

**CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO BIBLIOTECA (CAMPUS
CENTRAL UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER) APLICANDO EL
PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE
LA ENERGÍA (SGIE)**

**INGRID VANESSA AFRICANO RODRÍGUEZ
LEYDY TATYANA CASTILLO MANTILLA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES (E³T)
BUCARAMANGA**

2015

**CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO BIBLIOTECA (CAMPUS
CENTRAL UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER) APLICANDO EL
PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE
LA ENERGÍA (SGIE)**

**INGRID VANESSA AFRICANO RODRÍGUEZ
LEYDY TATYANA CASTILLO MANTILLA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero
Electricista**

Director:

**HERMANN RAÚL VARGAS TORRES
Doctor en Ingeniería Eléctrica**

Codirector:

**JAIRO BLANCO SOLANO
Magister en Ingeniería Eléctrica**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES (E³T)
BUCARAMANGA**

2015

*A mis padres Isabel e Isaías por su cuidado y apoyo incondicional.
Los amo inmensamente y agradezco a Dios por permitirme ser parte de sus vidas.*

Ingrid Vanessa Africano Rodríguez

Los grandes recuerdos provienen de grandes personas

Dedico este proyecto

A Mi padre Juan de Jesús Castillo Almeida

que desde el cielo ilumina y guía mi camino.

A Pablo Alejandro Salamanca Galvis que siempre

estará en nuestros corazones por su alegría y perseverancia.

Ledy Tatiana Castillo Mantilla

AGRADECIMIENTOS

A dios primeramente por darme la fuerza y la voluntad para hacer este sueño realidad.

A mi madre Amalia por apoyarme en cada etapa de mi vida y depositar su confianza sin dudar ni un solo momento en mí.

A mi sobrino Sebastián por ser el angelito más lindo que dios nos pudo dar y alegrar cada instante de nuestros días.

A mi novio Brayan por brindarme su amor, cariño y apoyo constante.

A mi hermana Nayla por su comprensión y ejemplo de superación.

Y a todas aquellas personas que de una u otra manera me ayudaron para finalizar este capítulo de mi vida.

Leydy Tatiana Castillo Martilla

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
2. JUSTIFICACIÓN	23
3. OBJETIVOS	24
3.1 OBJETIVO GENERAL.	24
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
4. MARCO TEÓRICO	25
5. METODOLOGÍA UTILIZADA EN LA CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA	27
6. REVISIÓN ENERGÉTICA PRELIMINAR DEL EDIFICIO	28
6.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL EDIFICIO BIBLIOTECA	28
6.1.1 Subestación principal	29
6.1.2. Planta eléctrica	30
6.1.3. Diagrama unifilar del edificio Biblioteca campus central de la Universidad Industrial de Santander	32
6.2 INFORMACIÓN GENERAL DEL EDIFICIO	34
6.2.1 Servicios	34
6.2.2 Usuarios y horarios de atención. Son usuarios de la Biblioteca:	35
6.3 ORGANIGRAMA ADMINISTRATIVO	38
6.4 PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO	38
7. IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO BIBLIOTECA	41
7.1 APLICACIÓN DEL CALIFICADOR DE NIVELES DE GESTIÓN ENERGÉTICA Y ENCUESTAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESTADO INICIAL DEL EDIFICIO	41

7.1.1 Análisis y resultados del calificador de gestión energética y encuestas en el Edificio Biblioteca	42
7.2 CENSO DE CARGA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS Y ÁREAS DE USOS SIGNIFICATIVOS DE ENERGÍA	44
7.2.1 Diagrama de consumo total a nivel de áreas principales	46
7.2.2 Diagrama de Pareto del consumo eléctrico	47
7.3 VARIABLES DE CONTROL DEL USO DE ENERGÍA	48
7.4 ANÁLISIS DE CONSUMO DE ENERGÍA	49
7.4.1 Consumo de energía eléctrica del edificio Biblioteca	49
7.4.2 Gráfico de control	50
7.4.3 Gráfico de consumo (E) y personas atendidas (P) vs. tiempo (T)	52
7.4.4 Gráfico de consumo (E) vs. personas atendidas (P)	55
7.4.5 Consumo (E) vs. personas atendidas (P) para la identificación de metas	56
7.4.6 Fenómeno de la variabilidad del consumo en diagramas de dispersión en el gráfico índice de consumo (IC) vs. personas atendidas (P)	58
7.4.7 Gráfico de tendencia o de sumas acumuladas CUSUM	60
7.4.8 Comportamiento del consumo en edificaciones no asociado a las personas atendidas	62
8. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO	64
8.1 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN	64
8.1.1 Niveles de iluminancia en las zonas críticas con ayuda del software DIALux	80
8.2 ANÁLISIS TERMOGRÁFICO	87
8.3 CALIDAD DE POTENCIA ELÉCTRICA	101
9. PLAN DE MEDIDAS DE USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA	121
9.1 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN	121
9.2 SISTEMAS DE AIRES ACONDICIONADOS	125
9.3 SISTEMAS DE CÓMPUTO	128
9.4 AHORROS ENERGÉTICOS TOTALES	129
9.5 CULTURA ENERGÉTICA	130

10. CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES	132
BIBLIOGRAFÍA	137
ANEXOS	140

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Proceso de la metodología utilizada	27
	27
Figura 2. Vista exterior del edificio Biblioteca	28
Figura 3. Planta eléctrica	31
Figura 4. Unifilar del edificio de Biblioteca campus central UIS	33
Figura 5. Servicios del edificio Biblioteca UIS	35
Figura 6. Organigrama interno Biblioteca UIS	38
Figura 7. Calificación buenas prácticas de gestión energética	43
Figura 8. Consumo total en porcentaje por áreas	46
Figura 9. Diagrama de Pareto para las áreas de consumo	47
Figura 10. Tendencia del consumo eléctrico	50
Figura 11. Gráfico de control	52
Figura 12. Gráfico consumo (E) y personas atendidas (P) vs. tiempo (T)	54
Figura 13. Gráfico consumo (E) vs. personas atendidas (P)	55
Figura 14. Gráfico de consumo (E) vs. personas atendidas (P) Meta	57
Figura 15. Gráfico índice de consumo (IC) vs. personas atendidas (P)	60
Figura 16. Gráfico sumas acumulativas CUSUM	62
Figura 17. Comportamiento del consumo en el edificio	63
Figura 18. Luxómetro Amprobe LM-120	66
Figura 19. Distribución de iluminación piso 1.	75
Figura 20. Distribución de iluminación piso 2.	76
Figura 21. Distribución de iluminación piso 3.	77
Figura 22. Distribución de iluminación piso 4.	78
Figura 23. Distribución de iluminación sótano.	79

Figura 24. Vista frontal y vista superior Zona A24	81
Figura 25. Superficie de cálculo 1/ isolíneas zona A24	81
Figura 26. Superficie de cálculo 1/ gráfico valores zona A24	82
Figura 27. Vista frontal y vista superior zona B8'	83
Figura 28. Vista frontal pasillo piso B8'	83
Figura 29. Superficie de cálculo 1/ isolíneas zona B8'	84
Figura 30. Superficie de cálculo 2/ isolíneas zona B8'	84
Figura 31. Superficie de cálculo 3 / isolíneas zona B8'	85
Figura 32. Vista frontal y vista superior zona C4	86
Figura 33. Superficie de cálculo 1-2 / isolíneas zona C4	86
Figura 34. Cámara termográfica Ti32	90
Figura 35: Analizador de redes Power Visa 440	104
Figura 36. Conexión del equipo en los transformadores	105
Figura 37. Tensiones promedio de línea del transformador (a)	107
Figura 38. Tensiones promedio de fase del transformador (b)	107
Figura 39. Corrientes del transformador (a)	108
Figura 40. Corrientes del transformador (b)	110
Figura 41. Potencia reactiva del transformador (a)	112
Figura 42. Factor de potencia del transformador (a)	112
Figura 43. Factor de potencia del transformador (b)	113
Figura 44. Frecuencia del transformador (a)	114
Figura 45. Frecuencia del transformador (b)	114
Figura 46. Comportamiento de los armónicos de tensión del transformador (a)	116
Figura 47. Comportamiento de los armónicos de tensión transformador del (b)	117
Figura 48. Comportamiento de los armónicos de corriente del transformador (a)	119
Figura 49. Comportamiento de los armónicos de corriente del transformador (b)	120
Figura 50. Iluminación piso 2 área B5	122
Figura 51. Entrada principal de Biblioteca	126

Figura 52. Computadores sala base de datos	128
Figura 53. Logo de la campaña de ahorro energético	130
Figura 54. Afiche de la campaña de ahorro energético	131

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Pasos para la implementación del SGIE	26
Tabla 2. Especificaciones del transformador (a)	30
Tabla 3. Especificaciones del transformador (b)	30
Tabla 4. Especificaciones de la planta eléctrica	31
Tabla 5. Tableros de distribución eléctrica de Biblioteca	32
Tabla 6. Usuarios de Biblioteca en el mes de noviembre	37
Tabla 7. Formato de mantenimiento ACONDICIONAMOS LTDA.	39
Tabla 8. Aplicación del calificador de niveles de gestión energética UPME.	42
Tabla 9. Censo carga del edificio de Biblioteca	45
Tabla 10. Consumo total por áreas del censo de carga	46
Tabla 11. Datos históricos del consumo de energía eléctrica	49
Tabla 12. Datos del gráfico de control	51
Tabla 13. Variables del gráfico de control	51
Tabla 14. Variación relativa en el consumo de energía y las personas atendidas en el tiempo.	53
Tabla 15. Datos del gráfico índice de consumo vs. personas atendidas (IC vs. P)	59
Tabla 16. Datos del gráfico sumas acumulativas CUSUM	61
Tabla 17. Especificaciones del Luxómetro LM-120	65
Tabla 18. Descripción del sistema de iluminación Biblioteca	67
Tabla 19. Descripción de paredes, pisos y techos	70
Tabla 20. Cálculo de iluminancia promedio según la distribución de las luminarias en el área	72
Tabla 21. Niveles de iluminación piso 1.	74

Tabla 22. Niveles de iluminación piso 2.	75
Tabla 23. Niveles de iluminación piso 3.	76
Tabla 24. Niveles de iluminación piso 4.	77
Tabla 25. Niveles de iluminación sótano.	78
Tabla 26. Cálculo de ahorro con DIALux	87
Tabla 27. Rango de valoración	89
Tabla 28. Actuaciones según nivel de urgencia.	90
Tabla 29. Especificaciones de la camara termográfica fluke Ti32	91
Tabla 30. Inspección termográfica bornes de entrada totalizador 440 V	92
Tabla 31. Inspección termográfica bornes de salida del totalizador 440 V	92
Tabla 32. Inspección termográfica TGB2	93
Tabla 33. Inspección termográfica bornes de salida del totalizador de 220 V	93
Tabla 34. Inspección termográfica TGB1-220 V	94
Tabla 35. Inspección termográfica bornes del transformador 13,2 kV / 440 V	94
Tabla 36. Inspección termográfica radiador del transformador 13,2 kV / 440 V	95
Tabla 37. Inspección termográfica cuba del transformador 13,2 kV / 440 V	95
Tabla 38. Inspección termográfica bornes del transformador 13,2 kV / 220 V	96
Tabla 39. Inspección termográfica radiador del transformador 13,2 kV / 220 V	96
Tabla 40. Inspección termográfica cuba del transformador 13,2 kV /220 V	97
Tabla 41. Inspección termográfica seccionador de entrada o salida 17,5 kV	97
Tabla 42. Inspección termográfica chiller compresor 2	98
Tabla 43. Inspección termográfica chiller compresor 1	98
Tabla 44. Inspección termográfica entrada interruptor TI-p2	99
Tabla 45. Inspección termográfica motor del montacargas	99
Tabla 46. Inspección termográfica salida interruptor TI-p2	100
Tabla 47. Inspección termográfica Tablero TI-P2	100
Tabla 48. Normas relevantes en Colombia sobre calidad de potencia	101
Tabla 49. Especificaciones técnicas del analizador Dranetz Power Visa 440	103
Tabla 50. Límites de tensión según la CREG 024-2005	105
Tabla 51. Límites máximos de distorsión total de voltaje	115

Tabla 52. Distorsión armónica de tensión y corriente del transformador (a)	117
Tabla 53. Distorsión armónica de tensión y corriente del transformador (b)	117
Tabla 54. Límites máximos de distorsión total de corriente	118
Tabla 55. Áreas donde no se aprovecha la luz natural	122
Tabla 56. Descripción de lámparas T8 Y T5	124
Tabla 57. Ahorro mensual con ajustes en la temperatura de confort del aire acondicionado	127
Tabla 58. Ahorro mensual con una hora menos de funcionamiento del aire acondicionado	127
Tabla 59. Ahorro mensual total en el sistema de aire acondicionado	128
Tabla 60. Ahorro mensual en equipos de cómputo	129
Tabla 61. Ahorro total mensual	130

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Encuestas	140

RESUMEN

TÍTULO: CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO BIBLIOTECA (CAMPUS CENTRAL UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER) APLICANDO EL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE).*

AUTORES:

**LEYDY TATYANA CASTILLO MANTILLA
INGRID VANESSA AFRICANO RODRÍGUEZ****

PALABRAS CLAVES: Caracterización energética, Sistemas de Gestión Integral de la Energía (SGIE), eficiencia energética, uso racional y eficiente de energía.

DESCRIPCIÓN:

Sistemas de Gestión Integral de la Energía (SGIE) es un programa que tiene como objetivo Integrar las diferentes áreas de la organización con el fin de eliminar el uso improductivo de la energía y alcanzar los mínimos costos energéticos posibles, en el marco de desarrollo de una estrategia nacional de impulso al Uso Racional y Eficiente de Energía en Colombia. Este trabajo presenta la caracterización energética del edificio Biblioteca del campus central de la Universidad Industrial de Santander aplicando las herramientas de caracterización descritas en el modelo dispuesto por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), con el fin de encontrar los potenciales globales de ahorro, las tendencias hacia la eficiencia energética en el edificio y el estado actual del sistema de gestión energética en el mismo.

Se Realizó un levantamiento de información relacionada con el consumo de energía eléctrica del edificio y se identificaron los equipos que tienen un alto impacto en el consumo de energía. De esta manera se estableció la línea base, las metas de reducción de pérdidas y el grafico de control mensual, como herramientas de la gerencia para evaluar la gestión administrativa en los cambios de hábitos de consumo. Se hace énfasis en la medición de la calidad de potencia, niveles de iluminancia e inspección termográfica, con el fin de obtener un diagnostico energético para el desarrollo de mantenimientos futuros basados en el uso eficiente de la energía. Los resultados de este trabajo son la primera referencia de instalación de un Sistema de Gestión Integral de la Energía en la Biblioteca.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones.
Director: Hermann Raúl Vargas Torres.

ABSTRACT

TITLE: ENERGY CHARACTERIZATION OF THE LIBRARY BUILDING (INDUSTRIAL UNIVERSITY OF SANTANDER'S CENTRAL CAMPUS) APPLYING THE IMPLEMENTATION PROCESS OF THE INTEGRAL ENERGY MANAGEMENT SYSTEM (SGIE).*

AUTHORS:

**LEYDY TATYANA CASTILLO MANTILLA
INGRID VANESSA AFRICANO RODRÍGUEZ****

KEYWORDS: Energy characterization, Integral Energy Management System, energy efficiency, energy rational and efficient use.

DESCRIPTION:

The Integral Energy Management System is a program that aims to integrate different organization areas in order to eliminate the unproductive energy use and to attain the minimum payable energy amount, under the development of a national strategy which promotes the Rational and Efficient Energy Use in Colombia. This work presents the energy characterization of the library building located at the Industrial University of Santander's central campus applying the characterization tools described in the model disposed by the Mining and Energy Planning Unit (Unidad de Planeación Minero Energética- UPME), to search the global potential of thrift, the tendency towards the energetic efficient in the edifice and the actual state of the energy management system of this.

A gathering of information was conducted; all related to the building electrical energy consumption, besides the equipment with highest impact over the consumption were identified. Thereby the base line, losses reduction goals and the monthly control graphical were established as the supervision tools to evaluate the administrative management in the changes of consumption habits. Emphasis is done on the measure of power quality, illuminance levels and thermography inspection in order an energetic diagnostics for the development of futures based on the efficiency use of energy. The results are the first reference of an Integral Energy Management System installation into the library.

* Degree Work

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Electrical, Electronics and Telecommunications Engineering.
The director: Hermann Raúl Vargas Torres

INTRODUCCIÓN

La sociedad actual debe su avance al descubrimiento y explotación de materias primas que después de varios procesos permiten la obtención de energía, y esta a su vez a través de diferentes procesos industriales ofrece una mayor calidad de vida.

Por otra parte, el consumo siempre creciente se ha convertido en una amenaza para el medio ambiente, por eso es importante adoptar estrategias como: modelos eficientes en los procesos de producción, cambios en los patrones de consumo y refuerzo en los programas educativos enfocados en el uso eficiente de los recursos naturales.

Estas estrategias traen consigo un consumo adecuado de energía que permite reducir los gases de efecto invernadero como lo recalca la ley URE del 2001:

“La eficiencia energética es considerada como un medio clave para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y también considerada como medio para lograr otros objetivos de políticas energéticas (reducción de la dependencia de las fuentes fósiles)” [1]. Para dar cabida a esta idea a nivel mundial se promueven programas en el que el desarrollo sostenible es el pilar en todos los procesos.

Para hacer más viable los procesos, es importante dar a conocer a las personas donde se van a adecuar estos programas, para generar una cultura en el uso correcto de los recursos energéticos. Colombia no es la excepción en este tipo de programas.

Para llevar a cabo una política de Ahorro Energético a nivel mundial, se creó la norma ISO 50001 “SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA. REQUISITOS

CON ORIENTACIÓN PARA SU USO. La cual se adopta en Colombia por medio de la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 50001.

Como entidad encargada de la planeación en el ámbito energético Colombia cuenta con la UPME (Unidad de Planeación Minero-Energética) la cual tiene como objetivo *“Planear en forma integral, indicativa, permanente y coordinada con las entidades del sector minero energético, tanto entidades públicas como privadas, el desarrollo y aprovechamiento de los recursos energéticos y mineros, producir y divulgar la información minero energética requerida.”* [6].

La UPME coloca a disposición del público en general un documento denominado “ SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGEI) con el fin de que empresas o entidades en general puedan aplicar un modelo que les garantice un uso eficiente de la energía alcanzando un mínimo gasto energético-ambiental, generando mayor competitividad y productividad.

La Universidad Industrial de Santander se acoge a estas políticas de ahorro energético y pone a disposición su planta física para que se implemente dicho sistema. En este documento se presenta la metodología para colocar en marcha el modelo en el edificio de Biblioteca del campus central. Con este proyecto de grado, se busca obtener una caracterización energética con el fin de establecer una política de conciencia y ahorro, disminuyendo así los niveles de consumo.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia, la demanda energética crece más rápido que las fuentes energéticas de fácil recuperación. El uso de los recursos fósiles tiende a su agotamiento, dejando consecuencias funestas de contaminación, que evidencia su impacto en: el efecto invernadero, el calentamiento global y el cambio climático. Estos efectos generan un desequilibrio en los ecosistemas poniendo en riesgo las diferentes especies del planeta.

Es importante destacar que existe falta de conocimiento sobre la manera de usar la energía eléctrica, (*modus vivendi*), las costumbres y los hábitos que causan despilfarro de energía demuestran que no existe cultura energético-ambiental en los usuarios. También se evidencia que no se cumplen a plenitud las normas técnicas, los procedimientos, las operaciones que se deben implementar en la gestión energética en particular y la política energética en general para garantizar un uso eficiente de la energía. Cabe aclarar que en el presente proyecto, se realiza la caracterización energética del edificio de Biblioteca.

Para dar inicio al desarrollo del mismo se analizaron las siguientes preguntas.

¿Qué cultura energético-ambiental se evidencia en los usuarios y operadores de la Biblioteca?

¿Cuál es el consumo y costo que cancela la Universidad Industrial de Santander por el servicio de energía en la Biblioteca?

¿Se está haciendo buen uso de la energía en la Biblioteca de la Universidad Industrial de Santander?

2. JUSTIFICACIÓN

Como estudiantes de Ingeniería Eléctrica, es compromiso moral propender por la concientización individual y colectiva para el uso eficiente de la energía eléctrica, de manera que se contribuya a la disminución del impacto ambiental y económico que el despilfarro y el mal uso causa.

Mediante la formación de una cultura energético-ambiental a través de la temática de eficiencia energética y la implementación de pautas operativas concretas en la Biblioteca, se alcanzaría un incremento de la competitividad y el desarrollo sostenible.

La caracterización del edificio de Biblioteca de la Universidad Industrial de Santander, es de vital importancia como parte de la política energética planteada por la universidad para disminuir las pérdidas, el impacto ambiental y los costos para la institución.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL.

Caracterizar el consumo energético del edificio de BIBLIOTECA de la Universidad Industrial de Santander, aplicando la metodología del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE).

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar los indicadores y variables de los procesos que impactan la eficiencia energética en el edificio de BIBLIOTECA de la Universidad Industrial de Santander.
2. Implementar las herramientas descritas en el modelo para la caracterización, diagnóstico y valoración de las componentes energéticas del edificio de BIBLIOTECA de la Universidad Industrial de Santander.
3. Proponer de acuerdo con los resultados, las posibles soluciones a aplicar para garantizar un uso eficiente y racional de la energía Eléctrica.

4. MARCO TEÓRICO

El problema energético a nivel mundial ha obligado a los gobiernos y principales entes de investigación a dirigir su mirada al desarrollo de nuevas prácticas con el fin de asegurar el uso racional de los recursos energéticos. Uno de los grandes problemas a nivel energético tiene que ver con la utilización de los recursos fósiles para la generación de energía, pues estos causan una elevada contaminación ambiental.

En Colombia, gracias a la colaboración de Colciencias y la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), se llevó a cabo un proyecto de investigación que concluyó con la elaboración de una guía como herramienta para la implementación de sistemas de gestión integral de la energía. El objetivo de este sistema es que en la entidad donde se ponga en marcha, alcance el mínimo de consumo energético a través de un proceso de mejora continua. A su vez este sistema permitirá construir una cultura energético-ambiental y mejorar la productividad y la competitividad.

ETAPAS DE IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE).

A continuación se presentan las etapas del modelo de gestión integral (SGIE), Es de aclarar que el presente proyecto se enfoca en la primera etapa Decisión Estratégica Caracterización energética del edificio de Biblioteca del campus central de la Universidad Industrial de Santander

Decisión estratégica

En esta primera etapa se determina el uso eficiente de energía identificando los impactos de productividad, planteando así metas estratégicas para el mejoramiento de las condiciones financieras técnicas y organizacionales.

Instalación del SGIE

En esta fase se establece la estructura organizacional apropiada para cumplir los objetivos propuestos, se involucra el personal en los programas y planes de acción establecidos.

Operación del SGIE

En esta etapa ya se encuentra operando el (SGIE), se cuantifican los resultados actualizando los modelos y verificando los presupuestos y potenciales.

En la tabla 1 se muestran las actividades que se realizan en cada una de las etapas anteriores.

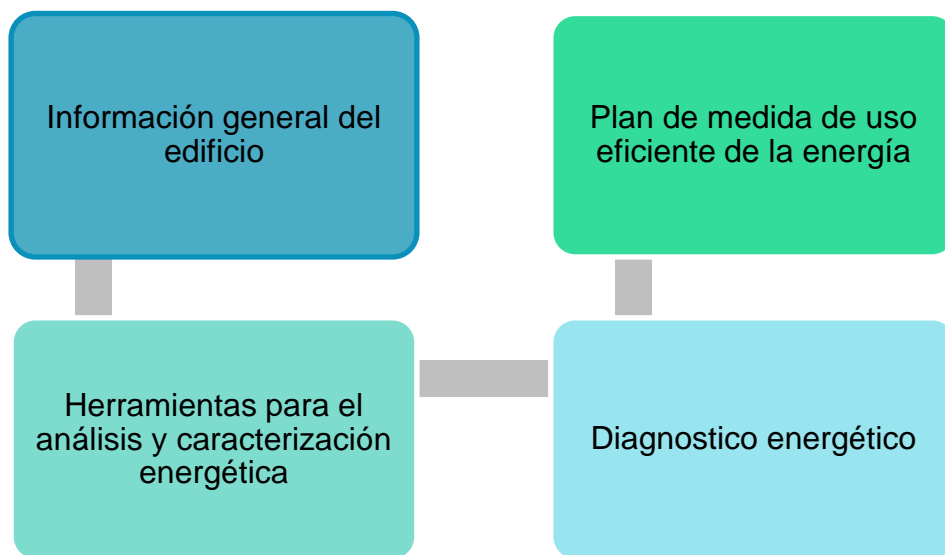
Tabla 1. Pasos para la implementación del SGIE

ETAPAS	ACTIVIDADES	OBJETIVOS	
Decisión estratégica	1	Caracterización energética de la empresa	Potencial, Rentabilidad del SGIE, Asignación de recursos
	2	Compromiso de la alta dirección	
	3	Alineación de estrategias	
	4	Definición y conformación de la estructura técnica y organizacional	
Instalación del Sistema de Gestión Integral de Energía	5	Establecimiento de los indicadores del sistema de gestión	Crear la estructura organizativa, las bases técnicas, preparar e involucrar el personal, identificar los programas, documentar el SGIE, y verificar la capacidad de la empresa para ejecutar el SGIE
	6	Identificación de las variables de control por centros de Costo	
	7	Definición de los sistemas de monitoreo	
	8	Diagnóstico energético	
	9	Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva	
	10	Plan de medidas de uso eficiente de la energía	
	11	Actualización y Validación de la gestión organizacional del SGIE	
	12	Preparación del personal	
	13	Elaboración de la Documentación del SGIE	
	14	Auditoría interna al SGIE	
Operación del Sistema de Gestión Integral de Energía en la Empresa	15	Seguimiento y divulgación de indicadores	Ejecutar los programas, cuantificar los resultados, ajustar y actualizar los modelos, presupuestos de ahorros
	16	Seguimiento y Evaluación de buenas prácticas de Operación, Mantenimiento, Producción y Coordinación	
	17	Implementación de programas y proyectos de mejora	
	18	Implementación del plan de Entrenamiento y Evaluación del personal	
	19	Chequeos de Gerencia	
	20	Ajustes del Sistema de Gestión	
	21	Evaluación de resultados	

5. METODOLOGÍA UTILIZADA EN LA CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA

Con el objetivo de ilustrar la metodología utilizada en la caracterización energética del edificio Biblioteca, se presenta en la figura 1. un diagrama del proceso realizado para la recopilación de datos, con el fin de identificar el estado del edificio en cuanto al uso eficiente de la energía, los potenciales globales de reducción de los consumos energéticos, las metas energéticas y posibles ahorros basados en estos potenciales.

Figura 1. Proceso de la metodología utilizada



6. REVISIÓN ENERGÉTICA PRELIMINAR DEL EDIFICIO

El levantamiento del edificio se inició con la obtención de los planos eléctricos actualizados, se realizó un recorrido de inspección por la subestación de Biblioteca donde se identificaron: transformadores, tableros generales, tableros por cada nivel del edificio, planta eléctrica, medidores, sistemas de aire acondicionado y demás componentes de la subestación.

6.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL EDIFICIO BIBLIOTECA

El área de construcción del edificio de Biblioteca es de 6200 metros cuadrados divididos en cuatro pisos y un sótano donde funcionan salas de estudio individual, salas de estudio grupal, dos auditorios y una sala de cómputo.

El edificio cuenta con un centro de servidores para un sistema de consulta de bases de datos de la Biblioteca e información acerca del material catalogo bibliográfico, planta de emergencia, ascensor y montacargas. En la figura 2 se aprecia una vista exterior del edificio de Biblioteca.

Figura 2. Vista exterior del edificio Biblioteca



6.1.1 Subestación principal. La Biblioteca dispone de una subestación con un área de 5,92 m de fondo por 6 m de frente que se encuentra ubicada en el sótano del edificio y está conformada por:

- Dos transformadores de 315 kVA configuración Dy5, encargados de reducir la tensión de 13,2 kV a Transformador(a) 440/254 V; Transformador(b) 220/127 V
- Celdas de protección y seccionamiento de 17,5 kV
- Celda barraje y derivación 17,5 kV
- Tableros generales
- Seccionadores de entrada y salida de display.

Esta subestación se alimenta de la salida del barraje premoldeado de media tensión de la subestación principal del edificio de Laboratorios de Alta Tensión (eléctrica antigua), a través de una acometida subterránea Cu 2 AWG XLPE 15 kV monopolar que llega a un seccionador bajo carga. Este seccionador alimenta el barraje del cual salen las acometidas para los respectivos seccionadores de cada transformador. De estos seccionadores salen acometidas para los edificios de Federico Mamitza, Instituto de Lenguas, CAPRUIS y FAVUIS.

Cada transformador tiene su respectiva acometida y barraje de baja tensión. En la tabla 2 y 3 se presentan las principales características de cada uno de ellos.

- El transformador (a) está dispuesto para alimentar el sistema de aire acondicionado.
- El transformador (b) está dispuesto para alimentar el sistema de iluminación, los equipos de cómputo, los equipos de cafetería y dos unidades condensadoras de aire York ubicadas en el cuarto de los servidores.

Tabla 2. Especificaciones del transformador (a)

Código SIG: 0112	Clase: Encapsulada	Potencia : 315 kVA
Relación TRF: 13200/(440-254) V	Grupo de conexión: DY5	Tensión CC: 3,4%
Corriente CC: 12 kA	Refrigeración: ONAN	Dimensiones TRF: 1,5x0,9x1,6 m
Fabricante: Andina de TRF	Temperatura: 55 °C	TAPS: 1 13868 V 2 13530 V 3 *13200 V 4 12870 V 5 12548 V
Tipo seccionador: Seccionador bajo carga para uso interior		
Tipo fusible: Bayoneta	Tensión del pararrayos: N/A	
In fusible: 25 A	Tipo de pararrayos: N/A	
Frecuencia: 60 Hz	Id pararrayos: N/A	

Tabla 3. Especificaciones del transformador (b)

Código SIG: 0111	Clase: Encapsulada	Potencia : 315 kVA
Relación TRF: 13200/(220-127) V	Grupo de conexión: DY5	Tensión CC: 4,05%
Corriente CC: 20 kA	Refrigeración: ONAN	Dimensiones TRF: 1,5x0,9x1,6 m
Fabricante: SIEMENS	Temperatura: 45 °C	TAPS: 1 12870 V 2 13200 V * 3 12870 V 4 12548 V 5 12234 V
Tipo seccionador: Seccionador bajo carga para uso interior		
Tipo fusible: Bayoneta	Tensión del pararrayos: N/A	
Corriente: 13,7/826,6 A	Tipo de pararrayos: N/A	
Frecuencia: 60 Hz	Id pararrayos: N/A	

6.1.2. Planta eléctrica. La planta de emergencia se emplea en ausencia del suministro eléctrico, alimenta cargas esenciales como tableros de iluminación, servidores y unidades manejadores de aire acondicionado. Está conformada por un grupo electrógeno, un motor diesel unido directamente a un generador eléctrico a través de un acoplamiento con discos flexibles de acero. En la figura 3 se

muestra la planta eléctrica del edificio Biblioteca y en la tabla 4 se encuentran las especificaciones generales.

Figura 3. Planta eléctrica



Tabla 4. Especificaciones de la planta eléctrica

PLANTA ELÉCTRICA	
GENERADOR IMÁN PERMANENTE PMG	
Potencia nominal	625/500 (kVA/kW)
Factor de potencia	0,8
Fases	3
Tensión	440/254 V
Temperatura	105
Velocidad	1,800 rpm
MOTOR	
Combustible	Diesel
Velocidad	1800
Enfriamiento	Agua

6.1.3. Diagrama unifilar del edificio Biblioteca campus central de la Universidad Industrial de Santander En la tabla 5 se observa de forma detallada la ubicación y la función de todos los tableros que alimentan los transformadores. En la figura 4 se observa la representación gráfica del sistema eléctrico de la subestación de Biblioteca, donde se indica para cada transformador su capacidad en kVA, tensión nominal a la que operan, calibre del conductor y circuitos alimentadores con sus respectivas protecciones.

Tabla 5. Tableros de distribución eléctrica de Biblioteca

NOMBRE DEL TABLERO	CALIBRE DEL CONDUCTOR	UBICACIÓN Y FUNCIÓN
TL-S	I 4#6AWG+1#8-Cu/Thhn	Alumbrado Sótano
TL-1		Alumbrado Piso 1
TL-2		Alumbrado Piso 2
TL-3		Alumbrado piso 3
TDS		Tablero base de datos
TL-4		Alumbrado piso 4
T-UCW	G 4#8AWG-Cu/Thhn	Aire acondicionado central auditorios piso 3
TASC	ASC, MC 4#10 AWG-Cu/Thhn	Tablero que alimenta el ascensor
TMC		Tablero que alimenta el montacargas
TAE -ACW 01	F 4#12AWG-Cu/Thhn	Unidad condensadora de aire ACW 01
TAE -ACW 02		Unidad condensadora de aire ACW 02
TAE -ACW 03		Unidad condensadora de aire ACW 03
TAE -ACW 04		Unidad condensadora de aire ACW 04
TAE -ACW 05		Unidad condensadora de aire ACW 05
TAE -ACW 06		Unidad condensadora de aire ACW 06
TAE 01	K 4#8AWG-Cu/Thhn	Recuperadora 3, chiller, bombas
TAE REC		Recuperadora 1 y 2

6.2 INFORMACIÓN GENERAL DEL EDIFICIO

La Biblioteca fue trasladada en 1976 al campus universitario, a una edificación de 4 pisos y un sótano.

Hoy en día la Biblioteca cuenta con material bibliográfico actualizado en todas las áreas del conocimiento y continúa en su proceso de modernización, ofreciendo a sus usuarios no sólo material en formato papel, sino también una extensa colección de recursos electrónicos de alta calidad, como un apoyo importante a la actividad académica de la universidad [8].

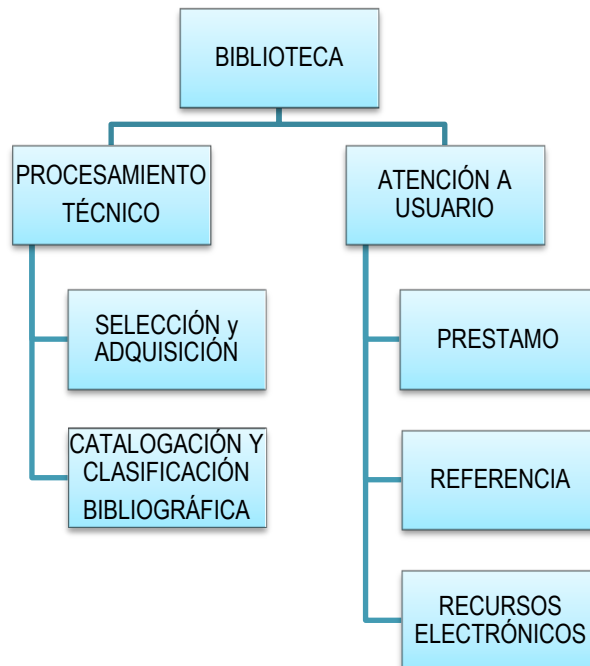
6.2.1 Servicios. La Biblioteca ofrece servicios presenciales, en línea y especializados a todos sus usuarios:

- **Conmutación bibliográfica:** permite la recuperación de información existente en otras unidades de información o centros de investigación especializados.
- **Consulta bases de datos:** ofrece una plataforma tecnológica para que los usuarios consulten y almacenen información en medios magnéticos o en papel, de gran cantidad de recursos electrónicos.
- **Difusión de información:** mediante alertas informativas y disseminación selectiva de información, la universidad anuncia a la comunidad acerca de la documentación recibida.
- **Formación de usuarios:** se brinda mediante cursos de inducción para estudiantes de primer nivel, seminarios-talleres de nivel avanzado en el manejo de fuentes y herramientas de búsqueda bibliográfica y cursos organizados según necesidades específicas de grupos de usuarios.
- **Préstamo:** permite al usuario retirar de la biblioteca por un periodo determinado y de acuerdo a la reglamentación establecida, material bibliográfico.

- **Préstamo interbibliotecario:** sistema de préstamo externo que proporciona la Biblioteca a otras unidades de información, de acuerdo con convenios previamente establecidos y con procedimientos normalizados.
- **Referencia:** orienta y asesora al usuario en la búsqueda y suministro de fuentes de información bibliográfica [8].

En la figura 5 se muestra el diagrama de servicios de la Biblioteca.

Figura 5. Servicios del edificio Biblioteca UIS



6.2.2 Usuarios y horarios de atención. Son usuarios de la Biblioteca:

Usuarios internos: aquellas personas que están vinculadas a la universidad por cualquier modalidad de contrato:

- Estudiantes de pregrado, posgrado y educación continua
- Personal docente de la Universidad contratado de manera indefinida, a término fijo y por horas Cátedra.
- Investigadores
- Personal administrativo UIS

Usuarios externos: aquellas personas u otras instituciones académicas, de organismos oficiales, de empresas, organizaciones sin ánimo de lucro y comunidad en general:

Personas que pertenecen a instituciones con las cuales se han establecido convenios interbibliotecarios y público general [8].

El edificio cuenta con una registradora ubicada en el primer piso que permite llevar el control de personas que ingresan y hacen uso de la Biblioteca. En la tabla 6 se muestra el registro de usuarios de los 23 días de servicio del mes de noviembre de 2014.

Tabla 6. Usuarios de Biblioteca en el mes de noviembre

Fecha	No. Usuarios
sábado, 01 de noviembre de 2014	5566
domingo, 02 de noviembre de 2014	
lunes, 03 de noviembre de 2014	
martes, 04 de noviembre de 2014	797
miércoles, 05 de noviembre de 2014	7715
jueves, 06 de noviembre de 2014	6741
viernes, 07 de noviembre de 2014	6572
sábado, 08 de noviembre de 2014	5240
domingo, 09 de noviembre de 2014	
lunes, 10 de noviembre de 2014	826
martes, 11 de noviembre de 2014	7032
miércoles, 12 de noviembre de 2014	6409
jueves, 13 de noviembre de 2014	6035
viernes, 14 de noviembre de 2014	5623
sábado, 15 de noviembre de 2014	4189
domingo, 16 de noviembre de 2014	
lunes, 17 de noviembre de 2014	
martes, 18 de noviembre de 2014	651
miércoles, 19 de noviembre de 2014	5824
jueves, 20 de noviembre de 2014	5629
viernes, 21 de noviembre de 2014	5528
sábado, 22 de noviembre de 2014	4743
domingo, 23 de noviembre de 2014	
lunes, 24 de noviembre de 2014	3842
martes, 25 de noviembre de 2014	3142
miércoles, 26 de noviembre de 2014	6146
jueves, 27 de noviembre de 2014	5933
viernes, 28 de noviembre de 2014	5741
sábado, 29 de noviembre de 2014	4636
domingo, 30 de noviembre de 2014	
PROMEDIO DE USUARIOS	4980,86957

Fuente: Coordinación de servicio al público - Biblioteca

Horarios de Atención

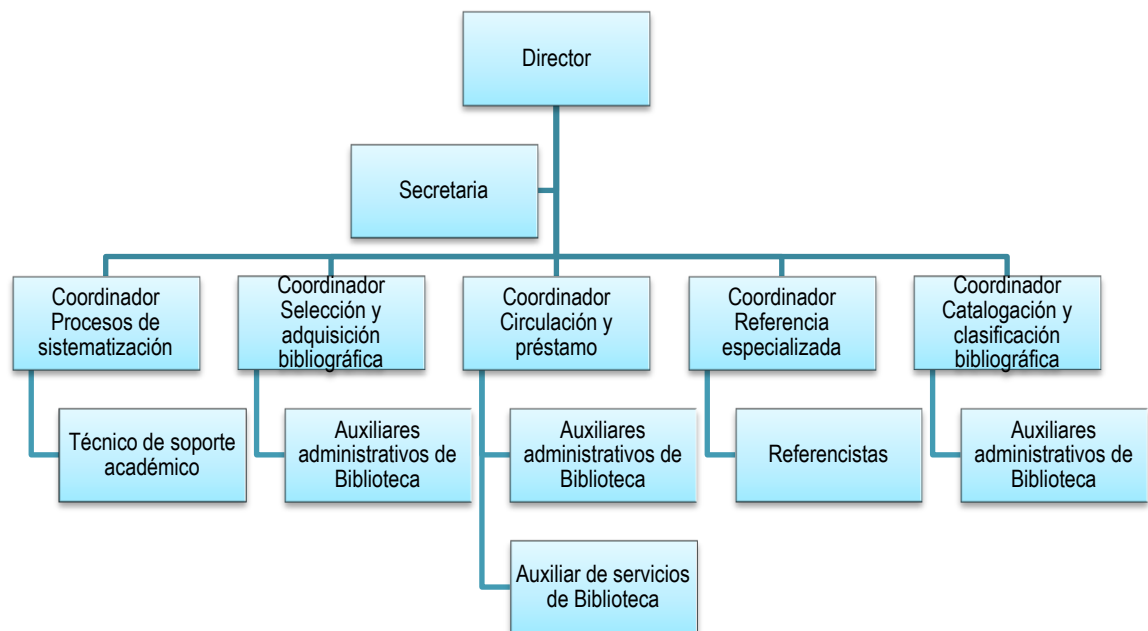
Lunes a Viernes: 7 a.m. - 8 p.m. Jornada Continua

Sábado: 8. a.m. - 1 p.m [8].

6.3 ORGANIGRAMA ADMINISTRATIVO

Según las características de las funciones y responsabilidades del personal del edificio, los cargos se agrupan en categorías afines con los niveles jerárquicos de la organización y sus competencias. Ver figura 6

Figura 6. Organigrama interno Biblioteca UIS



6.4 PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO

Se realizan programas de mantenimiento correctivo de sistemas de aire acondicionado, motores, ventiladores, y equipo eléctrico en general [7].

En la tabla 7 se muestra el formato utilizado por la empresa Acondicionemos LTDA para registrar las actividades realizadas y las fallas encontradas en la inspección.

Tabla 7. Formato de mantenimiento ACONDICIONAMOS LTDA.

ACONDICIONEMOS LTDA Carrera 16# 51A-13 Barrio San Miguel CEL.3156256558-3168337736				ORDEN DE SERVICIO Aire acondicionamiento y Refrigeración																																									
Fecha:		Cliente:		Teléfono:																																									
Tipo de Mantenimiento:			Area Servida:																																										
Tipo de Equipo:			Ubicación del equipo:																																										
Modelo:		S/N:		Marca:																																									
1. Revisión, caja, terminales eléctrico (conexiones)																																													
Condensador	L1	L2	L3	Amp																																									
Motor 1																																													
Motor 2																																													
Motor 3																																													
1. Ruidos extraños _____ 2. Limpieza serpentines _____ 3. Revisión fuga refrigerate -Aceite _____ 4. Inspección - Engrase rodamiento _____ 5. Revisión arrancadores y conexiones _____ 6. Revisión operación componentes eléctricos _____ 7. Revisión aspa motor ventilador _____ 8. Verificar estado pintura _____ 9. Revisión motor bomba _____ 10. Ajuste de tornillería _____ 11. Filtro secado _____ 12. Revisión de resistencias _____ 13. Revisión de borneras _____ 14. Limpieza general equipo.sitio _____																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Evaporador</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;">Volt</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Motor-Bomba</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;">Amp.</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Motor-Blower</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;">Amp.</td> </tr> </table>						Evaporador			Volt	Motor-Bomba			Amp.	Motor-Blower			Amp.																												
Evaporador			Volt																																										
Motor-Bomba			Amp.																																										
Motor-Blower			Amp.																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Compresores</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">2</td> <td style="padding: 5px;">Unidad</td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">IL1</td> <td></td> <td></td> <td style="padding: 5px;">Amp</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">IL2</td> <td></td> <td></td> <td style="padding: 5px;">Amp</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">IL3</td> <td></td> <td></td> <td style="padding: 5px;">Amp</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">VOLT</td> <td></td> <td></td> <td style="padding: 5px;">Volt</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">P SUCC</td> <td></td> <td></td> <td style="padding: 5px;">PIS</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">P DESC</td> <td></td> <td></td> <td style="padding: 5px;">PIS</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">CAP</td> <td></td> <td></td> <td style="padding: 5px;">BTU</td> <td></td> </tr> </table>						Compresores	1	2	Unidad		IL1			Amp		IL2			Amp		IL3			Amp		VOLT			Volt		P SUCC			PIS		P DESC			PIS		CAP			BTU	
Compresores	1	2	Unidad																																										
IL1			Amp																																										
IL2			Amp																																										
IL3			Amp																																										
VOLT			Volt																																										
P SUCC			PIS																																										
P DESC			PIS																																										
CAP			BTU																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">TEMPERATURAS</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Temp. Retorno</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Temp. Rejilla</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Tem. Entrada Control</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Tem. Salida Cond.</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Regulación Termostato1</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Regulación Termostato2</td> </tr> </table>						TEMPERATURAS	Temp. Retorno	Temp. Rejilla	Tem. Entrada Control	Tem. Salida Cond.	Regulación Termostato1	Regulación Termostato2																																	
TEMPERATURAS																																													
Temp. Retorno																																													
Temp. Rejilla																																													
Tem. Entrada Control																																													
Tem. Salida Cond.																																													
Regulación Termostato1																																													
Regulación Termostato2																																													
OBSERVACIONES:																																													
Firma cliente _____				Hora entrada _____																																									
Firma cliente				Firma del técnico																																									

Fuente: Acondicionemos LTDA

En las instalaciones de iluminación del interior del edificio se hace mantenimiento correctivo con una frecuencia de seis meses, reemplazando las lámparas quemadas o deterioradas.

Se realizan bajo supervisión, pequeñas intervenciones de electricidad para el mantenimiento y reparación de las instalaciones generales del edificio [7].

7. IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO BIBLIOTECA

El objetivo de este capítulo es identificar e implementar las herramientas propuestas por el Modelo de Gestión Integral de la Energía (MGIE), que permite determinar el grado de control de los consumos energéticos o indicadores energéticos por áreas. Con el fin de conocer los equipos con mayor consumo de energía y determinar una línea base energética.

7.1 APLICACIÓN DEL CALIFICADOR DE NIVELES DE GESTIÓN ENERGÉTICA Y ENCUESTAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESTADO INICIAL DEL EDIFICIO

El modelo del Sistema de Gestión Integral de la Energía, cuenta con un software facilitado por la UPME que permite evaluar el nivel en que se encuentra el edificio respecto a la gestión eficiente de la energía en toda su estructura organizacional y a nivel del mando directivo, así como también la encuesta que hace parte de las herramientas para la caracterización energética. En el anexo A se muestra dicha encuesta.

Este calificador dará una puntuación de 0 puntos (calificación más baja) a 5 puntos (calificación más alta). La encuesta fue dirigida al personal de mantenimiento de los sistemas de aire acondicionado el señor Juan Bautista y al ingeniero Carlos Camargo funcionario de la Biblioteca. Los resultados se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Aplicación del calificador de niveles de gestión energética UPME.

ÁREA	CALIFICACIÓN	OBSERVACIONES
PLANEACIÓN	2,5	No se encuentran establecidas las variables que impactan la eficiencia energética a nivel operacional ni los objetivos concretos y cuantificables.No existe una política energética que contribuya a la mejora continua del sistema de gestión de energía.
GERENCIA	2,89	Los mecanismos de inspección del edificio en cuanto a metas energéticas es deficiente.No existen indicadores energéticos a nivel del edificio ni a nivel de las sub áreas.
PRODUCCIÓN Y OPERACIÓN	3,11	El edificio no cuenta con un sistema de documentación para los eventos de paradas, sus causas, tiempos y acciones correctivas. No existe un sistema de monitoreo de indicadores energéticos y metas diario a nivel de operación que permitan corregir desviaciones de estos respecto a la meta loguable.
MANTENIMIENTO	2,69	EL edificio no realiza auditorias energéticas periódicas para conocer el estado de eficiencia energética de sus equipos. El área de mantenimiento no aplica los incentivos que establecen la ley URE 697 de 2001 mediante la cual fomenta el uso racional y eficiente de la energía promoviendo energías alternativas.
ASEGURAMIENTO DE LA CALICAD	2,17	El edificio de biblioteca Se encuentra certificado con la norma ISO 9000. El edificio no establece y no aplica voluntariamente una norma de gestión energética. No existe un nivel de prioridad del mantenimiento programado a equipos en función de la importancia su estadística de fallos y del impacto del consumo de la energía en el edificio.
COMERCIALIZACIÓN Y COMPRAS	3,07	No está cuantificado cuanto puede impactar la gestión de abastecimiento en el consumo y eficiencia energética. En el edificio de biblioteca no existe un sistema de contabilidad energética relacionado con los consumos, permitiendo evaluar diariamente la eficiencia de los centros de costos, el valor de sus pérdidas y las tendencias de sus consumos.
CONTABILIDAD Y FINANZAS	2,7	En el edificio de biblioteca no existe un sistema de contabilidad energética relacionado con los consumos, permitiendo evaluar diariamente la eficiencia de los centros de costos, el valor de sus pérdidas y las tendencias de sus consumos. No se asignan los costos energéticos correspondientes a cada área para su desempeño contable como centro de costo en función de lo que se consume realmente. El presupuesto de energía eléctrica no está desagregado por áreas, no existe un sistema claro para definir los costos energéticos por áreas y en el edificio dependiendo de los servicios ofrecidos.
GESTIÓN HUMANA	1,42	El edificio no cuenta con un organigrama implantado donde las líneas de autoridad y responsabilidad no están claramente definidas. El edificio no cuenta con unas políticas y un manual de procedimientos de buenas prácticas y uso racional de energía. El edificio no logra que el personal desarrolle un sentido de pertenencia con respecto a la reducción de los
INNOVACIÓN Y GESTION TECNOLÓGICA	2,82	No se conoce la eficiencia energética de los equipos principales para la mejora de los mismos. No existe un mecanismo en la empresa de estimulación individual y colectiva a la innovación en todas sus formas.
GESTIÓN AMBIENTAL	2,7	No se conoce la eficiencia energética de los equipos principales para la mejora de los mismos. No existe un mecanismo en la empresa de estimulación individual y colectiva a la innovación en todas sus formas.
SISTEMAS DE INFORMACIÓN	2,62	En el sistema de información general del edificio no se encuentran incorporados los indicadores energéticos. La gerencia no ha definido las rutas y reportes que indiquen el tipo de datos requeridos para el proceso de toma de decisiones en el sistema de información donde está incluido el de eficiencia energética.
REPRESENTANTE DE LA GERENCIA PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	0,91	No existe un representante para le eficiencia energética del edificio, no existen indicadores energéticos a nivel del edificio que permita evaluar el impacto de cada área, no existen actividades de promoción a proyectos de mejora de la eficiencia energética identificados objetivos financieros programando talleres o workshop sobre eficiencia energética.No se realiza el ajuste de metas de eficiencia del edificio cada año en función de los resultados alcanzados por cada área del edificio.

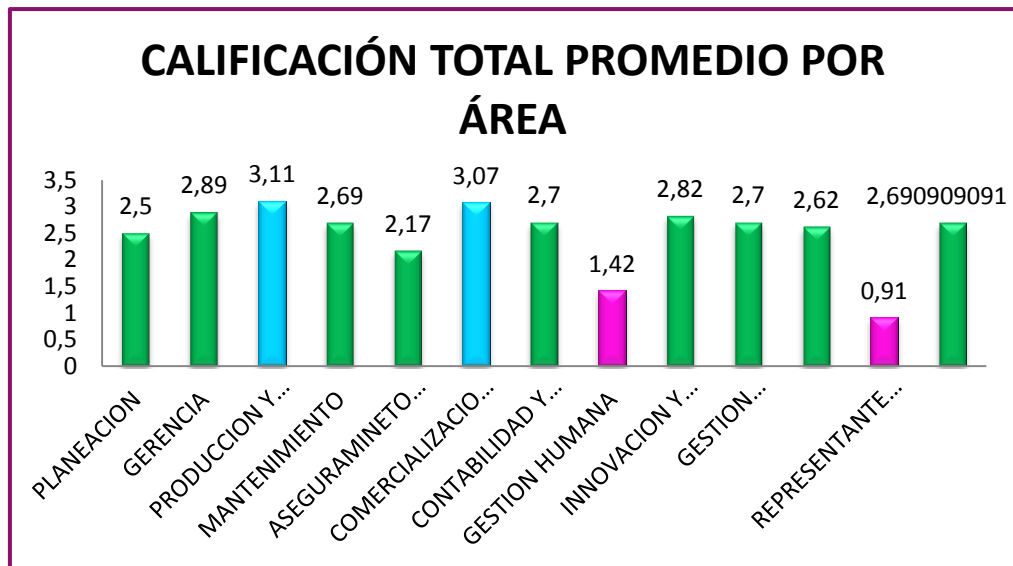
7.1.1 Análisis y resultados del calificador de gestión energética y encuestas en el Edificio Biblioteca. En la figura 7 se aprecia que en el edificio existen dos áreas que presentan un desempeño crítico, estas son el área de representante de

gerencia de eficiencia energética y la división de gestión humana. Solo dos áreas presentaron calificaciones aceptables lo que indica que existen buenas prácticas de uso y manejo de gestión energética estas áreas fueron producción y operación, comercialización y compras.

La puntuación promedio es de 2 a 3 puntos, esto representa un nivel de competencia bajo en cuanto al objetivo de implementar un sistema de gestión de energía.

Se sugiere a la alta dirección crear un comité que defina, implemente y mantenga una política energética para que se integren todas las áreas del edificio en la gestión eficiente de la energía.

Figura 7. Calificación buenas prácticas de gestión energética



7.2 CENSO DE CARGA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS Y ÁREAS DE USOS SIGNIFICATIVOS DE ENERGÍA

El censo de carga permite tener un estimado del consumo en kWh que genera cada equipo instalado en el edificio. Esta actividad está destinada a identificar los equipos que tienen mayor consumo de energía.

Para realizar el censo de carga del edificio Biblioteca, se llevó a cabo un inventario en donde se tuvo en cuenta las horas promedio de trabajo de cada equipo instalado, la cantidad de equipos y la potencia nominal suministrada por el dato de placa. Ver tabla 9.

En la figura 8 se muestra la energía total consumida por mes en cada una de las áreas, es de aclarar que el consumo real de cada equipo depende del estado en que se encuentre y el modo de operación.

Tabla 9. Censo carga del edificio de Biblioteca

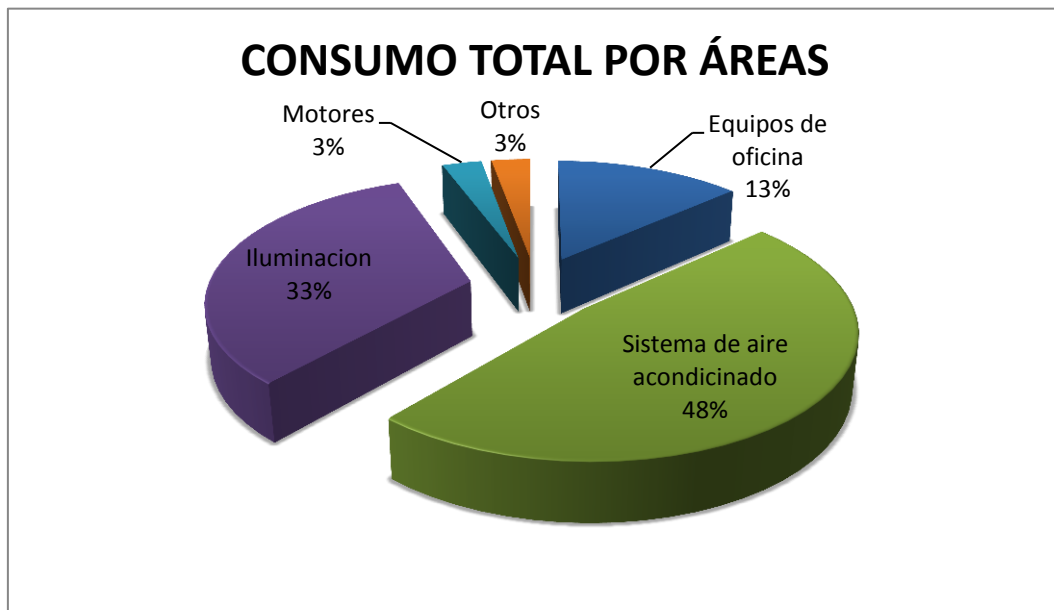
EDIFICIO BIBLIOTECA CAMPUS CENTRAL UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER									
Áreas	Equipos	Cantidad de equipos	Potencia Und [W]	Potencia [kW]	Horas/Día	Día/mes	Horas/Mensuales	kWh Mensual total	Consumo total por areas en kWh
EQUIPOS DE OFICINA	Computador Dell	116	300	0,3	12	12	144	5011,2	6893,60256
	Fax scanner Hp	1	80	0,08	1,5	24	36	2,88	
	Impresora Hp laserjet 400	2	800	0,8	1	24	24	38,4	
	Scanner Hp scanjet 2400	2	4,22	0,00422	1	24	24	0,20256	
	Video beam Sanyo	2	250	0,25	2	24	48	24	
	Impresora Epson Lx 300	1	23	0,023	1	24	24	0,552	
	Impresora Hp 8600	2	28	0,028	1	24	24	1,344	
	Impresora HP 820 Cxi	1	55	0,055	1	24	24	1,32	
	Fotocopiadora	1	3985	3,985	5	24	120	478,2	
	Impresora Hp Deskjet 540	1	12	0,012	1	24	24	0,288	
	Computador portatil	1	175	0,175	12	24	288	50,4	
	Minipack torre	1	1050	1,05	4	4	16	16,8	
	Regulador electrico de voltaje	1	200	0,2	12	24	288	57,6	
	Servidores	4	485	0,485	24	24	576	1117,44	
	3M library systems	1	150	0,15	12	24	288	43,2	
	Impresora epson tipo resivo	4	43,2	0,0432	4	24	96	16,5888	
	Impresora Hp Deskjet 1735	1	2	0,002	1	24	24	0,048	
	Amplificar de sonido	1	200	0,2	1	24	24	4,8	
	Radio Shaex	1	3	0,003	1	24	24	0,072	
	Parlantes Challenger	5	80	0,08	2	24	48	19,2	
	Microfono	1	15	0,015	1	24	24	0,36	
	Vhs Sony	1	17	0,017	2	24	48	0,816	
	Vhs Panasonic	2	17,7	0,0177	2	24	48	1,6992	
	DVD LG	2	12	0,012	2	24	48	1,152	
	Lector codigo de barras	5	2	0,002	12	24	288	2,88	
Televisor Sony	1	90	0,09	1	24	24	2,16		
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	Unidad condensadora de aire ACW-01	1	4000	4	11	24	264	1056	24630,03624
	Unidad condensadora de aire ACW-02	1	5500	5,5	11	24	264	1452	
	Unidad condensadora de aire ACW-04	1	2200	2,2	11	24	264	580,8	
	Unidad condensadora de aire ACW-05	1	5500	5,5	11	24	264	1452	
	Unidad condensadora de aire ACW-03	1	7500	7,5	11	24	264	1980	
	Aire acondicionado York	2	1650	1,65	8	24	192	633,6	
	Unidad condensadora de aire ACW-06	1	4000	4	11	24	264	1056	
	Chiller WGS190AW27-ER10	1	50000	50	6	24	144	7200	
	unidad acondicionadora cassette UCW-01/02	4	250	0,25	11	24	264	264	
	Recuperadora 01	1	7833	7,833	11	24	264	2067,912	
	Recuperadora-02	1	9698,0	9,698	11	24	264	2560,272	
	Recuperadora 03	1	4724,4	4,72441	11	24	264	1247,24424	
	Bomba centrifuga vertical	2	3800,0	3,8	11	24	264	2006,4	
	Torre de enfriamiento marca BAC	1	7457	7,457	6	24	144	1073,808	
	ILUMINACIÓN	Philips TBS Rejilla T8 4x17W	641	68	0,068	12	24	288	
Philips Bala FIRENZE 2x23W		88	46	0,046	12	12	144	582,912	
Philips FBS095 PL-C/2P		14	18	0,018	2	24	48	12,096	
Philips PLC 26W 840 4P		156	26	0,026	6	24	144	584,064	
Philips TBS 690 1x35W/840 HFP M2 PIALU		300	35	0,035	12	24	288	3024	
TCS F 2x32W/841 24C 120-277		13	32	0,032	2	24	48	19,968	
TBS F 2x32W/841 24C 120-277		11	32	0,032	12	24	288	101,376	
Sylvania F20T12/D		1	20	0,02	8	24	192	3,84	
Philips Mni 9W		2	9	0,009	1	24	24	0,432	
General Electrical F96T8-SPX50 2x8W		1	16	0,016	1	24	24	0,384	
Montagargas		1	3355	3,355	8	24	192	644,16	
Ascensor		1	4300	4,3	8	24	192	825,6	
MOTORES	Nevera haceb minibar	1	2280	2,28	24	24	576	1313,28	1469,76
	Horno microondas	1	1800	1,8	2	24	48	86,4	
OTROS	Cafetera	1	7	0,007	2	24	48	0,336	1452,72
	Licudadora Oster	1	300	0,3	1	24	24	7,2	
	Ventilador Samurai	5	80	0,08	3	24	72	28,8	
	Ventilador Shimarsu	4	58	0,058	3	24	72	16,704	
CONSUMO TOTAL DEL EDIFICIO [kWh]									51328,53

Tabla 10. Consumo total por áreas del censo de carga

ÁREAS	ENERGÍA CONSUMIDA PROMEDIO MES (kWh)
Equipos de oficina	6893,602
Sistema de aire acondicionado	24630,036
Iluminación	16882,416
Motores	1469,760
Otros	1452,720

7.2.1 Diagrama de consumo total a nivel de áreas principales. En la figura 8 se observa el porcentaje de consumo en las diferentes áreas con respecto al consumo total del edificio. Las áreas que presentan mayor porcentaje de incidencia son el sistema de aire acondicionado con el 48% de la energía total consumida y el sistema de iluminación con el 33%.

Figura 8. Consumo total en porcentaje por áreas

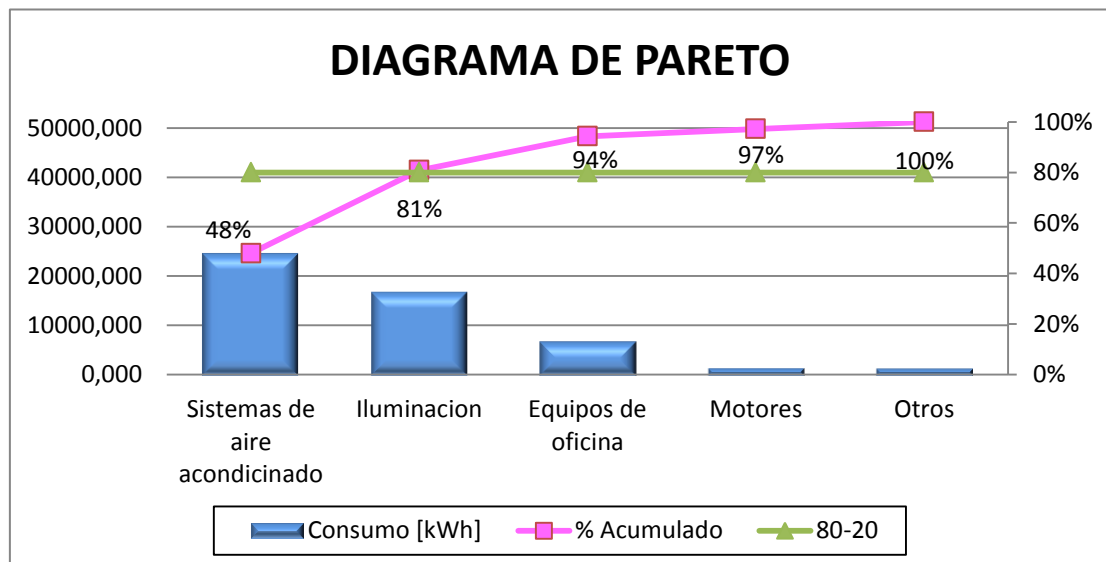


7.2.2 Diagrama de Pareto del consumo eléctrico. El diagrama de Pareto es una gráfica de barras que presenta información en orden descendente, desde el equipo que representa el mayor consumo hasta el equipo que consume menos energía. Especifica el porcentaje agregado de cada barra y la adición incremental de cada equipo con respecto al total.

Su objetivo fundamental es identificar y clasificar las áreas que tienen mayor impacto energético en el edificio. Para su desarrollo fue necesario el censo de carga que se realizó en la sección 7.2.

En la figura 9 se puede determinar que el 20% de las áreas que generan el 80% del consumo de energía son los sistemas de iluminación y climatización. En el capítulo 9 se realizan recomendaciones, para el uso racional y eficiente de la energía en estas áreas.

Figura 9. Diagrama de Pareto para las áreas de consumo



7.3 VARIABLES DE CONTROL DEL USO DE ENERGÍA

Luego de establecer las áreas y equipos que representan el mayor consumo de energía, se procedió con la identificación de las variables de control. Según la guía para la implementación del SGIE las variables de control que impactan la eficiencia energética se asocian a los siguientes factores:

- Estado técnico de los equipos (Controlable)
- Variables operacionales (Controlable)
- Condiciones ambientales (No controlable)
- Coordinación entre áreas (Controlable)
- Variables productivas (Controlables y no controlables)

Para el desarrollo de este proyecto se toma como variable de producción la cantidad de personas que se atienden en la Biblioteca; este tipo de variable no se puede controlar, por lo tanto se le llama variable significativa. Una variable significativa es aquella de la que más depende el consumo de energía del proceso o equipo. El objetivo al obtener las líneas de tendencia de la siguiente sección, es que se puedan implementar medidas que permitan una relación eficiente entre las variables consumo y personas atendidas.

Por otra parte las variables que se pueden controlar en el edificio serían el estado técnico de los equipos y las variables de control operacional como:

- Iluminación: tiempo de encendido de las luminarias
- Refrigeración: presión del aire; temperatura del aire al compresor; humedad del aire, regulación de presión descarga/ presión cargue; tipo de control de arranque/ parada del compresor.

Con las cuales se pueda mejorar el desempeño energético del edificio.

7.4 ANÁLISIS DE CONSUMO DE ENERGÍA

En esta sección se presentan los resultados de los indicadores energéticos propuestos por la UPME en [4]. Las herramientas para el análisis de caracterización de la eficiencia energética: la tendencia de consumo y el gráfico de control, los gráficos energía y personas atendidas vs tiempo, energía vs personas atendidas, energía vs personas atendidas meta, índice de consumo vs personas atendidas, y el gráfico de sumas acumulativas.

7.4.1 Consumo de energía eléctrica del edificio Biblioteca. Los datos del consumo mensual fueron facilitados por medio de planta física UIS, que lleva el registro de los medidores que existen en el edificio de Biblioteca. Estos datos se tomaron del mes de marzo de 2014 hasta marzo de 2015. En la tabla 11 se encuentra el valor de energía cobrado por kWh por la empresa VATIA S.A E.S.P

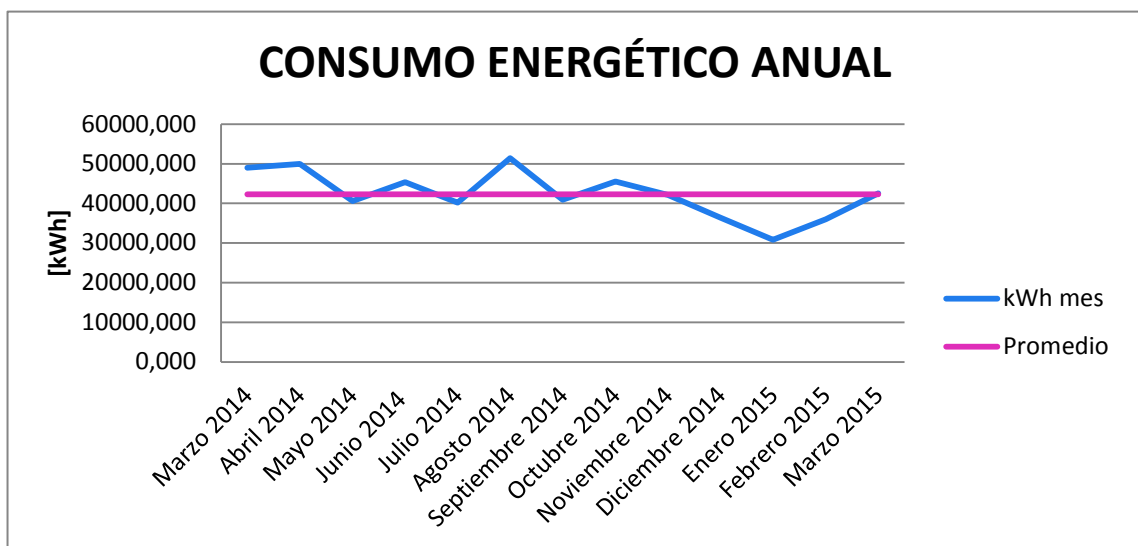
Tabla 11. Datos históricos del consumo de energía eléctrica

MES DE CONSUMO	CONSUMO [kWh]	TARIFA MES	TOTAL A PAGAR
Marzo 2014	49006,409	\$ 282,68	\$13,853,131.64
Abril 2014	49970,768	\$ 284,99	\$14,241,169.24
Mayo 2014	40597,069	\$ 289,40	\$11,748,791.84
Junio 2014	45327,176	\$ 289,46	\$13,120,404.31
Julio 2014	40179,393	\$ 286,66	\$11,517,824.67
Agosto 2014	51440,325	\$ 283,35	\$14,575,615.96
Septiembre 2014	40954,003	\$ 288,32	\$11,807,858.16
Octubre 2014	45561,475	\$ 294,09	\$13,399,174.20
Noviembre 2014	42133,260	\$ 288,57	\$12,158,394.87
Diciembre 2014	36415,465	\$ 287,31	\$10,462,527.19
Enero 2015	30834,915	\$ 294,55	\$9,082,424.08
Febrero 2015	36013,651	\$ 327,51	\$11,794,830.98
Marzo 2015	42570,242	\$ 288,53	\$12,282,791.94
PROMEDIO	42384,935	\$ 291,19	\$12,311,149.16

Fuente: Planta física UIS

En figura 10 se observa el comportamiento del consumo energético del edificio. El menor consumo de energía se registra en el mes de enero de 2015, con un valor de 30834,915 kWh debido a que ese periodo la comunidad estudiantil se encontraba en vacaciones; el mayor consumo se presenta en el mes de agosto de 2014 por motivo de finalización de clases y evaluaciones finales.

Figura 10. Tendencia del consumo eléctrico



7.4.2 Gráfico de control. Los gráficos de control son diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de una variable en función de ciertos límites establecidos. Se usan como instrumento de autocontrol y resultan muy útiles como complemento a los diagramas causas y efectos, para detectar en cuales fases del proceso analizado se producen las alteraciones [5]. En las tablas 12 y 13 se muestran los datos utilizados para realizar el grafico de control.

Tabla 12. Datos del gráfico de control

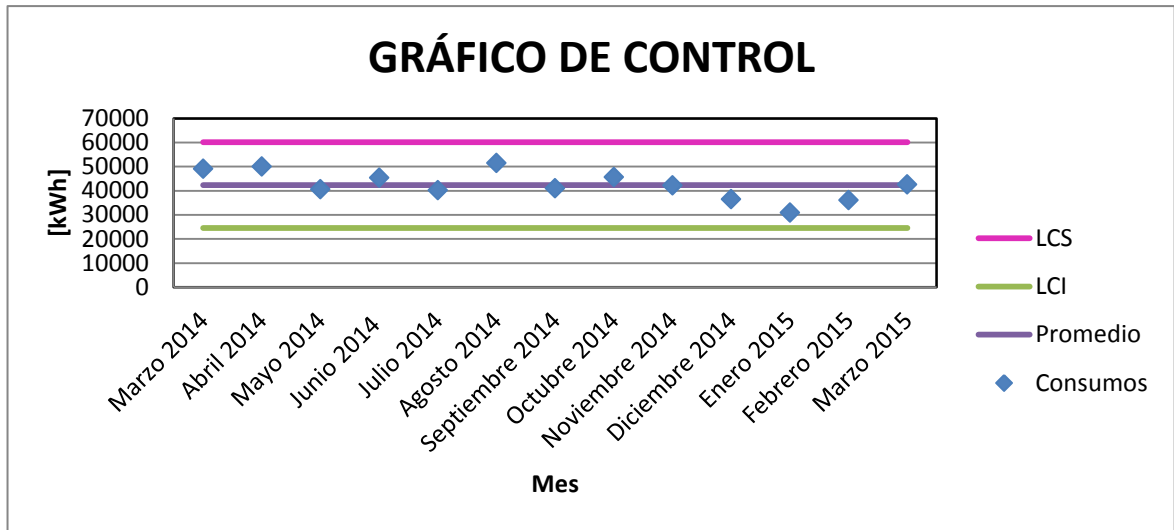
MES DE CONSUMO	CONSUMO [kWh]	LCS	LCI	PROMEDIO
Marzo 2014	49006,409	60174,812	24595,057	42384,935
Abril 2014	49970,768			
Mayo 2014	40597,069			
Junio 2014	45327,176			
Julio 2014	40179,393			
Agosto 2014	51440,325			
Septiembre 2014	40954,003			
Octubre 2014	45561,475			
Noviembre 2014	42133,260			
Diciembre 2014	36415,465			
Enero 2015	30834,915			
Febrero 2015	36013,651			
Marzo 2015	42570,242			

Tabla 13. Variables del gráfico de control

Consumo Promedio CP	42384,935
Desviación Estandar DS	5929,959
LCS (Límite de Control Superior)	$CP+3*DS$
LCI (Límite de control Inferior)	$CP-3*DS$

Con esta información se realizó el gráfico de control figura 11, donde se observa que la variable de consumo se encuentra dentro de los límites de control, lo que quiere decir que los consumos energéticos tienen comportamientos estables. Si alguno de los puntos se encontrara fuera de los límites deberá analizarse para ese mes en particular que ocasionó que la variable se saliera de control, para así tomar medidas de acción y corrección en este evento.

Figura 11. Gráfico de control



7.4.3 Gráfico de consumo (E) y personas atendidas (P) vs. tiempo (T)

Consiste en un gráfico que muestra la variación simultánea del consumo energético con las personas atendidas realizada en el tiempo [5]. Este gráfico permite ver los días en que se produjeron comportamientos anormales en la variación del consumo respecto a la variación de personas atendidas, que en este caso son los estudiantes que ingresan a la Biblioteca.

Para realizar el gráfico se tuvo en cuenta la variación que presenta el consumo y las personas atendidas, esta variación se calcula de la siguiente manera:

$$\%V = \frac{C_{actual} - C_{anterior}}{C_{anterior}} * 100$$

donde:

%V= porcentaje de variación

Cactual=Consumo/personas atendidas actual

Canterior= Consumo/personas atendidas anterior

El comportamiento de la variación es anómalo si los signos de la variable personas atendidas son diferentes o si los valores de los porcentajes son significativamente diferentes a las diferencias medidas [5].

En la tabla 14 se encuentran los datos utilizados para la realización del gráfico de consumo y personas atendidas en el tiempo correspondiente al mes de noviembre, y además el comportamiento de la variación durante todo el periodo de análisis.

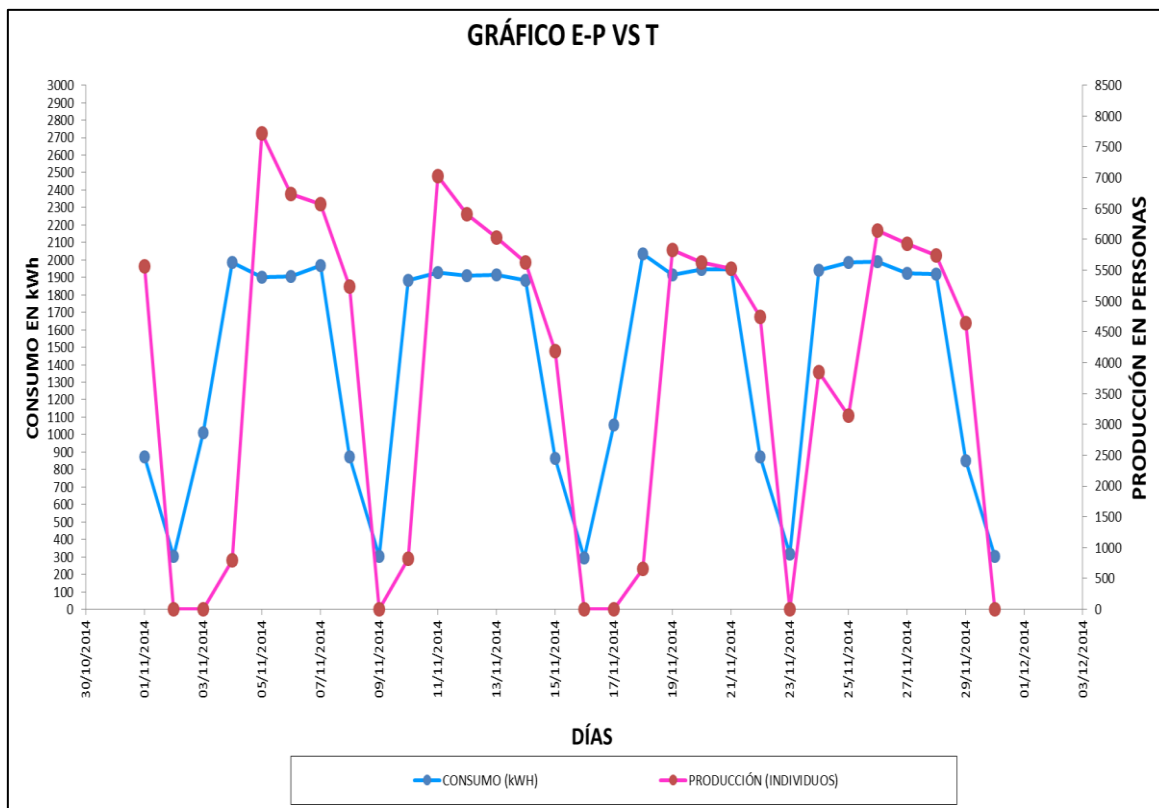
Tabla 14. Variación relativa en el consumo de energía y las personas atendidas en el tiempo.

PERIODO	CONSUMO (kWh)	% VARIACIÓN	PERSONAS ATENDIDAS	% VARIACIÓN	COMPORTAMIENTO
01/11/2014	872,070922		5566		
02/11/2014	304,182407	-65,12	1	-99,98	ANÓMALO
03/11/2014	1011,84987	232,65	1	0,00	ANÓMALO
04/11/2014	1985,81969	96,26	797	79600,00	ANÓMALO
05/11/2014	1901,82791	-4,23	7715	868,01	ANÓMALO
06/11/2014	1903,73873	0,10	6741	-12,62	ANÓMALO
07/11/2014	1966,88766	3,32	6572	-2,51	ANÓMALO
08/11/2014	872,070922	-55,66	5240	-20,27	ANÓMALO
09/11/2014	304,734527	-65,06	1	-99,98	ANÓMALO
10/11/2014	1883,37355	518,04	826	82500,00	ANÓMALO
11/11/2014	1927,19507	2,33	7032	751,33	ANÓMALO
12/11/2014	1908,52791	-0,97	6409	-8,86	ANÓMALO
13/11/2014	1915,99128	0,39	6035	-5,84	ANÓMALO
14/11/2014	1881,13811	-1,82	5623	-6,83	ANÓMALO
15/11/2014	862,495796	-54,15	4189	-25,50	ANÓMALO
16/11/2014	292,844725	-66,05	1	-99,98	ANÓMALO
17/11/2014	1053,18832	259,64	1	0,00	ANÓMALO
18/11/2014	2036,51031	93,37	651	65000,00	ANÓMALO
19/11/2014	1915,34955	-5,95	5824	794,62	ANÓMALO
20/11/2014	1946,90782	1,65	5629	-3,35	ANÓMALO
21/11/2014	1944,17057	-0,14	5528	-1,79	ANÓMALO
22/11/2014	874,943246	-55,00	4743	-14,20	ANÓMALO
23/11/2014	314,945348	-64,00	1	-99,98	ANÓMALO
24/11/2014	1940,14091	516,02	3842	384100,00	ANÓMALO
25/11/2014	1985,40366	2,33	3142	-18,22	ANÓMALO
26/11/2014	1987,9406	0,13	6146	95,61	ANÓMALO
27/11/2014	1921,79128	-3,33	5933	-3,47	NORMAL
28/11/2014	1920,33811	-0,08	5741	-3,24	ANÓMALO
29/11/2014	850,973796	-55,69	4636	-19,25	ANÓMALO
30/11/2014	304,387897	-64,23	1	-99,98	ANÓMALO

En la figura 12 se observa que los días 2, 3, 9, 16, 17, 23, 30 presentan bajas producciones por ser días domingos y festivos. Sin embargo, el consumo no baja a cero debido a que el edificio de Biblioteca cuenta con servidores que están en funcionamiento las 24 horas del día. También se observa que el comportamiento de las personas atendidas de los días martes después de un festivo son similares a los lunes, es decir, el número de personas que ingresan al edificio es menor que el de los otros días de la semana.

En el día 4 y el en día 10 se registró un comportamiento atípico de ahorro de energía eléctrica, debido a que el consumo aumentó muy poco con respecto de las personas atendidas.

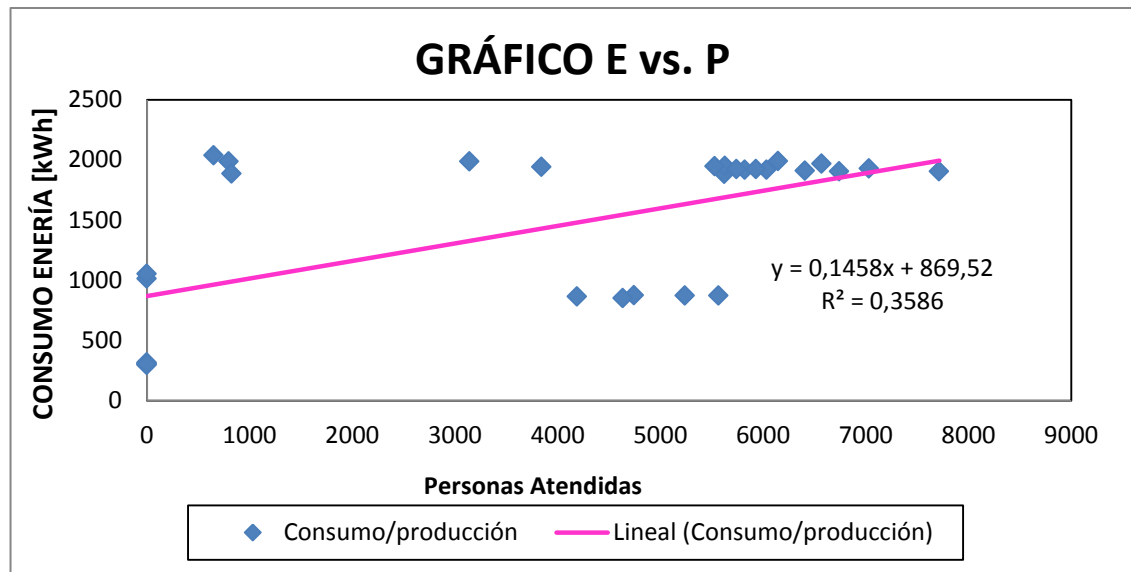
Figura 12. Gráfico consumo (E) y personas atendidas (P) vs. tiempo (T)



7.4.4 Gráfico de consumo (E) vs. personas atendidas (P). Este gráfico permite conocer en qué medida las variaciones de los consumos se deben a variaciones en las personas atendidas [5], es decir, se puede determinar la correlación entre los parámetros a estudiar.

En la figura 13 se muestra el gráfico E vs P que se obtuvo con los datos del consumo y las personas atendidas en el mes de noviembre de 2014.

Figura 13. Gráfico consumo (E) vs. personas atendidas (P)



El índice de correlación encontrado fue de 0,6 lo que indica que no hay una buena correlación entre los dos parámetros. De la figura se obtiene la ecuación que relaciona el consumo de energía y las personas atendidas:

$$E = 0,1458P + 869,52$$

El valor de 869,52 kWh es la energía no asociada a las personas atendidas, representa el 60,96 % del consumo promedio de la energía eléctrica. Este porcentaje indica que el consumo no depende del nivel de personas atendidas y puede ser generada por los siguientes factores:

- Iluminación: El sistema de iluminación de la Biblioteca siempre está encendido (de las 7:30 am hasta las 8:00 pm), luego este consumo no depende de la cantidad de personas que ingresa al edificio.
- Aires acondicionados: el sistema de aires acondicionados funciona con sensores de temperatura y no con sensores de presencia. Este permanece en funcionamiento así las salas de estudio se encuentren vacías.
- El edificio se encuentra cerrado y sin personal los días sábados a partir del mediodía y los domingos; sin embargo, hay un consumo de energía por parte de los servidores, y los aires que se encuentran en los cuartos de los servidores.

El porcentaje de la energía no asociada con las personas atendidas debe ser mínimo para disminuir las pérdidas.

7.4.5 Consumo (E) vs. personas atendidas (P) para la identificación de metas

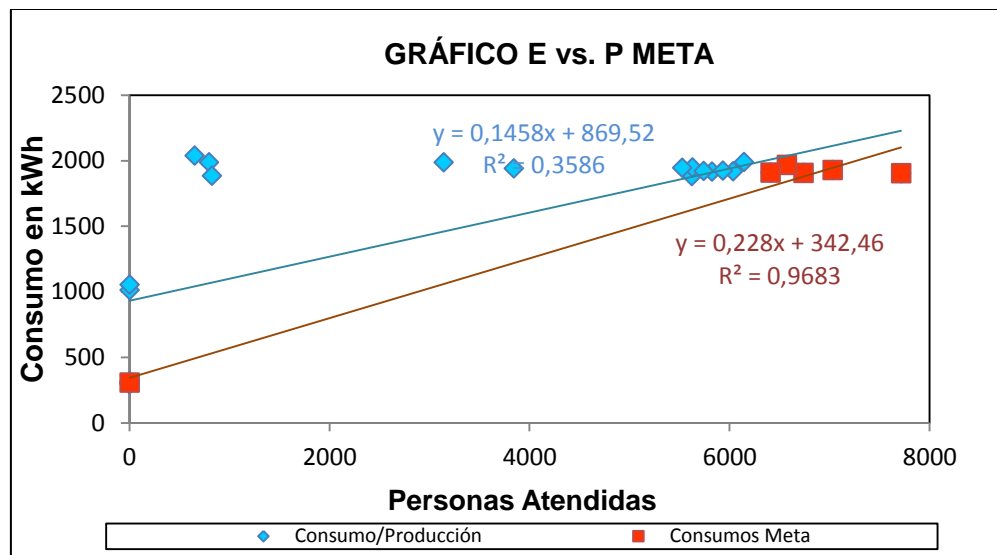
Las metas de reducción de consumo se traducirán en disminución de pérdidas de dinero, si se trazan las medidas adecuadas y se siguen con cuidado.

La meta de consumo para una cantidad de personas atendidas dado se calcula con la ecuación de línea de tendencia del gráfico consumo vs. personas atendidas hallado para los niveles por debajo de la media [5]. Para lograr obtener un gráfico línea meta más verídico, se omitieron los datos de consumo y personas atendidas de los días sábados, debido a que los puntos por debajo de la línea de tendencia

E vs. P pertenecen a estos días y su información no se puede comparar con la de los días lunes, martes, miércoles, jueves y viernes, ya que el horario de atención de los sábados es hasta las 12:00 am por lo tanto su consumo de energía es menor.

En la figura 14 se muestra el gráfico E Vs P Meta donde se observa la nueva línea de tendencia del consumo y su respectiva ecuación.

Figura 14. Gráfico de consumo (E) vs. personas atendidas (P) Meta



Los puntos de consumo meta representan puntos de bajo consumo para buena ocupación y uso del edificio. El propósito con la curva E vs P Meta es establecer medidas que permitan a las variables consumo y personas atendidas, comportarse según la nueva ecuación de tendencia. Si se lograra realizar esto, la utilidad del edificio sería más eficiente.

La nueva correlación en la línea meta es de 0,98, mayor que la del gráfico E Vs. P, y según [5] su valor indica que existe una buena correlación, es decir, que la

nueva ecuación describe de modo apropiado el comportamiento de las variables. De acuerdo con la figura 14, la energía no asociada a las personas atendidas bajó de 869,52 a 342,46 kWh, indicando una reducción de 60,62% en este consumo.

7.4.6 Fenómeno de la variabilidad del consumo en diagramas de dispersión en el gráfico índice de consumo (IC) vs. personas atendidas (P). El diagrama IC vs. P es muy útil para establecer sistemas de gestión energética, estandarizar procesos productivos a nivel de eficiencia energética y para identificar el punto crítico de personas atendidas en el cual el consumo no varía significativamente con relación a ellas [5].

El diagrama IC vs. P es una línea curva con asíntota en el eje x en el valor de la pendiente m de la ecuación $E = mP + E_0$, obtenida del gráfico consumo vs. personas atendidas. La curva se obtiene mediante la siguiente ecuación:

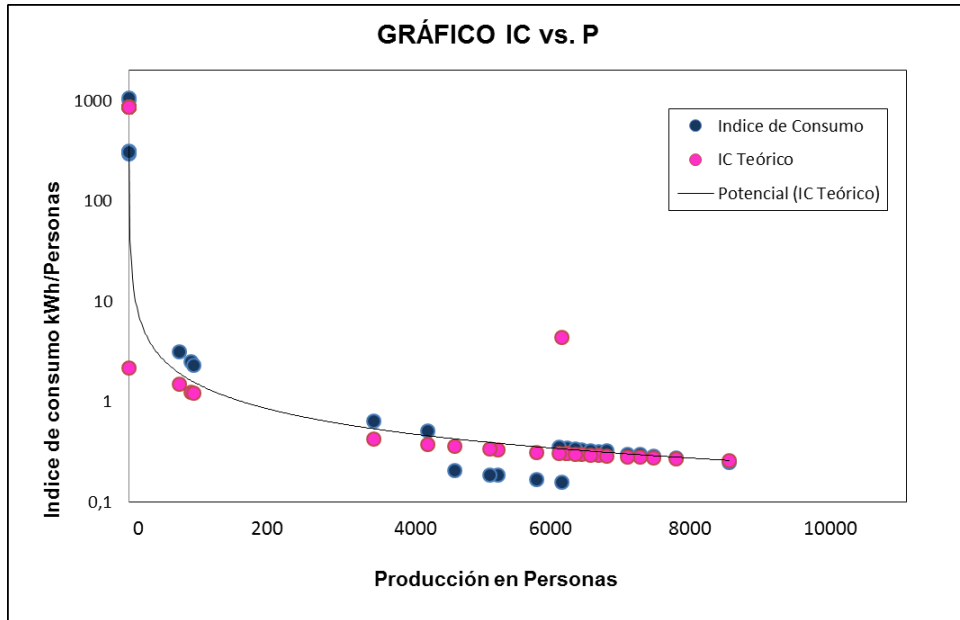
$$IC = m + E_0/P$$

En la tabla 15 se encuentran los datos utilizados para la elaboración del diagrama IC vs. P.

Tabla 15. Datos del gráfico índice de consumo vs. personas atendidas (IC vs. P)

PERIODO	CONSUMO (kWH)	PERSONAS ATENDIDAS	IC	Ct	ICt
01/11/2014	872,070922	5566	0,15667821	1681,0428	4,31036615
02/11/2014	304,1824068	1	304,182407	869,6658	2,1741645
03/11/2014	1011,849872	1	1011,84987	869,6658	869,6658
04/11/2014	1985,819691	797	2,49161818	985,7226	1,23679122
05/11/2014	1901,827909	7715	0,24651042	1994,367	0,25850512
06/11/2014	1903,73873	6741	0,28241192	1852,3578	0,27478976
07/11/2014	1966,887662	6572	0,29928297	1827,7176	0,27810676
08/11/2014	872,070922	5240	0,16642575	1633,512	0,31173893
09/11/2014	304,7345268	1	304,734527	869,6658	869,6658
10/11/2014	1883,373545	826	2,28011325	989,9508	1,19848765
11/11/2014	1927,195075	7032	0,27406073	1894,7856	0,26945188
12/11/2014	1908,527909	6409	0,29778872	1803,9522	0,28147171
13/11/2014	1915,99128	6035	0,31747991	1749,423	0,28987954
14/11/2014	1881,138107	5623	0,3345435	1689,3534	0,30043632
15/11/2014	862,4957956	4189	0,20589539	1480,2762	0,35337221
16/11/2014	292,8447254	1	292,844725	869,6658	869,6658
17/11/2014	1053,188322	1	1053,18832	869,6658	869,6658
18/11/2014	2036,510314	651	3,12828005	964,4358	1,4814682
19/11/2014	1915,349551	5824	0,32887183	1718,6592	0,29509945
20/11/2014	1946,907823	5629	0,34587099	1690,2282	0,30027149
21/11/2014	1944,170571	5528	0,35169511	1675,5024	0,30309378
22/11/2014	874,9432459	4743	0,18447043	1561,0494	0,32912701
23/11/2014	314,9453481	1	314,945348	869,6658	869,6658
24/11/2014	1940,14091	3842	0,50498202	1429,6836	0,37211963
25/11/2014	1985,403658	3142	0,63189168	1327,6236	0,42254093
26/11/2014	1987,940598	6146	0,32345275	1765,6068	0,28727738
27/11/2014	1921,79128	5933	0,3239156	1734,5514	0,29235655
28/11/2014	1920,338107	5741	0,3344954	1706,5578	0,29725793
29/11/2014	850,9737956	4636	0,18355776	1545,4488	0,33335824
30/11/2014	304,3878969	1	304,387897	869,6658	869,6658

Figura 15. Gráfico índice de consumo (IC) vs. personas atendidas (P)



En la figura 15 se puede observar que el índice de consumo varía entre 0,156 y 1011,85 kWh/Personas. Se aprecia un valor crítico del número de personas atendidas alrededor de 800 personas, mientras que el promedio diario de ingreso de personas al edificio es de 4980,86. En el punto de inflexión de la curva, la variación del índice de consumo se hace más sensible con una cantidad menor de personas atendidas. Por tanto, se tiene que mantener producciones por encima del punto crítico para que se disminuya el valor de la energía no asociada a la cantidad de personas atendidas en el consumo real, y haya menor desviación en el consumo de energía.

7.4.7 Gráfico de tendencia o de sumas acumuladas CUSUM. Este gráfico se utiliza para monitorear la tendencia del edificio en cuanto a la variación de sus consumos energéticos, con respecto a un período base dado [5]. En la tabla 16 se muestran los datos utilizados para la elaboración del gráfico de tendencias.

Para la construcción del gráfico se seleccionó como periodo base de comparación, los consumos del mes de marzo al mes de septiembre del 2014 que corresponden al primer semestre académico, con el fin de observar la tendencia que muestran los consumos del segundo semestre académico del 2014.

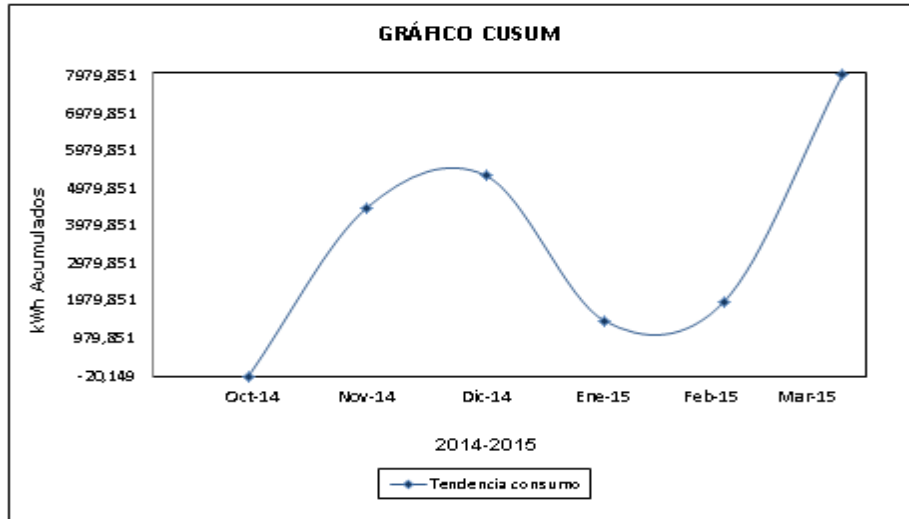
Para el primer semestre académico del 2014 se estableció la relación entre E y P según el método de mínimos cuadrados y se obtuvo la siguiente ecuación $E_t = 0,152 P + 30032$ kWh. Reemplazando los valores del número de personas atendidas se calculó un (E_t) que corresponde al consumo para el primer semestre del año, si las producciones fueran iguales a las del segundo semestre.

Tabla 16. Datos del gráfico sumas acumulativas CUSUM

Día	Ea (kWh)	PERSONAS ATENDIDAS	$E_t = 0,152P + 30032$	Ea-Et	Suma acumulativa
oct-14	45561,475	110910	36957,34421	8604,13084	-20,149
nov-14	40733,2601	114560	36223,45554	4509,80457	4489,655574
dic-14	36415,4648	62365	35567,15065	848,314153	5337,969727
ene-15	30834,9145	52621	34718,90701	-3883,99248	1453,97725
feb-15	36013,6514	100584	35506,07502	507,576417	1961,553667
mar-15	42570,242	58301	36502,67679	6067,56526	8029,118925

En la figura 16 se muestra el gráfico de tendencia del consumo de energía durante un semestre. Se observa que en general existe una fluctuación en la tendencia del consumo energético con un alza significativa desde el mes de febrero al mes de marzo del 2015. Este aumento es de aproximadamente 6067,56526 kWh más que en agosto del semestre anterior que corresponde al mes de finalización de clases.

Figura 16. Gráfico sumas acumulativas CUSUM



7.4.8 Comportamiento del consumo en edificaciones no asociado a las personas atendidas. En la línea base obtenida en la sección 7.4.4, se puede observar el bajo grado de dependencia del consumo de energía con el ingreso de personas atendidas al edificio, evidenciado baja correlación.

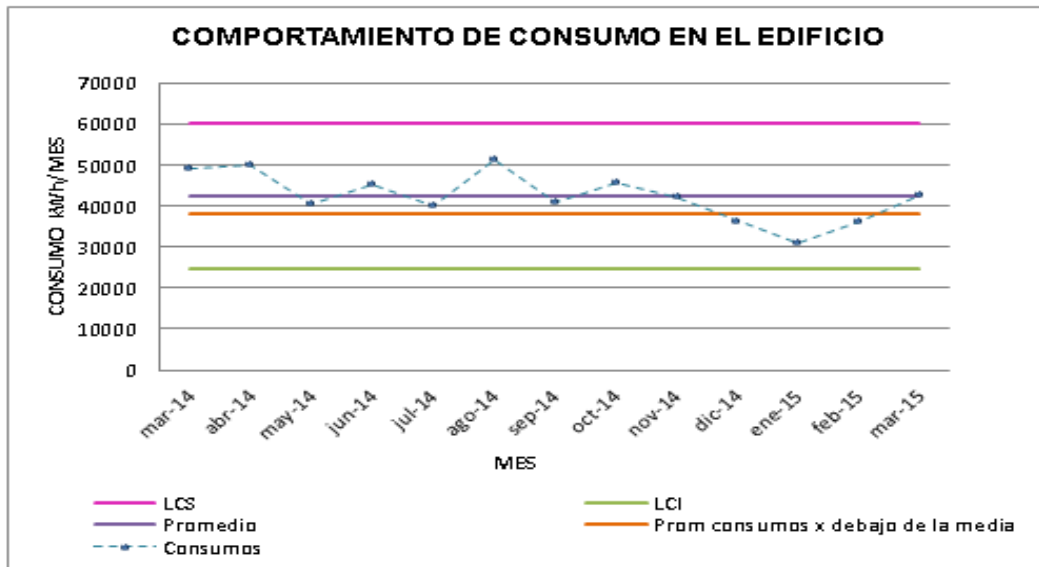
Para que exista una mayor dependencia entre las variables, es conveniente que en los diseños futuros de los sistemas de control de las principales áreas de consumo, se implementen mecanismos que permitan una relación eficaz entre el uso de la energía por parte de los usuarios del edificio y el consumo respectivo. Esto permite hacer presupuestos de consumo más acertados y tener una referencia histórica para el análisis del comportamiento de las variables en meses futuros.

La Guía para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía basado en la ISO 50001 plantea una propuesta para el análisis del comportamiento energético, cuando se presentan problemas de correlación entre las variables en una edificación. Para estos casos la guía especifica que se pueden utilizar gráficos

de control, como el que se realizó en la sección 7.4.2 agregando la línea promedio de consumos por debajo de la media, de forma que permita identificar el potencial de reducción del consumo.

La variabilidad del consumo frente a la unidad de tiempo (día, mes etc.) y la identificación de los días o meses de crecimiento o decrecimiento del consumo permite investigar causas en los cambios de los consumos en estos periodos [3]. En la figura 17 se presenta el comportamiento de los consumos de energía en el edificio Biblioteca desde el mes de marzo del 2014 hasta el mes de marzo del 2015, siguiendo la propuesta sugerida en la guía [3].

Figura 17. Comportamiento del consumo en el edificio



Se observa que los consumos por debajo del promedio se presentaron en el mes mayo, julio y septiembre del 2014 y en el mes noviembre, diciembre, enero y febrero de 2015. En este caso la línea de los promedios de consumo por debajo de la media representa la línea meta.

8. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

El diagnóstico energético representa un papel fundamental al momento de controlar los costos de energía, permite identificar áreas críticas en cuanto al consumo y sus posibles medidas de ahorro en todo el sistema.

En este capítulo se realiza una auditoría energética de los flujos de energía del edificio:

- Niveles de iluminación
- Termografía
- Calidad de la potencia eléctrica

8.1 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

El sistema de iluminación representa el 33% del consumo de energía en el edificio. De forma que con un control de iluminación adecuado se podría ahorrar fácilmente energía. Para tener una estimación de cómo se encuentra el estado actual de iluminación, se realizó la medición de iluminancia con los procedimientos establecidos en la sección 490 del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP) y así, verificar si el diseño de iluminación del edificio Biblioteca cuenta con las condiciones esenciales para suministrar una calidad de energía lumínica suficiente.

Se define como iluminancia (E) la densidad del flujo luminoso que incide sobre una superficie, la unidad de iluminancia es el lux ($1 \text{ lx} = 1 \text{ lumen/ m}^2$).

EQUIPO UTILIZADO

Luxómetro

Permite medir el nivel de iluminancia (lux) existente en algún recinto; este instrumento es un fotómetro análogo, de tamaño compacto, el equipo consta de una celda circular la cual es altamente sensible a la luz. El resultado de la intensidad luminosa que haya en el lugar se muestra en el display. El luxómetro utilizado se muestra en la figura 18 y sus especificaciones se encuentran en la tabla 17.

Características generales

Tabla 17. Especificaciones del Luxómetro LM-120

Especificación	LM-120
Marca	Amprobe LM-120
Sensor	Fotodiodo de silicio y el filtro
Frecuencia de muestreo	2,5 veces por segundo
Alcance	20, 200, 2000, 20000, 200000 lux 20, 200, 2000, 20000 fc
Resolución	0.01 fc / lux
Visualización	Pantalla de cristal líquido de 3 ¾ dígitos (LCD) con una lectura máxima de 1999
Fuente de alimentación / Duración de la batería	9V NEDA 1604, IEC 6F22, batería 006P/ 200 h

Figura 18. Luxómetro Amprobe LM-120



Modo de empleo

Se posiciona el sensor perpendicular a la luz o punto que se desea medir, se retira la tapa del mismo y se selecciona la magnitud lux, la escala de iluminancia y el rango de lectura. Cuando se ha realizado la lectura, se vuelve a colocar la tapa del sensor para proteger el filtro y el sensor.






DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

En la tabla 18 se realiza una descripción de los diferentes tipos de luminarias instaladas en la Biblioteca, y las características del área de la medición.

Tabla 18. Descripción del sistema de iluminación Biblioteca

Tipo	Descripción	Marca / Cantidad	Ubicación
1	<p>TBS Rejilla T8 4x17 W</p> 	<p>Philips/ 641</p>	 <p>Salas de estudio, salas de cómputo y oficinas.</p>
2	<p>Bala FIRENZE 2x23 W</p> 	<p>Philips/ 88</p>	 <p>Pasillos pisos, entradas pisos, entrada Biblioteca.</p>
3	<p>Philips FBS095 PL-C/2P 18 W</p> 	<p>Philips/ 14</p>	 <p>Computadores consulta cuarto piso.</p>

Tipo	Descripción	Marca / Cantidad	Ubicación
4	<p>Bala TORINO PLC 26 W 840 4P</p> 	Philips/ 156	 <p>Pasillos pisos, computadores de consulta.</p>
6	<p>TBS 690 T8 1x35 W /840 HFP M2 PI ALU</p> 	Philips/ 300	 <p>Stand de libros.</p>
7	<p>TCS F2x32 W/841 24C 120-277</p> 	Philips/ 13	 <p>Cuartos de manejadoras y tableros eléctricos.</p>

Tipo	Descripción	Marca / Cantidad	Ubicación
8	<p>TBS F 2x32 W/841 24C 120-277</p> 	<p>Philips/ 11</p>	 <p>Baños, pasillos internos.</p>
9	<p>F20T12/D</p> 	<p>Sylvania / 1</p>	<p>Monta cargas.</p>
10	<p>Eco Home Mini 9 W</p> 	<p>Philips/ 2</p>	 <p>Escaleras internas.</p>



Tipo	Descripción	Marca / Cantidad	Ubicación
11	<p>F96T8-SPX50 2x8 W</p> 	<p>General Electrical/ 1</p>	 <p>Cocina.</p>

Tabla 19. Descripción de paredes, pisos y techos

DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS					
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE				
	MATERIAL	COLOR	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Cemento	Beige, Verde, pastel	X		
Techos	Cielo raso en icopor	Blanco	X		
Piso	Baldosas	Gris		X	
Superficie de trabajo	Madera	Marron	X		
Condición de las luminarias: Limpias					

MEDICIÓN DE LA ILUMINANCIA

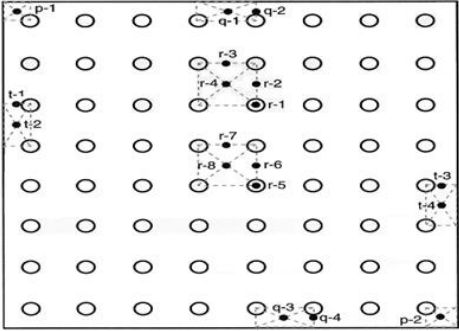
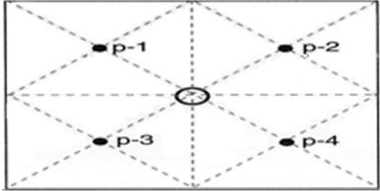
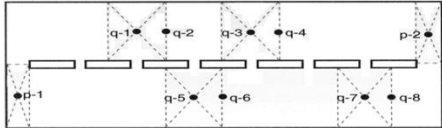
El nivel de iluminancia de un local se debe expresar en función de la iluminancia promedio en el plano de trabajo y se deben cumplir los valores de la Tabla 410.1 del RETILAP de acuerdo con las actividades que se realizan en el edificio.

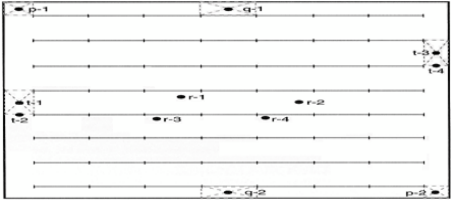
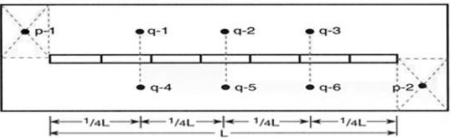
Utilizando el luxómetro especificado en la tabla 17 se midieron los niveles de iluminación interior del edificio, se tomaron las lecturas a la altura del plano de trabajo y en algunos lugares como pasillos a 0,75 m sobre el nivel del suelo; fueron divididos los espacios una retícula cuadrada y según el tipo de distribución de las luminarias se aplicó la ecuación correspondiente para el cálculo de la iluminancia promedio según el RETILAP.

Para la medición de iluminancia en puestos de trabajo, la toma de datos se realizó con el trabajador en su posición de trabajo normal como lo indica el reglamento.

Para ilustrar la forma en que se hizo la toma de datos se presenta la siguiente tabla: 20.

Tabla 20. Cálculo de iluminancia promedio según la distribución de las luminarias en el área

DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS	PUNTOS DE MEDICIÓN DE ILUMINANCIA (Ix)	ECUACIÓN DE ILUMINANCIA PROMEDIO (E _{prom})	DESCRIPCIÓN
<p>a)</p> <p>Áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas.</p>		$E_p = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{N}$	<p>Se promedian las 8 lecturas r_n y este es el valor R de la ecuación de la iluminancia promedio.</p> <p>Se realiza igual con las lecturas t_n, q_n y p_n, para obtener los valores T, Q Y P.</p>
<p>b)</p> <p>Áreas regulares luminaria simple con localización simétrica.</p>		$P = \frac{p_1 + p_2 + p_3 + p_4}{4}$	<p>Se promedian las 4 lecturas p_n y este es el valor la ecuación de la iluminancia promedio.</p>
<p>c)</p> <p>Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila.</p>		$E_p = \frac{Q(N-1) + P}{N}$	<p>Se promedian las 8 lecturas q_n y este es el valor Q de la ecuación de la iluminancia promedio.</p> <p>Se realiza igual con las lecturas p_n, para obtener el valor de P.</p>

DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS	PUNTOS DE MEDICIÓN DE ILUMINANCIA (lx)	ECUACIÓN DE ILUMINANCIA PROMEDIO (E_{prom})	DESCRIPCIÓN
<p>d)</p> <p>Áreas regulares con luminarias de dos o más filas.</p>		$E_p = \frac{RN(M-1) + QN + T(M-1) + P}{M(N+1)}$	<p>Se promedian las 4 lecturas r_n y este es el valor R de la ecuación de la iluminancia promedio.</p> <p>Se realiza igual con las lecturas t_n, q_n y p_n, para obtener los valores T, Q Y P.</p>
<p>e)</p> <p>Áreas regulares con fila continúa de luminarias individuales.</p>		$E_p = \frac{QN + P}{N}$	<p>Se promedian las 6 lecturas q_n y este es el valor Q de la ecuación de la iluminancia promedio.</p> <p>Se realiza igual con las lecturas p_n, para obtener el valor de P.</p>

Observación: N = número de luminarias por fila y M = número de filas.

Fuente: RETILAP

VALORES OBTENIDOS DE LA MEDICIÓN.

Para resumir y mostrar los resultados de todo el proceso de medición y cálculo, se presentan a continuación las tablas 21, 22, 23, 24 y 25, y sus respectivos análisis de conformidad para con el RETILAP. Cada área de análisis se divide en sub-áreas sobre el plano eléctrico del edificio para mejor entendimiento. Ver figuras 19, 20, 21, 22 y 23.

Tabla 21. Niveles de iluminación piso 1.

ÁREA ANÁLISIS: PRIMER PISO				
ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA [lx]		(%) cumplimiento *	Coeficiente de Uniformidad Emin / Eprom
	Medido	Norma		
	Eprom	Emedio		
A1	117,472	500	23,494	0,337
A2	315,679	500	63,136	0,508
A3	421,758	500	84,352	0,790
A4	489,917	500	97,983	0,873
A5	584,500	500	116,900	0,927
A6	498,833	500	99,767	0,951
A7	373,917	500	74,783	0,705
A8	263,642	500	52,728	0,700
A9	590,933	500	118,187	0,920
A10	622,000	500	124,400	0,905
A11	408,750	500	81,750	0,888
A12	575,583	500	115,117	0,980
A13	469,000	500	93,800	0,962
A14	313,667	500	62,733	0,909
A15	368,125	500	73,625	0,904
A16	577,167	500	115,433	0,839
A17	410,367	500	82,073	0,963
A18	148,150	150	98,767	0,042
A19	288,667	500	57,733	0,835
A20	331,583	500	66,317	0,733
A21	214,521	100	214,521	0,419
A22	68,300	150	45,533	0,840
A23	306,500	100	306,500	0,701
A24	734,194	100	734,194	0,385
A25	415,163	150	276,775	0,213
A26	424,518	150	283,012	0,338

* (%) cumplimiento = (Eprom /Emedio)*100

Figura 19. Distribución de iluminación piso 1.

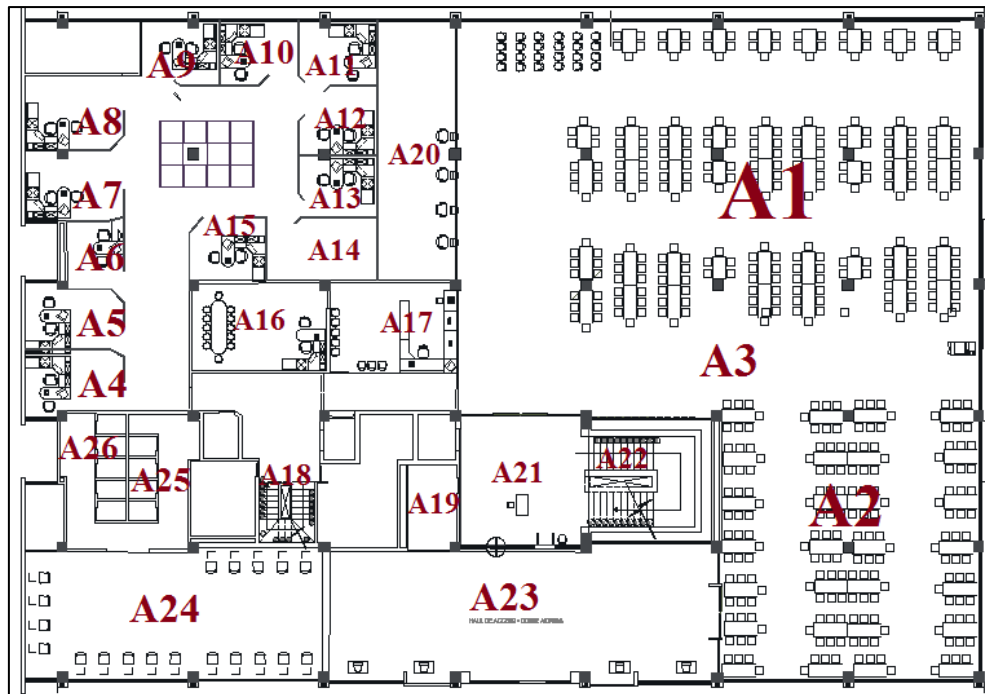


Tabla 22. Niveles de iluminación piso 2.

ÁREA ANÁLISIS: SEGUNDO PISO				
ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA [lx]		(%) cumplimiento *	Coeficiente de Uniformidad Emin / Eprom
	Medido	Norma		
	Eprom	Emedio		
B1	821,697	500	164,339	0,396
B2	443,370	500	88,674	0,289
B3	450,856	500	90,171	0,244
B4	340,891	500	68,178	0,427
B5	506,728	500	101,346	0,361
B6	559,500	500	111,900	0,406
B7	765,001	500	153,000	0,790
B8	957,000	500	191,400	0,947
B9	604,717	500	120,943	0,303
B10	954,105	500	190,821	0,958
B11	137,150	150	91,433	0,764
B12	69,567	150	46,378	0,812

* (%) cumplimiento = (Eprom /Emedio)*100

Figura 20. Distribución de iluminación piso 2.

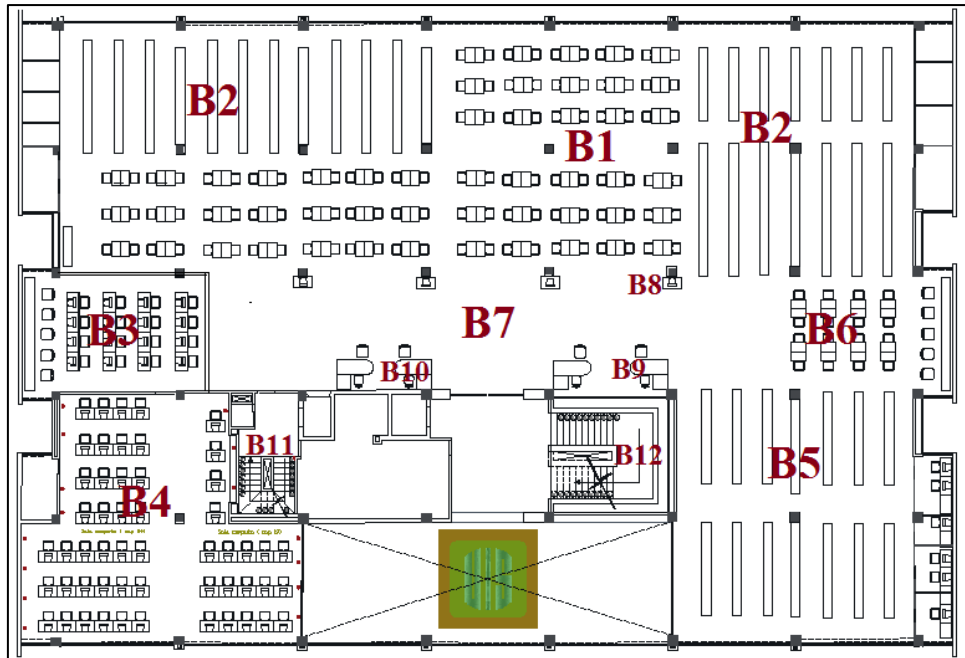


Tabla 23. Niveles de iluminación piso 3.

ÁREA ANÁLISIS: TERCER PISO				
ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA [lx]		(%) cumplimiento *	Coeficiente de Uniformidad Emin / Eprom
	Medido	Norma		
	Eprom	Emedio		
C1	1.025,927	500	205,185	0,391
C2	666,352	500	133,270	0,324
C3	443,787	500	88,757	0,420
C4	749,310	500	149,862	0,546
C5	219,790	100	219,790	0,576
C6	202,000	500	40,400	1,094
C7	459,926	500	91,985	0,361
C8	522,063	500	104,413	0,052
C9	605,385	500	121,077	0,614
C10	79,408	150	52,939	0,918
C11	155,825	150	103,883	0,829
C12	579,111	500	115,822	0,768
C13	726,167	500	145,233	0,957

* (%) cumplimiento = (Eprom /Emedio)*100

Figura 21. Distribución de iluminación piso 3.

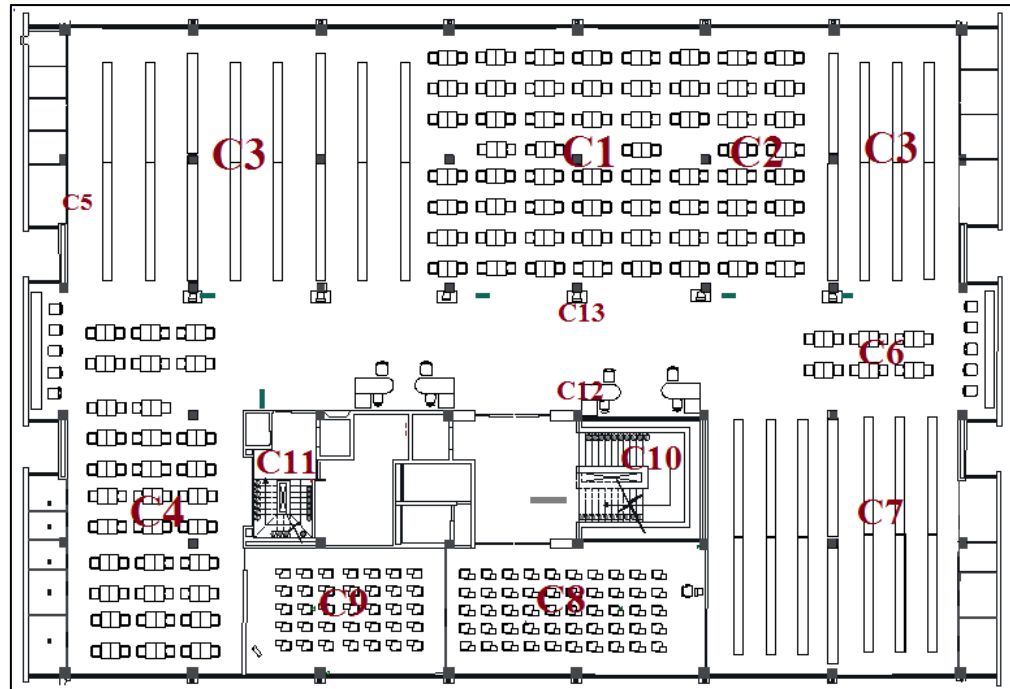


Tabla 24. Niveles de iluminación piso 4.

ÁREA ANÁLISIS: CUARTO PISO				
ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA [lx]		(%) cumplimiento *	Coeficiente de Uniformidad Emin / Eprom
	Medido	Norma		
	Eprom	Emedio		
D1	516,253	500	103,251	0,595
D2	236,896	500	47,379	0,436
D3	441,270	500	88,254	0,406
D4	583,083	500	116,617	0,689
D5	671,917	500	134,383	0,942
D6	711,333	500	142,267	0,865
D7	338,071	500	67,614	0,690
D8	555,667	500	111,133	0,914
D9	369,588	500	73,918	0,291
D10	287,460	100	287,460	0,550
D11	242,521	150	161,681	0,417
D12	462,250	500	92,450	0,813

* (%) cumplimiento = (Eprom /Emedio)*100

Figura 22. Distribución de iluminación piso 4.

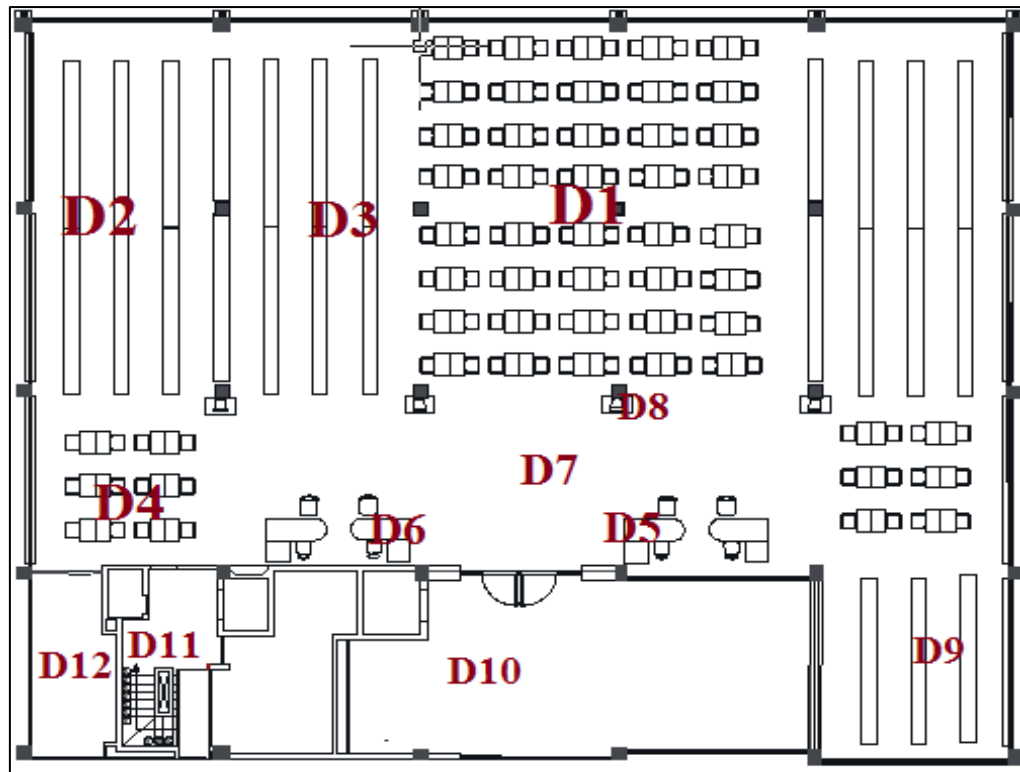
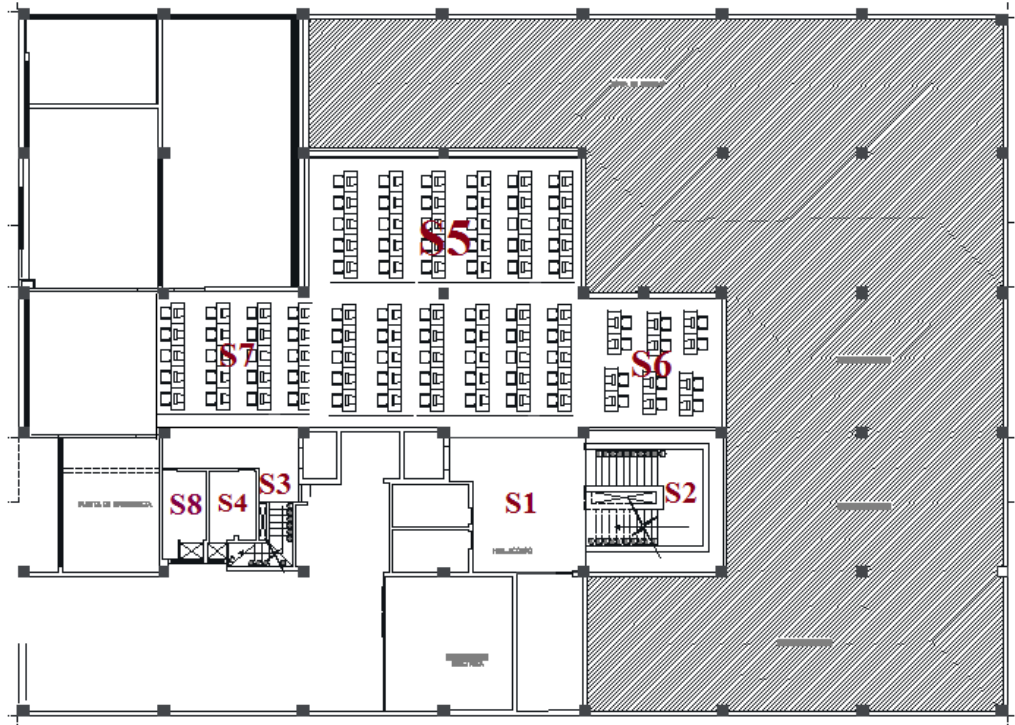


Tabla 25. Niveles de iluminación sótano.

ÁREA ANÁLISIS: SÓTANO				
ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA [lx]		(%) cumplimiento *	Coeficiente de Uniformidad Emin / Eprom
	Medido	Norma		
	Eprom	Emedio		
S1	153,15	100	153,150	0,770
S2	63,3	150	42,200	0,284
S3	126,88	150	84,583	0,919
S4	229,70	150	153,133	0,748
S5	234,76	500	46,952	0,593
S6	170,24	500	34,048	0,337
S7	290,57	500	58,113	0,710
S8	225,61	150	150,407	0,826

* (%) cumplimiento = (Eprom /Emedio)*100

Figura 23. Distribución de iluminación sótano.



Como resultado de las mediciones realizadas al sistema de iluminación de la Biblioteca, se identificaron las áreas que superan los niveles de iluminancia máximos: A21, A23, A24, A25, B1, B7, B8, B20, C1, C4, C5, D10, D11, S1. La mayoría de estas áreas corresponde a pasillos, baños y zonas de computadores de búsqueda. Según el RETILAP En ningún momento durante la vida útil del proyecto la iluminancia promedio podrá ser superior al valor máximo o inferior al valor mínimo establecido en la Tabla 410.1. En la siguiente sección se presentarán simulaciones de las áreas más críticas para establecer el número de luminarias adecuadas y dar cumplimiento a la normatividad, sin olvidar la importancia del confort visual.

En el área A1, que corresponde a la sala de estudio principal del primer piso, se presentaron niveles de iluminancia por debajo del límite mínimo (300 lx). En general los niveles más desfavorables de uniformidad se encontraron en los resultados obtenidos de las mediciones del primer piso, puesto que seis de cada diez luminarias se encuentran en mal estado, con un promedio de dos lámparas fluorescentes dañadas.

Las otras áreas o zonas de trabajo se encuentran dentro de los valores normales de iluminancia.

8.1.1 Niveles de iluminancia en las zonas críticas con ayuda del software DIALux. La implementación del software DIALux en esta sección, tuvo como objetivo simular las áreas de medición donde se encontraron los mayores niveles de iluminancia promedio. Estos niveles no estaban conformes con los valores de referencia establecidos por el RETILAP. El análisis se realiza con el fin de calcular la cantidad mínima de luminarias que se necesitarían para dar cumplimiento a la normatividad.

Las áreas simuladas fueron las siguientes:

- A24: zona del pasillo de los baños, primer piso.
- B8': zona del pasillo, segundo piso.
- C4: sala de estudio 2, tercer piso.

Cabe señalar que la iluminación de la zona B8' está dispuesta para alumbrar diferentes tipos de actividades alrededor de la zona del pasillo tales como: puestos de trabajo del personal administrativo del edificio, computadores de búsqueda y revisteros.

La descripción de las luminarias tipo se encuentran en la sección 8.1.

Gráficos en 3D y tablas de cálculo proporcionados DIALux para la zona A24

Figura 24. Vista frontal y vista superior Zona A24

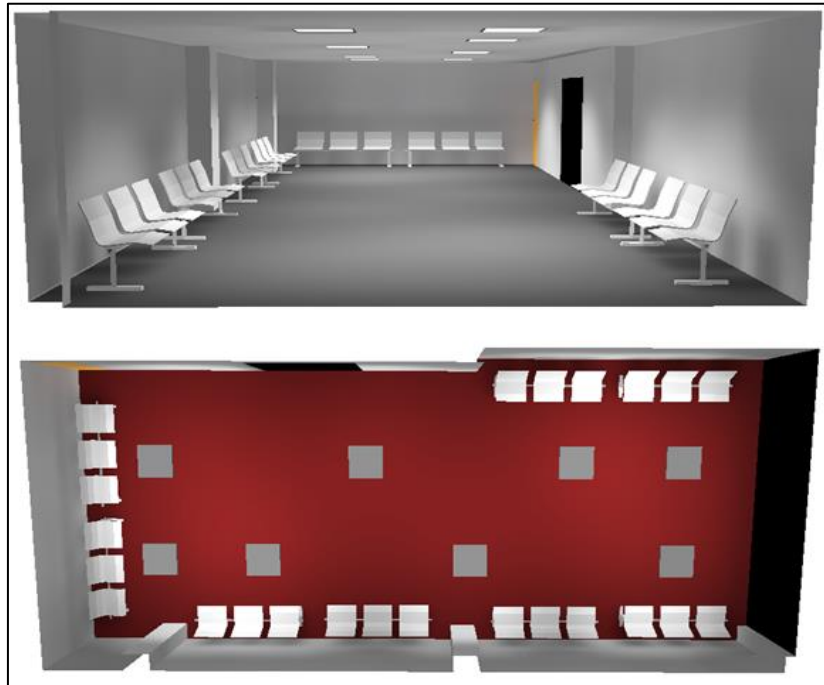


Figura 25. Superficie de cálculo 1/ isólinas zona A24

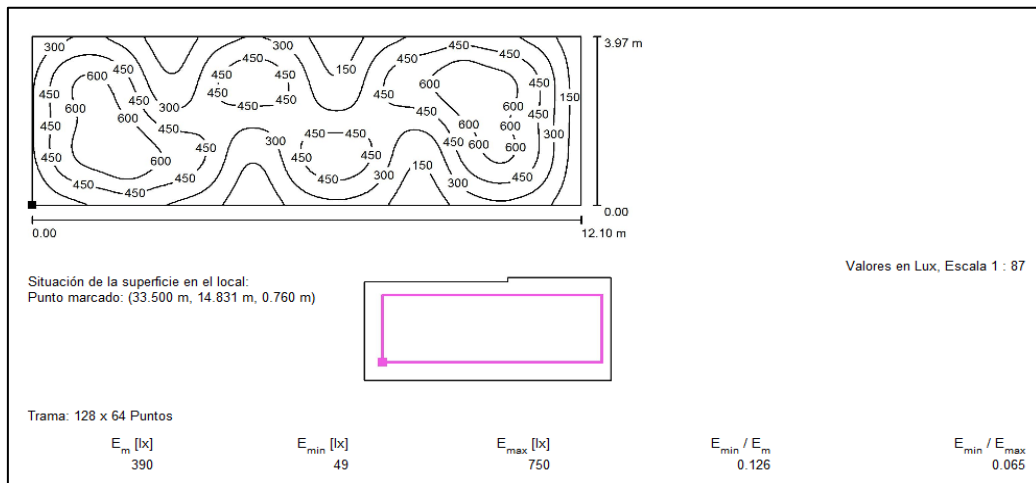
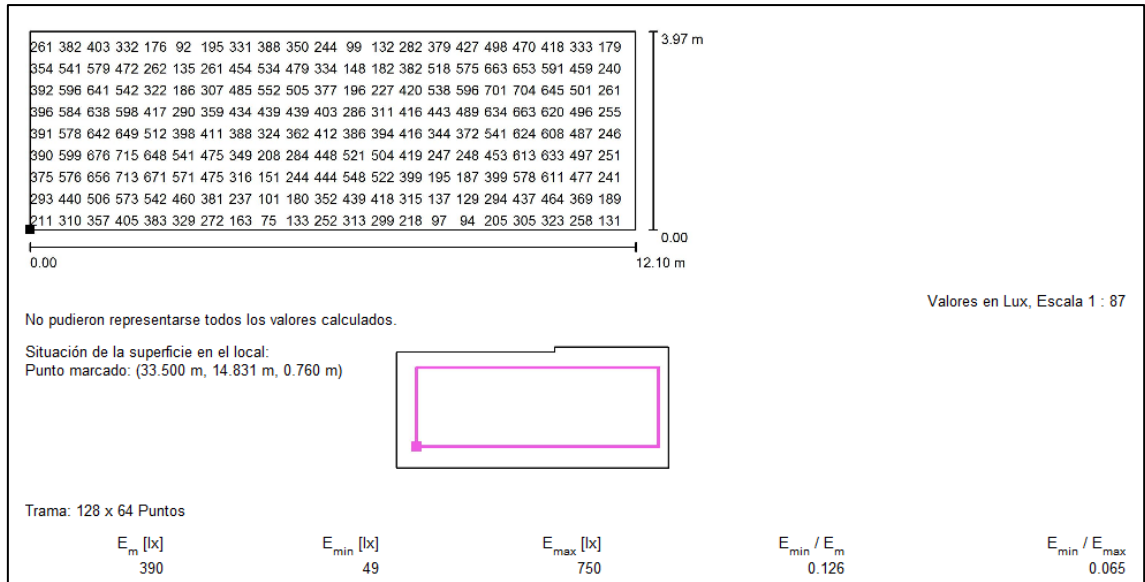


Figura 26. Superficie de cálculo 1/ gráfico valores zona A24



En esta zona se retiraron 4 luminarias tipo 1 de un total de 12. El cálculo de iluminancia promedio que proporcionó el software en estas condiciones dio como resultado 390 lx. Aunque la reglamentación propone una iluminancia máxima de 150 lx para corredores, se debe considerar un valor superior a este para el análisis, ya que en la zona A24 también están dispuestas sillas para el uso de los estudiantes.

Gráficos en 3D y tablas de cálculo proporcionados Dialux para la zona B8'

Figura 27. Vista frontal y vista superior zona B8'



Figura 28. Vista frontal pasillo piso B8'



Figura 29. Superficie de cálculo 1/ isóneas zona B8'

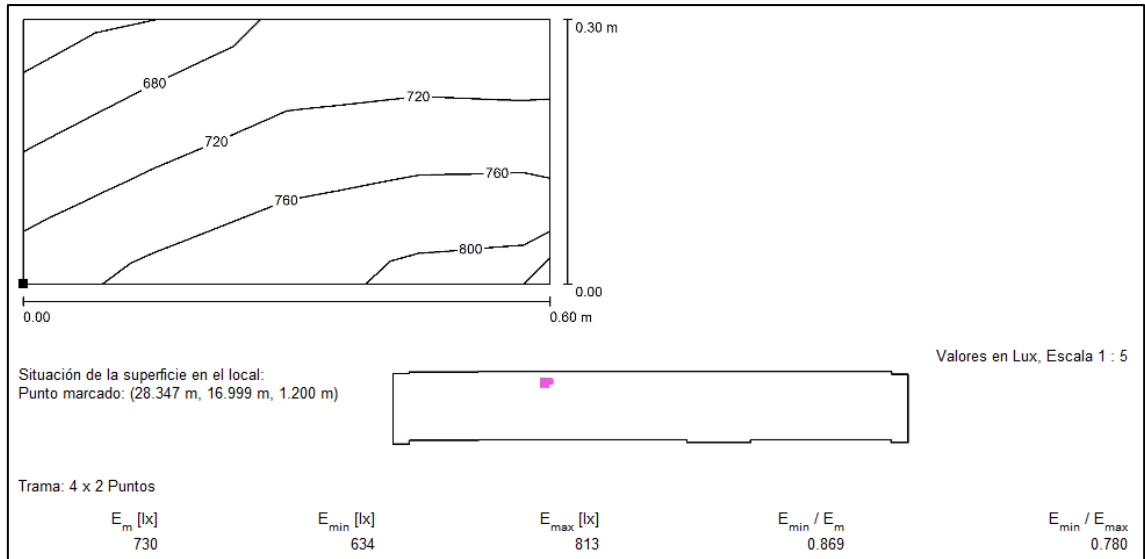


Figura 30. Superficie de cálculo 2/ isóneas zona B8'

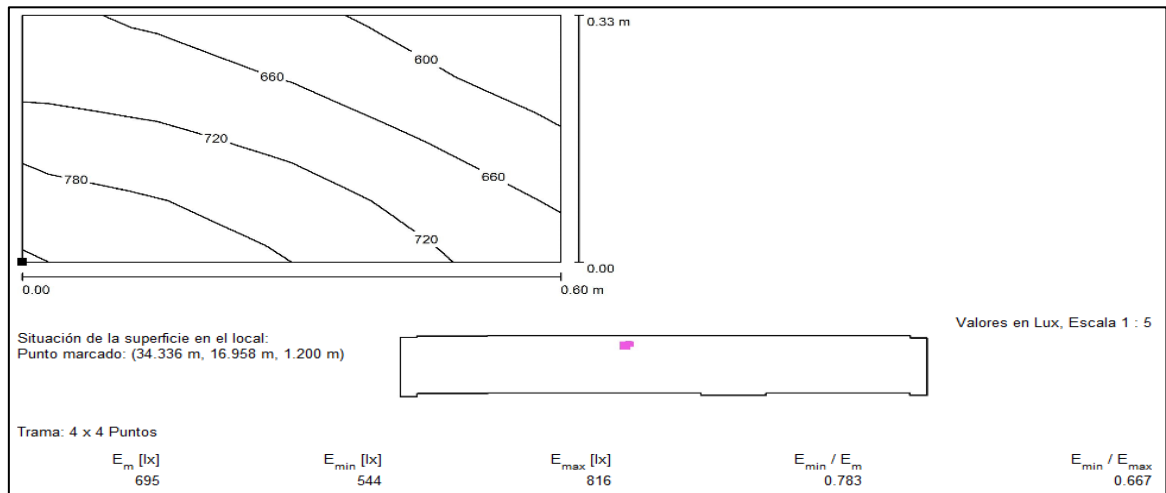
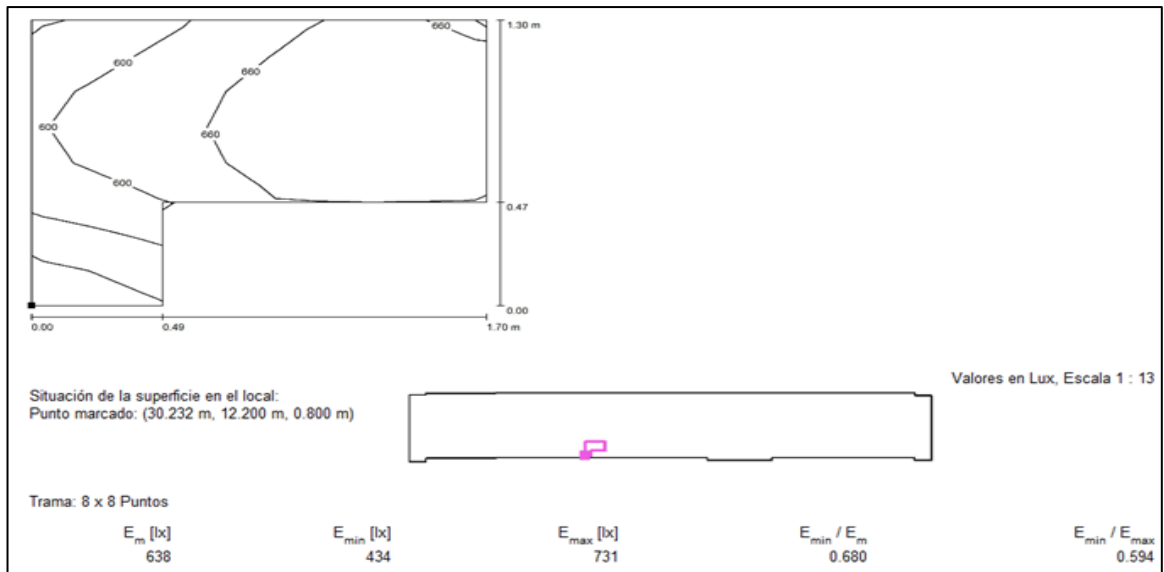


Figura 31. Superficie de cálculo 3 / isóneas zona B8'



En esta zona se retiraron 9 luminarias tipo 1, 7 luminarias tipo 2 y la fila de luminarias tipo 3 ubicada en el pasillo. El resultado de iluminancia promedio que proporcionó el software se divide en 3 superficies de cálculo con el fin de analizar los niveles de luminancia por tipo de actividad. En estas condiciones el valor de E_m que se encontró en la superficie de cálculo 1 fue de 730 lx, en la superficie 2 de 695 lx y en la superficie de cálculo 3 de 638 lx. Todos estos valores cumplen con la normatividad (750 lx máximo).

Gráficos en 3D y tablas de cálculo proporcionados Dialux para la zona C4

Figura 32. Vista frontal y vista superior zona C4

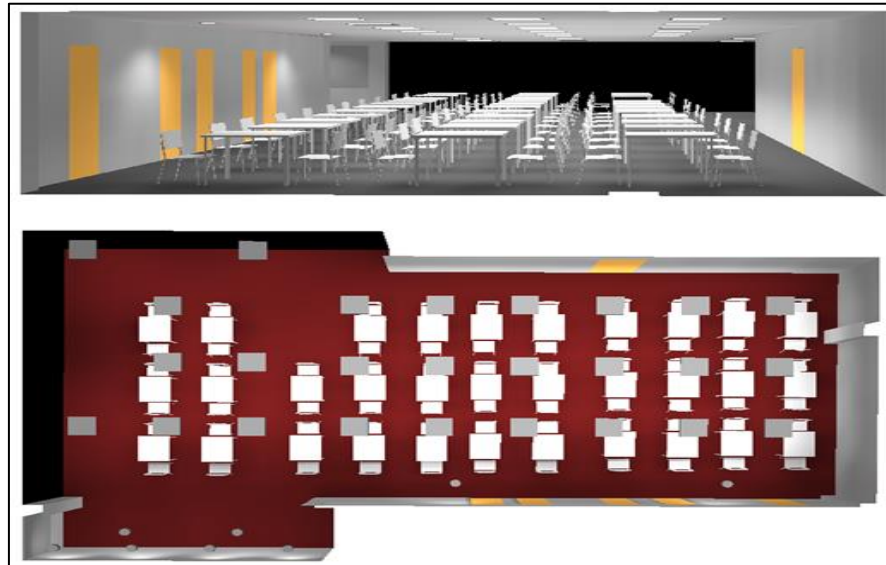
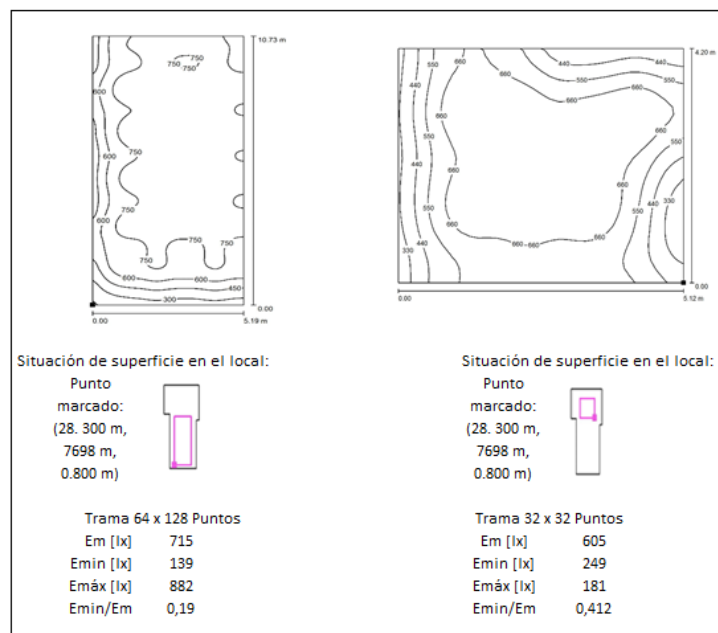


Figura 33. Superficie de cálculo 1-2 / isótopas zona C4



En esta zona se retiraron 7 luminarias tipo 1 y 8 luminarias tipo 4. El cálculo de iluminancia promedio que proporcionó el software en estas condiciones dio como resultado para la superficie de cálculo 1 un valor de E_m igual a 715 lx y en la superficie de cálculo 2 un valor de 605 lx. En los dos análisis los niveles de iluminancia cumplen con los requerimientos del RETILAP, así como los valores de uniformidad (Coeficiente de Uniformidad $E_{min} / E_{prom} \geq 0,5$).

Del análisis cualitativo suministrado por el software DIALux se puede inferir que si se llevaran a cabo las modificaciones realizadas a las zonas críticas, se tendría un consumo más eficiente de la energía y posibles ahorros energéticos que se muestran en la tabla 26.

Tabla 26. Cálculo de ahorro con DIALux

Área / Descripción Luminaria	Total de Luminarias				Consumo estimado Wh/día	Ahorro \$/mes
	TBS Rejilla TB 4x17W	Bala FIRENZE 2x23W	Philips FBS095 PL-C/2P 18 W	Bala TORINO PLC 26W 840 4P		
A24	4				3536	20592,9568
B8'	9	7	20		18460	107507,348
C4	7			8	8060	46939,828
					Total Ahorro \$/mes	175040,13

8.2 ANÁLISIS TERMOGRÁFICO

En esta sección se presenta el análisis de la inspección térmica que se realizó en el edificio a tableros eléctricos de baja tensión, motores y transformadores, con el fin de detectar anomalías y riesgos de recalentamiento en una fase temprana.

Este análisis permite documentar y corregir antes de que la situación se agrave, en donde se pueden presentar mayores daños y por consiguiente costos de reparación.

El 19 de diciembre de 2014 se realizó la inspección termográfica en el edificio de Biblioteca a una temperatura ambiente entre 21 °C – 30 °C. Las imágenes que fueron tomadas con la Cámara Térmica Fluke Ti32 y analizadas con ayuda del software SmartView, corresponden a los siguientes elementos:

- Transformador 13,2 kV / 220 V
- Transformador 13,2 kV / 440 V
- TGB1-220 V
- TGB2-440 V
- Seccionador de entrada o salida 17,5 kV
- Seccionador trifásico de protección 17,5 kV
- Chiller
- Motor para ascensor servicio interno
- Tablero segundo piso

Las diferencias en intensidades de radiación no se traducen en diferencias de temperatura, por eso la temperatura de un objeto no puede medirse con la energía infrarroja que emite, también debe conocerse la emisividad, por tal motivo, a continuación se especifican los valores de emisividad que se tomaron:

- 0,77 para el análisis de los tanques de los transformadores, que corresponde al material de hierro laminado en caliente
- 0,95 para los conductores, que corresponde a cinta eléctrica y caucho.

Como no había seguridad sobre el tipo de los materiales del motor y del chiller para mirar su emisividad, se dejó la que aparece por defecto en la programación de la cámara 0,95.

La paleta de colores utilizada en la imágenes termicas fue la de “alto contraste” que permite visualizar mejor y acentuar más un posible fallo.

Para dar una de las valoraciones de la tabla 27 a las mediciones termográficas realizadas, se utilizó como referencia la comparación entre la temperatura del punto más caliente (T_{pc}) y la temperatura en condiciones normales de trabajo (T_{cn}) en grados centígrados.

Conocemos los valores de temperatura de cada elemento inspeccionado al observar las respectivas imágenes termográficas, para el caso de los bornes de entrada totalizador de 440 V se observa que:

- $T_{pc} = 46,1 \text{ } ^\circ\text{C}$
- $T_{cn} = 36,8 \text{ } ^\circ\text{C}$ (La menor temperatura presentada en los 3 conductores)

La relevancia que se presenta en este caso se calcula restando los valores de temperatura mencionados anteriormente; como el valor encontrado de $9,9 \text{ } ^\circ\text{C}$ es menor o igual a $10 \text{ } ^\circ\text{C}$ entonces se concluye que la relevancia es normal y que no es necesario ninguna actuación hasta el próximo estudio predictivo. Las actuaciones según el nivel de urgencia se muestran en la tabla 28.

Tabla 27. Rango de valoración

Rango de valoración	Relevancia
$TPC - TCN \leq 10^\circ\text{C}$	Normal
$10^\circ\text{C} < TPC - TCN \leq 20^\circ\text{C}$	Leve
$20^\circ\text{C} < TPC - TCN \leq 40^\circ\text{C}$	Grave
$40^\circ\text{C} < TPC - TCN \leq 70^\circ\text{C}$	Critica
$TPC - TCN > 70^\circ\text{C}$	Muy crítica

Tabla 28. Actuaciones según nivel de urgencia.

Urgencia	Detalle
Próximo estudio	No es necesario ninguna actuación hasta el próximo estudio predictivo.
Realizar seguimiento	Realizar un seguimiento para ver la evolución del punto caliente o crítico usando la metodología y el personal más adecuado.
Lo antes posible	Actuar lo antes posible, tener en cuenta la dinámica de cada empresa y sus turnos de trabajo, se aprovechará el paro más inmediato para corregir el problema.
Urgente*	Estudiar la posibilidad de parar el proceso para corregir el problema.
Muy urgente*	Interrumpir el proceso inmediatamente para corregir el problema.

EQUIPO UTILIZADO

Cámara termográfica

Es una herramienta capaz de identificar posibles problemas eléctricos y mecánicos a partir de las emisiones de infrarrojos medios del espectro electromagnético de los cuerpos detectados. Permite visualizar a distancia la distribución de temperatura de superficies completas con precisión y rapidez. Las especificaciones se encuentran en la tabla 28.

Figura 34. Cámara termográfica Ti32



Características generales

Tabla 29. Especificaciones de la cámara termográfica fluke Ti32

Especificación	Ti32
Marca	FLUKE Ti32
Rango de medida de la temperatura (no calibrado por debajo de -10 °C)	de -20 °C a +600°C
Precisión de la medida de temperaturas	± 2 °C o 2 % (a 25°C nominales, la mayor de ambas)
Tipo de detector	Matriz de plano focal de 320 X 240, microbolómetro no refrigerado
Sensibilidad térmica (NETD)	≤ 0.05 °C a 30 °C (50 mK)
Banda espectral Infrarroja	7,5 mm a 14 mm (onda larga)
Distancia focal mínima	46 cm
Tipo de batería/ Tiempo de funcionamiento	Dos baterías recargables y reemplazables (Ión Litio) / 4+ horas por batería
Funcionamiento CA	Adaptador/cargador de CA de 110/230 V CA, 50/60 Hz
Peso (incluyendo la batería)	1.05 kg
software	SmartView

Modo de empleo

La cámara dispone de tres botones de control con los que se pueden realizar ajustes electrónicos con el fin de mejorar la imagen térmica que se visualiza en la pantalla como: intervalo y nivel térmico, paleta de colores, rango de temperaturas y fusión de imágenes.

Se retira la tapa de la lente y se enciende la cámara con uno de los botones de control; por medio del anillo de enfoque que posee, se mejora la visualización de la imagen, se fija el rango de temperatura y se posiciona el cursor en el punto donde se obtenga más información. La imagen se captura pulsando el disparador de la cámara que se almacena de forma automática en formato de archivo .is2.

REGISTRO TERMOGRÁFICO

Tabla 30. Inspección termográfica bornes de entrada totalizador 440 V

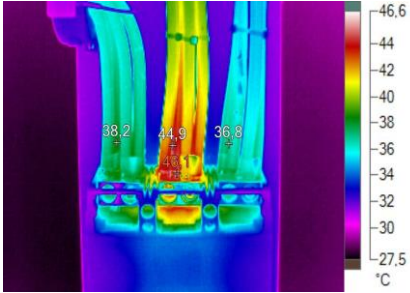

Bornes de entrada totalizador 440 V			
 <p>Termográfica</p>		 <p>Imagen visible.</p>	
<p>Observaciones: Se observa que el totalizador no presenta puntos críticos de temperatura.</p>			
Relevancia	Normal	Urgencia	Próximo estudio
<p>Actuación: Ninguna.</p>			

Tabla 31. Inspección termográfica bornes de salida del totalizador 440 V

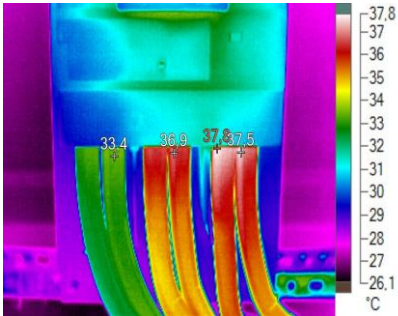
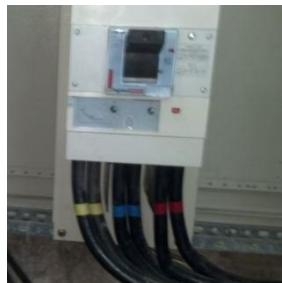
Bornes de salida del totalizador 440 V			
 <p>Termográfica</p>		 <p>Imagen visible.</p>	
<p>Observaciones: Se observan gradientes de temperatura normales en los elementos inspeccionados.</p>			
Relevancia	Normal	Urgencia	Próximo estudio
<p>Actuación: Ninguna</p>			

Tabla 32. Inspección termográfica TGB2

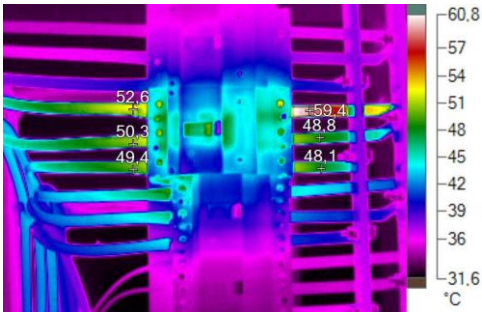
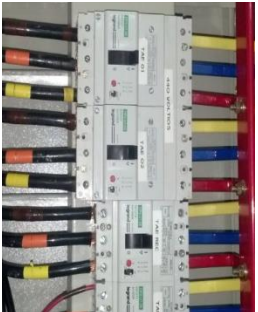
TGB2			
 <p style="text-align: center;">Termográfica</p>		 <p style="text-align: center;">Imagen visible.</p>	
Observaciones: conexión defectuosa			
Relevancia	Leve	Urgencia	Realizar seguimiento
Actuación: limpiar y apretar nuevamente el terminal y verificar la correcta capacidad del interruptor para la carga nominal.			

Tabla 33. Inspección termográfica bornes de salida del totalizador de 220 V

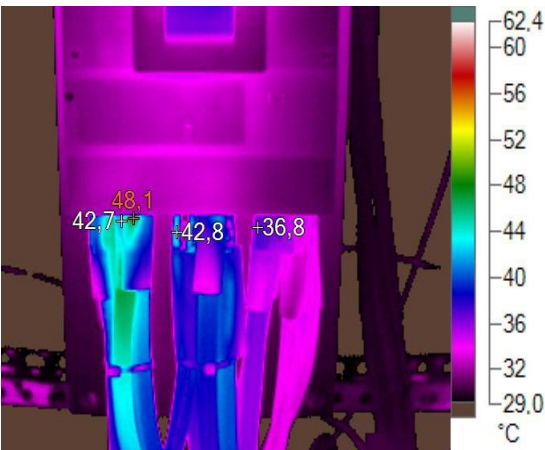

Bornes de Salida del totalizador 220 V			
 <p style="text-align: center;">Termográfica.</p>		 <p style="text-align: center;">Imagen visible.</p>	
Observaciones: Se observa que el totalizador presenta puntos críticos de temperatura.			
Relevancia	Leve	Urgencia	Realizar seguimiento
Actuación: Verificar terminales y conexiones. Verificar cargas actuales y capacidad del conductor actual.			

Tabla 34. Inspección termográfica TGB1-220 V

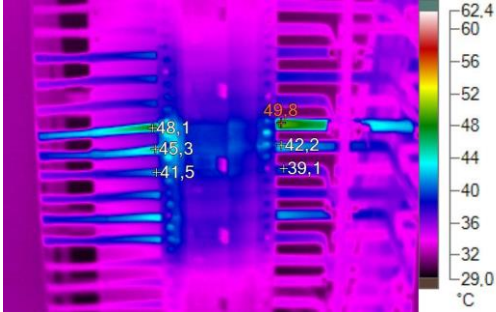
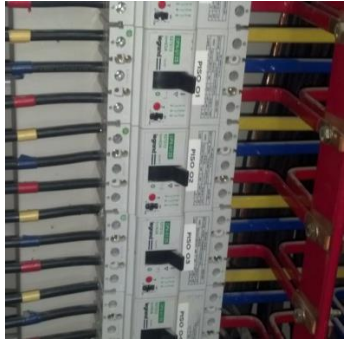
TGB1 -220 V			
 <p>Termográfica.</p>	 <p>Imagen visible.</p>		
Observaciones: conexión defectuosa			
Relevancia	Leve	Urgencia	Realizar seguimiento
Actuación: limpiar las superficies de contacto y verificar el correcto ajuste al terminal			

Tabla 35. Inspección termográfica bornes del transformador 13,2 kV / 440 V

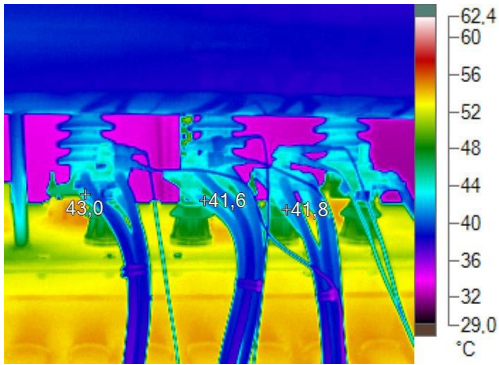

Bornes del transformador 13,2 kV / 440 V			
 <p>Termográfica.</p>	 <p>Imagen visible.</p>		
Observaciones: Los bornes del transformador no presentan sobrecalentamiento			
Relevancia	Normal	Urgencia	Próximo estudio
Actuación: Ninguna			

Tabla 36. Inspección termográfica radiador del transformador 13,2 kV / 440 V

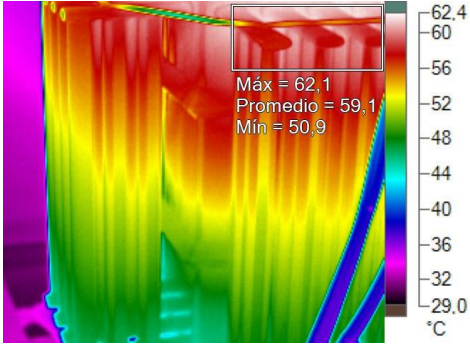

Radiador del transformador 13,2 kV / 440 V			
 <p>Máx = 62,1 Promedio = 59,1 Mín = 50,9</p>			
Termográfica. Imagen visible.			
Observaciones: Se observa que el radiador está operando en temperaturas normales			
Relevancia	Normal	Urgencia	Próximo estudio
Actuación: Ninguna			

Tabla 37. Inspección termográfica cuba del transformador 13,2 kV / 440 V

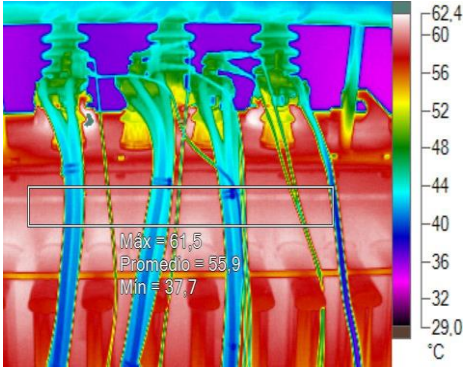

Cuba del transformador 13,2 kV / 440 V			
 <p>Máx = 61,5 Promedio = 55,9 Mín = 37,7</p>			
Termográfica.		Imagen visible.	
Observaciones: Se observa una temperatura de trabajo dentro del rango normal del elemento.			
Relevancia	Normal	Urgencia	Próximo estudio
Actuación: Ninguna			

Tabla 38. Inspección termográfica bornes del transformador 13,2 kV / 220 V

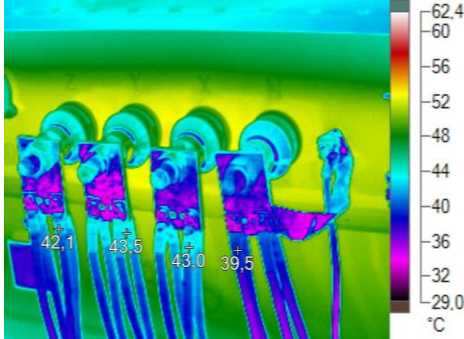

Bornes del transformador 13,2 kV / 220 V			
 <p>Ilustración: imagen termográfica.</p>		 <p>Ilustración: imagen visible.</p>	
Observaciones: Los bornes de baja tensión tienen temperaturas normales de operación.			
Relevancia	Normal	Urgencia	Próximo estudio
Actuación: Ninguna			

Tabla 39. Inspección termográfica radiador del transformador 13,2 kV / 220 V

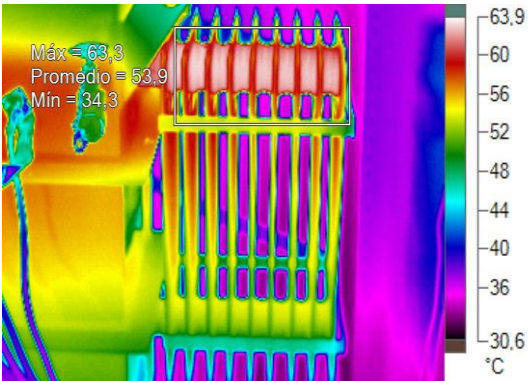

Radiador del transformador 13,2 kV / 220 V			
 <p>Termográfica.</p>		 <p>Imagen visible.</p>	
Observaciones: Se observa que el radiador está operando a temperaturas normales.			
Relevancia	Normal	Urgencia	Próximo estudio
Actuación: Ninguna			

Tabla 40. Inspección termográfica cuba del transformador 13,2 kV /220 V

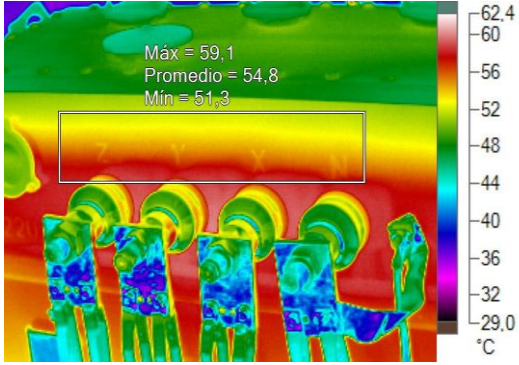

Cuba del transformador 13,2 kV /220 V			
 <p>Máx = 59,1 Promedio = 54,8 Min = 51,3</p> <p>Termográfica.</p>		 <p>Imagen visible.</p>	
<p>Observaciones: Se observan gradientes de temperatura normales en los bornes de baja tensión del transformador.</p>			
Relevancia	Normal	Urgencia	Próximo estudio
<p>Actuación: Ninguna</p>			

Tabla 41. Inspección termográfica seccionador de entrada o salida 17,5 kV

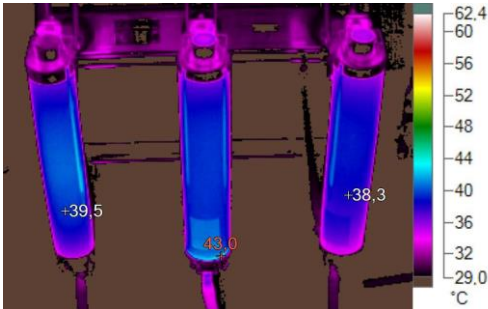

Seccionador trifásico de protección 17,5 kV			
 <p>39,5 43,0 38,3</p> <p>Ilustración: imagen termográfica.</p>		 <p>Imagen visible.</p>	
<p>Observaciones: Se observan gradientes de temperatura normales en los elementos inspeccionados.</p>			
Relevancia	Normal	Urgencia	Próximo estudio
<p>Actuación: Ninguna</p>			

Tabla 42. Inspección termográfica chiller compresor 2

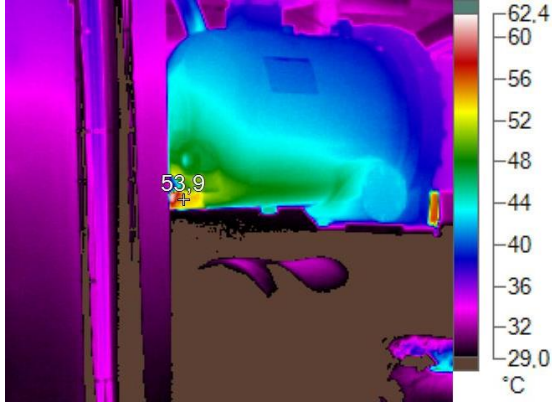

Chiller			
 <p style="text-align: center;">Termográfica.</p>		 <p style="text-align: center;">Imagen visible.</p>	
Observaciones: Se observan gradientes de temperatura normales en los elementos inspeccionados.			
Relevancia	Normal	Urgencia	Próximo estudio
Actuación: Ninguna			

Tabla 43. Inspección termográfica chiller compresor 1

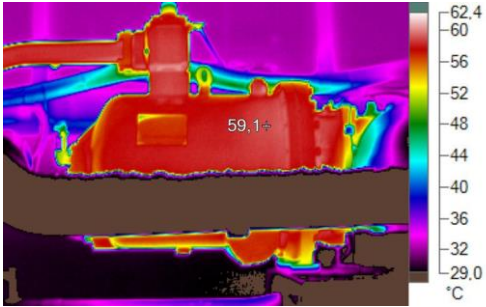

Chiller			
 <p style="text-align: center;">Termográfica.</p>		 <p style="text-align: center;">Imagen visible.</p>	
Observaciones: El compresor 1 presenta sobrecalentamiento			
Relevancia	Leve	Urgencia	Realizar seguimiento
Actuación: Actuación: Realizar un seguimiento para ver la evolución del punto caliente o crítico usando la metodología y el personal más adecuado			

Tabla 44. Inspección termográfica entrada interruptor TI-p2

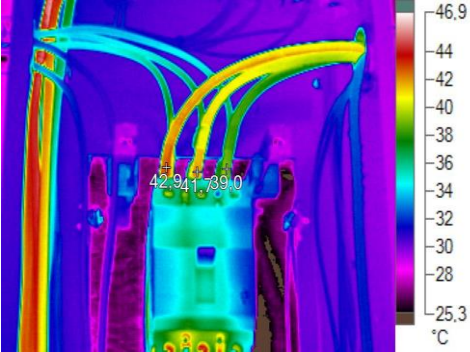
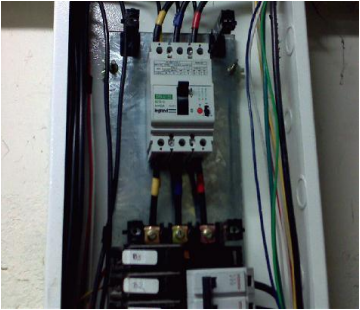
Entrada interruptor TI-P2			
 <p>Termográfica.</p>		 <p>Imagen visible.</p>	
<p>Observaciones: Se observan gradientes de temperatura normales en los elementos inspeccionados.</p>			
Relevancia	Normal	Urgencia	Próximo estudio
<p>Actuación: Ninguna</p>			

Tabla 45. Inspección termográfica motor del montacargas



Motor montacargas			
 <p>Termográfica.</p>		 <p>Imagen visible.</p>	
<p>Observaciones: El motor no presenta sobrecalentamiento</p>			
Relevancia	Normal	Urgencia	Próximo estudio
<p>Actuación: Ninguna</p>			

Tabla 46. Inspección termográfica salida interruptor TI-p2

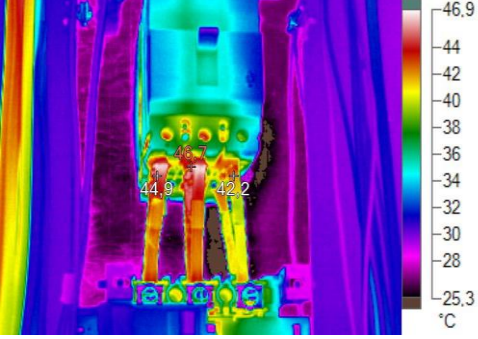
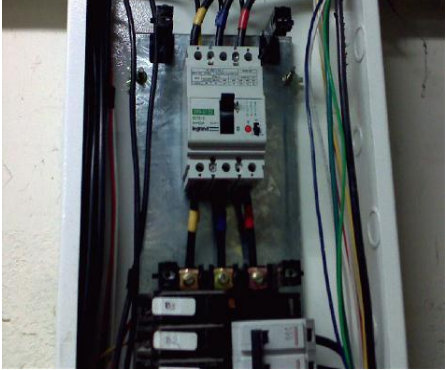
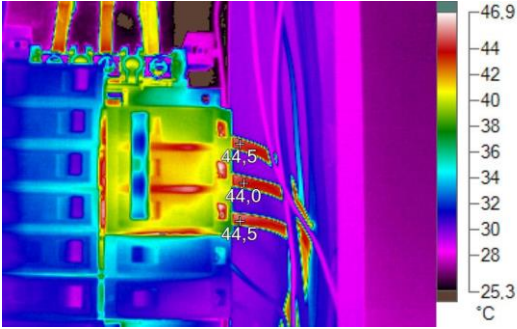
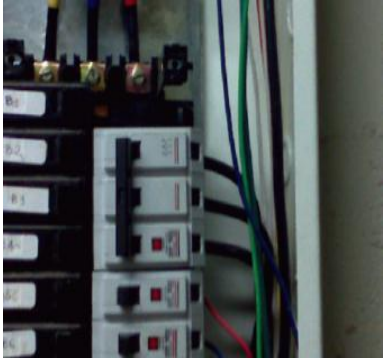
Salida interruptor TI-P2			
 <p>Termográfica.</p>		 <p>Imagen visible.</p>	
<p>Observaciones: Se observan gradientes de temperatura normales en los elementos inspeccionados.</p>			
Relevancia	Normal	Urgencia	Próximo estudio
<p>Actuación: Ninguna</p>			

Tabla 47. Inspección termográfica Tablero TI-P2

Tablero TI-P2			
 <p>Termográfica.</p>		 <p>Imagen visible.</p>	
<p>Observaciones: Se observan gradientes de temperatura normales en los elementos inspeccionados.</p>			
Relevancia	Normal	Urgencia	Próximo estudio
<p>Actuación: Ninguna</p>			

8.3 CALIDAD DE POTENCIA ELÉCTRICA

La calidad de la potencia eléctrica se define como una ausencia de interrupciones, sobretensiones, variaciones en la frecuencia, distorsiones armónicas en la red y variaciones en los niveles de tensión suministrados a los diferentes usuarios. La presencia de estas variaciones ocasiona fallas en los sistemas; incremento de las pérdidas de energía, costos y operaciones erróneas de los equipos, deteriorando el buen funcionamiento y la vida útil de los mismos.

En esta sección se realizó el análisis de las variables registradas por el analizador Power Visa 440, con el fin de evaluar los posibles fenómenos de la calidad de la energía eléctrica presentados.

La reglamentación colombiana adopta explícitamente las recomendaciones de las normas presentadas en la tabla 48.

Tabla 48. Normas relevantes en Colombia sobre calidad de potencia

CALIDAD DE POTENCIA - REGULACIÓN	
<i>Norma, Reglamento</i>	<i>Temáticas de evaluación</i>
CREG 070 1998	Frecuencia y tensión Armónicos Flicker Factor de potencia
NTC 5000 2002	Definiciones Términos fundamentales
NTC 1340 2004	Frecuencias aceptables Tensiones aceptables
CREG 024 2005	Definiciones Límites PST Límites THDv

CALIDAD DE POTENCIA - REGULACIÓN	
	Límites de tensión
NTC 5001 2008	Límites SAGS /SWELLS Flicker Subtensiones Sobretensiones Armónicos de I Armónicos de V Muecas Desbalances
CREG 065 2012	Definiciones Desviación de f Desviación de v PST THDv, THDi y tDD

EQUIPO DE MEDICIÓN

Analizador de redes

El equipo portátil para monitorizar sistemas eléctricos Dranetz Power Visa 440 está diseñado para analizar la calidad del suministro en instalaciones eléctricas. Permite analizar las características de la tensión suministrada en redes públicas de distribución de acuerdo a la norma UNE-EN 50160, y realizar medidas de gran exactitud y fiabilidad tanto en continua, como en redes de alterna monofásicas y trifásicas 50/60Hz. Las especificaciones del analizador se encuentran en la tabla 49.

Características generales

Tabla 49. Especificaciones técnicas del analizador Dranetz Power Visa 440

Especificación	Power Visa 440
Marca	Dranetz
Medición de tensión	4 entradas diferenciales, 1- 600 Vrms, AC / DC, 0.1% rdg + 0,05% FS, 256 muestras / ciclo, 16 bits ADC
Medición de corriente con CTs	4 entradas con CTs 1-6000 Arms, CT-dependientes, AC/ DC, 256 muestras/ciclo, 0.1% rdg + CTs, 16 bit ADC
Muestreo	256 muestras de ciclo, ½ pasos /ciclo
Gama de frecuencias	Resolución 10 mHx, 45-65 Hz
Parámetros medición	<ul style="list-style-type: none"> • Tensión y corriente • Transitorios de baja y media frecuencia • W, VA, VAR, TPF, DPF, Demanda, Energía, etc • THD / espectro armónico y TID / interarmónicos espectro (V, I, W) a 63° • Factor de cresta, factor K, factor de reducción de potencia del transformador.
Monitoreo/Cumplimiento	IEEE 1159 IEC 61000-4-30 Clase A EN50160 Calidad de suministro
Memoria	32 MB, 34 MB o 128 MB de alta Velocidad extraíble Compact Flash
Software	DRAN-VIEW (Windows NT, 98, ME, 2000, XP)

Figura 35: Analizador de redes Power Visa 440

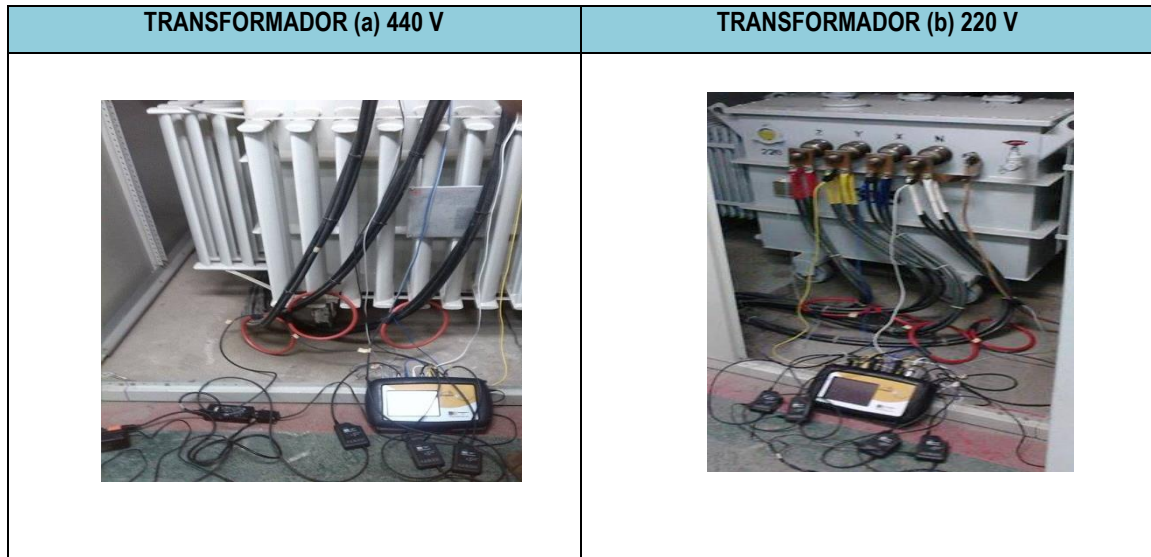


Modo de empleo

Se colocan los conectores superiores al transformador según el tipo de conexión (trifásica en delta para el transformador de 440 V y trifásica en estrella para el de 220 V). Con ayuda del asistente de configuración se sigue una secuencia paso a paso donde se configura el circuito, los factores de escala de tensión y de intensidad, el nombre del archivo entre otros. Luego se pulsa el icono “Medidor” para realizar una comprobación del rango de entrada de tensión y corriente detectado por todos los canales, y así dar inicio a la medición.

El analizador se instaló un mes en cada transformador. El transformador (a) en el mes de febrero de 2015, y el transformador (b) en el mes de noviembre de 2014. Los periodos de medición se realizaron en normalidad académica. En las figura 36 se muestra los transformadores con el equipo instalado.

Figura 36. Conexión del equipo en los transformadores



Variación de tensión de larga duración

Son aquellas desviaciones del valor R.M.S de la tensión que ocurren con una duración superior a un minuto [4].

En la tabla 50 se muestra el rango establecido por la CREG 024-2005 numeral 6.2.1.1 (“desviaciones de la frecuencia y magnitud de la tensión estacionaria”), donde se establece que la tensiones no debe superar $\pm 10\% V_N$.

Tabla 50. Límites de tensión según la CREG 024-2005

TRANSFORMADOR 440 [V]		
Voltaje mínimo permitido de línea	Voltaje nominal línea	Voltaje máximo permitido de línea
396 [V]	440 [V]	484 [V]
TRANSFORMADOR 220 [V]		
Voltaje mínimo permitido de fase	Voltaje nominal fase	Voltaje máximo permitido de fase
139,72 [V]	127,02 [V]	114,32 [V]

Perfiles de tensión

En la figura 37 se muestran las tensiones de línea del transformador (a) durante el mes de febrero. Las tensiones de cada fase presentaron un incremento de tensión al nivel superior exigido y alcanzaron una sobretensión máxima del 3% en la fase A, 2% en la fase B y 1% en la fase C; el comportamiento de las tensiones presentó menor tendencia hacia el límite inferior.

No se observaron interrupciones del suministro de energía en ninguna de las gráficas. Se puede afirmar que la posición del tap es adecuada, porque esta se encuentra en el conmutador N° 3 y según los datos registrados la tensión de línea fue de 469,04 V.

El transformador (b) se analizó durante el mes de noviembre de 2014. Las tensiones permanecieron entre el 90% y el 110% de la tensión nominal, según lo indicado por la resolución de la CREG. Ver figura 38.

No se observaron interrupciones del suministro de energía en ninguna de las gráficas. Se puede afirmar que la posición del Tap es adecuada, porque esta se encuentra en la posición N°2 y según los datos registrados la tensión de fase promedio fue 124,3 V y la tensión de línea 220,4 V.

Figura 37. Tensiones promedio de línea del transformador (a)

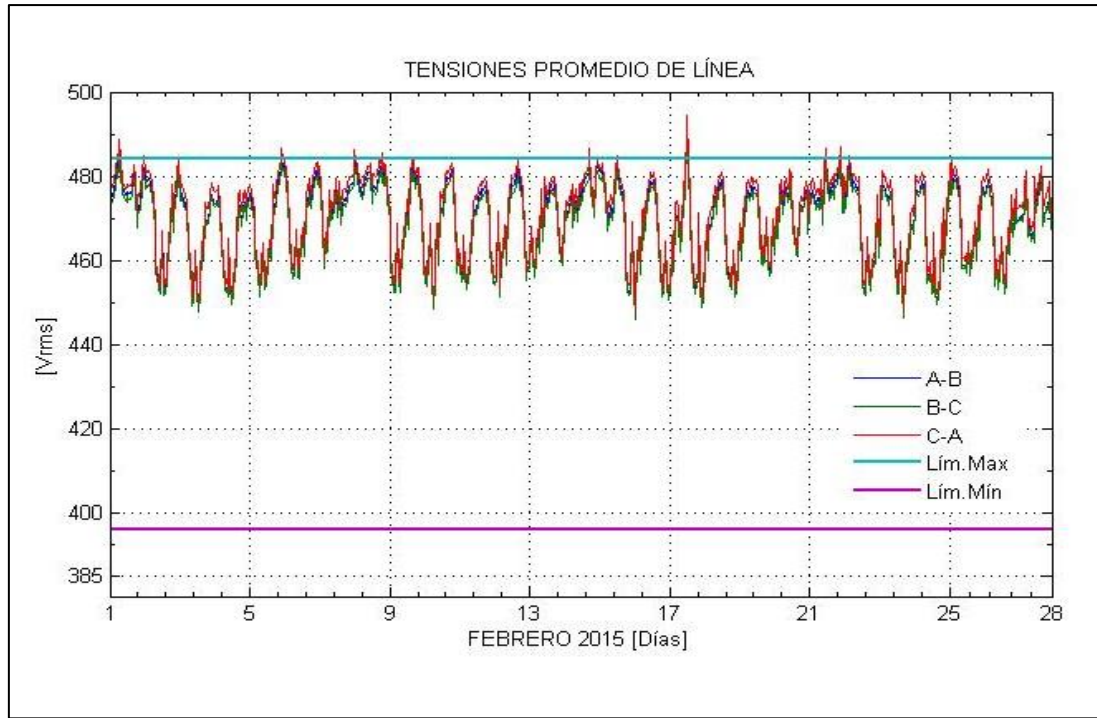
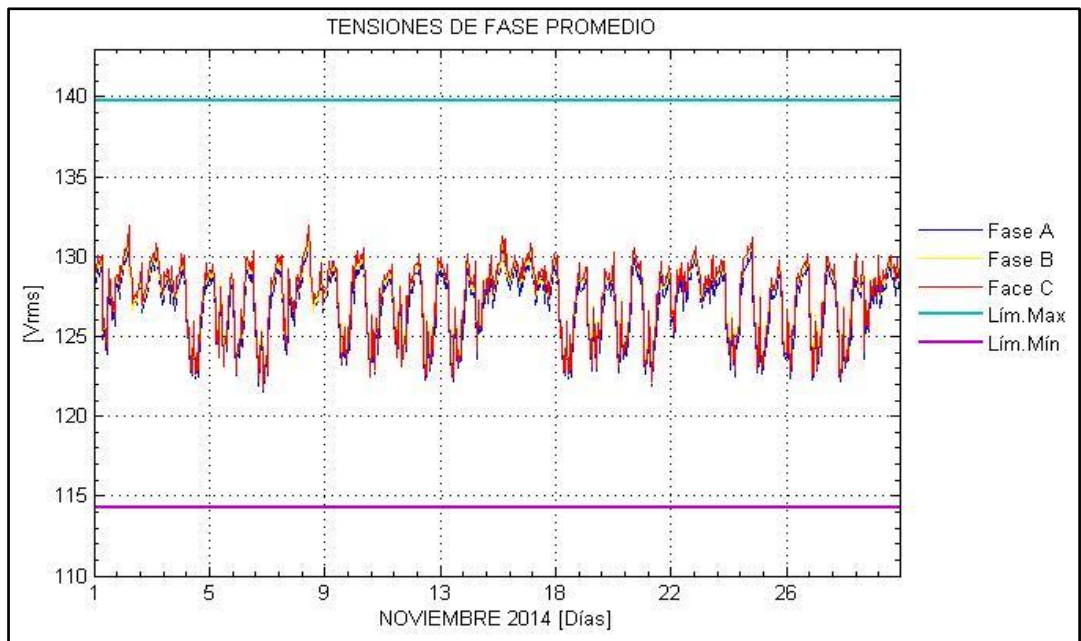


Figura 38. Tensiones promedio de fase del transformador (b)



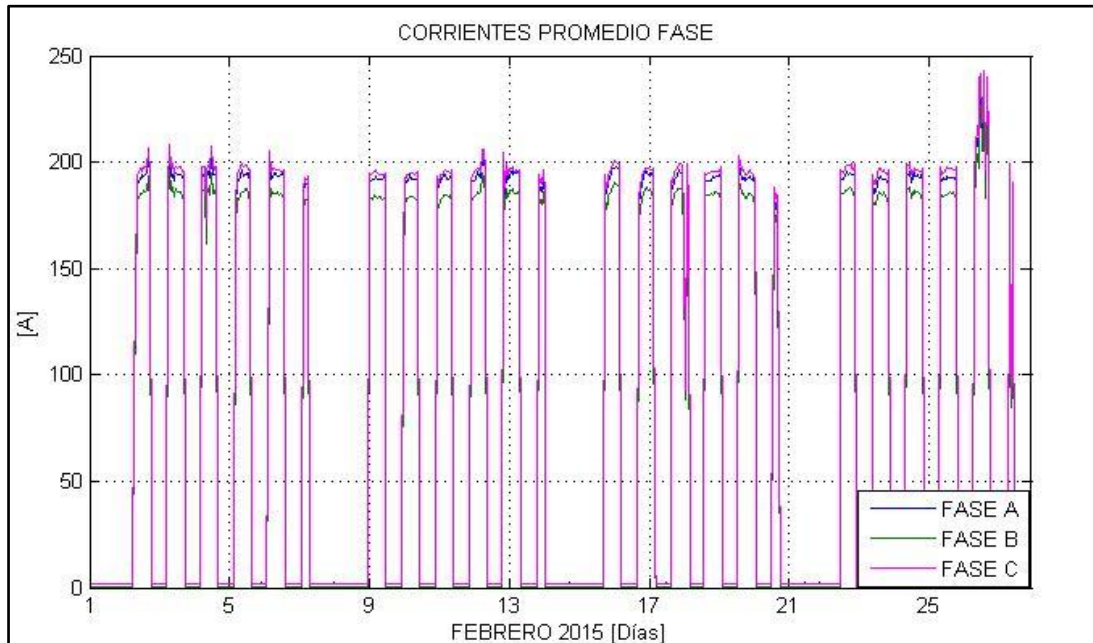
Corrientes

En el periodo de medición en el transformador (a) se observó que los valores de corriente promedio en las fases A, B, C mostrados en la figura 39 fueron 190,79 A, 182,45 A, 194,01 A respectivamente. Al Comparar los perfiles de corriente en la figura 39 se puede llegar a la conclusión de que las fases están bien balanceadas.

El día 27 de febrero entre las 9:00 am y 4:00 pm se presentó un incremento en la corriente, en especial en la fase C, debido a un cambio en el consumo de la potencia por el arranque del compresor nº 2 del chiller.

Las corrientes máximas instantáneas fueron de 237,76 A en la fase A, 226,7 A en la fase B, y 243,12 A en la fase C. Estas corrientes fueron menores a la nominal del transformador 413,34 A, por lo tanto no existen sobrecargas que perjudiquen la vida útil del transformador.

Figura 39. Corrientes del transformador (a)



Los perfiles de corriente por fase para el transformador (b) se muestran la figura 40. Los mayores valores de corriente para las fases A, B, C fueron de 435,9 A, 509,1 A, 517,8 A respectivamente. Se observó un desbalance significativo entre la fase A y la fase C de 81,9 A (15,82%).

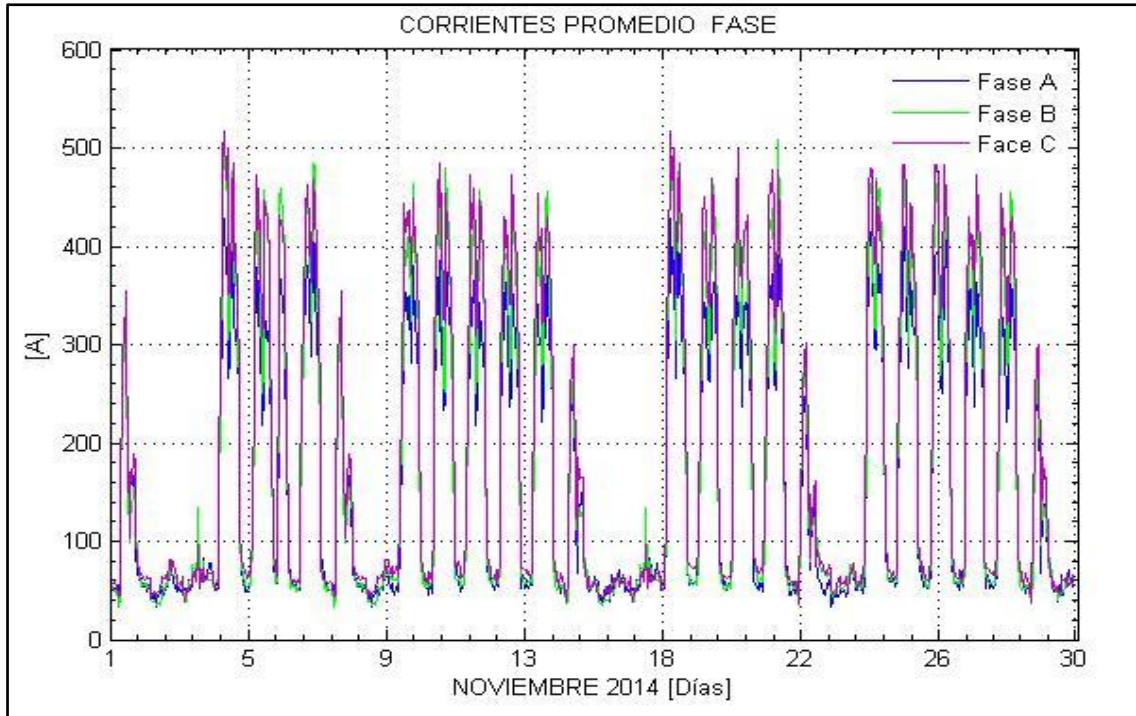
La acometida desde bornes del transformador (b) hasta el tablero general está cableada a través de 4 conductores 500 MCM THHN por fase, al igual que el neutro del transformador. La capacidad permisible de este tipo de conductor según la ficha técnica Phelps Dodge Internattional es de 380 A por consiguiente, la capacidad total es de 1520 A. Para determinar la cantidad de corriente que circula por cada conductor se dividió la corriente máxima registrada que fue de 517,8 A en el número de conductores por fase, como sigue:

$$I = \frac{I_{max}}{n} = \frac{517,8 A}{4} = 129,45 A/conductor$$

Por cada conductor circulan 129,45 A en las horas de mayor consumo indicando que la acometida opera de manera segura bajo las condiciones actuales de carga del transformador, debido a que representa un 34,06% de la capacidad total de corriente del conductor MCM THHN.

La corriente del neutro no superó el 20% de la corriente de fase. De la corriente en el neutro se puede inferir que las cargas son razonablemente balanceadas. No se observaron picos de corriente que puedan afectar en la vida útil de los equipos y los conductores. El perfil de la corriente del neutro fue similar a las corrientes de fase.

Figura 40. Corrientes del transformador (b)



Potencia reactiva y factor de potencia

El perfil de potencia reactiva para el transformador (a) se puede ver en la figura 41, donde se observó un comportamiento inductivo en las tres fases; la fase A presentó el mayor valor de potencia con 21,838 kVAr. Según la Resolución CREG 009 de 1996 los usuarios que presentan un factor de potencia inferior de 0,9 inductivo se les establecen una penalización. En el periodo de análisis el factor de potencia tanto de las fases como el trifásico, no cumplió con el límite establecido; el menor valor se presentó en la fase B, 0,172 pu, y el factor de potencia trifásico estuvo por debajo de 0,9 en atraso, con un valor mínimo de 0,454 pu. Ver figura 42

La exigencia de mantener un factor de potencia de 0,9 inductivo corresponde con el punto óptimo donde los costos de una mayor compensación no se traducen en una disminución en las pérdidas del sistema. También es el valor en el cual se ve

más beneficiado el sistema en operación normal y se producen menos restricciones en los nodos por tensiones por encima o por debajo de los rangos admisibles [2].

Debido a que el coseno de phi (ϕ) promedio de 0,53 del transformador (a) se presentó en condiciones de vacío y su consumo de reactiva durante el mes de medición representa solo 1, 14% de la energía reactiva total consumida, se recomienda instalar un banco de condensadores automático para corregir solo el factor de potencia presentado en condiciones de plena carga es decir cuando el aire acondicionado se encuentra en funcionamiento.

Para el cálculo de la potencia (kVAr) del banco de condensadores basta saber la diferencia de potencia reactiva inductiva que quiere ser corregida a partir del punto de intercepción con el condensador para obtener un factor de potencia de 0,91, de esta forma el valor del banco de condensadores se calcula con la siguiente información:

- Potencia reactiva para un factor de potencia de 0,78 es de 57, 68 kVAr
- Potencia reactiva para un factor de potencia de 0,91 es de 32,75 kVAr

Para el transformador de (a) de 13,2 kV – 440 V del edificio Biblioteca se requiere un banco de condensadores automático de 24,92 kVAr o de 25 kVAr ya que es el que se consigue comercialmente en Colombia.

Para el caso del transformador (b) se observó que los valores de factor de potencia se encontraron dentro de los límites establecidos por lo que no es necesario ningún tipo de compensación de potencia reactiva. Ver figura 43.

Figura 41. Potencia reactiva del transformador (a)

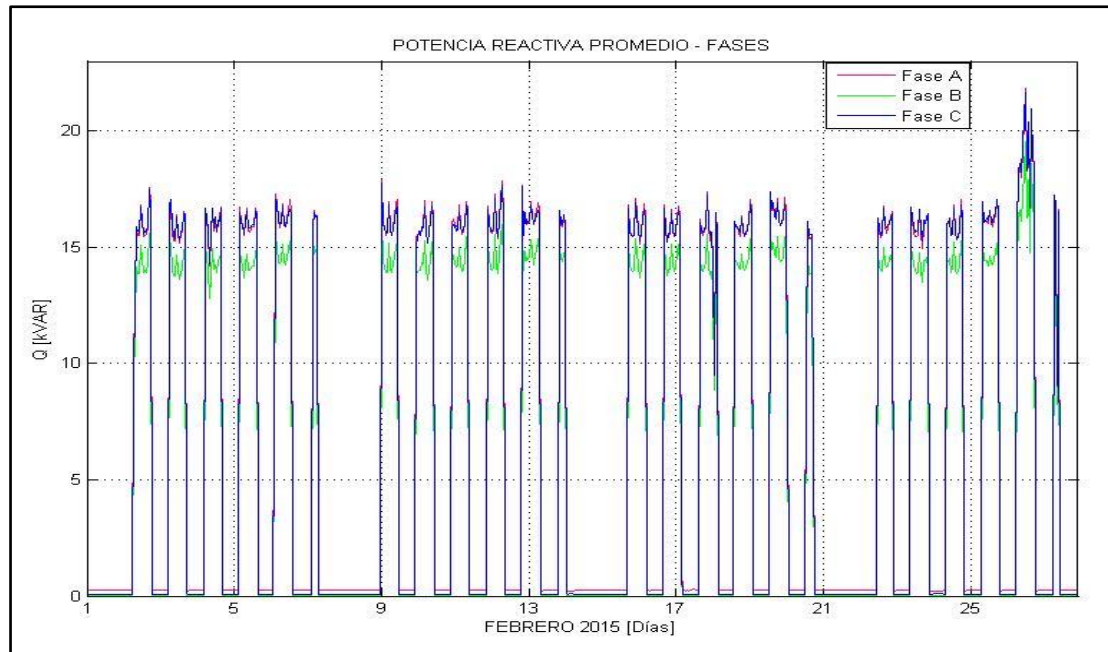


Figura 42. Factor de potencia del transformador (a)

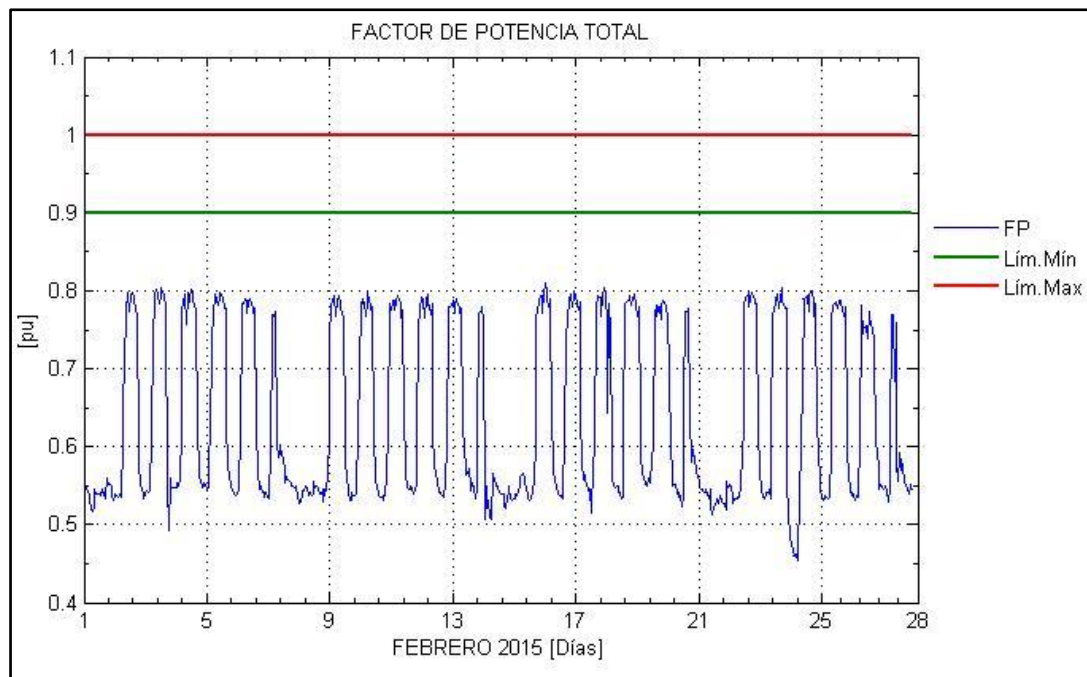
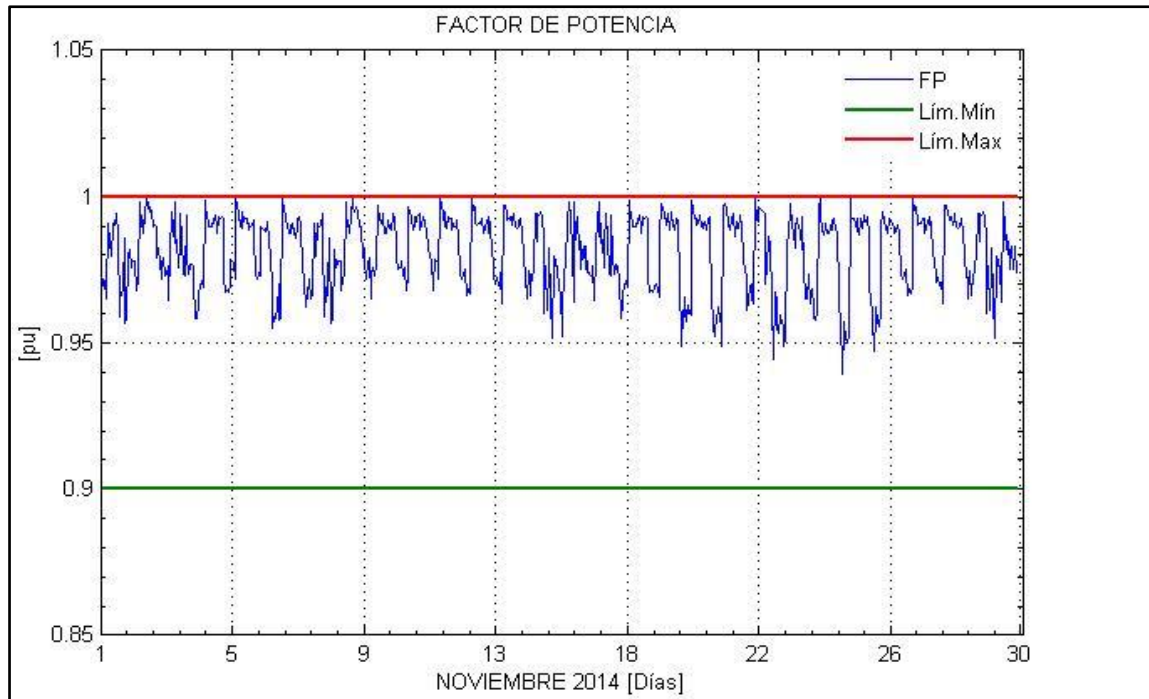


Figura 43. Factor de potencia del transformador (b)



Frecuencia

La frecuencia es una componente fundamental en el momento de analizar la calidad de la energía eléctrica. Su estabilidad en el sistema permite tener un sistema equilibrado entre la generación y el consumo en tiempo real. En Colombia el valor especificado de frecuencia es 60 Hz, los valores aceptados se deben encontrar entre un rango de 59,8 y 60,2 Hz.

En las figuras 44 y 45 se observa que la frecuencia permanece dentro del límite de máximo y mínimo permitido en la normatividad.

Figura 44. Frecuencia del transformador (a)

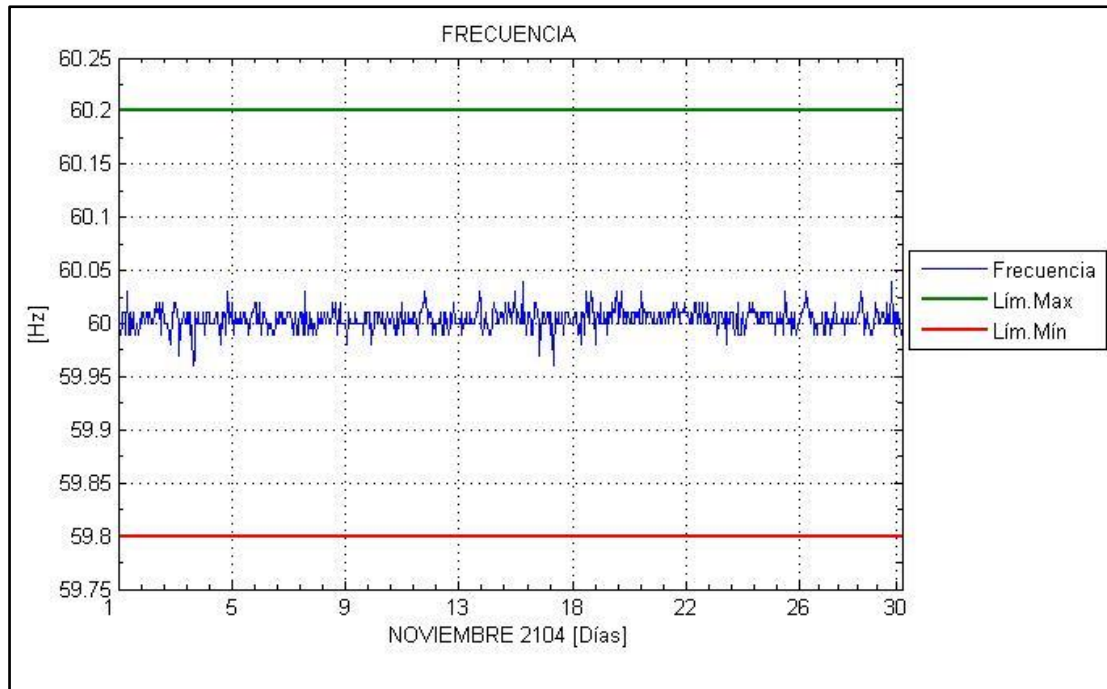
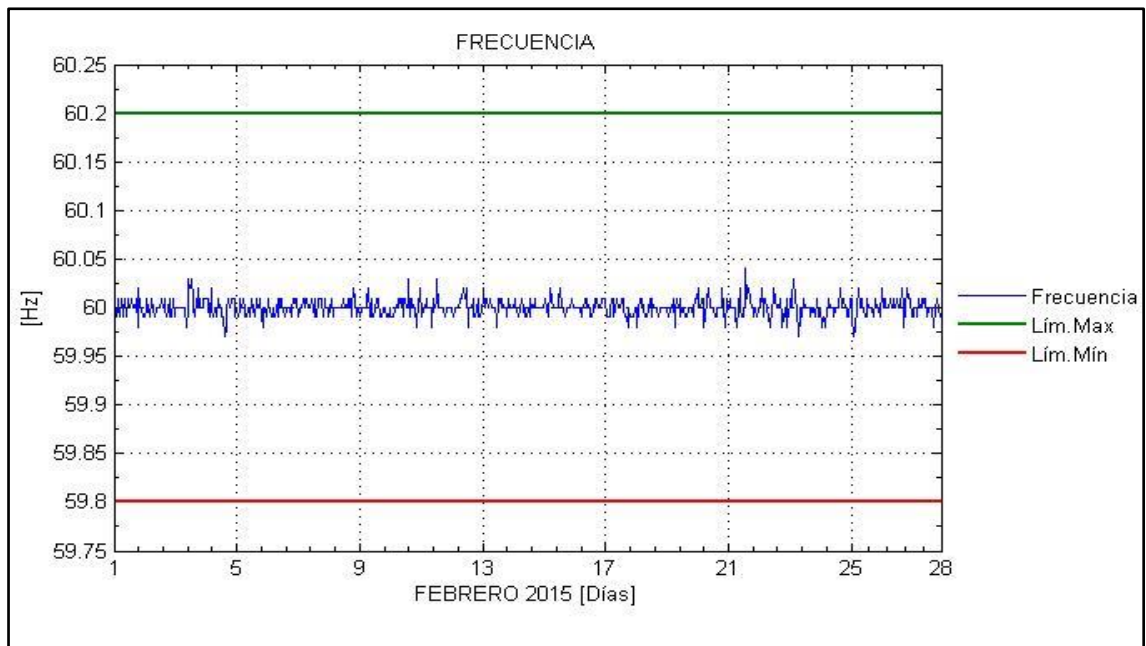


Figura 45. Frecuencia del transformador (b)



Distorsión armónica de tensión

Cuando la onda de tensión en un sistema eléctrico presenta distorsión con relación a la onda sinusoidal se dice que la onda está contaminada por armónicos. Este fenómeno se debe a la presencia de tensiones sinusoidales múltiplos de la frecuencia fundamental, que aparecen debido al consumo de cargas no lineales conectadas a la red, tales como servidores, lámparas fluorescentes, ordenadores, variadores de velocidad entre otros.

La mayor o menor presencia de armónicos se mide con la magnitud conocida como distorsión armónica total (THD).

Para el índice de medición del THDv % se tuvo en cuenta la siguiente ecuación, definida por IEEE Std. 519-1992:

$$THDv = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} V_n^2}}{V_1} * 100\%$$

Tanto los operadores del Sistema de Transmisión Nacional – STN, como los Operadores de Red – OR-, deben cumplir las exigencias establecidas en la siguiente tabla, basada en el Estándar IEEE 519 - [1992]:

Tabla 51. Límites máximos de distorsión total de voltaje

Tensión del Sistema	THDV Máximo (%)
Niveles de tensión 1, 2 y 3	5,0
Nivel de Tensión 4	2,5
STN	1,5

Se utilizaron las tasas de captura de información para la tabulación y análisis de la THDv del tipo comercial. Estas son:

- Tiempo de medida: 48 horas para cada transformador, del 10 al 11 de febrero para el transformador (a) y del 11 al 12 de noviembre para el transformador (b).
- Tiempo óptimo de las mediciones: 00:01:00

En la figura 46 se muestra el comportamiento de los armónicos en tensión para el transformador (a) del sistema de aires y en la figura 47 el comportamiento del transformador (b) de servicios auxiliares.

Figura 46. Comportamiento de los armónicos de tensión del transformador (a)

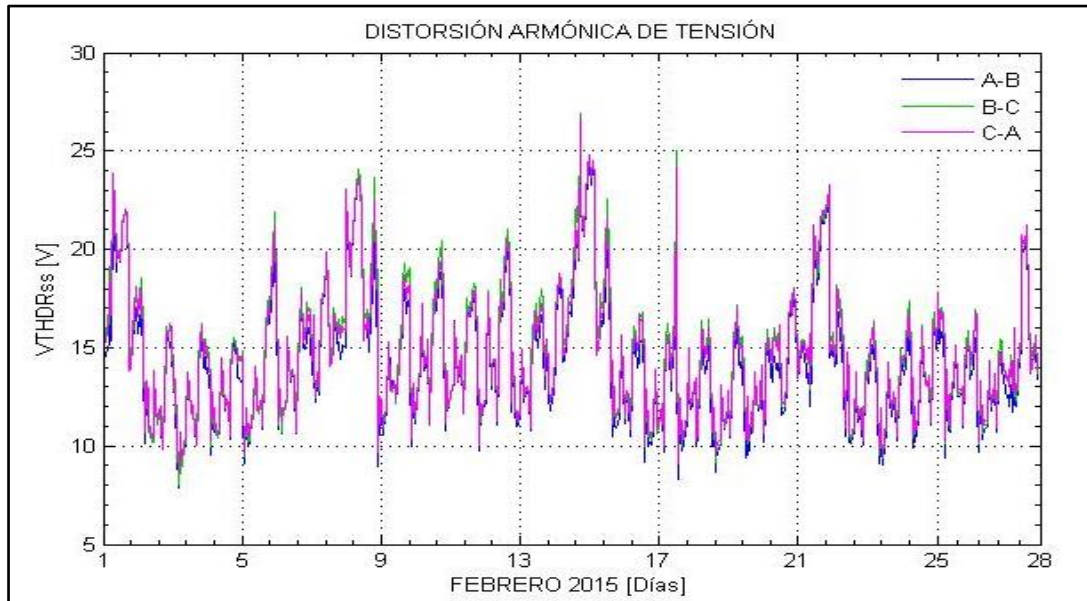
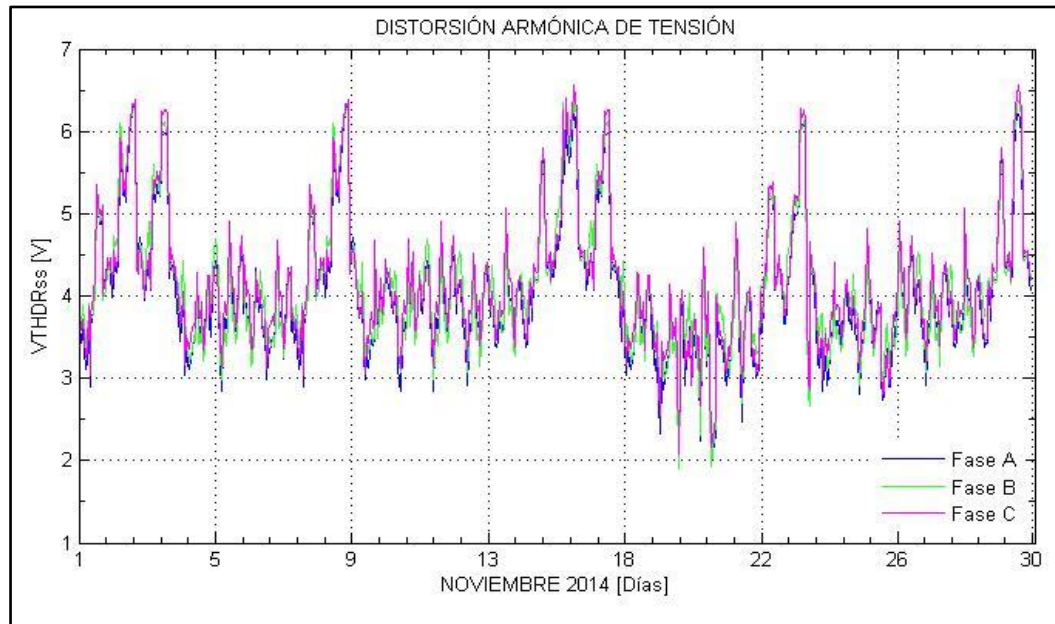


Figura 47. Comportamiento de los armónicos de tensión transformador del (b)



En la tablas 52 y 53 se muestran los resultados de la distorsión armónica total calculada para el transformador (a) y para el transformador (b). En ningún caso el valor del THDv encontrado supera el límite de 5% establecido en la tabla 51.

Tabla 52. Distorsión armónica de tensión y corriente del transformador (a)

LÍNEA	THDv %	V1 [V]	FASE	TDD%	IL [A]
FASE A-B	3,34	469,64	FASE A	1,817	439,84
FASE B-C	3,46	468,66	FASE B	1,831	430,66
FASE C-A	3,37	471,46	FASE C	1,847	441,74

Tabla 53. Distorsión armónica de tensión y corriente del transformador (b)

FASE	THDv %	V1 [V]	FASE	TDD%	IL [A]
FASE A	3,21	127,02	FASE A	2,791	544
FASE B	3,25	127,41	FASE B	2,852	587,6
FASE C	3,3	127,47	FASE C	3,522	616,8

Distorsión armónica de corriente

Para el estudio de corrientes armónicas y distorsión total de corriente se utilizó la distorsión total demandada TDD, definido por IEEE Std. 519-1992. Este índice muestra el estado de distorsión armónica de la medición realizada respecto al valor de corriente máxima y no como un porcentaje de la corriente fundamental, debido a que la magnitud de la corriente fundamental cambia constantemente por las variaciones de la carga y cambios en el factor de potencia. Por tanto no se muestra el verdadero impacto en la red que causa la distorsión de armónica. El TDD es calculado a partir de la siguiente expresión:

$$TDD = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{IL}$$

Dónde:

TDD: Distorsión total demandada en corriente

I_h: Magnitud de componente armónico individual (rms)

h: Orden del armónico

IL : Máxima corriente de demanda (rms)

Para el cálculo de TDD, Se utilizaron las mismas tasas de captura de información que para la tabulación y análisis del THDv.

Tabla 54. Límites máximos de distorsión total de corriente

Máxima distorsión de corriente armónica en porcentaje de IL					
Orden individual armónico (armónicos impares)					
I _{sc} /IL	<11	11≤h<17	17≤h<23	23≤h<35	TDD [%]
<20	4,0	2	1,5	0,6	5,0
20<50	7,0	3,5	2,5	1	8,0
50<100	10,0	4,5	4,0	1,5	12,0
100<1000	12,0	5,5	5,0	2	15,0
>1000	15,0	7	6,0	2,5	20,0

donde:

I_{SC} = Máxima corriente de cortocircuito

I_L = Máxima corriente demandada en condiciones normales

En las figuras 48 y 49 se muestra el comportamiento de los armónicos de corriente para el transformador (a) y el transformador (b) respectivamente.

Figura 48. Comportamiento de los armónicos de corriente del transformador (a)

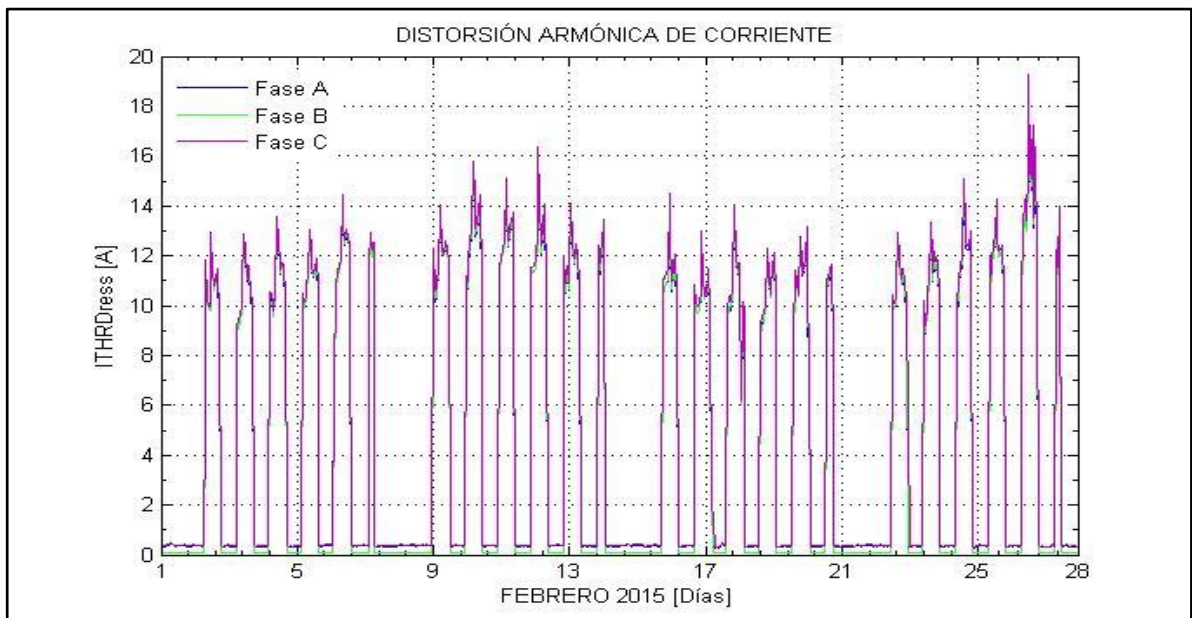
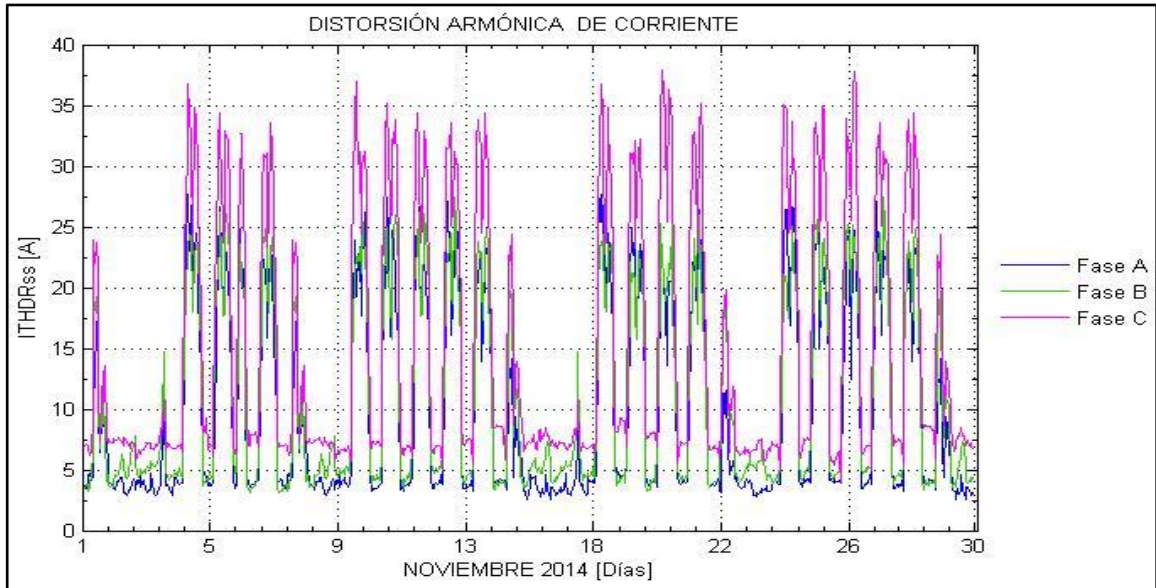


Figura 49. Comportamiento de los armónicos de corriente del transformador (b)



Las corrientes máximas de carga demandada para de las fases A, B y C del transformador (a) fueron de 439,84, 430,66 y 441,74 A respectivamente. La relación I_{SC}/IL es de 27,43 para una IL promedio de 437,41 A, de modo que la máxima TDD permitida será 8 %.

Los resultados mostrados en las tablas 52 y 53 indican que la distorsión total demandada en corriente calculadas, no superan el límite de 8 % establecido en la tabla 54.

En el transformador (b), la corriente máxima de demanda para la fase A fue de 544 A, para la fase B de 587,6 A y 616,8 A para la fase C. La relación I_{SC}/IL es de 34,32 para una IL promedio de 582,8 A, luego la máxima TDD permitida será 8 %.

Los resultados mostrados en la tabla 51 indican que las tasas de distorsión de corriente demandada calculadas en el transformador (b), no superan el límite de 8 % establecido.

9. PLAN DE MEDIDAS DE USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

Uno de los objetivos del diagnóstico energético es identificar las oportunidades, las soluciones y las medidas o proyectos de ahorro energético en los equipos del edificio. Para las propuestas de ahorro en este proyecto se tuvieron en cuenta los ahorros tipo 1, por ajustes operacionales en los equipos, es decir: los que no requieren cambios tecnológicos, y los ahorros tipo 2 por inversión, aquellos que requieren cambios tecnológicos (solo se tuvieron en cuenta en iluminación).

El primer tipo de ahorro puede llegar a tener resultados tan satisfactorios como los cambios tecnológicos, pero en un periodo mayor. Para lograrlo se requiere conocimiento y planificación en el control de las variables que impactan el consumo.

A continuación se exponen las principales áreas de consumo en las que se considera aplicables las dos vías de ahorro mencionadas anteriormente que aseguran una reducción de sus consumos y costos.

9.1 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

La energía consumida por la instalación de iluminación representa uno de los consumos significativos en el edificio Biblioteca, y cualquier medio de actuación que se ejecute para reducirlo se verá reflejado en la disminución del consumo global en el edificio.

Entre los factores de ahorro tipo1 que permiten monitorear y controlar el consumo energético en los sistemas de iluminación se encuentran:

- **Aprovechamiento de la luz natural y uso racional de iluminación**

La infraestructura física de la Biblioteca permite un excelente aprovechamiento de la luz natural para las salas de lectura. Sin embargo, se encontró que las luminarias de los stands de libros ubicados en las áreas B5, C7, D9 se encuentran encendidas ver figura 50. En la tabla 55 se muestra el consumo estimado en kWh en un día por las luminarias de estas áreas.

Figura 50. Iluminación piso 2 área B5



Tabla 55. Áreas donde no se aprovecha la luz natural

Área	Descripción	Total Lámparas	Horas diurnas encendidas	Consumo estimado Wh día
B5	TBS 690 1x35W/840 HFP M2 PI ALU	32	9	10080
C7	TBS 690 1x35W/840 HFP M2 PI ALU	32	9	10080
D9	TBS Rejilla T8 4x17W	9	9	5508
Total consumo kWh día				25,668

La potencia total consumida en un día por las tres áreas es de 25,668 kWh, lo que representa un costo aproximado de \$ 179,379.99 mensual. Si se apagaran estas

luminarias se ahorraría un 1,46% del consumo eléctrico promedio total mensual. Para esto se tendría que implementar un control de encendido y apagado de las luminarias por parte del personal de la Biblioteca para obtener el ahorro energético mencionado.

- **Limpieza y mantenimiento del sistema**

Los objetivos de realizar un mantenimiento periódico en el sistema de iluminación del edificio de Biblioteca son: ofrecer las mismas condiciones iniciales durante toda la vida útil de la instalación y conseguir que la duración de la misma sea mayor a la prevista.

Uno de los factores que influyen en la pérdida de iluminancia en una instalación a lo largo de su uso es la acumulación del polvo y la suciedad en el exterior de la luminaria; luego, se recomienda realizar un mantenimiento apropiado del sistema de iluminación completo: limpiar el conjunto lámpara-luminaria o cambiar las lámparas que no funcionan con una cierta frecuencia.

Entre los factores de ahorro tipo 2 que permiten monitorear y controlar el consumo energético en los sistemas de iluminación se encuentran:

- **Eficiencia energética de los componentes**

Al emplear luminarias con una clasificación energética alta, se puede obtener un ahorro energético en iluminación.

Se recomiendan las lámparas fluorescentes tubulares T5 que funcionan con equipo auxiliar electrónico y tienen una alta eficacia luminosa, estas pueden alcanzar hasta 90 lm/W debido a que poseen un diámetro menor. En la tabla 56 se presenta una descripción de los dos tipos de lámparas en cuanto a potencia y eficacia.

Tabla 56. Descripción de lámparas T8 Y T5

Tipo	Potencia [W]	Eficacia luminosa [lm/W]	Tipo	Potencia [W]	Eficacia luminosa [lm/W]
T8 (26 mm de diámetro)	14 a 25	68	T5 (16 mm de diámetro)	14 a 25	80
	26 a 30	72		26 a 30	83
	31 a 40	78		31 a 40	85
	41 a 50	79		41 a 50	87
	> de 50	85		> de 50	90

Fuente: RETILAP

Las luminarias TBS 690 1x35W /840 HFP M2 PI ALU ubicadas en los stands de libros tienen lámparas fluorescentes tubulares T8. El número total de lámparas es de 300 que representan un consumo de 3024 kWh/mes y un costo de \$ 880,546.93. Si se remplazaran por lámparas T5 con una potencia de 25 W, que representa una eficacia luminosa igual a la actual, se tendría un ahorro de \$ 251,584.84.

- **Instalación de sistemas de control de la iluminación**

Los siguientes tipos de tecnologías se dejan como recomendaciones para tener en cuenta en las modificaciones futuras al diseño eléctrico del edificio.

Se podrían instalar sistemas de control básicos para dar zonificación a la iluminación del edificio; detección de presencia en las zonas en las de uso esporádico como los pasillos y escaleras internas, luminarias dispuestas en los computadores de búsqueda y revisteros; regulación de luz por medio de sensores de luz en las luminarias cercanas a las ventanas de acuerdo con la luz natural.

9.2 SISTEMAS DE AIRES ACONDICIONADOS

En el edificio de Biblioteca campus central, el mantenimiento del sistema de aires está a cargo de la empresa ACONDICIONAMOS LTDA, con la cual se tiene planeados mantenimientos cada tres meses.

Se revisó el registro de mantenimientos y se encontró que en el edificio no cumplen con fechas estipulas, lo que ocasiona mantenimientos correctivos para arreglar las fallas ocurridas y no para administrar fallas antes que ocurran en operación. Las faltas de mantenimiento generan problemas en algunos componentes del aire acondicionado que se describen a continuación:

- Los filtros del aire acondicionado no se encuentran limpios lo que implica que el sistema trabaje más para extraer calor y genere mayor gasto de energía. Se recomienda limpiarlos una vez al mes para lograr una mejora del 20% en su eficiencia.
- La torre de enfriamiento se encuentra ubicada en la terraza por lo tanto tiene una incidencia solar alta, lo que produce saturación del oxígeno del agua que es usada para el proceso de enfriamiento evaporativo creando depósitos de algas. Se recomienda tener un control adecuado de la calidad de agua que recircula, así se evitaría las incrustaciones sobre las superficies y reduciría el consumo de energía en un 30%.

Adicional a esto se observó que la puerta de la entrada principal permanece abierta todo el día generando un consumo de energía innecesario.

Figura 51. Entrada principal de Biblioteca



Entre los factores de ahorro tipo1 que permiten monitorear y controlar el consumo energético en el sistema de aire acondicionado se encuentran:

- La temperatura de confort dentro de la Biblioteca se encuentra en 21°C , se sugiere incrementar la temperatura 24°C ya que por cada grado que se disminuya la temperatura de los aires se aumenta un 8% del consumo de energía, y de esta manera se podría ahorrar un 24% del consumo mensual del sistema de aires acondicionados.
- Se recomienda apagar las unidades centrales de aire acondicionado así como manejadoras y recuperadoras una hora antes de finalizar la atención a los estudiantes.
- Se sugiere hacer mantenimiento de forma periódica evitando así mal funcionamiento en los equipos que componen el aire acondicionado. Cuando alguno de los dos compresores se encuentra averiado se tienen que encender los ventiladores generando un incremento en el consumo del edificio.

Recomendaciones para inversiones futuras en aire acondicionado

- Disminuir la cantidad de radiación solar que incide en las superficies de vidrio por medio de láminas o filtros solares que se colocan sobre el cristal de las ventanas, evitando sobrecalentamiento de los interiores del edificio que influyen en la demanda de energía del aire acondicionado, estas laminas reducen hasta un 82% el calor.
- Utilizar un aislamiento en las ventanas y puertas del edificio tapando las rendijas por medios sencillos y económicos como siliconas o tiras adhesivas de material aislante, para disminuir las infiltraciones de aire.

En las tablas 57 y 58 se calcula el ahorro para los aires acondicionados sin inversión.

Tabla 57. Ahorro mensual con ajustes en la temperatura de confort del aire acondicionado

EQUIPO	CANTIDAD	CONSUMO MES kWh	CONSUMO kWh MANTENIENDO LA TEMPERATURA A 24 °C
Chiller	1	7200	503539,2
Aire acondicionado York	2	633,6	44311,4496
Unidad Casset	4	264	18463,104
AHORRO MENSUAL \$		566,313.7536	

Tabla 58. Ahorro mensual con una hora menos de funcionamiento del aire acondicionado

EQUIPO	CANTIDAD	CONSUMO MES kWh	CONSUMO kWh (reducir 1 hora de funcionamiento)
Manejadoras	6	7575,8	6888,0
Recuperadoras	3	5875,4	5341,3
Unidad Casset	2	264,0	240,0
Aire acondicionado york	2	633,6	554,4
COSTO TOTAL MES kWh		14348,8	13023,7
AHORRO MENSUAL \$		386,434.230	

Tabla 59. Ahorro mensual total en el sistema de aire acondicionado

AHORROS	\$ AHORRO	TOTAL AHORROS \$
Reducir 1 hora de funcionamiento del aire acondicionado	386,434.235	952,747.989
Aumentando la temperatura de confort de 21°C a 24°C	566,313.753	

9.3 SISTEMAS DE CÓMPUTO

El edificio de Biblioteca cuenta con una sala de cómputo en el segundo nivel, el horario de atención es de 8:00 am hasta 8:00 pm. Los computadores permanecen encendidos durante todo el servicio y con pocos usuarios en la sala.

Figura 52. Computadores sala base de datos



Entre los factores de ahorro tipo1 que permiten monitorear y controlar el consumo energético de los equipos de cómputo se tiene: si se disminuyeran dos horas de disponibilidad, la primera hora del servicio y la última hora donde se presentan pocos usuarios, se tendría el siguiente ahorro. Mostrado en la tabla 60.

Tabla 60. Ahorro mensual en equipos de cómputo

EQUIPO	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIA	HORAS ADECUADAS	AHORRO MENSUAL \$
Computador Dell	116	12	10	243,375.48

Recomendaciones

- Se recomienda configurar el modo de ahorro de energía de computadores y fotocopiadoras ya que se podría ahorrar el 50% del consumo del equipo.
- Al momento de hacer paradas cortas no mayor a una hora se sugiere apagar la pantalla del monitor debido a que es la parte del equipo que más consume energía.
- Ajustar el brillo de la pantalla en un nivel medio puede llegar a ahorrar entre el 15 y 20% de energía.
- Se recomienda apagar los equipos que no estén en uso y configurar el salvapantalla de los computadores que están en colores claros por colores oscuros, un salvapantallas oscuro solo requiere 59 W para desplegarse a diferencia de 74 W con un ahorro de energía de 25% menos.

9.4 AHORROS ENERGÉTICOS TOTALES

Ahorro energético mensual sin inversión

En la tabla 61 se muestran los ahorros energéticos sin inversión que se logran al ejecutar medidas de ahorro en los equipos que mayor consumen energía en el edificio.

Tabla 61. Ahorro total mensual

AHORRO ILUMINACIÓN	\$	179,379.99
AHORRO AIRE ACONDICIONADO	\$	952,747.99
AHORRO EQUIPOS DE COMPUTO	\$	243,375.48
TOTAL AHORRO MENSUAL \$	\$	1,375,503.46

9.5 CULTURA ENERGÉTICA

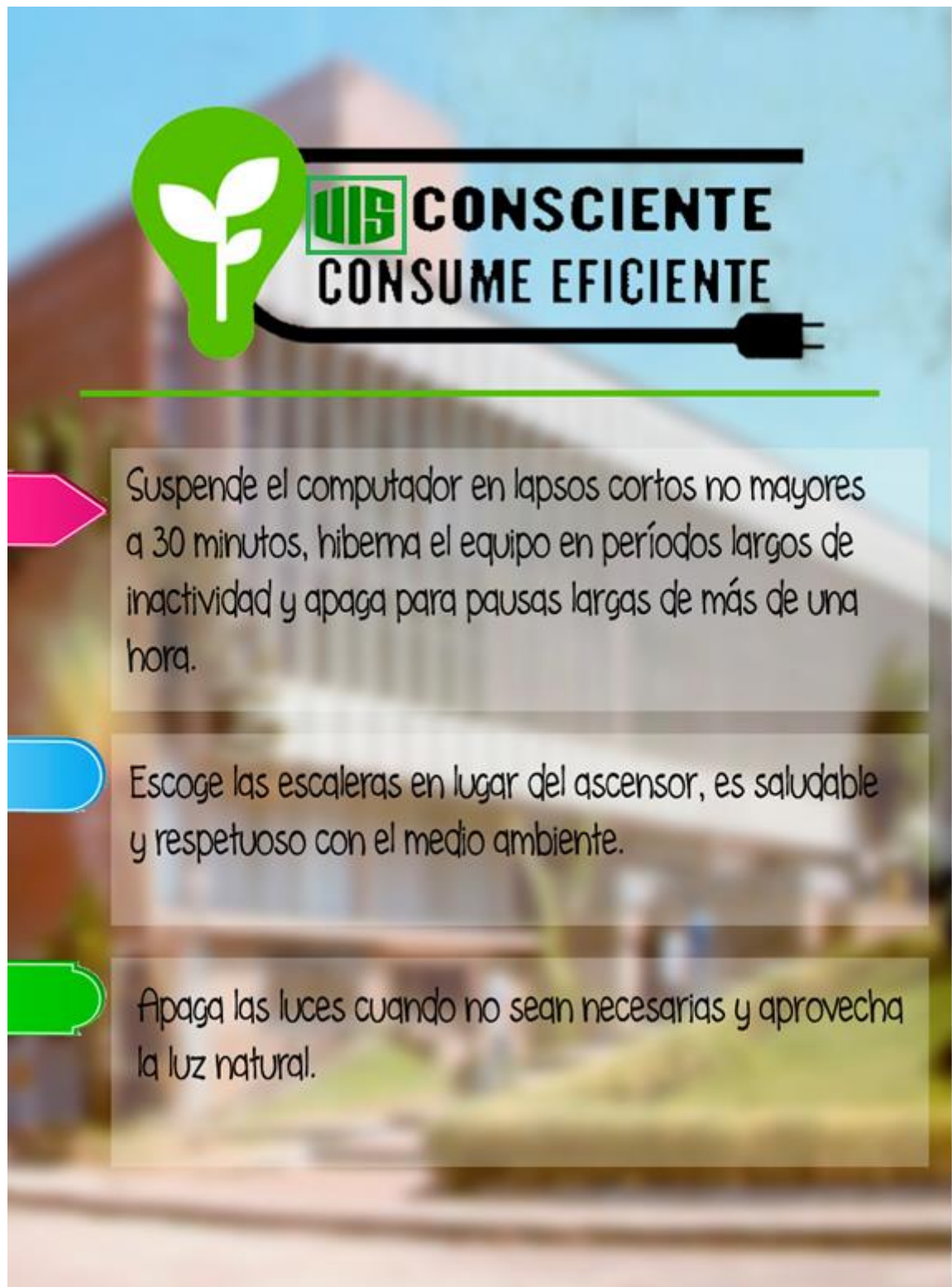
CAMPAÑA DE CULTURA ENERGÉTICA

Con el propósito de crear conciencia en la comunidad UIS especialmente a los usuarios del edificio de Biblioteca, se planteó diseñar una campaña cuyo propósito es promover los buenos hábitos energéticos con acciones que todos puedan adoptar en materia URE (Uso Racional de Energía). Se expuso el diseño de afiches que motiven a los usuarios a contribuir al ahorro energético y a su vez con el medio ambiente por medio de tres tips simples que todos pueden aplicar. El afiche y el logo de la campaña se muestran en las figuras 53 y 54 respectivamente.

Figura 53. Logo de la campaña de ahorro energético



Figura 54. Afiche de la campaña de ahorro energético



10. CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

1. Se realizó una caracterización energética del edificio Biblioteca aplicando la metodología propuesta en el modelo del Sistema de Gestión Integral de la Energía, donde se identificaron y analizaron las áreas de mayor consumo, los indicadores y las variables pertinentes que afectan el uso significativo de la energía, y las oportunidades para mejorar el desempeño energético.
2. Con la realización de las encuestas propuestas por la Unidad de Planeación Minero Energética-UPME, se encontró que el edificio no cuenta con una política energética que permita el cumplimiento de metas para la reducción de los costos energéticos del mismo.
3. Es evidente el beneficio que proporcionan los documentos históricos del consumo de energía y su relación con las personas atendidas, para detectar la eficiencia en el consumo de la energía y las posibles medidas de ahorro, una vez que se identifican los factores que adicionalmente inciden en esta variable.
4. Se observó similitud en las curvas obtenidas de consumo energético entre una semana y otra, así como entre un día y otro, por lo tanto el análisis del consumo se podría reducir a la observación de eventos durante una semana.
5. Se observó el alto consumo energético en jornadas sin usuarios como los dominicales y festivos, debido a que la Biblioteca cuenta con servidores para sistemas de consulta de bases de datos bibliográficos, que se encuentran en funcionamiento las 24 horas del día.

6. El diagrama de Pareto permitió identificar los equipos con mayor consumo en el edificio basado en el criterio del 80-20, de esta manera se priorizó en ellos al momento de plantear recomendaciones que ayuden a reducir el consumo energético.
7. En el diagrama consumo vs personas atendidas se obtuvo la energía no asociada a las personas atendidas representado pérdidas de 869,52 kWh/mes por un valor de \$ 253,378.12 COP, por lo tanto se sugiere seguir las recomendaciones propuestas para el ahorro de energía.
8. En el gráfico consumo vs personas atendidas en el tiempo se observó que la variación entre las variables es anómalo debido a que en las condiciones actuales de la Biblioteca el consumo no depende de la cantidad de personas atendidas. Es de aclarar que las luminarias y el aire acondicionado siempre se encuentran en funcionamiento en ausencia de personas en el edificio.
9. Mediante el diagnostico energético en el sistema de iluminación se percibieron fallas en los niveles de iluminancia, excesivos niveles de luz y luminarias en mal estado en determinadas áreas.
10. La obtención de datos durante la medición permitió cuantificar particularidades de la carga como la baja distorsión armónica, el alto consumo de reactivos, el bajo factor de potencia en el transformador de 440 V y cargas balanceadas en el transformador 220 V, entre otros.
11. Se logrará obtener un ahorro energético mensual de \$1,375,503.46 sin realizar ningún tipo de inversión.
12. Como resultado de la revisión energética realizada en la Biblioteca, se concluye que el edificio no cuenta con un diseño eléctrico en el que se puedan

controlar las diferentes áreas de consumo, y por ese motivo no existe una buena correlación entre las variables consumo y personas atendidas.

13. Se planteó una campaña energética en la Biblioteca dirigida a usuarios y personal administrativo con el propósito de promover las buenas prácticas para el uso racional de energía y así reducir los consumos energéticos existentes.

CITAS

[1] COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Ley 697 (3, octubre, 2001). Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía. Bogotá, D.C., 2001.

[2] COMISIÓN DE REGULACIÓN ENERGÍA Y GAS. Gestión del flujo de potencia reactiva [en línea]. Disponible en internet:
<URL:[http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1aed427ff782911965256751001e9e55/3aba1f9bf9bb3c650525785a007a7648/\\$FILE/CIRCULAR087-2010%20Anexo2.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1aed427ff782911965256751001e9e55/3aba1f9bf9bb3c650525785a007a7648/$FILE/CIRCULAR087-2010%20Anexo2.pdf)>.

[3] PRÍAS, Omar Fredy y ROJAS, David Bernardo. Implementación de un Sistema de Gestión de Energía, Guía con base en la norma ISO 50001. 1 ed. Bogotá D.C. 2013. p.50.

[4] UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA. Calidad de la Energía Eléctrica [en línea]. Disponible en:
<URL:<http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/calidad.pdf>>.

[5] UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA e INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA. Herramientas para el análisis de caracterización de la eficiencia energética. Manual de procedimientos [en línea]. Disponible en: <URL:
<http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/herramientas.pdf>>.

[6] UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA. Quienes somos [en línea]. <URL: <http://www1.upme.gov.co/quienes-somos>>.

[7] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. División de mantenimiento tecnológico [en línea]. Disponible en internet: <URL: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/mantenimientoTecnologico/portafolioServicios.html>>.

[8] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Portafolio de servicios [en línea]. Disponible en internet: <URL: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/>>.

BIBLIOGRAFÍA

Calidad de la Energía Eléctrica UPME [en línea]
<http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/calidad.pdf>

Cámara termográfica industriales de la serie Ti de Fluke [en línea].
http://www.adlerinstrumentos.es/imagenes_web/productos/Catalogo%20termografia%20Ti9-10-25-32.pdf

COLOMBIA, COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS. Documento CREG-018 (08, marzo, 2005) gestión de flujo de potencia reactiva Bogotá, D.C 2005.

COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, Ley No, 697 (3 de octubre de 2001). Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía. Bogotá. D.C 2001

COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público (RETILAP) Bogotá D.C 30 de marzo de 2010.

Comisión de Regulación Energía y Gas "Gestión del flujo de potencia reactiva" [en línea].
[http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1aed427ff782911965256751001e9e55/3aba1f9bf9bb3c650525785a007a7648/\\$FILE/CIRCULAR087-2010%20Anexo2.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1aed427ff782911965256751001e9e55/3aba1f9bf9bb3c650525785a007a7648/$FILE/CIRCULAR087-2010%20Anexo2.pdf)

Estudio predictivo mediante termografía por infrarrojos de la empresa [en línea].
http://www.termografics.com/pdf/ejemplo_informe_termografics.pdf

Guía Alumbrado interior de edificaciones residenciales Universidad Nacional de Colombia [en línea].

http://www.upme.gov.co/Docs/Alumbrado_Residencial.pdf

Guía de ahorro y eficiencia energética en oficinas [en línea].

http://www.officinaseficientes.es/docs/guia_OFF.pdf

Guía técnica de iluminación eficiente sector residencial y terciario [en línea]:

<http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-tecnica-de-iluminacion-eficiente-sector-residencial-y-terciario-fenercom.pdf>

Guía termográfica para aplicaciones en edificios y energía renovable [en línea].

http://www.flirmedia.com/MMC/THG/Brochures/T820325/T820325_ES.pdf

Herramientas para el análisis de caracterización de la eficiencia energética [en línea]

<http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/herramientas.pdf>.

HERRERA, Luis Carlos y RUBIO, Cesar Julián. Caracterización del comportamiento dinámico de la carga eléctrica de un transformador de distribución del área metropolitana de Bucaramanga. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Sistema de gestión de la energía: requisitos con orientación para su uso. NTC-ISO 50001. Bogotá D.C.: El instituto, 2008.

Programa de ahorro y energía, distorsión armónica [en línea].

<http://watergymex.org/contenidos/rtecnicos/Optimizando%20la%20Operacion%20y%20el%20Mantenimiento/Distorsion%20Armonica.pdf>

Transformadores de distribución Siemens [en línea].

<http://www.cameleco.com.co/siemens>

Universidad Industrial de Santander. [en línea].

<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/administración/mantenimientoTecnologico/portafolioServicios.html>



U.S Department of Energy / Energy Efficiency & Renewable Energy / ISO 50001 Energy management Standart [on line].

<http://www.eere.energy.gov/energymanagemen^about.htrTii>

SIEMENS. Transformadores de distribución Siemens [en linea]. Disponible en internet: <URL:<http://www.cameleco.com.co/siemens>>




ANEXOS

ANEXO A. Encuesta

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES (E ^T) CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO BIBLIOTECA (CAMPUS CENTRAL UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE))		
	FECHA: 11/11/14	PAGINA	
		HOJA N°:1	



FORMATO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA																	
RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA						NIT											
DIRECCIÓN	CARRERA 27 CALLE 9				TELEFONO	5444000		FAX									
REGIÓN	SANTANDER				CIUDAD												
BARRIO	LA UNIVERSIDAD				CÓDIGO POSTAL												
REPRESENTANTE LEGAL O APODERADO			C.C.			CARGO											
RESPONSABLE INFORMACIÓN CONSIGNADA			C.C.			CARGO											
ACTIVIDAD INDUSTRIAL				EMAIL													
2. ORGANIZACION DE LA PLANTA																	
NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL MES	24		HORARIO LABORAL		DE	7:30		A.M.	A	8:00	A.M.						
								P.M.			P.M.						
NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL AÑO			PRODUCCIÓN MENSUAL		PRODUCCIÓN ANUAL PROMEDIO												
TURNOS	Nº DE TRABAJADORES		HORARIO				Nº PARADAS POR VACACIONES (P.P.V)										
1			DE		A.M.	A		A.M.	MES P.P.V								
					P.M.			P.M.	1	2	3	4	5	6			
									7	8	9	10	11	12			
2			DE		A.M.	A		A.M.	Nº DE DÍAS P.P.V								
					P.M.			P.M.									
3			DE		A.M.	A		A.M.	Nº PARADAS POR MANTENIMIENTO (P.P.M)								
					P.M.			P.M.									
4			DE		A.M.	A		A.M.	MES P.P.M			1	2	3	4	5	6
					P.M.			P.M.	7	8	9	10	11	12			
Nº DE DÍAS P.P.M	Nº DE PARADAS POR BAJA PRODUCCIÓN (P.P.B.P)		MES P.P.B.P		1	2	3	4	5	6	Nº DE DÍAS P.P.B.P						
					7	8	9	10	11	12							
Nº DE PARADAS OTROS MOTIVOS (P.O.M)	Nº DÍAS DE P.O.M		MES P.O.M		1	2	3	4	5	6	Nº DE DÍAS PARADAS AL AÑO						
					7	8	9	10	11	12							
ESPECIFIQUE P.O.M																	

 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES (E³T) CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO BIBLIOTECA (CAMPUS CENTRAL UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE))		
	FECHA: 11/11/14	PAGINA	
		HOJA N º: 2	



3. DATOS REFERENTES AL MANTENIMIENTO PLANIFICADO						
¿ LA EMPRESA REALIZA ALGUN TIPO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO?					SI	NO
¿ CON QUE PERIODICIDAD SE REALIZA EL MANTENIMIENTO? CADA:			DÍA	o	MES	AÑO
¿ CUALES SON LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO QUE LA EMPRESA REALIZA?						

FECHA REALIZACIÓN DEL FORMATO	DD 11	MM 11	AAAA 14
NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL DILIGENCIAMIENTO DEL FORMATO			
FIRMA RESPONSABLE			

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES (E ³ T) CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO BIBLIOTECA (CAMPUS CENTRAL UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)		
	FECHA: 11/11/14	PÁGINA	
		HOJA N°3	

FORMATO PARA EL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO INICIAL Y AMBIENTAL ASOCIADO AL CONSUMO ENERGÉTICO

1. FICHA DE INSCRIPCIÓN					
NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL DILIGENCIAMIENTO DEL FORMATO					
EMPRESA OBJETIVO			ÁREA OBJETIVO		
ACTIVIDAD PRODUCTIVA DEL ÁREA OBJETIVO					
FECHA REALIZACIÓN DEL FORMATO		DD	MM	AAAA	
DE LA SIGUIENTE LISTA DE EQUIPOS, MARQUE CON UNA X EN LA LOS EQUIPOS DE SERVICIO ENERGÉTICO CON QUE CUENTA SU EMPRESA Y MARQUE CON UNA X EN 2 AQUELLOS QUE LE PRODUCEN MAYOR CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y DE GAS. (LAS DOS CASILLAS NO SON EXCLUYENTES). ADICIONALMENTE, COLOQUE EL TIPO DE EQUIPO, SU MARCA Y SU CAPACIDAD O POTENCIA DE ACUERDO CON EL EQUIPO.					
EQUIPOS	1	2	TIPO	MARCA	CAPACIDAD O POTENCIA
CALDERAS					
CHILLERS	X		REFRIGERANTE:		
COMPRESORES DE REFRIGERACION					
COMPRESORES DE AIRE					
TORRES DE ENFRIAMIENTO	X				
MOTORES ELECTRICOS	X				
BOMBAS	X				
MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA					
ACONDICIONADORES DE AIRE					
OTROS					
2. INFORMACIÓN SOBRE SUMINISTROS DE SERVICIOS ENERGÉTICOS					
CONSUMO DE GAS, m ³ /mes			VALOR FATURA GAS MENSUAL, \$		
CONSUMO DE DIESEL, m ³ /mes			VALOR FACTURA DIESEL MENSUAL, \$		
CONSUMO ELECTRICIDAD, kWmes			VALOR FACTURA ELECTRICIDAD, \$		

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES (E ³ T) CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO BIBLIOTECA (CAMPUS CENTRAL UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)		
	FECHA: 11/11/14	PÁGINA	
	HOJA N º: 4		

TIPO DE TARIFA GAS		TIPO DE TARIFA DIESEL	
TIPO DE TARIFA ELECTRICIDAD	\$ 291,19 kWh		

3. INFORMACIÓN SOBRE LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA

¿EXISTE ACTUALMENTE UN PROBLEMA CONCRETO CON RESPECTO A LA ENERGÍA?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
---	--	-----------------------------

¿EXISTE UNA POLÍTICA ENERGÉTICA DE LA GERENCIA?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	SI EXISTE ESCRIBALO
---	-----------------------------	-----------------------------	---------------------

¿SI HAY UNA POLÍTICA ESTABLECIDA, ¿CUALES SON LOS OBJETIVOS QUE LA SOPORTAN?

¿QUE PROYECTOS (EN EJECUCION O PLANEADOS) PERMITEN EL CUMPLIMIENTO DE ESTOS OBJETIVOS?



¿EXISTE UNA ADMINISTRACIÓN ENERGÉTICA ORGANIZADA Y ESTRATÉGICA EN LA EMPRESA?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	¿EXISTE UN RESPONSABLE EN ASUNTOS DE ENERGÍA EN LA EMPRESA?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
---	-----------------------------	--	---	-----------------------------	-----------------------------

SI EXISTE, ¿CUALES SON LAS FUNCIONES DE ESTA PERSONA?



¿EXISTE UN COMITÉ DE ENERGÍA EN LA EMPRESA?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO
---	-----------------------------	--

SI EXISTE, ¿CUALES SON SUS INTEGRANTES Y CUALES LAS FUNCIONES QUE ESTOS CUMPLEN?



INTEGRANTES	FUNCIONES

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES (E ³ T) CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO BIBLIOTECA (CAMPUS CENTRAL UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)		
	FECHA: 11/11/14	PÁGINA	
		HOJA N°: 5	



¿EXISTE UNA META TÁCTICA O ESTRATÉGICA DE ENERGÍA POR OBJETIVOS O A NIVEL DE EMPRESA?	SI	NO
SI EXISTE, EXPRESE CUÁL ES ESTA META		
¿EXISTEN METAS DE REDUCCIÓN DE LOS COSTOS ENERGÉTICOS?	SI	NO
SI EXISTE, EXPRESE CUALES SON		
INDIQUE COMO FUERON DETERMINADAS		
¿EXISTE UN SISTEMA DE CONTROL DE INDICADORES ENERGÉTICOS QUE CONLLEVE AL ALCANCE DE LA META PLANTEADA?	SI	NO
SI EXISTE, EXPLIQUE CÓMO SE REALIZA ESTE SISTEMA		
¿EXISTE UN SISTEMA DE REGISTRO Y PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL SISTEMA DE CONTROL DESCRITO ANTERIORMENTE?	SI	NO
¿EXISTE UNA PLANIFICACIÓN Y UN PRESUPUESTO DE ENERGÍA PARA LA EMPRESA BASADO EN EL SISTEMA DE CONTROL ESTABLECIDO?	SI	NO
ESTE PRESUPUESTO ES	ANUAL	SEMESTRAL
		MENSUAL
¿ESTA PLANIFICACION Y PRESUPUESTO TAMBIÉN EXISTE PARA LAS ÁREAS MAYORES CONSUMIDORAS DE LA EMPRESA?	SI	NO

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES (EIT) CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO BIBLIOTECA (CAMPUS CENTRAL UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)		
	FECHA: 11/11/14	PÁGINA	
		HOJA N º5	

¿LA EMPRESA TIENE IDENTIFICADAS EL 20% DE LAS ÁREAS O EQUIPOS QUE CONSUMEN CERCA DEL 80% DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA O TÉRMICA?		<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA, SEÑALE CUALES SON LAS ÁREAS QUE CONSTITUYEN EL 80% DEL CONSUMO POR PORTADOR ENERGÉTICO:				
PORTADOR ENERGÉTICO	ÁREAS DE 80% DE CONSUMO			
GAS				
DIESEL				
ELECTRICIDAD				
¿LA EMPRESA CUENTA CON MEDICIÓN DE LA ENERGÍA EN LAS ÁREAS MAYORES CONSUMIDORAS?		<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	
SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA, SEÑALE CUALES SON LAS ÁREAS TIENEN MEDICIÓN DE ENERGÍA POR PORTADOR ENERGÉTICO:				
PORTADOR ENERGÉTICO	ÁREAS DE MEDICIÓN DE ENERGÍA			
GAS				
DIESEL				
ELECTRICIDAD				
¿LA EMPRESA HA ESTRUCTURADO LOS CENTROS DE CONTROL DE LA ENERGÍA?		<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	
SI HAN SIDO ESTRUCTURADOS, INDIQUE CUALES SON				
¿EN SU EMPRESA O ÁREA SE ENCUENTRAN IDENTIFICADAS LAS VARIABLES QUE IMPACTAN EL USO DE LA ENERGÍA?		<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
DE LA SIGUIENTE LISTA, DETERMINE EL GRADO DE IMPORTANCIA EN CUANTO A IMPACTO EN EL USO DE LA ENERGÍA Y DESCRIBA CADA UNA DE ELLAS.				
VARIABLES	DESCRIPCIÓN	GRADO DE IMPORTANCIA		
		BAJO	MEDIO	ALTO
DE PROCESO				
DE OPERACIÓN				
DE MANTENIMIENTO				
AMBIENTALES				
OTRAS				

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES (E ³ T) CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO BIBLIOTECA (CAMPUS CENTRAL UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)		
	FECHA: 11/11/14	PÁGINA	
	HOJA N.º: 7		

DEFINA CUALES SON LOS CENTROS DE COSTO DEL ÁREA CONTABLE DE LA EMPRESA			
PARA DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LA ENERGÍA EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN, DILIGENCIE LA SIGUIENTE TABLA:			
DESCRIPCIÓN DEL FACTOR DE COSTO	COSTO EN PESOS		PORCENTAJE EN LOS COSTOS TOTALES
COSTOS FIJOS			
MATERIA PRIMA			
MANO DE OBRA.			
MANTENIMIENTO			
OTROS			
COSTOS DE LOS ENERGÉTICOS			
TOTAL			100%
¿LA EMPRESA HA REALIZADO UNA AUDITORIA ENERGÉTICA?	SI	NO	SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA SEÑALE: TIPO DE AUDITORÍA
FECHA APROXIMADA DE LA ÚLTIMA AUDITORÍA		DD	MM
			AAAA
ENTIDAD QUE REALIZÓ LA AUDITORÍA			
¿LA GERENCIA DE LA EMPRESA SIGUE ALGÚN INDICADOR ENERGÉTICO?	SI	NO	DEFINALO
¿SE LLEVA UN GRAFICO DE TENDENCIA DE LOS INDICADORES ENERGÉTICOS EN LAS ÁREAS O EN LA EMPRESA?	SI	NO	
¿SE HAN LEVANTADO BALANCES ENERGÉTICOS (ELÉCTRICOS O TÉRMICOS) PARA LA PLANTA?	SI	NO	
¿EXISTE EN LA EMPRESA UN PROGRAMA ORGANIZADO DE MEDIDAS A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO PARA REDUCCIÓN DE COSTOS ENERGÉTICOS?	SI	NO	
¿SE HAN REALIZADO OPTIMIZACIONES ENERGÉTICAS EN ALGUNAS ÁREAS DE LA EMPRESA?	SI	NO	
SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA, INDIQUE EN CUALES ÁREAS			




	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES (E3T) CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO BIBLIOTECA (CAMPUS CENTRAL UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)		
	FECHA: 11/11/14	PÁGINA	
		HOJA N º: 8	

¿CUALES SON LOS CRITERIOS DE EVALUACION ECONOMICA PARA PROYECTOS DE INVERSION ENERGETICOS EN SU EMPRESA? (EJ. INVERSION , PERIODO DE RECUPERACION MÁXIMOS Y TIR)



¿EXISTE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ENERGETICO EN SU EMPRESA? SI NO

DEL SIGUIENTE LISTADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO ENERGETICO PREDICTIVO, SEÑALE CUAL O CUALES REALIZA SU EMPRESA Y CON QUE FRECUENCIA:

ACTIVIDAD	SE REALIZA		FRECUENCIA ANUAL (Nº DE VECES AL AÑO)
	SI	NO	
TERMOGRAFIA A SISTEMAS ELÉCTRICOS		X	
TERMOGRAFIA A SISTEMAS TÉRMICOS (CALDERAS, CAMARAS FRÍAS)		X	
TERMOGRAFIA A EQUIPOS ROTODINÁMICOS	X		2
TERMOGRAFIA A MOTORES	X		2
ULTRASONIDO A VALVULAS PRINCIPALES		X	
ULTRASONIDO A TUBERIAS DE GAS		X	
ULTRASONIDO A TUBERIAS DE AIRE COMPRIMIDO		X	
ULTRASONIDO A TRAMPAS DE VAPOR		X	
ANÁLISIS DE COMBUSTIÓN		X	
AJUSTES DE COMBUSTION	X		1
INSPECCIÓN DEL ESTADO DE LAS TIERRAS	X		1
MEGUEO DE MOTORES		X	
EVALUACIÓN DEL BALANCE DE VOLTAJE ENTRE FASES	X		2
EVALUACIÓN DEL BALANCE DE AMPERAJE ENTRE FASES	X		2
EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL ACEITE DEL TRANSFORMADOR		X	
NIVEL DE BALANCEO (VIBRACIONES) DE LOS EQUIPOS ROTODINÁMICOS)	X		2
DIAGNÓSTICO DE FALLAS POR VIBRACIONES	X		2
ESTADO DEL AISLAMIENTO TÉRMICO DE TUBERÍAS Y EQUIPOS	X		2
ESTADO DE LAS PROTECCIONES TÉRMICAS	X		2
ESTADO DE LA INSTRUMENTACIÓN	X		1
CALIBRACION DE LA INSTRUMENTACIÓN	X		1

 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES (E ³ T) CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO BIBLIOTECA (CAMPUS CENTRAL UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)		
	FECHA: 11/11/14	PAGINA	
		HOJA N º: 9	

ACTIVIDAD	SE REALIZA		FRECUENCIA ANUAL (Nº DE VECES AL AÑO)
	SI	NO	
EVALUACION DEL NIVEL DE INCRUSTACIONES EN INTERCAMBIADORES DE CALOR	X		
EVALUACION DE LA ILUMINACION	X		2
LIMPIEZA DE CALDERAS			1
LIMPIEZA DE TORRES DE ENFRIAMIENTO	X		2
LIMPIEZA DE CONDENSADORES	X		2
MANTENIMIENTO DE SUBESTACION ELECTRICA	X		2
REVISIÓN DE REGISTROS DE OPERACIÓN	X		2
¿EN SU EMPRESA EXISTE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO ESTRUCTURADO?			SI NO
SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA, INDIQUE CUAL PREDOMINA			
CORRECTIVO	PREVENTIVO	PREDICTIVO	TPM ALTERNO
¿ACTUALMENTE EN LA EMPRESA SE CUBRE PARTE DE LA DEMANDA ENERGETICA CON ENERGIAS RENOVABLES?			SI NO
SI SU RESPUESTA ES NEGATIVA, ¿PIENSA LA EMPRESA EN EMPLEAR ENERGIAS RENOVABLES EN EL FUTURO?			SI NO
SOBRE LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA SEÑALE:			
	COGENERACIÓN	TRIGENERACIÓN	
EXISTE			
NO EXISTE PERO, SERIA CONVENIENTE			
SE HAN REALIZADO VARIOS PROYECTOS PERO NO SE HAN EJECUTADO			
NO SE HA EJECUTADO POR FALTA DE FINANCIAMIENTO			
INDIQUE LAS MEDIDAS DE AHORRO DE ENERGÍA QUE CON MÁS ÉXITO SE HAN EJECUTADO EN SU EMPRESA			
¿SE CUENTA CON EL APOYO DE LA GERENCIA PARA EFECTUAR PROYECTOS DE AHORRO DE ENERGÍA, SIEMPRE QUE SEAN RENTABLES?			SI NO
¿EN QUÉ MEDIDA SE PREOCUPA EL GERENTE DE LA EMPRESA POR LOS COSTOS ENERGETICOS?			
MUCHO	NORMAL	POCO	NUNCA

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES (E ³ T) CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO BIBLIOTECA (CAMPUS CENTRAL UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)		
	FECHA: 11/11/14	PAGINA	
		HOJA N º: 10	

¿CUALES SON LAS PRINCIPALES BARRERAS QUE EXISTEN EN SU EMPRESA PARA LA REALIZACION DE SERVICIOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA?

¿CUAL ES EL NIVEL DE APROBACIÓN DE LA EJECUCIÓN DE SERVICIOS O PROYECTOS EXTERNOS DE EFICIENCIA ENERGETICA EN SU EMPRESA?




MUCHO		NORMAL		POCO		NUNCA	
-------	--	--------	--	------	--	-------	--

DEL SIGUIENTE LISTADO DE PROCEDIMIENTOS INDIQUE CUALES EXISTEN Y SE APLICAN EN SU EMPRESA O AREA.



PROCEDIMIENTO	EXISTE	SE APLICA
PROCEDIMIENTO DE DIVULGACION DE LOS INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA ALCANZADOS.		
PROCEDIMIENTO PARA LA COMPRA DE ENERGÍA.	X	
PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN DE ACCIONES CORRECTIVAS A LAS VARIACIONES DE LOS INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.		
PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN DE ACCIONES PREVENTIVAS A LAS VARIACIONES DE LOS INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.		
PROCEDIMIENTO PARA LA MANIPULACIÓN DE REGISTROS DE DATOS DE INDICADORES ENERGETICOS.		
PROCEDIMIENTO PARA LA AUDITORIA PERIÓDICA AL SGE		
PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN EFICIENTE DE LOS EQUIPOS Y PROCESOS ALTOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA.	X	
PROCEDIMIENTOS PARA EL MANTENIMIENTO EFICIENTE DE LOS EQUIPOS Y PROCESOS ALTOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA.	X	
PROCEDIMIENTOS PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE INDICADORES DE EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS O PROCESOS ALTOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA.		

DEL SIGUIENTE LISTADO DE REGISTROS INDIQUE CUALES EXISTEN Y SE ENCUENTRAN ACCESIBLES EN SU EMPRESA O AREA.

REGISTRO	EXISTE	ACCESIBLE
RESULTADOS DE LAS REVISIONES DE LA GERENCIA A LOS INDICADORES ENERGETICOS Y DE EFICIENCIA		
ANÁLISIS Y DECISIONES TOMADAS POR LA GERENCIA SOBRE MODIFICACIONES, EXPANSIONES O COMPRA DE EQUIPOS, SISTEMAS O PROCESOS QUE IMPACTAN SIGNIFICATIVAMENTE EL USO DE LA ENERGÍA.		



 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES (EPT) CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO BIBLIOTECA (CAMPUS CENTRAL UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)		
	FECHA: 11/11/14	PÁGINA	
		HOJA N º: 11	

REGISTRO	EXISTE	ACCESIBLE			
EVALUACION DE OFERTAS DE PROVEEDORES DE ENERGETICOS					
EVALUACION DE LOS CONTRATOS DEFINITIVOS DE COMPRA DE ENERGIA.					
CAMBIOS DE PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS.					
JUSTIFICACION DE ACCIONES CORRECTIVAS.					
JUSTIFICACION DE ACCIONES PREVENTIVAS.					
RESULTADOS DE LAS AUDITORIAS ENERGETICAS					
NECESIDADES DE ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL VINCULADO CON LA ENERGIA.					
ACTIVIDADES DE ENTRENAMIENTO AL PERSONAL VINCULADO CON LA ENERGIA.					
EN CUANTO A LA CULTURA ENERGETICA DE LA EMPRESA, SEÑALE:					
	SI	NO			
¿ESTA IDENTIFICADO EL PERSONAL CLAVE PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGIA?		X			
¿ESTÁN IDENTIFICADAS LAS COMPETENCIAS REQUERIDAS POR ESE PERSONAL CLAVE?		X			
¿SE EVALUAN LAS COMPETENCIAS DEL PERSONAL CLAVE? FECHA DE LA ÚLTIMA EVALUACIÓN: DD ____ MM ____ AAAA ____					
¿LA EMPRESA TIENE IMPLEMENTADO UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD (ISO 9000)?	SI	NO			
¿EXISTE UN RESPONSABLE O REPRESENTANTE DE LA GERENCIA PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD?	SI	NO			
¿SI EXISTE, CUÁL ES SU NOMBRE?					
¿LA EMPRESA TIENE IMPLEMENTADO UN SISTEMA DE GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL?	SI	NO			
SI LA RESPUESTA ES AFIRMATIVA INDIQUE CUÁL SISTEMA					
¿EXISTE UN RESPONSABLE O REPRESENTANTE DE LA GERENCIA PARA LA GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL?	SI	NO			
¿SI EXISTE, CUÁL ES SU NOMBRE?					
¿LA EMPRESA TIENE IMPLANTADO ALGÚN SISTEMA DE AHORRO ENERGETICO?	SI	NO			
SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA, INDIQUE EN QUÉ SISTEMAS.					
ILUMINACION		CALEFACCION		AIRE ACONDICIONADO	
FRÍO INDUSTRIAL		COMPRESORES		MOTORES	
¿LA EMPRESA TIENE IMPLANTADAS OPCIONES DE MANEJO, TRATAMIENTO Y/O DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS GENERADOS?	SI	NO			




	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES (EIT) CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO BIBLIOTECA (CAMPUS CENTRAL UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE))		
	FECHA: 11/11/14	PÁGINA	
	HOJA N º: 12		

FORMATO SOBRE USO DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS DEL EDIFICIO, DIRIGIDO AL PERSONAL DE OPERACIÓN



1. FICHA DE INSCRIPCIÓN			
NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL DILIGENCIAMIENTO DEL FORMATO			Estudiantes
EDIFICIO OBJETIVO	Biblioteca Campus Central UIS	ÁREA OBJETIVO	Sistema de aire acondicionado
FECHA REALIZACIÓN DEL FORMATO	DD	MM	AAAA
	11	Noviembre	2015
INDIQUE LAS FUENTES DE PÉRDIDAS ENERGÉTICAS QUE USTED HAYA IDENTIFICADO EN LA EMPRESA Y EL LUGAR			
TIPO DE PÉRDIDA	LUGAR	OBSERVACIONES	
FUGAS DE VAPOR	_____	_____	
FUGAS DE CONDENSADO	_____	_____	
FUGAS DE REFRIGERANTE			
MOTORES SUB-CARGADOS CON BAJO FACTOR DE POTENCIA.	Compresor 1		
FUGAS DE AIRE COMPRIMIDO			
DETERIORO O MAL AISLAMIENTO DE TUBERÍAS DE VAPOR O FRÍO			
FALTA DE AISLAMIENTO EN TUBERÍAS Y TANQUES DE TRANSPORTE O ACUMULACIÓN DE VAPOR, AGUA CALIENTE O FRÍA.			
SISTEMAS DE CABLEADO ELÉCTRICO EN MAL ESTADO CON POSIBLES FUGAS POR NEUTRO O A TIERRA.			
DEMASIADA SALIDA DE AGUA POR LA PARTE SUPERIOR DE LAS TORRES DE ENFRIAMIENTO			
SISTEMAS DE CONTROL QUE NO FUNCIONAN EN COMPRESORES, CALDERAS, CUARTOS FRÍOS ETC.			
INSTRUMENTACIÓN DE MEDICIÓN IMPORTANTE QUE NO FUNCIONA O ESTÁ DESCALIBRADA.		No se realiza medición continua del sistema eléctrico	

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES (E ³ T) CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO BIBLIOTECA (CAMPUS CENTRAL UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)		
	FECHA: 11/11/14	PAGINA	
		HOJA N°: 13	




TIPO DE PÉRDIDA	LUGAR	OBSERVACIONES	
CAIDA DE PRESIÓN EXCESIVA EN TUBERIAS DE AIRE COMPRIMIDO O VAPOR			
SERPENTINES O DIFUSORES DE LAS CÁMARAS FRIAS O LOCALES REFRIGERADOS TAPADOS DE HIELO O ESCARCHA.			
LOCALES A TEMPERATURAS FRIAS CON PUERTAS O VENTANAS ABIERTAS AL EXTERIOR O SIN CORTINAS PLÁSTICAS O DE AIRE.	Entrada del edificio		
TUBOS O ALETAS DE INTERCAMBIADORES DE CALOR, CONDENSADORES EN MAL ESTADO			
CULTURA DE AHORRO EN LOS SISTEMAS DE COMPUTO	No existe		
LUCES ENCENDIDAS EN LUGARES CERCANOS A ILUMINACION NATURAL (EN VENTANAS O PUERTAS DSPJ)	Stand de libros		
COMPUTADORES, (OTROS ELECT.) CONECTADOS A LA RED ELECTRICA CON LA BATERIA CARGADA		No se evidencia	
TIPO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS			
UNIDADES DE AA SOBREDIMENSIONADAS			
MARQUE SI O NO A LAS SIGUIENTES PREGUNTAS RELACIONADAS CON LOS EQUIPOS QUE POSEE SU EMPRESA			
Nº	PREGUNTAS	SI	NO
AIRE COMPRIMIDO			
1	¿EXISTE UN SISTEMA DE CONTROL PARA COORDINAR MÚLTIPLES COMPRESORES INSTALADOS?	X	
2	¿EXISTE LA CULTURA DE APAGAR LOS COMPRESORES DE RESERVA HASTA QUE SEAN NECESARIOS?	X	
3	¿HA OBSERVADO AGUA EN LAS TUBERIAS DE AIRE COMPRIMIDO?	X	
4	¿LAS ADMISIONES DE AIRE DEL COMPRESOR SE ENCUENTRAN DENTRO DEL CUARTO DE COMPRESORES?	X	
5	¿SE EXTRAE EL CALOR QUE EMITEN LOS ENFRIADORES DE ACEITE DE LOS COMPRESORES DEL CUARTO DE COMPRESORES?		
6	¿SE CHEQUEA EL ESTADO DE LIMPIEZA Y DE LAS ALETAS DEL ENFRIADOR DE ACEITE DEL COMPRESOR?	X	
7	¿SE MONITOREAN LAS CAIDAS DE PRESION A TRAVÉS DE LOS FILTROS DE SUCCIÓN Y DESCARGA?		X
8	¿EL AIRE COMPRIMIDO SE USA PARA SACUDIR Y REMOVER LA SUCIEDAD O EL POLVO?		X

 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES (E ² T) CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO BIBLIOTECA (CAMPUS CENTRAL UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)		
	FECHA: 11/11/14	PAGINA	
	HOJA N°: 14		

9	PREGUNTAS	SI	NO
9	¿HACEN PRUEBAS PARA DETECTAR SI EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE COMPRIMIDO TIENE FUGAS?	X	
10	¿EXISTEN FUGAS EN LOS JUEGOS DE FILTROS / REGULADORES DE LAS VÁLVULAS DE DRENAJE DE AIRE COMPRIMIDO?		
11	¿ALGUNAS VÁLVULAS DE CAUCHO TIENEN FUGAS CONTINUAS DESPUÉS DE CIERTO TIEMPO DE USO?	X	
COMPRESORES DE REFRIGERANTE			
12	¿EXISTEN COMPRESORES QUE TRABAJAN A CARGAS MUY VARIABLES?		X
13	¿SE VERIFICA LA TEMPERATURA DEL ACEITE PARA QUE NO SEA MUY ELEVADA (DEGRADACIÓN DEL ACEITE Y BAJA VISCOSIDAD) NI MUY BAJA (CONTAMINACIÓN POR CONDENSADOS)?	X	
14	¿LOS FILTROS DE ACEITE SON LIMPIADOS Y/O CAMBIADOS CON REGULARIDAD?		X
15	¿EXISTEN COMPRESORES CON RELACION DE COMPRESIÓN (P DESCARGA / P SUCCIÓN) MUY ALTA O QUE SE HA ELEVADO CON EL TIEMPO?		
16	¿EXISTEN SEPARADORES DE ACEITE FUERA DE SERVICIO?		
17	¿EXISTEN COMPRESORES CON FUGAS DE ACEITE SIGNIFICATIVAS?		
ACCIONAMIENTOS			
18	¿SE VERIFICA EL ALINEAMIENTO PRECISO DE LOS ACCIONAMIENTOS?	X	
19	¿LA TENSIÓN DE LAS CORREAS SE VERIFICA CON REGULARIDAD?		
20	¿HAN SIDO ELIMINADAS LAS POLEAS DE PASO VARIABLE?		
21	¿SE USAN CORREAS SINCRÓNICAS COMO ALTERNATIVA NO DESLIZANTE PARA REEMPLAZAR LAS CORREAS EN V?		
22	¿SE USAN LUBRICANTES SINTÉTICOS PARA CAJAS DE ENGRANAJES DE GRAN TAMAÑO?	X	
CHILLERS (RACK ENFRIADORES DE AGUA)			
23	¿LA TEMPERATURA DEL AGUA FRÍA A LA SALIDA DEL CHILLER ES DEMASIADO BAJA RESPECTO A LA QUE SE REQUIERE EN EL PROCESO?		
24	¿LA TEMPERATURA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO DEL CHILLER ES SUPERIOR A 34 °C?		
25	¿ES POSIBLE SABER CUANDO LOS INTERCAMBIADORES DE CALOR DEL CHILLER ESTÁN INCRUSTADOS O SUCIOS?		
26	¿EL FLUJO DE AGUA FRÍA QUE SALE DEL CHILLER ES CONSTANTE?	X	

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES (E ³ T) CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO BIBLIOTECA (CAMPUS CENTRAL UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)		
	FECHA: 11/11/14	PÁGINA	
		HOJA N º:15	

Nº	PREGUNTAS	SI	NO
27	EN CASO QUE EL FLUJO DE AGUA FRIA NO SEA SIEMPRE CONSTANTE, ¿SE REGULA ESTE FLUJO DE ACUERDO A LA NECESIDAD DEL PROCESO?	X	
28	¿SE HAN REEMPLAZADO CHILLERS Y COMPRESORES VIEJOS CON MODELOS DE ALTA EFICIENCIA?		X
29	¿USTED CONSIDERA QUE LOS CONDENSADORES (TORRES) NO SATISFACEN LA TEMPERATURA DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO REQUERIDA?		
30	¿HAY INSTALADO ALGUN MOTOR DE ALTA EFICIENCIA EN EL SISTEMA?		
31	¿SE HA MEDIDO EL FACTOR DE POTENCIA DE LOS MOTORES DE LOS COMPRESORES?		
32	¿SE PUEDE DETERMINAR LA FALTA DE REFRIGERANTE EN EL SISTEMA?		
33	¿SE ESTÁ PENDIENTE DE ESTA SITUACIÓN?		
34	¿SE CAMBIA EL REFRIGERANTE Y EL ACEITE EN EL MOMENTO APROPIADO?	X	
35	¿TODOS LOS CHILLERS TRABAJAN EN PARALELO?		
36	¿LOS CHILLERS ESTÁN PROGRAMADOS PARA ENTRAR DE ACUERDO A LAS NECESIDADES DEL PROCESO?		
37	¿SE CONOCE LA VARIACION DE LA DEMANDA DE FRIO DEL PROCESO DURANTE EL DIA?		
38	¿SE CONOCE LA EFICIENCIA INDIVIDUAL DE CADA COMPRESOR?	X	
39	¿SE CONOCE LA EFICIENCIA INDIVIDUAL DE CADA CHILLER?		
40	¿HA SIDO ESTABLECIDO UN PROGRAMA DE EFICIENCIA-MANTENIMIENTO PARA LOS CHILLERS?	X	
TORRES DE ENFRIAMIENTO			
41	¿SE APAGAN LOS VENTILADORES DE LAS TORRES CUANDO LA TEMPERATURA DEL AGUA DE SALIDA O LA PRESIÓN DE CONDENSACIÓN, ES INFERIOR A LA REQUERIDA?		
42	¿LA TORRE ENTREGA LA TEMPERATURA DE AGUA DE SALIDA QUE SE SEÑALA EN LOS MANUALES DE OPERACIÓN?	X	
43	¿SON APAGADOS LOS VENTILADORES QUE NO SE NECESITAN CUANDO LAS CARGAS SON REDUCIDAS O EN HORAS DE LA NOCHE?	X	
44	¿ESTAN LOS RELLENOS DAÑADOS, EN MAL ESTADO O LLENOS DE ALGAS?		
45	¿SE MANTIENE EL RÉGIMEN QUÍMICO PARA MINIMIZAR EL CRECIMIENTO DE ALGAS QUE CONTRIBUYEN AL ENSUCIAMIENTO?	X	
46	¿SE INSPECCIONAN Y LIMPIAN PERIÓDICAMENTE LAS BOQUILLAS TAPONADAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE LAS TORRES DE ENFRIAMIENTO?		

 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES (E3T) CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO BIBLIOTECA (CAMPUS CENTRAL UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)		
	FECHA: 11/11/14	PAGINA	
	HOJA N º:15		

Nº	PREGUNTAS	SI	NO
27	EN CASO QUE EL FLUJO DE AGUA FRÍA NO SEA SIEMPRE CONSTANTE, ¿SE REGULA ESTE FLUJO DE ACUERDO A LA NECESIDAD DEL PROCESO?	X	
28	¿SE HAN REEMPLAZADO CHILLERS Y COMPRESORES VIEJOS CON MODELOS DE ALTA EFICIENCIA?		X
29	¿USTED CONSIDERA QUE LOS CONDENSADORES (TORRES) NO SATISFACEN LA TEMPERATURA DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO REQUERIDA?		
30	¿HAY INSTALADO ALGUN MOTOR DE ALTA EFICIENCIA EN EL SISTEMA?		
31	¿SE HA MEDIDO EL FACTOR DE POTENCIA DE LOS MOTORES DE LOS COMPRESORES?		
32	¿SE PUEDE DETERMINAR LA FALTA DE REFRIGERANTE EN EL SISTEMA?		
33	¿SE ESTÁ PENDIENTE DE ESTA SITUACIÓN?		
34	¿SE CAMBIA EL REFRIGERANTE Y EL ACEITE EN EL MOMENTO APROPIADO?	X	
35	¿TODOS LOS CHILLERS TRABAJAN EN PARALELO?		
36	¿LOS CHILLERS ESTÁN PROGRAMADOS PARA ENTRAR DE ACUERDO A LAS NECESIDADES DEL PROCESO?		
37	¿SE CONOCE LA VARIACIÓN DE LA DEMANDA DE FRÍO DEL PROCESO DURANTE EL DÍA?		
38	¿SE CONOCE LA EFICIENCIA INDIVIDUAL DE CADA COMPRESOR?	X	
39	¿SE CONOCE LA EFICIENCIA INDIVIDUAL DE CADA CHILLER?		
40	¿HA SIDO ESTABLECIDO UN PROGRAMA DE EFICIENCIA-MANTENIMIENTO PARA LOS CHILLERS?	X	
TORRES DE ENFRIAMIENTO			
41	¿SE APAGAN LOS VENTILADORES DE LAS TORRES CUANDO LA TEMPERATURA DEL AGUA DE SALIDA O LA PRESIÓN DE CONDENSACIÓN, ES INFERIOR A LA REQUERIDA?		
42	¿LA TORRE ENTREGA LA TEMPERATURA DE AGUA DE SALIDA QUE SE SEÑALA EN LOS MANUALES DE OPERACIÓN?	X	
43	¿SON APAGADOS LOS VENTILADORES QUE NO SE NECESITAN CUANDO LAS CARGAS SON REDUCIDAS O EN HORAS DE LA NOCHE?	X	
44	¿ESTÁN LOS RELLENOS DAÑADOS, EN MAL ESTADO O LLENOS DE ALGAS?		
45	¿SE MANTIENE EL RÉGIMEN QUÍMICO PARA MINIMIZAR EL CRECIMIENTO DE ALGAS QUE CONTRIBUYEN AL ENSUCIAMIENTO?	X	
46	¿SE INSPECCIONAN Y LIMPIAN PERIÓDICAMENTE LAS BOQUILLAS TAPONADAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE LAS TORRES DE ENFRIAMIENTO?		