

CARACTERIZACIÓN DE LOS EDIFICIOS ROBERTO SERPA FLÓREZ Y
MORFOPATOLOGÍA, APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE
GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)

JENNIFER PAOLA MUÑOZ CARDOZO
LUIS CAMILO ALBERTO FONSECA SERRANO
DANIEL MORALES PADILLA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA

2016

CARACTERIZACIÓN DE LOS EDIFICIOS ROBERTO SERPA FLÓREZ Y
MORFOPATOLOGÍA, APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE
GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE).

JENNIFER PAOLA MUÑOZ CARDOZO
LUIS CAMILO ALBERTO FONSECA SERRANO
DANIEL MORALES PADILLA

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Electricista

Director

HERMANN RAÚL VARGAS TORRES

Ingeniero Electricista, Ph.D

Codirector

JAIRO BLANCO SOLANO

Ingeniero Electricista, Ph.D

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA

2016

Dedicado a Dios y a mis padres, Pablo y Luz Marina, por ser mi mejor ejemplo, por darme la fuerza necesaria para levantarme después de cada caída, por el apoyo incondicional y por confiar en mí desde el momento que decidí enfrentar este reto, este triunfo es todo de ustedes.

A mis hermanos, Eder Fabián y Dahiana, por cada palabra de aliento, por ser espejo y guía de este proceso y por demostrarme que con disciplina se hacen realidad los sueños. Los amo inmensamente.

A mi familia que siempre ha estado presente en este camino, gracias por su apoyo.

A mis compañeros de proyecto y amigos de la U, por hacer parte de mi vida en esta hermosa etapa y por luchar junto a ustedes por este mismo sueño.

A mis amigas, las incondicionales, porque conocieron todo mi proceso y son testigo de él. Gracias por confiar en mí.

Jennifer Paola Muñoz Cardozo

A Dios por mantenerme con salud y bendecirme en este difícil proceso que ha
culminado.

A mis padres:

Luis Camilo Fonseca y Orieta Beatriz Serrano por el sacrificio que realizaron para
que yo alcanzara este merecido logro, gracias por el apoyo moral y el amor
brindado en esta etapa.

A mi abuelo:

Camilo Fonseca Carillo † por ser parte esencial en el desarrollo personal,
inculcándome sus buenos valores y cualidades.

A Mi abuela:

Mercedes Bermúdez por guiarme en el sendero de paz, amor y armonía.

A mi tía:

Juana Rosa Fonseca por el apoyo incondicional durante todo este ciclo, gracias
por sus consejos y enseñanzas.

A mi amigo:

Fernando Elías Fernández † que desde el cielo guía e ilumina cada paso que doy
en mi vida.

A mis hermanos:

Por ser parte fundamental en mi vida y el desarrollo de todo este proceso.

A mis tíos:

Por el cariño y el apoyo brindado

A mis sobrinas:

Por llenar mi vida de alegría y felicidad

A mis familiares, amigos y compañeros que influyeron a finalizar esta etapa
importante en mi vida.

Luis Camilo Alberto Fonseca Serrano

A DIOS por su compañía y sus infinitas bendiciones a lo largo de este camino.

A mi madre MARIA LOLA PADILLA por ser mi motivo de fuerza, por su amor incondicional y causa de mi alegría, por sus inalcanzables mensajes de aliento y su esfuerzo a lo largo de mi etapa universitaria.

A toda mi familia en especial a mi Tía NIEVES PADILLA quienes siempre han estado en el transcurso de mi vida inculcando en mí, principios, valores y cualidades.

A la familia Pastoral quienes hicieron parte de este proceso y fueron parte fundamental en mi formación personal y espiritual.

A mis amigos y compañeros de carrera STIVER MARTINEZ Y WILMER CASAS quienes con sus ocurrencias, locuras y consejos llenaron de buenos momentos esta bonita etapa de la vida.

A mis compañeros de proyecto y amigos de la universidad por su amistad.

A mis primos quienes han sido como mis hermanos y me han brindado su apoyo.

A todas las personas que de alguna u otra forma se hicieron partícipes en la realización de este sueño.

A esa personita que con su sonrisa y su voz me llena de tranquilidad, alegría, felicidad y me acompaña todos los días.

Daniel Morales Padilla

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	27
1. FORMULACIÓN Y DECLARACIÓN DEL PROBLEMA.....	30
2. MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN	31
3. OBJETIVOS	32
3.1. OBJETIVO GENERAL	32
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	32
4. ALCANCE	33
5. MARCO REFERENCIAL.....	34
5.1. ANTECEDENTES.....	34
5.2. ETAPAS DE IMPLEMENTACION DEL MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE).....	36

6.	CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS.....	40
6.1.	REVISIÓN ENERGÉTICA PRELIMINAR DE LOS EDIFICIOS.....	40
6.2.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO E INFORMACIÓN GENERAL DEL EDIFICIO ROBERTO SERPA FLÓREZ.....	40
6.3.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO E INFORMACIÓN GENERAL DEL EDIFICIO MORFOPATOLOGÍA	42
6.3.1.	Subestación Morfopatología.....	43
6.3.2.	Planta eléctrica.....	44
6.3.3.	Diagramas unifilares de la Facultad de Salud.	46
6.4.	HERRAMIENTAS DE CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA EN LOS EDIFICIOS ROBERTO SERPA FLÓREZ Y MORFOPATOLOGÍA.....	56
6.5.	CENSO DE CARGA	60
6.6.	DIAGRAMA DE PARETO DE CONSUMO DE ENERGÍA	75
7.	ANÁLISIS DE CONSUMO DE ENERGÍA	79

7.1.	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LOS EDIFICIOS ROBERTO SERPA FLÓREZ Y MORFOPATOLOGÍA	79
7.2.	GRÁFICOS DE CONTROL.....	81
7.3.	GRÁFICO DE CONSUMO (E) Y PERSONAS ATENDIDAS (P) VS. TIEMPO (T).....	84
7.4.	GRÁFICO CONSUMO (E) VS. PERSONAS ATENDIDAS (P)	88
7.5.	FENÓMENO DE LA VARIABILIDAD DEL CONSUMO EN DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN EN EL GRÁFICO ÍNDICE DE CONSUMO (IC) VS. PERSONAS ATENDIDAS (P).....	92
7.6.	CONSUMO (E) VS PERSONAS ATENDIDAS (P) PARA LA IDENTIFICACIÓN DE METAS.....	96
7.7.	GRÁFICO DE TENDENCIAS O DE SUMAS ACUMULATIVAS (CUSUM)	99
8.	DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO	100
8.1.	SISTEMAS DE ILUMINACIÓN	100

8.1.1.	Medición de la iluminancia.	102
8.1.2.	Criterios de valoración.....	107
8.2.	NIVELES DE ILUMINANCIA.....	108
8.2.1.	Morfopatología.	108
8.2.2.	Roberto Serpa Flórez	113
8.3.	ANÁLISIS TERMOGRÁFICO.....	119
8.4.	CALIDAD DE POTENCIA ELÉCTRICA	128
8.4.1.	Perfiles de tensión.....	131
8.4.2.	Perfiles de corriente	132
8.4.3.	Frecuencia.....	136
8.4.4.	Factor de potencia y potencia reactiva.	137
8.4.5.	Distorsión armónica de Tensión y Corriente.....	140
9.	RECOMENDACIONES PARA EL USO RACIONAL DE LA ENERGÍA.....	146
10.	PROPUESTAS DE AHORRO	152

11. ANÁLISIS DE CAMBIO DE TECNOLOGÍAS EN LUMINARIAS (DIVISIÓN PROINAPSA).....	155
12. DIMENSIONAMIENTO Y PROPUESTA DE INVERSIÓN EN AIRES ACONDICIONADOS.....	157
13. CAMPAÑA AHORRO ENERGÉTICO	164
14. CONCLUSIONES	166
15. OBSERVACIONES	169
BIBLIOGRAFÍA	170
ANEXOS	171

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.Pasos para la implementación del SGIE	39
Tabla 2.Especificaciones Transformador Roberto Serpa Flórez.....	42
Tabla 3.Especificaciones Transformador Morfopatología.	44
Tabla 4.Especificaciones Planta eléctrica.....	45
Tabla 5.Calificación de los niveles de gestión energética UPME.....	57
Tabla 6.Resultados de medida por el analizador de red.....	60
Tabla 7.Censo iluminación edificio Morfopatología.....	61
Tabla 8.Censo equipos de Oficina edificio Morfopatología	62
Tabla 9.Censo equipos de laboratorio y otros, edificio Morfopatología.....	63
Tabla 10.Censo de Motores.....	66
Tabla 11.Aires Acondicionados.....	66
Tabla 12.Consumo total por áreas del censo de cargas.....	67
Tabla 13.Censo de Iluminación edificio Roberto Serpa Flórez.	69
Tabla 14.Censo de equipos de oficina edificio Roberto Serpa Flórez.....	69
Tabla 15.Censo de equipos de laboratorio y otros edificio Roberto Serpa Flórez.	70
Tabla 16.Censo de aires acondicionados edificio Roberto Serpa Flórez.....	70
Tabla 17.Censo de carga edificio Roberto Serpa Flórez.....	70
Tabla 18.Censo de carga Orlando Díaz.....	72
Tabla 19.Censo de carga edificio Eloy Valenzuela	72
Tabla 20.Censo de carga edificio Ciencias Básicas	73
Tabla 21.Consumo por áreas censo de carga consolidado de los edificios.....	74
Tabla 22. Porcentajes respecto al consumo total.	75
Tabla 23.Historial de datos del consumo energético	80
Tabla 24.Datos del Gráfico de Control.....	82
Tabla 25.Análisis de variables del Gráfico de Control.....	82

Tabla 26.Variación relativa en el consumo de energía y las personas atendidas en el tiempo. (Morfoopatología).	85
Tabla 27.Variación relativa en el consumo de energía y las personas atendidas en el tiempo. (Roberto Serpa Flórez).	87
Tabla 28.Criterio de confiabilidad de la muestra “Coeficiente de correlación”	88
Tabla 29.Consumo y personal en el periodo del 4 Agosto al 18 Agosto de 2015 edificio Morfoopatología.	89
Tabla 30.Consumo y personal en el periodo del 24 Agosto al 7 de Septiembre del 2015 edificio Roberto Serpa Flórez.	91
Tabla 31.Datos de índice de consumo vs. Personas atendidas (IC vs. P) Morfoopatología.	94
Tabla 32.Datos índice de consumo vs. Personas atendidas (IC vs. P) Roberto Serpa Flórez.	95
Tabla 33.Datos gráfico CUSUM.	99
Tabla 34. Especificaciones del Luxómetro.	101
Tabla 35.Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia para diferentes áreas y actividades.	107
Tabla 36.Niveles de iluminación piso 1, edificio Morfoopatología.	109
Tabla 37.Niveles de iluminación piso 2, edificio Morfoopatología	110
Tabla 38.Niveles de iluminación piso 3, edificio Morfoopatología	111
Tabla 39.Niveles de iluminación piso 1, edificio Roberto Serpa Flórez.	114
Tabla 40.Niveles de iluminación piso 2, edificio Roberto Serpa Flórez.	115
Tabla 41.Niveles de iluminación piso 3, edificio Roberto Serpa Flórez.	116
Tabla 42.Niveles de iluminación piso 4, edificio Roberto Serpa Flórez.	117
Tabla 43.Niveles de iluminación piso 5, edificio Roberto Serpa Flórez.	118
Tabla 44.Escala de Temperatura para el análisis de resultados.	120
Tabla 45.Código de prioridades según su estado.	121
Tabla 46.Características generales de la cámara termográfica Fluke Ti32.	122
Tabla 47.Bornes de baja tensión y cuba del transformador de 500 kVA.	123
Tabla 48.Radiador del transformador de 500 kVA.	123

Tabla 49.Niveles de temperatura en el tablero de distribución.	124
Tabla 50.Niveles de temperatura en el tablero de distribución.	124
Tabla 51.Niveles de temperatura circuito de toxicología.....	125
Tabla 52.Niveles de temperatura circuito Restaurante Cancha.	125
Tabla 53. Borneras del transformador 225 kVA de Baja y Alta tensión.	126
Tabla 54.Radiador transformador de 225 kVA.	127
Tabla 55.Niveles de temperatura en el tablero de distribución Laboratorio Clínico.	127
Tabla 56. Valores de referencia de calidad de energía eléctrica.	129
Tabla 57.Especificaciones técnicas analizador Power Visa 440.....	130
Tabla 58.Distorsión armónica total de tensión del transformador Roberto Serpa Flórez.....	141
Tabla 59.Distorsión armónica total de tensión del transformador de Morfopatología	142
Tabla 60.Distorsión armónica de corriente del transformado Roberto Serpa Flórez	143
Tabla 61.Distorsión armónica de corriente del transformador de Morfopatología	145
Tabla 62.Tabla de ahorro en aires acondicionados.	152
Tabla 63.Tabla de ahorro en equipos de oficina	153
Tabla 64.Tabla de ahorro en iluminación Roberto Serpa Flórez.....	154
Tabla 65.Dimensionamiento teóricos de aires acondicionados.	159
Tabla 66.Tabla de ubicación y estados de los aires acondicionados.....	160
Tabla 67.Costos de compra por equipos.	163

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Modelo de Gestión Integral de la Energía.....	36
Figura 2. Transformador S/E Roberto Serpa Flórez	41
Figura 3. Transformador Morfopatología.....	43
Figura 4.Planta eléctrica Morfopatología.....	45
Figura 5.Diagrama unifilar existente de la Facultad de Salud.	47
Figura 6.Diagrama unifilar tablero general detallado del edificio Morfopatología...48	48
Figura 7.Diagrama unifilar de los tableros de baja tensión de Morfopatología.....	49
Figura 8.Diagrama unifilar del tablero TGBT- 6 de baja tensión de Morfopatología	50
Figura 9.Diagrama unifilar del tablero general de baja tensión del Roberto Serpa Flórez.....	51
Figura 10.Diagrama unifilar del tablero TGBT-4 de baja tensión del Roberto Serpa Flórez.....	52
Figura 11.Diagrama unifilar del tablero TGBT-5 de baja tensión del Roberto Serpa Flórez.....	53
Figura 12.Diagrama unifilar del tablero TGBT-6 de baja tensión del Roberto Serpa Flórez.....	54
Figura 13.Organigrama administrativo de la Facultad de Salud.	55
Figura 14.Calificación buenas prácticas de gestión energética.	59
Figura 15.Consumo de áreas por porcentajes edificio Morfopatología.	67
Figura 16.Porcentaje de áreas de mayor consumo edificio Roberto Serpa Flórez.	71
Figura 17.Censo de cargas edificio Orlando Díaz.....	72
Figura 18.Censo de cargas edificio Eloy Valenzuela.	73
Figura 19.Censo de cargas edificio Ciencias Básicas.	73

Figura 20.Consolidado consumo de áreas por porcentajes.	74
Figura 21.Diagrama de Pareto Roberto Serpa Flórez.....	76
Figura 22.Diagrama de Pareto Morfopatología	76
Figura 23.Tendencia de consumo energético	81
Figura 24.Gráfico De Control.	83
Figura 25.Gráfico consumo (E) y personas atendidas (P) vs. Tiempo (T) Morfopatología.	85
Figura 26.Gráfico consumo (E) y personas atendidas (P) vs. Tiempo (T) Roberto Serpa Flórez.	87
Figura 27.Gráfico de Consumo vs Producción edificio Morfopatología.....	89
Figura 28.Gráfico de Consumo vs Producción edificio Roberto Serpa Flórez.	92
Figura 29.Gráfico índice de consumo (IC) vs. Personas atendidas (P) Morfopatología.	94
Figura 30.Gráfico índice de consumo (IC) vs. Personas atendidas (P) Roberto Serpa Flórez.	96
Figura 31.Consumo (E) vs personas atendidas (P) meta Morfopatología.	97
Figura 32.Consumo (E) vs. Personas atendidas (P) meta Roberto Serpa Flórez..	98
Figura 33.Gráfico de CUSUM.	99
Figura 34. Luxómetro Amprobe LM-120.	101
Figura 35.Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de áreas con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas.....	103
Figura 36.Puntos de medición de iluminancia de una luminaria en la cuadrícula de área con una sola luminaria.	104
Figura 37.Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de áreas con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas.....	105
Figura 38.Puntos de iluminación en la cuadrícula de un local con una fila continua de luminarias.....	106
Figura 39.Distribución de áreas piso 1, edificio Morfopatología.....	108
Figura 40.Distribución de áreas piso 2, edificio Morfopatología.....	110
Figura 41.Distribución de áreas piso 3, edificio Morfopatología.....	111

Figura 42.Distribución de áreas piso 1, edificio Roberto Serpa Flórez	113
Figura 43.Distribución de áreas piso 2, edificio Roberto Serpa Flórez.	114
Figura 44.Distribución de áreas piso 3, edificio Roberto Serpa Flórez	115
Figura 45.Distribución de áreas piso 4, edificio Roberto Serpa Flórez	116
Figura 46.Distribución de áreas piso 5, edificio Roberto Serpa Flórez	117
Figura 47.Cámara termográfica Ti32	121
Figura 48.Analizador de redes	130
Figura 49.Tensión promedio de fases, transformador Morfopatología.....	131
Figura 50.Tensión promedio de fases, transformador Roberto Serpa Flórez.	132
Figura 51.Corrientes promedio de fases transformador Roberto Serpa Flórez....	133
Figura 52.Corrientes promedio de fase, transformador Morfopatología.....	134
Figura 53.Corriente del neutro, transformador Roberto Serpa Flórez.	134
Figura 54.Corriente del neutro, transformador Morfopatología.	135
Figura 55.Frecuencia del transformador edificio de Morfopatología.	136
Figura 56.Frecuencia del transformador edificio Roberto Serpa Flórez.....	137
Figura 57.Potencia reactiva del transformador Roberto Serpa Flórez	138
Figura 58.Factor de potencia del transformador Roberto Serpa Flórez	138
Figura 59.Potencia reactiva del transformador Morfopatología.....	139
Figura 60.Factor de potencia del transformador Morfopatología	139
Figura 61.Diagrama de distorsión armónica de tensión del transformador del edificio Roberto Serpa Flórez.....	141
Figura 62.Diagrama de distorsión armónica de tensión del transformador del edificio de Morfopatología.	142
Figura 63.Diagrama de distorsión armónica de corrientes del transformador del edificio Roberto Serpa Flórez.....	143
Figura 64.Diagrama de distorsión armónica de corrientes del transformador del edificio de Morfopatología	145
Figura 65.Pasillo edificio Roberto Serpa Flórez.	149
Figura 66.Pasillos y luminarias edificio Morfopatología.	150
Figura 67.Baños edificio Roberto Serpa Flórez.	150

Figura 68. Consumo de energía en luminarias (kWh) División Proinapsa.	155
Figura 69. Tabla comparativa cambio de luminarias.....	156
Figura 70. Dimensionamiento de aires acondicionados.....	158
Figura 71. Gráfico porcentual de estado de los aires acondicionados.....	161
Figura 72. Campaña de ahorro energético.	165

ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Foto placa de transformador Rymel S/E Morfopatología.	171
ANEXO B. Foto placa de transformador Rymel S/E Roberto Serpa Flórez.	171
ANEXO C. Censo iluminación edificio Orlando Díaz	172
ANEXO D. Censo iluminación edificio Eloy Valenzuela	172
ANEXO E. Censo iluminación edificio Ciencias Básicas	173
ANEXO F. Censo equipos de oficina edificio Orlando Díaz	173
ANEXO G. Censo equipos de oficina edificio Eloy Valenzuela	174
ANEXO H. Censo equipos de oficina edificio Ciencias Básicas	174
ANEXO I. Censo de equipos de laboratorio y otros edificio Orlando Díaz	175
ANEXO J. Censo de equipos de laboratorio y otros edificio Eloy Valenzuela.....	175
ANEXO K. Censo equipos de laboratorios y otros, edificio Ciencias Básicas.....	176
ANEXO L. Censo aires acondicionados edificios Orlando Díaz, Eloy Valenzuela y Ciencias Básicas.....	177
ANEXO M. Ficha técnica panel redondo 14 [W].	178
ANEXO N. Ficha técnica panel 60x60 45 [W]	179
ANEXO O. Registro fotográfico aires acondicionados de Morfopatología.	180
ANEXO P. Registro fotográfico aires acondicionados Roberto Serpa Flórez.	180
ANEXO Q. Fotografía sección cafetería	181
ANEXO R. Iluminación biblioteca Luis Guillermo Ortiz.	182
ANEXO S. Registro fotográfico Campaña Energética Facultad de Salud.....	182
ANEXO T. Cotización aires acondicionados REFRINORTE.....	184
ANEXO U. Cotización aires FRIO & CALOR.	185

LISTA DE SÍMBOLOS

<i>A</i>	Amperio
<i>V</i>	Voltio
<i>W</i>	Vatio
<i>kWh</i>	Kilovatio-hora
<i>hp</i>	Caballo de fuerza
<i>Lx</i>	Lux
$^{\circ}\text{C}$	Grados Celsius
<i>m</i>	Metro
<i>kVAr</i>	Kilovoltios-amperios reactivos
<i>kVA</i>	Kilovoltios-amperios
<i>%</i>	Porcentaje
<i>\$</i>	Pesos colombianos
<i>Hz</i>	Hertz
<i>f.p</i>	Factor de potencia

ABREVIATURAS

- SGIE. Sistema de Gestión Integral de la Energía.
- UPME. Unidad de Planeación Minero Energética.
- URE. Uso Racional de la Energía.
- CENTIC. Centro de Tecnologías de Información y Comunicación.
- RETILAP. Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público.
- RETIE. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.
- IC. Índice de consumo.
- LCS. Límite de Consumo Superior.
- LCI. Límite de Consumo Inferior.

GLOSARIO

- **EFICIENCIA ENERGÉTICA:** Es la relación entre la energía aprovechada y la total utilizada en cualquier proceso de la cadena energética, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables. (UPME)
- **ARMÓNICOS:** Las componentes armónicas permiten la representación de señales distorsionadas de tensiones y corrientes sinusoidales cuya frecuencia es un múltiplo integral de la frecuencia fundamental del sistema, la cual, para el caso de nuestro país es 60 Hz¹.
- **CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA:** Procedimiento de análisis cualitativo y cuantitativo que permite evaluar la eficiencia con que una organización administra y usa todos los tipos de energía requeridos en su proceso productivo².
- **DIAGRAMA DE PARETO:** Diagrama que representa el 20% de las causas que provocan el 80% de los efectos de un fenómeno dado. (UPME)
- **ILUMINANCIA:** Densidad del flujo luminoso que incide sobre una superficie. Su unidad de medida es el Lux³.
- **SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA:** Conjunto de factores estructurados mediante normas, procedimientos y actuaciones que permite la materialización de la política, los objetivos y las metas de eficiencia

¹ UPME. Calidad de la Energía Eléctrica. Disponible en internet: URL:<http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/calidad.pdf>.

² MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA .Guía para la implementación, Sistema de Gestión Integral de la Energía.

³ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Reglamento técnico de iluminación y Alumbrado Público (RETILAP). Bogotá. 2010.

energética a través de una participación activa de los trabajadores en relación con la tecnología y los procesos. (UPME)

- **EMISIVIDAD:** La emisividad (ϵ) es la medida de la capacidad de un material de emitir (propagar) radiación infrarroja. Varía según la propiedad de la superficie, el material y en algunos casos la temperatura del objeto medido.⁴

⁴ Testo. Termografía, guía de bolsillo. 2008
Disponible en internet: URL:<http://www.testo.com>.

RESUMEN

TÍTULO: CARACTERIZACIÓN DE LOS EDIFICIOS ROBERTO SERPA FLÓREZ Y MORFOPATOLOGÍA, APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE).*

AUTORES:

JENNIFER PAOLA MUÑOZ CARDOZO
LUIS CAMILO ALBERTO FONSECA SERRANO
DANIEL MORALES PADILLA**

PALABRAS CLAVES: Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE), Unidad de Planeación Minero Energético (UPME), recomendaciones, eficiencia energética.

DESCRIPCIÓN:

El funcionamiento energético adecuado y la necesidad de la óptima utilización de los recursos hacen parte del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE). Con base en el concepto anterior se realiza un diagnóstico detallado y evaluación del estado actual de los edificios ROBERTO SERPA FLÓREZ y MORFOPATOLOGÍA de la Facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander, identificando los equipos con altos consumos energéticos y analizando las variables de los procesos que impactan la eficiencia energética.

En el proceso de caracterización se usan herramientas estadísticas y probabilísticas (diagrama de Pareto, consumo vs. Personas atendidas y metas entre otras) para desarrollar de manera adecuada posibles soluciones y plantear recomendaciones para el ahorro significativo en las áreas de mayor demanda de energía de los edificios. De los datos obtenidos en el estudio se realiza un análisis comparativo de cambio de luminarias del departamento de Proinapsa y un dimensionamiento en aires acondicionados, partiendo del estado de los equipos y llegando a una propuesta de ahorro y reemplazo por unidades actuales. Esto permite obtener una reducción y optimización de los recursos con una visión de desarrollo energético sostenible adaptada a los procesos operativos y funcionales de los edificios pertenecientes y ubicados en la Universidad Industrial de Santander.

* Proyecto de Grado.

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

ABSTRACT

TITLE: CHARACTERIZATION OF BUILDINGS ROBERTO SERPA FLÓREZ Y MORPHOPATHOLOGY, APLYING THE INTEGRAL MANAGEMENT SYSTEM OF ENERGY METHODOLOGY (SGIE).*

AUTHORS:

JENNIFER PAOLA MUÑOZ CARDOZO
LUIS CAMILO ALBERTO FONSECA SERRANO
DANIEL MORALES PADILLA**

KEY WORDS: The Integral Management System of Energy (SGIE), Energy Mining Planning Unit (UPME), Recommendations, Energy efficiency.

DESCRIPTION:

The correct energetic functioning and the needs of optimal usage of resources are parts of INTEGRATED MANAGEMENT OF ENERGY SYSTEM (SGIE). Based on the last concept, in this degree work we made a detailed diagnosis and evaluation of the current state of the ROBERTO SERPA FLOREZ and MORPHOPATOLOGY'S buildings of the Health's Faculty at Industrial University of Santander. We also, identified the equipment with large energy consumption and analyzed the variables of the process that affects the energetic efficiency.

In the characterization process we used statistic and probabilistic tools (Pareto's diagram, consume vs customers and goals among others), for developing in an appropriate way possible solutions and try to advise recommendations for the saving of costs in the building's areas with more demand of energy. With the acquired data we made a comparative analysis of the luminaries change in the Proinapsa's department and we dimensioned in the conditioner air, we started form the current state of the equipment and created a saving and replacement proposal for the existing units. This allows the Faculty to obtain a reduction and optimization of resources with an energetic and sustainable development vision adapted to the operative and functional process of the buildings owned and located in the Industrial University of Santander.

* Degree Project.

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

INTRODUCCIÓN

Actualmente la situación energética a nivel mundial demanda medidas de precaución que certifiquen el uso racional de los recursos energéticos del planeta así como el desarrollo de tecnologías limpias para futuras generaciones.

El aumento excesivo en emisiones de monóxido de carbono a partir de combustibles fósiles ha aumentado de manera significativa el calentamiento global e influenciado en el cambio climático presente a nivel mundial. Esto ha generado preocupación en diferentes estamentos gubernamentales debido a la relación estrecha entre el tema energético y ambiental creando la necesidad de desplegar planteamientos de sostenibilidad para la conservación del medio ambiente sin afectar el consumo de energía que se tiene ya establecido.

En Colombia la Unidad de Planeación Minero-Energética, UPME⁵ promueve el adecuado aprovechamiento de los recursos energéticos, su distribución, su utilización y sus efectos por medio del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE)⁶

Recientes estudios evidencian que las empresas colombianas no tienen procesos de eficiencia energética o si la compañía los tiene están en un nivel muy bajo al recomendado en las normas. Tal situación se mantiene a pesar de que existe un marco regulatorio y normativo que otorga oportunidades para el desarrollo de proyectos a fin de incrementar la eficiencia energética reduciendo el impacto ambiental.

⁵ UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA. <http://www1.upme.gov.co/>

⁶ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA. Guía para la implementación, Sistema de Gestión Integral de la Energía.

Por medio de la NTC-ISO 50001 ⁷SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA. REQUISITOS CON ORIENTACIÓN PARA SU USO, se encamina en facilitar a las organizaciones para que establezcan sistemas y procesos necesarios en el mejoramiento de su desempeño energético, incluyendo la eficiencia, el uso y el consumo de la energía ⁸

Buscando asegurar el uso eficiente y racional de la energía en los procesos productivos de las compañías, las empresas requieren un sistema de gestión energética que establezca una estructura organizacional que permita manejar eficientemente los recursos energéticos con los que cuenta la organización.

Los modelos de gestión energética manejan los siguientes aspectos: diagnóstico de eficiencia energética, monitoreo de indicadores energéticos, sustitución de fuentes primarias para el suministro de energía, cambios tecnológicos y gestión de negociación y contratación de sistemas energéticos primarios; los anteriores aspectos se manejan con el fin de reducir costos en la empresa de forma continua, incrementando así su nivel de productividad y competitividad en el mercado actual⁹.

Es apropiado indicar que la caracterización energética es un procedimiento con estudios detallados que permite detectar anomalías a fin de evaluar la eficiencia con la que una empresa administra y usa los tipos de energía en un proceso productivo. Igualmente conlleva a valorar la situación energética actual para plantear acciones correctivas en el corto, mediano y largo plazo.

Dado lo anterior, se implementa una metodología de la caracterización energética de los edificios ROBERTO SERPA FLOREZ Y MORFOPATOLOGÍA (FACULTAD

⁷ INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Energy Management Systems – Requirements with Guidance for Use. Geneva, ISO, 2011 24 p. (ISO 50001).

⁸ Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 50001. Sistemas de Gestión de la Energía. Requisitos con orientación para su uso.

⁹ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA .Guía para la implementación, Sistema de Gestión Integral de la Energía.

DE SALUD- UIS), donde se busca proyectar un consumo razonable de la energía disminuyendo costos e incrementando así la competitividad, generando así protección al medio ambiente con un objetivo estratégico trazado de crear a futuro una cultura energético- ambiental en el entorno de dichas edificaciones¹⁰.

¹⁰ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA .Guía para la implementación, Sistema de Gestión Integral de la Energía.

1. FORMULACIÓN Y DECLARACIÓN DEL PROBLEMA

El desconocimiento en los procesos de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica de la mano con el crecimiento demográfico y el alto costo que implica el manejo de energías en el mundo, evidencia de manera significativa un uso irracional y descontrolado de la energía eléctrica en los procesos productivos en las empresas. Igualmente la afectación al medio ambiente se ve reflejada en el calentamiento global. Con todos los procesos de eficiencia energética se busca que la comunidad realice un uso racional y eficiente en el consumo de energía eléctrica sea en el hogar o en las empresas.¹¹

En el presente trabajo de grado se realizará la caracterización energética de los edificios Roberto Serpa Flórez y Morfopatología (Facultad de Salud-UIS), donde se presentó y ejecutó con anterioridad una repotenciación de las subestaciones eléctricas respectivas para aumentar la carga instalada permitiendo soportar los equipos de nueva generación para las aulas y los laboratorios adquiridos recientemente por la universidad, generando un incremento en la carga de los transformadores. A su vez se efectuará la metodología del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE) consistente en la caracterización de dichos edificios, para la optimización del servicio y la mejora continua en el ahorro energético.

¹¹ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, Ley No, 697 (Ley URE) del 3 de octubre de 2001, Colombia.

2. MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN

El planteamiento que se quiere realizar es la caracterización energética en la Universidad Industrial de Santander, donde los indicadores a manejar son los niveles de eficiencia, evaluación de las pérdidas energéticas en los lugares donde existen mayor concentración de cargas, recalcando cuán importante es el beneficio ambiental y económico que se debe tener presente en la reducción de costos y por ende en pérdidas económicas y ambientales para la universidad, creando planes, estrategias y cambios en todo lo que refiere a la fase energética. Teniendo presente que el buen uso de los recursos energéticos garantiza el servicio continuo y a un buen desarrollo social, energético y ambiental.

El Grupo de Investigación en Sistemas de Energía Eléctrica (GISEL) reconocido por sus logros alcanzados en el sector eléctrico e industrial, dará el respectivo soporte a este trabajo de grado.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Caracterizar los edificios ROBERTO SERPA FLÓREZ y MORFOPATOLOGÍA (Facultad de Salud Universidad Industrial de Santander), aplicando la metodología del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE).

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los indicadores y variables de los procesos que impactan la eficiencia energética.
- Ejecutar herramientas estadísticas y probabilísticas básicas para el análisis, caracterización y diagnóstico energético sobre los procesos que se realizarán en dichos edificios.
- Plantear con base en la caracterización energética, soluciones para el uso eficaz y racional de la energía eléctrica a partir de los puntos críticos para posibles ahorros en las áreas a ejecutar.

4. ALCANCE

Se efectuará una caracterización energética en los edificios Roberto Serpa Flórez y Morfopatología (Facultad de Salud-UIS), aplicando la metodología del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE) enfocado en:

- Conocimiento del estado actual de dichos edificios en cuanto al uso eficaz de la energía eléctrica.
- Identificación de falencias para mejorar el consumo energético.
- Análisis de consumo y pérdidas del sistema energético utilizado en los edificios.
- Planeación de estrategias y soluciones con los datos recopilados, permitiendo el aprovechamiento energético de las operaciones y el funcionamiento que se realizan en estos edificios.

5. MARCO REFERENCIAL

Una de las alternativas para el análisis de los enfoques de uso racional y eficiente de la energía, es el Plan Estratégico Nacional - Sistema de Gestión Integral de la Energía (PEN-SGIE), que corresponde a la necesidad de la óptima utilización de los recursos y reducción del impacto ambiental basado en la cultura organizacional de la empresa.

El Sistema de Gestión Integral de la Energía, en tendencia a la productividad y competitividad empresarial integra de manera fundamental áreas importantes de la empresa desde el nivel estratégico hasta el nivel operativo, con el objeto fundamental de incluir métodos culturales, técnicos y operativos en el esquema organizacional efectuando una óptima gerencia de los recursos energéticos para disminuir la energía no asociada a los procesos productivos.

5.1. ANTECEDENTES

Encaminados en lograr un buen uso racional y eficiente de la energía en el sector eléctrico en Colombia, el Grupo de Investigación en Sistemas de Energía (GISEL) de la Universidad Industrial de Santander en sus áreas de investigación de Uso Racional de la Energía (URE) y Energías Alternativas, viene contribuyendo en la promoción del uso racional de los recursos energéticos y la conservación del medio ambiente. Es así como se han venido elaborando trabajos de grado basados en la aplicación de la metodología del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE), que viene estructurado en el Modelo de Gestión Integral de la Energía (MGIE) para la caracterización energética de diferentes edificios que conforman el campus central de la Universidad.

Con esto se busca crear una cultura de ahorro y concientización del uso eficiente de la energía eléctrica en los diferentes ámbitos tanto laborales, como educativos llevando a una reducción significativa en los costos energéticos y la mitigación del impacto ambiental causado.

Los siguientes trabajos de grado entre otros, fueron base de estudio para el desarrollo del presente trabajo de grado:

- Figueroa Rey Diana Liseth y Monsalve Vera Dairon Yamit, Trabajo de grado (Ingeniero electricista), Caracterización energética del edificio Virginia Gutiérrez de Pineda (Facultad de Ciencias Humanas-UIS) aplicando la metodología del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE), Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones , Universidad Industrial de Santander.
- Puentes Marín Andrés Felipe y Jones Rojas Juan Camilo, Trabajo de Grado (Ingeniero electricista), Caracterización de Centro de Tecnologías de la Información (CENTIC) aplicando la metodología del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE), Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones , Universidad Industrial de Santander.
- Arenas Salgado Edwar Fernando y Gonzales Navarro Anderson Rafael, Trabajo de Grado (Ingeniero electricista), Caracterización del Edificio de Ingeniería Industrial aplicando la metodología del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE), Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones , Universidad Industrial de Santander.
- Africano Rodriguez Ingrid Vanessa y Castillo Mantilla Leydi Tatyana, Trabajo de Grado (Ingeniero electricista), caracterización del Edificio Biblioteca aplicando la metodología del Sistema de Gestión Integral de la Energía

(SGIE), Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones , Universidad Industrial de Santander.

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

El Sistema de Gestión Integral de la Energía está formado por tres etapas consecutivas: Decisión estratégica, Instalación y Operación.¹² A continuación se presenta un gráfico las fases de Sistema de Gestión Integral (Figura 1).

Figura 1. Modelo de Gestión Integral de la Energía¹³



Este proyecto está enfocado en la etapa de Decisión Estratégica donde se llevará a cabo la caracterización energética de los edificios.

¹² Campos J., Prías O., Vidal J., Quispe E; Lora E., Propuesta de un modelo de gestión energética para el sector productivo colombiano. Memorias II Congreso Internacional sobre Uso Racional y Eficiente de la Energía, Ciuree 2006. Cali Colombia 2006.

¹³ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA .Guía para la implementación, Sistema de Gestión Integral de la Energía.

Primera etapa: Decisión Estratégica.

El objetivo es lograr el compromiso de la alta dirección en los edificios para la asignación de recursos e incluir en su gestión organizacional el SGIE.

Se realizará una identificación del estado actual de los edificios en cuanto a la administración y uso eficiente de la energía. Dicha identificación consiste en la aplicación de herramientas de caracterización para la determinación del potencial de ahorro total por la reducción de la variabilidad operacional de la planeación, producción y de la mejora de la capacidad técnica - organizativa de la empresa para administrar la energía en forma eficiente.

La caracterización del estado actual se complementa con la identificación de las capacidades de innovación y de las condiciones para desarrollar estrategias de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva; así como también la evaluación de los avances organizacionales en relación con el estado de madurez de los procesos, los impactos de los sistemas de calidad, ambiental y los modelos de gestión humana.¹⁴

- Caracterización de los edificios.
- Compromiso de la alta dirección.
- Alineación de políticas y estrategias.
- Definición y conformación de la estructura técnica y organizacional.

Segunda etapa: Instalación del SGIE en los edificios.

Cumplida previamente la etapa anterior y para la continuidad del modelo de gestión, se procede a la instalación del SGIE en los edificios, para esto se recomienda seguir los siguientes pasos:

¹⁴ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA .Guía para la implementación, Sistema de Gestión Integral de la Energía.

- Establecimiento de los indicadores del sistema de gestión.
- Identificación de las variables de control por centros de costo.
- Identificación de acciones correctivas, de control de eventos, procedimientos operacionales y de gestión, y proyectos potenciales de uso racional de la energía (URE) en procesos.
- Definición de los sistemas de monitoreo.
- Diagnóstico energético.
- Planteamiento de medidas de uso racional y eficiente de la energía.
- Actualización y validación de la gestión organizacional del SGIE
- Preparación del personal.
- Auditoría interna al SGIE.
- Implementación y seguimiento del SGIE.
- Documentación del SGIE.

Tercera etapa: Operación del SGIE en los edificios.

Una vez instalado en los edificios el Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE), se aborda la etapa final donde se trabajarán las siguientes actividades:

- Seguimiento y divulgación de indicadores.
- Seguimiento y evaluación de buenas prácticas de operación, mantenimiento, producción y coordinación.
- Implementación de programas y proyectos de mejora.
- Implementación del plan de entrenamiento y evaluación del personal.
- Ajustes del sistema de gestión.
- Evaluación de resultados.

Las actividades y objetivos a realizar en cada una de las etapas se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Pasos para la implementación del SGIE

ETAPAS	ACTIVIDADES	OBJETIVO
Decisión Estratégica	Caracterización energética de los edificios	Potencial rentabilidad del SGIE. Asignación de recursos.
	Compromiso de la alta dirección	
	Alineación de estrategias	
	Definición y conformación de la estructura técnica y organizacional	
Instalación del SGIE en los edificios.	Establecimiento de los indicadores del sistema de gestión	Crear la estructura organizativa, las bases técnicas, preparar e involucrar al personal, identificar los programas, documentar el SGIE y verificar la capacidad de los edificios para ejecutar el SGIE.
	Identificación de las variables de control por centros de costo	
	Definición de los sistemas de monitoreo	
	Diagnóstico energético	
	Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva	
	Plan de medidas de uso eficiente de la energía	
	Actualización y validación de la gestión organizacional del SGIE	
	Preparación del personal	
	Elaboración de la documentación del SGIE	
	Auditoria interna al SGIE	
Operación del sistema de gestión integral de la energía en los edificios.	Seguimiento y divulgación de indicadores.	Ejecutar los programas, cuantificar los resultados, ajustar y actualizar modelos, presupuestos de ahorros.
	Seguimiento y evaluación de buenas prácticas de operación, mantenimiento, producción y coordinación.	
	Implementación de programas y proyectos de mejora.	
	Implementación del plan de entrenamiento y evaluación del personal.	
	Chequeos de gerencia.	
	Ajustes del sistema de gestión.	
	Evaluación de resultados.	

Para el desarrollo de la primera etapa el objetivo principal es el compromiso de la alta dirección con el Sistema de Gestión Integral en los edificios Roberto Serpa Flórez y Morfopatología, basándose en el estado actual e impactos productivos entre otros que estos puedan tener.

6. CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS

Para realizar la caracterización energética en los edificios, se diagnostican las áreas y se reconocen las diferentes zonas de trabajo respectivamente. En el caso del edificio Roberto Serpa Flórez la mayoría de áreas son aulas de clases, encontrando únicamente luminarias; para el caso del edificio de Morfopatología, se ha encontrado áreas de mayor desempeño, como son laboratorios de prácticas para los estudiantes, laboratorios clínicos y áreas administrativas.

6.1. REVISIÓN ENERGÉTICA PRELIMINAR DE LOS EDIFICIOS

La caracterización de los edificios (Roberto Serpa Flórez y Morfopatología) se inició con la revisión de los planos eléctricos de cada uno de ellos. Cabe resaltar que el edificio Roberto Serpa Flórez fue repotenciado y cuenta con planos actualizados, mientras que el edificio de Morfopatología no cuenta con planos eléctricos y la demanda del edificio ha aumentado considerablemente en sus laboratorios sin la revisión previa de conductores y protecciones.

Se realizó un recorrido de reconocimiento del estado actual de las subestaciones de los dos edificios y se identificaron: transformadores, tableros generales, tableros por cada nivel del edificio, planta eléctrica, medidores, sistemas de aires acondicionados y demás componentes de la subestación.

6.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO E INFORMACIÓN GENERAL DEL EDIFICIO ROBERTO SERPA FLÓREZ

El edificio Roberto Serpa Flórez cuenta con un área construida de 2 978 metros cuadrados, divididos en 5 pisos distribuidos de la siguiente forma: en el primer piso

cuenta con una sala de computo, salones y centro de estudios de Fisioterapia, Microbiología, Nutrición y Enfermería; en el segundo, tercero y cuarto piso están ubicados salones de estudio y finalmente en el quinto piso se encuentra ubicado el Laboratorio de Simulación y la Escuela de Microbiología con sus respectivas oficinas administrativas.

Subestación Roberto Serpa Flórez

El edificio Roberto Serpa Flórez tiene una subestación encapsulada ubicada en el primer piso, la cual está dotada por un transformador de 500 kVA que reduce la tensión de 13,2 kV a 220-127 V y se dirige al tablero general de distribución eléctrica (TGDE-2). Esta subestación se alimenta de la salida de una celda de seccionamiento tripolar en aire a través de una acometida Cu #2 AWG XLPE 15 kV monopolar con aislamiento 133%. En la figura 2 se observa el transformador de 500 kVA y en la tabla 2 se presentan las características principales del mismo.

Figura 2. Transformador S/E Roberto Serpa Flórez

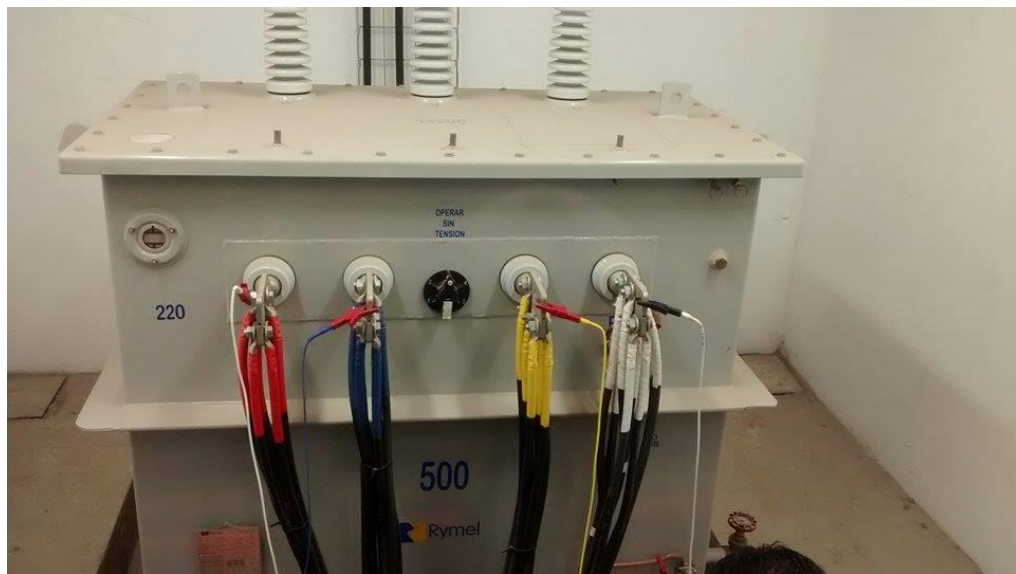


Tabla 2. Especificaciones Transformador Roberto Serpa Flórez.

TRANSFORMADOR ROBERTO SERPA FLÓREZ				
Tensión: 13200 / 220-127 V	Grupo de conexión: Dyn5	Potencia: 500 kVA		
	Tipo seccionador : seccionador bajo carga para uso interior	Tensión CC (UZ%) : 5,0		
Tipo de fusible: HH	Refrigeración: ONAN	Corriente CC: 26,24 kA		
		Dimensiones TRAF0: 1,52 X 1,30 X 1,31 X 0,72 m		
In fusible: 40 A	Tipo de pararrayo: Polimérico	Peso Total: 1535 kg		
	Tensión de pararrayo: 12 kV	Taps	Tap actual	V
Tensión fusible: 24 kV	I pararrayo: 10 kA		1	13868
Fabricante: Rymel	Frecuencia: 60 Hz		2	13530
	BIL MT/BT : 95/30 kV		3	X 13200
Clase: Encapsulada	Altitud: 1000 msnm		4	12870
	Material conductor AT/BT: Al/Al	5	12548	

6.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO E INFORMACIÓN GENERAL DEL EDIFICIO MORFOPATOLOGÍA

El edificio de Morfopatología cuenta con un área construida de 2 531 metros cuadrados, divididos en tres bloques cada uno de 3 pisos. En el primer piso se encuentra el Anfiteatro con el mayor porcentaje de área construida, en el interior está el salón para la preparación de cuerpos, que cuenta extractores de olores, el Laboratorio de Genética y el Laboratorio Clínico donde existe un número elevado de elementos para la refrigeración de muestras y gran cantidad de aparatos para el análisis de las mismas. En el segundo piso se ubican los laboratorios de Histología, Inmunología, Patología y el Laboratorio Central de Investigaciones, los tres primeros cuentan con microscopios y el Laboratorio Central cuenta con una amplia gama para el análisis, refrigeración de muestras y elementos químicos necesarios. Finalmente en el tercer piso está ubicado Proinapsa, Centro de Investigaciones Epidemiológicas, oficinas y el Departamento de Medicina Interna donde existe una gran demanda de áreas administrativas.

6.3.1. Subestación Morfopatología. El edificio de Morfopatología cuenta con una subestación encapsulada en el primer piso de dicho edificio, la cual está abastecida por un transformador de 225 kVA, con la función de reducir la tensión de 13,2 kV a 220-127 V y dirigirla al tablero general de baja tensión (TGBT-1). La subestación es alimentada de la salida de uno de los seccionadores a través de una red trifásica subterránea Cu 2 AWG XLPE 15 kV monopolar con aislamiento 133%.

El transformador está destinado a alimentar cargas térmicas y sensibles como sistemas de climatización, equipos de cómputo, iluminación, servidores entre otros. En la figura 3 se observa el transformador de 225 kVA y en la tabla 3 se presentan las características primordiales del mismo.

Figura 3. Transformador Morfopatología.



Tabla 3. Especificaciones Transformador Morfopatología.

TRANSFORMADOR MORFOPATOLOGÍA				
Tensiones: 13200 / 220-127 V	Grupo de conexión: Dyn5	Potencia: 225 kVA		
	Tipo de fusible: HH	Tipo seccionador : seccionador bajo carga para uso interior	Tensión CC (UZ%) : 4,0	
Corriente CC: 15,17 kA				
In fusible: 25 A	Refrigeración: ONAN	Dimensiones TRAF0: 1,29 X 1,12 X 1,10 X 0,65 m		
	Tipo de pararrayo: Polimérico	Peso Total: 855 kg		
Tensión fusible: 24 kV	Tensión de pararrayo: 12 kV	Taps	Tap actual	V
	I parrayo: 10 kA		1	13868
Fabricante: Rymel	Frecuencia: 60 Hz		2	13530
	BIL MT/BT : 95/30 kV		3	X 13200
Clase: Encapsulada	Altitud: 1000 msnm		4	12870
	Material conductor AT/BT: Cu/Cu		5	12548

6.3.2. Planta eléctrica. La planta de emergencia se utiliza en caso de corte del servicio de energía eléctrica, alimentando el primer tablero general de baja tensión (TGBT-1) del edificio de Morfopatología. Se abastece de combustible ACPM, en la figura 4 se muestra la planta eléctrica que dispone Morfopatología y la tabla 4 muestra los parámetros de esta.

Figura 4.Planta eléctrica Morfopatología.



Tabla 4.Especificaciones Planta eléctrica.

Planta Eléctrica		
Alternador sincrónico		
Marca	ENERMAX	
Potencia Nominal	24	kVA
Factor de Potencia	0,8	
Fases	3	
Tensión	220/380/440	V
Corriente	63/36/31	
Frecuencia	60	Hz
Temperatura	100	$\Delta T^{\circ} C$
Velocidad	1800	rpm
Peso	140	kg

6.3.3. Diagramas unifilares de la Facultad de Salud. En la figura 5 se observa el sistema eléctrico general de la Facultad de Salud donde se muestra en detalle la distribución eléctrica de la acometida, medidor, transformadores y tableros de distribución. El sistema de medida dispone de un contador analógico que registra el consumo total de la facultad.

En la figura 6 se presenta de forma precisa el diagrama unifilar de los edificios que se estudiarán, en el cual se observa el transformador de 225 kVA ubicado en el edificio de Morfopatología que alimenta el tablero general de baja tensión (TGBT-1); por otra parte está el transformador de 500 kVA situado en el edificio Roberto Serpa Flórez que alimenta el tablero general de distribución eléctrica figura 9 (TGDE-2),

En la figura 7 se muestra el diagrama unifilar de los tableros de baja tensión del edificio de Morfopatología que alimentan sistema de climatización, iluminación, tomacorrientes, servidores entre otros. Finalmente en la figura 8 se exhibe el diagrama unifilar del tablero general de baja tensión del edificio Roberto Serpa Flórez, el cual alimenta los sistemas de iluminación, tomacorrientes y aires acondicionados.

Los diagramas unifilares de los tableros TGBT-4, TGBT-5, TGBT-6 de baja tensión del edificio Roberto Serpa Flórez se evidencia en la figura 10, figura 11 y figura 12 respectivamente.

Figura 5. Diagrama unifilar existente de la Facultad de Salud.

Diagrama Unifilar Proyectado del Sistema Eléctrico de la Facultad de Salud - UIS

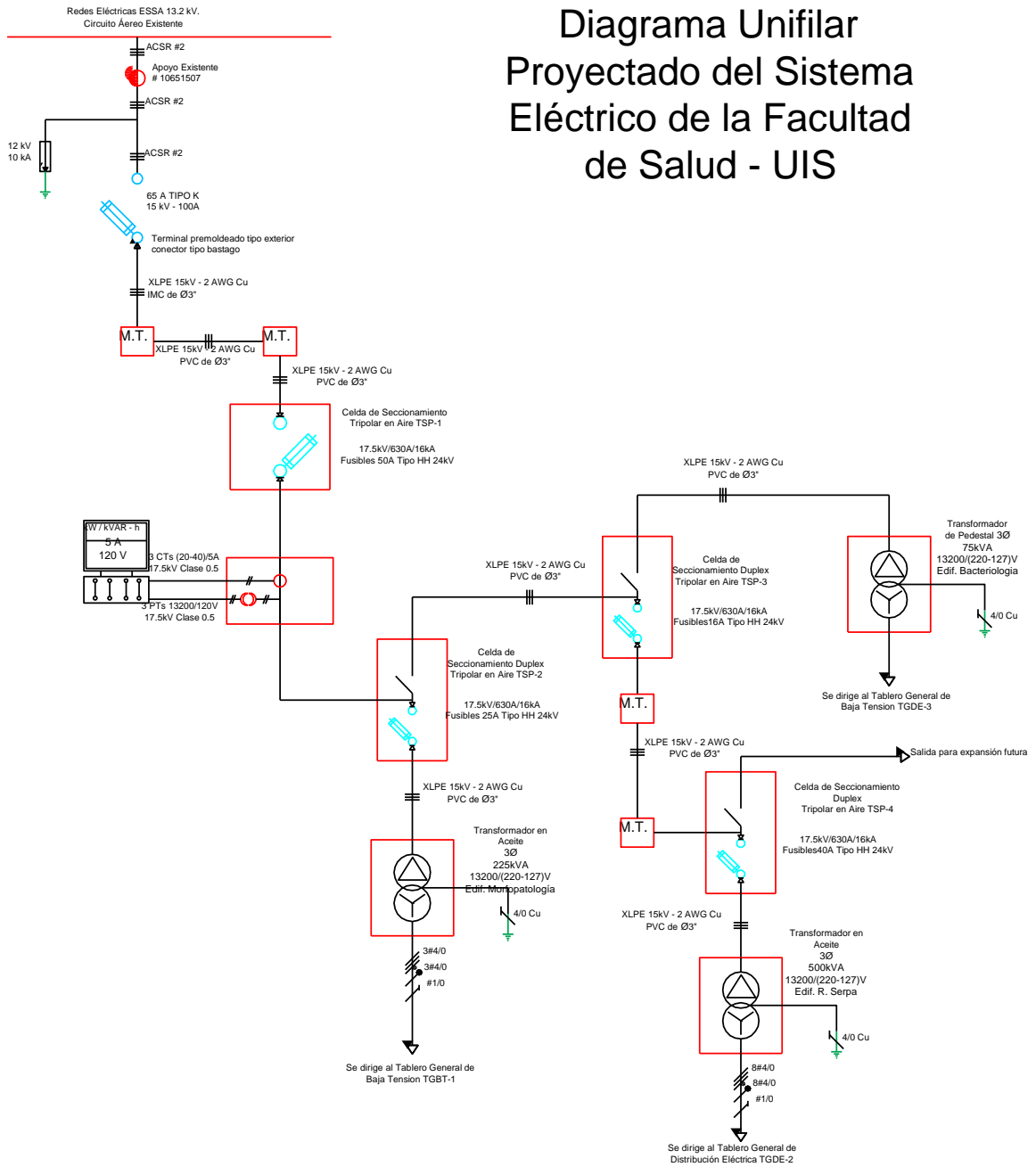


Figura 6. Diagrama unifilar tablero general detallado del edificio Morfopatología.

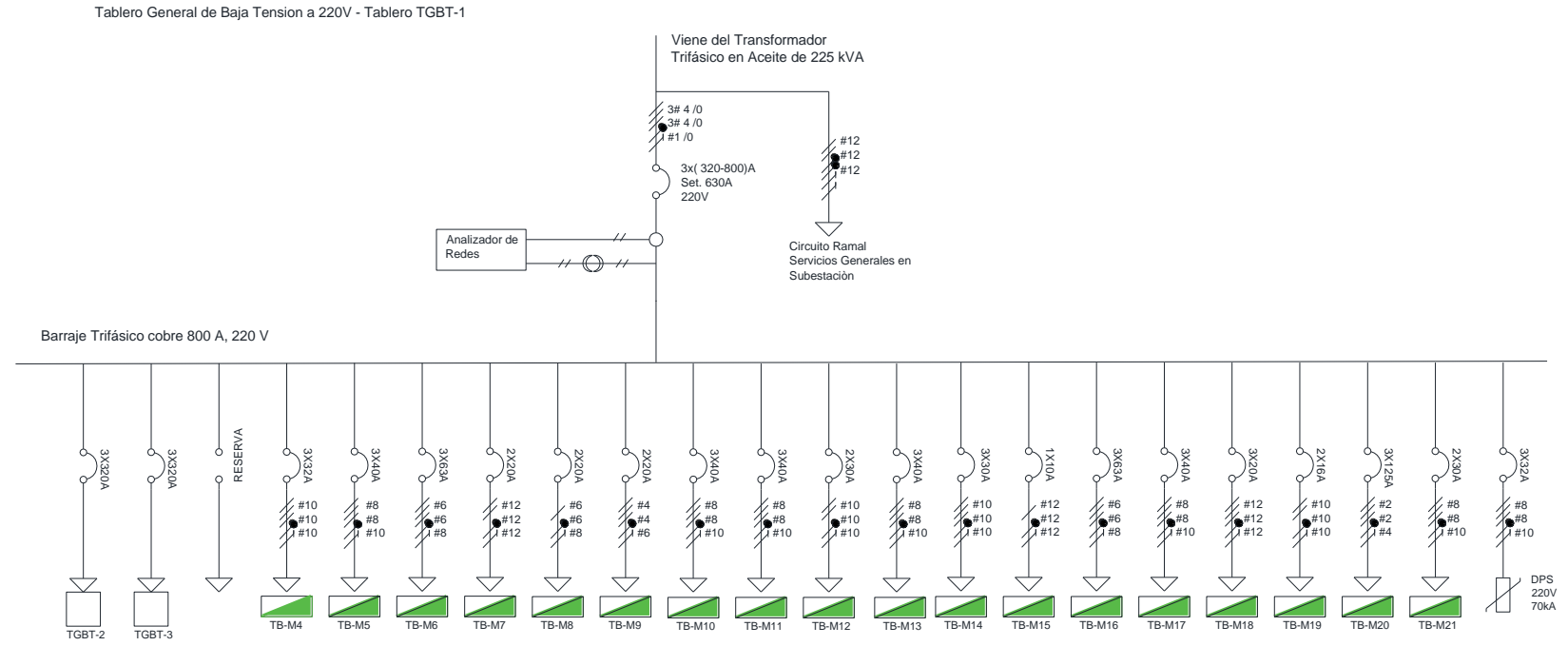


Figura 7. Diagrama unifilar de los tableros de baja tensión de Morfopatología.

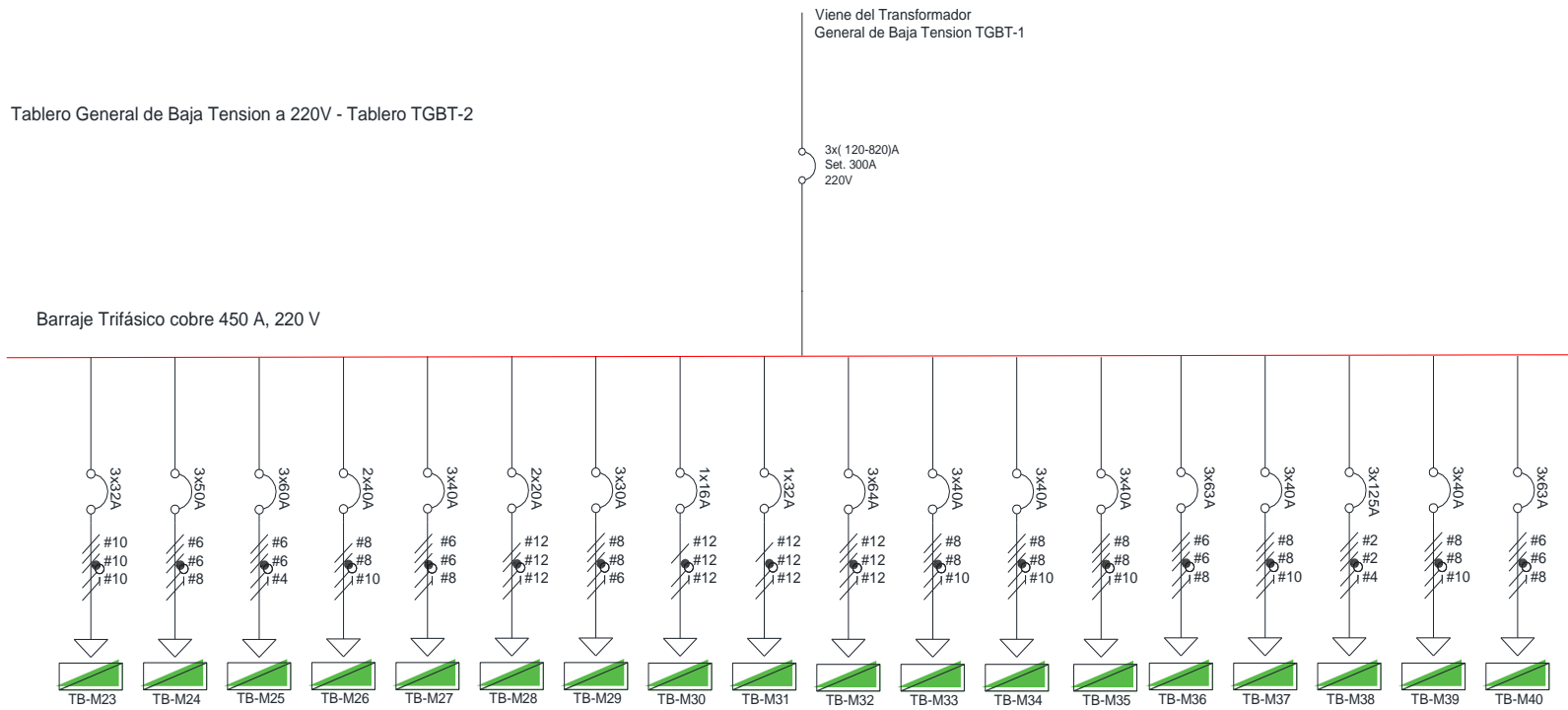


Figura 8. Diagrama unifilar del tablero TGBT- 6 de baja tensión de Morfopatología

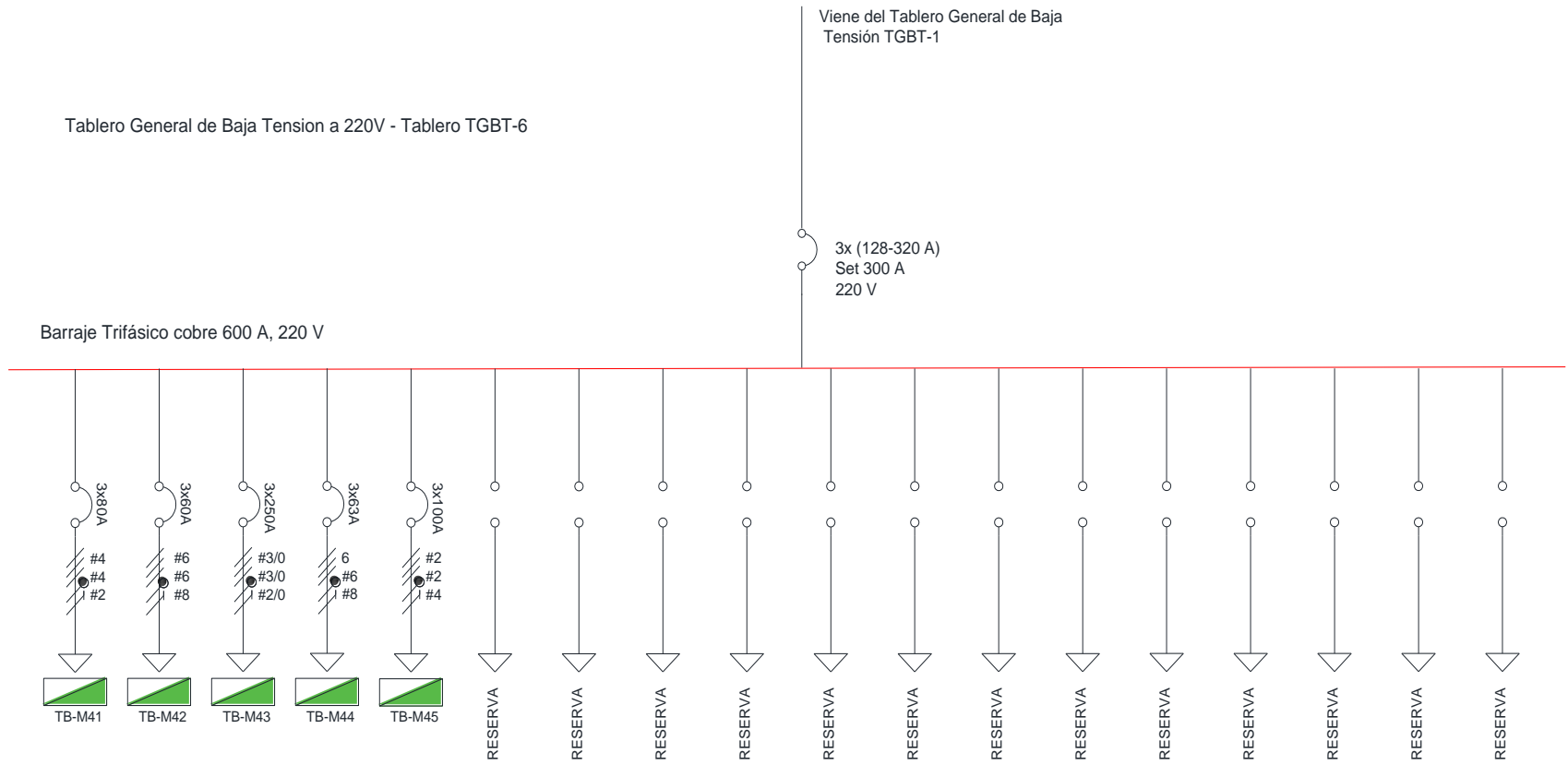


Figura 9. Diagrama unifilar del tablero general de baja tensión del Roberto Serpa Flórez.

Tablero General de Baja Tensión a 220V - Tablero TGBT-2

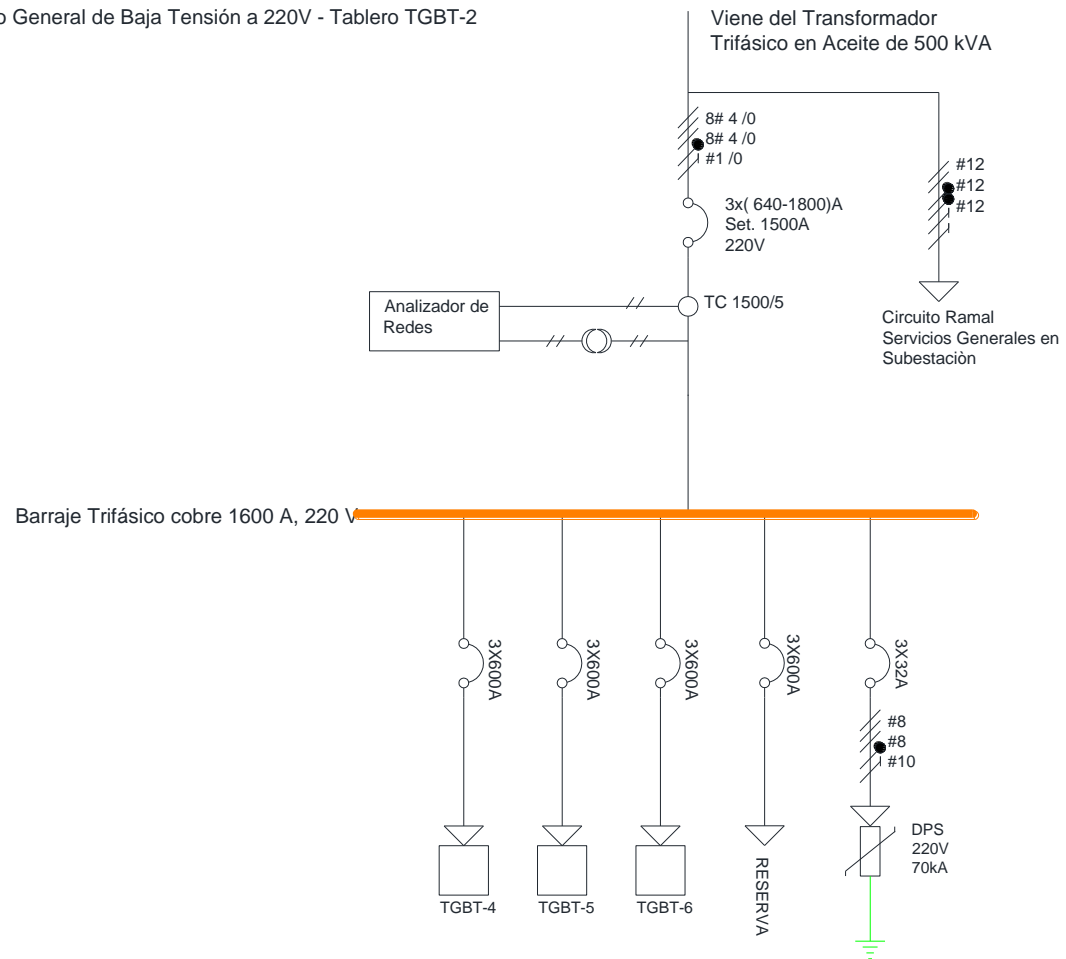


Figura 10. Diagrama unifilar del tablero TGBT-4 de baja tensión del Roberto Serpa Flórez.

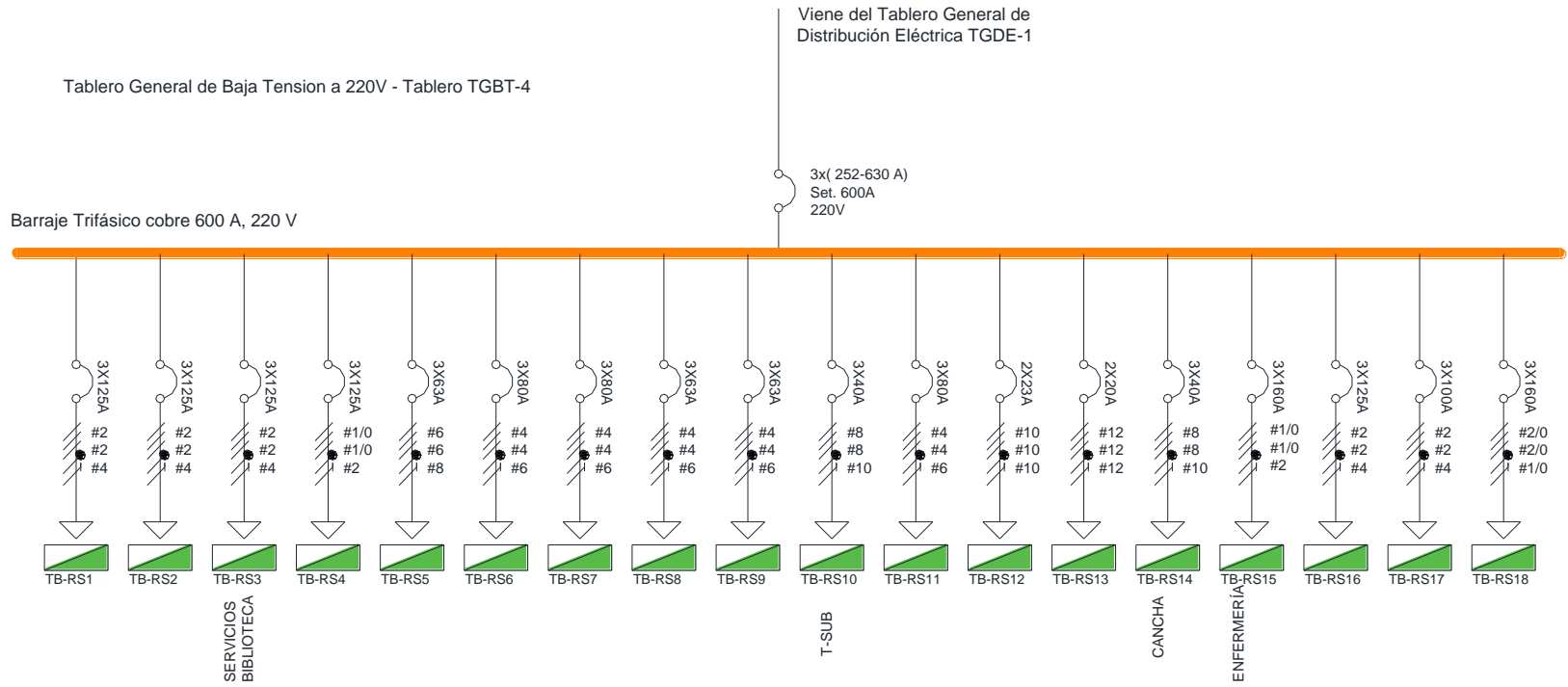


Figura 11. Diagrama unifilar del tablero TGBT-5 de baja tensión del Roberto Serpa Flórez.

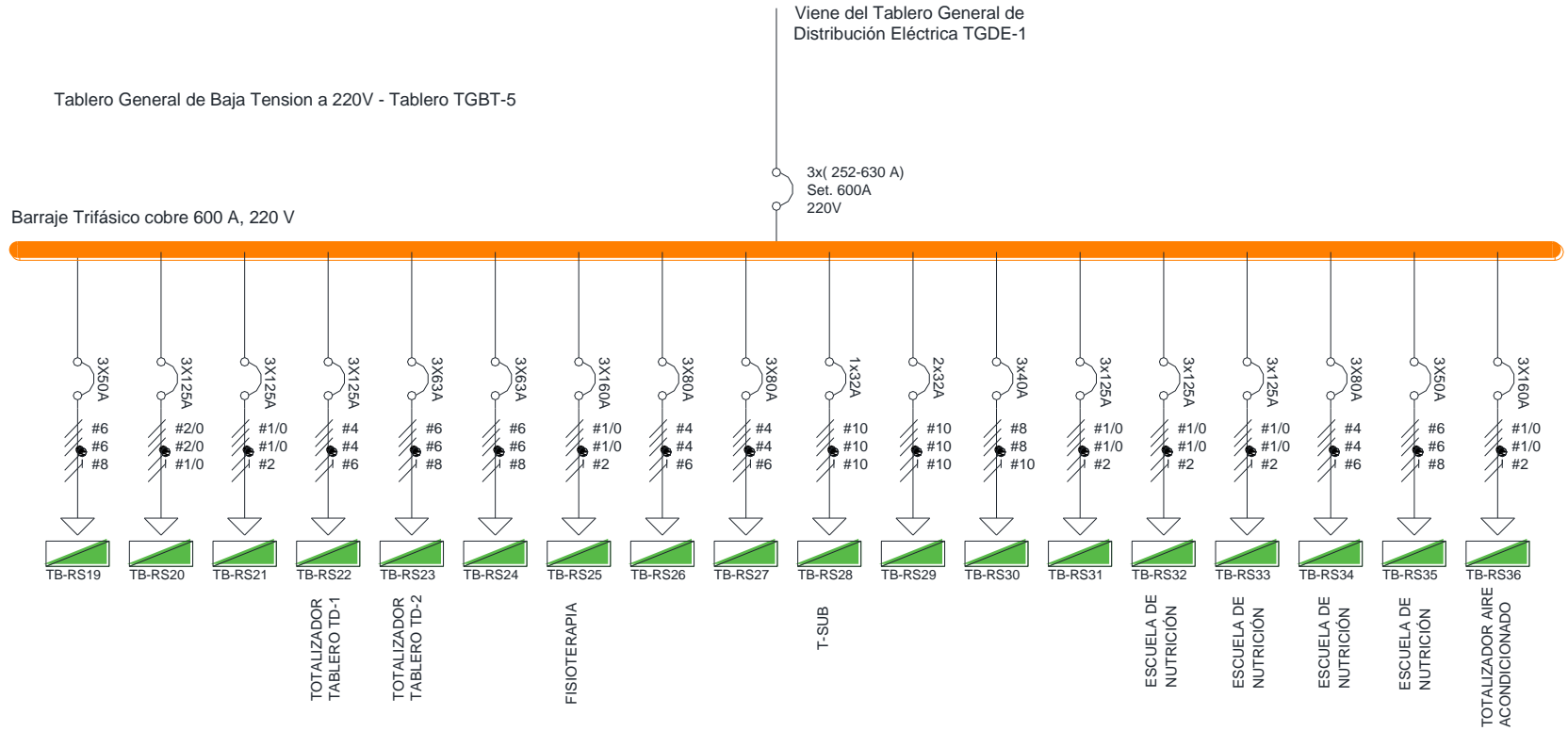
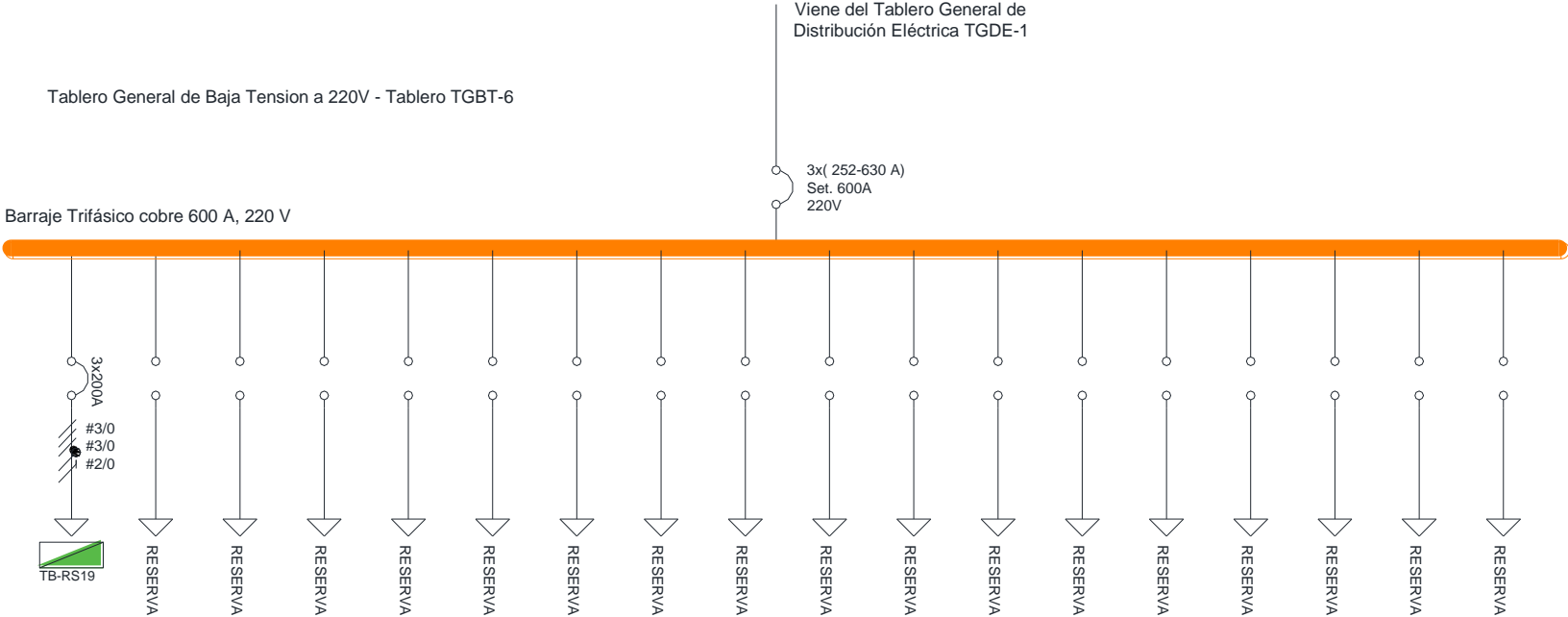


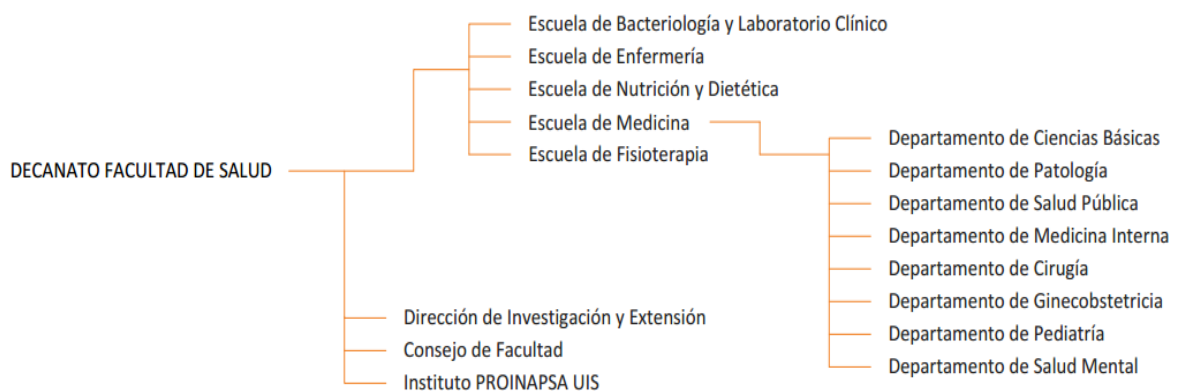
Figura 12. Diagrama unifilar del tablero TGBT-6 de baja tensión del Roberto Serpa Flórez.



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. En la figura 13 se observa el organigrama de la Facultad de Salud.

Figura 13. Organigrama administrativo de la Facultad de Salud.



Fuente: Universidad Industrial de Santander, UIS [en línea]. Disponible en internet: <URL:<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/salud/estructuraOrganizacional.html>>.

Programas de mantenimiento

En la Facultad de Salud se registran mantenimientos preventivos para aires acondicionados y extractores de olores cada seis meses, según la información suministrada por los funcionarios. En cuanto a los cuartos fríos el mantenimiento es cada cuatro meses y lo realiza el personal a cargo del Hospital Universitario.

6.4. HERRAMIENTAS DE CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA EN LOS EDIFICIOS ROBERTO SERPA FLÓREZ Y MORFOPATOLOGÍA

El objetivo primordial en esta fase es determinar el potencial ahorrador de servicio de producción y gestión energética, implementando las herramientas propuestas por el Modelo de Gestión Integral de la Energía (MGIE), permitiendo establecer los indicadores energéticos por zonas o áreas de los edificios e identificando oportunidades para el uso eficiente de la energía a través de las buenas prácticas y/o reemplazando equipos.

Aplicación del calificador de niveles de gestión energética

El modelo de Gestión Integral de la Energía cuenta con un software proporcionado por la UPME que permite evaluar el nivel de gestión energética en la cual se encuentran los edificios. Dependiendo a los resultados alcanzados, el calificador estimara para cada uno de los ítems una evaluación total, la calificación es de 0 a 5, siendo 0 la calificación más baja y 5 la más alta.

Análisis de resultados del calificador de niveles de gestión energética en los edificios Roberto Serpa Flórez y Morfopatología.

En la tabla 5 se muestra la evaluación de toda la estructura organizacional de los edificios Roberto Serpa Flórez y Morfopatología con respecto a su nivel de Gestión Energética, por lo cual se realizaron encuestas con el fin de identificar el estado actual de los edificios.

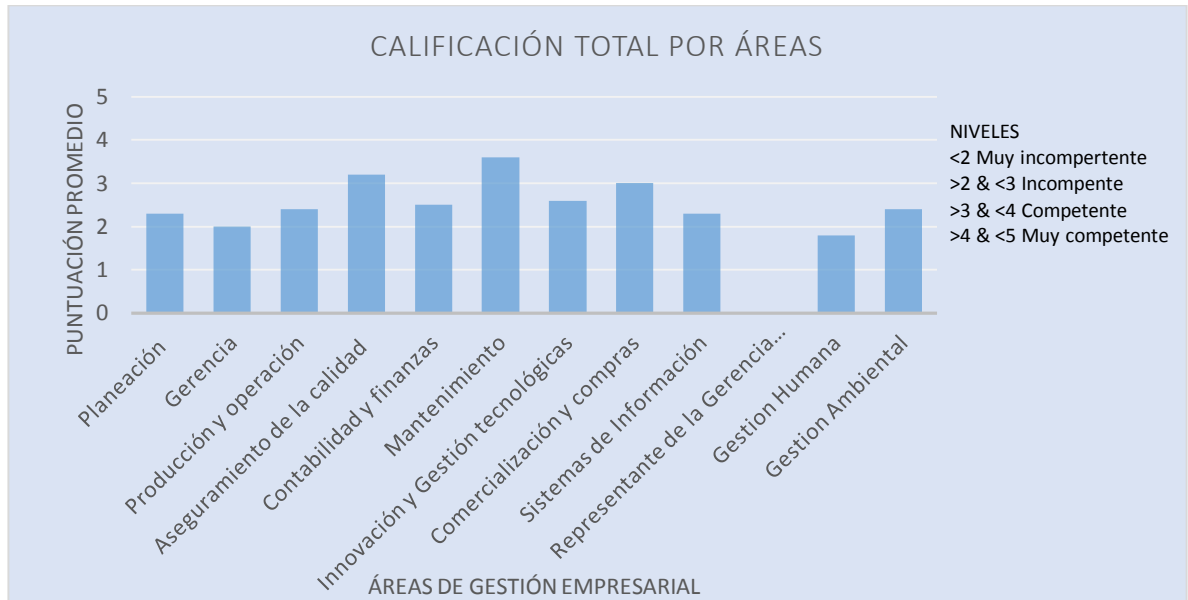
Tabla 5. Calificación de los niveles de gestión energética UPME.

ÁREA	CALIFICACIÓN	OBSERVACIÓN
PLANEACIÓN	2,3	No existe una política energética que impacte en la eficiencia a nivel operacional, ni los objetivos energéticos cualitativos y cuantitativos que ayuden a la mejora continua del sistema de gestión de energía. No cuenta con un procedimiento establecido para determinar el indicador de eficiencia energética en los edificios Roberto Serpa Flórez y Morfopatología.
GERENCIA	2	Las metas energéticas mediante inspecciones en ambos edificios son bajas. No se implementa indicadores energéticos de consumo, ni preventivos en los edificios. No existe dirigentes para analizar los resultados y operaciones de los incrementos en la eficiencia energética.
PRODUCCIÓN Y OPERACIÓN	2,4	En los edificios no existe un sistema de monitoreo de indicadores energéticos y metas diarias a nivel de operación que permitan corregir desviaciones de estos respecto a la meta de índice de consumo lograble. El personal no está capacitado en el conocimiento energético de los procesos para efectuar, mediante listas de chequeos, auto diagnósticos energéticos y corregir o identificar potenciales de mejora.
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	3,2	Los edificios están plenamente certificados con la norma ISO 9000; no existen auditorias periódicas para mantener y mejorar el cumplimiento de la norma ni un nivel de prioridad del mantenimiento programada a equipos que impactan el consumo de la energía en los edificios
CONTABILIDAD Y FINANZAS	2,5	En los edificios no se encuentra un sistema de contabilidad energética relacionado con el consumo, permitiendo evaluar diariamente la eficiencia de los centros de costos, el valor de sus pérdidas y la tendencia de su consumo. No existe un sistema para definir los costos energéticos por áreas y en los edificios, dependiendo de las características de los productos y de los procesos.
MANTENIMIENTO	3,6	Los edificios realizan mediciones e inspecciones periódicas del consumo energético, mediciones de los gastos racionales y eficientes de la energía, por medio de los fabricantes de los equipos. Los operadores cuentan con programas preventivos para equipos principales así como lo requiere la ley URE 697 de 2001 para un óptimo servicio y baja de costos.
INNOVACIÓN Y GESTIÓN TECNOLÓGICAS	2,6	No se conoce la eficiencia energética de los equipos de servicio en los edificios. No existe un proceso formal de investigación de nuevas tecnologías energéticas eficientes, que contribuyan al mejoramiento continuo en el sistema energético.

ÁREA	CALIFICACIÓN	OBSERVACIÓN
COMERCIALIZACIÓN Y COMPRAS	3	Existe un proceso para la compra y cumplimiento de energía, debidamente certificado y satisfaciendo plenamente al usuario final, Presenta fallo en que no se cuenta con resultados de costos energéticos recopilados en determinado tiempo para revisar variabilidad de consumo en los edificios.
SISTEMAS DE INFORMACIÓN	2,3	No existe gestión a la vista del cumplimiento presupuestales e indicadores de eficiencia energética en las áreas de trabajo y a nivel general de los edificios. No existe un subsistema específico para la gestión energética que permite la toma de decisiones oportuna a nivel de operación y mantenimiento.
GESTIÓN HUMANA	1,8	Los edificios no cuentan con organigrama de responsabilidades definidas por el personal sobre gestión energética, ni con procedimientos de buenos hábitos en uso racional de la energía o campañas de concientización en la comunidad. Los edificios no cuentan con medios diferentes de facturación energética mensual, así se visualizaría el incremento o decremento del servicio en las diferentes zonas.
GESTIÓN AMBIENTAL	2,4	No existen niveles de desempeño ambiental con fines energéticos, se desconoce el consumo final de las cargas, ignorando así pérdidas en sus equipos y sub-áreas claves. Los edificios no minimizan el consumo mediante mantenimientos preventivos.
REPRESENTANTE DE LA GERENCIA PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICAS	0	No existe representante de la Gerencia para la eficiencia energética.

**Resultados del calificador de niveles de gestión energética en los edificios
Roberto Serpa Flórez y Morfopatología.**

Figura 14. Calificación buenas prácticas de gestión energética.



En la figura 14 se observa en los edificios de estudio específicamente en las áreas de calificación un nivel aceptable, evidenciando aseguramiento de la calidad y mantenimiento eléctrico, demostrando así el uso eficaz y racional de gestión energética en dichas áreas evaluadas.

En los edificios de Roberto Serpa Flórez y Morfopatología no se cuenta con un representante de la gerencia para la eficiencia energética, por consiguiente es bastante grave la situación en el área por lo que se sugiere un tema de evaluación. La puntuación promedio es de 2 a 3 puntos de calificación, representando un nivel incompetente respecto a las prácticas de gestión energéticas, generando un déficit en los procesos de consumo de energía en la mayoría de sus áreas de calificación.

6.5. CENSO DE CARGA

El censo de carga permite tener un estimado del consumo en kWh que genera cada equipo instalado en los edificios. Con esta actividad se busca identificar los equipos que tienen mayor consumo de energético.

Para realizar el censo de carga en los edificios Roberto Serpa Flórez y Morfopatología, 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.

En la tabla 6 se registra el consumo para cada uno de los transformadores en un periodo de tiempo establecido de 15 días, con el fin de obtener de manera exacta el consumo de energía para el análisis de los edificios de estudio. Se aproximó el consumo a un total de 30 días para comparar los resultados del censo establecido en los edificios.

Tabla 6. Resultados de medida por el analizador de red.

SUBESTACIÓN	Periodo de medición (Días)	Consumo (kWh)	Consumo aprox. mensual (kWh)
Transformador S/E Morfopatología	15	14206,73	28413,5
Transformador S/E Roberto Serpa Flórez	15	35452,5	70905,0

Censo de carga edificio Morfopatología

En las tablas 7,8,9,10, 11 se encuentra registrado el inventarios de cargas divididas en censos de iluminación, equipos de oficina, equipos de laboratorios y otros, motores y aires acondicionados comprendidas en las diferentes áreas del edificio.

En la tabla 12 se muestra la energía consumida por cada una de las áreas del edificio Morfopatología y la energía consumida total respectivamente, es de aclarar que el consumo real de cada equipo depende del estado en que se encuentre y el modo de operación.¹⁵

Tabla 7. Censo iluminación edificio Morfopatología.

SALONES, PASILLOS Y BAÑOS (AREAS)		ILUMINACIÓN	CANTIDAD[und]	POTENCIA [W]	PROMEDIO HORA/DÍA	DÍAS/MES	HORAS /MENSUALES	CONSUMO MENSUAL [kWh]	CONSUMO TOTAL PISO [kWh]	CONSUMO TOTAL [kWh]	
Piso 1	Anfiteatro-Genética- Laboratorio Clínico	Ecolux Daylight 2x32	46	92	32	6	24	144	423,93	728,064	1703,808
		Ecolux Dayligh 2x50	16	32	50	6	24	144	230,4		
		Philips 2x59	4	8	59	6	24	144	67,96		
		Philips 1x40	1	1	40	6	24	144	5,76		
		Ahorrador	4	4	14	6	24	144	8,064		
Piso 2	Laboratorios Histología, Patología, Inmunología - Oficina Microbiología - Central de Investigación.	Ecolux Daylight 2x32	32	64	32	6	24	144	294,91	352,512	
		Ecolux Dayligh 2x50	4	8	50	6	24	144	57,6		
Piso 3	Oficina de Docentes- Salud pública – Proinapsa - Aulas	Ecolux Daylight 2x32	24	48	32	6	24	144	221,18	623,23	
		Ecolux Dayligh 2x50	16	32	50	6	24	144	230,4		
		Ecolux Dayligh 2x20	1	2	20	6	24	144	5,76		
		Luminaria Philips 2x32	6	32	19 2	6	24	144	165,88		

¹⁵ Campos J., Prías O., Quispe E; Vidal J.; Lora E., et al. Proyecto “Programa de Gestión Integral de la energía para el sector productivo nacional”. Segundo Informe Parcial. Proyecto UPME, Colciencias, U. del Atlántico y U. Autónoma de Occidente. Diciembre 2006.

Tabla 8.Censo equipos de oficina edificio Morfopatología

EQUIPOS OFICINA	CANTIDAD	POTENCIA [W] Unidad	PROMEDIO HORA/DÍA	DÍA/MES	HORAS /MENSUALES	CONSUMO MENSUAL [kWh]	CONSUMO TOTAL [kWh]
Computador Compumax	4	250	8	24	192	192,00	4962,38
Computador Dell	3	288	8	24	192	165,89	
Computador Dell Optiplex GX -5 20	2	288	8	24	192	110,59	
Computador Dell Optiplex 3020	3	288	8	24	192	165,89	
Computador Dell Optiplex 7010	2	280	8	24	192	107,52	
Computador Dell Optiplex 740	3	288	8	24	192	165,89	
Computador Dell Optiplex 755	2	280	8	24	192	107,52	
Computador Dell Optiplex 9020	2	280	8	24	192	107,52	
Computador Dell Optiplex 960	6	280	8	24	192	322,56	
Computador Dell Optiplex GX-520	1	288	8	24	192	55,30	
Computador Dell Optiplex GX620	3	280	8	24	192	161,28	
Computador Dell Power Edge T110 II	1	110	8	24	192	21,12	
Computador Hp	4	288	8	24	192	221,18	
Computador Hp	1	660	8	24	192	126,72	
Computador HP L1908W	1	288	8	24	192	55,30	
Computador Janox	2	300	8	24	192	115,20	
Computador Lenovo	2	320	8	24	192	122,88	
Computador LG flatron	2	250	8	24	192	96,00	
Computador Optiplex 9020	1	280	8	24	192	53,76	
Computadores Dell Optiplex	8	280	8	24	192	430,08	
Computadores Dell Optiplex 780	4	288	8	24	192	221,18	
Escáner Hp 4070	1	75	8	24	192	14,40	
Fotocopiadora Ricoh	1	1000	8	24	192	192,00	
Impresora Dell 1700	2	30	8	24	192	11,52	
Impresora Ecosis Fs 1370DN	1	554	8	24	192	106,37	
Impresora Epson Fx2190	1	56	6	24	144	8,06	
Impresora Epson L55	1	410	8	24	192	78,72	
Impresora Epson LX-300	1	120	6	24	144	17,28	
Impresora hp Deskjet D4360	1	69	8	24	192	13,25	
Impresora HP Deskjet F4180	1	468	8	24	192	89,86	
Impresora HP laser jet 1006	2	588	8	24	192	225,79	
Impresora HP laser jet 1020	1	468	8	24	192	89,86	
Impresora Hp laser Jet 3055	1	660	8	24	192	126,72	
Impresora HP laser jet M1120	1	540	8	24	192	103,68	
Impresora HP laser jet M1132	1	660	8	24	192	126,72	
Impresora HP laser jet p1102	2	480	8	24	192	184,32	
Impresora Hp Officejet	3	30	8	24	192	17,28	
Impresora Hp Officejet 7110	2	30	6	24	144	8,73	
Impresora Hp Officejet Pro 8600	1	1	8	24	192	0,25	
Impresora Jet hp 1020	1	468	8	24	192	89,86	
Impresora matriz de punto FX-2190	1	132	6	24	144	19,01	
Impresoras Aficio	1	1100	6	24	144	158,40	
Teléfono Avaya	14	5	24	24	576	36,29	
Teléfono Panasonic KX-F880	1	5	24	24	576	2,88	
Televisor Challenger	1	55	6	24	144	7,92	
Televisor Samsung	1	89	6	24	144	12,82	
Televisor Sankey	1	60	6	24	144	8,64	
Televisor Sony	3	150	6	24	144	64,80	
Televisor Sony Trinitron	2	75	6	24	144	21,60	

Tabla 9.Censo equipos de laboratorio y otros, edificio Morfopatología.

EQUIPOS DE LABORATORIO Y OTROS	CANTIDAD	POTENCIA [W] Unidad	PROMEDIO HORADÍA	DÍAMES	HORAS /MENSUALES	CONSUMO MENSUAL [kWh]	CONSUMO TOTAL [kWh]	
AccuBlock Digital Dry Bath	1	192	4	24	96	18,43	10910,784	
Agitador Bortex	5	48	4	24	96	23,04		
Amplificador ADN Axigen Maxygene	1	200	2	24	48	9,60		
Amplificador ADN Multigene	1	500	2	24	48	24,00		
Analizador de Quimica Selectra Junior	1	400	2	24	48	19,20		
Analizador Inmunoquimica	1	700	2	24	48	33,60		
Analizador Sysmex Xs-1000i S=210 VA	1	210	6	24	144	30,24		
Auto Clave	1	14400	4	30	120	1728,00		
Auto Clave All American	1	1650	6	24	144	237,60		
Balanza Analítica Thermo Electron corporation	1	60	2	24	48	2,88		
Baño de Hibridación	2	750	2	24	48	72,00		
Baño Serologico	1	1100	2	24	48	52,80		
Baño Serologico con agitador	1	660	2	24	48	31,68		
Baño Serologico Indulab	4	1100	2	24	48	211,20		
BIORAD Power Pac	2	300	4	24	96	57,60		
BIORAD Power Pac Universal	1	500	4	24	96	48,00		
Bloque Calentador BIORAD	1	320	6	24	144	46,08		
Cabina de Bioseguridad tipo2 ESCO modelo LA2-4A2	1	835	2	24	48	40,08		
Cafetera Nacional de Grekar	1	1200	2	24	48	57,60		
Cafetera Oster	1	900	2	24	48	43,20		
Cámara de Flujo Laminar	2	1800	6	24	144	518,40		
Centrifuga Hermle Z300	2	370	2	24	48	35,52		
Centrifuga CRU-5000 IEC	1	740	2	24	48	35,52		
Centrifuga Damon IEC Division	1	840	2	24	48	40,32		
Centrifuga de mesa Refrigerada	1	960	2	24	48	46,08		
Centrifuga Dynac III	1	720	2	24	48	34,56		
Centrifuga Refrigerador MIKRO 200R	2	572	2	24	48	54,86		
Centrifuge 5418	1	170	2	24	48	8,16		
Citometro de Flujo CLFLOW	1	75	4	24	96	7,20		
Congelador Electrolux Vertical FE26	1	102	6	24	144	14,69		
EspectoFotometro Genesys 10uv	1	80	4	24	96	7,68		
Estufa 37°	1	250	6	24	144	36,00		

EQUIPOS DE LABORATORIO Y OTROS	CANTIDAD	POTENCIA [W] Unidad	PROMEDIO HORADÍA	DÍAMES	HORAS /MENSUALES	CONSUMO MENSUAL [kWh]
Estufa Haceb	1	1150	4	24	96	110,40
Fotofix 32	1	288	6	24	144	41,47
GenePulser XGELL	1	240	6	24	144	34,56
Gyrotwister	1	36	8	24	192	6,91
Horno de Hibridación BRINDER	1	1100	8	24	192	211,20
Horno Electrolux	2	1050	2	24	48	100,80
Horno LG MS1147X/01	1	1500	2	24	48	72,00
Horno Memmert	1	1500	2	24	48	72,00
Horno Microondas LG Grill MH1443XAR	1	1400	2	24	48	67,20
Horno Microondas Samsung	1	1200	2	24	48	57,60
Horno para Esterilizacion Memmert	1	1500	6	24	144	216,00
Incubadora	1	1500	6	24	144	216,00
Incubadora Análoga WTC Binder	1	200	8	24	192	38,40
Incubadora Análoga WTC Binder	1	200	6	24	144	28,80
Incubadora CO2 Oxigeno	1	60	8	24	192	11,52
Incubadora CO2 Oxigeno	1	60	6	24	144	8,64
Incubadora LAB INCUBATOR	1	352	24	24	576	202,75
Inkubator 1000 (agitador)	1	330	8	24	192	63,36
Licuadaora Samurai	1	450	2	24	48	21,60
Microcentrifuga Thermo	1	240	8	24	192	46,08
Microondas Samsung	1	1400	6	24	144	201,60
Microscopio Wild M4D	1	52	6	24	144	7,49
Microscopio OLYMPUS optical	1	44	8	24	192	8,45
Microscopio Invertido OLYMPUS	1	54	8	24	192	10,37
Microscopio Olympus	1	28	8	24	192	5,38
Microscopio Olympus	35	54	6	24	144	272,16
Microscopio Olympus BX40F-3	1	96	6	24	144	13,82
Microscopio Olympus CX22	18	19	6	24	144	47,95
Microscopio Olympus CX31	1	102	6	24	144	14,69
Microscopios Olympus	28	48	6	24	144	193,54
Nevera Centrales	3	160	6	30	180	86,40
Nevera Congelador Whirlpool	1	225	24	30	720	162,00
Nevera Electrolux congelador Modelo FF26	1	104	24	30	720	74,88
Nevera Haceb	5	480	24	30	720	1728,00
Nevera Icasa	2	96	24	30	720	138,24
Nevera Mabe	2	154	24	30	720	221,18
Nevera pequeña	1	132	24	24	576	76,03
Nevera Philips Polarix	1	388	6	30	180	69,84
Nevera SANYO Modelo MDF-0333	1	140	24	30	720	100,80
Nevera Whirlpool	3	720	6	30	180	388,80

	CANTIDAD	POTENCIA [W] Unidad	PROMEDIO HORA/DÍA	DÍAMES	HORAS /MENSUALES	CONSUMO MENSUAL [kWh]
EQUIPOS DE LABORATORIO Y OTROS						
Nevera Whirlpool Modelo WR81O1	1	720	24	30	720	518,40
Plataforma con Movimiento	1	40	2	24	48	1,92
Power Pac Basic	1	75	2	24	48	3,60
Proyeon IEF CELL BIORAD	1	750	2	24	48	36,00
Reloj con Interruptor	1	750	6	24	144	108,00
Sigma 1-15	1	240	6	24	144	34,56
Spectrophotometer	1	30	4	24	96	2,88
Termociclador AB Applied	2	960	4	24	96	184,32
Termociclador BIO-RAD Ona Engine	1	850	4	24	96	81,60
Termociclador PCR(tiempo real)	1	850	4	24	96	81,60
Termociclador Step One Plus	1	900	4	24	96	86,40
Termociclador Veriti 76 Well	1	1200	4	24	96	115,20
Termociclador Veriti 76 Well	1	1200	4	24	96	115,20
Termociclador VERITI 96 Well Fas Thermal Cyclcer	1	1200	4	24	96	115,20
Trasnilluminador LABNET	1	138	6	24	144	19,87
Twin Cubator	1	230	6	24	144	33,12
Ventilador	1	35	6	24	144	5,04
Ventilador Central de Techo Blue Cross	1	75	6	24	144	10,80
Ventilador Sankey	9	75	6	24	144	97,20
Ventilador Sanyo	1	75	6	24	144	10,80
Ventilador Shimrsu	4	80	6	24	144	46,08
Ventiladores Sanyo	4	58	6	24	144	33,41
Vortex VM-300	2	44	4	24	96	8,45
Zentrifugen Mikro 200	3	240	2	24	48	34,56
Zentrifugen universal 32R	1	1080	2	24	48	51,84

Tabla 10.Censo de motores.

MOTORES	CANTIDAD	POTENCIA [W] Unidad	PROMEDIO HORA/DÍA	DÍAS/MES	HORAS /MENSUALES	CONSUMO MENSUAL [kWh]	CONSUMO TOTAL [kWh]
WEG 1 hp	1	750	10	24	240	180,000	2244,0
WEG NBR7094	1	1100	10	24	240	264,000	
WEG 132S	1	7500	10	24	240	1800,000	

Tabla 11.Aires acondicionados.

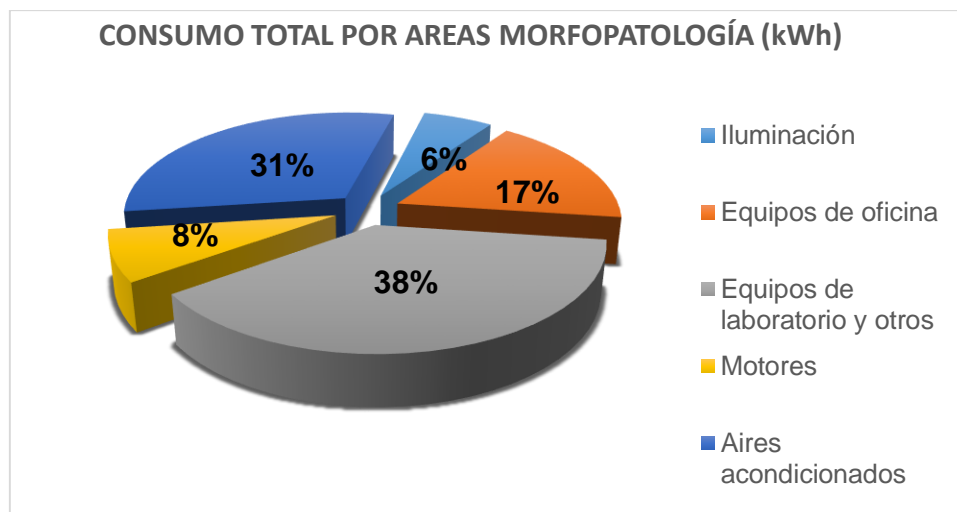
	EQUIPOS Y OTROS	CANTIDAD	POTENCIA [W] Unidad	PROMEDIO HORA/DÍA	DÍAS/MES	HORAS /MENSUALES	CONSUMO MENSUAL [kWh]	CONSUMO TOTAL PISOS [kWh]	CONSUMO TOTAL [kWh]
Piso 1	Aire Inyector y extractor FRIOCOL	1	2200	9	26	234	514,800	4138,875	8879,403
	Aire Acondicionado Panasonic	2	615	9	26	234	575,640		
	Aire Acondicionado STAR LIGHT	1	1460	9	26	234	341,640		
	Aire acondicionado York	2	1260	9	26	234	1179,360		
	Unidad condensadora UCAR	1	559	9	26	234	130,923		
	Unidad condensadora York	4	373	9	26	234	1396,512		
Piso 2	Aire Acondicionado Tempstar Heating and Cooling REC 2304-A	1	1034	8	24	192	198,528	3447,408	
	Aire YORK High Wall R-22	2	4750	8	20	160	3040,000		
	Unidad condesadora UL	1	186,5	8	20	160	29,840		
	Unidad condensadora York	1	373	8	20	160	59,680		
	Unidad condensadora Carrier	1	186,5	8	20	160	29,840		
	Unidad condensadora York	1	559,5	8	20	160	89,520		
Piso 3	Aire York	3	615	8	24	192	1062,720	1293,1	
	Aire sigma SI9009	1	1200	8	24	192	230,400		

Tabla 12. Consumo total por áreas del censo de cargas.

MORFOPATOLOGÍA	
ÁREAS	ENERGÍA CONSUMIDA POR ÁREAS(kWh)
Iluminación	1703,808
Equipos de oficina	4962,384
Equipos de laboratorio y otros	10910,784
Motores	2244,000
Aires acondicionados	8879,403
Total	28700,379

En la figura 15 se observa el consumo de áreas por porcentajes, en donde se evidencia que el área de mayor concentración energética es equipos de laboratorios y otros con un 38%, con respecto al consumo de energía total.

Figura 15. Consumo de áreas por porcentajes edificio Morfopatología.



Durante el censo de cargas se identificaron aspectos en relación al manejo inadecuado y el estado de algunos equipos viejos de laboratorios y aires acondicionados. Estos representan un mayor consumo de energía respecto a unidades actuales presentes en el mercado.

Para obtener una reducción en el consumo de energía por parte de estos equipos se plantearon unas recomendaciones para el uso y ahorro de los aires que se dan a conocer en el capítulo 9 y 10. No se incluyen recomendaciones para el ahorro en equipos de laboratorios ya que no se cuenta con la información suficiente para los procesos que estos ejecutan.

Censo de carga edificio Roberto Serpa Flórez

En las tablas 13, 14,15, 16 se encuentra registrado el inventario de cargas divididas en censos de iluminación, equipos de oficina, equipos de laboratorios y otros, y aires acondicionados comprendidos en las diferentes áreas del edificio de estudio.

En la tabla 17 se muestra la energía consumida por cada una de las áreas del edificio Roberto Serpa Flórez y la energía consumida total respectivamente, es de aclarar que el consumo real de cada equipo depende del estado en que se encuentre y el modo de operación.¹⁶

El transformador de 500 kVA además de suplir el edificio de Roberto Serpa Flórez también alimenta a otros edificios de la Facultad, como lo son el edificio Orlando Díaz, Eloy Valenzuela y Ciencias Básicas. Se hizo necesario el estudio del censo de cargas en los edificios y mostrando la información general de los mismos contenidas en las tablas 18,19, 20. Adicional a esto la información completa del censo por edificios se encuentra ubicada en los anexos C al L.

¹⁶ Campos J., Prías O., Quispe E; Vidal J.; Lora E., et al. Proyecto “Programa de Gestión Integral de la energía para el sector productivo nacional”. Segundo Informe Parcial. Proyecto UPME, Colciencias, U. del Atlántico y U. Autónoma de Occidente. Diciembre 2006.

Tabla 13.Censo de iluminación edificio Roberto Serpa Flórez.

SALONES,PASILLOS Y BAÑOS	ILUMINACIÓN Philips still light 2x54 [W]	CANTIDAD[und] luminarias	POTENCIA [W]	HORAS/DÍA	DÍAMES	HORAS /MENSUALES	CONSUMO MENSUAL TOTAL [kWh]	CONSUMO DE ENERGÍA TOTAL
PISO 1	65	130	54	5	24	120	842,40	3930,336
PISO 2	71	142	54	4	24	96	736,13	
PISO 3	69	138	54	6	24	144	1073,09	
PISO 4	66	132	54	4	24	96	684,29	
PISO 5	38	76	54	4	24	96	393,98	
	Luminaria Osiam 4x14 [w]	24	14	8	24	192	64,51	
	Luminaria Philips 36 [w]	22	36	6	24	144	114,05	
	Luminaria tipo bala 19 [w]	12	19	4	24	96	21,89	

Tabla 14.Censo de equipos de oficina edificio Roberto Serpa Flórez.

EQUIPOS DE OFICINA	CANTIDAD	POTENCIA Und [W]	HORAS/DÍA	DÍAMES	HORAS/ MENSUALES	CONSUMO MENSUAL TOTAL [kWh]	CONSUMO DE ENERGÍA
Computadores marca DELL	77	280	8	26	208	4484,48	4736,368
Video Beam SANYO	2	250	5	26	130	65	
Teléfonos Avaya	15	4,5	24	26	624	42,12	
Televisor SONY	1	90	4	26	104	9,36	
Ventilador Shimarsu	3	58	4	26	104	18,096	
Impresoras HP Officejet pro 8500	2	35	4	26	104	7,28	
Impresora HP LaserJet 1020	4	250	4	26	104	104	
Impresora HP Officejet pro 8600 p	1	30	4	26	104	3,12	
Impresora OKI BG100	1	28	4	26	104	2,912	

Tabla 15.Censo de equipos de laboratorio y otros edificio Roberto Serpa Flórez.

EQUIPOS DE LABORATORIOS Y OTROS	CANTIDAD	POTENCIA [Und] [W]	HORAS/DÍA	DÍA/MES	HORAS/ MENSUALES	CONSUMO MENSUAL TOTAL [kWh]	CONSUMO DE ENERGÍA TOTAL
Microondas LG	3	1080	1	24	24	77,76	233,28
Nevera centrales	1	216	24	30	720	155,52	

Tabla 16.Censo de aires acondicionados edificio Roberto Serpa Flórez.

AIRES ACONDICIONADOS	CANTIDAD	POTENCIA [Und] [W]	HORAS/DÍA	DÍA/MES	HORAS/ MENSUALES	CONSUMO MENSUAL TOTAL [kWh]	CONSUMO DE ENERGÍA TOTAL
Aires acondicionado LG Techo Suspendido	1	2457	8	28	224	550,37	5896,992
Aires acondicionados integral YORK	1	3940	6	28	168	661,92	
Aire acondicionado CIAC	4	1000	6	28	168	672,00	
Aire acondicionado York	2	1920	4	28	112	430,08	
Unidad condensadora Carrier	3	5430	6	28	168	2736,72	
Aires acondicionado LG mini split	1	186,5	8	28	224	41,78	

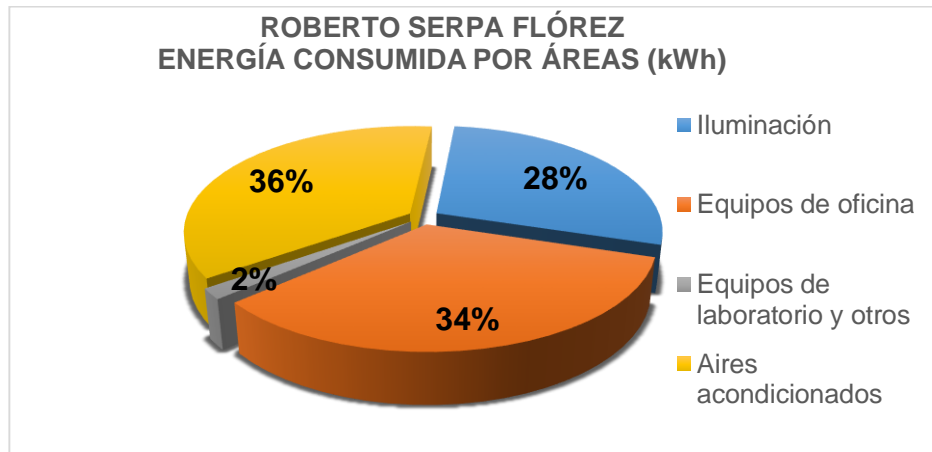
Tabla 17.Censo de carga edificio Roberto Serpa Flórez.

ROBERTO SERPA FLÓREZ	
ÁREAS	ENERGÍA CONSUMIDA POR ÁREAS (kWh)
Iluminación	3930,336
Equipos de oficina	4736,368
Equipos de laboratorio y otros	233,280
Aires acondicionados	5092,864
Total	13992,848

Finalmente en la figura 20 se observa el consumo de áreas por porcentajes del consolidado de los edificios, en donde se evidencia que el área de mayor

concentración energética son los aires acondicionados con un 36%, seguido de los equipos de oficina con 34% respecto al consumo de energía total.

Figura 16. Porcentaje de áreas de mayor consumo edificio Roberto Serpa Flórez.



En el proceso de recolección de datos de placas de los equipos presentes en el edificio se observó la falta de cultura energética hacia el uso racional y los buenos hábitos por parte de la comunidad universitaria. El edificio cuenta con orientación adecuada para el aprovechamiento de la luz natural, pero no se hace buen uso de ella ya que en pasillos y baños en horas de alta incidencia se mantienen encendidas las luminarias de manera continua.

El área de mayor influencia en el consumo fue punto de partida para realizar un estudio acerca del dimensionamiento en aires acondicionados presentes en los edificios de estudio. El estudio realizado se visualiza en el capítulo 12.

En vista de que el transformador alimenta circuitos de otros edificios a continuación se presentan el resultado del consumo para cada una de las áreas de impacto.

Tabla 18.Censo de carga Orlando Díaz

ORLANDO DÍAZ	
ÁREAS	ENERGÍA CONSUMIDA POR ÁREAS (kWh)
Iluminación	2918,592
Equipos de oficina	4526,165
Equipos de laboratorio y otros	2316,840
Aires acondicionados	7996,728
Total	17758,325

Figura 17.Censo de cargas edificio Orlando Díaz.

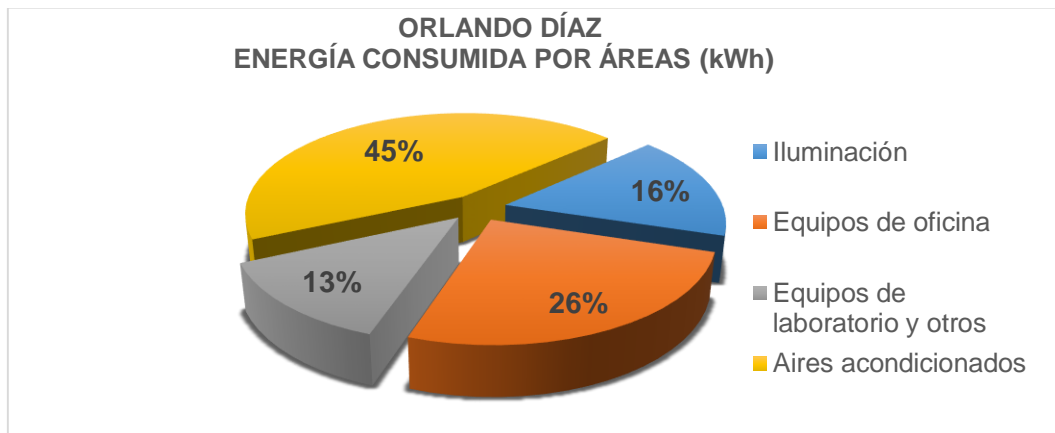


Tabla 19.Censo de carga edificio Eloy Valenzuela

ELOY VALENZUELA	
ÁREAS	ENERGÍA CONSUMIDA POR ÁREAS (kWh)
Iluminación	1689,312
Equipos de oficina	3655,018
Equipos de laboratorio y otros	7108,968
Aires acondicionados	4709,124
Total	17162,422

Figura 18.Censo de cargas edificio Eloy Valenzuela.

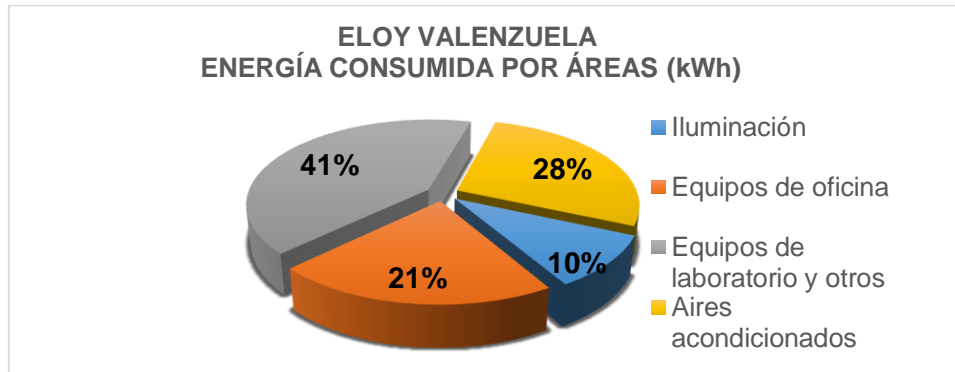


Tabla 20.Censo de carga edificio Ciencias Básicas

CIENCIAS BÁSICAS	
ÁREAS	ENERGÍA CONSUMIDA POR ÁREAS (kWh)
Iluminación	1125,504
Equipos de oficina	2962,080
Equipos de laboratorio y otros	12332,371
Aires acondicionados	3896,880
Total	20316,835

Figura 19.Censo de cargas edificio Ciencias Básicas.

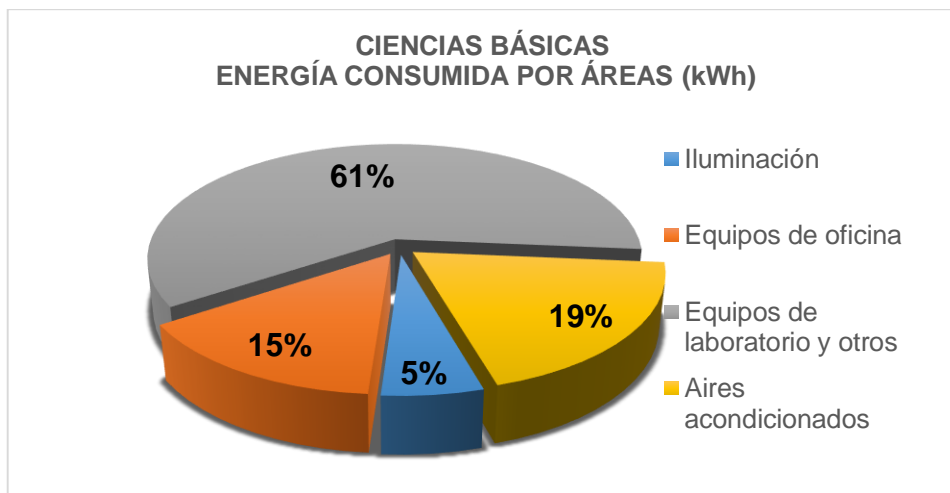
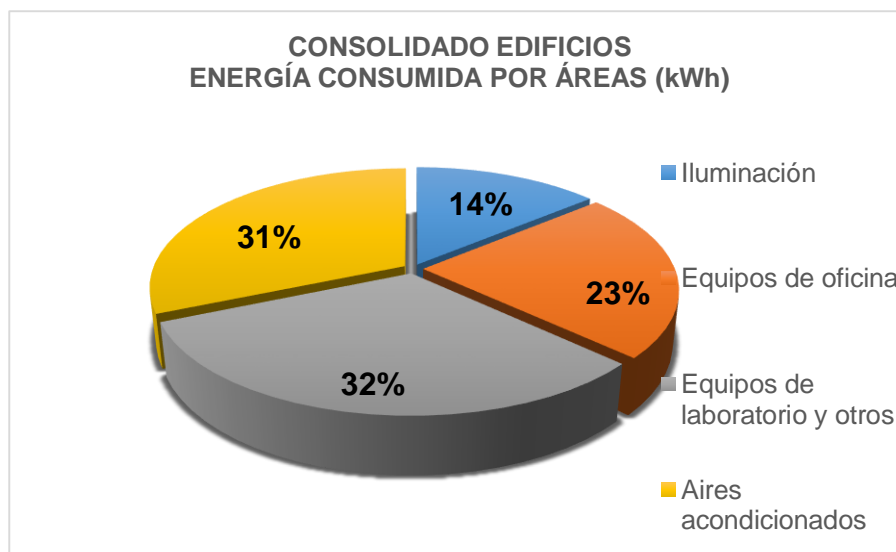


Tabla 21. Consumo por áreas censo de carga consolidado de los edificios.

CONSOLIDADO EDIFICIOS	
ÁREAS	ENERGÍA CONSUMIDA POR ÁREAS (kWh)
Iluminación	9663,744
Equipos de oficina	15879,630
Equipos de laboratorio y otros	21991,459
Aires acondicionados	21695,596
Total	69230,430

Figura 20. Consolidado consumo de áreas por porcentajes.



De acuerdo al censo recopilado en cada uno de los edificios, se determina el porcentaje de cada uno de ellos en tabla 22, arrojando como resultado un 20,21% del equivalente total del consumo para el edificio Roberto Serpa Flórez y así continuar el análisis con las herramientas del Sistema de Gestión Integral de Energía (SGIE).

Tabla 22. Porcentajes respecto al consumo total.

EDIFICIOS	Consumo total edificio (kWh)	Porcentaje del edificio respecto al total
Roberto Serpa Flórez	13992,848	20,21%
Orlando Díaz	17758,325	25,65%
Eloy Valenzuela	17162,422	24,79%
Ciencias Básicas	20316,835	29,35%
Total	69230,430	100%

6.6. DIAGRAMA DE PARETO DE CONSUMO DE ENERGÍA

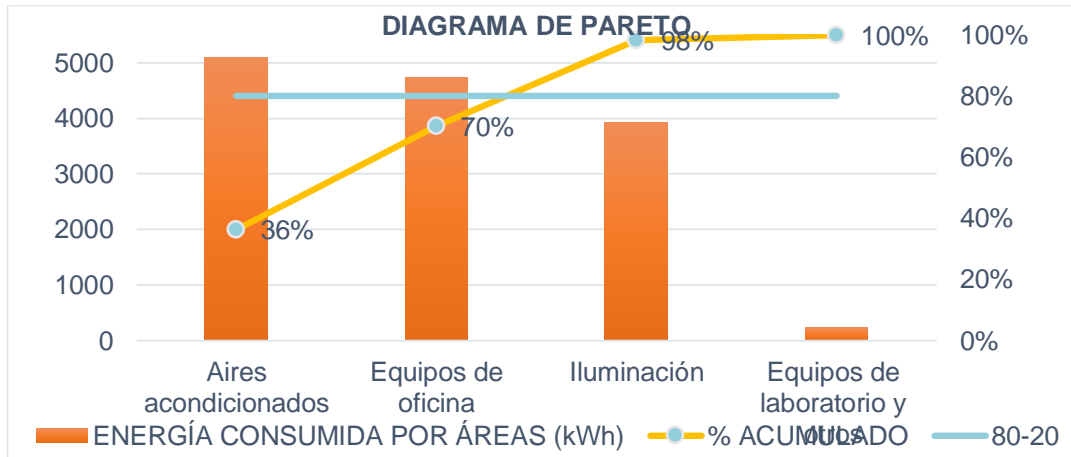
Los diagramas de Pareto son gráficos especializados de barras que presentan la información en orden descendente, desde la categoría mayor a la más pequeña en unidades y en por ciento. Los por cientos agregados de cada barra se conectan por una línea para mostrar la adición incremental de cada categoría respecto al total.

El objetivo primordial es identificar y concentrar los esfuerzos en los puntos clave de un problema o fenómeno, como pueden ser los mayores consumidores de energía, las mayores pérdidas o los mayores costos energéticos. En las tablas 12 y 21 se representa el consumo energético para la realización de dichos diagramas.

Diagrama de Pareto Roberto Serpa Flórez

En la figura 21 se aplica la ley de Pareto o ley 80-20 que identifica el 20% de la causa que provoca el 80% del consumo de energía, se observa que los aires acondicionados y equipos de laboratorio son los de mayor impacto en el consumo, estas son las áreas donde se debe intervenir para lograr una reducción en el consumo y mejorar la eficiencia energética.

Figura 21. Diagrama de Pareto Roberto Serpa Flórez

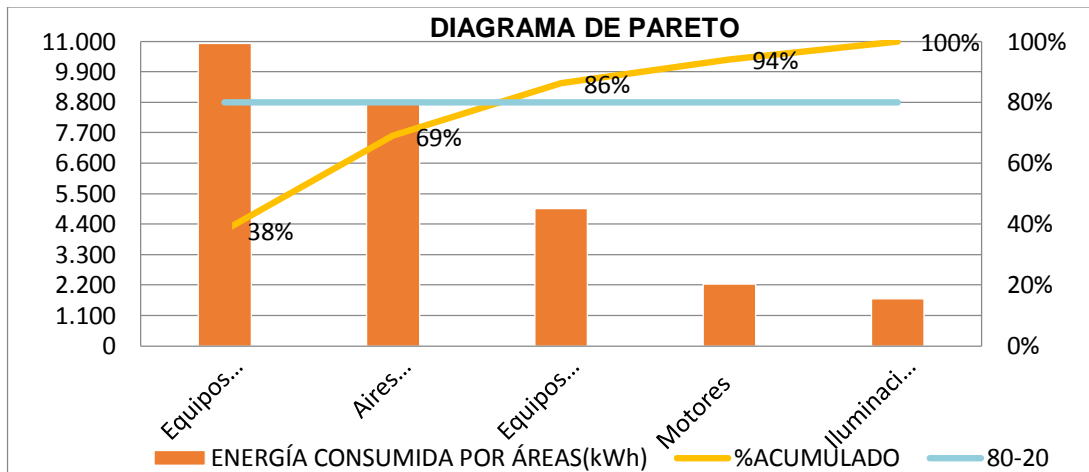


Los niveles indicados en la gráfica representan el mayor gasto energético para aires acondicionados con 36% y 34% en equipos de oficina, representando un 70% del consumo total de energía del edificio.

Diagrama de Pareto Morfopatología

En la figura 22 se aplica la ley de Pareto o ley 80-20 que identifica el 20% de la causa que provoca el 80% del consumo de energía, el diagrama nos permite visualizar el aumento representativo provocado por cada una de las áreas.

Figura 22. Diagrama de Pareto Morfopatología



Los equipos de laboratorio presentan el mayor gasto energético con un 38% seguido de aires acondicionados y equipos de oficina con un 31% y 17% respectivamente, con un acumulado del 86% del consumo. Esta información evidencia los puntos críticos que se deben intervenir para lograr un ahorro representativo.

Variables de control de 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).
- 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 individuos, que ingresan a los diferentes laboratorios y aulas de los edificios; este tipo de variable no se puede controlar, por lo tanto se le llama variable significativa. Una variable significativa es aquella con mayor influencia en el consumo de energía en el proceso o del 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 carga; tipo de control de arranque/ parada del compresor.

Con las cuales se pueda mejorar el desempeño energético de los edificios.

7. ANÁLISIS DE CONSUMO DE ENERGÍA

En esta sección se presentan los resultados de los indicadores energéticos propuestos por la UPME¹⁷. Las herramientas para el análisis de caracterización de la eficiencia energética son: la tendencia de consumo y el gráfico de control, los gráficos de 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.

7.1. CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LOS EDIFICIOS ROBERTO SERPA FLÓREZ Y MORFOPATOLOGÍA

Los datos del consumo mensual fueron facilitados por medio de planta física UIS, donde se lleva el registro de facturas generadas por la Facultad de Salud, donde sólo cuenta con un medidor de energía. Estos datos se tomaron del mes de marzo de 2014 hasta marzo de 2015. En la tabla 23 se encuentra el valor de energía cobrado en kWh por la empresa VATIA S.A E.S.P

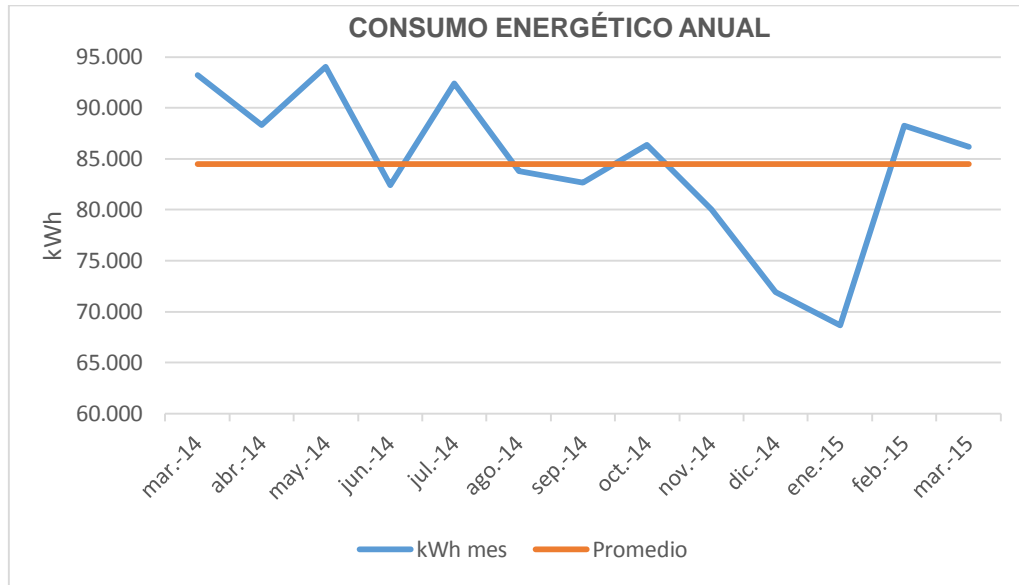
¹⁷ UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA DE COLOMBIA, UPME Y COLCIENCIAS. Calidad de la energía eléctrica. [en línea] UPME, Disponible en: <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/calidad.pdf>.

Tabla 23. Historial de datos del consumo energético

Mes de consumo	kWh mes	Tarifa mes	Valor total
Marzo 14	93.232,00	\$ 282,59	\$26.346.430,88
Abril-14	88.304,00	\$ 284,86	\$25.154.277,44
Mayo-14	94.009,00	\$ 289,32	\$27.198.683,88
Junio-14	82.397,00	\$ 289,34	\$23.840.747,98
Julio-14	92.383,00	\$ 286,55	\$26.472.348,65
Agosto-14	83.788,00	\$ 283,22	\$23.730.437,36
Septiembre -14	82.669,00	\$ 288,21	\$23.826.032,49
Octubre-14	86.391,00	\$ 293,98	\$25.397.226,18
Noviembre-14	80.053,00	\$ 288,45	\$23.091.287,85
Diciembre -14	71.933,00	\$ 287,22	\$20.660.596,26
Enero-15	68.629,00	\$ 294,45	\$20.207.809,05
Febrero-15	88.232,00	\$ 325,48	\$28.717.751,36
Marzo-15	86.179,00	\$ 372,68	\$32.117.189,72

En la figura 23 hace referencia a la conducta energética en los edificios, donde se observa que el mayor consumo se da en el mes de mayo del 2014 con 94 009 kWh, el período en el cual se estaba finalizando el semestre estudiantil y la concentración energética es mayor. En el mes de diciembre y enero presenta un menor consumo, con valores estimados en 71 933 y 68 629 kWh respectivamente, donde los estudiantes se encontraban en proceso vacacional.

Figura 23. Tendencia de consumo energético



De los datos obtenidos el 58,3% se encuentran por encima del valor promedio de consumo anual representando alzas respecto al valor promedio. Se visualiza un aumento significativo para el mes de mayo del 7,47% respecto al mes anterior. Teniendo en cuenta el punto máximo y mínimo de consumo existe una reducción del 72,3% entre los meses de mayo y enero.

7.2. GRÁFICOS 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.¹⁸

¹⁸ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA .Guía para la implementación, Sistema de Gestión Integral de la Energía. Disponible en internet: <URL:<http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/herramientas.pdf>>.

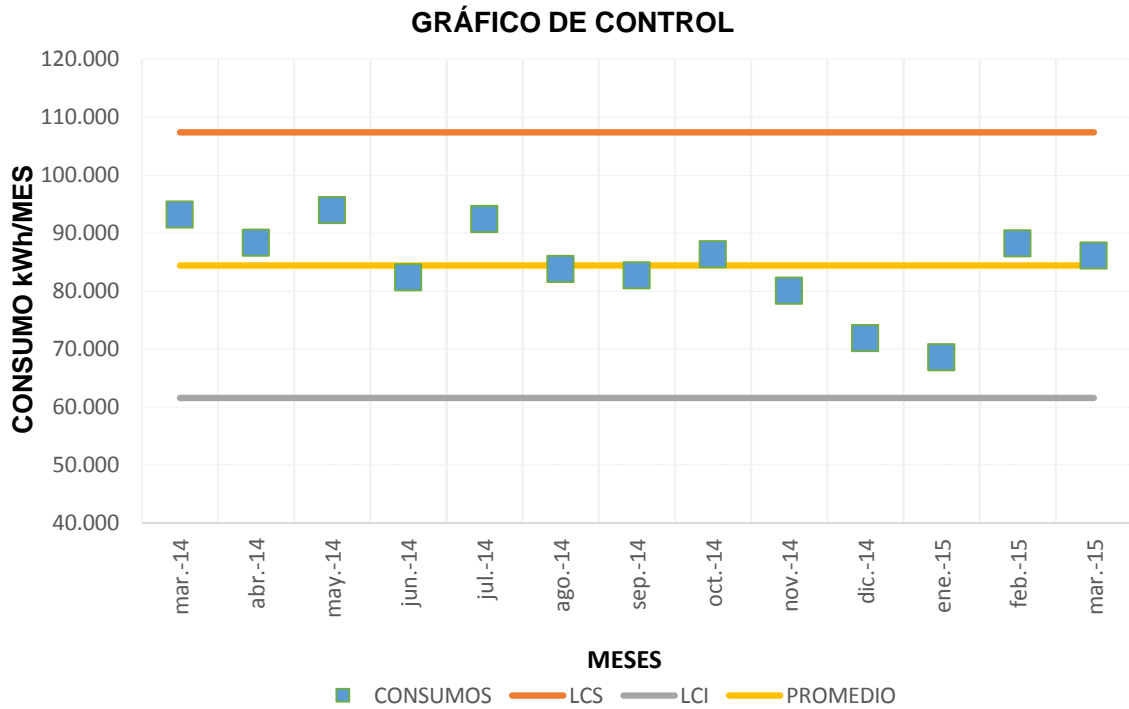
Tabla 24. Datos del Gráfico de Control.

MES DE CONSUMO	CONSUMO [kWh]	LÍMITE CONSUMO SUPERIOR (LCS)	LÍMITE CONSUMO INFERIOR (LCI)	CONSUMO PROMEDIO CP
mar-14	93.232,00	107413,82	61539,87535	84.476,85
abr-14	88.304,00			
may-14	94.009,00			
jun-14	82.397,00			
jul-14	92.383,00			
ago-14	83.788,00			
sep-14	82.669,00			
oct-14	86.391,00			
nov-14	80.053,00			
dic-14	71.933,00			
ene-15	68.629,00			
feb-15	88.232,00			
mar-15	86.179,00			
PROMEDIO	84.476,85			

Tabla 25. Análisis de variables del Gráfico de Control.

X MEDIO	84.476,85
VARIANZA	58.456.069,97
DESV EST	7.645,66
LCS	107.413,82
LCI	61.539,88

Figura 24. Gráfico De Control.



La información proporcionada por las tablas 23 y 24 se utilizó para efectuar la gráfica de control expuesta en la figura 24 donde se establece que los puntos de consumo energético se encuentran en el rango de los límites superior e inferior (LCS-LCI) por lo tanto las variaciones proceden de causas aleatorias y su conducta es estable.

El valor más cercano se encuentra a un 12,47% de alcanzar el límite superior. Si en caso tal los puntos ubicados fuera de los límites tienen una pauta de distribución anormal significa que la variable en determinado mes tuvo una conducta inestable, lo que implicaría investigar las causas que provocaron la anomalía en determinado mes, para así eliminarla y hacer estable el proceso.

7.3. 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. El comportamiento de la variación es anómalo cuando los signos de la variable personas atendidas son diferentes o si los valores de los porcentajes son significativamente diferentes a las diferencias medidas.¹⁹

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:

$$\%V = \frac{Cactual - Ccanterior}{Cactual} * 100$$

Donde:

%V= porcentaje de variación

Cactual=Consumo/personas atendidas actual

Canterior= Consumo/personas atendidas anterior

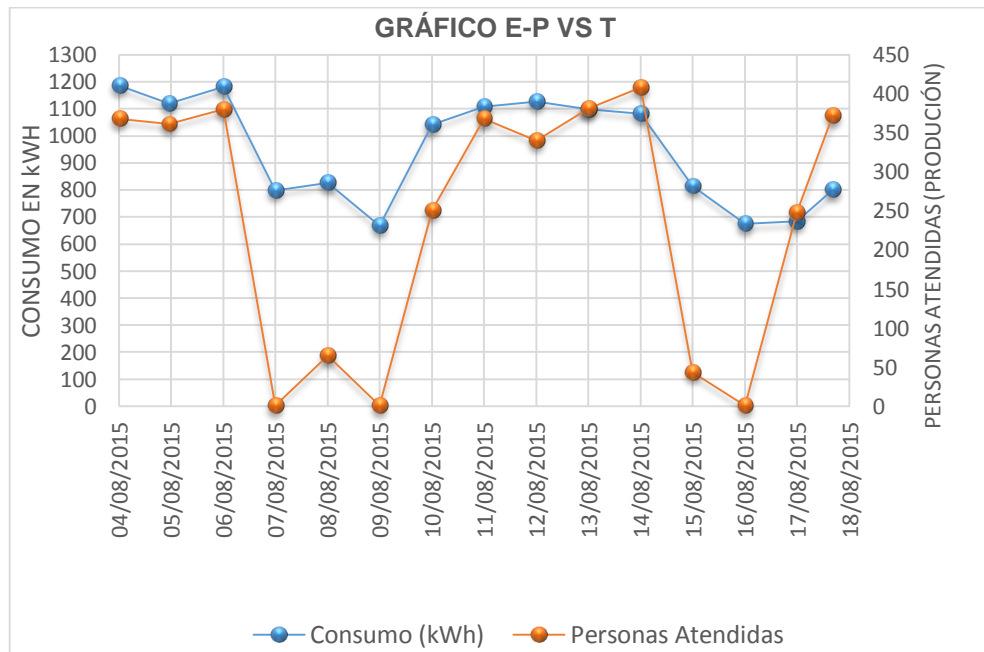
En tabla 26 se encuentra consignada los datos utilizados para la realización del gráfico de consumo y personas atendidas en el periodo correspondiente a 15 días del mes de agosto, mostrando el comportamiento de la variación durante todo el periodo de análisis. Se considera anómalo si los signos del % de variación del consumo y de la producción son diferentes. También se considera anómalo si los signos son iguales pero los valores de los % son significativamente diferentes a las diferencias medias.

¹⁹ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA .Guía para la implementación, Sistema de Gestión Integral de la Energía. Disponible en internet: <URL:<http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/herramientas.pdf>>.

Tabla 26. Variación relativa en el consumo de energía y las personas atendidas en el tiempo. (Morfopatología).

PERIODO	Consumo (kWh)	Consumo % VARIACIÓN	Personas Atendidas	Personas % VARIACIÓN	COMPORTAMIENTO
04/08/2015	1185,86		368	0,0000	
05/08/2015	1120,3	-5,528	361	-1,9022	ANÓMALO
06/08/2015	1181,1	5,427	380	5,2632	NORMAL
07/08/2015	796,6	-32,554	1	-99,7368	ANÓMALO
08/08/2015	825,9	3,678	65	6400,0000	ANÓMALO
09/08/2015	666,6	-19,288	1	-98,4615	ANÓMALO
10/08/2015	1041	56,166	251	25000	ANÓMALO
11/08/2015	1108,2	6,455	368	46,6135	ANÓMALO
12/08/2015	1127	1,696	340	-7,6087	ANÓMALO
13/08/2015	1098,34	-2,543	381	12,0588	ANÓMALO
14/08/2015	1082,83	-1,412	408	7,0866	ANÓMALO
15/08/2015	813,4	-24,882	43	-89,4608	ANÓMALO
16/08/2015	675,3	-16,978	1	-97,6744	ANÓMALO
17/08/2015	684,3	1,333	248	24700,0000	ANÓMALO
42234,67708	800	16,908	372	50,0000	ANÓMALO

Figura 25. Gráfico consumo (E) y personas atendidas (P) vs. Tiempo (T) Morfopatología.



En la figura 25 se observa que los días 7, 8, 9, 15 y 16 donde están ubicados los puntos más bajos de ingreso de personal al edificio son fines de semana y días festivos, siendo este el consumo de energía independiente de la entrada de personas, justificado en los procesos continuos que son manejados dentro del edificio como la refrigeración de muestras y elementos de análisis que permanecen conectados durante las 24 horas del día.

La variación de consumo es de 37,2 % de un día normal a un día festivo, mientras que un análisis entre fines de semana nos da una variación del 18,23 %, mostrando un comportamiento estable de consumo. En el día 12 se tiene una disminución de 361 a 340 personas respecto al miércoles anterior, puesto que se vio aplazado un laboratorio de histología donde tiene un ingreso de 20 personas por clase aproximadamente.

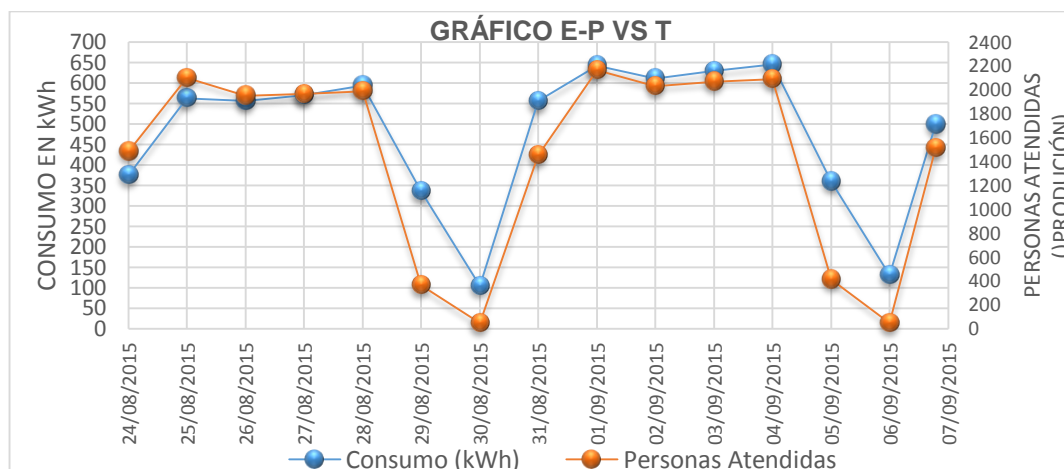
El día 14 se presenta un incremento de personas de 7,36 % debido a que cada mes se registra el ingreso de estudiantes de colegios para una visita en las instalaciones del anfiteatro, este incremento de personas no causa alteración en el consumo del edificio.

La información de consumo de energía en el edificio Roberto Serpa Flórez se encuentra consignada en la tabla 27. Estos datos son utilizados para la realización del gráfico de consumo y personas atendidas en periodo correspondiente a 15 días entre el mes de agosto y el mes de septiembre, mostrando el comportamiento de la variación durante todo el periodo de análisis.

Tabla 27. Variación relativa en el consumo de energía y las personas atendidas en el tiempo. (Roberto Serpa Flórez).

PERIODO	Consumo (kWh)	% VARIACIÓN	Personas atendidas	% VARIACIÓN	COMPORTAMIENTO
24/08/2015	374,7	0,000	1482	0,0000	
25/08/2015	562,0	50,000	2101	41,7023	ANÓMALO
26/08/2015	555,4	-1,187	1947	-7,2879	ANÓMALO
27/08/2015	570,4	2,715	1964	0,8644	ANÓMALO
28/08/2015	594,1	4,138	1984	1,0224	ANÓMALO
29/08/2015	334,9	-43,628	362	-81,7823	ANÓMALO
30/08/2015	104,7	-68,732	45	-87,5519	ANÓMALO
31/08/2015	555,4	430,426	1452	3126,1111	ANÓMALO
01/09/2015	641,3	15,465	2163	49,0041	ANÓMALO
02/09/2015	610,3	-4,828	2028	-6,2409	ANÓMALO
03/09/2015	629,3	3,113	2068	1,9794	ANÓMALO
04/09/2015	644,9	2,473	2088	0,9438	ANÓMALO
05/09/2015	359,3	-44,281	410	-80,3624	ANÓMALO
06/09/2015	130,2	-63,780	45	-89,0244	ANÓMALO
07/09/2015	498,0	282,609	1511	3257,9630	ANÓMALO

Figura 26. Gráfico consumo (E) y personas atendidas (P) vs. Tiempo (T) Roberto Serpa Flórez.



En la figura 26 se observa un comportamiento más estable entre las personas atendidas y el consumo, de manera significativa se tiene una reducción de consumo de un día normal a un día domingo del 81,64% con 45 personas atendidas para este día en una jornada de preparación de pruebas Saber 11.

El día martes 1 de septiembre se presenta un incremento significativo del 12,36% en el consumo respecto al martes anterior, mostrando una variación mínima de 2101 a 2163 de personas atendidas para los mismos días, esto indica que el martes anterior hubo mayor ingreso de personas con menor consumo de energía.

Los análisis realizados muestran que en el edificio de Morfopatología las personas atendidas no representan incrementos significativos en el consumo, esto se debe a los procesos continuos de refrigeración que se llevan a cabo en los laboratorios y cuartos fríos. En el edificio Roberto Serpa Flórez el consumo está directamente asociado respecto a las personas atendidas, estas tienen una variación más estable, caso contrario al edificio Morfopatología.

7.4. GRÁFICO CONSUMO (E) VS. PERSONAS ATENDIDAS (P)

Este gráfico determina en qué medida la variación de los consumos energéticos se deben a variaciones de personas atendidas, mostrando la correlación entre los datos de análisis y los consumos no asociados a la producción²⁰.

Tabla 28. Criterio de confiabilidad de la muestra “Coeficiente de correlación”²¹

Valor R ²	Relación E y P
0 - 0,04	Despreciable
0,04 - 0,16	Débil
0,16 - 0,49	Moderada
0,49 - 0,8	Fuerte
0,8 - 1	Muy Fuerte

²⁰ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA .Guía para la implementación, Sistema de Gestión Integral de la Energía. Disponible en internet: <URL:<http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/herramientas.pdf>>.

²¹ PRIAS, Caicedo Omar Fredy y CAMPOS, Avella Juan Carlos. Implementación de un sistema de gestión de la energía, guía con base a la norma ISO 50001 sistema de gestión integral de la energía. Bogotá, D.C

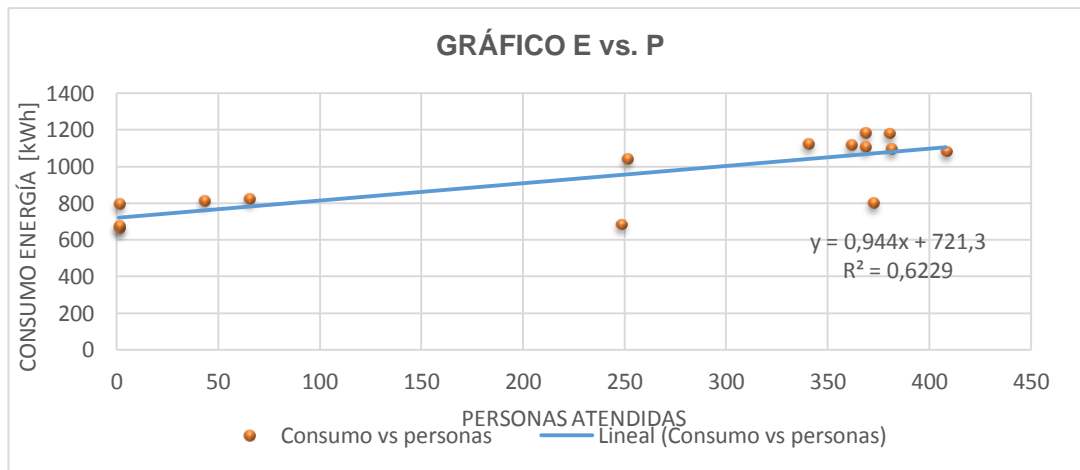
Gráfico consumo (E) vs. Personas atendidas (P) Morfopatología

En la tabla 29 esta consignada la información para el análisis y la construcción del gráfico de consumo del edificio Morfopatología.

Tabla 29. Consumo y personal en el periodo del 4 agosto al 18 Agosto de 2015 edificio Morfopatología.

PERIODO	Consumo (kWh)	Personas atendidas
04/08/2015	1185,86	368
05/08/2015	1120,3	361
06/08/2015	1181,1	380
07/08/2015	796,6	1
08/08/2015	825,9	65
09/08/2015	666,6	1
10/08/2015	1041	251
11/08/2015	1108,2	368
12/08/2015	1127	340
13/08/2015	1098,34	381
14/08/2015	1082,83	408
15/08/2015	813,4	43
16/08/2015	675,3	1
17/08/2015	684,3	248
18/08/2015	800	372

Figura 27. Gráfico de Consumo vs Personas atendidas, edificio Morfopatología.



En la figura 27 se observa el comportamiento de la ecuación de la línea de tendencia, esta indica de forma aproximada el consumo respecto a la personas atendidas, obteniendo un coeficiente de correlación en 0,78927 es decir se encuentra clasificado como fuerte, basándose en los criterios de confiabilidad mostrados en la tabla 28.

La pendiente de la ecuación 0,944 representa el mínimo consumo promedio de energía sobre el periodo analizado, el valor de 721,3 kWh es la energía no asociada de las personas atendidas, este no depende directamente con la producción debido a factores adicionales como:

- Aires acondicionados que por su estado actual presentan rendimientos muy bajos, estos se mantienen encendidos sin depender de las personas que se encuentren dentro de cada área.
- Elementos de laboratorio como cuartos fríos, elementos de refrigeración y UPS.

Gráfico Consumo (E) vs. Personas atendidas (P) Roberto Serpa Flórez

En la tabla 30 se encuentra consignada la información para el análisis del gráfico de consumo del edificio Roberto Serpa Flórez.

Tabla 30. Consumo y personal en el periodo del 24 agosto al 7 de septiembre del 2015 edificio Roberto Serpa Flórez.

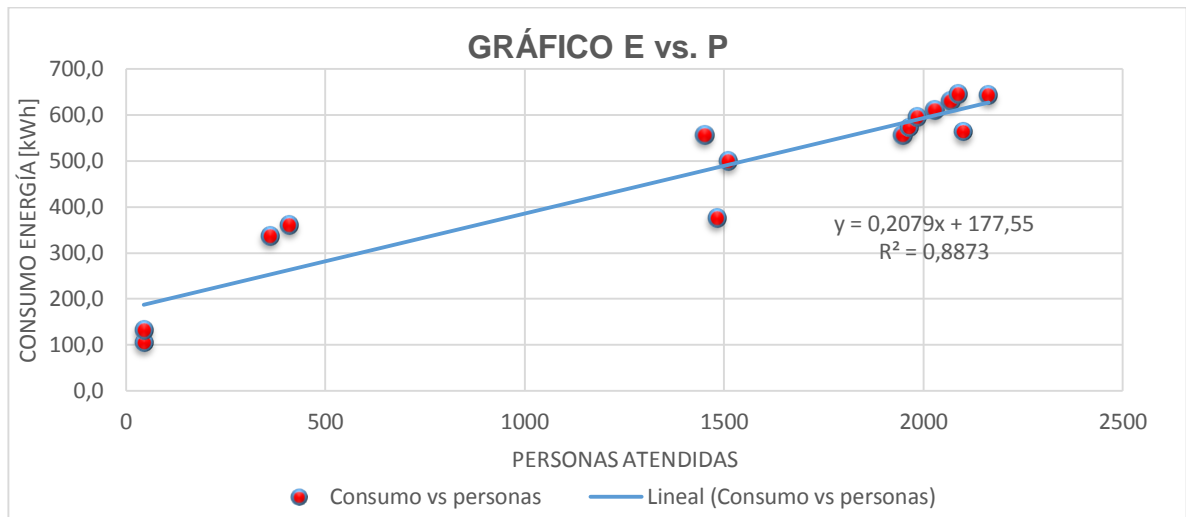
PERIODO	Consumo (kWh)	Personas atendidas
24/08/2015	374,7	1482
25/08/2015	562,0	2101
26/08/2015	555,4	1947
27/08/2015	570,4	1964
28/08/2015	594,1	1984
29/08/2015	334,9	362
30/08/2015	104,7	45
31/08/2015	555,4	1452
01/09/2015	641,3	2163
02/09/2015	610,3	2028
03/09/2015	629,3	2068
04/09/2015	644,9	2088
05/09/2015	359,3	410
06/09/2015	130,2	45
07/09/2015	498,0	1511

En la figura 28 se obtiene la ecuación que relaciona el consumo de energía con las personas atendidas en este edificio

$$E = 0,2079P + 177,55$$

El índice de correlación es de 94 % nos indica que hay una correlación entre los dos parámetros Muy Fuerte y una energía no asociada a la producción de 177,55 kWh, este valor indica que el consumo es afectado por el nivel de personas atendidas en el edificio.

Figura 28. Gráfico de Consumo vs Personas atendidas, edificio Roberto Serpa Flórez.



Los factores que pueden generar niveles de consumos innecesarios son:

- Aires acondicionados de los auditorios que permanecen encendidos sin haber actividad en ellos.
- Iluminación de varias áreas que permanecen encendidas durante largos periodos de tiempo sin existir ingreso significativo de estudiantes.

7.5. FENÓMENO DE LA VARIABILIDAD DEL CONSUMO EN DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN EN EL GRÁFICO ÍNDICE DE CONSUMO (IC) VS. PERSONAS ATENDIDAS (P).

El fenómeno de variabilidad IC vs. P es muy útil para establecer sistemas de gestión energética, estandarizar procesos productivos a nivel de eficiencia y para identificar el punto crítico de personas atendidas en el cual el consumo no varía significativamente con relación a ellas. Los valores de IC por debajo de la curva teórica indican un incremento de eficiencia del proceso.

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 atendidas²². La curva se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$IC = m + E_0/P$$

Donde:

E_0 = intercepto de la línea en el eje (Energía no asociada a la producción.)

m = Pendiente de la recta, muestra la razón de cambio medio del consumo de energía respecto a la producción.

P = Producción asociada en el periodo seleccionado.

Para construir el gráfico de IC vs. P y observando en los gráficos E vs. P donde existe una buena correlación entre los datos, se establece el Índice de Consumo real IC, con la relación entre consumos y producciones (E/P). También se debe calcular el Consumo teórico Ct, reemplazando los valores de producción en la ecuación obtenida en el diagrama E vs. P ($C_t = m \cdot P + E_0$) donde P es producción personas atendidas, y luego se calcula ICt (Índice de consumo teórico), haciendo la relación C_t/P , una vez hecho esto se procede a graficar en un diagrama de dispersión para cada uno de los edificios.

IC vs. P edificio Morfopatología.

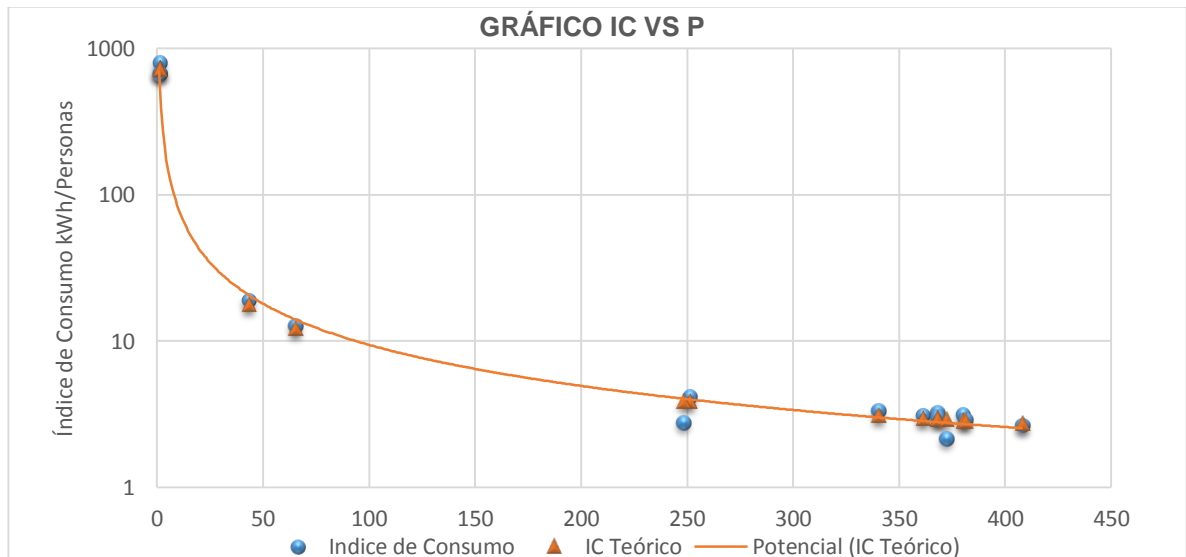
En la tabla 31 están calculados los valores necesarios para la construcción del gráfico IC vs. P del edificio de Morfopatología.

²² MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA .Guía para la implementación, Sistema de Gestión Integral de la Energía. Disponible en internet: <URL:<http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/herramientas.pdf>>.

Tabla 31. Datos de índice de consumo vs. Personas atendidas (IC vs. P)
Morfopatología.

PERIODO	Consumo (kWh)	Personas Atendidas	IC	Ct	ICt
04/08/2015	1185,86	368	3,2224	1065,01615	2,89407
05/08/2015	1120,3	361	3,1033	1058,40789	2,93188
06/08/2015	1181,1	380	3,1082	1076,34461	2,83249
07/08/2015	796,6	1	796,6000	718,55425	718,55425
08/08/2015	825,9	65	12,7062	778,972674	11,98419
09/08/2015	666,6	1	666,6000	718,55425	718,55425
10/08/2015	1041	251	4,1474	954,563719	3,80304
11/08/2015	1108,2	368	3,0114	1065,01615	2,89407
12/08/2015	1127	340	3,3147	1038,58309	3,05466
13/08/2015	1098,34	381	2,8828	1077,28864	2,82753
14/08/2015	1082,83	408	2,6540	1102,77767	2,70289
15/08/2015	813,4	43	18,9163	758,203841	17,63265
16/08/2015	675,3	1	675,3000	718,55425	718,55425
17/08/2015	684,3	248	2,7593	951,731606	3,83763
18/08/2015	800	372	2,1505	1068,7923	2,87310

Figura 29. Gráfico Índice de Consumo (IC) vs. Personas atendidas (P)
Morfopatología.



En la figura 29 se observa que el índice de consumo varía entre 2,15 y 796,6 kWh/personas, con un promedio de 239 personas que ingresan diariamente a el edificio, donde se muestra que a un menor número de personas se presenta un mayor índice de consumo. Esto se debe a que hay una energía que no está con las personas atendidas, por tanto se tiene que mantener la atención de personas 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.

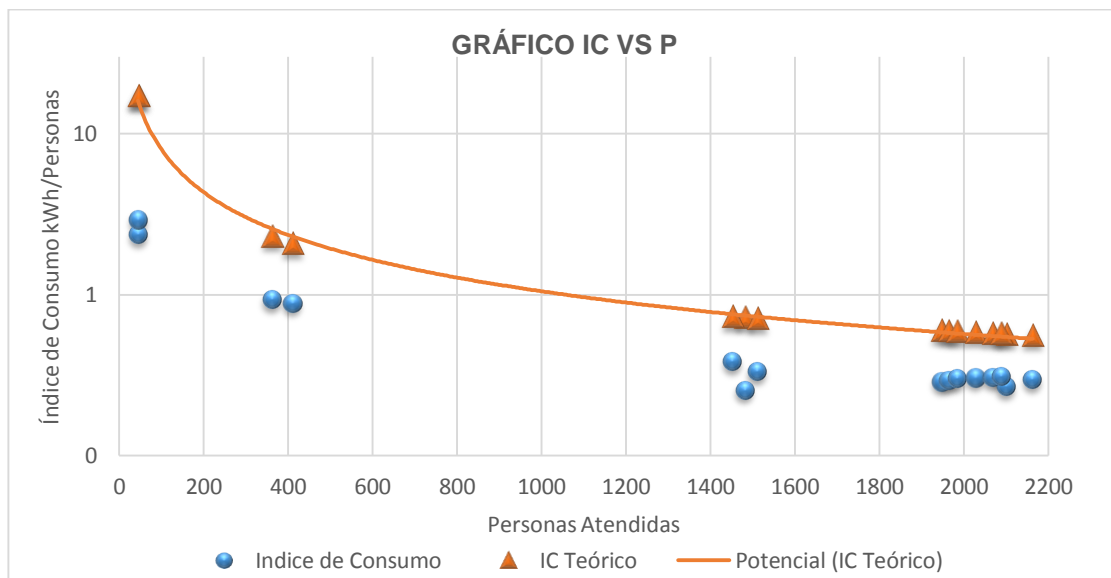
IC vs. P edificio Roberto Serpa Flórez

En la tabla 32 están calculados los valores necesarios para la construcción del grafico IC vs. P del edificio Roberto Serpa Flórez.

Tabla 32.Datos Índice de Consumo vs. Personas atendidas (IC vs. P) Roberto Serpa Flórez.

PERIODO	Consumo (kWh)	Personas Atendidas	IC	Ct	ICt
24/08/2015	374,7	1482	0,252773	1062,48945	0,716768
25/08/2015	562,0	2101	0,267574	1191,01979	0,567017
26/08/2015	555,4	1947	0,285183	1159,19043	0,595245
27/08/2015	570,4	1964	0,290415	1162,69045	0,591926
28/08/2015	594,1	1984	0,299371	1166,86621	0,588039
29/08/2015	334,9	362	0,926362	829,44374	2,294450
30/08/2015	104,7	45	2,326890	763,636482	16,969700
31/08/2015	555,4	1452	0,382579	1056,13051	0,727488
01/09/2015	641,3	2163	0,296465	1204,04956	0,556614
02/09/2015	610,3	2028	0,300933	1175,98012	0,579824
03/09/2015	629,3	2068	0,304277	1184,32712	0,572606
04/09/2015	644,9	2088	0,308885	1188,38612	0,569196
05/09/2015	359,3	410	0,876424	839,527948	2,047629
06/09/2015	130,2	45	2,892276	763,636482	16,969700
07/09/2015	498,0	1511	0,329548	1068,4672	0,707087

Figura 30. Gráfico índice de consumo (IC) vs. Personas atendidas (P) Roberto Serpa Flórez.



En la figura 30 se observa que el índice de consumo varía entre 0,252 y 2,892 kWh/personas con un promedio de 1443 personas que ingresan diariamente a el edificio, donde se muestra que los valores de índice de consumo están por debajo de la curva teórica indicando un notorio incremento de eficiencia del proceso equivalente a la producción. Los puntos se encuentran por debajo de la línea de potencial evidenciando que estos no están asociados entre sí.

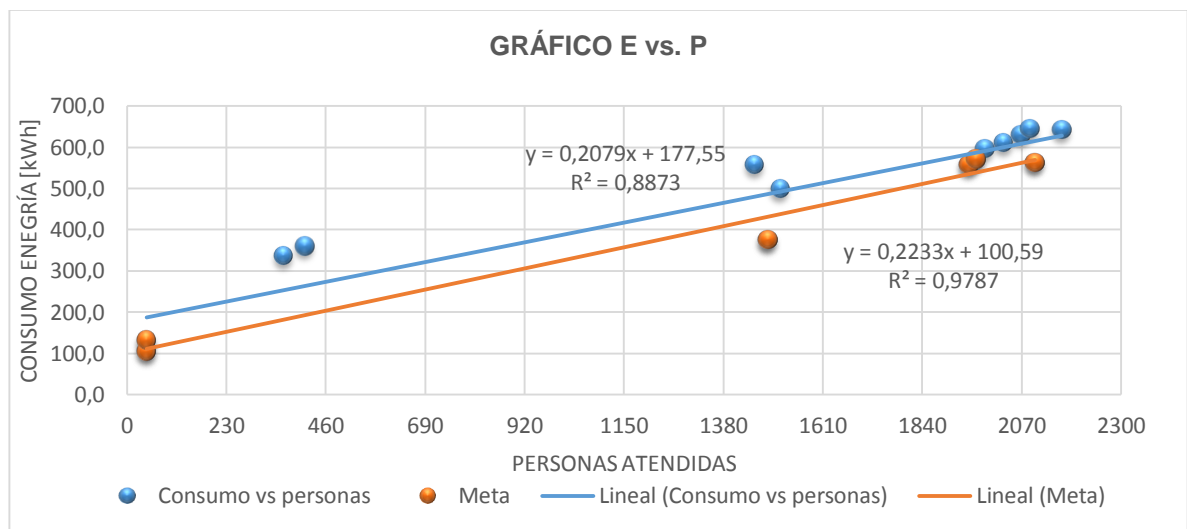
7.6. CONSUMO (E) VS PERSONAS ATENDIDAS (P) PARA LA IDENTIFICACIÓN DE METAS

La meta de consumo para un nivel de producción indica la disminución de pérdidas en costos planteando unos cumplimientos u objetivos de ahorro de consumo y medidas adecuadas para el uso eficiente de la energía.

cargas como neveras refrigerantes, cuartos fríos, que deben permanecer encendidos para el acondicionamiento de los elementos y este no depende directamente con las personas atendidas.

Consumo (E) vs personas atendidas (P) para la identificación de metas edificio Roberto Serpa Flórez.

Figura 32. Consumo (E) vs. Personas atendidas (P) meta Roberto Serpa Flórez.



En la figura 32 se presentan los puntos más bajos del consumo con una muy buena asistencia de personas atendidas en el edificio, la nueva correlación de la línea meta es de 0,9892 mejora respecto a la curva de E vs P, indicando que la relación de las variables en este edificio es buena.

De acuerdo con la figura 32, la energía no asociada se reduce en un 43,34% en el mismo periodo de tiempo analizado, lo que indica que puede haber un menor consumo optimizando los recursos naturales y así implementar una conciencia energética en la población.

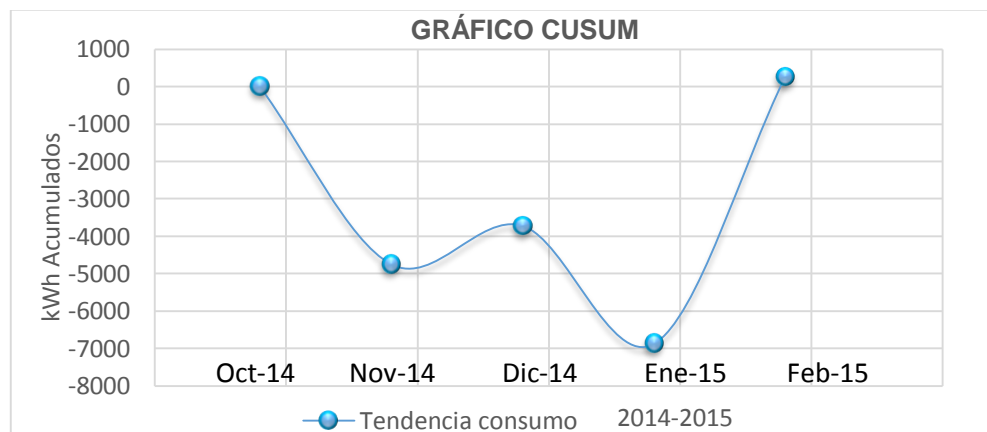
7.7. GRÁFICO DE TENDENCIAS O DE SUMAS ACUMULATIVAS (CUSUM)

Este gráfico es utilizado para monitorear la tendencia de la facultad de Salud en cuanto a la variación de sus consumos energéticos, comprendido entre el periodo del 14 de octubre de 2014 y el 15 de enero del 2015.

Tabla 33. Datos gráfico CUSUM.

Día	Ea (kWh)	Personas atendidas	$E_t=0,429P+39818$	Ea-Et	Suma acumulativa
Octubre-14	86.391,00	109151	86643,8	-252,84	
Noviembre-14	80.053,00	104853	84800,0	-4.747,00	-4746,999469
Diciembre-14	71.933,00	72471	70908,1	1.024,90	-3722,101645
Enero-15	68.629,00	74513	71784,1	-3.155,12	-6877,223038
Febrero-15	88.232,00	96235	81102,9	7.129,13	251,9046272

Figura 33. Gráfico de CUSUM.



La tendencia de consumo de energía realizado en un periodo de cinco (5) meses se registra en la figura 33, donde se observa que en el mes de enero se presenta un nivel de producción bajo debido a que el personal estudiantil y administrativo en ese tiempo se encuentra en receso académico. Al iniciar el mes de febrero se presenta un incremento uniforme en el consumo de energía ya que se muestra regularidad académica.

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 los edificios.

En esta sección se realiza una auditoria energética de los flujos de energía de los edificios:

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

8.1. SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

Los sistemas de iluminación para los edificios de Morfopatología y Roberto Serpa Flórez cuentan con laboratorios y zonas de salones respectivamente; el 28% del consumo de energía en el edificio Roberto Serpa Flórez pertenece al sistema de iluminación y un 6% en Morfopatología. Para tener una valoración 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 Roberto Serpa Flórez cuenta con las condiciones esenciales para suministrar una calidad de energía lumínica eficiente.

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: Es un instrumento que permite la medición del nivel de iluminancia en luxes de lugares de trabajo o recintos, está equipado de una célula fotoeléctrica sensible a la luz, luego es procesada y mostrada en el display. El luxómetro utilizado se muestra en la figura 34 y sus especificaciones se encuentran en la tabla 34.

Características

Tabla 34. Especificaciones del Luxómetro.

ESPECIFICACIONES	
Velocidad de muestreo	2,5 veces por segundo
Pantalla	LCD de 3 1/2 (1999 cuentas)
Sensor	Fotodiodo de silicio y filtro
Ambiente	Funcionamiento en interiores
Altitud	Hasta 2000 m.
Alimentación	Batería de 9V NEDA 1604, IEC 6F22, JIS006P
Rango de medición	20, 200, 2.000, 20.000 y 200.000 luxes 20, 200, 2.000 y 20.000 pies-candela
Exactitud	± 3 % (calibrado con lámpara incandescente estándar a 2854 °K) 6 % del resto de fuentes de luz visibles Características de desviación angular respecto al coseno 30 ° ± 2 % 60 ° ± 6 % 80 ° ± 25 %

Figura 34. Luxómetro Amprobe LM-120.



Modo de empleo

Para la toma de medidas el sensor del equipo se ubica de manera perpendicular a la fuente de luz, luego de estar posicionado, se retira la tapa del sensor para empezar la medición en el selector Lux y después de tomar la medida se vuelve a tapar el sensor para su protección. Se debe considerar la altura para la toma de medida ya que depende del espacio de trabajo.

8.1.1. Medición de la iluminancia. El nivel de iluminancia de un área se debe expresar en función de la iluminancia promedio en el plano de trabajo y se deben cumplir los valores de la tabla 34 del RETILAP de acuerdo con las actividades que se realizan en el edificio.

Utilizando el luxómetro especificado en la tabla 34 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, los sitios como laboratorios la altura es de 0,95 m; fueron divididos los espacios en 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.

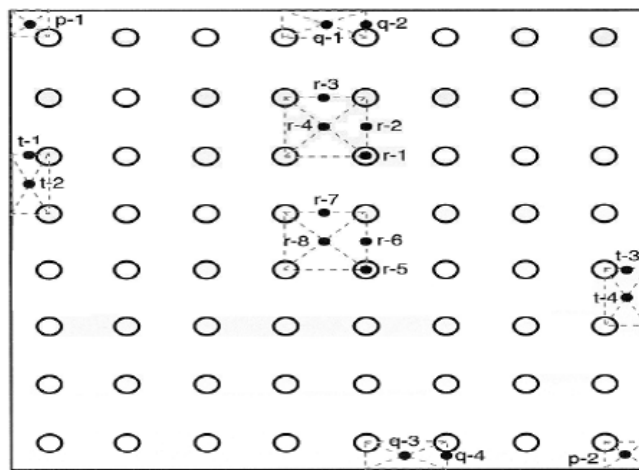
Para la medición de iluminancia en puestos de trabajo, la toma de datos se realizó en presencia del trabajador en sus funciones laborales, como lo indica el reglamento.

Para mediciones de precisión, el espacio debe ser dividido en cuadrados y la iluminancia se mide en el centro de cada uno, a la altura del plano de trabajo. Para la verificación de diseños se deberán usar las mismas cuadrículas y alturas de cálculo empleadas. La iluminancia promedio del área total se obtiene a partir de todas las mediciones tomadas. Para tomar las lecturas el sensor del luxómetro se

debe colocar en el plano de trabajo, el área se debe dividir en pequeños cuadrados tomando lecturas en cada uno de ellos y calculando la media aritmética, en este caso se realizó el estudio con una cuadrícula de 0,6 metros.

a) Medición de iluminancia promedio, en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas. Figura 35

Figura 35. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de áreas con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas.



Fuente RETILAP

En la siguiente ecuación se define el cálculo de la iluminancia promedio.

$$E_{prom} = \frac{R(N - 1)(M - 1) + Q(N - 1) + T(M - 1) + P}{N * M}$$

Donde:

E_{prom} = Iluminación promedio

N = Número de luminarias por fila

M = Número de Filas

1. Se toman lecturas en los puntos r-1, r-2, r-3 y r-4 para una cuadrícula típica interior. Se repite a los puntos r-5, r-6, r-7 y r-8 para una cuadrícula típica central,

se promedian las 8 lecturas. Este es el valor R de la Ecuación de la iluminancia promedio.

2. Se toman lecturas en los puntos q-1, q-2, q-3, y q-4, en dos cuadrículas típicas de cada lado del salón. El promedio de estas cuatro lecturas es el valor Q de la Ecuación de la iluminancia promedio.

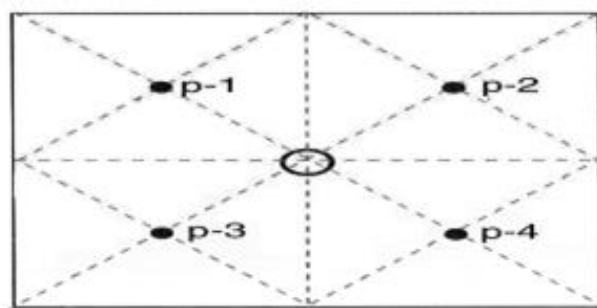
3. Se toman lecturas en los puntos t-1, t-2, t-3, y t-4 en dos cuadrículas típicas de cada final del salón, se promedian las cuatro lecturas. Este es el valor T de la Ecuación de la iluminancia promedio.

4. Se toman lecturas en los puntos p-1, p-2, en dos cuadrículas típicas de las esquinas, se promedian las dos lecturas. Este es el valor P de la Ecuación de la iluminancia promedio.

5. Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la Ecuación de Eprom.

b) Áreas regulares luminaria simple con localización simétrica. Figura 36

Figura 36. Puntos de medición de iluminancia de una luminaria en la cuadrícula de área con una sola luminaria.

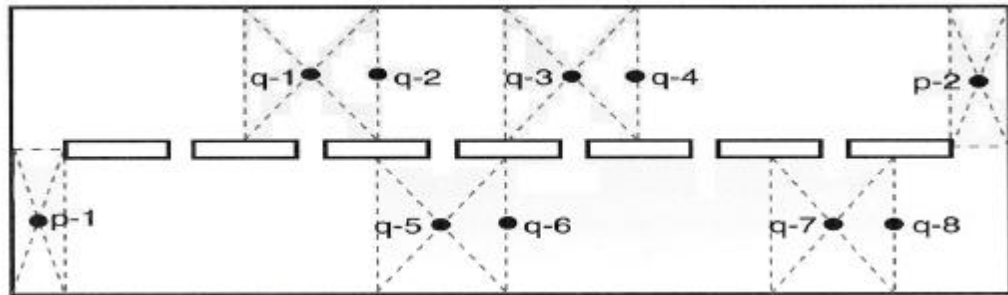


Fuente: RETILAP

Se toman lecturas en los puntos p-1, p-2, p-3, y p-4, en todas las cuatro cuadrículas, se promedian las cuatro lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio del área en de la figura.

c) Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila. Figura 37

Figura 37. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de áreas con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas.



Fuente: RETILAP

En la siguiente ecuación representa la iluminancia promedio de la configuración presentada en la figura 37:

$$E_{prom} = \frac{Q(N - 1) + P}{N}$$

Donde:

E_{prom} = Iluminación promedio

N = Número de luminarias por fila.

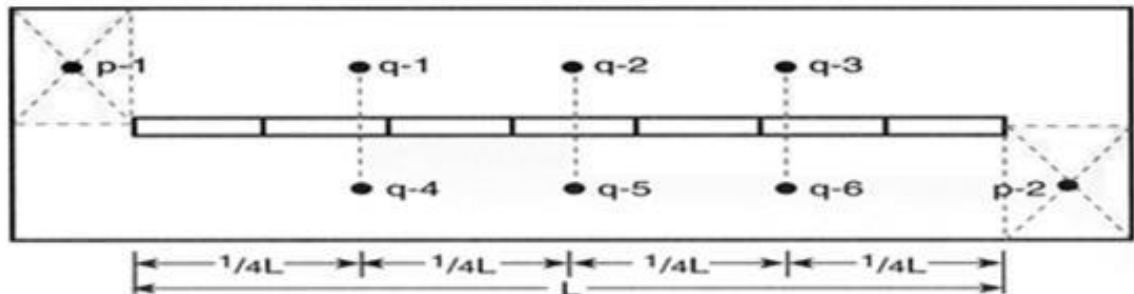
1. Se toman lecturas en los puntos q-1, hasta q-8, en cuatro cuadrículas típicas, localizadas dos en cada lado del área. Se promedian las 8 lecturas. Este es el valor de Q de la ecuación de la iluminancia promedio.

2. Se toman lecturas en los puntos p-1, y p-2, para dos cuadrículas típicas de las esquinas. Se promedian las 2 lecturas. Este es el valor P de la Ecuación de la iluminancia promedio.

3. Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la ecuación de Eprom.

d) Áreas regulares con fila continua de luminarias individuales. Figura 38

Figura 38. Puntos de iluminación en la cuadrícula de un local con una fila continua de luminarias.



Fuente: RETILAP

$$E_{prom} = \frac{Q * N + P}{N + 1}$$

Donde:

E_{prom} = Iluminación promedio

N = Número de luminarias por fila.

1. Se toman las lecturas en los puntos q-1 hasta q-6. Se promedian las seis lecturas. Este es el valor Q de la ecuación de la iluminancia promedio.
2. Se toman las lecturas en los puntos p-1, p-2 para las dos cuadrículas típicas de la esquina. Se promedian las dos lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio.
3. Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la ecuación de Eprom.

8.1.2. Criterios de valoración. Los niveles de iluminación recomendados para un lugar o área específica, dependen de las actividades que se vayan a realizar en él. Por lo general se puede distinguir entre tareas con requerimientos de iluminación mínimos, normales o exigentes. Para la valoración se tomó como base los niveles de iluminación o iluminancia aceptados para diferentes áreas y actividades según el RETILAP. Los niveles de iluminación aceptadas para diferentes áreas y actividades según la norma RETILAP se encuentran en la tabla 35.

Tabla 35. Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia para diferentes áreas y actividades.

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR	NIVELES DE ILUMINACIÓN (lx)		
		Mínimo	Medio	Máximo
Áreas generales en las edificaciones				
Áreas de circulación, corredores.	28	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas.	25	100	150	200
Vestidores, baños.	25	100	150	200
Almacenes, bodegas.	25	100	150	200
Oficinas				
Oficinas de tipo general, mecanografía y computación.	19	300	500	750
Oficinas abiertas	19	500	750	1000
Salas de conferencia	19	300	500	750
Centros de atención médica				
Salas				
Iluminación general	22	50	100	150
Examen	19	200	300	500
Lectura	16	150	200	300
Circulación nocturna	22	3	5	10
Salas de examen				
Iluminación general	19	300	500	750
Inspección local	19	750	1000	1500
Terapia intensiva				
Cabecera de la cama	19	30	50	100
Observación	19	200	300	500
Enfermería	19	200	300	500
Salas de operación				
Iluminación general	19	500	750	1000
Iluminación local	19	10000	30000	100000
Salas de autopsia				
Iluminación general	19	500	750	1000
Iluminación local		5000	10000	15000
Consultorios				
Iluminación general	19	300	500	750
Iluminación local	19	500	750	1000
Farmacia y laboratorios				
Iluminación general	19	300	400	750
Iluminación local	19	100	750	1000
Colegios y centros educativos				
Salones de clase				
Iluminación general	19	300	500	750
Tableros	19	300	500	750
Laboratorios	19	300	500	750

8.2. NIVELES DE ILUMINANCIA

En cada uno de los niveles de los edificios se presentan las áreas en subdivisiones medidas con el luxómetro y utilizando los requerimientos estipulados en el RETILAP (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) correspondiente al tipo de recinto y actividad.

8.2.1. Morfopatología. Los niveles de iluminación se muestran en la tabla 36,37 y 38 para el edificio de Morfopatología.

En las figuras 39,40 y 41 se observa el plano arquitectónico del edificio de Morfopatología para cada piso evidenciando las sub-áreas de estudio.

Primer piso

Figura 39. Distribución de áreas piso 1, edificio Morfopatología.

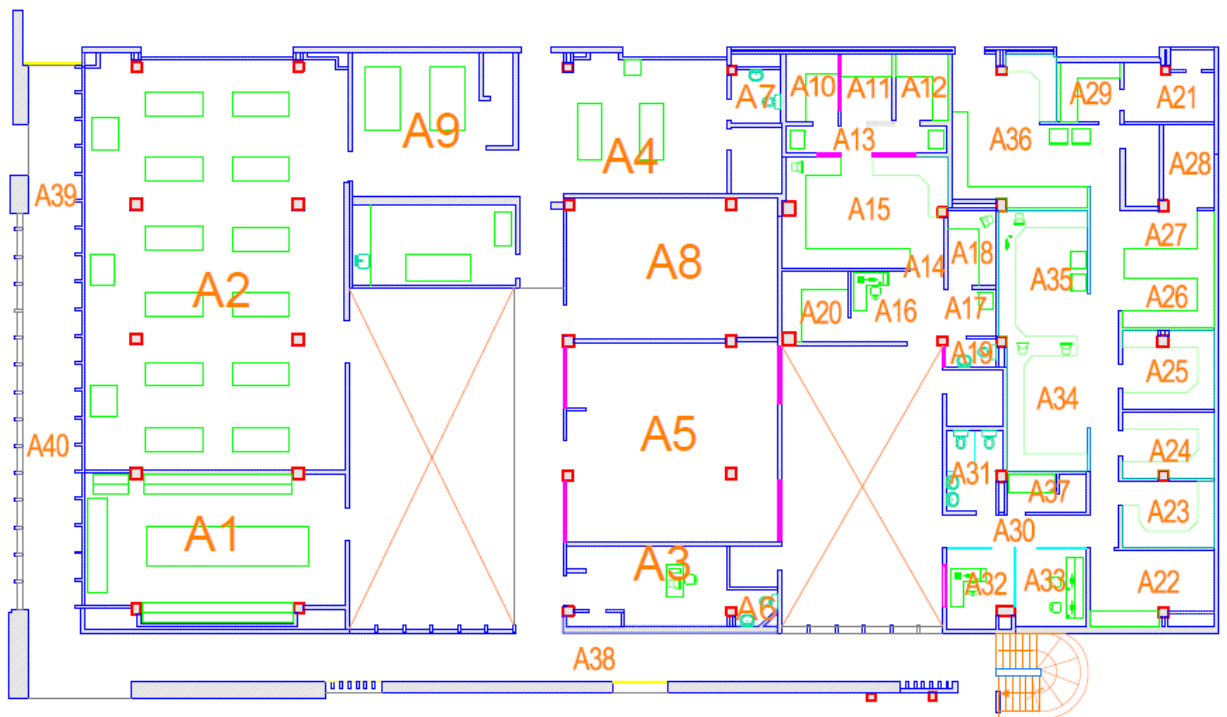


Tabla 36. Niveles de iluminación piso 1, edificio Morfopatología.

PISOS	SUB-ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA (lx)	UNIFORMIDAD Emin/Eprom	% CUMPLIMIENTO (Eprom/Emedio) *100
		Epromedio		
PISO 1	A1	431,250	0,679	86,250
	A2	563,656	0,653	75,154
	A3	487,500	0,421	97,500
	A4	795,653	0,383	106,087
	A5	306,597	0,731	61,319
	A6	249,250	0,963	166,167
	A7	218,750	0,937	145,833
	A8	302,250	0,758	60,450
	A9	791,156	0,386	105,488
	A10	567,500	0,918	113,500
	A11	492,750	0,785	98,550
	A12	482,250	0,649	96,450
	A13	771,500	0,858	771,500
	A14	810,250	0,863	810,250
	A15	477,125	0,755	95,425
	A16	569,000	0,692	113,800
	A17	357,250	0,733	357,250
	A18	255,500	0,857	51,100
	A19	242,750	0,972	161,833
	A20	315,750	0,887	63,150
	A21	461,375	0,748	307,583
	A22	569,250	0,834	113,850
	A23	574,750	0,976	114,950
	A24	597,000	0,881	119,400
	A25	251,000	0,857	50,200
	A26	550,000	0,836	110,000
	A27	461,000	0,911	92,200
	A28	436,250	0,924	87,250
	A29	422,250	0,954	84,450
	A30	613,917	0,921	122,783
	A31	243,750	0,976	162,500
	A32	310,500	0,940	62,100
	A33	318,750	0,916	63,750
	A34	601,000	0,626	120,200
	A35	520,281	0,771	104,056
	A36	511,719	0,799	102,344
	A37	569,250	0,834	379,500
	A38	679,167	1,019	679,167
	A39	610,500	0,681	610,500
	A40	1019,250	0,882	1019,250

Segundo piso

Figura 40. Distribución de áreas piso 2, edificio Morfopatología.

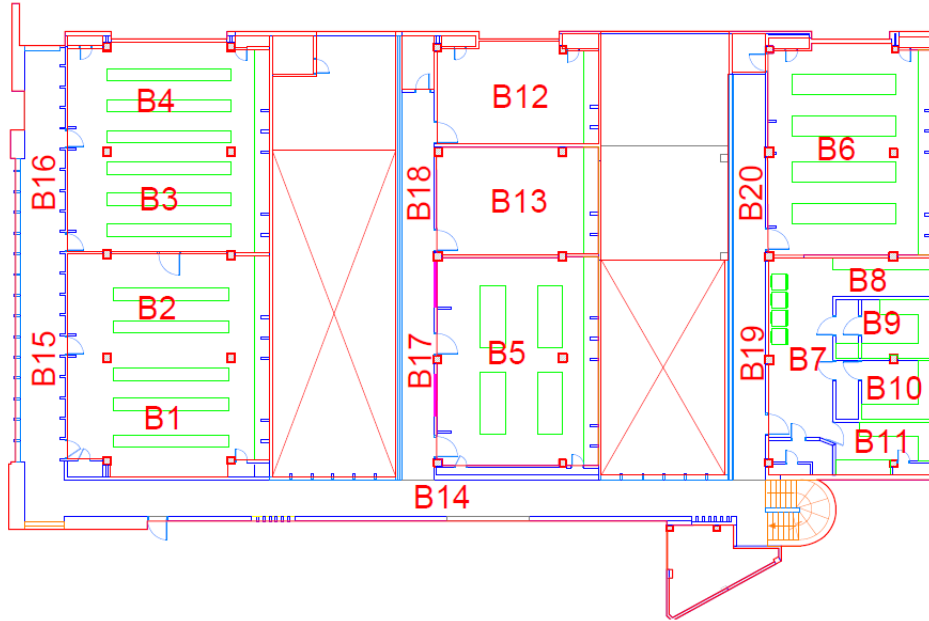


Tabla 37. Niveles de iluminación piso 2, edificio Morfopatología

PISO	SUB-ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA (lx)	UNIFORMIDAD Emin/Eprom	% CUMPLIMIENTO (Eprom/Emedio) *100
		Epromedio		
2 PISO	B1	662,696	0,659	132,539
	B2	663,161	0,581	132,632
	B3	622,021	0,363	124,404
	B4	427,146	0,501	85,429
	B5	462,523	0,657	92,505
	B6	370,883	0,558	74,177
	B7	394,167	0,599	394,167
	B8	150,208	0,333	150,208
	B9	410,250	0,800	82,050
	B10	424,500	0,841	84,900
	B11	419,500	0,844	83,900
	B12	368,805	1,009	73,761
	B13	364,641	1,001	72,928
	B14	659,667	0,353	659,667
	B15	959,750	0,828	959,750
	B16	950,750	0,542	950,750
	B17	268,625	0,484	268,625
	B18	251,938	0,595	251,938
	B19	833,250	0,727	833,250
	B20	962,000	0,698	962,000

Tercer piso

Figura 41. Distribución de áreas piso 3, edificio Morfopatología

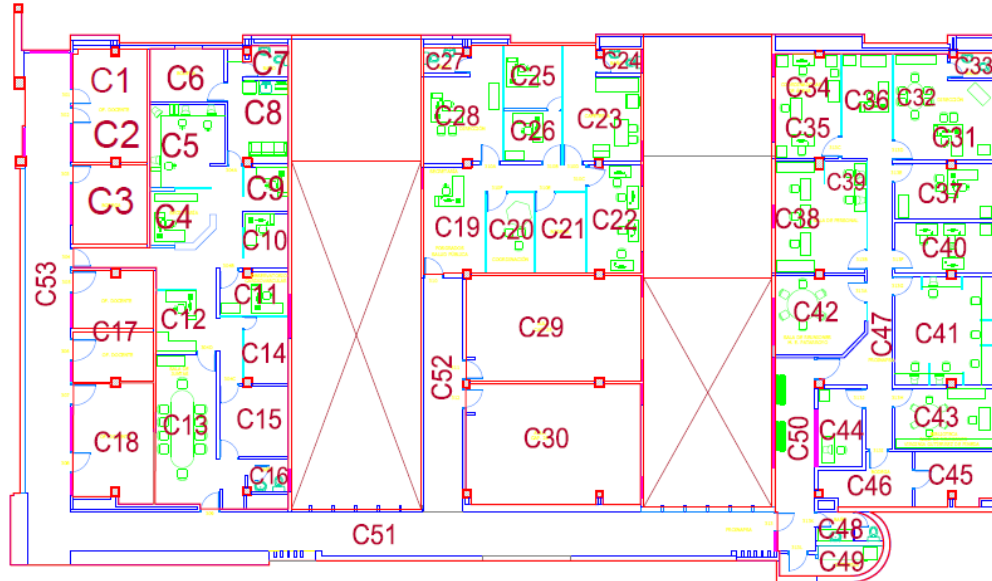


Tabla 38. Niveles de iluminación piso 3, edificio Morfopatología

PISO	SUB-ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA (lx)	UNIFORMIDAD Emin/Eprom	% CUMPLIMIENTO (Eprom/Emedio) *100
		Epromedio		
3 PISO	C1	659,750	0,333	131,950
	C2	661,000	0,321	132,200
	C3	303,750	0,872	60,750
	C4	615,250	0,491	123,050
	C5	408,250	0,759	81,650
	C6	659,750	0,333	131,950
	C7	242,750	0,972	161,833
	C8	516,250	0,591	103,250
	C9	421,250	0,776	84,250
	C10	375,750	0,732	75,150
	C11	535,250	0,673	107,050
	C12	362,750	0,703	72,550
	C13	323,417	0,646	64,683
	C14	421,250	0,776	84,250
	C15	408,250	0,759	81,650
	C16	242,750	0,972	161,833
	C17	493,200	0,685	98,640
	C18	769,900	0,605	153,980
	C19	702,250	0,656	140,450

SUB-ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA (lx)	UNIFORMIDAD Emin/Eprom	% CUMPLIMIENTO (Eprom/Emedio) *100
C20	638,500	0,882	127,700
C21	327,250	0,733	65,450
C22	903,250	0,236	180,650
C23	233,750	0,877	46,750
C24	242,750	0,972	161,833
C25	327,250	0,733	65,450
C26	638,500	0,882	127,700
C27	259,750	0,947	173,167
C28	702,250	0,656	140,450
C29	733,469	0,608	146,694
C30	726,527	0,606	145,305
C31	501,000	0,906	100,200
C32	341,250	0,756	68,250
C33	293,500	0,879	195,667
C34	339,500	0,807	67,900
C35	323,750	0,763	64,750
C36	299,250	0,749	59,850
C37	384,750	0,795	76,950
C38	264,500	0,828	52,900
C39	338,000	0,858	67,600
C40	478,500	0,708	95,700
C41	458,750	0,691	91,750
C42	315,750	0,887	63,150
C43	298,500	0,807	59,700
C44	442,500	0,893	88,500
C45	384,750	0,795	76,950
C46	384,750	0,795	76,950
C47	451,958	0,606	451,958
C48	293,500	0,879	195,667
C49	339,500	0,807	67,900
C50	323,750	0,763	323,750
C51	480,800	0,437	480,800
C52	451,861	0,456	451,861
C53	457,257	0,492	457,257

Análisis luxómetro Morfopatología

Según los datos recopilados en las mediciones, se encontraron áreas que están por fuera de los niveles establecidos por el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP) consignados en la tabla 35 de iluminación en diferentes áreas ; en baños y pasillos: A7, A8, A13, A14, A17, A19, A30, A31, A37, A38, A39, A40, B7, B8, B14, B15, B18, B19, B20, C7, C16, C33, C47, C48, C50, C51,

C52, C53, para este caso estas áreas están por encima del nivel máximo de iluminancia debido a que presenta exceso de intensidad lumínica suministrada por fuentes externas.

De manera similar encontramos áreas de oficinas, laboratorios y almacenes A18, A21, A25C18, C22, C23, C36, C38, C43, donde sus datos en algunos casos están por debajo del mínimo requerido.

8.2.2. Roberto Serpa Flórez. Los niveles de iluminación se muestran en la tabla 39 a 43 para el edificio Roberto Serpa Flórez.

De la figura 42 a la 46 se observa el plano arquitectónico del edificio Roberto Serpa Flórez para cada piso evidenciando las sub-áreas de estudio.

Primer piso

Figura 42. Distribución de áreas piso 1, edificio Roberto Serpa Flórez

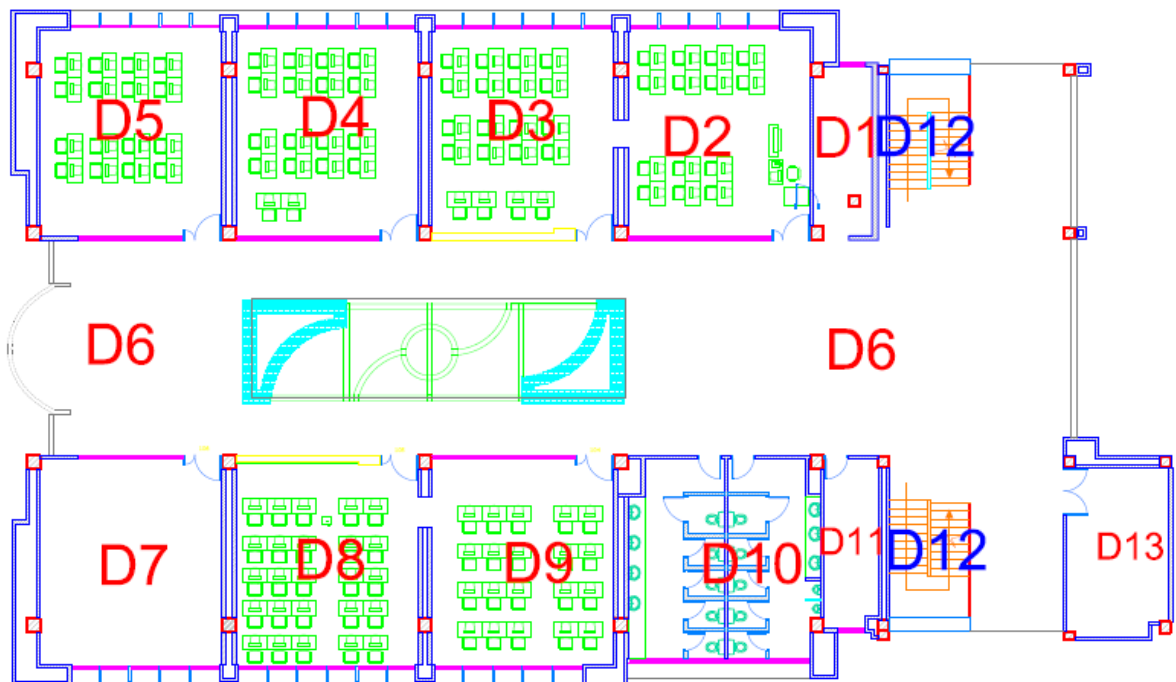


Tabla 39. Niveles de iluminación piso 1, edificio Roberto Serpa Flórez.

PISOS	SUB-AREAS	NIVEL DE ILUMINANCIA (Ix) Eprom	UNIFORMIDAD (Emin/Eprom)	% CUMPLIMIENTO ((Eprom/Emed)*100)
1 PISO	D2	713,250	0,568	142,650
	D3	754,042	0,542	150,808
	D4	710,083	0,570	142,017
	D5	752,917	0,497	150,583
	D7	758,333	0,592	151,667
	D8	659,083	0,567	131,817
	D9	691,208	0,586	138,242
	D10	135,970	0,544	90,647
	D11	187,310	0,563	124,873
	D12	184,950	0,400	123,300
	D13	155,120	0,435	103,413

Segundo piso

Figura 43. Distribución de áreas piso 2, edificio Roberto Serpa Flórez.

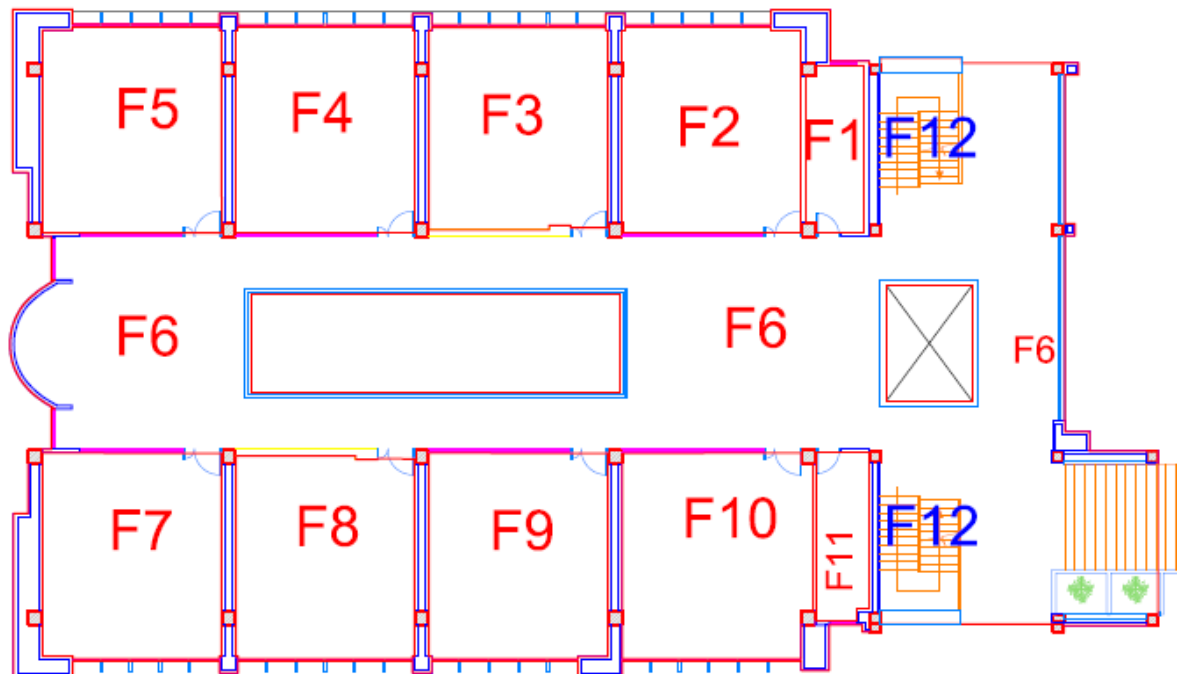


Tabla 40. Niveles de iluminación piso 2, edificio Roberto Serpa Flórez.

PISOS	SUB-AREAS	NIVEL DE ILUMINANCIA (lx) Eprom	UNIFORMIDAD (Emin/Eprom)	% CUMPLIMIENTO ((Eprom/Emed)*100)
2 PISO	F1	164,980	0,642	109,987
	F2	870,500	0,760	174,100
	F3	769,708	0,796	153,942
	F4	825,417	0,699	165,083
	F5	789,500	0,792	157,900
	F6	109,345	0,863	109,345
	F7	769,083	0,666	153,817
	F8	744,417	0,688	148,883
	F9	796,833	0,674	159,367
	F10	849,625	0,773	169,925
	F11	173,456	0,775	115,637
	F12	185,653	0,667	123,769

Tercer piso

Figura 44. Distribución de áreas piso 3, edificio Roberto Serpa Flórez

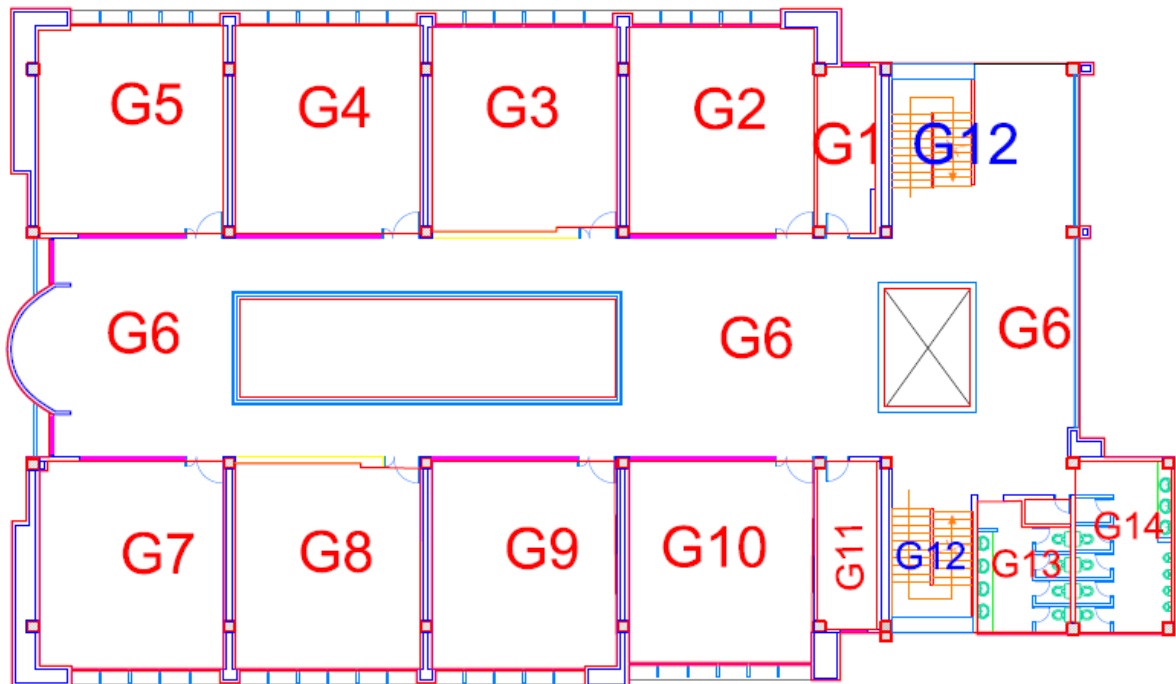


Tabla 41. Niveles de iluminación piso 3, edificio Roberto Serpa Flórez.

PISOS	SUB-AREAS	NIVEL DE ILUMINANCIA (lx) Eprom	UNIFORMIDAD (Emin/Eprom)	% CUMPLIMIENTO ((Eprom/Emed)*100)
3 PISO	G1	133,765	0,663	89,177
	G2	882,208	0,740	176,442
	G3	829,958	0,801	165,992
	G4	790,625	0,692	158,125
	G5	862,875	0,757	172,575
	G6	198,543	0,785	198,543
	G7	831,667	0,754	166,333
	G8	754,208	0,737	150,842
	G9	762,333	0,619	152,467
	G10	671,833	0,609	134,367
	G11	146,342	0,654	97,561
	G12	137,245	0,543	91,497
	G13	124,653	0,791	83,102
	G14	122,432	0,788	81,621

Cuarto piso

Figura 45. Distribución de áreas piso 4, edificio Roberto Serpa Flórez

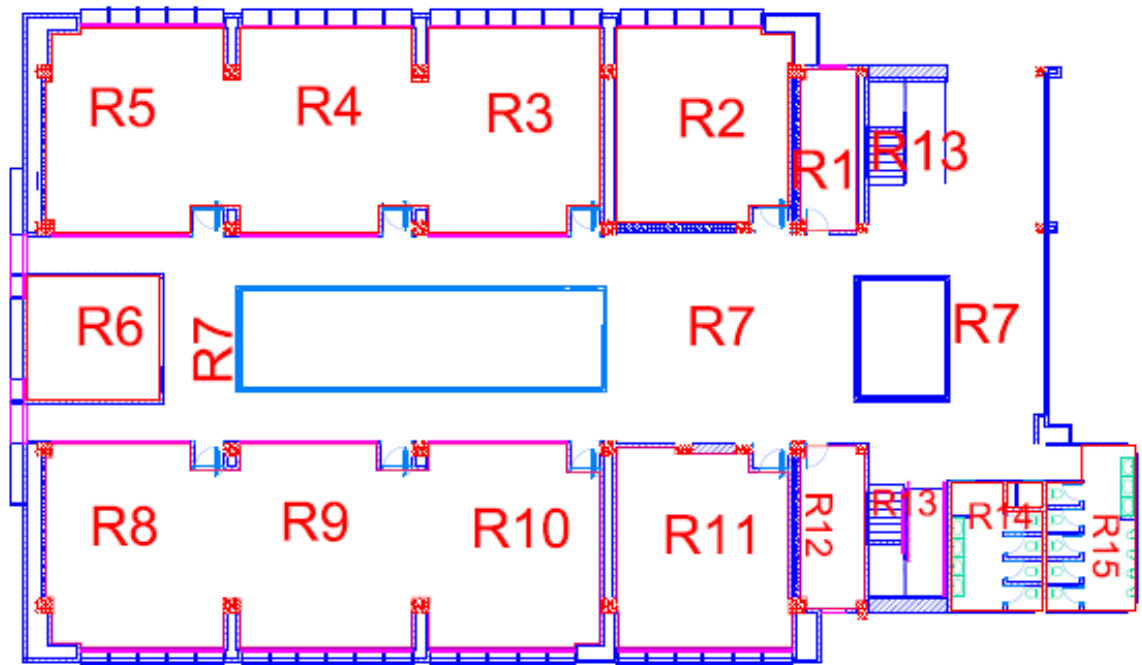


Tabla 42. Niveles de iluminación piso 4, edificio Roberto Serpa Flórez.

PISOS	SUB-AREAS	NIVEL DE ILUMINANCIA (lx) Eprom	UNIFORMIDAD (Emin/Eprom)	% CUMPLIMIENTO ((Eprom/Emed)*100)
4 PISO	R1	193,874	0,534	129,249
	R2	793,208	0,662	158,642
	R3	643,125	0,568	128,625
	R4	635,875	0,513	127,175
	R5	697,458	0,533	139,492
	R6	675,083	0,690	135,017
	R7	127,987	0,770	127,987
	R8	566,958	0,591	113,392
	R9	620,250	0,677	124,050
	R10	748,750	0,628	149,750
	R11	710,875	0,656	142,175
	R12	182,765	0,705	121,843
	R13	131,543	0,577	87,695
	R14	110,658	0,582	73,772
	R15	112,765	0,5665	75,177

Quinto piso

Figura 46. Distribución de áreas piso 5, edificio Roberto Serpa Flórez

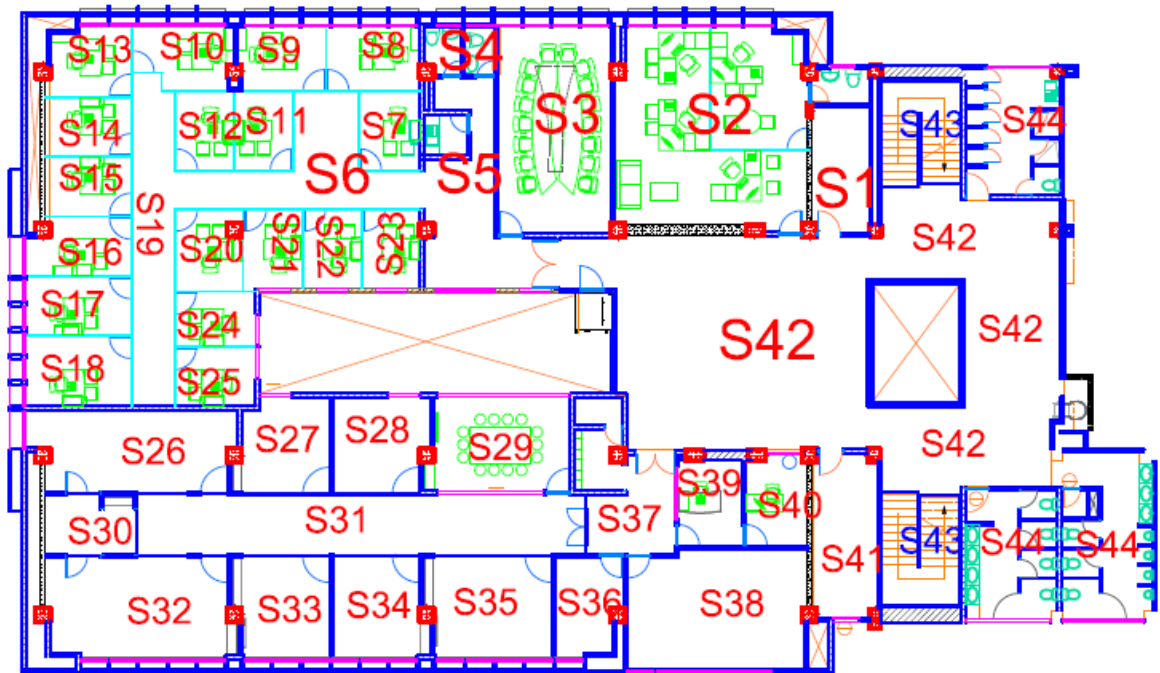


Tabla 43. Niveles de iluminación piso 5, edificio Roberto Serpa Flórez.

PISOS	SUB-AREAS	NIVEL DE ILUMINANCIA (lx) Eprom	UNIFORMIDAD (Emin/Eprom)	% CUMPLIMIENTO ((Eprom/Emed)*100)
PISO 5	S2	724,870	0,605	144,974
	S3	688,930	0,492	137,786
	S4	127,896	0,598	85,264
	S5	134,675	0,643	134,675
	S6	132,578	0,744	132,578
	S7	592,580	0,548	118,516
	S8	497,640	0,615	99,528
	S9	710,120	0,618	142,024
	S10	637,980	0,494	127,596
	S11	583,570	0,534	116,714
	S12	798,650	0,733	159,730
	S13	725,370	0,717	145,074
	S14	697,170	0,461	139,434
	S15	650,210	0,531	130,042
	S16	805,170	0,742	161,034
	S17	468,130	0,645	93,626
	S18	510,030	0,594	102,006
	S19	145,765	0,682	145,765
	S20	637,480	0,490	127,496
	S21	612,150	0,518	122,430
	S22	610,870	0,528	122,174
	S23	705,100	0,576	141,020
	S24	757,680	0,588	151,536
	S25	745,130	0,580	149,026
	S26	723,350	0,673	144,670
	S27	703,450	0,474	140,690
	S28	667,310	0,486	133,462
	S29	603,450	0,504	120,690
	S30	604,750	0,558	120,950
	S31	140,543	0,779	140,543
	S32	538,970	0,560	107,794
	S33	525,370	0,663	105,074
	S34	637,450	0,490	127,490
	S35	645,280	0,539	129,056
S36	631,580	0,648	126,316	
S37	682,190	0,598	136,438	
S38	519,820	0,615	103,964	
S39	569,870	0,563	113,974	
S40	439,490	0,690	87,898	
S41	499,980	0,610	99,996	
S42	138,342	0,727	138,342	
S43	124,876	0,812	83,251	
S44	115,344	0,812	76,896	

Análisis luxómetro Roberto Serpa Flórez

Según los datos recopilados en las mediciones, encontraron áreas que están por fuera de los niveles establecidos por el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP) consignados en la tabla 35 de iluminación en diferentes áreas; en baños, pasillos y escaleras: D10 hasta D13 y G6 para este caso estas áreas están por encima del nivel máximo de iluminancia debido a que presenta exceso de intensidad lumínica suministrada por fuentes externas.

De manera similar encontramos salones de clase: D3, D5, D7, F2, F3, F4, F5, F7, F9, F10, G2, G3, G4, G5, G7, G9, R2, S12 y S16, donde sus datos superan los límites máximos de iluminación.

8.3. 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 y transformadores, con el fin de detectar anomalías y riesgos de calentamiento en una fase temprana.

Este tipo de análisis permite documentar y corregir de forma preventiva posibles problemas de funcionamiento del equipo, evitando así presentar mayores daños y por consiguiente costos de reparación innecesarios.

La inspección se realizó el día 20 de Noviembre de 2015 en el edificio de Morfopatología y Roberto Serpa Flórez a una temperatura ambiente de 28°C. Las imágenes fueron tomadas con una cámara térmica Fluke Ti32 y analizadas con ayuda del software SmartView, la prueba fue realizada a las subestaciones de dichos edificios y tableros de distribución.

En muchos de los casos la termografía permite tomar acción rápida para solucionar problemas antes de que ocurran averías, también permite reducir

considerablemente las pérdidas energéticas; una de las características a la hora de la medición es la emisividad que varía respecto a la propiedad de la superficie.

Según los artículos y guías consultadas nos muestran rangos de valores que varían según la superficie y la temperatura del objeto, para la toma termográfica se utilizaron dos valores diferentes, uno que se tomó para el caso de los tableros de baja tensión donde cuentan con conductores encauchetados, para este caso la emisividad fue de 0,94; para el caso de transformadores con superficies pintadas la emisividad registrada fue de 0,92²³ que oscila entre los valores estipulados.

El criterio utilizado en la valoración de cada muestra tomada se observa en la tabla 44, se tomó de referencia el punto más caliente y el punto mínimo de temperatura existente en el objeto, optando por un delta de temperatura que indica el estado en que se encuentra.

Las actuaciones según el nivel de urgencia se muestran en la tabla 45.





Tabla 44. Escala de Temperatura para el análisis de resultados.

EXCESO DE TEMPERATURA ΔT	CONSIDERACIONES	CONDICIÓN
1°C a 10°C (32 °F a 50°F)	Medidas correctivas deben ser tomadas en el próximo mantenimiento programado.	Incipiente
10°C a 20°C (50°F a 68°F)	Se deben tomar medidas correctivas cuando el proceso lo permita, antes de tres (3) meses.	Moderada
20°C a 35°C (68°F a 95°F)	Medidas correctivas son requeridas tan pronto sea posible, antes de treinta (30) días.	Seria
35° o superior (95°F o superior)	Indicación de componentes a punto de falla. Se requiere medidas correctivas inmediatas	Crítica

²³ Testo. Termografía, guía de bolsillo. 2008
Disponible en internet: URL:<http://www.testo.com>.

CÓDIGO DE PRIORIDADES

Tabla 45. Código de prioridades según su estado.

	Estado Normal
	Planificar reparación para corregir problemas indicados
	Reparar tan pronto sea posible
	Reparación Inmediata

Equipo termográfico utilizado

Cámara termográfica: es un tipo de cámara que crea una imagen con luz infrarroja conocido también como imágenes térmicas, que registran longitudes de onda de la luz invisibles para el ojo humano, esta imagen muestra donde se encuentra una fuente de calor y cuanto calor está produciendo respecto a los objetos alrededor de ella, detectando intensidades superiores e inferiores de infrarrojos en la superficie.

Para el análisis termográfico se utilizó una cámara Fluke TI32, mostrada en la figura 47, y en la tabla 46 se encuentran las especificaciones características del equipo.

Figura 47. Cámara termográfica Ti32



Tabla 46. Características generales de la cámara termográfica Fluke Ti32.

ESPECIFICACIONES	
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)
Corrección de Emisividad en la pantalla	SI
Fundido de las imágenes de luz visible e infrarroja con alineación automática	SI
Pantalla totalmente infrarroja	Visualización de tres niveles de fusión de IR en pantalla LCD
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
Alarma de color (alarma de temperatura)	Alarma de temperatura alta (seleccionable por el usuario)

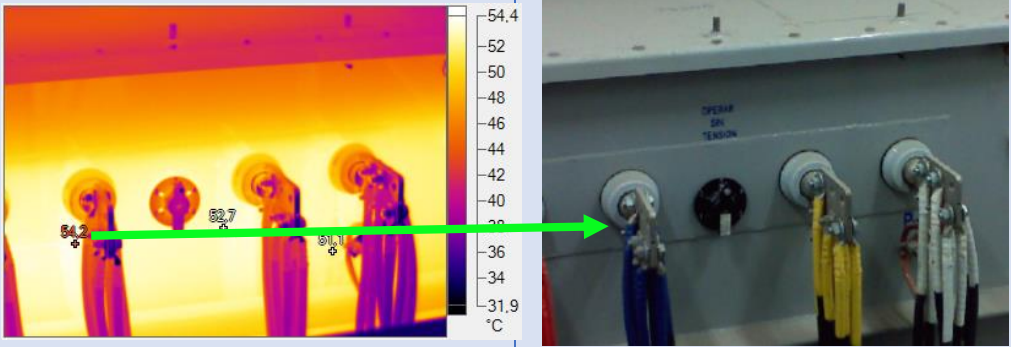
Análisis Termográfico

El modo de empleo de este equipo es muy similar a una cámara convencional, en este caso se debe verificar o ajustar el nivel térmico, registrar la emisividad adecuada para la superficie, el rango de temperaturas, ajustar el enfoque adecuado e indicar el cursor donde se está presentando la falla, finalmente se captura la imagen.

Se registran los siguientes eventos medidos según lo establecido en la tabla 44:

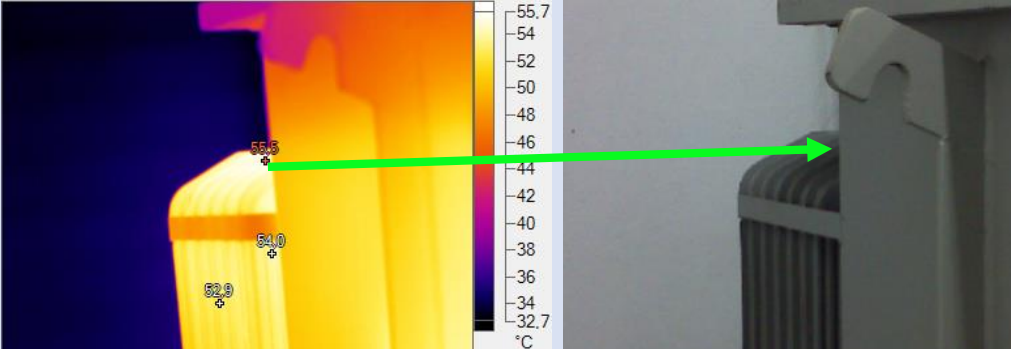
- TRANSFORMADOR 500 kVA

Tabla 47. Bornes de baja tensión y cuba del transformador de 500 kVA.



Cuba	Información de la Imagen	Diagnóstico (ΔT)
Emisividad	0,92	Se observa una temperatura de funcionamiento dentro del rango normal.
Temperatura de fondo	20,0 °C	
Transmisión	1,0	
Rango de imagen	32,1 °C a 54,2 °C	
Temperatura Promedio	47,0 °C	
Recomendación: Monitorear periódicamente (Menos de seis meses)		●

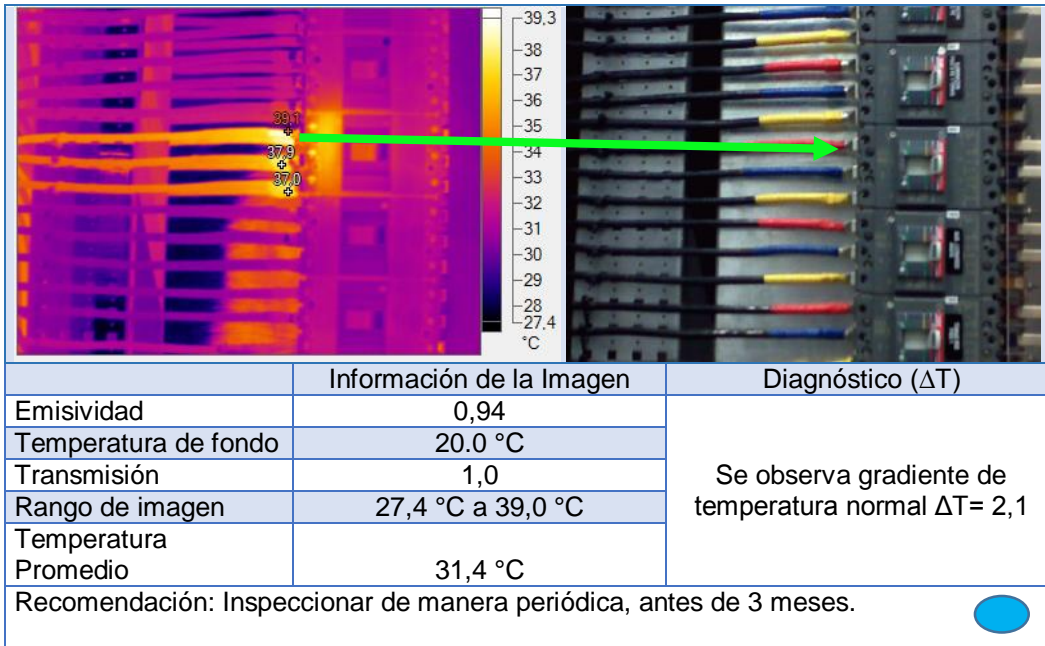
Tabla 48. Radiador del transformador de 500 kVA.



Radiador	Información de la Imagen	Diagnóstico (ΔT)
Emisividad	0,92	Temperatura de funcionamiento del radiador normal
Temperatura de fondo	20,0 °C	
Transmisión	1,0	
Rango de imagen	33 °C a 55,5 °C	
Temperatura Promedio	43,0 °C	
Recomendación: Monitorear periódicamente (Menos de seis meses)		●

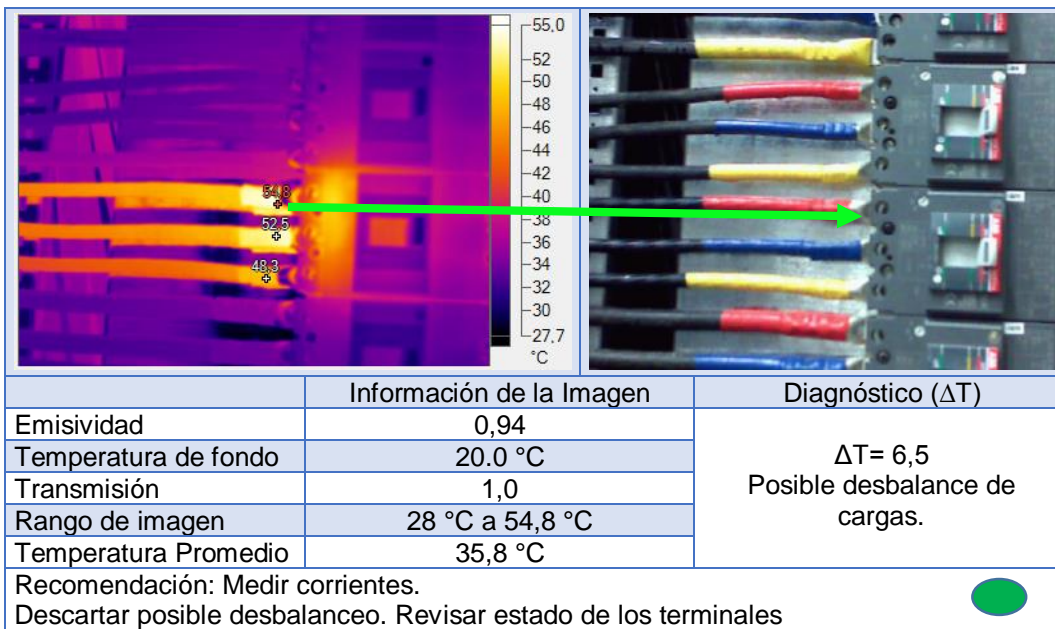
- Tablero de distribución TGBT 5 tabla II

Tabla 49. Niveles de temperatura en el tablero de distribución.



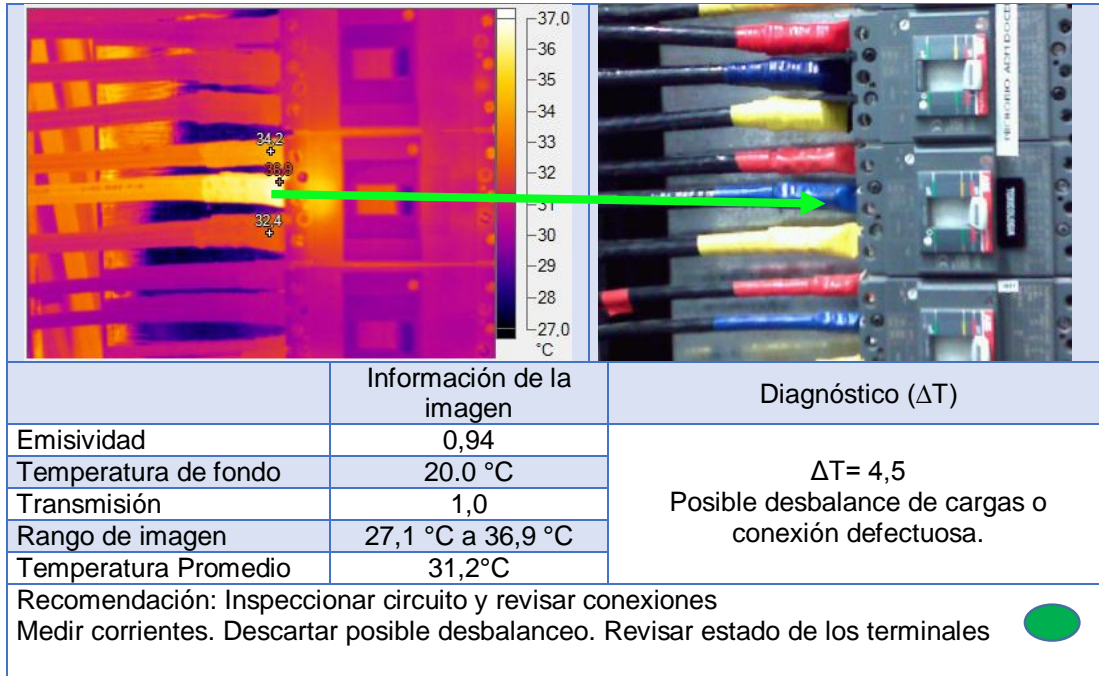
- Tablero de distribución TGBT6 - Q11

Tabla 50. Niveles de temperatura en el tablero de distribución.



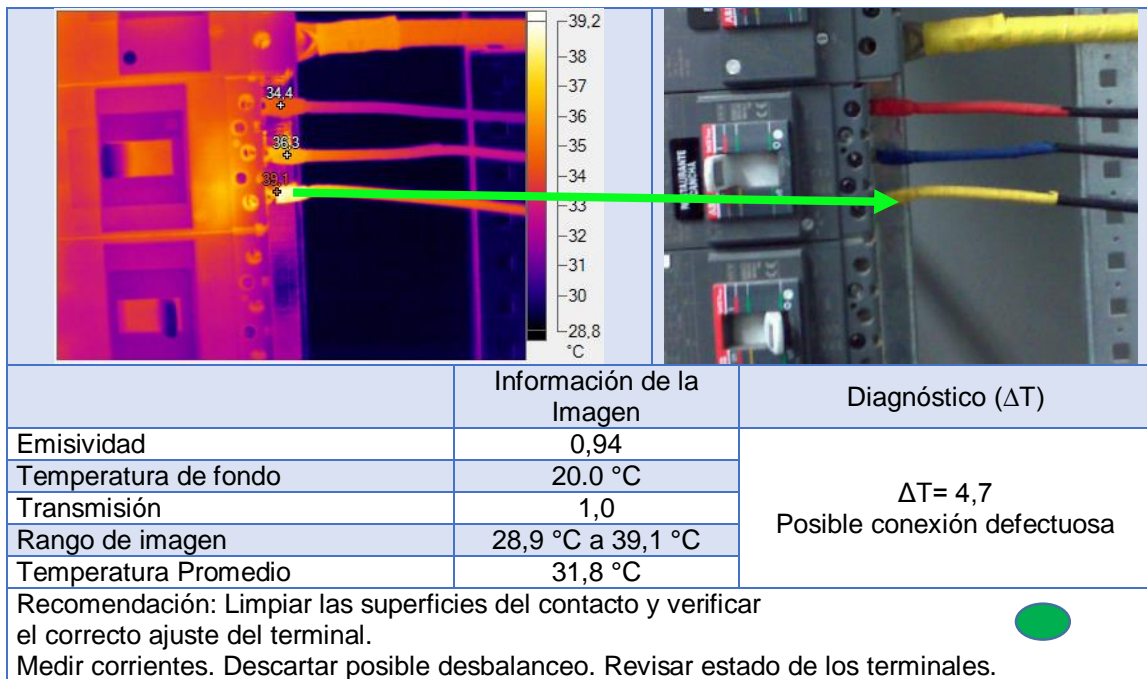
- Tablero de distribución circuito de Toxicología TGBT6

Tabla 51. Niveles de temperatura circuito de Toxicología.



- Tablero de distribución TGBT6 circuito Restaurante Cancha (Cafetería)

Tabla 52. Niveles de temperatura circuito Restaurante Cancha.



TRANSFORMADOR 225 kVA

Tabla 53. Borneras del transformador 225 kVA de Baja y Alta tensión.

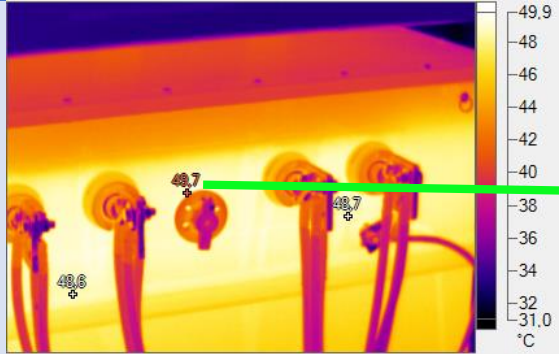

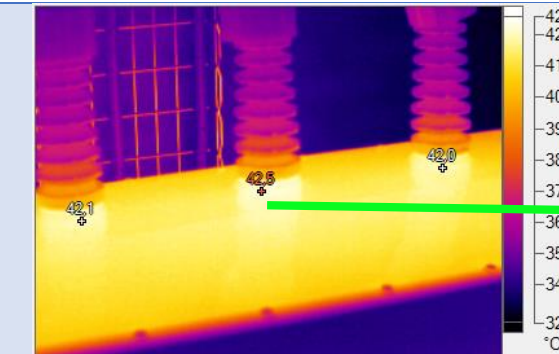
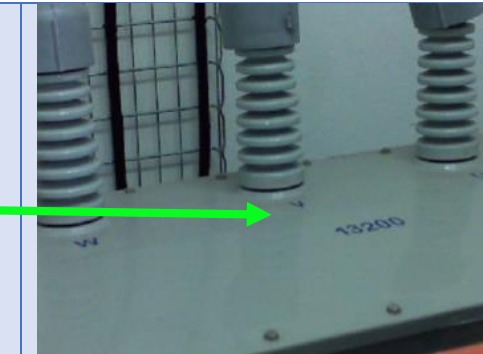
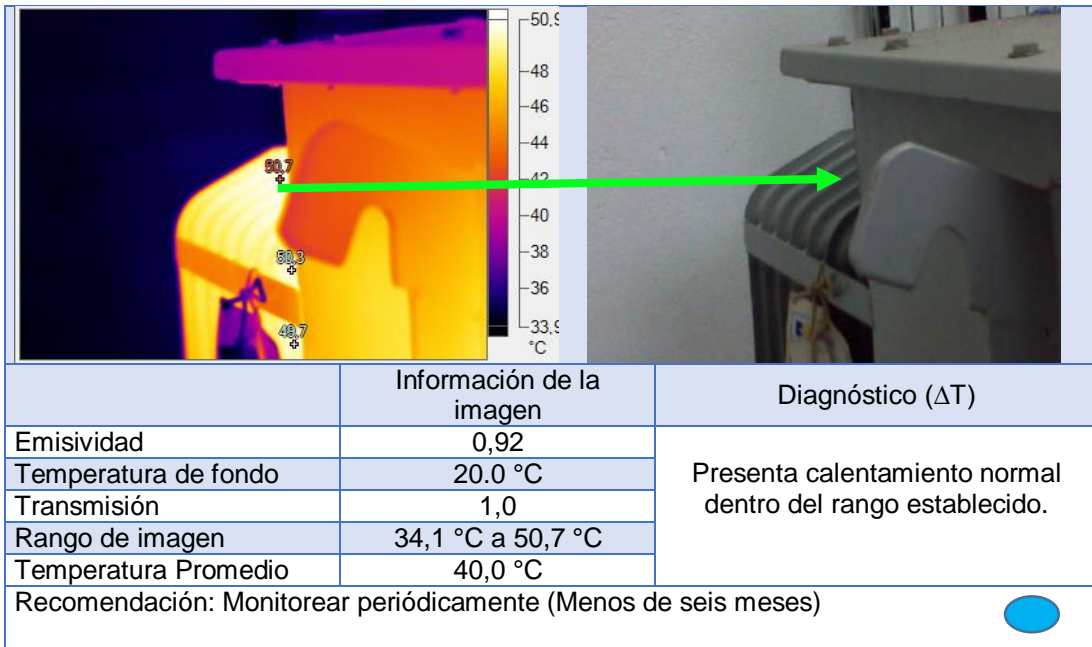
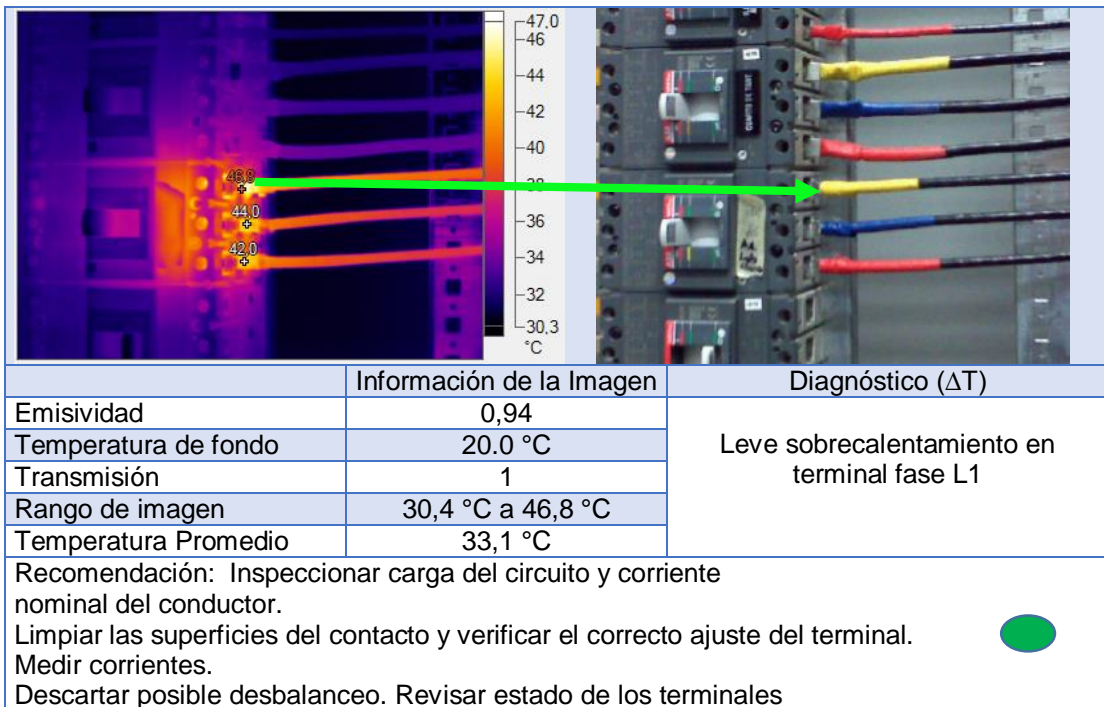
		
Bornes en baja Tensión	Información de la Imagen	Diagnóstico (ΔT)
Emisividad	0,92	Se observa una temperatura de funcionamiento dentro del rango normal. $\Delta T = 1,1$
Temperatura de fondo	20,0 °C	
Transmisión	1,0	
Rango de imagen	31,2°C a 49,7 °C	
Temperatura Promedio	42,9 °C	
Recomendación: Monitorear periódicamente (Menos de seis meses)		●
		
Bornes en Alta Tensión	Información de la imagen	Diagnóstico (ΔT)
Emisividad	0,92	Rango de temperatura de funcionamiento normal.
Temperatura de fondo	20,0 °C	
Transmisión	1,0	
Rango de imagen	32,9 °C a 42,5 °C	
Temperatura Promedio	37,6 °C	
Recomendación: Monitorear periódicamente (Menos de seis meses)		●

Tabla 54. Radiador transformador de 225 kVA.



- Tablero de Distribución TGBT2, circuito de Laboratorio Clínico

Tabla 55. Niveles de temperatura en el tablero de distribución Laboratorio Clínico.



8.4. CALIDAD DE POTENCIA ELÉCTRICA

La calidad de potencia eléctrica se define como el suministro de energía eléctrica a los equipos y dispositivos con las características y condiciones adecuadas que les permita mantener su continuidad sin que se afecte su desempeño ni provoque fallas a sus componentes, es decir 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.

En la actualidad cada vez es más extendido el uso de equipos electrónicos sensibles y continuamente las velocidades de procesamiento se incrementan, por lo que es indispensable que las instalaciones se realicen con apego a las normas, se cuente con equipos de protección adecuado y se reduzcan las perturbaciones en el sistema eléctrico, para lo cual es importante establecer una coordinación entre la compañía suministradora, los fabricantes de equipos y los usuarios²⁴

En la sección se evidencia los estudios de variables registradas por el analizador de redes, según los datos recopilados se evalúan posibles anomalías que afectan la calidad de energía eléctrica.

En el diagnóstico energético que se presenta se tomaron como base las normas IEEE 519²⁵, NTC 5000²⁶ y NTC 5001²⁷, donde se detallan los valores de referencia de energía eléctrica. En la tabla 56 se resumen los parámetros primordiales de dichas normas.

²⁴ Programa de ahorro y energía, distorsión armónica. Disponible en internet: URL:<http://www.waterymex.org/contenidos/rtecnicos/Optimizando%20la%20Operacion%20y%20eI%20Mantenimiento/Calidad%20de%20la%20Energia.pdf>.

²⁵ IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality (IEEE Std. 1159-1995). Institute of Electrical and Electronics Engineers. ISBN 1- 55937-549-3. Estados Unidos, 1995.

²⁶ Norma Técnica Colombiana NTC 5000. Calidad de la Potencia Eléctrica -CPE-. Definiciones y Términos Fundamentales. Icontec 2013-02-20

²⁷ Norma Técnica Colombiana NTC 5001. Calidad de la Potencia Eléctrica. Límites y Metodología de Evaluación en Punto de conexión Común. Icontec 2008-05-28

Tabla 56. Valores de referencia de calidad de energía eléctrica.

VALORES DE REFERENCIA - CALIDAD DE ENERGÍA		
PARÁMETRO	VALOR NOMINAL	VALOR ACEPTADO
Tensión en corriente alterna	> 220 V kV(EAT) 200 kV ≤ (AT) ≥ 57,5 kV 57,5 kV < (MT) > 1000 V 1000 V ≤ (BT) ≥ 25 V	Rango + 10 % y -10% Para baja y media tensión según CREG 024.(modificación CREG 070-98)
Frecuencia	60 Hz	59,8 y 60,2 Hz
Armónicos de tensión (THDv)	120 V < Vn ≤ 69 kV	5,00%
	69 kV < Vn ≤ 161 kV	2,50%
	Vn > 161 kV	1,50%
Distorsión de Corriente (desde 120 V hasta 69 kV)	Relación Icc / IL < 20	5,0 TDD (Distorsión Total de Demanda)
	Relación Icc / IL 20 -50	8,0 TDD
	Relación Icc / IL 50 - 100	12,0 TDD
	Relación Icc / IL 100 - 1000	15,0 TDD
	Relación Icc / IL > 1000	20,0 TDD
Desbalance de Tensión	Tensión > 62 kV	≤ 1,5 %
	Tensión < 62 kV	≤ 2,0 %
Desbalance de Corriente	Tensión > 62 kV	≤ 5 %
	Tensión < 62 kV	≤ 20 %
Factor de Potencia	Inductivo	0,9 ≤ fp ≤ 1
	Capacitivo	0,9 ≤ fp ≤ 1
Flicker	Tensión > 69 kV	0,8 p.u Pit
	Tensión < 69 kV	1,0 p.u Pit

Equipo utilizado.

Para el estudio se utilizó el analizador de redes marca Dranetz Power Visa 440 mostrado en la figura 48 y sus especificaciones técnicas se observan en la tabla 57, diseñados para analizar el suministro en instalaciones eléctricas.

Estos equipos poseen una potente interfaz de usuario que permiten visualizar formas de onda y transitorios, realizar medidas de tensión, intensidad, frecuencia, potencia activa, reactiva, aparente, factor de potencia, energía, armónicos,, interarmónicos, flicker, desequilibrios, etc., así como visualizar y analizar los eventos registrados.²⁸

²⁸ Calidad energética. Analizadores Dranetz. Disponible en internet: [url:http://calidadenergetica.blogspot.com.co/2012/06/analizadores-dranetz.html](http://calidadenergetica.blogspot.com.co/2012/06/analizadores-dranetz.html).

Figura 48. Analizador de redes



Tabla 57. Especificaciones técnicas analizador Power Visa 440.

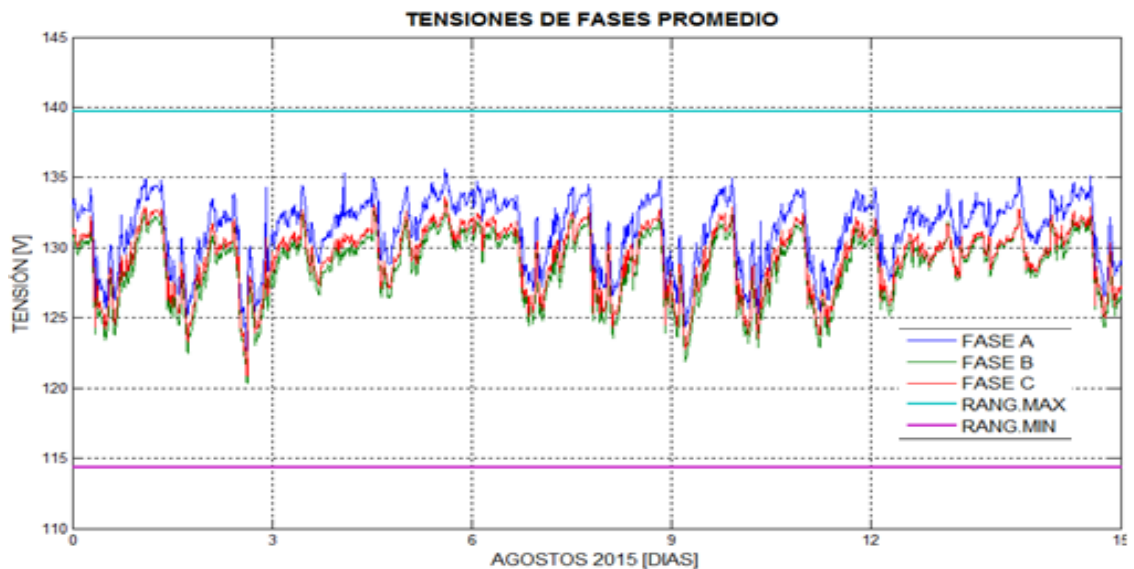
Especificaciones	Power Visa 440
Marca	Dranetz
Medición de tensión	4 entradas diferenciales, 1- 600 Vrms, AC / DC, 0.1% rdg + 0,05% FS, 256 muestras / ciclo, 16 bits ADC
Medición de corriente con CTs	4 entradas con CTs 1-6000 Arms, CT-dependientes, AC/ DC, 256 muestras/ciclo, 0.1% rdg + CTs, 16 bit ADC
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)

El equipo se instaló por un periodo de quince días en cada uno de los transformadores y registraba la medida en intervalos de (10) diez minutos. En el transformador del Roberto Serpa Flórez el lapso fue desde el 24 de agosto de hasta el 7 de septiembre de 2015 y en el transformador de Morfopatología el tiempo fue desde el 4 de agosto hasta el 17 de agosto de 2015, las mediciones se realizaron en completa normalidad académica.

8.4.1. Perfiles de tensión. El comportamiento de las tensiones durante el periodo de muestreo realizado por el analizador de redes en el transformador de Morfopatología y Roberto Serpa Flórez se muestra en la figura 49 y del transformador del Roberto Serpa Flórez en la figura 50.

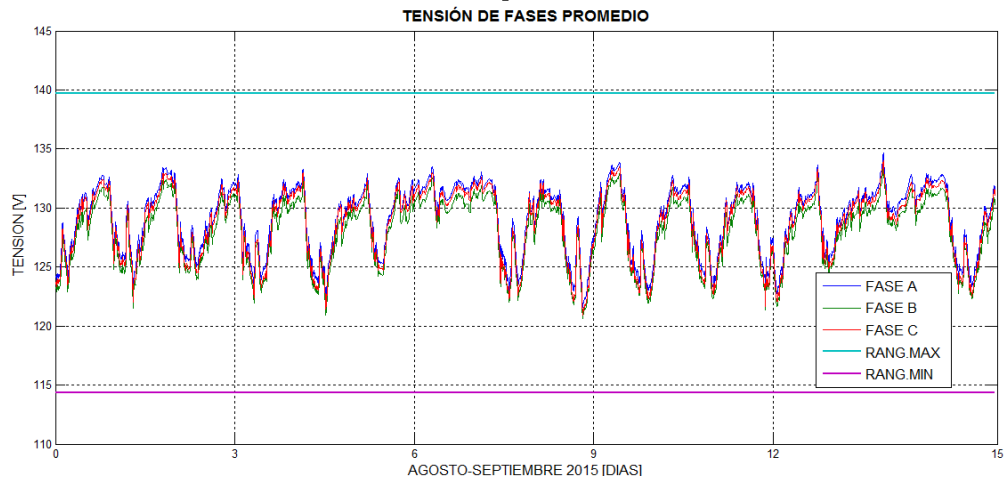
En ningún momento se presenta interrupción del servicio de energía en los edificios de estudio; las fases no presentan mayor desbalance y las dos situaciones analizadas no manifiestan sobretensión.

Figura 49. Tensión promedio de fases, transformador Morfopatología.



En la figura 49 las tensiones de fase promedio presentan variaciones dentro de un rango de normal operación cercano al 16% con respecto a la tensión nominal del transformador, por otra parte en la figura 50 la anomalía es de 31% con relación a la tensión nominal del transformador.

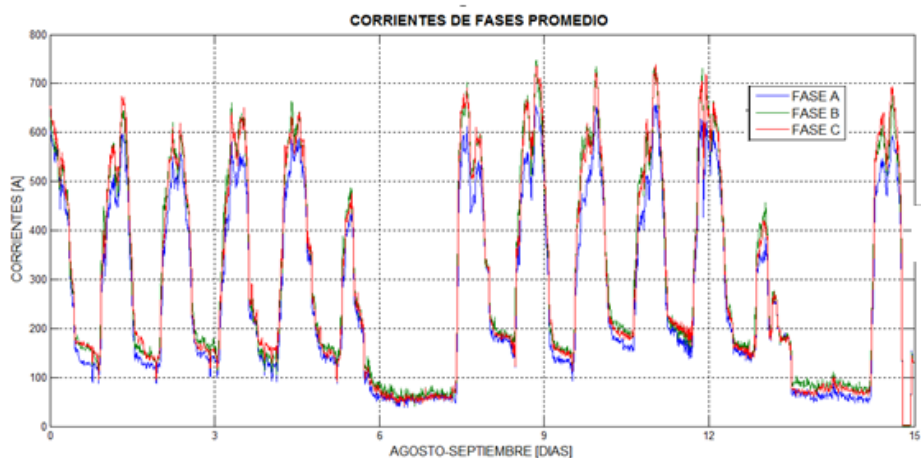
Figura 50. Tensión promedio de fases, transformador Roberto Serpa Flórez.



Las tensiones de fase promedio en el transformador del edificio Morfopatología tienen un valor de 129,75 [V], mientras que en el transformador del edificio Roberto Serpa Flórez es de 128,60 [V]. Según la información recopilada y observaciones de cada una de las gráficas se evidencia que no superan los límites establecidos en la tabla 56 según la CREG 024. (Modificación 070-98).

8.4.2. Perfiles de corriente. Las corrientes que circulan por cada uno de las fases de los transformadores presentan conductas que se observan en las figuras 51 y 52.

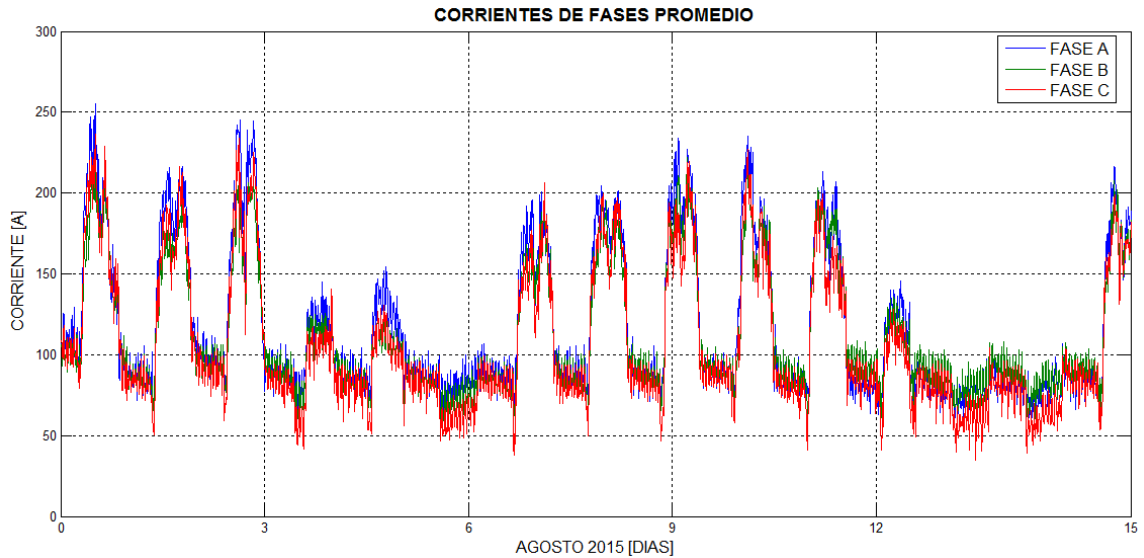
Figura 51. Corrientes promedio de fases transformador Roberto Serpa Flórez



En la figura 51 en determinados periodos se observa caída de corriente en las fases de 28% con relación a la corriente nominal del transformador, esto se debe a la baja carga concentrada específicamente los fines de semana donde el flujo de personal es bajo.

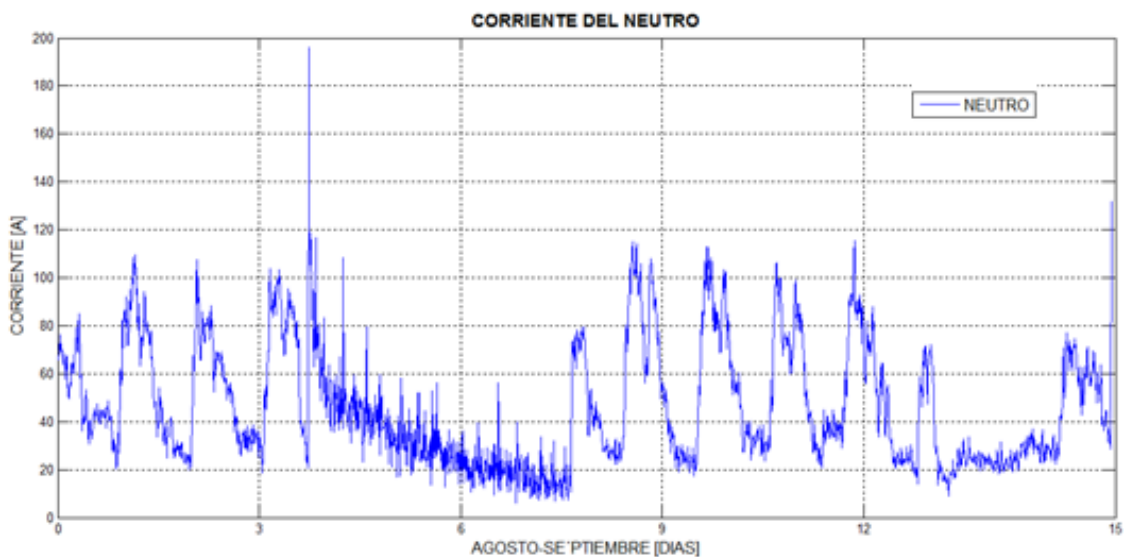
Mientras que en la figura 52 se presente el mismo caso anterior pero con un promedio de 33% con relación a la corriente nominal de su respectivo transformador.

Figura 52. Corrientes promedio de fase, transformador Morfopatología.



En el transformador del edificio de Morfopatología las corrientes medidas de fase están dadas por: $A=117,50$ [A], $B=112,60$ [A] y $C=107,296$ [A], en el neutro se presenta una corriente del 20% del valor de las corrientes promedio de las fases con un valor de 22,479 como se observa en la figura 54, aunque las fases se encuentran balaceadas se presenta una corriente alta por el neutro. Las corrientes por fase no superan el límite de corriente nominal ($I_n= 590,4$ A) del transformador.

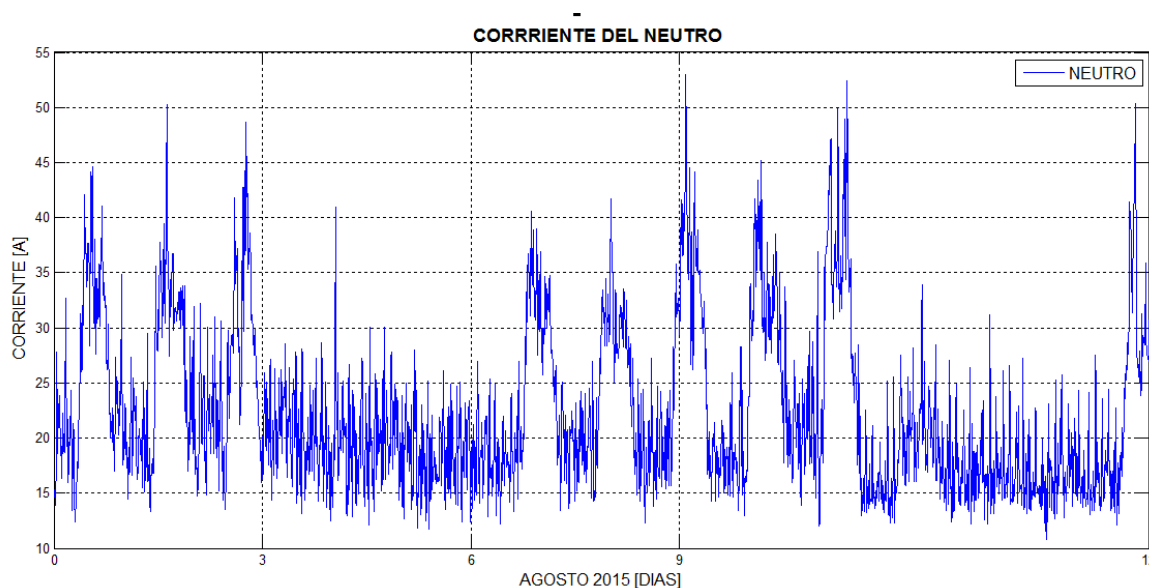
Figura 53. Corriente del neutro, transformador Roberto Serpa Flórez.



Las corrientes de fase promedio para el transformador del edificio Roberto Serpa Flórez son: A= 267,72 [A], B= 302,55 [A] y C= 300 [A], se observa que la fase A se encuentra en desbalance con respecto a la fase B y C generando una corriente en el neutro del 15% de las corrientes por fase, con un valor promedio 46 [A] como se observa en la figura 53, las fases se encuentran en el rango de la corriente nominal del transformador ($I_n = 1812,1$ A).

Continuando con el análisis se encontró un valor anormal cercano a 3,18 veces el valor promedio de la corriente del neutro en un intervalo de tiempo muy corto. Esta fluctuación no representa peligros en el sistema eléctrico del edificio.

Figura 54. Corriente del neutro, transformador Morfopatología.



El transformador de Morfopatología cuenta con (4) cuatro conductores por fase de calibre THW # 500 MCM lo mismo que en el neutro, dichos conductores tienen una capacidad de corriente de 380 [A] cada uno, lo cual suma una capacidad total de 1520 [A]; mientras que el transformador del Roberto Serpa Flórez cuenta con el

mismo calibre de los conductores del transformador de Morfopatología pero con (6) seis conductores por fase al igual que el neutro y suman una capacidad de corriente total de 1900 [A].

8.4.3. Frecuencia. La frecuencia es un elemento primordial que se estudia en la calidad de energía eléctrica, ya que permite tener un sistema estable entre la generación y el consumo en tiempo real. En la tabla 56 se estipula los rangos mínimos y máximos de frecuencia que se encuentran entre 59,8 y 60,2 Hz.

Figura 55. Frecuencia del transformador edificio de Morfopatología.

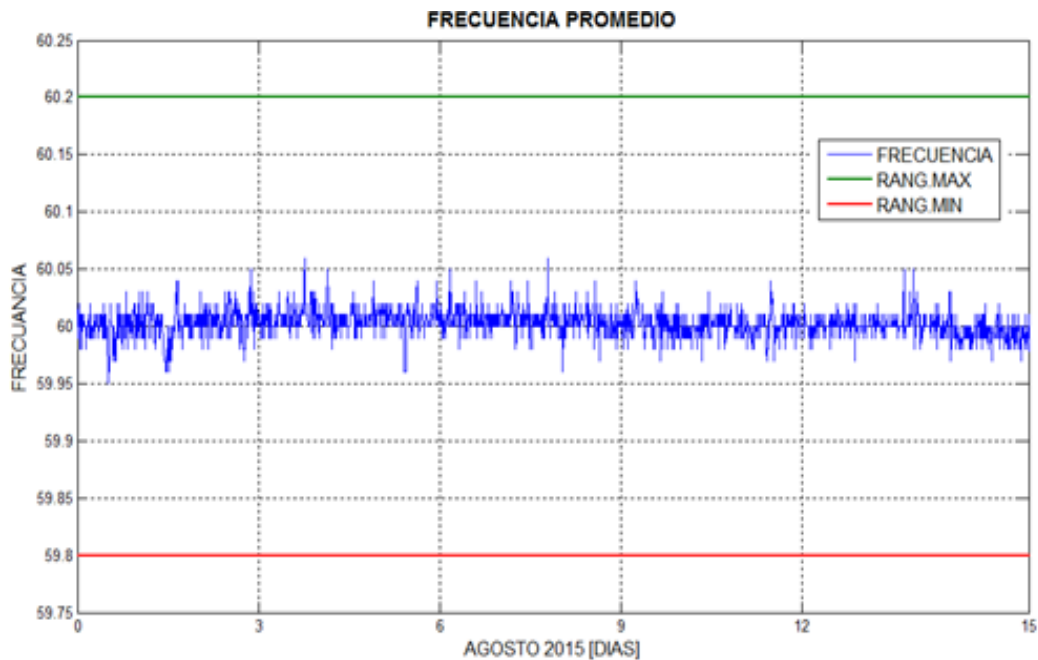
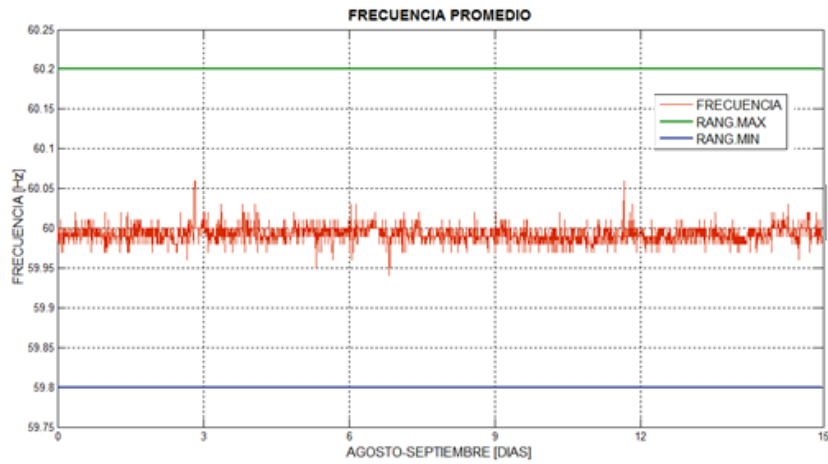


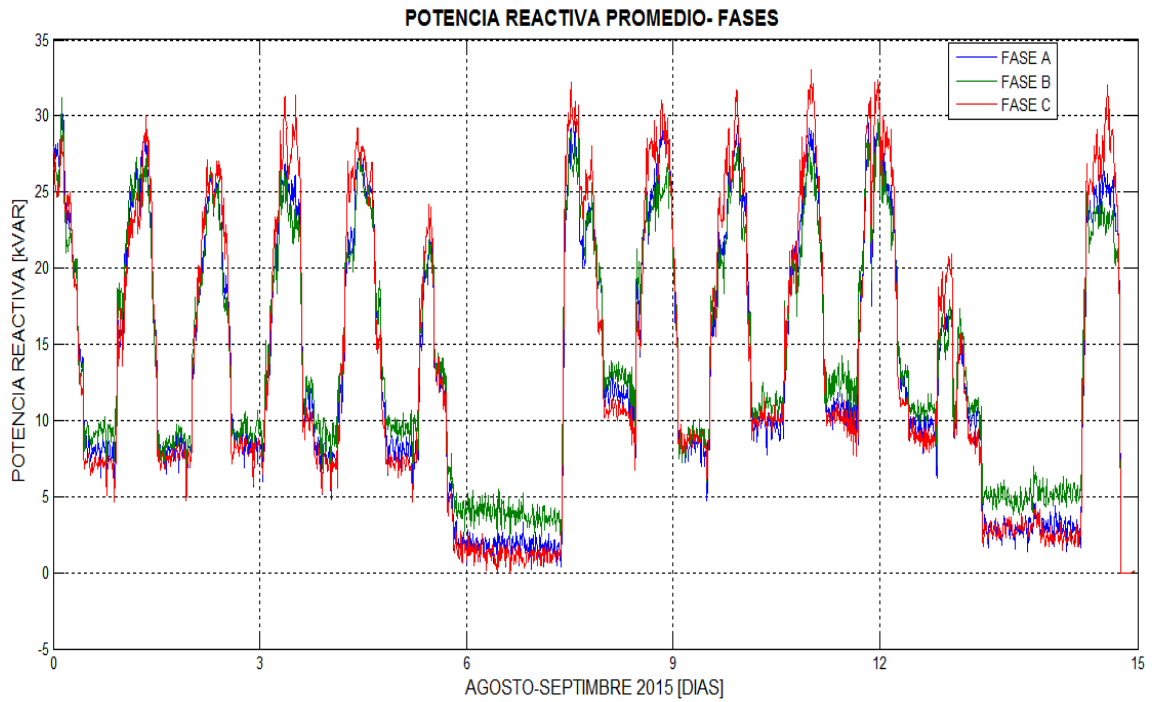
Figura 56. Frecuencia del transformador edificio Roberto Serpa Flórez



En la figuras 55 y figura 56 correspondientes al comportamiento de la frecuencia de cada transformador, evidenciando que los valores se encuentran dentro de los límites establecidos en la norma, por lo cual no es necesario plantear ninguna recomendación.

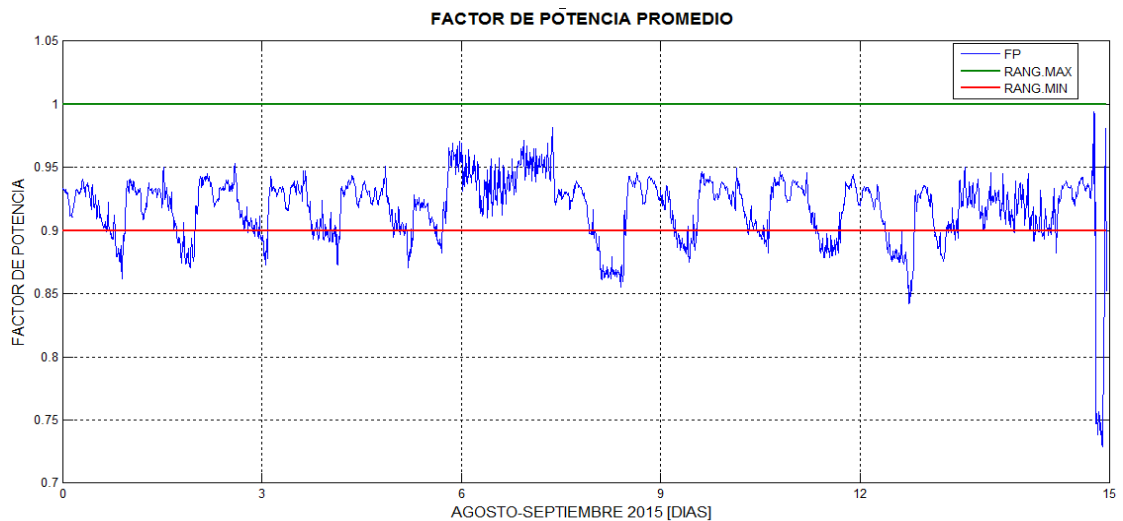
8.4.4. Factor de potencia y potencia reactiva. Según los valores aceptados por la CREG en la resolución 009 de 1996 en donde sintetiza que los consumidores tipo residencial que presenten un factor de potencia inferior a 0,9 inductivo será impuesta una penalización. A continuación se muestra en detalle el comportamiento del factor de potencia y potencia reactiva para cada uno de los transformadores de los edificios.

Figura 57. Potencia reactiva del transformador Roberto Serpa Flórez



El comportamiento de potencia reactiva para el transformador del Roberto Serpa Flórez presenta una conducta inductiva en las tres fases evidenciado en la figura 57 con un valor de potencia reactiva máxima en fase C de 33 [kVAR].

Figura 58. Factor de potencia del transformador Roberto Serpa Flórez



En la figura 58 se muestra el perfil de factor de potencia donde se observa que un 21,9% de las muestras se encuentran por debajo del rango mínimo establecido durante el tiempo de medición.

Figura 59. Potencia reactiva del transformador Morfopatología.

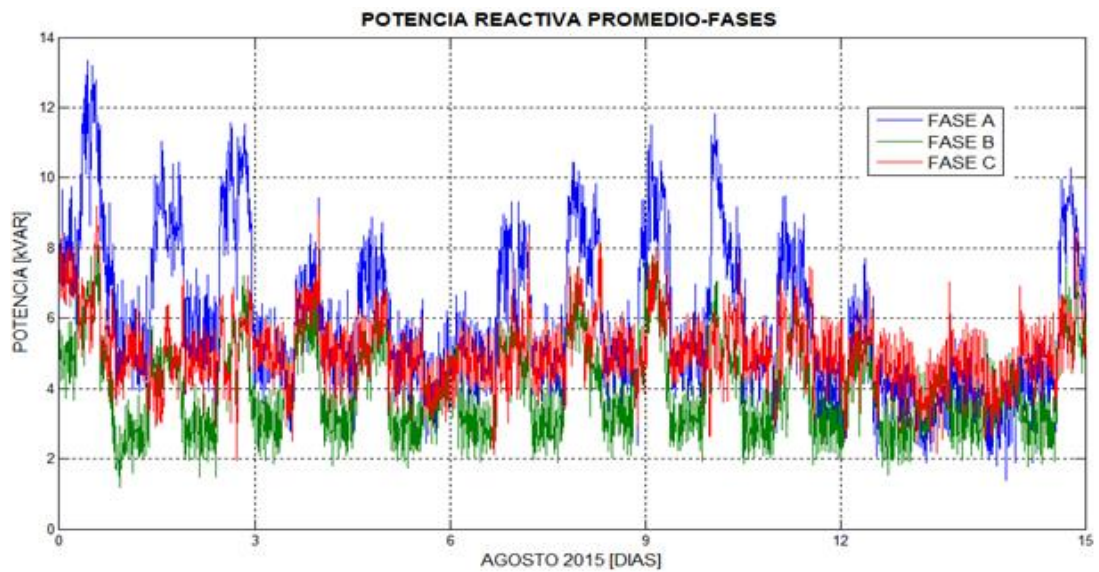
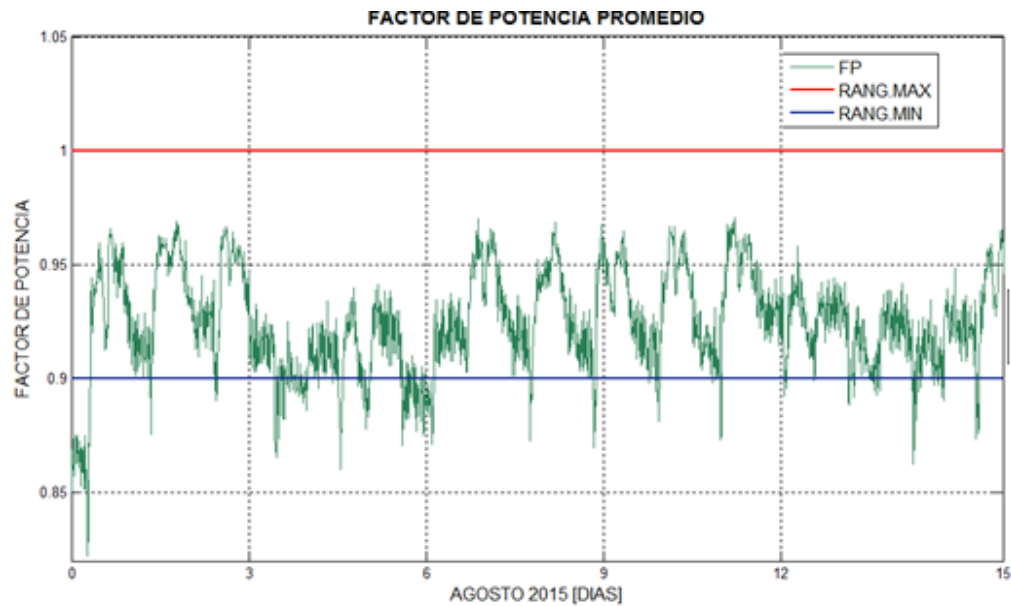


Figura 60. Factor de potencia del transformador Morfopatología



En el transformador del edificio de Morfopatología, la potencia reactiva máxima se presenta en la fase A con un valor de 13,65 [kVAr] que se observa en la figura 59. El factor de potencia presenta un comportamiento inductivo por fuera de los límites estipulados en la tabla 56, esto se observa en la figura 60 donde un 12,24% de las muestras se encuentran por debajo del rango mínimo establecido durante el tiempo de medición y que corresponden en su mayoría a picos momentáneos.

Es necesario realizar un plan de mejora continua para disminuir el consumo de reactiva y a su vez corregir el factor de potencia, lo cual impacta directamente en la calidad de energía.

8.4.5. Distorsión armónica de Tensión y Corriente. Cuando la tensión o la corriente de un sistema eléctrico tienen perturbaciones respecto a la forma de onda senoidal, se dice que la señal está distorsionada. La distorsión puede ser ocasionada por:

- Fenómenos transitorios, tales como arranque de motores, conmutación de capacitores, efectos de tormentas o fallas por cortocircuito entre otras.
- Condiciones permanentes que están relacionadas con armónicos de estado estable. En los sistemas eléctricos es común encontrar que las señales tendrán una cierta distorsión que cuando es baja, no ocasiona problemas en la operación de equipos y dispositivos. Existen normas que establecen los límites permisibles de distorsión, dependiendo de la tensión de operación y de su influencia en el sistema.²⁹

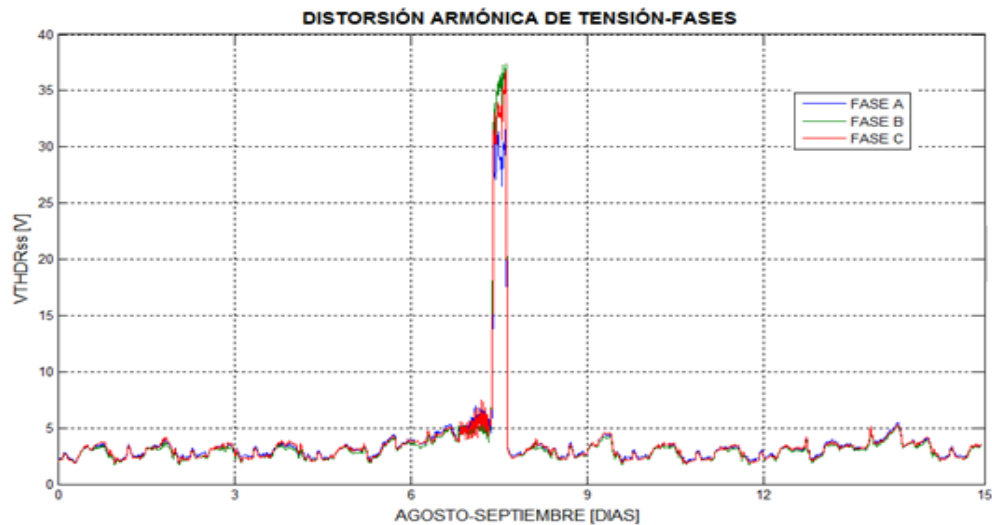
²⁹ Programa de ahorro de energía. Distorsión armónica
<url:<http://www.waterymex.org/contenidos/rtecnicos/Optimizando%20la%20Operacion%20y%20el%20Mantenimiento/Distorsion%20Armonica.pdf>>.

En la tabla 58 se muestra la distorsión armónica por fase del transformador del edificio Roberto Serpa Flórez para un periodo de 15 días. Basados en el Estándar IEEE 519 – 1992, se observa en la tabla 56 los niveles de tensión donde está consignado que el nivel de distorsión armónica no debe exceder el 5% del valor nominal, esto concluye que para el transformador del edificio Roberto Serpa Flórez cumple con lo expresado anteriormente.

Tabla 58. Distorsión armónica total de tensión del transformador Roberto Serpa Flórez.

Distorsión armónica total		
Fase	THD [V]	% Distorsión
A	3,59	2,83
B	3,48	2,74
C	3,59	2,83

Figura 61. Diagrama de distorsión armónica de tensión del transformador del edificio Roberto Serpa Flórez.



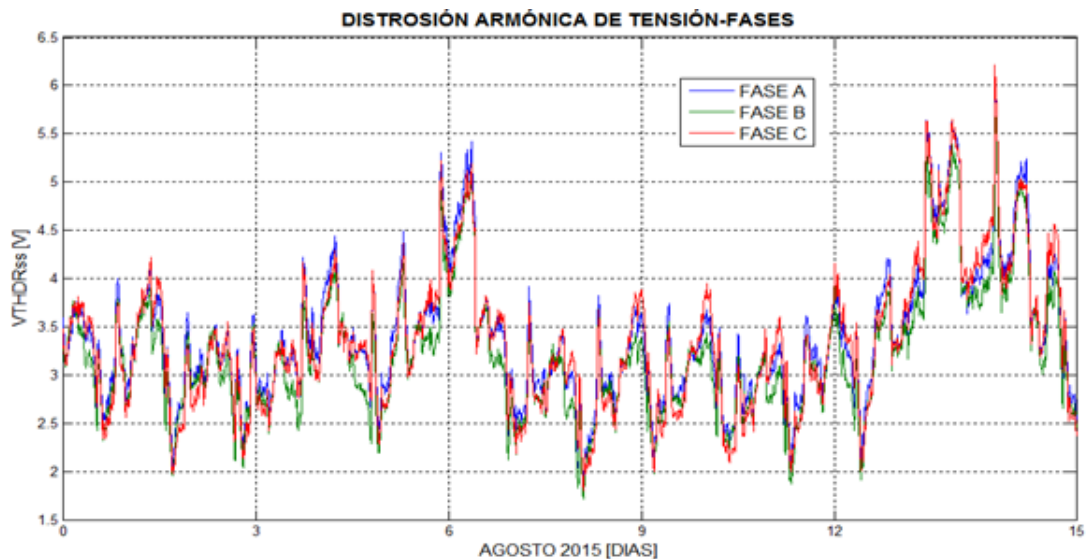
En la figura 61 se muestra la gráfica de distorsión armónica de tensión del transformador del edificio Roberto Serpa Flórez, donde los valores de distorsión varían dentro de los límites.

Para un periodo corto de tiempo se presentó posiblemente una falla de cortocircuito que incrementó la distorsión en un 10%, excediendo el límite permitido y regresando a la normalidad después de pasar la falla.

Tabla 59. Distorsión armónica total de tensión del transformador de Morfopatología

Distorsión armónica total		
Fase	THD [V]	% Distorsión
A	3,59	2,68
B	3,48	2,53
C	3,59	2,63

Figura 62. Diagrama de distorsión armónica de tensión del transformador del edificio de Morfopatología.



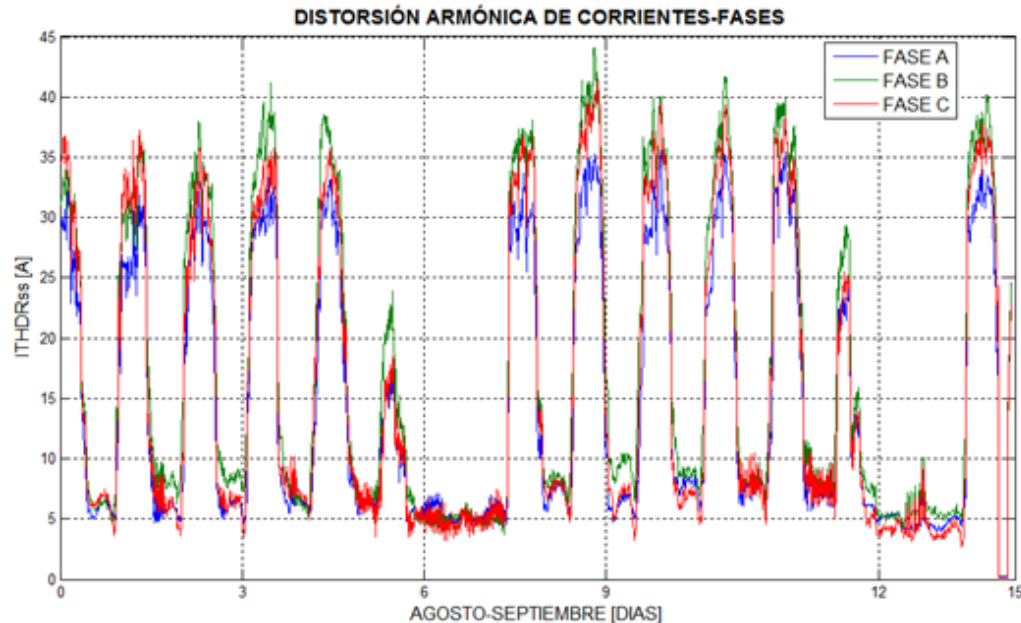
En la figura 62 se muestra la gráfica de distorsión armónica de tensión del transformador del edificio de Morfopatología analizado en un periodo de dos semanas. En la tabla 59 se evidencia que los valores varían dentro del límite establecido.

Para el análisis de corrientes armónicas y distorsión total de corriente del transformador del edificio Roberto Serpa Flórez, se utilizó la distorsión total demandada TDD, definida por IEEE Std. 519-1992 observados en la tabla 60.

Tabla 60. Distorsión armónica de corriente del transformado Roberto Serpa Flórez

Distorsión armónica total		
Fase	TDD [A]	% Distorsión
A	14,44	3,11
B	17,23	3,29
C	15,71	3,02

Figura 63. Diagrama de distorsión armónica de corrientes del transformador del edificio Roberto Serpa Flórez.



En la figura 63 se observa el diagrama de armónicos de corrientes del transformador del edificio Roberto Serpa Flórez, donde las corrientes máximas de carga demandada para las fases son: A=463,71[A], B=524,04[A] y C=519,62 [A]. La relación ICC/IL es igual 6,73 para una IL promedio de 502,2 por consiguiente el valor

máximo de TDD será de 8% según lo estipulado en la tabla 56. Los resultados se indican en la tabla 60 donde los valores no superan el límite establecido.

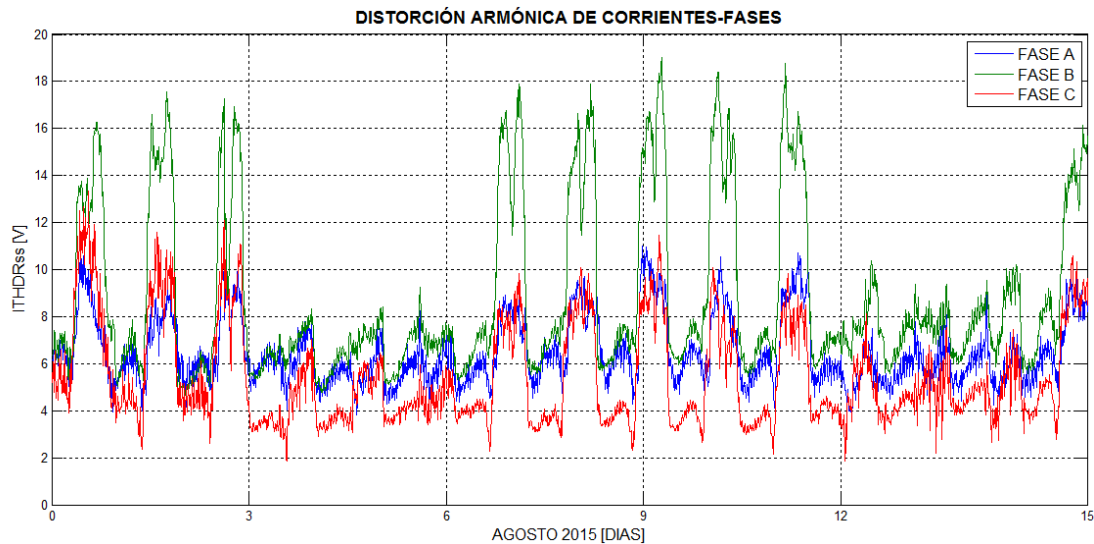
Las mayores perturbaciones causadas por distorsión armónica se ven representadas en la fase B, con un incremento aproximado de 7,58 veces la relación entre un día normal de operación y las noches de receso.

Para el estudio de corrientes armónicas y distorsión total de corriente del transformador de Morfopatología se utilizó la distorsión total demandada TDD, definida por IEEE Std. 519-1992 observados en la tabla 61.

Tabla 61. Distorsión armónica de corriente del transformador de Morfopatología

Distorsión armónica total		
Fase	TDD [A]	% Distorsión
A	6,49	3,19
B	8,82	4,52
C	5,44	2,93

Figura 64. Diagrama de distorsión armónica de corrientes del transformador del edificio de Morfopatología



En la figura 64 se observa el diagrama de distorsión de armónicos de corrientes del transformador del edificio de Morfopatología donde las corrientes máximas de carga demandada para las fases son: A=203,52 [A], B=195 [A] C=185,84 [A]. La relación I_{cc}/I_L es igual a 9,82 para una I_L promedio de 194,78 por consiguiente el valor máximo de TDD será de 8% según lo estipulado en la tabla 56. Los resultados se indican en la tabla 60 donde los valores no superan el límite establecido.

9. RECOMENDACIONES PARA EL USO RACIONAL DE LA ENERGÍA

De acuerdo con los resultados obtenidos en el censo de cargas, la gráfica de Pareto muestra los equipos con mayores impactos de consumo. Frente a esto se hace necesario iniciar acciones donde no se requiera de inversión económica y no implique costos adicionales. Ejemplo de esto son las buenas prácticas, hábitos y aprovechamiento de los recursos naturales como la luz. De esta manera se concientiza a la comunidad estudiantil, en el ahorro de energía de los equipos de laboratorio, equipos de cómputo, sistemas de aires acondicionados y sistemas de iluminación cuando no se haga uso de ellos.

Equipos de Laboratorio y otros.

En la mayoría de los laboratorios donde se hace necesario la refrigeración de muestras u otros elementos de la salud, se observan neveras que ya no trabajan eficientemente por ser tecnologías antiguas. Las condiciones del equipo muestran que estas ya han cumplido su vida útil, representando un mayor consumo de energía. Se recomienda cambiar estos equipos con modelos actuales optimizando el consumo eléctrico, reduciendo hasta en un 40 % de la utilización de la energía actual empleada

Método de recomendación:

- Revisar empaques de puertas en las neveras para que conserve al máximo su temperatura.
- Separar neveras de las paredes como mínimo 5 cm y alejarlas de las fuentes de calor.

- Mantener encendidos los microscopios sólo al momento de hacer los análisis y verificar su estado (encendido/apagado) al momento de abandonar las aulas de clase.

Aires acondicionados

El censo de cargas realizado en los edificios muestra como mayor punto de influencia el consumo de energía en los sistemas de aires acondicionados. Se observó en varias de las áreas de los edificios donde tienen instalados aires acondicionados que las instalaciones no cuentan con la hermeticidad suficiente para lograr un buen desempeño. En algunos de los casos donde los aires se mantienen encendidos desde las horas de la mañana y hasta finalizar la jornada laboral sin encontrarse personal laborando dentro de las áreas generan un consumo innecesario de energía.

Método de recomendación:

- Se recomienda mantener cerradas puertas y ventanas para conservar la temperatura de confort en los espacios de trabajo.
- Apagar el aire una hora antes de terminar la jornada, se conservará un clima óptimo para el desarrollo del trabajo, contribuyendo a su vez a un ahorro de energía por parte de estos equipos.
- Encender los aires acondicionados únicamente cuando la ocupen personas que laboran en dichas áreas, para hacer un buen uso racional de ellos.

Equipos de oficina

Con respecto a los equipos de oficina existe gran variedad de ellos, como son las impresoras, video beam, televisores, teléfonos y computadores. En este último se

hará énfasis ya que en promedio de horas son los que mayor consumo de energía presentan.

El edificio Roberto Serpa Flórez cuenta con dos salas de cómputo ubicadas en el primer piso, el horario de atención es de 8:00 am hasta las 6:00 pm permaneciendo encendidos toda la jornada.

En el edificio de Morfopatología los sistemas de cómputo se encuentran ubicados en las zonas administrativas (oficinas y laboratorios) localizadas en áreas del primero, segundo y tercer piso, el horario de atención es de 8:00 am a 12:00 pm y de 2:00 pm a 6:00 pm, se observó que en horas de receso los equipos permanecen encendidos excediendo el consumo sin hacer uso de ellos.

Método de recomendación:

- Apagar los equipos para reducir el consumo de energía, de no ser utilizados.
- El personal administrativo y estudiantil no es consciente de la cultura del ahorro, por eso es necesario realizar charlas y capacitaciones enfocadas en el uso adecuado de los equipos de cómputo.

Sistemas de iluminación

Por medio de algunas observaciones hechas en los edificios, se perciben los malos hábitos respecto a iluminación de pasillos, baños y oficinas ocasionando consumos y costos innecesarios.

Las áreas con mayores ineficiencias son:

- En pasillos edificio Roberto Serpa Flórez se observa que en horas del día aun cuanto la luz natural hace presencia, se mantienen encendidas las lámparas. Ver figura 65.
- En pasillos y laboratorios de Morfopatología cuentan con mala distribución de luminarias y las lámparas tienen indicativos de desgaste físico como parpadeos y manchas negras. Ver figura 66.
- Baños y pasillos de ambos edificios, no cuentan con sensores de presencia, así que la iluminación permanece encendida aun sin existir personal dentro de esta área. Ver figura 65,66 y 67.

Figura 65. Pasillo edificio Roberto Serpa Flórez.

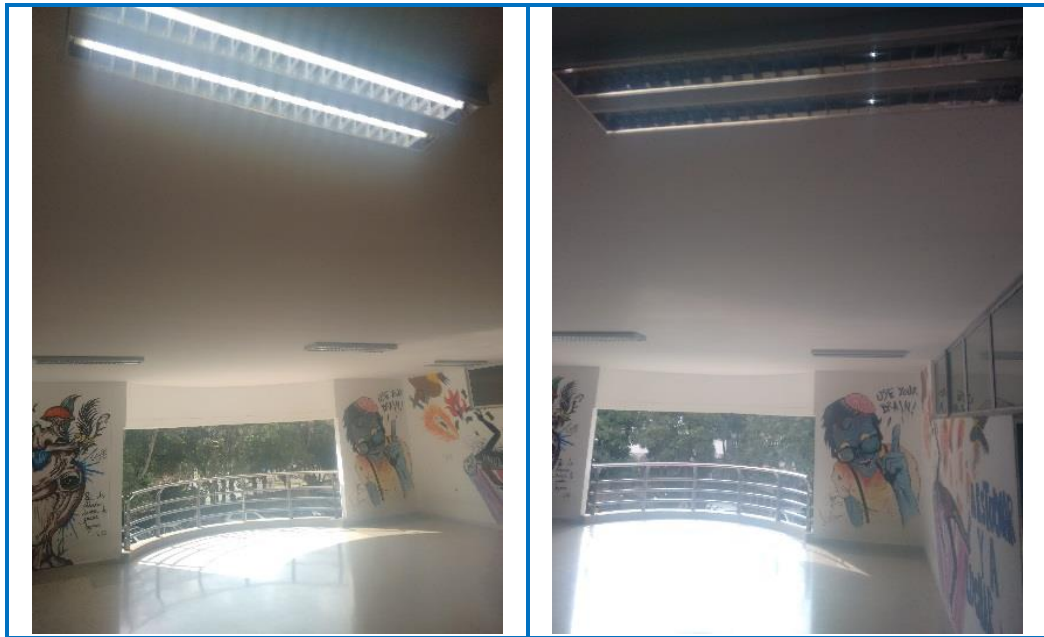


Figura 66. Pasillos y luminarias edificio Morfopatología.



Figura 67. Baños edificio Roberto Serpa Flórez.





Método de recomendación:

- Se debe hacer cambio oportuno de luminarias en mal estado
- Cambio de tecnologías en lámparas fluorescentes a luminarias LED.
- Aprovechamiento de la luz natural.

10. PROPUESTAS DE AHORRO

Ahorro aires acondicionados

Se registró un número elevado de horas/día de utilización de los aires acondicionados de los edificios, con un consumo estimado del 31% en Morfopatología y 36 % en Roberto Serpa Flórez del consumo total de los edificios, con un valor aproximado de \$ 2 640 836,91 y \$ 1 514 676,52 mensuales respectivamente, al realizar una reducción adecuada del uso de los aires se estima un ahorro de \$1 107 140,63 mensuales equivalentes a un 26,64% del valor del consumo aproximado. En la tabla 62 se muestra el ahorro en aires acondicionados.

Tabla 62. Tabla de ahorro en aires acondicionados.

EDIFICIO	AIRES ACONDICIONADOS	CANTIDAD	PROMEDIO HORA/DÍA	PROMEDIO HORA/DÍA ADECUADAS	AHORRO MENSUAL
MORFOPATOLOGÍA	Aire Inyector y extractor FRIOCOL	1	9	6	\$861 337,13
	Aire Acondicionado Panasonic	2	9	6	
	Aire Acondicionado STAR LIGHT	1	9	6	
	Aire acondicionado York	2	9	6	
	Unidad condensadora UCAR	1	9	5	
	Unidad condensadora York	4	9	5	
	Aire Acondicionado TempStar	1	8	6	
	Aire YORK High Wall R-22	2	8	6	
	Unidad condensadora UL	1	8	6	
	Unidad condensadora York	1	8	6	
	Unidad condensadora Carrier	1	8	6	
	Unidad condensadora York	1	8	6	
	Aire York	3	8	5	
	Aire sigma SI9009	1	8	5	
ROBERTO SERPA	Aire acondicionado CIAC	1	8	6	\$245 803,50
	Aire acondicionado York	1	6	5	
	Aires acondicionados LG mini split	4	6	5	
	Aires acondicionado LG Techo	2	4	4	
	Aires acondicionados integral YORK	3	6	5	
	Unidad condensadora Carrier	1	8	6	
AHORRO TOTAL MENSUAL					\$1 107 140,63

Ahorro equipos de oficina

El costo generado en energía por los equipos de oficina en horario laboral continuo es de \$ 1 475 870,26 en Morfopatología y \$ 1 408 650,49 en Roberto Serpa Flórez mensual representando un 17% y 16% respectivamente del consumo total de los edificios. Aplicando una reducción en las horas utilizadas es posible lograr un ahorro del 32,7% y 25% en los edificios con valor total cercano a \$ 836 134,95. en la tabla 63 se observa el ahorro en equipos de oficina.

Tabla 63. Tabla de ahorro en equipos de oficina

EDIFICIO	EQUIPOS OFICINA	CANTIDAD	PROMEDIO HORA/DÍA	PROMEDIO HORA/DÍA ADECUADA	AHORRO MENSUAL \$
MORFOPATOLOGÍA	Computadores	57	8	6	\$483 508,36
	Escáner	1	8	4	
	Fotocopiadora	1	8	4	
	Impresoras	25	8	4	
	Teléfonos	15	24	24	
	Televisores	8	6	4	
ROBERTO SERPA FLÓREZ	Computadores	77	8	6	\$352 626,59
	Video Beam	2	5	3	
	Teléfonos	15	24	24	
	Televisor	1	4	3	
	Ventilador	3	4	3	
	Impresoras	8	4	3	
AHORRO TOTAL MENSUAL					\$836 134,95

Ahorro en iluminación

El ahorro en iluminación se dividió en dos partes ya que el edificio Roberto Serpa Flórez cuenta con luminarias nuevas, para este caso se han disminuido las horas de utilización ya que posee una buena iluminación natural. De esta manera se estimó un ahorro de \$ 247 884,19 mensuales que equivale a un 21,2% del costo del consumo registrado. En la tabla 64 se evidencia el ahorro en iluminación del Roberto Serpa Flórez.

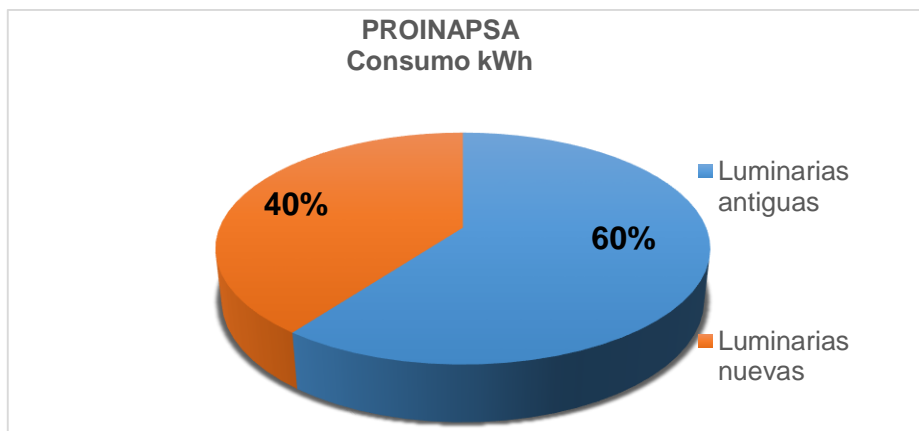
Tabla 64. Tabla de ahorro en iluminación Roberto Serpa Flórez

ROBERTO SERPA FLÓREZ					
AREAS	ILUMINACIÓN	CANTIDAD [unid]	PROMEDIO HORAS/ DIAS	PROMEDIO HORAS ADECUADAS	AHORRO MENSUAL
	Philips still light 2x54 [W]	Luminarias			
PISO 1	65	130	5	4	\$ 247 884,19
PISO 2	71	142	4	3	
PISO 3	69	138	6	5	
PISO 4	66	132	4	3	
PISO 5	38	76	4	3	
	Luminaria Osiam 4x14 [w]	24	8	7	
	Luminaria Philips 36 [w]	22	6	5	
	Luminaria tipo bala 19 [w]	12	4	3	

11. ANÁLISIS DE CAMBIO DE TECNOLOGÍAS EN LUMINARIAS (DIVISIÓN PROINAPSA).

En el sistema de iluminación se realizó un cambio de luminarias de tipo fluorescente T5 de 2 x 32 [W], 2 x 20 [W] y TL5 de 2 x 50 [W] por 23 lámparas tipo Led 60 X 60 45 [W] con ficha técnica presente en el **ANEXO M** y 13 paneles redondos de 14 [W] con ficha técnica presente en el **ANEXO N** para la división de Proinapsa donde el estado de las lámparas anteriores contaban con algunos bombillos quemados y algunas con su vida útil ya cumplida, donde las propiedades básicas de luminiscencia se habían perdido, este cambio aumenta el rendimiento de las luminarias y la tendencia de consumo se reduciría a un 40% como muestra la figura 68.

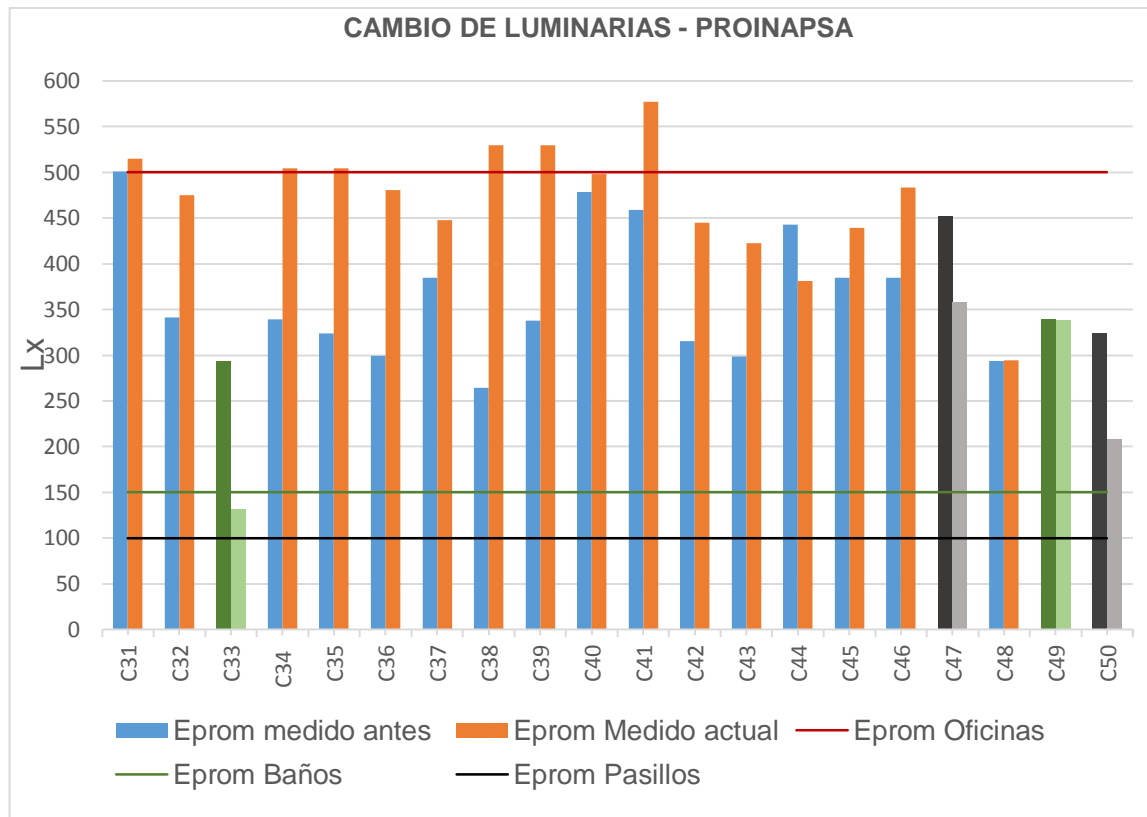
Figura 68. Consumo de energía en luminarias (kWh) División Proinapsa.



En la figura 69 se observa una mejoría en los niveles de luminancia en las áreas de la División de Proinapsa, el área demarcada con C48 y C49 fueron lugares donde no se hicieron cambio de luminarias, para el caso del baño con área demarcada C33 el nivel de luminancia se redujo cerca del nivel promedio mientras que el área C44 que es un espacio utilizado para el almacenamiento de libros presenta una reducción al 86,1% de su nivel de luminancia con respecto a la anterior luminaria. Con respecto a los pasillos C47 y C50 los cambios son similares y presentan una

reducción en los niveles de luminancia pero aún están fuera del rango máximo indicado en la tabla 35 para los niveles sugeridos por el RETILAP.

Figura 69. Tabla comparativa cambio de luminarias.



El cambio de luminarias representa una gran posibilidad de ahorro energético en el edificio de Morfopatología, en donde gran mayoría de sus áreas cuentan con luminarias T5 en regular estado (Puntas negras) y algunas no están en la disposición más adecuada para el espacio trabajo. En las áreas de laboratorios se recomienda hacer un estudio para la optimización de la iluminación en los espacios de trabajo y reducir notablemente el ahorro.

12. DIMENSIONAMIENTO Y PROPUESTA DE INVERSIÓN EN AIRES ACONDICIONADOS.

La climatización de lugares interiores contribuye en una buena elaboración de criterios de comodidad y confort para los ocupantes, además de resguardar ciertos equipos y áreas específicas que necesitan de este sistema para desarrollar un buen trabajo continuo. Algunos de los problemas causados por el mal dimensionamiento en equipos de aire acondicionado son:

- Los equipos subdimensionados tendrán que funcionar por más tiempo y esto conlleva a un desgaste prematuro.
- Los equipos subdimensionados pueden sobrecargarse por su uso prolongado.
- Los equipos sobredimensionados pueden disminuir su eficiencia debido a que no operan a plena carga y generalmente funcionan en lapsos cortos de tiempo.

Dimensionamiento de aires acondicionados

Con el fin de verificar la capacidad de los equipos de aires acondicionados presentes en la Facultad de Salud, se recolectan datos de placa de los mismos y con base en la calculadora de dimensionamiento de aires acondicionados³⁰ se obtiene un valor aproximado de la capacidad en BTu.

Para el cálculo se toma en cuenta el volumen del recinto, el número de ocupantes y los equipos o elementos que produzcan calor, obteniendo la capacidad sugerida

³⁰ PRIETO & PEREA. Calculadora de Aire Acondicionado. [en línea] Prieto & Perea, [Fuenlabrada, Madrid] Prieto & Perea, 2011 [citado 21 Nov. 2015] disponible en: <http://www.prietoperea.com/calculadora.html>

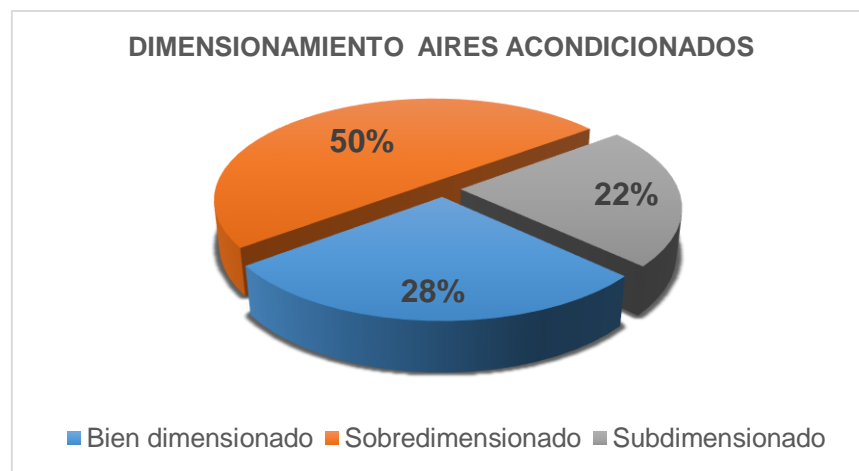
respecto a las condiciones estas se comparan con los valores teóricos consignados en la tabla 65.

Este cálculo será un valor de referencia a la capacidad de refrigeración en las áreas de influencia, teniendo en cuenta que existen muchos más factores que implicarían un estudio más exhaustivo de los mismos.

Criterios de cálculos:

- **Dimensiones de áreas:** La División de Planeación de la universidad suministro los planos arquitectónicos.
- **Clima:** Se adopta un clima promedio de 22°C de la ciudad de Bucaramanga

Figura 70. Dimensionamiento de aires acondicionados



En la figura 70 se observa que el 50% de los aires acondicionados están sobredimensionados, dando una señal de alarma a las directivas por el gasto innecesario de energía. Para futuras situaciones se sugiere tener asesoría de un experto en el dimensionamiento de este tipo de equipos, para evitar la compra de equipos que no tengan las características adecuadas para el área a enfriar. En el

caso de subdimensionamiento correspondiente al 22% de los aires acondicionados se justifica gracias a que algunos equipos se trasladaron del campus central a la facultad de salud (edificio Roberto Serpa Flórez) ya que estos iban hacer almacenados en bodegas sin terminar su vida útil.

Tabla 65.Dimensionamiento teórico de aires acondicionados.

	UBICACION	CANTIDAD	TIPOS	CAPACIDAD [kBTU]	DIMENSIONES DEL RECINTO			PERSONAS	EQUIPOS	CAPACIDAD SUGERIDA [kBtu/h]
					Largo [m]	Ancho [m]	Alto [m]			
MORFOPATOLOGÍA	Anfiteatro	2	Aire Acondicionado Panasonic	35,5	4,2	7	2,8	0	3	13,3
	Parasitología	1	Aire Acondicionado STAR LIGHT	24	6,2	4,5	2,8	24	24	28,8
	Genética	2	Aire acondicionado York	72	6,8	5	2,8	3	10	16,9
	Laboratorio Clínico	1	Aire integral	84	18	7	2,8	8	24	127,8
	Inmunología	1	Aire Acondicionado Tempstar Heating	36	9,2	7	2,8	19	6	35,8
	Antigua Escuela microbiología	2	Aires YORK High Wall R-22	72	4,4	7	2,8	6	2	19,2
	Laboratorio de investigaciones	1	Aire integral	96	18	7,6	2,8	5	18	130,3
	312	1	Aire York	24	3	3,2	2,5	4	5	8,3
	310	1	Aire York	24	2,8	3,2	2,5	6	9	10,7
	311	1	Aire York	24	4,1	7	2,5	4	7	17,9
310	1	Aire sigma SI9009	18	5	7	2,5	6	9	22,5	
ROBERTO SERPA FLÓREZ	Sala informática	1	Aire acondicionado CIAC	36	6,66	8,6	2,6 2	37	37	48,723
	Sala informática	1	Aire acondicionado York	36	6,66	8,6	2,6 2	38	38	49,023
	Aula 305	4	Aires acondicionados LG mini split	97	6,46	7,9 1	2,5 7	15	6	41,874
	Simulación	2	Aires acondicionado LG Techo Suspendido	60	7,98	4,2	2,4	40	1	26,705
	Sala profesores Micro	1	Aires acondicionados integral YORK	120	26,59	13,78	2,4 8	18	12	145,741
	Simulación	1	Aires acondicionados integral YORK	84	20,79	8,0 3	2,5 4	40	2	78,089
	Decano facultad mircro	1	Aires acondicionados integral YORK	84	7,09	7,8 3	2,4 5	5	6	24,157

Estados de los aires condicionados

En la tabla 66 se evidencia la situación de los aires instalados en los edificios Roberto Serpa Flórez y Morfopatología, donde se observa la cantidad de equipos antiguos y nuevos.

Tabla 66. Tabla de ubicación y estado de los aires acondicionados

		CANTIDAD	
MORFOPATOLOGÍA	Anfiteatro	2	Sistema refrigerante R22 (equipos viejos)
	Parasitología	1	
	Genética	2	
	Laboratorio Clínico	1	
	Inmunología	1	
	Anti. Escuela Microbiología	2	
	Laboratorio de Investigaciones	1	
	Aula 312	1	
	Aula 310	1	
	Aula 311	1	
Aula 310	1		
ROBERTO SERPA FLÓREZ	Sala informática	1	Sistema refrigerante R410A (equipos nuevos)
	Sala informática	1	
	Aula 305	4	
	Simulación	2	
	Sala profesores Microbiología	1	
	Simulación	1	
	Escuela de Microbiología	1	

En la figura 71 se observa que el 64% de los equipos de aires acondicionados son anticuados con sistema de refrigeración R22, impactando directamente en el gasto inadecuado del consumo de energía; estos equipos reducen su eficiencia y capacidad de refrigeración por lo que han culminado su vida útil. Se sugiere realizar un estudio detallado para saber el estado técnico de los equipos instalados y realizar trimestralmente mantenimiento preventivo para evitar daños en las unidades

condensadoras de estos equipos, ya que están expuestas a la intemperie. En los anexos O y P se evidencia los registros fotográficos las unidades condensadoras.

Figura 71. Gráfico porcentual de estado de los aires acondicionados



Propuesta de inversión en aires acondicionados

Según lo evidenciado en el estudio de los aires, se sugiere hacer una inversión de compra de equipos para aquellos que no cumplen con la capacidad de enfriamiento necesario y los que están catalogados como equipos viejos. Estos equipos funcionan con sistema refrigerante R22 o también conocido como Freón 22 pertenece a los Hidroclorofluorocarbonados (HCFC) que contribuyen al daño de la capa de ozono.

La adquisición de equipos nuevos con refrigerante R410A que no dañan la capa de ozono, optimizan el consumo y brinda una mejor eficiencia en el uso de los recursos energéticos de acuerdo a las necesidades de confort en las áreas críticas.

El capital de inversión en la compra de equipos se efectuará con base en un ahorro programado mensual de \$ 1 107 140 producido por la reducción adecuada de horas

de los aires acondicionados. Se cotizaron aires acondicionados y unidades condensadoras de acuerdo a la capacidad y funcionamiento requerido en cada una de las áreas.

Esta propuesta de inversión implica un compromiso continuo de la comunidad para lograr el valor del ahorro estimado y así alcanzar la meta de cambio de equipos.

En la tabla 67 se especifican las referencias de los aires consultados y la inversión estimada del total de la compra. El monto total estimado es de \$ 45 416 896,80 que se obtendrá al transcurrir un periodo de a 3 años y 6 meses a partir del primer mes de ahorro. Para obtener un valor más real se sugiere realizar un estudio económico detallado que incluya depreciación de los equipos, tasa interna de retorno, proyección del valor de kWh entre otras.

Las cotizaciones recibidas fueron de las empresas REFRINORTE y FRIO&CALOR con valores unitarios y vigencia de 8 días. Anexo T y Anexo U.

Tabla 67. Costos de compra por equipos.

EQUIPOS VIEJOS	CAPACIDAD [kBtu]	CAPACIDAD SUGERIDA [kBtu/h]	CAPACIDAD APROX [kBtu/h]	ESPECIFICACIONES				INVERSIÓN	TOTAL INVERSIÓN
				Aires	Valor Unitario +IVA \$	Unidades Condensadoras	Valor Unitario \$		
Anfiteatro	35,5	13,3	18	LG Vm182CE	\$ 2.099.000	----	----	\$ 2.099.000	\$ 45.416.897
Genética	72	16,9	24	LG Vm242CE	\$ 2.444.000	----	----	\$ 2.444.000	
Laboratorio Clínico	84	127.8	2 x 60	FRANCOIL L CFRESH FCA-60	\$ 1.574.758	CONDENSADOR ECOR410A TCVB60	\$ 3.245.274	\$ 9.640.064	
Anti. Escuela microbiología	72	19.2	24	LG Vm242CE	\$ 2.444.000	----	----	\$ 2.444.000	
Lab. de investigaciones	96	130.3	2 x 60	FRANCOIL L CFRESH FCA-60	\$ 1.574.758	CONDENSADOR ECOR410A TCVB60	\$ 3.245.274	\$ 6.394.792	
312	24	8,3	9	Abba MS12F- 09CR1	\$ 899.900	----	----	\$ 899.900	
310	24	10,7	12	LG Vm122CE	\$ 1.613.000	----	----	\$ 1.613.000	
311	24	17,9	24	LG Vm242CE	\$ 2.444.000	----	----	\$ 2.444.000	
Sala informática	36	48,7	48	FRANCOIL L CFRESH FCA-48	\$ 1.531.444	CONDENSADOR ECOR410A TCVB48	\$ 2.828.092	\$ 8.719.070	
Sala informática	36	49,0	48	FRANCOIL L CFRESH FCA-48	\$ 1.531.444	CONDENSADOR ECOR410A TCVB48	\$ 2.828.092	\$ 8.719.070	

13. CAMPAÑA AHORRO ENERGÉTICO

Teniendo en cuenta que los edificios de la Facultad no presentan una buena cultura energética, se desarrolló una campaña de concientización para incentivar y fomentar buenos hábitos de ahorro, reduciendo de manera significativa y sin costos adicionales el consumo mediante el uso racional de la energía, dirigida a toda la comunidad estudiantil, trabajadora y administrativa.

La campaña cuenta con afiches y separadores de libro titulado “**¡Por tu salud, por mi salud, ahorremos energía!**” figura 72, acompañado de recomendaciones hacia el buen hábito energético. Este se expuso en los puntos más visibles de las instalaciones de los edificios, concientizando a cada estudiante del ahorro energético. En el anexo S queda evidenciado el trabajo realizado en la campaña.

Figura 72. Campaña de ahorro energético.




Apaga la luz,
enciende la vida


Generar el menor gasto
de energía apagando
los equipos.


Reduciendo el periodo
de encendido de los aires
se optimiza energía.


Al abrir un refrigerador en busca de un elemento,
realízalo en el menor tiempo posible
esto ayuda a disminuir energía.

14. CONCLUSIONES

La caracterización energética en los edificios Roberto Serpa Flórez y Morfopatología aplicando el Sistema de Gestión Integral de la energía, permitió la identificación de las áreas con altos consumos energéticos efectuando análisis y propuestas para la disminución del uso ineficiente de la energía.

No existe el uso de sensores de presencia para la iluminación en zonas comunes como pasillos y baños donde es poca la circulación de personas. Esto reduciría considerablemente el consumo representado en un ahorro de energía, puesto que no estarían encendidas por largos periodos de tiempo durante las jornadas académicas.

La herramienta de diagrama de Pareto permitió identificar los mayores consumos de energía por medio de la ley 80-20, para el edificio Roberto Serpa Flórez y Morfopatología. Las mayores áreas de consumo lo tienen los aires acondicionados con un 36% y 31% respectivamente, seguidos de los equipos de laboratorios con 38% para el edificio de Morfopatología y 34% de equipos de cómputo en el edificio Roberto Serpa Flórez. Estos resultados conllevan a planear ahorros energéticos principalmente en estos puntos de mayor consumo. Se recomienda seguir con las observaciones planteadas para lograr el uso racional de la energía.

Enfocados en reducir el consumo excesivo que se presenta de energía, es imprescindible capacitar y acompañar a la comunidad en el uso racional y eficiente de la energía. Concientizando al personal y realizando el respectivo

seguimiento se puede lograr una reducción de costos operativos de funcionamiento.

El análisis termográfico no presenta ninguna anomalía de reparo inmediato sobre los tableros de distribución y los transformadores medidos, se sugiere hacer chequeos preventivos para evitar daños y costos repentinos.

Mediante la metodología implementada en el Sistema de Gestión Integral, el consumo que está vinculado a las personas atendidas respecto a la línea meta, se ve representado de manera óptima en el edificio Roberto Serpa Flórez con un 32,34% de reducción, mientras que en el edificio de Morfopatología se reduce en un 0,02 % el consumo eléctrico. Esto permite concluir que el consumo en el edificio de Morfopatología no depende directamente del personal atendido si no de la cantidad de equipos que requieren estar operando en el día.

El estudio realizado en el cambio de tecnologías de luminarias en el Departamento de Proinapsa, muestra un ahorro significativo del 40% en el consumo y un aumento en la eficiencia lumínica en estas áreas de trabajo.

Es necesario un estudio más detallado en el diseño de iluminación en los laboratorios ubicados en el edificio Morfopatología. Su iluminación presenta altos puntos de desgaste y envejecimiento, haciéndola deficiente y no apta para las necesidades que el espacio requiere.

En la Facultad de Salud no se implementa un estudio de compra de aires acondicionados adecuado y las solicitudes exigen procesos a largo plazo. Esto hace que algunos aires dados de baja en el campus central sean reubicados en la Facultad de Salud demandando un amplio periodo de funcionamiento para lograr un confort en los espacios de trabajo y estudio, causando el consumo excesivo de energía.

La instalación de aires acondicionados en algunas áreas de los edificios se hizo sin contar con un previo análisis de la capacidad de enfriamiento necesaria. El resultado del estudio de dimensionamiento de aires arrojó un 50% de sobredimensionamiento y un 22% subdimensionados. Se propone realizar estudios detallados para reducir gastos excesivos de inversión y consumo de energía.

Mediante el uso eficiente de equipos y el compromiso de la comunidad universitaria se contribuye en un ahorro en los aires acondicionados de \$ 1 107 140,63 mensuales. Con este aporte se establece que en un periodo de 3 años y 6 meses se lograría la compra de aires para la sustitución de equipos viejos.

Se ejecutó una campaña de concientización enfocada en la cultura energética y uso eficiente de la energía. La campaña fue dirigida a toda la comunidad en general de la Facultad de Salud recibiendo con total aceptación la información debido a la situación energética actual que enfrenta el país.

15. OBSERVACIONES

En el área de la cafetería se evidencian hábitos no adecuados del personal, ya que las lámparas que se encuentran en esta área permanecen encendidas todo el tiempo sin ser necesaria esta fuente de energía. ANEXO Q.

En los sistemas de iluminación se evidenciaron en determinadas áreas valores que no superan el límite máximo de nivel de iluminación establecido en el RETILAP.

Se observó que en el edificio Morfopatología existe un consumo energético aun sin tener acceso de usuarios a estas áreas continuamente, esto ocurre debido a que los equipos de laboratorios necesariamente deben estar en servicio las 24 horas del día para efectos de refrigeración y conservación de material de la salud.

En la biblioteca Luis Guillermo Ortiz (segundo piso ANEXO R) por su diseño permite un aprovechamiento de la luz natural, sin embargo esta no es aprovechada, además algunas lámparas cuentan tan solo con un sólo tubo fluorescente, sumándole a la mala hermeticidad, haciendo necesario el encendido continuo de los aires causando un notorio consumo innecesario de energía.

BIBLIOGRAFÍA

COLOMBIA LEDs LTDA. PANEL 60 X 60 45 W. [en línea] Colombia Leds LTDA, [Bogotá, Cundinamarca] Colombia Leds LTDA, 2015 [citado 10 Nov. 2015] disponible en http://www.colombialeads.com/PDF/fichas_tecnicas/51696%20-%20PANEL%2060X60%2045W.pdf

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

COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE, Colombia. Agosto 2013.

FLUKE. Cámaras termográficas industriales de la serie Ti de Fluke. [en línea] Fluke, [Alcobendas, Madrid] Fluke, 2013 [citado 20 Oct. 2015] Disponible en internet: http://www.adler-instrumentos.es/imagenes_web/productos/Catalogo%20termografia%20Ti9-10-25-32.pdf

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Sistemas de Gestión de la Energía. Requerimientos con orientación para su uso. NTC-ISO 50001. Bogotá: Icontec 2011 p11-30.

RYMEL. Transformadores convencionales monofásicos. [en línea] Rymel. [Copacabana, Antioquia] Rymel, 2012. [citado 3 Nov. 2015] Disponible en Internet: <http://www.rymel.com.co/CatalogoProductos.pdf>

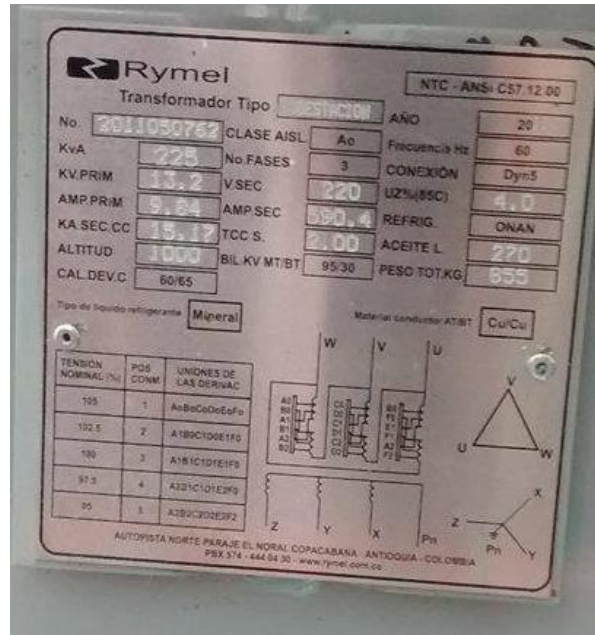
UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA DE COLOMBIA, UPME Y COLCIENCIAS. Herramientas para el análisis de caracterización de la eficiencia energética. [en línea] UPME, [Bogotá, Cundinamarca] [citado 12 Oct. 2015] Disponible en: <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Guia/Guia.pdf>

UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA DE COLOMBIA, UPME Y COLCIENCIAS. Calidad de la energía eléctrica. [en línea] UPME, [Bogotá, Cundinamarca] [citado 10 Marzo 2015] Disponible en: <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/calidad.pdf>

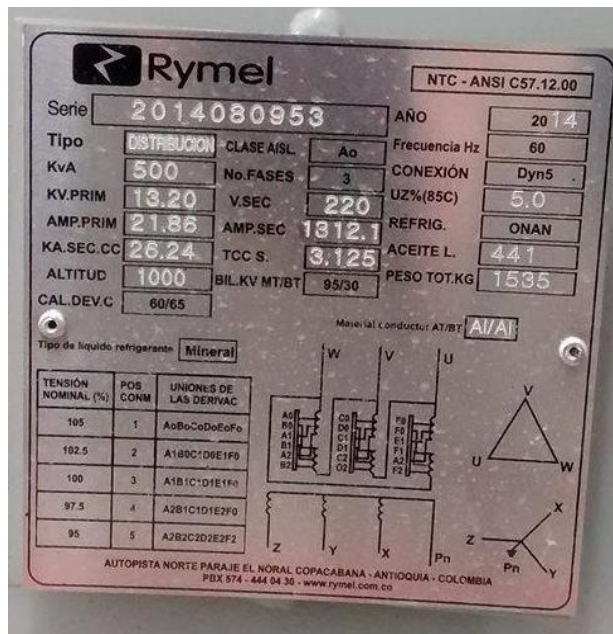
UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA DE COLOMBIA, UPME Y COLCIENCIAS. Guía para la Implementación de Sistemas de Gestión Integral de la Energía. [en línea] UPME, [Bogotá, Cundinamarca] [citado 10 Marzo 2015] Disponible en: <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Guia/Guia.pdf>.

ANEXOS

ANEXO A. Foto placa de transformador Rymel S/E Morfopatología.



ANEXO B. Foto placa de transformador Rymel S/E Roberto Serpa Flórez.



ANEXO C. Censo iluminación edificio Orlando Díaz

ILUMINACIÓN	CANTIDAD	POTENCIA Und [W]	HORAS/DÍA	DÍAS/MES	HORAS/ MENSUALES	CONSUMO MENSUAL TOTAL [kWh]	CONSUMO DE ENERGÍA TOTAL
Philips Still light	40	34	4	24	96	130,560	2918,592
Bombillo ahorrador	54	15	4	24	96	77,760	
Luminaria fluorescente	8	22	4	24	96	16,896	
Luminaria Philips	88	96	4	24	96	811,008	
Luminaria Philips	8	59	4	24	96	45,312	
Luminaria Philips 32[w]	276	32	4	24	96	847,872	
Luminaria Philips 54 [w]	186	54	4	24	96	964,224	
Luminaria tipo bala	20	13	4	24	96	24,960	

ANEXO D. Censo iluminación edificio Eloy Valenzuela

ILUMINACIÓN	CANTIDAD	POTENCIA Und [W]	HORAS/DÍA	DÍAS/MES	HORAS/ MENSUALES	CONSUMO MENSUAL TOTAL [kWh]	CONSUMO DE ENERGÍA TOTAL
Philips Still light	252	17	4	24	96	411,264	1689,312
Bombillo ahorrador	5	15	4	24	96	7,2	
Ecolux Dayligh	2	50	4	24	96	9,6	
Luminaria General Electric	97	54	4	24	96	502,848	
Luminaria Philips	48	24	4	24	96	110,592	
Luminaria Philips 32[w]	104	32	4	24	96	319,488	
Luminaria Philips 54 [w]	20	54	6	24	144	155,52	
Luminaria tipo bala	13	45	4	24	96	56,16	
Luminaria tipo led	13	45	4	24	96	56,16	
Luminaria tipo led	21	30	4	24	96	60,48	

ANEXO E. Censo iluminación edificio Ciencias Básicas

ILUMINACIÓN	CANTIDAD	POTENCIA Und [W]	HORAS/DÍA	DÍA/MES	HORAS/ MENSUALES	CONSUMO MENSUAL TOTAL [kWh]	CONSUMO DE ENERGÍA TOTAL
Luminaria GE General Electric 50 [w]	64	50	4	24	96	307,2	1125,5 04
Bombillo ahorrador	44	25	4	24	96	105,6	
Luminaria General Electric 32[w]	232	32	4	24	96	712,704	

ANEXO F. Censo equipos de oficina edificio Orlando Díaz

EQUIPOS DE OFICINA	CANTIDAD	POTENCIA Und [W]	HORAS/DÍA	DÍA/MES	HORAS/ MENSUALES	CONSUMO MENSUAL TOTAL [kWh]	CONSUMO DE ENERGÍA TOTAL
Computadores marca DELL	75	280	8	24	192	4032,000	4526,165
Cargador de batería micrófono	1	240	2	12	24	5,760	
Escáner HP 5590	1	75	3	24	72	5,400	
Fotocopiadora HP	3	1032	3	24	72	222,912	
Impresora Epson pequeña	4	40,8	3	24	72	11,750	
Impresora HP LaserJet 1020	2	250	3	24	72	36,000	
Impresora HP M12	1	30,2	3	24	72	2,174	
Impresora HP Office jet pro 8620	3	28	4	24	96	8,064	
Impresora zebia GKY20T	1	60	3	24	72	4,320	
Impresora s HP Office jet pro 8000	1	35	3	24	72	2,520	
Sistema de sensores detectores de libros	1	330	8	24	192	63,360	
Teléfonos Avaya	27	4,5	24	24	576	69,984	
Televisor	4	90	3	24	72	25,920	
Video Beam PANASONIC	2	250	3	24	72	36,000	

ANEXO G. Censo equipos de oficina edificio Eloy Valenzuela

EQUIPOS DE OFICINA	CANTIDAD	POTENCIA Und [W]	HORAS/DÍA	DÍA/MES	HORAS/ MENSUALES	CONSUMO MENSUAL TOTAL [kWh]	CONSUMO DE ENERGÍA TOTAL
Computadores marca DELL	13	280	8	24	192	698,88	3655,017
Impresora Epson lx-300	1	120	4	24	96	11,52	
Impresora HP LaserJet 1020	2	250	2	24	48	24,00	
Impresora HP M12	1	30,2	2	24	48	1,45	
Impresora HP Office jet pro 8620	2	28	2	24	48	2,69	
Impresora matriz de punto	4	132	2	24	48	25,34	
Impresora s HP Office jet pro 8000	2	35	2	24	48	3,36	
In body	1	408	2	24	48	19,58	
Teléfonos Avaya	16	4,5	24	24	576	41,47	
Televisor Sony	1	90	2	24	48	4,32	
Ventilador	5	330	4	24	96	158,40	
Video beam Panasonic	111	250	4	24	96	2664,00	

ANEXO H. Censo equipos de oficina edificio Ciencias Básicas

EQUIPOS DE OFICINA	CANTIDAD	POTENCIA Und [W]	HORAS/DÍA	DÍA/MES	HORAS/ MENSUALES	CONSUMO MENSUAL TOTAL [kWh]	CONSUMO DE ENERGÍA TOTAL
Computadores marca DELL	49	280	8	24	192	2634,240	2962,08
Impresora HP LaserJet 8600 plus	2	220	3	24	72	31,680	
Impresora Dell	1	1380	1	24	24	33,120	
Impresora Epson lx-300	1	120	4	24	96	11,520	
Impresora HP LaserJet 7015	3	250	3	24	72	54,000	
Impresora Kyocera	1	122	3	24	72	8,784	
Impresora Matriz de punto	1	84	3	24	72	6,048	
Teléfonos Avaya	12	4,5	8	24	192	10,368	
Televisor Panasonic	4	90	2	24	48	17,280	
Ventilador	1	60	3	24	72	4,320	
Ventilador Techo	4	330	4	24	96	126,720	
Video beam	1	250	4	24	96	24,000	

ANEXO I. Censo de equipos de laboratorio y otros edificio Orlando Díaz

EQUIPOS DE LABORATORIOS Y OTROS	CANTIDAD	POTENCIA [W]	HORAS/DÍA	DÍAS/MES	HORAS/MENSALES	CONSUMO MENSUAL [kWh]	CONSUMO TOTAL
Video beam	1	250	2	24	48	12,00	2316,840
Cafetera	2	900	2	24	48	86,40	
Cafetera Sander	1	400	2	24	48	19,20	
Campana extractora de aires	1	160	3	24	72	11,52	
Congelador Industrial	1	276	24	30	720	198,72	
Filtro Kalley	1	310	4	24	96	29,76	
Heladora memert	1	320	24	30	720	230,40	
Horno LG	1	1500	1	24	24	36,00	
Microondas Haceb	1	1400	1	24	24	33,60	
Microondas Panasonic	1	1200	1	24	24	28,80	
Microscopio Nikon	1	60	2	24	48	2,88	
Nevera Haceb Pequeña	1	178	24	30	720	128,16	
Nevera Indufrio	1	300	24	30	720	216,00	
Refrigerador Woonder cool	1	1783	24	30	720	1283,40	

ANEXO J. Censo de equipos de laboratorio y otros edificio Eloy Valenzuela

EQUIPOS DE LABORATORIOS Y OTROS	CANTIDAD	POTENCIA Und [W]	HORAS/DÍA	DÍAS/MES	HORAS/MENSALES	CONSUMO MENSUAL TOTAL [kWh]	CONSUMO DE ENERGÍA TOTAL
Microscopio Olympus	17	54	4	24	96	88,13	7108,97
Autoclave	1	1308	4	30	120	156,96	
campana extractora de aires	1	160	3	24	72	11,52	
Congelador Friocol	1	225	24	24	576	129,60	
Horno memert	1	1500	4	30	120	180,00	
Horno LG	1	1500	1	24	24	36,00	
Microondas daewoo	1	1050	1	24	24	25,20	
Microondas Haceb	1	1400	1	24	24	33,60	
Micrótopo	4	750	3	24	72	216,00	
Nevera Centrales	1	122	24	30	720	87,84	
Nevera Haceb	1	178	24	30	720	128,16	
Refrigerador Farmacéutico	1	1782,5	24	30	720	1283,40	
Refrigerador Friocol	1	185	24	24	576	106,56	
Sistema de inclusión caliente	1	330	4	24	96	31,68	
Termociclador	3	150	3	24	72	32,40	
UPS	1	7920	24	24	576	4561,92	

ANEXO K. Censo equipos de laboratorios y otros, edificio Ciencias Básicas

EQUIPOS DE LABORATORIOS Y OTROS	CANTIDAD	POTENCIA Und [W]	HORAS/DÍA	DÍAMES	HORAS/MENSUALES	CONSUMO MENSUAL TOTAL [kWh]	CONSUMO DE ENERGÍA TOTAL
Microscopio Olympus	75	54	2	20	40	162,00	12332,371
Autoclave	2	5000	2	24	48	480,00	
Cabina de flujo	1	1610	2	24	48	77,28	
Cabina Extractora	6	835	3	24	72	360,72	
Cafetera Oster	1	900	24	24	576	518,40	
Centrifuga	11	288	4	24	96	304,13	
Congelador	1	1800	24	30	720	1296,00	
Congelador Panasonic	1	140	24	30	720	100,80	
Dispensador de Agua Kalley	1	80	5	24	120	9,60	
Equipo baño de maria	3	125	24	30	720	270,00	
Espectrofotómetro	13	108	2	24	48	67,39	
Estufa eléctrica	1	2400	3	24	72	172,80	
Horno memert	4	1500	2	30	60	360,00	
Horno secador	1	3300	1	24	24	79,20	
Incubadora	8	100	3	24	72	57,60	
Lectura de infrarrojo	1	15	1	24	24	0,36	
Lectura de mercurio	1	15	1	24	24	0,36	
Microondas Samsung	2	1050	2	24	48	100,80	
Mini nevera	4	84	2	24	48	16,13	
Mufla	1	2600	3	24	72	187,20	
Nevera Sanyo	1	140	24	30	720	100,80	
Nevera Haceb	3	178	24	30	720	384,48	
Nevera Mabe	1	122	24	30	720	87,84	
Nevera Philips Polaris	2	388	24	30	720	558,72	
Nevera Whirpool	3	720	24	30	720	1555,20	
Polígrafo	1	480	1	24	24	11,52	
Refrigerador Refrimed	4	149,14	24	30	720	429,52	
Termociclador	2	150	3	24	72	21,60	
UPS	1	7920	24	24	576	4561,92	

ANEXO L. Censo aires acondicionados edificios Orlando Díaz, Eloy Valenzuela y Ciencias Básicas

AIRES ACONDICIONADOS		CANTIDAD	POTENCIA Und [W]	HORAS/DÍA	DÍAS/MES	HORAS/ MENSUALES	CONSUMO MENSUAL TOTAL [kWh]	CONSUMO DE ENERGÍA TOTAL
EDIFICIO ORLANDO DIAZ	Aire acondicionado York	1	3940	5	24	120	472,80	7996,73
	Aire International York	1	1794	11	24	264	473,62	
	Aire Moseres s.a	1	6600	8	24	192	1267,20	
	Unidad condensadora	3	2237	5	24	120	805,32	
	Unidad condensadora P	2	745	6	24	144	214,56	
	Unidad condensadora G	6	7457	4	24	96	4295,23	
	Unidad condensadora YORK	2	1950	5	24	120	468,00	
EDIFICIO ELOY VALENZUELA	Unidad Inclusión Frio	1	700	6	24	144	100,80	4709,124
	Aire acondicionado mini split LG	5	1000	5	24	120	600,00	
	Compresor LG	1	4200	6	24	144	604,80	
	Compresor LG	1	5760	5	24	120	691,20	
	Unidad condensadora YORK	1	5400	5	24	120	648,00	
	Aire central LG	1	7500	6	24	144	1080,00	
	Aire acondicionado mini York	11	746	5	24	120	984,32	
EDIFICIO CIENCIAS BASICAS	Aire acondicionado International york	1	9600	5	24	120	1152,00	3896,88
	Aire acondicionado mini split york	2	615	4	24	96	118,08	
	Aire acondicionado York	4	4750	4	24	96	1824,00	
	Aire paramo	1	615	5	24	120	73,80	
	Aires Moseres S.A	1	1034	6	24	144	148,90	
	Unidad condensadora	1	2350	6	24	144	338,40	
	Unidad condensadora YORK	3	560	6	24	144	241,70	

ANEXO M. Ficha técnica panel redondo 14 [W].

Ref: 51109 | 51110

Ficha Técnica

PANEL REDONDO 14W

Nuestro panel de luz LED ultra delgado adopta fuente de luz calificada de alto brillo, la cual es estable, de larga vida y no emite rayos UV ni IR. Su marco en aluminio anodizado es elegante y estéticamente presentable con un color que dura para siempre. Utiliza un driver de corriente constante de bajo voltaje, que le hace seguro, ahorra energía y permite larga vida. El panel crea espacios de luz armoniosa y uniforme.

Características

Color: Blanco frío, blanco cálido, otros disponibles.
Temperatura del color: Frío 5700-7000K, Blanco cálido: 2700-3300K
Material del chasis: Aluminio moldeado a presión
Factor de potencia: > 0.95
Ángulo de apertura: 105 Grados
Ahorro de energía: 50%
Larga vida: 40.000 horas
Nivel IP: Ip43
Peso bruto: 660g
Voltaje: 100-240 V AC/50-60Hz
Fuente LED: 3528 SMD, 138 LEDs
Reflector: PMMA
Sin UV, sin IR
Garantía de fábrica: 3 años
Estandares de seguridad: RoHS, CE, UL pendiente

Dimensiones

Average Illuminance Figure

LED Panel blanco

Average Illuminance Figure

LED Panel blanco cálido

Aplicaciones

El panel de luz LED puede ser ampliamente usado en diferentes aplicaciones tales como:

Oficinas	Escuelas y Hospitales
Restaurantes	Corredores y lobbies
Hotels	Salones de conferencia
Estación de metro	Hogares

Instalación

1. Hacer orificio
2. conectar cable de poder
3. enjuagar resorte
4. poner lamparas en el orificio

AC 100-240V

DETALLE

FOTOMETRÍA

Modelo #	Color	Tipo LED	CCT	Potencia Consumo	CRI	Flujo Lumínico	Voltaje Funcionamiento	Ángulo Apertura	Peso
LED Panel W	Blanco Frío	SMD 3528	6401K	14W	70	1090 lm	100-240vac	105°	660g
LED Panel WW	Blanco Cálido	SMD 3528	3012K	14W	76	1020lm	100-240vac	105°	660g


Fuente: <http://www.colombialeads.com/productos/tipos-de-producto/Balas-para-Techo/producto-seleccionado/51109/>

ANEXO N. Ficha técnica panel 60x60 45 [W]

Roch Systems / SYSTEM

Ficha Técnica

PANEL 60X60 45W



Mayor producción de luz con un consumo reducido de energía de hasta un 50%.
 Vida útil de 50,000 horas.
 Alta eficiencia (95%) conductor actual constante con construido en sobrecalentamiento.
 Circuito de LED independiente evita apagón total en caso de falla de un LED.
 No Provoca interferencia electromagnética.

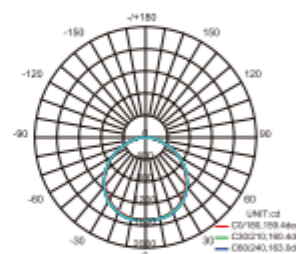
Características

Especificaciones:
 Dimensiones: 598*598*16 mm

Flujo Lumínico:
 Blanco cálido: 3825.2 lm
 Blanco puro: 4187.9 lm
 Equivalent Source Power: 200 W lámpara incandescente
 Consumo: 45Watts


Color Temperatura:
 Blanco cálido: 2700-3000K
 Blanco puro: 5500-6500K
 Índice de reproducción de color (CRI) 80
 Vida útil: sobre las 50.000horas
 Ángulo efectivo de luz: 110°
 Temperatura de operación: -20°C a +40°C
 Voltaje de operación: 24V
 Peso: 6.5 Kg

Fotometría




Promedio Ángulo de haz (10%): 161.7 DEG

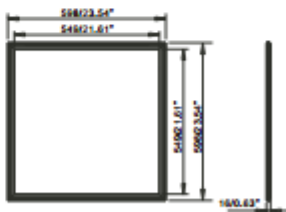
Dimensiones



Ángulo 110°, Beam angle 110° de Diámetro



Ángulo 110°, Beam angle 110° de Diámetro



598/23.51"
598/23.51"
16/0.63"

Modelo	Color	Tipo de LED	CCT	Potencia nominal Consumo	CRI	Flujo lumínico	Voltaje de Trabajo	Ángulo del Haz	Peso
SC-PSC24CE6060-H45W	Blanco Frio	SMD 3528	5500-6500K	45W	80	4470.0lm	24 Vdc	110°	6.5Kg
SC-PSC24NE6060-H45W	Blanco Natural	SMD 3528	3900-4500K	45W	80	4187.9lm	24 Vdc	110°	
SC-PSC24WE6060-H45W	Blanco cálido	SMD 3528	2700-3200K	45W	80	3825.2lm	24 Vdc	110°	

Fuente: <http://www.colombialeads.com/productos/tipos-de-producto/Luminarias-para-Techo/producto-seleccionado/51695/>

ANEXO O. Registro fotográfico aires acondicionados de Morfopatología.



ANEXO P. Registro fotográfico aires acondicionados Roberto Serpa Flórez.





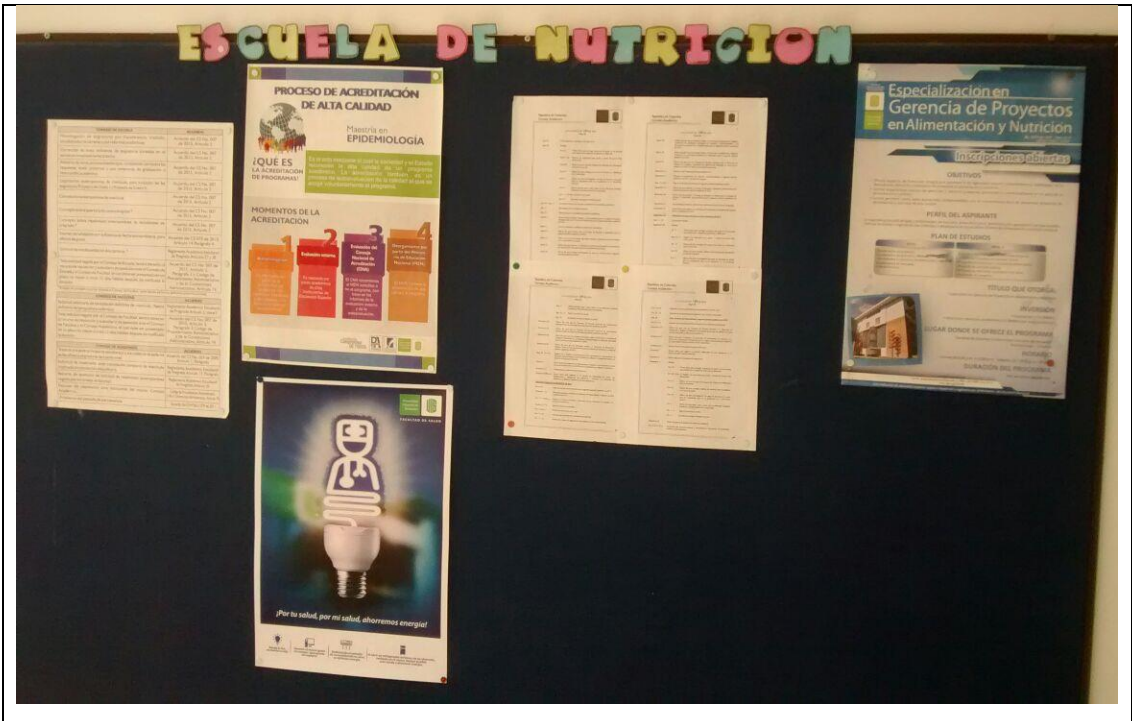
ANEXO Q.Fotografía sección cafetería



ANEXO R. Iluminación biblioteca Luis Guillermo Ortiz.



ANEXO S.Registro fotográfico Campaña Energética Facultad de Salud.





ANEXO T. Cotización aires acondicionados REFRINORTE.



REFRINORTE S.A.S.

Nit: 802.002.875-6

INDUSTRIA Y COMERCIO 11.04x1000.

Direccion: Calle 73 No 20B-67 Tel

NUMERO COTIZACION : P10-5733 ALMACEN: 3600 Refrinorte Bogota
 FECHA : 27/01/2016 ORDEN COMPRA: Tiempo Entrega: 0 dias
 NOMBRE DEL CLIENTE: COCINAS INTEGRALES MUÑOZ NIT : 91068684-1

DIRECCION: San Gil - Santander Tls: 316-7488064

CONTACTO: JENIFER PAOLA MUÑOZ

VENDEDOR AURA OSPINO Cel: Email:

Nota:

Codigo	Descripcion	Und	Cantidad	Valor_Bruto	Dcto%	Valor_Items	Iva%
256353	FANCOIL PT 036KBTU 220/1/60 RDU L CFRESH FCA-36	UND	1.00	1,178,700.00	10.00	1,060,830.00	16.00
256354	FANCOIL PT 048KBTU 220/1/60 RDU L CFRESH FCA-48	UND	1.00	1,466,900.00	10.00	1,320,210.00	16.00
256355	FANCOIL PT 060KBTU 220/1/60 RDU L CFRESH FCA-60	UND	1.00	1,508,400.00	10.00	1,357,560.00	16.00
741146	CONDENSADR 036KBTU 220-230/1/60 ECO R410A TCVB36	UND	1.00	2,059,800.00	10.00	1,853,820.00	16.00
741147	CONDENSADR 048KBTU 220-230/1/60 ECO R410A TCVB48	UND	1.00	2,708,900.00	10.00	2,438,010.00	16.00
741148	CONDENSADR 060KBTU 220-230/1/60 ECO R410A TCVB60	UND	1.00	3,108,500.00	10.00	2,797,650.00	16.00
TOTAL NETO ->						10,828,080.00	
TOTAL IVA ->						1,732,493.00	
GRAN TOTAL -->						12,560,573.00	

VALIDEZ DE LA OFERTA: 8 DIAS.

Una vez recibida su Orden de compra de Rejillas con medidas especiales, NO se aceptan cambios por medidas ni devoluciones.

ANEXO U. Cotización aires FRIO & CALOR.



NIT. 804010362-0

Bucaramanga, 27 de enero del 2016

Señor

Alberto

Atendiendo su amable solicitud envié la siguiente cotización

CANT	DETALLE	REFERENCIA	VALOR
01	Aire acondicionado de 12.000 btu marca LG	Vm122CE	\$ 1.613.000 c/u
01	Aire acondicionado de 18.000 btu marca LG	Vm182CE	\$ 2.099.000 c/u
01	Aire acondicionado de 24.000 btu marca LG	Vm242CE	\$ 2.444.000 c/u

Esta es la disponibilidad que tenemos en el momento. Los aires de 36.000 btu, 48.000 btu, 54.000 btu no los tenemos disponibles por lo cual no tenemos precios de los aires, para con firmarle el precio necesitaríamos saber cuantos aires necesitan ya q de vemos hablar con la marca para disponibilidad que tenga en el momento.

CONDICIONES COMERCIALES

Forma de pago: de contado

Validez de la oferta: 8 días

IVA INCLUIDO DEL 16 %

Sujeto a inventario

Atentamente

OSCAR GARCIA

Asesora comercial

Cel: 3187574212

Cra:27 # 35 - 53