



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y  
VINCULACIÓN CON LA COLECTIVIDAD**

**MAESTRIA EN ENERGÍAS RENOVABLES  
IV PROMOCIÓN**

**TESIS DE GRADO DE MAESTRÍA EN ENERGÍAS  
RENOVABLES**

**TEMA: “ANÁLISIS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL  
SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL HOSPITAL  
SAN VICENTE DE PAUL”**

**AUTOR: MAFLA YÉPEZ CARLOS NOLASCO**

**DIRECTOR: ING. REINALDO DELGADO PHD**

**SANGOLQUÍ, ENERO DEL 2015**

## CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

El suscrito Señor Ing. Reinaldo Delgado PhD, de nacionalidad cubana, con documento nacional de identidad 1750580266 en calidad de Director de Tesis de la Maestría en Energías Renovables.

### **CERTIFICO:**

Que el presente proyecto de grado que lleva como título “**ANÁLISIS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL HOSPITAL SAN VICENTE DE PAÚL**”, realizado por el Señor Ing. Carlos Nolasco Mafla Yépez, de nacionalidad ecuatoriana, con cédula de identidad 0401447826, como requisito para la obtención del título de Magíster en Energías Renovables, Cuarta Promoción de la ESPE, fue desarrollado bajo mi dirección y asesoría, el mismo que cumple con los requerimientos científicos, tecnológicos y académicos, razón por la cual autorizo su presentación y defensa.

Quito, Enero 30 de 2015

---

Ing. Reinaldo Delgado PhD

**DIRECTOR**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**CARLOS NOLASCO MAFLA YÉPEZ**

DECLARA QUE:

El proyecto de grado denominado “**ANÁLISIS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL HOSPITAL SAN VICENTE DE PAÚL**”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan el pie de las páginas correspondiente, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Quito, Enero 30 de 2015

---

Ing. Carlos Nolasco Mafla Yépez.

## AUTORIZACIÓN

Yo,

**CARLOS NOLASCO MAFLA YÉPEZ**

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “**ANÁLISIS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL HOSPITAL SAN VICENTE DE PAÚL**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Quito, Enero 30 de 2015

---

Ing. Carlos Nolasco Mafla Yépez.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a Dios y a la Santísima Virgen de La Caridad, por darme la vida y la bendición de caminar junto a ellos toda mi vida.

A mi esposa Vane, con su amor y paciencia, ha sido un pilar fundamental en mi preparación profesional.

A mis padres Jesús y Caty, mis modelos a seguir, sin su apoyo y dedicación no hubiese conseguido la culminación de una meta más.

A mi hermano, mi cuñada y mi sobrino, parte primordial de mi vida.

A todas las personas que colaboraron en estos años de estudio.

Carlos Nolasco Mafla Yépez

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer de una manera muy especial Ing. Reinaldo Delgado PhD, por su apoyo incondicional en la elaboración de mi trabajo de tesis.

De igual manera a mis Compañeros de MER, cuarta promoción por su amistad y su ayuda en el transcurso de los módulos.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y de igual manera a la Dirección de Postgrado representados en todas las autoridades, personal docente y administrativo, quienes con su trabajo han logrado los resultados que el Ecuador se merece en los aspectos académicos y de investigación.

Carlos Nolasco Mafla Yépez

## ÍNDICE

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR.....	i
AUTORÍA DE TESIS.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
AUTORIZACIÓN .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE .....	vi
CAPÍTULO I.....	1
1 GENERALIDADES.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.1.1 Matriz Productiva.....	3
1.1.2 Cambio de la Matriz Productiva .....	4
1.2 Definición del problema.....	6
1.3 Objetivos.....	7
1.3.1 Objetivo General.....	7
1.3.2 Objetivos Específicos.....	7
1.4 Alcance .....	7
1.5 Justificación e importancia de la investigación.....	8
CAPÍTULO II.....	9
2 ESTADO DEL ARTE.....	9
2.1 Estado del arte del sistema energético eléctrico del hospital .....	9
2.1.1 Antecedentes Históricos.....	9
2.1.2 Características Geográficas, Demográficas, Sociales y Culturales.....	10
2.1.3 Visión.....	11
2.1.4 Misión .....	11
2.1.5 Objetivos estratégicos.....	12

2.1.6	Organización administrativa .....	12
2.1.7	Organigrama organizacional por procesos – hospital general.....	14
2.1.8	Recursos humanos del Hospital San Vicente de Paúl.....	15
2.1.9	Servicios que presta la institución.....	15
2.1.10	Datos estadísticos de cobertura.....	17
2.1.11	Normativa energética para hospitales.....	18
2.2	EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	20
2.3	Estado del arte de la situación energética en el Hospital San Vicente de Paúl. 21	
2.4	Determinación de la matriz energética.....	24
2.5	Identificación del sistema eléctrico.....	25
2.5.1	Sistema eléctrico. ....	25
2.6	Levantamiento del sistema eléctrico. ....	28
2.6.1	Sistema eléctrico .....	28
2.7	Cálculo de índices de desempeño energético. ....	34
2.7.1	Índices de consumo de iluminación.....	34
2.7.2	Consumo luminaria .....	35
2.8	Índice de consumo de Equipos Médicos. ....	35
2.9	Análisis de calidad de energía.....	37
2.10	Informe de calidad de producto del transformador S3T90. 800 KVA.....	37
2.10.1	Análisis de Flicker .....	37
2.10.2	Análisis de tensión .....	39
2.10.3	Análisis de corriente.....	40
2.10.4	Análisis de THDV .....	42
2.10.5	Análisis de carga .....	43
2.10.6	Análisis de factor de potencia .....	43
2.10.7	Armónicos individuales .....	45
2.10.8	Recomendaciones.....	45
2.11	Informe de calidad de producto del transformador S3T89 200 KVA.....	46
2.11.1	Análisis de Flicker .....	46
2.11.2	Análisis de tensión .....	48

2.11.3	Análisis de corriente.....	50
2.11.4	Análisis de THDV .....	51
2.11.5	Factor de potencia.....	54
2.11.6	Armónicos individuales .....	55
2.11.7	Recomendaciones.....	55
2.12	Informe de calidad de producto del transformador S4T5046. 75 KVA.....	56
2.12.1	Análisis de Flicker .....	56
2.12.2	Análisis de tensión .....	58
2.12.3	Análisis de corriente.....	59
2.12.4	Análisis de THDV .....	61
2.12.5	Análisis de carga .....	62
2.12.6	Análisis de factor de potencia .....	63
2.12.7	Armónicos individuales .....	65
2.12.8	Recomendaciones.....	66
2.13	Balance energético del sistema eléctrico. ....	66
CAPÍTULO III.....		69
3	DESARROLLO GESTIÓN ENERGÉTICA .....	69
3.1	Eficiencia energética en el sistema de energía eléctrica .....	69
3.1.1	Sistema de energía eléctrico del hospital San Vicente de Paúl.....	70
3.2	Iluminación en el hospital San Vicente de Paúl .....	70
3.3	Propuesta gestión energética .....	75
3.3.1	Cambio de las luminarias de 2x40W por la luminaria 2x28W TL5 HE Alta eficiencia.....	76
3.3.2	Cambio de las luminarias de F4x40W por la luminaria F3x28W TL5 HE	79
3.3.3	Cambio de las luminarias de F1x40W por la luminaria F1x28W TL5 HE	81
3.3.4	Cambio de las luminarias de F2x20W por la luminaria F2x14W TL5 HE	84
3.3.5	Cambio de los focos de 60W que se utilizan en la mayoría de baños del hospital por luminaria LEDs PAR38 de Philips .....	86
3.3.6	Cambio de los focos ahorradores de 60W por iluminación LEDs de 17W PAR38 de Philips.....	88

3.3.7	Cambio de luminaria de lectura en cama de 20W por tecnología LEDs A19 atenuable.....	90
3.3.8	Cambio de luminaria de cama para lectura 20W por iluminación LEDs de 8W A19 Philips.....	92
3.3.9	Comparación de luminarias.....	94
3.4	Simulación de resultados de luminaria propuesta .....	95
3.4.1	Comparación del Valor de eficiencia energética de la instalación de la luminaria actual vs propuesta.....	96
3.5	Propuesta energética de control inteligente para iluminación eficiente. ....	97
3.5.1	Equipos necesarios en el sistema .....	98
3.6	Propuesta energética en equipos médicos.....	102
3.7	Propuesta energética en sistema de fuerza .....	103
3.7.1	Sistemas de bombeo y motores.....	103
3.7.2	Eficiencia energética en motores.....	103
3.7.3	Ascensores .....	111
3.7.4	Propuesta energética en ascensores .....	112
3.8	Propuesta energética en equipos informáticos y televisiones. ....	114
3.8.1	Propuesta dos computadoras .....	115
3.9	Análisis de disminución de consumo de energía eléctrica.....	116
3.10	Concientización del personal y usuarios del hospital .....	117
3.10.1	Concientización del personal de cocina.....	118
3.10.2	Concientización del personal de lavandería. ....	118
3.11	Análisis del sistema eléctrico .....	119
3.12	Reducción de emisiones de CO2 .....	120
Capítulo IV	.....	121
4	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	121
4.1	Análisis de resultado y discusión.....	121
4.2	Índices energéticos .....	122
4.3	Índices energéticos del hospital San Vicente de Paúl.....	123
4.3.1	Índice energético en condiciones actuales. ....	123
4.4	Comparación de índices energéticos con hospitales internacionales.....	124

4.5	Costo de implementación y retorno de la inversión.....	125
CAPÍTULO V .....		126
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	126
5.1	Conclusiones.....	126
5.2	Recomendaciones .....	127
6	BIBLIOGRAFÍA.....	128

### Índice Figuras

Figura 1.	Distribución de la muestra según cantidad de camas para consumo eléctrico.	23
Figura 2.	Consumo eléctrico promedio anual según cantidad de camas. ....	23
Figura 3.	Indicador Flicker.....	38
Figura 4.	Niveles de tensión.....	39
Figura 5.	Transitorios Dips y Surges.....	40
Figura 6.	Análisis de Corriente.....	41
Figura 7.	THDs .....	42
Figura 8.	Cargabilidad del transformador.....	43
Figura 9.	Factor de potencia. ....	44
Figura 10.	Armónicos individuales.....	45
Figura 11.	Flicker.....	48
Figura 12.	Niveles de tensión.....	49
Figura 13.	Transitorios Dips y Surges.....	50
Figura 14.	Corriente del transformador .....	51
Figura 15.	THDV .....	53
Figura 16.	Cargabilidad del transformador .....	53
Figura 17.	Factor de potencia .....	54
Figura 18.	Armónicos individuales.....	55
Figura 19.	Flicker.....	57
Figura 20.	Niveles de tensión.....	58
Figura 21.	Transitorios Dips y Surges.....	59
Figura 22.	Corriente .....	60
Figura 23.	THDV .....	62
Figura 24.	Cargabilidad del transformador .....	63
Figura 25.	Factor de potencia.....	65
Figura 26.	Armónico individuales.....	66
Figura 27.	Potencia instalada.....	67

Figura 28. Consumo teórico vs Consumo real .....	68
Figura 29. Índice de consumo.....	74
<i>Figura 30. Producción de energía</i> .....	103
Figura 31. Consumo de energía .....	113

### Índice Tablas

Tabla 1. Industrias priorizadas .....	6
Tabla 2. Recursos humanos .....	15
Tabla 3. Servicios que brinda el Hospital San Vicente de Paúl .....	16
Tabla 4 Hospitalización 2009 - 2013 .....	17
Tabla 5. Clasificación de hospitales Chile. ....	22
Tabla 6. Consumo energético Hospital San Vicente de Paúl.....	24
Tabla 7. Análisis económico de los recursos.....	25
Tabla 8. Consumo por medidores .....	26
Tabla 9. Tipo luminaria .....	34
Tabla 10. Consumo luminaria .....	35
Tabla 11. Consumo de equipos según área del hospital .....	36
Tabla 12. Características transformador S3T90. 800 KVA .....	37
Tabla 13. Análisis Flicker.....	38
Tabla 14. Límites de tensión .....	39
Tabla 15. Corriente .....	41
Tabla 16. THDs .....	42
Tabla 17. Factor de potencia. ....	44
Tabla 18. Características del transformador S3T89 200 KVA. ....	46
Tabla 19. Flicker.....	46
Tabla 20. Niveles de tensión.....	48
Tabla 21. Corriente del transformador .....	50
Tabla 22. THDV.....	52
Tabla 23. Factor de potencia.....	54
Tabla 24. Características del transformador S4T5046. 75 KVA .....	56
Tabla 25. Flicker.....	57
Tabla 26. Límites Tensión .....	58
Tabla 27. Corriente .....	60
Tabla 28. THDV.....	61
Tabla 29. Factor de potencia. ....	64
Tabla 30. Balance energético. ....	67
Tabla 31. Índices de eficiencia energética en iluminación. ....	73
Tabla 32. Características técnicas.....	76
Tabla 33. Comparación de luminarias.....	77

Tabla 34. Cantidad de lúmenes .....	77
Tabla 35. Comparación ahorro monetario .....	78
Tabla 36. Comparación de potencia.....	80
Tabla 37. Cantidad de lúmenes .....	80
Tabla 38. Comparación ahorro monetario .....	81
Tabla 39. Potencia luminarias.....	82
Tabla 40. Cantidad de lúmenes .....	83
Tabla 41. Ahorro monetario de luminarias.....	83
Tabla 42. Potencia de luminarias.....	85
Tabla 43. Cantidad de lúmenes .....	85
Tabla 44. Ahorro monetario de luminaria.....	86
Tabla 45. Características técnicas luminaria LEDs.....	87
Tabla 46. Potencia de luminarias.....	89
Tabla 47. Cantidad de lúmenes .....	89
Tabla 48. Ahorro monetario de luminarias.....	90
Tabla 49. Características técnicas luminaria LEDs.....	91
Tabla 50. Potencia de la luminaria .....	93
Tabla 51. Cantidad de lúmenes .....	93
Tabla 52. Ahorro monetario luminarias .....	94
Tabla 53. Comparación de luminaria actual VS propuesta .....	95
Tabla 54. Comparación de KWh/mes luminaria actual vs luminaria propuesta .....	96
Tabla 55. VEEI luminaria actual vs propuesta.....	97
Tabla 56. Acciones para corregir el funcionamiento deficiente en motores .....	106
Tabla 57. Acciones recomendadas para ajustar las curvas del equipo de bombeo a la condición real de operación .....	110
Tabla 58. Comparación condición actual vs propuesta .....	111
Tabla 59. Ascensores Hospital San Vicente de Paúl.....	111
Tabla 60. Análisis de ascensores .....	112
Tabla 61. Disminución consumo equipo informático.....	116
Tabla 62. Disminución de energía en equipos médicos .....	117
Tabla 63. Ahorro de energía cocina .....	118
Tabla 64. Ahorro de energía lavandería .....	119
Tabla 65. Simulación de propuesta energética. ....	119
Tabla 66. Ahorro económico de la propuesta.....	120
Tabla 67. Ahorro en la facturación.....	120
Tabla 68. Disminución de CO2 .....	120
Tabla 69. Simulación de propuesta energética. ....	121
Tabla 70. Índices Energéticos actual y propuesto.....	124
Tabla 71. Comparación de índice energético con Hospitales Internacionales.....	124
Tabla 72. Costos de implementación de la propuesta energética.....	125

## RESUMEN

El consumo de energía a nivel mundial es un tema crítico, el uso inconscientemente provoca pérdidas en los recursos energéticos. Las edificaciones del sector público tiene uno de los índices de consumo energético más elevados, teniendo mayor impacto los hospitales públicos por la cantidad de sistemas energéticos que este cuenta y porque su funcionamiento es las veinte y cuatro horas. Es de vital importancia evaluar los sistemas energéticos para poder conocer las situaciones actuales del Hospital San Vicente de Paúl, para definir las posibles soluciones energéticas y que estas puedan ser normadas y gestionadas en un marco sostenible y sustentable. De esta manera se logrará disminuir los consumos en un 25% sin afectar al confort de los usuarios y trabajadores del mismo. En la investigación se analizará las posibles soluciones para el sistema eléctrico del Hospital, iniciando por el sistema de alumbrado que es el campo más crítico con el 40% de energía requiere. Luego se encuentra los equipos médicos donde por leyes internas del Hospital no se puede realizar evaluaciones profundas, solo conocer el estado de los equipo visualmente y tomar datos de funcionamiento. El sistema de fuerza del Hospital intervienen las electro bombas y motores siendo estos ya muy antiguos donde lo óptimo sería remplazarlos por motores más eficientes, de igual manera se realizó pruebas para un correcto funcionamiento. Por último se evaluó a los equipos informáticos, la mayoría de estos equipos son modernos por lo que se planteó el uso eficiente, concientizando a los trabajadores un buen uso de los mismos. Logrando disminuir así cerca de 1000 KWH al mes.

### **PALABRAS CLAVES:**

- **EFICIENCIA ENERGÉTICA**
- **RECURSO ENERGÉTICOS**
- **INDICADORES HOSPITALARIOS**
- **HOSPITALES EFICIENTES**
- **EVALUACIÓN ENERGÉTICA.**

## **ABSTRACT**

Energy consumption worldwide is a critical issue, use unconsciously causes losses in energy resources. The buildings of the public sector has one of the highest rates of energy consumption, having greater impact public hospitals by the amount of energy systems this account and because its operation is the twenty-four hours. It is vital to assess energy systems to meet current situations of San Vicente de Paul Hospital, to define the possible energy solutions and that they can be normed and managed on a sustainable and viable framework. This way you will achieve reduce consumption by 25% without affecting the comfort of users and employees thereof. In researching possible solutions to the electrical system of the hospital, starting with the lighting system is the most critical field with 40% of energy needs will be discussed. After medical equipment where for internal laws of the Hospital can not perform thorough evaluations is only the status of the visual equipment and take operating data. The power system of the electro Hospital involved pumps and motors being these very old and where it would be optimal to replace them with more efficient engines, tests were similarly performed for proper operation. Finally informatics evaluated, most of these devices are modern so the efficiency is raised, raising awareness workers a good use of them. Achieving decrease and about 1000 KWH per month.

## Análisis de Eficiencia Energética del sistema de energía eléctrica en el Hospital San Vicente de Paúl.

El Ecuador al ser un país con un alto potencial energético, se encuentra en la implementación de una nueva Matriz Energética, donde se aprovechará los recursos energéticos renovables, y poder disminuir la utilización de energías convencionales contribuyendo a la conservación del ambiente.

La propuesta energética presentada ha sido diseñada, evaluada y simulada en el Hospital San Vicente de Paúl, siendo una opción válida para su ejecución en los diferentes hospitales del país.

La investigación es de fácil concepción y ejecución, con costos relativamente aceptables ya que estos podrán ser recuperados en la facturación eléctrica y con una gran facilidad de adaptación en los lugares de implementación.

Los parámetros para el análisis de la eficiencia energética en el Hospital San Vicente de Paúl son la evaluación, identificación y cuantificación del sistema eléctrico, para lograr elaborar un sistema de gestión energética.

La simulación de los resultados propuestos arrojarán los indicadores energéticos del Hospital, pudiendo realizar comparaciones con hospitales nacionales e internacionales.

## **CAPÍTULO I**

### **1 GENERALIDADES**

#### **1.1 Antecedentes.**

Energía es la capacidad de transformar, realizar un movimiento, o algún trabajo, esto se da hace muchos años atrás y fue la evolución del hombre pensante. La energía ha estado presente en todo momento, pero se le toma importancia cuando se la comienza a utilizar para el beneficio y el confort del ser humano. Hoy en día la energía es la base del desarrollo de la tecnología y por ende de la satisfacción de las personas, en las épocas antiguas la demanda de la energía era mínima, en la actualidad es todo lo contrario existe mucha demanda de energía provocando escases en algunas circunstancias, por tal motivo es de preocupación mundial tomando fuerza la eficiencia energética para controlar el uso de la misma.

Eficiencia energética es el buen manejo de los recursos energéticos disponibles, es la reducción de la energía manipulada para efectuar un trabajo o servicio, o para conseguir los consumos energéticos esperados a un nivel de comodidad determinado, manteniendo la eficacia de la energía. Como se conoce las fuentes de energía en el mundo están disminuyendo considerablemente por lo que es de vital importancia la aplicación de la eficiencia energética para reducir el consumo de energía.

El planeta tierra posee una gran cantidad de energía disponible pero no todas pueden ser utilizadas. Las fuentes que se pueden utilizar son las que se hallan en un estado de materia determinado como es: el carbón, gas natural y el petróleo, estas energías son las convencionales pero también se cuenta con las energías renovables o limpias que son: el sol, la tierra, el viento y las mareas.

*Se las puede clasificar de acuerdo al agotamiento de las fuentes:*

*Fuente de energías renovables:* Son las energías limpias que se obtienen de la naturaleza y son inagotables ya que estas vuelven a regenerarse después de su uso.

- Energía solar,
- Energía eólica,
- Energía geotérmica,
- Energía hidráulica,
- Energía de biomasa,
- Energía mareomotriz.

*Fuente de energías no renovables:* Son las energías convencionales, de igual forma se encuentran en la naturaleza pero estas son agotables, y una vez que se consumen en su totalidad no pueden sustituirse.

Combustibles fósiles

Energía nuclear.

*De acuerdo a su evolución la energía se cuenta en:*

**Energía primaria:** Es la energía que se puede utilizar directamente sin que haya sido sometida a alguna transformación.

**Energía secundaria:** Es la energía primaria que ha sido sometida a procesos de transformación para su determinado uso.

La problemática mundial está en desarrollar métodos e instrumentos necesarios para ahorrar energía y uno de los puntos a tomar en cuenta es en los hospitales, ya que estos funcionan las 24 horas del día los 365 días del año, y su consumo de energía es elevado. Por lo general son edificios grandes donde necesitan energía extra para su funcionamiento, la mayoría de hospitales operan con equipos antiguos donde es de vital importancia proponer un protocolo de gestión energética para lograr disminuir el consumo de energía.

Los altos costos de mantenimiento no permiten presentar proyectos de ahorro de energía en el presupuesto del hospital. Además el cuidado del paciente es de vital importancia manteniendo el confort y la calidad de servicio. Estos factores no pueden ser comprometidos por medidas de reducción de costos que puedan afectar a la calidad de servicio.

La eficiencia energética debe contar con gestión apropiada para lograr el fin esperado, todo esto conlleva a la disminución del consumo de energía, o el mejor aprovechamiento. La herramienta más apropiada para este fin es un Programa de Eficiencia Energética (EEP).

### **1.1.1 Matriz Productiva**

La forma cómo se organiza la sociedad para producir determinados bienes y servicios no se limita únicamente a los procesos estrictamente técnicos o económicos, sino que también tiene que ver con todo el conjunto de interacciones entre los distintos actores sociales que utilizan los recursos que tienen a su disposición para llevar adelante las actividades productivas. A ese

conjunto, que incluye los productos, los procesos productivos y las relaciones sociales resultantes de esos procesos, denominamos matriz productiva.

Las distintas combinaciones de estos elementos generan un determinado patrón de especialización. Así por ejemplo, la economía ecuatoriana se ha caracterizado por la producción de bienes primarios para el mercado internacional, con poca o nula tecnificación y con altos niveles de concentración de las ganancias.

Estas características son las que han determinado nuestro patrón de especialización primario - exportador, que el país no ha podido superar durante toda su época republicana. El patrón de especialización primario - exportador de la economía ecuatoriana ha contribuido a incrementar su vulnerabilidad frente a las variaciones de los precios de materias primas en el mercado internacional. El Ecuador se encuentra en una situación de intercambio sumamente desigual por el creciente diferencial entre los precios de las materias primas y el de los productos con mayor valor agregado y alta tecnología. Esto obliga al país a profundizar la explotación de sus recursos naturales únicamente para tratar de mantener sus ingresos y sus patrones de consumo.

### **1.1.2 Cambio de la Matriz Productiva**

El Gobierno plantea transformar el patrón de especialización de la economía ecuatoriana y lograr una inserción estratégica y soberana en el mundo, lo que permitirá:

- Contar con nuevos esquemas de generación, distribución y redistribución de la riqueza;
- Reducir la vulnerabilidad de la economía ecuatoriana;
- Eliminar las inequidades territoriales;
- Incorporar a los actores que históricamente han sido excluidos del esquema de desarrollo de mercado.

La transformación de la matriz productiva implica el paso de un patrón de especialización primario exportador a uno que privilegie la producción diversificada, y con mayor valor agregado, así como los servicios basados en la economía del conocimiento y la biodiversidad.

Este cambio permitirá generar nuestra riqueza basados no solamente en la explotación de los recursos naturales, sino en la utilización de las capacidades y los conocimientos de la población.

*Los ejes para la transformación de la matriz productiva son:*

1. Diversificación productiva basada en el desarrollo de industrias estratégicas-refinería, astillero, petroquímica, metalurgia y siderúrgica y en el establecimiento de nuevas actividades productivas-maricultura, biocombustibles, productos forestales de madera que amplíen la oferta de productos ecuatorianos y reduzcan la dependencia del país.

2. Agregación de valor en la producción existente mediante la incorporación de tecnología y conocimiento en los actuales procesos productivos de biotecnología (bioquímica y biomedicina), servicios ambientales y energías renovables.

3. Sustitución selectiva de importaciones con bienes y servicios que ya se produce actualmente y que serían capaces de sustituir en el corto plazo: industria farmacéutica, tecnología (software, hardware y servicios informáticos) y metalmecánica.

4. Fomento a las exportaciones de productos nuevos, provenientes de actores nuevos -particularmente de la economía popular y solidaria, o que incluyan mayor valor agregado, alimentos frescos y procesados, confecciones, calzado, turismo. Con el fomento a las exportaciones se busca también diversificar y ampliar los destinos internacionales de nuestros productos.

La transformación esperada alterará profundamente no solamente la manera cómo se organiza la producción, sino todas las relaciones sociales que se desprenden de esos procesos.

**Tabla 1. Industrias priorizadas**

<i>Sector</i>	<i>Industria</i>
Bienes	Alimentos frescos y procesados
	Biotechnología
	Confecciones y calzado
	Energías renovables
	Industria farmacéutica
	Metalmecánica
	Petroquímica
	Productos forestales de madera
Servicios	Servicios ambientales
	Tecnología
	Vehículos, automotores, carrocerías y partes
	Construcción
	Transporte
	Turismo

**Fuente.** (renovables, 2014)

## 1.2 Definición del problema.

En el hospital San Vicente de Paúl de la ciudad de Ibarra no se ha evaluado el consumo y balance de energía del uso de la infraestructura y equipos, lo que no ha permitido tener un aprovechamiento eficiente de la energía del sistema en el hospital. Por tal motivo, se propone evaluar la eficiencia energética en el sistema eléctrico, con lo cual se plantearía metodologías o mecanismos para la reducción del consumo de energía eléctrica. Los resultados permitirían

desarrollar normativas y políticas en la disminución de consumos eléctricos que podrían ser implementados a nivel nacional.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Evaluar el sistema eléctrico del Hospital San Vicente de Paúl para definir las posibles soluciones energéticas y que estas puedan ser normadas y gestionadas en un marco sostenible y sustentable en beneficio del centro hospitalario.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Identificar el sistema eléctrico del Hospital, para determinar los indicadores de consumo energético.
- Cuantificar el uso de la energía eléctrica de acuerdo a los indicadores de consumo.
- Elaborar un sistema de gestión energética de todo el sistema eléctrico para la disminución del consumo energético.

### **1.4 Alcance**

Como resultado de esta investigación se espera evaluar la eficiencia energética del sistema eléctrico del hospital **San Vicente de Paúl**, y así verificar el consumo del sistema, y analizar su rendimiento y eficiencia por el nivel de ocupación de camas. Obtenidos los resultados se planteará un sistema de gestión energética y un plan de mejoras para disminuir el consumo de energía y aprovechar al máximo la misma, de igual manera se contribuirá a la disminución de gases de escape aportando a la conservación del ambiente.

### **1.5 Justificación e importancia de la investigación.**

En la actualidad uno de los principales problemas que se tiene es la escasez de energía, por el consumo sobredimensionado que se obtiene siendo uno de los principales consumidores los hospitales. A nivel mundial se trata de corregir estos consumos proponiendo programas de eficiencia energética en las diferentes áreas del hospital.

Existen motivos y razones que no son difíciles de entender para incentivar a nuevas prácticas constructivas, a nivel industrial y en forma directa, en los hospitales, con el objeto de que sean energéticamente eficientes, brindando una reducción de gases de efecto invernadero, costos de construcción, calidad de diseño y funcionalidad de las construcciones.

El desarrollo de este proyecto procura dar los primeros pasos hacia un objetivo que tiene como destino el generar un programa de eficiencia energética dentro del sector hospitalario, utilizando para este caso, recursos e información propios del hospital San Vicente de Paúl, además de la colaboración de entidades nacionales como el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables, Empresa Eléctrica Ibarra EP, y de la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC y Ministerio de Salud Pública del Ecuador.

## **CAPÍTULO II**

### **2 ESTADO DEL ARTE**

#### **2.1 Estado del arte del sistema energético eléctrico del hospital**

##### **2.1.1 Antecedentes Históricos**

(Paul, Rendición de cuentas , 2013) Los hospitales en la Real Audiencia, tuvieron su origen en la intervención Real, Soberano que era informado continuamente, de la pobreza y enfermedades que sufrían los súbditos, en los remotos dominios americanos, antes de la fundación de la Villa de San Miguel de Ibarra en 1606, se habla del Hospital de la Misericordia de Nuestro señor Jesucristo, en 1641 el Hospital recibe los bienes del Capitán Don Francisco López para gastos de los pobres del Hospital según escribe el Sacerdote Navas.

A raíz de la batalla de Ibarra en 1823, las huestes del Coronel Agualongo saquean la Capilla del Hospital, llevándose los utensilios de plata de la misma, las tropas de Agualongo luego fueron derrotadas por el mismo Bolívar en persona, a orillas del Tahuando.

En la madrugada de 1868, Ibarra y sus comarcas fueron destruidas por un terrible terremoto, por la actitud y la fuerza de voluntad del Doctor Gabriel García Moreno, es reconstruida la Ciudad de Ibarra, cuyos habitantes volvieron a sus solares desde los llanos de la Esperanza, el 28 de Abril de 1872 y el Hospital de Ibarra es RECONSTRUIDO bajo los planos del Hermano Benito Aulin, de las escuelas Cristianas, con el nombre de HOSPITAL SAN VICENTE DE PAÚL

edificio que se encuentra hasta la actualidad en las calles Juan Montalvo y Salinas, fue considerado en su época como uno de los mejores de América.

En el año 1979, se comienza a conversar del nuevo edificio del Hospital, entre los legisladores y autoridades del Hospital de esa época, después de largas liberaciones y entrevistas con el Ministro de Salud y el Presidente de la República, se le entrega la construcción y equipamiento a una firma Italiana, los terrenos son expropiados a la Señora Rosa Gómez de la Torres y se coloca la primera piedra el 23 de enero de 1981, después de 10 años de intenso trabajo, el 23 de abril de 1991 es inaugurado en la Presidencia del Doctor Rodrigo Borja y siendo Director del Hospital el Doctor José Albuja, larga es la vida del Hospital que sería reflejada en una obra literaria.

### **2.1.2 Características Geográficas, Demográficas, Sociales y Culturales**

El Ecuador se encuentra situado en la costa nor occidental de América del Sur, con una extensión territorial de 256.370 Km<sup>2</sup> de superficie, siendo su capital Quito.

(Paul, Rendición de cuentas , 2013) La Provincia de Imbabura, se encuentra en el centro-septentrional del país, es una de las diez que forma la región de la Sierra y tiene una superficie de 4.559 km<sup>2</sup>. Limita al norte con el Carchi por medio del río Mira, al oeste con Esmeraldas, al este con Sucumbíos y al sur con Pichincha, de la que le separa el curso del río Guayllabamba. La zona occidental es una sucesión de hasta siete alineaciones de montañas que se cierran al este con las alturas de Yana Urco (4.537 m) y Cotacachi (4.937 m).

El centro y este están ocupados por depresiones, cerradas al este por nuevas elevaciones. Entre estas destaca la hoya del río Chota, afluente del río Mira, que forma parte del surco interandino. Algunas de las zonas más bajas y cerradas de estas depresiones dan lugar a lagunas de las que esta provincia tiene especial

profusión: Yahuarcocha, en el noreste de Ibarra; San Pablo que es de 4 km<sup>2</sup> de superficie y Cuicocha que se encuentra en el Cantón Cotacachi.

Las mayores elevaciones se corresponden a volcanes, como es el caso del Volcán Imbabura que da nombre a la provincia (4.630 m), situado frente a la hoya del río Chota y al que se le conoce por sus extensas coladas de barro.

El clima de la provincia de Imbabura es diverso: tropical en valles, páramos fríos que sostienen la ganadería, tierras templadas que permiten cultivos de cereales como cebada, trigo, maíz, además de patata, y explotación forestal; tierras más cálidas que se dedican al café, caña y frutales.

El Hospital San Vicente de Paúl se encuentra ubicado en la provincia de Imbabura, cantón Ibarra, parroquia El Sagrario entre las calles Vargas Torres y Avenida Jaime Rivadeneira.

### **2.1.3 Visión**

“El Hospital San Vicente de Paúl en cinco años será una institución líder en la prestación de servicios de salud del norte del país, brindará atención de calidad con acceso universal, equidad y calidez, contará con tecnología de punta, personal motivado y altamente capacitado, convirtiéndose en la institución de salud más valorada por la comunidad y que rinda cuentas de su gestión”

### **2.1.4 Misión**

El hospital San Vicente de Paúl tiene por misión ofertar los servicios de salud de II nivel con enfoque integral a los usuarios y cumpliendo con su rol con el sistema nacional de salud capacitando al recurso humano, fortaleciendo la docencia e investigación como aporte a mejorar la salud de la población de su área de influencia.

### **2.1.5 Objetivos estratégicos**

- Adecuar la oferta asistencial a las necesidades de la población
- Producir una descentralización de la gestión
- Disminuir la espera en CC.EE
- Dar atención de calidad en emergencia
- Flexibilizar el modelo de gestión de RR.HH
- Fortalecer el modelo de gestión ante la incertidumbre del entorno
- Implicar los profesionales con la organización
- Impulsar el nivel científico del Hospital
- Aumentar la autonomía de gestión para el Hospital
- Mejorar la motivación del personal
- Optimizar la utilización de los recursos
- Mejorar la orientación al usuario
- Potenciar el Hospital como referente regional
- Prestigiar la imagen del Hospital.

### **2.1.6 Organización administrativa**

El Hospital “San Vicente de Paúl” mantiene un tipo de administración tradicional, es decir, de tipo burocrático, rígido, inflexible y concentrado donde la autoridad solo delega funciones basándose en organigramas estructurales.

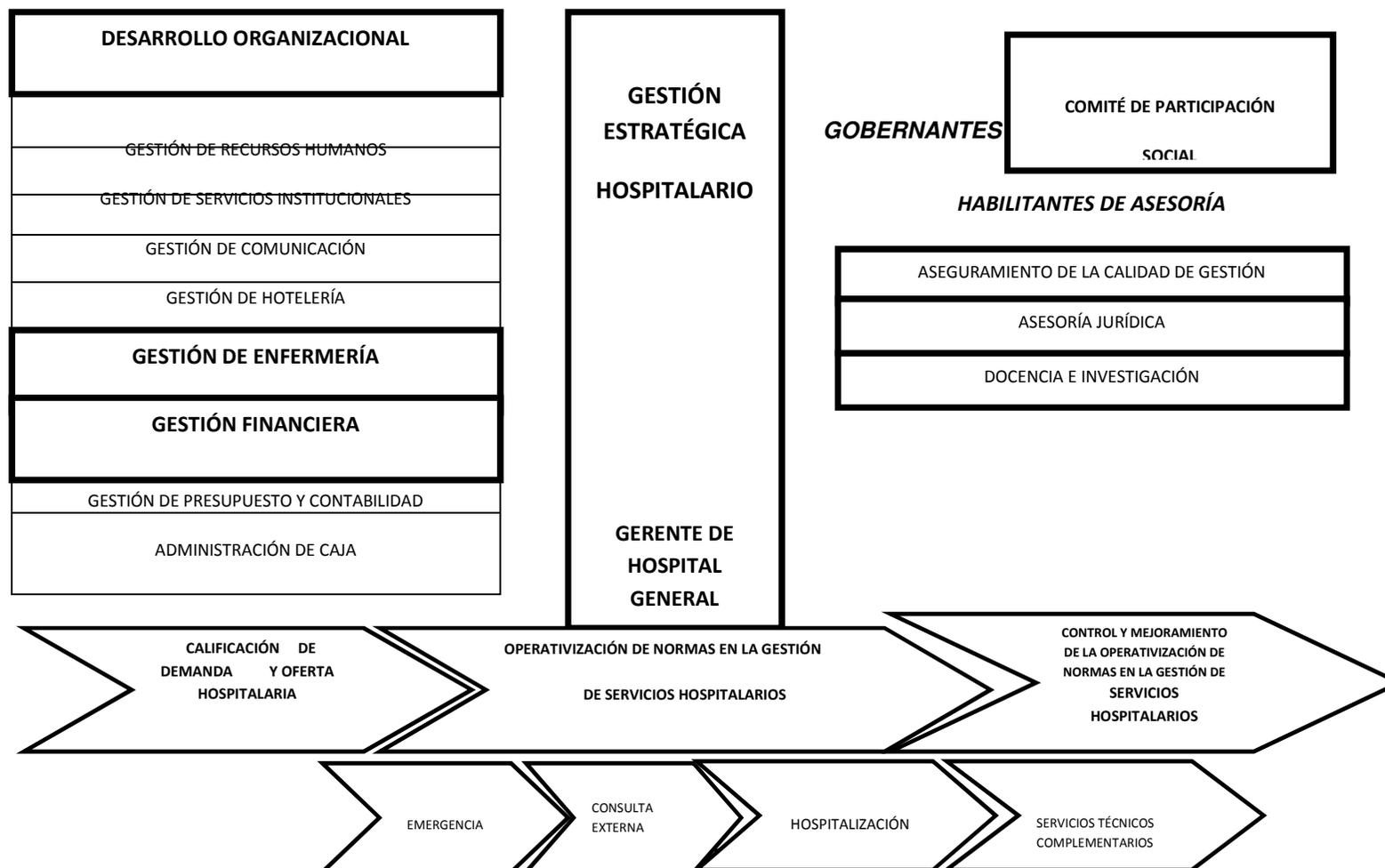
Por la inestabilidad política del país se cambia con frecuencia a ministros, directores provinciales de salud y directores de hospitales, en desmedro de los intereses institucionales, prevaleciendo intereses políticos.

Los directivos al carecer de estabilidad laboral no provocan que se realicen proyectos a largo plazo; la toma de decisiones se las realiza sin enfoque ni dirección gerencial, deteriorándose los principios de respeto y credibilidad hacia la institución.

La organización administrativa se encuentra liderada en el organigrama de la institución, por Gestión Estratégica representada por la Directora del Hospital quien está reconocida legalmente para asumir sus funciones en la actualidad ejerce la Dra. Yolanda Checa.

Actualmente el Hospital San Vicente de Paúl está entrando en un proceso de transición entre el antiguo orgánico funcional y la nueva “Estructura Organizacional Por Procesos”, mediante la Resolución de la Secretaría Nacional Técnica de Desarrollo de los recursos Humanos y de Remuneraciones – SENRES – (ex OSCIDI), ente Rector del desarrollo organizacional y de los recursos humanos (Art. 55 de la Ley de Servicio Civil) ha dispuesto desde el año 2000, la política gubernamental de estructuración por procesos en todos los Ministerios y entidades autónomas de la Administración Pública. El objetivo fundamental de la propuesta de “Sistema De Gestión De Calidad Por Procesos” es garantizar la calidad de la producción institucional, mejorando la relación de tiempos y costos.

## 2.1.7 Organigrama organizacional por procesos – hospital general



### 2.1.8 Recursos humanos del Hospital San Vicente de Paúl

**Tabla 2. Recursos humanos**

<i>RECURSOS HUMANOS</i>	<i>NÚMERO</i>
CÓDIGO DE TRABAJO	190
LEY DE SERVICIO C. Y CARRERA	269
<b>TOTAL</b>	<b>459</b>

### 2.1.9 Servicios que presta la institución

El Hospital San Vicente de Paúl pertenece al Sistema Nacional de Servicios de Salud del Ministerio de Salud Pública. Es un Hospital de segundo nivel, que brinda atención de promoción, prevención, curación y rehabilitación.

Cuenta con los servicios y áreas de una casa de salud moderna que tiene funciones de primer nivel como es la atención materno infantil gratuita, atención primaria en salud, actividades de segundo nivel con atención en las especialidades básicas: Pediatría, Medicina Interna, Gineceo-obstetricia, Traumatología-Ortopedia y Cirugía (Cirugía General, Cirugía Plástica, Urología, ORL, Oftalmología); otras especialidades como neurología, psiquiatría, gastroenterología, alergología; además atención de tercer nivel con Unidad de Cuidados Intensivos y Neonatología.

Este es un hospital provincial catalogado como tipo II que funciona como hospital regional de la zona Norte del país; su área de influencia va desde el Norte de Pichincha, Imbabura, Carchi, Esmeraldas, Sucumbíos y sur de Colombia. La capacidad instalada es de 220 camas pero que en la actualidad funciona 176.

Es un hospital que mantiene convenios con la Universidad Central del Ecuador, Universidad Católica, Uniandes y Universidad Técnica del Norte impartiendo docencia a estudiantes de pregrado en medicina, obstetricia, odontología, enfermería y nutrición.

**Tabla 3. Servicios que brinda el Hospital San Vicente de Paúl**

<b>PISO</b>	<b>SERVICIO</b>
<b>PLANTA BAJA</b>	Emergencia Soat-secretaria Consulta externa Asegurando de la calidad de gestión Calificación de la demanda y oferta Laboratorio clínico Radiodiagnóstico Medicina física y rehabilitación Gestión hotelera (dietética nutrición) Odontología Otorrinolaringología Gestión de farmacia Inventarios Información
<b>PRIMER</b>	Gestión técnica hospitalaria Gestión informática e informática Coordinadora de enfermería Centro quirúrgico Central de esterilización Unidad de cuidados intensivos
<b>SEGUNDO</b>	Servicio de ginecología Centro obstétrico Unidad de neonatología
<b>TERCER</b>	Cirugía Traumatología
<b>CUARTO</b>	Medicina interna Salud pública- epidemiología Educatora para la salud Unidad de docencia- comunicación social Endoscopia
<b>QUINTO</b>	Pediatría Auditorio Casa de ascensores

### 2.1.10 Datos estadísticos de cobertura

El Hospital San Vicente de Paúl, es el hospital con mayor número de atenciones en la provincia, presta atención médica a personas de toda condición socio-económica, desde el primero al quinto quintil de pobreza, según informe de la provincia de Imbabura Endermain 2009.

(Paul, Rendición de cuentas , 2013) En los últimos 5 años la prestación de servicios de salud de parte del hospital se ha incrementado, es así como de 7.542 altas hospitalarias realizadas en el año 2009, se ha incrementado en 15% respecto al año 2010 en el cual se dieron 8858 altas. En el año 2011 hubo una ligera disminución de hospitalizaciones en el 2.6%, para incrementarse en el año 2012 (2.75%) y en el 2013 (8.16%) siendo significativo el incremento en el último año.

**Tabla 4 Hospitalización 2009 - 2013**

INDICADORES DE HOSPITALIZACIÓN	2009	2010	2011	2012	2013
Altas	7542	8858	8635	8880	9669
Defunciones	173	191	141	151	137
(-48h)	81	82	72	56	67
(+48h)	92	109	69	95	70
Egresos	7715	9049	8776	9031	9806
Giro de camas	52,1	60,0	59,4	60,7	65,1
Porcentaje de ocupación	66,7	73	70	69,9	74,8
Días de estadía	3,5	3,3	3,2	3,1	3,1
Partos	3030	3405	3396	3545	3701
Cesáreas	529	534	676	730	732
Porcentaje de cesáreas	17,5	15,7	19,9	20,6	19,78

**Fuente.** (Paul, Rendición de cuentas , 2013)

### 2.1.11 Normativa energética para hospitales

Consumos de energía en Hospitales.

En los hospitales a nivel mundial la energía que se produce para sus distintos sistemas es a partir de:

- Combustibles fósiles
- Energía eléctrica

#### ***Combustibles fósiles.***

Son fuentes de energía que se encuentran en la Tierra hace millones de años. Su formación se produce del proceso natural de descomposición anaeróbica de organismos muertos y enterrados.

Las plantas y animales prehistóricos que habitaron en el planeta hace cientos de millones de años, en un clima cálido y acompañados de organismos unicelulares oceánicos, llamados protoplancton. Cuando murieron estos seres vivos, sus cuerpos se descompusieron, quedando enterrados bajo capas de lodo, arena y roca. Luego de varios años, la exposición a temperatura elevada y la presión de la corteza terrestre ayudaron a la formación de combustible fósil.

Se encuentra tres tipos primordiales de combustibles fósiles:

***Carbón.***- Es el primer combustible fósil que se utilizó. Se adquiere por medio de la minería de superficie o de profundidad.

***Petróleo.***- Es una mezcla de hidrocarburos, oxígeno y azufre. Es un combustible líquido donde incluye a todos los combustibles fósiles de hidrocarburos líquidos y puede referirse al crudo o a los productos derivados hechos del petróleo.

**Gas natural.-** Es una mezcla incolora de gases de hidrocarburos compuesta de metano; es el último combustible fósil que se encontró como fuente de energía.

### ***Combustible utilizado en hospitales***

El combustible más utilizado en los hospitales nacionales es Diesel N° 2 derivado del petróleo. Los equipos que utilizan esta clase de combustibles son:

- Calderos
- Marmitas
- Incineradores
- Grupo electrógeno
- Auto clave

### ***Energía Eléctrica.***

(Levy, 2012) Se forma por el movimiento de las cargas eléctricas en el interior de materiales conductores. Cada vez que se oprime un interruptor de la luminaria, se cierra un circuito eléctrico y se produce el movimiento de electrones a través de cables. Para que ocurra este transporte y se pueda encender una bombilla, es obligatorio un generador o una pila que impulse el movimiento de los electrones en un sentido dado.

La fuente de energía eléctrica en nuestro país es la hidroeléctrica, que produce electricidad gracias a la energía del agua en movimiento. La lluvia o el agua de deshielo, provenientes normalmente de colinas y montañas, crean arroyos y ríos que desembocan en el océano. La energía de esas corrientes de agua puede utilizarse para la producción de energía eléctrica. En el hospital la fuente de energía más importante es la eléctrica donde se utiliza diferentes sistemas para su funcionamiento:

- Motores eléctricos (electro bombas, ascensores, compresoras, ventiladores, extractores, lavadoras, secadoras, calandrias, entre otros).
- Lámparas de iluminación (fluorescente, incandescente, de descarga).
- Calentadores de agua (termas, duchas, hervidores)
- Hornos eléctricos
- Cocinas eléctricas
- Equipos de frío (conservadoras, refrigeradoras)
- Esterilizadores
- Equipos electromédicos (rayos X, tomógrafos)

## **2.2 EFICIENCIA ENERGÉTICA**

(Lopez, 2006) La actual crisis de recursos energéticos obliga a reducir la dependencia de combustibles de origen fósil o nuclear, y garantizar el uso adecuado de los recursos empleados. La eficiencia energética respecto del consumo de una determinada cantidad de recursos supone cubrir una necesidad específica invirtiendo la mínima cantidad de los mismos para lograrlo.

(Montero, 2010) Aplicándolo al caso de la edificación, se considera que un edificio es más eficiente energéticamente que otro si consume menos energía primaria exterior, es decir, la que no ha sido generada por él mismo a partir de fuentes renovables. El nivel de eficiencia energética que tiene un edificio se basa en los siguientes factores:

- Las soluciones arquitectónicas pasivas.
- El rendimiento de los equipos de producción de energía del edificio.
- El aprovechamiento de las energías renovables cuya incorporación es posible en el edificio.

- La energía producida, tanto en la construcción de un edificio, como en la demolición.
- En el caso de los edificios hospitalarios evidentemente no se puede considerar eficiencia energética si se sacrifica el confort de pacientes y/o personal.

### **2.3 Estado del arte de la situación energética en el Hospital San Vicente de Paúl.**

La eficiencia energética en un hospital está enfocada en dos puntos muy importantes: la arquitectura que influye en el sistema de calefacción donde se debe realizar hospitales teniendo en cuenta las acciones de bioclimatismo, en el sistema eléctrico en la iluminación ya que si este cuenta con una buena ubicación no se necesitara iluminación artificial y en el sistema de vapor y condensado ya que debe poder evacuar las temperaturas altas y los vapores que se generan. Otro punto es la gestión hospitalaria, donde se debe controlar y manejar los sistemas de una manera óptima.

Al realizar un análisis de eficiencia energética en el hospital San Vicente de Paúl, se necesita comparar los índices de consumo energético con hospitales de las mismas características. Lamentablemente no se puede realizar dicha comparación con hospitales del país ya que no se cuenta con estudios relacionados a eficiencia energética en hospitales.

La comparación en cuanto a los índices energéticos que se desea obtener estará relacionada con hospitales de Chile, ya que en dicho país se cuenta con estudios energéticos de sus diferentes hospitales, en donde desde hace más de una década se viene realizando esfuerzos por mejorar el consumo de energía en los diferentes sistemas energéticos: eléctrico, térmico, agua caliente y calefacción donde ya se tienen estudios detallados.

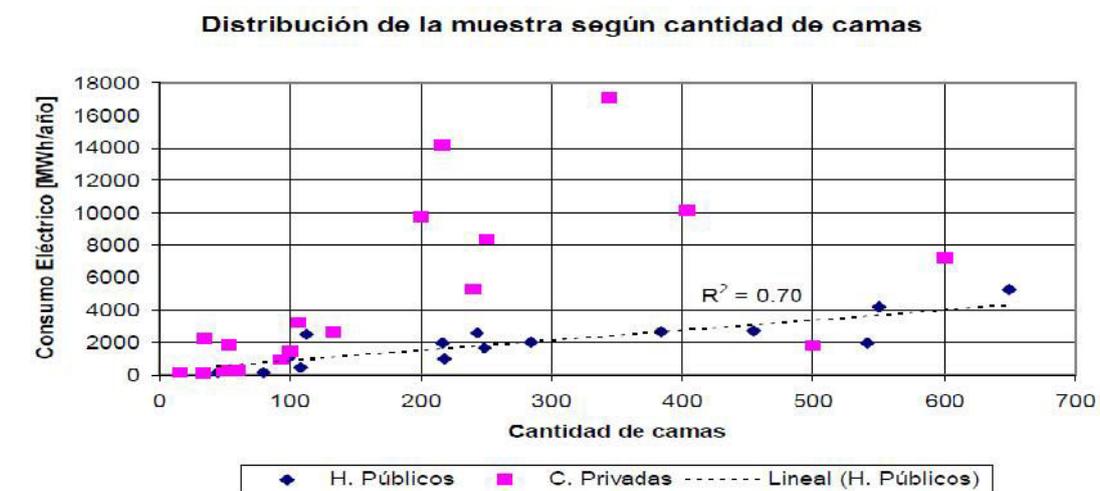
En Chile se clasifica los hospitales según la capacidad que estos tienen y el número de habitantes de la ciudad donde se ubica el hospital:

**Tabla 5. Clasificación de hospitales Chile.**

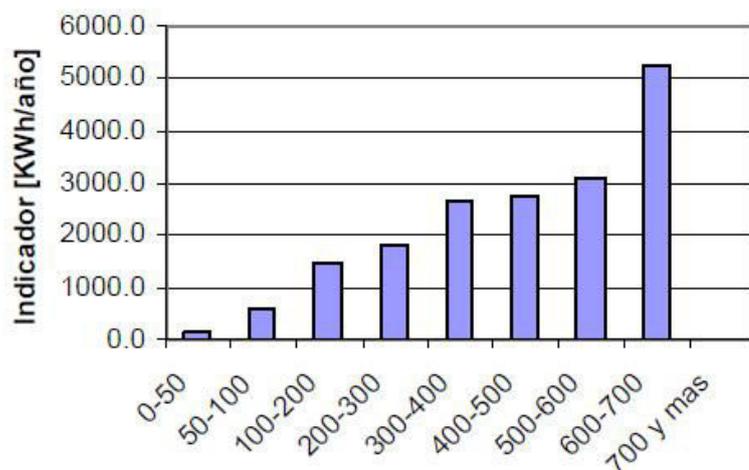
TIPO	NÚMERO DE HABITANTES	NÚMERO PROMEDIO DE CAMAS	UBICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
<b>HOSPITAL TIPO I</b>	Más de 500.000	500	Ciudades Cabeceras de Servicios de Salud	Alta complejidad de Totalidad de especialidades médicas
<b>HOSPITAL TIPO II</b>	Más de 100.000	Menos de 400	Ciudad Cabeceras como Soporte	Mediana complejidad Especialidades más simples
<b>HOSPITAL TIPO III</b>	Hasta 50.000	Menos de 200	Ciudades Urbanas y Rurales	Menor complejidad
<b>HOSPITAL TIPO IV</b>	Más de 10.000	Menos de 100	Poblaciones Rurales	Urgencias médicas

Según la tabla 5, se puede realizar una comparación de los índices energéticos con el Hospital tipo III, que tienen las mismas características del hospital en estudio.

(Sepúlveda, 2008) Los hospitales chilenos que se encuentran en este grupo cuentan con los siguientes consumos energéticos, tomando en cuenta lo consumos en el periodo de septiembre del 2006 a septiembre del 2007:



**Figura 1. Distribución de la muestra según cantidad de camas para consumo eléctrico.**  
**Fuente.** (Sepúlveda, 2008)



**Figura 2. Consumo eléctrico promedio anual según cantidad de camas.**  
**Fuente.** (Sepúlveda, 2008)

Tomando en cuenta los índices de consumo de los Hospitales de Chile, como se muestra en las figuras 1 y 2, se puede obtener parámetros para realizar las comparaciones entre hospitales, tomando en cuenta que el hospital San Vicente de Paúl cuenta con 200 camas en promedio que se utiliza, se obtuvo que los hospitales chilenos consumen energía eléctrica en el orden de 170 a 1000 (MWh/

año), tomando en cuenta que estos hospitales cuentan con sistemas de climatización y el hospital en estudio no cuenta con este sistema lo que se tendrá una disminución de consumo de energía eléctrica.

## 2.4 Determinación de la matriz energética

El hospital San Vicente de Paúl, necesita de electricidad y Diesel para su correcto funcionamiento, y poder brindar los servicios hospitalarios requeridos por las personas. Los índices energéticos alcanzados en el año 2013 fueron:

**Tabla 6. Consumo energético Hospital San Vicente de Paúl**

ENERGÍA	CONSUMO	CONSUMO TOTAL (GJ)
Energía eléctrica	73190 KWh/mes	3162
Diesel	6000 galones/mes	9774

Como se puede analizar la tabla 6, en el Hospital el combustible fósil diesel II, tiene un mayor grado de consumo energético con el 76%, la energía eléctrica consume el 24% de la energía. Considerando los costos de energía del año 2013 se obtiene los siguientes datos:

El costo de la energía eléctrica es 0,0767 USD/KWh

$$878280 \frac{KWh}{año} \times 0,0767 USD = 67364 USD$$

El costo del diesel II por galón es 0,9187 USD/galón

$$72000 \frac{Galones}{año} \times 0,9187 \frac{USD}{Galones} = 66146 USD$$

**Tabla 7. Análisis económico de los recursos**

ENERGÍA	CONSUMO	CONSUMO TOTAL (USD)
Energía eléctrica	73190 KWh/mes	67346
Diesel	6000 galones/mes	66146

Como se puede observar en la tabla 7, la facturación de las dos fuentes de energía es el 50% cada uno, se debe tomar en cuenta que el diesel II abarcó con el 76% de consumo energético, lo cual indica que es de vital importancia realizar una propuesta de eficiencia energética en el sistema eléctrico para disminuir la facturación del mismo.

## **2.5 Identificación del sistema eléctrico**

### **2.5.1 Sistema eléctrico.**

#### ***Evaluación inicial.***

El Hospital San Vicente de Paúl tiene instalado tres generadores de los cuales dos son utilizados para los equipos y luminaria del hospital y estos son de 800 y 200 KVA, y un transformador de 75 KVA para el área de RX y tomógrafo. También cuenta con dos medidores que sumando un consumo promedio mensual es de 73000 KWh/mes. Tiene instaladas alrededor de 2037 lámparas fluorescentes, que se mantienen encendidas las 24 horas del día en un promedio aproximado del 80%.

**Tabla 8. Consumo por medidores**

MEDIDOR	PROMEDIO 2013	ÁREA
85999	70000 KWh	General
3115461	2096 KWh	Tomógrafo
TOTAL	72096 KWh/año	Total

Proponiendo una referencia estadística del consumo energético por cama, por día, tomando como referencia durante el 2013, y que el porcentaje de ocupación es del 75,5%; se puede estimar lo siguiente:

Promedio mensual del 2013:

$$\frac{E}{\text{mes}} = 72096 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

Promedio diario de consumo:

$$\frac{E}{\text{día}} = \frac{72096 \text{ kWh}}{30 \text{ días}}$$

$$\frac{E}{\text{día}} = 2403 \frac{\text{kWh}}{\text{día}}$$

Promedio de consumo diario de energía por cama hospitalaria:

Número de camas = 220

Porcentaje de ocupación anual = 77%

Número de camas porcentualmente ocupadas = 170 camas

$$\frac{E}{\text{cama/día}} = \frac{2403 \frac{\text{kWh}}{\text{día}}}{170 \text{ camas}}$$

$$\frac{E}{\text{cama/día}} = 14 \frac{\text{kWh}}{\text{cama/día}}$$

El consumo por día de cada cama del hospital es de 14 KWh/día, con estos datos se debe comparar el consumo con hospitales eficientes y para poder aplicar mejoras en el sistema eléctrico.

Uno de los campos más importantes a analizar es el área de potencia, donde se encuentra un consumo del 40% de la energía, debido a los años de funcionamiento y al mal uso de los mismos.

## 2.6 Levantamiento del sistema eléctrico.

### 2.6.1 Sistema eléctrico *Elementos de generación*

CANT.	EQUIPO	MARCA	MODELO	HORA USOS DÍA	RPM/AMPE RAJE	VOLTAJE	POTENCIA	FOTO
1	TRANSFORMADOR PARA USO DE EQUIPOS E ILUMINACIÓN	FIME		24		220V	800KVA	
1	TRANSFORMADOR PARA USO DE EQUIPOS E ILUMINACIÓN	FIME		24		220V	200KVA	
1	TRANSFORMADOR TOMOGRFÍA	FIME		24		220V	75KVA	
1	GRUPO ELECTRÓGENO	VM	V1213OT	1	2200	220 V	250 KVA	

**Elementos de distribución**

CANT	ELEMENTO	MARCA	ESTADO	HORAS USO/DIA	OBSERVACIONES	
1	Tablero de Distribución General	ERGEN	Bueno	24	Distribución: Transformadores, Rayos X, Alumbrado Exterior, Alumbrado Interno General, Emergencia, Transferencia del Grupo Electrónico, Casa de Máquinas.	
2	Tablero Principal	ERGEN	Bueno	24	Conexión hacia los tableros de distribución secundarios de cada piso, tanto los generales como los de emergencia. Iluminación y Tomacorrientes, Motores de Ascensores.	 Continua 

10	Tablero Secundario	QES	Bueno.	24	Tiempo de operación: 32 años Distribución: Alimentación de Luminarias y Tomacorrientes, generales y de emergencia. Tiempo de operación: 32 años	
4	Tablero Secundario	QES	Bueno.	24	Distribución: Alimentación de Luminarias y Tomacorrientes, generales y de emergencia. Tiempo de operación 32 años.	 Continua →

5	Tablero Secundario	SIEMENS	Bueno.	24	Distribución: Alimentación de Luminarias y Tomacorrientes, generales y de emergencia.
---	--------------------	---------	--------	----	--



### Elementos de consumo, etapa de potencia

CAN T	ELEMENTO	MODELO/ CARACTERÍSTICA S	ESTAD O	HORAS USO/DI A	OBSERVACIONE S	FOTO
1	MOTOR.	Marca Mitsubishi. Carga Nominal: 750 Kg. Velocidad Nominal: 60m/min.	Bueno	24	Tiempo operación: 23 años.	
3	Bombas de alimentación a hidroneumático s.	Tipo: centrífuga. Marca: SIEMENS(2) Modelo: PG132SM (2) Pot.elec: 15HP (2) RPM: 3520. V: 220V Marca: ACMOTOR.(1) Modelo: SC. Pot.elec: 20HP.	Bueno	1	Tiempo de operación: 15 años (SIEMENS), 32 años (ACMOTOR). Las 3 bombas son marca BERKELEY PUMPS. Modelo B2ZRLS.	

***Elementos de consumo etapa de iluminación***

CANT	ELEMENTO	CARACTERISTICAS TECNICAS	ESTADO	HORAS USO/DIA	OBSERVACIONES	FOTO
1450	Lámparas	Tipo: Fluorescentes Potencia: 40W Arranque: Balastro Electromagnético Voltaje: 110 V	Bueno	20	Luminaria sucia y opaca.	
379	Lámparas	Tipo: Fluorescentes Potencia: 20W Arranque: Balastro Electromagnético Voltaje: 110 V	Bueno	20	Luminaria sucia y opaca.	
203		Tipo: Fluorescentes Potencia: 60W Voltaje: 110 V	Bueno	20	Todos los focos son ahorradores.	

## 2.7 Cálculo de índices de desempeño energético.

### 2.7.1 Índices de consumo de iluminación.

#### *Tipo de luminaria*

En el hospital San Vicente de Paúl se utiliza siete tipos de luminaria diferente como se describe en la tabla siguiente:

**Tabla 9. Tipo luminaria**

LUMINARIA	TOTAL	TOTAL TUBOS	CONSUMO W	PORCENTAJE CONSUMO %
F4X40W T10	3	12	480	<b>1</b>
F2X40W T12	494	988	39520	<b>49</b>
F40W T12	450	450	18000	<b>22</b>
F2X20W T8	87	174	3480	<b>4</b>
FOCO 60W ESPIRAL	203	203	12180	<b>15</b>
OJO DE BUEY 20W	205	205	4100	<b>5</b>
LÁMPARA 650W	5	5	3250	<b>4</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1447</b>	<b>2037</b>	<b>81010</b>	<b>100</b>

Analizando la tabla 9, se puede concluir que la lámpara que más se utiliza es F2x40W T12 con un porcentaje de 49%. Obteniendo un consumo global de toda la luminaria de 81010 W, dando como costo de facturación de 800 dólares al mes de iluminación.

### 2.7.2 Consumo luminaria

El Hospital cuenta con cinco pisos donde se realizó el levantamiento de consumo de energía eléctrica de la luminaria de cada piso, donde se investigó el número de horas que las luminarias permanecen encendidas, según su funcionamiento y el área donde ésta se encuentre.

**Tabla 10. Consumo luminaria**

ÁREA HOSPITAL	CONSUMO DIARIO (KWH/DÍA)	CONSUMO MES (KWH/MES)	PORCENTAJE DE CONSUMO (%)
PLANTA BAJA	143	4290	44
PRIMER PISO	66	1980	20
SEGUNDO PISO	36	1080	11
TERCER PISO	38	1140	12
CUARTO PISO	23	690	7
QUINTO PISO	22	660	7
<b>TOTAL</b>	<b>328</b>	<b>9840</b>	<b>100</b>

Según los datos obtenidos de la tabla 10, se puede deducir que el mayor consumo de iluminación se da en la planta baja con el 44%, ya que en este lugar se encuentran los laboratorios y los corredores donde se encuentra la luz encendida las 24 horas del día. Se puede deducir que el menor consumo es el 7% que se da en el tercero, cuarto y quinto piso donde se encuentra el área de hospitalización.

### 2.8 Índice de consumo de Equipos Médicos.

En el hospital San Vicente de Paúl, se cuenta con un total de 294 equipos, donde se dividen en: Equipos médicos, equipos electromecánicos y equipos

informáticos. Teniendo un consumo de 267000W, dando un costo de facturación de 4900 dólares al mes aproximadamente.

Para realizar el consumo de energía de cada día se procedió a indagar cuantas horas al día los diferentes equipos están encendidos se obtuvo:

**Tabla 11. Consumo de equipos según área del hospital**

ÁREA HOSPITAL	CONSUMO DIARIO (KWH/DÍA)	CONSUMO MES (KWH/MES)	PORCENTAJE DE CONSUMO (%)
<b>COCINA</b>	120	3600	6
<b>CONSULTORIOS</b>	37	1110	2
<b>U.C.I.</b>	491	14730	23
<b>LABORATORIOS</b>	48	1440	2
<b>NEONATOLOGÍA</b>	36	1080	2
<b>QUIRÓFANOS</b>	114	3420	5
<b>HOSPITALIZACIÓN</b>	33	990	2
<b>FISIOTERAPIA</b>	12	360	1
<b>CASA DE MÁQUINAS Y ASCENSORES</b>	783	23490	37
<b>RAYOS X, TOMOGRAFÍA</b>	58	1740	3
<b>LAVANDERÍA</b>	305	9150	15
<b>EQUIPO INFORMÁTICO</b>	54	1620	3
<b>TOTAL</b>	<b>2091</b>	<b>62730</b>	100

De los datos obtenidos de la tabla 11, se puede evidenciar que los equipos que más consumen están en el área de Casa de máquinas y ascensores con un 37%, otra área que tiene un consumo grande es la Unidad de Cuidados Intensivos con el 23% y lavandería con el 15% estas áreas son las que más consumen energía las demás están en un rango del 5% de consumo.

## 2.9 Análisis de calidad de energía

Para realizar el análisis de calidad de energía en el Hospital San Vicente de Paúl se utilizó el Analizador Fluke 1744. El equipo analiza la calidad de energía de cada transformador en el hospital, se cuenta con uno de 800 KVA, 200 KVA y de 75 KVA, dado como resultado.

### 2.10 Informe de calidad de producto del transformador S3T90. 800 KVA

Durante la tercera semana del mes de agosto del presente año se realizó la instalación de un equipo analizador de energía en el transformador especial S3T90 de 800 KVA perteneciente al Hospital San Vicente de Paúl, Provincia de Imbabura. El equipo permaneció en el sitio siete días, tomando datos de todos los parámetros cada 10 minutos, en un total de 1008 registros.

**Tabla 12. Características transformador S3T90. 800 KVA**

TRANSFORMADOR N°:	<b>S3T90</b>	DIRECCIÓN:	<b>CALLE LUIS VARGAS TORRES</b>
SUBESTACIÓN N°:	8	Provincia:	Imbabura
ALIMENTADOR N°:	San Agustín N°3	Cantón:	Ibarra
TENSIÓN NOMINAL:	127	Parroquia:	Ibarra
N° DE MEDICIONES :	1008	Sector:	Ajaví Grande
EQUIPO UTILIZADO:	FLUKE 1744 (F-19)	Zona:	U(Urbana)
POTENCIA:	800 KVA	Medidor :	T35849

#### 2.10.1 Análisis de Flicker

El reporte de la medición indica que el transformador cumple en el análisis de Flicker en las tres fases cumpliendo con la regulación.

Tabla 13. Análisis Flicker

LÍMITE PST	N°. de muestras mayores al límite		Límite Pst	N°. de muestras mayores al límite	
1P.U.	0		1p.u.	0	
<b>CUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN 004/01</b>			Cumplimiento con la regulación 004/01		
SI	NO		SI	NO	
100,00%	0,00%		100,00%	0,00%	
<b>MÁXIMO</b>	Promedio	Mínimo	<b>Máximo</b>	Promedio	Mínimo
<b>0,956</b>	0,416	0,15	0,959	0,422	0

LÍMITE PST	Nr. de muestras mayores al límite	
1P.U.	0	
<b>CUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN 004/01</b>		
SI	NO	
100,00%	0,00%	
<b>MÁXIMO</b>	Promedio	Mínimo
<b>0,945</b>	0,42	0

El comportamiento del indicador Flicker registrado durante la medición se presenta en la figura 3.

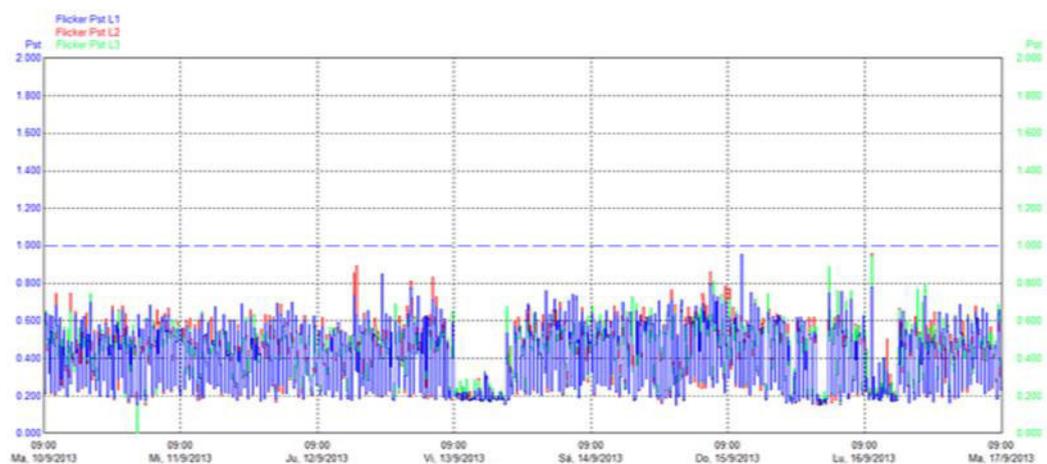


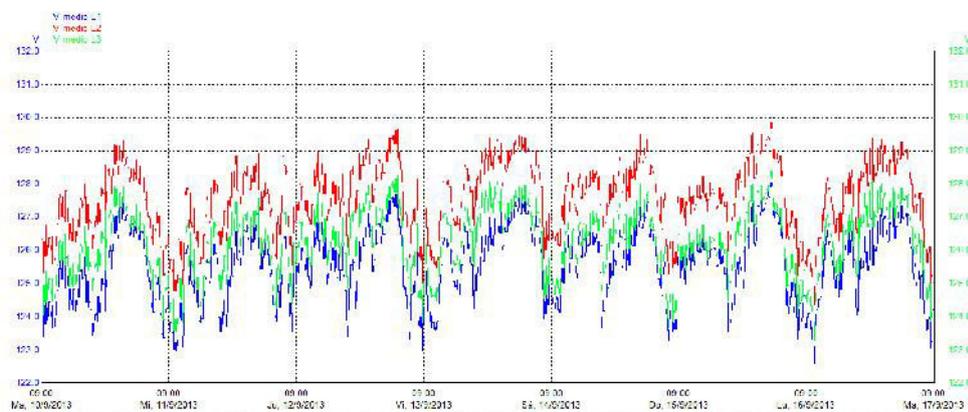
Figura 3. Indicador Flicker.

### 2.10.2 Análisis de tensión

El reporte de la medición indica que no que existe ninguna anomalía con respecto al nivel de tensión, como se puede observar en la tabla 2.10.

**Tabla 14. Límites de tensión**

LÍMITES DE TENSIÓN		
SECTOR URBANO:		
-8%	8%	
116,84 V	137,16 V	
126,45V		
VOLTAJE MEDIO		
MÍNIMO	MÁXIMO	
122,59V	129,86V	
NÚMERO DE MUESTRAS FUERA DE LÍMITES		
0		
INCUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN CONELEC 004/01		
FASE A	FASE B	FASE C
0%	0%	0%



**Figura 4. Niveles de tensión.**

Se puede observar en la siguiente figura la cantidad, la profundidad y duración de dip (huecos de tensión) y surges.

Fase L1, L2, L3	< 20 ms	20...< 100 ms	100...< 500 ms	0.5...< 1 s	1...< 3 s	3...< 20 s	20...< 60 s	>= 1 min
Surge > 10.00%								
Dip > 10.00%								
10...< 15 %			1					
15...< 30 %								
30...< 60 %			2					
60...< 99 %								
Interrupción								

Registro de eventos a partir e -10.00 / +10.00% de tensión nominal  
 Dip según recomendación de UNIPEDA

Número de subidas (Surge)	0
Número de caídas (Dip)	3
Número de interrupciones cortas (<3 min)	0
Número de interrupciones largas (>=3 min)	0
Número de interrupciones (Interruption)	0
Total de eventos e interrupciones	3

**Figura 5. Transitorios Dips y Surges.**

### 2.10.3 Análisis de corriente

Los registros de la medición indican que las corrientes de la fase A y B en este transformador se encuentran la mayoría de tiempo en balance en la fase C, existe una cantidad de carga menor, esto hace que en el neutro del transformador no exista una corriente excesiva como se puede observar en la tabla 15 y también en la figura 6.

Tabla 15. Corriente

## CORRIENTES DEL TRANSFORMADOR

MÍNIMOS EN AMPERIOS				PROMEDIOS EN AMPERIOS				MÁXIMO EN AMPERIOS			
FAS E A	FAS E B	FAS E C	NEUTRO	FASE A	FAS E B	FAS E C	NEUTRO	FAS E A	FAS E B	FAS E C	NEUTRO
139,8	147,9	107	0	269	281	220,3	0	471,7	475,7	391,4	1,7

## CORRIENTES MÁXIMAS EN EL TRANSFORMADOR

FECHA	HOR A	I medio L1	I medio L2	I medio L3	I medio N
16/09/2014	10:00	471,7	460,1	371,8	0
16/09/2014	11:00	414,5	475,7	347	0
12/09/2014	9:30	465,9	459,4	391,4	0
10/09/2014	10:20	404,7	420,6	305,9	1,7

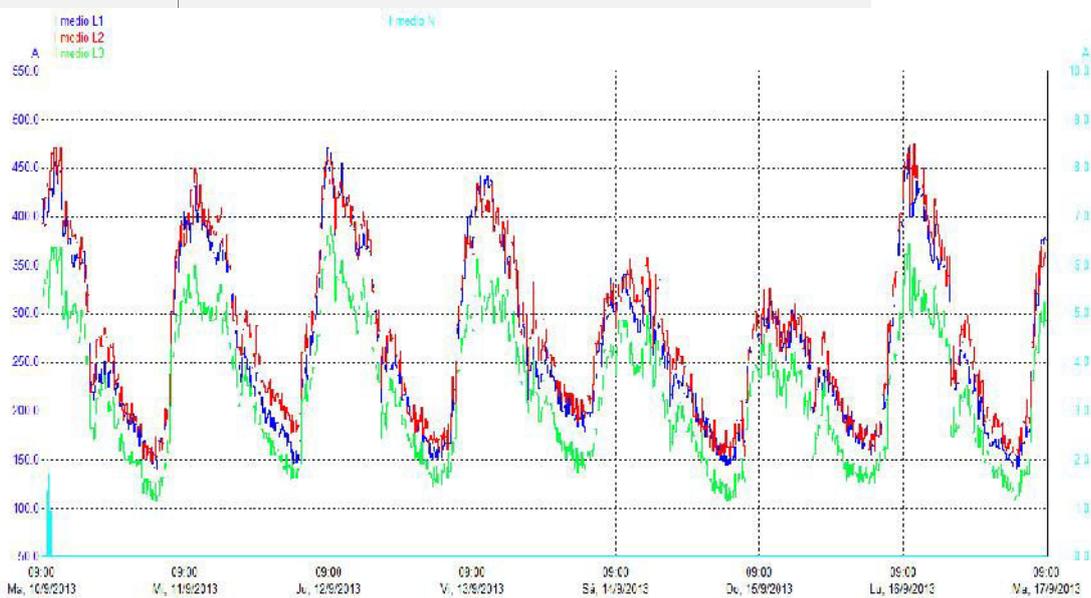


Figura 6. Análisis de Corriente

### 2.10.4 Análisis de THDV

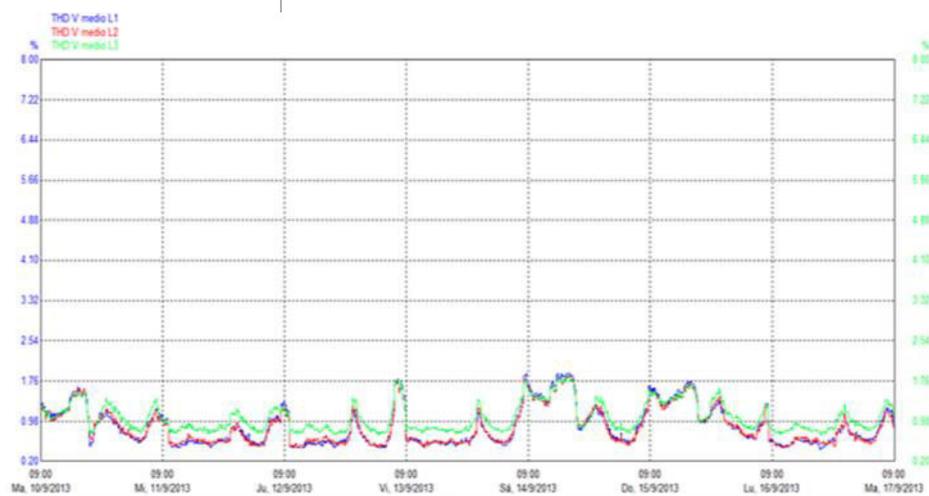
El reporte de la medición indica un cumplimiento en el parámetro de THDV en las fases A, B y C respectivamente como se puede ver en la tabla 16 y figura 7.

**Tabla 16. THDs**

ARMÓNICOS FASE A				
LÍMITE THDV	MÍNIMO %	THDV(PRO D)%	MÁXIM O%	Nr. DE MUESTRAS MAYORES AL LÍMITE
8%	0,43	0,9	1,91	0
CUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN		SI	100%	NO 0%

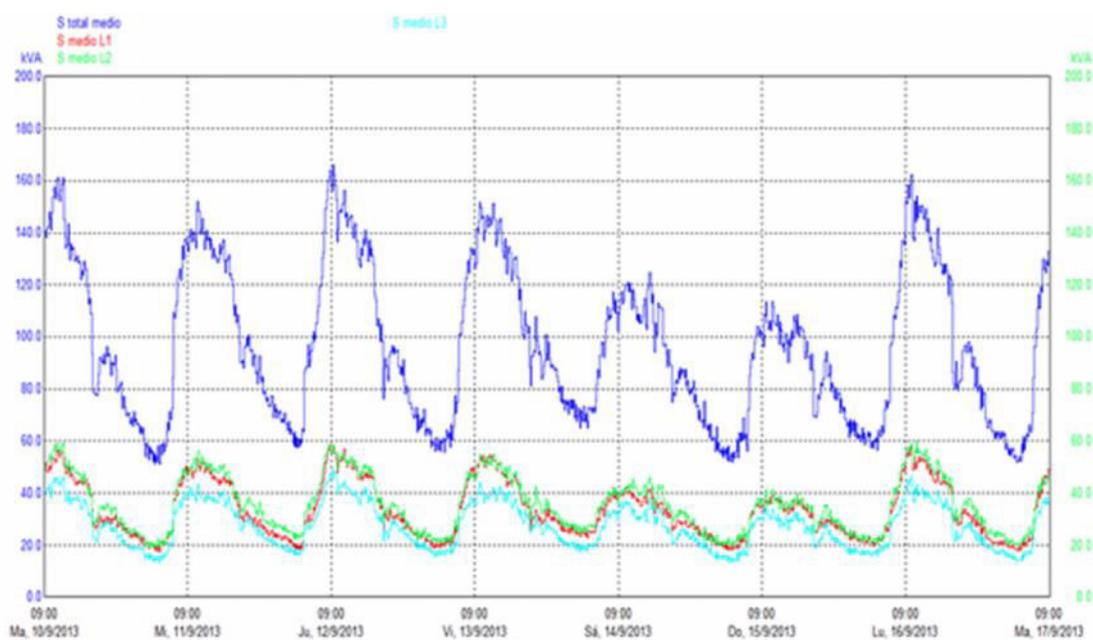
ARMÓNICOS FASE B				
LÍMITE THDV	MÍNIMO %	THDV(PRO D)%	MÁXIM O%	Nr. DE MUESTRAS MAYORES AL LÍMITE
8%	0,46	0,9	1,88	0
CUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN		SI	100%	NO 0%



**Figura 7. THDs**

### 2.10.5 Análisis de carga

El reporte de la medición indica el porcentaje en lo que se refiere al promedio de carga registrado es 96,84 kVA llegando a picos máximos de hasta 166,03 kVA, y el transformador tiene una potencia aparente de 800 kVA, lo que indica que el transformador está siendo utilizado un 20,75% de su capacidad nominal, como se observa en figura 8.



**Figura 8. Cargabilidad del transformador**

### 2.10.6 Análisis de factor de potencia

El reporte indica que las fases A, B y C su carga es puramente inductiva, en la tabla y figuras siguientes se ve los porcentajes de muestras que cumplen e incumplen con la regulación por fase.

Tabla 17. Factor de potencia.

FACTOR DE POTENCIA FASE A		FACTOR DE POTENCIA FASE B	
MÍN	MÁX	MÍN	MÁX
0,858	0,958	0,815	0,94
14/09/2013 A LAS 15:10	16/09/2014 a las 20:40	12/09/2014 a las 5:00	13/09/2014 a las 18:30
LÍMITE	MUESTRAS MENORES AL LÍMITE	LÍMITE	MUESTRAS MENORES AL LÍMITE
0,92	568	0,92	918
0,92	43,65%	0,92	8,93%
	0,92		0,92
			91,07%
			2%

FACTOR DE POTENCIA FASE C	
MÍN	MÁX
0,717	0,911
14/09/2014 A LAS 3:20	13/09/2014 a las 18:30
LÍMITE	MUESTRAS MENORES AL LÍMITE
0,92	1008
0,92	0,00%
	0,92
	100,00%
	0%

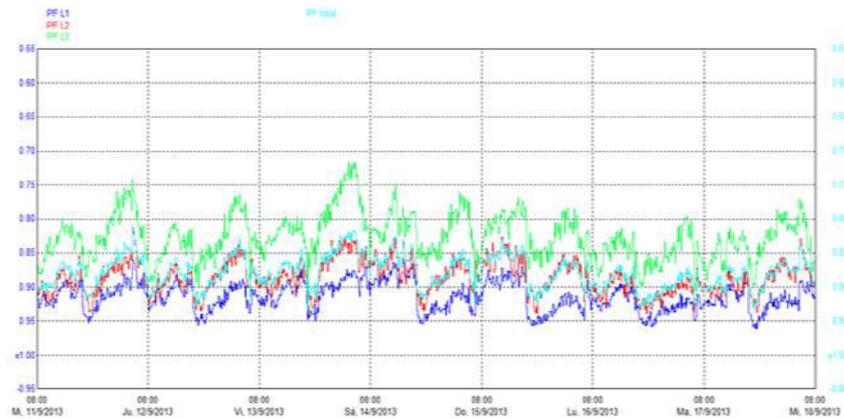


Figura 9. Factor de potencia.

La figura 9, muestra que el transformador incumple en las tres fases con la regulación dentro del factor de potencia, la fase A tiene un incumplimiento del 56,35% la fase B un incumplimiento del 91,07 % y la fase C tiene un incumplimiento del 100 % este transformador tiene carga puramente carga inductiva.

### 2.10.7 Armónicos individuales

Con respecto a los armónicos individuales cabe resaltar que no se encuentra la presencia de los mismos que incumplan con la regulación, lo que se puede observar en la figura 10.



**Figura 10. Armónicos individuales.**

### 2.10.8 Recomendaciones

Del análisis realizado se concluye que el parámetro que incumple el transformador es: **El Factor de potencia.**

- Realizar un estudio de compensación de reactivos para mejorar el factor de potencia.
- Realice un mantenimiento a la cámara de transformación ya que se observa un deterioro de sus instalaciones.

### 2.11 Informe de calidad de producto del transformador S3T89 200 KVA.

Durante la tercera semana del mes de agosto del presente se realizó la instalación de un equipo analizador de energía en el transformador especial S3T89 de 200 KVA perteneciente al Hospital San Vicente de Paúl, Provincia de Imbabura. El equipo permaneció en el sitio siete días, tomando datos de todos los parámetros cada 10 minutos, en un total de 1008 registros.

**Tabla 18. Características del transformador S3T89 200 KVA.**

TRANSFORMADOR N°:	<b>S3T89</b>	DIRECCIÓN:	<b>CALLE LUIS VARGAS TORRES</b>
SUBESTACIÓN N°:	8	Provincia:	Imbabura
ALIMENTADOR N°:	San Agustín N°3	Cantón:	Ibarra
TENSIÓN NOMINAL:	127	Parroquia:	Ibarra
N° DE MEDICIONES :	1008	Sector:	Ajaví Grande
EQUIPO UTILIZADO:	FLUKE 1744 (F-12)	Zona:	U(Urbana)
POTENCIA:	200 KVA	Medidor :	T35849

#### 2.11.1 Análisis de Flicker

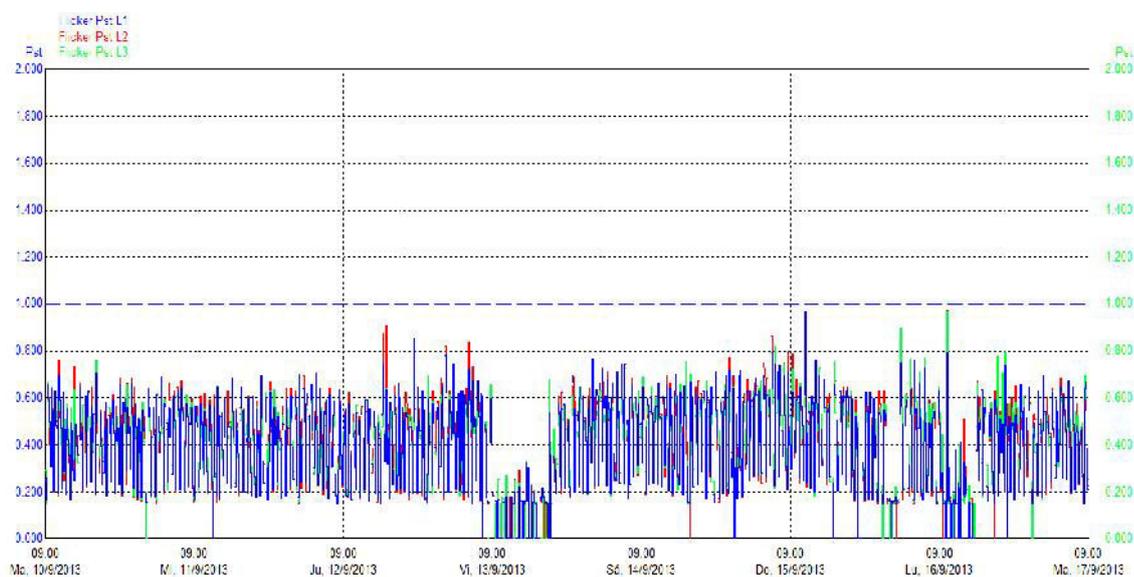
El reporte de la medición indica que el transformador cumple en el análisis de Flicker en las tres fases cumpliendo con la regulación.

**Tabla 19. Flicker**

FLICKER FASE A			FLICKER FASE B		
LÍMITE PST	N°. de muestras mayores al límite		Límite Pst	N°. de muestras mayores al límite	
1P.U.	0		1p.u.	0	
CUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN 004/01			Cumplimiento con la regulación 004/01		
SI	NO		SI	NO	
100,00%	0,00%		100,00%	0,00%	
MÁXIMO	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo
0,967	0,404	0	0,971	0,408	0

FLICKER FASE C	
LÍMITE PST	Nr. de muestras mayores al límite
1P.U.	0
CUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN 004/01	
SI	NO
100,00%	0,00%
MÁXIMO	Promedio
0,968	0,403
	Mínimo
	0

El comportamiento del indicador Flicker registrado durante la medición se presenta en la figura 11.



**Figura 11. Flicker**

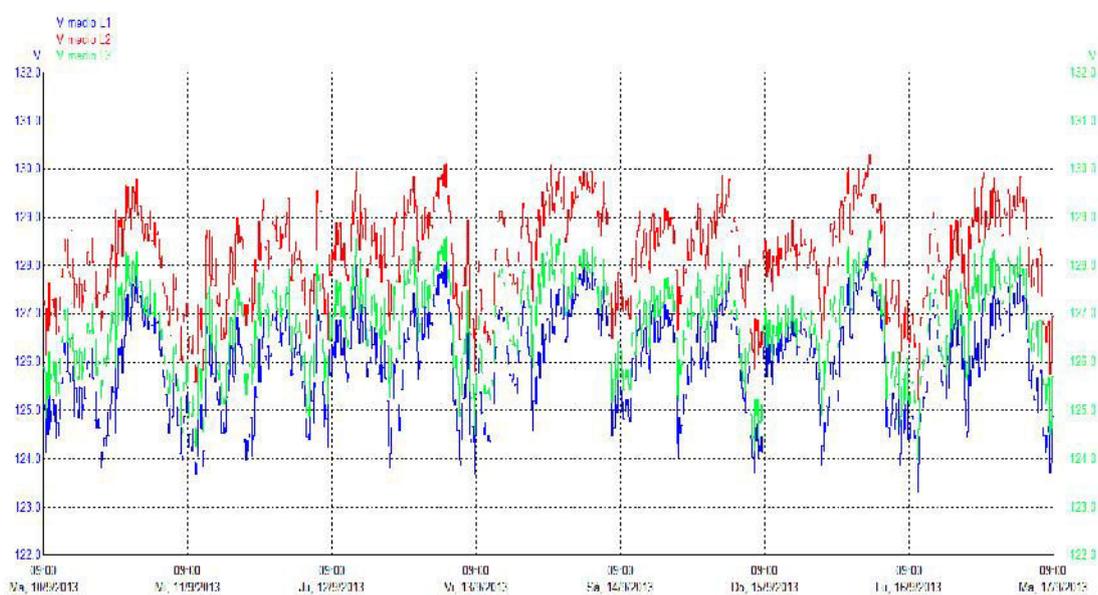
### 2.11.2 Análisis de tensión

El reporte de la medición indica que no existe ninguna anomalía con respecto al nivel de tensión, como se puede observar en la tabla 20.

**Tabla 20. Niveles de tensión**

LÍMITES DE TENSIÓN	
SECTOR URBANO:	
-8%	8%
116,84 V	137,16 V
126,65V	
VOLTAJE MEDIO	
MÍNIMO	MÁXIMO

121,27V		130,64V	
<b>NÚMERO DE MUESTRAS FUERA DE LÍMITES</b>			
0		0	
<b>INCUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN CONELEC 004/01</b>			
<b>FASE A</b>	<b>FASE B</b>	<b>FASE C</b>	
<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	



**Figura 12. Niveles de tensión**

Se puede observar en la figura 12 la cantidad, la profundidad y duración de estos transitorios Dips (huecos de tensión) y surges (picos de tensión).

Fase L1, L2, L3	< 20 ms	20...< 100 ms	100...< 500 ms	0.5...< 1 s	1...< 3 s	3...< 20 s	20...< 60 s	>= 1 min
Surge > 10.00%	4	4			2			
Dip > 10.00%								
10...< 15 %	3	1	1					
15...< 30 %	2	1						
30...< 60 %		2	2					
60...< 99 %		1				2		
Interrupción						3		

Registro de eventos a partir e -10.00 / +10.00% de tensión nominal

**■** Dip según recomendación de UNIPEDA

Número de subidas (Surge)	10
Número de caídas (Dip)	15
Número de interrupciones cortas (<3 min)	3
Número de interrupciones largas (>=3 min)	0
Número de interrupciones (Interruption)	3
Total de eventos e interrupciones	28

**Figura 13. Transitorios Dips y Surges.**

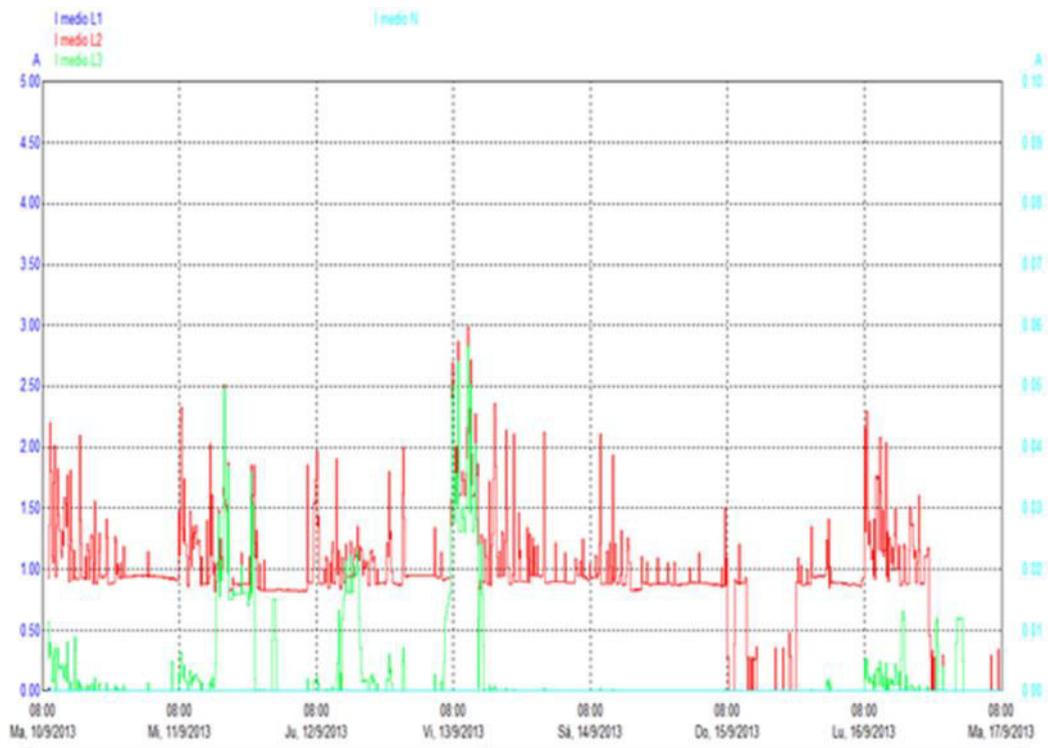
### 2.11.3 Análisis de corriente

Los registros de la medición indican que no existen corrientes excesivas, este transformador se encuentra la mayoría de tiempo sin carga, como se puede ver en la tabla 21.

**Tabla 21. Corriente del transformador**

#### CORRIENTES DEL TRANSFORMADOR

MÍNIMOS EN AMPERIOS				PROMEDIOS EN AMPERIOS				MÁXIMO EN AMPERIOS			
FAS	FAS	FAS	NEUTR	FAS	FAS	FAS	NEUTR	FAS	FAS	FAS	NEUTR
EA	EB	EC	O	EA	EB	EC	O	EA	EB	EC	O
0	0	0	0	0	1	0,1	0	0,0	3,0	2,8	0,0



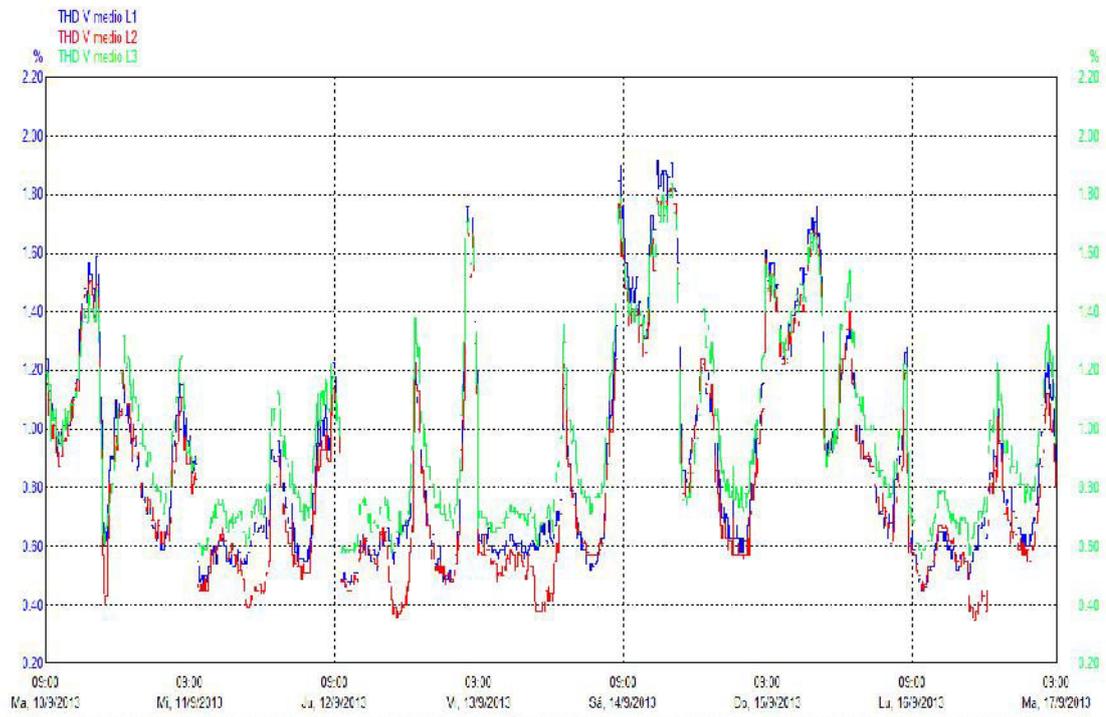
**Figura 14. Corriente del transformador**

#### 2.11.4 Análisis de THDV

El reporte de la medición indica un cumplimiento del 100% en el parámetro de THDv en las fases A, B y C respectivamente como se puede ver en la tabla 22.

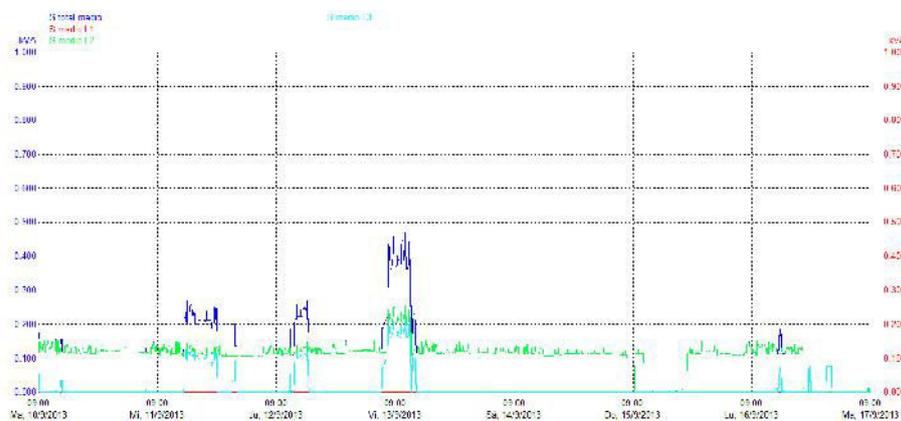
Tabla 22. THDV

ARMÓNICOS FASE A				
LÍMITE THDV	MÍNIMO %	THDv(PROD)%	MÁXIMO%	Nr. DE MUESTRAS MAYORES AL LÍMITE
8%	0,45	0,9	1,92	0
CUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN		SI	100%	NO 0%
ARMÓNICOS FASE B				
LÍMITE THDV	MÍNIMO %	THDv(PROD)%	MÁXIMO%	Nr. DE MUESTRAS MAYORES AL LÍMITE
8%	0,35	0,8	1,82	0
CUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN		SI	100%	NO 0%
ARMÓNICOS FASE C				
LÍMITE THDV	MÍNIMO%	THDv(PROD)%	MÁXIMO%	Nr. DE MUESTRAS MAYORES AL LÍMITE
8%	0,56	1,0	1,84	0
CUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN		SI	100%	NO 0%



**Figura 15. THDV**

El reporte de la medición indica el porcentaje, en lo que se refiere al promedio de carga registrado es 0,12 kVA llegando a picos máximos de hasta 0,468 kVA, y el transformador tiene una potencia aparente de 200 kVA, lo que indica que el transformador no está siendo utilizado más que en casos esporádicos, como se observa en figura 16.



**Figura 16. Cargabilidad del transformador**

### 2.11.5 Factor de potencia

Tabla 23. Factor de potencia

FACTOR DE POTENCIA FASE A				FACTOR DE POTENCIA FASE B			
MÍN	MÁX			MÍN	MÁX		
1	1			0	1		
1008	1008			15/09/2013 a			
EVENTOS	EVENTOS			las 8:10			
LÍMITE	MUESTRAS MENORES AL			LÍMITE	MUESTRAS MENORES		
	LÍMITE				AL LÍMITE		
0,92	0			0,92	880		
0,92	100,00%	0,92	0,00%	0,92	12,70%	0,92	87,30%

#### FACTOR DE POTENCIA FASE C

MÍN	MÁX
0	1
10 EVENTOS	867 EVENTOS
LÍMITE	MUESTRAS MENORES AL LÍMITE
0,92	141
0,92	86,01%
	0,92
	13,99%

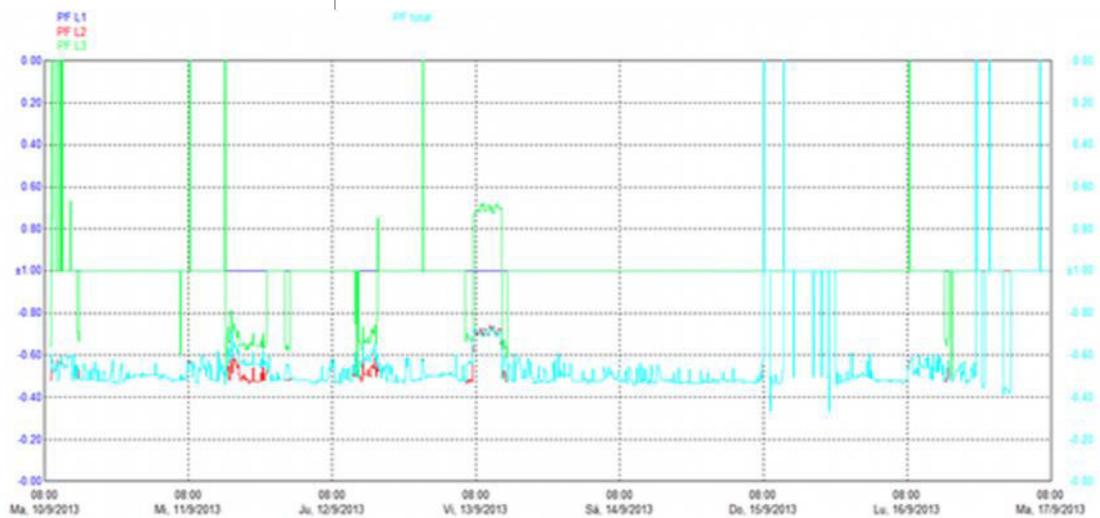
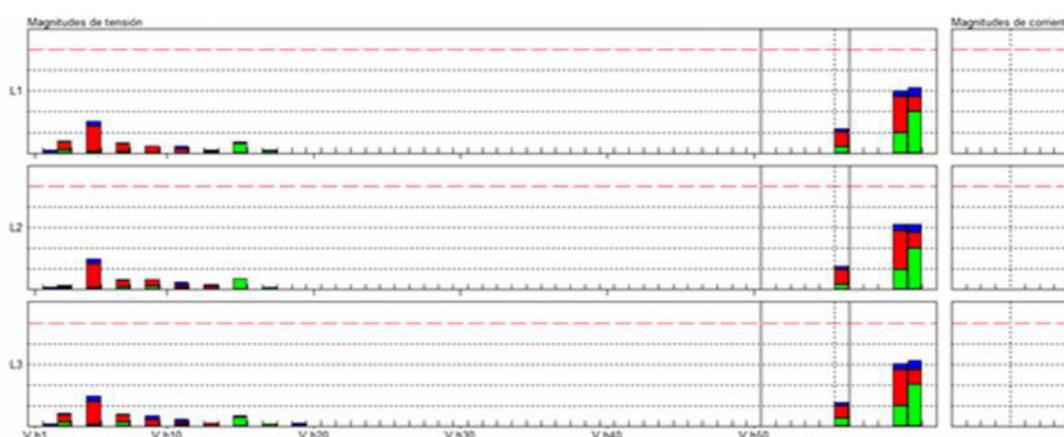


Figura 17. Factor de potencia

La figura anterior muestra que el transformador, que dos de las tres fases incumplen con la regulación del factor de potencia, la fase A tiene un cumplimiento del 100% ya que esta no tiene carga, la fase B un incumplimiento del 87,30 % y la fase C tiene un incumplimiento del 13,99%.

### 2.11.6 Armónicos individuales

Con respecto a los armónicos individuales cabe resaltar que no se encuentra la presencia de los mismos que incumplan con la regulación, lo que se puede observar en la siguiente figura 18.



**Figura 18. Armónicos individuales**

### 2.11.7 Recomendaciones

Del análisis realizado se concluye que el parámetro que incumple el transformador es: El Factor de potencia.

Se recomienda que se realice el estudio correspondiente para mejorar el factor de potencia además se observa que este transformador está subutilizado por lo que se pide se conecte carga ya que está energizado y no consume mucha potencia, por consecuencia de lo mencionado este presenta pérdidas en el entrehierro, o en su defecto se realice una transferencia de carga y se lo desenergice en su totalidad, la pequeña carga que tiene puede ser transferida al

transformador de 800 kVA, que se encuentra en la misma cámara de transformación.

## 2.12 Informe de calidad de producto del transformador S4T5046. 75 KVA

Durante la tercera semana del mes de agosto del presente se realizó la instalación de un equipo analizador de energía en el transformador especial S4T5046 de 75 KVA perteneciente al Hospital San Vicente de Paúl, Provincia de Imbabura. El equipo permaneció en el sitio siete días, tomando datos de todos los parámetros cada 10 minutos, en un total de 1008 registros.

**Tabla 24. Características del transformador S4T5046. 75 KVA**

TRANSFORMADOR Nº:	<b>S4T5046</b>	DIRECCIÓN:	<b>CALLE LUIS VARGAS TORRES</b>
SUBESTACIÓN Nº:	8	Provincia:	Imbabura
ALIMENTADOR Nº:	San Agustín Nº4	Cantón:	Ibarra
TENSIÓN NOMINAL:	231	Parroquia:	Ibarra
Nº DE MEDICIONES :	1008	Sector:	Ajaví Grande
EQUIPO UTILIZADO:	FLUKE 1744 (F- 20)	Zona:	U(Urbana)
POTENCIA:	75 KVA	Medidor :	T46534

### 2.12.1 Análisis de Flicker

El reporte de la medición indica que el transformador cumple en el análisis de Flicker en las tres fases cumpliendo con la regulación.

Tabla 25. Flicker.

FLICKER FASE A			FLICKER FASE B		
LÍMITE PST	N°. de muestras mayores al límite		Límite Pst	N°. de muestras mayores al límite	
1P.U.	0		1p.u.	2	
CUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN 004/01			Cumplimiento con la regulación 004/01		
SI	NO		SI	NO	
100,00%	0,00%		99,80%	0,20%	
MÁXIMO	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo
0,998	0,427	0	1,431	0,436	0

## FLICKER FASE C

LÍMITE PST	N°. de muestras mayores al límite	
1P.U.	1	
CUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN 004/01		
SI	NO	
99,90%	0,10%	
MÁXIMO	Promedio	Mínimo
1,282	0,434	0

El comportamiento del indicador Flicker registrado durante la medición se presenta en figura 19.

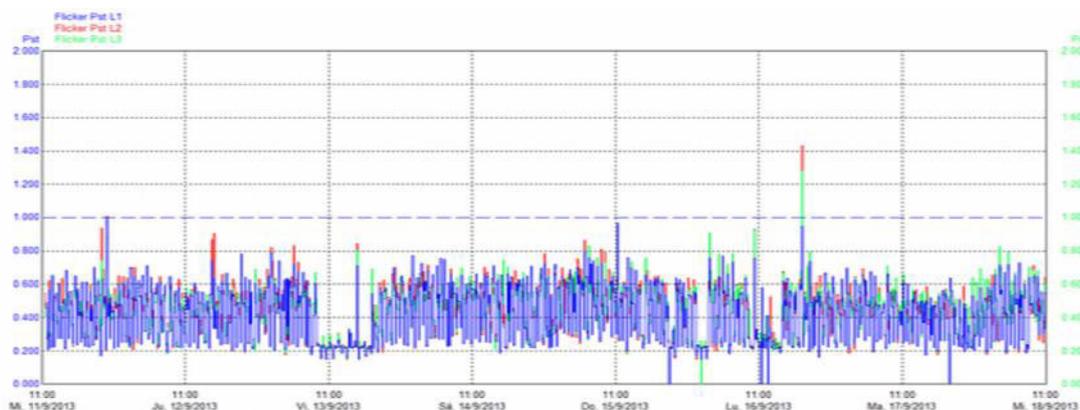


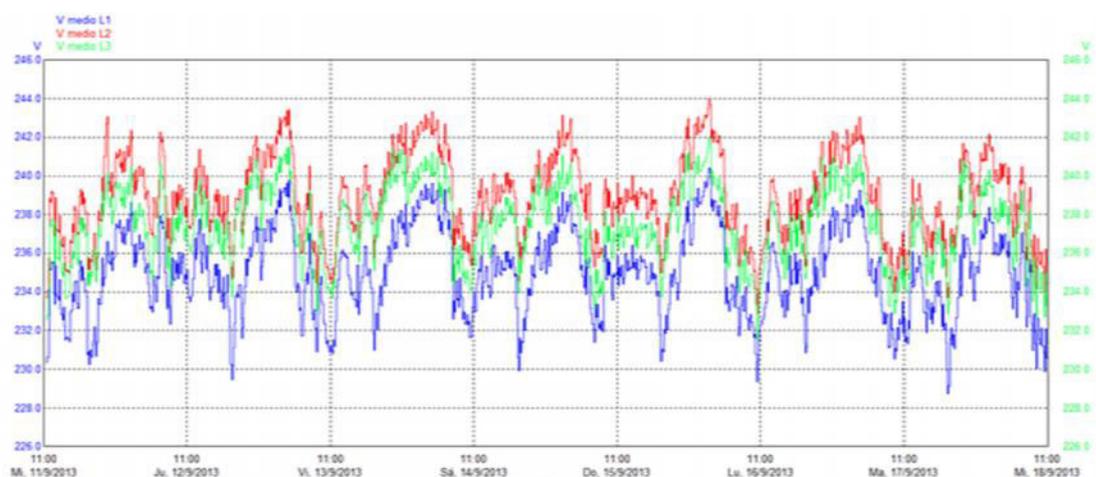
Figura 19. Flicker.

### 2.12.2 Análisis de tensión

El reporte de la medición indica que no existe ninguna anomalía con respecto al nivel de tensión, como se puede observar en tabla 26.

**Tabla 26. Límites Tensión**

LÍMITES DE TENSIÓN		
SECTOR URBANO:		
-8%	8%	
198,99 V	263 V	
237,11V		
VOLTAJE MEDIO		
MÍNIMO	MÁXIMO	
228,72V	244,01V	
NÚMERO DE MUESTRAS FUERA DE LÍMITES		
0	0	
INCUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN CONELEC 004/01		
FASE A	FASE B	FASE C
0%	0%	0%



**Figura 20. Niveles de tensión.**

Se puede observar en la siguiente figura la cantidad, la profundidad y duración de dip (huecos de tensión) y surges.

Fase L1, L2, L3	< 20 ms	20...< 100 ms	100...< 500 ms	0.5...< 1 s	1...< 3 s	3...< 20 s	20...< 60 s	>= 1 min
Surge > 10.00%								
Dip > 10.00%								
10...< 15 %		1						
15...< 30 %	1		1					
30...< 60 %			3					
60...< 99 %								
Interrupción								

Registro de eventos a partir e -10.00 / +10.00% de tensión nominal

**█** Dip según recomendación de UNIPEDA

Número de subidas (Surge)	0
Número de caídas (Dip)	6
Número de interrupciones cortas (<3 min)	0
Número de interrupciones largas (>=3 min)	0
Número de interrupciones (Interruption)	0
Total de eventos e interrupciones	6

**Figura 21. Transitorios Dips y Surges**

### 2.12.3 Análisis de corriente

Los registros de la medición indican que las corrientes de la fase A y B en este transformador se encuentra la mayoría de tiempo en balance en la fase C existe una cantidad de carga menor, pero esto no hace que en el neutro del transformador exista una corriente excesiva como se puede ver en la tabla 27.

Tabla 27. Corriente

## CORRIENTES DEL TRANSFORMADOR

MÍNIMOS EN AMPERIOS				PROMEDIOS EN AMPERIOS				MÁXIMO EN AMPERIOS			
FASE	FASE	FASE	NEUT	FASE	FASE	FASE	NEUT	FASE	FASE	FASE	NEUT
A	B	C	RO	A	B	C	RO	A	B	C	RO
18,4	18,7	0	1,46	20	21	13,7	3	27,3	30,0	29,4	5,8
	7										

## CORRIENTES DEL TRANSFORMADOR

FECHA	hora	I medio L1	I medio L2	I medio L3	I medio N
16/09/2014	21:00:00	27,33	29,99	29,36	3,38
13/09/2014	12:50:00	23,5	25,5	15,49	5,84

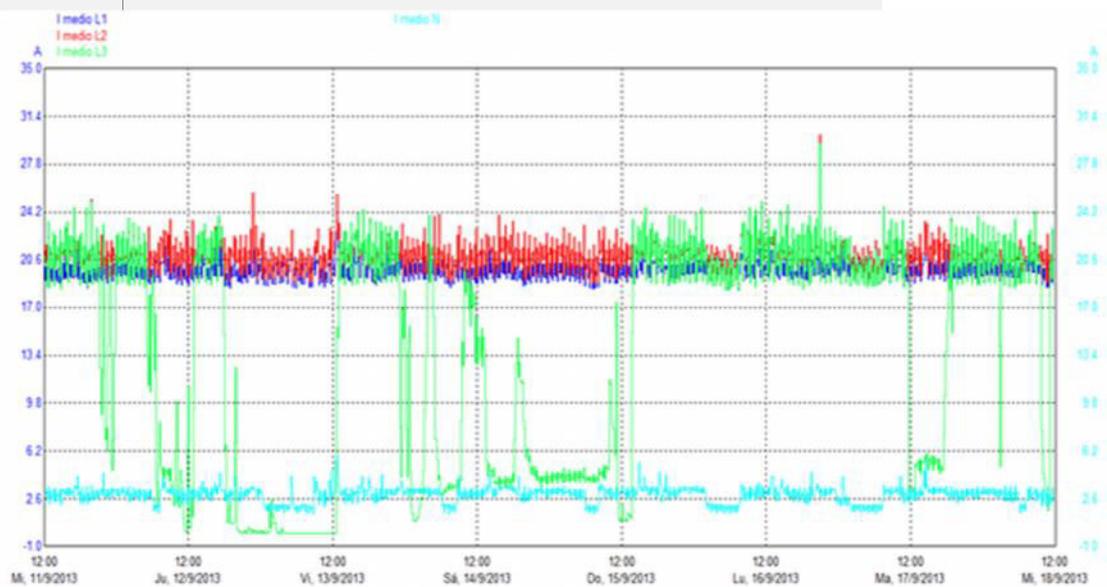


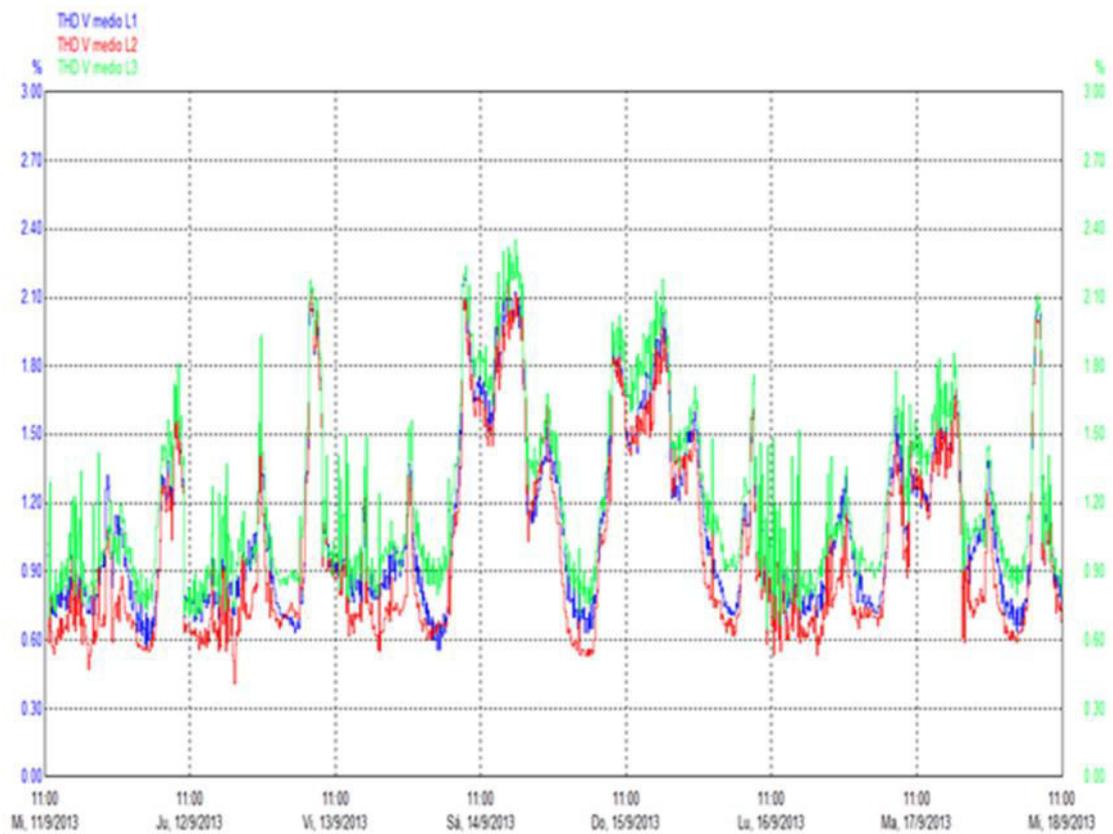
Figura 22. Corriente

### 2.12.4 Análisis de THDV

El reporte de la medición indica un cumplimiento en el parámetro de THDv en las fases A, B y C respectivamente como se puede ver en la tabla 28.

**Tabla 28. THDV**

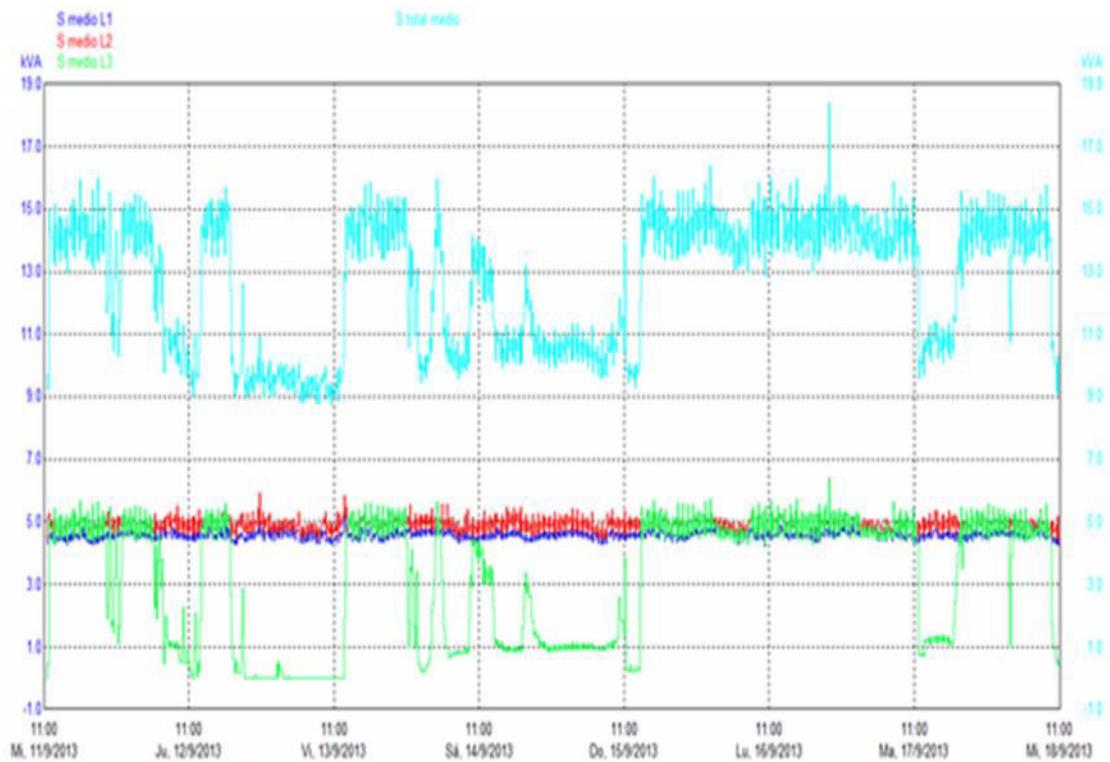
ARMÓNICOS FASE A					
LÍMITE THDV	MÍNIMO %	THDv(PRO D)%	MÁXIM O%	Nr. DE MUESTRAS MAYORES AL LÍMITE	
8%	<b>0,56</b>	<b>1,1</b>	<b>2,19</b>	<b>0</b>	
CUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN		<b>SI</b>	<b>100%</b>	<b>NO</b>	<b>0%</b>
ARMÓNICOS FASE B					
LÍMITE THDV	MÍNIMO %	THDv(PRO D)%	MÁXIM O%	Nr. DE MUESTRAS MAYORES AL LÍMITE	
8%	<b>0,41</b>	<b>1,0</b>	<b>2,16</b>	<b>0</b>	
CUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN		<b>SI</b>	<b>100%</b>	<b>NO</b>	<b>0%</b>
ARMÓNICOS FASE C					
LÍMITE THDV	MÍNIMO%	THDv(PRO D)%	MÁXIM O%	Nr. DE MUESTRAS MAYORES AL LÍMITE	
8%	<b>0,65</b>	<b>1,2</b>	<b>2,35</b>	<b>0</b>	
CUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN		<b>SI</b>	<b>100%</b>	<b>NO</b>	<b>0%</b>



**Figura 23. THDV**

### 2.12.5 Análisis de carga

El reporte de la medición indica el porcentaje en lo que se refiere al promedio de carga registrado es 12,68 kVA llegando a picos máximos de 18,41 kVA, y el transformador tiene una potencia aparente de 75 kVA, lo que indica que el transformador está siendo utilizado un 24,54% de su capacidad nominal, como se observa en figura 24.



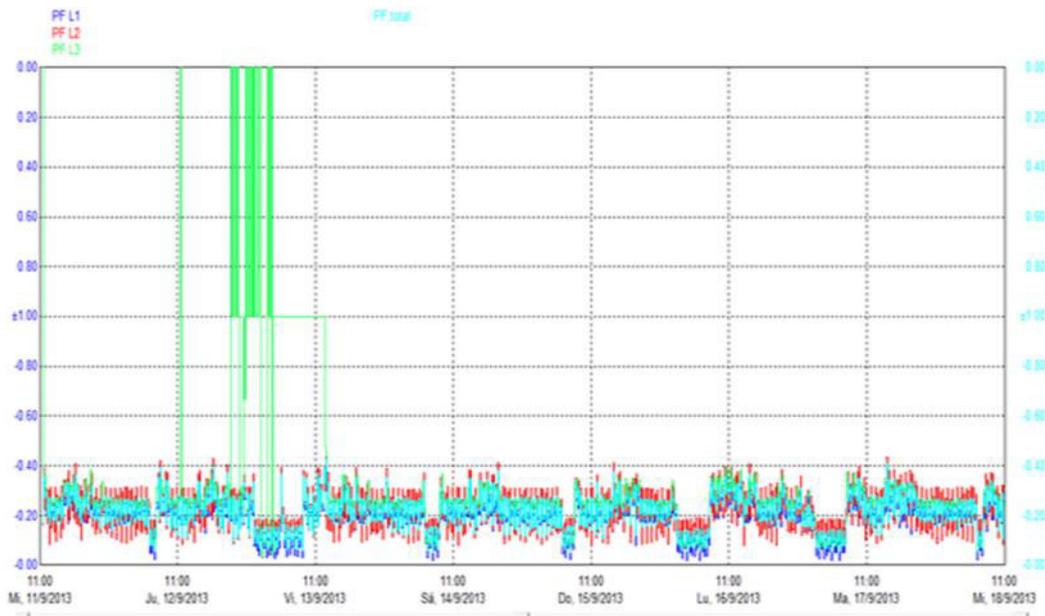
**Figura 24. Cargabilidad del transformador**

### 2.12.6 Análisis de factor de potencia

El reporte indica que las fases A, B y C su carga es inductiva, en la tabla y figuras siguientes se ve los porcentajes de muestras que cumplen e incumplen con la regulación por fase.

Tabla 29. Factor de potencia.

FACTOR DE POTENCIA FASE A				FACTOR DE POTENCIA FASE B			
MÍN	MÁX			MÍN	MÁX		
0,019	0,391			0,078	0,439		
17/09/2013 A LAS 5:00	13/09/2013 a las 14:40			16/09/2013 a las 3:50	13/09/2013 a las 13:00		
LÍMITE	MUESTRAS MENORES AL LÍMITE			LÍMITE	MUESTRAS MENORES AL LÍMITE		
0,92	1008			0,92	1008		
0,92	0,00%	100,0		0,92	0,00%	100,	
		0,92	0%			0,9	00%
						2	
FACTOR DE POTENCIA FASE C							
MÍN	MÁX						
0	1						
16 EVENTOS	72 EVENTOS						
LÍMITE	MUESTRAS MENORES AL LÍMITE						
0,92	936						
0,92	7,14%	0,92	92,86%				

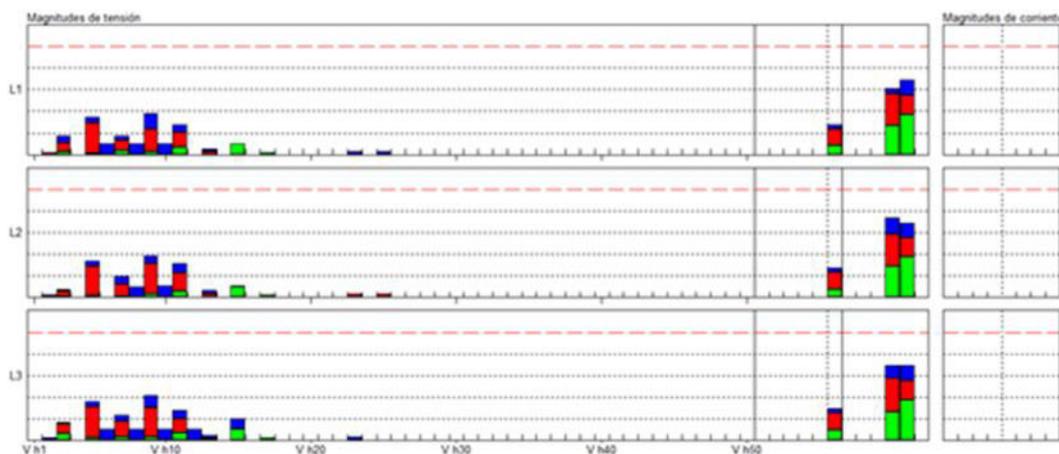


**Figura 25. Factor de potencia.**

La figura anterior muestra que el transformador incumple en las tres fases con el factor de potencia, la fase A tiene un incumplimiento del 100 % la fase B un incumplimiento del 100 % y la fase C tiene un incumplimiento del 92,86 % este transformador tiene carga puramente carga capacitiva.

### 2.12.7 Armónicos individuales

Con respecto a los armónicos individuales cabe resaltar que no se encuentra la presencia de los mismos, lo que se puede observar en la figura 26.



**Figura 26. Armónico individuales.**

### 2.12.8 Recomendaciones

Del análisis realizado se concluye que el parámetro que incumple el transformador es: El Factor de potencia

- Realizar un estudio de compensación de reactivos para mejorar el factor de potencia.
- Realizar un plan de mantenimiento preventivo en el transformador y la acometida que alimenta la sala de rayos x.

### 2.13 Balance energético del sistema eléctrico.

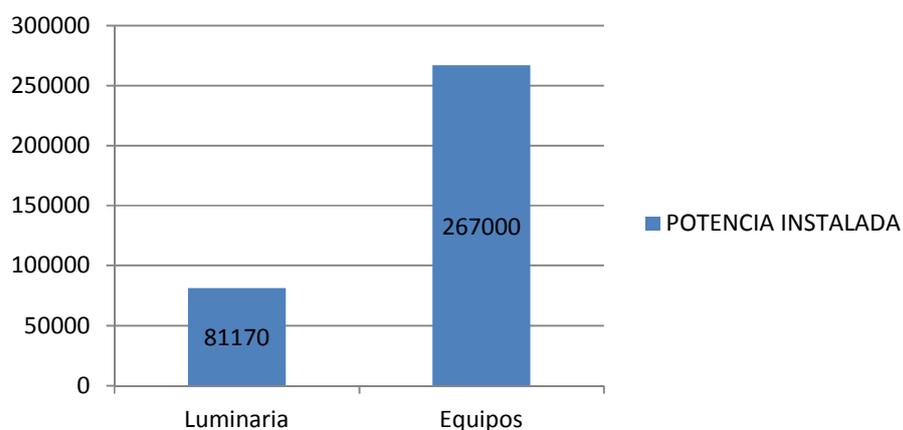
Una vez obtenidos los resultados actuales de consumo energético, obtenidos a partir de las mediciones de calidad de energía realizadas en el Hospital San Vicente de Paúl, se procede a plantear el balance energético del sistema.

**Tabla 30. Balance energético.**

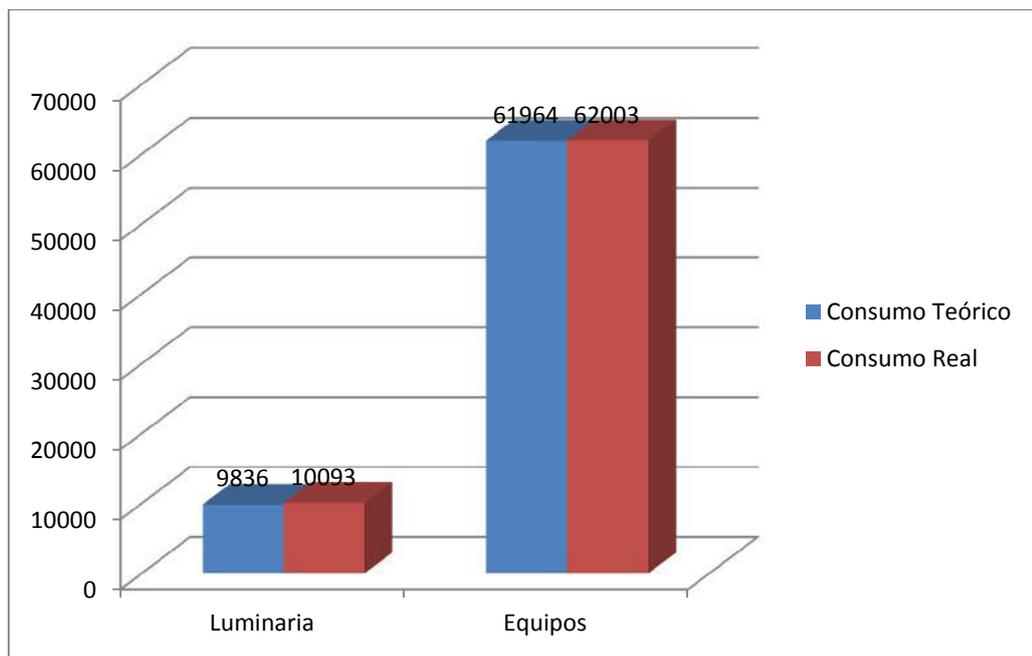
	POTENCIA INSTALADA	ENERGÍA	PORCENTAJE
<b>POTENCIA</b>	Luminarias	81170	23
<b>TOTAL (W)</b>	Equipos médico y electromecánicos	267000	77
	<b>TOTAL (W)</b>	<b>348170</b>	<b>100</b>
<b>CONSUMO TEÓRICO (KWH)</b>	Luminarias	9836	14
	Equipos médico y electromecánicos	61964	86
	<b>TOTAL (KWh)</b>	<b>71800</b>	<b>100</b>
<b>CONSUMO REAL (KWH)</b>	Luminarias	10093	14
	Equipos médico y electromecánicos	62003	86
	<b>TOTAL (KWh)</b>	<b>72096</b>	<b>100</b>

En la tabla 30, se puede observar que la potencia instalada total de los equipos tiene un 77% y la luminaria el 23%. El consumo teórico de los equipos es del 86% y de la luminaria el 14%. El consumo real de los equipos es idéntico al teórico. A continuación se detallará individualmente la potencia y el consumo.

### POTENCIA INSTALADA

**Figura 27. Potencia instalada**

En la figura 27, se observa que los equipos tienen una potencia muy superior a la de las luminarias con una diferencia del 30% de energía, dando como un total de 348170 W de consumo lo que es de vital importancia disminuir en un 20% para poder optimizar tanto los equipo como la luminaria.



**Figura 28. Consumo teórico vs Consumo real**

Según los datos que se obtiene de la figura 28, el consumo real y el consumo teórico son casi iguales, en la luminaria hay una diferencia del 3% con respecto a la real. En los equipos se obtiene una diferencia del 2% respecto al consumo real.

## CAPÍTULO III

### 3 DESARROLLO GESTIÓN ENERGÉTICA

#### 3.1 Eficiencia energética en el sistema de energía eléctrica

##### *Antecedentes*

La carencia de las fuentes de energía no renovables, el cuidado al medio ambiente y el ahorro monetario, ha fomentado la aplicación de la Eficiencia Energética, sin tener aún un conocimiento de la función principal de la misma, que no es más el adecuado manejo de la energía y el ahorro que esta produce.

La energía eléctrica se utiliza todo el tiempo, desde que nos levantamos hasta acostarnos y en algunas oportunidades hasta cuando dormimos, se nos hace muy difícil pensar en la adecuada administración de la energía no solo por el ahorro que esto produce sino también por la conservación del ambiente, y a la sociedad en general.

La dependencia económica de los combustibles fósiles en especial del petróleo, que se va agotando con el transcurso de los años. Para este problema se puede plantear dos opciones: Usar Energías Renovables que en nuestro país se cuenta con ellas y así contribuir a la conservación del ambiente. La segunda y la más importante y la que se debe comenzar a utilizar es el uso eficiente de la energía, donde todas las personas se tiene la responsabilidad y obligación de realizar.

Los cambios climáticos el agotamiento de los recursos no renovables, y la obligación de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, son los problemas que actualmente

afectan al planeta, este problema se trató en el protocolo de Kioto dotando de normas e índices de consumo, donde nuestro país se está lejos de alcanzar los objetivos propuestos.

### **3.1.1 Sistema de energía eléctrico del hospital San Vicente de Paúl**

Al sistema de energía eléctrico se lo dividirá en tres grupos para su mejor estudio: ILUMINACIÓN, EQUIPOS MÉDICOS, ELECTROMECAÑICOS Y EQUIPOS INFORMÁTICOS.

### **3.2 Iluminación en el hospital San Vicente de Paúl**

La luz es importante para la actividad humana, una luz eficiente interviene directamente en la salud y en el confort de las personas. En los hospitales la iluminación debe procurar cumplir dos objetivos primordiales: Avalar el funcionamiento óptimo de la luminaria para cumplir las tareas correspondientes, y a la vez contribuir que el paciente tenga un ambiente confortable.

Este sistema cuenta con características de diseño, presentaciones técnicas y de cumplimientos de normativa. La iluminación influye en el ánimo de las personas, por lo cual, contribuye significativamente a la recuperación de los pacientes.

En Europa se ha realizado investigaciones sobre la iluminación en los Hospitales donde se ha obtenido resultados muy satisfactorios, como es la reducción de la estancia de los pacientes en el Hospital y mejorando su estado de ánimo. Creando entornos más cómodos para los pacientes, se ha disminuido la recuperación y se contribuye al bienestar del paciente, creando los requerimientos de confort para el paciente y de la presentación visual para el médico.

En la actualidad es necesario utilizar luminarias eficientes como son las de alto rendimiento, que cuenta con equipos de bajo consumo y lámparas de alta

eficacia lumínica, respetando las normativas vigentes, lo que permite buenos niveles de confort con una correcta eficiencia energética.

Además, el sector de la iluminación en los hospitales y centros de asistencia primaria, se estima que tiene un potencial de ahorro del 30%, lo que supondría reducir las emisiones en unas 180.000 toneladas de CO<sub>2</sub>/año.

El hospital San Vicente de Paúl, desde su creación ha invertido grandes cantidades de dinero en equipos, pero tan solo una pequeña parte en el sistema de iluminación. El alumbrado es primordial para tener condiciones óptimas de trabajo y bienestar para pacientes y visitantes.

Cada área del hospital necesita su determinada iluminación en relación a costos, calidad y tipo, dependiendo a los trabajos que se vaya a realizar. La iluminación es fundamental para satisfacer servicios y procesos eficientes, ya que este sistema interviene en la productividad y calidad por lo que es necesaria una buena iluminación. Mediante investigaciones se ha determinado que un buen alumbrado:

- Aumenta el confort, la seguridad y la orientación.
- Minimiza los errores. En este punto son críticos tanto la cantidad como la calidad del alumbrado y el control del deslumbramiento.
- Mejora la efectividad, motivación y satisfacción del personal.
- Mejora la salud y el bienestar.

Cualquier mejora que se realice en la iluminación utilizando tecnología actual y eficiente, intervendrá directamente en un ahorro económico y de mantenimiento.

La iluminación artificial depende de las necesidades del hombre, por lo cual se debe tomar en cuenta los aspectos físicos que intervengan en la iluminación ambiental. No es necesario dotar de la luz suficiente en determinados lugares, sino de proporcionar las necesidades y sensaciones óptimas de iluminación.

(Philips, Alumbrado, 2014). Para contar con una buena selección de la luminaria hay que tener en cuenta las propiedades cualitativas de la luz y principalmente del consumo que van a generar las lámparas. Cabe recalcar que la luminaria más eficiente y con menos costo es la iluminación natural. Al unirse la iluminación natural y artificial de una manera eficiente se podrá observar y palpar importantes ahorros monetarios y un mejor confort de los usuarios.

Parámetros de selección de luminarias que se deben seguir:

- Cantidad de luz (lúmenes).
- Calidad de la luz (temperatura de color, índice de Reproducción Cromática).
- Cantidad de energía consumida por lámpara (eficacia luminosa, duración).
- Diseño del sistema de iluminación (lámpara, equipo, luminaria y sistema de control).

Para realizar la propuesta se tomará en cuenta la Norma Mexicana donde indica el método de cálculo para determinar la Densidad de Potencia Eléctrica para alumbrado (DPEA), de los sistemas de alumbrado de edificios se excluye a los edificios residenciales. Donde para hospitales indica que se debe tener índices menores a 17 W/m<sup>2</sup>.

Para obtener los índices se utiliza la siguiente ecuación.

Las unidades son, por tanto: W/m<sup>2</sup> por cada 100 Lux.

Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):

$$VEEI = \frac{PI \times 100}{SI \times Em}$$

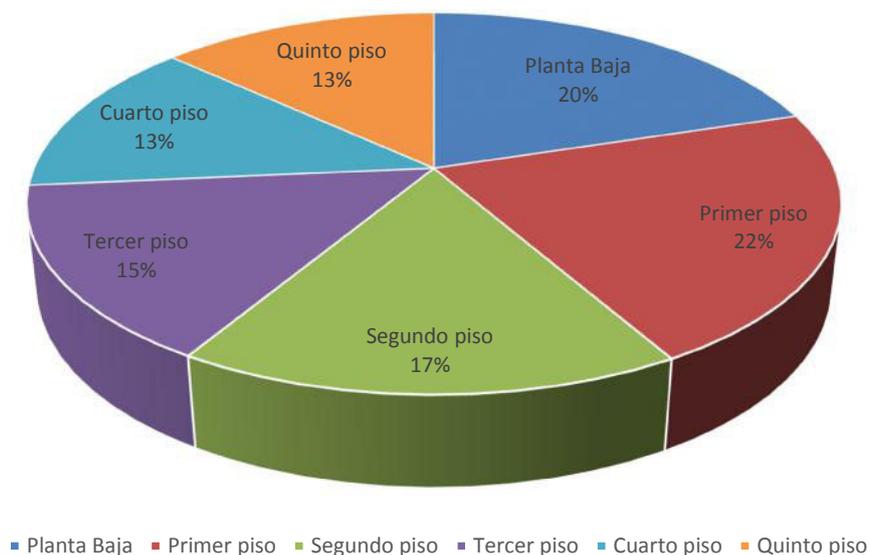
Donde,  
PI: Potencia instalada,  
SI: Superficie iluminada (m<sup>2</sup>),  
Em: Iluminación media.

(Philips, Código técnico de la edificación y otras normas relacionados con el alumbrado., 2006) “Para este valor se establecen unos valores mínimos, diferenciándose en los edificios dos tipos de zonas: las de representación y las de no representación. Se entiende por zonas de representación aquellas donde el criterio de diseño, imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, son preponderantes frente a los criterios de eficiencia energética. Por el contrario, zonas de no representación son aquellas donde los criterios como el nivel de iluminación, confort visual, seguridad y eficiencia energética son más importantes que cualquier otro criterio. Los valores límite de exigencia energética incluyen la iluminación general y de acento pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas”.

El Hospital San Vicente de Paúl luego de realizar los cálculos necesarios se obtuvo los siguientes datos que se indica en la Tabla 3.1.

**Tabla 31. Índices de eficiencia energética en iluminación.**

ÁREA HOSPITAL	W/M2
<b>PLANTA BAJA</b>	5,45
<b>PRIMER PISO</b>	5,81
<b>SEGUNDO PISO</b>	4,57
<b>TERCER PISO</b>	4,03
<b>CUARTO PISO</b>	3,58
<b>QUINTO PISO</b>	3,56
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>



**Figura 29. Índice de consumo**

El consumo de potencia de iluminación por metro cuadrado de cada piso del hospital es el siguiente 22% el primer piso, el 20% la planta baja, el 17% segundo piso, el 15% tercer piso y con el 13% el cuarto y quinto piso.

El mayor consumo se da en el primer piso y la planta baja ya que en estos lugares se encuentran los laboratorios, algunos quirófanos y lo que más consume es emergencia que se encuentra en funcionamiento las 24 horas del día de igual manera los corredores de estos pisos se encuentran con la luz encendida las 24 horas.

Como se puede observar estamos por encima del valor óptimo por lo que se debe disminuir un 30% de la potencia instalada en luminaria por lo cual es viable la disminución de determinado porcentaje.

### 3.3 Propuesta gestión energética

Para la propuesta de Gestión Energética se basará en las luminarias PHILIPS ya que en la investigación que se realizó dichas luminarias cuentan con mayor tecnología para el cuidado del medio ambiente.

Philips es una empresa holandesa de tecnología variada que se enfoca en mejorar la vida de las personas a través de importantes innovaciones en las áreas del cuidado de la salud, estilo de vida del consumidor e iluminación. **La empresa es líder en cuidados cardíacos, cuidados intensivos y cuidados de la salud en el hogar**; en soluciones de iluminación energéticamente eficientes y nuevas aplicaciones de iluminación.

Para la propuesta energética del cambio de las luminarias de 40W se utilizará las lámparas TL5 HE, se caracterizan por su alta eficiencia luminosa, convirtiéndose en una excelente alternativa para el ahorro de energía en el Hospital San Vicente de Paúl.

#### ***Características.***

- Excelente reproducción de color (CRI 85%).
- 40% más delgadas que las lámparas T8 convencionales.
- Permite el diseño de luminarias más pequeñas y con un mejor control óptico.
- Perfecto desempeño en sistemas de control (sensores de luz o presencia).
- Recubrimiento fluorescente del desempeño
- Excelente mantenimiento del flujo luminoso

**Aplicación**

Iluminación general en oficinas, escuelas, hospitales y edificios públicos.

En lugares donde la aplicación de ahorro de energía sea necesaria.

**Tabla 32. Características técnicas**

Potencia (w)	Kelvin (k)	Irc	Base	Bulbo	Vida útil (promedio 3 horas)	Vida útil (promedio 12 horas)	Flujo luminoso
28	4000	85	G5	T5 ø16mm	25000	35000	2900
14	4000	85	G5	T5 ø16mm	25000	35000	1300

### 3.3.1 Cambio de las luminarias de 2x40W por la luminaria 2x28W TL5 HE Alta eficiencia

**Datos de partida****Análisis de consumo luminaria F2x40W T12**

**LUMINARIA:** F2x40W T12

**NÚMERO DE LUMINARIA:** 494

**NÚMERO DE LÁMPARAS:** 988

**POTENCIA:** 40 W

Potencia teórica

$$P = NL \times P$$

Donde,

NL: Número de lámparas

P: Potencia

Obteniendo la potencia de estas luminarias de **39520 W**.

### **Análisis luminaria F2x28W TL5 HE**

LUMINARIA:	F2x28W TL5 HE
NÚMERO DE LUMINARIA:	494
NÚMERO DE LÁMPARAS:	988
POTENCIA:	28 W

Potencia teórica

$$P = NL \times P$$

Donde,

NL: Número de lámparas

P: Potencia

Dando como resultado que la potencia de estas luminarias es de **27664 W**

**Tabla 33. Comparación de luminarias**

LUMINARIA	POTENCIA (W)
<b>F2X40W T12</b>	39520
<b>F2X28W TL5 HE</b>	27664

Como se puede observar en la tabla 33, la disminución de la potencia con la luminaria F2x28W TL5 HE es del 30% aproximadamente. Tomando en cuenta que con la luminaria planteada no se afecta el confort del paciente ni del médico y se aumenta la cantidad de luminosidad y de confort de los ocupantes.

**Tabla 34. Cantidad de lúmenes**

LUMINARIA	LÚMENES
<b>F2X40W T12</b>	5000
<b>F2X28W TL5 HE</b>	5800

Como se puede ver la luminaria planteada tiene más lúmenes que la que se utiliza actualmente en el hospital. Obteniendo como resultado que es viable el cambio de luminaria en el aspecto de potencia.

### ***Ahorro monetario***

Si se toma de referencia el precio del KWh para entidades de asistencia social y beneficio público es de \$0.055 en promedio, para cualquier hora del día y se calcula para los doce meses del año, se tiene:

**Tabla 35. Comparación ahorro monetario**

LUMINARIA	POTENCIA (W)	COSTO ENERGÍA \$	PAGO
<b>F2X40W T12</b>	39520	0,055	2173
<b>F3X17W T8</b>	27664	0,055	1521

Como se puede analizar en la tabla 35, se obtendrá un ahorro en la facturación del 36% aproximadamente.

### ***Aumento de costos por mantenimiento***

El hospital San Vicente de Paúl, cuenta con personal encargado del mantenimiento y una de sus obligaciones es garantizar un buen funcionamiento del sistema eléctrico. Por la cual el rubro de mantenimiento es despreciable ya que se tiene personal para las tareas.

### 3.3.2 Cambio de las luminarias de F4x40W por la luminaria F3x28W TL5 HE

#### *Datos de Partida*

Análisis de consumo luminaria F4x40W

**LUMINARIA:** F4x40W T12

**NÚMERO DE LUMINARIA:** 3

**NÚMERO DE LÁMPARAS:** 12

**POTENCIA:** 40 W

Potencia teórica

$$P = NL \times P$$

Donde,

NL: Número de lámparas

P: Potencia

Dando como resultado la potencia de estas luminarias es de **480 W**

#### *Análisis de consumo luminaria F3x28W TL5 HE*

**LUMINARIA:** F3x28W TL5 HE

**NÚMERO DE LUMINARIA:** 3

**NÚMERO DE LÁMPARAS:** 9

**POTENCIA:** 28 W

Potencia teórica

$$P = NL \times P$$

Donde,

NL: Número de lámparas

P: Potencia

Dando como resultado que la potencia de estas luminarias es de **252 W**

**Tabla 36. Comparación de potencia**

LUMINARIA	POTENCIA (W)
<b>F4X40W T12</b>	480
<b>F3X28W TL5 HE</b>	252

Como se puede observar en la tabla 36, la disminución de la potencia con la luminaria F3x28W TL5 HE es del 47% aproximadamente. Tomando en cuenta que con la luminaria planteada es de uso para talleres y casa de máquinas.

**Tabla 37. Cantidad de lúmenes**

LUMINARIA	LÚMENES
<b>F4X40W T12</b>	10000
<b>F3X28W TL5 HE</b>	8700

Como se puede ver la luminaria planteada tiene menos lúmenes que la que se utiliza actualmente en el hospital. El lugar donde se van a instalar estas luminarias es en los talleres y cuarto de máquinas donde la disminución de la luminosidad no va a afectar considerablemente. En dichos sitios se cuenta con iluminación natural.

### ***Ahorro monetario***

Si se toma de referencia el precio del KWh para entidades de asistencia social y beneficio público es de \$0.055 para cualquier hora del día y se calcula para los doce meses del año, se tiene:

**Tabla 38. Comparación ahorro monetario**

LUMINARIA	POTENCIA (W)	COSTO ENERGÍA \$	PAGO
<b>F2X40W T12</b>	480	0,055	26
<b>F3X28W TL5 HE</b>	252	0,055	14

Como se puede observar en la tabla 38, se podrá tener un ahorro en la facturación del 47% aproximadamente.

#### ***Aumento de costos por mantenimiento***

El hospital San Vicente de Paúl, cuenta con personal encargado del mantenimiento y una de sus obligaciones es garantizar un buen funcionamiento del sistema eléctrico. Por la cual el rubro de mantenimiento es despreciable ya que se tiene personal para las tareas.

### **3.3.3 Cambio de las luminarias de F1x40W por la luminaria F1x28W TL5 HE**

#### ***Datos de Partida***

Análisis de consumo luminaria F1x40W

<b>LUMINARIA:</b>	F1x40W T10
<b>NÚMERO DE LUMINARIA:</b>	450
<b>NÚMERO DE LÁMPARAS:</b>	450
<b>POTENCIA:</b>	40 W

Potencia teórica

$$P = NL \times P$$

Donde,

NL: Número de lámparas

P: Potencia

La potencia de estas luminarias es de **18000 W**

***Análisis de consumo luminaria***

**LUMINARIA:** F1x28W TL5 HE

**NÚMERO DE LUMINARIA:** 450

**NÚMERO DE LÁMPARAS:** 450

**POTENCIA:** 28 W

Potencia teórica

$$P = NL \times P$$

Donde,

NL: Número de lámparas

P: Potencia

La potencia de estas luminarias es de **12600 W**

**Tabla 39. Potencia luminarias**

LUMINARIA	POTENCIA (W)
<b>F1X40W T12</b>	18000
<b>F1X28W TL5 HE</b>	12600

Como se puede observar en la tabla 39 la disminución de la potencia con la luminaria F1x28W TL5 HE es del 30% aproximadamente. Tomando en cuenta que con la luminaria planteada es usada en los corredores personales, bodegas, utilería.

**Tabla 40. Cantidad de lúmenes**

LUMINARIA	LÚMENES
<b>F1X40W T12</b>	2500
<b>F1X28W TL5 HE</b>	2900

Como se puede ver la luminaria planteada tiene más lúmenes que la utilizada actualmente lo que permite un mayor confort a los ocupantes de estas áreas.

#### ***Ahorro monetario***

Si se toma de referencia el precio del KWh para entidades de asistencia social y beneficio público es de \$0.055 para cualquier hora del día y se calcula para los doce meses del año, se tiene:

**Tabla 41. Ahorro monetario de luminarias**

LUMINARIA	POTENCIA (W)	COSTO ENERGÍA \$	PAGO
<b>F1X40W T12</b>	18000	0,055	990
<b>F1X28W TL5 HE</b>	12600	0,055	693

Como se puede observar en la tabla 41, se podrá tener un ahorro en la facturación del 40% aproximadamente.

#### ***Aumento de costos por mantenimiento***

El hospital San Vicente de Paúl, cuenta con personal encargado del mantenimiento y una de sus obligaciones es garantizar un buen funcionamiento

del sistema eléctrico. Por la cual el rubro de mantenimiento es despreciable ya que se tiene personal para las tareas.

### **3.3.4 Cambio de las luminarias de F2x20W por la luminaria F2x14W TL5 HE**

#### ***Datos de Partida***

Análisis de consumo F2x20W T10

**LUMINARIA:** F2x20W T10

**NÚMERO DE LUMINARIA:** 87

**NÚMERO DE LÁMPARAS:** 174

**POTENCIA:** 20 W

Potencia teórica

$$P = NL \times P$$

Donde,

NL: Número de lámparas

P: Potencia

La potencia de estas luminarias es de **3480 W**

#### ***Análisis de consumo F2x14W TL5 HE***

**LUMINARIA:** F2x14W TL5 HE

**NÚMERO DE LUMINARIA:** 87

**NÚMERO DE LÁMPARAS:** 174

**POTENCIA:** 14 W

Potencia teórica

$$P = NL \times P$$

Donde,

NL: Número de lámparas

P: Potencia

La potencia de estas luminarias es de **2436 W**

**Tabla 42. Potencia de luminarias**

LUMINARIA	POTENCIA (W)
<b>F2X20W T12</b>	3480
<b>F2X14W TL5 HE</b>	2436

Como se puede observar en la tabla 42, la disminución de la potencia con la luminaria F2x14W TL5 HE es del 30% aproximadamente. Tomando en cuenta que con la luminaria planteada es usada en los corredores personales, bodegas, utilería y baños del personal.

**Tabla 43. Cantidad de lúmenes**

LUMINARIA	LÚMENES
<b>F2X20W T12</b>	2000
<b>F2X14W TL5 HE</b>	2600

Como se puede ver en la tabla 43, la luminaria planteada tiene más lúmenes que la utilizada actualmente lo que permite un mayor confort a los ocupantes de estas áreas.

### ***Ahorro monetario***

Si se toma de referencia el precio del KWh para entidades de asistencia social y beneficio público es de \$0.055 para cualquier hora del día y se calcula para los doce meses del año, se tiene:

**Tabla 44. Ahorro monetario de luminaria**

LUMINARIA	POTENCIA (W)	COSTO ENERGÍA \$	PAGO
<b>F1X40W T12</b>	3480	0,055	191
<b>F1X28W TL5 HE</b>	2436	0,055	134

Como se puede observar en la tabla 44, se podrá tener un ahorro en la facturación del 30% aproximadamente.

### ***Aumento de costos por mantenimiento***

El hospital San Vicente de Paúl, cuenta con personal encargado del mantenimiento y una de sus obligaciones es garantizar un buen funcionamiento del sistema eléctrico. Por la cual el rubro de mantenimiento es despreciable ya que se tiene personal para las tareas.

#### **3.3.5 Cambio de los focos de 60W que se utilizan en la mayoría de baños del hospital por luminaria LEDs PAR38 de Philips**

Máximo performance para la iluminación y control de sus espacios La tecnología LEDs PAR38 de Philips para aplicaciones interiores, ofrecen innovación y dinamismo en la iluminación general con el máximo desempeño.

#### ***Características***

- Atenuable hasta un 10%
- Ahorran hasta un 85% de energía
- Disponibles en 17W de potencia

- Equivalentes a 60W
- Múltiples grados de apertura (10D y 22D)
- Reflector tipo PAR38
- Amplio rango de temperaturas de color (2700K y 3000K)
- Vida útil promedio de hasta 45,000 horas

### **Aplicaciones**

- Iluminación de acento o general
- Reemplazo perfecto de reflectores halógenos tipo PAR38
- Ideal para la iluminación comercial, residencial, hoteles, hospitales, restaurantes y cafés.
- Para un mayor ahorro de energía, reemplace los puntos de luz que más utiliza

**Tabla 45. Características técnicas luminaria LEDs**

TECNOLOGÍA	POTENCIA (W)	KELVIN	VOLTAJE (V)	BASE	CRI	GRADOS DE APERTURA	DURACIÓN (HRS)	INTENSIDAD LUMINOSA (CD)
<b>LEDs</b>	17	3000	120	E26/E	85	22	45000	4100

Las características de la luminaria LEDs se puede notar que es más eficiente que la luminaria incandescente, disminuyendo su potencia 43 W, y aumentando su luminosidad y confort a los usuarios, la duración de esta luminaria es considerable ya que supera a la luminaria actual con el doble de vida útil.

### 3.3.6 Cambio de los focos ahorradores de 60W por iluminación LEDs de 17W PAR38 de Philips.

#### *Datos de Partida*

#### *Análisis de consumo Foco ahorrador 60 W*

**LUMINARIA:** Foco ahorrador 60 W

**NÚMERO DE LUMINARIA:** 203

**NÚMERO DE LÁMPARAS:** 203

**POTENCIA:** 60 W

Potencia teórica

$$P = NL \times P$$

Donde,

NL: Número de lámparas

P: Potencia

La potencia de estas luminarias es de **12180 W**

#### *Análisis de consumo LEDs 17W PAR38*

**LUMINARIA:** LEDs 17W PAR38

**NÚMERO DE LUMINARIA:** 203

**NÚMERO DE LÁMPARAS:** 203

**POTENCIA:** 17 W

Potencia teórica

$$P = NL \times P$$

Donde,

NL: Número de lámparas

P: Potencia

La potencia de estas luminarias es de **3451W**

**Tabla 46. Potencia de luminarias**

LUMINARIA	POTENCIA (W)
<b>FOCO AHORRADOR 60W</b>	12180
<b>LEDS 17W PAR38</b>	3451

Como se puede observar en la tabla 46 la disminución de la potencia con la luminaria LEDs 17W PAR38 es del 71% aproximadamente. Tomando en cuenta que con la luminaria planteada es usada para baños en su gran mayoría.

**Tabla 47. Cantidad de lúmenes**

LUMINARIA	LÚMENES
<b>FOCO AHORRADOR 60W</b>	1200
<b>LEDS 17W PAR38</b>	4100

Como se puede ver la luminaria planteada en la tabla 47, tiene más lúmenes que la utilizada actualmente lo que permite un mayor confort a los ocupantes de estas áreas. Se puede deducir que la luminaria LEDs es más eficiente que la fluorescente.

### **Ahorro monetario**

Si se toma de referencia el precio del KWh para entidades de asistencia social y beneficio público es de \$0.062 (fuente EERCS) para cualquier hora del día y se calcula para los doce meses del año, se tiene:

**Tabla 48. Ahorro monetario de luminarias**

LUMINARIA	POTENCIA (W)	COSTO ENERGÍA \$	PAGO
<b>FOCO AHORRADOR 60W</b>	12180	0,055	670
<b>LEDS 17W PAR38</b>	3451	0,055	190

Como se puede analizar en la tabla 47 se podrá tener un ahorro en la facturación del 71% aproximadamente.

### **Aumento de costos por mantenimiento**

El hospital San Vicente de Paúl, cuenta con personal encargado del mantenimiento y una de sus obligaciones es garantizar un buen funcionamiento del sistema eléctrico. Por la cual el rubro de mantenimiento es despreciable ya que se tiene personal para las tareas.

#### **3.3.7 Cambio de luminaria de lectura en cama de 20W por tecnología LEDs A19 atenuable**

Estilo y eficiencia para la iluminación de ambientes la tecnología LED A19 Atenuable de Philips para aplicaciones interiores y con diseño clásico, son ideales para la iluminación general.

#### **Características**

- Ahorran hasta un 80% de energía
- Disponible en 8, 12.5 y 17W de potencia

- Equivalente a 40, 60 y 75W respectivamente
- Luz de color blanco cálido (2700K)
- Vida útil promedio mayor a 25,000 horas
- Alta eficiencia energética al compararse con lámparas incandescentes comunes integrándose perfectamente a distintos ambientes.

### **Aplicaciones**

- Iluminación general
- Reemplazo perfecto de incandescentes convencionales de mediana potencia.
- Ideal para la iluminación residencial, hoteles, restaurantes y cafés.
- Para un mayor ahorro de energía, reemplace los puntos de luz que más utiliza.

**Tabla 49. Características técnicas luminaria LEDs**

Tecnología	Potencia (w)	Kelvin	Voltaje operación (v)	Base	Cri	Duración (hrs)	Intensidad luminosa
<b>LEDS</b>	8	2700	120	E26/E27	80	25000	470

Se puede notar que la disminución de potencia es considerable pero no se disminuye la ergonomía de los usuarios, de igual manera se aumenta la vida útil de la luminaria.

### 3.3.8 Cambio de luminaria de cama para lectura 20W por iluminación LEDs de 8W A19 Philips.

Datos de Partida

#### **Análisis de consumo Luminaria de lectura 20 W**

**LUMINARIA:** Foco lectura 20 W

**NÚMERO DE LUMINARIA:** 205

**NÚMERO DE LÁMPARAS:** 205

**POTENCIA:** 20 W

Potencia teórica

$$P = NL \times P$$

Donde,

NL: Número de lámparas

P: Potencia

La potencia de estas luminarias es de 4100 W

#### **Análisis de consumo Luminaria de lectura LEDs 8W A19**

**LUMINARIA:** Foco lectura LEDs 8W A19

**NÚMERO DE LUMINARIA:** 205

**NÚMERO DE LÁMPARAS:** 205

**POTENCIA:** 8 W

Potencia teórica

$$P = NL \times P$$

Donde,

NL: Número de lámparas

P: Potencia

La potencia de estas luminarias es de **1624W**

**Tabla 50. Potencia de la luminaria**

LUMINARIA	POTENCIA (W)
<b>LUMINARIA DE LECTURA 20 W</b>	4100
<b>LEDS 8W A19</b>	1624

Como se puede observar en la tabla 49, la disminución de la potencia con la luminaria LEDs 8W A19 es del 60% aproximadamente. Tomando en cuenta que con la luminaria planteada es usada para lectura o revisión.

**Tabla 51. Cantidad de lúmenes**

LUMINARIA	LÚMENES
<b>LUMINARIA DE LECTURA 20 W</b>	120
<b>LEDS 8W A19</b>	470

Como se puede ver la luminaria planteada en la tabla 50, tiene más lúmenes que la utilizada actualmente lo que permite un mayor confort al realizar una revisión o leer. Se puede deducir que la luminaria LEDs es más eficiente que la fluorescente.

### ***Ahorro monetario***

Si se toma de referencia el precio del KWh para entidades de asistencia social y beneficio público es de \$0.055 para cualquier hora del día y se calcula para los doce meses del año, se tiene:

**Tabla 52. Ahorro monetario luminarias**

LUMINARIA	POTENCIA (W)	COSTO ENERGÍA \$	PAGO
<b>LUMINARIA DE LECTURA 20 W</b>	4100	0,055	225
<b>LEDS 8W A19</b>	1624	0,055	89

Como se puede analizar en la tabla 51, se podrá tener un ahorro en la facturación del 60% aproximadamente.

#### ***Aumento de costos por mantenimiento***

El hospital San Vicente de Paúl, cuenta con personal encargado del mantenimiento y una de sus obligaciones es garantizar un buen funcionamiento del sistema eléctrico. Por la cual el rubro de mantenimiento es despreciable ya que se tiene personal para las tareas.

La luminaria de 650W que se utiliza en los quirófanos no se puede realizar cambios ya que estas son de uso exclusivo y fundamental por sus características técnicas para realizar las diferentes operaciones.

#### **3.3.9 Comparación de luminarias**

A continuación se comparara las luminarias actuales con las propuestas, para observar la diferencia que existe entre las mismas.

**Tabla 53. Comparación de luminaria actual VS propuesta**

LUMINARIA	LUMINARIA ACTUAL		LUMINARIA PROPUESTA		
	Potencia (W)	Lúmenes (Lm)	Luminaria	Potencia (W)	LÚMENES (LM)
<b>F4 X 40W T12</b>	480	10000	F3 x 28W TL5 HE	252	8700
<b>F2 X 40W T12</b>	39520	5000	F2 x 28W TL5 HE	27664	5800
<b>F1 X 40W T12</b>	18000	2500	F1 x 28W TL5 HE	12600	2900
<b>F2 X 20W T12</b>	3480	2000	F2 x 14 TL5 HD	2436	2600
<b>FOCO AHORRADOR 60W</b>	12180	1200	LEDs 17W PAR38	3451	4100
<b>LUMINARIA LECTURA</b>	4100	120	LEDs 8W A19	1624	470
<b>TOTAL</b>	<b>77760</b>	<b>20820</b>	<b>TOTAL</b>	<b>48027</b>	<b>24570</b>

Analizando la tabla 52, se puede observar que la potencia con la luminaria propuesta disminuye 29733 W, con respecto a los lúmenes aumenta 3750 Lm. Esto significa que la propuesta energética está funcionando ya que la potencia disminuye pero aumenta la luminosidad del lugar, se disminuye el consumo y se aumenta el confort de los usuarios.

### 3.4 Simulación de resultados de luminaria propuesta

La simulación corresponde al análisis de toda la luminaria de Hospital por pisos donde se obtendrá los parámetros de consumo y el porcentaje de ocupación por cada piso.

**Tabla 54. Comparación de KWh/mes luminaria actual vs luminaria propuesta**

Área hospital	Consumo mes (kwh/mes)	Porcentaje de consumo (%)	Área hospital	Consumo mes (kwh/mes)	Porcentaje de consumo (%)
<b>Planta baja</b>	4290	44	Planta baja	2820	47
<b>Primer piso</b>	1980	20	Primer piso	990	17
<b>Segundo piso</b>	1080	11	Segundo piso	690	12
<b>Tercer piso</b>	1140	12	Tercer piso	630	10
<b>Cuarto piso</b>	690	7	Cuarto piso	390	7
<b>Quinto piso</b>	660	7	Quinto piso	390	7
<b>Total</b>	<b>9840</b>	<b>100</b>	<b>Total</b>	<b>5940</b>	<b>100</b>

Como se puede observar en la tabla 53, el consumo mensual de energía disminuye 3900 KWh/mes dando el 39% de disminución del consumo. Cumpliendo así el 30% de disminución planteado y obteniendo una Eficiencia Energética ya que disminuidos el consumo y se mantiene o se aumenta el confort de los usuarios.

#### **3.4.1 Comparación del Valor de eficiencia energética de la instalación de la luminaria actual vs propuesta.**

Según normativa internacional referente a la luminaria, indica que los hospitales según su superficie debe tener una potencia como se observa en la tabla 55.

**Tabla 55. VEEI luminaria actual vs propuesta**

ILUMINACIÓN ACTUAL		ILUMINACIÓN PROPUESTA	
ÁREA HOSPITAL	W/m <sup>2</sup>	ÁREA HOSPITAL	W/m <sup>2</sup>
<b>PLANTA BAJA</b>	5,45	PLANTA BAJA	3,23
<b>PRIMER PISO</b>	5,81	PRIMER PISO	3,29
<b>SEGUNDO PISO</b>	4,57	SEGUNDO PISO	2,64
<b>TERCER PISO</b>	4,03	TERCER PISO	1,96
<b>CUARTO PISO</b>	3,58	CUARTO PISO	1,81
<b>QUINTO PISO</b>	3,56	QUINTO PISO	1,94
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>TOTAL</b>	<b>15</b>

Como se puede observar en la tabla 54, el objetivo de la investigación se cumple ya que se disminuye los lúmenes del hospital, cumpliendo las normas y obteniendo 15 W/m<sup>2</sup>, las normas indican que el hospital no debe rebasar los 17 W/m<sup>2</sup>.

### **3.5 Propuesta energética de control inteligente para iluminación eficiente.**

(Schröder, 2013) El Sistema de control inteligente de las luminarias facilita la gestión de la red de alumbrado, permite establecer el flujo lumínico adecuado en cada luminaria y sector, optimizando los consumos de energía eléctrica y evitando problemas relacionados con la contaminación lumínica (sobre iluminación, encandilamiento). Por sus características funcionales y técnicas, este sistema desarrollado con el estado del arte de la tecnología, es una herramienta fundamental para optimizar la gestión de las redes del alumbrado público.

El Gobierno con el cambio de matriz energética ofrece a los ciudadanos energía limpia para garantizar la seguridad, bienestar y sostenibilidad. La tecnología desempeña un papel muy importante para impulsar la energía eficiente mediante entornos inteligentes. Los beneficios del control inteligente:

- Gestionarse en forma remota desde múltiples ubicaciones.
- Evita el encendido de las luminarias durante el día.

### ***Mide el consumo de energía real en cada luminaria.***

Actúa sobre la luminaria reduciendo la potencia en horarios y el flujo lumínico configurables. Utiliza relojes astronómicos para operar el encendido, apagado, y reducir la potencia en los momentos exactos en que resulta necesario para cada ubicación geográfica. Evalúa y reporta en línea el estado de cada luminaria permitiendo eliminar el costo de las rondas de verificación manual de las averías.

A través de sus herramientas de reportes permite evaluar el nivel de servicio de los prestadores de servicio de mantenimiento en forma cierta (tiempos medios para reparación, tiempos medios de respuesta, órdenes de servicio pendientes)

Permite realizar el mantenimiento en forma predictiva y proactiva, organizando las rondas de servicio y las compras de repuestos en base a las estadísticas y reportes del sistema. Proporciona mediciones concretas y precisas de los tiempos de servicio y fuera de servicio de cada luminaria.

### **3.5.1 Equipos necesarios en el sistema**

El sistema de control de iluminación necesita diferentes equipos los cuales se indica a continuación.

#### ***Controlador de cargas atenuables***

Con la iluminación propuesta anteriormente se debe unir con el sistema de control, especificando el módulo de control y sus características de funcionamiento. El módulo debe contar con el recorte de capacidad máxima, utilización de la luz del día, sensores de presencia/vacancia, control personal y contacto seco para lograr un ahorro de energía en el área en el que se trabaja.

### ***Características de Funcionamiento.***

- Se debe contar con luminaria fluorescente electrónicas o LEDs, para lograr un control eficiente y cubrir las necesidades del área de trabajo.
- Los módulos de control deben conectarse entre sí, para expandir su funcionalidad en el área de trabajo y mejorar su confort.
- Tener entradas para conectar dispositivos.
- Expandir el número de sensores por módulos externos o directamente de la luminaria dependiendo de la ubicación.
- Contar con contacto de emergencia para utilizar la luminaria de emergencia y tener la mayor luminosidad en las salidas de emergencia.

### ***Módulo de cargas on/off***

Es un módulo inteligente, que registra la utilización de la luminaria ahorrando energía en el área donde se ubique. Puede trabajar con diferentes dispositivos para mejorar la eficiencia en el sistema. Tiene una alta capacidad de expansión lo que permite pasar de un solo espacio hasta todo un piso con uno o más módulos.

Funcionamiento.

Elimina la formación de arcos eléctricos en los contactos mecánicos, cuando las cargas son conmutadas obteniendo que los relés no se quemen y el equipo y sistema puedan funcionar eficientemente.

Funciona con sensores de presencia, vacancia, sensores fotoeléctricos, botoneras o interruptores de bajo voltaje directamente al módulo. La información obtenida de los sensores se puede obtener mediante un software del módulo.

Posee entradas de contacto seco, una de ellas es designada a un dispositivo como un reloj y sistemas de manejo de edificios, y otra entrada de contacto seco

de emergencia. Su montaje es superficial, para evitar problemas de ubicación en el espacio en el que se trabaja.

### ***Módulo de sensores inalámbricos***

Es un interfaz que permite la adaptación de equipos inalámbricos con equipos que son cableados a través de un can bus. Los sensores deben estar dentro del rango para poder comunicarse entre ellos.

Características.

- Integrar los módulos de control que posea el sistema con sensores inalámbricos y controles remotos.
- Posee entradas universales en donde se pueden conectar sensores o controles alámbricos, ya sean estos sensores de presencia/vacancia, sensores fotoeléctricos o botoneras.
- Su radio de alcance para tecnología infrarroja debe ser de al menos 18 metros de línea de vista o 9 metros a través de las paredes.

### ***Sensor inalámbrico de presencia / vacancia tipo proximidad***

Proporcionan el apagado automático para ahorrar energía. La integración inalámbrica es ideal en la mayoría de las situaciones y es perfecta para las aplicaciones de retro adaptación, debido a que su instalación es sencilla a través de múltiples formas de acuerdo al techo en el que se va a instalar.

### ***Sensor inalámbrico fotoeléctrico***

Se usa para atenuar o conmutar las zonas de luz en respuesta a la luz del día. La integración inalámbrica es ideal en la mayoría de las situaciones y es perfecta para las aplicaciones de retro adaptación por la facilidad de instalación en el techo.

### ***Sensor alámbrico de presencia tipo proximidad***

Proporcionan una atenuación de la iluminación a través del balasto o un apagado automático para ahorrar energía. Se usa como una solución alámbrica para las instalaciones en donde no se recomienda o no se aprueba la comunicación inalámbrica.

Tiene una cobertura de 180° y un rango de operación de 46 metros cuadrados, ideal para espacios pequeños u oficinas privadas, además que la tecnología dual lo que lo hace perfecto para este tipo de oficinas donde las personas pasan mucho tiempo trabajando sin realizar movimientos bruscos.

### ***Sensor alámbrico fotoeléctrico***

Permite atenuar o conmutar la iluminación en múltiples zonas en respuesta a la luz del día. Se utiliza la solución alámbrica para las instalaciones en donde no se recomienda o no se aprueba la comunicación inalámbrica.

### ***Botonera de control***

Se utiliza dentro del sistema donde sea necesario para seleccionar y ajustar escenas ya sean de iluminación o de cortinas eléctricas, esto permite tener un control de iluminación mucho más personalizado y una atenuación completa dentro del rango y además se puede contar con botones grabados, lo que permite un uso más sencillo.

### ***Medidor de energía***

Se lo utiliza para hacer una comparación entre los dos sistemas, el sistema planteado inicialmente y el sistema con eficiencia energética. En términos generales el medidor de energía o contador es un equipo empleado para medir la energía suministrada a los clientes y posibilita a la Empresa realizar una facturación adecuada de la potencia y energía consumida. Para medir la potencia se emplean los vatímetros. Para medir correctamente, se debe conectar, a la vez,

la señal de voltaje y corriente del circuito que se desea medir. Es importante considerar la polaridad del voltímetro y el sentido del flujo de la corriente para una correcta medida.

### ***Timer***

Dispositivos que contralan el encendido de la luz por un tiempo determinado, se utilizará en los baños ya que las personas ingresan y encienden la luz sin necesidad y la dejan encendida. La función es que al momento de encender la luz esta permanecerá encendida por un periodo de 15 minutos.

### ***Ahorro producido por el sistema de control***

Gracias a que el sistema de control permite un monitoreo constante tanto de la ocupación de lugar así como de la cantidad de luz natural que influye en el lugar, es posible aumentar el ahorro obtenido por carga instalada, de acuerdo a varios estudios realizados se conoce que los sensores de ocupación producen un ahorro adicional de 15%, mientras los sensores fotoeléctricos permiten un ahorro de 15%. Los Time un ahorro del 10%.

## **3.6 Propuesta energética en equipos médicos**

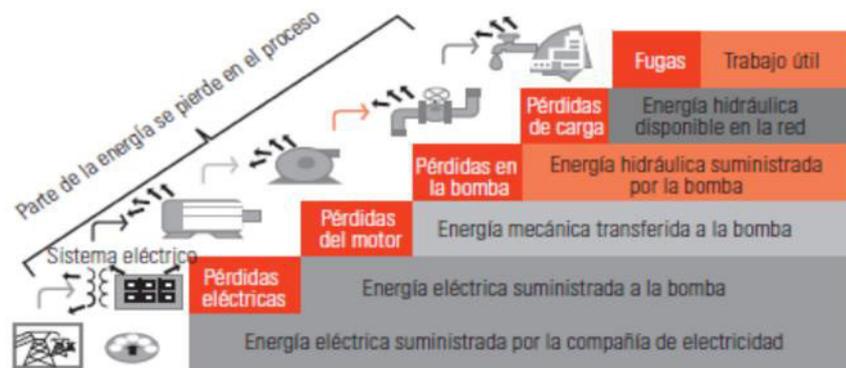
En los equipos médicos no se puede realizar una propuesta energética óptima para reducir el consumo de los mismos ya que por normas y leyes de los Hospitales hay equipos que deben estar encendidos las 24 horas. Lo que se realizó es verificar su correcto funcionamiento midiendo su amperaje y voltaje y comparando con sus respectivas etiquetas.

La mayoría de equipos en el Hospital San Vicente de Paúl tienen la misma edad que el hospital por lo cual se encuentran algunos ya defectuosos o no cumplen con los parámetros de funcionamiento eficientes.

### 3.7 Propuesta energética en sistema de fuerza

#### 3.7.1 Sistemas de bombeo y motores

Se realizó un balance de energía de dicho sistema, donde se basa en determinar la energía consumida y las pérdidas en los componentes de bombeo. Este método distingue cuanta energía se convierte en trabajo y cuanto se pierde. Como se indica en la figura 30.



**Figura 30. Producción de energía**  
Fuente. (Desarrollo, 2013)

#### 3.7.2 Eficiencia energética en motores

Durante el levantamiento de información se observó que existe un desbalance de voltaje en la alimentación al motor, por tal motivo dichos equipos están trabajando con una eficiencia depreciada.

***Acciones para corregir el desbalance de voltaje.****Origen*

Desbalance en la corriente demandada por el motor, la que produce una caída de tensión en cada fase, y por lo tanto, el desbalance en voltaje.

*Acciones*

Practicar un mantenimiento al motor, y en caso de que el daño sea irreversible, sustituir el motor por un motor nuevo de alta eficiencia.

*Origen*

Desbalance de origen en la alimentación de la compañía suministradora.

*Acciones*

Solicitarle a la compañía suministradora la corrección del problema.

*Origen*

Desbalance originado por el transformador de la subestación propia.

*Acciones*

Practicar un mantenimiento al transformador, y en caso de que el daño sea irreversible, sustituir el transformador por un transformador nuevo de bajas pérdidas.

*Origen*

Desbalance originado por una falta de balanceo en las cargas del transformador.

*Acciones*

Balancear las cargas del transformador

*Metodología de cálculo: el efecto positivo de eliminar el desbalance de voltaje se refleja en la mejora de la eficiencia del motor, cuyo beneficio se calcula siguiendo los pasos que se detallan a continuación.*

Paso 1. Calcular la eficiencia a la que trabajará el motor, una vez corregido el desbalance de voltaje, siguiendo el procedimiento descrito en el capítulo anterior.

Paso 2. Calcular la potencia eléctrica que demandará el equipo una vez implementada la acción correctiva.

Paso 3. Calcular los ahorros a lograrse.

### ***Sustitución del motor eléctrico por un motor de alta eficiencia***

(Desarrollo, 2013) Esta acción se debe realizar como último recurso, cuando la inversión sea menor que el cambio del motor. Esta acción se la debe realizar cuando el motor sufre una falla y es necesario repararlo.

*Metodología de cálculo: para evaluar los beneficios y la rentabilidad de esta medida, se siguen los siguientes pasos:*

Paso 1. Calcular la eficiencia a la que trabaja el motor actual.

Paso 2. Proponer un motor nuevo de alta eficiencia y especificar su valor de eficiencia respectiva.

Los motores de alta eficiencia se diferencian de los motores estándar por las siguientes características:

- Utilización de acero con mejores propiedades magnéticas.
- Reducción del entrehierro.
- Reducción del espesor de la laminación.
- Incremento en el calibre de los conductores.

- Utilización de ventiladores y sistemas de enfriamiento más eficientes.
- Utilización de mejores materiales aislantes.

Paso 3. Calcular los ahorros de energía a obtener. Cotizar el motor de alta eficiencia propuesto y evaluar la rentabilidad.

Tomando en cuenta que un motor de alta eficiencia tiene corrientes de partida mayores a las estándares; además, el tamaño de un motor de este tipo es mayor, lo que deberá incluirse en la factibilidad técnica de su cambio.

### ***Optimización de la eficiencia de motores***

La eficiencia energética de los motores eléctricos en operación, además del cálculo de la eficiencia real, implica un análisis de las posibles causas que la afectan, de acuerdo con la condición anómala encontrada. En la tabla 55 se puede observar las correcciones que pueden tener los motores eléctricos.

**Tabla 56. Acciones para corregir el funcionamiento deficiente en motores**

CONDICIÓN ACTUAL	DIAGNÓSTICO	PROPUESTA
	El voltaje en el punto de acometida está por debajo del nominal.	-Corregir con los taps del transformador. (Los taps son los componentes físicos en forma de manija – cambiadores– de un transformador, que se utilizan para graduar la relación de transformación del voltaje y ajustar el voltaje de salida al motor para absorber las variaciones del suministrador). Continua 

<p><b>Voltaje de alimentación</b> <b>Por debajo del nominal</b></p>	<p>-Solicitar al suministrador que corrija el problema.</p> <p>El voltaje en el punto de acometida presenta variaciones mayores al 5%. -Solicitar al suministrador que corrija el problema.</p> <p>El voltaje en el punto de acometida es el nominal y no presenta variaciones significativas. -Corregir con los taps del transformador. -Practicarle un Diagnóstico y mantenimiento al transformador.</p>
<p><b>Desbalance del voltaje</b> <b>De alimentación al motor</b></p>	<p>El voltaje en el punto de acometida está desequilibrado. Solicitar al suministrador que corrija el problema.</p> <p>El voltaje en la acometida está balanceado y en el secundario del transformador está desequilibrado. Practicar un diagnóstico y mantenimiento al transformador.</p>
	<p>El voltaje en los bornes del secundario del transformador está balanceado y en la alimentación al motor se encuentra desequilibrado. -Revisar la conexión de puesta a tierra del transformador y el motor, y en caso de que se detecten problemas, corregirlos. -Revisar las conexiones del CCM, arrancador y motor, y en caso de que se detecten problemas, corregirlos.</p>
<p><b>Desbalance en la</b> <b>Corriente demandada por</b> <b>El motor</b></p>	<p>El desbalance en corriente es inversamente proporcional al desbalance en voltaje. Corregir el desbalance en voltaje. Continua </p>

<p><b>La velocidad de operación Del motor está por Debajo de la velocidad a Plena carga</b></p>	<p>El desbalance es producido por una demanda desequilibrada por las fases del motor.</p>	<p>-Si el desbalance es menor al 5%, practicarle un mantenimiento al motor. Continua -Si el desbalance es mayor al 5%, sustituir el motor por un motor nuevo de alta eficiencia.</p>
<p><b>Alta temperatura y/o Alta vibración en cojinetes Y/o rodamientos</b></p>	<p>Problemas con rodamientos y/o cojinetes.</p>	<p>Lubricar y, en su caso, sustituir los elementos con problemas.</p>
<p><b>El motor es de eficiencia Estándar y tiene más de 10 años de operación El motor ha sido reparado (rebobinado) más de Dos veces</b></p>	<p>La eficiencia de operación del motor es baja.  La eficiencia del motor se encuentra depreciada.</p>	<p>Sustituir el motor actual por un motor nuevo de alta continua eficiencia, de una capacidad tal que opere cerca del 75% de su capacidad.</p>
<p><b>El motor se encuentra Trabajando con un factor De carga menor al 45%</b></p>	<p>El motor se encuentra trabajando en una zona donde su eficiencia de operación es baja.</p>	
<p><b>El motor se encuentra Trabajando con un factor De carga mayor al 100%</b></p>	<p>El motor se encuentra trabajando en una zona donde su eficiencia de operación es baja</p>	

Con estas observaciones se puede mejorar la eficiencia de los motores eléctricos, obteniendo así reducción de las pérdidas energéticas. Dando como resultado la reducción del 30% en las pérdidas del motor de 10 HP con un 82% de eficiencia, aumentará su valor a 87% de eficiencia. Dentro de las acciones planteadas, las más recurrentes y sus respectivas recomendaciones se representan a continuación.

### ***Sustitución del conjunto bomba-motor***

Se realiza cuando la eficiencia electromecánica es baja y el potencial de ahorro de energía supera los 20% de ahorro. Es vital revisar los valores de eficiencia reales de los motores eléctricos. El criterio óptimo considera que si el potencial de mejoras de la eficiencia rebasa el 5%, es recomendable cambiar el conjunto bomba motor.

### ***Medidas para incrementar la eficiencia de las bombas***

#### **Adecuación del equipo de bombeo al punto de operación real**

Para determinar esta adecuación se debe definir al menos dos puntos de operación de carga. A continuación se analizará las características del equipo y se evaluará si esta adecuación es viable. No obstante toda modificación puede generar cambios de diseño, como puede ser: un recorte en el diámetro de salida del impulsor o sustitución del equipo de bombeo, pueden cambiar las curvas de eficiencia de las bombas.

**Tabla 57. Acciones recomendadas para ajustar las curvas del equipo de bombeo a la condición real de operación**

BOMBA	UBICACIÓN DEL PUNTO OPERACIÓN	PROPUESTA
<b>VERTICAL MULTIETAPA</b>	Por encima de la curva de la bomba	-Incrementar etapas hasta lograr hacer pasar la curva de la bomba por el punto de operación. -Sustituir los impulsores por nuevos impulsores de mayor diámetro, siempre que sea posible.
	Por debajo de la curva de la bomba	-Eliminar etapas hasta lograr hacer pasar la curva de la bomba por el punto de operación. -Recortar los impulsores al tamaño requerido para que la curva de la bomba pase por el punto de operación.
<b>HORIZONTAL</b>	Por encima de la curva de la bomba	Sustituir los impulsores por nuevos impulsores de mayor diámetro, siempre que sea posible.
	Por debajo de la curva de la bomba	Recortar los impulsores al tamaño requerido para que la curva de la bomba pase por el punto de operación.

En la casa de máquinas al realizar la propuesta de eficiencia energética en motores y sistemas de bombeo se logrará disminuir un consumo de energía eléctrica de un 20%.

**Tabla 58. Comparación condición actual vs propuesta**

CONDICIÓN ACTUAL		PROPUESTA	
ÁREA	Consumo (KWh/mes)	Área	CONSUMO (KWH/MES)
CASA DE MÁQUINAS	10140	Casa de máquinas	8112

Como se puede observar en la tabla 57, se disminuye 2028 KWh/mes, dando un 20% de ahorro de energía eléctrica.

### 3.7.3 Ascensores

Los ascensores es uno de los equipos que menos se toma en cuenta en la eficiencia energética en los hospitales, pero si es uno de los que más consume energía, el Hospital San Vicente de Paúl cuenta con dos ascensores uno para los usuarios y otro para el personal y camillas como se puede observar en la tabla 59.

**Tabla 59. Ascensores Hospital San Vicente de Paúl**

Marca	Nº personas	Nº ascensores	Años de servicio	Consumo (kw)	Horas de uso	Energía (kwh/día)	Energía (kwh/mes )
Schindler	16	2	23	40	5	400	12000
Schindler	6	1	23	15	3	45	1350

Como se puede observar los ascensores tienen 23 años de servicio y un consumo de 13350 KWh/mes, lo que representa el 21% de consumo de energía en los equipos médicos. En estos consumos ya está incluido la iluminación del ascensor que es el 40% de consumo del ascensor. Obtenidos los resultados es de vital importancia realizar una mejora a estos equipos.

### 3.7.4 Propuesta energética en ascensores

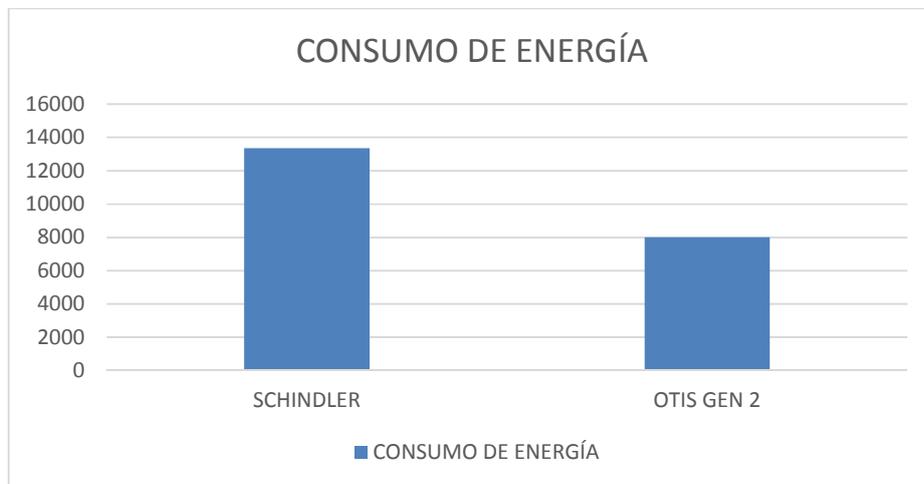
Se plantea cambiar los motores y el sistema de tracción de los ascensores por sistemas modernos y eficientes, tomado los años de funcionamiento de los ascensores como norma ya requiere realizar cambios a los mismos.

En la actualidad existen sistemas modernos que contribuye al ahorro de energía, el sistema que más llama la atención es el de regeneración de energía, donde el motor es de imán permanente el funcionamiento es el mismo que cualquier motor con la diferencia que este cuando el ascensor baja genera energía lo cual alimenta a la iluminación del mismo ascensor.

Cuando el motor desciende este lo hace por medio de gravedad en el sistema actual con el que cuenta el hospital San Vicente de Paúl realiza los mismo con la diferencia que este no provoca energía, con el sistema propuesto por tener un sistema de imanes genera energía, tal como un dínamo y esta energía se la utiliza para el sistema de iluminación provocando un ahorro aproximado de 40% y aumentado su eficiencia en un 75%.

**Tabla 60. Análisis de ascensores**

<b>ASCENSOR ACTUAL</b>		<b>ASCENSOR PROPUESTO</b>	
<b>ASCENSOR</b>	<b>CONSUMO (KWh/mes)</b>	<b>ASCENSOR</b>	<b>CONSUMO (KWH/MES)</b>
<b>SCHINDLER</b>	13350	<b>OTIS GEN 2</b>	<b>8010</b>



**Figura 31. Consumo de energía**

Como se puede ver en la figura 31, el ahorro de consumo es de 5340 KWh/mes, lo cual contribuye este sistema al ahorro de energía considerablemente.

Este sistema propuesto no solo cambia el motor, también el sistema de tracción ya que no cuenta con piñones ni casa de máquinas lo que provocan pérdidas y ruidos en el funcionamiento y un mantenimiento más minucioso. En este sistema se utiliza poleas con cintas planas de acero flexible lo que disminuye el ruido de los cables de acero y de los piñones.

#### ***Complemento propuesta energética***

Se tiene que concientizar a las personas que utilizan los ascensores el uso adecuado ya que hay personas que suben un piso y utilizan el ascensor, delimitar el uso de los ascensores solo a personas de la tercera edad, minusválidos, personas enfermas y en caso de requerimiento de medicina de emergencia.

En las noches desactivar dos ascensores y que funcione solo uno para disminuir el consumo de energía lumínica, y de igual manera incorporar sensores

de movimiento en los ascensores para que la luz se encienda solo cuando haya personas utilizándolos.

### **3.8 Propuesta energética en equipos informáticos y televisiones.**

En esta propuesta se refiere a los ordenadores y las fuentes de alimentación de aparatos electrónicos que mantienen un mínimo de consumo eléctrico mientras están conectados a la red. Esto permite alimentar los circuitos de encendido que facilitan que al pulsar el botón el sistema se active y ponga en marcha, o hacer que funciones como el autoencendido, la activación vía red u otras posibilidades se mantengan operativas.

El problema es que se estima que hasta un 5% del consumo de la factura del hospital puede venir provocado directamente por la energía que consumen ordenadores, televisores, consolas, periféricos o cargadores de móviles conectados mientras permanecen en espera y sin uso. Es una cifra más que es importante, sobre todo si se calcula con perspectiva anual.

La solución para estos problemas es utilizar regletas con interruptor para alimentar grupos de aparatos eléctricos como TVs, DVDs, Laptos y apagar la regleta cuando no se esté utilizando dichos equipos.

La implementación de productos como la gama Conserve de Belkin, donde incide la regleta Smart AV, que ayuda al encendido de un aparato conectado al enchufe maestro como la TV, PC y celulares, luego, activa el resto de los enchufes que alimentan a otros equipos que hasta ese instante habían permanecido en consumo cero.

También se puede recurrir a cosas menos sofisticadas y baratas, como los típicos temporizadores eléctricos. Conectados justo delante de las regletas de los grupos de equipos electrónicos TV, informática, audio, se puede programarlos para que corten la energía por las noches o en los días y horas en los que estén fuera de servicio.

### **3.8.1 Propuesta dos computadoras**

El BIOS de los PCs como el propio Windows cuenta con un buen número de ajustes que ayudan a minimizar el consumo energético del PC. En el caso de Windows se puede configurar de la siguiente manera: Inicio/Panel de control/Sistema y seguridad/Opciones de energía. En esta ventana se mostrará diferentes perfiles de energía, siendo el de Alto rendimiento el que más consumo energético necesita, y el Economizador el más económico.

Si se selecciona Cambiar la configuración del plan, se accederá a una nueva pantalla donde se puede elegir el comportamiento del PC dependiendo de los eventos cuando se tiene dicho plan activado. Así, se puede ajustar el tiempo sin uso tras el que se atenuará la iluminación de la pantalla, el tiempo que tardará en apagarse e incluso en entrar en suspensión. Si, además, se selecciona en Cambiar la configuración avanzada de energía, se podrá ajustar muchos más parámetros, como el comportamiento del adaptador WiFi, la administración de la CPU o el disco duro.

Como es normal en el hospital las computadoras siempre pasan encendidas, esto sucede por varios motivos, uno de ellos es porque se olvidan de apagar el PC, para resolver esta problemática se puede ajustar todos estos valores para que al cabo de 30 minutos sin uso, el PC se suspenda automáticamente. Se ahorra energía y se prolonga la vida de los componentes. Igualmente, si se deja el PC encendido para descargar archivos de Internet, puede resultar muy útil evitar que se suspenda, pero se puede hacer que los discos y la pantalla se desconecten al cabo de pocos minutos, o que la potencia del procesador se limite a un porcentaje más bajo, con lo que necesitará menor cantidad de energía.

Con las propuestas presentadas se puede disminuir el consumo en un 20% dando como resultado:

**Tabla 61. Disminución consumo equipo informático**

<b>CONSUMO ACTUAL</b>		<b>CONSUMO PROPUESTO</b>	
<b>EQUIPO</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>CONSUMO</b>
<b>INFORMATICO</b>	<b>(KWh/mes)</b>	<b>INFORMATICO</b>	<b>(KWH/MES)</b>
<b>COMPUTADORAS,</b>	1620	Computadoras,	<b>1296</b>
<b>TVS</b>		TVs	

Como se puede observar el ahorro de energía es 162 KW, en estos equipos no se puede realizar una disminución de consumo más grande ya que hay computadoras que pasan encendidas las 24 horas y no se puede realizar una modificación, en las que se puede realizar en las computadoras que se encuentren en información, oficinas y bodegas. En el caso de televisiones en el hospital se tiene un control de estas por parte de las autoridades y personas de mantenimiento.

### **3.9 Análisis de disminución de consumo de energía eléctrica.**

Las propuestas planteadas para la disminución de energía en estos equipos es la siguiente, tomando en cuenta que no se puede realizar una propuesta energética específica por normas del hospital pero en los equipos que entran en estas normas se lo puede realizar como se detalla a continuación.

**Tabla 62. Disminución de energía en equipos médicos**

ÁREA HOSPITAL	CONSUMO ENERGÉTICO (KWH/MES)
COCINA	<b>3420</b>
<b>CONSULTORIOS</b>	1110
<b>U.C.I.</b>	14730
<b>LABORATORIOS</b>	1440
<b>NEONATOLOGÍA</b>	1080
<b>QUIRÓFANOS</b>	3420
<b>HOSPITALIZACIÓN</b>	990
<b>FISIOTERAPIA</b>	360
CASA DE MÁQUINAS	<b>8112</b>
<b>RAYOS X, TOMOGRAFÍA</b>	1740
LAVANDERÍA	<b>8235</b>
ASCENSOR	<b>8010</b>
EQUIPO INFORMÁTICO	<b>1296</b>
TOTAL	<b>53943</b>

Como se puede notar en la tabla 61, se obtuvo una disminución de 8787 KW/h al mes, obteniendo un 15% de ahorro. No es un porcentaje alto pero si se toma en cuenta con el sistema de iluminación se obtiene un ahorro aprovechable.

### **3.10 Concientización del personal y usuarios del hospital**

Esta propuesta es una de las más importantes ya que se involucra a las personas y no a las máquinas. Los usuarios y personal del hospital deben aprender a utilizar la energía ya que así se tenga equipos para realizar estas propuestas, es responsabilidad de las personas poder cumplir este objetivo.

### 3.10.1 Concientización del personal de cocina.

Se pretende realizar una capacitación al personal de cocina para el buen uso de los equipos de esta área del hospital, se va a enfatizar en el uso de las cocinas y hornos eléctricos y los refrigeradores.

Con estas capacitaciones se espera reducir en un mínimo de 5% de energía en la cocina.

**Tabla 63. Ahorro de energía cocina**

ÁREA	ENERGÍA (KW) MES	ÁREA	ENERGÍA (KW) MES
COCINA	3600	Cocina	3420

Como se puede ver se reduce 180 KW al mes, tomando en cuenta que es el porcentaje mínimo de reducción, si el personal de cocina acoge todos los consejos se puede reducir más.

### 3.10.2 Concientización del personal de lavandería.

De igual manera en esta área depende del personal de lavandería para realizar un ahorro de energía. El principal objetivo de esta propuesta es que se utilicen las lavadoras y secadoras a su máxima capacidad, ya que en algunas ocasiones las lavadoras y secadoras se utilizan a una capacidad media, otra propuesta es que se utilice estas máquinas en horas de bajo consumo como por ejemplo a partir de las 22 horas hasta las 7 horas donde la energía es más baja. Si se aplica esta propuesta en esta área se puede tener un ahorro del 10% de energía.

**Tabla 64. Ahorro de energía lavandería**

ÁREA	ENERGÍA (KW) MES	ÁREA	ENERGÍA (KW) MES
LAVANDERÍA	9150	Lavandería	8235

Se puede observar en la tabla 63, que la reducción en el área de lavandería es de 915 KW al mes, concientizando a los operadores de dichas máquinas a una utilización eficiente.

### 3.11 Análisis del sistema eléctrico

A continuación se realizará una simulación del ahorro energético de todo el sistema eléctrico en los medidores que tiene el hospital.

**Tabla 65. Simulación de propuesta energética.**

CONSUMO ACTUAL		CONSUMO PROPUESTO	
SISTEMA	ENERGÍA (KWh/mes)	SISTEMA	ENERGÍA (KWh/mes)
Iluminación	9840	Iluminación	<b>5940</b>
Equipos médicos y electromecánicos	62730	Equipos médicos y electromecánicos	<b>53943</b>
Total	<b>72570</b>	Total	59883

Como se puede observar se tiene un ahorro en la energía eléctrica del hospital de 12687 KW al mes, dando un 18% de ahorro energético.

#### **Ahorro económico**

Por ser una institución pública tiene dos tarifas de 7:00 a 22:00 tiene un valor de 0,055 centavos y de 22:00 a 7:00 tiene un valor de 0,044 centavos. Según las facturaciones del año el consumo de la primera tarifa es el 40% de la energía dando como resultado:

**Tabla 66. Ahorro económico de la propuesta.**

TARIFA	ENERGÍA KW/H AL MES	FACTURACIÓN DÓLARES
7:00 A 22:00	37146	2043,03
22:00 A 7:00	24765	1089,66
TOTAL		<b>3132,69</b>

Según las facturaciones de los meses anteriores la facturación del hospital es de 5500 dólares mensuales en promedio, con este dato se puede ver un ahorro de 2368 dólares al mes, obteniendo al año un ahorro de 28416 dólares.

**Tabla 67. Ahorro en la facturación.**

FACTURACIÓN ACTUAL		FACTURACIÓN PROPUESTA	
CONSUMO	FACTURACIÓN \$	Consumo	FACTURACIÓN \$
MES	5500	Mes	<b>2368</b>
AÑO	66000	Año	<b>28416</b>

### 3.12 Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>

Al realizar una disminución del consumo de energía no solo se tiene un ahorro monetario, también se logra disminuir las emisiones al ambiente de Monóxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), cada KW de energía eléctrica genera 0,65 Kg de CO<sub>2</sub>, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 68. Disminución de CO<sub>2</sub>**

ENERGÍA KW	EMISIÓN DE CO <sub>2</sub> (KG)	ENERGÍA KW	EMISIÓN DE CO <sub>2</sub> (KG)
<b>72570</b>	47170,5	61911	40242,15

Como se observa la tabla 67, disminuye la emisión de CO<sub>2</sub> en un 15% ayudando a la conservación del ambiente, por lo cual la eficiencia energética no solo ayuda al buen manejo de la energía sino también a la disminución de emisiones de contaminantes.

## Capítulo IV

### 4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1 Análisis de resultado y discusión

En la tabla 4.1 se observa los consumos energéticos que se espera obtener con la propuesta energética en los diferentes sistemas del Hospital San Vicente de Paúl. Los datos obtenidos son consumos medios.

**Tabla 69. Simulación de propuesta energética.**

CONSUMO ACTUAL		CONSUMO PROPUESTO	
SISTEMA	ENERGÍA (KWh/mes)	SISTEMA	ENERGÍA (KWh/mes)
Iluminación	9840	Iluminación	<b>5940</b>
Equipos médicos y electromecánicos	62730	Equipos médicos y electromecánicos	<b>53943</b>
Total	<b>72570</b>	<b>Total</b>	59883

Como se puede observar en la tabla el consumo energético en el sistema eléctrico se puede disminuir en un 25%, ya que el consumo actual de Hospital es de **72570 KWh/mes**, y el que se espera lograr con la propuesta energética es de **53943 KWh/mes**. Teniendo como resultado un consumo anual medio de 647316 KWh/año

Dando como factible la propuesta energética, tomando en cuenta que se podría disminuir si se realiza una modernización de los equipos de la Cocina,

Lavandería y Casa de Máquinas. Sin olvidar que los responsables directos de la Propuesta Energética son los usuarios y trabajadores del Hospital, teniendo un uso consiente de la energía eléctrica.

## 4.2 Índices energéticos

Los hospitales cuentan con varias características donde se les puede comparar entre hospitales de la misma envergadura, como puede ser: por los niveles de especialidades médicas, ocupación mensual, cantidad de camas utilizadas, tiempo de residencia de pacientes. Para fines de la investigación se tomará los aspectos físicos del Hospital, teniendo datos más reales de los consumos energéticos. En nuestra investigación se trabajará con la cantidad de camas con las que cuenta el Hospital San Vicente de Paúl.

**Cantidad de Camas.-** Es el parámetro más utilizado para obtener índices energéticos en Hospitales, por ser un índice estándar. Se considera a todas las camas con la que cuente el Hospital, sin tomar en cuenta el índice de ocupación. Se clasifica según los siguientes rangos:

0-50 camas

50-100 camas

100-200 camas

200-300 camas

300-400 camas

400-500 camas

500-600 camas

600-700 camas

700 y más camas.

### 4.3 Índices energéticos del hospital San Vicente de Paúl.

#### 4.3.1 Índice energético en condiciones actuales.

Como se indicó anteriormente se utilizará el número de camas que cuenta el HSVP.

Número de camas: 220

Consumo Energético (KWh/año): **870840**

$$IE = \frac{CE}{N}$$

Donde,

IE: Índice energético

CE: Consumo energético

N: Número de camas

**ÍNDICE ENERGÉTICO: 3958 KWh/ cama x año**

#### Índice energético con la Propuesta Energética.

Como se indicó anteriormente se utilizará el número de camas que cuenta el HSVP.

Número de camas: 220

Consumo Energético (KWh/año): **647316**

$$IE = \frac{CE}{N}$$

Donde,

IE: Índice energético

CE: Consumo energético

N: Número de camas

**ÍNDICE ENERGÉTICO: 2942 KWh/ cama x año**

Obtenidos los Índices Energéticos del Hospital en condiciones actuales y simulando la propuesta Energética planteada se procede a comparar dichos índices y así analizar los datos y conocer si la propuesta es viable para su aplicación.

**Tabla 70. Índices Energéticos actual y propuesto**

ÍNDICE	CONDICIONES ACTUAL	PROPUESTA ENERGÉTICA
NÚMERO DE CAMAS	3958 KWh/ cama x año	2942 KWh/ cama x año

Como indica la tabla 69, se obtuvo una disminución del consumo energético según el número de camas de 1016 KWh/ cama x año, en cada cama del hospital se obtendrá esta disminución, obteniendo una disminución del 25% por cama. Analizando dicho porcentaje se puede concluir que la propuesta energética propuesta es viable.

#### 4.4 Comparación de índices energéticos con hospitales internacionales.

Obtenido el Índice Energético se comparará con hospitales internacionales ya que en nuestro país no existe datos, Chile es uno de los países con los que cuenta con dichos índices donde se seleccionará un Hospital que cuente con las mismas características donde se obtuvo un índice de 2905 **KWh/cama x año**.

**Tabla 71. Comparación de índice energético con Hospitales Internacionales.**

HOSPITAL	NÚMERO DE CAMAS	INDICADOR KWH/CAMA X AÑO.
<b>HOSPITAL SAN VICENTE DE PAÚL</b>	220	2942
<b>HOSPITALES DE CHILE</b>	216	2905

El HSVP, tiene un índice mayor con un 2% siendo despreciable por las diferencias climáticas y topográficas de los países en cuestión. De igual manera por el número de camas el HSVP está dentro de los parámetros internacionales.

Tomando en cuenta los indicadores energéticos tomados con anterioridad la Propuesta Energética planteada estaría obteniendo el resultado esperado, cumpliendo los índices internacionales.

#### **4.5 Costo de implementación y retorno de la inversión.**

Los costos en la implementación se basan en tres sistemas: Iluminación, fuerza e Informáticos. Los valores se detallan en la tabla 4.5.

**Tabla 72. Costos de implementación de la propuesta energética**

SISTEMA	VALOR DÓLARES
<b>SISTEMA DE ILUMINACIÓN</b>	17000
<b>SISTEMA DE FUERZA</b>	10000
<b>SISTEMAS INFORMÁTICOS</b>	1000
<b>TOTAL</b>	28000

Según los datos obtenidos en la tabla 35 del capítulo III, donde se indica que se obtendrá un ahorro de 2368 dólares en la facturación mensual, dando un ahorro anual de 28416 dólares.

Obtenido estos datos se puede concluir que la recuperación del capital invertido en la Propuesta Energética se recupera al cabo de un año, evidenciando así que la propuesta es viable económicamente.

## CAPÍTULO V

### 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

La eficiencia energética en el Hospital se determina por el uso de los recursos energéticos utilizados en diferentes áreas para el confort necesario de los usuarios. Mediante un enfoque económico se puede evidenciar la eficiencia orientada a los insumos.

La propuesta de Eficiencia Energética en el Hospital San Vicente de Paúl es viable ya que se puede lograr disminuir alrededor de un 15% de consumo de energía eléctrica.

Los índices energéticos del Hospital, en las condiciones actuales y con la simulación de la propuesta se logró disminuir un 25% de energía por cama, obteniendo otro parámetro que indica que la investigación es viables y aplicable.

En la investigación del sistema eléctrico del Hospital San Vicente de Paúl se pudo determinar que el subsistema que más energía consume es el de iluminación, con la propuesta energética que consiste en el cambio de la luminaria convencional a la luminaria electrónica se disminuirá notablemente los consumos de energía.

En nuestro país se puede notar la repercusión de la diversidad de los hospitales lo que conlleva a una dificultad de comparaciones en el consumo energético. De igual manera imposibilita determinar un valor característico del consumo de energía para los Hospitales del país.

La propuesta energética puede ser implementada en toda la red de Hospitales públicos del país, el resultado estará condicionado por parámetros propios de cada Hospital, los mismos que serán los causantes de las variaciones del consumo de energía.

## **5.2 Recomendaciones**

Realizar un compendio de todas las investigaciones de Eficiencia Energética realizadas en los Hospitales, para poder obtener parámetros de comparación con hospitales de las mismas características.

Realizar investigaciones de la misma índole en clínicas privadas para obtener índices energéticos y obtener las diferencias con los hospitales del sector público.

Implementar un proyecto de Gestión Hospitalaria en el Hospital San Vicente de Paúl para poder optimizar la propuesta energética planteada.

Capacitar a los trabajadores del Hospital en el buen manejo del recurso energético, ya que este parámetro incide en la disminución de energía.

## 6 BIBLIOGRAFÍA

- Desarrollo, B. N. (2013). Evaluación para sistemas de bombas de agua. Washington DC.
- Levy, R. R. (2012). *Instalaciones eléctricas seguras : diseño, proyecto y montaje*. Córdoba : Universitat.
- Lopez. (2006). *Eficiencia Energética* . Reverte.
- Malagón-Londoño, G. (2000). *Administración hospitalaria*. Médica Panamericana.
- Manzano Orrego, J. J. (2014). *Mantenimiento de máquinas eléctricas*. Thomson Paraninfo.
- Mattwandel, M. (13 de Diciembre de 2012). *Ieeexplore*. Obtenido de "New Process to Simultaneously Measure, Quantify, and Model Energy Efficient Performance," : <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6519734&isnumber=6519715>
- Montaña, J. (2012). *Teoría de puestas a tierra*. Bogota: Ecoe Ediciones.
- Montero. (2010). Edificios Inteligentes. España.
- Mora Gutiérrez, A. (2009). *Mantenimiento. Planeación, ejecución y control*. Alfaomega.
- Paganini, J. M. (1993). *Calidad y eficiencia de la atención hospitalaria*. Washington, D.C: OPS.
- Paul, H. S. (2013). *Rendición de cuentas* . Ibarra.
- Paul, H. S. (2013). *Rendición de cuentas* . Ibarra.
- Paulo, F., & Gomes, A. (28 de Junio de 2009). *Ieeexplore*. Obtenido de <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5281804&isnumber=5281781>
- Philips. (2006). Código técnico de la edificación y otras normas relacionados con el alumbrado. España: Philips Iberica .
- Philips. (2014). *Alumbrado*. Obtenido de [http://www.lighting.philips.es/connect/tools\\_literature/catalogos-y-descargas.wpd?main=es\\_es&parent=1&id=es\\_es\\_tools\\_downloads&lang=es](http://www.lighting.philips.es/connect/tools_literature/catalogos-y-descargas.wpd?main=es_es&parent=1&id=es_es_tools_downloads&lang=es)
- renovables, M. d. (2014). *Matriz productiva*. Obtenido de [www.energia.gob.ec](http://www.energia.gob.ec)
- Retana Corona, M. (2009). *El arte de la iluminación*. Trillas.

Schröder. (2013). Control inteligente para iluminación . Chile: Marie-Gabriele.

Sepúlveda, R. A. (2008). *APLICACIÓN METODOLÓGICA PARA LA DETERMINACIÓN DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO EN LOS HOSPITALES DE LA REGIÓN METROPOLITANA*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.

Temes Montes, J. L. (2002). *Gestión hospitalaria*. Madrid: McGraw-Hill.

Trujillo Mejía, R. F. (2010). *Hidrocarburos: Manejo seguro*. Bogota: Ecoe Ediciones.

Veneziano, W., & Assis, A. (12 de Abril de 2014). *Ieeexplore*. Obtenido de Analysis of the power infrastructure that supplies the intensive care unit of a hospital in Mato Grosso do Sul (Brazil),":  
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6849631&isnumber=6849601>