ACONDICIONADOS TIPO DUCTO	93
TABLA A 2 DISTRIBUCIÓN DE AIRES ACONDICIONADOS PARA TECHOS	95
TABLA A 3 DISTRIBUCIÓN DE AIRES ACONDICIONADOS TIPO PARED	100
TABLA A 4 DISTRIBUCIÓN DE AIRES ACONDICIONADOS TIPO VENTANA	105

TABLA A 5 DISTRIBUCIÓN DE CALDERAS Y MOTORES	107
TABLA A 6 DISTRIBUCIÓN DE EQUIPO DE OFICINA.....	108
TABLA A 7 CONTINUACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE OFICINAS	110
TABLA A 8 DISTRIBUCIÓN DE SISTEMA DE ILUMINACIÓN	111
TABLA A 9 CALCULO DE COSTO TOTAL EQUIPOS PARA MEDIDAS A TOMAR	¡Error!

Marcador no definido.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 ESPACIOS CON ACTIVIDAD VISUAL ELEVADA TEÓRICA	19
FIGURA 2 ESPACIOS CON ACTIVIDAD VISUAL NORMAL TEÓRICA	20
FIGURA 3 ESPACIOS CON ACTIVIDAD VISUAL NORMAL TEÓRICA	20
FIGURA 4 UBICACIÓN DEL HOSPITAL ESCUELA UNIVERSITARIO	30
FIGURA 5 HOSPITAL ESCUELA UNIVERSITARIO	33
FIGURA 6 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE ORGANISMO HONDUREÑO DE NORMALIZACIÓN	41
FIGURA 7 ESQUEMA DE LA METODOLOGÍA A USAR	44
FIGURA 8 ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN	45
FIGURA 9 ESQUEMA DE LA VARIABLE DE INVESTIGACIÓN	48
FIGURA 10 FLUJOGRAMA PROPUESTO PARA LA INVESTIGACIÓN	52
FIGURA 11 ANALIZADOR DE RED AR5, MARCA CIRCUITOR	54
FIGURA 12 CÁMARA TERMOGRAFICA MARCA FLUKE	55
FIGURA 13 LUXOMETRO MARCA FLUKE	56
FIGURA 14 HISTORIAL DE CONSUMO DURANTE EL AÑO 2016	58
FIGURA 15 DISTRIBUCIÓN DE POTENCIA INSTALADA POR ÁREAS	59
FIGURA 16 DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA CONSUMIDA POR ÁREAS.....	60
FIGURA 17 UBICACIÓN DEL LEVANTAMIENTO DE DATOS CON AR5.	62
FIGURA 18 GRAFICA COMPARATIVA DE LOS VOLTAJES DE LAS TRES FASES.....	63
FIGURA 19 GRAFICA COMPARATIVA DE LAS POTENCIAS ACTIVAS DE LAS TRES FASES.....	64

FIGURA 20 GRAFICA COMPARATIVA DE LAS CORRIENTES EN LAS TRES FASES. . .	65
FIGURA 21 GRAFICAS DE PORCENTAJES DE DISTORSIÓN ARMÓNICA DE CORRIENTE Y VOLTAJE.	66
FIGURA 22 GRAFICA COMPARATIVA DE POTENCIA ACTIVA Y REACTIVA CAPACITIVA E INDUCTIVA.....	67
FIGURA 23 GRAFICA DEL FACTOR DE POTENCIA.	68
FIGURA 24 GRAFICA DE POTENCIA APARENTE TRIFÁSICA.	68
FIGURA 25 GRAFICA DE POTENCIA ACTIVA TRIFÁSICA.....	69
FIGURA 26 ENERGÍA ACTIVA ACUMULADA CONSUMIDA.	70
FIGURA 27 IMÁGENES DE CÁMARA TERMOGRÁFICA DE TRANSFORMADORES DE 750KVA	71
FIGURA 28 IMÁGENES DE CÁMARA TERMOGRÁFICA DE GABINETE DE CONTROL	72
FIGURA 29 IMÁGENES DE CÁMARA TERMOGRÁFICA DE TRANSFORMADOR TIPO SECO	73
FIGURA 30 TOMA DE TEMPERATURA CON CÁMARA TERMOGRÁFICA CONTACTARES	74
FIGURA A 1 TOMA DE DATOS CON LUXÓMETRO EN PASILLOS	89
FIGURA A 2 TOMA DE DATOS CON LUXÓMETRO EN PASILLO DE SERVICIO.	89
FIGURA A 3 TOMA DE TEMPERATURA CON CÁMARA TERMOGRÁFICA EN GABINETE DE CONTROL.	90
FIGURA A 4 TOMA DE TEMPERATURA CON CÁMARA TERMOGRÁFICA EN SUBESTACIÓN.....	90

FIGURA A 5 CÁMARA TERMOGRÁFICA Y LUXOMETRO 91

FIGURA A 6 INSTALACIÓN DE AR5..... 92

FIGURA A 7REVISIÓN E INSTALACIÓN DE AR5 92

FIGURA A 8 CÁLCULOS PARA SISTEMA SOLAR113

FIGURA A 9 AUTORIZACIÓN PARA INGRESAR A REVISIÓN DE INSTALACIÓN DE
HEU EN BMQ.....115

FIGURA A 10 AUTORIZACIÓN PARA INSTALACIÓN DE EQUIPO DE MEDICIÓN EN
HEU EN BMQ.....116

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

En los últimos años la eficiencia energética a nivel mundial está jugando un papel fundamental en el campo energético, es tanto que hoy se deben realizar estudios de este tipo que para las economías tales como la nuestra es una gran oportunidad para disminuir el impacto económico y de orden ambiental producto del consumo y generación de energía eléctrica y transporte. (World Energy Council, 2014, p. 8).

En la actualidad el consumo energético del centro hospitalario Hospital Escuela Universitario (HEU) Tegucigalpa M.D.C. es 150,211.69 kWh mes promedio, adicionalmente se observa muy claramente el consumo de reactivo y la penalización por bajo factor de potencia de 0.85 en promedio lo cual genera una multa y en costo mayor en la factura de energía eléctrica, dicho lo anterior nos motivó de trabajar en el estudio de eficiencia energética en dicho centro.

No obstante, este tipo de estudio dejara una gran brecha para dar inicio a la participación de cada usuario como tal, por otro lado se espera que en el futuro se sigan realizando este tipo de estudio para dar un aporte importante a este campo.

1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

En noviembre de 1978 durante la administración de la Junta militar de Gobierno integrada por, General de Brigada Policarpo Paz García, Teniente Coronel Domingo Álvarez Cruz y Teniente Coronel Amílcar Zelaya Rodríguez, fue inaugurado el Bloque Médico Quirúrgico abriendo al público el 19 de mayo de 1979 surgiendo así el complejo Hospital Escuela al fusionarse con el Bloque Materno Infantil. Dicho hospital en la actualidad está compuesto por dos bloques: el Bloque Médico Quirúrgico para atención a los pacientes adultos en diferentes especialidades y el Bloque Materno Infantil para la atención a problemas de salud propias de la mujer, embarazadas y los pacientes pediátricos. Cuenta actualmente con 959 camas censables y 148 no censables, para 48 salas con 6 especialidades básicas y 55 sub-especialidades (UNAH, 2014, p. 15).

El complejo del Hospital Escuela Universitario es el único Hospital Nacional en Tegucigalpa que ofrece Servicios de Emergencia con cobertura las 24 horas, durante los 365 días del año ininterrumpidamente. La Institución actualmente cuenta con 2,703 empleados, de los cuales el 13% corresponde a médicos generales y de especialidades, el 18% a personal técnico, el 34% es personal de enfermeras profesionales y auxiliares, y el 35% restante corresponde al personal administrativo.(Hospital Escuela Universitario - UNAH, 2015).

En la actualidad este centro Hospitalario, atendió para el año 2013 un total de 86,823 atenciones por egresos razón por la cual es importante conocer el consumo de energía eléctrica en esta institución para ello se determinó el estudio de eficiencia energética en el bloque médico quirúrgico, donde se analizara el circuito que abastece este edificio instalando equipo de medición de alta precisión para tener una muestra representativa de la calidad de energía que suministra la ENEE.

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE ESTUDIO

El Hospital Escuela Universitario mediante un estudio de eficiencia energética en la parte de energía eléctrica, se ha encontrado que los equipos son viejos y presentan poco o nada de mantenimiento, baja eficiencia en el área de iluminación, sistemas de refrigeración, sistema Hidroneumáticos, sistema de calentamiento aguas Sanitarias entre otros. Donde se presentan valores de factor de potencia promedio de 85%, lo cual es algo a tomar en cuenta debido a las sanción económica que este factor bajo conlleva por parte de la compañía que suministra el servicio.

Siendo esta una institución de tercer nivel que presta servicios de atención integrada y de especialidades, comprometido en la formación de los recursos humanos y el desarrollo de la investigación científica, para contribuir a la solución de la problemática de salud del país. (UNAH, 2014, p. 33).

Por tanto, será necesario realizar estudios sobre eficiencia energética en dicha institución, la eficiencia energética es el modo más rápido, económico y limpio de reducir nuestro consumo energético y reducir así las emisiones de gases de efecto invernadero para cumplir los objetivos de ciertos tratados ambientales a nivel mundial. A través de este tipo de estudio ayudaremos al Hospital escuela Universitario (HEU) a mejorar el consumo de energía eléctrica, implementando nuevas tecnologías energéticas, cambios culturales e introducción de las energías renovables, tomando en cuenta estas medidas la factura de consumo de energía deberá bajar, puesto que este bajo factor de potencia hace incurrir en un gasto por penalización es considerable tomar medidas de corrección en algunos circuitos que alimentan el Bloque Médico Quirúrgico (BMQ).

1.4 OBJETIVO DEL ESTUDIO

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar estudio de eficiencia energética en el Hospital Escuela Universitario, Tegucigalpa F.M para determinar el consumo de energía Eléctrica y proponer mejoras para reducción en consumo de energía.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una auditoria energética para determinar el consumo de energía eléctrica.
- Análisis de datos adquiridos, para determinar los consumos por área de energía eléctrica.
- Proponer alternativas de eficiencia en el consumo de energía eléctrica.
- Diversificar las fuentes energéticas e introducir energías renovables

1.5 JUSTIFICACIÓN

En los últimos años hemos escuchado el término de eficiencia siempre ligado a la energía y es que los problemas medioambientales son cada vez mayores, debido en gran parte a un mal uso que el ser humano le da la energía, de manera puntual la energía eléctrica como es el caso de este estudio. Durante el estudio se observó que el Hospital Escuela Universitario posee un desbalance muy pronunciado en una de sus fases, a su vez este posee un factor de potencia muy bajo el cual en promedio es de 0.85 lo cual lleva a una sanción económica por parte de la ENEE la cual en el este caso particular es de Lps. 56,173.77 Este cargo se aplica de manera mensual. Para poder mitigar esto se propondrán medidas de reducción como cambios culturales, usos de energías renovables, cambio de luminarias, uso de banco de capacitores y cambio de equipos eléctricos, con esto se pretenderá reducir el costo de la factura energética en un 30%, así como eliminar el cargo por reactivo.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. CONCEPTUALIZACIÓN

2.1.1 CONCEPTOS GENERALES

Para entender lo que conlleva un estudio de eficiencia en energía eléctrica primero debemos conocer los conceptos básicos que se utilizan en él. Así debemos de dar a conocer los conceptos de mayor importancia dentro de una auditoria energética:

Corriente eléctrica es el flujo de electrones dentro de un conductor, es decir todo lo que fluye a través de un cable eléctrico. Sus unidades en el sistema internacional (SI) son los amperios (A). Voltaje o también llamada diferencia de potencial es la energía que se requiere para mover una partícula desde un punto hacia otro a cualquier distancia. Su unidad en el SI es el voltaje (V). Energía es la capacidad que posee un cuerpo o equipo para realizar un trabajo, sus unidades en el SI son lo Jouls (J), en el caso de la energía eléctrica de consumo se puede expresar como kWh. Potencia es la cantidad de energía que se requiere para realizar un trabajo en un determinado tiempo, sus unidades en el SI son los Watts (W). Esta es una de las características que se pueden observar en los datos de placa de muchos equipos eléctricos(Charles K. Alexander & Matthew N. O. Sadiku, 2006).

La potencia se compone de 2 términos uno es la potencia real o activa en unidades de Watts (W) y la potencia reactiva o imaginaria en unidades de Volto-Amperios reactivos (VAR) la suma de ambas como tal se conoce como potencia aparente (S) con sus unidades Volto-Amperios (VA). De estos son requeridos ambos para el funcionamiento de equipos como motores eléctricos y

algunos tipos de las luminarias, un exceso de energía reactiva es contraproducente, siempre se busca consumir la mayor cantidad de potencia activa (Chapman, 2005 ,p. 65).

Electricidad La palabra electricidad podemos dejar patente que tiene su origen etimológico en el término griego “elektro” que puede traducirse como “ámbar”. Partiendo del mismo se establece que la persona que acuñó este término fue más concretamente el científico inglés William Gilbert quien en el siglo XVI habló de “elétrico” para mencionar los fenómenos de cargas de atracción que descubrieron ya los griegos. La electricidad es una propiedad física manifestada a través de la atracción o del rechazo que ejercen entre sí las distintas partes de la materia.(Young, Hugh d. & Roger a. Freedman, 2009).

Caídas de voltaje y regulación de voltaje la caída de tensión es la variación que tiene el voltaje en una línea en una determinada distancia, mientras la regulación de voltaje es la variación del voltaje en un transformador sin carga comparándolo con su voltaje a plena carga, estos son fenómenos que no podemos evitar pero si los podemos controlar utilizando equipos y conductores adecuados dependiendo de la carga que se deba de suplir. El transformador es un equipo utilizado para transformar energía de un nivel de voltaje a otro, como en el caso de los niveles de transmisión y distribución de energía eléctrica.(Stephen J. Chapman, 2005)

Estos son conceptos básicos aunque se debe de indicar que dentro de este campo existen otros conceptos no tan manejados y comunes como la frecuencia, factor de potencia inductivo o capacitivo, capacitancia, inductancia, armónicos, niveles de voltaje y eficiencia por mencionar algunos de los que se utilizan en este tipo de análisis. Cabe resaltar que el conjunto de todos estos no son muy mencionados en este ámbito, pero de los cuales hare una breve mención de ellos que se consideran de mayor importancia.

El factor de potencia es el porcentaje total de la potencia que se ha convertido en energía completamente, en nuestro país el tener un factor de potencia por debajo de 0.9 es motivo de multa, ya que esto conlleva un mayor consumo de energía eléctrica. Los factores de potencia inductivos no son agradables para un sistema y estos pueden causarnos bajos factores de potencia, estos se pueden llegar a corregir utilizando un banco de capacitores para poder reducir el consumo de energía reactiva. La eficiencia de un equipo viene dada por la capacidad que este tiene e transformar toda la energía de la entrada y transmitirla a la salida con la menor cantidad de pérdidas. Los niveles de voltaje son la variación de voltaje que existe dentro de un determinado periodo de tiempo, este es un problema ya que la carga (equipos conectados) siempre demandara su potencia y al no tener un nivel de voltaje adecuado este compensara su necesidad aumentando la corriente lo cual puede resultar en un mayor consumo y daño de los equipos (Stephen J. Chapman, 2005).

La eficiencia energética consiste en reducir la cantidad de energía requerida para proporcionar los mismos productos y servicios, buscando el uso óptimo de la energía eléctrica, la generación de energía mediante el uso de recursos renovables y protegiendo el medio ambiente. La consecuencia de la eficiencia energética es el ahorro energético, que se traduce en una mayor eficiencia y menor consumo de energía.(Ahorro y eficiencia energética | Sostenibilidad, 2016)

Para la realización de estos estudios de eficiencia energética se deben de tomar en cuenta varios factores y formas de analizar el entorno para realizar este tipo de estudios.

Los estudios y áreas de interés que se deben de evaluar en los estudios de eficiencia energética en electricidad engloba, cualquier estudio relacionado con los equipos, conductores eléctricos y sus dimensionamientos, revisar sus niveles de consumos por equipos instalados. También un factor importante a toar en cuenta es la parte de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC)

por sus siglas en inglés, los cuales son un gran foco de consumo así como la iluminación de este, ya que un hospital es un lugar altamente concurrido y que debe de tener altos consumos. A raíz de esto se trata de minimizar el gasto y mejorando la forma en cómo se utiliza la energía dentro de un hospital así como los sistemas de bombeo de agua (Löhr, Gauer, Serrano, & Zamorano, 2009).

Luego de hacer estudios en las áreas antes mencionadas con los diversos equipos y de tomar las decisiones del que se debe de hacer con los resultados podemos tomar en cuenta factores para realizar las mejoras pertinentes como mantenimientos preventivos que consisten en revisiones periódicas de los equipos, accesorios y conductores, que este es el caso ideal ya que se pueden evitar daños severos y corregir los posibles problemas que se puedan presentar. Existe otro mantenimiento que es de clase correctivo este se da cuando ya se ha producido una falla de la cual el equipo tuvo que ser dejado de usar para evitar un daño irreversible o porque se dio este daño, estas son las situaciones que el mantenimiento preventivo nos ayuda evitar. Aquí también se da el cambio de equipo o conductores tanto en electricidad como para uso de agua caliente y tubería para agua potable.

Los problemas siempre están presentes así como los accidentes dentro cualquier instalación pero esta se deben de tratar de evitar al máximo y más aún en los hospitales, para llegar a esto se requiere planeación y conocimiento sobre los equipos y materiales que se utilizan para el transporte de energía y la mejor forma de lograrlo es manteniendo un equipo altamente calificado en las áreas que se desea supervisar, para esto se debe de invertir en la capacitación del personal (Löhr et al., 2009).

Hasta ahora solo hemos hablado de las especificaciones de eléctricas de la mayoría de estos conceptos, pero ya es momento de hablar de otro elemento muy importante como lo es el uso del

agua. Este recurso es muy valioso dentro de un hospital ya que se utiliza tanto para uso común como para el cuidado y esterilización de equipos quirúrgicos. De estas dos aplicaciones cada una posee en si sus distintas consideraciones especiales como ser su tipo de tubería recubrimiento, forma de transportarse, esto es de vital importancia ya que es un recurso escaso, ya que el 97% de agua que existe es no potable (Fundación de la energía de la comunidad de Madrid, 2010). Este tema no se abordara en esta tesis.

Para poder regular el uso del agua se deben de analizar algunos factores muy importantes como ser las presiones de las tuberías, aislamientos, tipos de tuberías y su aplicación ya que de esto varia los cuidados que se deberán de tener con estos materiales, aunque no parezca que esto puede causar un alto impacto en la factura eléctrica si lo es. Esto debido a que cuando se tienen fugas de aire en la tubería o falta de presión puede provocar fugas de agua, lo cual implica que las bombas trabajen durante más tiempo. Si está mal aisladas las tuberías de transporte de agua caliente también afectara el uso de energía eléctrica ya que al perderse este calor por la tubería el sistema se ve forzado a encender durante más tiempo los calentadores ya sea eléctricos o de gas además de esto es de muy gran importancia implementar una cultura de ahorro para que todos podamos disfrutar de los beneficios que la energía nos brinda (Löhr et al., 2009).

Iluminación en Hospitales, La iluminación en hospitales, salas de consulta, etc., debe servir a dos objetivos fundamentales: garantizar las óptimas condiciones para desarrollar las tareas correspondientes, y contribuir a una atmósfera en la que el paciente se sienta confortable. Todo esto garantizado la máxima eficiencia energética posible.

2.1.2 FORMAS DE ENERGÍA

Es común generalizar los términos de forma y energía como uno solo, ya que se tiene la costumbre de relacionar el término energía con la energía eléctrica lo cual no es correcto, ya que la forma de energía nos habla del cómo podemos encontrar fuentes primarias para generar energía eléctrica u otro tipo de energía ya la energía como tal es todo aquello que nos permite realizar un trabajo. dicho de esta forma podemos decir que existen diferentes fuentes o formas de energía como ser el carbón, petróleo, uranio, la radiación solar, corrientes de aire, el oleaje entre otras (Zelaya , 2015, p. 18).

Existen diferentes fuentes de energía las cuales se pueden clasificar de según la forma en como estas se transforman en un tipo de energía que deseamos utilizar estas se clasifican en:

Primarias, son todas aquellas que encontramos de manera directa en la naturaleza sin la necesidad de hacerles algún cambio o modificación a su forma para poder generar cualquier tipo de energía como ser el petróleo, radiación solar, viento, mareas, biomasa, embalses de agua, gas natural entre otras que existen. Las fuentes secundarias, son fuentes basadas en las primeras para generar algún tipo de energía de ellas, como ejemplo tenemos la energía eléctrica de la cual podemos sacar energía térmica y mecánica. Las fuentes finales, las cuales son productos finales como se indica en su nombre son las que ya son utilizadas por el hombre para suplir sus necesidades como la electricidad y el transporte las cuales son las fuentes de mayor consumo a nivel mundial. Finalmente se deben de hablar de las fuentes de energía renovables y no renovables las cuales son las que se pueden regenerar con el tiempo para el caso de las fuentes renovables y las fuentes no renovables que las que una vez se consuman ya no las podremos tener más (Zelaya, 2015, p. 14).

Estas fuentes de energía son indispensables pero todas tienen sus pros y contras, como el uso de la energía es algo que va en aumento con cada año, es importante valorar el hecho de que no solo con la generación se debe suplir las necesidades que todos tenemos, una manera excelente de hacerlo es con la eficiencia energética ya que con la misma cantidad de energía podemos realizar los mismos trabajos e incluso más, la eficiencia energética es algo a lo que cada vez más países en el mundo apuntan debido a su gran valor (Flores 2016, p.18).

2.1.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y NO RENOVABLES

Es fácil hablar de que se deben utilizar recursos de energía renovable pero se debe tomar en cuenta que como todo tiene sus ventajas y desventajas así como los recursos no renovables poseen sus ventajas y desventajas, a continuación se describen estas ventajas y desventajas de cada una de ellas.

Tabla 1 Ventajas y desventajas de las energías renovables

Ventajas	Desventajas
Son recursos inagotables.	A pesar de ser recursos inagotables, los equipos requeridos poseen dependencias de otros elementos no renovables.
Se pueden regenerar con el tiempo.	Sus costos de inversión inicial son altos
Ayudan a la disminución de gases de efecto invernadero.	Causan grandes cambios visuales y de su flora y fauna donde se instalan en las zonas donde se instalan.
En su mayoría son gratuitas.	La energía que producen es su mayoría son formas de energía intermitentes.
Son fuentes de empleo latentes para las personas de las zonas donde se explotan estos recursos.	Los problemas que causan a nivel social son grandes cuando no se posee una regulación adecuada.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos a partir de ERENOVABLE, 2015

Tabla 2 Ventajas y desventajas de los recursos no renovables

Ventajas	Desventajas
Son recursos ya conocidos por hombre así que se puede decir que son fáciles de manejar	Causan grandes daños al ambiente con las altas cantidades de gases de efecto invernadero que generan.
Son fuentes de generación más baratas que los recursos renovables	Son recursos que al agotarse ya no podemos contar con ellos en ningún ámbito.
Poseen un gran contenido energético estable	Su manejo es altamente cuidadoso ya que son en su mayoría altamente volátiles.
	En su mayoría la extracción y comercialización está envuelta en una gran capa de corrupción.
	Los costos asociados a su manipulación son altos.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos a partir de ERENOVABLE, 2015

2.1.4 EFICIENCIA ENERGÉTICA

Para poder entender más el aspecto de eficiencia energética en el caso que estamos estudiando es necesario definir de manera más clara que áreas se desean examinar y analizar. Primero dejaremos claro que la eficiencia energética no solo se refiere a la energía eléctrica, esta se refiere al uso adecuado de todas esas formas que nos permitan realizar una actividad específica que requiera el uso de energía eléctrica, gas y petróleo.(Mario Ruben Zelaya, 2015)

2.1.4.5 FACTOR DE UTILIZACIÓN DE LA POTENCIA

Se muestra que, en caso de alimentarse cargas con alta distorsión, los valores eficaces de tensión y corriente dejan de ser indicativos del comportamiento de las mismas desde el punto de vista del uso de las instalaciones y de su capacidad distorsiva en el sistema. Se propone y justifica

analítica y experimentalmente, la utilización de un factor complementario al factor de potencia y al $\cos \phi_k$, denominado factor de utilización de la potencia (FUP). Este nuevo factor mejora el análisis de las cargas con alta distorsión, teniendo en cuenta su relación con la fuente de alimentación. Se presentan estudios prácticos con cargas exclusivas de lámparas de las denominadas de bajo consumo, cargas domiciliarias típicas (discriminadas como lámparas de bajo consumo, incandescentes y demás equipos típicos), mostrando además el efecto de estas cargas sobre un equipo del sistema eléctrico, como es el transformador. Se propone la utilización de este factor a fin de poner de manifiesto la interacción de las cargas generadoras de armónicos con la regulación distorsionada del sistema eléctrico. (R. Cáceres, 2008, p. 3).

2.1.5 FUNCIONAMIENTOS DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS

2.1.5.1 PRINCIPIOS BÁSICOS DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS EN CORRIENTE ALTERNA (CA)

Las máquinas en de corriente alterna (ca) son **máquinas** motores y generadores que se dividen en máquinas síncronas y de inducción, la diferencia entre ambos es que las máquinas síncronas tienen excitación o alimentación externa y las máquinas de inducción reciben su alimentación de manera directa en los devanados de campo por medio de inducción magnética. Dentro de estas máquinas podemos destacar dos principios fundamentales como ser el voltaje inducido conocido como FEM (fuerza electromotriz) y el par inducido, estos dos elementos son los que proporcionan de gran manera su funcionamiento. Los motores que más utilizan para uso común son los motores de inducción, estos se pueden encontrar de dos tipos, los monofásicos y los

trifásicos estos a su vez se conectan en delta también conocida como triángulo (D) o estrella también conocida como conexión en Y (Y). En ambos casos podríamos decir que son sistemas polifásicos. Los motores eléctricos poseen dos partes importantes el estator y el rotor, el estator es la parte que conocemos como la carcasa esta parte es una pieza estática que está formado por varios enramados o embobinados en diferentes conexiones. El rotor es una parte móvil la cual se encuentra separada del estator unos pocos milímetros. Una ecuación muy importante que es la ecuación 1 que nos muestra la relación de velocidad de los motores trifásicos (Stephen J. Chapman, 2005).

$$n = \frac{120}{P} f_e \quad (1)$$

- n: velocidad síncrona en RPM (revoluciones por minuto).
- P: número de polos en la máquina.
- f_e : Frecuencia eléctrica en Hertz (Hz)

2.1.5.2 EFICIENCIA EN MOTORES

A raíz del incremento que ha sufrido la energía eléctrica a nivel mundial, los países más consumidores de energía eléctrica del mundo determinaron que el 60% de sus consumos estaba reflejado por los motores asíncronos tipo jaula de ardilla. Para poder reducir el costo de este consumo de energía eléctrica que estos se llegó a que se debía de mejorar la eficiencia de los motores, una determinación que fue ratificada en los años de 1990, donde se realizó un estudio que determino que el consumo por estos motores de alta eficiencia podrían reducir esto en alrededor de 240 mil millones de kWh al año. (Quispe & Mantilla, Luis, s. f.)

El cálculo de la eficiencia viene dado por la relación de potencia de salida entre la potencia de entrada como se muestra en la fórmula 2, esta relación no habla sobre la potencia de entrada en un equipo que se convierte en energía al final del procesos dado en porcentaje.(Stephen J. Chapman, 2005)

$$EF = \frac{P_{sal}}{P_{en}} \times 100\% \quad (2)$$

Dónde:

- P_{sal} es la potencia total de salida del sistema.
- P_{en} es la potencia total de entrada.

Esta es la fórmula general para la eficiencia la cual se puede expresar para un motor haciendo la misma relación solamente que tomando en cuenta que la potencia de entrada será suministrada por el fluido eléctrico y la potencia de salida mecánica al final del proceso esta relación se puede expresar como se ve en la fórmula 3, la cual refleja cómo se disipan la energía durante el proceso de conversión.(Stephen J. Chapman, 2005)

$$EF = \frac{P_{sal}}{P_{sal} + P_{perd}} \times 100\% \quad (3)$$

Donde pérdida (P_{perd}) es la potencia total disipada en el proceso de conversión de energía eléctrica a mecánica.

Las pérdidas (P_{perd}) engloban muchos factores como ser:

Pérdidas en el estator, estas son las pérdidas que se dan en la maquina por efectos del aumento de la corriente y el devanado, estas son mínimas. Pérdidas en el núcleo, estas son causadas

por las corrientes que se filtran entre las láminas del núcleo del devanado las cuales tienen que ver con el flujo magnético máximo, frecuencia de variación del flujo y las propiedades de cada material, estas pérdidas en la mayoría de los casos es considerada despreciable. Pérdidas mecánicas o por fricción y ventilación, estas pérdidas son básicamente las que se dan por los rodamientos y vibraciones de los elementos mecánicos del motor como ventiladoras y otros elementos de rodamiento. Pérdidas misceláneas o adicionales en carga, estas pérdidas involucran elementos muy complejos como ser el diseño del núcleo, cable, separación del entrehierro, entre otros más, estas pérdidas a nivel práctico pueden ser el 5% de la potencia de salida. (Quispe & Mantilla, Luis, s. f., 2004)

Visto lo anterior la ecuación de la eficiencia se puede expresar en términos de la potencia de salida y sus pérdidas como se expresa en la ecuación 4:

$$EF = \frac{P_{sal}}{P_{sal} + P_{cu} + P_n + P_m + P_c} \times 100\% \quad (4)$$

Dónde:

- P_{sal} es la potencia mecánica de salida.
- P_{cu} son las pérdidas en estator por su devanado.
- P_n pérdidas en el núcleo que incluyen pérdidas por corrientes de Eddy y por histéresis.
- P_m pérdidas mecánicas.
- P_c pérdidas de la carga o misceláneas.

Esto habla del proceso de conversión de potencia eléctrica a mecánica, primero se entra con la potencia eléctrica, luego nos encontramos con la potencia de pérdida en el estator dado por el cobre, luego las pérdidas en el núcleo que incluyen pérdidas por corrientes de Eddy y por histéresis, así

dando paso a la potencia de conversión, dando paso a las pérdidas mecánicas y por último las pérdidas por efecto de la carga, así tenemos finalmente la potencia mecánica de salida. (Stephen J. Chapman, 2005).

2.1.6 EFICIENCIA EN SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

Los servicios relacionados con la salud están sufriendo cambios estructurales muy importantes. Por un lado, los centros hospitalarios son espacios para el servicio social con importantes requerimientos de confort y sobre todo, de prestación de las últimas técnicas médicas. Sin embargo, por otro lado, un centro hospitalario es también un centro de servicios en el campo de la salud, que se debe regir por las reglas de la economía con respecto a la calidad y coste de sus servicios. Desde el punto de vista energético y medioambiental, podemos destacar que aunque el peso específico de la iluminación respecto al consumo total de energía de un Hospital o centro de asistencia primaria, varía entre un 20% y un 30%, hay que resaltar que el consumo en iluminación de este sector es de unos 1000 GWh/año, lo que representa el 0,6% del consumo eléctrico nacional y es responsable de la emisión a la atmósfera de unas 600.000 toneladas de CO₂/año. Pero lo más destacado del sector de la iluminación en los Hospitales y centros de asistencia primaria, es que se estima que tiene un potencial de ahorro del 30%, lo que supondría reducir las emisiones en unas 180.000 toneladas de CO₂/año. Por tanto, es muy importante la utilización de iluminación eficiente, mediante luminarias de alto rendimiento, que incorporen equipos de bajo consumo y lámparas de alta relación lumen/watio, unidas al uso de sistemas de regulación y control adecuados a las necesidades del local a iluminar, lo que permitirá tener unos buenos niveles de confort sin sacrificar la eficiencia energética. (Miguel Guerrero, 2001, p. 53)

Contemplando la similitud de las tareas, en los centros hospitalarios se pueden distinguir, genéricamente, los siguientes grupos, clasificados según el nivel de percepción que se precisa para realizar la tarea o función específica.

1. Espacios con actividad visual elevada teórica:



Figura 1 Espacios con actividad visual elevada teórica

Fuente: IDAE, 2001

2. Espacios con actividad visual normal teórica:

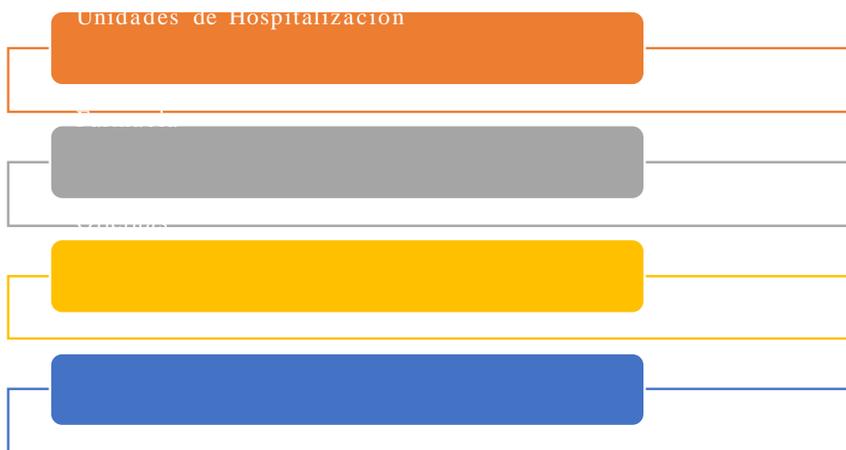


Figura 2 Espacios con actividad visual normal teórica

Fuente: IDAE, 2001

3. Espacios con actividad visual baja teórica:



Figura 3 Espacios con actividad visual normal teórica

Fuente: IDAE, 2001

Tabla 3 Parámetros recomendados para las habitaciones

Tipo de estancia o actividad	Tipo de iluminación o actividad	Iluminación media en (lux)	Tono de luz	Grupo de rendimiento color	Clase de calidad al deslumbramiento directo
Zona de la cama	Iluminación General	100	Cálido	1B	A
	Iluminación de Lectura	300	Cálido	1B	A
	Iluminación de Reconocimiento	800 - 1000	Cálido	1B	D
	Iluminación de Vigilancia	5	Cálido	1B	B
	Iluminación Nocturna		Cálido	1B	B
Servicios	Servicios	200	Cálido	2A	C

Fuente: IDAE, 2001

Tabla 4 Parámetros recomendados para quirófanos

Tipo de estancia o actividad	Tipo de iluminación o actividad	Iluminación media en (lux)	Tono de luz	Grupo de rendimiento color	Clase de calidad al deslumbramiento directo
Salas de tratamiento y reconocimiento en general	Iluminación general	500	Cálido Neutro	1B	A
	Luz de reconocimiento	>1000	Cálido Neutro	1B	A
Endoscopia	preparación	500	Cálido Neutro	1B	A
	urología	50	Cálido Neutro	1B	A
	rectoscopia	50	Cálido Neutro	1B	A
	ginecología	50	Cálido Neutro	1B	A
Oftalmología	Iluminación general	500	Cálido Neutro	1B	A
	Refractometría	50	Cálido Neutro	1B	A
	Oftalmometría	50	Cálido Neutro	1B	A
	Perimétrica	5	Cálido Neutro	1B	A
	Ad optometría	5	Cálido Neutro	1B	A
Radiología	Iluminación general	500	Cálido Neutro	1B	A
	Trabajo con pantallas	20	Cálido Neutro	1B	A
Odontología	Iluminación general	500	Frio	1A	A
	Iluminación boca	>8000	Frio	1A	A
	Iluminación Alrededores	1000	Cálido Neutro	1A	A
Dermatología	Iluminación general	500	Cálido Neutro	1A	A

Fuente: IDAE, 2001

Tabla 5 Parámetros recomendados para quirófanos

Tipo de estancia o actividad	Tipo de iluminación o actividad	Iluminación media en (lux)	Tono de luz	Grupo de rendimiento color	Clase de calidad al deslumbramiento directo
Quirófanos	Iluminación general	1000	Neutro	1A	A
	Iluminación zona de operación	2000 a 100000	Neutro	1A	A
	Iluminación Alrededores	2000	Neutro	1A	A
Salas anexas	Iluminación general	500	Neutro	1B	B
	Lavados	500	Neutro	1B	C
	Salas de preparación	500	Neutro	1B	B
	Sala de instrumental	500	Neutro	1B	A
	Salas de esterilización	500	Neutro	1B	A
	Salas de recuperación	500	Neutro	1B	B

Fuente: IDAE, 2001

Tabla 6 Parámetros recomendados para las salas de rehabilitación y terapia

Tipo de estancia o actividad	Tipo de iluminación o actividad	Iluminación media en (lux)	Tono de luz	Grupo de rendimiento color	Clase de calidad al deslumbramiento directo
Salas de terapia	Iluminación general	300	Cálido Neutro	1B	B
Baños medicinales, fisioterapia y masajes		100	Cálido Neutro	1B	D

Fuente: IDAE, 2001

Tabla 7 Parámetros recomendados para la unidad de cuidados intensivos

Tipo de estancia o actividad	Tipo de iluminación o actividad	Iluminación media en (lux)	Tono de luz	Grupo de rendimiento color	Clase de calidad al deslumbramiento directo
Salas de cuidados intensivos	Iluminación general	100	Cálido Neutro	1B	A
	Iluminación cama	300	Cálido Neutro	1B	A
	Iluminación de reconocimiento	1000	Cálido Neutro	1B	B
	Iluminación de reconocimiento para emergencias	2000	Cálido Neutro	1B	B
	Iluminación de Vigilancia	50	Cálido Neutro	1B	A
Salas de diálisis	Iluminación general	100	Cálido	1B	A
	Iluminación cama	500	Cálido	1B	A

Fuente: IDAE, 2001

Tabla 8 Parámetros recomendados para las salas de rehabilitación y terapia

Tipo de estancia o actividad	Tipo de iluminación o actividad	Iluminación media en (lux)	Tono de luz	Grupo de rendimiento color	Clase de calidad al deslumbramiento directo
Salas de terapia	Iluminación general	300	Cálido Neutro	1B	B
Baños medicinales, fisioterapia y masajes		100	Cálido Neutro	1B	D

Fuente: IDAE, 2001

Tabla 9 Parámetros recomendados para accesos exteriores

Tipo de estancia o actividad	Notas	Iluminación media en (lux)	Tono de luz	Grupo de rendimiento color	Clase de calidad al deslumbramiento directo
Zonas peatonales	no menos de 1 lux	5	Cálido	2A	D
Jardines	Iluminación semicilíndrica >1 lux	>1	Cálido	2A	E
Aparcamientos	Iluminación semicilíndrica 7 > 1 lux	7	Cálido	2A	D

Fuente: IDAE, 2001

Sistemas de Calentamiento de agua Sanitaria en el Hospital, suelen ser generalmente a través de sistemas convencionales como caldera para la producción de vapor que se emplea en los equipos principalmente en cocinas, lavanderías, esterilizadores y para el calentamiento del agua sanitaria para diversos usos por medio los combustibles fósiles, por esa razón es necesario la aplicación de normas internacionales ISO 50001 que pueden contribuir al mejoramiento de los factores de eficiencia, reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros impactos ambientales relacionados.

2.1.6.1 DISTORSIÓN ARMÓNICA

Las armónicas son corrientes y/o voltajes presentes en un sistema eléctrico, con una frecuencia múltiplo de la frecuencia fundamental. Así, en sistemas con frecuencia de 60 Hz y cargas monofásicas, las armónicas características son la tercera (180 Hz), quinta (300 Hz), y séptima (420 Hz) por ejemplo. Con el creciente aumento en el uso de cargas no lineales (procedentes de la electrónica de potencia), se han empezado a tener algunos problemas en las instalaciones eléctricas debido a los efectos de las componentes armónicas de corrientes y voltajes en el sistema eléctrico, que no se contemplaban anteriormente. Entre estos están el sobrecalentamiento de cables, transformadores y motores, corrientes excesivas en el neutro, fenómenos de resonancia entre los elementos del circuito (si se cuentan con bancos de capacitores para corrección del factor de potencia) y en general la calidad en el suministro de energía eléctrica se ha ido deteriorando por la distorsión presente en los voltajes y corrientes. El grado al que se pueden tolerar los armónicos está determinado por la susceptibilidad de la carga (o fuente de energía) a ellos.(IEEE, 1993, p. 58)

El tipo menos susceptible de equipo es aquel en el que la función principal es en calefacción, como en un horno. En este caso, la energía armónica generalmente se utiliza y por lo tanto es totalmente tolerable. El tipo de equipo más susceptible es aquél cuyo diseño o constitución asume un insumo fundamental (casi) perfecto sinusoidal. Este equipo se encuentra frecuentemente en las categorías de equipos de comunicación o procesamiento de datos.

Un tipo de carga que normalmente cae entre estos dos extremos de susceptibilidad es la carga del motor. La mayoría de las cargas del motor son relativamente tolerantes a los armónicos. Incluso en el caso del equipo menos susceptible, los armónicos pueden ser perjudiciales. En el caso de un horno, por ejemplo, pueden causar tensiones dieléctricas térmicas o de tensión, lo que provoca el envejecimiento prematuro del aislamiento eléctrico.

Un efecto importante de las tensiones y corrientes armónicas en la maquinaria rotativa (inducción y síncrono) es el calentamiento aumentado debido a pérdidas de hierro y cobre en las frecuencias armónicas. Los componentes armónicos afectan así el rendimiento de la máquina, y también pueden afectar el par desarrollado. Las corrientes armónicas en un motor pueden dar lugar a una mayor emisión de ruido audible en comparación con la excitación sinusoidal. Los armónicos también producen una distribución de flujo resultante en el entrehierro, que puede causar o mejorar fenómenos llamados cogging (rechazo al arranque suave) o rastreo (muy alto deslizamiento) en los motores de inducción.

Los pares de armónicos, como el quinto y el séptimo armónicos, tienen el potencial para crear oscilaciones mecánicas en una combinación de turbina-generador o en un sistema de carga de motor. Las oscilaciones mecánicas resultan cuando los pares de oscilación, causados por la interacción entre las corrientes armónicas y el campo magnético de frecuencia fundamental, excitan

una frecuencia mecánica resonante. Por ejemplo, el quinto y el séptimo armónicos pueden combinarse para producir un estímulo de torsión en un rotor del generador a la sexta frecuencia armónica. Si la frecuencia de una resonancia mecánica existe cerca de la frecuencia del estímulo eléctrico, pueden desarrollarse fuerzas mecánicas de alto esfuerzo.

El orden armónico característico derivado de un convertidor de seis pulsos implica el efecto cuando se aplica a los terminales de una máquina giratoria. Cada voltaje armónico, el 5°, 7°, 11°, etc., inducirá una corriente armónica correspondiente en el estator de la máquina. Cada uno de estos armónicos es una componente simétrica de secuencia positiva o negativa de la corriente total.

Estas corrientes inducirán un calentamiento adicional en los devanados del estator, aumentando así la temperatura causado por la corriente fundamental.

Transformadores. “Con la excepción de que los armónicos aplicados a los transformadores pueden resultar en un ruido audible aumentado, los efectos sobre estos componentes suelen ser los derivados del calentamiento parasítico. El efecto de los armónicos en los transformadores es doble: los armónicos de corriente causan un aumento en las pérdidas de cobre y pérdidas de flujo extraviado, y los armónicos de tensión causan un aumento en las pérdidas de hierro. El efecto global es un aumento en el calentamiento del transformador, en comparación con el funcionamiento puramente sinusoidal (fundamental)”. (IEEE, 1993, p. 15).

Propone un límite en los armónicos en la corriente del transformador. El límite superior del factor de distorsión de corriente es del 5% a la corriente nominal. La práctica recomendada también da las sobretensiones máximas rms que el transformador debería poder soportar en estado estacionario: 5% a carga nominal y 10% sin carga. Las corrientes armónicas en el voltaje aplicado no deben resultar en un voltaje rms total que exceda estas clasificaciones. Condensadores. Una de

las principales preocupaciones que surgen del uso de condensadores en un sistema de potencia es la posibilidad de resonancia del sistema. Este efecto (considerado en detalle en 5.1) impone tensiones y corrientes que son considerablemente más altas de lo que sería sin resonancia. La reactancia de un banco de condensadores disminuye con la frecuencia, y el banco, por lo tanto, actúa como sumidero para las corrientes armónicas más altas. Este efecto aumenta el calentamiento y las tensiones dieléctricas. La conmutación frecuente de componentes magnéticos no lineales (por ejemplo, núcleo de hierro), tales como transformadores y reactores, puede producir corrientes armónicas que se sumarán a la carga de condensadores. (IEEE, 1993, p. 4)

“Las limitaciones de tensión, corriente y potencia reactiva para los bancos de condensadores. Éstos se pueden utilizar para determinar los niveles armónicos máximos permisibles” (Zia Emin, Leong koo, 2015).

El resultado de la mayor tensión de calentamiento y voltaje provocada por los armónicos es una vida útil reducida del condensador. Aunque la discusión previa tiene la intención de describir los efectos en los aparatos de distribución de energía, como la mejora del factor de potencia o los condensadores de los filtros armónicos, debe tenerse en cuenta que otros condensadores también pueden verse afectados. Por ejemplo, los condensadores utilizados en los motores de fase simple de funcionamiento con condensador, o los utilizados en circuitos de amortiguación de rectificadores, estarán sujetos a tensiones térmicas y de voltaje similares. (IEEE, 1993)

2.1.6.2 SISTEMA DE ATERRIZAJE

El principal descriptor de la incidencia de rayos en las zonas es la densidad del flash de tierra. Esta característica se ha estimado con registros de relámpagos y sistemas de localización de rayos. Localización de descargas eléctricas con una precisión razonable requiere el uso de redes de estaciones múltiples. Estos últimos son la mejor herramienta disponible para el mapeo de la densidad del flash de tierra. Cuando una sola ubicación por rayo de nube a tierra, típicamente el punto de huelga de tierra, se requiere, el hallazgo de la dirección del campo magnético, la técnica del tiempo de llegada, o una combinación de los dos. Errores de ubicación tan bajos como 1 km o menos y las eficiencias de detección que se acercan al 90% son posibles. El NLDN de los Estados Unidos, que forma parte de Lightning (NALDN, por sus siglas en inglés) que cubre los Estados Unidos y Canadá, es un ejemplo de una red que combina tanto dirección y técnicas de llegada. Cuando el electro-Imágenes magnéticas de los canales en desarrollo de cualquier Se requiere un relámpago. (Vladimir A. Rakov, 2009, p. 21)

2.1.6.3 TOMA DE TIERRA

El comportamiento de los sistemas de puesta a tierra a frecuencias muy bien entendido. Sin embargo, su modelado para la estructura es una tarea compleja, ya que puede implicar tanto la frecuencia Dependencia y no linealidad de la ionización del suelo. Durante la última década, se ha dedicado gran El modelado de los sistemas de puesta a tierra en HF. Específico Se desarrollaron modelos para tratar la ionización del suelo Y se aplicaron diferentes técnicas numéricas (por ejemplo, finito Método del elemento, y método del operador aritmético). Una encuesta de las técnicas de modelado aplicadas a la frecuencia- Dominio y análisis transitorio de electrodos de

puesta a tierra Relámpago condiciones. Sistemas de puesta a tierra sometidos a inyección directa de corriente de rayo. (Vladimir A. Rakov, 2009).

2.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1.1. ENTORNO SOCIOECONÓMICO DEL PAÍS

En el mundo se puede observar que el aumento del uso de la energía es una realidad que afecta muchos entornos, dado que la mayor cantidad de energía que se genera y se consume es mediante el uso de carbón e hidrocarburos (Camimoto et al., 2016).

Estas formas de generación nos brindan estabilidad en los sistemas y potencias firmes pero a su vez también generan un gran cantidad de gases de efecto invernadero, se podría pensar que la generación mediante recursos renovables es una buena alternativa, pero la verdad de esto es que estas formas de generación presentan algunos problemas debido a la intermitencia que producen, para el caso los sistemas eólicos y solares. El pensar que las centrales hidroeléctricas es una alternativa muy buena pero debemos de considerar el gran impacto ambiental y social que estas generan sin mencionar el tiempo que tardan estas en ponerse en marcha.

Una alternativa que se ha empezado a implementar en muchos países es el uso eficiente de la energía, la cual es de agrado para muchas personas esto debido a que utilizando esta energía se pueden obtener resultados económicos muy buenos así como la emisión de más gases de efecto invernadero.



Figura 4 Ubicación del hospital escuela universitario

Fuente: Elaboración propia, con uso de Google earth, 2016

La provisión de energía confiable a la sociedad a un costo aceptable, de forma segura y amigable al medio ambiente, y acorde a los modelos de desarrollo social y económico, forman parte del desarrollo sustentable hasta tal nivel que es uno de los más prioritarios del desarrollo sustentable. La producción y el suministro adecuado de la energía permiten reducir niveles de pobreza y mejora la calidad de vida de la población. Sin embargo, los sistemas energéticos actuales se consideran no sustentables, ya que están basados en recursos no renovables, causando problemas de contaminación ambiental. (Smit, 2012, p. 2)

Por ello es importante establecer las políticas adecuadas energéticas claras para iniciar un cambio tecnológico en el área energética correspondientes e importante será contar con métodos de evaluación que posibiliten que estas políticas sean diseñadas e implementadas adecuadamente, para alcanzar objetivos del desarrollo sustentables. Actualmente el país no cuenta con políticas de este tipo, debido a esto el sistema eléctrico nacional se ha orientado a construcción de plantas generadoras de energía eléctrica, en términos generales para enfrentar la demanda creciente demanda de energía eléctrica, la cual es una de las más exigente a nivel de Centroamérica, se debe adoptar un sistema que no solo se dedique a estudiar el aspecto de generación y el precio que este conlleva. Se debe de enfatizar que la generación de energía eléctrica también está ligada a la compra de hidrocarburos, se debe de implementar una política energética bien pensada y diseñada para enfrentar cualquier crisis. (Flores W., 2016)

El sistema eléctrico nacional presenta grandes fallas en sus instalaciones de transmisión lo que provoca una gran cantidad de pérdidas técnicas y además de estas también las pérdidas no técnicas las cuales sumadas nos dan un aproximado del 38%. Ya se han tenido experiencias con el uso de eficiencia energética la cual incluye cambios de líneas en distribución en el plan llamado siete ciudades así como el famoso plan del cambio de focos incandescentes a focos ahorrativos,

esto ayudo mucho a mitigar la demanda durante un tiempo, observando también que se ahorró con estas alternativas reducir el consumo a un menor costo que el de construir nuevas plantas generadoras, sin embargo estos fueron casos aislados que a pesar de que fueron muy benéficos la tendencia no fue a seguir estos proyectos, al contrario se enfocaron más en generar y seguir generando comprando energía a altos costos (Flores W., 2016).

La importancia del estudio en Eficiencia energética en los centro hospitalarios es relevante ya que son instalaciones con consumos elevados y permanentes, razón por el cual se a pensando en estudiar para implementar mecanismos de ahorros económicos generalmente la iluminación, aires acondicionados, sistemas de seguridad, sistema de monitorización, ascensores, labores de limpieza y esterilización y quirófanos funcionan las 24 horas al día, 365 días al año. (La eficiencia energética en los hospitales | Sostenibilidad, 2016)

2.2.2. ENTORNO AMBIENTAL

El 9 de agosto de 1968 fue suscrito un documento por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y la Universidad Nacional Autónoma de Honduras, para la planificación, administración y ejecución del proyecto Hospital Escuela. El Complejo Hospital Escuela es el Centro Hospitalario a nivel Nacional con mayor cobertura, y capacidad asistencial, cuenta actualmente con 1004 camas censables y 126 camas no censables, para 47 salas de Hospitalización con 6 especialidades básicas:

1. Pediatría
2. Gineco-obstetricia
3. Medicina interna

4. Cirugía
5. Ortopedia
6. Neurocirugía

Es el único Hospital Nacional en Tegucigalpa con servicio de emergencia en todas las especialidades para niños y adultos, con cobertura la 24 hora de los días del año ininterrumpidamente. (Historia de los Hospitales de Honduras, 2010)



Figura 5 Hospital Escuela Universitario

Fuente: (Historia de los Hospitales de Honduras, 2010)

El hospital escuela universitario está ubicado en latitud 14.088425° y longitud 87.196615° en Boulevard Suyapa, Avenida 1ro de enero. Tegucigalpa, en zona urbana, la zona es transitada diariamente por una gran cantidad de personas y vehículos. Estando ubicado así en una zona de alta contaminación visual, auditiva y de ambiente.

Este es más grande centro de atención médica a nivel nacional, por ende es un gran foco de consumo de energía eléctrica en la ciudad, esto ligado a que se poseen quipos viejos y poco

eficientes dentro del mismo, muy poco mantenimiento de los mismo lo cual genera muchas pérdidas que se ven reflejada en su factura de energía eléctrica. Esto también se puede manifestar con emisiones de gases de efecto invernadero.

2.2.3. CONTEXTO

Debido a la antigüedad que el hospital tiene y los descuidos por los cuales ha pasado y por la falta de apoyo de los Gobiernos centrales del país las instalaciones del centro asistencial se encuentran en malas condiciones en los sistema electromecánico, Sistema de Iluminación y Sistema de Refrigeración, por lo que ponen en riesgo la seguridad del paciente y contribuye a los factores condicionantes y determinantes de malas prácticas asociadas a la atención en salud; así como tampoco cuenta con un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura, mobiliario, equipo e instrumental quirúrgico.

2.2.4. EVENTOS NACIONALES E INTERNACIONALES

Las organizaciones globales en los centros Hospitalarios deben establecer, implementar y mantener objetivos energéticos y metas energéticas documentados correspondientes a las funciones, niveles, procesos, o instalaciones pertinentes dentro de la organización. Deben establecerse plazos para el logro de los objetivos y metas en cuanto a los consumos energéticos dentro de las instalaciones.(Carretero Peña & García Sánchez, 2015)

La mayor parte del daño que el consumo de energía causa al medio ambiente y a la salud pública proviene de la quema de combustibles fósiles, como el petróleo, el carbón y el gas. Las emisiones generadas por la quema de combustibles fósiles son uno de los principales factores del

cambio climático global y de los problemas de salud que se experimentan a nivel local. En 2007, los combustibles fósiles constituían el 86% del consumo de energía primaria global y liberaban a la atmósfera casi 30 mil millones de toneladas métricas de contaminación por carbono. (Karliner & Guenther, 2011, p. 18)

En el mundo Industrializado como en una cantidad creciente de países en desarrollo, el sector de la salud consume enormes cantidades de energía provenientes de combustibles fósiles, si bien, para la mayoría de los países, no se dispone de cifras de consumo precisas. Es necesarios medir y comparar con parámetros de referencia, sistemáticamente, el consumo mundial de energía del sector de la salud y las correspondientes emisiones de gases en efecto invernadero. No obstante los Hospitales ocupan el segundo lugar en la lista de edificios con mayor consumo de energía en los estados unidos (EEUU), por otro lado en Brasil los hospitales representa el 10.6% del total de consumo energético comercial del país. Al mismo tiempo, en lo que concierne al acceso a la energía eléctrica y al consumo de electricidad hospitalario en la mayoría de los hospitales de regiones como el sur de Asia y el África subsahariana, las tasas de consumo son mucho menores, al mismo tiempo que cientos de miles de hospitales y clínicas de todo el mundo carecen de un suministro de electricidad confiable, o directamente no tienen acceso a ella.

En la mayoría de los hospitales de grandes dimensiones, de estilo occidental, el procedimiento operativo estándar requiere un consumo de energía significativo para el calentamiento de agua, los controles de temperatura y humedad del aire en interiores, la iluminación, la ventilación y numerosos procesos clínicos que genera grandes costos financieros y emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, se puede ganar eficiencia energética sin sacrificar la calidad de la atención. Por ejemplo, en las naciones industrializadas, el consumo de energía del sector de la salud varía enormemente. (Karliner & Guenther, 2011, p. 20)

Los hospitales más eficientes del norte de Europa consumen, aproximadamente, el 25% de la energía que usan, en promedio, los hospitales norteamericanos (320kWh/m²/año, por oposición a 820 kWh/m²/año), y proporcionan servicios de salud similares. Un estudio que está realizando el Built Environment Lab, de la Universidad de Washington, indica que los hospitales norteamericanos pueden reducir su consumo de energía hasta en un 60% adoptando estrategias más eficientes para sus sistemas. Hospitales de países que van desde México y Brasil hasta la India, Australia y Polonia han demostrado que pueden tomar medidas básicas para ahorrar dinero, fortalecer la capacidad de resiliencia de los establecimientos y aumentar su eficiencia energética entre el 20% y el 30%. (Karliner & Guenther, 2011, p. 20)

Generalmente a nivel de país son poco los estudio realizado de eficiencia energética en el sector salud dicho lo anterior, se puede escoger entre dos metodologías para desarrollar este tipo de estudio en el sub sector eléctrico. La primera es buscar el bienestar común, con proyectos beneficiarios para todos; o, el bienestar de la población que puede pagar cualquier precio de energía eléctrica según lo consumido eficientemente. Los proyectos que benefician a una nación se caracterizan normalmente por ser de largo plazo y con utilización de materia prima proveniente del país, normalmente de mayor costo inicial de inversión y con elevados riesgos. La otra podrá ser una metodología con a la búsqueda de alta rentabilidad, con menor riesgo, beneficiando directamente a los que tienen capacidad de pago y excluyendo a los menos favorecidos. De esta manera se llegaría a mejorar los consumos de energía de una manera sustentable y eficiente, la eficiencia energética se ha convertido en una metodología altamente rentable que ayuda a minimizar los costos en consumo energético de los sistemas ya sea térmico o eléctrico buscando el mejor desempeño de los mismos.

2.2.5 ASPECTO LEGALES EN HONDURAS

2.2.5.1 INTRODUCCIÓN LAS LEYES Y REGLAMENTOS

La necesidad de Implementación de proyectos de Eficiencia Energética en Honduras, es dogmático hablar de eficiencia energética es hablar de proyectos aislados sin un rumbo coherente. Lo anterior a pesar de que el país posee las condiciones idóneas para implementar todo tipo de proyectos de eficiencia energéticas, preferiblemente bajo un marco regulatorio adecuado, el cual, a la fecha de la escritura de este documento, no se tiene en el país. Las condiciones idóneas están presentes en el país desde hace mucho, ya que se considera, de acuerdo a indicadores energéticos, que en Honduras se consume la energía de manera ineficiente, por lo que cualquier proyecto de eficiencia energética vendría bien al sector energético del país. (Flores W. 2016, p. 95).

Los esfuerzos en eficiencia energética realizados en Honduras se han desarrollado a través del sector público privado. La ENEE ha realizado acciones desde mediados de las década de los 90s, posterior a los racionamientos de energía eléctrica suscitados en 1994, con el objetivo de manejar la demanda ante una posible escases de oferta. Las acciones se han orientado, desde ese tiempo, a los sectores residenciales, comercial, Industrial y educativo por medio de auditorías energéticas, campañas de ahorro de Energía eléctrica e implementación de proyectos.(Flores W. 2016, p. 97) Si bien es cierto en el pasado se propuso algunas iniciativas de ley “Ley para el Uso Racional y Eficiente de la Energía” misma que se encuentra engavetada en el congreso nacional, así como otros iniciativas de ley como proyectos aislados por parte de la cooperación internacional, empresa privada y el gobierno de Honduras, la eficiencia energética en el país no ha tenido el apoyo necesario para su desarrollo. En 2010 se identificaron distintas barreras para la implementación de proyectos de eficiencia energética y ahorros de energía en honduras, estas barreras siguen vigentes.

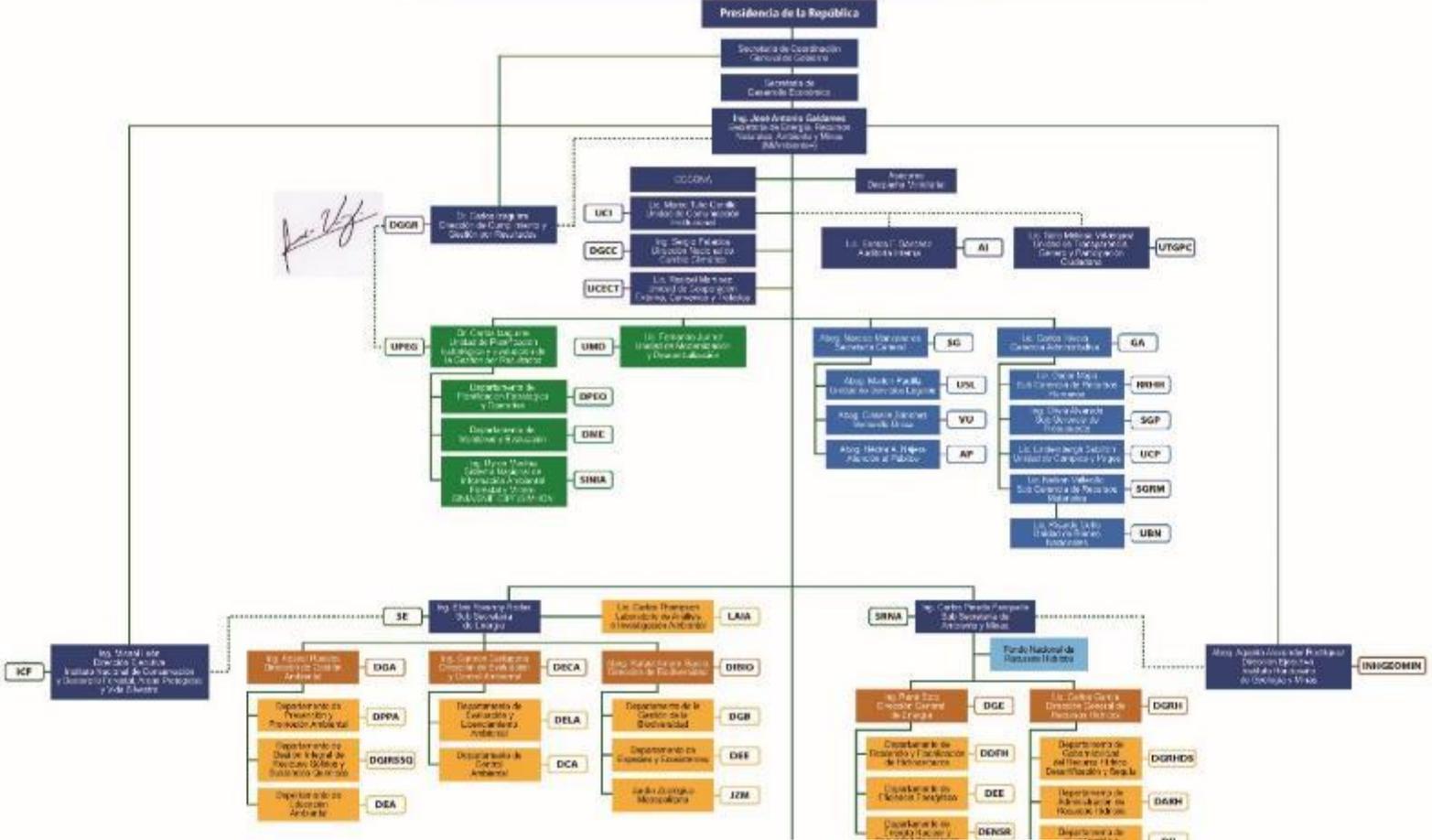


Figura 20 Estructura Organizacional del Sector Energía en Honduras.

Fuente: Tomado de la página web de MiAmbiente 2017



2.2.5.2 ORGANISMO HONDUREÑO DE NORMALIZACIÓN (OHN)

El organismo hondureño de normalización es el ente encargado de regular la implementación de normas y que estas se ejecuten en el país. A continuación se describen los artículos que hablan sobre la implementación de eficiencia energética. (OHN, 2017). :

- OHN 5:2008 Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos de inducción tipo jaula de ardilla. Método de ensayo y etiquetado.
- OHN11:2008, EE de refrigeradores electrodomésticos y congeladores electrodomésticos. Límites máximo de consumo de energía.
- OHN 12:2008, EE de refrigeradores electrodomésticos y congeladores electrodomésticos. ETIQUETADO.
- OHN 13:2008, EE de refrigeradores electrodomésticos y congeladores electrodomésticos. Métodos del ensayo.
- OHN 14:2008: EE de equipos de refrigeración comercial auto contenidos. Límites de valores de consume.
- OHN 15:2008 EE de equipos de refrigeración comercial auto contenidos. Etiquetado.
- OHN 16:2008: EE de equipos de refrigeración comercial auto contenidos. Método de Ensayo.
- OHN 9:2011: EE en Lámparas fluorescentes compactas Auto balastadas. Requisitos
- OHN 10:2011: EE Lámparas fluorescentes compactas Auto balastadas. Etiquetado.
- OHN 24:2011: EE Método de ensayo para determinar las medidas eléctricas photometrical de los lempiras fluorescentes compactos y circulares de un solo casquillo.

- OHN 45:2011: EE de A/C tipo ventana, tipo dividido y tipo paquete – Rangos.
- OHN 46:2011: EE de A/C tipo ventana, tipo dividido y tipo paquete – Etiquetado.
- OHN 47:2011 EE de A/C tipo ventana, tipo dividido y tipo paquete – Método de Ensayo.

2.2.5.3 NORMA OHN – ISO 50001:2011 (SISTEMA DE GESTACIÓN DE LA ENERGÍA REQUISITOS CON ORIENTACIÓN PARA SU USO).

(Gomez, 2014) Esta norma especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un Sistema de gestión de la energía, con el propósito de permitir a una organización contar con un enfoque sistemático para alcanzar una mejora continua en su desempeño energético, incluyendo la EE el uso y el consume de la energía, es útil para las organizaciones grandes y pequeñas, tanto en los sectores públicos como privado, en la fabricación y servicios, en todas las regiones del mundo.

A continuación se muestran los Organismos nacionales que Adoptaron la Norma OHN – ISO 50001 en el país:

1. CIMEQH
2. DEI
3. ENEE
4. SERNA (Dirección General de Energía)
5. SIC
6. UNAH
7. OHN

ORGANIGRAMA DEL OHN/SNC

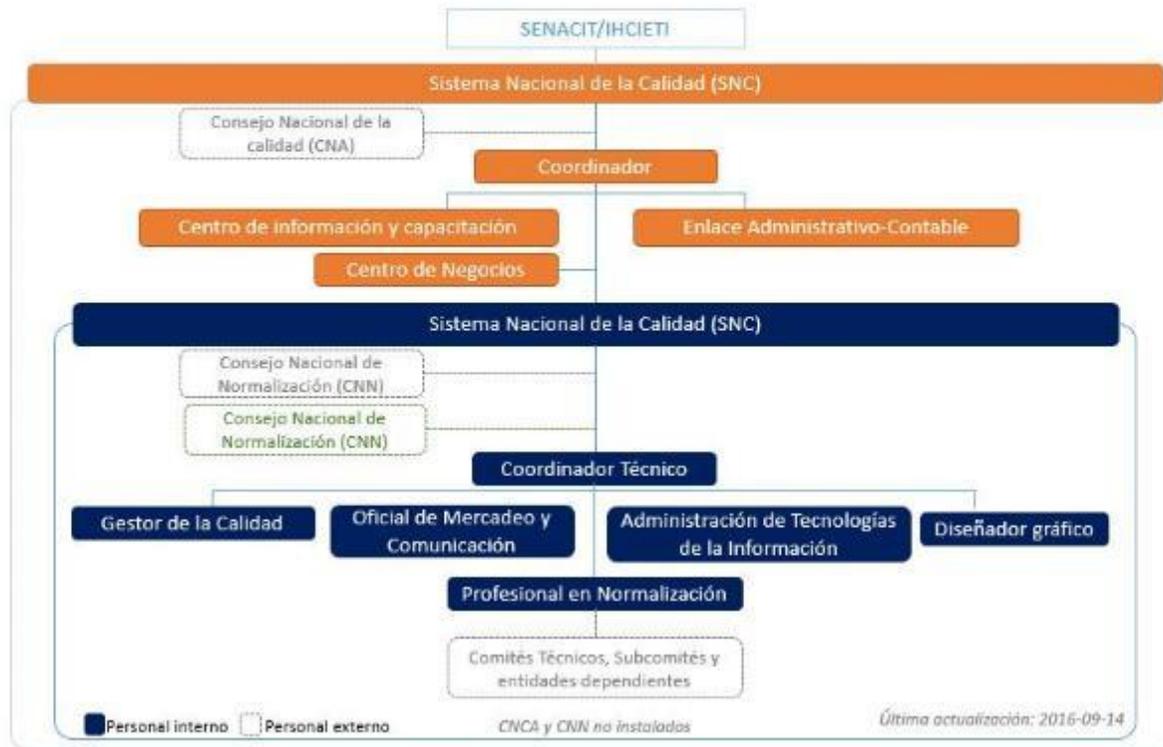


Figura 6 Estructura Organizacional de Organismo Hondureño de Normalización

Fuente: Tomado de la página de la OMH 2017

Comisión Electrotécnica Internacional (CEI), Es la Organización líder en el mundo encargada de elaborar y publicar normas internacionales para todas las tecnologías, eléctricas y afines que, en conjunto se denominan electro tecnología, son normativas para países en vía de desarrollo. Esta Normaliza los siguientes aspectos:

1. Generación, transmisión y distribución de Energía.
2. Semiconductores, fibra óptica, nanotecnologías y conversores de energía solar marítima.
3. Electrodomésticos, equipados para oficina.

CAPÍTULO III. ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 ANÁLISIS DE LAS METODOLOGÍAS

3.1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Cuáles son las principales áreas de consumo de energía eléctrica en el HEU?
2. ¿Qué tipo de alternativas o medidas se podrían implementar en el HEU?
3. ¿Qué tipo de fuentes Energía Renovable se pueden aprovechar
4. ¿Cuánto será costo del consumo de energía eléctrica en las áreas de medición

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

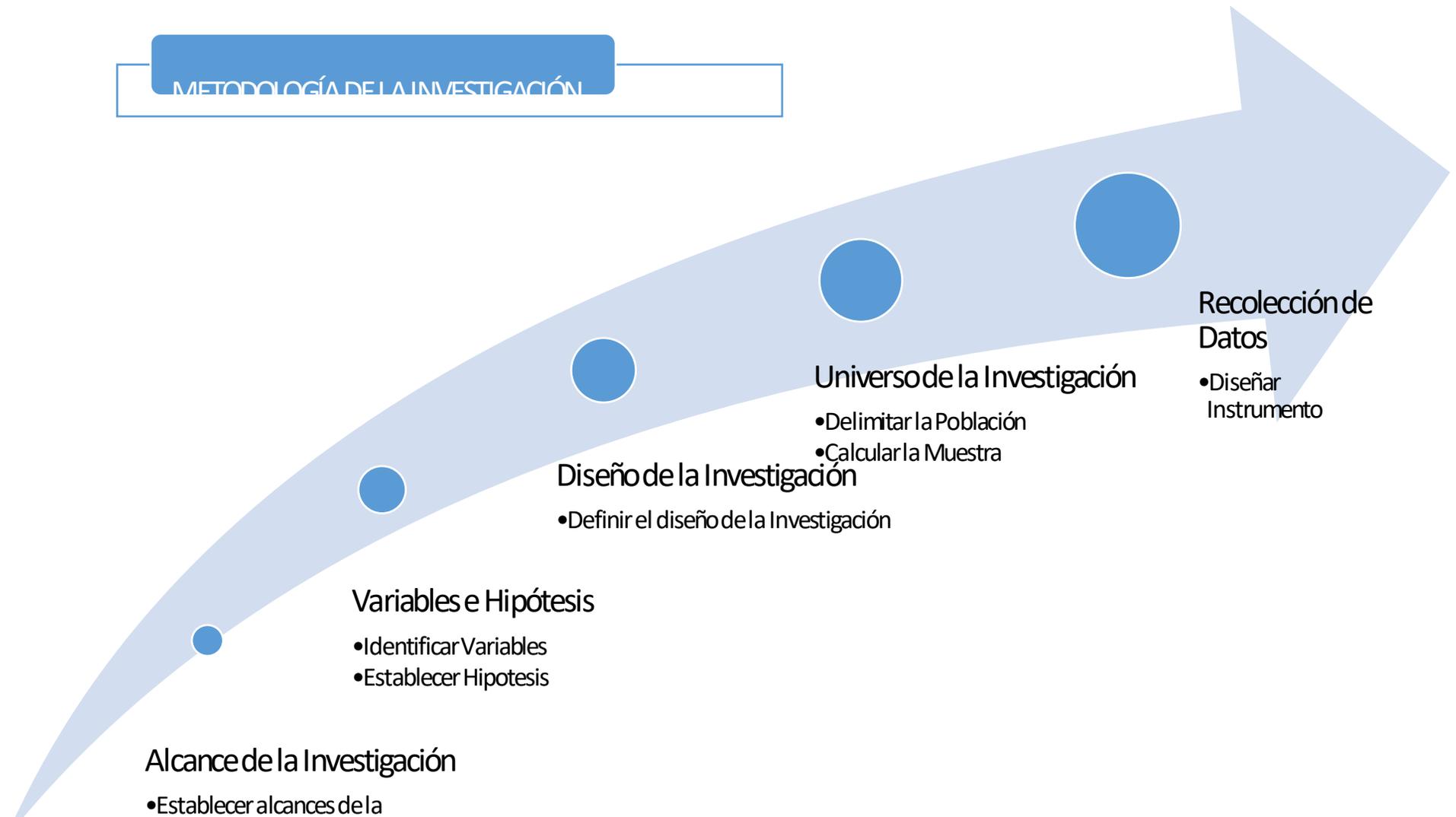


Figura 7 Esquema de la metodología a usar

Fuente: Elaboración propia con datos de Sampieri, Collado, & Lucio, 2014

3.2 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

El proceso de investigación de la auditoría energética en el Hospital Escuela Universitario se puede dividir en tres etapas determinantes para este estudio tomado como base la Metodología de Sampieri:

- 
- Estudio Exploratorio
 - Estudio Descriptivo
 - Estudio Correlacional

Figura 8 Etapas de la investigación

Fuente: Elaboración propia a partir de Sampieri

3.2.1 ESTUDIO EXPLORATORIO

Se definió de esta manera ya que los estudios exploratorios se emplean para realizar investigaciones donde la información es poca o nula, donde no se ha efectuado algún estudio previo y se desea determinar datos creíbles para este estudio (Sampieri et al., 2014).

La primera parte de la investigación será entrevista con el encargado del área de mantenimiento del hospital escuela universitario, esto para conocer las áreas donde está la mayor concentración de equipos, así como los transformadores donde se ubicara el analizador de redes AR5, también se verán las áreas donde están las bombas, sistemas de aire acondicionado, si bien

es cierto existe información sobre estos sistemas a nivel general o incluso de estudios realizados en otros países con realidades diferentes a la nuestra no podemos fiarnos de estos, así que se debe de proceder a realizar levantamiento de consumos y factores de carga de los equipos que se encuentran en el área.

En Honduras no existe un estudio previo en el HEU, debido a que este es un centro de asistencia médica focal, se recibe pacientes de todo el país. Dado que los hospitales de manera general son grandes focos de consumo de energía se ha determinado realizar este estudio para el beneficio del pueblo hondureño en general.

Pero para poder realizar este tipo de estudios no podemos quedarnos con la parte exploratoria ya que este sería solo la primera parte del estudio, para poder determinar acciones que se deben de realizar en el para mejorar su consumo es necesario pasar a otra etapa.

3.2.2 ESTUDIO DESCRIPTIVO

El estudio descriptivo trata de buscar las soluciones o tendencias de los estudios que se realizan, interpretando los datos que se obtienen en base a mediciones o datos recolectados por cualquier manera para dar una respuesta a dicho fenómeno o suposición (Sampieri et al., 2014).

Lo que se busca en este estudio es determinar la respuesta de los problemas planteados, mediante el análisis de los datos recolectados con mediciones y el por qué suceden para dar solución a este.

3.2.3 ESTUDIO CORRELACIONAL

Estos estudios tratan de buscar la relación entre dos o más variables y la forma en como estas se relacionan entre sí en la investigación, para dar la solución a las preguntas planteadas en las hipótesis y tener un mejor entendimiento del comportamiento del universo del problema (Sampieri et al., 2014).

3.3 VARIABLES E HIPÓTESIS

Las variables y las hipótesis son las preguntas que nos planteamos para poder realizar nuestro estudio, las variables son los elementos en los cuales nos basaremos para poder dar respuesta a nuestras hipótesis.

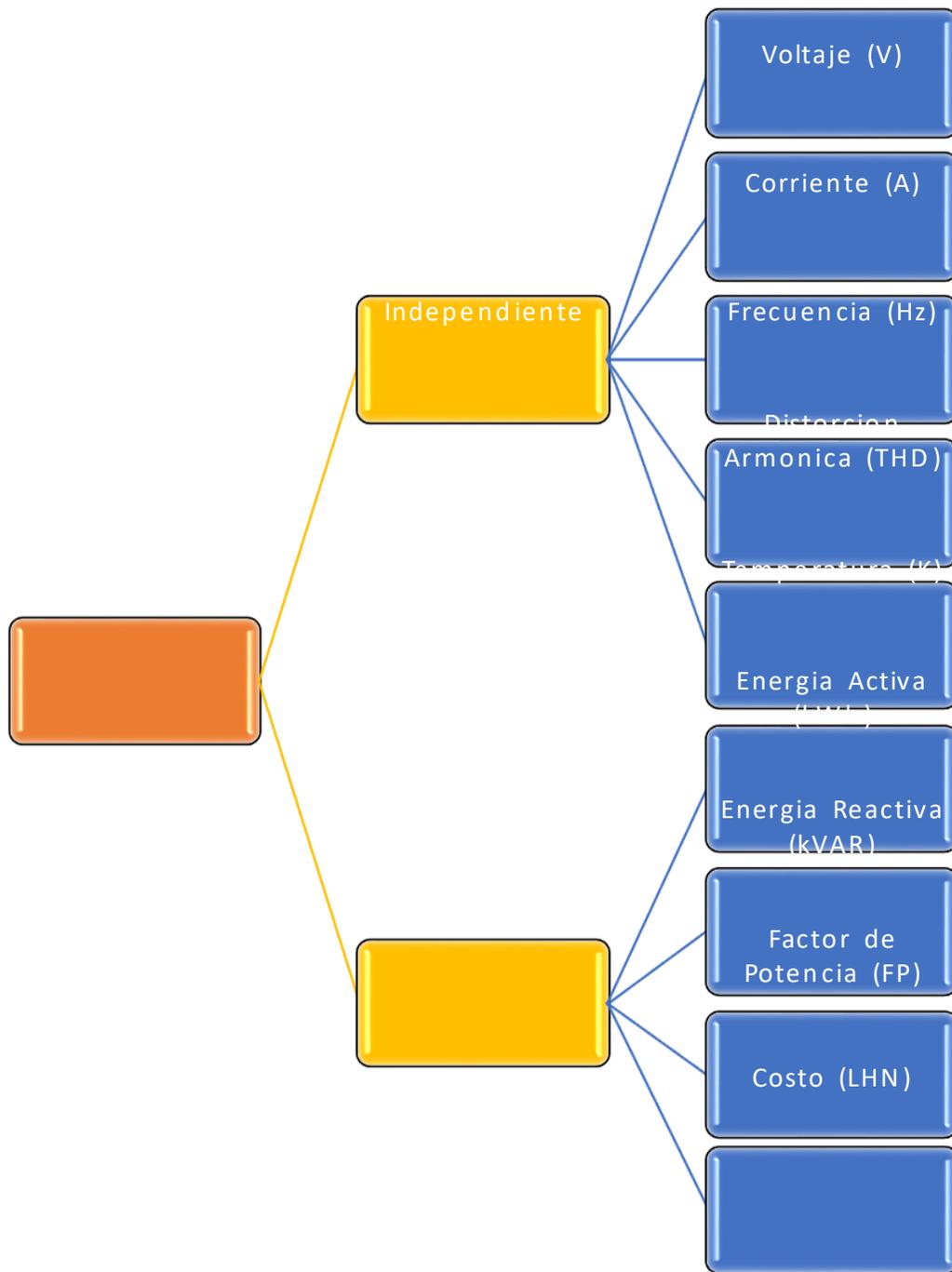


Figura 9 Esquema de la Variable de Investigación

Fuente: Elaboración Propia

En base a las preguntas planteadas se podría tener algunas respuestas tentativas. Se puede inferir que las causantes de mayor consumo podrían ser la iluminación, aires acondicionados y sistema de bombeo de agua. Esto se puede pensar ya que son equipos que poseen carga casi continua.

3.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de nuestra tesis será no experimental Cuantitativo. Para brindar más información en el siguiente apartado se brinda mayor detalle del tipo de diseño.

3.4.1 DISEÑO TRANSECCIONAL

Durante esta etapa realizaremos la toma de mediciones de las áreas que se analizaran, puesto que de esto no se poseen suficientes datos de algún estudio previo o análisis anterior. Con esta recolección de datos se busca primero conocer nuestra variable principal que es el consumo de energía eléctrica, conociendo esta variable podremos tratar de determinar el costo de ese consumo.

3.4.2 DISEÑO TRANSECCIONAL DESCRIPTIVO

En esta parte se analizaran los datos recolectados en la parte exploratoria y así poder determinar la influencia del consumo con el costo, para poder desglosar la información que esta nos brinda.

3.5 RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos es una parte importante de este tipo de estudios, ya que con esta parte fundamental de este tipo de análisis. Para dar una pequeña reseña del procedimiento que llevaremos a cabo debemos de conocer los instrumentos que utilizaremos para estas recolecciones de datos y algunas proyecciones que se pueden hacer usando herramientas para poder determinar cuál será el comportamiento en un caso pesimista y optimista ya implementando las medidas que brindaremos al final de este estudio.

3.5.1 TOMA DE DATOS

La primera etapa de recolección de datos consta de observación y un levantamiento del equipo eléctrico que posea el hospital en las áreas de interés, también se procederá con la instalación de equipos de medición como ser el analizador de red AR5 circutor, se harán mediciones con una cámara termo gráfica para la medición de áreas frías y calientes en diferentes áreas donde se encuentren equipos de aire acondicionado y un luxómetro para medir la intensidad luminosa de las lámparas. Estos nos servirán para obtener los datos de las variables independientes que se han planteado para este caso en particular.

Una vez obtenida la data en bruto se procederá hacer los análisis respectivos estos serán el análisis de cómo está distribuida la carga dentro del HEU, luego se harán varias tipificaciones de las cargas según sus áreas siendo estas las siguientes:

1. Equipos de aire acondicionado.
2. Sistemas de bombeo de agua.

3. Iluminación.
4. Cargas generales.

Para la observación de los equipos para saber su mantenimiento es importante ya que con esto podremos saber si el equipo es viejo y poco eficiente.

Luego de hacer estas separaciones se procederá hacer un estudio de carga y de costo del consumo de energía eléctrica dentro del HEU. Se realizaran proyecciones sobre que pasara si se mantiene el actual consumo de energía eléctrica viéndolo del punto de vista del costo.

Habiendo hecho estas proyecciones se darán medidas para mitigar y tratar de evitar un escenario negativo. Se harán estudios financieros para determinar los costos de ejecución de las medidas así como los posibles ahorros que se podrían tener al ejecutar estas medidas.

Flujograma de la Investigación

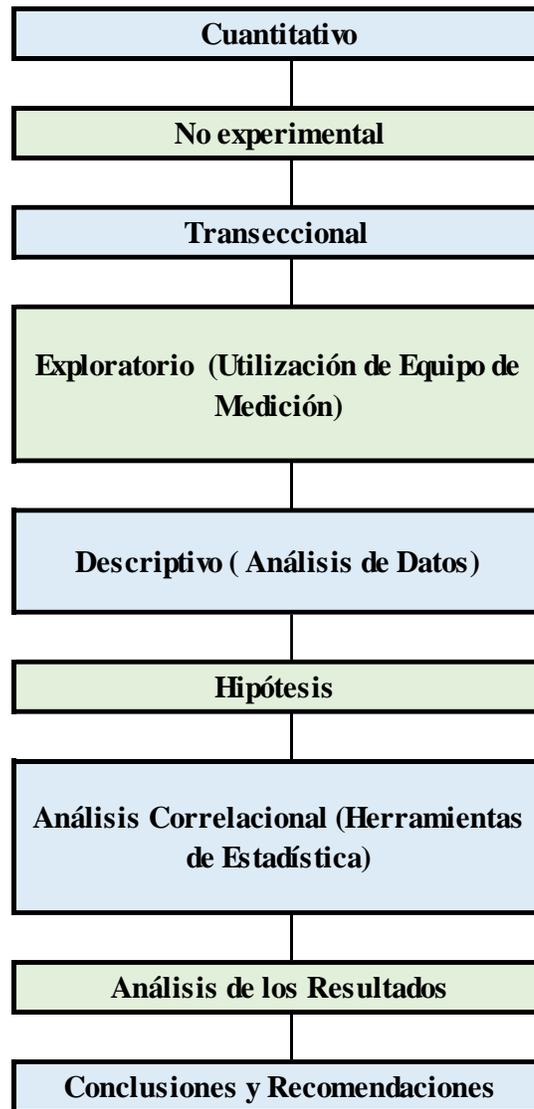


Figura 10 Flujograma propuesto para la investigación

Fuente: (Sampieri, Collado, & Lucio, 2014), elaboración propia

3.6. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Asimismo con base a lo planteado en la parte metodológica en relación a las entrevistas a continuación se presentan dichos instrumentos:

3.6.1 ANALIZADOR DE RED

Mide todos los principales parámetros eléctricos de una red eléctrica mide en verdadero valor eficaz Contador de energía incorporado con 4 canales de tensión y 4 de corriente, autotrigger configurable según las magnitudes que se deseen. Idiomas: español e inglés, display retro iluminado LCD, de gran tamaño.

CAT III 600 V (EN 61010). Certificado UL, visualización de hasta 30 parámetros eléctricos en pantalla pequeño tamaño y reducido peso, solo 800 g.

Ficheros independientes para cada medida. Incluye potente *software* de análisis:

POWER VISIÓN PLUS, configurable mediante menú posibilidad de trabajar sin alimentación externa con una autonomía de hasta 8 horas, comunicación RS-232 con PC. Auto detección de pinzas, autoselección de parámetros a guardar, cálculo del tiempo restante hasta llenado de memoria.



Figura 11 Analizador de red AR5, marca CIRCUITOR

Fuente: (Circutor, 2017)

3.6.2 CÁMARA TERMOGRÁFICA

La cámara termográfica Fluke Ti200 está equipada con el sistema de enfoque automático LaserSharp® para obtener imágenes perfectamente enfocadas. En todo momento. Todos los usuarios de cámaras termográfica saben que el enfoque es lo más importante a la hora de realizar una inspección con infrarrojos. Si la imagen no está enfocada, es posible que las mediciones de temperatura no sean precisas, a veces con una diferencia de hasta 20 grados, lo que hace más fácil pasar por alto un problema. El enfoque automático LaserSharp le dice exactamente dónde está enfocando. Utiliza una lente láser para calcular la distancia con respecto al objetivo antes de enfocar. Ubique el punto rojo del láser en el equipo que está inspeccionando, luego tire del gatillo y suéltelo para obtener una imagen enfocada perfecta.



Figura 12 Cámara Termográfica Marca FLUKE

Fuente: (Fluke, 2017)

3.6.3. LUXÓMETRO

Un luxómetro es un dispositivo para medir la luminosidad. Mide específicamente la intensidad con que la luminosidad aparece al ojo humano. Esto es diferente de las medidas de la luz de energía real producida o reflectada de un objeto o una fuente de luz. Un lux es una unidad de medida para esta iluminación, o para ser más exactos, la luminancia. Deriva de otra unidad estándar de medida para la potencia de la luz, que es la candela. Una candela es una cantidad que se puede interpretar como la luminosidad que de una vela. Mientras que la candela es una unidad de energía, tienen un equivalente conocido como lumen, que mide la misma luz pero en términos de percepción del ojo humano. («Luxómetro», s. f.)



Figura 13 Luxómetro marca FLUKE

Fuente: (Fluke, 2017)

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1. RESULTADOS ENCONTRADOS

Como se mencionó en el capítulo anterior referente a aspectos metodológicos a continuación se muestran los resultados de las visitas que se realizaron en el centro hospitalario el levantamiento que se realizó arrojando la siguiente información:

A continuación se muestra los datos generales obtenidos de la facturas del medidor ENEE-2006-320196 se establece un consumo promedio de 247,356.92 kWh / mes, la carga instalada según los datos recolectados es de 2,264.81 kW.

Tabla 10 Datos generales del Hospital Escuela Universitario

Datos Generales	
Ubicación	Barrio Pagoada
Propietario	Hospital Escuela Universitario
Tarifa	502
Numero de Medidor	2006320196
Tipo de Medidor	Digital
Consumo Promedio (kWh / mes)	247,356.92
Carga Instalada (kW)	2264.81

Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth.

El histórico consumo de energía eléctrica en el hospital durante el periodo que comprende desde Enero 2016 hasta Noviembre 2016, la gráfica a continuación muestra que durante el mes de Enero del 2016 se presentó el consumo más alto con un total de 164,084 kWh – mes.

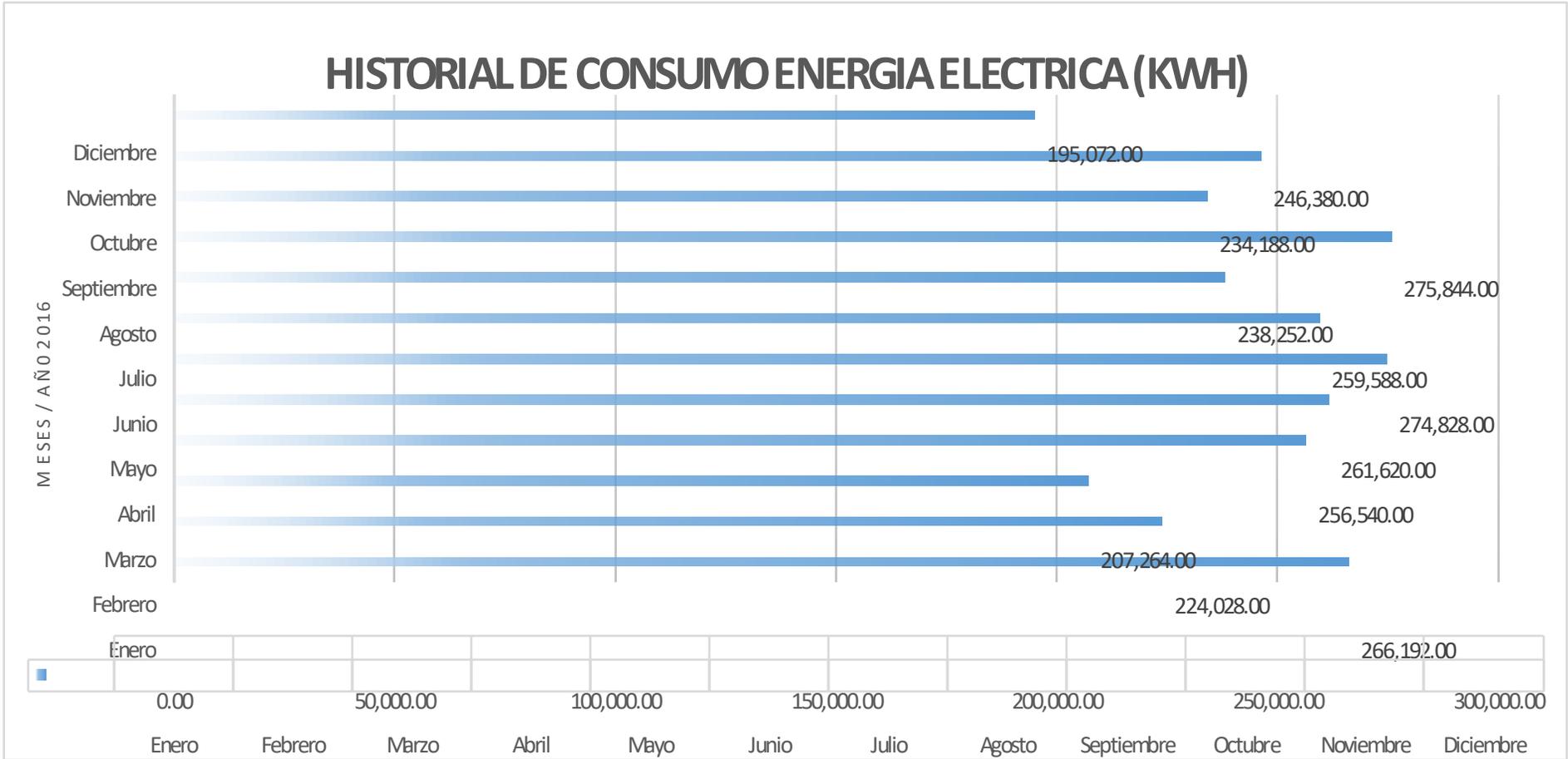


Figura 14 Historial de consumo durante el año 2016

Fuente: Elaboración propia a través de recibos de consumo de energía eléctrica de la ENEE del año 2016.

El desglose de la carga por su ubicación y equipo específico, como se observara a continuación el mayor porcentaje de potencia instalada se encuentra en los equipos frigoríficos con 74.21 % seguido del sistema de iluminación con un 11.17% respectivamente.

Tabla 11 Resumen de distribución de potencia por áreas

Tabla Resumen de Potencia Total Instalada				
Ítem	Descripción de Área	Unidad	Cantidad	Porcentaje
1.00	Iluminación	kW	252.98	11.17%
2.00	Sistema de Motores y Bombas	kW	70.87	3.13%
3.00	Equipos frigoríficos	kW	1,680.80	74.21%
4.00	Caldera Eléctrica	kW	112.00	4.95%
5.00	Equipo de Biomédica	kW	148.17	6.54%

Fuente: Elaboración propia, datos del año 2017

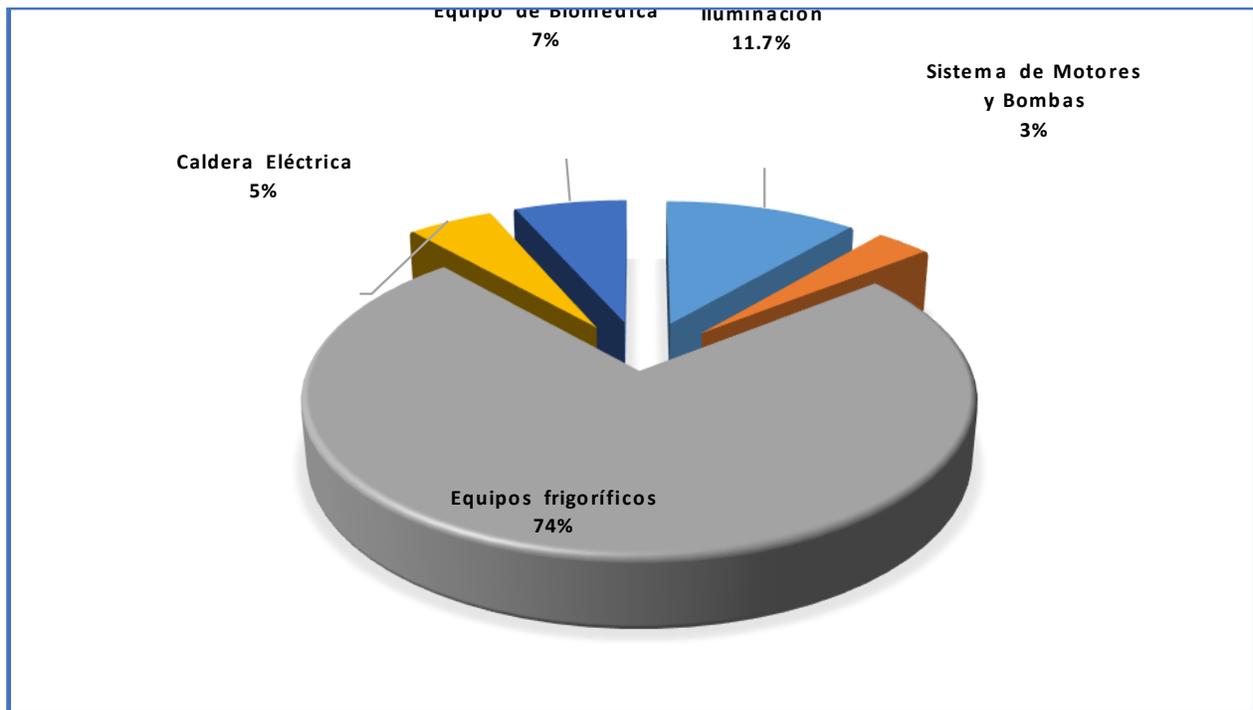


Figura 15 Distribución de potencia instalada por áreas

Fuente: Elaboración propia, datos del año 2017

El análisis de total consumida por área y equipos en promedio se observa que el mayor consumo se presenta en los equipos frigoríficos con un porcentaje del 51.19% posteriormente encontramos a sistema de iluminación y equipo de biomédica con 18.71% y 14.17% respectivamente.

Tabla 12 Consumo de energía eléctrica por áreas.

Tabla Resumen Total de Consumo Mensual				
Ítem	Descripción de Área	Unidad	Cantidad	
1.00	Iluminación	kWh	84,530.50	18.71%
2.00	Sistema de Motores y Bombas	kWh	15,940.16	3.53%
3.00	Equipos frigoríficos	kWh	231,255.00	51.19%
4.00	Caldera Eléctrica	kWh	56,000.00	12.40%
5.00	Equipo de Biomédica	kWh	64,007.38	14.17%

Fuente: Elaboración propia, datos del año 2017

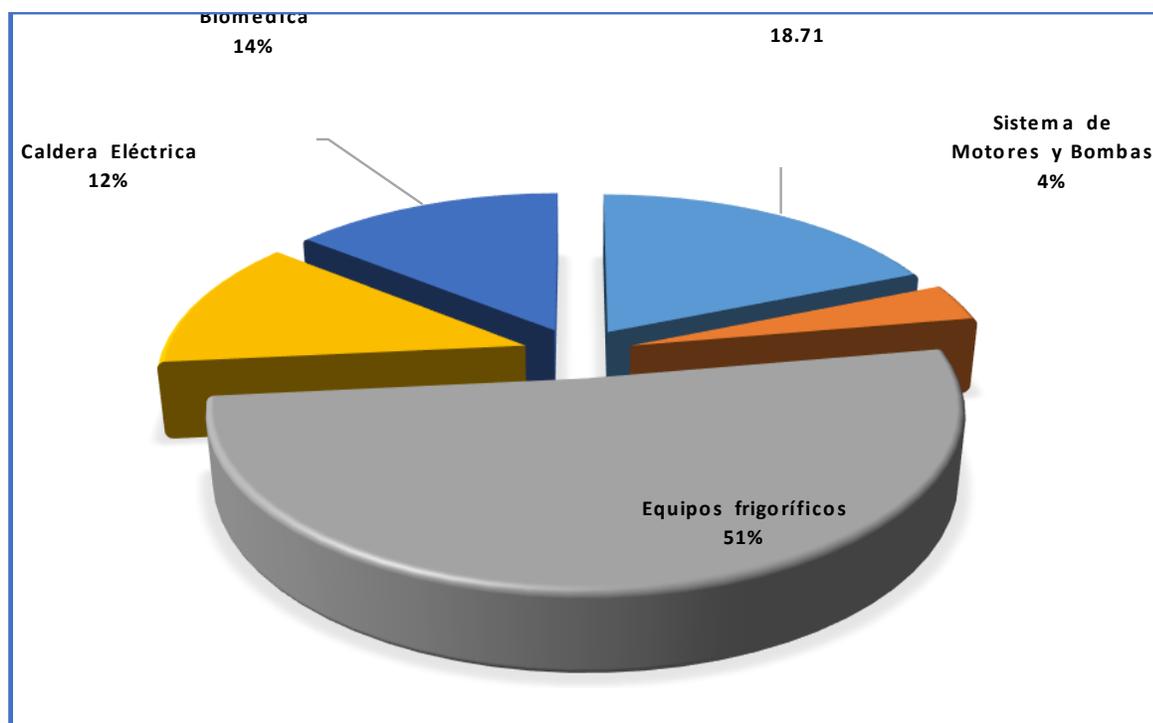


Figura 16 Distribución de energía consumida por áreas.

Fuente: Elaboración propia, datos del año 2017.

4.2. ANÁLISIS DE DATOS

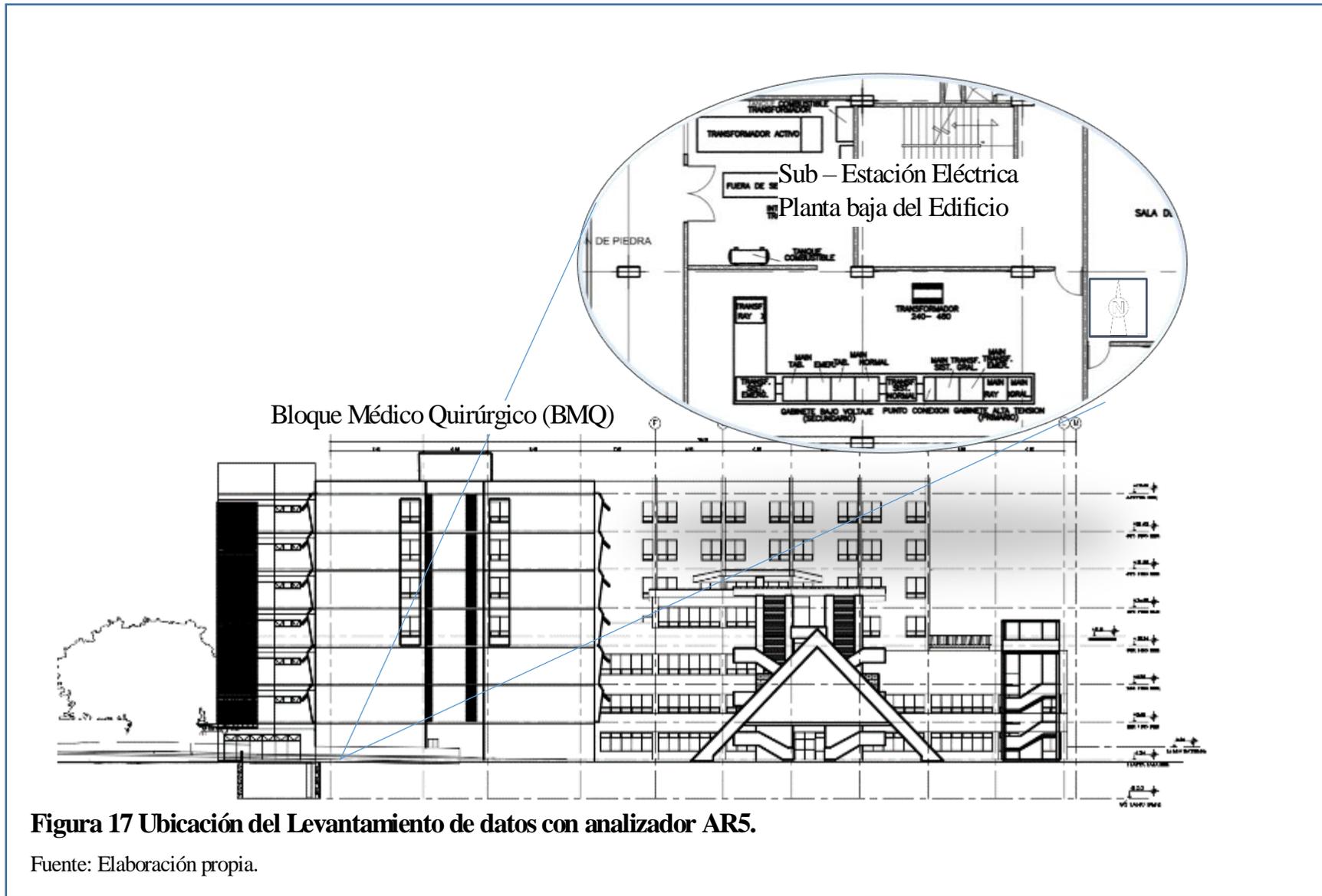
Se procedió a instalar un analizador de redes eléctricas marca CIRCUTOR Modelo AR5, en el edificio del Bloque Médico Quirúrgico (BMQ) con la finalidad de caracterizar el comportamiento del consumo de energía eléctrica.

4.2.1. ANÁLISIS DEL PERFIL DEL ANALIZADOR DE RED

Del analizador de red, se extrajeron los siguientes gráficos, con la finalidad de obtener un promedio de la demanda del día en un periodo de una semana, se utiliza como referencia el periodo comprendido entre el Sábado 18/02/2017 al Miércoles 22/02/2017 del presente año, dicho levantamiento se realizó en el sótano del bloque médico quirúrgico (BMQ) ver figura 15.

El voltaje de entrada del sistema en el secundario de 480V, durante este periodo de tiempo se observó un comportamiento similar en las tres fases. Estos niveles de voltaje oscilan entre los 515V y los 480V los cuales están por encima de los valores normales de operación estos están alrededor de un 7% de incremento, este nivel de voltaje alto puede causar daño a los equipos conectados, estos niveles de voltajes se pueden observar con claridad en la figura 15, donde el voltaje de la fase 1 está en color azul, la fase 2 en color rojo y la fase 3 en color verde.

En la gráfica de corriente (figura 16) que representa el consumo de la carga podemos observar un fenómeno particular, la corriente en la línea 1 se muestra un valor casi constante de 50 Amp, lo cual varía drásticamente del consumo de las otras dos fases que presentan un comportamiento similar, teniendo estos valores de entre los 100 Amp y los 300Amp, lo que nos demuestra un gran desbalance.



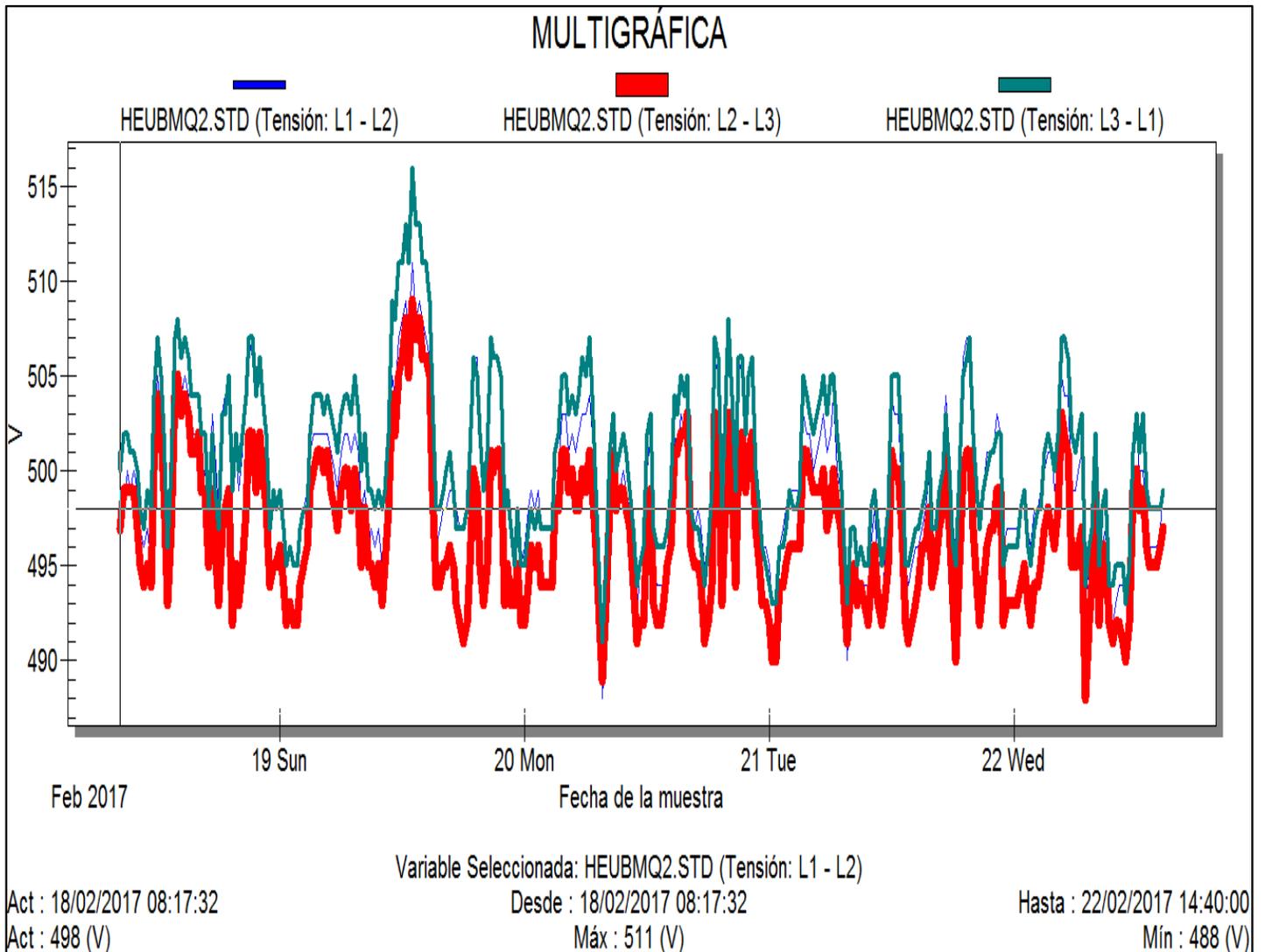


Figura 18 Grafica comparativa de los voltajes de las tres fases.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos recolectados del AR5 del 18 al 22 de febrero 2017.

En la figura 18 se observa una comparación de las potencias que se consumen en cada fase, como se observó en la figura anterior se puede notar una variación en todas las fases, solo que en esta ocasión podemos ver que la fase tres es la que más consume y las restantes dos fases tienen un consumo muy bajo en comparación a esta, esto como en la gráfica de las corrientes nos denota un gran desbalance entre cada una de las fases. Esto se debe a una mala distribución de la carga, ya

que estos transformadores alimentan el area de cuarto de bombas y calderas asi como los elevadores y la iluminacion exterior e interior del BMQ.

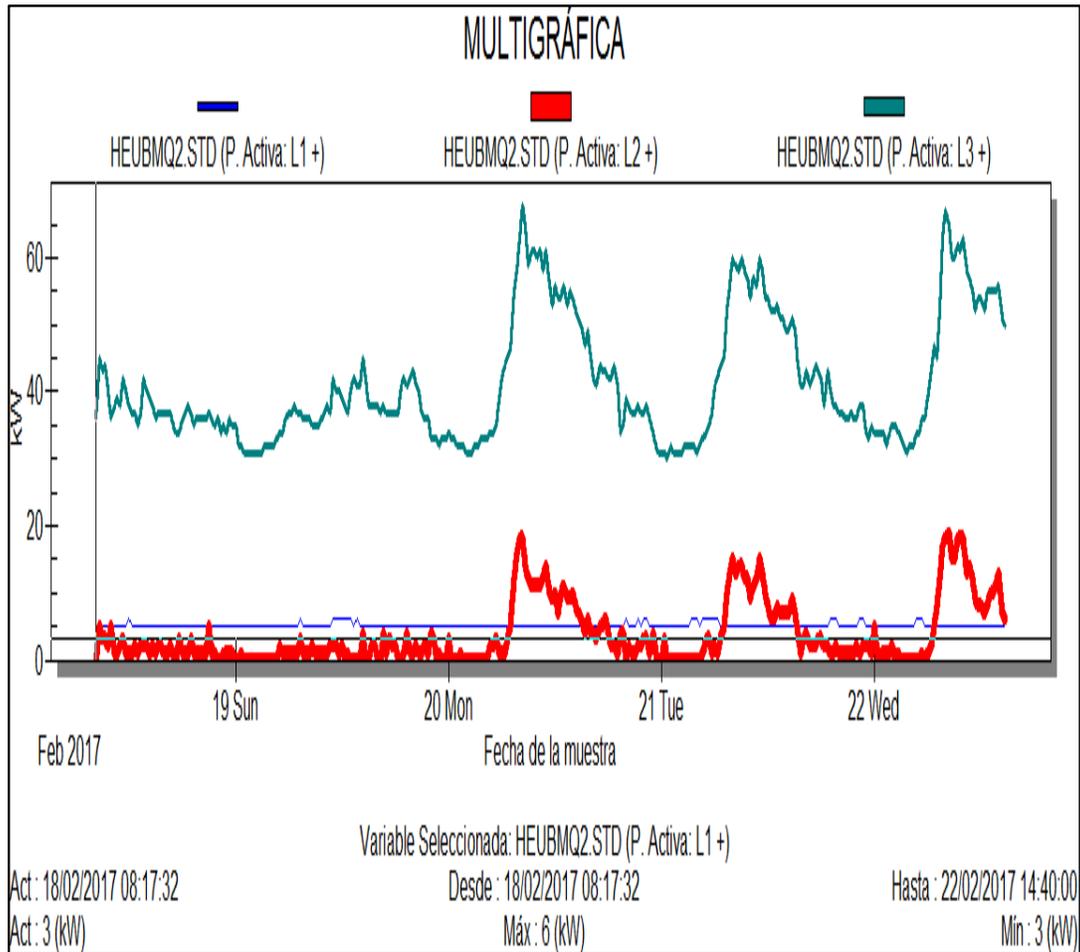


Figura 19 Grafica comparativa de las potencias activas de las tres fases.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del AR5 del 18 al 22 de febrero 2017.

Dado esto se puede inferir que esta area es la que mayor problemas presenta con los desvalances de carga y distorción de armónicos como se muestra en la figura 19. Aquí se observa también que los porcentajes de distorción para el voltaje presenta valores normales para los estándares para estos niveles de voltajes, sin embargo en la corriente se observa un porcentaje

demasiado alto en la fase 1, las dos fases restantes presentan una distorsion moderadamente alta lo cual no es bueno. Esta distorsion se puede dar debido a los equipos de baja eficiencia y viejos. Equipos que datan de hace 25 años los cuales deberian de ser cambiados

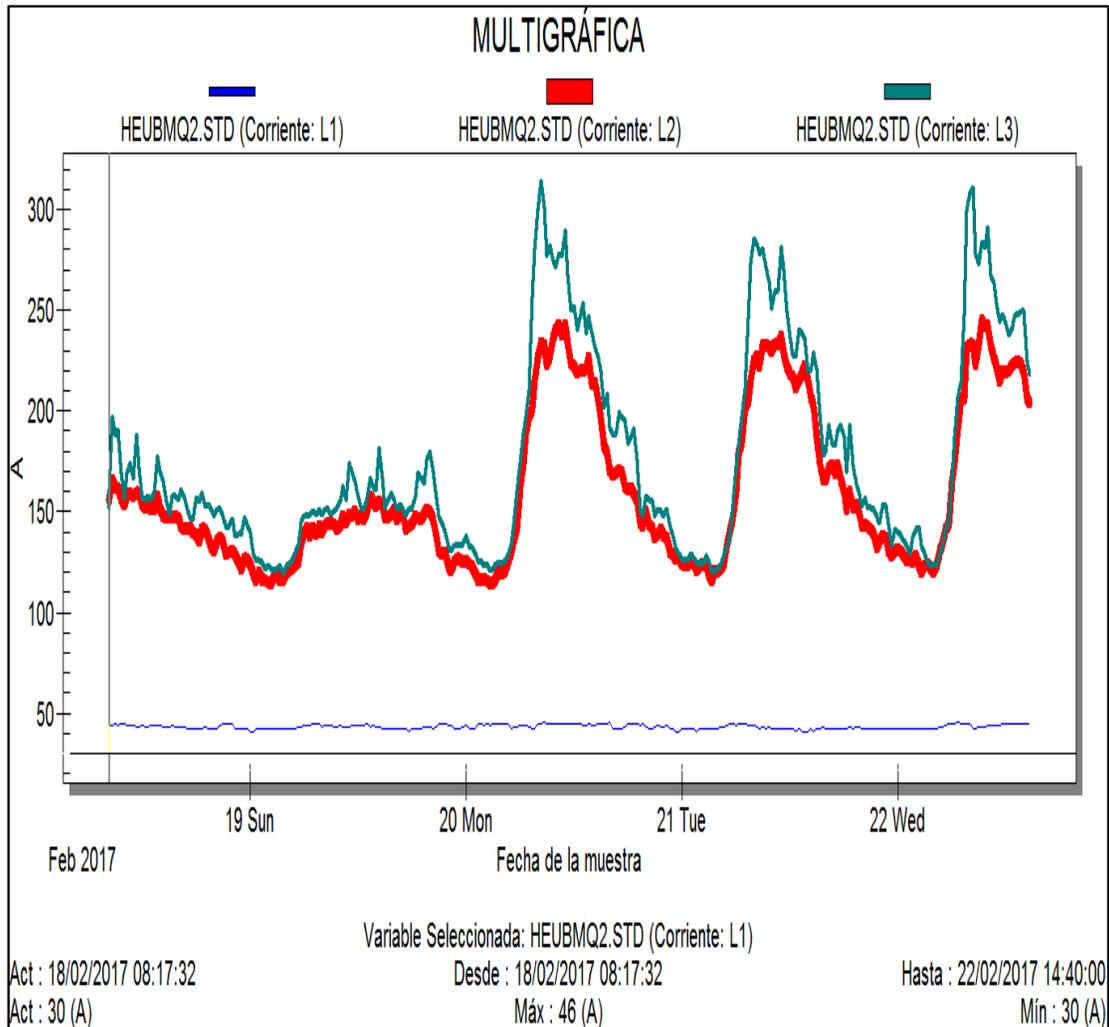


Figura 20 grafica comparativa de las corrientes en las tres fases.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del AR5 del 18 al 22 de febrero 2017.

Como se observa en la figura 20 un claro desvalance en las fases, esto nos demuestra que las fases 2 y 3 estan en un pequeño desvalance lo cual es normal, sin embargo en la fase 1 se observa que el consumo es mucho mas bajo que en las otras fases.

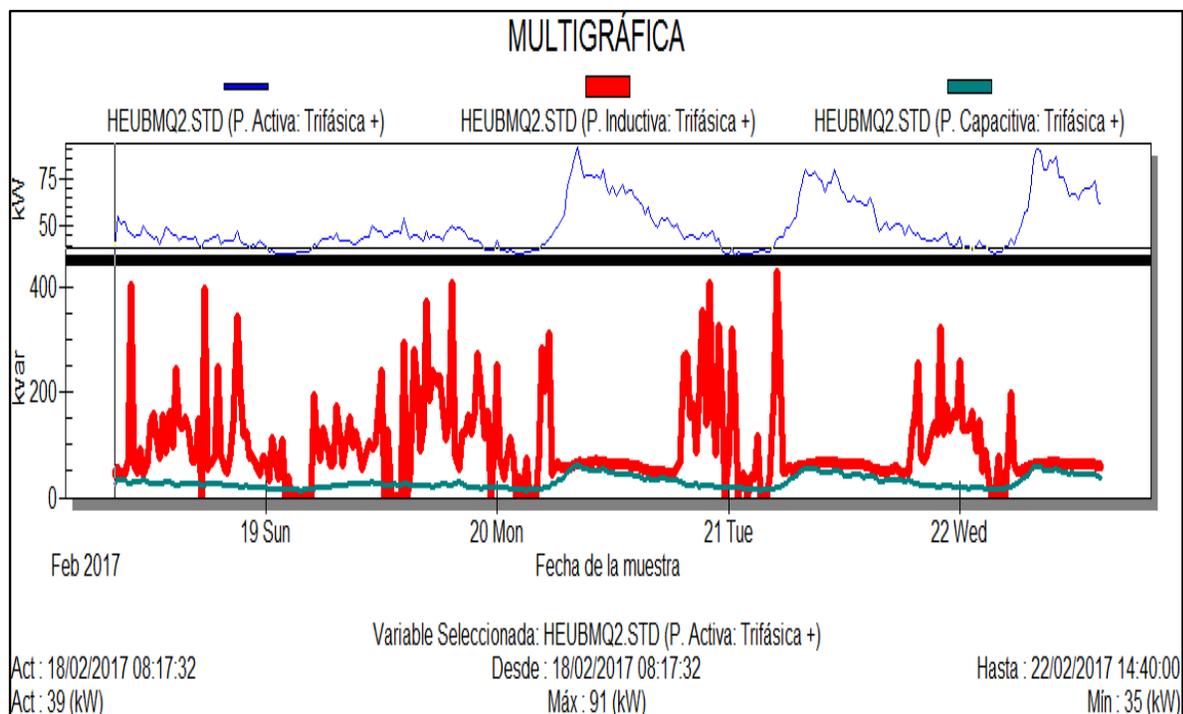


Figura 22 Grafica comparativa de potencia activa y reactiva capacitiva e inductiva.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del AR5 del 18 al 22 de febrero 2017.

La figura 22 muestra la gráfica del factor de potencia el cual muestra un factor muy bajo, esto ante la ENEE es motivo de multa por bajo factor. Esto se pudo deducir también de la gráfica anterior al ver la gran variación de reactivo que existe.

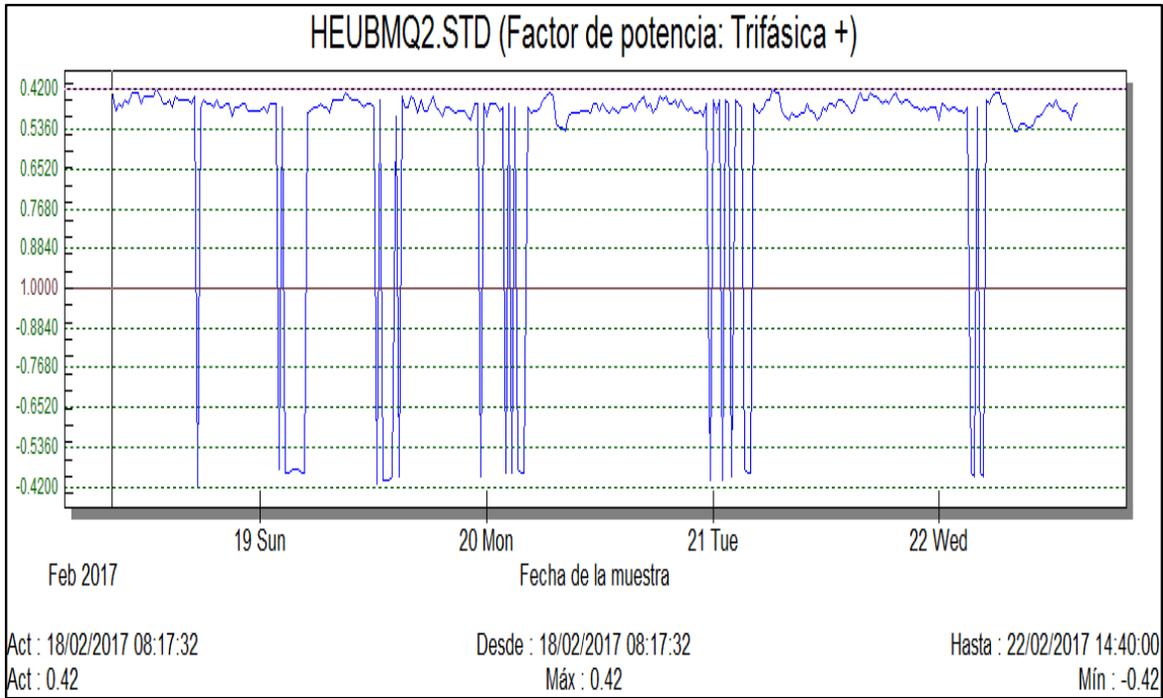


Figura 23 Grafica del factor de potencia.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del AR5 del 18 al 22 de febrero 2017.

La figura 23 muestra la cantidad de potencia trifásica aparente que consume el sistema que tiene un valor maximo de 171 kVA y con valores minimos de 78 kVA.

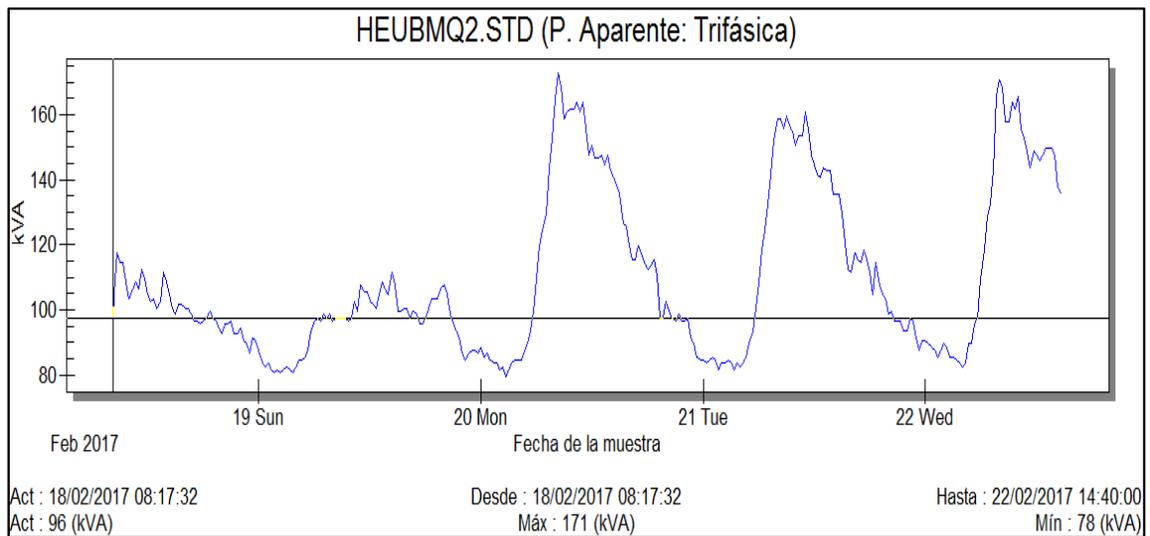


Figura 24 Grafica de potencia aparente trifásica.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del AR5, 2017.

La figura 24 muestra el valor maximo de potencia activa que consume que es de 91kW y con un valor minimo de 35 kW.

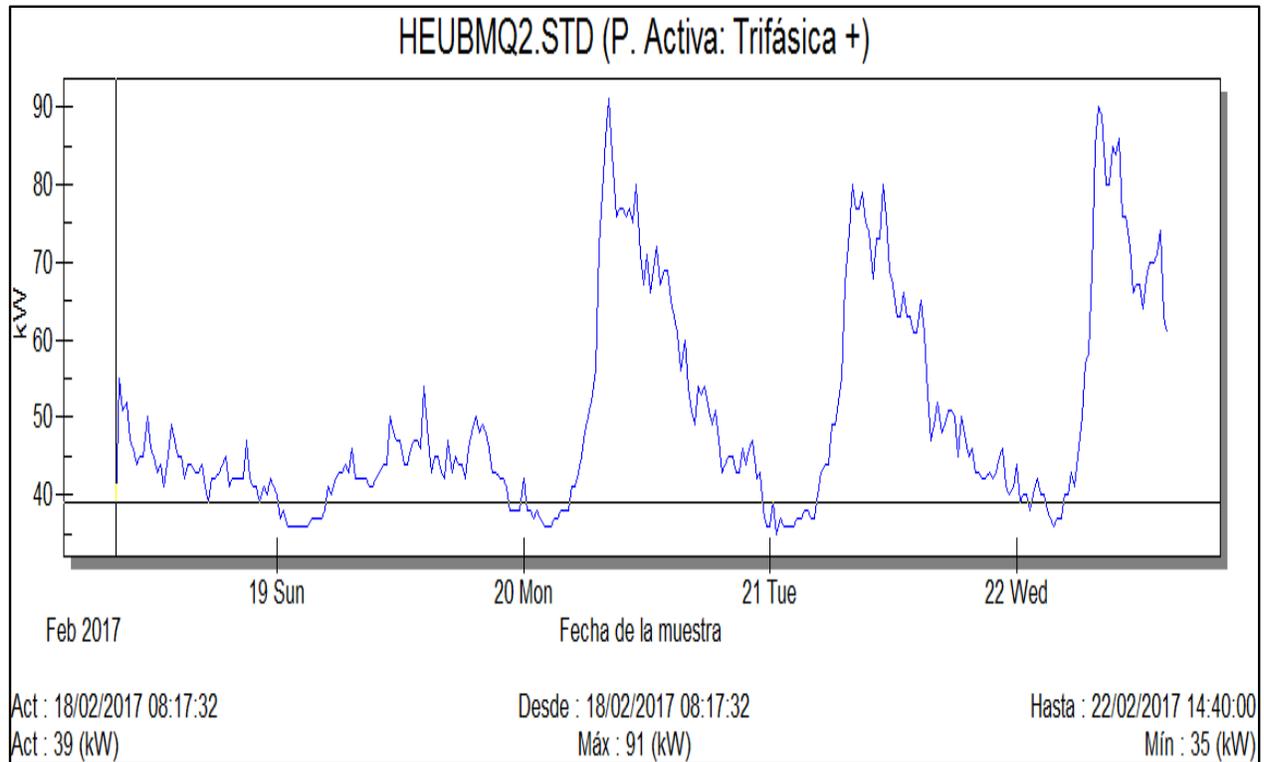


Figura 25 Grafica de potencia activa trifásica.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del AR5 del 18 al 22 de febrero 2017.

La figura 25 muestra el consumo de energia total durante el periodo de medición, esta dice que durante este tiempo el máximo cosumo fue de 6971 kWh.

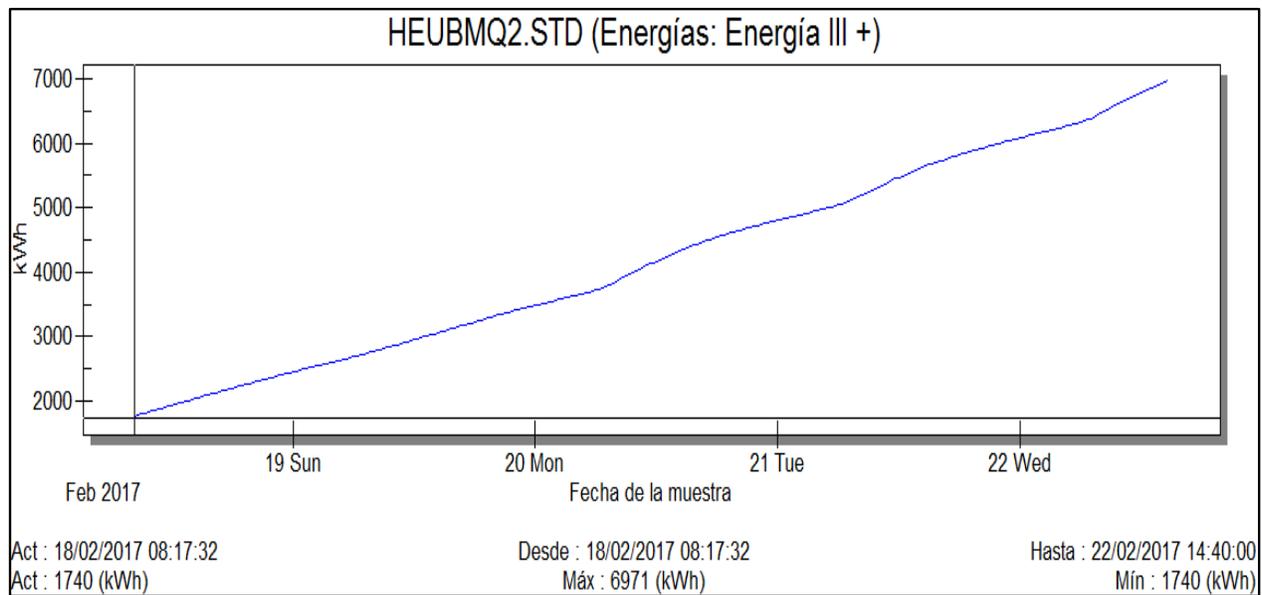


Figura 26 Energía activa acumulada consumida.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del AR5 del 18 al 22 de febrero 2017.

Los dispositivos que utilizan electricidad emiten calor como un subproducto residual de su funcionamiento, en los transformadores las pérdidas llamadas pérdidas del Hierro y pérdidas del cobre son las responsables de la generación de calor en la estructura del transformador, esto lo podemos observar en la figura 26.

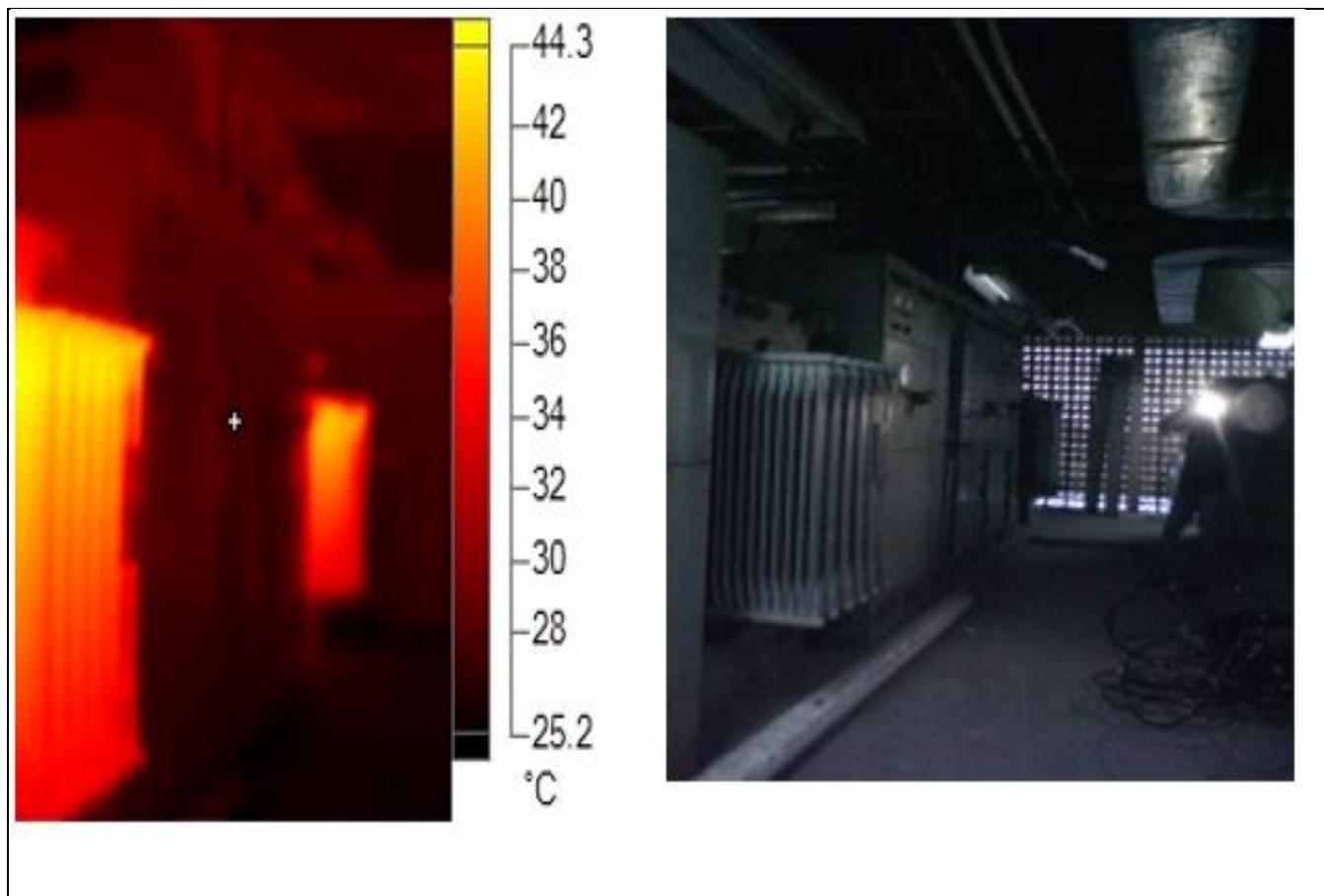


Figura 27 Imágenes de cámara termográfica de transformadores de 750kVA

Fuente: Elaboración propia de datos obtenidos de la cámara termográfica año 2017

Se suelen inspeccionar cajas de fusibles o interruptores automáticos encontrando calentamiento anómalo asociado con una alta resistencia o con un flujo de corriente excesivo es la principal causa de muchos de los problemas de los sistemas eléctricos así como se muestra en la figura 27.

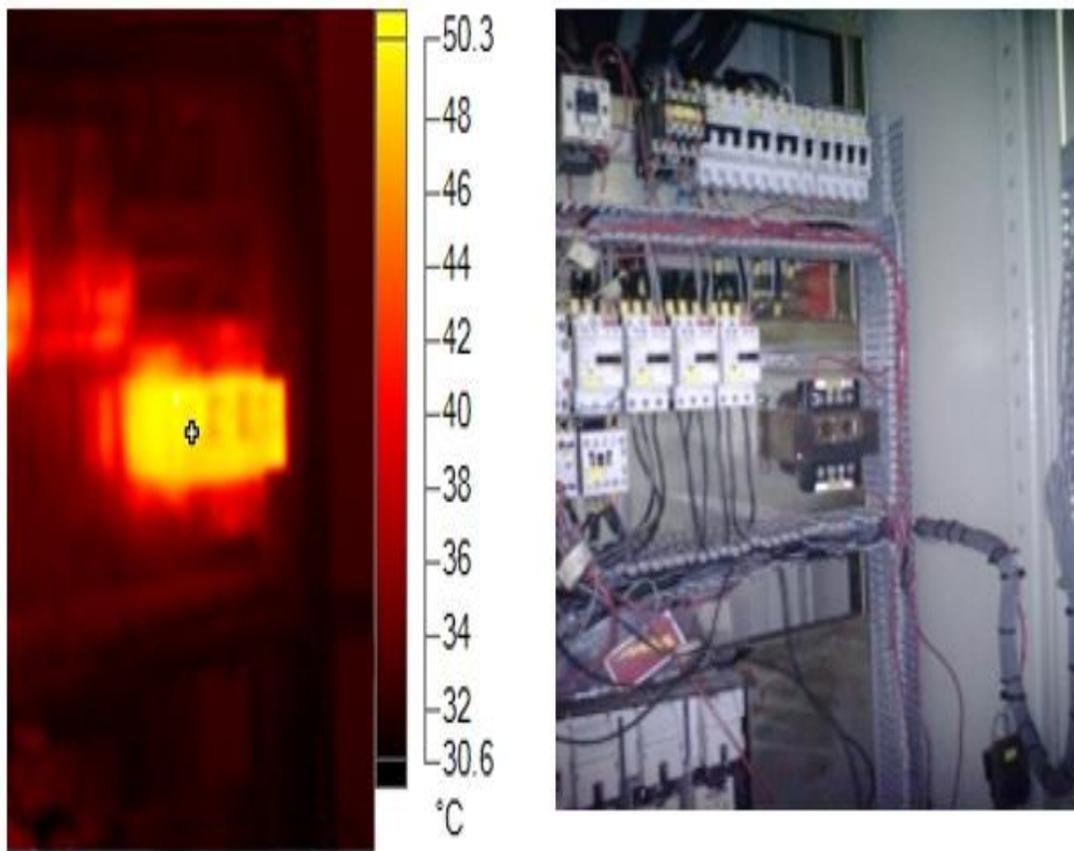
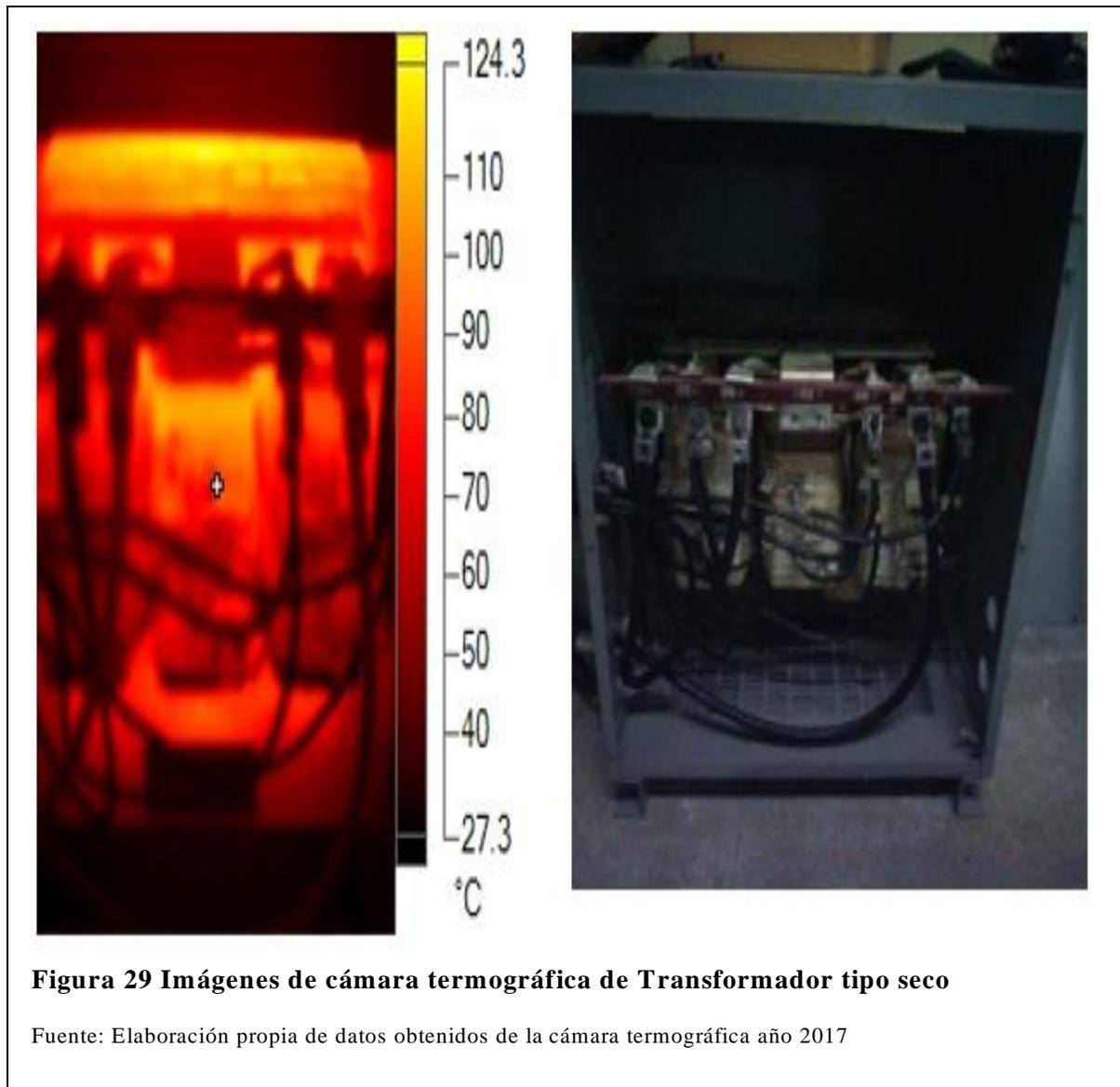


Figura 28 Imágenes de cámara termográfica de gabinete de control

Fuente: Elaboración propia de datos obtenidos de la cámara termográfica año 2017

La figura 28 muestra un circuito sobrecargado el termograma muestra un cuadro de interruptores en el que el disyuntor principal en la parte superior presenta un sobrecalentamiento de 124.3 grados Celsius por encima de la temperatura ambiente. Para investigar lo que produce este efecto deberá realizar un estudio más profundo porque podrá ser producto de un desbalance de carga eléctrica.



La figura 29 muestra otra sistema de control sobrecargado, esto se puede observar por la temperatura que muestra la camara termografica.

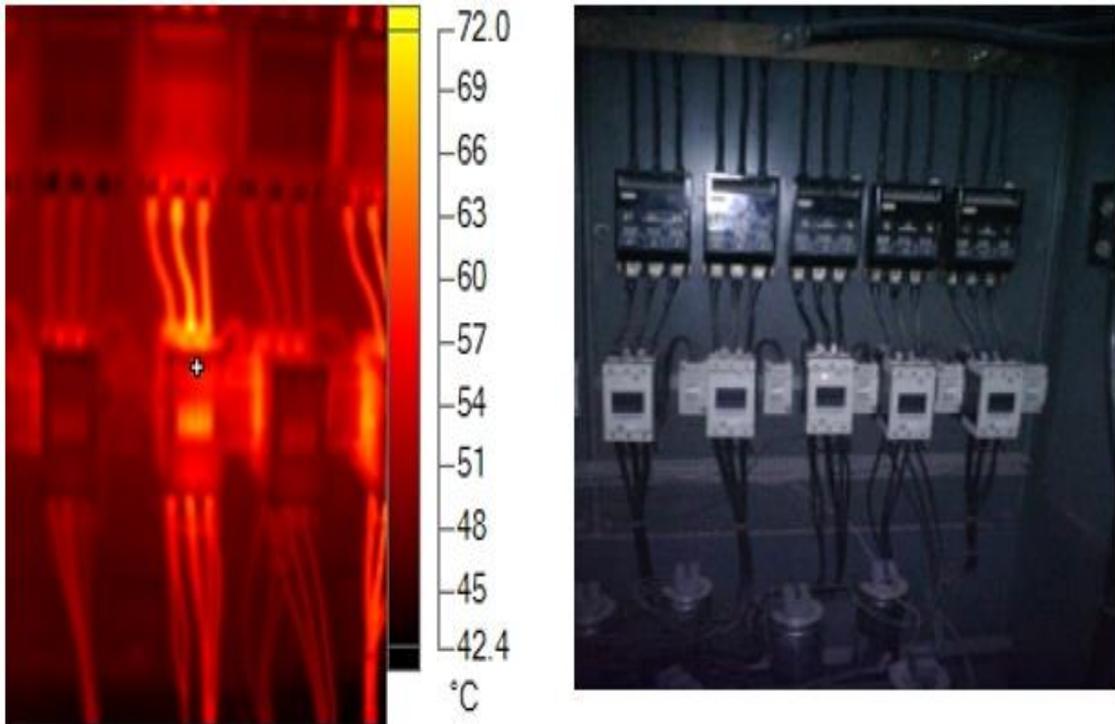


Figura 30 Toma de temperatura con cámara termográfica contactores

Fuente: Elaboración propia de datos de cámara termográfica año 2017

Tabla 13 Datos de lecturas de luxes por áreas y su comparación

Tipo de estancia o actividad	Tipo de iluminación o actividad	Iluminación media en (lux)	Lectura Tomada
Zona de la cama	Iluminación General	100	130
	Iluminación de Lectura	300	178
	Iluminación de Vigilancia	5	2
	Iluminación Nocturna		
Servicios	Servicios	200	185
Salas de tratamiento y reconocimiento en general	Iluminación general	500	215
	Luz de reconocimiento	>1000	850
	urología	50	
	rectoscopia	50	
Oftalmología	ginecología	50	
	Iluminación general	500	215
	Refractometria	50	
	Oftalmometría	50	
	Perimétrica	5	
Radiología	Ad optometría	5	
	Iluminación general	500	215
Odontología	Trabajo con pantallas	20	
	Iluminación general	500	
	Iluminación boca	>8000	
Dermatología	Iluminación Alrededores	1000	
	Iluminación general	500	225
Quirófanos	Iluminación general	1000	
	Iluminación zona de operación	2000 a 100000	
	Iluminación Alrededores	2000	
Salas anexas	Iluminación general	500	215
	Lavados	500	185
	Salas de preparación	500	235
	Sala de instrumental	500	
	Salas de esterilización	500	
	Salas de recuperación	500	
Salas de cuidados intensivos	Iluminación general	100	115
	Iluminación cama	300	185
	Iluminación de reconocimiento	1000	
	Iluminación de reconocimiento para emergencias	2000	578
	Iluminación de Vigilancia	50	35
Salas de diálisis	Iluminación general	100	80
	Iluminación cama	500	178

Fuente: Elaboración propia de datos obtenidos de recolección año 2017.

Según los datos obtenidos de la tabla 13 los valores obtenidos están muy por debajo del valor promedio por ejemplo en las salas de cuidados intensivos específicamente en la iluminación de reconocimiento para emergencia el valor promedio es de 2000 y el valor recolectado nos resultó de 578, es necesario realizar una sustitución del sistema de iluminación a nuevas tecnologías ya

sea sustitución de todas las luminarias de mercurio a Lámparas LED (Lámparas de Alta Eficiencia).

4.3. IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE EFICIENCIA EN EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Mediante el proceso de auditoria energética el consumo de energía eléctrica, del edificio Bloque Médico Quirúrgico (BMQ) en el Hospital Escuela Universitario (HEU), se identificó potencial de ahorro energético siendo estas ubicadas en áreas; de equipo oficina, iluminación, aires acondicionados y agua caliente con la información recolectada se procede a establecer las recomendaciones que de ser tomadas en cuenta, garantiza un uso muy eficiente de la energía eléctrica y sin duda alguna una reducción en el costo dentro de la factura por consumo.

Tabla 14 Reemplazo de tecnología en iluminación

Reemplazo de tecnología de iluminación		
Baja Eficiencia	Alta Eficiencia	Cantidad
Lámparas de 2x32 watt	Lámparas de 1x16 watt	199
Lámparas de 2x64 watt	Lámparas de 1x16 watt	99
Foco ahorrativo de 20W	Lámparas de 1x16 watt	95
Lámparas de Canasta (mercurio)	Lámparas de 1x 65 watt tipo cobra	25
Total		418

Fuente: Elaboración propia de datos recolectados año 2017

Con base a lo anterior detallado en la tabla N°13 y tabla N°14, se procedió a realizar un análisis financiero a partir del cambio tecnológico en el sistema de iluminación teniendo ahorros de 8,334.25 kWh – mensual.

4.4. IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

Una de las alternativas para diversificar las fuentes energéticas e introducir energías renovables en nuestro estudio de tesis, es la implementación de energía fotovoltaica aprovechando las azoteas del Bloque Médico Quirúrgico (BMQ) con un área de 1,300 metros cuadrados. Según nuestro diseño se estima que el espacio estudiado tendrá la capacidad de sustituir el 15 % del consumo total de este bloque.

No Obstante, implementando este cambio tecnológico se obtendrá ahorros significativos en la factura mensual.

4.5. MEJORAS EN LA EFICIENCIA DE AIRES ACONDICIONADOS

Dentro de las mejoras en el tema de aires acondicionados se presenta lo siguiente:

1. Encender los aires acondicionados 30 minutos después del ingreso de los empleados por la mañana.
4. En la hora del almuerzo se pueden apagar 30 minutos los aires acondicionados ya que el flujo de personas es menor dentro de las instalaciones Antes de que termine la jornada diaria se debe apagar los aires acondicionados a las 4:30 pm para ahorrar 30 minutos diarios de energía en jornada de lunes a viernes. En el caso del día sábado este se modifica en vista que se labora hasta las 12:00 MD.

5. En los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero los aires acondicionados deberán trabajar media jornada ya que son meses fríos donde no es necesario tener encendidos las unidades.

Con estas medidas se puede ahorrar 863.56 kWh/mes que representan 3523.25 lempiras mensualmente.

4.6. AHORRO DE ENERGÍA COMO RESULTADO DE UN CAMBIO CULTURAL

Con base al análisis realizado a continuación se presenta la siguiente información:

4.6.1. MEDIDAS DE AHORRO SIN INVERSIÓN

1. Mejoras en la eficiencia de equipo de oficina

Actualmente todas las computadoras de escritorio se deberán de regular el brillo de las mismas y apagarlas en la hora de almuerzo para tener un ahorro en la factura de energía eléctrica.

De aplicar esta medida de ahorro en el cambio cultural de regular el brillo y de apagarlas cuando estas no se usan, además de desconectarlas al finalizar la jornada de trabajo, se tendrá un ahorro de 115.88 kWh/mes que representa Lps 472.79 mensuales de la factura de consumo.

4.6.2. ANÁLISIS FINANCIERO

través de la investigación procedimos a realizar el análisis financiero teniendo muy buenos resultados, ya que el Hospital Escuelas Universitarios (HEU) está dentro de sistema de altos consumidores categorizados por la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) en el área de sector comercial, generalmente el consumo energético de los centros hospitalarios representa el 10.6% del consumo energético comercial del país.

Tabla 15 Presupuesto para la Inversión del proyecto

 The Wise Energy S.A.						
PROYECTO:		Eficiencia Energetica Hospital Escuela Universitario (HEU)			APROBO: Lic. Fredal Merlo	
ASUNTO:		Presupuesto Preliminar de Instalacion			REVISO: Ing. Ramon Lopez	
FECHA:		Febrero 17, del 2017			PREPARO: Ing. Kelvin Acosta	
PERIODO:		Diembre 2016 @ Febrero 2017				
N°	Observacion	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOUNITARIO	TOTAL (\$)
1.00		Instalaciones Electromecanicas				
1.01		Arreglo Fotovoltaico, (Instalacion y Suministro)	kWh	208.00	\$ 1,550	\$ 322,400
1.02		Instalacion y Suministro de filtros para filtrado de Armonicos, Compensacion de Reactiva y Equilibrio de Fases.	unidad.	8.00	\$ 1,121	\$ 8,971
1.03		Sustitucion de 15 % de Sistema de Iluminacion a tecnologia LED con tuberia T8 de 15 watt.	unidad	1050.00	\$ 56	\$ 59,063
					Sub - Total	\$ 390,433
2.00		Imprevistos				
2.01		Imprevisto del 5%	gbl	1.00	\$ 19,521.67	\$ 19,522
					Sub - Total	\$ 19,522
					TOTAL	\$ 409,955

Fuente: Elaboración propia de Presupuesto año 2017

Tabla 16 resultado del estudio financiero.

Resumen del Proyecto	
Valor de Inversión	USD 409,955
Costo Financiero	10%
Tasa Rend. Esperado	15%
VAN	USD 1,695,702
TIR	72%
Período Recuperación	Año 2
Factibilidad	El Proyecto es Factible

Fuente: Elaboración propia de indicadores financieros año 2017

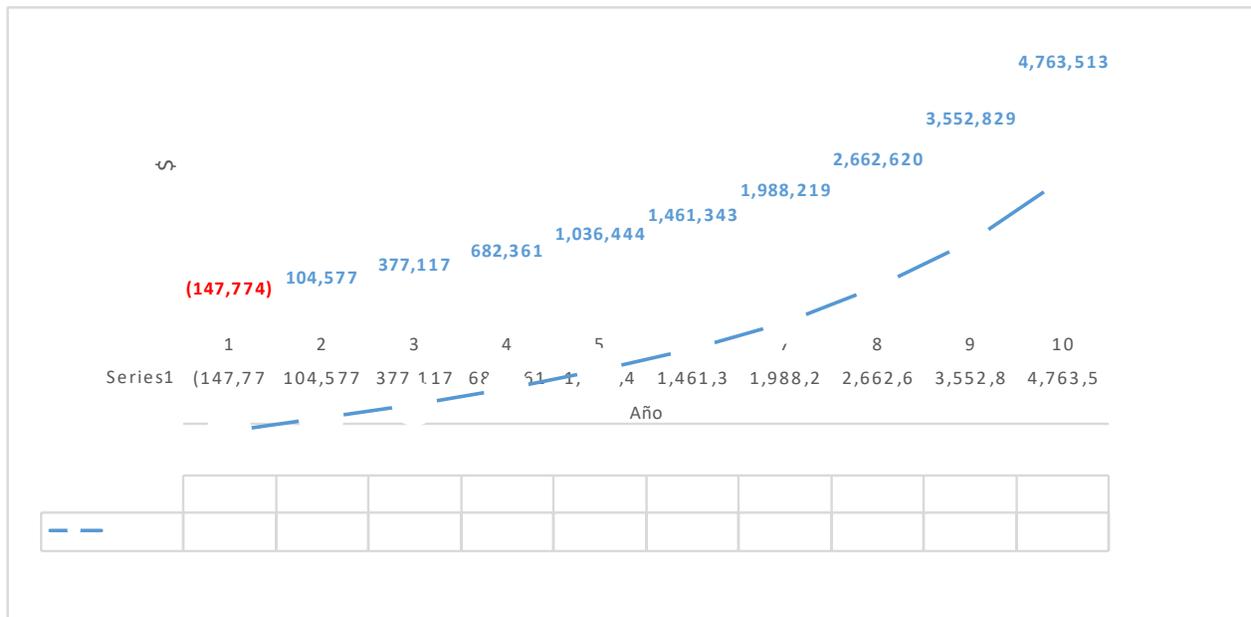


Figura 31 Comportamiento financiero

Fuente: Elaboración propia de datos año 2017

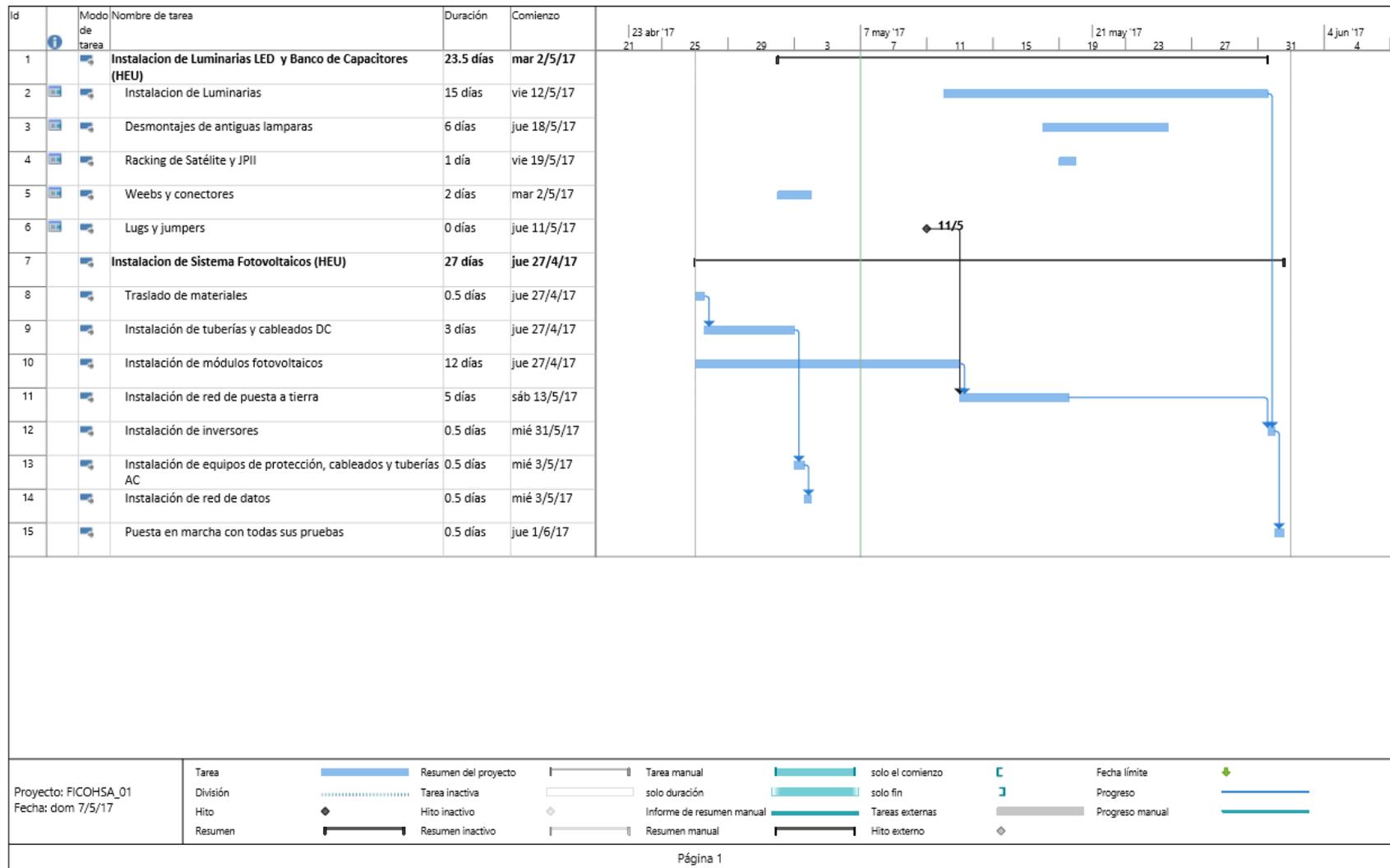


Figura 32 Cronograma de actividad en el proyecto de eficiencia energética

Fuente: Elaboración propia de datos año 2017

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. Durante la realización de la auditoria energética se pudo determinar que el consumo promedio mensual del HEU es de 247,356.92 kWh al mes, con un factor de potencia promedio de 0.85, donde este factor de potencia representa una multa económica de Lps. 56,177.73 Al mes por parte de la ENEE.
2. Al analizar los datos obtenidos por la observación y los equipos de medición se determinó que la distribución de potencia total instalada tiene dos focos importantes que son los equipos de aires acondicionados y la caldera eléctrica con 4.95% y 74.21% respectivamente, los mayores focos de consumo con un 51.19% y 18.71% del consumo son los equipos de aires acondicionados e iluminación, seguidos por los equipos de biomédica con un 14.17%, los datos de motores y bombas son del 3.53% y la caldera con un 12.4%.
3. Se propone implementar medidas de eficiencia energética para poder reducir el consumo de energía eléctrica mediante cambios culturales, tecnológicos e implementación de sistemas de energías renovables como la solar fotovoltaica.
4. En el HEU se pudo observar una gran cantidad de equipo viejo tales como motores eléctricos para bombeo de agua, aires acondicionados sobre dimensionados y con usos

excesivos, el uso de luminarias durante el día donde se posee buena luz natural, poco mantenimiento de los equipos eléctricos que en su mayoría datan de 1970.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Con base a los resultados obtenidos en donde se debe corregir el factor de potencia ya que según la normativa hondureña se encuentra por debajo de 0.9. Se recomienda la instalación de un banco de capacitores 200 kvar con esto se podría tener un ahorro de Lps. 56,177.73 Mensuales. Se deberá instalar un supresor de armónicos para mitigar el alto porcentaje de distorsión armónica.
2. Se deberá de hacer cambios de los equipos de aires acondicionados en mal estado.
3. Se sugiere implementar un plan de uso de los aires acondicionados en las áreas donde se están sobre dimensionados y si estos están en mal estado proceder con el cambio.
4. Implementar un cambio cultural en el uso de la iluminación durante el día en áreas que estén bien iluminadas.
5. Implementar un plan de mantenimiento preventivo de equipos obsoletos y revisar su eficiencia, en caso de estar dañados proceder al cambio por un equipo de mayor eficiencia.
6. Implementar un sistema solar fotovoltaico conectado a red para suplir parte de la demanda durante el día con potencia de sustitución 208 kWh.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ahorro y eficiencia energética | Sostenibilidad. (s. f.). Recuperado 19 de noviembre de 2016, a partir de <http://www.sostenibilidad.com/ahorro-y-eficiencia-energetica/>
2. analizadores-de-redes-electricas-venta-y-alquiler-D_NQ_NP_13602-MLA2815829171_062012-F.jpg (Imagen JPEG, 659 × 1162 píxeles) - Escalado (56 %). (s. f.). Recuperado 8 de diciembre de 2016, a partir de https://http2.mlstatic.com/analizadores-de-redes-electricas-venta-y-alquiler-D_NQ_NP_13602-MLA2815829171_062012-F.jpg
3. Camioto, F. de C., Rebelatto, D. A. do N., Rocha, R. T., Camioto, F. de C., Rebelatto, D. A. do N., & Rocha, R. T. (2016). Energy efficiency analysis of BRICS countries: a study using Data Envelopment Analysis. *Gestão & Produção*, 23(1), 192-203. <https://doi.org/10.1590/0104-530X1567-13>
4. Carretero Peña, A., & Garcia Sánchez, J. M. (2015). *Gestión de la Eficiencia Energética: Cálculo del Consumo, Indicadores y Mejora*. (primera). Recuperado a partir de <http://site.ebrary.com/lib/bvunitecvirtualsp/reader.action?docID=11059107>
5. Charles K. Alexander, & Matthew N. O. Sadiku. (2006). *Fundamentos de Circuitos eléctricos* (3.^a ed.). Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
6. ERENOVABLE, Energías renovables ventajas y desventajas. (2015, junio 24). Recuperado 17 de diciembre de 2016, a partir de <http://erenovable.com/energias-renovables-ventajas-y-desventajas/>
7. Flores Castro, W. C. (2016). *El sector energía de Honduras: Aspectos necesarios para su comprensión y Estudio*. Tegucigalpa, M.D.C.ISBN: 978-999-26-52-78-7

8. FT_M8_AR5L_SP.pdf. (s. f.). Recuperado a partir de http://circuitor.es/docs/FT_M8_AR5L_SP.pdf
9. Fundacion de la energia de la comunidad de madrid. (2010). *Guía de ahorro y eficiencia energética en hospitales Madrid*, (1.^a ed.). España: Gráficas Arias Montano, S. A. Recuperado a partir de <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-de-Ahorro-y-Eficiencia-Energetica-en-Hospitales-fenercom-2010.pdf>
10. Gomez, S. (2014, septiembre). Normas para la Eficiencia Energetica en Honduras. Recuperado a partir de <http://www.andi.hn/wp-content/uploads/2014/11/3-Normas-y-reglamentos-de-eficiencia-energ%C3%A9tica.pdf>
11. IDAE (2001), Guía Técnica de Eficencia Energética en Iluminación Hospitales y centros de Atención Primaria - documentos_5573_GT_iluminacion_hospitales_01_81a4cdee.pdf. (s. f.). Recuperado a partir de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5573_GT_iluminacion_hospitales_01_81a4cdee.pdf
12. Historia de los Hospitales de Honduras. (2010, noviembre 12). Recuperado a partir de <https://secretariadesaludhn.wordpress.com/historia-de-los-hospitales-de-honduras/>
13. Hospital Escuela Universitario - Universidad Nacional Autónoma de Honduras. (2015). Recuperado 17 de diciembre de 2016, a partir de <http://www.hospitalescuela.edu.hn/noticias/show/radiografia-de-la-gestion-del-heu-en-2015>
14. IEEE. (1993, junio 18). IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems. ISBN 1-55937-239-7. Recuperado a partir de <http://www.coe.ufrj.br/~richard/Accionamentos/IEEE519.pdf>

15. Karliner, J., & Guenther, R. (2011). Agenda Global para Hospitales Verdes y Saludables. Recuperado a partir de <http://www.hospitalesporlasaludambiental.net/wp-content/uploads/2011/10/Agenda-Global-para-Hospitales-Verdes-y-Saludables.pdf>
16. La eficiencia energética en los hospitales | Sostenibilidad. (s. f.). Recuperado 15 de noviembre de 2016, a partir de <http://www.sostenibilidad.com/eficiencia-energetica-en-hospitales/>
17. Löhr, W., Gauer, K., Serrano, N., & Zamorano, A. (2009). Eficiencia energética en hospitales públicos. GTZ-Dalkia. Recuperado a partir de https://energypedia.info/images/f/fd/Eficiencia_energetica_en_hospitales_publicos_GTZ.pdf
18. Luxometro. (s. f.). Recuperado 10 de diciembre de 2016, a partir de <http://www.electronica-basica.com/luxometro.html>
19. Mario Ruben Zelaya. (2015). *Manual para la preparacion de auditorias energeticas y evaluacion financiera de proyectos de eficiencia energetica* (1.^a ed.). Honduras: ANDI, PROGRAMA 4E Y MYPIMES VERDE BCIE. Recuperado a partir de <http://arc-www.bcie.org/uploaded/content/category/1540773693.pdf>
20. Miguel Guerrero. (2001, marzo). Guia Tecnica de Eficiencia Energetica en Iluminacion. Recuperado a partir de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5573_GT_iluminacion_hospitales_01_81a4cdee.pdf
21. Quispe, E., & Mantilla, Luis. (s. f.). Motores electricos de alta eficiencia,caracteristicas electromecanicas, ventajas y aplicabilidad.

22. R. Cáceres. (2008). FACTOR DE UTILIZACION, VOL.6(N. 1). Recuperado a partir de http://www.ewh.ieee.org/reg/9/etrans/ieee/issues/vol06/vol6issue1March2008/6TLA1_09CACERES.pdf
23. RETScreen Software Suite. (s. f.). Recuperado 28 de febrero de 2017, a partir de http://www.hidroenergia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=290:retscreen-software-suite&catid=45:software&Itemid=74
24. Sampieri, D. R. H., Collado, D. C. F., & Lucio, D. M. del P. B. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). Mexico: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Recuperado a partir de <http://www.crai.unitec.edu/library/index.php?title=167335&query=@title=Special:GSMSearchPage@process=@autor=BAPTISTA%20LUCIO%20@mode=&recnum=3>
25. Smit, M. A. (2012). Políticas Públicas Energéticas Para El Desarrollo Sustentable: Su Evaluación Y El Papel De La Participación Ciudadana. *Interciencia*, 37(6), 418-423.
26. Stephen J. Chapman. (2005). *maquinas electricas* (4.ª ed.). Mexico: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
27. UNAH. (2014). Plan estrategico, Hospital Escuela - UNAH 2014 - 2018. Recuperado a partir de <https://presencia.unah.edu.hn/salud/articulo/breve-historia-del-heu-36-anos-de-atencion-publica>
28. Vladimir A. Rakov. (2009). Overview of Recent Progress in Lightning Research and Lightning Protection. Recuperado a partir de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=A09D71C039609E43AE7DB5D1BC6F0332?doi=10.1.1.694.2923&rep=rep1&type=pdf>

29. Wilfredo Cesar Castro Flores. (2016). *El sector energia de Honduras: aspectos necesarios para su comprension y estudio* (1.^a ed., Vol. 1). Honduras: Impresiones Offset/Digital, centro publicitario el Country ISBN 9789992652787.
30. World Energy Council. (2014). Consejo mundial de la energia. Recuperado a partir de https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2014/04/WEC_16_page_document_21.3.14_ES_FINAL.pdf
31. YOUNG, HUGH D., & ROGER A. FREEDMAN. (2009). *Física universitaria* (12.^a ed., Vol. 1). Mexico: PEARSON EDUCACIÓN. Recuperado a partir de <http://fis.ucv.cl/docs/Fis231/textos/Fisica-Universitaria-Sears-Zemansky-12va-Edicion-Vol1.pdf>
32. Zia Emin, Leong koo. (2015). Methodology of calculating Harmonic Distortion from Multiple Sources. Recuperado a partir de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378779616300207>

ANEXOS



Figura A 1 Toma de datos con luxómetro en pasillos, 2017



Figura A 2 Toma de datos con luxómetro en pasillo de servicio. , 2017



Figura A 3 Toma de temperatura con cámara termográfica en gabinete de control, 2017



Figura A 4 Toma de temperatura con cámara termográfica en subestación, 2017



Figura A 5 Cámara termográfica y luxómetro, 2017



Figura A 6 Instalación de Analizador de Red Circutor AR5, 2017



Figura A 7 Revisión e instalación de AR5, 2017

ANEXO 2

Tabla A 1 Levantamiento de datos de aires acondicionados tipo ducto

Descripción	Ubicación	Cantidad	Potencia instalada (kw)	Potencia total (kw)	Horas de uso	Consumo total (kwh)
Aires acondicionados tipo ducto						
Aire acondicionado tipo ducto de 36000 BTU	Consulta externa	1	4.8	4.8	6	28.8
Aire acondicionado tipo ducto de 36000 BTU	Rayos X tomógrafo #2	2	4.8	9.6	6	57.6
Aire acondicionado tipo ducto de 36000 BTU	Sala de quemados	1	4.8	4.8	6	28.8
Aire acondicionado tipo ducto trifásico de 10HP	Cuidados intensivos	1	22.4	22.4	6	134.4
Aire acondicionado tipo ducto trifásico	Oncología pediátrica	2	144.6	289.2	6	1735.2
Evaporador mini Split de 60000 BTU	Departamento de mantenimiento	1	7	7	6	42
Evaporador mini Split de 60000 BTU	Medicina interna, observación adultos	1	7	7	6	42
Evaporador mini Split de 60000 BTU	Neurocirugía	1	7	7	12	84
Evaporador mini Split de 48000 BTU	Consulta externa, ginecología	2	5.6	11.2	6	67.2
Evaporador mini Split de 48000 BTU	Sala de quemados adultos	1	5.6	5.6	12	67.2
Evaporador mini Split de 36000 BTU	Sala de quemados adultos	1	4.2	4.2	12	50.4
Mini Split tipo ducto de 60000 BTU	Consulta externa, oncología	3	7	21	12	252
Mini Split tipo ducto de 60000 BTU	Rayos X, pasillos, angiografos y recuperación	2	7	14	12	168
mini-split-paquete;ducto 36000 btu	consulta externa de oncología pediatría	1	4.8	4.8	12	57.6
mini-split-paquete;ducto 36000 btu	servicio de rayos x área de tomógrafo # 2	1	4.8	4.8	12	57.6

mini-split-paquete;ducto 36000 btu	servicio de rayos x área de tomógrafo # 2	1	4.8	4.8	12	57.6
mini-split-paquete;ducto 36000 btu	sala de quemados de adultos	1	4.8	4.8	12	57.6
mini-Split; paquete evaporador de piso-ducto	sala de cuidados intensivos de adultos u.c.i.a.	1	22.4	22.4	12	268.8
Split; paquete-ducto	sala de hospitalización de oncología pediátrica	1	7.2	7.2	12	86.4
mini-split-paquete;ducto	sala de hospitalización de oncología pediátrica	1	7.2	7.2	12	86.4
mini-Split-evaporador-ducto 60000 btu	oficina central departamento de mantenimiento	1	7	7	12	84
mini-Split-evaporador-ducto 48000 btu	consulta externa de ginecología	1	5.6	5.6	12	67.2
mini-Split-evaporador-ducto 48000 btu	sala de quemados de adultos	1	5.6	5.6	12	67.2
mini-Split-evaporador-ducto 36000 btu	sala de quemados de adultos	1	4.2	4.2	12	50.4
mini-Split; móvil 12000 btu	oficina del departamento del laboratorio de patología	1	1.6	1.6	12	19.2
mini-Split; móvil 12000 btu	oficina de la jefatura de la central de equipos	1	1.6	1.6	12	19.2
mini-split;paquete-ducto 60000 btu	consulta externa de oncología pediatría	3	7	21	12	252
mini-split;paquete-ducto 60000 btu	servicio de rayos x área de angiografía recuperación y pasillos	1	7	7	12	84
mini-split;paquete-ducto 60000 btu	servicio de rayos x área de angiografía	1	7	7	12	84
totales		36	334.4	524.4	300	4,156.8

Fuente: Elaboración propia con base a la visita realizada

Tabla A 2 Distribución de aires acondicionados para techos

Descripción	Ubicación	Cantidad	Potencia instalada (kw)	Potencia total (kw)	Horas de uso	Consumo total (kwh)
Aires acondicionados para techos						
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	Servicio de refrigeración y A/A	1	7	7	12	84
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	Sala de autopsias en sótano	1	7	7	12	84
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	Sala de emergencia medicina interna adultos	1	7	7	12	84
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	Sala de emergencia, asmáticos	1	7	7	12	84
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	Sala emergencia, medicina interna	1	7	7	12	84
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	Sala de observación cirugía adultos	1	7	7	12	84
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	Departamento de área social	1	7	7	6	42
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	Sala de rehabilitación física	4	7	28	10	280
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	Consulta externa de cardiología	1	7	7	10	70
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	Rayos X, tomógrafo #2	1	7	7	10	70
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	Rayos X, tomógrafo #1	2	7	14	10	140
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	Rayos X, ultrasonido#2	1	7	7	10	70
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	Auditorios 1,2,3 y 4	4	7	28	2	56
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	Pagaduría y servicio	1	7	7	6	42
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	Capilla	2	7	14	12	168
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	Aulas de clases sala de islas	3	7	21	12	252
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	Laboratorio central de patología	1	7	7	8	56
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	Sala de recuperación adultos	2	7	14	12	168
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	Sala de operación 6,7,8 y 9	4	7	28	15	420
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	Área de producción	3	7	21	8	168
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	Área de material estéril	2	7	14	16	224
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	Sala de operación 5,4,3,2 y 1	5	7	35	18	630
Mini Split tipo techo de 48000 BTU	Observación de cirugía de adultos	1	6.4	6.4	16	102.4

Mini Split tipo techo de 48000 BTU	Departamento docente de medicina interna	1	6.4	6.4	16	102.4
Mini Split tipo techo de 48000 BTU	Sala de operaciones, quirófano# 11	1	6.4	6.4	18	115.2
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	Emergencia, quirófano 1 y 2	2	4.8	9.6	16	153.6
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	Emergencia, adultos	1	4.8	4.8	15	72
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	Planta telefónica	1	4.8	4.8	16	76.8
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	Rayos X, fluoroscopio	1	4.8	4.8	8	38.4
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	Rayos X, cubículo #4	1	4.8	4.8	8	38.4
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	Urología, adultos	1	4.8	4.8	8	38.4
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	Odontología externa	1	4.8	4.8	8	38.4
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	Laboratorio de patología	1	4.8	4.8	10	48
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	Departamento de docente de cirugía	1	4.8	4.8	10	48
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	Quirófano #11	1	4.8	4.8	10	48
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	Aula de clases, junto a elevador	1	4.8	4.8	10	48
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	Sala de quemados, adultos	1	4.8	4.8	10	48
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	Sala de hemodiálisis	1	4.8	4.8	10	48
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	Sala de diálisis y medicamentos	1	4.8	4.8	10	48
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	Sala de diálisis, procedimientos	1	4.8	4.8	10	48
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	Área de estar de quirófano	1	4.8	4.8	10	48
Mini Split tipo techo de 24000 BTU	Rayos X, cubículo 2 y 3	1	3.6	3.6	10	36
Mini Split tipo techo de 24000 BTU	Rayos X, relevadoras	1	3.6	3.6	10	36
Mini Split tipo techo de 24000 BTU	Rayos X, ultrasonidos #1	1	3.6	3.6	10	36
Mini Split tipo techo de 24000 BTU	Sección de codificación	1	3.6	3.6	10	36
Mini Split tipo techo de 12000 BTU	Cardiología, sección de médicos	1	1.6	1.6	10	16
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	servicio de refrigeración y aires acondicionados	1	7	7	10	70
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	sala de autopsias	1	7	7	10	70
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	sala de emergencia de medicina interna de adultos área de observación	1	7	7	10	70
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	sala de emergencia de medicina interna de adultos área de inyecciones	1	7	7	10	70

Mini Split tipo techo de 60000 BTU	sala de emergencia de medicina interna de adultos área de asmáticos (triaje)	2	7	14	10	140
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	sala de observación de cirugía de adultos	1	7	7	10	70
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	oficina del departamento de trabajo social b.m.q.	1	7	7	10	70
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	sala de rehabilitación física	4	7	28	10	280
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	consulta externa de cardiología área de homonimia	1	7	7	10	70
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	servicio de rayos x área de tomógrafo # 2	1	7	7	10	70
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	servicio de rayos x área de tomógrafo # 1 cubículo # 5	1	7	7	4	28
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	servicio de rayos x área de ultrasonido # 2	1	7	7	4	28
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	auditorio central Dr. Jesús Aguilar paz # 4	1	7	7	4	28
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	auditorio central Dr. Jesús Aguilar paz # 3	1	7	7	4	28
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	auditorio central Dr. Jesús Aguilar paz # 2	1	7	7	4	28
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	auditorio central Dr. Jesús Aguilar paz # 1	1	7	7	4	28
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	servicio de caja y pagaduría	1	7	7	4	28
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	laboratorio central de patología	1	7	7	4	28
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	sala de recuperación de adultos	1	7	7	20	140
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	sala de operaciones quirófano # 10	1	7	7	20	140
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	sala de operaciones quirófano # 9	1	7	7	20	140
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	sala de operaciones quirófano # 8	1	7	7	20	140
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	sala de operaciones quirófano # 7	1	7	7	20	140
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	sala de operaciones quirófano # 6	1	7	7	20	140
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	sala de recuperación de adultos	1	7	7	20	140
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	central de equipos área de producción	2	7	14	20	280
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	central de equipos área de material estéril	2	7	14	20	280

Mini Split tipo techo de 60000 BTU	sala de operaciones quirófano # 5	1	7	7	20	140
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	sala de operaciones quirófano # 4	1	7	7	20	140
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	sala de operaciones quirófano # 3	1	7	7	20	140
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	sala de operaciones quirófano # 2	1	7	7	20	140
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	sala de operaciones quirófano # 1	1	7	7	20	140
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	servicio de costurera	1	7	7	20	140
Mini Split tipo techo de 60000 BTU	sala de diálisis, área de hemodiálisis	1	7	7	20	140
Mini Split tipo techo de 48000 BTU	oficina del departamento de docentes de medicina interna	1	4.8	4.8	8	38.4
Mini Split tipo techo de 48000 BTU	sala de operaciones quirófano # 11	1	4.8	4.8	8	38.4
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	emergencia de cirugía de adultos área quirófano # 1	1	4.8	4.8	10	48
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	emergencia de cirugía de adultos área quirófano # 2	1	4.8	4.8	10	48
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	emergencia de cirugía de adultos área de recuperación de quirófanos	1	4.8	4.8	10	48
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	servicio de planta telefónica	1	4.8	4.8	10	48
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	servicio de rayos x cubículo # 4	1	4.8	4.8	10	48
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	servicio de rayos x área de fluoroscopia	1	4.8	4.8	10	48
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	consulta externa de urología de adultos	1	4.8	4.8	10	48
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	consulta externa de odontología	1	4.8	4.8	10	48
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	oficina del departamento del laboratorio de patología	1	4.8	4.8	10	48
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	oficina del departamento de cirugía docente	1	4.8	4.8	6	28.8
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	sala de operaciones quirófano # 11	1	4.8	4.8	24	115.2
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	aula de clases adjunto al ascensor pequeño	1	4.8	4.8	12	57.6
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	sala de quemados de adultos	1	4.8	4.8	12	57.6
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	sala de diálisis área de enfermería y medicamentos	1	4.8	4.8	12	57.6
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	sala de diálisis área de hemodiálisis	1	4.8	4.8	12	57.6

Mini Split tipo techo de 36000 BTU	sala de diálisis, área de procedimientos	1	4.8	4.8	12	57.6
Mini Split tipo techo de 36000 BTU	sala de emergencia de cirugía de adultos área de la sala de estar de quirófano	1	4.8	4.8	12	57.6
Mini Split tipo techo de 24000 BTU	servicio de rayos x cubículo # 2	1	3.2	3.2	12	38.4
Mini Split tipo techo de 24000 BTU	servicio de rayos x cubículo # 1	1	3.2	3.2	12	38.4
Mini Split tipo techo de 24000 BTU	servicio de rayos x área de las reveladoras	1	3.2	3.2	12	38.4
Mini Split tipo techo de 24000 BTU	servicio de rayos x área de ultrasonido # 1	1	3.2	3.2	12	38.4
Mini Split tipo techo de 24000 BTU	sección de codificación, a la par de expreso americano	1	3.2	3.2	12	38.4
Mini Split tipo techo de 12000 BTU	consulta externa de cardiología, área de sala de sesiones de médicos	1	1.6	1.6	12	19.2
TOTALES		133	612.8	806.6	1238	9,661.6

Fuente: Elaboración propia de recorrido efectuado.

Tabla A 3 Distribución de aires acondicionados tipo pared

Descripción	Ubicación	Cantidad	Potencia instalada (kw)	Potencia total (kw)	Horas de uso	Consumo total (kwh)
Aires acondicionados para pared						
Aire tipo pared de 12000 BTU	Jefatura departamento de mantenimiento	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	Jefatura de emergencia	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	Emergencia, otorrinolaringología	2	1.6	3.2	10	32
Aire tipo pared de 12000 BTU	Consulta externa, cardiología	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	Rayos X, tomógrafos #2	2	1.6	3.2	10	32
Aire tipo pared de 12000 BTU	Consulta externa de la memoria	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	Consulta externa otorrinolaringología	7	1.6	11.2	10	112
Aire tipo pared de 12000 BTU	Laboratorio de Florencia, patología	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	Oficina de la dirección de docencia	2	1.6	3.2	10	32
Aire tipo pared de 12000 BTU	Aula de medicina interna	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	Dormitorios de residentes, sala de operaciones	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	Dormitorio médicos cirujanos neurología	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	Dormitorio de residentes ortopedia		1.6	0	10	0
Aire tipo pared de 12000 BTU	Jefatura de epidemiología	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	Departamento de epidemiología, anexo	2	1.6	3.2	10	32
Aire tipo pared de 12000 BTU	Oficina de neurología	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	Diálisis, nefrología	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	Medicina C para mujeres	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	Medicina C para hombres	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	Jefatura de farmacia	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	Medicina B para hombres	1	1.6	1.6	10	16

Aire tipo pared de 18000 BTU	Oncología pediátrica	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	Farmacia emergencia adultos	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	Consulta externa, rehabilitación	2	2.4	4.8	10	48
Aire tipo pared de 18000 BTU	Consulta externa cardiología	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	Consulta externa reumatología	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	Cardiología, área invasiva	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	Consulta externa endocrinología	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	Jefatura cardiología	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	Controles de tomógrafo	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	Rayos X, fluoroscopio	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	Oficina de la dirección de apoyo	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	Consulta externa de medicina interna	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	Consulta odontología	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	Laboratorio de patología	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	Oficina de licitaciones	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	Oficina de departamento de medicina interna	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	Oficina de dirección de docencia	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	Descanso de médicos cirujanos	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	Sala de otorrinolaringología cu.#307	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	Diálisis, nefrología	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	Cuidados intensivos área de residentes	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	consulta externa de oncología pediatría área de quirófano	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	farmacia de emergencia de adultos	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	consulta externa de la sala de rehabilitación física	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	consulta externa de cardiología	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	consulta externa de reumatología	1	2.4	2.4	10	24

Aire tipo pared de 18000 BTU	consulta externa de la sala de rehabilitación física	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	consulta externa de cardiología área invasiva	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	consulta externa de endocrinología	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	oficina de la jefatura medica de consulta externa de cardiología	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	servicio de rayos x área de controles tomógrafo # 1 cubículo # 5	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	servicio de rayos x área de fluoroscopia	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	servicio de rayos x área de controles de fluoroscopia	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	servicio de rayos x área de cuarto oscuro	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	oficina de la dirección policial de investigaciones d.p.i.	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	oficina de los derechos humanos	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	oficina de la dirección de apoyo	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	consulta externa de medicina interna	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	consulta externa de odontología	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	oficina del departamento del laboratorio de patología	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	oficina de licitaciones	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	oficina del departamento de medicina interna	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	oficina de la dirección de docencia # 2	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	sala de operaciones área de descanso de los médicos cirujanos	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	sala de otorrinolaringología cubículo # 307	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	sala de diálisis, área de nefrología	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	sala de cuidados intensivos de adultos u.c.i.a. área de residentes	1	2.4	2.4	10	24

Aire tipo pared de 18000 BTU	oficina y dormitorio de médicos, sala de cuidados intensivos u.c.i.a.	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 18000 BTU	oficina de la jefatura de ortopedia	1	2.4	2.4	10	24
Aire tipo pared de 24000 BTU	sala de emergencia de medicina interna de adultos; aula de clases	1	3.2	3.2	10	32
Aire tipo pared de 24000 BTU	dormitorio de médicos residentes de cirugía frente a la observación de cirugía	1	3.2	3.2	10	32
Aire tipo pared de 24000 BTU	dormitorio de médicos residentes de emergencia de medicina interna de adultos	1	3.2	3.2	10	32
Aire tipo pared de 24000 BTU	consulta externa de cardiología área de hemonamia	1	3.2	3.2	10	32
Aire tipo pared de 24000 BTU	servicio de rayos x cubículo # 3	1	3.2	3.2	10	32
Aire tipo pared de 24000 BTU	servicio de rayos x área de internación	1	3.2	3.2	10	32
Aire tipo pared de 24000 BTU	servicio de rayos x área de cocineta	1	3.2	3.2	10	32
Aire tipo pared de 24000 BTU	sucursal banco lafise	1	3.2	3.2	10	32
Aire tipo pared de 24000 BTU	consulta externa de urología de adultos área remodelada	1	3.2	3.2	10	32
Aire tipo pared de 24000 BTU	laboratorio de patología sala de residentes	1	3.2	3.2	10	32
Aire tipo pared de 24000 BTU	laboratorio de patología sala de juntas	1	3.2	3.2	10	32
Aire tipo pared de 24000 BTU	laboratorio de patología área de histoquímica	1	3.2	3.2	10	32
Aire tipo pared de 24000 BTU	residentes de anestesiología de la sala de operaciones	1	3.2	3.2	10	32
Aire tipo pared de 24000 BTU	consulta externa de infecto logia área de farmacia	1	3.2	3.2	10	32
Aire tipo pared de 24000 BTU	consulta externa de infecto logia área de farmacia	1	3.2	3.2	10	32
Aire tipo pared de 24000 BTU	consulta externa de infecto logia área de odontología	1	3.2	3.2	10	32
Aire tipo pared de 24000 BTU	consulta externa de infecto logia área de sala de junta	1	3.2	3.2	10	32
Aire tipo pared de 24000 BTU	aula de clases de neurocirugía; Dr. tetsvo	1	3.2	3.2	10	32

Aire tipo pared de 24000 BTU	sala de otorrinolaringología área de residentes	1	3.2	3.2	10	32
Aire tipo pared de 24000 BTU	sala de cirugía "b" de hombres	1	3.2	3.2	10	32
Aire tipo pared de 32000 BTU	consulta externa de odontología	1	4.8	4.8	10	48
Aire tipo pared de 12000 BTU	Oficina de la jefatura del depto. de mantenimiento	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	oficina de jefatura medica de la emergencia de medicina interna de adultos	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	emergencia de otorrinolaringología de adultos pre-clínico a la par de observación de cirugía	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	consulta externa de cardiología	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	servicio de rayos x área de tomógrafo # 2	2	1.6	3.2	10	32
Aire tipo pared de 12000 BTU	servicio de trabajo social b.m.i.	4	1.6	6.4	10	64
Aire tipo pared de 12000 BTU	consulta externa de la memoria	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	consulta externa de otorrinolaringología	7	1.6	11.2	10	112
Aire tipo pared de 12000 BTU	laboratorio de patología área de fluorescencia	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	oficina de la dirección de docencia	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	aula de medicina interna adjunto a la dirección de docencia	2	1.6	3.2	10	32
Aire tipo pared de 12000 BTU	oficina de la dirección de docencia entrada	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	dormitorio de residentes instrumentistas; de la sala de operaciones	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	dormitorio de médicos cirujanos de neurocirugía de adultos	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	dormitorio de residentes de ortopedia	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	oficina de la jefatura, departamento de epidemiología	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	departamento de epidemiología, anexo	2	1.6	3.2	10	32

Aire tipo pared de 12000 BTU	oficina del departamento de la sala de neurocirugía	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	sala de diálisis área de nefrología	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	sala de medicina "c" de mujeres	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	sala de medicina "c" de hombres	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	oficina de la jefatura de farmacia	1	1.6	1.6	10	16
Aire tipo pared de 12000 BTU	sala de medicina "b" de hombres	1	1.6	1.6	12	19.2
total		136	256.8	292.8	1,142	2,931.2

Fuente: Elaboración propia de recorrido efectuado.

Tabla A 4 Distribución de aires acondicionados tipo ventana

Descripción	Ubicación	Cantidad	Potencia instalada (kw)	Potencia total (kw)	Horas de uso	Consumo total (kwh)
Aires acondicionados para ventana						
aire tipo pared de 27500 btu	consulta externa de oftalmología	1	3.2	3.2	10	32
aire tipo pared de 27500 btu	consulta externa de urología de adultos quirófano	1	3.2	3.2	10	32
aire tipo pared de 27500 btu	biblioteca y sala de la consulta externa de dermatología	1	3.2	3.2	10	32
aire tipo pared de 27500 btu	consulta externa de dermatología centro puva	1	3.2	3.2	6	19.2
aire tipo pared de 27500 btu	oficina del auxiliar administrativo de la sala de operaciones	1	3.2	3.2	6	19.2
aire tipo pared de 27000 btu	farmacia de salas	1	3.2	3.2	6	19.2
aire tipo pared de 12000 btu	oficina de la jefatura del departamento de quirófanos de la sala de operaciones	1	1.6	1.6	6	9.6
aire tipo pared de 12000 btu	farmacia de dosis unitaria	1	1.6	1.6	6	9.6
aire tipo pared de 8000 btu	dormitorio de técnicos anestesistas de la sala de operaciones	1	0.8	0.8	6	4.8

aire tipo pared de 12500 btu	dormitorio de los médicos cirujanos de guardia de la sala de operaciones	1	1.6	1.6	6	9.6
aire tipo pared de 18000 btu	consulta externa de cirugía plástica	1	1.6	1.6	6	9.6
aire tipo pared de 60000 btu	servicio de refrigeración y aires acondicionados	1	7	7	6	42
aire tipo pared de 60000 btu	Oficina de la jefatura del depto. de mantenimiento	1	7	7	6	42
aire tipo pared de 60000 btu	oficina central departamento de mantenimiento	1	7	7	6	42
aire tipo pared de 36000 btu	consulta externa de oncología pediatría	1	4.8	4.8	6	28.8
aire tipo pared de 36000 btu	consulta externa de oncología pediatría	1	4.8	4.8	6	28.8
total		16	57	57	108	380.4

Total Consumo al Mes	321	1,261.00	1,680.80	2,788.00	231,255.00
-----------------------------	------------	-----------------	-----------------	-----------------	-------------------

Fuente: Elaboración propia de recorrido efectuado.

Tabla A 5 Distribución de calderas y motores

Motores y calderas									
Descripción	Ubicación	Cantidad	Potencia total (hp)	Potencia instalada (kw)	Potencia total (kw)	Horas de uso	Consumo total (kwh)	Factor	Consumo total (kwh)
Bomba de vacío	Sala de maquina	2	3	2.238	4.476	22	98.472	0.5	49.236
Aire Medico - Compresor	Sala de maquina	1	3	2.238	2.238	22	49.236	0.56	27.57216
Aire Medico-Secador	Sala de maquina	1	1	0.746	0.746	22	16.412	0.65	10.6678
Aire Medico-Compresor	Sala de maquina	1	3	2.238	2.238	22	49.236	0.68	33.48048
Aire Medico-Secador	Sala de maquina	1	1	0.746	0.746	22	16.412	0.78	12.80136
Compresor Aire Medico	Sala de maquina	2	3	2.238	4.476	22	98.472	0.85	83.7012
Bomba de vacío	Sala de maquina	1		0	0		0		0
Motores eléctrico de Acensares	acceso	4	15	11.19	44.76	8	358.08	0.75	268.56
Bomba de Succión aguas residuales	fosa séptica	1	15	11.19	11.19	9	100.71	0.45	45.3195
Total					70.87				15,940.155
Caldera Eléctrica	Sala de maquina	1	150	112	112	20	2,240	0.83333	1866.6
Total					112.00				56,000.00

Fuente: Elaboración propia de recorrido efectuado.

Tabla A 6 Distribución de equipo de oficina

Equipo De Oficina								
Descripción	Cantidad	Potencia (kW)	Potencia Total Instalada (kW)		Horas de uso	Factor de carga	Consumo de Energía total (kWh)	
Monitor AC 100-240V-50/60Hz 1.6A	12.00	0.178	2.136	16.612	210	0.29	130.83	1,017.49
Monitor AC 100-240V-50/60Hz 1.2A	3.00	0.178	0.534		210	0.29	32.71	
Monitor AC 100-240V-50/60Hz 1.5A	2.00	0.178	0.356		210	0.29	21.81	
Monitor AC 100-240V-50/60Hz 0.7-0.3A	29.00	0.084	2.436		210	0.29	149.21	
UPS 1	9.00	0.75	6.75		210	0.29	413.44	
UPS 2	8.00	0.55	4.4		210	0.29	269.50	
Laptop AC 100-240V-50/60Hz 1.5A	6.00	0.178	1.068	56.0722	150	0.21	33.38	3,377.90
Impresora EPSON365	5.00	0.0036	0.018		60	0.08	0.09	
Impresora EPSON355	4.00	0.0045	0.018		60	0.08	0.09	
Impresora KM-2810	1.00	0.936	0.936		60	0.08	4.68	
Impresora LBP 3580	1.00	0.192	0.192		60	0.08	0.96	
Monitor 1	4.00	0.054	0.216		210	0.29	13.23	
Monitor 2	2.00	0.144	0.288		210	0.29	17.64	
Monitor 3	1.00	0.18	0.18		210	0.29	11.03	
CPU OPTIPLEX 3010	25.00	0.15	3.75		240	0.33	300.00	
UPS	65.00	0.75	48.75		210	0.29	2985.94	
Data Show EPSON	1.00	0.5	0.5		120	0.17	10.00	
Scanner HP canje	1.00	0.15	0.15		60	0.08	0.75	

Impresora RICOH	1.00	0.005	0.005		60	0.08	0.03	
Teléfonos	6.00	0.0002	0.0012		240	0.33	0.10	
Monitor 1	10.00	0.18	1.8	6.5166	180	0.25	81.00	213.63
Monitor 2	12.00	0.192	2.304		180	0.25	103.68	
Impresora EPSON FX890	2.00	0.132	0.264		60	0.08	1.32	
Impresora KOSERA	1.00	0.936	0.936		60	0.08	4.68	
Impresora CANON	1.00	0.912	0.912		60	0.08	4.56	
Teléfonos	3.00	0.0002	0.0006		150	0.21	0.02	
CPU OPTIPLEX 3010	2.00	0.15	0.3		210	0.29	18.38	
Monitor AOC	6.00	0.18	1.08	16.4682	210	0.29	66.15	877.50
BENQ W2245	12.00	0.36	4.32		210	0.29	264.60	
BENQ	15.00	0.192	2.88		210	0.29	176.40	
CPU OPTIPLEX 755	5.00	0.178	0.89		210	0.29	54.51	
Impresora EPSON TM-T20	2.00	0.178	0.356		60	0.08	1.78	
Teléfonos MOTOROLA	4.00	0.048	0.192		150	0.21	6.00	
Teléfono PHILLIPS	1.00	0.048	0.048		150	0.21	1.50	
UPS	5.00	0.75	3.75		210	0.29	229.69	
Monitor LG	4.00	0.216	0.864		210	0.29	52.92	
Monitor HANNS G.	2.00	0.12	0.24		210	0.29	14.70	
Impresora KM2810	1.00	0.936	0.936		60	0.08	4.68	
Impresora LBP3580	1.00	0.912	0.912		60	0.08	4.56	
Teléfono NORTEL	1.00	0.0002	0.0002		150	0.21	0.01	
			95.669	95.669			5,486.51	5,486.51

Fuente: Elaboración propia de recorrido efectuado.

Tabla A 7 Continuación de distribución de oficinas

Descripción	Cantidad	Potencia (kW)	Potencia Total Instalada (kW)		Horas de uso	Factor de carga	Consumo de Energía total (kWh)	
Ventilador	2	0.060	0.120	0.185	270	0.38	12	19
Ventilador	1	0.065	0.065		270	0.38	7	
Cámara de frescos	1	0.136	0.136	0.376	270	0.38	14	38.07
Enfriadores de agua	3	0.080	0.240		270	0.38	24	
impresora multifuncional	1	1.000	1.000	1.000	15	0.02	0	0.3125
percoladora	1	0.145	0.145	1.045	120	0.17	3	4.025
microonda	1	0.900	0.900		30	0.04	1	
sumadora canon 1	1	0.015	0.015	0.084	150	0.21	0	5.145
sumadora canon 2	1	0.015	0.015		150	0.21	0	
	1	0.018	0.018		150	0.21	1	
	1	0.018	0.018		270	0.38	2	
	1	0.018	0.018		270	0.38	2	
mini ferri	1	0.065	0.065	0.065	270	0.38	7	6.58125
cafetera	1	0.900	0.900	0.9	90	0.13	10	10.125
extractor de calor	1	0.060	0.060	0.06	360	0.50	11	10.8
Televisor	1	0.060	0.060	0.12	270	0.38	6	12.15
Televisor	1	0.060	0.060		270	0.38	6	
microonda	1	1.50000	1.500	1.5	30	0.04	2	1.875
	1	0.563	0.563	0.5625	45	0.06	2	1.58203125
esmeril	1	0.375	0.375	0.375	1	0.00	0.001	0.000520833
cargadores de celular	55	0.02	0.990	0.99	90	0.13	11	11.1375
refrigeradora	1	0.15	0.150	0.15	270	0.38	15	15.1875
			7.413	7.413			135.72	135.72
TOTAL DE CONSUMO EQUIPO DE OFICINA								5,622.24

Fuente: Elaboración propia de recorrido efectuado.

Tabla A 8 Distribución de sistema de iluminación

Levantamiento De Sistema Iluminación							
Sótano							
	Unidad	Cantidad	potencia	potencia Instalada (Watt)	Horas de Uso	Factor de Carga	Consumo (kWh)
Foco ahorrativo de 20W	w	15	20	300.00	8.00	0.8	1.92
Lámpara de 2 x 64 w	w	127	128	16,256.00	12.00	0.75	146.30
Lámpara de 2 x 78 w	w	13	156	2,028.00	18.00	0.9	32.85
				18,584.00			5,432.33
Primer Nivel							
	Unidad	Cantidad	potencia	potencia Instalada (Watt)	Horas de Uso	Factor de Carga	Consumo (kWh)
Foco ahorrativo de 20W	w	40	20	800.00	8.00	0.8	5.12
Lámpara de 2 x 64 w	w	120	128	15,360.00	12.00	0.75	138.24
Lámpara de 2 x 78 w	w	18	156	2,808.00	18.00	0.9	45.49
				18,968.00			5,665.49
Segundo Nivel							
	Unidad	Cantidad	potencia	potencia Instalada (Watt)	Horas de Uso	Factor de Carga	Consumo (kWh)
Foco ahorrativo de 20W	w	25	20	500.00	8.00	0.8	3.20
Lámpara de 2 x 64 w	w	330	128	42,240.00	12.00	0.75	380.16
Lámpara de 2 x 78 w	w	65	156	10,140.00	18.00	0.9	164.27
				52,880.00			16,428.84
Tercer Nivel a Sexto Nivel							
	Unidad	Cantidad	potencia	potencia Instalada (Watt)	Horas de Uso	Factor de Carga	Consumo (kWh)
Foco ahorrativo de 20W	w	60	20	1,200.00	8.00	0.8	7.68
Lámpara de 2 x 64 w	w	728	128	93,184.00	12.00	0.75	838.66
Lámpara de 2 x 78 w	w	360	156	56,160.00	18.00	0.9	909.79

				150,544.00			52,683.84
			Iluminación Exterior				
	Unidad	Cantidad	potencia	potencia Instalada (Watt)	Horas de Uso	Factor de Carga	Consumo (kWh)
Lámparas Incandescente de 100W	W	120	100	12,000.00	12	1	144.00
TOTAL DE CONSUMO =							4,320.00

Fuente: Elaboración propia de recorrido efectuado.

Informacion de Panel	
Model	CNCB250W
STANDARD TEST CONDITIONS	1000 W/M2, AM 1.5,25 +/- 2 C
MAX POWER (W)	300
SIZE (M2)	1.6368
TEMPERATURA RANGE	NEGATIVO 45 C to POSITIVO 85 C
RENDIMIENTO	40%
FRAME MATERIALS	ALUMINUM
OUTPUT TOLERANCE	3%

Datos	
Horas de Radiacion Diaria(RETScreens):	5.1
Consumo Mensual (kWh):	24612.60
Consumo Diario (kWh):	820.42

Consumo Historico	164,084.00
Sustitucion de 15%	24,612.60

1.00	Calculos de perdidas		
	Perdidas por temperatura :	92%	
	Perdidas por por Inversor:	93%	
	Perdidas Varias :	90%	
	Horas de Radiacion Efectiva:	3.93	209000
			12534413.8
			60
2.00	Potencia total esperada (kW):	208.907	208906.8966
3.00	Diseño		
			Area
3.1	# de Paneles :	696.356322 ≈	696.00 1336.32

Figura A 8 Cálculos para sistema solar, 2017



The Wise Energy S.A.

PROYECTO: Eficiencia Energetica Hospital Escuela Universitario (HEU)
 ASUNTO: Presupuesto Preliminar de Instalacion
 FECHA: Febrero 17, del 2017
 PERIODO: Diembre 2016 @ Febrero 2017

APROBO: Lic. Fredal Merlo
 REVISO: Ing. Ramon Lopez
 PREPARO: Ing. Kelvin Acosta

N°	Observacion	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOUNITARIO	TOTAL (\$)
1.00		Instalaciones Electromecanicas				
1.01		Arreglo Fotovoltaico, (Instalacion y Suministro)	kWh	208.00	\$ 1,550	\$ 322,400
1.02		Instalacion y Suministro de filtros para filtrado de Armonicos, Compensacion de Reactiva y Equilibrio de Fases.	unidad.	8.00	\$ 1,121	\$ 8,971
1.03		Sustitucion de 15 % de Sistema de Iluminacion a tecnologia LED con tuberia T8 de 15 watt.	unidad	1050.00	\$ 56	\$ 59,063
					Sub - Total	\$ 390,433
2.00		Imprevistos				
2.01		Imprevisto del 5%	gbl	1.00	\$ 19,521.67	\$ 19,522
					Sub - Total	\$ 19,522
					TOTAL	\$ 409,955