



1859

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

AREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES



INGENIERIA

ELECTROMECAÁNICA

TÍTULO:

**AUDITORÍA ENERGÉTICA EN EL HOSPITAL
JULIUS DOEPFNER DE LA CIUDAD DE
ZAMORA**

Tesis de grado previa la obtención
del título de Ingeniero
Electromecánico

AUTOR:

Cristhian Wilfrido Aguilar Romero

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Juan Pablo Cabrera Samaniego

LOJA – ECUADOR

1859
2012



CERTIFICACIÓN

Ing. JUAN PABLO CABRERA SAMANIEGO, Director de la Tesis, cuyo tema versa en **“AUDITORÍA ENERGÉTICA EN EL HOSPITAL JULIUS DOEPFNER DE LA CIUDAD DE ZAMORA”** de la carrera de *Ingeniería Electromecánica* de la *Universidad Nacional de Loja*, a petición de la parte interesada;

CERTIFICA:

Que el presente *Proyecto de Investigación* fue elaborado bajo mi dirección, y una vez que ha sido culminado, autorizo la presentación del mismo para los fines legales pertinentes.

Loja, 5 de marzo del 2012

.....

Ing. Juan Pablo Cabrera Samaniego



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Las ideas, hechos, principios, conceptos y resultados vertidos en el presente proyecto de tesis, son de exclusivo responsabilidad del autor que firman a continuación, quien a su vez, autoriza al Área de la Energía, las Industrias y Recursos Naturales no Renovables; hacer uso del presente documento en lo conveniente.

.....

Cristhian Wilfrido Aguilar Romero

Egdo. Ingeniería Electromecánica



AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más sinceros agradecimiento *Universidad Nacional de Loja*, al *Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables*, y a todas las personas que gracias a su apoyo hicieron posible la elaboración del presente trabajo y culminación de mi carrera en Ingeniería Electromecánica. De manera especial:

- A mis padres y a mis hermanos que siempre estuvieron brindándome su apoyo incondicional y me impulsaron a la culminación de este proyecto de tesis.
- Al **Ing. Juan Pablo Cabrera**, director de tesis, gestor y colaborador en la realización del presente proyecto.



DEDICATORIA

A DIOS sobre todas las cosas.

A mis padres y a mis hermanos por su gran esfuerzo y apoyo incondicional, los mismos que han sido la razón más importante para lograr este éxito y culminar mi carrera en Ingeniería Electromecánica.

EL AUTOR.



ÍNDICE GENERAL

1. RESUMEN -----	1
2. INTRODUCCIÓN -----	2
3. REVISIÓN DE LITERATURA -----	3
3.1. Generalidades del hospital Julius Doepfner -----	3
3.2. Eficiencia energética -----	4
3.2.1. Gestión de la eficiencia energética-----	4
3.3. Auditorías energéticas -----	5
3.3.1. Objetivos de una auditoría energética-----	5
3.3.2. Medios Materiales que se utilizan en las auditorías energéticas-----	6
3.3.2.1. Medios para instalaciones eléctricas-----	6
3.3.2.2. Medios para instalaciones de combustión-----	6
3.3.2.3. Otros instrumentos y medios-----	6
3.3.3. Metodología práctica para una Auditoría-----	6
3.3.4. Recolección de Información de consumo-----	8
3.3.5. Unidad de producción-----	8
3.3.6. Índice energético (IE)-----	9
3.4. Calidad de energía eléctrica -----	10
3.4.1. Importancia de la calidad de energía eléctrica-----	10
3.4.2. Problemas que afectan la calidad de energía eléctrica-----	11
3.4.3. Regulación de la calidad de energía eléctrica en el Ecuador-----	11
3.4.4. Registrador de calidad de energía Fluke 1744-1743-----	12
3.4.4.1. Parámetros y funciones de registro del analizador-----	12
3.4.4.2. Configuración de la red eléctrica para conexión del equipo FLUKE-----	13
3.4.4.3. Evaluación de los datos registrado a través del software PQ log-----	13
3.5. Coeficientes de carga de los Transformadores -----	14
3.5.1. Factor de Carga (FC)-----	14
3.5.2. Factor de Utilización (Fu)-----	14
3.5.3. Factor de cargabilidad media (FLA)-----	15
3.6. Pérdidas en Transformadores -----	15
3.6.1. Evaluación de las pérdidas de los transformadores-----	15
3.6.2. Tipos de Pérdidas en los Transformadores-----	15
3.6.2.1. Pérdidas sin carga o en el Hierro-----	15
3.6.2.2. Pérdidas con carga o en el Cobre-----	15
3.6.2.3. Gastos anuales por las pérdidas-----	16
3.7. Herramientas para evaluar el uso de la energía -----	16
3.7.1. Inventario de la carga eléctrica-----	17
3.8. Identificación de las oportunidades de gestión de la energía -----	17



4. MATERIALES Y MÉTODOS	19
4.1. Materiales	19
4.2. Métodos	20
4.2.1. Método Analítico	20
4.2.2. Método Sintético	20
4.2.3. Método Experimental	20
4.2.4. Método Inductivo	20
4.2.5. Método deductivo	20
5. RESULTADOS	23
5.1. Gasto por consumos globales de los diferentes portadores energéticos en el 2010	23
5.2. Particularidades de los diferentes portadores que se utilizan en el hospital	24
5.2.1. Electricidad	24
5.2.2. Gas licuado de petróleo	24
5.2.3. Diesel	25
5.2.4. Consumo de agua	25
5.3. Análisis energético de los portadores	25
5.4. Unidad de producción por servicios prestados	27
5.5. Índice Energético	28
5.6. Análisis del consumo de energía eléctrica	29
5.7. Comportamiento de consumo entre energía eléctrica y consultas realizadas	30
5.8. Correlación existente entre el consumo de energía eléctrica y las consultas atendidas	31
5.9. Descripción de las instalaciones de suministro eléctrico	32
5.9.1. Antecedentes	32
5.9.2. Descripción de la alimentación del sistema eléctrico	32
5.9.3. Sistema de generación de emergencia	36
5.9.3.1. Generador auxiliar de emergencia	36
5.9.3.2. Tableros generales de distribución	37
5.9.3.3. Tablero de transferencia automática	38
5.10. Datos de los Transformadores existentes	39
5.11. Análisis de la calidad de energía mediante la interpretación las mediciones obtenidas en el Transformador de 300 KVA	40
5.11.1. Nivel de tensión	40
5.11.2. Perturbaciones	41
5.11.2.1. Parpadeo (Filcker Pst)	41
5.11.2.1.1. Armónicos de voltaje THDV	42



5.11.3.	<i>Factor de potencia</i>	45
5.12.	<i>Análisis de potencias en el transformador de 300 KVA</i>	46
5.12.1.	<i>Régimen diario de utilización de potencia activa</i>	47
5.13.	<i>Cálculo de los coeficientes de carga del transformador de 300 KVA</i>	48
5.13.1.	<i>Cálculo del factor de carga (FC)</i>	48
5.13.2.	<i>Cálculo del factor de utilización (Fu)</i>	49
5.13.3.	<i>Cálculo del factor de cargabilidad media (FLA)</i>	49
5.14.	<i>Calculo de las pérdidas de energía en el transformador de 300 KVA</i>	49
5.14.1.	<i>Pérdidas durante los días laborables (300 KVA)</i>	50
5.14.2.	<i>Pérdidas durante los fines de semana (300 KVA)</i>	51
5.14.3.	<i>Pérdidas totales en el transformador (300 KVA)</i>	52
5.15.	<i>Desbalance de carga (300 KVA)</i>	52
5.16.	<i>Análisis de la calidad de energía mediante la interpretación las mediciones obtenidas en el Transformador de 75 KVA</i>	53
5.16.1.	<i>Nivel de tensión</i>	53
5.16.2.	<i>Parpadeo (Flicker Pst)</i>	54
5.16.3.	<i>Armónicos de voltaje THDV</i>	54
5.17.	<i>Cálculo de los coeficientes de carga del transformador de 75 KVA</i>	57
5.17.1.	<i>Cálculo del factor de carga (FC)</i>	57
5.17.2.	<i>Cálculo del factor de utilización (Fu)</i>	57
5.17.3.	<i>Cálculo del factor de cargabilidad media (FLA)</i>	58
5.18.	<i>Calculo de las pérdidas de energía en el transformador de 75 KVA</i>	58
5.19.	<i>Oportunidades de ahorro detectadas</i>	60
5.19.1.	<i>Inventario de carga del hospital Julius Doepfner</i>	60
5.19.2.	<i>Oportunidad de ahorro en el sistema de iluminación</i>	61
5.19.2.1.	<i>Análisis del sistema de iluminación</i>	62
5.19.2.1.1.	<i>Levantamiento de la carga del sistema de iluminación</i>	62
5.19.3.	<i>Oportunidades de ahorro en el área de lavandería</i>	64
5.19.3.1.	<i>Descripción de las lavadoras y secadoras donde se ha detectado las oportunidades de ahorro.</i>	64
5.19.4.	<i>Oportunidad de ahorro en el cambio de transformador principal</i>	66
5.20.	<i>Elaboración del plan de mejoras</i>	68
5.20.1.	<i>Propuesta de ahorro en el sistema de iluminación</i>	68
	<i>Luminarias L36w/840</i>	68
5.20.1.1.	<i>Energía eléctrica consumida por las lámparas existentes</i>	69
5.20.1.2.	<i>Energía eléctrica consumida por las Lámparas a reemplazar</i>	70
5.20.1.3.	<i>Ahorro de energía con la con la propuesta planteada en iluminación</i>	70
5.20.1.4.	<i>Implementación de la propuesta de ahorro con la marca OSRAM</i>	70



5.20.1.4.1. Tiempo de retorno de la inversión en iluminación con la marca OSRAM-----	70
5.20.1.5. Implementación de la propuesta de ahorro con la marca SYLVANIA-- -----	71
5.20.1.5.1. Tiempo de retorno de la inversión en iluminación con la marca SYLVANIA- -----	71
5.20.1.6. Oportunidad de ahorro basado en el cambio de comportamiento de los usuarios-----	71
5.20.2. Propuesta de ahorro en el área de lavandería-----	74
5.20.2.1. Propuesta de ahorro aplicada a las secadoras -----	74
5.20.2.1.1. Datos del funcionamiento de las secadoras-----	74
5.20.2.1.2. Energía eléctrica consumida por la secadora UNIMAC-----	74
5.20.2.1.3. Energía que consumiría la secadora Wascomat si remplazara a la Unimac-----	75
5.20.2.1.4. Diferencia de consumo de energía eléctrica-----	75
5.20.2.1.5. Costo mensual por consumo de energía eléctrica de la secadora Unimac-----	75
5.20.2.1.6. Costo de la energía eléctrica si se utilizara únicamente la secadora Wascomat-- -----	76
5.20.2.1.7. Costo del funcionamiento a Glp si se utilizara únicamente la secadora Wascomat -----	76
5.20.2.1.8. Costo total por funcionamiento de la secadora Wascomat -----	77
5.20.2.1.9. Ahorro total que se puede conseguir en las secadoras-----	77
5.20.2.2. Propuesta de ahorro aplicado a las lavadoras-----	77
5.20.2.2.1. Energía eléctrica consumida por la lavadora Girbau-----	77
5.20.2.2.2. Energía total consumida por la lavadora Girbau-----	78
5.20.2.2.3. Sistema a Glp que se propone implementar-----	78
5.20.2.2.4. Energía contenida en un cilindro de gas -----	79
5.20.2.2.5. Ahorro que se obtendría al remplazar el sistema eléctrico de la calefacción de la lavadora. -----	80
5.20.2.2.6. Cantidad promedio de cilindros que se consumirían mensualmente en la lavadora. -----	80
5.20.2.2.7. Costo de la implementación para el calentamiento de agua con Glp----- -----	80
5.20.2.2.8. Tiempo de retorno de la inversión en la lavadora -----	81
5.20.3. Propuesta aplicada al remplazo del transformador de 300KVA-----	81
5.20.3.1. Dimensionamiento del nuevo Transformador -----	81
5.20.3.1.1. Ahorro que se obtendría con el remplazo del transformador -----	82
5.20.3.1.2. Tiempo de retorno de la inversión del transformador-----	83
5.20.4. Ahorro total que se propone alcanzar con el plan de mejoras -----	83
5.20.4.1. Ahorro de energía eléctrica-----	83
5.20.4.2. Ahorro económico-----	84
5.20.5. Inversiones a realizar propuestas en el plan de mejoras-----	84



5.20.5.1.	<i>Inversión propuesta en el sistema de iluminación</i>	84
5.20.5.2.	<i>Inversión para la adquisición de un calefón</i>	84
5.20.5.3.	<i>Inversión para la adquisición de un transformador</i>	85
5.20.5.4.	<i>Tiempo promedio de recuperación de la inversión total</i>	85
6.	<i>VALORACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA Y AMBIENTAL</i>	86
6.1.	<i>Valoración Técnico Económica</i>	86
6.2.	<i>Valoración Ambiental</i>	87
7.	<i>DISCUSIÓN</i>	88
8.	<i>CONCLUSIONES</i>	91
9.	<i>RECOMENDACIONES</i>	94
10.	<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	96
11.	<i>ANEXOS</i>	99

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<i>Figura 1. Exterior de hospital Julius Doepfner</i> -----	3
<i>Figura 2. Analizador de redes FLUKE 1744</i> -----	12
<i>Figura 3. Software PQlog para evaluar las mediciones de calidad de energía</i> -----	14
<i>Figura 4. Gastos de portadores energéticos</i> -----	24
<i>Figura 5. Gráfico de Pareto de los consumos energéticos del hospital</i> -----	26
<i>Figura 6. Curva del índice energético durante el año 2010</i> -----	28
<i>Figura 7. Consumo de energía eléctrica año 2007</i> -----	29
<i>Figura 8. Consumo de energía eléctrica año 2008</i> -----	29
<i>Figura 9. Consumo de energía eléctrica año 2009</i> -----	29
<i>Figura 10. Gráfico de consumo y control de energía eléctrica año 2010</i> -----	30
<i>Figura 11. Consumo de energía eléctrica Vs Consultas realizadas</i> -----	30
<i>Figura 12. Gráfico de correlación entre el consumo eléctrico y consultas</i> -----	31
<i>Figura 13. Transformador de 300 KVA existente en el hospital</i> -----	33
<i>Figura 14. Barras de distribución de fluido eléctrico</i> -----	34
<i>Figura 15. Cabina de transformación existente en el hospital</i> -----	34
<i>Figura 16. Transformador Padmounted de 75 KVA</i> -----	35
<i>Figura 17. Transformador de 75 KVA ubicado en el poste</i> -----	36
<i>Figura 18. Generador Auxiliar de 125 KVA</i> -----	37
<i>Figura 19. Tableros generales de distribución de energía eléctrica</i> -----	37
<i>Figura 20. Tablero de transferencia automática</i> -----	38
<i>Figura 21. Potencia activa y reactiva total del transformador de 300 KVA</i> -----	46
<i>Figura 22. Potencia aparente total del transformador de 300 KVA</i> -----	47
<i>Figura 23. Demanda de potencia activa en 12 horas (300 KVA)</i> -----	47
<i>Figura 24. Demanda pico por categorías obtenida del inventario de carga</i> -----	61
<i>Figura 25. Consumo de energía en porcentaje obtenido del inventario de carga</i> -----	61
<i>Figura 26. Carga instalada en porcentaje distribuida en las principales áreas del hospital</i> -----	61
<i>Figura 27. Distribución porcentual de las lámparas</i> -----	63
<i>Figura 28. Distribución porcentual de la potencia de iluminación</i> -----	63
<i>Figura 29. Porcentaje de energía consumida por cada tipo de luminaria</i> -----	64

**ÍNDICE DE TABLAS**

<i>Tabla 1. Establecimiento de índice energético</i>	9
<i>Tabla 2. Gastos de portadores energéticos</i>	23
<i>Tabla 3. Energía consumida en el hospital durante el año 2010</i>	26
<i>Tabla 4. Consultas realizadas durante el año 2010</i>	27
<i>Tabla 5. Cálculo del índice energético</i>	28
<i>Tabla 6. Datos de los transformadores que actualmente están funcionando</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Tabla 7. Fechas de medición con el analizador Fluke 1744</i>	39
<i>Tabla 8. Límites de la regulación N° 004/01 CONELEC</i>	40
<i>Tabla 9. Valores de los niveles de Tensión</i>	41
<i>Tabla 10. Valores de los niveles de Flicker (300 KVA)</i>	42
<i>Tabla 11. Resultados de la distorsión armónica de voltaje de la fase A (300 KVA)</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Tabla 12. Resultados de la distorsión armónica de voltaje de la fase B (300 KVA)</i>	43
<i>Tabla 13. Resultados de la distorsión armónica de voltaje de la fase C (300 KVA)</i>	44
<i>Tabla 14. Valores de los niveles del factor de potencia</i>	46
<i>Tabla 15. Valores máximos y mínimos de potencia obtenidos del centro de carga (300 KVA)</i>	48
<i>Tabla 16. Valores para el cálculo de las pérdidas en días laborables en el Transformador de 300 KVA</i>	50
<i>Tabla 17. Valores para el cálculo de las pérdidas en fines de semana en el Transformador de 300 KVA</i>	51
<i>Tabla 18. Corrientes por fase (300 KVA)</i>	52
<i>Tabla 19. Valores de los niveles de Tensión del transformador de 75 KVA</i>	53
<i>Tabla 20. Valores de los niveles de Flicker (75 KVA)</i>	54
<i>Tabla 21. Resultados de la distorsión armónica de voltaje de la fase A (75 KVA)</i>	54
<i>Tabla 22. Resultados de la distorsión armónica de voltaje de la fase B (75 KVA)</i>	55
<i>Tabla 23. Valores máximos y mínimos obtenidos del centro de carga (75 KVA)</i>	57
<i>Tabla 24. Valores para el cálculo de las pérdidas en el Transformador de 75 KVA</i>	58
<i>Tabla 25. Inventario de la carga instalada</i>	60
<i>Tabla 26. Levantamiento del sistema de iluminación</i>	62
<i>Tabla 27. Ejemplo de ahorro de energía por concienciación de los usuarios del hospital</i>	73
<i>Tabla 28. Gastos realizados en el proyecto de tesis</i>	86
<i>Tabla 29. Gastos en personal y equipo para mediciones</i>	86



SIMBOLOGÍA

IE:	índice energético.
KJ:	Kilo-joule.
UP:	Unidad de producción.
Kg:	Kilogramo.
w:	Vatio.
KW:	Kilovatio.
kwh:	Kilovatio-hora.
Kvar:	kilovoltio-amperio reactivo.
Kva:	kilovoltio amperio.
FP:	Factor de potencia.
Pst:	Efecto flicker de corta duración.
Plt:	Efecto flicker de larga duración.
THD:	Distorsión armónica total.
THDV:	Distorsión armónica total de voltaje.
THDI:	Distorsión armónica total de corriente.
Fc:	Factor de carga del transformador.
Fu:	Factor de utilización del transformador.
FLA:	Factor de cargabilidad media del transformador.
Ep:	Energía perdida en el transformador en un año.
Ph:	Perdidas en el hierro a tensión nominal en el transformador.
H:	Número de horas al día que está conectado el transformador.
Pcu:	Perdidas en el hierro a tensión nominal en el transformador.
h:	Horas.
d:	Número de días.
A:	Amperio.
V:	Voltio.
m ³ :	Metro cubico.



MJ:	Mega-joule.
Glp:	Gas licuado de petróleo.
KV:	Kilovoltio.
Vcc:	Voltaje en corriente continua.
RPM:	Revoluciones por minuto.
HP:	Horse power (Caballos fuerza).
PLC:	Control lógico programable.
Δ :	Conexión del bobinado primario del transformador en triángulo.
Y:	Conexión del bobinado secundario del transformador en estrella.
Dmax:	Demanda máxima.
Dmed:	Demanda media.
Dmin:	Demanda mínima.
S:	Potencia aparente
P:	Potencia activa.
Q:	Potencia reactiva.
I:	Intensidad de corriente eléctrica.
IP:	Coefficiente de protección del polvo y la humedad.
Lbs:	Libras.
Min:	Minutos.
Lm:	Lúmenes.
mg:	Mercurio en las lámparas.
mm:	Milímetros.
°C:	Grados centígrados.
T:	Tiempo de retorno de la inversión.
Kcal:	Kilo-calorías.
\$:	Dinero (Dólares).
TCO2:	Toneladas de dióxido de carbono.
CONELC:	Consejo Nacional de Electricidad.



1. RESUMEN

Los portadores energéticos en un hospital deben ser utilizados al igual que en las industrias de forma adecuada, optimizando su forma de uso y buscando siempre la manera de reducir su consumo para así evitar altos pagos en las planillas mensuales.

Este proyecto de tesis tiene como finalidad determinar los índices de consumo de los portadores energéticos, para conocer cuál de ellos es el principal portador que se consume en el hospital Julius Doepfner de la ciudad de Zamora, y elaborar un plan de mejoras que permita disminuir su consumo y mejorar su forma de utilización basada en la eficiencia energética, evaluando también la calidad de energía eléctrica para asegurar el normal desempeño de las actividades que aquí se realizan y mejorar la atención a las personas.

El presente trabajo de tesis define las oportunidades de ahorro evaluando también la calidad de energía eléctrica, para cumplir con la regulación del CONELEC N° 004/01 y además se plantean algunas alternativas de solución a los problemas energéticos existentes.

SUMMARY

The energy carriers in a hospital should be used the like an industry in the right way. This allows to make the best way of usage and always finding the right way to reduce the usage and high costs in the monthly bills.

This project of thesis has as a final result to determent the concepts of energy carriers, to determent which of them is the principal carrier that consumes in the Hospital Julius Doepfner of Zamora city, and to create a plan of better usage that will allow the reduce of costs and for a better usage based in the efficiency of energy which also involves the quality of electric energy to ensure a normal and right way of the activities done in this place and to improve the attention to the people.

This present work of thesis defines the opportunities to save up by also considering the quality of electric energy which allows us to follow the regulation of CONELEC No 004/01 and also there are some ideas of solutions to the problems existing energy.



2. INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen algunas formas de lograr un adecuado aprovechamiento de los recursos energéticos, una de esas formas es el ahorro y adecuada utilización de los mismos, logrando optimizar el consumo de los diferentes portadores energéticos utilizados para la producción de bienes y servicios. La adecuada utilización de los portadores dentro de una institución en el sector de la salud se refiere a tener el menor gasto por consumo, sin dejar de brindar las atenciones y comodidades que los pacientes y el personal que laboran necesitan.

Debido a la antigüedad de las instalaciones existentes en el hospital Julius Doepfner se ha planteado realizar una auditoria energética en la que se pueda conocer si existe un consumo de energía innecesario, incluyendo también en esta un estudio superficial de lo que es la calidad de energía dentro del hospital, utilizando como referencia las normas emitidas por el CONELEC en la regulación N° 004/01.

El presente trabajo de tesis de grado comprende un estudio en el cual el objetivo principal es buscar las oportunidades de ahorro exigentes y plantear alternativas de solución a los problemas que se puedan tener, incluyendo los problemas de calidad de energía que estén causando un consumo energético innecesario o exista algún tipo de penalización económica por encontrarse estos parámetros fuera de los niveles permitidos.

Este hospital es una institución pública que ha venido incrementando en los últimos años la atención a las personas, por lo que también ha aumentado el consumo energético para satisfacer las necesidades existentes, por esta razón se necesita conocer los índices de consumo de los portadores energéticos utilizados en el hospital, para determinar cuáles son los portadores sobre los cuales se debe profundizar el estudio buscando identificar las oportunidades de ahorro existentes, para disminuir la cantidad de energía consumida y obtener también un ahorro económico, planteando alternativas de solución a través de un plan de mejoras.

Para la elaboración del plan de mejoras primeramente se partirá de las oportunidades de ahorro que se puedan ser identificadas, y se hará constar en este plan la energía consumida, los ahorros que se puedan lograr energéticos y económicos, las inversiones que se tendrían que realizar y el tiempo de retorno de la inversión.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Generalidades del hospital Julius Doepfner

El hospital Julius Doepfner ubicado en la ciudad de Zamora, cantón de la provincia de Zamora Chinchipe, inicio su construcción en el año de 1963 bajo la dirección y responsabilidad de la Misión Franciscana de Zamora. Está ubicado en las calles Sevilla de Oro entre Francisco de Orellana y Pío Jaramillo Alvarado, esta unidad médica cuenta con diversos servicios teniendo como misión la atención integral y oportuna a los pacientes, sus actividades específicas de atención medica se inician el 10 de Noviembre de 1967 bajo la administración directa de Monseñor Jorge Mosquera periodo que culmina el 30 de mayo de 1969, en esta fecha se crea en esta provincia la Subdirección de Asistencia Social.

El 20 de Abril de 1972 se fusionan las Juntas y sub. Juntas de Asistencia Social con las Jefaturas de salud bajo las denominaciones de Direcciones Provinciales de Salud, fecha desde la cual el hospital se integra a la administración directa del estado.

Actualmente este hospital ha logrado la categoría de hospital provincial principalmente porque se encuentra ubicado en la cabecera provincial, el hospital cuenta con servicios como laboratorio, rayos X, servicio de medicina transfusional, odontología, banco de vacunas y próximamente mamografías y tomografías. En la figura 1 se puede observar el exterior del hospital desde la calle Sevilla de Oro.



Figura 1. Exterior de hospital Julius Doepfner



3.2.Eficiencia energética

La eficiencia energética se la entiende como la eficiencia en la producción de bienes y servicios a través de la distribución y uso de la energía necesaria, y es parte fundamental del conjunto de problemas que afectan la competitividad de las empresas o instituciones. El referirse a eficiencia energética implica referirse a lograr un nivel de producciones y servicios, con los requisitos establecidos por el cliente, con el menor gasto energético posible y la menor contaminación ambiental por este concepto.

El ahorro de energía, si bien no representa una fuente de energía en sí, se acostumbra a considerarla como tal, ya que ofrece la posibilidad de satisfacer más servicios energéticos, lo que es equivalente a disponer de más energía. El incremento de la eficiencia energética tiene un beneficio ambiental inmediato y directo, ya que implica una reducción en el uso de recursos naturales y en la emisión de contaminantes; sin lugar a dudas la energía más limpia es la energía ahorrada.

El dilema energético derivado de un consumo de energía cada vez mayor y un aumento significativo de los costos de ésta, hacen necesario que las industrias, edificios e instalaciones en general intenten ser cada vez más eficientes, disminuyendo así sus necesidades energéticas y por ende sus costos operativos.¹

3.2.1. Gestión de la eficiencia energética

Es un conjunto de acciones técnico-organizativas para administrar eficientemente la energía, que aplicadas de forma continua con la filosofía de la gestión total de la calidad, permiten establecer nuevos hábitos de dirección, control y evaluación del uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de conservación de la energía y de reducción de sus costos.

La gestión energética va encaminada a lograr un uso más racional de la energía, que permita reducir el consumo de la misma sin perjuicio del confort, productividad, calidad de los servicios y de un modo general, sin disminuir el nivel de vida. Puede considerarse como el mejor de los caminos para conseguir los objetivos de conservación de energía, tanto desde el punto de vista de la propia empresa como a nivel nacional.¹

¹ BORROTO, Aníbal; SANCHEZ, Santiago. 2008. Manual de Eficiencia Energética en Edificios Públicos.



3.3. Auditorías energéticas

Las auditorías energéticas pueden definirse como estudios integrales mediante los cuales se analiza la situación energética en el edificio, y las instalaciones que lo constituyen, comparando cambios, acciones y modificaciones con el objeto de obtener un conjunto armónico y óptimo de soluciones que conduzcan a un gasto energético menor, con una mejora de los servicios prestados, una mayor durabilidad de los equipos y un aumento en la sensación de confort del trabajador usuario de las instalaciones.

La realización de una auditoría energética precisa de una serie de pautas y acciones previamente definidas, que aseguren el correcto desarrollo y ejecución de la misma para que posteriormente el equipo auditor sea capaz de realizar sus funciones exitosamente.

La auditoría energética es un proceso sistemático mediante el que:

1. Se obtiene un conocimiento suficientemente fiable del consumo energético de la empresa.
2. Se detectan los factores que afectan al consumo de energía.
3. Se identifican, evalúan y ordenan las distintas oportunidades de ahorro de energía, en función de su rentabilidad.²

3.3.1. Objetivos de una auditoría energética

Los objetivos de una auditoría energética son:

- Evaluar cuantitativamente y cualitativamente el consumo de energía.
- Determinar la eficiencia energética, pérdidas y despilfarros de energía en equipos y procesos.
- Identificar potenciales de ahorro energético y económico.
- Establecer indicadores energéticos de control y estrategias de operación y mantenimiento.
- Definir posibles medidas y proyectos para ahorrar energía y reducir costos energéticos, evaluados técnica y económicamente.²

² Auditoría Energética, [http://www.corpoema.com/CDenergia/E_01_audito.PDF]



3.3.2. Medios Materiales que se utilizan en las auditorías energéticas

Los medios materiales que se indican a continuación son imprescindibles para realizar la auditoría, pero también pueden complementarse con otros elementos más sofisticados para facilitar el trabajo del auditor.

3.3.2.1. Medios para instalaciones eléctricas

Un analizador de redes con sus pinzas amperimétricas y voltimétricas. Para medidas puntuales pueden utilizarse tester o multímetros.

3.3.2.2. Medios para instalaciones de combustión

Un analizador de gases de combustión, que incluya sonda para toma de muestras, opacímetro, termómetro para gases y ambiente.

3.3.2.3. Otros instrumentos y medios

La sonda de medida de tiro y sondas (tubos de Pitot, Annubar, Isocinéticas) para medidas de velocidad, son facultativas. Estas sondas permiten determinar los caudales volumétricos de los gases a partir de la medida del perfil de velocidades en los conductos, medir diferencias de presión, presiones estáticas y dinámicas y tomas de muestras representativas que no alteran la composición de los gases, en particular si arrastran partículas.

Otros equipos facilitan la labor del auditor, aunque no son imprescindibles: luxómetros, sondas de temperatura ambiente, pirómetros ópticos y termográficos, anemómetros y caudalímetros. Como medios auxiliares deben mencionarse el ordenador portátil, cronómetro, herramientas y material de seguridad.³

3.3.3. Metodología práctica para una Auditoría

La auditoría energética es una evaluación sistemática de las prácticas actuales de uso de la energía, desde el punto de compra hasta el punto de uso final. Así como una auditoría financiera examina los gastos de dinero, la auditoría energética identifica cómo la energía es consumida, es decir:

³ Auditoria Energética, [<http://www.solarizate.org/pdf/castellano/auditoria/Auditoriacastellano.pdf>]



- Cómo y dónde la energía ingresa en la instalación, en el departamento, el sistema o en el equipo.
- Dónde se lleva la energía y cómo se la utiliza.
- Si existe diferencia entre la alimentación y los usos de la energía.
- Cómo se puede utilizar con mayor eficacia o eficiencia.

Los pasos clave en una auditoría de energía son los siguientes:

1. **Realizar una encuesta de condiciones:** Evaluar el nivel general de las prácticas de operaciones, reparación y limpieza que inciden en la eficiencia energética, y también evaluar las situaciones que justifiquen la realización de una auditoría.
2. **Establecer el mandato de auditoría:** Obtener el compromiso de la gestión y definir las expectativas y los resultados que se obtendrán de la auditoría.
3. **Establecer el alcance de la auditoría:** Definir como es el consumo de energía y las oportunidades de ahorro existentes.
4. **Analizar el consumo de energía y los costos:** Reunir, organizar, resumir y analizar la facturación histórica de energía y las tarifas que se aplican a ellas.
5. **Comparar el rendimiento de la energía:** Determinar los índices de consumo de energía y comparar internamente de un período a otro y de un centro a otro similar dentro de su organización.
6. **Perfil de los patrones de uso de la energía:** Determinar el consumo de energía en un tiempo establecido, principalmente determinar el perfil de la demanda de electricidad.
7. **Inventario del uso de la energía:** Preparar una lista de todas las cargas que consumen energía en el área de auditoría y medir su consumo y características de la demanda.
8. **Identificar las oportunidades de Gestión de la Energía:** Incluir medidas operativas y tecnológicas para reducir el desperdicio de energía.
9. **Evaluar los beneficios:** Cuantificar el ahorro de la energía, junto con los beneficios que se logran energéticos y económicos.



10. Informe para la acción: Dar a conocer sobre las posibles oportunidades de ahorro encontradas y las implementaciones necesarias para lograr estos ahorros.⁴

3.3.4. Recolección de Información de consumo

Para la realización de una auditoría energética se debe recolectar la información de por lo menos el último año financiero, para conocer como se ha dado el gasto por consumo de portadores energéticos y conocer cuál es el portador que representa el mayor gasto, y sobre el cual hay que centrar el estudio de la auditoría para buscar posibles oportunidades de ahorro que permitan reducir el gasto energético.

3.3.5. Unidad de producción

La unidad de producción se denomina como la cantidad de bienes y servicios que se producen ya sea en una industria, institución pública o privada, etc. Esta unidad de producción se la obtiene de la producción por transformación de la materia prima o por servicios ofrecidos.

La unidad de producción dentro de lo que corresponde a centros de salud se la puede considerar de la siguiente manera:

- Cantidad de personas hospitalizadas o también denominado número de camas ocupadas.
- Pacientes atendidos en consulta o también consultas atendidas en las diferentes áreas del centro de salud.

Se puede considerar como las dos unidades de producción que más son tomadas en cuenta en los centros de salud y depende de la actividad que representen cada una de ellas para ser escogida como principal, conociendo que el número de camas es generalmente más apropiado para hospitales en los cuales el cuidado de pacientes internos representa la mayor parte de sus actividades, o que el número de consultas es típicamente usada para centros de salud que operan solamente durante parte del día o para los que la atención en el cuidado de pacientes internos no representa gran importancia en la actividades que se realizan.

⁴ Manual de Herramientas para una auditoría energética. Canadá.



3.3.6. Índice energético (IE)

El índice energético (IE) se define como la cantidad total de energía consumida por unidad de producto fabricado o servicio ofrecido:

$$IE = \frac{\text{Energía total consumida}}{\text{Índice de Producción}} \quad (1)$$

Los datos de IE sirven para establecer los límites de control del consumo de energía en la empresa. Cada empresa tiene un perfil de consumo diferente y diversas unidades de producción, por lo que es muy importante elegir un indicador que, efectivamente, represente la relación entre el consumo de energía y la cantidad de producto obtenido o servicio brindado. Por ejemplo, en una empresa de servicios hoteleros un IE puede ser kJ/huésped.

El IE ayuda a entender los patrones de consumo de la empresa, lo que es esencial antes de proponer cambios o medidas.

Cuando el índice energético se desvía por encima de su valor promedio, o se encuentra por arriba de los valores de referencia establecidos para el tipo de proceso, puede haber oportunidades de mejoras en la eficiencia energética, a través de la tabla 1 se puede observar una forma de ordenar los datos para la obtención del índice energético.

Algunas señales que se ven reflejadas en el IE y que indican una operación deficiente en la planta son: mal funcionamiento, innecesario o deficiente del equipo, instrumentación y controles en mal estado, materiales de desperdicio regados por la instalación, etc.⁵

Tabla 1. Establecimiento de índice energético

Nº	Periodo		Unidad de producción (UP)	Consumo de energía (KJ)	Índice energético (KG/UP)
	Inicio	Fin			
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

⁵ Guía metodológica para eficiencia energética en pequeñas empresas.



3.4. Calidad de energía eléctrica

No existe una definición propia de calidad de potencia. El término anglosajón “power quality” se equipara indistintamente a calidad de potencia, calidad de energía o calidad de suministro y engloba un conjunto de requisitos y exigencias de carácter muy subjetivo, teniendo una definición muy amplia de lo que es exactamente calidad de energía, pero se puede definir como la ausencia de interrupciones, sobretensiones, deformaciones producidas por armónicas en la red y variaciones de voltaje suministrado al usuario. Además le concierne la estabilidad de voltaje, la frecuencia y la continuidad del servicio eléctrico.

3.4.1. Importancia de la calidad de energía eléctrica

Actualmente la calidad de la energía es el resultado de una atención continua. En años recientes, ésta atención ha sido de mayor importancia debido al incremento del número de cargas sensibles en los sistemas eléctricos, las cuales, por si solas resultan ser una causa de degradación en la calidad de la energía eléctrica.

Debido a la importancia que representa la energía eléctrica en nuestra vida, la cual es usada en iluminación, en la operación de diversos equipos, video, aire acondicionado y sistemas de cómputo, así como en procesos industriales como de servicio, es importante contar con una buena calidad de energía. La energía eléctrica además se ha empleado en la fabricación de la mayoría de las cosas que utilizamos, por consiguiente los disturbios y variaciones de voltaje que se producen en la red eléctrica afectan directamente al usuario.

Por dar un ejemplo, las depresiones de voltaje por sólo cinco milisegundos son capaces de hacer que una computadora pierda su información o causar errores, es por esto que el incremento en el uso de computadoras ha marcado al problema de la calidad de la energía como uno muy serio.

Se puede afirmar que, el objetivo de la calidad de la energía es encontrar caminos efectivos para corregir los disturbios y variaciones de voltaje en el lado del usuario, y proponer soluciones para corregir las fallas que se presentan en el lado del sistema de las compañías suministradoras de energía eléctrica, para lograr con ello un suministro de energía eléctrica con calidad.



3.4.2. Problemas que afectan la calidad de energía eléctrica

Los principales problemas que afectan la calidad de energía son los siguientes: ⁶

- Variaciones de tensión
- Armónicos en la red
- Parpadeo o flicker
- Bajo factor de potencia

3.4.3. Regulación de la calidad de energía eléctrica en el Ecuador

En nuestro país el ente regulador y controlador, a través del cual el estado delega las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica es el CONELEC (Concejo Nacional de Electricidad), el cual estableció la Regulación No. CONELEC-004/01, la misma que se encuentra vigente desde el año 2001. En esta regulación se manifiesta los siguientes aspectos que se medirá en nuestro país y son:

- **Calidad del Producto:**
 - a) Nivel de voltaje
 - b) Perturbaciones de voltaje
 - c) Factor de Potencia
- **Calidad del Servicio Técnico:**
 - a) Frecuencia de Interrupciones
 - b) Duración de Interrupciones
- **Calidad del Servicio Comercial:**
 - a) Atención de Solicitudes
 - b) Atención de Reclamos
 - c) Errores en Medición y Facturación

En este estudio solo nos referiremos a lo que es la calidad del producto por lo que la calidad de servicio técnico y la calidad del servicio comercial no serán tomadas en cuenta.⁷

⁶ Calidad de Energía Eléctrica, [<http://www.si3ea.gov.co/portals/0/Gie/Docs/Calidad.pdf>]

En el anexo 1 consta la regulación completa emitida por el CONELEC en lo que se refiere a la calidad del producto.

3.4.4. Registrador de calidad de energía Fluke 1744-1743

Los registradores de calidad de potencia 1744 y 1743 de Fluke que se muestran en la figura 2 son aparatos de registro de la energía eléctrica sofisticados, sólidos y fáciles de usar, diseñados para el electricista o el especialista en calidad de la potencia.

El registrador permite realizar un estudio de la carga a lo largo de un período especificado o monitorizar la calidad de la potencia para descubrir e informar perturbaciones en las redes de tensión baja y media.

El registrador presenta un diseño ligero y compacto. Su caja está sellada según las especificaciones IP 65, por lo que puede utilizarse al aire libre en cualquier tipo de clima.

Los valores medidos se guardan como valores promediados a lo largo de los períodos seleccionados por el usuario. Los valores medidos se pueden evaluar gráficamente o en forma tabulada con el software PQ Log.



Figura 2. Analizador de redes FLUKE 1744

3.4.4.1. Parámetros y funciones de registro del analizador

- Tensión eficaz de cada fase (media, mín, máx)
- Corriente eficaz de cada fase y neutra (media, mín, máx)

⁷ Regulaciones del Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC).



- Eventos de tensión (caídas, subidas, interrupciones)
- Potencia (kW, kVA, kVAR, factor de potencia FP, tangente de potencia)
- Energía, energía total
- Flicker (Pst, Plt)
- THD de la tensión
- THD de la corriente
- Armónicos de tensión hasta el 50 orden (no incluidos en la función P)
- Interarmónicos de tensión (no incluidos en la función P)
- Tensión de señalización de la red eléctrica
- Desequilibrio
- Frecuencia

3.4.4.2. Configuración de la red eléctrica para conexión del equipo FLUKE

El registrador puede prepararse para funcionar con varias configuraciones de redes eléctricas:

- Tensión monofásica.
- Tensión monofásica, corriente, potencia.
- Tensión trifásica.
- Tensión trifásica, corriente trifásica, potencia.
- Tensión trifásica, corriente trifásica, corriente neutra, potencia.⁸

Las formas de conexión del analizador que se utilizaron en este estudio se las aprecia en el anexo 2.

3.4.4.3. Evaluación de los datos registrado a través del software PQ log

El registrador mide un máximo de 3 tensiones y 4 corrientes. Los valores registrados se guardan en los períodos secuenciales de promediación elegidos. Los valores medidos pueden evaluarse gráfica o numéricamente con el software PQ Log que se muestra en la figura 3.

⁸ POWER QUALITY LOGGER. 2006. Manual de uso. 74p.



Figura 3. Software PQlog para evaluar las mediciones de calidad de energía

PQ Log es el programa para los registradores de la serie 1740. PQ Log es compatible con MS Windows_ NT, 2000 y XP. PQ Log prepara el registrador para su uso y recibe los datos descargados del registrador. Los datos registrados se transfieren a un computador para su evaluación gráfica y tabular, su exportación a una hoja de cálculo o la generación de informes para imprimirlos.⁹

3.5. Coeficientes de carga de los Transformadores

La Cargabilidad de los transformadores depende de los niveles energéticos y de la carga que esté actuando sobre un transformador, existen algunos indicadores ligados a estos y se describen a continuación:

3.5.1. Factor de Carga (FC)

Definido como la demanda media en comparación con la demanda máxima.

$$FC = \frac{\text{Demanda Media}}{\text{Demanda Maxima}} \quad (2)$$

3.5.2. Factor de Utilización (Fu)

Matemáticamente el factor de utilización se define como la relación entre la demanda máxima y la potencia del transformador tomando en cuenta que si:

- a. $F_u \leq 0,5$ entonces los transformadores del alimentador se encuentran sub cargados.

⁹ FLUKE, PQ Log PC Software. Manual de uso.



- b. $F_u > 0,8$ entonces los transformadores del alimentador se encuentran sobrecargados.

$$F_u = \frac{\text{Demanda Maxima}}{\text{Capacidad del Transformador}} \quad (3)$$

3.5.3. Factor de cargabilidad media (FLA)

Definido como la demanda media en función de la capacidad instalada.

$$FLA = \frac{\text{Demanda Media}}{\text{Capacidad del Transformador}} \quad (4)$$

Los factores anteriormente mencionados sirven para evaluar como el transformador se encuentra ya sea en estado normal, subcargado o sobrecargado.¹⁰

3.6. Pérdidas en Transformadores

3.6.1. Evaluación de las pérdidas de los transformadores

Las pérdidas en los transformadores no son despreciables, por lo cual, es importante considerar su magnitud al seleccionar los transformadores del sistema de distribución, las pérdidas totales de un transformador son iguales a las pérdidas en el hierro (pérdidas en vacío) más las pérdidas en el cobre. Además, el elegir un transformador sobre dimensionado, presenta un costo por encima del que en realidad se necesita, más costos de transporte, ubicación, mantenimiento, etc.

3.6.2. Tipos de Pérdidas en los Transformadores

3.6.2.1. Pérdidas sin carga o en el Hierro

Las pérdidas sin carga de un transformador, consisten principalmente de las pérdidas en el hierro del núcleo y son una función de la magnitud, frecuencia y forma de onda del voltaje aplicado.

3.6.2.2. Pérdidas con carga o en el Cobre

Las pérdidas con carga son aquellas que se producen debido a una carga específica conectada a un transformador. Las pérdidas con carga incluyen las pérdidas I^2R en los

¹⁰Análisis de la Calidad de Energía Eléctrica y Estudio de Carga de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca. Tesis.



bobinados y elementos de protección, si los hubiere, debido a la corriente de carga y, las pérdidas parasitas debido a las corrientes de Eddy inducidas por el flujo de dispersión en los bobinados, en el núcleo.¹¹

3.6.2.3. Gastos anuales por las pérdidas

La energía disipada por las pérdidas en el hierro y en el cobre depende de la curva de carga del transformador y se estiman para un año empleando la siguiente ecuación.¹²

$$Ep = \left[(Ph \times H) + Pcu \times \sum \frac{p^2}{Pn} \times h \right] \times d \quad (5)$$

Dónde:

Ep: Pérdidas de energía en kwh anuales.

Ph: Pérdidas en el hierro a tensión nominal en KW.

Pcu: Pérdidas en el cobre a plena carga en KW.

Pn: Potencia nominal del Transformador en KVA.

p: Potencia suministrada en un día.

H: Número de horas diarias conectados el transformador.

h: Número de horas del día en que el transformador suministra carga p.

d: Número de días al año en que funciona el Transformador.

Desbalance de carga

El desbalance de carga en un sistema trifásico se lo puede calcular a través de la corriente que circula por las líneas como se muestra a continuación en la siguiente formula.

$$\text{Desbalance de carga} = \frac{\text{Fase 1}}{\text{Fase 2}} * 100\% \quad (6)$$

3.7. Herramientas para evaluar el uso de la energía

Dos de las herramientas esenciales que el auditor necesita para evaluar plenamente todas las instalaciones son el perfil de la demanda (es decir, la caracterización de las cargas eléctricas en términos de tiempo, uso y tamaño) y el inventario de la carga. Estas

¹¹ INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, Normas técnicas ecuatorianas

¹² Evaluación de pérdidas en los Transformadores según NTC 2050



dos herramientas son complementarias y es en donde se describen en detalle los sistemas que consumen energía en una instalación.

El auditor energético tiene que saber la energía que se consume y cuánto se consume por cada sistema, siendo útil saber que la carga total de energía se distribuye entre varios sistemas.¹³

3.7.1. Inventario de la carga eléctrica

El inventario de carga eléctrica es un método sistemático de recopilación y organización de información; hacer una lista o inventario de todas las cargas en una instalación responde a dos preguntas importantes:

- ¿Dónde se utiliza la energía eléctrica?
- ¿Cuánta y en que periodos de tiempo se consume la energía eléctrica?

A menudo el proceso de identificación de categorías de uso permite que los consumos excesivos puedan ser fácilmente identificados, y esto conduce con frecuencia a las oportunidades de ahorro de bajo costo. La identificación de cargas de alto consumo, le permite considerar las mejores oportunidades de ahorro, debido a que en el inventario también se cuantifica la demanda, asociada con cada carga o un grupo de cargas.

3.8. Identificación de las oportunidades de gestión de la energía

Todos los equipos y sistemas que consumen energía fueron diseñados para satisfacer una necesidad específica o un conjunto de necesidades. Esto puede ser tan simple como proporcionar iluminación o ser mucho más compleja como en el caso de una planta de procesamiento integrado. Encontrar las oportunidades de ahorro, consiste en reducir el nivel de consumo de energía sin dejar de satisfacer la necesidad original o requisito.

El proceso de identificación de las oportunidades de ahorro se inicia en el punto de uso final, donde se cumple la necesidad o requerimiento y se debe trabajar metódicamente hacia el punto de venta de energía.

Paso 1: Encuentre el requisito uso

¹³ Manual de Herramientas para una auditoría energética. Canadá.



El primer paso y más importante en la búsqueda de las oportunidades de ahorro es hacer coincidir la energía que se utiliza con la que se necesita realmente.

Preguntas que pueden plantearse son las siguientes:

- ¿Qué se hace?
- ¿Por qué se está haciendo?
- ¿Qué energía se consume?
- ¿Qué energía se debe consumir?
- ¿El equipo de proceso está inactivo durante largos períodos de tiempo?

Paso 2: Maximizar la eficiencia del sistema

Una vez que la necesidad y el uso se corresponden correctamente, el siguiente paso es asegurar que los componentes del sistema para satisfacer la necesidad están funcionando tan eficientemente como sea posible. En este paso, los efectos de las condiciones de operación, mantenimiento y equipamiento de tecnología se tendrán en cuenta para conocer como se está operando.

Preguntas para orientar este aspecto de la investigación son las siguientes:

- ¿Podría hacerse de la misma manera, pero de manera más eficiente?
- ¿Los principios básicos del proceso se presentan correctamente?
- ¿Por qué hay una diferencia entre un sistema y otro?

Paso 3: Optimizar el suministro de energía

Con los dos primeros pasos se reducirá la necesidad de energía. En este punto, tiene sentido buscar la fuente o fuentes óptimas para cumplir con los requerimientos de energía neta.

El último paso en la identificación de oportunidades de ahorro consiste en considerar el suministro de energía al sistema, y buscar oportunidades de ahorro que se puede lograr mediante la optimización de la oferta o entrega de energía.¹³



4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

Los materiales utilizados para el desarrollo del proceso investigativo, están detallados a continuación:

Materiales para mediciones eléctricas

- Analizador de redes marca FLUKE 1744
- Analizador de potencia Power Q4 2592 metrel
- Multímetros
- Pinza amperimétrica

Materiales tecnológicos o software

- PQ log V2.1
- AutoCAD
- Microsoft Word
- Microsoft Excel
- Microsoft Power Point
- Power Translator
- Internet

Materiales de oficina

- Computadora
- Calculadora
- Impresora
- Hojas de papel bond
- Lápiz y bolígrafos

Otros materiales

- Cámara Fotográfica
- Cinta para mediciones de longitud
- Herramientas para trabajos de electricidad



4.2. Métodos

4.2.1. Método Analítico

Con ayuda de este método se pudo investigar sobre auditorías energéticas relacionadas con el presente proyecto de tesis, analizando su aplicación, su forma de ejecución y desarrollo, para de esta forma tener conocimiento de cómo se podría realizar adecuadamente una auditoría energética.

4.2.2. Método Sintético

Una vez analizados los datos obtenidos acerca de auditorías energéticas se procedió a realizar una síntesis de toda la información antes mencionada, la misma que sirvió como fuente de consulta para obtener el modelo apropiado para realizar la presente auditoría energética.

4.2.3. Método Experimental

A través de este método se pudo realizar las mediciones de la calidad de energía eléctrica en el hospital, también se lo utilizo para determinar el caudal proporcionado por el sistema hidroneumático y para obtener el tiempo de llenado del tambor de la lavadora.

4.2.4. Método Inductivo

Por este método fue posible analizar los consumos de energía en el hospital, basándose en las facturas y constatando el funcionamiento de los equipos en cada área, también se utilizó este método en la búsqueda de oportunidades de ahorro energético y económico.

4.2.5. Método deductivo

Este método se utilizó para la interpretación de las mediciones obtenidas con el analizador de redes, llegando a evaluar cada parámetro que interviene en la calidad de energía eléctrica del hospital.

El proceso metodológico del proyecto se desarrolló partiendo desde la interrogante de ¿Cuáles son las unidades de análisis en una auditoría energética?, las mismas que se resumen a continuación:



- Forma de operación de un hospital durante el día, la noche y los fines de semana.
- Principales portadores energéticos en un hospital.
- Consumo de portadores energéticos.
- Unidades de producción de un hospital.
- Instalaciones energéticas de los hospitales.
- Calidad de energía eléctrica.
- Cargabilidad de los transformadores.
- Pérdidas en los transformadores.
- Inventario de la carga instalada.
- Perfil de demanda.
- Oportunidades de ahorro energético y económico.

Luego se determinó cuáles son los posibles problemas de la investigación, los cuales se detallan a continuación:

- Cuáles son los principales portadores energéticos y en cuál de ellos es el que hay que concentrar la investigación.
- Cuáles son las oportunidades de ahorro en el hospital que se podría aplicar.
- Cuál sería el plan de mejoras que se pueda implementar para lograr las oportunidades de ahorro.
- La falta de conocimiento acerca de cómo se encuentra la calidad de energía en el hospital.

Conocidos las unidades de análisis y los posibles problemas se trabajó de manera sistemática con la siguiente metodología:

- Búsqueda de información sobre auditorías energéticas que se hayan realizado.
- Selección del modelo de auditoría energética a seguir.
- Caracterización general del modelo a seguir.
- Revisión de planillas de consumo de portadores energéticos que se utilizan en el hospital.
- Tabulación de la información de las planillas de consumo para determinación de los principales portadores.



- Cuantificación de la producción de servicios que brinda el hospital para la obtención de la unidad de producción.
- Análisis de las instalaciones eléctricas por ser la electricidad el portador de mayor consumo.
- Análisis de la calidad de energía eléctrica.
- Interpretación de las mediciones de calidad de energía obtenidas.
- Análisis de la cargabilidad y pérdidas de los transformadores.
- Obtención del inventario de la carga instalada.
- Análisis de los equipos eléctricos distribuidos en el hospital.
- Obtención del perfil de demanda.
- Identificación de las oportunidades de ahorro.
- Elaboración del plan de mejoras en base a las oportunidades de ahorro detectadas.
- Socialización de los resultados obtenidos.

La información obtenida sobre el tema de auditoría energética se la proceso de la siguiente manera:

- La información obtenida mediante consultas, entrevistas, fue organizada y analizada para luego resumirla y digitalizarla para que sea utilizada en las posteriores etapas del estudio investigativo.
- Los datos obtenidos mediante observaciones realizadas fueron organizados y luego redactados y digitalizados para posteriormente ser analizados y categorizados para utilizarlos en las diferentes etapas de la elaboración del proyecto de tesis.



5. RESULTADOS

El hospital provincial Julius Doepfner de la ciudad de Zamora para cumplir con sus actividades diarias utiliza electricidad, diesel y Glp como portadores energéticos.

El hospital cuenta con un total de 57 camas distribuidas para hombres, mujeres y niños, además cuenta con 22 consultorios y diversos servicios necesarios en un hospital. Cuenta con un edificio de 3 plantas, en la primera planta se realizan las atenciones de lo que es consultas, en la segunda planta lo que es hospitalizaciones principalmente y quirófano, y la tercera planta es utilizada como bodega de suministros. Además en la primera planta se encuentran servicios adicionales como la cocina, laboratorio y lavandería que demandan gastos de energía considerables.

Dentro de los servicios adicionales con los que cuenta el hospital y que son de gran importancia están el taller de mantenimiento, administración y banco de vacunas, estos se encuentran en otros edificios junto al principal.

5.1. Gasto por consumos globales de los diferentes portadores energéticos en el 2010

Tabla 2. Gastos de portadores energéticos

Periodo	Datos de facturación				Total
	Electricidad	Diesel	GLP	Agua	
Enero	1324,55	207,2	1297,8	738,38	
Febrero	1349,32			362,62	
Marzo	1521,26			481,46	
Abril	1589,42			594,86	
Mayo	1534,53			403,14	
Junio	1543,43			687,94	
Julio	1705,67			528,52	
Agosto	1528			623,16	
Septiembre	1134,27			523,12	
Octubre	1260,02			484,58	
Noviembre	1178,85			523,52	
Diciembre	1237,02			468,58	
Subtotal \$	16906,34	207,2	1297,8	6419,88	24831,22
%	68,09%	0,83%	5,23%	25,85%	100%

De acuerdo a la tabla 2 de pagos por concepto del consumo de portadores energéticos se puede evidenciar el alto consumo de lo que es la electricidad representando un 68.09% del consumo total, seguido el consumo de gas licuado de petróleo con un 5.23% y por

último se encuentra el consumo de diesel que representa un 0.83%, tomando también el consumo de agua que tiene una representación importante con un 25.85% de los gastos por consumos en el hospital, a continuación en la figura 4 se representa los gastos por consumos a través de un gráfico.

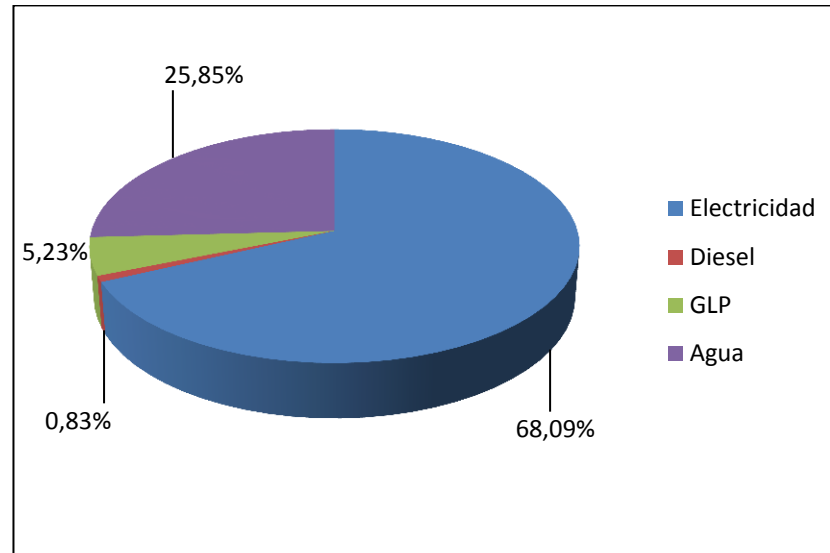


Figura 4. Gastos de portadores energéticos

5.2.Particularidades de los diferentes portadores que se utilizan en el hospital

5.2.1. Electricidad

La energía eléctrica en el hospital es distribuida por dos transformadores a las diferentes áreas, uno que distribuye a todos los edificios y el otro distribuye energía para la utilización de un equipo específico que es rayos X. La alimentación principal de electricidad a los transformadores se conecta a las líneas de la EERSSA que es la empresa de distribución local.

5.2.2. Gas licuado de petróleo

Este portador se lo utiliza principalmente en la cocina como fuente de energía y también en una secadora de ropa cuyo funcionamiento del sistema de calefacción es a base del mismo.



5.2.3. Diesel

Este portador es utilizado para la alimentación del generador de emergencia, el gasto de diesel en el generador no representa un valor significativo debido a que no está funcionando continuamente sino que se lo enciende una hora a la semana para mantenerlo en actividad y cuando existen racionamientos de energía eléctrica por cualquier causa.

5.2.4. Consumo de agua

Se toma al consumo de agua en cuenta y se analiza porque forma parte indispensable del funcionamiento del hospital y por el cual paga un valor mensual por consumo del mismo, la tarifa existente actualmente fija el precio por m^3 en 0.41 dólares, facturándose solo por la cantidad medida en la lectura de los 3 contadores de agua existentes en el hospital.

Para la distribución de agua en el hospital se tiene una cisterna y dos bombas que a través de un sistema hidroneumático controlado automáticamente distribuyen agua por todas las instalaciones.

Para conocer el indicador de consumo de agua, basta relacionar la cantidad de metros cúbicos de agua que se consumen mensualmente y la cantidad de consultas que se realizaron en el mismo mes. Este valor no es más que el indicador de consumo de agua por cada consulta realizada en el hospital.

El indicador de consumo es de $0.26 m^3$ de agua por cada consulta realizada lo que representa una aproximación del consumo de 260 litros de agua por consulta que es un valor que puede ser reducido para lograr un ahorro.

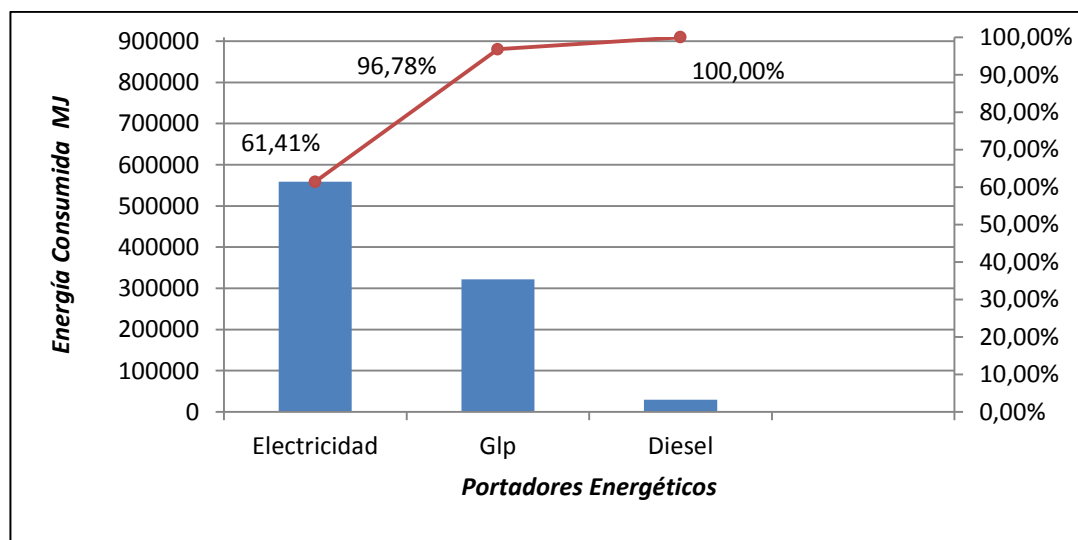
5.3. Análisis energético de los portadores

Para conocer el comportamiento de los portadores energéticos es necesario realizar un análisis llevándolos a la misma unidad de energía, en este caso se utilizó el joule como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Energía consumida en el hospital durante el año 2010

Periodo	Datos de consumo de energía						TOTAL MJ
	Electricidad		Diesel		GLP		
	kwh	MJ	Galones	MJ	Nº cilindros	MJ	
Enero	11333	40798,8	18,87	2761,1768	44	27494,44	71054,42
Febrero	11437	41173,2	15,09	2208,9414	39	24370,07	67752,21
Marzo	13972	50299,2	15,09	2208,9414	47	29369,06	81877,20
Abril	12926	46533,6	18,87	2761,1768	42	26244,69	75539,47
Mayo	12609	45392,4	15,09	2208,9414	42	26244,69	73846,03
Junio	12520	45072	15,09	2208,9414	42	26244,69	73525,63
Julio	14217	51181,2	18,87	2761,1768	45	28119,31	82061,69
Agosto	12156	43761,6	15,09	2208,9414	43	26869,57	72840,11
Septiembre	12897	46429,2	15,09	2208,9414	41	25619,82	74257,96
Octubre	14051	50583,6	18,87	2761,1768	44	27494,44	80839,22
Noviembre	13100	47160	15,09	2208,9414	42	26244,69	75613,63
Diciembre	13961	50259,6	18,87	2761,1768	44	27494,44	80515,22
Subtotal	155179	558644,4	200	29268,474	515	321809,91	909722,79
%		61,41%		3,22%		35,37%	100%

Una vez efectuado el análisis es necesario definir claramente el comportamiento de los principales portadores energéticos a través de un gráfico donde se contemple el uso de cada uno de ellos.

**Figura 5.** Gráfico de Pareto de los consumos energéticos del hospital

A través del gráfico de Pareto de la figura 5 se puede observar que durante el año 2010 en el hospital provincial Julius Doepfner el portador energético que representa el mayor consumo es la electricidad seguido del Glp y diesel.



El valor de lo que la electricidad representa en los consumos energéticos es bastante alto, significando que en este portador donde se debe centrar el estudio principalmente para lograr reducir los consumos de energía, significando también que se debe realizar un estudio minucioso con el fin de obtener la mayor posibilidad de ahorro existente.

5.4.Unidad de producción por servicios prestados

La unidad de producción por servicios prestados se ha seleccionado de las actividades más representativas que son las consultas que se realizan en el hospital y se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Consultas realizadas durante el año 2010

UNIDAD DE PRODUCCIÓN				
CONSULTAS REALIZADAS DURANTE EL AÑO 2010				
Periodo	Médicos	Psicólogo	Odontología	TOTAL
Enero	4674	56	30	4760
Febrero	4580	80	141	4801
Marzo	6394	99	218	6711
Abril	4656	90	145	4891
Mayo	4731	62	134	4927
Junio	4950	165	154	5269
Julio	5111	48	80	5239
Agosto	4810	106	92	5008
Septiembre	4853	142	160	5155
Octubre	4470	149	230	4849
Noviembre	3806	127	293	4226
Diciembre	4363	104	170	4637
TOTAL				60473

La unidad de producción o indicador utilizado para el estudio del hospital Julius Doepfner son las consultas atendidas durante el año 2010, donde todo lo que respecta a médicos corresponde a las áreas de ginecología, audiometría, consulta externa, pediatría, obstetra, etc. Separando lo que es Psicología y Odontología pero sumando al final todo para encontrar el número total de consultas atendidas.

Se ha tomado a las consultas realizadas como la unidad de producción debido a que la mayor actividad que se muestra en el hospital se encuentra en la primera planta donde es el área de consultas, siendo la segunda planta hospitalización, donde realmente no existe una mayor actividad por lo que no se considera de gran importancia tomar el número de camas como unidad de producción.

5.5. Índice Energético

Para calcular el índice energético debemos relacionar la cantidad total de energía consumida por los portadores en MJ y la cantidad de consultas realizadas mensualmente como se observa en la tabla 5.

Tabla 5. Cálculo del índice energético

Periodo	Unidad de producción (UP)consultas	Consumo de energía (MJ)	Índice energético (MJ/UP)
Enero	4760	71054,42	14,93
Febrero	4801	67752,21	14,11
Marzo	6711	81877,2	12,20
Abril	4891	75539,47	15,44
Mayo	4927	73846,03	14,99
Junio	5269	73525,63	13,95
Julio	5239	82061,69	15,66
Agosto	5008	72840,11	14,54
Septiembre	5155	74257,96	14,41
Octubre	4849	80839,22	16,67
Noviembre	4226	75613,63	17,89
Diciembre	4637	80515,22	17,36

Se observa que el índice energético tiene su menor valor en marzo cuando el número de consultas es elevado y al contrario se tiene el mayor valor en noviembre cuando el número de consultas realizadas descendió, logrando un índice energético promedio del año 2010 de 15,18 MJ/consulta, a través de la figura 6 se puede observar la curva del índice energético durante el año 2010.

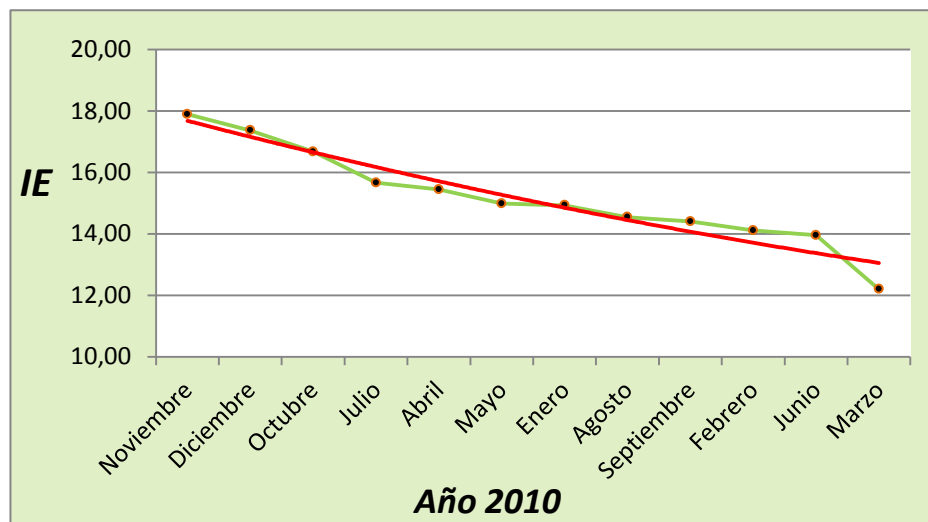


Figura 6. Curva del índice energético durante el año 2010

5.6. Análisis del consumo de energía eléctrica

Se puede analizar el consumo de energía eléctrica del hospital partiendo del consumo de algunos años atrás como se muestra en las siguientes figuras que se muestran a continuación:

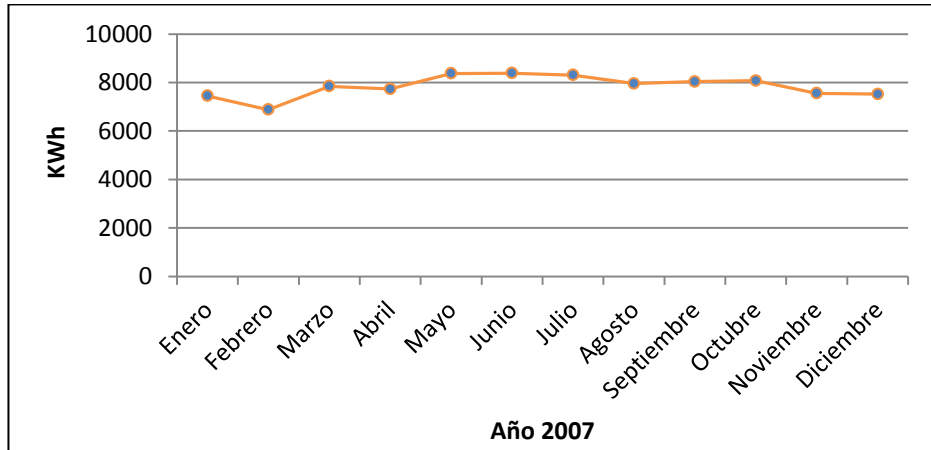


Figura 7. Consumo de energía eléctrica año 2007

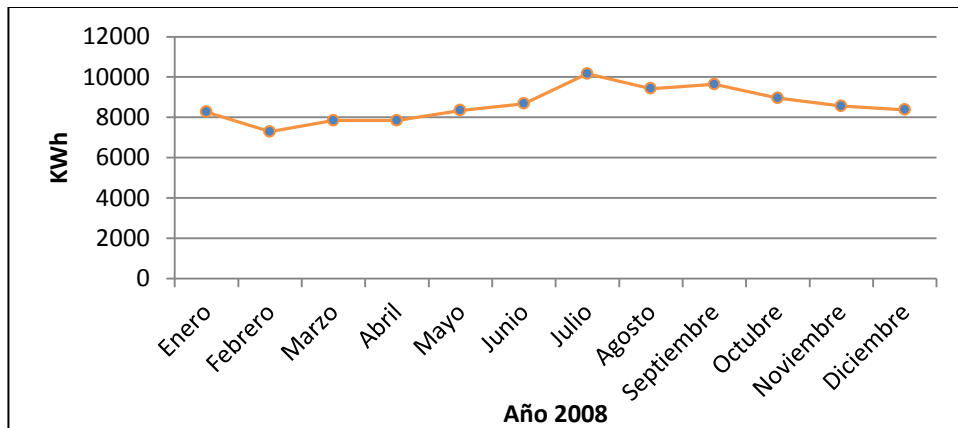


Figura 8. Consumo de energía eléctrica año 2008

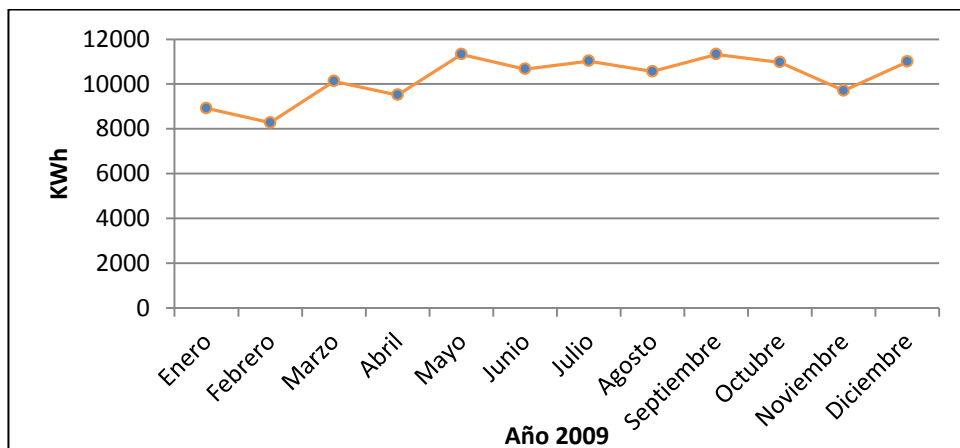


Figura 9. Consumo de energía eléctrica año 2009

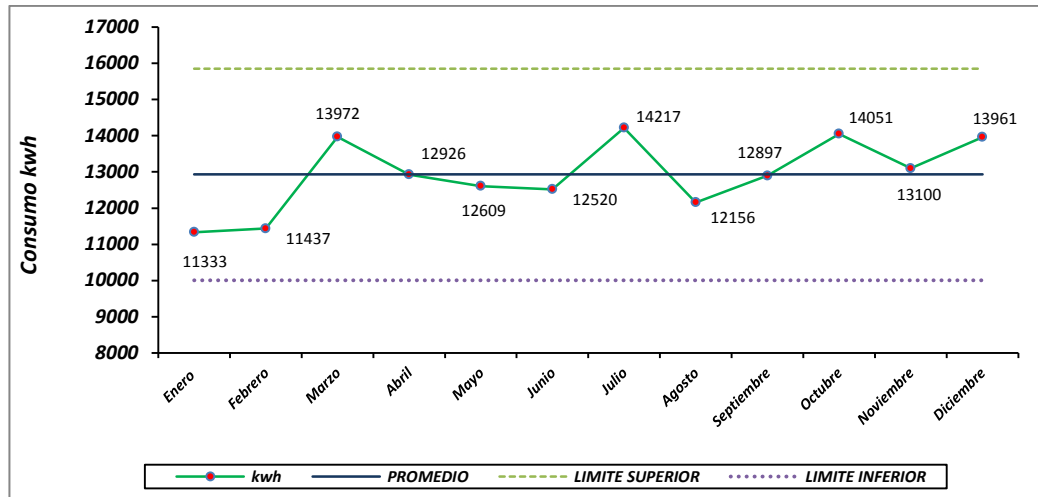


Figura 10. Gráfico de consumo y control de energía eléctrica año 2010

Por ser la energía eléctrica el portador más importante de este centro de salud, se realizó en detalle el comportamiento del consumo mensual del mismo durante el año 2010, como está representado en la figura 10, pudiendo notar que ninguno de los puntos que representan el consumo de kwh mensuales se encuentra fuera de los límites de control establecidos.

5.7. Comportamiento de consumo entre energía eléctrica y consultas realizadas

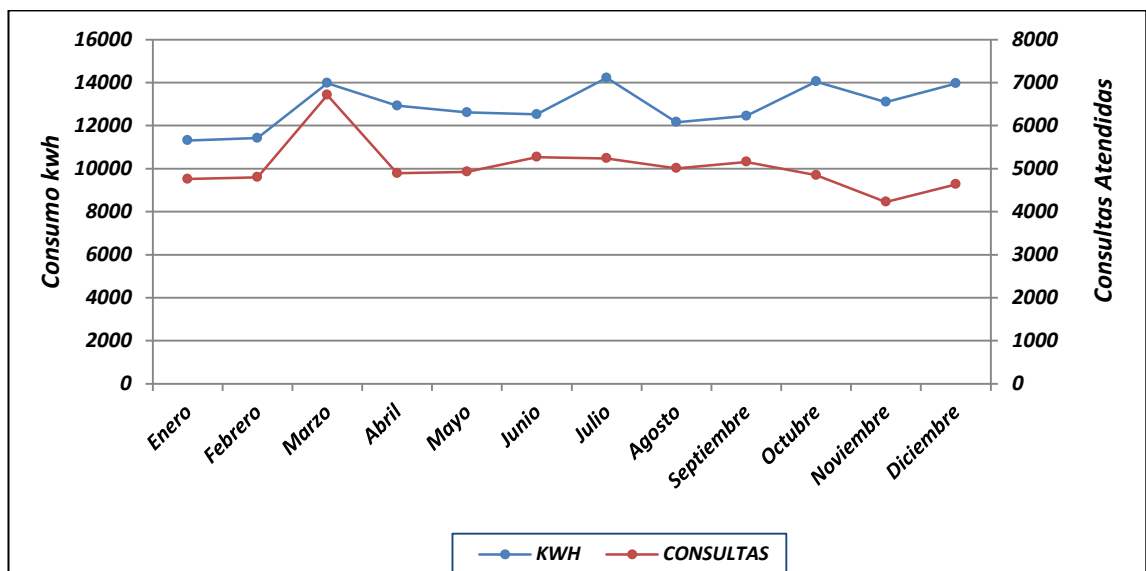


Figura 11. Consumo de energía eléctrica Vs Consultas realizadas

En la figura 11 se muestra la variación del consumo de energía eléctrica en relación con las consultas atendidas durante el año 2010, donde se evidencia que en algunos de los meses no coincide exactamente el incremento de consumo de energía eléctrica con el

incremento de las consultas, por lo que es necesario realizar un análisis de los consumos de energía eléctrica del hospital para determinar las oportunidades de ahorro existentes.

5.8. Correlación existente entre el consumo de energía eléctrica y las consultas atendidas

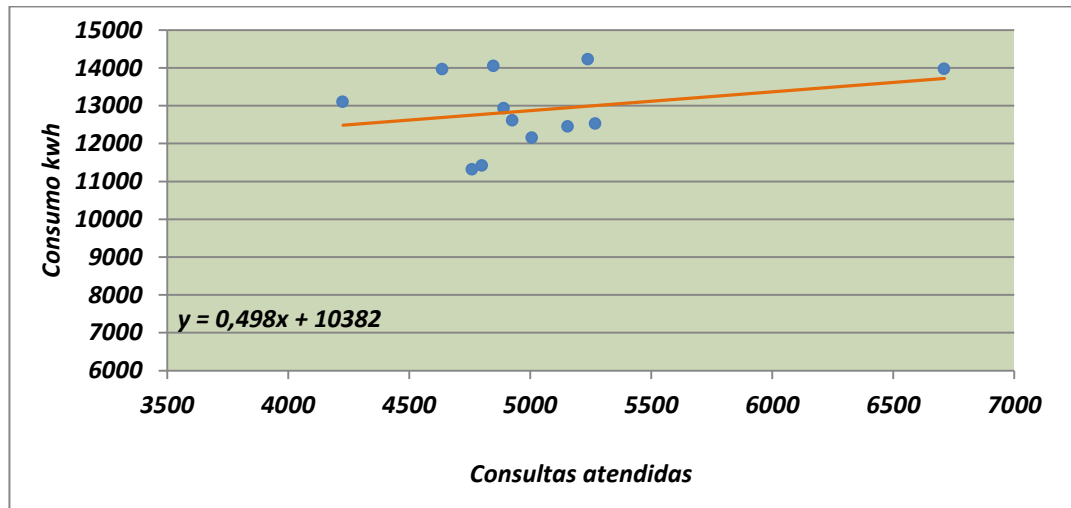


Figura 12. Gráfico de correlación entre el consumo eléctrico y consultas

A través del gráfico de la figura 12 se puede observar que al variar el número de consultas atendidas, el consumo de energía en kwh no varía exactamente en relación a la anterior.

La correlación existente entre el consumo de energía eléctrica y el número de consultas atendidas mensualmente no es del todo buena, esto se lo puede apreciar a través del coeficiente de correlación o medida de la relación lineal entre estas dos variables y que es de 0.59 por lo que se observa que los puntos están bastante dispersos. También utilizando la recta de regresión se puede observar de mejor manera la correlación existente entre estas dos variables, esta recta se la puede construir a partir de la siguiente ecuación:

$$y = 0,498x + 10382 \quad (7)$$

Donde y representa los valores de la energía consumida en kwh, y también se muestra la cantidad de consultas realizadas tomando en cuenta un valor para la pendiente de la recta de regresión.



5.9.Descripción de las instalaciones de suministro eléctrico

5.9.1. Antecedentes

El hospital de la ciudad de Zamora es uno de los hospitales más importantes de la provincia por lo que anualmente aumenta la cantidad de pacientes que se atienden, teniendo al mismo tiempo que incrementar sus recursos materiales y humanos para servir a la colectividad; al incrementar sus recursos materiales se da un sin número de cambios en lo que es infraestructura e implementos médicos para mejorar las áreas de atención, servicio y hospitalización.

Desde hace mucho tiempo atrás se ha ampliado la infraestructura y se han instalado equipos nuevos y modernos en las diferentes áreas del hospital, esto ha producido que se tenga que ampliar las instalaciones y redes de distribución de energía eléctrica por lo que va aumentando cada vez la demanda de potencia al sistema eléctrico.

Los trabajos que se han realizado en el sistema eléctrico del hospital se han efectuado sin un estudio previo de impacto en lo que respecta a la calidad de energía por lo que es importante obtener un diagnóstico del sistema eléctrico que actualmente existe en el hospital.

5.9.2. Descripción de la alimentación del sistema eléctrico

El hospital Julius Doepfner cuenta con dos acometidas trifásicas y una monofásica de media tensión a 22 kV, las cuales son recibidas de una red de alimentación de la EERSSA. Una de las acometidas trifásicas parte desde un poste de hormigón armado de 11 metros de longitud marcado con el número # CR 350, ubicado en la calle Francisco de Orellana frente a la entrada principal del hospital, el conductor utilizado es el número 1/0 AWG aislado para 22000 voltios. Esta acometida se conecta a tres seccionadores fusibles, para luego alimentar a un transformador trifásico que tiene una potencia 300 KVA y uno monofásico de 50 KVA. Estos transformadores están ubicados en una cabina de transformación que tiene un área de 15 m², aislada para no presentar ningún peligro, en el anexo 13 se puede observar el diagrama de la alimentación eléctrica.

De la salida de baja tensión del transformador de 300 KVA que se puede observar en la figura 13, se toman las señales de tensión y mediante transformadores de corriente se

reducen y se toman las señales de corriente de las tres líneas, para de esta manera tener valores accesibles para alimentar un contador de energía trifásico marcado con el número # 32017.



Figura 13. Transformador de 300 KVA existente en el hospital

A continuación de la salida de baja tensión se conecta las líneas con conductor numero # 600 mcm a tres interruptores principales con tres fusibles, dos de 630 amperios y uno de 250 de las tres líneas respectivamente, para luego conectar a tres pequeñas barras de bronce de 40 centímetros de longitud. A estas barras se conectan 6 interruptores con 6 fusibles de los cuales los 3 de mayor amperaje conectan las líneas que van al tablero de transferencia automática que posteriormente alimentan al tablero general de emergencia y los tres de menor amperaje conectan las líneas que alimentan al tablero general normal, todas estas conexiones se realizan con el mismo conductor anterior # 600mcm.

Las barras están dispuestas de arriba hacia abajo y los fusibles que van conectados a las líneas se distribuyen como se puede observar en la figura 14 de la siguiente manera:

- ☞ Barra superior: 400 A Tablero de transferencia, 250 A Tablero General normal.
- ☞ Barra intermedia: 400 A Tablero de transferencia, 250 A Tablero General normal.
- ☞ Barra inferior: 630 A Tablero de transferencia, 400 A Tablero General normal.

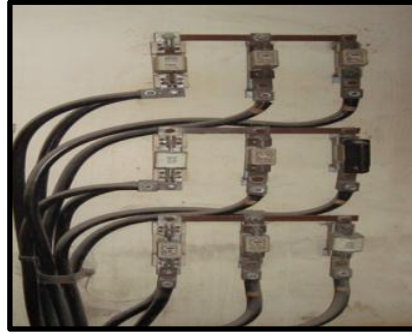


Figura 14. Barras de distribución de fluido eléctrico

En la misma cabina de transformación se encuentra un transformador monofásico que actualmente no está conectado a las líneas de media tensión el cual es de una potencia de 50KVA y que se lo puede observar en la figura 15, actualmente no está conectado a ninguna carga debido a que alimentaba a un equipo de rayos X que no están utilizando. De la misma manera que el transformador de 300 KVA, este está conectado para recoger las señales de tensión y a través de transformadores las señales de corriente para un contador de energía marcado con el número # 32325.

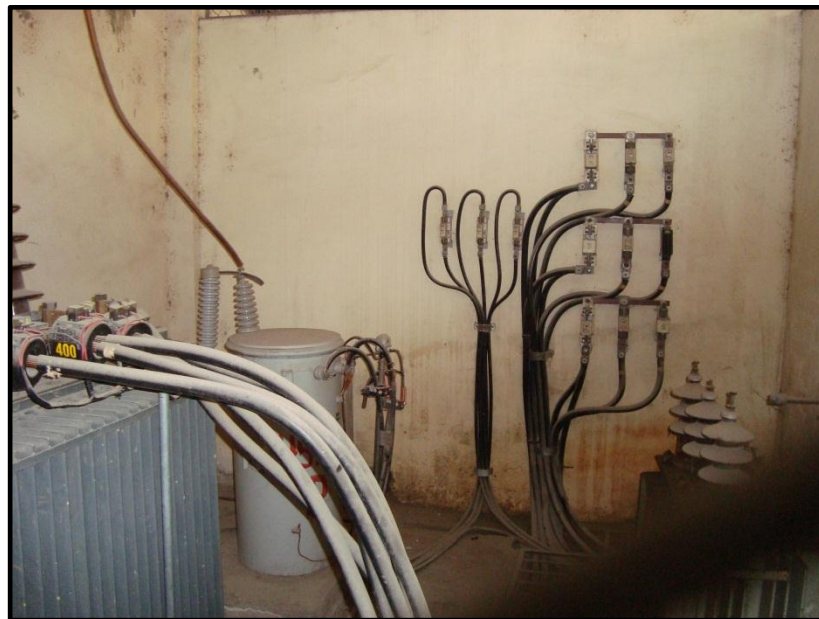


Figura 15. Cabina de transformación existente en el hospital

La cabina de transformación del hospital mostrada en la figura anterior se encuentra bastante deteriorada por el paso del tiempo, encontrándose en condiciones antitécnicas por descuido del personal que ha venido laborando a través de los años. El transformador de 300 KVA que aquí se encuentra fue fabricado en 1982, el cual sufre el riesgo de dejar de funcionar debido a su antigüedad, razón por lo que es necesario

buscar la posibilidad de cambiarlo lo antes posible. Las puestas a tierra que conectan a los transformadores de esta cámara tienen una conexión deficiente, las protecciones o los fusibles que se observan en la figura 15, no deben encontrarse colocados en la pared sino en un tablero donde no puedan representar un peligro a las personas que tengan que entrar a este lugar.

La segunda acometida trifásica parte desde un poste de hormigón armado de 11 metros de longitud marcado con el número # 302, ubicado en la calle Francisco de Orellana, el conductor utilizado es el número 1/0 AWG aislado para 22 KV y está conectado a tres seccionadores fusibles, esta acometida es llevada de manera subterránea y va a energizar un transformador padmounted de 75 KVA que se muestra en la figura 16, que no está en uso debido a que está destinado para alimentar a un tomógrafo que a un no es adquirido.



Figura 16. Transformador Padmounted de 75 KVA

La acometida monofásica de media tensión parte también desde un poste de hormigón armado de 11 metros de longitud marcado con el número # 13893, donde en el mismo se encuentra ubicado un transformador de 75 KVA que se muestra en la figura 17 y que alimenta al equipo de rayos X. Este poste se encuentra ubicado en la calle Sevilla de Oro, el conductor utilizado es el número 1/0 AWG para media tensión, esta acometida se conecta a un seccionador fusible que luego va a energizar el transformador.

De la salida de baja tensión van conectados dos interruptores con dos fusibles de 250 A, luego se conecta a un tablero con un disyuntor bifásico de 100 A que luego conecta al equipo de rayos X.

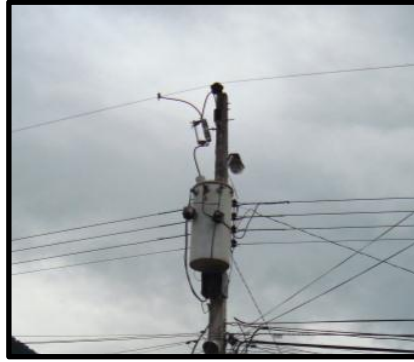


Figura 17. Transformador de 75 KVA ubicado en el poste

5.9.3. Sistema de generación de emergencia

El sistema de generación de emergencia está compuesto por un generador marca GEM (GRUPPI ELECTROGEN MILANO), un tablero de transferencia automática y las líneas que vienen de la salida del transformador.

De la salida del tablero de transferencia automática se conecta al tablero general de emergencia, donde se distribuyen los circuitos a los subtableros de emergencia ubicados en distintas áreas del hospital.

5.9.3.1. Generador auxiliar de emergencia

El generador con el que cuenta el hospital Julius Doepfner que se muestra en la figura 18, fue fabricado en Italia, tiene una capacidad de generación de 125 KVA, este generador puede trabajar con una tensión de 127 voltios y una corriente de 682 amperios o también con una tensión de 220 voltios y una corriente de 395 amperios. Cuenta con un banco de baterías de 24 vcc y un motor de combustión interna a diesel de 187 HP y 1800 RPM con acoplamiento directo entre motor y alternador, formando un solo grupo monoblock, este a su vez está montado sobre bancada de acero, a la salida del generador se encuentra un disyuntor trifásico de 300 A que se conecta al tablero de transferencia automática.

La cabina donde se encuentra el generador, los tableros generales y el tablero de transferencia automática, se encuentra deteriorada y no se le ha dado mantenimiento mucho tiempo, además esta cabina es utilizada como bodega incumpliendo la utilización para la que fue diseñada, aquí se encuentran los conductores que salen de los tableros generales colocados de forma antitécnica por las paredes.



Figura 18. Generador Auxiliar de 125 KVA

5.9.3.2. Tableros generales de distribución

Los tableros de distribución general normal y general de emergencia se encuentran junto al generador en la misma habitación como se puede observar en la figura 19 y desde aquí se distribuye la energía eléctrica a los subtableros existentes en el edificio principal del hospital y edificaciones contiguas, como el edificio administrativo y banco de vacunas. También junto a estos tableros existe uno más pequeño que se utilizaba en el equipo de rayos que existía antes pero que ya no está en uso.

Con el paso del tiempo los tableros generales han sido modificados debido a los cambios de infraestructura que se han realizado en el hospital, estas modificaciones se han realizado sin ningún criterio técnico ya que las protecciones en el tablero general normal y general de emergencia se encuentran mal dimensionadas, estos tableros también se encuentran deteriorados por su antigüedad, por lo que se debería dar un mantenimiento periódico.



Figura 19. Tableros generales de distribución de energía eléctrica

5.9.3.3. Tablero de transferencia automática

Este se encuentra en la misma habitación que los tableros generales y el generador, se lo puede observar en la figura 20, este tablero cuenta en la parte exterior con instrumentos de medición analógicos y otros dispositivos dentro de los que se encuentran los siguientes:

- 4 Amperímetros
- 2 Voltímetros
- 1 Frecuencímetro
- 1 contador de horas de funcionamiento
- Lámparas de señalización
- Dispositivos de control



Figura 20. Tablero de transferencia automática

El tablero de transferencia automática permite el funcionamiento del generador en caso que el suministro eléctrico por parte de la EERSSA sufra algún fallo, permitiendo la conexión y desconexión de los dos sistemas de distribución de energía eléctrica al hospital.

Este tablero de transferencia automática se encuentra en excelentes condiciones y funciona perfectamente debido a que funciona con un sistema moderno comandado por un control lógico programable (PLC), que es el cerebro que provoca la conexión y desconexión, encendiendo y apagando automáticamente el generador sin la intervención de ninguna persona.



De este tablero se divide la distribución de la energía suministrada por la EERSSA y la generada que va a los tableros, normal y de emergencia.

5.10. Datos de los Transformadores existentes

Las mediciones se las realizo en los dos transformadores existentes cuyos datos de las placas se muestran en la tabla 6, las mediciones se realizaron en el lado de baja tensión durante siete días continuos como exige la regulación del CONELEC N° 004/01. En la tabla 7 se puede observar las fechas de los dos periodos de medición

Tabla 6. Datos de los transformadores que actualmente están funcionando

DATOS DE LOS TRANSFORMADORES		
DATOS	Transformador 1	Transformador 2
Potencia nominal del transformador (kVA)	300	75
Tipo de transformador	Trifásico	Monofásico
Marca de transformador	BROWN BOVERI	ECUATRAN
Tensión nominal (V)	22000/220	22860/120/240
Corriente nominal (A)	7.9/787.3	-----
Tensión de cortocircuito, %	6.4/5.4	-----
Nivel de aislamiento en baja tensión	50 KV	-----
Nivel de aislamiento en alta tensión	2.5 KV	-----
Conexión	Δ / Y	Δ/Y
Numero de medidor conectado	32017	32325
Consumo promedio de energía (kwh)	12582	21.5

Tabla 7. Fechas de medición con el analizador Fluke 1744

Transformador	Fecha de Inicio	Fecha de Finalización
300 KVA	15/09/2011	22/09/2011
75 KVA	22/09/2011	29/09/2011

Una vez que se conectó el analizador de redes para realizar las mediciones en los transformadores del hospital, se describen los resultados obtenidos con su respectivo análisis basándose en la regulación del CONELEC N° 004/01.

Las mediciones se realizaron durante 7 días continuos en intervalos de 10 minutos en los dos transformadores que actualmente se encuentran energizados, se procedió con las mediciones del nivel de voltaje, perturbaciones como Flickers y armónicos de voltaje y



factor de potencia cumpliendo con lo establecido por el CONELEC, cuyos valores límites se presentan a continuación en la tabla 8.

Tabla 8. Límites de la regulación N° 004/01 CONELEC

Nivel de tensión	$\pm 10 \%$
Flicker (Pst)	< 1
Armónicos de Voltaje (THDV)	8 %
Factor de Potencia	0,92

5.11. Análisis de la calidad de energía mediante la interpretación las mediciones obtenidas en el Transformador de 300 KVA

De las mediciones obtenidas en este transformador se obtuvo un total 940,8 muestras siendo por norma un total de 1008 muestras las que se deberían obtener de acuerdo a la regulación del CONELEC.

Se obtuvo esta cantidad de muestras por razón que ocurrieron dos cortes del servicio de fluido eléctrico, uno registrado el día jueves 15 de octubre que duro aproximadamente una hora y otro el día domingo 18 de octubre que la EERSSA realizo una interrupción del servicio de fluido eléctrico por motivo de realizar un mantenimiento en las líneas de alta tensión, razón por la cual se interrumpió el servicio por un lapso de aproximadamente de 10 horas en las zonas de Loja y Zamora Chinchipe.

De los datos recopilados en este transformador se realizara el análisis correspondiente a la calidad de energía.

5.11.1. Nivel de tensión

Según se puede apreciar en la tabla 9 los niveles de tensión no estuvieron dentro de los límites establecidos por el CONELEC en ninguna de las tres fases, ya que más del 5% de las mediciones estuvo fuera del límite inferior de -10% del valor de tensión, sin representar problema lo que es el límite superior ya que el valor más alto que se obtuvo fue igual para las tres fases llegando a ser 122,83 voltios, a pesar de ser el valor más alto no alcanza en ningún instante de las mediciones a tener el valor de la tensión nominal.

Después del corte de energía ocurrido el día domingo 18 de octubre el nivel de voltaje no tuvo grandes caídas de su valor límite al contrario se mantuvo más estable, por lo que las caídas que provocan que los niveles de tensión estén fuera del rango establecido por la norma se dieron durante dos días jueves y viernes, el sábado no representa caídas de tensión debido a que las labores en el hospital disminuyen los fines de semana.

Tabla 9. Valores de los niveles de Tensión

NIVELES DE TENSIÓN FASE A				NIVELES DE TENSIÓN FASE B				NIVELES DE TENSIÓN FASE C			
LÍMITES				LÍMITES				LÍMITES			
-10%		10%		-10%		10%		-10%		10%	
< 114.3		> 139.7		< 114.3		> 139.7		< 114.3		> 139.7	
VALOR MEDIDO PROMEDIO				VALOR MEDIDO PROMEDIO				VALOR MEDIDO PROMEDIO			
118.95				119,10				119.14			
MINIMO		MÁXIMO		MINIMO		MÁXIMO		MINIMO		MÁXIMO	
110.94		122.83		110.79		122.83		111.59		122.83	
15/09/2011		17/09/2011		15/09/2011		19/09/2011		15/09/2011		22/09/2011	
20:20		06:20		20:18		07:03		20:15		01:58	
N° DE MUESTRAS MAYORES AL LÍMITE				N° DE MUESTRAS MAYORES AL LÍMITE				N° DE MUESTRAS MAYORES AL LÍMITE			
80.4		0		75.1		0		77.3		0	
CUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN				CUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN				CUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN			
SI		NO		SI		NO		SI		NO	
		X		X		X		X		X	
PORCENTAJE				PORCENTAJE				PORCENTAJE			
91.46%		8.54%		100%		0%		91.79%		8.21%	
100%		0%		100%		0%		100%		0%	

El gráfico de los niveles de tensión se lo puede apreciar en el anexo 4.

5.11.2. Perturbaciones

5.11.2.1. Parpadeo (Filcker Pst)

De acuerdo a las mediciones del índice de severidad flicker de corta duración representadas en la tabla 10, se puede observar que el número de muestras que exceden los valores permitidos se encuentran dentro de los límites establecidos por el CONELEC. También se representa en esta tabla los valores máximos y mínimos alcanzados en las tres fases así como también los valores promedios.



Armónicos pares							
Orden armónica	2	4	6	8	10	12	14
Límite%	2	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Valor medido máximo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Muestra > Límite	0	0	0	0	0	0	0
Cumple	X	X	X	X	X	X	X
No cumple							
Porcentaje	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Orden armónica	16	18	20	22	24	26	28
Límite%	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Valor medido máximo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Muestra > Límite	0	0	0	0	0	0	0
Cumple	X	X	X	X	X	X	X
No cumple							
Porcentaje	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Orden armónica	30	32	34	36	38	40	
Límite%	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Valor medido máximo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Muestra > Límite	0	0	0	0	0	0	
Cumple	X	X	X	X	X	X	
No cumple							
Porcentaje	100%	100%	100%	100%	100%	100%	

Tabla 12. Resultados de la distorsión armónica de voltaje de la fase B (300 KVA)

Distorsión Armónica Fase B							
Límite THDV 8%	Máximo 3.67	THDV 2.29	Mínimo 1.06	Numero de muestras mayores al límite 0			
Cumple con la regulación	SI	X	100 %	NO			
Armónicos Individuales							
Impares no múltiplos de 3							
Orden armónica	5	7	11	13	17	19	
Límite%	6	5	3.5	3	2	1.5	
Valor medido máximo	3.38	1.30	0.68	0.52	0.24	0.10	
Muestra > Límite	0	0	0	0	0	0	
Cumple	X	X	X	X	X	X	
No cumple							
Porcentaje	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Orden armónica	23	25	29	31	35	37	
Límite%	1.5	1.5	1.32	1.25	1.13	1.08	
Valor medido máximo	0.09	0.09	0.05	0.14	0.05	0.00	
Muestra > Límite	0	0	0	0	0	0	
Cumple	X	X	X	X	X	X	
No cumple							
Porcentaje	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Impares múltiplos de 3							
Orden armónica	3	9	15	21	27	33	39
Límite%	5	1.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
Valor medido máximo	0.72	0.43	0.24	0.09	0.05	0.14	0.00
Muestra > Límite	0	0	0	0	0	0	0
Cumple	X	X	X	X	X	X	X
No cumple							
Porcentaje	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Armónicos pares							



Orden armónica	2	4	6	8	10	12	14
Límite%	2	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Valor medido máximo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Muestra > Límite	0	0	0	0	0	0	0
Cumple	X	X	X	X	X	X	X
No cumple							
Porcentaje	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Orden armónica	16	18	20	22	24	26	28
Límite%	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Valor medido máximo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Muestra > Límite	0	0	0	0	0	0	0
Cumple	X	X	X	X	X	X	X
No cumple							
Porcentaje	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Orden armónica	30	32	34	36	38	40	
Límite%	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Valor medido máximo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Muestra > Límite	0	0	0	0	0	0	
Cumple	X	X	X	X	X	X	
No cumple							
Porcentaje	100%	100%	100%	100%	100%	100%	

Tabla 13. Resultados de la distorsión armónica de voltaje de la fase C (300 KVA)

Distorsión Armónica Fase C							
Límite THDV 8%	Máximo 4.14	THDV 2.22	Mínimo 0.97	Numero de muestras mayores al límite 0			
Cumple con la regulación	SI	X	100 %	NO			
Armónicos Individuales							
Impares no múltiplos de 3							
Orden armónica	5	7	11	13	17	19	
Límite%	6	5	3.5	3	2	1.5	
Valor medido máximo	3.37	1.74	0.72	0.52	0.19	0.09	
Muestra > Límite	0	0	0	0	0	0	
Cumple	X	X	X	X	X	X	
No cumple							
Porcentaje	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Orden armónica	23	25	29	31	35	37	
Límite%	1.5	1.5	1.32	1.25	1.13	1.08	
Valor medido máximo	0.05	0.05	0.05	0.14	0.00	0.00	
Muestra > Límite	0	0	0	0	0	0	
Cumple	X	X	X	X	X	X	
No cumple							
Porcentaje	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Impares múltiplos de 3							
Orden armónica	3	9	15	21	27	33	39
Límite%	5	1.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
Valor medido máximo	1.08	0.45	0.18	0.05	0.05	0.14	0.05
Muestra > Límite	0	0	0	0	0	0	0
Cumple	X	X	X	X	X	X	X
No cumple							
Porcentaje	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Armónicos pares							
Orden armónica	2	4	6	8	10	12	14



Límite%	2	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Valor medido máximo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Muestra > Límite	0	0	0	0	0	0	0
Cumple	X	X	X	X	X	X	X
No cumple							
Porcentaje	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Orden armónica	16	18	20	22	24	26	28
Límite%	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Valor medido máximo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Muestra > Límite	0	0	0	0	0	0	0
Cumple	X	X	X	X	X	X	X
No cumple							
Porcentaje	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Orden armónica	30	32	34	36	38	40	
Límite%	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Valor medido máximo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Muestra > Límite	0	0	0	0	0	0	
Cumple	X	X	X	X	X	X	
No cumple							
Porcentaje	100%	100%	100%	100%	100%	100%	

De acuerdo a las tablas 11, 12 y 13, se puede observar que los niveles de distorsión armónica total de voltaje THDV se encuentra dentro de los niveles establecidos por el CONELEC y no se encuentra mediciones mayores al límite establecido que es de 8% en ninguna de las tres líneas.

De la misma manera que la distorsión armónica total, evaluando los armónicos de voltaje del segundo al cuadragésimo orden individualmente no se encuentra ninguno de ellos fuera de los límites establecidos, al contrario se encuentran con un valor muy por debajo respecto al límite en las tres fases.

5.11.3. Factor de potencia

De acuerdo a la tabla 14 se observa los valores del factor de potencia en las tres fases.

Según se puede apreciar en la tabla los valores de factor de potencia son menores a límite establecido que es de 0.92 y superan el 5% permitido en la regulación del CONELEC en las tres fases.

Los valores de factor de potencia registrados por el contador de energía en cambio son valores superiores 0.92 lo que no hace necesario centrarse en este tema pero si tener en cuenta esto para una próximo estudio.

Tabla 14. Valores de los niveles del factor de potencia

Factor de potencia Fase A			Factor de potencia Fase B			Factor de potencia Fase C		
Límite	Muestras inferiores al límite		Límite	Muestras inferiores al límite		Límite	Muestras inferiores al límite	
0.92	709.2		0.92	601.2		0.92	348	
Cumplimiento			Cumplimiento			Cumplimiento		
Si			Si			Si		
No	X	75.38%	No	X	63.9	No	X	36.98
Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo
0.695	0.855	0.998	0.791	0.876	1	0.791	0.921	1

Los gráficos del factor de potencia de las tres fases se los puede observar en el anexo 7.

5.12. Análisis de potencias en el transformador de 300 KVA

A continuación en las siguientes figuras se presentan las curvas de las potencias activa, reactiva y aparente obtenidas de las mediciones.

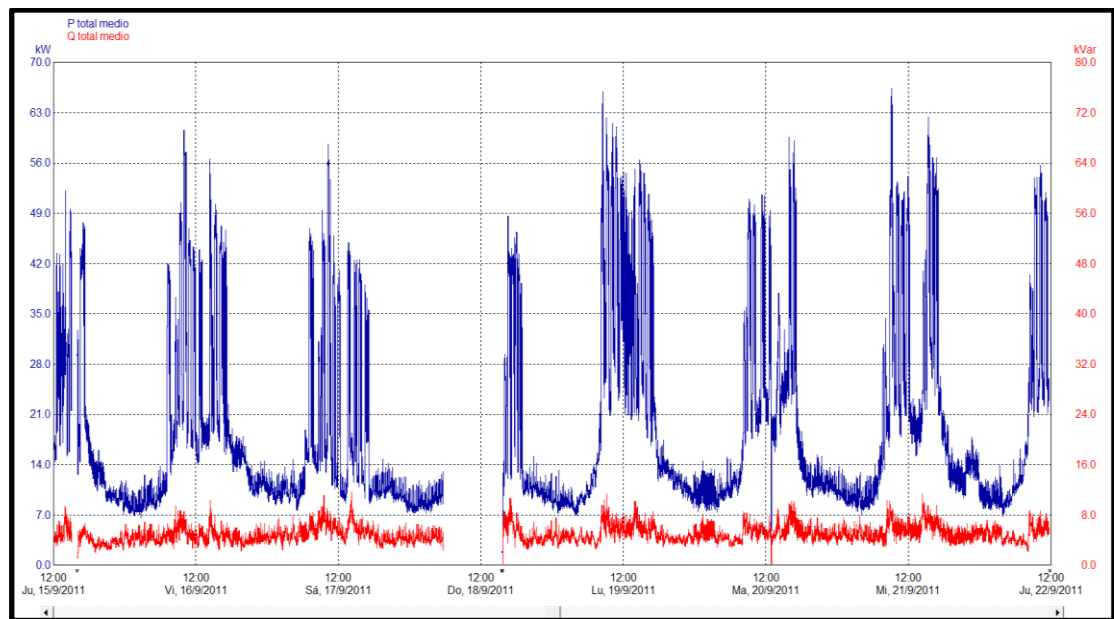


Figura 21. Potencia activa y reactiva total del transformador de 300 KVA

Se puede observar en la figura 21 la relación existente entre la potencia activa y reactiva, donde se comprueba mediante la curva de consumo de energía reactiva que se hace más notoria durante el día y ocasiona que el factor de potencia tenga caídas de su valor límite establecido.

En la figura 22 se puede apreciar la curva de la potencia aparente total registrada durante un periodo de 7 días, en la que se observa los valores máximos y mínimos alcanzados.

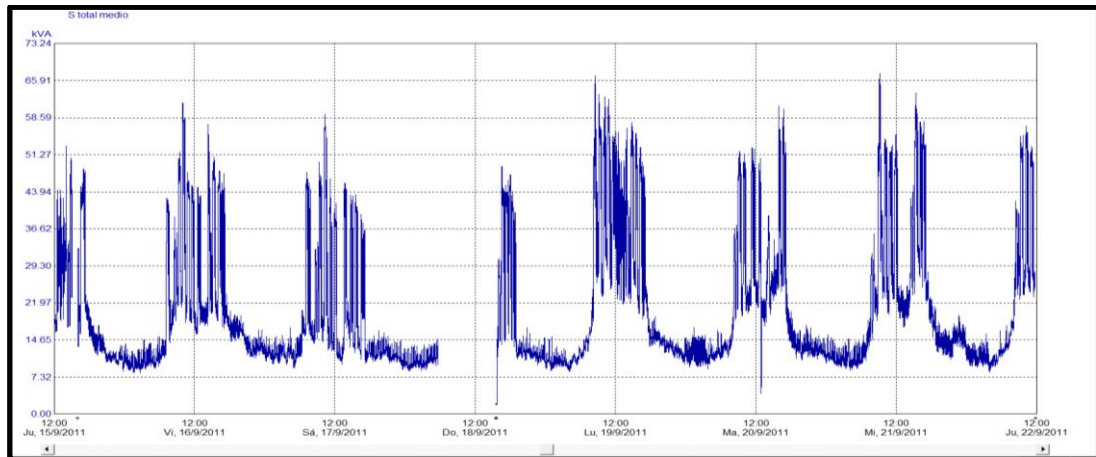


Figura 22. Potencia aparente total del transformador de 300 KVA

5.12.1. Régimen diario de utilización de potencia activa

De acuerdo a los datos obtenidos de las mediciones se ha tomado un día cualquiera como referencia para detallar como es el comportamiento del consumo diario de potencia activa, tomando el día martes 20 de octubre hasta el día miércoles 21 como se observa en la figura 23.

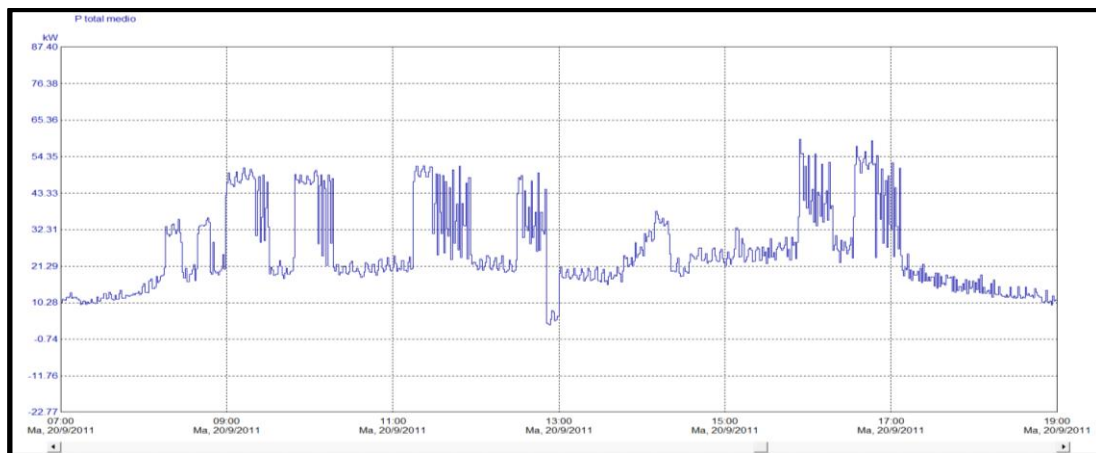


Figura 23. Demanda de potencia activa en 12 horas (300 KVA)

La demanda de potencia activa empieza a subir a partir de las 8:00 AM, cuando empiezan las labores de atención a los pacientes y también empiezan a laborar en las otras áreas como es lavandería, administración, laboratorio, taller de mantenimiento y estadística. A las 12:00 PM baja la demanda nuevamente debido al descanso por horario de almuerzo que tienen en el hospital, pero por lo general a las 13:00 PM las personas que laboran en este centro de salud retornan a retomar sus actividades por lo que la demanda de potencia activa aumenta nuevamente hasta las 17:00 PM, donde se



terminan la mayor parte de actividades quedando únicamente funcionando lo que es emergencia, hospitalización y cocina.

El horario del día representa el de mayor demanda teniendo un valor promedio de 29.17 KW, y sus valores máximos y mínimos están entre 60 KW y 3 KW tomando como referencia el día 20 de octubre, con un factor de potencia que varía sus valores desde 0.87 a 0.94, esto es en el horario de labores de 8:00 PM a 17:00 PM.

A partir de las 17:00 PM la demanda de potencia activa empieza a reducirse llegando a un valor mínimo de 7.14 KW con un factor de potencia que alcanza valores que van desde 0.80 a 0.985. A las 8:00 AM del día 21 de octubre empieza nuevamente a aumentar la demanda de potencia y por lo general se repite el día nuevamente sin tomar en cuenta sábado y domingo, cuyo consumo de potencia disminuye debido a que el hospital no trabaja a toda su capacidad.

5.13. Cálculo de los coeficientes de carga del transformador de 300 KVA

Para calcular los coeficientes de carga se utilizaran los datos de potencia expuestos en la tabla 15.

Tabla 15. Valores máximos y mínimos de potencia obtenidos del centro de carga (300 KVA)

CENTRO DE CARGA	Valores	S (kVA)	Q (KVAR)	P (kW)
Transformador 300 KVA	Dmáx.	67.35	11.70	66.39
	Dmed.	19.94	4.86	18.41
	Dmín.	1.68	0.04	1.76

5.13.1. Cálculo del factor de carga (FC)

$$FC = \frac{\text{Demanda media (KVA)}}{\text{Demanda maxima (KVA)}}$$

$$FC = \frac{19.94 \text{ KVA}}{67.35 \text{ KVA}}$$

$$FC = 0.296$$



5.13.2. Cálculo del factor de utilización (Fu)

$$Fu = \frac{\text{Demanda maxima (KVA)}}{\text{Potencia del transformador (KVA)}}$$

$$Fu = \frac{89.26 \text{ KVA}}{300 \text{ KVA}}$$

$$Fu = 0.2975$$

El factor de utilización resultante es 0.2975 lo que representa que el transformador esta subutilizado debido al bajo nivel de carga existente.

5.13.3. Cálculo del factor de cargabilidad media (FLA)

$$FLA = \frac{\text{Demanda media (KVA)}}{\text{Potencia del Transformador (KVA)}}$$

$$FLA = \frac{19.94 \text{ KVA}}{300 \text{ KVA}}$$

$$FLA = 0.0664$$

5.14. Cálculo de las pérdidas de energía en el transformador de 300 KVA

Para calcular las pérdidas del transformador se utilizara la ecuación (5)

$$Ep = \left[(Ph \times H) + (Pcu \times \sum \frac{p^2}{Pn} \times h) \right] \times d$$

El transformador existente tiene una antigüedad de aproximadamente 30 años, es de la marca Brown Boveri, cuyos valores de pérdidas en el hierro y en el cobre son mayores con respecto a los fabricados actualmente, por esta razón se utilizaran como referencia para el cálculo de las pérdidas de energía los valores de transformadores de similares características que hayan sido fabricados aproximadamente en la misma época, para asemejar los valores de las perdidas, a continuación se presentan los valores a utilizarse:

Perdidas en el hierro del transformador = 1350 w

Perdidas en el cobre del transformador = 5500 w



Para calcular las pérdidas del transformador se ha hecho una división en dos partes, tomando las pérdidas cuando hay más carga que es entre semana y los fines de semana donde no laboran algunas áreas del hospital.

La sumatoria de la potencia aparente se la obtiene de las mediciones realizadas con el analizador fluke, de las cuales se recopila los valores promedio de cada hora de un día tipo en este caso serán el día martes 20 de septiembre de 2011, para calcular las pérdidas durante los días laborables y el día sábado 17 de octubre de 2011, para calcular las pérdidas durante los fines de semana.

5.14.1. Pérdidas durante los días laborables (300 KVA)

A continuación en la tabla 16 se exponen los valores de las mediciones de un día con valores de cada hora.

Tabla 16. Valores para el cálculo de las pérdidas en días laborables en el Transformador de 300 KVA

Tiempo	KVA	$\frac{p^2}{Pn}$
0:59	11,72	0,00153
1:59	12,57	0,00176
2:59	12,29	0,00168
3:59	11,53	0,00148
4:59	11,58	0,00149
5:59	12,28	0,00168
6:59	13,07	0,00190
7:59	13,38	0,00199
8:59	25,23	0,00707
9:59	39,07	0,01696
10:59	28,90	0,00928
11:59	36,47	0,01478
12:59	26,47	0,00779
13:59	21,07	0,00493
14:59	27,44	0,00837
15:59	29,57	0,00972
16:59	41,97	0,01957
17:59	21,63	0,00520
18:59	14,41	0,00231
19:59	12,92	0,00185
20:59	13,20	0,00194
21:59	12,80	0,00182
22:59	12,52	0,00174
23:59	12,38	0,00170
TOTAL		0,128514034



$$Ep = [(1.35 \times 24) + (5.5 \times 0.128514 \times 24)] \times 260$$

$$Ep = [(32.4) + (16.9638)] \times 260$$

$$Ep = [49.363] \times 260$$

$$Ep = 12834.6 \text{ kwh} - \text{año}$$

Para determinar los costos por concepto de las pérdidas en el transformador se utiliza la tarifa vigente para el hospital, que es denominada asistencia social con demanda, siendo el costo de 0.055 USD/kwh.

$$\text{Costo de la energía en un año} = 12834.6 \text{ kwh} \times 0.055 \text{ USD/kwh}$$

$$\text{Costo de la energía en un año} = \$ 705.9$$

5.14.2. Pérdidas durante los fines de semana (300 KVA)

A continuación en la tabla 17 se exponen los valores de las mediciones de un día en fin de semana con valores de cada hora.

Tabla 17. Valores para el cálculo de las pérdidas en fines de semana en el Transformador de 300 KVA

Tiempo	KVA	$\frac{P^2}{Pn}$
0:59	12,15	0,00164
1:59	11,33	0,00143
2:59	11,74	0,00153
3:59	11,86	0,00156
4:59	12,19	0,00165
5:59	11,62	0,00150
6:59	15,02	0,00251
7:59	32,46	0,01170
8:59	19,14	0,00407
9:59	30,87	0,01059
10:59	32,49	0,01173
11:59	25,22	0,00707
12:59	20,26	0,00456
13:59	23,46	0,00611
14:59	24,66	0,00676
15:59	26,89	0,00803
16:59	20,24	0,00455
17:59	14,84	0,00245
18:59	12,02	0,00161
19:59	12,19	0,00165
20:59	12,61	0,00177



21:59	11,52	0,00148
22:59	11,51	0,00147
23:59	10,50	0,00123
TOTAL		0,09864

$$Ep = [(1.35 \times 24) + (5.5 \times 0.09864 \times 24)] \times 105$$

$$Ep = [(32.4) + (13.02)] \times 105$$

$$Ep = [45.06] \times 105$$

$$Ep = 4731.3 \text{ kwh} - \text{año}$$

$$\text{Costo de la energía en un año} = 4731.3 \text{ kwh} \times 0.055 \text{ USD/kwh}$$

$$\text{Costo de la energía en un año} = \$ 260.22$$

5.14.3. Pérdidas totales en el transformador (300 KVA)

$$\text{Energía perdida total en un año} = 17603.75 \text{ kwh}$$

$$\text{Costo de la energía total perdida en un año} = \$ 968.20$$

Una vez conocidos los valores de los coeficientes de carga y utilización, se conoció que el transformador se encuentra en gran porcentaje subutilizado, debido a esto se tiene mayor cantidad de pérdidas de energía en el hierro y en el cobre, pérdidas que serían menores si se utilizara un transformador con una capacidad adecuada a la demanda existente.

5.15. Desbalance de carga (300 KVA)

Se puede obtener el desbalance de carga a través de los valores de corrientes en las tres fases utilizando los valores promedios que se representan en la tabla 18.

Tabla 18. Corrientes por fase (300 KVA)

	I mínima(A)	I promedio(A)	I máxima(A)
Fase A	12.36	65.84	201.65
Fase B	6.31	46.23	168.66
Fase C	14.57	58.65	207.10



Se observa que existe un desbalance de carga entre las tres fases, relacionándolas y haciendo un balance en porcentaje se tiene lo siguiente:

- Desbalance entre fases (A-B) = 29.78 %
- Desbalance entre fases (B-C) = 21.17 %
- Desbalance entre fases (A-C) = 10.92 %

Este desbalance de carga también puede observarse en las curvas de corriente de las tres fases, representada en el anexo 8.

5.16. Análisis de la calidad de energía mediante la interpretación las mediciones obtenidas en el Transformador de 75 KVA

De las mediciones realizadas con el analizador de redes se obtuvo un total de 1008 muestras correspondientes a una semana, como consta en la regulación del CONELEC.

A continuación se realiza el análisis de las mediciones

5.16.1. Nivel de tensión

Según se puede observar en la tabla 19 no existe ningún valor de las mediciones que este fuera de los límites establecidos por el CONELEC. También no existió un valor de tensión en las mediciones que llegue a la tensión nominal que es de 127 voltios, teniendo el valor más alto registrado de 123.94 voltios en la fase A.

Tabla 19. Valores de los niveles de Tensión del transformador de 75 KVA

NIVELES DE TENSION FASE A		NIVELES DE TENSION FASE B	
LÍMITES		LÍMITES	
-10%	10%	-10%	10%
< 114.3	>139.7	< 114.3	>139.7
VALOR MEDIDO PROMEDIO		VALOR MEDIDO PROMEDIO	
121.24		121.23	
MINIMO 117.73 25/09/2011 18:01	MÁXIMO 123.94 27/09/2011 23:39	MINIMO 117.72 23/09/2011 06:44	MÁXIMO 123.91 27/09/2011 23:39
N° DE MUESTRAS MAYORES AL LÍMITE		N° DE MUESTRAS MAYORES AL LÍMITE	
0	0	0	0
CUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN		CUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN	



SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
X		X		X		X	
PORCENTAJE				PORCENTAJE			
100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%

El gráfico del nivel de tensión de este transformador se lo puede observar en el anexo 9.

5.16.2. Parpadeo (Flicker Pst)

De acuerdo a las mediciones del índice de severidad flicker de corta duración representadas en la tabla 20, se puede observar que el número de muestras que exceden los valores permitidos se encuentran dentro de los límites establecidos por el CONELEC. También se representa en esta tabla los valores máximos y mínimos alcanzados en las tres fases así como también los valores promedios.

Tabla 20. Valores de los niveles de Flicker (75 KVA)

FLICKER (Pst)		
	Fase A	Fase B
Límite	1.000	1.000
Total de muestras	1008	1008
Numero de muestras mayores al límite	1.6	1.6
Porcentaje de cumplimiento	99.84%	99.84%
Valor máximo registrado	2.355	2.381
Valor mínimo registrado	0	0
Valor promedio	0.10	0.10

El gráfico de la perturbación flicker de este transformador se lo puede observar en el anexo 10.

5.16.3. Armónicos de voltaje THDV

El gráfico de la distorsión armónica total de voltaje se lo puede observar en el anexo 11.

Tabla 21. Resultados de la distorsión armónica de voltaje de la fase A (75 KVA)

Distorsión Armónica Fase A							
Límite THDV 8%	Máximo 5.52	THDV 3.11	Mínimo 1.52	Numero de muestras mayores al límite 0			
Cumple con la regulación	SI	X	100 %	NO			
Armónicos Individuales							
Impares no múltiplos de 3							
Orden armónica	5	7	11	13	17	19	
Límite%	6	5	3.5	3	2	1.5	
Valor medido máximo	2.18	1.61	0.93	0.62	0.14	0.1	



Muestra > Límite	0	0	0	0	0	0	
Cumple	X	X	X	X	X	X	
No cumple							
Porcentaje	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Orden armónica	23	25	29	31	35	37	
Límite%	1.5	1.5	1.32	1.25	1.13	1.08	
Valor medido máximo	0.05	0.05	0.00	0.14	0.00	0.00	
Muestra > Límite	0	0	0	0	0	0	
Cumple	X	X	X	X	X	X	
No cumple							
Porcentaje	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Impares múltiplos de 3							
Orden armónica	3	9	15	21	27	33	39
Límite%	5	1.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
Valor medido máximo	4.6	1.38	0.43	0.1	0.00	0.14	0.00
Muestra > Límite	0	0	75.4	0	0	0	0
Cumple	X	X		X	X	X	X
No cumple			X				
Porcentaje	100%	100%	92.51%	100%	100%	100%	100%
Armónicos pares							
Orden armónica	2	4	6	8	10	12	14
Límite%	2	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Valor medido máximo	0.14	0.14	0.24	0.24	0.1	0.1	0.05
Muestra > Límite	0	0	0	0	0	0	0
Cumple	X	X	X	X	X	X	X
No cumple							
Porcentaje	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Orden armónica	16	18	20	22	24	26	28
Límite%	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Valor medido máximo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Muestra > Límite	0	0	0	0	0	0	0
Cumple	X	X	X	X	X	X	X
No cumple							
Porcentaje	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Orden armónica	30	32	34	36	38	40	
Límite%	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Valor medido máximo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Muestra > Límite	0	0	0	0	0	0	
Cumple	X	X	X	X	X	X	
No cumple							
Porcentaje	100%	100%	100%	100%	100%	100%	

Tabla 22. Resultados de la distorsión armónica de voltaje de la fase B (75 KVA)

Distorsión Armónica Fase B						
Límite THDV 8%	Máximo	THDV	Mínimo	Numero de muestras mayores al límite		
	5.52	3.105	1.51	0		
Cumple con la regulación	SI	X	100 %	NO		
Armónicos Individuales						
Impares no múltiplos de 3						
Orden armónica	5	7	11	13	17	19
Límite%	6	5	3.5	3	2	1.5
Valor medido máximo	2.17	1.61	0.93	0.62	0.14	0.1
Muestra > Límite	0	0	0	0	0	0



Cumple	X	X	X	X	X	X	
No cumple							
Porcentaje	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Orden armónica	23	25	29	31	35	37	
Límite%	1.5	1.5	1.32	1.25	1.13	1.08	
Valor medido máximo	0.05	0.05	0.00	0.14	0.00	0.00	
Muestra > Límite	0	0	0	0	0	0	
Cumple	X	X	X	X	X	X	
No cumple							
Porcentaje	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Impares múltiplos de 3							
Orden armónica	3	9	15	21	27	33	39
Límite%	5	1.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
Valor medido máximo	4.56	1.38	0.43	0.1	0.00	0.14	0.00
Muestra > Límite	0	0	80.2	0	0	0	0
Cumple	X	X		X	X	X	X
No cumple			X				
Porcentaje	100%	100%	92.04%	100%	100%	100%	100%
Armónicos pares							
Orden armónica	2	4	6	8	10	12	14
Límite%	2	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Valor medido máximo	0.19	0.14	0.29	0.24	0.1	0.1	0.05
Muestra > Límite	0	0	0	0	0	0	0
Cumple	X	X	X	X	X	X	X
No cumple							
Porcentaje	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Orden armónica	16	18	20	22	24	26	28
Límite%	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Valor medido máximo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Muestra > Límite	0	0	0	0	0	0	0
Cumple	X	X	X	X	X	X	X
No cumple							
Porcentaje	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Orden armónica	30	32	34	36	38	40	
Límite%	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Valor medido máximo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Muestra > Límite	0	0	0	0	0	0	
Cumple	X	X	X	X	X	X	
No cumple							
Porcentaje	100%	100%	100%	100%	100%	100%	

De acuerdo a las tablas 21 y 22, se puede observar que los niveles de distorsión armónica total de voltaje THDV, se encuentran dentro de los niveles establecidos por el CONELEC y no se encuentra dentro de estas mediciones mayores al límite establecido que es de 8% en ninguna de las dos fases.

En las mismas tablas se puede observar que el armónico de orden 15 sobrepasa el límite establecido que es de 0.3 en la fase A, y sobrepasa en 75.4 muestras llegando hasta un valor máximo de 0.43 y en la fase B sobrepasa en 80.2 muestras llegando hasta un valor



máximo de 0.43. Con estos datos se tiene que el armónico de orden 15 no cumple con la regulación del CONELEC 004/01 para armónicos de voltaje.

Esta distorsión armónica se produce por la configuración del equipo de rayos X conectado a este transformador.

Factor de potencia

Los datos obtenidos de las mediciones muestran que los niveles del factor de potencia no estuvieron dentro de los límites en ninguna de las fases. Debido a la configuración del equipo conectado a este transformador que es el equipo de rayos X, el factor de potencia de acuerdo al analizador de redes fluke 1744, tiene valores positivos y negativos debido a la carga y no se encuentran dentro de los límites permitidos.

El gráfico del factor de potencia de este transformador se lo puede observar en el anexo 12.

5.17. Cálculo de los coeficientes de carga del transformador de 75 KVA

Para calcular los coeficientes de carga se utilizan los datos de potencia expuestos en la tabla 23.

Tabla 23. Valores máximos y mínimos obtenidos del centro de carga (75 KVA)

CENTRO DE CARGA	Valores	S (KVA)	Q (KVA _r)	P (KW)
Transformador 75 KVA	Dmáx.	0.878	0.082	0.645
	Dmed.	0.229	-0.066	0.133
	Dmín.	0.00	-0.212	-0.010

5.17.1. Cálculo del factor de carga (FC)

$$FC = \frac{\text{Demanda media (KVA)}}{\text{Demanda maxima (KVA)}}$$

$$FC = \frac{0.229 \text{ KVA}}{0.878 \text{ KVA}}$$

$$FC = 0.26$$

5.17.2. Cálculo del factor de utilización (Fu)



$$Fu = \frac{\text{Demanda maxima (KVA)}}{\text{Potencia del transformador (KVA)}}$$

$$Fu = \frac{0.878 \text{ KVA}}{75 \text{ KVA}}$$

$$Fu = 0.0117$$

El factor de utilización resultante es 0.0117 lo que representa que el transformador esta subutilizado debido al bajo nivel de carga existente. Pero tomando en cuenta el equipo que está conectado a este transformador se puede decir que los picos de corriente que alcanzan son bastante altos durante tiempos muy pequeños como segundos por ejemplo, y por lo tanto ocupan una gran cantidad de la potencia suministrada por el transformador.

5.17.3. Cálculo del factor de cargabilidad media (FLA)

$$FLA = \frac{\text{Demanda media (KVA)}}{\text{Potencia del Transformador (KVA)}}$$

$$FLA = \frac{0.229 \text{ KVA}}{75 \text{ KVA}}$$

$$FLA = 0.00305$$

5.18. Cálculo de las pérdidas de energía en el transformador de 75 KVA

En este transformador se calculara las pérdidas en general por el funcionamiento que tiene el equipo de rayos X.

A continuación en la tabla 24 se exponen los valores de las mediciones de un día con valores de cada hora.

Tabla 24. Valores para el cálculo de las pérdidas en el transformador de 75 KVA

Tiempo	KVA	$\frac{p^2}{Pn}$
0:59	0,295	1,55000E-05
1:59	0,069	8,37607E-07
2:59	0,069	8,36810E-07
3:59	0,044	3,45825E-07
4:59	0,000	7,58835E-13



5:59	0,000	0,00000E+00
6:59	0,000	0,00000E+00
7:59	0,000	0,00000E+00
8:59	0,268	1,27901E-05
9:59	0,294	1,53256E-05
10:59	0,294	1,53973E-05
11:59	0,288	1,47513E-05
12:59	0,292	1,51352E-05
13:59	0,290	1,49629E-05
14:59	0,296	1,56066E-05
15:59	0,298	1,57411E-05
16:59	0,292	1,51623E-05
17:59	0,286	1,44981E-05
18:59	0,305	1,64895E-05
19:59	0,303	1,62779E-05
20:59	0,296	1,56169E-05
21:59	0,071	9,00120E-07
22:59	0,072	9,17560E-07
23:59	0,061	6,58591E-07
TOTAL		2,17751E-04

$$Ep = [(0.214 \times 24) + 0.713 \times 2,17751E - 04 \times 24] \times 365$$

$$Ep = [(5.136) + (0.0037261)] \times 365$$

$$Ep = [5.1397] \times 365$$

$$Ep = 1876 \text{ kwh} - \text{año}$$

$$\text{Costo de la enrgía en un año} = 1876 \text{ kwh} \times 0.055 \text{ USD/kwh}$$

$$\text{Costo de la enrgía total en un año} = 103.18 \text{ USD}$$

5.19. Oportunidades de ahorro detectadas

5.19.1. Inventario de carga del hospital Julius Doepfner

Tabla 25. Inventario de la carga instalada

Ítem	Descripción de los grupos de carga	Demanda Pico KW	%	Energía kwh	%
1	Equipos de frio y calor	11,468	11,44%	2674,824	18,39%
2	Climatización	8,9778	8,95%	1728,53	11,89%
3	Motores	6,39825	6,38%	940,172	6,47%
4	Iluminación	15,657	15,62%	5084,6	34,96%
5	Instrumentos médicos	5,0562	5,04%	616,11	4,24%
6	Procesos	34,5632	34,47%	1475,66	10,15%
7	Otros	18,1465	18,10%	2022,16	13,91%
Instalación total		100,26695	100,00%	14542,056	100,00%
Valores de la factura mensual		89,26	KW	13415	kwh
Diferencia con la factura		11,00695	12,33%	1127,056	8,4%

En la tabla 25 se observa el inventario de carga donde se ha clasificado en categorías, para evaluar la carga de acuerdo a sus características mostrando la demanda pico tomando en cuenta un factor de simultaneidad y la energía aproximada que consume cada carga, el inventario de carga se encuentra detallado en el anexo 14.

A continuación en las figuras 24, 25 y 26 se muestra el inventario de carga a través de gráficos circulares.

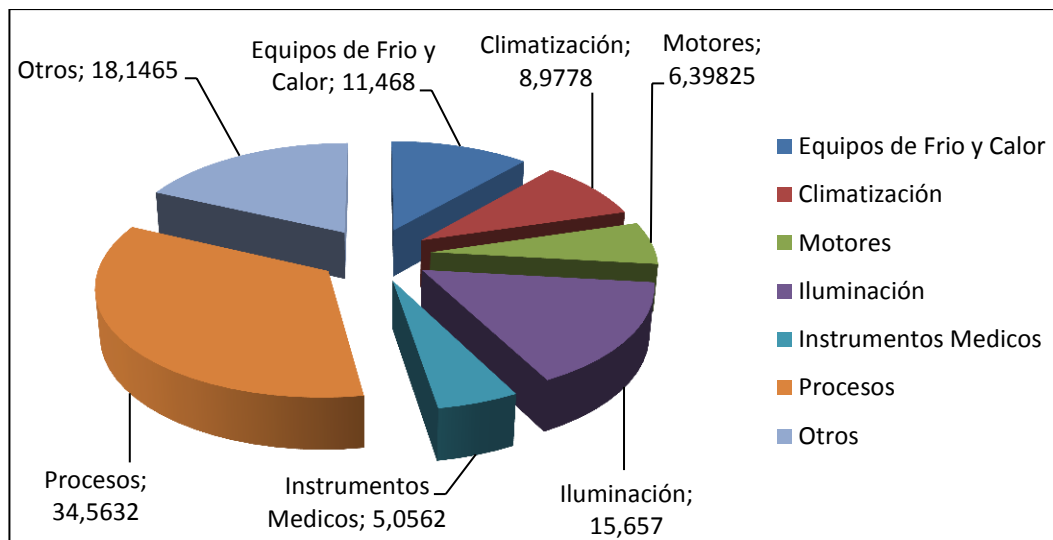


Figura 24. Demanda pico por categorías obtenida del inventario de carga

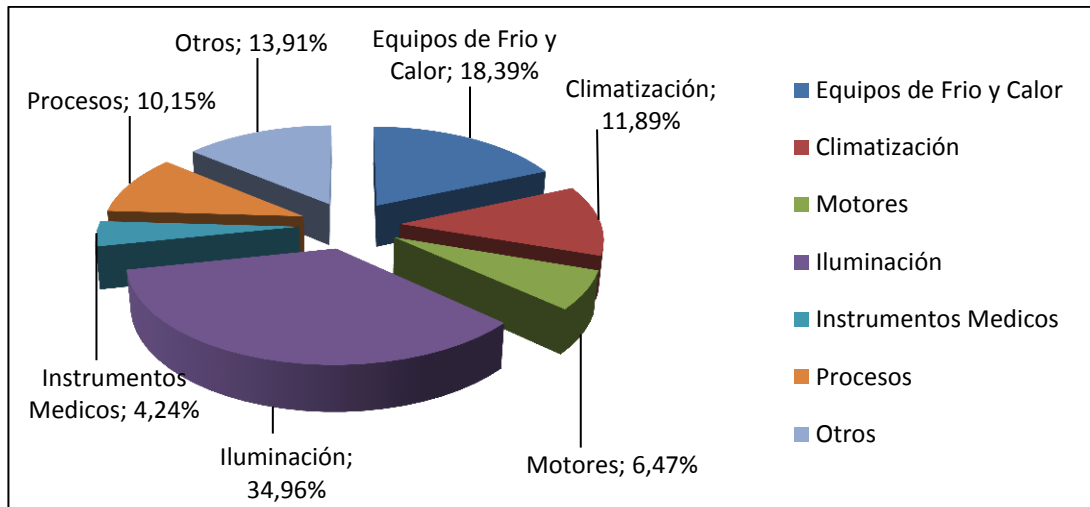


Figura 25. Consumo de energía en porcentaje obtenido del inventario de carga

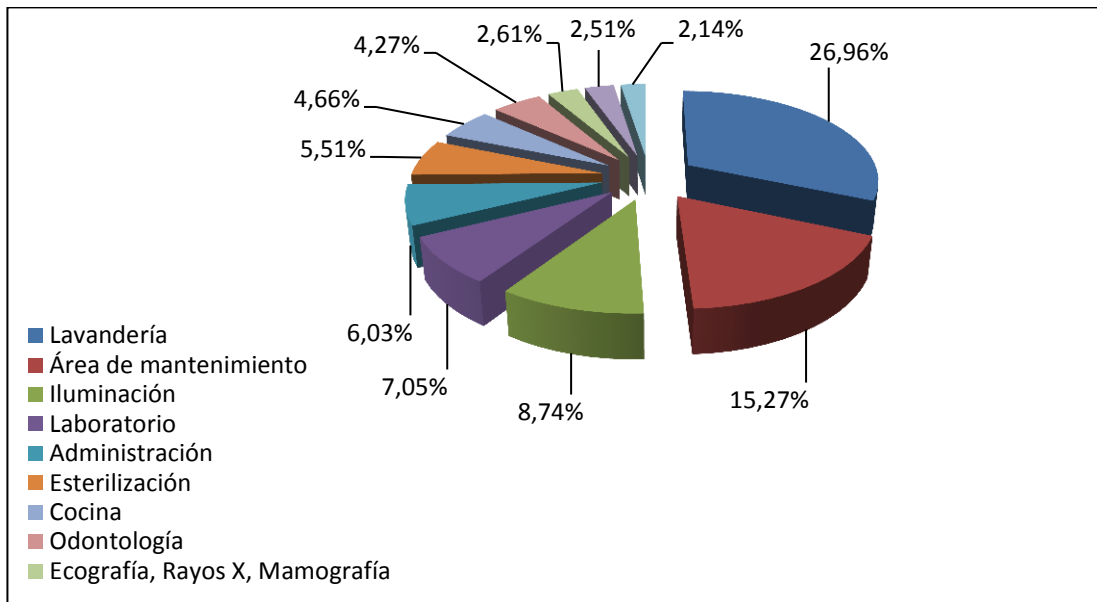


Figura 26. Carga instalada en porcentaje distribuida en las principales áreas del hospital

A través del inventario de carga y el perfil de demanda que consta detalladamente en el anexo 15, se pudo identificar las oportunidades de ahorro que existen y estas se encuentran en el sistema de iluminación debido a que es el principal consumidor de energía eléctrica, y en el área de lavandería donde se encuentra la mayor potencia instalada de todo el hospital, a continuación se hará un análisis de los sistemas y de los equipos para plantear las mejoras con las que se puede lograr un ahorro energético y económico.

5.19.2. Oportunidad de ahorro en el sistema de iluminación



5.19.2.1. Análisis del sistema de iluminación

El hospital Julius Doepfner viene laborando ya algunas décadas, siendo utilizadas al principio únicamente lámparas incandescentes para la iluminación del mismo, para luego con el pasar de los años remplazarlas con lámparas fluorescentes que permitían un gran ahorro de energía, sin embargo los avances tecnológicos se han incrementado hasta el punto de tener luminarias muy eficientes que han remplazado significativamente a las normalmente conocidas, mejorando los niveles de iluminación en gran porcentaje y utilizando menor potencia. Actualmente el hospital cuenta con ocho tipos diferentes de lámparas repartidas entre todas las áreas del hospital.

5.19.2.1.1. Levantamiento de la carga del sistema de iluminación

El levantamiento detallado del sistema de iluminación consta en su totalidad en el anexo 14 en el inventario de carga, a continuación en la tabla 26, se detallara los tipos de lámparas existentes y la cantidad de cada tipo, además se hará constar la cantidad aproximada de energía que consume cada uno de ellos, para la obtención de la cantidad de energía tomamos en cuenta el tiempo aproximado que pasan encendidas estas lámparas.

Tabla 26. Levantamiento del sistema de iluminación

Ítem	Tipo de lámpara instalada	Cantidad	Potencia(KW)	Energía(kwh)
1	Lámparas Fluorescentes (2*40w)	152	12.160	2510
2	Lámparas Fluorescentes Compactas (20w)	359	7.180	1647
3	Lámparas Fluorescentes Compactas (45w)	27	1.215	211
4	Lámparas Fluorescentes Compactas (60w)	37	2.22	258
5	Lámparas Incandescentes (60w)	9	0.54	53.4
6	Lámparas Redondas Fluorescentes	14	0.56	99
7	Lámparas Ojo de Buey	32	1.760	323
8	Apliques	27	0.54	10.8
TOTAL		657	26.175	5115

En el siguiente gráfico se mostrara la cantidad de luminarias existentes en el hospital en porcentaje del total de las mismas.

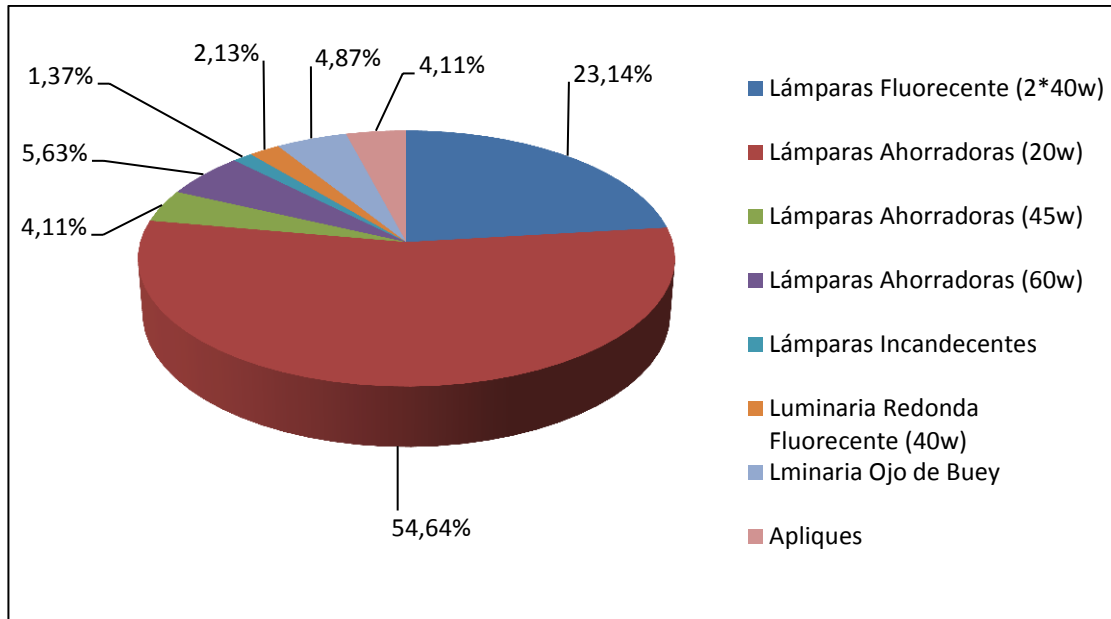


Figura 27. Distribución porcentual de las lámparas

Como se puede observar en la figura 27 el 54.64% del total son las lámparas fluorescentes compactas o también conocidas como ahorradoras de 20w, seguidas con un 23.14% las lámparas fluorescentes de 2*40w, seguidas las lámparas ahorradoras de 60w con el 5.63%, las lámparas incandescentes con el 4.87%, las lámparas ahorradoras de 45w y los apliques con un 4.11%, y por ultimo están las lámparas redondas fluorescentes con el 1.37%.

Como se puede observar la cantidad y el tipo de lámparas existentes se puede decir también que existe una oportunidad de ahorro en el sistema de iluminación del hospital.

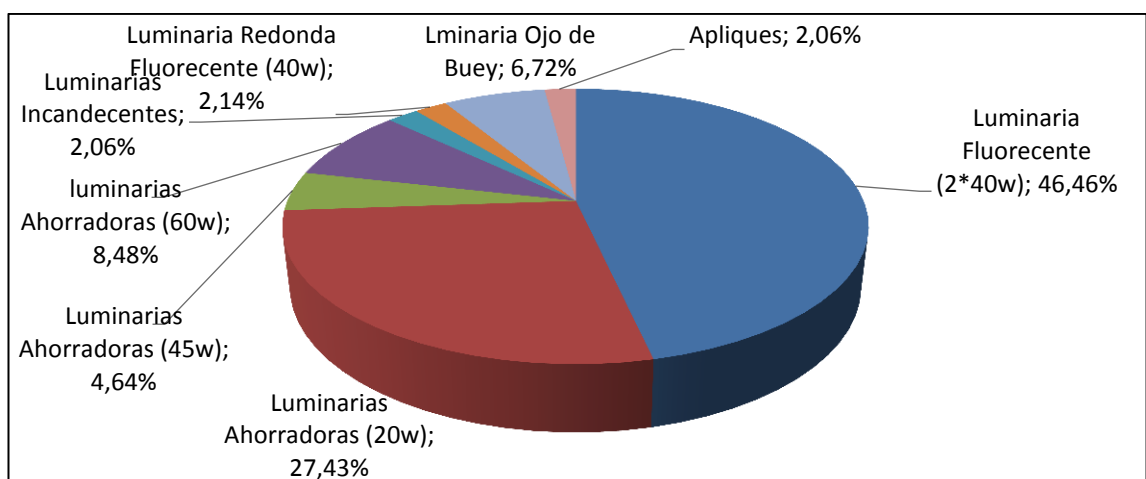


Figura 28. Distribución porcentual de la potencia de iluminación

En la figura 28 se muestra el porcentaje de potencia instalada por cada tipo de lámpara existente en el hospital.

A continuación se presenta el gráfico de consumo de energía en porcentaje

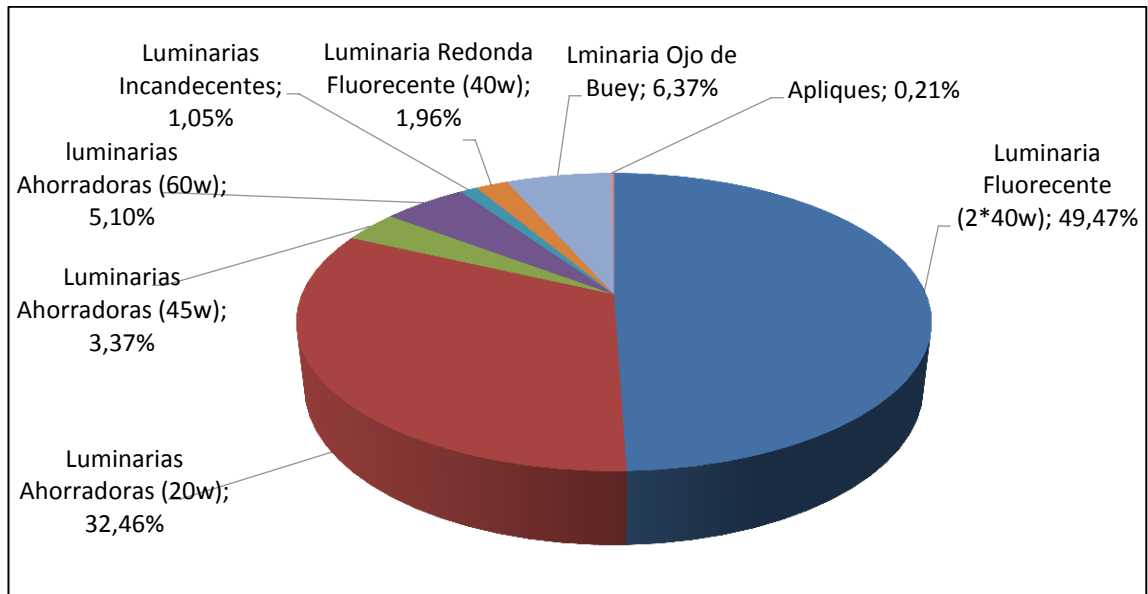


Figura 29. Porcentaje de energía consumida por cada tipo de luminaria

Las figuras de potencia y energía muestran donde se puede aplicar las oportunidades de ahorro y principalmente sería en la luminarias fluorescente de 2*40w, al plantear que se utilice luminarias más eficiente en remplazo de las existentes.

5.19.3. Oportunidades de ahorro en el área de lavandería

5.19.3.1. Descripción de las lavadoras y secadoras donde se ha detectado las oportunidades de ahorro.

El área de lavandería del hospital Julius Doepfner de la ciudad de Zamora es una de las más importantes del mismo, no solo por el servicio que realiza sino también porque aquí se encuentra instalada la mayor carga del hospital y se tratara de identificar las oportunidades de ahorro existentes, a continuación se describe los principales equipos con los que cuenta esta área:

Lavadora marca Unimat 50

Capacidad: 50 lbs

Capacidad de trabajo actual: 35 lbs

Fecha de compra: 8 de julio de 1997

Voltaje: 208 - 240 V

Corriente: 10 Amperios



Velocidad: 450 rpm

Potencia: 2.2 KW

Tiempo lavado: 35 minutos

Actualmente no funciona bien.

Lavadora marca Girbau

Capacidad: 49.7 lbs

Capacidad de trabajo actual: 40 lbs

Fecha de compra: 4 de enero de 2010

Voltaje: 208 V

Velocidad: 600 rpm

Potencia: 16.6 KW

Tiempo lavado: Entre 65 y 45 min.

- Cuenta con calefacción eléctrica.
- Funciona Correctamente.

Lavadora marca Wascomat

Capacidad: 55 lbs

Capacidad de trabajo actual: 40 lbs

Fecha de compra: 2003

Voltaje: 208 - 240 V

Corriente: 9.1 Amperios

Potencia: 2 KW

Tiempo lavado: 45 minutos

- Funciona Correctamente.

Secadora marca Cissell

Capacidad: 50 lbs

Fecha de compra: 17 de julio de 1998

Voltaje: 240 V

Corriente: 76 Amperios

Potencia: 18.24 KW

Tiempo secado: 40 minutos



- No funciona desde hace 6 meses
- Tiempo de funcionamiento por secado 40 minutos.

Secadora marca Unimac

Capacidad: 75 lbs

Fecha de compra: 8 de julio de 1997

Voltaje: 208 V

Corriente: 88 Amperios

Potencia: 19.36 KW

Tiempo secado: 40 minutos

- Funciona correctamente

Tiempo de funcionamiento por secado 40 minutos.

Secadora marca Wascomat

Capacidad: 50 lbs

Fecha de compra: 2003

Voltaje: 120 V

Corriente: 15 Amperios

Potencia: 1.2 KW

Tiempo secado: 40 minutos

- Funciona correctamente.
- Tiempo de funcionamiento por secado 40 minutos.
- Esta secadora necesita conectarse a un cilindro de gas para funcionar.

Los equipos mencionados anteriormente son con los que cuenta el hospital en el área de lavandería, las fotos de las lavadoras y las secadoras se encuentran en el anexo 19, pero adicionalmente piensan adquirir una nueva lavadora con un sistema de calentamiento de agua y una nueva secadora, debido a que se encuentran en mal estados algunos equipos, lo que aumentaría la carga instalada aproximadamente en 35 KW.

5.19.4. Oportunidad de ahorro en el cambio de transformador principal

El transformador de 300 KVA existente en el hospital fue construido en el año de 1982, actualmente se encuentra bastante subutilizado y se calcula una gran cantidad de



pérdidas en el hierro y en el cobre del mismo, lo cual hace necesario proponer su remplazo tomando en cuenta lo anteriormente expuesto por un transformador nuevo con una menor capacidad que sea más adecuada, con el cual se tenga menor cantidad de pérdidas, además el transformador existente también corre el riesgo de sufrir algún tipo de avería que dejaría desenergizado al hospital causando graves problemas.



5.20. Elaboración del plan de mejoras

La búsqueda adecuada de métodos para lograr una adecuada eficiencia energética es una gran prioridad hoy en día en las diversas aplicaciones donde el ahorro energético tiene una gran importancia a nivel mundial.

En base a los principios de eficiencia energética se realizó la auditoría en el hospital Julius Doepfner de la ciudad de Zamora y a través de las diferentes actividades realizadas como la evaluación del consumo de los portadores energéticos, el levantamiento de la carga instalada en el hospital, las mediciones de la calidad de energía eléctrica y otras actividades, se han detectado algunas oportunidades de ahorro energético y económico que se expondrán a continuación en la elaboración de el plan de mejoras en base a las posibilidades de ahorro existentes.

5.20.1. Propuesta de ahorro en el sistema de iluminación

Al establecer los tipos de lámparas existentes se ha determinado que se puede remplazar las lámparas fluorescentes de 40 w por otras de mayor eficiencia, lo que significa utilizar lámparas de menor potencia que proporcionen el mismo o mejor nivel de iluminación.

Las lámparas de 40 w existentes actualmente son de diferentes marcas y el flujo lumínico de ellas está entre 2500 a 2600 lúmenes y una eficiencia que varía entre 60-65 lm/w, lo que sirve como iniciativa para buscar otro tipo de lámpara que podría remplazar a las existentes.

Existen actualmente muchos tipos de lámparas muy eficientes que podrían remplazar a las que hay en el hospital, pero en el mercado local se ha buscado encontrando dos opciones, la primera es que las lámparas que podrían remplazar a las de 40 w son las lámparas de la marca OSRAM tipo L36w/840, estas utilizan una potencia de 36 w y funcionan con balasto electromagnético o electrónico y cuyas características se presentan a continuación:

Luminarias L36w/840

Potencia nominal: **36 w**

Eficiencia de la lámpara: **93 Lm/w**



Contenido de Mercurio: **2.5 mg**

Diámetro del tubo: **26 mm**

Longitud del tubo: **1200 mm**

Promedio de horas de vida: **20000**

Flujo luminoso a 25° C: **3350 Lúmenes**

Estas lámparas existen en el mercado y debido a sus características son apropiadas para reemplazar a las existentes.

La segunda opción se la encuentra en la marca SYLVANIA, que es otra marca disponible en el mercado local, donde también encontramos lámparas fluorescentes de 36 w con la denominación Standard ϕ 26 mm T8, cuyas características se presentan a continuación.

Standard ϕ 26 mm T8

- **F36w/Luz Fria**

Promedio de horas de vida: 17000

Flujo luminoso: 2500 Lúmenes

- **F36w/Luz Neutra**

Promedio de horas de vida: 17000

Flujo luminoso: 2850 Lúmenes

- **F36w/Luz cálida**

Promedio de horas de vida: 17000

Flujo luminoso: 2850 Lúmenes

Dimensiones

Diámetro del tubo: **26 mm**

Largo del tubo: **1200 mm**

5.20.1.1. Energía eléctrica consumida por las lámparas existentes

- Cantidad de lámparas de (2*40 w): **152**
- Potencia total de las luminarias instaladas: 12160 w



De acuerdo al inventario de carga y dependiendo de las horas de uso por áreas estas lámparas consumen mensualmente un aproximado de 2510 kwh.

5.20.1.2. Energía eléctrica consumida por las Lámparas a reemplazar

De acuerdo al inventario de carga y dependiendo de las horas de uso por áreas, la misma cantidad de lámparas pero de 36 w consumirían mensualmente un aproximado de 2260 kwh.

5.20.1.3. Ahorro de energía con la con la propuesta planteada en iluminación

Ahorro de Energía = Energía consumida – Energía que se consumiría

Ahorro de Energía = 2510 kwh – 2260 kwh

Ahorro de Energía = 250 kwh – Mes

Se lograría un ahorro de 250 kwh mensuales, lo que daría un ahorro de 3000 kwh anuales y esto significaría un ahorro económico de \$ 165 al año.

5.20.1.4. Implementación de la propuesta de ahorro con la marca OSRAM

De acuerdo con las características que se presentaron anteriormente esta lámpara es adecuada para reemplazar a las existentes actualmente y a continuación se detallara el costo de la inversión que se debería realizar.

Precio de la lámpara por unidad: \$ 2

Número de lámparas a reemplazar: **304**

Costo total de las lámparas a reemplazar: **\$ 608**

5.20.1.4.1. Tiempo de retorno de la inversión en iluminación con la marca OSRAM

$$T = \frac{\text{Costo total de las lamparas a reemplazar}}{\text{Ahorro anual que se obtendra}}$$

$$T = \frac{\$ 608}{\$ 165}$$



$$T = 3.68$$

La inversión se retornaría aproximadamente en 3 años y 8 meses.

5.20.1.5. Implementación de la propuesta de ahorro con la marca SYLVANIA

De acuerdo a las características que se presentaron anteriormente estas lámparas también son adecuadas para reemplazar a las existentes.

El costo de estas lámparas es prácticamente el mismo por cualquiera de los tres tipos que se mencionaron anteriormente.

Precio de la lámpara por unidad: \$ **1.75**

Número de lámparas a reemplazar: **304**

Costo total de las lámparas a reemplazar: \$ **532**

5.20.1.5.1. Tiempo de retorno de la inversión en iluminación con la marca SYLVANIA

$$T = \frac{\text{Costo total de las lamparas a reemplazar}}{\text{Ahorro anual que se obtendra}}$$

$$T = \frac{\$ 532}{\$ 165}$$

$$T = 3.22$$

La inversión se retornaría aproximadamente en 3 años y 3 meses.

Se ha evaluado estas dos marcas de luminarias como opciones que podrían tomarse, pero sin dejar atrás que las lámparas de la marca OSRAM tienen un mayor flujo lumínico y mayor promedio de horas de vida.

5.20.1.6. Oportunidad de ahorro basado en el cambio de comportamiento de los usuarios

Muchos pacientes y también el personal que labora en el hospital tienen la costumbre de a menudo encender las lámparas sin apagarlas al abandonar el lugar, permaneciendo



encendidas estas por largos periodos de tiempo. De igual manera suelen dejar artefactos o instrumentos médicos encendidos sin utilizarlos.

Si no se logra crear conciencia en los pacientes y en el personal que labora en el hospital respecto al uso eficiente de la energía entonces es recomendable un tipo de solución más técnica para reducir el consumo, estas soluciones pueden ser seccionando los circuitos de iluminación e instalando más interruptores para disminuir la cantidad de luminarias encendidas, otras opciones son instalar sensores de movimiento o timers para controlar el consumo de energía por iluminación.

Una forma de concienciar a las personas sobre lo que se refiere a eficiencia energética, es a través de una campaña con la que se pueda lograr disminuir el consumo innecesario de energía eléctrica a través de las buenas prácticas de eficiencia energética, por parte de las personas que utilizan las instalaciones del hospital, a continuación se exponen alguna recomendaciones para la reducción del consumo de energía eléctrica de iluminación a través de la concienciación de los usuarios:

- Realizar charlas para dar a conocer al personal que labora en el hospital como evitar las pérdidas energéticas y económicas que resultan del uso ineficiente de la energía eléctrica.
- Cuando se tiene áreas con horarios fijos bien establecidos se debe reducir al máximo las horas de uso de iluminación artificial.
- Apagar las luces que no son necesarias cuando se abandona el lugar de trabajo.
- Abrir persianas y mover objetos que estén obstruyendo la entrada de la luz natural y así utilizar lo menor posible la iluminación artificial en el hospital.
- Aprovechar la independencia y sectorización de los circuitos de iluminación, esto ayudara a iluminar solo en los lugares donde se necesita.
- Utilizar lámparas de alto rendimiento debido a que consumen menor o igual energía que las normalmente conocidas y proporcionan un nivel de iluminación superior.

De acuerdo a la guía de ahorro y eficiencia energética en hospitales, se estima que podría lograrse reducciones de entre 20% y el 85% en el consumo eléctrico de alumbrado a merced de la utilización de componentes más eficientes, al empleo de



sistemas de control, al aprovechamiento de la aportación de la luz natural y a través de las prácticas de utilización eficiente de la iluminación de las instalaciones.

Si a través de la realización de una campaña se lograra por ejemplo un ahorro mínimo del 10%, en el consumo de energía de iluminación en el hospital, esto sería equivalente a lo que se muestra a continuación:

Consumo de energía actual por el sistema de iluminación: **5115 kwh**

Porcentaje arbitrario de ahorro de energía que se plantea lograr: **10%**

Consumo de energía resultante tomando en cuenta el ahorro: **4603.5 kwh**

Cantidad de energía ahorrada mensual: **511.5 kwh**

Cantidad de energía ahorrada anual: **6138 kwh**

Costo de la energía ahorrada anualmente: **337.59**

A continuación se presenta un ejemplo de cuantas lámparas se tendrían que apagar y durante cuánto tiempo para lograr reducir el consumo de energía un 10%.

En el hospital existen 152 lámpara fluorescentes de (2*40w), 359 lámparas fluorescentes compactas de 20w, 27 lámparas fluorescentes compactas de 45w, 37 lámparas fluorescentes compactas de 60w y algunas más que constan en el inventario de carga. Si a través de la concienciación de las personas se lograra reducir el consumo de energía un 10% con las buenas prácticas de eficiencia energética, esto sería igual como si del total de lámparas instaladas en el hospital se pudiera apagar un cierto número de ellas durante un tiempo determinado, como se muestra en la tabla 27.

Tabla 27. Ejemplo de ahorro de energía por concienciación de los usuarios del hospital

Tipo de lámpara	Cantidad	Tiempo de apagado al día	Consumo Ahorrado	Consumo Mensual Ahorrado	Porcentaje
Lámparas Fluorescentes (2*40w)	30	5 horas	12 kwh	360 kwh	7,03%
Lámparas ahorradoras de 20w	40	5 horas	4 kwh	120 kwh	2,34%
Lámparas ahorradoras de 45w	3	3 horas	0,405 kwh	12,15 kwh	0,23%
Lámparas ahorradoras de 60w	5	3 horas	0,9 kwh	27 kwh	0,52%
PORCENTAJE TOTAL					10,12%



Además se debería realizar un estudio del sistema de iluminación realizando mediciones con un luxómetro con el que se conozca el estado actual de la iluminación de las instalaciones y se proponga un rediseño en base a normas referentes a iluminación para hospitales.

5.20.2. Propuesta de ahorro en el área de lavandería

5.20.2.1. Propuesta de ahorro aplicada a las secadoras

La propuesta de ahorro de energía eléctrica consiste en utilizar principalmente la secadora Wascomat cuyo funcionamiento de la calefacción es por medio de Glp, utilizando electricidad únicamente para alimentar al motor que mueve el tambor de la misma para realizar el secado de la ropa, dejando la secadora Unimac cuya calefacción funciona a base de electricidad para utilizarla en cualquier momento que sea realmente necesario.

5.20.2.1.1. Datos del funcionamiento de las secadoras

Potencia eléctrica de la secadora Unimac: **19.36 KW**

Potencia eléctrica de la secadora Wascomat: **1.3 KW**

Tiempo promedio de secado: **40 minutos**

Cantidad promedio de veces de secado al mes: **120**

La cantidad de veces de secado depende de las veces que se haya lavado, debido a que sale de la lavadora y ponen directamente la ropa en las secadoras repitiéndose algunas veces el secado de ciertas prendas para asegurar que estén completamente secas.

Se utiliza principalmente para secar la ropa la secadora Unimac debido a que existe una inadecuada conexión de gas en la secadora Wascomat, razón por la cual no se la utiliza de manera normal, quedando para ser utilizada solo cuando existe una gran cantidad de ropa por secar.

5.20.2.1.2. Energía eléctrica consumida por la secadora UNIMAC

$E = \text{Potencia motor secadora} \times \text{Tiempo} \times \# \text{ de secados mes}$

$E = 1.3 \text{ KW} \times 40 \text{ minutos} \times 120$



$$E = 104 \text{ kwh} - \text{Mes}$$

$$E = 1248 \text{ kwh} - \text{Año}$$

$$E = \text{Potencia calefacción secadora} \times \text{Tiempo} \times \# \text{ de secados mes}$$

$$E = 18.06 \text{ KW} \times 40 \text{ minutos} \times 120$$

$$E = 1444.8 \text{ kwh} - \text{Mes}$$

$$E = 17337.6 \text{ kwh} - \text{Año}$$

La energía total que consume la secadora Unimac es 1548.8 kwh mensuales, si se utilizara la secadora Wascomat en vez de la secadora Unimac se obtendría un ahorro significativo.

5.20.2.1.3. Energía que consumiría la secadora Wascomat si remplazara a la Unimac

$$E = \text{Potencia secadora} \times \text{Tiempo} \times \# \text{ de secados mes}$$

$$E = 1.3 \text{ KW} \times 40 \text{ minutos} \times 120$$

$$E = 104 \text{ kwh} - \text{Mes}$$

$$E = 1248 \text{ kwh} - \text{Año}$$

5.20.2.1.4. Diferencia de consumo de energía eléctrica

La diferencia de consumo de energía eléctrica es bastante grande observando que el funcionamiento del sistema de calefacción de la secadora Wascomat es en base a Glp.

Consumo de energía eléctrica de la Secadora Unimac: **1548.8 kwh - Mes**

Consumo de energía eléctrica de la Secadora Wascomat: **104 kwh - Mes**

La diferencia de consumo de energía eléctrica es de 1444.8 kwh – Mes

5.20.2.1.5. Costo mensual por consumo de energía eléctrica de la secadora Unimac



Para calcular el costo del funcionamiento eléctrico se tomara el precio de 0.055 dólares por cada Kwh, siendo este precio de la tarifa existente para el hospital denominada asistencia social con demanda, a continuación se detalla el cálculo:

Consumo de energía eléctrica de la Secadora Unimac: 1548.8 kwh – Mes

$$\text{Costo total mensual} = 1548.8 \times 0.055$$

$$\text{Costo total mensual} = \$ 85.18$$

$$\text{Costo total anual} = \$ 1022.21$$

5.20.2.1.6. Costo de la energía eléctrica si se utilizara únicamente la secadora Wascomat

Consumo de energía eléctrica de la Secadora Wascomat: 104 kwh – Mes

$$\text{Costo mensual} = 104 \times 0.055$$

$$\text{Costo mensual} = \$ 5.72$$

$$\text{Costo anual} = \$ 68.64$$

5.20.2.1.7. Costo del funcionamiento a Glp si se utilizara únicamente la secadora Wascomat

Para calcular el costo mensual del funcionamiento del sistema a Glp se utiliza la siguiente información:

Cantidad de veces de secado que dura un cilindro: **6**

Cantidad de veces de secado al mes: **120**

Costo de cada cilindro: **\$ 2.25**

$$\text{Costo mensual} = \frac{\text{Cantidad de secados al mes}}{\# \text{ de secados por cilindro}} \times \text{Costo de cilindro}$$

$$\text{Costo mensual} = \frac{120}{6} \times 2.25$$

$$\text{Costo mensual} = \$ 45$$



$$\text{Costo anual} = \$ 540$$

5.20.2.1.8. Costo total por funcionamiento de la secadora Wascomat

$$\text{Costo total mensual} = \text{Gasto electrico} + \text{Gasto gas}$$

$$\text{Costo total mensual} = \$ (5.72 + 45)$$

$$\text{Costo total mensual} = \$ 50.72$$

5.20.2.1.9. Ahorro total que se puede conseguir en las secadoras

Para poder poner en marcha esta propuesta de ahorro primeramente se debe realizar una adecuada conexión de la entrada de gas, para no poner en peligro a las personas que laboran en esta área por motivo de alguna fuga o inadecuada conexión.

Tomando en cuenta esta condición de seguridad se puede obtener un ahorro importante al cambiar la forma de funcionamiento del secado de la ropa, a continuación se expone el ahorro que se lograría:

$$\text{Ahorro Mensual} = \text{Gasto secadora Unimac} - \text{Gasto secadora Wascomat}$$

$$\text{Ahorro Mensual} = \$ (85.18 - 50.72)$$

$$\text{Ahorro Mensual} = \$ 34.46$$

$$\text{Ahorro Anual} = \$ 413.52$$

Se puede calcular un ahorro mayor si se tomara en cuenta la demanda que representa incorporar la potencia de la secadora Unimac.

5.20.2.2. Propuesta de ahorro aplicado a las lavadoras

Se podría obtener un ahorro económico remplazando el calentamiento eléctrico del agua existente en la lavadora Girbau y remplazándolo con calentamiento a través de un calefón que funciona con Glp, a continuación se expondrá la los cálculos de factibilidad.

5.20.2.2.1. Energía eléctrica consumida por la lavadora Girbau

Potencia de la lavadora marca Girbau: **16.6 KW**



Tiempo promedio de lavado: **55 minutos**

Cantidad promedio de veces de lavado por día: **3**

Por lo general cuando se realizan tres lavadas por día 2 se realizan en la lavadora Wascomat y una en la lavadora Girbau.

$$E = \text{Potencia Motor Lavadora} \times \text{Tiempo}$$

$$E = 0.66 \text{ KW} \times 25 \text{ minutos}$$

$$E = 0.275 \text{ kwh por lavada}$$

$$E = \text{Potencia Calefaccion Lavadora} \times \text{Tiempo}$$

$$E = 15.9 \text{ KW} \times 20 \text{ minutos}$$

$$E = 5.3 \text{ kwh por lavada}$$

5.20.2.2.2. Energía total consumida por la lavadora Girbau

$$\text{Energía total por lavada} = 5.3 \text{ kwh} + 0.275 \text{ kwh}$$

$$\text{Energía total por lavada} = 5.575 \text{ kwh}$$

$$\text{Energía total Mensual} = 167.25 \text{ kwh}$$

$$\text{Energía total Anual} = 2007 \text{ kwh}$$

Costo de la energía anual: \$ 110.38

Cuando existe una gran cantidad de ropa y se tiene que utilizar la lavadora Girbau más de una vez al día, el consumo de energía eléctrica es mucho mayor.

5.20.2.2.3. Sistema a Glp que se propone implementar

Para calcular el consumo del sistema que funcione a base de Glp que se propone implementar se debe conocer la cantidad de energía contenida en un cilindro y se hace de la siguiente manera:

Peso del cilindro lleno: **63 libras**

Peso del cilindro vacío: **33 libras**



Diferencia de peso: **30 libras**

El peso del contenido de gas que se consume del cilindro es 30 libras lo que vendría a ser 13,636 Kg.

El gas licuado que comercializa Lojagas es una mezcla de 67% de propano y 33% de butano, una vez que se encuentra el Glp en el cilindro el 85% se encuentra en estado líquido y el 15% en estado gaseoso.

A través de información dada por la compañía Lojagas se conoció que el poder calorífico inferior (PCI) del Glp que comercializan es de $11027.2 \frac{Kcal}{Kg}$.

5.20.2.2.4. Energía contenida en un cilindro de gas

$$Energía\ en\ un\ cilindro = 11027.2 \frac{Kcal}{Kg} \times 13.636\ Kg$$

$$Energía\ en\ un\ cilindro = 150366.8992\ Kcal \times 4.187 \frac{KJ}{Kcal}$$

$$Energía\ en\ un\ cilindro = 629.5862\ MJ$$

La energía contenida por cilindro de gas licuado de petróleo es 629.5862 MJ

Equivalencia energética 1kwh = **3.6 MJ**

El sistema de calefacción de la lavadora Girbau tiene una potencia de 15.9 KW, multiplicando por 20 minutos aproximadamente que es el tiempo de llenado del tambor tenemos:

A continuación se calculara la energía necesaria para calentar por 20 minutos el agua en la lavadora Girbau, que es aproximadamente el tiempo que la lavadora tarda en llenar de agua de acuerdo al programa seleccionado.

$$E = 15.9\ KW \times 20\ minutos$$

$$E = 5.3\ kwh$$

$$E = 19.08\ MJ\ por\ lavada$$

$$E = 572.4\ MJ\ al\ mes$$



$$E = 6868.8 \text{ MJ al año}$$

Si se remplazara el calentamiento de agua en la lavadora Girbau por un sistema que funcione con Glp se obtendría un ahorro económico.

5.20.2.2.5. Ahorro que se obtendría al remplazar el sistema eléctrico de la calefacción de la lavadora.

El ahorro sería de 159 kwh al mes, esta energía es la misma que consume el sistema de calefacción, siendo un ahorro anual de 1908 kwh al año.

5.20.2.2.6. Cantidad promedio de cilindros que se consumirían mensualmente en la lavadora.

Para calcular la cantidad promedio de cilindros, se hará a partir del valor de la energía eléctrica utilizada actualmente, transformándola a joules con la que se obtendrá el número aproximado.

$$\text{Número de cilindros} = \frac{\text{Energía utilizada mensualmente para calentamiento}}{\text{Energía contenida en un cilindro}}$$

$$\text{Número de cilindros} = \frac{572.4 \text{ MJ}}{629.5862 \text{ MJ}}$$

$$\text{Número de cilindros} = 0.9091$$

Para el calentamiento de agua en la lavadora se consumiría aproximadamente 0.9091 cilindros por mes, lo que daría como resultado que se consumiría aproximadamente 11 cilindros de Glp al año. El costo de los 11 cilindros sería de \$ 24.75.

Restando el costo de los 11 cilindros al ahorro de energía eléctrica se obtendría un ahorro anual de \$ 80.19.

5.20.2.2.7. Costo de la implementación para el calentamiento de agua con Glp

La selección del calefón parte del caudal proporcionado por el sistema hidroneumático que es de 8.27 litros/min, tratando de asegurar que se mantenga este mismo caudal, para que las lavadora pueda cumplir sus ciclos de lavado completamente.



Un calefón con una capacidad adecuada como para utilizarse en las lavadoras sería el de 10 litros por minuto que tiene los siguientes costos.

Costo del calefón: \$180

Costo de accesorios: \$30

Total la instalación del calefón: \$ 210

5.20.2.2.8. Tiempo de retorno de la inversión en la lavadora

$$T = \frac{\text{Costo total del equipo a Glp}}{\text{Ahorro anual que se optendra}}$$

$$T = \frac{\$ 210}{\$ 80.19}$$

$$T = 2.61$$

La inversión se retorna en aproximadamente 2 años y 7 meses.

La propuesta de cambio de electricidad a Glp no solo se da para la obtención de un ahorro, sino por la situación de que se está utilizando la lavadora Wascomat sin agua caliente para el lavado por lo que se puede instalar otro calefón de las mismas características, debido a que la ropa en hospitales y clínicas está expuesta a muchos contaminantes, razón suficiente para utilizar agua caliente en el lavado de la misma.

5.20.3. Propuesta aplicada al remplazo del transformador de 300KVA

Como ya se expuso anteriormente la cantidad de pérdidas económicas y energéticas producidas por este transformador, se realizaran los cálculos para su remplazo por uno más adecuado.

5.20.3.1. Dimensionamiento del nuevo Transformador

A través de los datos de demanda obtenidos de las facturas desde el año 2006 que son los datos con los que se cuenta hasta el primer semestre del 2011, se calculó la tasa de incremento anual de potencia que se ha tenido durante este periodo, este dato será utilizado para el dimensionamiento del nuevo transformador.



Tasa de incremento anual en porcentaje = 4.46%

Incremento de potencia calculado anualmente en los últimos años = 3.98 KW

Demanda máxima registrada anual = 89.26

Tiempo para demanda proyectada = 20 años

$$\text{Potencia proyectada para 20 años} = 3.98 \frac{\text{KW}}{\text{año}} \times 20 \text{ años}$$

$$\text{Potencia proyectada para 20 años} = 79.6 \text{ KW}$$

$$\text{Potencia total que se tendria en 20 años} = 89.26 \text{ KW} + 79.6 \text{ KW}$$

$$\text{Potencia total que se tendria en 20 años} = 168.86 \text{ KW}$$

$$\text{Potencia del nuevo transformador} = \frac{\text{Potencia KW}}{\text{Factor de potencia}}$$

$$\text{Potencia del nuevo transformador} = \frac{168.86 \text{ KW}}{0.92}$$

$$\text{Potencia del nuevo transformador} = 183.54 \text{ KVA}$$

La potencia adecuada para el nuevo transformador con una demanda proyectada para 20 años es de 200 KVA de acuerdo al valor obtenido anteriormente se ha tomado el inmediato superior.

5.20.3.1.1. Ahorro que se obtendría con el remplazo del transformador

Las pérdidas calculadas anteriormente en el transformador existente tienen los siguientes valores:

Pérdidas anuales de energía en el hierro y en el cobre = 17603.75 kwh

Costo de las perdidas en el transformador de 300 KVA = \$ 968.20

Las pérdidas de energía que se obtendrían con el nuevo transformador de 200 KVA que se plantea remplazar son:

Pérdidas anuales de energía en el hierro y en el cobre = 7787.34 kwh



Costo de las pérdidas en el transformador de 200 KVA = \$ 428.30

Los valores de las pérdidas en el hierro y el cobre para transformadores nuevos trifásicos y monofásicos constan en el anexo 20.

Ahorro de energía = Energía consumida – Energía que se consumiría

Ahorro de energía = 17603.75 kwh – 7787.34 kwh

Ahorro de energía = 9816.41 kwh

El ahorro económico que se obtendría de acuerdo a la tarifa existente con el cambio de transformador es de \$ 539.9 anual.

5.20.3.1.2. Tiempo de retorno de la inversión del transformador

Teniendo en cuenta que el transformador es proyectado para 20 años se calculara el tiempo de retorno de la inversión.

$$T = \frac{\text{Costo del transformador}}{\text{Ahorro anual que se obtendría}}$$

$$T = \frac{\$ 6000}{\$ 539.9}$$

$$T = 11.11$$

La inversión se retornaría en aproximadamente en 11 años y 3 meses, tomando en cuenta que es indispensable remplazar este transformador debido a su antigüedad y de acuerdo a la demanda proyectada si es rentable cambiarlo.

5.20.4. Ahorro total que se prepone alcanzar con el plan de mejoras

5.20.4.1. Ahorro de energía eléctrica

El ahorro de energía eléctrica en el sistema de iluminación sería de 250 kwh mensuales, significando 3000 kwh anuales.

El ahorro de energía si se remplazara a la secadora Unimac con la secadora Wascomat sería de 1444,8 kwh mensuales, siendo 17337.6 kwh anuales.



El ahorro de energía eléctrica si se remplazara el sistema de calefacción eléctrico de agua por uno a base de Glp sería de 159 kwh mensual, siendo 1908 kwh anuales.

El ahorro de energía eléctrica si se remplazara el transformador de 300 KVA por uno de menor capacidad es de 9816.41 Kwh anuales.

El ahorro de energía eléctrica total sería de 2671.83 kwh mensuales, significando 32062.01 kwh anuales.

5.20.4.2. Ahorro económico

El ahorro económico que se obtendría del sistema de iluminación sería de \$ 13.75 mensual, siendo \$ 165 anuales.

El ahorro económico que se obtendría aplicando la propuesta de ahorro de las secadoras sería de \$ 34.46 mensual, siendo \$ 413.52 anuales.

El ahorro económico que se obtendría aplicando la propuesta de ahorro de la lavadora sería de \$ 6.68 mensual, siendo \$ 80.19 anuales.

El ahorro económico que se obtendría el remplazar el transformador de 300 KVA es de \$ 44.99 mensual, siendo \$ 539.9 anuales.

El ahorro económico total que se puede lograr es de \$ 99.98 mensual, significando \$ 1198.58 anuales.

5.20.5. Inversiones a realizar propuestas en el plan de mejoras

5.20.5.1. Inversión propuesta en el sistema de iluminación

La inversión consiste en el remplazo de 304 lámparas de 40w por otras más eficientes de 36w, lo que da como resultado que si se invirtiera con la marca OSRAN sería un costo total de \$ 608, y con la marca SYLVANIA la inversión sería de \$ 532.

5.20.5.2. Inversión para la adquisición de un calefón

Al sustituir el sistema de calentamiento de agua de la lavadora Girbau se necesitaría invertir en la compra de un calefón que puede ser de la marca Instamatic, cuyo costo es



de \$ 180 y el costo de los accesorio a utilizar para gas y para agua se puede estimar en aproximadamente \$ 30, llegando a tener que realizar una inversión total de \$ 210.

5.20.5.3. Inversión para la adquisición de un transformador

La inversión a realizar para adquirir un transformador trifásico de 200 KVA incluye gastos por instalación y transporte cuyo monto es de aproximadamente \$ 6000.

5.20.5.4. Tiempo promedio de recuperación de la inversión total

Tomando en cuenta el ahorro económico del sistema de iluminación, las secadoras y la lavadora se puede obtener los siguientes datos:

- Ahorro económico total con las oportunidades propuestas y el plan de mejoras \$ 1198.58.
- Inversión total del calefón, transformador y tomando en cuenta a la marca OSRAN para el sistema de iluminación \$ 6818, y el tiempo de retorno de la inversión total sería de aproximadamente 5 años 9 meses.
- Inversión total del calefón, transformador tomando en cuenta a la marca SYLVANIA para el sistema de iluminación \$ 6742, y el tiempo de retorno de la inversión total sería de aproximadamente 5 años 8 meses.



6. VALORACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA Y AMBIENTAL

6.1. Valoración Técnico Económica

Una auditoría energética tiene mucha importancia realizarla debido a que es una base para llegar a la eficiencia energética.

A continuación en la tabla 28 están detallados los gastos que se tuvieron que realizar en el desarrollo de este proyecto.

Tabla 28. Gastos realizados en el proyecto de tesis

Detalle	Cantidad	Valor Unitario USD	Importe USD
Viajes a Zamora	32	5	160
Viáticos	32	5	160
Impresión de planos	10	1.5	15
Apoyo compra de luxómetro	1	300	300
Compra multímetro	1	46	46
Impresiones	-----	70	70
Estadía	-----	-----	140
Materiales de Papelería	-----	-----	20
Copias	-----	0,02	10
Internet	100	0,50/h	50
Otros	-----	-----	100
		TOTAL	1058.5

A continuación en la tabla 29 se detalla el costo que tendría que realizarse en personal y equipo para mediciones incluidos todos los gastos.

Tabla 29. Gastos en personal y equipo para mediciones

Detalle	Cantidad	Valor Unitario USD	Importe USD
Personal especializado	2	1000	2000
Personal de apoyo	2	500	1000
Alquiler de analizador de redes	2	700	1400
Gastos varios	-----	-----	200
		TOTAL	4600

La realización de la auditoria energética en el hospital Julius Doepfner tiene un costo aproximado de \$ 5658.5.



6.2. Valoración Ambiental

Con el estudio realizado se podrá fomentar los hábitos para alcanzar la eficiencia energética, en el hospital de la ciudad de Zamora.

A través del uso eficiente de los portadores energéticos se lograría reducir el consumo de energía, lo que conlleva a la adecuada utilización de los recursos energéticos. En este proyecto de tesis se busca disminuir el consumo energético ya que la obtención, generación y utilización de los portadores causan efectos negativos al medio ambiente, razón por la cual se pretende lograr la eficiente utilización de los mismos.

A través del ahorro energético obtenido puede estimarse que se evitaría la emisión de 1.39 TCO₂ a la atmósfera.

Por lo anteriormente mencionado este proyecto de tesis tiene un enfoque que busca reducir los impactos negativos al medio ambiente, evitando que existan consumos innecesarios de energía.



7. DISCUSIÓN

A través de los resultados obtenidos se busca reducir el consumo energético y obtener un ahorro económico en el hospital Julius Doepfner de la ciudad de Zamora.

Inicialmente se desconocía si la cantidad y la forma de utilización de los portadores energéticos eran eficientes, ósea consumir la menor cantidad de energía sin dejar de brindar los servicios y comodidades que los pacientes y el personal que labora necesitan.

Se determinó que la electricidad es el portador de mayor consumo energético, razón por la cual se centró en este portador el estudio de la auditoría, para conocer como es su aprovechamiento con respecto a las necesidades que se tienen en el hospital, necesidades que dependen principalmente de la cantidad de pacientes que se atienden diariamente ya sea en consulta o en hospitalización. La cantidad de personas atendidas se la conoce también como unidad de producción, escogiendo a la cantidad de consultas realizadas mensualmente como la unidad de producción para este estudio, debido a que es en el área de consulta donde se concentra la mayor actividad del hospital. La unidad de producción sirvió para relacionarla con la cantidad de energía eléctrica consumida, pero esta unidad de producción de acuerdo al gráfico de correlación no es tan adecuada, debido a que el coeficiente de correlación es bastante bajo, teniendo un valor de 0.59, aunque si se asemeja bastante en el grafico la curva del comportamiento de la cantidad de consultas realizadas con la de energía eléctrica consumida, esta unidad de producción no permitió establecer el índice energético adecuado que relacione el consumo de energía del hospital. Se debe realizar un estudio más profundo para determinar cuál sería la unidad de producción que corresponda lo más aproximadamente posible a la cantidad de energía consumida.

La evaluación la calidad de energía eléctrica se realizó durante 7 días y se conoció que no existen anomalías que afecten severamente, además esta evaluación permitió conocer que los parámetros de acuerdo a las regulaciones del CONELEC, la mayor parte de ellos están dentro de los límites permitidos, a excepción del factor de potencia cuyos valores obtenidos con el analizador de redes, son menores a 0.92, sin embargo el contador de energía registra valores por encima de 0.92, por esto no existe penalización alguna por parte de la EERSSA, estos datos fueron obtenidos del transformador de 300



KVA, además otro parámetro que se encuentra fuera de los límites son los niveles de tensión que se encuentran muy por debajo de lo permitido, este problema parte de las líneas de media tensión ya que se encuentra esta misma anomalía en algunas partes de la ciudad de Zamora, conociendo todo esto no se hace necesario centrarse en el mejoramiento del nivel de tensión, pero amerita que se estudie más profundamente todos estos parámetros incluso los que no admite el CONELEC. En lo referente al transformador de 75 KVA utilizado para el equipo de rayos X, de las mediciones obtenidas algunos parámetros se encuentran fuera de los límites permitidos, esto se debe a la construcción y configuración del equipo que está alimentando, razón por la cual el transformador es independiente. Además con las mediciones se determinó la cargabilidad y pérdidas en los transformadores obteniendo un alto valor de pérdidas anuales en el transformador de 300 KVA debido a que se encuentra subutilizado.

Con las mediciones también se pudo identificar una oportunidad de ahorro que es reemplazando el transformador de 300 KVA por uno con una capacidad adecuada como sería uno de 200 KVA, que pormser nuevo y de menor capacidad se tendría menor cantidad de pérdidas de energía, además el transformador existente es muy antiguo lo cual puede ocasionar que en cualquier momento sufra alguna avería y deje sin energía eléctrica al hospital.

El remplazo del transformador origina un gran ahorro energético y económico aunque la inversión que se tiene que realizar es bastante grande, pero se proyectó un incremento de la demanda de potencia para 20 años para el cálculo del nuevo transformador significando que el ahorro justifica la inversión que se tendría que realizar.

A través del inventario de carga se pudo identificar algunas oportunidades de ahorro teniéndolas en dos sectores bien definidas, la primera en el área de lavandería que es donde se encuentra la mayor carga eléctrica instalada, la segunda es en el sistema de iluminación debido a que es el principal consumidor de energía eléctrica y por el tipo de lámparas instaladas.

Se identificó también otra posibilidad de ahorro, que se puede aplicar a través de la realización de una campaña de concienciación en la utilización de la energía eléctrica, dirigida a las personas que utilizan las instalaciones del hospital, principalmente utilizando la iluminación artificial solo cuando es realmente necesario.



Al identificar las oportunidades de ahorro se elaboró el plan de mejoras en el que se propone, para el área de lavandería reemplazar la secadora Unimac por la secadora Wascomat, cuyo funcionamiento de calefacción es a base de Glp, también se propone cambiar el calentamiento eléctrico de agua de la lavadora Girbau por un sistema a Glp a través de un calefón.

En el sistema de iluminación se propuso el reemplazo de las lámparas fluorescentes de 40w por lámparas fluorescentes de 36w que tienen una menor potencia y proporcionan una mayor o igual iluminación. En este plan de mejoras constan los presupuestos a invertir, las cantidades a ahorrar, los materiales a utilizar y el tiempo de retorno de la inversión.

Cabe recalcar que el hospital por ser una institución de beneficio público cuenta con una tarifa eléctrica denominada asistencia social con demanda, en la que el precio del kwh es de \$ 0.055 lo cual provoca que el ahorro económico obtenido sea menor comparado con el valor de \$ 0,61 el kwh, para usuarios tipo comercial.



8. CONCLUSIONES

- A través de las actividades de la auditoría, realizadas en el hospital se identificó las oportunidades de ahorro existentes, donde a partir de estas se logró establecer el ahorro energético y económico que se podría conseguir aplicando el plan de mejoras elaborado, donde constan las inversiones que se tienen que realizar, los implementos a utilizar y el tiempo que retornaría la inversión en base al ahorro económico que se lograría.
- A través de las facturas de consumo se conoció cuáles son los portadores energéticos utilizados en el hospital, siendo la electricidad el principal portador debido a que es el de mayor consumo, ya que el Glp es utilizado solamente para la cocción de alimentos y para el sistema de calefacción de una secadora, el diesel es utilizado únicamente para la alimentación del generador de emergencia, ya que en el hospital no existe un caldero, a pesar de que si cuenta con una instalación de líneas de vapor que se han deteriorado el pasar de los años.
- La mayor actividad que se realiza en el hospital se encuentra en el área de consultas, debido a que en hospitalización no existe gran afluencia de personas internadas cada día, por esta razón se estableció que el número de consultas realizadas mensualmente sea escogida como la unidad de producción, pero de acuerdo al gráfico de correlación esta no unidad de producción no es la más adecuada para relacionarla con el consumo energético debido a que se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.59.
- De acuerdo a las regulaciones emitidas por el CONELEC, el nivel de tensión medido en el transformador de 300 KVA, está muy por debajo del nivel mínimo permitido, pero este problema parte desde las líneas de media tensión ya que muchos otros lugares de la ciudad de Zamora tienen el mismo problema. Otro parámetro que se encuentra fuera de los límites es el factor de potencia ya que de las mediciones se obtuvo valores bastante bajos, este problema no se registra en el contador de energía teniendo que el valor obtenido de este se encuentra por encima del valor de 0.92 permitido, razón por la cual ningún tipo de penalización económica.



- Debido a la construcción y configuración del equipo de rayos X, los valores de las mediciones de calidad de energía se encuentran fuera de los límites permitidos de acuerdo a las regulaciones del CONELEC, por esta razón el transformador de 75 KVA es independiente.
- El transformador de 300 KVA se encuentra bastante subutilizado y tiene una antigüedad cerca de 30 años, razón por la cual las pérdidas de energía en el hierro y en el cobre son bastante altas, lo que hace necesario proponer el cambio de transformador por uno nuevo de menor capacidad, ya que esto es una oportunidad de ahorro debido a que las pérdidas en el nuevo transformador son mucho menores. El remplazo de este transformador tiene un costo bastante alto pero el costo de la energía ahorrada permite que sea viable económicamente ya que se proyectó una demanda para 20 años.
- El inventario de carga permitió identificar las oportunidades de ahorro existentes, debido a que en este se detalla la lista de los equipos con los que cuenta el hospital, en el que además constaba el tiempo aproximado de uso mensual y un factor de simultaneidad también aproximado, con los cuales se pudo obtener la energía mensual que consume cada uno de los equipos y la demanda existente de potencia.
- De acuerdo al inventario de carga el sistema de iluminación es el principal consumidor de energía eléctrica en el hospital, y el tipo de lámparas que consume más energía son las lámparas fluorescentes de 2x40w, razón por la cual se propuso la sustitución de estas por otras más eficientes de 36w que proporcionan el mismo o mejor nivel de iluminación.
- De acuerdo al inventario de carga se conoció que el área de lavandería es donde se encuentra la mayor potencia instalada de todo el hospital, aquí se encontró 2 oportunidades de ahorro, la primera reemplazando la utilización de la secadora Unimac cuyo sistema de calefacción es eléctrico, por la secadora Wascomat cuyo sistema de calefacción es en base a Gp teniendo este sistema menor costo que el eléctrico. La segunda oportunidad se encuentra en el remplazo del sistema de calefacción eléctrico de agua de la lavadora Girbau por un calefón, con estas



propuestas de ahorro el beneficio a obtener es económico ya que se realizó un reemplazo del sistema de abastecimiento de energía eléctrica por Glp.

- Con el plan de mejoras que se propone implementar se plantea obtener un ahorro económico de \$ 1198.58 anuales, y para obtener este ahorro se tienen que realizar algunas inversiones, como son la adquisición de lámparas más eficientes para el sistema de iluminación, la adquisición de un calefón para la calefacción de agua de la lavadora Girbau y adquirir un nuevo transformador para reemplazar al de 300 KVA existente, que es bastante antiguo. El tiempo de retorno de la inversión tomando en cuenta el ahorro total es de 5 años 9 meses aproximadamente, pero también se ha calculado un tiempo de retorno de la inversión individual.
- Algunas áreas del sistema de alimentación eléctrica se encuentran deterioradas y en mal estado, como la cabina de transformación donde existen protecciones colocadas de manera antitécnica, de la misma forma las instalaciones de puesta a tierra tienen una conexión deficiente. De igual manera que la cabina de transformación la habitación donde se encuentra el generador y los tableros generales no ha recibido mantenimiento durante mucho tiempo, teniendo como principal problema aquí que en los tableros generales las protecciones se encuentran mal dimensionadas, también algunos conductores de la salida de los tableros están colocados desordenadamente por las paredes y este lugar está siendo utilizado como bodega.
- No existen planos ni diagramas de las instalaciones eléctricas del hospital y continuamente se han realizado muchos trabajos de remodelación en la mayor parte de las áreas, en las cuales se han realizado nuevas instalaciones de las cuales no existen los planos de las modificaciones, que sirvan principalmente al personal de mantenimiento o a investigadores como guía para la realización del algún trabajo o estudio.



9. RECOMENDACIONES

- Crear un registro detallado del consumo de los portadores energéticos y del agua, para poder ir evaluando periódicamente como es el comportamiento de los consumos futuros y tener la posibilidad de poder identificar cuando estos consumos sean excesivos y buscar si existe un problema que lo esté originando.
- Realizar un estudio más profundo para corroborar cual es la unidad de producción más adecuada, para relacionarla con el consumo energético, con la finalidad de obtener el índice energético más adecuado que permita identificar si existen variaciones de consumo en el tiempo y establecer como es el consumo de energía en base a la unidad de producción.
- Realizar un estudio minucioso de la calidad de energía eléctrica, debido a que se detectó algunos problemas que ameritan ser revisados y evaluados más profundamente, para determinar donde se están originando, cuáles son sus causas y plantear las soluciones respectivas. Se debe evaluar todos los parámetros de calidad de energía incluso los que no son considerados por el CONELEC.
- Instalar un analizador de redes continuo para tener accesibles todo el tiempo los datos del comportamiento de la red eléctrica y evaluar continuamente los parámetros de calidad de energía para evitar que existan problemas que puedan afectar a algunos equipos médicos que son muy sensibles, y también que puedan provocar un mal funcionamiento de las instalaciones eléctricas del hospital.
- Elaborar un registro de la carga eléctrica que se vaya incorporando en cada una de las áreas del hospital, para tener un fácil acceso a estos datos y puedan ser utilizados en estudios futuros, y para evaluarlos continuamente en el inventario de carga para buscar nuevas oportunidades de ahorro.
- Instalar un sistema de calefacción de agua a través de un calefón para la lavadora Wascomat, ya que actualmente no cuenta con un sistema de calentamiento que permita realizar el proceso de lavado de acuerdo a como debe ser en las instituciones de salud, para la eliminación de los contaminantes mejorando así la calidad del lavado.



- Utilizar la mayor capacidad posible de las lavadoras y secadoras con el objetivo de abarcar por cada proceso de lavado la mayor cantidad de ropa, reduciendo la utilización de los equipos y por ende reduciendo el consumo de energía.
- Realizar una remodelación de la cabina de transformación y mantenerla en perfectas condiciones, realizando una adecuada conexión de las puestas a tierra y colocando las protecciones que se encuentran en las barras de cobre en un tablero, con el objetivo de que esta cabina de transformación no represente ningún peligro a las personas que recorran estas instalaciones.
- Dar mantenimiento a la habitación donde se encuentran el generador y los tableros de transferencia automática y generales, colocando los conductores de manera adecuada a la salidas de los tableros y dando la utilización a este lugar para el que fue diseñado inicialmente, como cuarto para generación no como bodega.
- Evaluar el sistema eléctrico total del hospital partiendo desde la verificación de las protecciones instaladas en los tableros generales, ya que se encuentran mal dimensionadas, de la misma manera verificar los calibres de los conductores, debido a que en algunas ocasiones se han realizado instalaciones sin tener en cuenta un criterio técnico, en lo posible sería mejor realizar un rediseño.
- Realizar un levantamiento de los planos eléctricos completos del hospital, incluyendo el diagrama unifilar, para tener como guía que sirva al personal de mantenimiento y facilitar los estudios eléctricos que se puedan realizar. También se debe realizar la actualización de estos planos y diagramas cada vez que se realicen modificaciones de las instalaciones.
- Involucrar a todo el personal que labora en el hospital en el tema de ahorro y eficiencia energética, realizando seminarios y cursos de capacitación con el objetivo de concienciar a las personas sobre los beneficios de los usos adecuados de la energía y los costos que se tendrían por el despilfarro de la misma.



10. BIBLIOGRAFÍA

Libros

- BORROTO, Aníbal; SANCHEZ, Santiago. 2008. Manual de Eficiencia Energética en Edificios Públicos. Quito, Ecuador. 83p.
- CANADA, CANADIAN INDUSTRY PROGRAM FOR ENERGY CONSERVATION; CANADIAN INDUSTRY AND THE OFFICE OF ENERGY OF NATURAL RESOURCES CANADA. Manual de Herramientas para una auditoría energética. Canadá. 277p.
- COLOMBIA, UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE. Evaluación de pérdidas en los Transformadores según NTC 2050. En: Eficiencia energética en transformadores Eléctricos. Colombia. 44p.
- ESPAÑA. ASOCIACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN DE LA ENERGÍA. 2003. Manual de Auditorías Energéticas. Madrid, España. 221p.
- ESPAÑA. FUNDACIÓN DE LA ENERGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID. 2010. Guía de ahorro y eficiencia energética en hospitales. Madrid, España. 329p.
- FLUKE, PQ Log PC Software. Manual de uso. 56p.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, Normas técnicas ecuatorianas, Pérdidas en transformadores de distribución monofásicos. Norma 2114. 8p.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, Normas técnicas ecuatorianas, Pérdidas en transformadores de distribución Trifásicos. Norma 2115. 8p.



- IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems (IEEE Std. 519-1992). Institute of Electrical and Electronics Engineers. ISBN- 55937-239-7.
- IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality (IEEE Std. 1159-1995). Institute of Electrical and Electronics Engineers. ISBN 155937-549-3. Estados Unidos, 1995.
- LOHR, Walter; GAVER, Karin; SERRANO, Nelson; ZAMORANO Alicia. 2009. Eficiencia Energética en Hospitales Públicos. Santiago, Chile. 46p.
- PERÚ. ÁREA DE PLANEAMIENTO ENERGÉTICO. 2004. Manual de Eficiencia Energética Para Jefes de Mantenimiento de Hospitales. Lima, Perú. 86p.
- POWER QUALITY LOGGER. 2006. Manual de uso. 74p.

Tesis

- HERAS, Wilmer; CAMPOVERDE, Freddy. 2007. Determinación de la calidad de energía del sistema eléctrico de potencia en la sociedad de lucha contra el cáncer – SOLCA. (Tesis Ing. Eléctrico) Cuenca Ecuador, Universidad Politécnica Salesiana. Facultad de Ciencias Eléctricas. 365 p.
- SARMIENTO, Freddy; SÁNCHEZ, Víctor. 2009. Análisis de la Calidad de Energía Eléctrica y Estudio de Carga de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca. (Tesis Ing. Eléctrico) Cuenca Ecuador, Facultad de Ciencias Eléctricas. 285p.

Páginas Web Consultadas

- MACROCONSUL. 2001. Auditoría Energética. [En Línea] Lima Perú, [http://www.corpoema.com/CDenergia/E_01_audito.PDF], [Consulta: 2 de mayo del 2011].



- SCHNEIDER ELECTRIC. Detección y Filtrado de Armónicos. [En Línea] México, [<http://www.schneider-electric.mx/Armonicos>], [Consulta: 23 de septiembre del 2011].
- UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA DE COLOMBIA (UPME) Y EL INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA. Calidad de Energía Eléctrica. [En Línea] Colombia, [<http://www.si3ea.gov.co/portals/0/Gie/Docs/Calidad.pdf>], [Consulta 20 de julio del 2011].
- SOLARIZATE. 2002. Auditoría Energética. [En Línea], [<http://www.solarizate.org/pdf/castellano/auditoría/Auditoríacastellano.pdf>], [Consulta: 12 de mayo del 2011].
- TELLEZ, Eugenio. Calidad de Energía. [En Línea] Bellavista Puebla, Colombia, [<http://www.waterymex.org/Contenidos/técnicos/Optimizando%20la%20operacion%20y%20el%20Mantenimiento/calidad%20de%20la%20Energia.pdf>], [Consulta: 20 de Julio del 2011].



11. ANEXOS

ANEXO 1

REGULACION No. CONELEC – 004/01

CALIDAD DEL SERVICIO ELECTRICO DE DISTRIBUCION

CALIDAD DEL PRODUCTO

Los aspectos de calidad del producto técnico que se controlarán son el nivel de voltaje, las perturbaciones y el factor de potencia, siendo el Distribuidor responsable de efectuar las mediciones correspondientes, el procesamiento de los datos levantados, la determinación de las compensaciones que pudieran corresponder a los consumidores afectados y su pago a los mismos. Toda la información deberá estar a disposición del CONELEC al momento que se le requiera.

Nivel de Voltaje

Índice de Calidad

$$\Delta V_k (\%) = \frac{V_k - V_n}{V_n} * 100$$

Dónde:

ΔV_k : variación de voltaje, en el punto de medición, en el intervalo k de 10 minutos.

V_k : voltaje eficaz (rms) medido en cada intervalo de medición k de 10 minutos.

V_n : voltaje nominal en el punto de medición.

Mediciones

La calidad de voltaje se determina como las variaciones de los valores eficaces (rms) medidos cada 10 minutos, con relación al voltaje nominal en los diferentes niveles.

El Distribuidor deberá realizar mensualmente lo siguiente:

1. Un registro de voltaje en cada uno de los siguientes puntos de medición:
 - a) 20% de las barras de salida de subestaciones de distribución AV/MV, no menos de 3.
 - b) 0,15% de los transformadores de distribución, no menos de 5.
 - c) 0,01 % de los Consumidores de Bajo Voltaje del área de concesión, no menos de 10.
2. Para la selección de los puntos se considerarán los niveles de voltaje, el tipo de zona (urbana, rural), y la topología de la red, a fin de que las mediciones sean representativas de todo el sistema. Una vez realizada la selección de los

puntos, la Empresa Distribuidora debe notificar al CONELEC, por lo menos 2 meses antes de efectuar las mediciones.

3. Simultáneamente con el registro del voltaje se deberá medir la energía entregada a efectos de conocer la que resulta suministrada en malas condiciones de calidad.
4. Para cada mes, el registro en cada punto de medición se efectuará durante un período no inferior a 7 días continuos, en intervalos de medición de 10 minutos.

Límites

El Distribuidor no cumple con el nivel de voltaje en el punto de medición respectivo, cuando durante un 5% o más del período de medición de 7 días continuos, en cada mes, el servicio lo suministra incumpliendo los límites de voltaje.

Las variaciones de voltaje admitidas con respecto al valor del voltaje nominal se señalan a continuación:

	Subetapa 1	Subetapa 2
Alto Voltaje	± 7,0 %	± 5,0 %
Medio Voltaje	± 10,0 %	± 8,0 %
Bajo Voltaje. Urbanas	± 10,0 %	± 8,0 %
Bajo Voltaje. Rurales	± 13,0 %	± 10,0 %

Perturbaciones

Parpadeo (Flicker)

Índice de Calidad

Para efectos de la evaluación de la calidad, en cuanto al flicker, se considerará el Índice de Severidad por Flicker de Corta Duración (P_{st}), en intervalos de medición de 10 minutos, definido de acuerdo a las normas IEC; misma que es determinado mediante la siguiente expresión:

$$P_{st} = \sqrt{0.0314P_{0.1} + 0.0525P_1 + 0.0657P_3 + 0.28P_{10} + 0.08P_{50}}$$

Dónde:

P_{st} : Índice de severidad de flicker de corta duración.

$P_{0.1}$, P_1 , P_3 , P_{10} , P_{50} : Niveles de efecto “flicker” que se sobrepasan durante el 0.1%, 1%, 3%, 10%, 50% del tiempo total del periodo de observación.

Mediciones

El Distribuidor deberá realizar mensualmente lo siguiente:

1. Un registro en cada uno de los puntos de medición, en un número equivalente al 0,15% de los transformadores de distribución, en los bornes de bajo voltaje, no menos de 5.
2. Para la selección de los puntos se considerarán los niveles de voltaje, el tipo de zona (urbana, rural), y la topología de la red, a fin de que las mediciones sean representativas de todo el sistema. Una vez realizada la selección de los puntos, la Empresa Distribuidora debe notificar al CONELEC, por lo menos 2 meses antes de efectuar las mediciones.
3. Simultáneamente con este registro se deberá medir la energía entregada a efectos de conocer la que resulta suministrada en malas condiciones de calidad.
4. Para cada mes, el registro en cada punto de medición se efectuará durante un período no inferior a 7 días continuos, en intervalos de medición de 10 minutos.

Las mediciones se deben realizar con un medidor de efecto “Flicker” para intervalos de 10 minutos y de acuerdo a los procedimientos especificados en la norma IEC 60868.

Con la finalidad de ubicar de una manera más eficiente los medidores de flicker, se efectuarán mediciones de monitoreo de flicker, de manera simultánea con las mediciones de voltaje indicadas anteriormente; por lo que los medidores de voltaje deberán estar equipados para realizar tales mediciones de monitoreo.

Límites

El índice de severidad del Flicker P_{st} en el punto de medición respectivo, no debe superar la unidad. Se considera el límite $P_{st} = 1$ como el tope de irritabilidad asociado a la fluctuación máxima de luminancia que puede soportar sin molestia el ojo humano en una muestra específica de población.

Se considerará que el suministro de electricidad no cumple con el límite admisible arriba señalado, en cada punto de medición, si las perturbaciones se encuentran fuera del rango de tolerancia establecido en este numeral, por un tiempo superior al 5 % del período de medición de 7 días continuos.

Armónicos

Índices de Calidad

$$V_i' = \left(\frac{V_i}{V_n} \right) * 100$$

$$THD = \left(\frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{40} (V_i)^2}}{V_n} \right) * 100$$

Dónde:

V_i' : factor de distorsión armónica individual de voltaje.

THD: factor de distorsión total por armónicos, expresado en porcentaje

V_i : valor eficaz (rms) del voltaje armónico “i” (para $i = 2... 40$) expresado en voltios.

V_n : voltaje nominal del punto de medición expresado en voltios.

Mediciones

El Distribuidor deberá realizar mensualmente lo siguiente:

1. Un registro en cada uno de los puntos de medición, en un número equivalente al 0,15% de los transformadores de distribución, en los bornes de bajo voltaje, no menos de 5.
2. Para la selección de los puntos se considerarán los niveles de voltaje, el tipo de zona (urbana, rural), y la topología de la red, a fin de que las mediciones sean representativas de todo el sistema. Una vez realizada la selección de los puntos, la Empresa Distribuidora debe notificar al CONELEC, por lo menos 2 meses antes de efectuar las mediciones.
3. Simultáneamente con este registro se deberá medir la energía entregada a efectos de conocer la que resulta suministrada en malas condiciones de calidad.
4. En cada punto de medición, para cada mes, el registro se efectuará durante un período no inferior a 7 días continuos, en intervalos de medición de 10 minutos.

Las mediciones se deben realizar con un medidor de distorsiones armónicas de voltaje de acuerdo a los procedimientos especificados en la norma IEC 61000-4-7.

Con la finalidad de ubicar de una manera más eficiente los medidores de distorsiones armónicas, se efectuarán mediciones de monitoreo de armónicas, de manera simultánea con las mediciones de voltaje indicadas anteriormente; por lo que los medidores de voltaje deberán estar equipados para realizar tales mediciones de monitoreo.

Límites

Los valores eficaces (rms) de los voltajes armónicos individuales (V_i') y los THD, expresados como porcentaje del voltaje nominal del punto de medición respectivo, no deben superar los valores límite (V_i' y THD') señalados a continuación. Para efectos de esta regulación se consideran los armónicos comprendidos entre la segunda y la cuadragésima, ambas inclusive.

ORDEN (n) DE LA ARMONICA Y THD	TOLERANCIA $ V_i' $ o $ THD' $ (% respecto al voltaje nominal del punto de medición)	
	V > 40 kV (otros puntos)	V ≤ 40 kV (trafos de distribución)
Impares no múltiplos de 3		
5	2.0	6.0
7	2.0	5.0
11	1.5	3.5
13	1.5	3.0
17	1.0	2.0
19	1.0	1.5
23	0.7	1.5
25	0.7	1.5
> 25	$0.1 + 0.6 \cdot 25/n$	$0.2 + 1.3 \cdot 25/n$
Impares múltiplos de tres		
3	1.5	5.0
9	1.0	1.5
15	0.3	0.3
21	0.2	0.2
Mayores de 21	0.2	0.2
Pares		
2	1.5	2.0
4	1.0	1.0
6	0.5	0.5
8	0.2	0.5
10	0.2	0.5
12	0.2	0.2
Mayores a 12	0.2	0.5
THD	3	8

Factor de Potencia

Índice de Calidad

Para efectos de la evaluación de la calidad, en cuanto al factor de potencia, si en el 5% o más del período evaluado el valor del factor de potencia es inferior a los límites, el Consumidor está incumpliendo con el índice de calidad.

Medición

Adicionalmente a las disposiciones que constan en el artículo 12 del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad, el Distribuidor efectuará registros del factor de potencia en cada mes, en el 2% del número de Consumidores servidos en AV y MV. Las mediciones se harán mediante registros en períodos de 10 minutos, con régimen de funcionamiento y cargas normales, por un tiempo no menor a siete (7) días continuos.

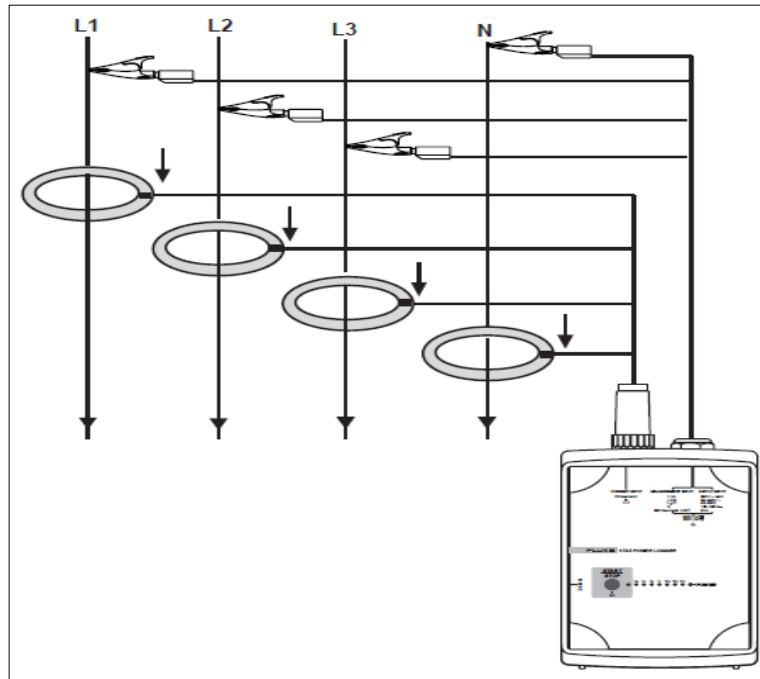
Límite

El valor mínimo es de 0,92.

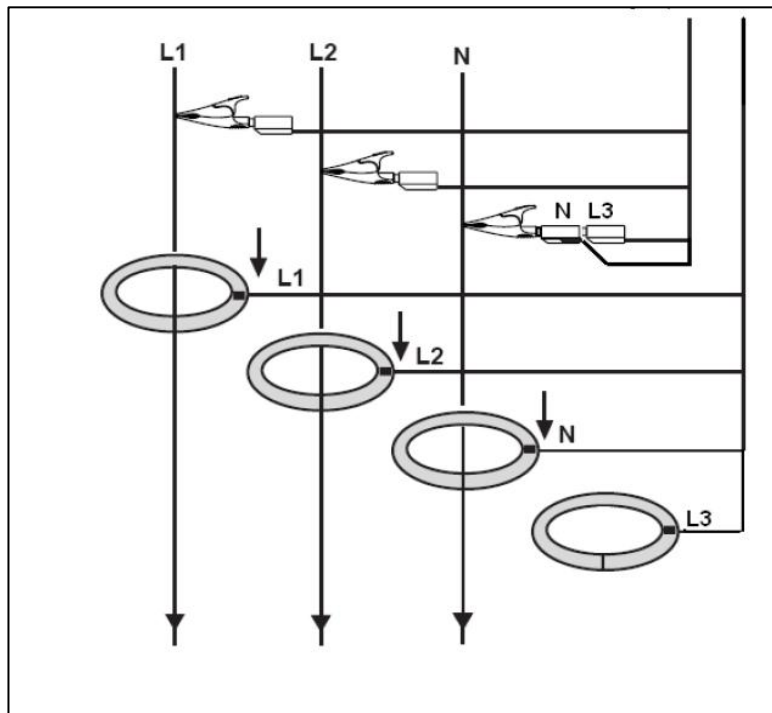
ANEXO 2

CONFIGURACIÓN DE LA RED ELÉCTRICA PARA CONEXIÓN DEL EQUIPO FLUKE

Conexión para registro de un sistema trifásico de 4 hilos (en estrella)



Conexión para registro de sistemas de dos fases y neutro



ANEXO 3

FOTOS DE LA CONEXIÓN DEL ANALIZADOR DE REDES

Conexión del analizador de redes al transformador de 300 KVA

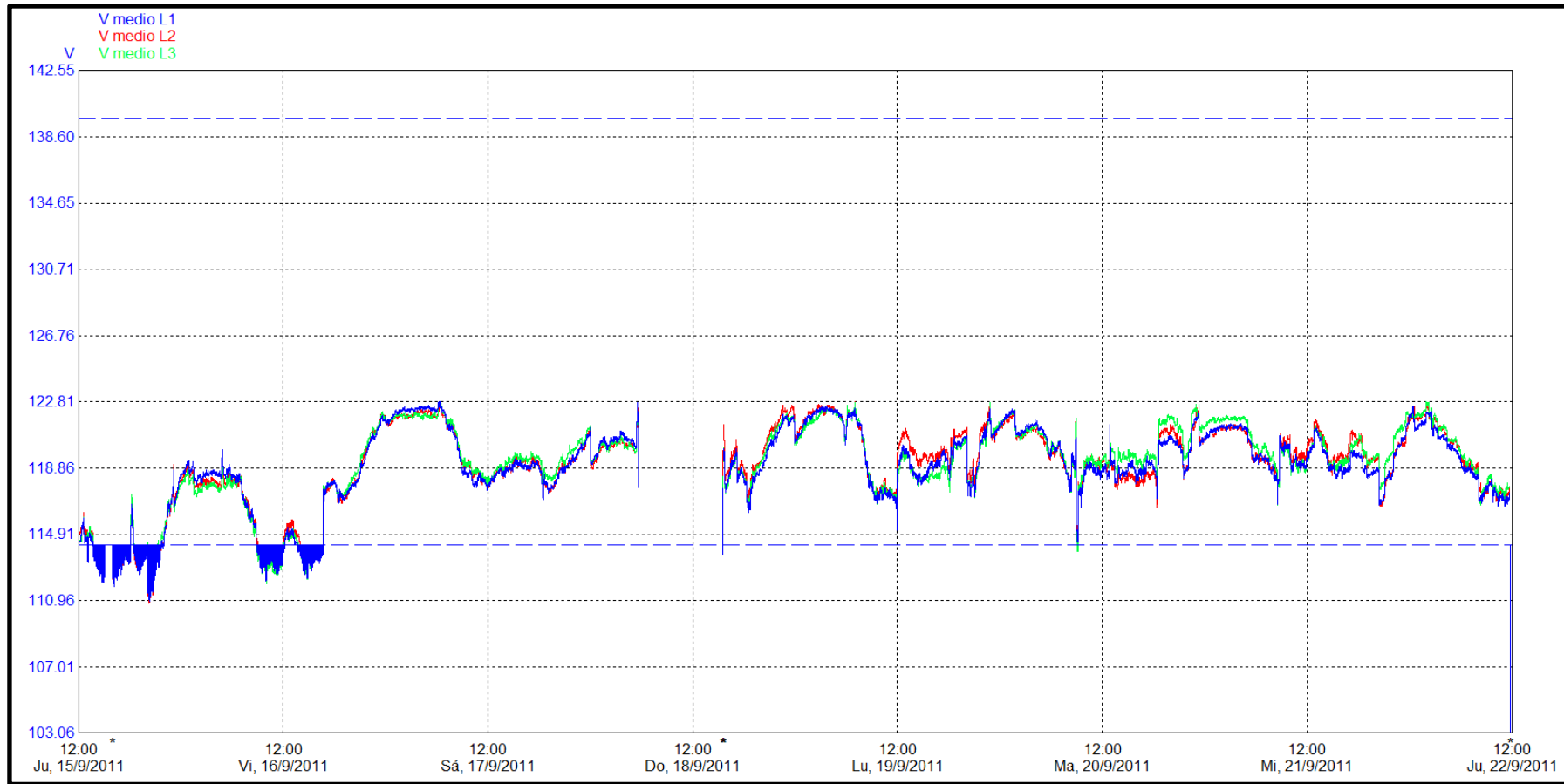


Conexión del analizador de redes en un pozo, para las mediciones del transformador de 75 KVA



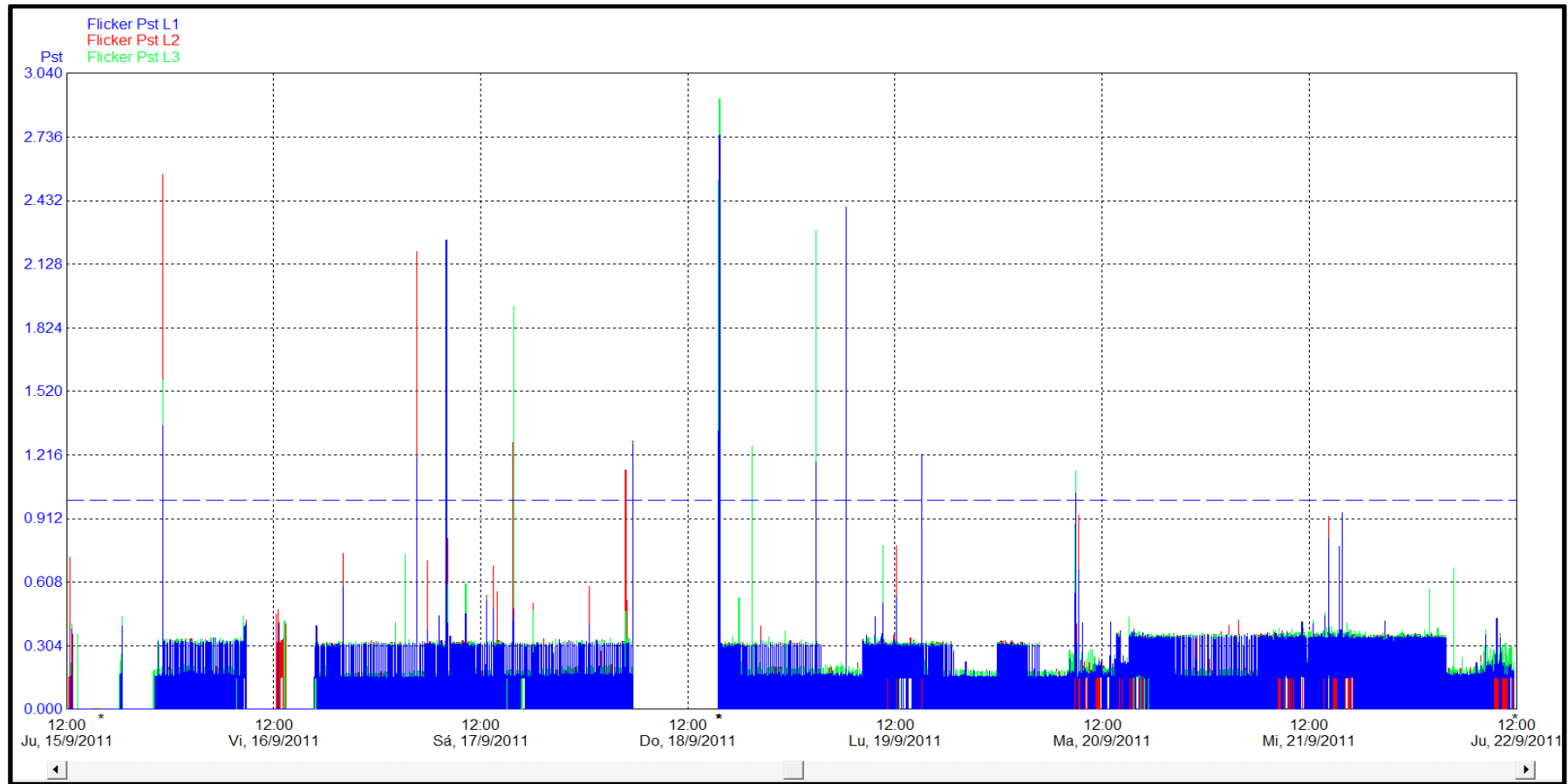
ANEXO 4

Gráfico de los valores de tensión obtenido del transformador de 300 KVA



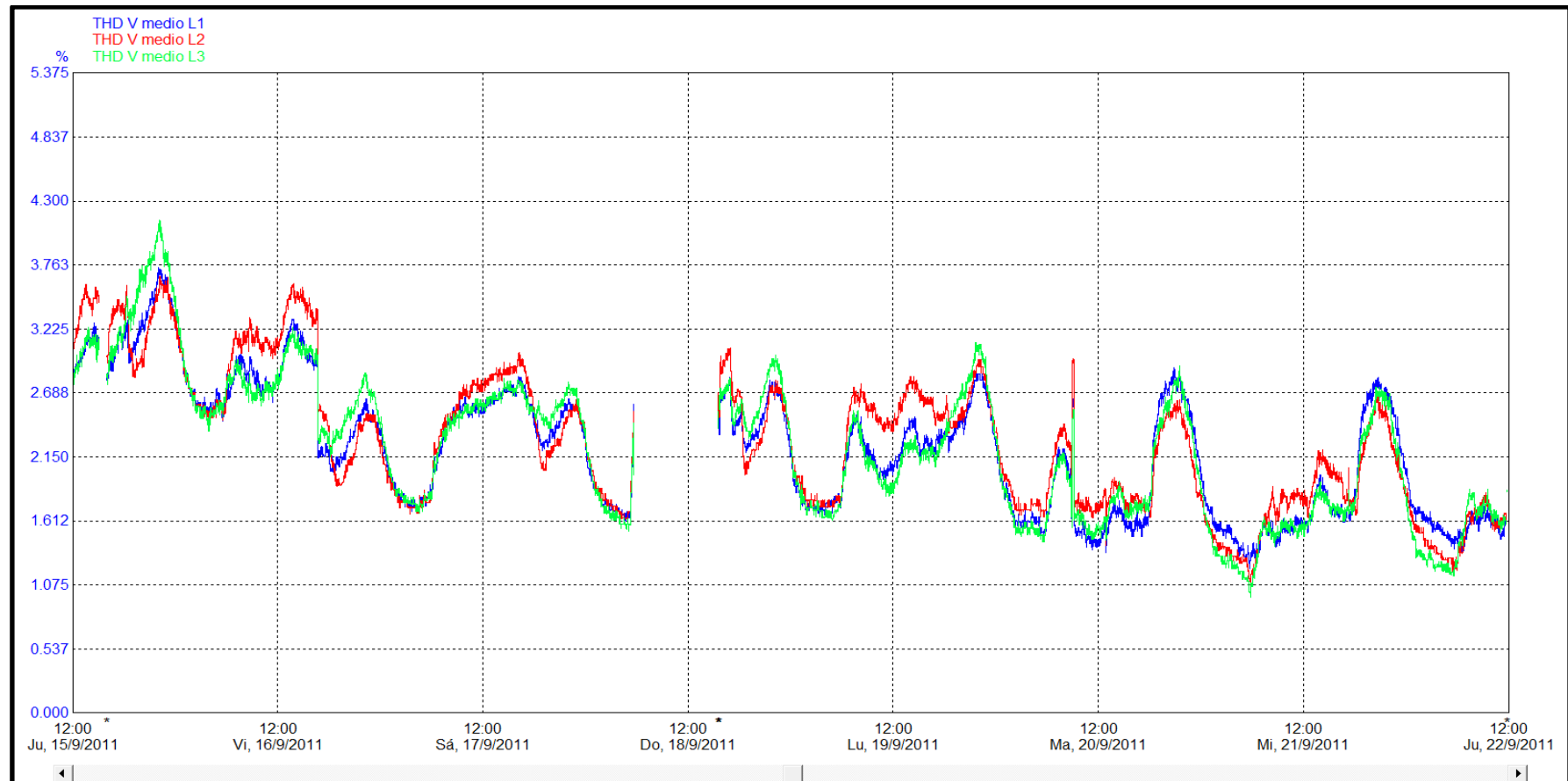
ANEXO 5

Gráfico de los valores de Flicker Pst obtenidos del transformador de 300 KVA



ANEXO 6

Gráfico de los valores de armónicos de voltaje THDV obtenidos del transformador de 300 KVA



ANEXO 7

Gráficos del factor de potencia del transformador de 300 KVA

Gráfico de los valores de factor de potencia de la fase A

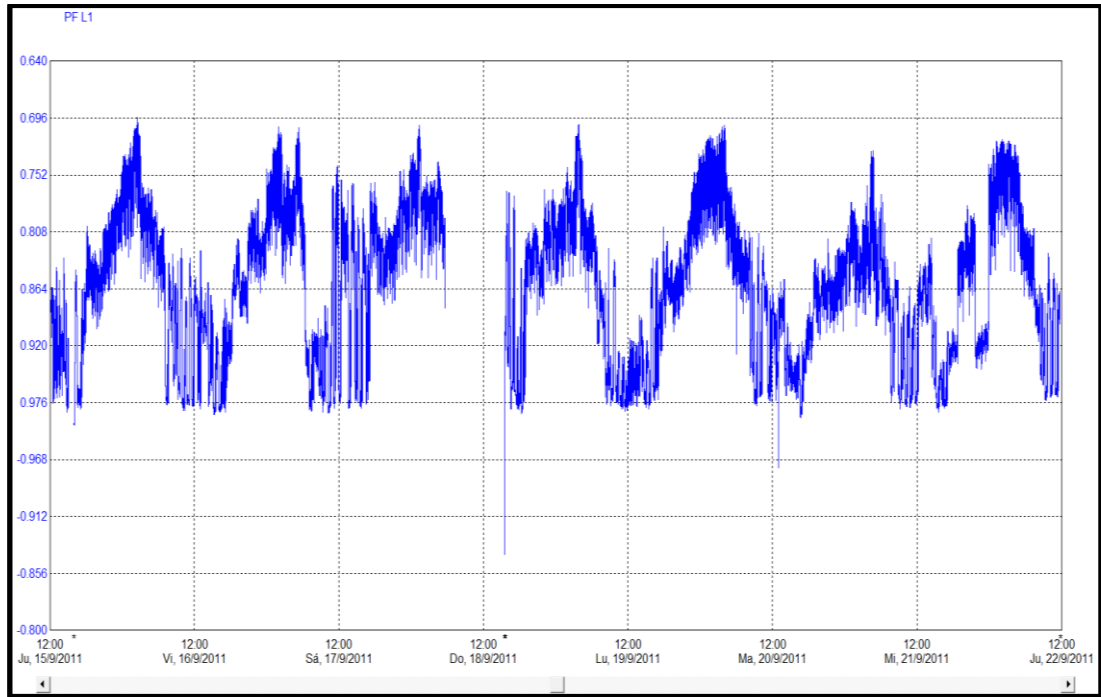


Gráfico de los valores de factor de potencia de la fase B

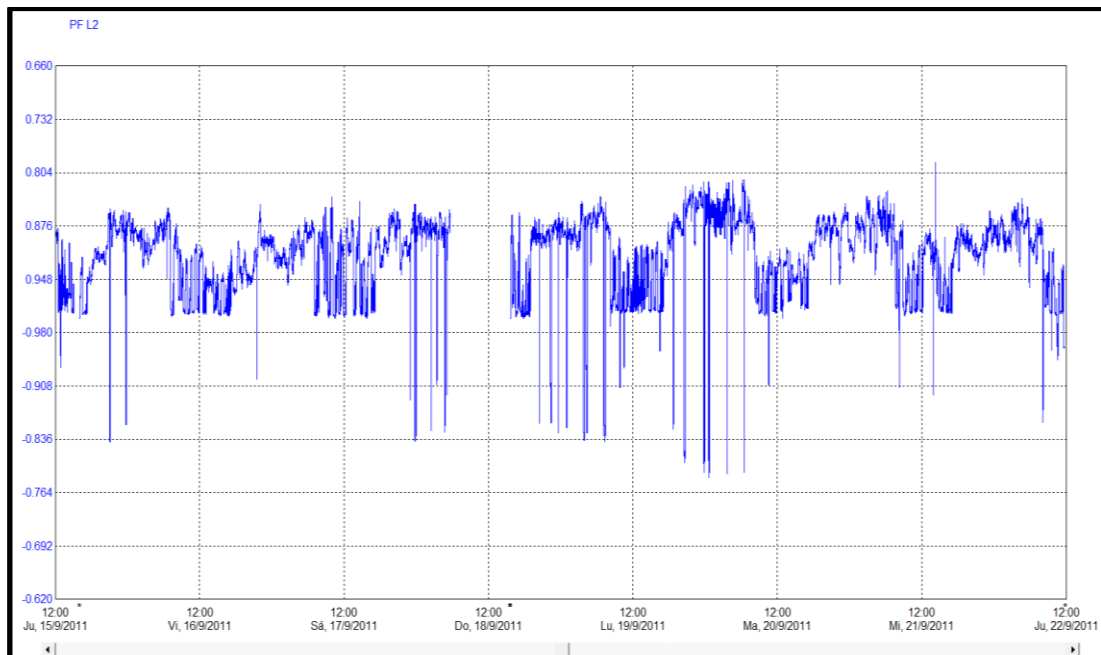
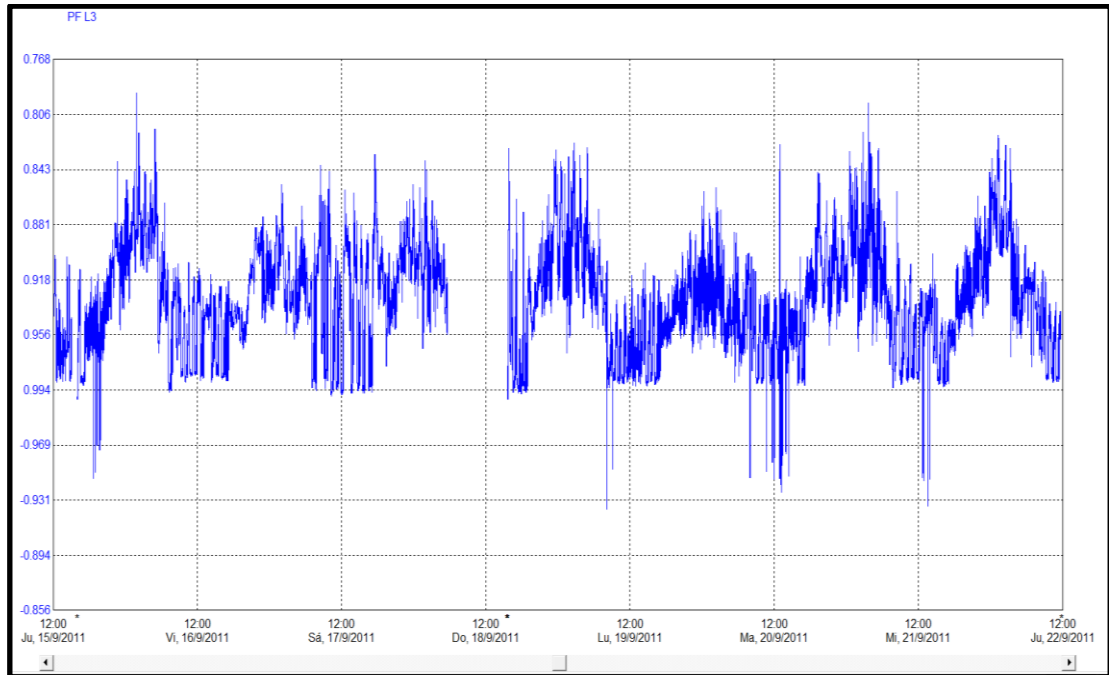
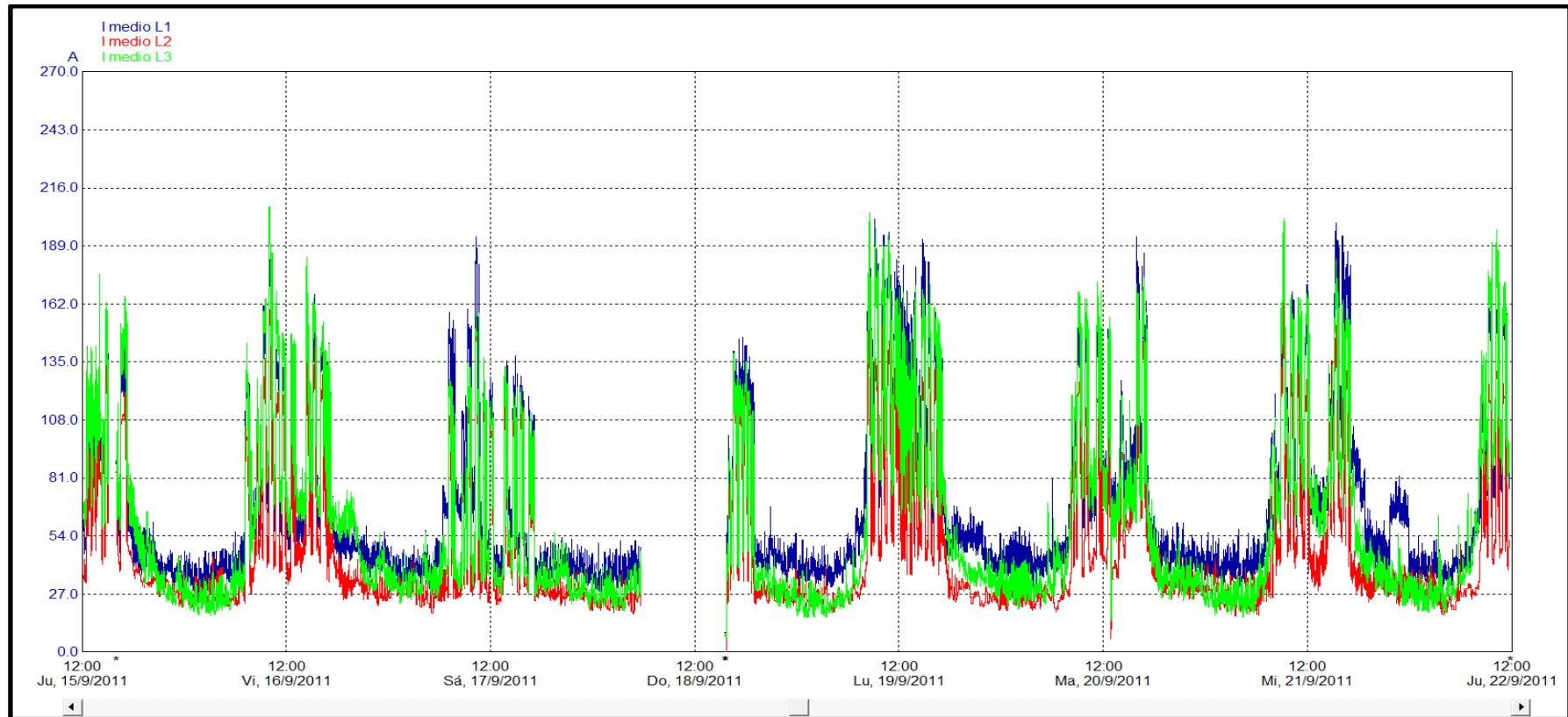


Gráfico de los valores de factor de potencia de la fase C



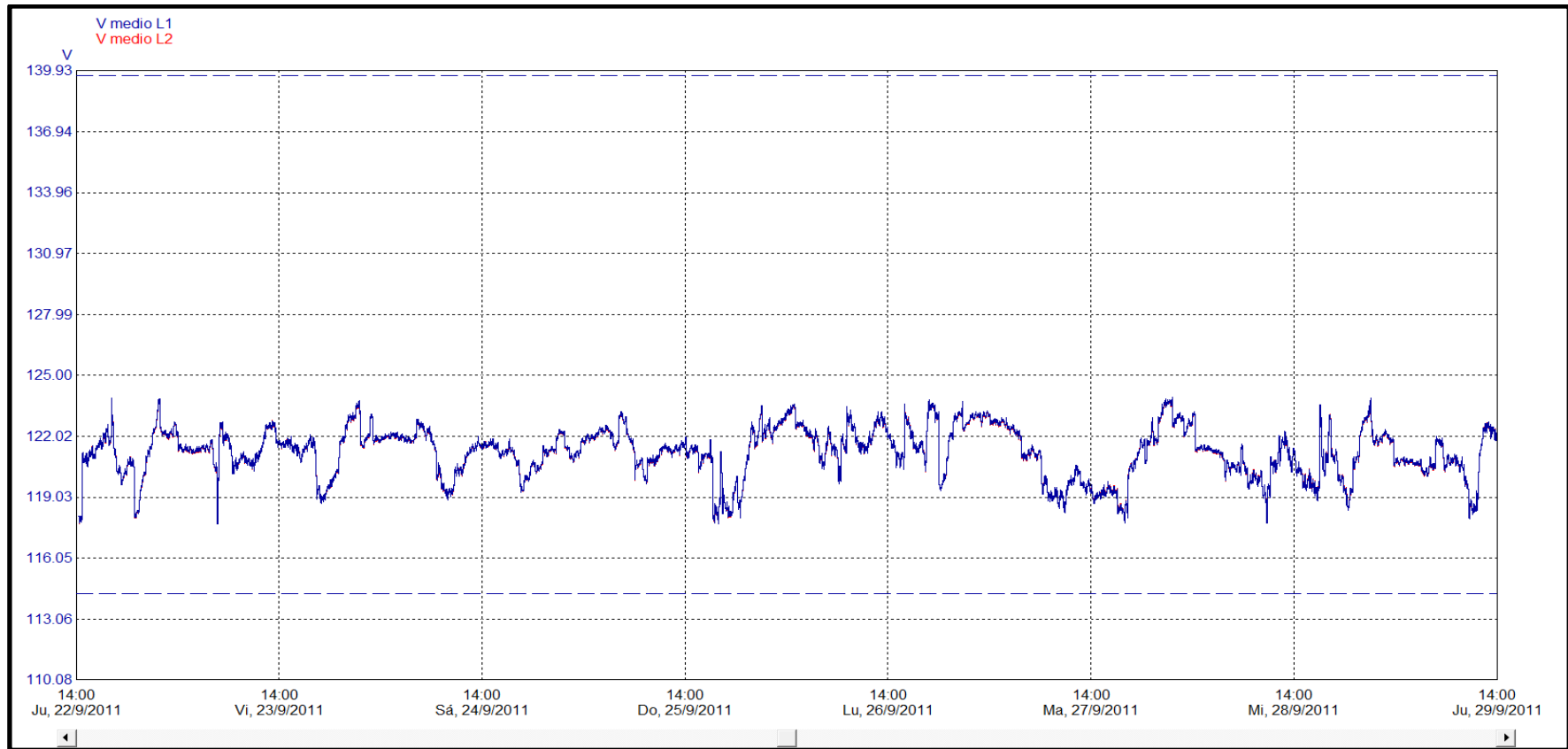
ANEXO 8

Gráfico de corrientes de las tres fases obtenido del transformador de 300 KVA



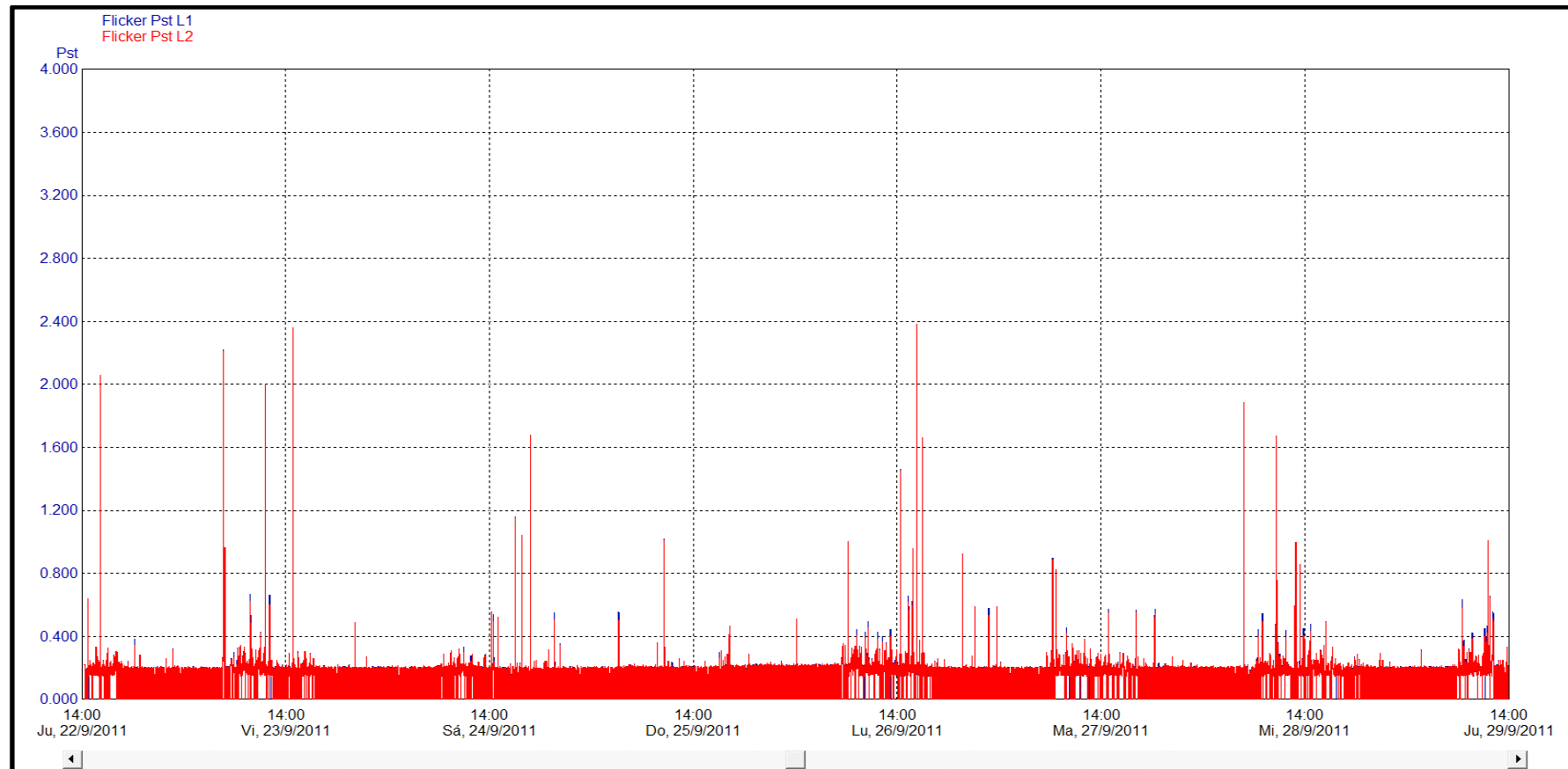
ANEXO 9

Gráfico de los valores de tensión obtenido del transformador de 75 KVA



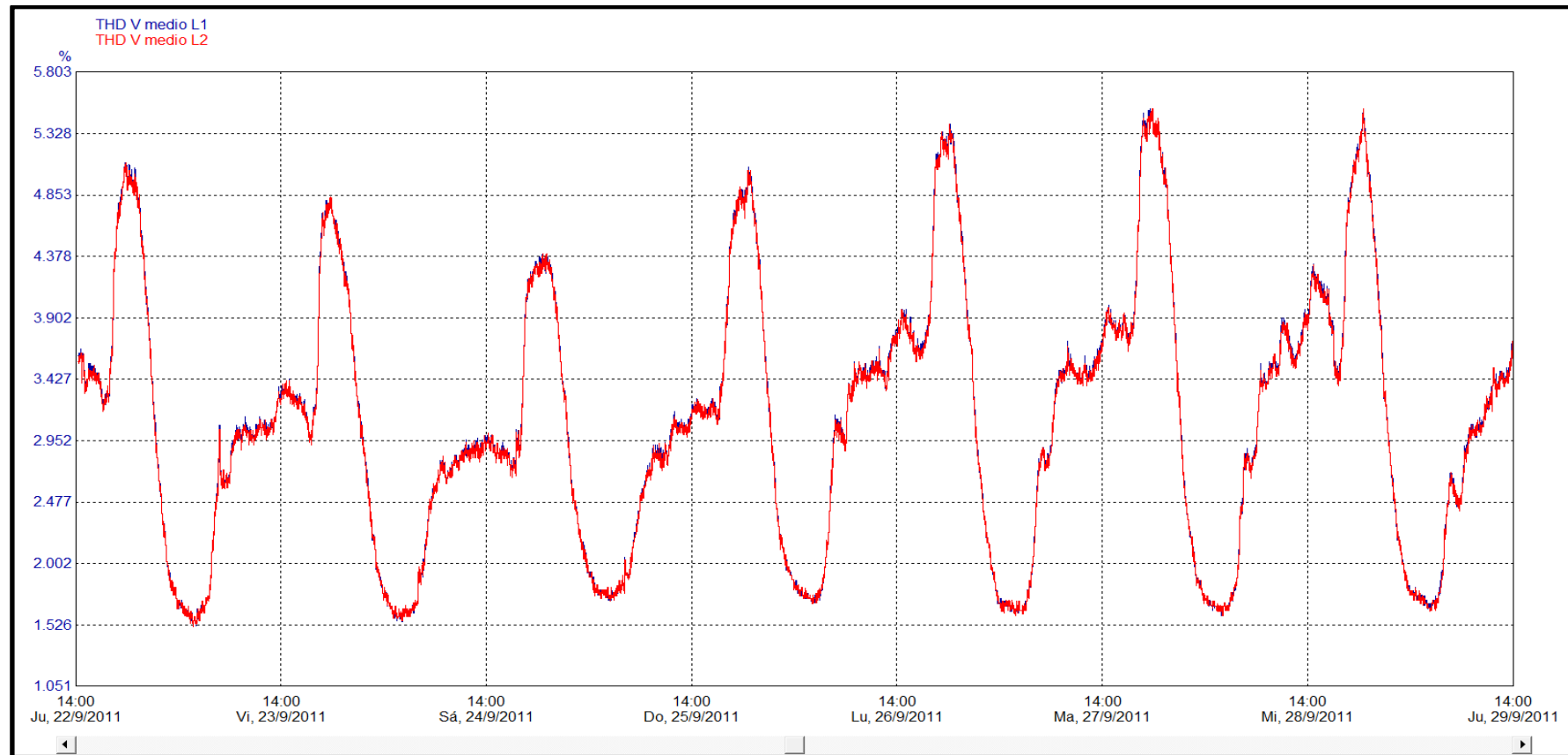
ANEXO 10

Gráfico de los valores de Flicker Pst obtenidos del transformador de 75 KVA



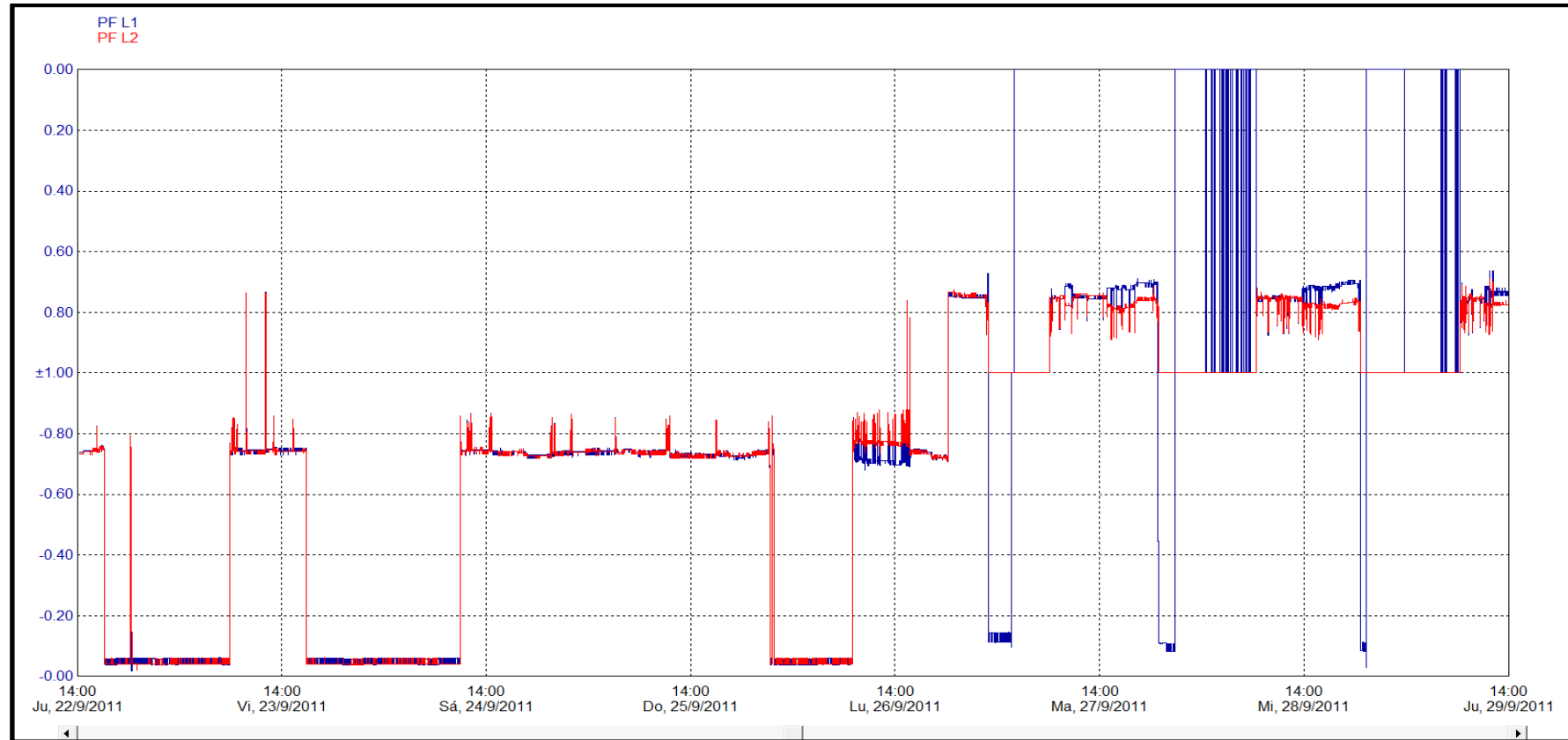
ANEXO 11

Gráfico de los valores de armónicos de voltaje THDV obtenidos del transformador de 75 KVA



ANEXO 12

Gráfico de los valores de factor de potencia de las fases A y B obtenidos del transformador de 75 KVA



ANEXO 13

DIAGRAMA DE DESCRIPCIÓN DE LA ALIMENTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

ANEXO 14

INVENTARIO DE LA CARGA INSTALADA EN EL HOSPITAL

INVENTARIO DE LA CARGA DE LOS EQUIPOS DE FRÍO Y CALOR

Descripción	Cantidad	Equipos de frio y calor			Ubicación	Unidad KW	Total KW	Horas/Mes	Total kwh	Factor de Simultaneidad	Demanda Pico KW
		Marca	Modelo	Voltaje							
Refrigerador	1	Victory	AR-47-S3-HD	115	Cocina	1,44	1,44	216	311,04	0,2	0,288
Congelador	1	Glacial Glass	GLACIAL GLASS 116	115	Cocina	0,159	0,16	216	34,344	0,2	0,0318
Congelador Horizontal	1	Caravell	445-635	115	Cocina	0,279	0,28	216	60,264	0,2	0,0558
Refrigerador	1	Innova	VITRINA VFV PARROT 1500	110	Cocina	0,6	0,6	216	129,6	0,2	0,12
Refrigerador	1	Kelvinator	Z1685A	110	Cocina	0,746	0,75	216	161,14	0,2	0,1492
Refrigerador	1	Homeline		115	Cocina	0,746	0,75	216	161,14	0,2	0,1492
Refrigerador	1	Indurama	R1-885	110	Cocina	0,74	0,74	216	159,84	0,2	0,148
Congelador	1			110	Vacunación	0,6	0,6	216	129,6	0,2	0,12
Refrigerador	1			120	Vacunación	0,5	0,5	216	108	0,2	0,1
Mini Refrigerador	1	Challenger		120	Laboratorio	0,156	0,16	216	33,696	0,2	0,0312
Refrigerador	1	Electrolux		115	Laboratorio	0,3	0,3	216	64,8	0,2	0,06
Refrigerador	1	Indurama	RI 395	110	Laboratorio	0,23	0,23	216	49,68	0,2	0,046
Refrigerador	1	Melmer	HHB111	115	B. Sangre	0,805	0,81	216	173,88	0,2	0,161
Mini Refrigerador	1	Daewoo		120	B. Sangre	0,093	0,09	216	20,088	0,2	0,0186
Congelador	1			120	B. Vacunas	0,6	0,6	216	129,6	0,2	0,12
Mini Refrigerador	1			120	B. Vacunas	0,156	0,16	216	33,696	0,2	0,0312
Refrigerador	1			120	B. Vacunas	0,36	0,36	216	77,76	0,2	0,072
Mini Refrigerador	1			110	B. Vacunas	0,132	0,13	216	28,512	0,2	0,0264
Mini Refrigerador	1	SMC		120	E. Enfermería	0,092	0,09	216	19,872	0,2	0,0184
Refrigerador	1	Durex		120	Esterilización	0,25	0,25	216	54	0,2	0,05
Waflera Industrial	1	Croydon	SAS-100001 A4	110	Cocina	1,55	1,55	15	23,25	0,3	0,465
Horno Microondas	1	Panasonic	NN-T945 SFX	120	Cocina	1,524	1,52	20	30,48	0,3	0,4572
Cafetera	1		NOP 12	120	Lavandería	0,65	0,65	5	3,25	0,3	0,195
Esterilizador	1	MLW	HST 5010	110	E. Enfermería	1	0,8	15	12	0,3	0,24
Cafetera	1	Sankey		110	Ecografía	0,65	0,65	5	3,25	0,3	0,195
Esterilizador	1			110	Laboratorio	0,5	0,5	30	15	0,3	0,15
Destilador de agua	1	Human	02-1379	110	Laboratorio	2,5	2,5	25	62,5	0,3	0,75

Baño maría	1	Memmert	WB 14	115	Laboratorio	1,8	1,8	25	45	0,3	0,54
Autoclave	1			110	Laboratorio	1,287	1,29	40	51,48	0,3	0,3861
Estufa	1	Fanem	502/1-A	127	Laboratorio	0,15	0,15	20	3	0,3	0,045
Nebulizador	1	Schuco	53000	115	Laboratorio	0,207	0,21	20	4,14	0,3	0,0621
Cafetera	1	Bloomfield	8571	110	C.Enfermería	1,8	1,8	5	9	0,3	0,54
Disp. de agua	2	Ikasa	VDT 003	110	C.Enfermería	0,5	1	0	0	0,3	0,3
Esterilizador	3			110	Odontología	0,5	1,5	30	45	0,3	0,45
Baño maría	1	MEMMERT	WNB-10	115	B. Sangre	1,196	1,2	30	35,88	0,3	0,3588
Estufa	1			120	E. Enfermería	2,5	2,5	5	12,5	0,3	0,75
Incubadora Neonatal	1	NINGBO-DAVID MEDICAL	T1 200	110	Neonatología	0,368	0,37	15	5,52	0,3	0,1104
Incubadora Neonatal	2	MEDIX	PC-305	110	Neonatología	0,275	0,55	15	8,25	0,3	0,165
Incubadora Neonatal	1	FANEN	IT 158 TS	120	Neonatología	1,8	1,8	15	27	0,3	0,54
Esterilizador	1	MLW	HS 100	220	Esterilización	2,208	2,21	35	77,28	0,3	0,6624
Esterilizador	1	MEMMERT	SM 400	115	Esterilización	1,4	1,4	40	56	0,3	0,42
Esterilizador	1	MEMMERT	SFE 800	220	Esterilización	4,8	4,8	40	192	0,3	1,44
Estufa	1			110	Esterilización	2,5	2,5	5	12,5	0,3	0,75
Dispensador de agua	1	IKASA	VDT003	110	Esterilización	0,5	0,5	0	0	0,3	0,15
TOTAL							42,7		2674,8		11,9188

INVENTARIO DE LA CARGA DE LOS EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN

Descripción	Cantidad	Equipos de climatización			Ubicación	Unidad	Total	Horas/Mes	Total	Factor de Simultaneidad	Demanda Pico
		Marca	Modelo	Voltaje		KW	KW		kwh		
Aire acondicionado	1	Westinhouse	WCHXL-36KGRZ	220	Audiometría	3,696	3,696	50	184,8	0,3	1,1088
Aire acondicionado	1	Confort Star	CSC12CD-MD	220	Ecografía	1,18	1,18	20	23,6	0,3	0,354
Aire acondicionado	1	Westinhouse	WCHXL-36KGRZ	220	Rayos X	3,696	3,696	40	147,84	0,3	1,1088
Aire acondicionado	1	TGM		220	Laboratorio	2.499	2,499	80	199,92	0,3	0,7497
Aire acondicionado	1	Frigostar	F6M	220	Ginecología	2,2	2,2	60	132	0,3	0,66
Aire acondicionado	1	SPLIT	V36C2DB3	220	Odontología	4,589	4,589	50	229,45	0,3	1,3767
Aire acondicionado	1	Confort Star	CSE-12CD-MD	220	B. Sangre	1,16	1,16	6	6,96	0,3	0,348
Aire acondicionado	1			220	Esterilización	1,16	1,16	60	69,6	0,3	0,348
Aire acondicionado	1	Westinhouse	WCHXL-36KCRZ	220	Quirófano	3,696	3,696	35	129,36	0,3	1,1088
Aire acondicionado	5	Frigostar	FSM-1219	220	Administración	1,21	6,05	100	605	0,3	1,815
TOTAL							29,926		1728,53		8,9778

INVENTARIO DE LA CARGA DE LOS MOTORES

Descripción	Cantidad	Motores			Ubicación	Unidad	Total	Horas/Mes	Total	Factor de	Demanda Pico
		Marca	Modelo	Voltaje		KW	KW		kwh	Simultaneidad	KW
Moledora de Carne	1	Tor-Rey	RB-2502	115	Cocina	0,249	0,249	5	1,245	0,25	0,06225
Licuada Industrial	1	Wev	UMOIC 4 NXX 15020	110	Cocina	1,119	1,119	5	5,595	0,25	0,27975
Licuada Industrial	1	Blender Hgbiso	HGBPK 56	120	Cocina	0,9	0,9	3	2,7	0,25	0,225
Máquina de Coser	1	Singer	20U53	110	Lavandería	0	0,187	10	1,87	0,25	0,04675
Ventilador	1			120	Vacunación	0,2	0,2	30	6	0,25	0,05
Ventilador	1	Dayton	40354	115	Cocina	0,4	0,4	90	36	0,25	0,1
Compresor	1	UNOAIR		110	Esterilización	1,1	1,1	5	5,5	0,25	0,275
Compresor	1	JUN-AIR	604761	120	Odontología	1,488	1,488	50	74,4	0,25	0,372
Compresor	1	Schulz		110	Odontología	0,746	0,746	50	37,3	0,25	0,1865
Esmeril	1	BENCH GRINDER	VT-665	110	T. Mantenimiento	0,373	0,373	5	1,865	0,25	0,09325
Bomba	1	EMERSON	P6FZW-4416	220	T. Mantenimiento	1,492	1,492	1	1,492	0,25	0,373
Compresor	1	CHAMPION	20BV15P	220	T. Mantenimiento	1,119	1,119	5	5,595	0,25	0,27975
Bombas de agua	2	Weg		220	T. Mantenimiento	5,595	11,19	60	671,4	0,25	2,7975
Taladro de pedestal	1			110	T. Mantenimiento	0,373	0,373	10	3,73	0,25	0,09325
Aspiradora	1	DESIGNER		110	T. Mantenimiento	0,2	0,2	5	1	0,25	0,05
Compresor	1	POWERMATE		230	T. Mantenimiento	3,45	3,45	5	17,25	0,25	0,8625
Bomba recirculación	1	GENERAL ELECTRIC		115	T. Mantenimiento	1,495	1,495	30	44,85	0,25	0,37375
Moto reductor Ascensor	1			220	Ascensor	1,492	1,492	15	22,38	0,25	0,373
TOTAL						27,573			940,172		6,89325

INVENTARIO DE LA CARGA DE ILUMINACIÓN

<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Ubicación</i>	<i>Unidad</i>	<i>Total</i>	<i>Horas/Mes</i>	<i>Total</i>	<i>Factor de</i>	<i>Demanda Pico</i>
			<i>KW</i>	<i>KW</i>		<i>kwh</i>	<i>Simultaneidad</i>	<i>KW</i>
<i>lámpara Fluorescente (2*40w)</i>	23	<i>Cocina</i>	0,08	1,84	380	699,2	0,6	1,104
<i>lámpara Fluorescente (2*40w)</i>	1	<i>Lavandería</i>	0,08	0,08	150	12	0,6	0,048
<i>lámpara Fluorescente (2*40w)</i>	10	<i>Consultorios</i>	0,08	0,8	180	144	0,6	0,48
<i>lámpara Fluorescente (2*40w)</i>	11	<i>Laboratorio</i>	0,08	0,88	390	343,2	0,6	0,528
<i>lámpara Fluorescente (2*40w)</i>	1	<i>Estadística</i>	0,08	0,08	180	14,4	0,6	0,048
<i>lámpara Fluorescente (2*40w)</i>	2	<i>Información</i>	0,08	0,16	180	28,8	0,6	0,096
<i>lámpara Fluorescente (2*40w)</i>	2	<i>Audiometría</i>	0,08	0,16	180	28,8	0,6	0,096
<i>lámpara Fluorescente (2*40w)</i>	10	<i>Hall, Pasillos y Baños</i>	0,08	0,8	300	240	0,6	0,48
<i>lámpara Fluorescente (2*40w)</i>	10	<i>Bloque rayos X</i>	0,08	0,8	200	160	0,6	0,48
<i>Lámpara Fluorescente (2*40w)</i>	8	<i>Área de Quirófanos</i>	0,08	0,64	200	128	0,6	0,384
<i>Lámpara Fluorescente (2*40w)</i>	48	<i>Área de Administración</i>	0,08	3,84	180	691,2	0,6	2,304
<i>Lámpara Fluorescente (2*40w)</i>	26	<i>Bodega de Farmacia</i>	0,08	2,08	10	20,8	0,6	1,248
<i>Lámparas Ahorradoras (20w)</i>	5	<i>Cocina</i>	0,02	0,1	300	30	0,6	0,06
<i>Lámparas Ahorradoras (20w)</i>	1	<i>Lavandería</i>	0,02	0,02	240	4,8	0,6	0,012
<i>Lámparas Ahorradoras (20w)</i>	39	<i>Consultorios</i>	0,02	0,78	180	140,4	0,6	0,468
<i>Lámparas Ahorradoras (20w)</i>	3	<i>Laboratorio</i>	0,02	0,06	400	24	0,6	0,036
<i>Lámparas Ahorradoras (20w)</i>	5	<i>Vacunación</i>	0,02	0,1	180	18	0,6	0,06
<i>Lámparas Ahorradoras (20w)</i>	2	<i>Prep. De Pacientes</i>	0,02	0,04	180	7,2	0,6	0,024
<i>Lámparas Ahorradoras (20w)</i>	2	<i>Información</i>	0,02	0,04	180	7,2	0,6	0,024
<i>Lámparas Ahorradoras (20w)</i>	4	<i>Estadística</i>	0,02	0,08	180	14,4	0,6	0,048
<i>Lámparas Ahorradoras (20w)</i>	8	<i>Trabajo Social</i>	0,02	0,16	180	28,8	0,6	0,096
<i>Lámparas Ahorradoras (20w)</i>	1	<i>Utilería</i>	0,02	0,02	5	0,1	0,6	0,012
<i>Lámparas Ahorradoras (20w)</i>	3	<i>Banco de Sangre</i>	0,02	0,06	20	1,2	0,6	0,036
<i>Lámparas Ahorradoras (20w)</i>	3	<i>Estación de Enfermería</i>	0,02	0,06	180	10,8	0,6	0,036
<i>Lámparas Ahorradoras (20w)</i>	2	<i>Posconsulta Ginecología</i>	0,02	0,04	100	4	0,6	0,024
<i>Lámparas Ahorradoras (20w)</i>	31	<i>Hall, Pasillos y Baños</i>	0,02	0,62	300	186	0,6	0,372
<i>Lámparas Ahorradoras (20w)</i>	17	<i>Bloque rayos X</i>	0,02	0,34	200	68	0,6	0,204
<i>Lámparas Ahorradoras (20w)</i>	4	<i>Banco de Vacunas</i>	0,02	0,08	100	8	0,6	0,048
<i>Lámparas Ahorradoras (20w)</i>	17	<i>Iluminación Exterior</i>	0,02	0,34	360	122,4	0,6	0,204

Lámparas Ahorradoras (20w)	14	Emergencia	0,02	0,28	360	100,8	0,6	0,168
Lámparas Ahorradoras (20w)	4	Alto Riesgo	0,02	0,08	10	0,8	0,6	0,048
Lámparas Ahorradoras (20w)	5	Est. Enfermería Maternidad	0,02	0,1	360	36	0,6	0,06
Lámparas Ahorradoras (20w)	12	Maternidad	0,02	0,24	200	48	0,6	0,144
Lámparas Ahorradoras (20w)	9	Clínica Mujeres	0,02	0,18	200	36	0,6	0,108
Lámparas Ahorradoras (20w)	15	Clínica Hombres	0,02	0,3	200	60	0,6	0,18
Lámparas Ahorradoras (20w)	2	Sala de Aislamiento	0,02	0,04	10	0,4	0,6	0,024
Lámparas Ahorradoras (20w)	7	Preescolares	0,02	0,14	200	28	0,6	0,084
Lámparas Ahorradoras (20w)	3	Pediatría	0,02	0,06	200	12	0,6	0,036
Lámparas Ahorradoras (20w)	1	Médicos Tratantes	0,02	0,02	150	3	0,6	0,012
Lámparas Ahorradoras (20w)	10	Capilla	0,02	0,2	100	20	0,6	0,12
Lámparas Ahorradoras (20w)	2	Bodega	0,02	0,04	10	0,4	0,6	0,024
Lámparas Ahorradoras (20w)	2	Aislamiento Cirugía	0,02	0,04	160	6,4	0,6	0,024
Lámparas Ahorradoras (20w)	5	Clínica Mujeres	0,02	0,1	200	20	0,6	0,06
Lámparas Ahorradoras (20w)	9	Clínica Hombres	0,02	0,18	150	27	0,6	0,108
Lámparas Ahorradoras (20w)	5	Est. Enfermería Cirugía	0,02	0,1	400	40	0,6	0,06
Lámparas Ahorradoras (20w)	4	Médicos Residentes	0,02	0,08	150	12	0,6	0,048
Lámparas Ahorradoras (20w)	8	Escolares	0,02	0,16	200	32	0,6	0,096
Lámparas Ahorradoras (20w)	1	Labor de Parto	0,02	0,02	100	2	0,6	0,012
Lámparas Ahorradoras (20w)	8	Vestidores	0,02	0,16	120	19,2	0,6	0,096
Lámparas Ahorradoras (20w)	16	Quirófanos	0,02	0,32	240	76,8	0,6	0,192
Lámparas Ahorradoras (20w)	6	Esterilización	0,02	0,12	240	28,8	0,6	0,072
Lámparas Ahorradoras (20w)	30	Pasillos y Gradass(planta alta)	0,02	0,6	400	240	0,6	0,36
Lámparas Ahorradoras (20w)	26	Administración	0,02	0,52	180	93,6	0,6	0,312
Lámparas Ahorradoras (20w)	8	Área de Mantenimiento	0,02	0,16	180	28,8	0,6	0,096
Lámparas Ahorradoras (45w)	12	Lavandería	0,045	0,54	200	108	0,6	0,324
Lámparas Ahorradoras (45w)	3	Consultorios	0,045	0,135	180	24,3	0,6	0,081
Lámparas Ahorradoras (45w)	2	Prep. De Pacientes	0,045	0,09	180	16,2	0,6	0,054
Lámparas Ahorradoras (45w)	5	Labor de Parto	0,045	0,225	100	22,5	0,6	0,135
Lámparas Ahorradoras (45w)	5	Área de Mantenimiento	0,045	0,225	180	40,5	0,6	0,135
Lámparas Ahorradoras (60w)	4	Consultorios	0,06	0,24	180	43,2	0,6	0,144
Lámparas Ahorradoras (60w)	1	Aislamiento Cirugía	0,06	0,06	160	9,6	0,6	0,036
Lámparas Ahorradoras (60w)	5	Recién Nacidos	0,06	0,3	150	45	0,6	0,18

<i>Lámparas Ahorradoras (60w)</i>	3	<i>Sala de Parto</i>	0,06	0,18	200	36	0,6	0,108
<i>Lámparas Ahorradoras (60w)</i>	16	<i>Quirófanos</i>	0,06	0,96	100	96	0,6	0,576
<i>Lámparas Ahorradoras (60w)</i>	2	<i>Esterilización</i>	0,06	0,12	180	21,6	0,6	0,072
<i>Lámparas Ahorradoras (60w)</i>	6	<i>Bodega de Farmacia</i>	0,06	0,36	20	7,2	0,6	0,216
<i>Lámparas Incandescente</i>	1	<i>Lavandería</i>	0,06	0,06	60	3,6	0,6	0,036
<i>Lámparas Incandescente</i>	3	<i>Consultorios</i>	0,06	0,18	180	32,4	0,6	0,108
<i>Lámparas Incandescente</i>	1	<i>Laboratorio</i>	0,06	0,06	50	3	0,6	0,036
<i>Lámparas Incandescente</i>	1	<i>Trabajo Social</i>	0,06	0,06	30	1,8	0,6	0,036
<i>Lámparas Incandescente</i>	1	<i>Clínica Hombres</i>	0,06	0,06	200	12	0,6	0,036
<i>Lámparas Incandescente</i>	2	<i>Área del Transformador</i>	0,06	0,12	5	0,6	0,6	0,072
<i>Lámpara Redonda Fluorescente (40w)</i>	8	<i>Consultorios</i>	0,04	0,32	180	57,6	0,6	0,192
<i>Lámpara Redonda Fluorescente (40w)</i>	5	<i>Estadística</i>	0,04	0,2	180	36	0,6	0,12
<i>Lámpara Redonda Fluorescente (40w)</i>	1	<i>Médicos Tratantes</i>	0,04	0,04	150	6	0,6	0,024
<i>Lámpara Ojo de Buey</i>	9	<i>Cocina</i>	0,055	0,495	200	99	0,6	0,297
<i>Lámpara Ojo de Buey</i>	10	<i>Hall, Pasillos y Baños</i>	0,055	0,55	200	110	0,6	0,33
<i>Lámpara Ojo de Buey</i>	3	<i>Iluminación Exterior</i>	0,055	0,165	360	59,4	0,6	0,099
<i>Lámpara Ojo de Buey</i>	10	<i>Administración</i>	0,055	0,55	100	55	0,6	0,33
<i>Apliques</i>	3	<i>Alto Riesgo</i>	0,02	0,06	20	1,2	0,6	0,036
<i>Apliques</i>	10	<i>Maternidad</i>	0,02	0,2	20	4	0,6	0,12
<i>Apliques</i>	6	<i>Cirugía Mujeres</i>	0,02	0,12	20	2,4	0,6	0,072
<i>Apliques</i>	8	<i>Cirugía Hombres</i>	0,02	0,16	20	3,2	0,6	0,096
TOTAL				26,175		5115		15,705

INVENTARIO DE LA CARGA DE LOS INSTRUMENTOS MÉDICOS

Descripción	Cantidad	Instrumentos Médicos			Ubicación	Unidad	Total	Horas/Mes	Total	Factor de	Demanda Pico
		Marca	Modelo	Voltaje		KW	KW		kwh	Simultaneidad	KW
Cabina Audiometría	1			110	Audiometría	0,5	0,5	150	75	0,3	0,15
Audix	2	Audix Neuronic	S-40	110	Audiometría	0,04	0,08	150	12,6	0,3	0,0252
Equipo Ultrasonido	1	General Electric	5178462	110	Ecografía	0,69	0,69	100	69	0,3	0,207
Pantalla	1	View Sonic		110	Ecografía	0,12	0,12	100	12	0,3	0,036
Contador Hematológico	1	Human Cont Plus		110	Laboratorio	0,55	0,55	50	27,5	0,3	0,165
Lector de Electricidad	1	Diamond		120	Laboratorio	0,184	0,184	50	9,2	0,3	0,0552
Rotador	1	Lab Line	0-3520	120	Laboratorio	0,12	0,12	30	3,6	0,3	0,036
Humo Clot Junior	1			110	Laboratorio	0,11	0,11	40	4,4	0,3	0,033
Espectrofotómetro	1	TC 300		120	Laboratorio	0,09	0,09	30	2,7	0,3	0,027
Autoanalizar Hematológico	1	Mindray	BC-5300	120	Laboratorio	0,23	0,23	30	6,9	0,3	0,069
Microcentrifuga	1		KHT-470 B	110	Laboratorio	0,134	0,134	35	4,69	0,3	0,0402
Centrifuga	1	Teco Diagnostic	CF-30	115	Laboratorio	0,575	0,575	30	17,25	0,3	0,1725
Rotador Mezclador	1	Geyer	JEE 94	110	Laboratorio	0,055	0,055	40	2,2	0,3	0,0165
Química Sanguínea	2	Humastar 80		110	Laboratorio	0,35	0,7	20	14	0,3	0,21
Centrifuga	1	Unico	MX-C 8624	115	Laboratorio	0,575	0,575	30	17,25	0,3	0,1725
Microeliza	1	Mindray	MW-12 A	120	Laboratorio	0,092	0,092	10	0,92	0,3	0,0276
Lector de Microeliza	1	Stat Fax		110	Laboratorio	0,05	0,05	10	0,5	0,3	0,015
Microscopio	1	Revelation		110	Laboratorio	0,054	0,054	50	2,7	0,3	0,0162
Microscopio	1	Olimpus	CX 40 RF 100	110	Laboratorio	0,046	0,046	50	2,3	0,3	0,0138
Lámpara de pie	3			110	Ginecología	0,1	0,3	150	45	0,3	0,09
Lámpara Luz Halógena	1	Dentsply	QML 75	120	Odontología	0,24	0,24	60	14,4	0,3	0,072
Lámpara Luz Halógena	1	Sunlite	1275	120	Odontología	0,24	0,24	60	14,4	0,3	0,072
Equipo Rayos X	1	Prodenta	PRO 70-INTA	110	Odontología	1,94	1,94	5	9,7	0,3	0,582
Centrifuga	1		KHT-430 B	110	Banco de Sangre	0,134	0,134	30	4,02	0,3	0,0402
Baño María(seco)	1	RAYTO	RT-A19	110	Banco de Sangre	0,07	0,07	10	0,7	0,3	0,021
Cerofago	1	KLAY ADAMO	420352	115	Banco de Sangre	0,23	0,23	20	4,6	0,3	0,069
Bomba de Infusión	2	B/BRAUN		110	Est. De Enfermería	0,33	0,66	5	3,3	0,3	0,198
Bomba de Infusión	1	B/BRAUN		110	Clínica Mujeres	0,33	0,33	5	1,65	0,3	0,099
Succionadores	2	GOMCO	3840	115	Emergencia	0,437	0,874	10	8,74	0,3	0,2622
Saturador Oximetrico	1	BIOSIS	BMT-200	110	Emergencia	0,025	0,025	10	0,25	0,3	0,0075

Monitor multiparametro	1	EDAN	M8B	110	Emergencia	0,074	0,074	20	1,48	0,3	0,0222	
Electrocardiógrafo	1			110	Emergencia	0,032	0,032	20	0,64	0,3	0,0096	
Rayos x portátil	1	TOSHIBA	TF-TLF	120		0,092	0,092	10	0,92	0,3	0,0276	
Rayos x portátil	1	TOSHIBA	KCD-IOM-7	120		2,76	2,76	10	27,6	0,3	0,828	
Lámpara de fototerapia	1	DEMED	KLK-131	110	Neonatología	0,092	0,092	120	11,04	0,3	0,0276	
Lámpara de fototerapia	1	NINGBO-DAVID MEDICAL	XHZ 90	110	Neonatología	0,782	0,782	120	93,84	0,3	0,2346	
Lámpara de fototerapia	1		SMA 401	127	Neonatología	0,58	0,58	120	69,6	0,3	0,174	
Bomba de Infusión	2	B/BRAUN		110	Neonatología	0,33	0,66	8	5,28	0,3	0,198	
Ventilador respirador	1	NEWPORT MEDICAL		120	Cuidados Intensivos	0,276	0,276	8	2,208	0,3	0,0828	
Pantalla	2	SONY	PVM- 1943MD	120	Quirófanos	0,023	0,046	8	0,368	0,3	0,0138	
Electrovisturi	2	GOMCO	3540	115	Quirófanos	0,437	0,874	8	6,992	0,3	0,2622	
Lámpara Cielítica	2			110	Quirófanos	0,22	0,44	8	3,52	0,3	0,132	
Monitores signos vitales	2			115		0,072	0,144	8	1,152	0,3	0,0432	
TOTAL									16,854		616,11	
												5,0562

INVENTARIO DE LA CARGA DEL PROCESO DE LAVADO

Descripción	Cantidad	Maquinas del proceso de lavado			Ubicación	Unidad	Total	Horas/Mes	Total	Factor de	Demanda Pico
		Marca	Modelo	Voltaje		KW	KW		kwh	Simultaneidad	KW
Lavadora	1	Girbau	G 23 LC-E	220	Lavandería	16,6	16,6	30	498	0,8	13,28
Lavadora	1	Wascomat giant	W 655	220	Lavandería	2	2	30	60	0,8	1,6
Lavadora	1	Unimat 50	UCSOMN 2 AV 10001	220	Lavandería	2,2	2,2	5	11	0,8	1,76
Secadora	1	Cissell	L3 GURS 30 E	220	Lavandería	18,24	18,24	0	0	0	0
Secadora	1	Unimac	DTB 7 SCE	220	Lavandería	18,304	18,304	40	732,16	0,8	14,6432
Secadora	1	Wascomat TD 50	TD 50 GAS	220	Lavandería	1,3	1,3	5	6,5	0,8	1,04
Plancha	1	Hiele	MM 1683	220	Lavandería	2,8	2,8	60	168	0,8	2,24
TOTAL						61,444			1475,66		34,5632

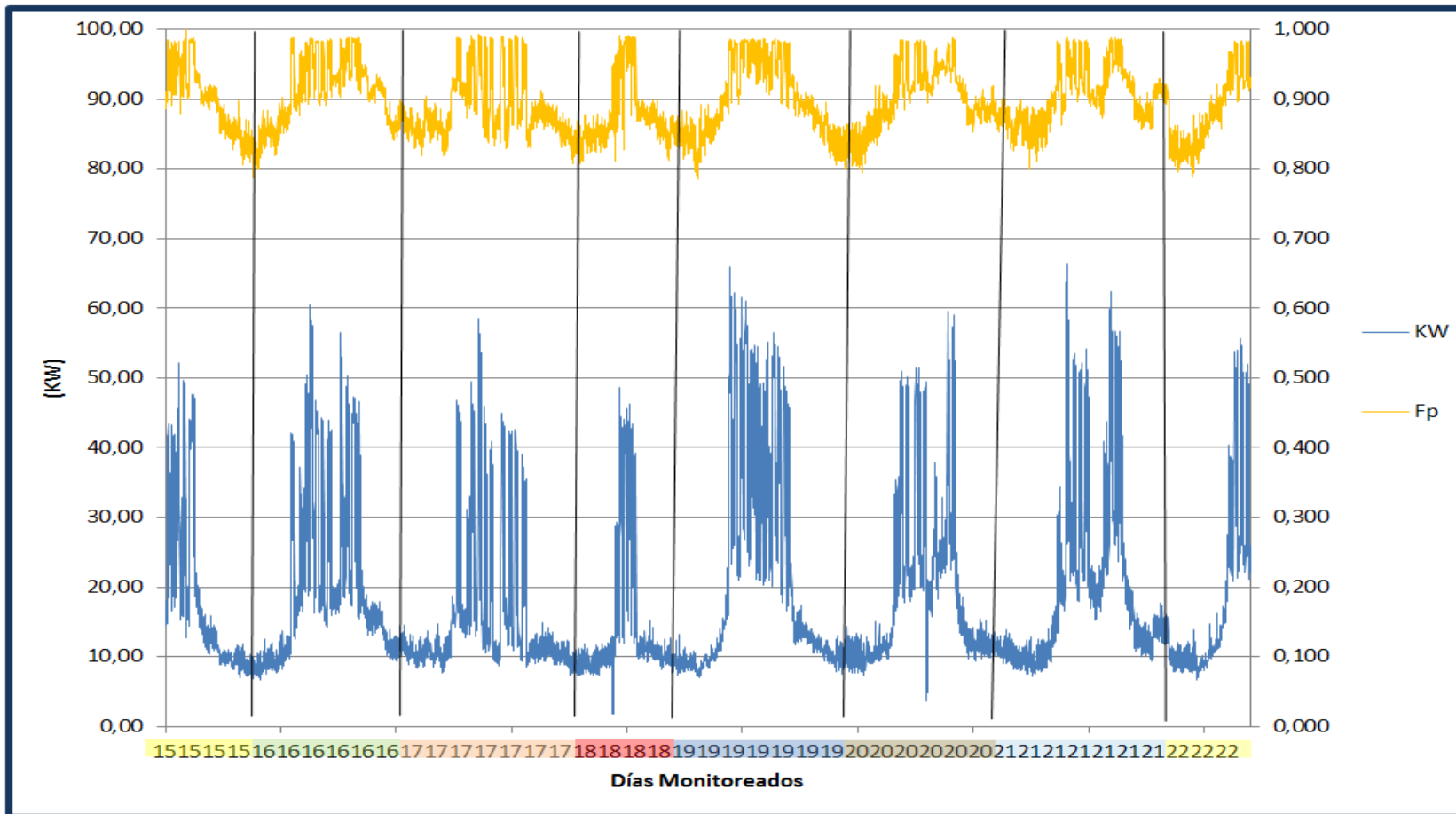
INVENTARIO DE LA CARGA DE LOS DIFERENTES EQUIPOS DEL HOSPITAL

Descripción	Cantidad	Refrigeradores			Ubicación	Unidad	Total	Horas/Mes	Total	Factor de	Demanda Pico
		Marca	Modelo	Voltaje		KW	KW		kwh	Simultaneidad	KW
Equipo de Sonido	1	Lucky		110	Cocina	0,048	0,048	90	4,32	0,4	0,0192
Computadora	1		S-40	110	Lavandería	0,2	0,2	180	36	0,4	0,08
Computadora	1			110	Audiometría	0,2	0,2	180	36	0,4	0,08
Computadora	5			110	Estadística	0,2	1	180	180	0,4	0,4
Computadora	1			110	Inf. Recaudación	0,2	0,2	180	36	0,4	0,08
Televisor	1	LG		110	Inf. Recaudación	0,25	0,25	120	30	0,4	0,1
Impresora	1			110	Inf. Recaudación	0,1	0,1	50	5	0,4	0,04
DVD	1	LG		110	Prep. De pacientes	0,1	0,1	5	0,5	0,4	0,04
Computadora	1			110	Vacunación	0,2	0,2	180	36	0,4	0,08
UPS	1	TRIPP-LITE	SU 1500 XL	110	Ecografía	1,2	1,2	30	36	0,4	0,48
Computadora	1			110	Ecografía	0,2	0,2	180	36	0,4	0,08
Digitalizador	1	ICRKO	ICR 3600	110	Rayos X	0,253	0,253	50	12,65	0,4	0,1012
Impresora Radiografías	1		VP-DE550	110	Rayos X	0,484	0,484	50	24,2	0,4	0,1936
Computadora	1			110	Rayos X	0,2	0,2	180	36	0,4	0,08
UPS	1	APC		110	Laboratorio	1,2	1,2	30	36	0,4	0,48
UPS	1	APC		110	Laboratorio	1,5	1,5	30	45	0,4	0,6
Computadora	3			110	Laboratorio	0,2	0,6	180	108	0,4	0,24
Computadora	1			110	Hebetaría	0,2	0,2	180	36	0,4	0,08
Infocus	1	Epson	H 283 A	110	Hebetaría	0,308	0,308	180	55,44	0,4	0,1232
Computadora	1			110	Trabajo Social	0,2	0,2	180	36	0,4	0,08
Equipo de sonido	1	Sony	CDF-635	120	Trabajo Social	0,025	0,025	120	3	0,4	0,01
Computadora	1			110	Consultorio 15	0,2	0,2	180	36	0,4	0,08
Computadora	1			110	Consultorio 14	0,2	0,2	180	36	0,4	0,08
Computadora	2			110	Coord. Enfermería	0,2	0,4	180	72	0,4	0,16
Computadora	1			110	Psicología	0,2	0,2	180	36	0,4	0,08
Computadora	1			110	Traumatología	0,2	0,2	180	36	0,4	0,08
Televisor	1	LG		110	Ginecología	0,25	0,25	120	30	0,4	0,1
UPS	2	POWER WARE	PW-91201000	110	Banco de Sangre	0,92	1,84	25	46	0,4	0,736
Computadora	1			110	Banco de Sangre	0,2	0,2	50	10	0,4	0,08
Computadora	1			110	Banco de Vacunas	0,2	0,2	180	36	0,4	0,08
Cama	1	STRYKER	2030 EPIC	125	Cuidados Intensivos	1,625	1,625	10	16,25	0,4	0,65
Soldadora	1	INDURA	INDURA 250	220	T. Mantenimiento	13,8	13,8	2	27,6	0,4	5,52
Computadora	1			110	T. Mantenimiento	0,2	0,2	180	36	0,4	0,08
Computadora	15			110	Administración	0,2	3	180	540	0,4	1,2

<i>Copiadora</i>	<i>1</i>	<i>RICOH</i>		<i>120</i>	<i>Administración</i>	<i>1,44</i>	<i>1,44</i>	<i>20</i>	<i>28,8</i>	<i>0,4</i>	<i>0,576</i>
<i>Vitrina</i>	<i>1</i>	<i>INNOVA</i>	<i>Vitrina VFV Parrot 1300</i>	<i>110</i>	<i>Bod. Farmacia</i>	<i>0,42</i>	<i>0,42</i>	<i>220</i>	<i>92,4</i>	<i>0,4</i>	<i>0,168</i>
<i>Televisor</i>	<i>1</i>	<i>LG</i>		<i>110</i>	<i>Administración</i>	<i>0,25</i>	<i>0,25</i>	<i>100</i>	<i>25</i>	<i>0,4</i>	<i>0,1</i>
<i>Computadora</i>	<i>1</i>			<i>110</i>	<i>B. Farmacia</i>	<i>0,2</i>	<i>0,2</i>	<i>20</i>	<i>4</i>	<i>0,4</i>	<i>0,08</i>
<i>TOTAL</i>											
						<i>33,293</i>			<i>1936,16</i>		<i>13,3172</i>

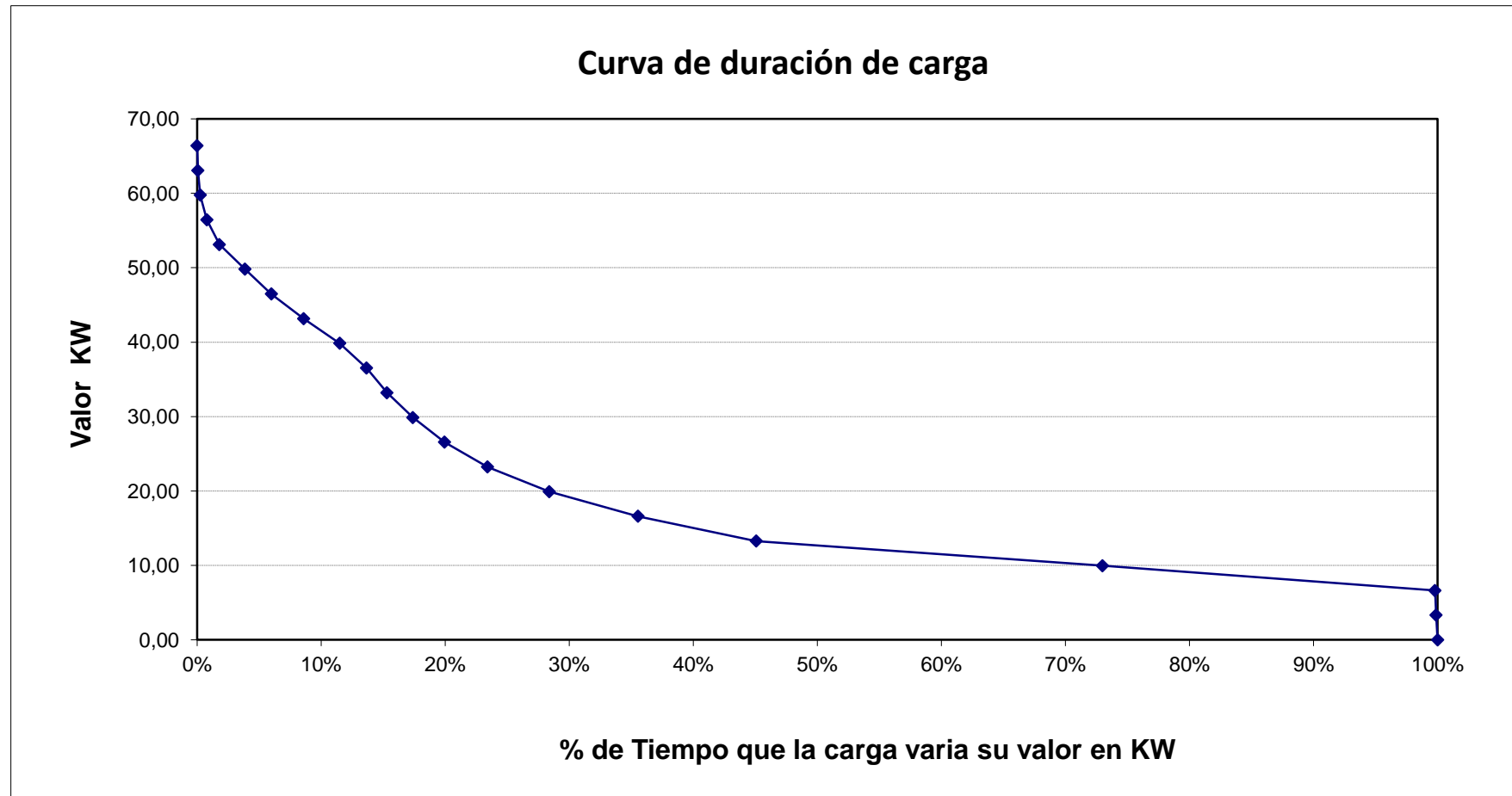
ANEXO 15

PERFIL DE ANÁLISIS DE LA DEMANDA



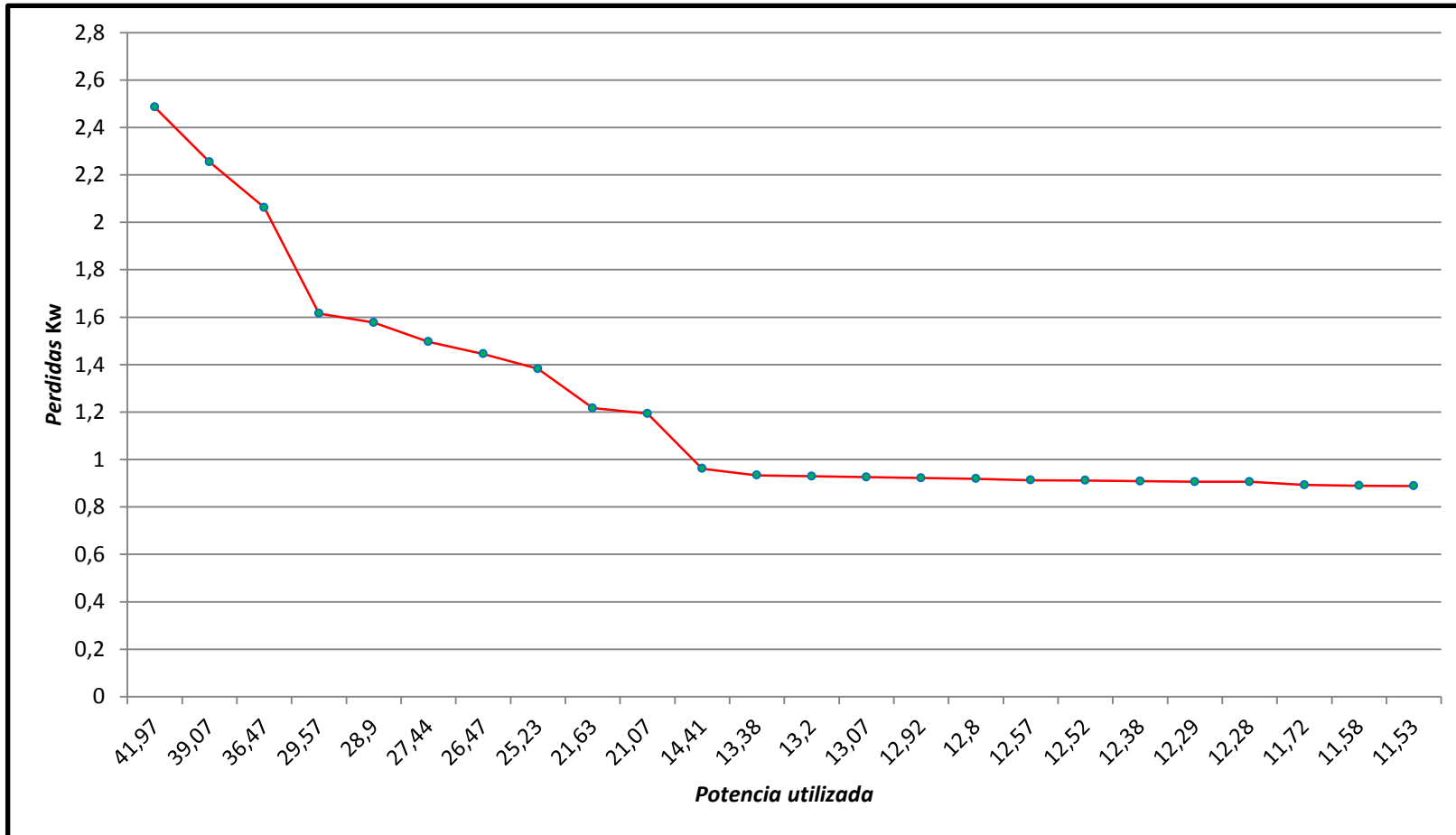
ANEXO 16

CURVA DE DURACIÓN DE CARGA



ANEXO 17

CURVA DE LAS PÉRDIDAS DEL TRANSFORMADOR DE 300 KVA EN FUNCIÓN DE LA CARGA



ANEXO 18

DATOS OBTENIDOS DE LAS FACTURAS MENSUALES DEL AÑO 2010

Facturación del medidor transformador principal

FACTURACIÓN MEDIDOR # 32017 (TRANSFORMADOR DE 300 KVA)									
	Lectura de Energía (kwh)	Perdidas Transformador (%)	Energía Total (kwh)	Precio (kwh)	(USD/kwh)	Demanda (kW)	(USD/kW)	Perdidas por Transformador (USD/%)	Pago Total (USD)
Enero	11039	2%	11260	0,07	788,20	50,16	245,06	15,47	1205,39
Febrero	11127	2%	11350	0,07	794,50	53,06	259,23	15,61	1229,76
Marzo	13629	2%	13902	0,07	973,14	67,2	328,31	19,11	1401,43
Abril	12601	2%	12853	0,07	899,71	73,75	360,35	17,64	1469,61
Mayo	12305	2%	12551	0,07	878,57	68,56	334,96	17,22	1415,41
Junio	12206	2%	12450	0,07	871,50	69,65	340,28	17,08	1423,27
Julio	13872	2%	14149	0,07	990,43	75,57	369,21	19,39	1585,62
Agosto	11883	2%	12121	0,07	848,47	73,42	358,72	16,66	1408,02
Septiembre	12140	2%	12383	0,055	681,07	73,42	224,67	17,01	1056,83
Octubre	13736	2%	14011	0,055	770,61	79,52	243,33	19,25	1182,88
Noviembre	12791	2%	13047	0,055	717,59	73,96	226,32	17,92	1101,3
Diciembre	13659	2%	13932	0,055	766,26	74,69	228,54	19,11	1160,58

Facturación del medidor transformador del equipo de rayos X

<i>FACTURACIÓN MEDIDOR # 32325 (TRANSFORMADOR DE 75 KVA)</i>									
	Lectura de Energía (kwh)	Perdidas Transformador (%)	Energía Total (kwh)	Precio (kwh)	(USD/kwh)	Demanda (kW)	(USD/kW)	Perdidas por Transformador (USD/%)	Pago Total (USD)
Enero	11	0	11	0,07	0,77	20	97,72	0	116,38
Febrero	9	0	9	0,07	0,63	20	97,72	0	116,22
Marzo	14	0	14	0,07	0,98	20	97,72	0	116,63
Abril	12	0	12	0,07	0,84	20	97,72	0	116,47
Mayo	7	0	7	0,07	0,49	20	97,72	0	116,06
Junio	19	0	19	0,07	1,33	20	97,72	0	117,07
Julio	17	0	17	0,07	1,19	20	97,72	0	116,87
Agosto	34	2%	35	0,07	4,45	20	97,72	0	118,34
Septiembre	28	2%	29	0,055	1,60	20	61,20	0,07	74,80
Octubre	39	2%	40	0,055	2,20	20	61,20	0,07	75,5
Noviembre	40	2%	41	0,055	2,26	20	61,20	0,07	75,57
Diciembre	28	2%	29	0,055	1,60	20	61,20	0,07	74,8

Facturación del medidor transformador que actualmente está desconectado

<i>FACTURACIÓN MEDIDOR # 31815 (TRANSFORMADOR DE 50 KVA ACTUALMENTE DESCONECTADO)</i>									
	Lectura de Energía (kwh)	Perdidas Transformador (%)	Energía Total (kwh)*5	Precio (kwh)	(USD/kwh)*5	Demanda (kW)	(USD/kW)	Perdidas por Transformador (USD/%)	Pago Total (USD)
Enero	8	2%	41	0,024	0,98	0	0	0,024	2,78
Febrero	12	2%	61	0,024	1,46	0	0	0,024	3,34
Marzo	11	2%	56	0,024	1,34	0	0	0,024	3,2
Abril	12	2%	61	0,024	1,46	0	0	0,024	3,34
Mayo	10	2%	51	0,024	1,22	0	0	0,024	3,06
Junio	10	2%	51	0,024	1,22	0	0	0,024	3,09
Julio	11	2%	56	0,024	1,32	0	0	0,024	3,18
Agosto	0	2%	0	0,024	0	0	0	0,024	1,64
Septiembre	7	2%	36	0,024	0,86	0	0	0,024	2,64
Octubre	0	0%	0	0,024	0	0	0	0	1,64
Noviembre	2	0%	12	0,024	0,29	0	0	0	1,98
Diciembre	0	0%	0	0,024	0	0	0	0	1,64

ANEXO 19

CROQUIS DE UBICACIÓN DEL HOSPITAL EN LA CIUDAD DE ZAMORA



ANEXO 20

PERDIDAS EN EL HIERRO Y EN EL COBRE DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS NUEVOS

NTE INEN 2 114

2004-03

TABLA 1. Transformadores monofásicos de 3 a 333 kVA
Clase medio voltaje $\leq 25 \text{ kV}_{f,r}$ / clase bajo voltaje $\leq 1,2 \text{ kV}_{f,r}$ referidos a 85° C

Potencia Nominal kVA	I_o (% de I_n)	P_o (W)	P_c (W)	P_t (W)	U_{zn} (%)
3	2,5	21	70	91	3,0
5	2,5	31	91	122	3,0
10	2,5	52	142	194	3,0
15	2,4	68	192	260	3,0
25	2,0	98	289	387	3,0
37,5	2,0	130	403	533	3,0
50	1,9	160	512	672	3,0
75	1,7	214	713	927	3,0
100	1,6	263	897	1 160	3,0
167*	1,5	379	1 360	1 739	3,0

PERDIDAS EN EL HIERRO Y EN EL COBRE DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICOS NUEVOS

NTE INEN 2 115

2004-03

TABLA 1. Transformadores trifásicos 15 a 2 000 kVA Clase medio voltaje $\leq 25 \text{ kV}$ Clase bajo voltaje $\leq 1,2$ referidos a 85° C

POTENCIA NOMINAL (kVA)	I_o (% de I_n)	P_o (W)	P_c (W)	P_t (W)	U_{zn} (%)
15	4,4	80	313	393	3,0
30	3,6	134	514	648	3,0
45	3,6	182	711	893	3,0
50	3,4	197	776	973	3,0
60	3,2	225	903	1 128	3,5
75	2,6	266	1 094	1 360	3,5
100	2,6	330	1 393	1 723	3,5
112,5	2,6	361	1 539	1 900	3,5
125	2,6	390	1 682	2 072	3,5
150	2,4	447	1 959	2 406	4,0
160	2,5	486	2 211	2 697	4,0
200	2,1	569	2 630	3 199	4,0
225	2,1	618	2 892	3 510	4,0
250	2,1	666	3 153	3 819	4,0
300	2,0	758	3 677	4 435	4,5
350	2,0	846	4 200	5 046	4,5
400	1,9	930	4 730	5 660	4,5
500	1,7	1 090	5 770	6 860	5,0
630	1,6	1 284	7 170	8 454	5,0
750	1,6	1 453	8 386	9 839	5,0
800	1,6	1 521	8 909	10 430	5,0
1 000	1,6	1 782	11 138	12 920	5,0
1 250	1,5	2 088	13 454	15 542	6,0
1 500	1,5	2 395	15 770	18 165	6,0
1 600	1,5	2 518	16 696	19 214	6,0
2 000	1,5	3 009	20 402	23 411	6,0

ANEXO 21

FOTOS DE LAS LAVADORAS Y SECADORAS EXISTENTES EN EL HOSPITAL

LAVADORA MARCA UNIMAT 50



LAVADORA MARCA GIRBAU



LAVADORA MARCA WASCOMAT



SECADORA MARCA CISELL



SECADORA MARCA UNIMAC



SECADORA MARCA WASCOMAT

