

**CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS MAMITZA BAYER Y
DANIEL CASAS APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN
INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)**

**JOHN FREDDY GÓMEZ MARTÍNEZ
JORGE ARMANDO SALCEDO FUENTES**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2016**

**CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS MAMITZA BAYER Y
DANIEL CASAS APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN
INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)**

**JOHN FREDDY GÓMEZ MARTÍNEZ
JORGE ARMANDO SALCEDO FUENTES**
Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Electricista

Director
HERMANN RAÚL VARGAS TORRES
Doctor en Ingeniería Eléctrica

Codirector
JAIRO BLANCO SOLANO
Magíster en Ingeniería Eléctrica

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2016**

A Dios gracias por estar conmigo hasta el final, a mis padres por su enorme paciencia y comprensión, a mi hermana y mi sobrino por estar siempre conmigo, agradecimientos al profesor Gabriel Ordoñez por haberme tendido la mano cuando la necesite.

JOHN FREDDY GÓMEZ MARTÍNEZ

A don Jorge y a doña Teresa por su inquebrantable e inacabable apoyo, a Julio y a Gretel por su cariño y confianza, a mi tía Esperanza y a Ceci por acogerme en la ciudad bonita, y demás familiares que de una u otra forma me brindaron su apoyo.

A aquellos compañeros con los que en las buenas y en las malas labramos amistades; los de wushu, los papatitos, las yagas.

A Yenny por acompañarme desde un principio en este proyecto que aún sigue su curso.

Y a Dios, que los guarde y los bendiga a todos.

Jorge Armando Salcedo Fuentes

AGRADECIMIENTOS

A la planta docente de la Universidad, en especial a los profesores de la E3t, por su guía en la academia y lecciones de vida en el ámbito profesional.

Al Dr. Hermman Vargas, por habernos brindado la oportunidad de trabajar bajo su tutela, por su colaboración y su apoyo.

Al Msc. Jairo Blanco, por brindarnos su apoyo y orientación.

De igual manera al Dr. Gabriel Ordoñez, al Dr. Gerardo Latorre, al Msc. Julio Chacón y al Msc. Jairo Jaimes, quienes se convierten en un referente a nivel profesional y personal, por su integridad profesional y gran calidez humana.

Al personal de Planta Física y encargados de los edificios de la Universidad, por su colaboración en las diferentes actividades destinadas a la realización de este trabajo.

A la querida alma mater, por acogernos hasta la culminación de nuestra formación profesional.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	20
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
2. JUSTIFICACIÓN	23
3. OBJETIVOS.....	25
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	25
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	25
4. EDIFICIO FEDERICO MAMITZA BAYER.....	26
4.1. CUADROS DE CARGAS DEL EDIFICIO MAMITZA BAYER.....	28
4.2. DIAGRAMAS UNIFILARES DEL EDIFICIO MAMITZA BAYER.....	30
4.3. PRODUCCIÓN DEL EDIFICIO MAMITZA BAYER (OCUPACIÓN)	32
4.4. CONSUMOS ENERGÉTICOS EN EL EDIFICIO MAMITZA BAYER.....	33
4.5. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL.....	34
5. HERRAMIENTAS DE CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA EN EL EDIFICIO FEDERICO MAMITZA BAYER.	35
5.1. APLICACIÓN DEL CALIFICADOR DE NIVELES DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN EL EDIFICIO FEDERICO MAMITZA BAYER.....	35
5.1.1. Análisis de resultados del calificador para el edificio Federico Mamitza Bayer.	38
5.2. CENSO DE CARGA PARA IDENTIFICAR EQUIPOS Y ÁREAS CON MAYOR USO DE ENERGÍA EN EL EDIFICIO FEDERICO MAMITZA BAYER.....	39
5.2.1. Diagrama de Pareto consumo eléctrico FMB.	41
5.2.2. Diagramas de Pareto estratificados FMB.....	42
5.3. ESTABLECIMIENTO DE LOS INDICADORES DEL SISTEMA DE GESTIÓN EN EL EDIFICIO FEDERICO MAMITZA BAYER.....	44
5.3.1. Diagrama de dispersión a través del gráfico E vs O del edificio Mamitza Bayer.	45
5.3.2. Gráfico de control en el edificio Mamitza Bayer.	48
5.3.3. Gráfico de consumo de energía y ocupación contra el tiempo (EO vs T) en el edificio Mamitza Bayer.....	50
5.3.4. Gráfico de consumo de energía contra ocupación (E vs O) en el edificio Mamitza Bayer para la identificación de metas.....	52
5.3.5. Diagrama de índice de consumo contra ocupación (IC vs O).	54
5.3.6. Gráfico de tendencia o de sumas acumulativas (CUSUM) en el edificio FMB.....	56
6. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO FEDERICO MAMITZA BAYER	58

6.1. ESTUDIO DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO FMB	58
6.1.1. Descripción de la medición y equipo utilizado.	59
6.1.2. Consideraciones generales de iluminación en el alumbrado de las aulas de clase.	59
6.1.3. Descripción de la iluminación del edificio.....	60
6.1.4. Nivel de iluminación media del edificio.	62
6.2. ANÁLISIS TERMOGRÁFICO DEL EDIFICIO MAMITZA BAYER.....	65
6.2.1. Aspectos generales del equipo utilizado.	65
6.2.2. Metodología de utilización del instrumento.....	66
6.2.3. Imágenes termográficas del edificio Federico Mamitza Bayer.....	67
6.3. CALIDAD DE LA POTENCIA ELÉCTRICA EN EL EDIFICIO MAMITZA BAYER.....	69
6.3.1. Metodología de utilización del instrumento.	70
6.3.2. Perfiles de tensión del edificio Mamitza Bayer.....	71
6.3.3. Análisis de la corriente del edificio Mamitza Bayer.....	74
6.3.4. Análisis de los armónicos del edificio Mamitza Bayer.	76
6.3.5. Análisis de potencia activa del edificio Mamitza Bayer.....	80
6.3.6. Análisis de potencia reactiva del edificio Mamitza Bayer.....	82
6.3.7. Análisis de frecuencia del edificio Mamitza Bayer.....	82
7. EDIFICIO DANIEL CASAS	84
7.1. CUADROS DE CARGAS DEL EDIFICIO DANIEL CASAS	86
7.2. DIAGRAMA UNIFILAR DEL EDIFICIO DANIEL CASAS	87
7.3. PRODUCCIÓN DEL EDIFICIO DANIEL CASAS (OCUPACIÓN).....	89
7.4. CONSUMOS ENERGÉTICOS EN EL EDIFICIO DANIEL CASAS	90
7.5. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL ESCUELA DE ARTES Y MÚSICA.....	91
8. HERRAMIENTAS DE CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA EN EL EDIFICIO DANIEL CASAS	92
8.1. APLICACIÓN DEL CALIFICADOR PARA EL EDIFICIO DANIEL CASAS.....	92
8.1.1. Análisis de resultados del calificador para el edificio Daniel Casas.	94
8.2. CENSO DE CARGA PARA IDENTIFICAR EQUIPOS Y ÁREAS CON MAYOR USO DE ENERGÍA EN EL EDIFICIO DANIEL CASAS	95
8.2.1. Censo de cargas para el edificio Daniel Casas.....	95
8.2.2. Diagrama de Pareto consumo eléctrico DC.	96
8.2.3. Diagramas de Pareto estratificados DC.	98
8.3. ESTABLECIMIENTO DE LOS INDICADORES DEL SISTEMA DE GESTIÓN EN EL EDIFICIO DANIEL CASAS	100

8.3.1. Diagrama de dispersión a través del gráfico E vs O del edificio Daniel Casas.	100
8.3.2. Gráfico de control en el edificio Daniel Casas.....	102
8.3.3. Gráfico de consumo de energía y ocupación contra el tiempo (EO vs T) en el edificio Daniel Casas.	104
8.3.4. Gráfico de consumo de energía contra ocupación (E vs O) en el edificio Daniel Casas para la identificación de metas.....	105
8.3.5. Diagrama de índice de consumo contra ocupación ((IC vs O).	106
8.3.6. Gráfico de tendencia o de sumas acumulativas (CUSUM) en el edificio Daniel Casas.	108
9. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO DANIEL CASAS.....	110
9.1. ESTUDIO DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO DANIEL CASAS.....	110
9.1.1. Descripción de la medición y equipo utilizado.	111
9.1.2. Descripción de la iluminación del edificio.....	111
9.1.3. Nivel de iluminación media del edificio.	112
9.2. ANÁLISIS TERMOGRÁFICO DEL EDIFICIO DANIEL CASAS	115
9.2.1. Aspectos generales del equipo utilizado.	115
9.2.2. Metodología de utilización del instrumento.	115
9.2.3. Imágenes termográficas del edificio Daniel Casas.....	116
9.3. CALIDAD DE LA POTENCIA ELÉCTRICA EN EL EDIFICIO DANIEL CASAS	117
9.3.1. Metodología de utilización del instrumento.	118
9.3.2. Análisis de la tensión del edificio Daniel Casas.....	118
9.3.3. Análisis de la corriente del edificio Daniel Casas.	121
9.3.4. Análisis de los armónicos del edificio Mamitza Bayer.	122
9.3.5. Análisis de potencia activa del edificio Daniel Casas.	125
9.3.6. Análisis de potencia reactiva del edificio Daniel Casas.....	127
9.3.7. Análisis de frecuencia del edificio Mamitza Bayer.....	128
10. RECOMENDACIONES PARA EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGÍA	129
10.1. AIRES ACONDICIONADOS.....	130
10.2. EQUIPOS DE OFICINA	132
10.3. OTROS	134
10.4. ILUMINACIÓN.....	135
10.5. CULTURA ENERGÉTICA.....	140
10.5.1. Metodología.....	141
10.5.2. Finalidad.....	141
10.5.3. Lema y logo de la campaña.....	141

11. CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES..... 143
CITAS 146
BIBLIOGRAFIA..... 147
ANEXOS 149

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Cuadro de cargas tableros principales del edificio Federico Mamitza Bayer.....	28
Tabla 2. Cuadro de cargas por tableros edificio Federico Mamitza Bayer	29
Tabla 3. Producción (flujo de estudiantes) edificio Mamitza Bayer	32
Tabla 4. Consumos energéticos UIS y edificio FMB	33
Tabla 5. Calificador de Niveles de Gestión Energética edificio FMB.....	36
Tabla 6. Censo de cargas edificio FMB.....	40
Tabla 7. Consumo por tipos de equipos FMB	41
Tabla 8. Pareto estratificado edificio FMB equipos de oficina	42
Tabla 9. Pareto estratificado edificio FMB aires acondicionados	43
Tabla 10. Tipos de variables de control según guía SGIE	44
Tabla 11. Consumo vs Personas Atendidas edificio FMB	45
Tabla 12. Parámetros Seis Sigma edificio FMB	49
Tabla 13. Variación porcentual Consumo/Ocupación edificio FMB	51
Tabla 14. Índices de consumo edificio FMB.....	54
Tabla 15. Consumo energético I semestre 2014 edificio FMB.....	56
Tabla 16. Datos consumo teórico y acumulado edificio FMB.....	57
Tabla 17. Características del luxómetro LM-120	59
Tabla 18. Estado de la iluminación actual piso 1 edificio FMB	63
Tabla 19. Estado de la iluminación actual piso 2 edificio FMB	63
Tabla 20. Estado actual de la iluminación piso 3 edificio FMB	64
Tabla 21. Características generales Fluke TI32	66
Tabla 22. Características del analizador DRANETZ POWER VISA 440	70
Tabla 23. Hundimientos de tensión edificio FMB	72
Tabla 24. Sobretensiones del edificio FMB.....	72
Tabla 25. Transitorios del edificio FMB.....	73
Tabla 26. Resumen estadístico perfil de Tensión edificio FMB	74
Tabla 27. Resumen estadístico perfil de Corriente edificio FMB	75
Tabla 28. Límites establecidos para la THDV	76
Tabla 29 Niveles de potencia activa por fase para el edificio FMB.....	80
Tabla 30. Niveles de potencia reactiva por fase para el edificio FMB	82
Tabla 31. Niveles de frecuencia permitidos por la legislación colombiana	82
Tabla 32. Cuadro de cargas por tableros edificio Daniel Casas	86
Tabla 33. Producción (flujo de estudiantes) edificio Daniel Casas	89
Tabla 34. Consumos energéticos UIS y edificio DC	90
Tabla 35. Calificador de Niveles de Gestión Energética edificio DC	92
Tabla 36. Censo de Cargas edificio DC	95
Tabla 37. Consumo por Tipos de Equipos DC	97
Tabla 38. Pareto Estratificado edificio DC aire acondicionado	98
Tabla 39. Pareto Estratificado edificio DC otros	99
Tabla 40. Consumo vs Personas Atendidas edificio DC	100

Tabla 41. Parámetros Seis Sigma edificio DC	103
Tabla 42. Variación porcentual Consumo/Ocupación edificio DC	104
Tabla 43. Índices de consumo edificio DC.....	107
Tabla 44. Consumo energético I semestre 2014 edificio DC	108
Tabla 45. Datos Consumo Teórico y Acumulado	109
Tabla 46. Estado de la iluminación actual piso 1 edificio DC	113
Tabla 47. Estado de la iluminación actual piso 2 edificio DC	114
Tabla 48. Estado de la iluminación actual piso 3 edificio DC	114
Tabla 49. Hundimientos de tensión edificio DC.....	118
Tabla 50. Sobretensiones del edificio DC.....	119
Tabla 51. Transitorios del edificio FMB.....	120
Tabla 52. Resumen estadístico perfil de Tensión edificio DC	121
Tabla 53. Resumen estadístico perfil de Corriente edificio DC.....	122
Tabla 54. Niveles de potencia activa por fase para el edificio DC	125
Tabla 55. Niveles de potencia reactiva por fase para el edificio DC	127
Tabla 56. Cálculo del ahorro en aires acondicionados edificio FMB	130
Tabla 57. Cálculo del ahorro en aires acondicionados edificio DC	131
Tabla 58. Cálculo del ahorro en equipos de oficina, secretarías y salas de cómputo edificio FMB	133
Tabla 59. Cálculo del ahorro en equipos varios edificio DC.....	134
Tabla 60. Comparación luminarias T5 y T8	136
Tabla 61. Cantidad de luminarias tipo T8 edificio FMB	136
Tabla 62. Lista de precios Luminaria T5 Sylvania	137
Tabla 63. Comparación consumo luminarias T8 y T5 edificio FMB	137
Tabla 64. Cantidad de luminarias tipo T8 edificio DC	138
Tabla 65. Comparación consumo luminarias T8 y T5 edificio DC	138

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Fachada del edificio Federico Mamitza Bayer	26
Figura 2. Barraje Subestación Biblioteca	26
Figura 3. Acometida salón 111 edificio Federico Mamitza Bayer	27
Figura 4. Tablero General 2 salón 105 edificio. Federico Mamitza Bayer	27
Figura 5. Diagrama Unifilar edificio Mamitza Bayer TG 2	30
Figura 6. Diagrama Unifilar Ed. Mamitza Bayer TG 1	31
Figura 7. Organigrama Escuela de Diseño Industrial	34
Figura 8. Calificación por áreas edificio FMB	38
Figura 9. Diagrama de Pareto	42
Figura 10. Diagrama de Pareto estratificado edificio FMB equipos de oficina.....	43
Figura 11. Diagrama de Pareto Estratificado edificio FMB aire acondicionado	44
Figura 12. Dispersión Consumo vs Ocupación (Diagrama E vs O) edificio FMB	46
Figura 13. Diagrama de Control 6 σ edificio FMB	49
Figura 14. Gráfico E-P vs T edificio FMB.....	51
Figura 15. Diagrama E vs O con Línea Meta edificio FMB.....	53
Figura 16. Diagrama IC vs O edificio FMB	55
Figura 17. Diagrama E vs O I semestre 2014 edificio FMB.....	56
Figura 18. Diagrama de Sumas Acumuladas edificio FMB.....	57
Figura 19. Luxómetro LM-120.....	59
Figura 20. Figura 420.1.2 a. Retilap.....	60
Figura 21. Figura 420.12.2 b. Retilap	60
Figura 22. Luminaria tipo T8 Ed. FMB	60
Figura 23. Luminaria tipo T8 Ed. FMB	60
Figura 24. Plafón luminaria tipo tubo edificio FMB	61
Figura 25. Distribución luminarias en salones segundo piso FMB.....	62
Figura 26. Vista Anterior de la Cámara Fluke TI32	66
Figura 27. Vista Posterior de la Cámara Fluke TI32	66
Figura 28. Termografía 1 acometida salón 105 edificio FMB	67
Figura 29. Termografía 2 acometida salón 105 edificio FMB	68
Figura 30. Perfil térmico de las termografías 1 y 2 respectivamente	68
Figura 31. Analizador de redes Power Visa 440 en funcionamiento en la acometida del edificio Daniel Casas	69
Figura 32. Instalación del equipo edificio Mamitza Bayer	71
Figura 33. Perfiles de tensión por fase edificio FMB.	73
Figura 34. Perfiles de corriente por fase edificio FMB.....	75
Figura 35. Armónico de tensión de la fase A	77
Figura 36. Armónico de corriente de la fase A.....	77
Figura 37. Armónico de tensión de la fase B.....	78
Figura 38. Armónico de corriente de la fase B.....	78

Figura 39. Armónico de tensión de la fase C.....	79
Figura 40. Armónico de corriente de la fase C.....	79
Figura 41. Potencia activa por fase edificio FMB.....	80
Figura 42. Potencia activa edificio FMB.....	81
Figura 43. Energía Activa edificio FMB.....	81
Figura 44. Frecuencia eléctrica edificio FMB.....	83
Figura 45. Fachada del edificio Daniel Casas.....	84
Figura 46. Subestación edificio Alta Tensión.....	85
Figura 47. Subestación edificio Alta Tensión.....	85
Figura 48. Tablero principal edificio Daniel Casas.....	85
Figura 49. Diagrama Unifilar edificio Daniel Casas.....	88
Figura 50. Organigrama Escuela de Artes y Música.....	91
Figura 51. Calificación por tipos de equipo.....	94
Figura 52. Diagrama de Pareto edificio DC.....	97
Figura 53 Diagrama de Pareto Aires Acondicionados edificio DC.....	98
Figura 54. Diagrama de Pareto Equipos varios edificio DC.....	99
Figura 55. Dispersión Consumo vs Ocupación (Diagrama E vs O) edificio DC.....	101
Figura 56. Diagrama de Control 6 σ edificio DC.....	103
Figura 57. Gráfico E-P vs T edificio DC.....	105
Figura 58. Diagrama E vs O con línea Meta edificio DC.....	106
Figura 59. Diagrama IC vs O edificio DC.....	107
Figura 60. Diagrama E vs O II semestre 2014 edificio DC.....	108
Figura 61 Diagrama de Sumas Acumuladas edificio DC.....	109
Figura 62. Salón 209 con asilamiento sonoro edificio Daniel Casas.....	111
Figura 63. Cubículo individual de ensayo edificio Daniel Casas.....	112
Figura 64. Termografía 1 acometida salón 101A edificio DC.....	116
Figura 65. Termografía 2 acometida salón 101A edificio DC.....	116
Figura 66. Perfiles de las termografías 1 y 2 respectivamente de la acometida salón 101A edificio DC.....	117
Figura 67. Perfiles de tensión por fase edificio DC.....	120
Figura 68. Perfiles de corriente edificio DC Fuente: DRANETZ.....	121
Figura 69. Armónico de tensión de la fase A.....	122
Figura 70. Armónico de corriente de la fase A.....	123
Figura 71. Armónico de tensión de la fase B.....	123
Figura 72. Armónico de corriente de la fase B.....	124
Figura 73. Armónico de tensión de la fase C.....	124
Figura 74. Armónico de corriente de la fase C.....	125
Figura 75. Potencia Activa por fase edificio DC.....	126
Figura 76. Potencia Activa edificio DC.....	126
Figura 77. Energía Activa edificio DC.....	127
Figura 78. Energía Activa edificio DC.....	128
Figura 79. Aire acondicionado Ed. FMB, buen estado de los aislamientos térmicos.....	131

Figura 80. Aula 104 Aire acondicionado Ed. FMB, buen estado de los aislamientos térmicos.	131
Figura 81. Aire acondicionado exterior edificio DC	132
Figura 82. Aire acondicionado tipo ventana edificio DC.....	132
Figura 83. Aula 104 Ed. DC, posee dos aires acondicionados tipo ventana, sus puertas permanecen abiertas	140
Figura 84. Logo de la campaña por la cultura energética	142

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Encuesta UPME realizada en el edificio Mamitza Bayer	149
ANEXO B. Encuesta UPME realizada en el edificio Daniel Casas	152
ANEXO C. Información para el cálculo de personas atendidas en cada uno de los edificios	155

RESUMEN

TÍTULO: CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS MAMITZA BAYER Y DANIEL CASAS APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE).*

AUTORES:

JOHN FREDDY GÓMEZ MARTÍNEZ

JORGE ARMANDO SALCEDO FUENTES**

PALABRAS CLAVE: Caracterización energética, UPME, SGIE, herramientas estadísticas, ahorro energético, impacto ambiental.

Los sistemas de gestión permiten a las organizaciones, entre otros beneficios, el mejoramiento de sus capacidades operativas estableciendo metas de mejora en torno a sus procesos, su revisión continua, y el ulterior cumplimiento de dichas metas. Con el fin de optimizar el consumo de energía en Colombia, una de las estrategias de los gobiernos nacionales, a través de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), ha sido el desarrollo de sistemas de gestión orientados a los consumos de energía. A través del establecimiento de Sistemas de Gestión Integral de la Energía (SGIE), se busca optimizar los consumos de las organizaciones a nivel nacional, iniciando dichos procesos desde la academia, con la preparación de gestores en la normatividad energético-ambiental. Por esta razón, desde la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E³T) de la Universidad Industrial de Santander (UIS) se ha promovido la realización de trabajos de grado orientados al desarrollo de dichos sistemas al interior del campus universitario.

En el presente trabajo, se desarrollan los procesos de caracterización energética de los edificios Mamitza Bayer y Daniel Casas, de la UIS, utilizando la metodología de los SGIE y las herramientas puestas a disposición por la UPME para la elaboración de los mismos. Para el desarrollo de la caracterización energética de los edificios inicialmente se realiza una descripción de los componentes de consumo; posteriormente, y utilizando las herramientas dadas por la UPME, se caracteriza la actividad energética, estableciendo los indicadores de consumo, a partir de los cuales se desarrolla un diagnóstico energético, empleando tres análisis principales: estudio de los niveles de iluminación, análisis termográfico y estudio de la calidad de la energía. Finalmente se brindan las recomendaciones a las que haya lugar en pos de optimizar los consumos al interior de los edificios y de la Universidad como un todo.

* Trabajo de grado

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

ABSTRACT

TITLE: MAMITZA BAYER AND DANIEL CASAS BUILDINGS ENERGY CHARACTERIZATION APPLYING THE INTEGRAL ENERGY MANAGEMENT SYSTEM (IEMS) METHODOLOGY.*

AUTHORS:

JOHN FREDDY GÓMEZ MARTÍNEZ

JORGE ARMANDO SALCEDO FUENTES**

KEY WORDS: Energy characterization, UPME, SGIE, statistical tools, energy saving, environmental impact.

Management systems allow organizations to enhance their operative capacities by establishing improvement goals in their processes, their continuous revisions and ultimately reaching these goals; amongst other benefits. One of Colombia's government strategies through the Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) has been the development of management systems oriented to energy consumption. The establishment of an Integral Energy Management Systems (IEMS) goal is to optimize energy consumptions in different organizations nationwide. These processes should begin academically by forming agents that are aware of the energetic-environmental norm. The Universidad Industrial de Santander's (UIS) Electrical, Electronic and Telecommunications Engineering School (E³T) has been promoting undergraduate work toward the development of said systems at the inside of the campus.

This paper presents the development of energy characterization processes on the Mamitza Bayer and Daniel Casas UIS's campus buildings, using the IEMS methodology, and the UPME's tools for its elaboration. Initially a description of consumption elements is made, followed by an energy characterization using UPME's tools, establishing consumption indicators, from which an energy diagnose is conducted using three main analyses: lighting levels review, thermographic analysis and energy quality review. Finally needed recommendations are given towards the consumption optimization inside the buildings and for the campus as a whole.

* Undergraduate work

** Physical-Mechanic Engineering Faculty. Electrical, Electronic and Telecommunications Engineering School (E3T). Director: Hermann Raúl Vargas Torres.

INTRODUCCIÓN

Con el desarrollo económico de las diferentes regiones del país se da lugar a la creación de nuevas empresas y organizaciones de los diversos sectores de la economía (manufactura, extracción de materias primas entre otros) y, como consecuencia, el aumento en las emisiones de gases de efecto invernadero que han desembocado en el actual fenómeno de calentamiento global, afectando gravemente los diferentes ecosistemas del planeta con los diversos problemas ambientales que se derivan. El creciente aumento de la demanda de energía, la consecuente alza en el costo de ésta y el daño ambiental producido, proporcionan los motivos suficientes para enfocar esfuerzos en el uso racional y eficiente de la energía. Las empresas y organizaciones con mayores consumos energéticos deben prepararse para aplicar las nuevas normativas sobre el uso racional de la energía, teniendo como objetivo principal, la disminución del consumo, que debería representar, además, la reducción de los costos, contribuyendo así a una mayor competitividad.

La implementación de dichas normativas debe realizarse siguiendo la metodología de los sistemas de gestión integrada, con el fin de que las organizaciones sean capaces de tener una producción sostenible, partiendo de la importancia de esta visión sobre el consumo de la energía y los costos. Para lograr esto, es necesario implementar un *Sistema de Gestión Integral de la Energía* (SGIE), debido a que se deben abarcar las diferentes formas y fuentes de energía.

La implementación de un SGIE en una organización, contribuye a crear una visión global del consumo energético actual de la empresa, con el objetivo principal de ayudar a controlar el consumo de la energía.

Por su parte, la Universidad Industrial de Santander (UIS), a través de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones (E³T), forma gestores en la normatividad actual con el fin de contribuir a la sostenibilidad ambiental, a la política de conciencia y ahorro económico de la Universidad.

En el presente trabajo de grado se realizó un estudio inicial en los edificios Federico Mamitza Bayer y Daniel Casas, por lo cual fue necesario evaluar el estado de estos mismos a través de la pre-caracterización de los edificios utilizando diversos medios, tales como: encuesta, levantamiento de cargas eléctricas, revisión de los planos eléctricos y diagrama unifilar de los edificios, todo esto dentro de la primera fase denominada “Decisión Estratégica”.

La encuesta, que se utiliza como instrumento de medida, fue formulada por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). De acuerdo con los resultados obtenidos, se procede a evaluar las actividades realizadas en los edificios para dar un puntaje referente a los sistemas de gestión energética.

De igual manera, se realiza el análisis de los datos obtenidos a través de los instrumentos de medida utilizados (analizador de redes, luxómetro, cámara termográfica, medidor de potencia), para generar el correspondiente análisis energético, en el marco de la segunda etapa “Instalación del Sistema de Gestión Integral de Energía”.

A partir del puntaje obtenido en la evaluación del sistema de gestión, y con los resultados del diagnóstico energético, se realiza el plan de ahorro de energía con el fin de disminuir los consumos respectivos en los edificios. Los resultados de la encuesta se adjuntan al final del documento y serán utilizados en el cálculo de las puntuaciones del SGIE.

Para una mejor comprensión de los resultados del presente trabajo, los análisis de los edificios se muestran en partes separadas; en la primera parte, se muestra el trabajo realizado en el edificio Federico Mamitza Bayer, y en la segunda, el trabajo realizado en el edificio Daniel Casas.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En las últimas décadas se ha dado una expansión de las urbes, ocasionando una gran demanda de energía para abastecer necesidades básicas de la población; sin embargo, se presenta un derroche en su uso, dándose lugar a la creación de normas para el adecuado uso de la energía, con el fin de contrarrestar dicha situación. Es a partir de este punto donde se hace imprescindible el desarrollo y la implementación de los modelos de la eficiencia energética basados en el uso inteligente de la energía, teniendo en cuenta que las fuentes de energías actuales son finitas y no renovables, por lo que se hace necesario mejorar la relación de la energía que se consume con respecto a la energía producida.

En los edificios Mamitza Bayer y Daniel Casas del campus central, los consumos de energía son *principalmente eléctricos*, encontrándose en estos edificios: salas de cómputo, sistemas de aire acondicionado, oficinas y luminarias, entre otros artefactos; por consiguiente, el ahorro energético debe enfocarse en la optimización del uso de estos elementos, siguiendo los pasos de las normativas de eficiencia energética para encontrar las fuentes posibles de ahorro energético y disminuir así los consumos de energía de la UIS, con la consecuente disminución de los costos generados por el derroche inadvertido.

2. JUSTIFICACIÓN

Partiendo de los problemas actuales generados por la contaminación ocasionada por las actividades de generación y consumo de energía, se debe crear conciencia en los estudiantes próximos a recibir el título de ingenieros electricistas en dicha problemática. Uno de estos problemas es el actual cambio climático que, en el caso de Colombia, se ha manifestado a través del “fenómeno del niño”, que ha reducido a las principales fuentes hídricas del país hasta el borde de la sequía, situación ampliamente preocupante, ya que el 70,4% de la energía que se produce en Colombia es de tipo hidráulica [1]. Por lo tanto, los estudiantes de Ingeniería Eléctrica, como profesionales del sector en el futuro inmediato, deben ser partícipes en el aporte de soluciones a esta situación, partiendo del conocimiento adquirido a través de la guía de los docentes de la Escuela E³T, teniendo como compromiso conocer acerca de la implementación de la norma de eficiencia energética (ISO 50001) para disminuir el consumo y así reducir el impacto ambiental que se da por el mal uso de este bien común.

Al igual que trabajos anteriores orientados con los mismos fines desarrollados desde hace dos años atrás en la E³T^{1,2}, éste tiene como objetivo mostrar la aplicación de la metodología SGIE en los edificios al interior del campus, contribuyendo así con la creación de nuevas estrategias que permitan un uso racional y eficiente de la energía (URE) como parte del trabajo del grupo de investigación GISEL.

De igual manera, este estudio se convierte en una propuesta interesante para el sector productivo, ya que partiendo del conocimiento adquirido en la aplicación de este modelo de gestión en los edificios de la Universidad, se puede extender dicha

¹ Delgado Cruz, D.A., Rodríguez Carvajal, J.O. & Sarmiento Amado, L.R. (2015). CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO CAMILO TORRES APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE). Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.

² Arenas Salgado, E.F. & González Navarro, A.R. (2014). CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO INGENIERÍA INDUSTRIAL APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE). Universidad Industrial de Santander. Colombia.

experiencia a empresas del sector productivo, organizaciones gubernamentales, universidades y colegios de la región, para lograr una política regional generalizada del uso racional de la energía.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Caracterizar el consumo energético de los edificios MAMITZA BAYER y DANIEL CASAS de la Universidad Industrial Santander aplicando la metodología del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE).

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las características y variables de los procesos que impactan la eficiencia energética de los edificios MAMITZA BAYER y DANIEL CASAS.
- Implementar las herramientas estadísticas y probabilísticas básicas para la caracterización, diagnóstico y valoración energética de las operaciones y funcionamiento realizado en los edificios MAMITZA BAYER y DANIEL CASAS.
- Desarrollar un plan de entrenamiento y evaluación del personal, asegurando buenas prácticas en el uso de la energía.

4. EDIFICIO FEDERICO MAMITZA BAYER

Figura 1. Fachada del edificio Federico Mamitza Bayer



El edificio Federico Mamitza Bayer, mostrado en la figura 1 corresponde a la Escuela de Diseño Industrial de la UIS. La edificación se ubica en el noroccidente del campus central de la Universidad. Consta de tres pisos albergando aulas de clases, oficinas, baterías sanitarias, laboratorio de cueros y de fotografía, áreas comunes y de servicios, y una sala de informática. Posee un área construida de 902,53 m² en el primer piso, 883,08 m² para el segundo y 883,08 m² para el tercer piso, para un total de 2668,69 m².

Figura 2. Barraje Subestación Biblioteca



A los tableros generales llega la acometida procedente de la subestación de Biblioteca Central, mostrada en la Figura 2, y que brinda alimentación al edificio, ya que éste no cuenta con subestación eléctrica propia. Está compuesta por dos alimentadores trifásicos, independientes y subterráneos a 208 V, mostrados en la figura 3 y en la figura 4, que llegan a los barrajes de los dos tableros generales, y tienen las siguientes especificaciones técnicas:

Figura 3. Acometida salón 111 edificio Federico Mamitza Bayer



Figura 4. Tablero General 2 salón 105 edificio. Federico Mamitza Bayer



Acometida 1: tres (3) conductores de fase calibre 2/0, un (1) conductor calibre 1/0 para el neutro, y un (1) conductor calibre 1/0 para la conexión a tierra.

Acometida 2: tres (3) conductores de fase calibre 2/0, un (1) conductor calibre 1/0 para el neutro, y un (1) conductor calibre 1/0 para la conexión a tierra.

Cuenta con tableros de interruptores distribuidos a lo largo del edificio, repartidos así: dos (2) tableros generales en su acometida, y seis (6) tableros distribuidos en los diferentes tres (3) pisos.

4.1. CUADROS DE CARGAS DEL EDIFICIO MAMITZA BAYER

La realización del cuadro de cargas se basa fundamentalmente en los planos eléctricos y arquitectónicos suministrados por el Departamento de Planeación de la UIS, también se realizó una inspección visual en el edificio en la cual se logró establecer los elementos y la cantidad que lo conforman, tales como luminarias, tomas y motores. A continuación se muestra el cuadro de cargas de los tableros principales del edificio en la Tabla 1:

Tabla 1. Cuadro de cargas tableros principales del edificio Federico Mamitza Bayer

	Tipo	Tablero General 1	Tablero General 2
LUCES	F232	76	17
	F249	131	50
	PFC	3	2
TOMAS	TCB	1	
	CAF	1	1
	TMN	59	21
	TBPT	1	
	VEN	1	
	T3F	11	
MOTORES	HP	30,5	7
CARGA (VA)	Total	53880	9416,8
CORRIENTE	(A)	149,56	26,49
PROTECCIÓN	(A)	3X100	3X40
CONDUCTOR	AWG	2/0-THW	2/0-THW

Las descripciones de los tipos de luminarias y tomas corresponden a las siguientes:

F232: Lámpara fluorescente electrónica T8 (2*32 Watts).

F249: Lámpara fluorescente electrónica T8 (2*49 Watts).

PFC: Salida de plafón para incandescente o fluorescente.

TCB: Tomacorriente bifásica para aire acondicionado.

CAF: Tomacorriente monofásica para cafetera.

TMN: Tomacorriente monofásica de uso general.

TBPT: Tomacorriente bifásica "pata trabada".

VEN: Salida para ventilador.

T3F: Tomacorriente trifásico.

La relación de motores está dada como sigue: los 7 HP del tablero TBG2 corresponden a aires acondicionados del edificio. Los 30,5 HP del tablero TBG1 corresponden a trece (13) motores de ½ HP del Laboratorio de Cueros y seis (6) motores de 1 y ½ HP del tercer piso, los restantes 15 HP corresponden a aires acondicionados conectados a este tablero. La distribución de las cargas por tableros que se muestra a continuación en la Tabla 2, fue realizada con las ayudas mencionadas anteriormente y su respectiva distribución se presenta a continuación:

Tabla 2. Cuadro de cargas por tableros edificio Federico Mamitza Bayer

	Tipo	TA1	TA2	TA3	TB2	TB1	TB3
LUCES	F232	17	14	40			5
	F249	50	45	25	6		5
	PFC	2		1			
TOMAS	TCB			1			
	CAF	1					
	TMN	21	19	39	11	15	8
	TBPT			1			
	VEN			1			
	T3F				11		
MOTORES	HP				6,5		9
CARGA (VA)							
	Total	9544	8238	22579	6739	2700	8248,3
CORRIENTE	(A)	26,49	22,87	62,67	18,71	12,98	22,9
PROTECCIÓN	(A)	3X40	3X40	3X60		3X60	3X40
CONDUCTOR	AWG	6-THW	6-TW	6-THW	6-THHN	6-THW	8-THHN

4.2. DIAGRAMAS UNIFILARES DEL EDIFICIO MAMITZA BAYER

Para la elaboración de los diagramas unifilares se solicitó al departamento de planeación de la UIS los planos eléctricos y arquitectónicos del edificio, y con base en los datos de carga obtenidos en los puntos anteriores, se elaboran los diagramas mostrados la Figura 5 y la Figura 6 se relaciona los tableros y cargas principales del edificio. De igual forma, estos se adjuntan en los planos anexos del presente trabajo.

Figura 5. Diagrama Unifilar edificio Mamitza Bayer TG 2

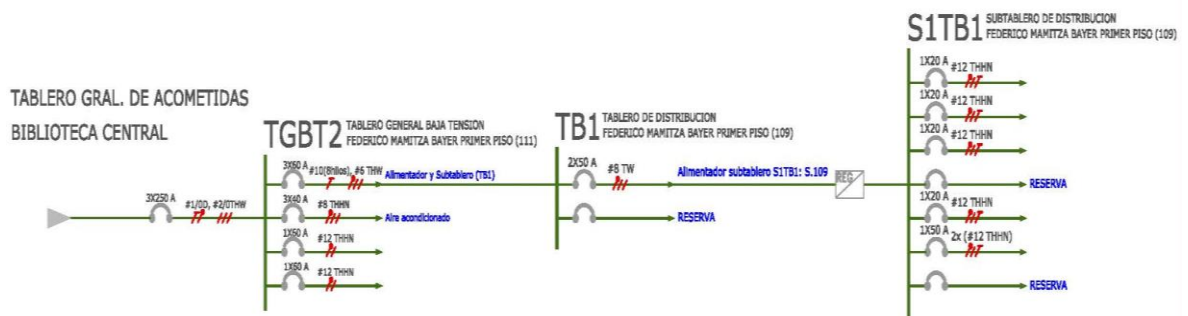


Figura 6. Diagrama Unifilar Ed. Mamitza Bayer TG 1



4.3. PRODUCCIÓN DEL EDIFICIO MAMITZA BAYER (OCUPACIÓN)

Tomando en cuenta que los servicios ofrecidos por la Escuela de Diseño Industrial son principalmente académicos, se mide su producción en términos de la ocupación del espacio físico del edificio resultante del desarrollo de actividades académicas en el mismo. Los niveles de ocupación por día se estimaron de acuerdo a la asignación de cupos por salón establecida en los horarios de la Escuela (ver anexos), además, se midió el flujo de estudiantes en un periodo de una semana para establecer la variación diaria en el ingreso de los mismos *durante el periodo de febrero de 2014 a marzo de 2015*³.

Tabla 3. Producción (flujo de estudiantes) edificio Mamitza Bayer

2014	
Febrero	13425
Marzo	14156
Abril	8208
Mayo	9313
Junio	6122
Julio	13252
Agosto	10581
Septiembre	7001
Octubre	7576
Noviembre	6860
Diciembre	6971
2015	
Enero	6099

La franja horaria en la que se atienden estudiantes en el edificio es de lunes a viernes de 6 a.m. a 8 p.m. en jornada continua y los sábados de 6. a.m. a 6 p.m., día en el que se atienden estudiantes del Instituto de Lenguas UIS.

³ Este periodo se centra en la fecha en la que se realizaron las mediciones con el analizador de redes en el edificio Mamitza Bayer, de agosto a septiembre de 2014.

4.4. CONSUMOS ENERGÉTICOS EN EL EDIFICIO MAMITZA BAYER

Para determinar los consumos en el edificio, es necesario establecer los consumos dados en el campus en general, debido a que no se cuenta con medidores de energía que registren el consumo del edificio. A partir de dichos valores, y con base en los datos del analizador de redes (Análisis de potencia activa del edificio Mamitza Bayer.), se estima el valor del consumo mensual en el edificio.

Los datos del consumo de la Universidad, son obtenidos de las facturas registradas en la oficina de Planta Física de la UIS, los resultados de dicha estimación se encuentran en la Tabla 4 mostrada a continuación:

Tabla 4. Consumos energéticos UIS y edificio FMB

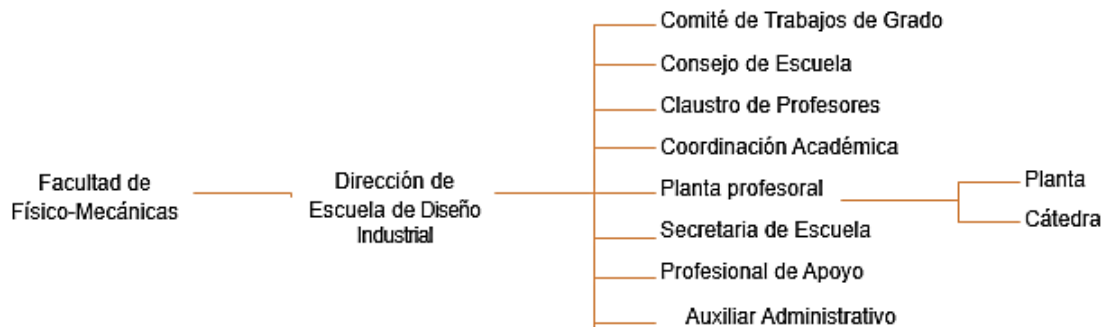
Mes	UIS			Ed. FMB
	Consumo kWh	Valor unitario[\$CoP]	Valor total [\$CoP]	Consumo kWh
Febrero	564060	279,3	157541958	5134
Marzo	594721	282,15	167797557	5413
Abril	504409	284,99	143751521	4591
Mayo	556266	287,23	159773502	5063
Junio	499800	289,46	144672108	4549
Julio	575722	286,66	165036469	5241
Agosto	544901	283,35	154397698	4960
Septiembre	522502	288,32	150647777	4756
Octubre	534872	294,09	157300506	4869
Noviembre	487294	288,57	140618430	4436
Diciembre	407011	287,31	116938330	4105
Enero	385355	294,55	113506315	3886

Por motivos de confidencialidad, no se pueden mostrar imágenes de las facturas de la energía eléctrica de la Universidad.

4.5. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

La conformación de la estructura organizacional de la Escuela de Diseño Industrial que se muestra en la Figura 7, es requerida dentro del proceso de caracterización del SGIE, ya que a través de la familiarización con la estructura orgánica de mando de la empresa, se pueden comprender mejor los procesos y procedimientos del sistema organizacional que aplica la empresa para su funcionamiento. El organigrama contiene la jerarquía según las características de las funciones y responsabilidades del personal en la Escuela [2]. Los niveles jerárquicos de la organización y las competencias por cargo se agrupan en categorías afines.

Figura 7. Organigrama Escuela de Diseño Industrial



Fuente: UIS

5. HERRAMIENTAS DE CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA EN EL EDIFICIO FEDERICO MAMITZA BAYER

A través del uso de las herramientas dadas por la metodología de Gestión Integral de la Energía, se determinan las potencialidades de ahorro por gestión energética y por gestión de la producción, así como las tendencias de la eficiencia energética del edificio y el estado actual (si lo hubiese) del sistema de gestión energético.

Se sigue la secuencia metodológica para la aplicación de las herramientas de gestión propuesta por la guía de las herramientas del SGIE [3].

5.1. APLICACIÓN DEL CALIFICADOR DE NIVELES DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN EL EDIFICIO FEDERICO MAMITZA BAYER

Dentro de las herramientas propuestas por la UPME, para establecer el estado en el que se encuentran los sistemas de gestión de la organización y a partir de allí sugerir las recomendaciones del caso, en el desarrollo del modelo de Gestión Integral de la Energía, se encuentra el software calificador, disponible en el sitio web de la UPME, con el que se pueden medir los diferentes niveles de gestión energética de las instituciones, a través de la calificación de diferentes aspectos en el uso de la energía, con base en los resultados de la encuesta referida en el numeral cinco (5) del presente trabajo y que se utiliza como generador de los datos a ingresar en el calificador. Las calificaciones para cada uno de los ítems van desde 0 hasta 5, siendo 0 la calificación más baja y 5 la más alta.

El instrumento se aplica a las personas encargadas del mantenimiento y operación en los edificios debido a que son las personas con mayor cercanía a la operación diaria de los elementos de consumo energético.

La encuesta se realizó en el edificio Mamitza Bayer de la Escuela de Diseño Industrial al encargado del edificio Ing. Fabio Reyes, y los resultados del calificador registrados en la Tabla 5, se muestran a continuación:

Tabla 5. Calificador de Niveles de Gestión Energética edificio FMB

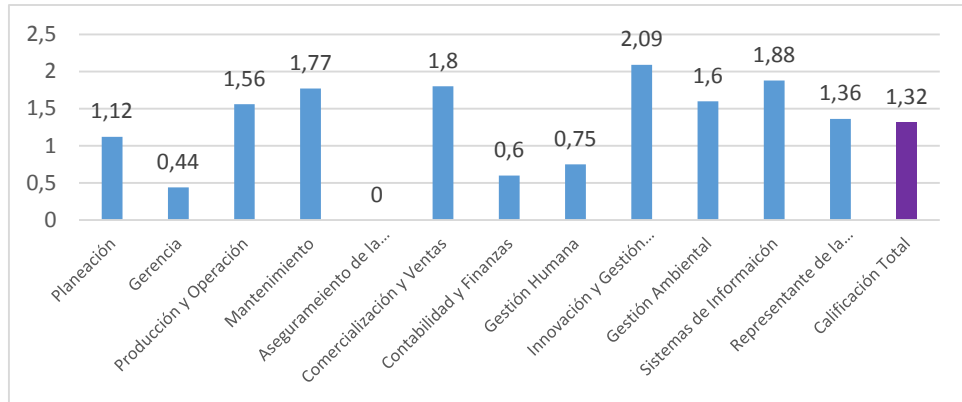
Sección	Calificación	Observaciones
Planeación	1,12	No existe una política energética insertada en la empresa, no existen objetivos energéticos cuantitativos y cualitativos insertados en los objetivos generales del edificio, además los presupuestos de consumo y eficiencia energética no son discutidos y aprobados con participación de las áreas que deben cumplirlos.
Gerencia	0,44	No existen mecanismos de chequeo de las metas energéticas a nivel de empresa y de áreas, tampoco existe un procedimiento establecido para determinar y validar el potencial de reducción del consumo de energía en cada área.
Producción y Operación	1,56	No existen procedimientos establecidos en cada área para que los operadores actúen siempre en la dirección de menos gasto energético posible ante eventos operacionales no continuos , además los operadores no están capacitados ni entrenados en el conocimiento energético que van a efectuar.
Mantenimiento	1,77	No existe una infraestructura de medición de los consumos energéticos en las áreas que permiten medir los gastos energéticos unitarios de los productos o semi-productos elaborados y evaluar el desempeño de este indicador de tiempo.
Aseguramiento de la Calidad	0	No existe una política de calidad implementada que permita garantizar la calidad en la atención a los usuarios.
Comercialización y compras	1,8	No está cuantificado cuánto puede impactar la gestión en el abastecimiento en el consumo y eficiencia

		energética de la empresa, además no cuenta con una fuente de proveedores de equipos de medición y control para las variables de sus procesos que satisfaga oportunamente sus necesidades en este campo.
Contabilidad y Finanzas	0,6	El edificio Mamitza Bayer no cuenta con una contabilidad energética que permita evaluar diariamente la eficiencia de los centros de costos.
Gestión Humana	0,75	No existen indicadores de desempeño energético a nivel de compañía y de áreas claramente entendido por todos y que su divulgación permita conocer la situación mensual de los mismos.
Innovación y gestión Tecnológica	2,09	No existe un procedimiento para evaluar el impacto de las modificaciones de los procesos productivos de la empresa sobre la eficiencia energética del área y de la empresa antes que se produzcan.
Gestión Ambiental	1,6	La empresa no mide el desempeño ambiental frente a metas y estándares pre-acordados, uno de los aspectos del desempeño ambiental que no mide la empresa es la eficiencia energética de sus procesos.
Sistemas de Información	1,88	No existe un sistema de información de la empresa diseñado para satisfacer los requerimientos funcionales de información de la gerencia general y de todos los departamentos en forma oportuna y confiable, además en el sistema de información de la empresa no están incorporados los indicadores energéticos.
Representante de la gerencia para la eficiencia energética	1,36	No existe retroalimentación del representante de gerencia a las áreas y la gerencia sobre los resultados del monitoreo del comportamiento de los indicadores, presupuestos y consumos en cada área y la empresa.

Fuente: UPME

5.1.1. Análisis de resultados del calificador para el edificio Federico Mamitza Bayer.

Figura 8. Calificación por áreas edificio FMB



Fuente: UPME

Para el análisis de resultados, resumidos en la Figura 8, se tiene en cuenta que las calificaciones pueden dividirse en los siguientes rangos: menor a dos (<2), muy incompetente; entre dos y tres (>2, <3), incompetente; entre 3 y 4 (>3, <4) competente; superior a cuatro (>4, <5), muy competente.

De la distribución de los resultados se puede establecer que la administración del edificio carece de una política de gestión enfocada a la eficiencia energética, lo que resulta en calificaciones en los rangos de “muy incompetente” a “incompetente” en el mejor de los casos.

El resultado más crítico se refleja en el área de “Aseguramiento de la Calidad” en donde la calificación es de cero (0), con lo que se muestra una muy pobre labor en dicha área. Mientras que el área de “Innovación y Gestión Tecnológica” fue la que mejores resultados obtuvo, sin embargo, ésta muestra un resultado en el rango de “incompetente”.

De acuerdo a los resultados se evidencia el trabajo pendiente a desarrollar por parte de las directivas de la Escuela de Diseño Industrial en lo concerniente a sistemas de gestión orientados a la energía.

5.2. CENSO DE CARGA PARA IDENTIFICAR EQUIPOS Y ÁREAS CON MAYOR USO DE ENERGÍA EN EL EDIFICIO FEDERICO MAMITZA BAYER

A través de la inspección realizada por los autores de las cargas instaladas en funcionamiento en los edificios, se obtiene una base estadística para la obtención de los consumos energéticos y así detectar las principales potencialidades de ahorro en los mismos. Los horarios de funcionamiento de dichas cargas se estiman de acuerdo a: las encuestas realizadas previamente, las horas de atención a los estudiantes por parte de las escuelas en sus instalaciones en las diferentes actividades curriculares y extra-curriculares, y los consumos establecidos en la medición hecha con el analizador de redes (cuyo análisis se realizará posteriormente en el desarrollo de la sección Análisis de potencia activa del edificio Mamitza Bayer, del presente trabajo).

Con el objetivo de facilitar el inventario realizado, se agrupan los equipos similares en categorías, así, se registra el consumo de energía de dichas categorías por grupos para la identificación de las potencialidades de ahorro. Para tal fin, se tienen en cuenta las horas promedio de trabajo de cada equipo instalado, la cantidad de equipos y la potencia nominal suministrada por los datos de placa. Posteriormente en el desarrollo del libro, se señalarán recomendaciones para disminuir el consumo de éstos. El procedimiento llevado a cabo para la obtención de los datos obtenidos y que se muestran en la Tabla 6, consta de los siguientes pasos:

- Se realiza la visita al edificio Mamitza Bayer en un día con jornadas académicas y laborales normales.

- Se ingresa a las diferentes aulas que conforman el edificio, y se procede a identificar los diferentes equipos de consumo que hacen parte del recinto, y a hacer el inventario correspondiente.
- Determinados los diferentes elementos de consumo, se procede a tomar sus respectivos datos de placa para poder determinar el consumo.
- Por último, se estiman las horas de funcionamiento diarias de los equipos, como se describió al inicio de la presente sección.

A continuación se muestra el censo de cargas para la Escuela de Diseño Industrial.

Tabla 6. Censo de cargas edificio FMB

EDIFICIO FEDERÍCO MAMITZA BAYER									
Tipo de equipo	Equipo	Cantidad equipos	Potencia Unit [kW]	Potencia T [kW]	Horas /Día	Días/ mes	Horas /mes	kWh Mes T	Consumo total kWh Mes
Oficina, secretarías y salas de cómputo	Servidores	1	0,4	0,4	22	24	528	211,2	1860,88
	Computadores de escritorio	45	0,2	9	8	20	160	1440	
	Computadores portátiles	2	0,175	0,35	8	20	160	56	
	Impresora Hp LaserJet serie 400	4	0,8	3,2	1	20	20	64	
	Fax scanner Hp	3	0,08	0,24	1	20	20	4,8	
	Impresora Epson Lx 300	2	0,023	0,046	1	20	20	0,92	
	Impresora Hp 8600	1	0,028	0,028	1	20	20	0,56	
	Vhs	2	0,18	0,36	1	20	20	7,2	
	DVD	3	0,12	0,36	1	20	20	7,2	
	Televisor CRT	2	0,15	0,3	1	20	20	6	
	Televisor LED	3	0,09	0,27	1	20	20	5,4	
Regulador eléctrico de tensión	1	0,2	0,2	12	24	288	57,6		
Aire Acondicionado	Sistema mini-Split	7	0,7	4,9	8	24	192	940,8	1516,8
	Aire acondicionado tipo ventana	1	1	1	8	24	192	192	
	Sistema mini-Split York	1	2	2	8	24	192	384	
Iluminación	F232 Fluorescente electrónica T8 (2*32 Watts)	84	0,032	2,688	8	20	160	430,08	1082,56
	F249 Fluorescente electrónica T8 (2*49 Watts)	78	0,049	3,822	8	20	160	611,52	
	PFC	8	0,032	0,256	8	20	160	40,96	

Motores	Motores de 1/2 HP Lab. Cueros	13	0,373	4,849	1	12	12	58,188	138,756
	Motores de 1 1/2 HP 3er piso	6	1,119	6,714	1	12	12	80,568	
Otros	Nevera minibar	0	0,05	0	24	24	576	0	223,2
	Horno microondas	1	1	1	1	24	24	24	
	Cafetera	1	0,95	0,95	2	24	48	45,6	
	Ventilador de pared	10	0,08	0,8	8	24	192	153,6	
CONSUMO ENERGÍA MENSUAL									4822,196

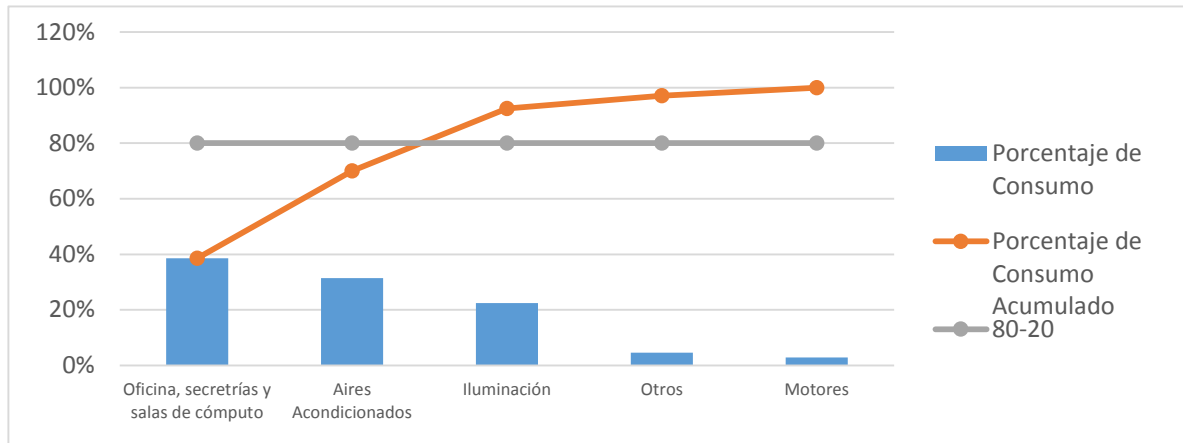
A partir de los datos obtenidos en la Tabla 6, se realiza el análisis estadístico para determinar los equipos con mayor consumo total de energía del edificio Federico Mamitza Bayer y de donde se obtendrán los mejores potenciales de ahorro energético.

5.2.1. Diagrama de Pareto consumo eléctrico FMB. Se realiza el diagrama de Pareto con los datos de consumo eléctrico obtenidos en la Tabla 6, con el objetivo de encontrar el 20% de los equipos responsables del 80% de consumo.

Tabla 7. Consumo por tipos de equipos FMB

Tipo de equipos	Consumo [kWh Mes]	Porcentaje de consumo	Consumo acumulado	Porcentaje de consumo acumulado
Oficina, secretarías y salas de cómputo	1860,88	39%	1860,88	39%
Aires acondicionados	1516,8	31%	3377,68	70%
Iluminación	1082,56	22%	4460,24	92%
Otros	223,2	5%	4683,44	97%
Motores	138,75	3%	4822,19	100%

Figura 9. Diagrama de Pareto



De los resultados encontrados en la Tabla 7, se elabora el gráfico correspondiente mostrado en la Figura 9; se encuentra que los equipos responsables del mayor consumo de energía en el edificio FMB corresponden a los de “Oficina, secretarías y salas de cómputo” y “Aires acondicionados”, por lo que serán estos equipos con mayor potencial de ahorro energético. A continuación se pretende establecer de manera más puntual el consumo de dichos equipos a través de la estratificación del consumo de los mismos.

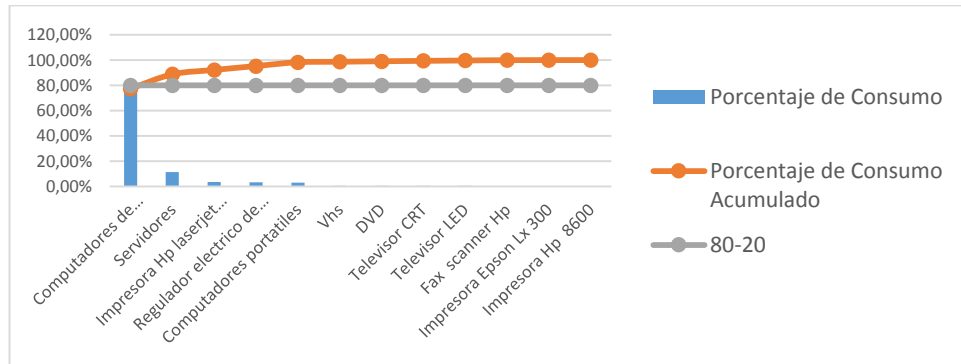
5.2.2. Diagramas de Pareto estratificados FMB. El estudio se enfoca ahora en los tipos de equipos que generan el 80% del impacto en el consumo, buscando determinar cuáles de ellos son los de mayor consumo. Para tal fin, se realiza un nuevo análisis de Pareto enfocado a los equipos de: “Oficina, secretarías y salas de cómputo” y “Aires acondicionados”.

Tabla 8. Pareto estratificado edificio FMB equipos de oficina

Equipo	Consumo [kWh Mes]	Porcentaje de consumo	Consumo acumulado	Porcentaje de consumo acumulado
Computadores de escritorio	1440	77,38%	1440	77,38%
Servidores	211,2	11,35%	1651,2	88,73%

Impresora Hp LaserJet serie 400	64	3,44%	1715,2	92,17%
Regulador eléctrico de tensión	57,6	3,10%	1772,8	95,27%
Computadores portátiles	56	3,01%	1828,8	98,28%
Vhs	7,2	0,39%	1836	98,66%
DVD	7,2	0,39%	1843,2	99,05%
Televisor CRT	6	0,32%	1849,2	99,37%
Televisor LED	5,4	0,29%	1854,6	99,66%
Fax scanner Hp	4,8	0,26%	1859,4	99,92%
Impresora Epson Lx 300	0,92	0,05%	1860,32	99,97%
Impresora Hp 8600	0,56	0,03%	1860,88	100,00%

Figura 10. Diagrama de Pareto estratificado edificio FMB equipos de oficina

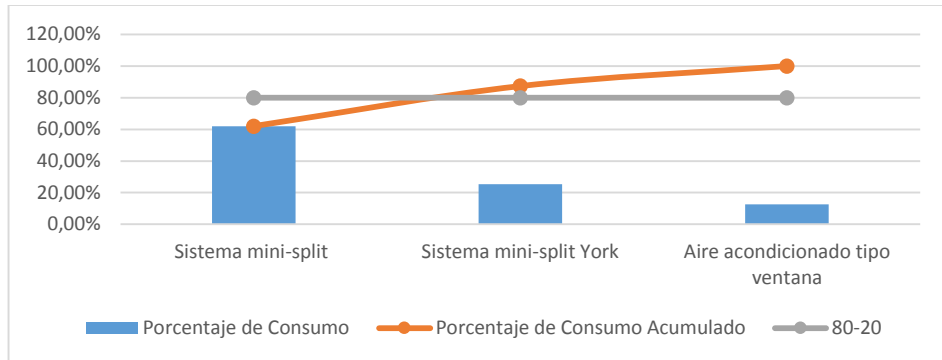


De los resultados encontrados en la Tabla 8, se elabora el gráfico correspondiente mostrado en la Figura 10. En el correspondiente análisis se encuentra que los equipos de oficina con el mayor consumo son los computadores de escritorio, debido al gran número de éstos y a su tiempo de uso.

Tabla 9. Pareto estratificado edificio FMB aires acondicionados

Equipo	Consumo [kWh/mes]	Porcentaje de consumo	Consumo acumulado	Porcentaje de consumo acumulado
Sistema mini-split	940,8	62,03%	940,8	62,03%
Sistema mini-split York	384	25,32%	1324,8	87,34%
Aire acondicionado tipo ventana	192	12,66%	192	12,66%

Figura 11. Diagrama de Pareto Estratificado edificio FMB aire acondicionado



De los resultados encontrados en la Tabla 9, se elabora el gráfico correspondiente mostrado en la Figura 11. Se evidencia en dichos resultados que los principales consumidores de energía son los sistemas mini-Split del edificio, debido a que son los de mayor potencia y a sus horas de uso.

5.3. ESTABLECIMIENTO DE LOS INDICADORES DEL SISTEMA DE GESTIÓN EN EL EDIFICIO FEDERICO MAMITZA BAYER

Se procede con el desarrollo del análisis energético a través del establecimiento de las variables de control. Según la “Guía de implementación del SGIE” [4], las variables de control que impactan la eficiencia energética se asocian a los factores mostrados en la Tabla 10:

Tabla 10. Tipos de variables de control según guía SGIE

Controlable	No controlable
Estado técnico de los equipos	Condiciones ambientales
Variables operacionales	
Coordinación entre áreas	
Variables productivas	

Las variables a considerar son principalmente operacionales y productivas, siendo estas la cantidad de personas atendidas en el edificio y el consumo en el mismo.

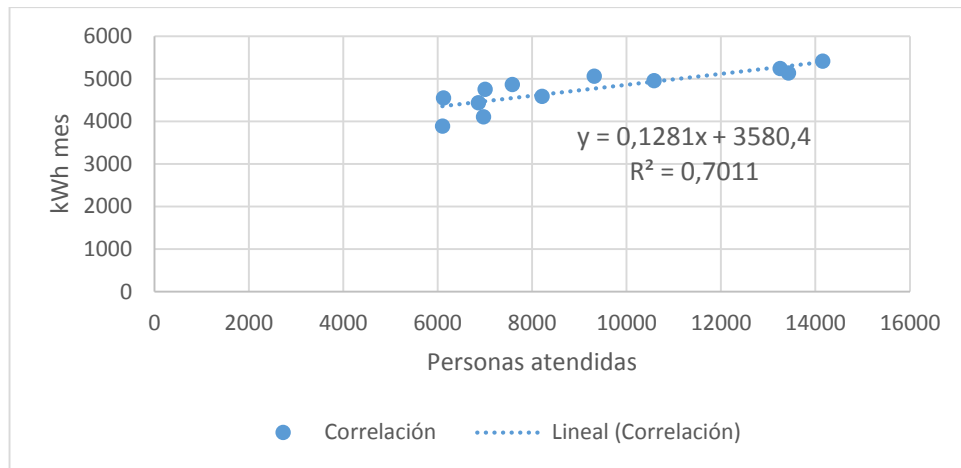
5.3.1. Diagrama de dispersión a través del gráfico E vs O del edificio Mamitza Bayer. Se procede con el uso de herramientas estadísticas para determinar los indicadores energéticos con los que se hará seguimiento a las variables que influyen en el consumo energético para establecer metas alcanzables con el fin de reducir dicho consumo. En la Tabla 11 se encuentra la información referente al consumo mensual estimado del edificio junto con la cantidad de personas atendidas en el mismo, con base en los datos registrados en las secciones PRODUCCIÓN DEL EDIFICIO MAMITZA BAYER (OCUPACIÓN) y CONSUMOS ENERGÉTICOS EN EL EDIFICIO MAMITZA BAYER del presente trabajo, con el fin de establecer si estas variables se encuentran correlacionadas.

Tabla 11. Consumo vs Personas Atendidas edificio FMB

2014	Personas	Consumo kWh
Febrero	13425	5134
Marzo	14156	5413
Abril	8208	4591
Mayo	9313	5063
Junio	6122	4549
Julio	13252	5241
Agosto	10581	4960
Septiembre	7001	4756
Octubre	7576	4869
Noviembre	6860	4436
Diciembre	6971	4105
2015		
Enero	6099	3886

Se realiza el correspondiente diagrama de dispersión junto con el cálculo del coeficiente de correlación y la ecuación de regresión lineal a través de MS Excel, como se muestra en la Figura 12.

Figura 12. Dispersión Consumo vs Ocupación (Diagrama E vs O) edificio FMB



Se encuentra un coeficiente $R^2=0,701$, que se traduce en un coeficiente de correlación $R=0,83$. En términos estadísticos esto significa una correlación positiva alta entre las dos variables, razón por la que en el desarrollo de este estudio se toma como variable de producción la cantidad de personas que se atienden en el edificio Mamitza Bayer; este tipo de variable no se puede controlar, por lo tanto es una variable significativa.

Adicionalmente, la ecuación de regresión lineal obtenida en el proceso es la correspondiente al gráfico de consumo de energía en función de la ocupación del edificio E vs O, siendo ésta la siguiente:

$$y = 0,1281x + 3580,4$$

La ordenada (y) corresponde al consumo energético y la abscisa (x) a la ocupación del edificio. La constante de proporcionalidad entre ambas (pendiente de la recta) es positiva, siendo consistente con la premisa de que a mayor cantidad de

estudiantes en el edificio, mayor consumo energético. El término independiente de la ecuación, corresponde a la **“energía no asociada a la ocupación”**; ésta es debida a los equipos encendidos de manera permanente, necesaria o innecesaria, tales como: luces, computadores, aires acondicionados y demás que permanecen en funcionamiento, por necesidad o por olvido. Para el caso, este valor representa un 75,37% del valor promedio de consumo, lo que significa una deficiente estrategia de consumo energético en horas de no ocupación.

A continuación se establecerán las líneas de tendencia de los consumos energéticos y los diagramas de control con el objetivo de que se puedan implementar medidas que permitan una relación más eficiente entre los consumos y las personas atendidas; de acuerdo con los diagramas de Pareto estratificado, se tiene en cuenta que las variables que se pueden controlar en el edificio serían el estado técnico de los equipos y las siguientes variables de control operacional:

Computadores: tiempo de funcionamiento dichos equipos.

Aires acondicionados: tiempo de funcionamiento y temperatura de enfriado de los sistemas mini-Split del edificio, debido a que son los de mayor potencia en sus horas de uso.

5.3.2. Gráfico de control en el edificio Mamitza Bayer. Se procede con la elaboración de los gráficos de control, debido a que, a través de éstos, será posible analizar la estabilidad del proceso productivo e identificar los comportamientos anómalos del consumo de energía en las actividades que se llevan a cabo en el edificio Mamitza Bayer. Para tal fin se hará uso de algunos de los conceptos de la “Metodología Seis Sigma” (6σ), tal y como lo propone la guía “Herramientas para el Análisis de la Caracterización de la Eficiencia Energética” [3] para la “Identificación de variables de control o eventos que impactan los consumos energéticos en cada centro de costo o subprocesos de los centros de costo de la empresa”. En la construcción del diagrama de control se utilizarán:

- El consumo promedio (CP), es decir el promedio histórico de los consumos en el año de estudio.
- La desviación estándar (σ) de la distribución estadística del consumo.
- El límite de control superior (LCS), siendo este, $LCS = CP + 3 \cdot \sigma$.
- Y el límite de control inferior (LCI), siendo este, $LCI = CP - 3 \cdot \sigma$.

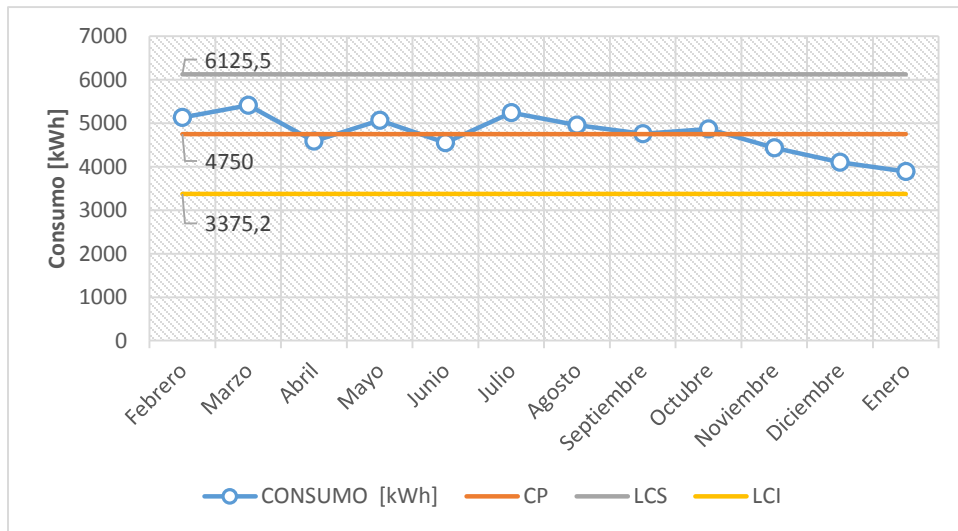
Con los datos de consumo establecidos previamente en el numeral Diagrama de dispersión a través del gráfico E vs O del edificio Mamitza Bayer del presente documento, se realizan los cálculos pertinentes, mostrados en la Tabla 12 para elaborar el gráfico de control Seis Sigma, como sigue,

MES	CONSUMO [kWh]
Febrero	5134
Marzo	5413
Abril	4591
Mayo	5063
Junio	4549
Julio	5241
Agosto	4960
Septiembre	4756
Octubre	4869
Noviembre	4436
Diciembre	4105
Enero	3886

Tabla 12. Parámetros Seis Sigma edificio FMB

CP	σ	LCS	LCI
4750	458,38	6125,5	3375,2

Figura 13. Diagrama de Control 6 σ edificio FMB



Los resultados obtenidos de la 6 σ reseñados en la Figura 13, muestran que no existen condiciones operativas anómalas que desborden de los límites de control establecidos, lo que corresponde a un comportamiento estable del consumo energético del edificio FMB y a una variación del mismo debido a causas aleatorias. No se registran sesgos o algún otro tipo de comportamiento anómalo a lo largo de las fases del proceso, aunque existe una leve tendencia cíclica debido a los recesos

e inicios de la actividad académica correspondientes al calendario académico de la Universidad.

A continuación se realiza el gráfico de comparación entre los consumos energéticos y la ocupación del edificio, en función del tiempo.

5.3.3. Gráfico de consumo de energía y ocupación contra el tiempo (EO vs T) en el edificio Mamitza Bayer. A través de este diagrama se muestra la variación simultánea del consumo energético con la producción (ocupación en el caso del presente trabajo) que presenta el edificio en función del tiempo, con lo que se logra identificar los periodos en donde se producen comportamientos anormales en la variación del consumo con respecto a la variación de la ocupación del edificio. Por lo general al ocurrir un incremento de la producción, se produce un incremento del consumo de energía asociado al proceso y viceversa. Los comportamientos anómalos se presentan cuando:

- Los signos de los porcentajes de variación de consumo energético y de ocupación son diferentes.
- Las variaciones de consumo energético y de ocupación presentan el mismo signo, pero tienen variaciones significativamente diferentes en el periodo.

Este tipo de comportamientos pueden presentarse si:

- Incrementa la producción y decrece el consumo de energía.
- Decrece la producción y se incrementa el consumo de energía.
- La razón de variación de producción y consumo, ambos creciendo o decreciendo es significativamente diferente en el periodo analizado [3].

Las variaciones porcentuales se calculan a través de la siguiente ecuación:

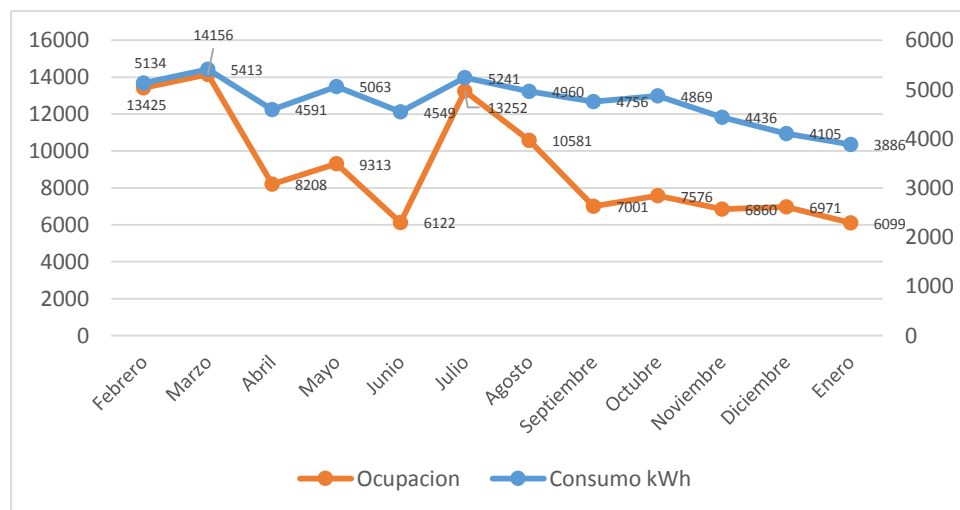
$$\text{VarPor} = \frac{V_{\text{actual}} - V_{\text{anterior}}}{V_{\text{anterior}}} * 100\%$$

Con base en lo anterior, se realiza la tabulación (Tabla 13), el gráfico correspondiente (Figura 14) y posterior análisis.

Tabla 13. Variación porcentual Consumo/Ocupación edificio FMB

Mes	Consumo kWh	Variación porcentual consumo	Ocupación personas	Variación porcentual ocupación	Observaciones
Febrero	5134		13425		
Marzo	5413	5%	14156	5%	
Abril	4591	-15%	8208	-42%	
Mayo	5063	10%	9313	13%	
Junio	4549	-10%	6122	-34%	
Julio	5241	15%	13252	116%	Anómalo
Agosto	4960	-5%	10581	-20%	
Septiembre	4756	-4%	7001	-34%	Anómalo
Octubre	4869	2%	7576	8%	
Noviembre	4436	-9%	6860	-9%	
Diciembre	4105	-7%	6971	2%	
Enero	3886	-5%	6099	-13%	

Figura 14. Gráfico E-P vs T edificio FMB



Se observa que en el mes de julio se presenta una anomalía debido a que en dicho periodo se eleva el ingreso de estudiantes al edificio con relación al mes inmediatamente anterior, pero la variación del consumo energético correspondiente no es acorde a dicho cambio en el ingreso de personal. En el mes de septiembre ocurre un fenómeno similar, sin embargo, no de igual magnitud.

Dichas anomalías pueden deberse en gran parte a la tendencia cíclica descrita en el numeral anterior (Gráficos de control), dada por los recesos e inicios de la actividad académica correspondientes al calendario académico e irregularidades con el mismo en la Universidad.

Para finalizar este numeral, es necesario indicar que este gráfico de EO vs T se utilizará en el desarrollo de la “Línea Meta”, siendo este un indicador que permite estimar el consumo que la organización desea alcanzar, teniendo en cuenta los datos recolectados y calculados con anterioridad a lo largo del presente documento, con los que se ha determinado los equipos que consumen la mayor parte de la energía de los edificios, y que representan la mayor potencialidad de ahorro en el mismo.

5.3.4. Gráfico de consumo de energía contra ocupación (E vs O) en el edificio Mamitza Bayer para la identificación de metas. Con el fin de encontrar efectivamente las principales fuentes de donde se extraerá el ahorro energético “...es importante contar con una Meta alcanzable que estimule el uso final eficiente de energía y un indicador que evalúe cuantitativamente esa meta” [3]. Esta Meta de consumo se calcula con la ecuación de línea de tendencia del gráfico consumo versus producción hallado para los niveles por debajo de la media, como sigue:

$$E_{\text{meta}} = M_{\text{meta}} * P + E_{0 \text{ meta}} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{mes}} \right]$$

Donde:

E_{meta} : Consumo meta para un nivel de producción dado (kWh/mes).

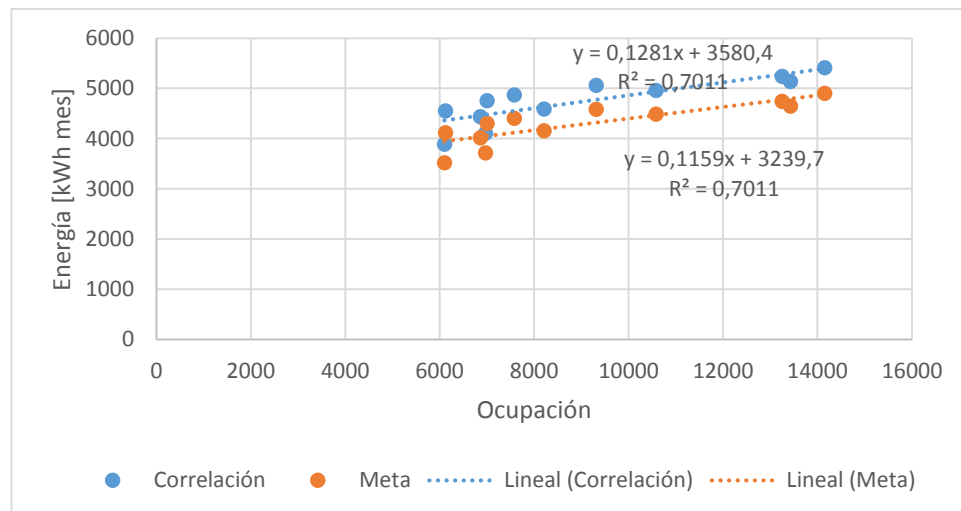
M_{meta} : Nueva pendiente para la línea meta de tendencia.

E_{0meta} : Nuevo intercepto (*energía no asociada a la ocupación*) para la línea meta de tendencia.

P: Producción programada, para el caso será ocupación programada (Estudiantes/mes).

El nivel de Producción (Ocupación) variará de forma mensual, como se vio en las pasadas secciones, debido a las variaciones en el calendario académico de la Universidad. Se considera un valor menor del coeficiente de la producción, la pendiente de la recta, para un ahorro dentro de los límites estimados en el “Censo de Carga”, ya que, como se vio en dicha sección, el consumo mensual ha estado por encima de dichos niveles; se estima un consumo de **“energía no asociada a la ocupación”** que permita reducir el gasto energético en horas de no ocupación. Dicha estimación arroja los resultados mostrados en el gráfico de la Figura 15.

Figura 15. Diagrama E vs O con Línea Meta edificio FMB



La ecuación de la Línea Meta indica un menor consumo de **“energía no asociada a la ocupación”**, representando éste ahora un 68,2% del valor del consumo promedio. De igual manera, se ha tratado de mantener un consumo moderado a lo largo de los periodos de atención a estudiantes y el mismo nivel de correlación.

5.3.5. Diagrama de índice de consumo contra ocupación (IC vs O). El resultado del diagrama IC vs. O es una curva con asíntota en el eje de las abscisas, en el valor de la pendiente de la ecuación E vs O. Para el cálculo de esta curva se halla la razón entre los valores teóricos de los consumos y los niveles de ocupación del edificio. Estos son tomados de la ecuación de regresión obtenida en el diagrama E vs O, como sigue:

$$IC_t = \frac{E_t}{O}$$

De igual manera, se grafican los datos reales del consumo, y de esta forma, se obtiene una dispersión alrededor de la curva, que permite señalar los valores que deben ser tenidos en cuenta por el aumento del costo de la energía en la atención a usuarios cuando la ocupación disminuye.

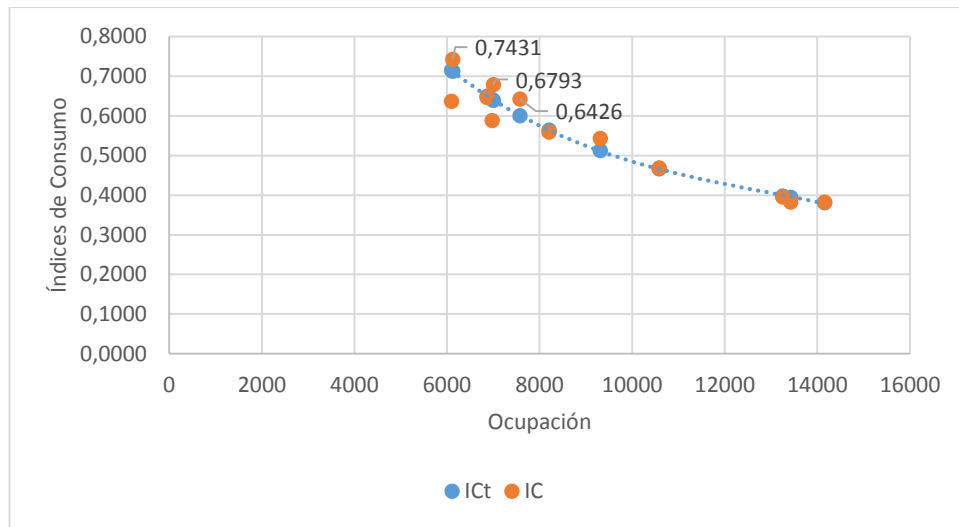
Los resultados obtenidos para el diagrama y la tabulación de los datos correspondientes, se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14. Índices de consumo edificio FMB

FMB		IC	Ct	ICt
Ocupación (No. Personas)	Consumo [kWh mes]		[kWh mes]	
13425	5134	0,3825	5300,1425	0,3948
14156	5413	0,3824	5393,7836	0,3810
8208	4591	0,5594	4631,8448	0,5643
9313	5063	0,5437	4773,3953	0,5126
6122	4549	0,7431	4364,6282	0,7129
13252	5241	0,3955	5277,9812	0,3983

10581	4960	0,4688	4935,8261	0,4665
7001	4756	0,6793	4477,2281	0,6395
7576	4869	0,6426	4550,8856	0,6007
6860	4436	0,6466	4459,1660	0,6500
6971	4105	0,5888	4473,3851	0,6417
6099	3886	0,6372	4361,6819	0,7151

Figura 16. Diagrama IC vs O edificio FMB



De los resultados obtenidos, se observa en la Figura 16 que existen tres puntos que exceden los índices de menor consumo establecidos por la curva, para una ocupación del edificio menor a 8000 estudiantes. Esta situación deberá corregirse a través de la adopción de medidas que conlleven al ahorro energético establecido en el numeral anterior.

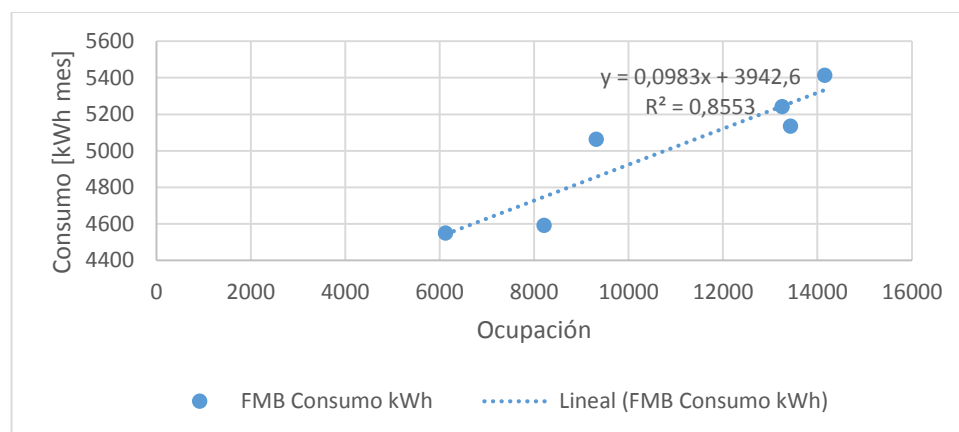
5.3.6. Gráfico de tendencia o de sumas acumulativas (CUSUM) en el edificio FMB. Este gráfico es útil para monitorear la tendencia de variación de los consumos energéticos del edificio, con respecto a un período base dado. Asimismo, puede determinarse cuantitativamente la magnitud de la energía que se ha dejado de consumir o se ha sobre-consumido hasta el momento de su actualización.

Para realizar este gráfico se toma como base de comparación el primer semestre del año 2014 y mediante un análisis, se observará la tendencia que presenta el segundo semestre del año 2014 en relación al consumo energético.

Tabla 15. Consumo energético I semestre 2014 edificio FMB

FMB I Semestre de 2014		
Mes	Ocupación (No. Personas)	Consumo [kWh]
Febrero	13425	5134
Marzo	14156	5413
Abril	8208	4591
Mayo	9313	5063
Junio	6122	4549
Julio	13252	5241

Figura 17. Diagrama E vs O I semestre 2014 edificio FMB

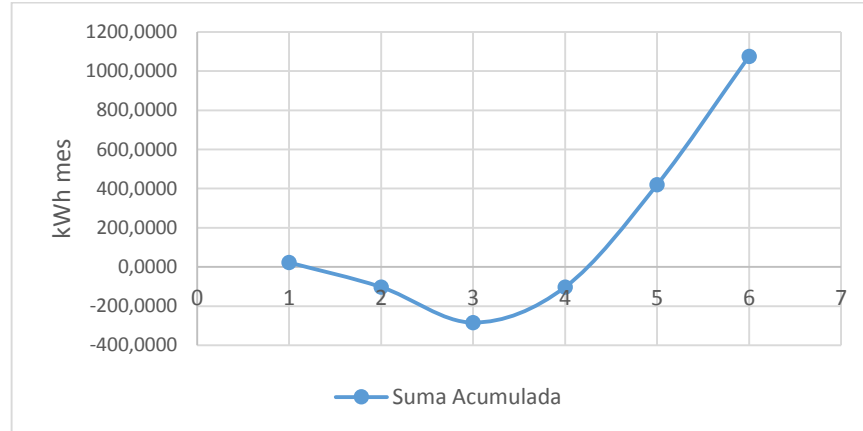


Los datos del consumo teórico (E_t) se establecen a través de la ecuación de regresión encontrada en la distribución del primer semestre de 2014 y los datos de ocupación para el segundo semestre, como se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16. Datos consumo teórico y acumulado edificio FMB

Mes	Ocupación (No. Personas)	E_t	$E_t - E_a$	Suma Acumulada
Agosto	13425	4982,7123	22,7123	22,7123
Septiembre	14156	4630,7983	-125,3132	-102,6009
Octubre	8208	4687,3208	-181,3895	-283,9904
Noviembre	9313	4616,9380	181,3098	-102,6806
Diciembre	6122	4627,8493	523,0028	420,3222
Enero	13252	4542,1317	655,6934	1076,0156

Figura 18. Diagrama de Sumas Acumuladas edificio FMB



De acuerdo a lo observado en la Figura 18, se obtienen tendencias a la baja al inicio del segundo semestre y una crecida a partir de la mitad del mismo hasta su finalización.

6. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO FEDERICO MAMITZA BAYER

Se procede con el diagnóstico de los procesos llevados a cabo en el edificio y que involucran el gasto energético, en donde se puede determinar las opciones óptimas de ahorro con el objetivo de una mejora ostensible en la eficiencia de dichos procesos basados en el uso en los diferentes equipos eléctricos. Con tales fines se realizan los siguientes análisis:

- Estudio de los niveles de iluminación.
- Estudio termográfico de las acometidas del edificio.
- Revisión de la calidad del suministro eléctrico.

Por último, se realizan las recomendaciones para el correcto uso de los equipos y una inspección del funcionamiento de los mismos.

6.1. ESTUDIO DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO FMB

El sistema de iluminación del edificio Mamitza Bayer depende de las labores académicas y de los administrativos de la Escuela de Diseño Industrial. En promedio, las labores académicas empiezan desde las 6 am hasta las 8 pm de lunes a viernes, el día sábado el edificio presta sus instalaciones al instituto de lenguas donde las jornadas académicas van desde las 8 am a 12:30 m y desde las 2 pm a 6:30 pm. Por otra parte, el horario laboral de la parte administrativa es de 8 am a 12 pm y de 2 pm a 6 pm de lunes a viernes, por lo tanto el consumo de éste depende de las jornadas laborales y académicas con que cuenta el edificio diariamente.

6.1.1. Descripción de la medición y equipo utilizado. Para la medición de la iluminación del edificio se cuenta con la ayuda del luxómetro LM-120 (ver características técnicas en la Tabla 17). Estas mediciones se hicieron después de las 6 pm para poder tener una adecuada medida de los casos más desfavorables de la cantidad de lúmenes necesarios para los diferentes recintos del edificio.

Figura 19. Luxómetro LM-120



Tabla 17. Características del luxómetro LM-120
Fuente: Autores

Datos	Característica
Visualización	LCD, 3-1/2 dígitos
Rango de medición	0-20, 0-200, 2000 ,20000, 200000 [lux]
Tolerancia	<10%
selección de rango	Automática y manual
Duración de la batería	200 [horas]
Masa	220 [g]

6.1.2. Consideraciones generales de iluminación en el alumbrado de las aulas de clase. Para realizar el análisis de iluminación debe tenerse en cuenta que “...el alumbrado de un aula de enseñanza debe ser apropiado para actividades tales como escritura, lectura de libros y del tablero. Como estas actividades son parecidas a las de las oficinas, los requisitos generales de alumbrado de éstas pueden aplicarse al de Escuelas, Figura 420.1.2 a.” [5]

Figura 20. Figura 420.1.2 a. Retilap

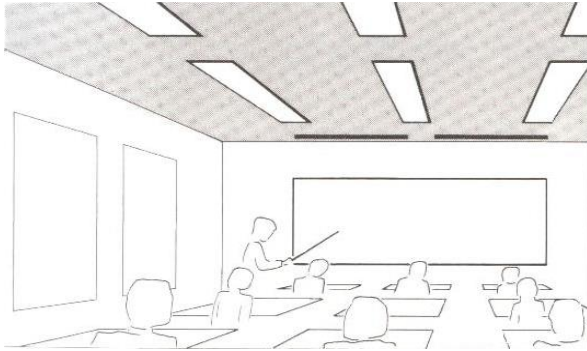
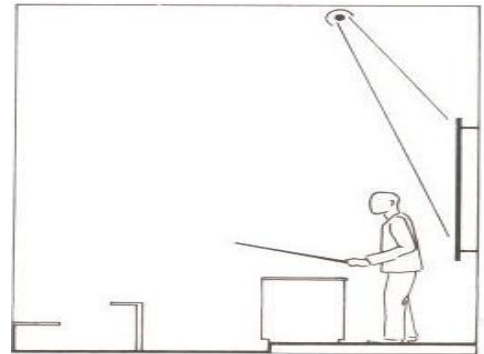


Figura 21. Figura 420.12.2 b. Retilap



Es requisito que el diseño verifique la necesidad de proveer iluminación adicional en el tablero. Figura 420.12.2 b

6.1.3. Descripción de la iluminación del edificio. El sistema de iluminación de las áreas comunes y de los salones del edificio es proporcionado por las lámparas fluorescentes T8, como las que se presentan en las siguientes imágenes.

Figura 22. Luminaria tipo T8 Ed.



Figura 23. Luminaria tipo T8 Ed.



Tomando como referencia los datos del fabricante se tienen las siguientes características:

Características del producto

Muy buen mantenimiento de lumen: 90 % a lo largo de toda la vida útil de la lámpara.

Buen grupo de reproducción cromática: 1B (Ra: 80...89)

Regulable

Fósforo de tres bandas de calidad superior: LUMILUX

Áreas de aplicación

Edificios públicos

Iluminación de oficinas

Industria

Comercios

Supermercados y grandes almacenes

Iluminación de calles

Aplicaciones en exteriores sólo en luminarias

El tipo montaje de las luminarias utilizado en el edificio de Diseño Industrial es precario, no se aprovechan superficies reflectoras en el plafón, lo que podría contribuir a una mayor eficiencia de las luminarias. Dichos plafones *in-situ* se muestran a continuación en la Figura 24:

Figura 24. Plafón luminaria tipo tubo edificio FMB



De igual manera, se observa poco aprovechamiento de la iluminación natural en las aulas de clase del segundo piso del edificio, como se muestra a continuación en la Figura 25

Figura 25. Distribución luminarias en salones segundo piso FMB



6.1.4. Nivel de iluminación media del edificio. Las respectivas mediciones de iluminación, se realizaron en cada uno de los salones del edificio en las horas de la noche, ya que en ese momento es posible obtener los casos menos favorables. En algunos recintos tipo aula de clase, se realizaron nueve (9) medidas, en otros se realizaron cinco (5) mediciones y en las oficinas se realizó una sola medición; esto debido al área de cada recinto y a la distribución de estos mismos. Los resultados obtenidos en las mediciones hechas para los niveles de iluminancia (E_m) por cada tipo de recinto y por cada piso se comparan con los valores medios dados por la norma de acuerdo al tipo de recinto. Además, se calcula el Coeficiente de Uniformidad, con el que se establece si el recinto presenta áreas poco iluminadas, y se halla el porcentaje de cumplimiento como sigue:

$$(\%) \text{cumplimiento} = \frac{E_{\text{prom}}}{E_{\text{medio}}}$$

Los resultados hallados se presentan a continuación en la Tabla 18, Tabla 19 y Tabla 20:

Tabla 18. Estado de la iluminación actual piso 1 edificio FMB

Ubicación	Em Medida	Em Norma	Coeficiente de uniformidad	(% Cumplimiento
	Emm [Lx]	Em[Lx]	Emín/Emm	
Pasillo frontal	41,24	50	0,4641	82,48
Pasillo sur	20,8	50	0,3429	41,6
Salón 101	354,7	300	0,5441	118,23
Salón 102	414,9	300	0,5471	138,3
salón 103	328,9	300	0,5525	109,63
Pasillo trasero	68,7	50	0,369	137,4
Escaleras traseras	43,8	50	0,4565	87,6
Baño hombres	79,1	100	0,4430	79,1
Baño mujeres	48	100	0,2967	48
Pasillo norte	36,1	50	0,4095	72,2
Salón 107	407,2	300	0,5181	135,73
Salón 108	346,87	300	0,4971	115,62
Salón 109	406,2	300	0,4460	135,4
Salón 110	38,1	100	0,5286	38,1
Salón 111	54,3	100	0,53	54,3
Escaleras frontal	42,9	50	0,4457	85,8

Tabla 19. Estado de la iluminación actual piso 2 edificio FMB

Ubicación	Em Medida	Em Norma	Coeficiente de uniformidad	(% Cumplimiento
	Emm [LX]	Em[lx]	Emin/Emm	
Pasillo frontal	60,6	50	0,4471	121,2
Pasillo sur	72,6	50	0,3773	145,2
Salón 201	352,3	300	0,5420	117,43
Salón 202	327,5	300	0,5555	109,1667
Salón 203	326,6	300	0,5479	108,7667
Pasillo trasero	67,5	50	0,3986	135
Escaleras traseras	42,7	50	0,4372	85,4
Baño hombres	169,5	100	0,1971	169,5
Baño mujeres	164,934	100	0,2003	164,934
Pasillo norte	61,8	50	0,2106	123,6
Salón 207	402,8	300	0,4485	134,266
Salón 208	402,8	300	0,4485	134,266

Salón 209	314,2	300	0,5403	104,733
Salon210	400,8	300	0,4532	133,6
Salón 211	393,4	300	0,5134	131,13
Escalera frontal	41,4	50	0,4344	82,8

Tabla 20. Estado actual de la iluminación piso 3 edificio FMB

Ubicación	Em Medida	Em Norma	Coefficiente de uniformidad	(% Cumplimiento
	Emm [LX]	Em[lx]	Emin/Emm	
Pasillo frontal	60,8	50	0,4388	121,6
Pasillo sur	64,9	50	0,4089	129,8
Salón 301	352,9	300	0,5415	117,63
Salón 302	326,3	300	0,5475	108,76
Salón 303	309,8	300	0,5421	103,26
Pasillo salón 304	51	50	0,3977	101
Salón 304_01	620,4	300	0,641	206,8
Salón 304_02	654	300	0,9805	218
Salón 304_03	654	300	0,9805	218
Piso trasero	67,1	50	0,4317	134,2
Escalera traseras	43,5	50	0,4128	87
Baño profesores	165,7	100	0,090	165,7
Baño profesoras	162,2	100	0,080	162,2
Pasillo 3-B	61,6	50	0,2275	123,2
Oficinas 308-04	208,9	300	0,4837	69,63
Oficinas 308_01	437,8	300	0,5591	145,93
Oficinas 308_03	109,2	100	0,6504	109,2
Pasillo frontal	121,3	50	0,3376	242,6
Pasillo norte	56,1	50	0,1248	112,2
Pasillo trasero	119,87	50	0,4057	239,74
Escalera frontal	41,4	50	0,4352	82,8
Oficina docentes	139,7	300	0,2001	46,56

Se resaltan los valores medidos en las aulas y oficinas de profesores que resultan deficientes por encontrarse por debajo del cumplimiento de un 60% del nivel establecido por la norma, razón por la que debe prestárseles mayor atención en cuanto a su mantenimiento se refiere.

6.2. ANÁLISIS TERMOGRÁFICO DEL EDIFICIO MAMITZA BAYER

La utilidad de este método radica en que permite medir la temperatura de las superficies y partes de sistemas sin tener un contacto directo con las mismas, y a las que se requiera hacer el estudio con el fin de realizar el diagnóstico correspondiente para llevar a cabo labores de mantenimiento respectivo (preventivo o correctivo) de las partes del sistema que se estén analizando.

Con el fin de determinar los posibles puntos calientes de las acometidas del edificio Mamitza Bayer, se hace el análisis termográfico a través del uso de la cámara térmica Fluke Ti32 y la respectiva suite Smart View de la misma compañía, tomando mediciones en los puntos de amarre de las acometidas del edificio para poder determinar si existen pérdidas energéticas en la edificación debidos a la oxidación o falta de presión en dichos puntos, y de este modo, indicar los lugares en los que se deben corregir las fallas que se presenten para evitar problemas graves que puedan presentar complicaciones en un futuro para el edificio.

6.2.1. Aspectos generales del equipo utilizado. A continuación, en la Tabla 21, se muestran las características del equipo Fluke TI32, utilizado para el análisis termográfico del edificio:

Tabla 21. Características generales Fluke TI32

CARACTERÍSTICAS	EQUIPO
Rango de temperatura	-20°C a 600°C
Precisión de medición de la temperatura	± 2 °C o 2 %
Sensibilidad Térmica	≤ 0.05°C a 30°C (50mk)
Cámara de luz visible	2.0 megapíxeles
Distancia focal mínima	15cm
Enfoque	Manual
Tipo de batería	Dos baterías recargables y reemplazables (ion-litio)

El equipo utilizado se muestra en la Figura 26 y Figura 27.

Figura 26. Vista Anterior de la Cámara Fluke TI32



Figura 27. Vista Posterior de la Cámara Fluke TI32



TI32

6.2.2. Metodología de utilización del instrumento. Una vez localizada la acometida del edificio Mamitza Bayer, se procede a realizar la respectiva medición de las partes de la misma.

Las acometidas del edificio se encuentran en el primer piso en los salones 111 y 105 (mostradas en las imágenes 2 y 3 del presente documento). La acometida del salón 111, según lo manifestado por el ingeniero Gustavo Archila, encargado de la parte eléctrica de Planta Física UIS, se encuentra subutilizada, razón por la que no se realiza el análisis termográfico pertinente.

El método de operación de este equipo es muy sencillo; como primera medida, se retira la tapa que está en la parte frontal del equipo usado, que tiene como fin proteger el lente de la cámara; luego, se procede a encender el equipo y una vez encendido, se dispone de la funcionalidad de tres botones en la parte trasera en los cuales se realizan los diferentes ajustes que se deseen realizar, como: mejorar la resolución de la imagen térmica, ajustar el rango de temperaturas, etc. Posteriormente, se debe enfocar el punto al que se desea realizar el respectivo análisis; para tal fin, en la parte frontal del instrumento se encuentra un anillo de enfoque el cual permite mejorar la visualización, una vez se define el rango de temperatura, se procede a capturar la imagen, oprimiendo el botón que se encuentra en la parte de abajo del lente. Las imágenes son almacenadas de forma automática en el equipo y a través del SmartView, se pueden visualizar las temperaturas en las diferentes partes de la imagen capturada.

6.2.3. Imágenes termográficas del edificio Federico Mamitza Bayer. Se muestran a continuación en la Figura 28, la Figura 29 y la Figura 30 las imágenes capturadas con la cámara termográfica y los respectivos perfiles térmicos logrados a través de SmartView.

Figura 28. Termografía 1 acometida salón 105 edificio FMB

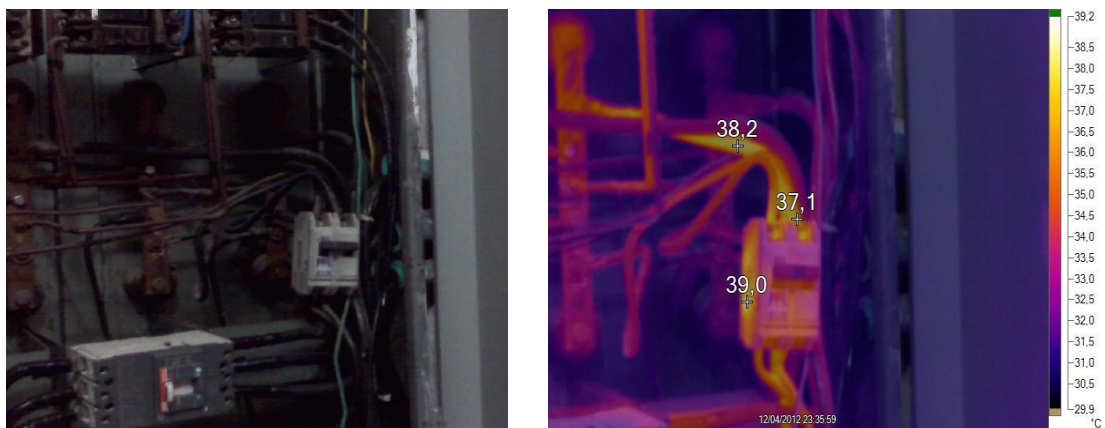


Figura 29. Termografía 2 acometida salón 105 edificio FMB

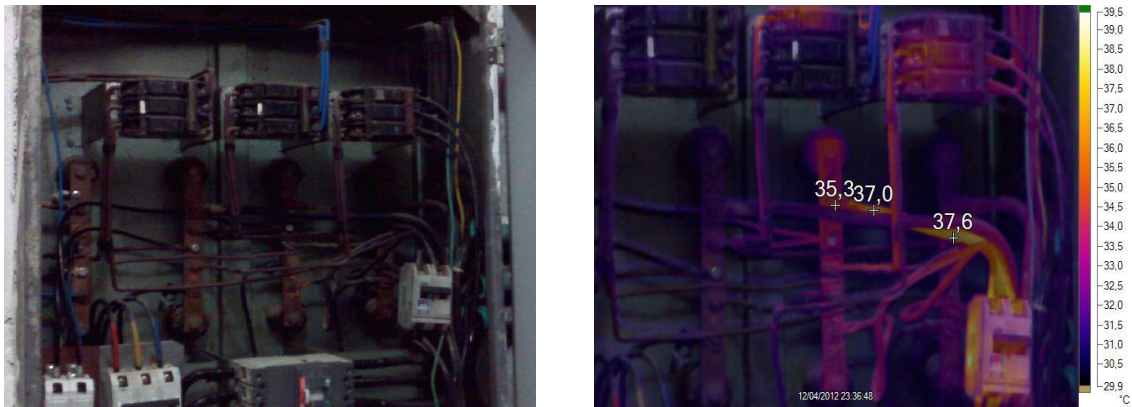
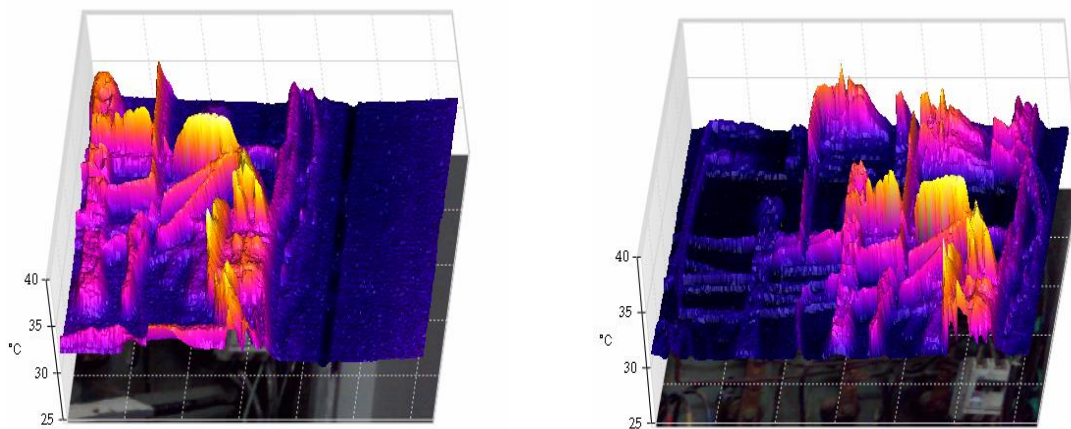


Figura 30. Perfil térmico de las termografías 1 y 2 respectivamente



En la inspección realizada con la cámara termográfica en la acometida del edificio Mamitza Bayer se puede observar que la mayor temperatura está dada en el interruptor del alimentador (calibre THW #6) del aire acondicionado del salón 302. Sin embargo, dicho valor de 38,2 °C no supera la temperatura de operación de 75 °C para los que está diseñado dicho conductor. Se recomienda hacer inspecciones periódicas a la acometida y hacer seguimiento al interruptor en cuestión, pues es éste el que registra la mayor temperatura de operación con 39 °C.

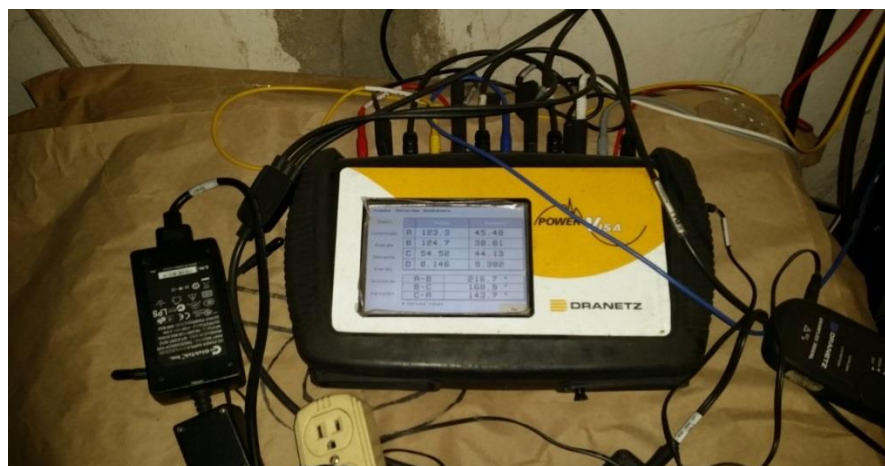
6.3. CALIDAD DE LA POTENCIA ELÉCTRICA EN EL EDIFICIO MAMITZA BAYER

La calidad de la potencia eléctrica se define como “...el conjunto de calificadores de fenómenos inherentes a la forma de la onda de la tensión que permite juzgar el valor de las desviaciones de la tensión instantánea con respecto a su forma y frecuencia estándar, así como el efecto que dichas desviaciones pueden tener sobre los equipos eléctricos u otros sistemas.” [6]

En Colombia existen varias normativas acerca de la calidad de la potencia eléctrica, entre las más relevantes se tienen NTC 5000 2002, NTC 5001 2008, NTC 1340 2004, y las resoluciones CREG 065 2012 y CREG 024 2005.

Para realizar el análisis de la calidad de la potencia eléctrica del edificio Mamitza Bayer, se utiliza el analizador de redes Power Visa 440, mostrado en la Figura 31:

Figura 31. Analizador de redes Power Visa 440 en funcionamiento en la acometida del edificio Daniel Casas



Este instrumento se instala en las acometidas del edificio por un tiempo de un (1) mes para lograr así, la medida de las diferentes variables que están siendo objeto de estudio en un tiempo prudencialmente representativo.

El equipo analizador es facilitado por el departamento de mantenimiento de Planta Física de la UIS, siendo éste un equipo de clase A según la IEC 61000-4-30. Posee una interfaz que permite realizar medidas de potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, realizar medidas de tensión, corriente, visualizar formas de onda, entre otros parámetros que contribuyen a la medición de la calidad de la potencia eléctrica. A continuación, en la Tabla 22, se muestran las características principales del analizador empleado:

Tabla 22. Características del analizador DRANETZ POWER VISA 440

Característica	Equipo
Software	DRAN-VIEW (Windows 98,2000,XP,NT)
Frecuencia	Resolución 10mHx, 45-65 Hz
Memoria	32 MB ,34 MB, 128 MB
Parámetros de medición	Transitorios de baja y media frecuencia, factor de cresta, factor k , tensión y corriente
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, muestras/ciclo 0.1% rdg + CTs.16 bit ADC
Muestreo	256 muestras de ciclo, ½ pasos/ciclo

6.3.1. Metodología de utilización del instrumento. Para el correcto funcionamiento del analizador de red, se hace necesaria la instalación de las bobinas de corriente en cada uno de los conductores de fase de las acometidas de los edificios, y además en el conductor del neutro, como se muestra en la Figura 32.

Sin embargo, la instalación de la bobina en el neutro de los edificios, retrasó el proceso de medida debido a la falta de señalización de los conductores en las

acometidas de los edificios para su correcta identificación, por lo cual se debieron realizar diferentes pruebas para la identificación del mismo.

Figura 32. Instalación del equipo edificio Mamitza Bayer



6.3.2. Perfiles de tensión del edificio Mamitza Bayer. Las mediciones correspondientes para el análisis de tensión del edificio Mamitza Bayer se realizaron entre el 6 de Agosto de 2014 y el 6 de Septiembre del mismo año. De los datos obtenidos en dicha medición se llegara a las siguientes conclusiones:

Existen variaciones bruscas de tensión en las fases y posteriormente se da una recuperación de la misma en un tiempo muy pequeño, conocido como “hundimientos de tensión”, dando lugar a variaciones bruscas de las tensiones de fase, con tiempos de oscilación muy pequeños, como se muestra en la Tabla 23.

Tabla 23. Hundimientos de tensión edificio FMB

CRITERIO	FASE	TIPO	TENSIÓN[V]/DURACIÓN[s]	FECHA	HORA
La menor magnitud	C	Instantáneo	2,1/0,050	22/08/2014	10:04:59
	B	Instantáneo	9,3/0,008	27/08/2014	9:51:46
	C	Instantáneo	9,6/0,034	22/08/2014	10:55:27
	A	Instantáneo	9,9/0,100	27/08/2014	9:51:31
La mayor duración	A	Momentáneo	10,9/0,725	22/08/2014	9:48:41
	A	Momentáneo	52,2/0,642	02/09/2014	17:06:40
	A	Instantáneo	67,1/0,458	25/08/2014	10:22:41
	A	Instantáneo	68,9/0,433	25/08/2014	10:22:41
Perdida mayor de Energía	B	MOMENTÁNEO	52,2/0,642	02/09/2014	06:39,8
	B	INSTANTÁNEO	79,4/0,358	05/09/2014	09:39,5
	B	INSTANTÁNEO	67,1/0,458	25/08/2014	22:40,7
	B	INSTANTÁNEO	68,9/0,433	25/08/2014	22:41,5

De igual modo, se detectaron sobretensiones que variaron entre los 132 V y la de magnitud más alta de 139,2 V; los datos más relevantes se consignan en la Tabla 24.

Tabla 24. Sobretensiones del edificio FMB

CRITERIO	FASE	TIPO	TENSIÓN[V]/DURACIÓN[s]	FECHA	HORA
La menor magnitud	C	SOSTENIDO	139,2/930,736	22/08/2014	05:00,4
	C	TEMPORAL	132,8/6045,517	31/08/2014	01:45,1
	C	SOSTENIDO	132,7/2667,958	23/08/2014	09:50,0
	C	INSTANTÁNEO	132,2/0,008	24/08/2014	15:28,2
La mayor duración	A	TEMPORAL	132,8/6045,517	31/08/2014	01:45,1
	A	SOSTENIDO	132,7/2667,958	23/08/2014	09:50,0
	C	SOSTENIDO	132,0/1586,559	30/08/2014	06:48,5
	C	SOSTENIDO	132,0/1423,784	01/09/2014	05:59,3
Mayor Energía Agregada	C	TEMPORAL	132,8/6045,517	31/08/2014	01:45,1
	C	SOSTENIDO	132,7/2667,958	23/08/2014	09:50,0
	C	SOSTENIDO	132,0/1586,559	30/08/2014	06:48,5
	C	SOSTENIDO	132,0/1423,784	01/09/2014	05:59,3

Se registraron 836 transitorios de tensión, de los cuales el pico más alto fue de 661,7 V con un tiempo de duración de 0,003 s, y el de menor valor fue de 648,6 V con tiempo de duración menor al milisegundo. El registro de los más transitorios de mayor magnitud se reseña en la Tabla 25.

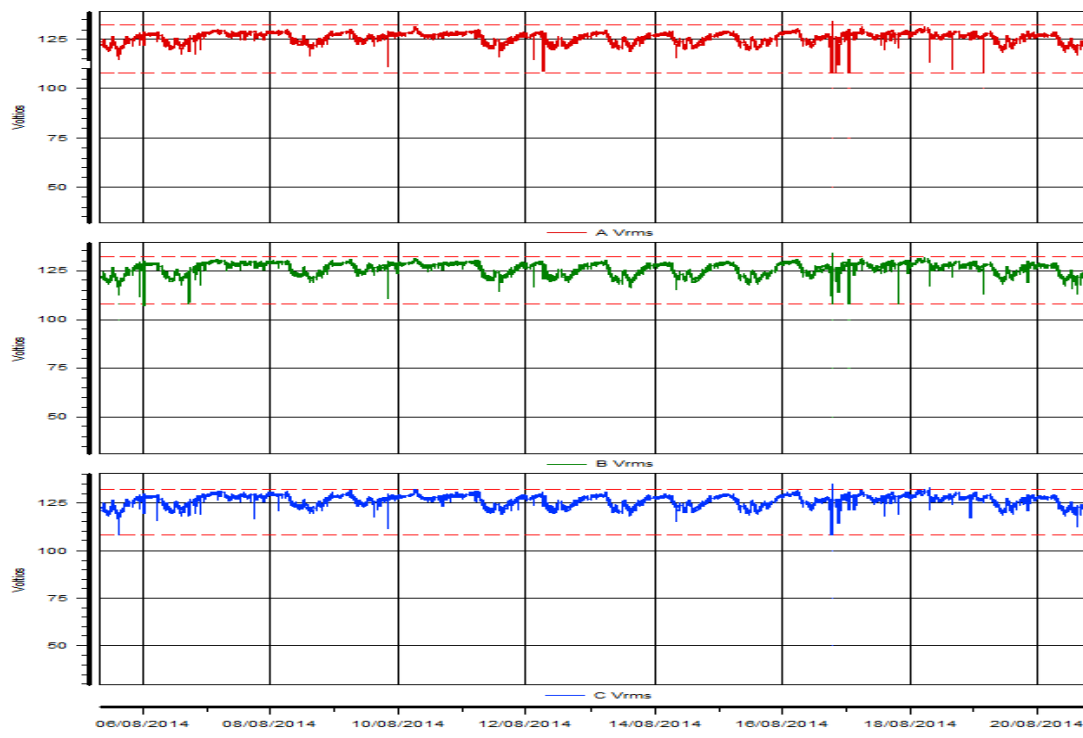
Tabla 25. Transitorios del edificio FMB

CRITERIO	FASE	TENSIÓN/DURACIÓN	FECHA	HORA
La menor magnitud	B	661,7/0,003	22/08/2014	21:32,0
	A	652,2/0,002	22/08/2014	21:32,0
	C	650,6/0,003	22/08/2014	21:32,0
	B	648,6/0,000	22/08/2014	21:31,9

Cabe resaltar que mientras se realizaron las mediciones en el edificio, no hubo cortes significativos en el suministro de energía.

En Figura 33 se muestran los resultados obtenidos por el analizador a través de la gráfica de tendencias registradas en el periodo de medición.

Figura 33. Perfiles de tensión por fase edificio FMB.



Fuente: DRANETZ

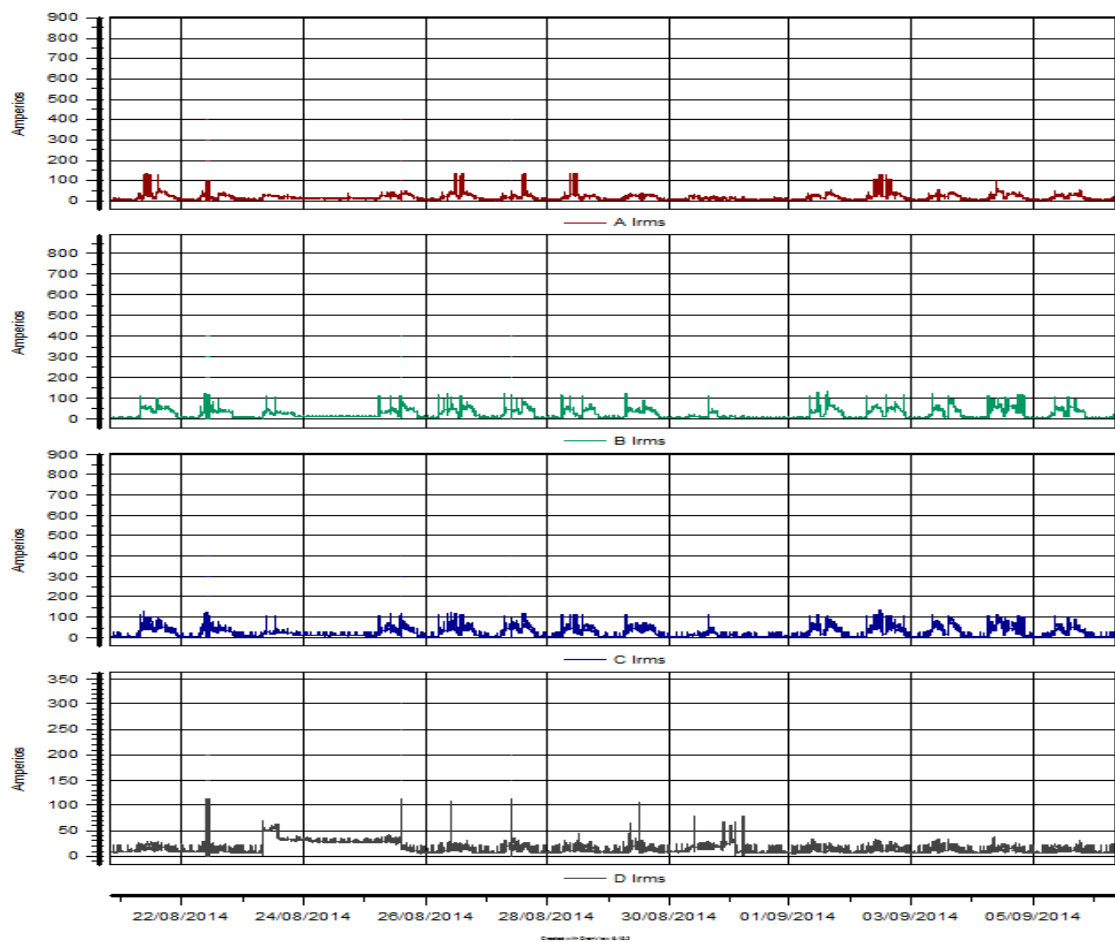
El resumen estadístico con el percentil 95 del grueso de los datos se presenta a continuación en Tabla 26,

Tabla 26. Resumen estadístico perfil de Tensión edificio FMB

	Fase A	Fase B	Fase C
Prom [V _{RMS}]	126,45872	125,890919	127,475101
Desviación Estándar	2,95217525	4,51669429	2,64831027
Perc. 95	129,65	129,62	130,19

6.3.3. Análisis de la corriente del edificio Mamitza Bayer. Se realiza el análisis correspondiente a las gráficas y los valores obtenidos por el analizador de red y se concluye que estos valores son menores a los soportados por el calibre, razón por la cual, se determina que no existen problemas en lo que corresponde al aislamiento y capacidad amperimétrica de los conductores en la acometida del edificio. En la Figura 34, se muestran los resultados obtenidos por el analizador a través de la gráfica de tendencias registradas en el periodo de medición.

Figura 34. Perfiles de corriente por fase edificio FMB



Fuente: DRANETZ

El resumen estadístico con el percentil 95 del grueso de los datos se presenta a continuación en Tabla 27,

Tabla 27. Resumen estadístico perfil de Corriente edificio FMB

	Fase A	Fase B	Fase C
Prom [A_{RMS}]	13,4	22,3	20,6
Desviación Estándar	6,81429582	12,34667923	10,9531
Perc. 95	14,13	22,65	21,13

6.3.4. Análisis de los armónicos del edificio Mamitza Bayer. La presencia de armónicos se debe a la inclusión de ciertos equipos, como por ejemplo lámparas fluorescentes con balastos y reguladores de tensión, que tienen un consumo energético de forma no lineal, trayendo como consecuencia que la onda sinodal tenga variaciones en su composición, lo que puede deteriorar y disminuir la vida útil de los equipos.

Tabla 28. Límites establecidos para la THDV

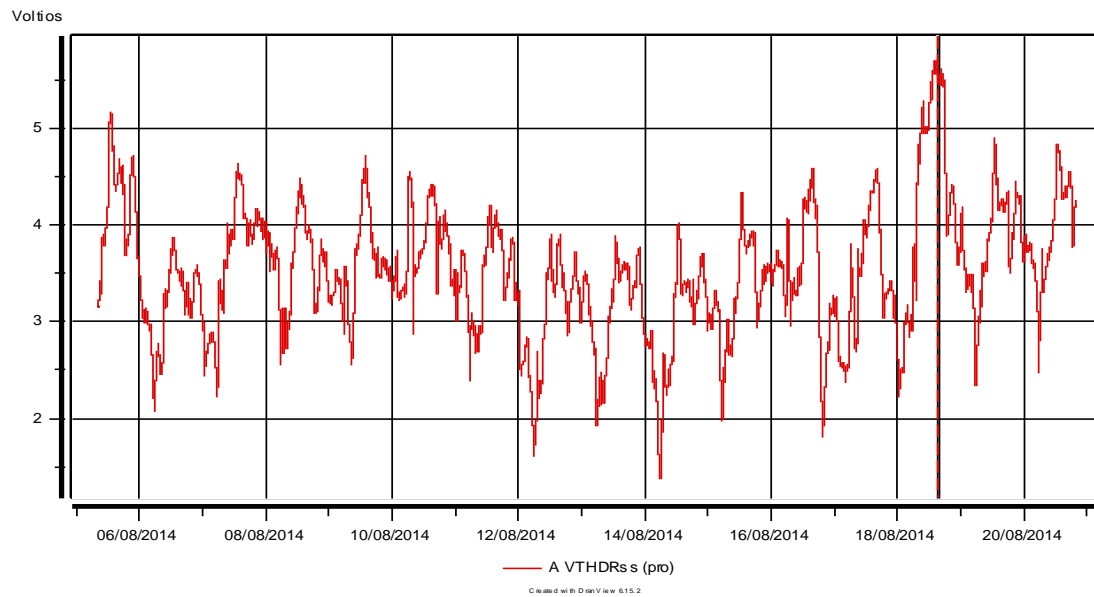
Tensión del sistema	THDV MÁXIMO (%)
Niveles de tensión 1,2 y 3	5,0
Nivel de tensión 4	2,5
STN	1,5

Fuente: Normativa IEEE 519-(1992)

Los operadores de red y los operadores del Sistema de Transmisión Nacional deben cumplir con los parámetros establecidos mostrados en la Tabla 28 y que emanan de la normativa IEEE 519-(1992).

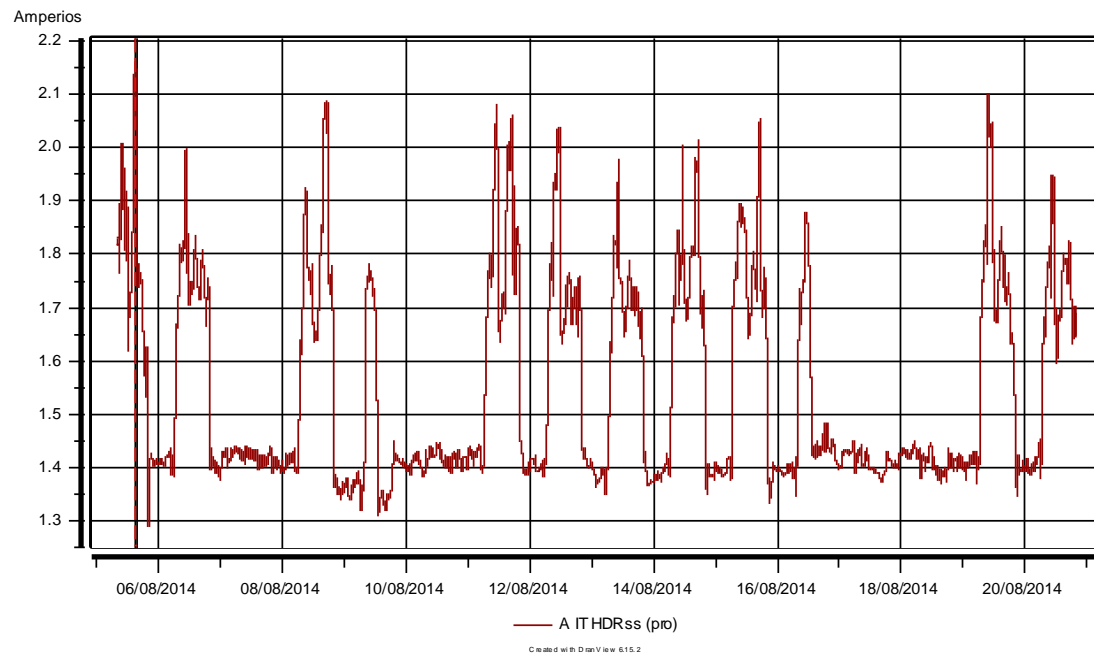
De la Figura 35 a la Figura 40 se muestran los armónicos de tensión y corriente registrados durante el proceso de medición del analizador de redes.

Figura 35. Armónico de tensión de la fase A



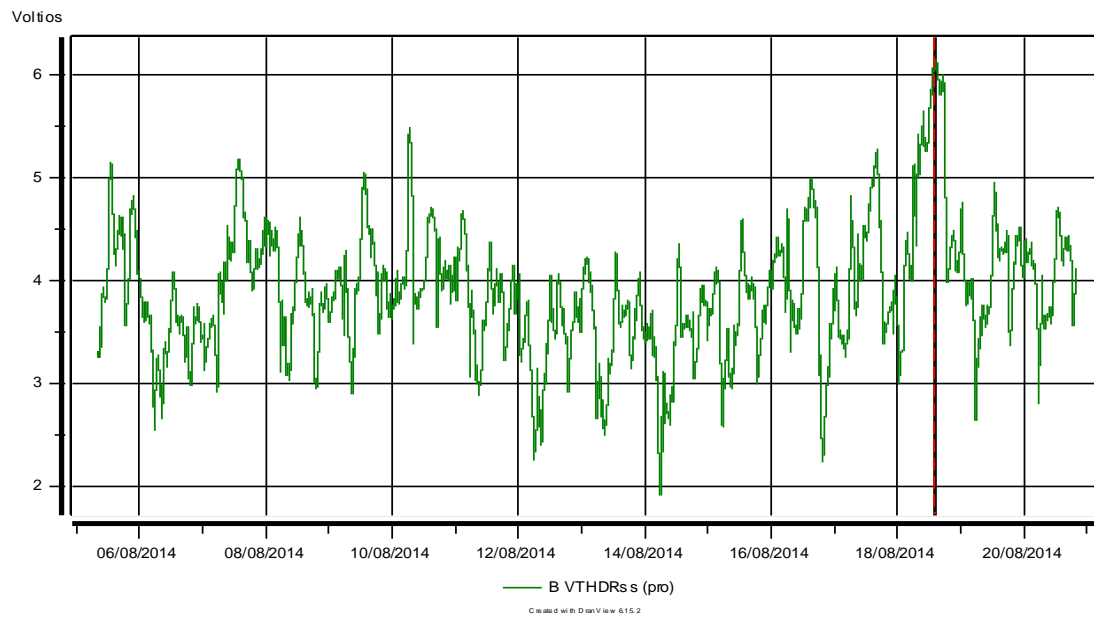
Fuente: DRANETZ

Figura 36. Armónico de corriente de la fase A



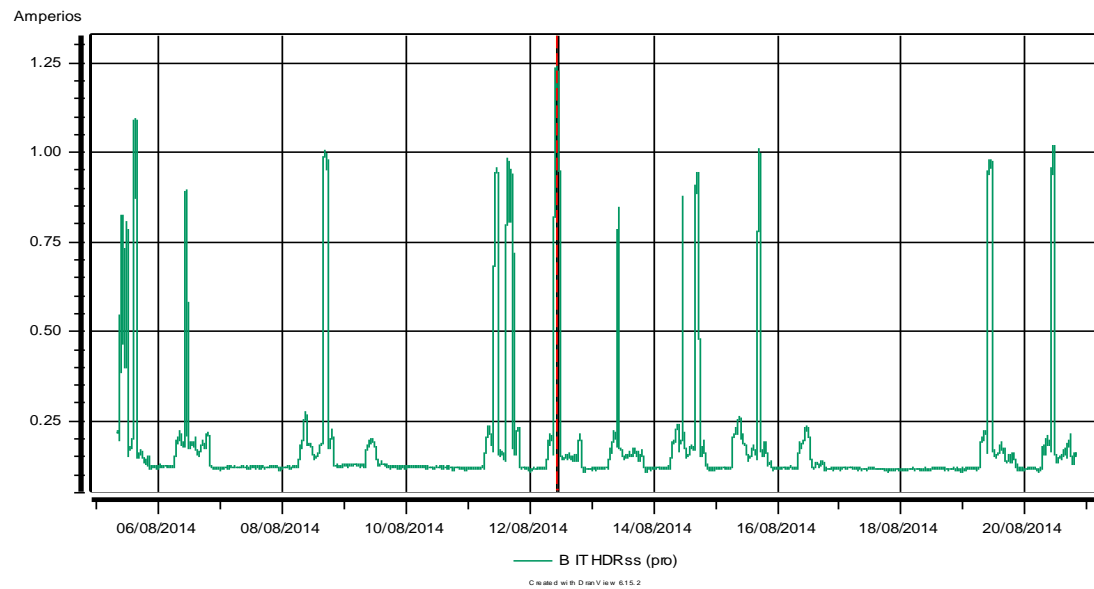
Fuente: DRANETZ

Figura 37. Armónico de tensión de la fase B



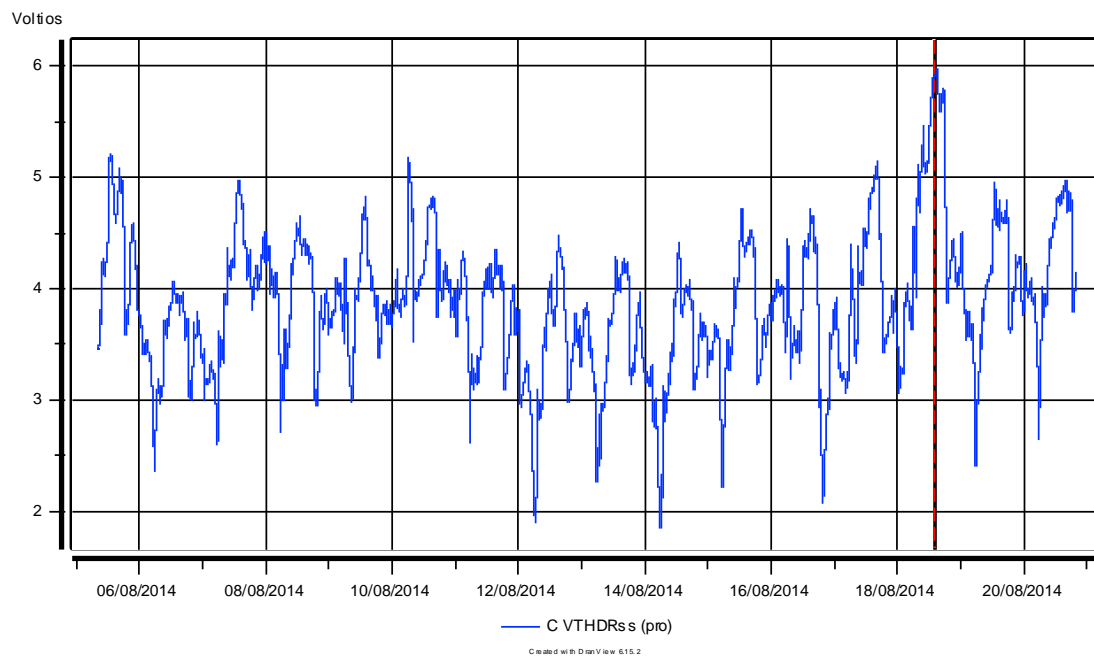
Fuente: DRANETZ

Figura 38. Armónico de corriente de la fase B



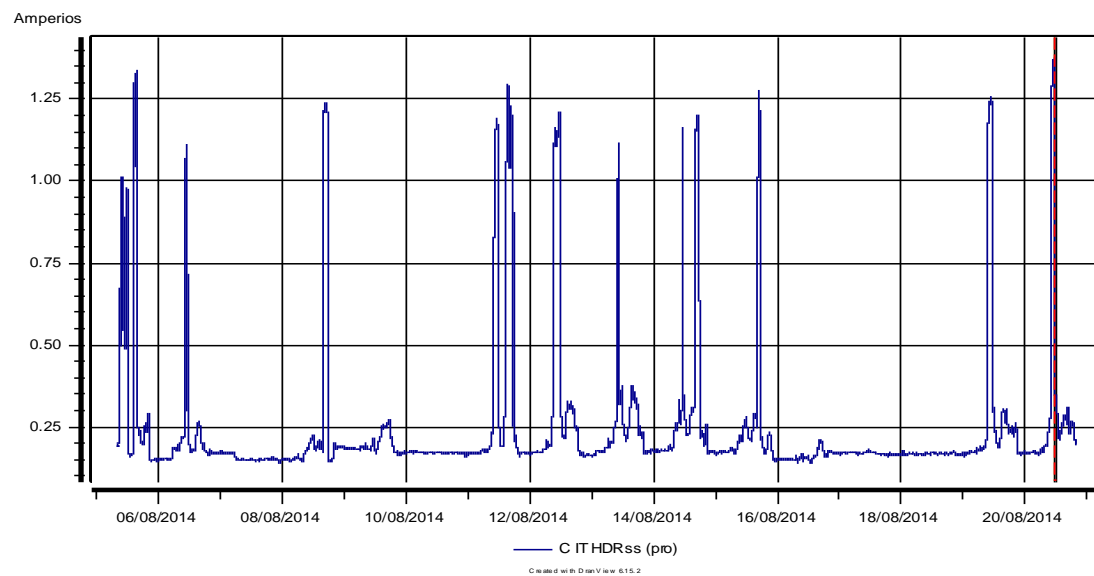
Fuente: DRANETZ

Figura 39. Armónico de tensión de la fase C



Fuente: DRANETZ

Figura 40. Armónico de corriente de la fase C



Fuente: DRANETZ

Se registra que los armónicos se mantienen dentro de los niveles normales para los niveles de tensión y corriente dados en las fases del edificio.

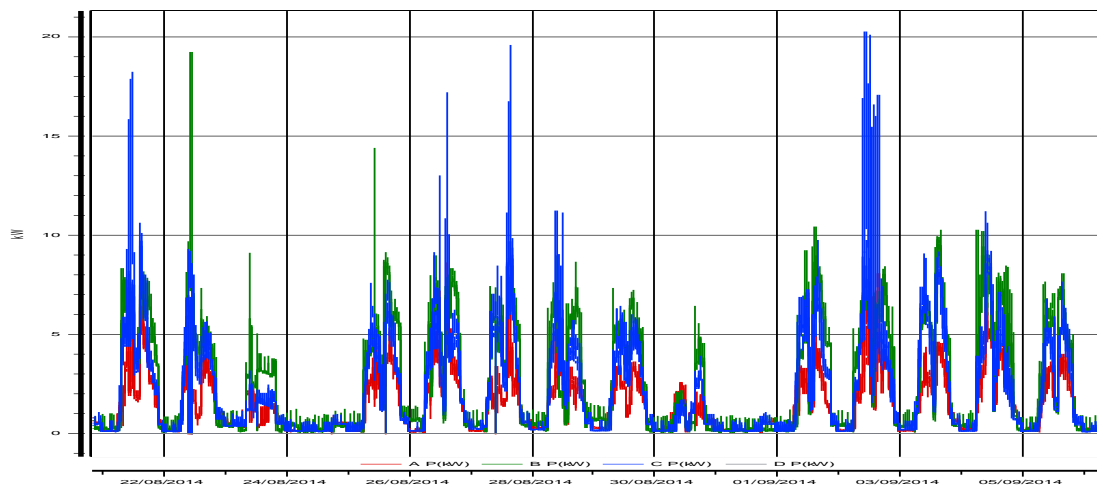
6.3.5. Análisis de potencia activa del edificio Mamitza Bayer. La potencia activa medida en kilo Watts [kW] se muestra a continuación en la Tabla 29, registrando los consumos máximos, medios y mínimos de potencia por fase registrada en el edificio.

Tabla 29 Niveles de potencia activa por fase para el edificio FMB

POTENCIA	A	B	C	TOTAL
MAX kW	8,838	19,247	20,277	36,656
MEDIANA kW	0,834	0,832	0,749	2,655
PROMEDIO kW	1,408	2,526	2,068	6,002

Se puede observar, tanto en la tabla como en el siguiente gráfico de la Figura 41, que la fase A es la que menos demanda de potencia tiene entre las tres fases.

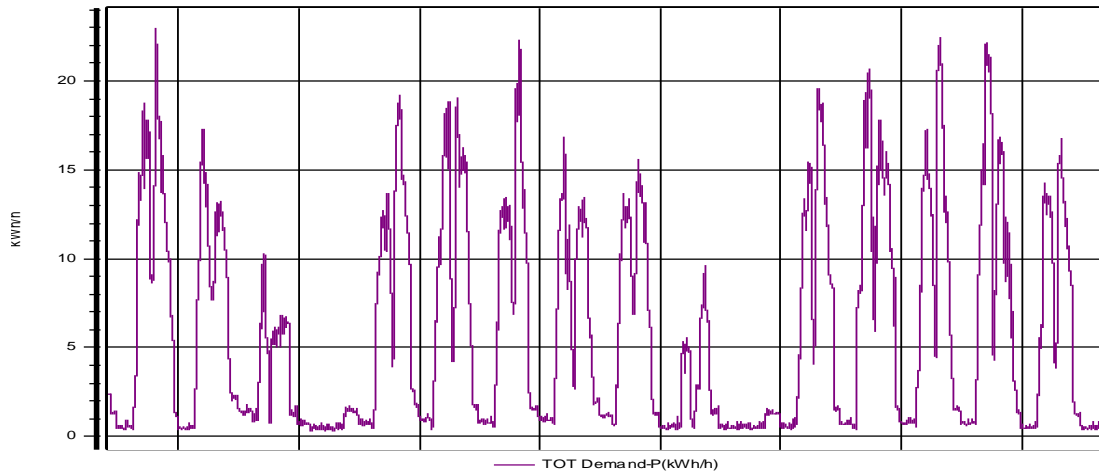
Figura 41. Potencia activa por fase edificio FMB



Fuente: DRANETZ

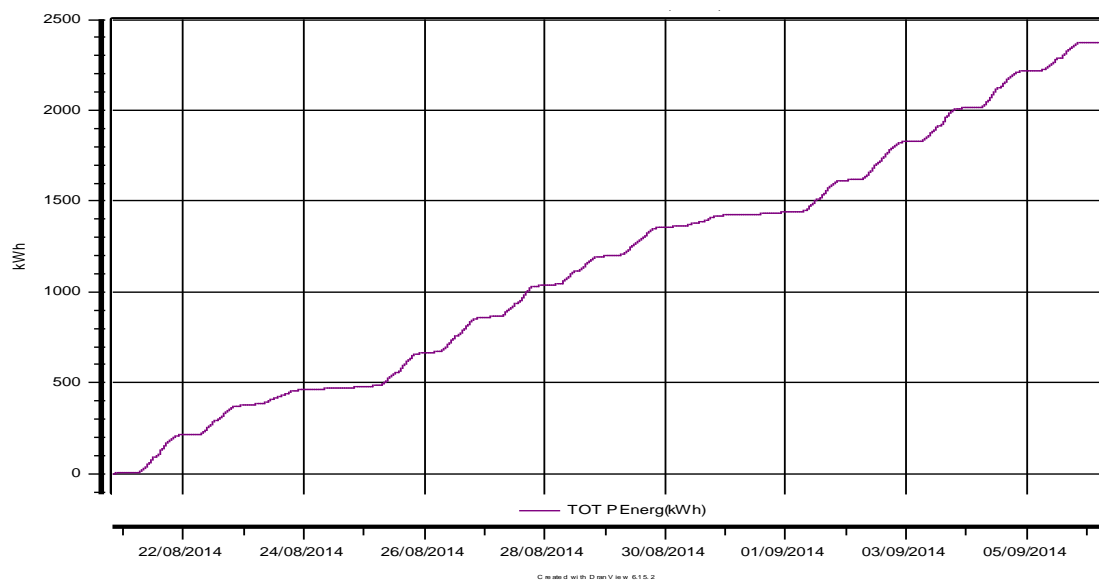
En cuanto a la comparación del consumo de energía a lo largo del mes con respecto al consumo instantáneo de potencia activa, se tienen los siguientes gráficos mostrados en la Figura 42 y la Figura 43.

Figura 42. Potencia activa edificio FMB



Fuente: DRANETZ

Figura 43. Energía Activa edificio FMB



Fuente: DRANETZ

6.3.6. Análisis de potencia reactiva del edificio Mamitza Bayer. Con respecto a la medición de la potencia reactiva en el edificio Mamitza Bayer es importante recalcar en el control que se debe tener sobre ésta, debido a que un mal manejo de la reactiva puede provocar caídas de tensión en el edificio, lo que impediría el normal funcionamiento de los equipos y también la consecuente pérdida de potencia en las instalaciones. De acuerdo con la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) "...el control de la energía reactiva es una preocupación en todos los sistemas eléctricos, ya que esta influye de forma importante en los sistemas de potencia. El control del tensión y el manejo de la energía reactiva son dos aspectos de una misma actividad, la cual se orienta a la mejora en la calidad de la potencia de los sistemas, reduciendo las pérdidas y el estrés sobre los elementos del mismo". A continuación, en la Tabla 30, se presenta un reporte de los datos obtenidos de la potencia reactiva por fase en el edificio Mamitza Bayer:

Tabla 30. Niveles de potencia reactiva por fase para el edificio FMB

POTENCIA	A	B	C	TOTAL
MAX kVAR	-0,520	-0,573	-0,003	-0,349
MEDIANA kVAR	12,703	15,858	0,004	19,744
PROMEDIO kVAR	-0,056	0,848	0,000	1,058

6.3.7. Análisis de frecuencia del edificio Mamitza Bayer. La frecuencia es una magnitud fundamental para la estabilidad de los sistemas eléctricos en corriente alterna, y para el caso específico de Colombia, tiene un valor de 60 Hz con los siguientes rangos de tolerancia, mostrados en la Tabla 31, como lo establece la regulación [7]:

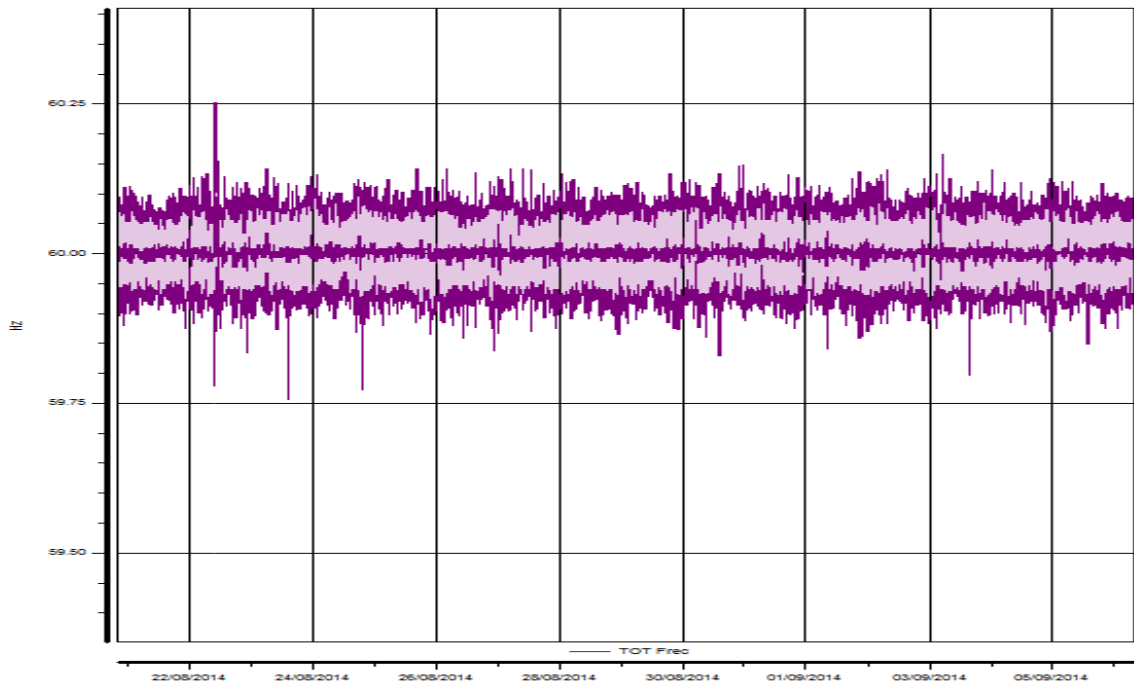
Tabla 31. Niveles de frecuencia permitidos por la legislación colombiana

FRECUENCIA	VALOR
Frecuencia mínima	59,8 Hz
Frecuencia máxima	60,2Hz

Fuente: XM

A continuación, en la Figura 44 se presenta la gráfica de variación de frecuencia obtenida en el tiempo de medición en el edificio Mamitza Bayer:

Figura 44. Frecuencia eléctrica edificio FMB



Fuente: DRANETZ

Como se puede observar en la figura, los datos de frecuencia varían dentro del rango de valores mínimos y máximos de frecuencia permitidos, por lo que no se presentan irregularidades.

7. EDIFICIO DANIEL CASAS

Figura 45. Fachada del edificio Daniel Casas



El edificio Daniel Casas, mostrado en la Figura 45 corresponde a la Escuela de Artes y Música de la UIS. Se ubica al occidente del campus central de la Universidad. Consta de tres pisos albergando aulas de clases, oficinas, baterías sanitarias, salas insonorizadas de ensayo musical individual y grupal, laboratorio de cueros y de fotografía, áreas comunes y de servicios, auditorio y una pequeña sala de informática. Posee un área construida de 553,6 m² en el primer piso, 541,7 m² para el segundo y 541,7 m² para el tercer piso; para un total de 1095,3 m².

El edificio es alimentado por la subestación ubicada en el edificio de Alta Tensión, con una acometida proveniente de un ramal derivado del edificio CICELPA.

Algunos de los salones del edificio del segundo y tercer piso presentan un riesgo para las personas que trabajan y estudian en el mismo, ya que algunos conductores están por fuera de los ductos y otros están muy deteriorados. En los salones con aislamiento acústico, las paredes están forradas con cartón de huevo y el suelo está cubierto de alfombras, en caso de una falla eléctrica en estos salones podría

provocarse un conato de incendio y con estos dichos elementos, en estos salones fácilmente podría provocarse un gran incendio.

En el caso del tercer piso, las instalaciones eléctricas están en buen estado, el tablero de distribución se alimenta directamente de los barrajes principales del edificio de Alta Tensión.

En la Figura 46 y en la Figura 47 se observan el transformador y el tablero general ubicado en el edificio de Alta Tensión, de donde parte la alimentación del edificio Daniel Casas. En la Figura 48 se observa el estado actual del tablero principal ubicado en el salón 101A del primer piso del edificio Daniel Casas.

Figura 46. Subestación edificio Alta Tensión



Figura 47. Subestación edificio Alta Tensión



Figura 48. Tablero principal edificio Daniel Casas



A los tableros generales llega la acometida procedente del edificio CICELPA que brinda alimentación al edificio, ya que éste no cuenta con subestación eléctrica propia. Está compuesta por dos alimentadores trifásicos, independientes y subterráneos a 208 V, que llegan a los barrajes de los dos tableros generales, y tienen las siguientes especificaciones técnicas:

Acometida: tres (3) conductores de fase calibre 2, un (1) conductor calibre 2 para el neutro, y un (1) conductor calibre 2 para la conexión a tierra.

7.1. CUADROS DE CARGAS DEL EDIFICIO DANIEL CASAS

A continuación, en la Tabla 32, se muestra el cuadro de cargas de los tableros del edificio.

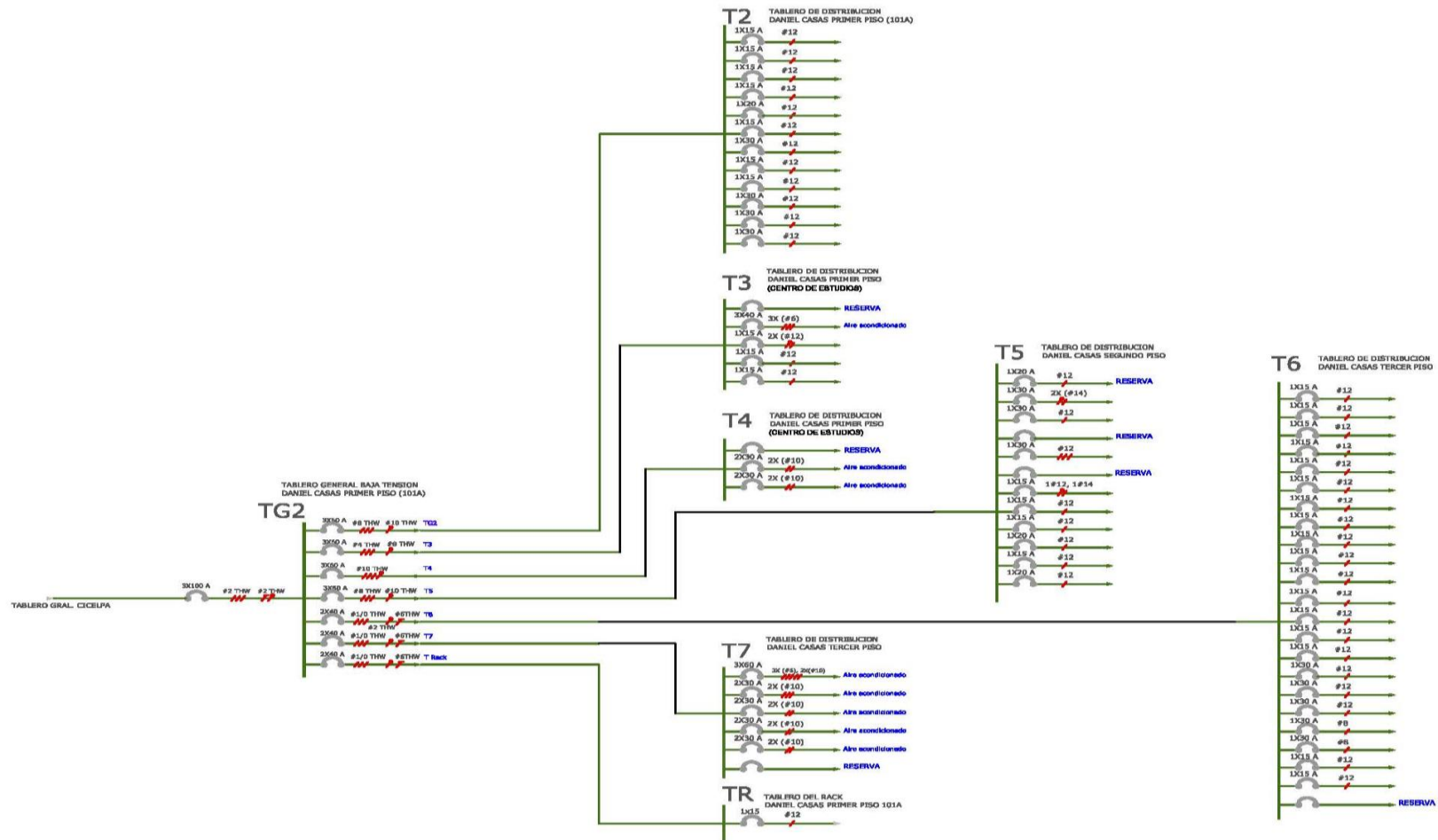
Tabla 32. Cuadro de cargas por tableros edificio Daniel Casas

		TG2	T3	T4	T5	T6	T7	T Rack
LUCES	F232	58	16	0	57	80	0	0
	F249	0		0		21	0	0
TOMAS	Común	54	11	0	43	64	0	0
	Especial	0	1	2	0	0	4	1
CARGA (VA)	Total	10381,9	11285,4	2352,9	11104,3	21620,4	14693,9	1333,3
Corriente	(A)	28,8	31,4	6,5	30,9	60	40,7	3,7
Protección	(A)	3X60	3X60	3X60	3X60	3X100	3X175	1X15
Conductor	AWG	3#8+1#10	3#4+1#8	4#10	3#8+1#10	3#1/0+1#2+1#6	3#1/0+1#4	2#12

7.2. DIAGRAMA UNIFILAR DEL EDIFICIO DANIEL CASAS

Seguidamente se relacionan los tableros y cargas principales del edificio en el diagrama unifilar de la Figura 49. Éste se adjunta en los planos anexos del presente trabajo.

Figura 49. Diagrama Unifilar edificio Daniel Casas



7.3. PRODUCCIÓN DEL EDIFICIO DANIEL CASAS (OCUPACIÓN)

Teniendo en cuenta que los servicios ofrecidos por la Escuela de Artes y Música son principalmente académicos, se mide su producción en términos de la ocupación del espacio físico del edificio, debido al desarrollo de actividades académicas en el mismo. Los niveles de ocupación por día, se estimaron de acuerdo a la asignación de cupos por salón, establecida en los horarios de la Escuela, además se midió el flujo de estudiantes en un periodo de una semana para establecer la *variación diaria en el ingreso de los mismos durante el mes de septiembre de 2014 y agosto de 2015*⁴. Los valores obtenidos para la ocupación del edificio, se muestran en la Tabla 33.

Tabla 33. Producción (flujo de estudiantes) edificio Daniel Casas

2014	
Septiembre	4560
Octubre	4575
Noviembre	2500
Diciembre	2186
2015	
Enero	2178
Febrero	2450
Marzo	3326
Abril	2497
Mayo	3510
Junio	3779
Julio	2489
Agosto	4732

La franja horaria en la que se atienden estudiantes en el edificio es de lunes a viernes de 6 a.m. a 8 p.m. en jornada continua y los sábados de 6. a.m. a 6 p.m., día en el que se atienden estudiantes del programa académico de Bellas Artes.

⁴ Este periodo coincide con la culminación de la toma de medidas realizadas con el analizador de redes en el edificio Daniel Casas, de agosto a septiembre de 2015.

7.4. CONSUMOS ENERGÉTICOS EN EL EDIFICIO DANIEL CASAS

Para determinar los consumos en el edificio, es necesario establecer los consumos dados en el campus en general, debido a que no se cuenta con medidores de energía que registren el consumo del edificio. A partir de dichos valores, y con base en los datos del analizador de redes (Análisis de potencia activa del edificio Daniel Casas), se estima el valor del consumo mensual en el edificio.

Los datos del consumo de la Universidad, son obtenidos de las facturas registradas en la oficina de Planta Física de la UIS, los resultados de dicha estimación se encuentran en la Tabla 34 mostrada a continuación:

Tabla 34. Consumos energéticos UIS y edificio DC

Mes	UIS			Ed. FMB
	Consumo kWh	Valor unitario [\$Cop]	Valor total [\$Cop]	Consumo kWh
Septiembre	522502	288,32	150647777	4065
Octubre	534872	294,09	157300506	4162
Noviembre	487294	288,57	140618430	3791
Diciembre	407011	287,31	116938330	3167
Enero	385355	294,55	113506315	2998
Febrero	495555	327,51	162299218	3856
Marzo	487071	329,28	160380304	3790
Abril	478672	331,04	158459579	3724
Mayo	489522	430,42	210700059	3809
Junio	508064	370,56	188268196	3953
Julio	493696	384,14	189648381	3841
Agosto	546246	363,11	198347385	4250

Por motivos de confidencialidad, no se pueden mostrar imágenes de las facturas de la energía eléctrica de la Universidad.

7.5. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL ESCUELA DE ARTES Y MÚSICA

La estructura organizacional de la Escuela de Artes y Música que se muestra a continuación, contiene la jerarquía según las características de las funciones y responsabilidades del personal en la Escuela [2]. Los niveles jerárquicos de la organización y las competencias por cargo se agrupan en categorías afines y se muestran a continuación en la Figura 50.

Figura 50. Organigrama Escuela de Artes y Música



Fuente: UIS

8. HERRAMIENTAS DE CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA EN EL EDIFICIO DANIEL CASAS

Por medio de las herramientas dadas por la metodología de Gestión Integral de la Energía, se determinan las potencialidades de ahorro por gestión energética y por gestión de la producción, así como las tendencias de la eficiencia energética del edificio y el estado actual del mismo.

8.1. APLICACIÓN DEL CALIFICADOR PARA EL EDIFICIO DANIEL CASAS

La encuesta se realizó en el edificio Mamitza Bayer de la Escuela de Diseño Industrial al encargado del edificio Tec. Felipe Jerez, y los resultados del calificador se muestran en la Tabla 35:

Tabla 35. Calificador de Niveles de Gestión Energética edificio DC

Sección	Calificación	Observaciones
Planeación	1	No existe un presupuesto de consumo de energía para la empresa y en cada centro de costo, determinado cuantitativamente en función de los pronósticos de venta de producción y de los índices de consumo esperados de cada producto de acuerdo con el nivel de eficiencia real de los procesos productivos que posee la empresa.
Gerencia	0	No existe una entidad que evalúa la marcha del desempeño de los indicadores energéticos de la empresa y las áreas productivas periódicamente adoptando medidas en casos necesarios.
Producción y Operación	0,33	No existen procedimientos establecidos en cada área para que los operadores actúen siempre en la dirección del menor gasto energético posible ante eventos operacionales no continuos.

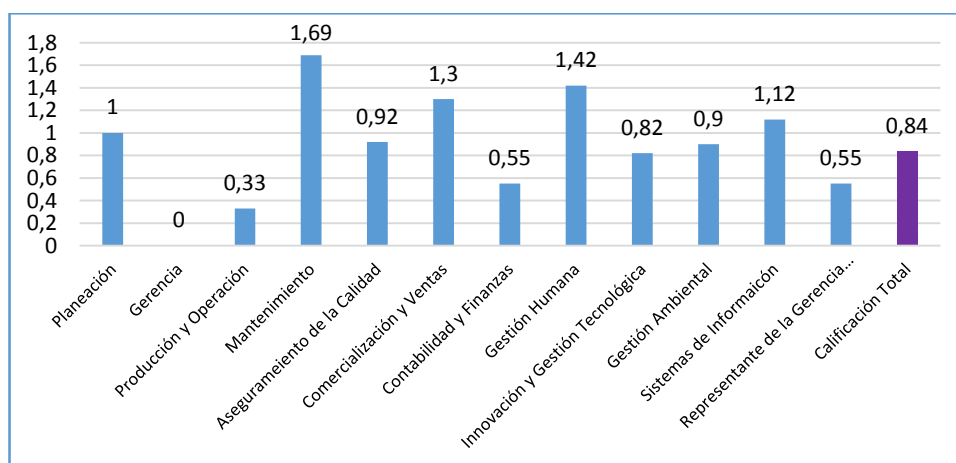
Mantenimiento	1,69	No se organiza ni se planifica el programa de mantenimiento planificado correctivo, preventivo o predictivo a todos los equipos y maquinaria en función del orden de prioridad establecido y los resultados son debidamente documentados.
Aseguramiento de la Calidad	0,92	Las normas de calidad para todos los productos de la empresa no incluyen aspectos de la eficiencia energética, como el control de pérdidas de afluentes energéticos e índices de consumos y están debidamente documentadas y son conocidas y aplicadas por las personas responsables de su cumplimiento.
Comercialización y compras	1,3	No cuenta con una fuente de proveedores de equipos de medición y control para las variables de sus procesos que satisface oportunamente sus necesidades en este campo.
Contabilidad y Finanzas	0,55	El edificio Daniel casas no cuenta con una contabilidad energética que permita evaluar diariamente la eficiencia de los centros de costos.
Gestión Humana	1,42	La empresa no ha establecido programas e incentivos para mejorar la cultura energética, la empresa tampoco logra que el personal desarrolle un sentido de pertenencia con respecto a la reducción de costos energéticos.
Innovación y gestión Tecnológica	0,82	No existe un procedimiento para la revisión de los proyectos productivos o sociales de la empresa que garantiza su ejecución con la mayor eficiencia energética posible.
Gestión Ambiental	0,9	La cultura y la estrategia productiva y gerencial de la compañía no involucran aspectos, impactos y riesgos ambientales. Uno de los aspectos del desempeño ambiental que no mide la empresa es la eficiencia energética de sus procesos.
Sistemas de Información	1,12	No existe un sistema de información de la empresa diseñado para satisfacer los requerimientos funcionales de información de la gerencia general y de todos los departamentos en forma oportuna y confiable.

Representante de la gerencia para la eficiencia energética	0,55	No existen auditorias por el representante de gerencia para la eficiencia energética a las buenas prácticas de gestión a nivel de áreas
--	------	---

Fuente: UPME

8.1.1. Análisis de resultados del calificador para el edificio Daniel Casas.

Figura 51. Calificación por tipos de equipo



Fuente: UPME

De igual forma que en el caso del edificio Federico Mamitza Bayer, se tiene en cuenta que las calificaciones en el análisis de resultados pueden dividirse en los mismos rangos.

Los resultados obtenidos, mostrados en la Figura 51, reflejan que la administración del edificio carece de una política de gestión enfocada a la eficiencia energética, lo que resulta en calificaciones en los rangos de “muy incompetente” a “incompetente”, con puntajes aún más bajos que en el caso del edificio Mamitza Bayer.

El resultado más crítico se muestra en el área de “Gerencia” en donde la calificación es de cero (0), con lo que se refleja una muy pobre labor en dicha área. Mientras que el área de “Mantenimiento” fue la que mejor resultados obtuvo, sin embargo, ésta muestra un resultado en el rango de “incompetente”.

Estos resultados dejan en evidencia la labor a desarrollar por parte de las directivas de la Escuela de Artes y Música en lo concerniente a sistemas de gestión orientados a la energía.

8.2. CENSO DE CARGA PARA IDENTIFICAR EQUIPOS Y ÁREAS CON MAYOR USO DE ENERGÍA EN EL EDIFICIO DANIEL CASAS

Con el objetivo de facilitar el inventario realizado, se agrupan los equipos similares en categorías, así, se registra el consumo de energía de dichas categorías por grupos para la identificación de las potencialidades de ahorro. Para tal fin, se tienen en cuenta las horas promedio de trabajo de cada equipo instalado, la cantidad de equipos y la potencia nominal suministrada por los datos de placa.

Posteriormente, en el desarrollo del libro, se señalarán recomendaciones para disminuir el consumo de éstos.

8.2.1. Censo de cargas para el edificio Daniel Casas. A continuación, en la Tabla 36, se muestra el censo de cargas para la Escuela de Artes y Música.

Tabla 36. Censo de Cargas edificio DC

EDIFICIO DANIEL CASAS									
Tipo de equipo	Equipo	Cantidad de equipos	Potencia Unit [kW]	Potencia T [kW]	Horas/Día	Días/mes	Horas/mes	kWh Mes T	Consumo total kWh Mes
Oficina, secre	Servidores	1	0,4	0,4	22	24	528	211,2	852,46
	Computadores de escritorio	14	0,2	2,8	8	20	160	448	

	Computadores portátiles	1	0,175	0,175	8	20	160	28	
	Impresora Hp LaserJet serie 400	5	0,8	4	1	20	20	80	
	Fax scanner Hp	2	0,08	0,16	1	20	20	3,2	
	Impresora Epson Lx 300	1	0,023	0,023	1	20	20	0,46	
	Vhs	2	0,18	0,36	1	20	20	7,2	
	DVD	3	0,12	0,36	1	20	20	7,2	
	Televisor CRT	2	0,15	0,3	1	20	20	6	
	Televisor LED	2	0,09	0,18	1	20	20	3,6	
	Regulador eléctrico de tensión	1	0,2	0,2	12	24	288	57,6	
Aires Acondicionados	Aire Acondicionado Exterior	1	5	5	8	24	192	960	1363,2
	Aire acondicionado tipo ventana	2	0,8	1,6	8	24	192	307,2	
	Aire Acondicionado Central	1	6	6	2	8	16	96	
Iluminación	F232 Fluorescente electrónica T8 (2*32 Watts)	106	0,032	3,392	10	20	200	678,4	818,2
	F249 Fluorescente electrónica T8 (2*49 Watts)	11	0,049	0,539	10	20	200	107,8	
	PFC	5	0,032	0,16	10	20	200	32	
Otros	Nevera minibar	2	0,5	1	24	24	576	576	983,424
	Horno microondas	1	1	1	1	24	24	24	
	Greca	1	0,5	0,5	2	24	48	24	
	Piano Digital	29	0,048	1,392	8	24	192	267,2	
	Ventilador de pared	6	0,08	0,48	8	24	192	92,16	
CONSUMO ENERGÍA MENSUAL									4017,284

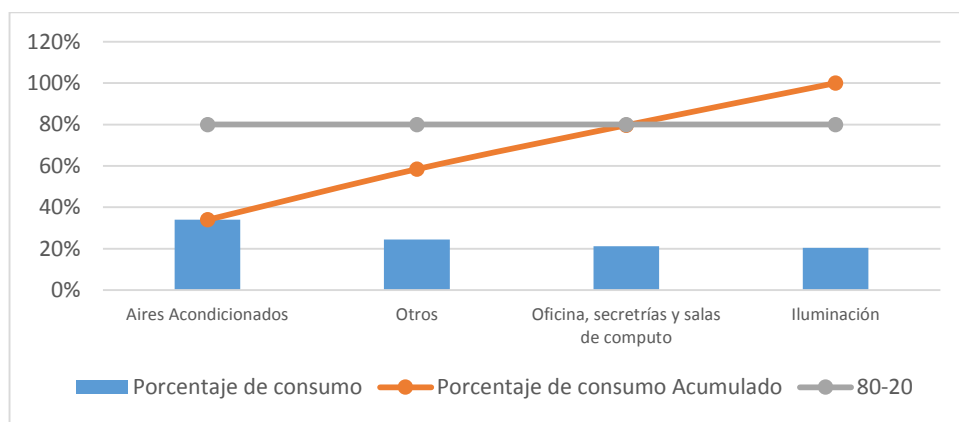
A partir de los datos obtenidos en la Tabla 36, se realiza el análisis estadístico para determinar los equipos con mayor consumo total de energía del edificio Daniel Casas y de donde se obtendrán los mejores potenciales de ahorro energético.

8.2.2. Diagrama de Pareto consumo eléctrico DC. Se realiza el diagrama de Pareto con los datos de consumo eléctrico obtenidos en la Tabla 36, con el objetivo de encontrar el 20% responsable del 80% de consumo. Los resultados se muestran a continuación en la Tabla 37.

Tabla 37. Consumo por Tipos de Equipos DC

Tipo de equipos	Consumo [kWh mes]	Porcentaje de consumo	Consumo acumulado	Porcentaje de consumo Acumulado
Aires Acondicionados	1363,2	34%	1363,2	34%
Otros	983,424	24%	2346,624	58%
Oficina, secretarías y salas de cómputo	852,46	21%	3199,084	80%
Iluminación	818,2	20%	4017,284	100%

Figura 52. Diagrama de Pareto edificio DC



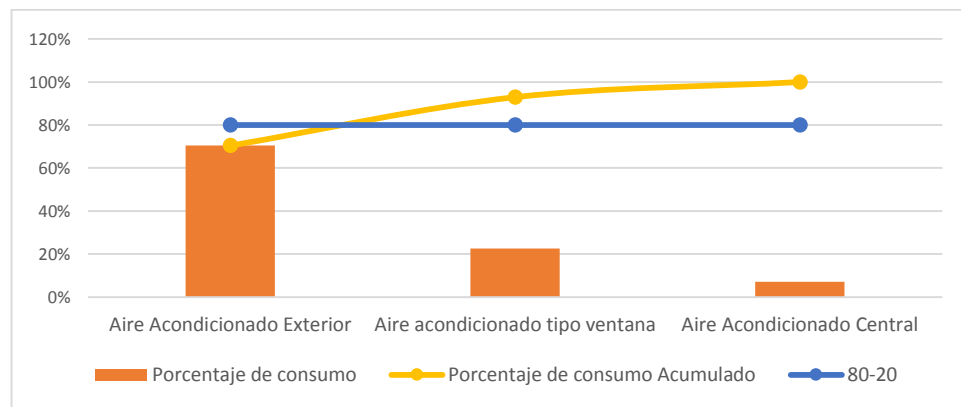
De acuerdo al gráfico de la Figura 52, se encuentra que los equipos responsables del mayor consumo de energía en el edificio DC corresponden a “Aires Acondicionados”, “Otros” y “Oficina, secretarías y salas de cómputo”, encontrándose un cierto grado de uniformidad en el consumo. Son estos equipos con mayor potencial de ahorro energético. A continuación se pretende establecer de manera más puntual el consumo de dichos equipos a través de la estratificación del consumo de los mismos.

8.2.3. Diagramas de Pareto estratificados DC. El estudio se enfoca ahora en los tipos de equipos que generan el 80% del impacto en el consumo, buscando determinar cuáles de ellos son los de mayor consumo. Para tal fin, se realiza un nuevo análisis de Pareto enfocado a los equipos de: “Aires Acondicionados”, “Otros” y “Oficina, secretarías y salas de cómputo”. Sólo se analizarán las dos primeras categorías debido a la uniformidad del consumo en las dos últimas categorías.

Tabla 38. Pareto Estratificado edificio DC aire acondicionado

Equipos	Consumo [kWh mes]	Porcentaje de consumo	Consumo acumulado	Porcentaje de consumo Acumulado
Aire Acondicionado Exterior	960	70%	960	70%
Aire acondicionado tipo ventana	307,2	23%	1267,2	93%
Aire Acondicionado Central	96	7%	1363,2	100%

Figura 53 Diagrama de Pareto Aires Acondicionados edificio DC

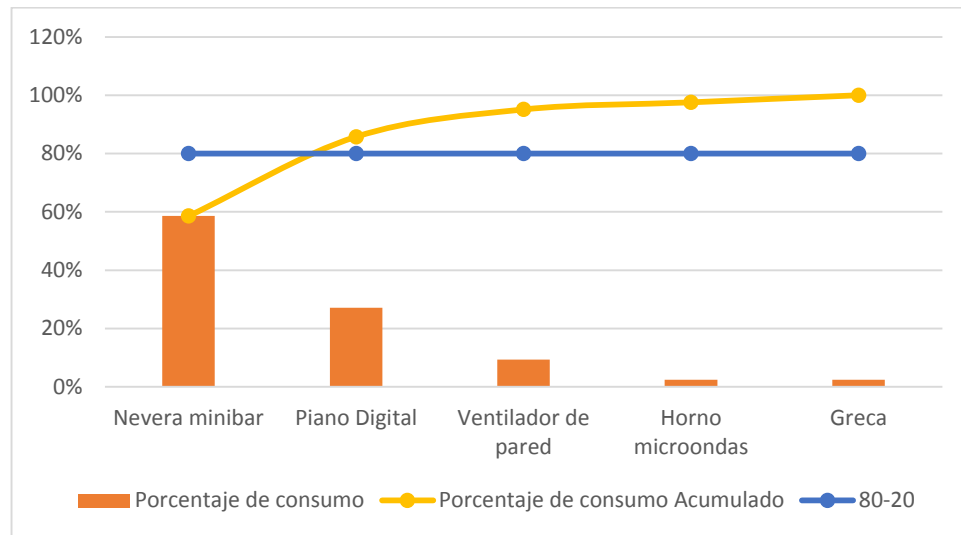


De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 38 y en la Figura 53, el análisis correspondiente muestra que el equipo de aire acondicionado con el mayor consumo es el aire acondicionado exterior, debido a la potencia de placa y la mayor cantidad de horas de trabajo.

Tabla 39. Pareto Estratificado edificio DC otros

Equipos	Consumo [kWh mes]	Porcentaje de consumo	Consumo acumulado	Porcentaje de consumo Acumulado
Nevera minibar	576	59%	576	59%
Piano Digital	267,264	27%	843,264	86%
Ventilador de pared	92,16	9%	935,424	95%
Horno microondas	24	2%	959,424	98%
Greca	24	2%	983,424	100%

Figura 54. Diagrama de Pareto Equipos varios edificio DC



Del análisis realizado a los resultados obtenidos en la Tabla 39 y en la Figura 54 se observa que los equipos con mayor consumo son las neveras de mini-bar, debido a la potencia de placa y a la permanencia de su funcionalidad, ya que necesariamente deben dejarse encendidas.

8.3. ESTABLECIMIENTO DE LOS INDICADORES DEL SISTEMA DE GESTIÓN EN EL EDIFICIO DANIEL CASAS

A continuación se realiza el desarrollo del análisis energético a través del establecimiento de las variables de control que impactan la eficiencia energética y que se asocian a los diferentes factores establecidos en la “Guía de implementación del SGIE” [4].

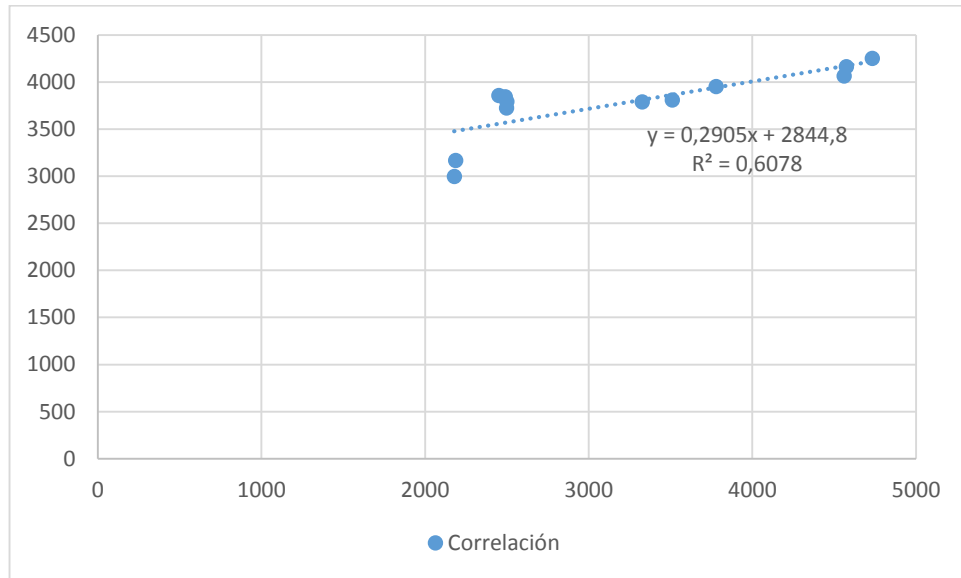
8.3.1. Diagrama de dispersión a través del gráfico E vs O del edificio Daniel Casas. Se procede con el uso de herramientas estadísticas para determinar los indicadores energéticos con los que se hará seguimiento a las variables que influyen en el consumo energético para establecer metas alcanzables, con el fin de reducir dicho consumo. En la Tabla 40 se encuentra la información referente al consumo mensual estimado del edificio junto con la cantidad de personas atendidas en el mismo, con el fin de establecer si estas variables se encuentran correlacionadas.

Tabla 40. Consumo vs Personas Atendidas edificio DC

2014	Personas	Consumo kWh
Septiembre	4560	4065
Octubre	4575	4162
Noviembre	2500	3791
Diciembre	2186	3167
2015		
Enero	2178	2998
Febrero	2450	3856
Marzo	3326	3790
Abril	2497	3724
Mayo	3510	3809
Junio	3779	3953
Julio	2489	3841
Agosto	4732	4250

Se realiza el correspondiente diagrama de dispersión junto con el cálculo del coeficiente de correlación y la ecuación de regresión lineal a través de MS Excel, como se muestra en la Figura 55.

Figura 55. Dispersión Consumo vs Ocupación (Diagrama E vs O) edificio DC



Se encuentra un coeficiente $R^2=0,6078$, que se traduce en un coeficiente de correlación $R=0,7745$. En términos estadísticos, esto significa una correlación positiva alta entre las dos variables, razón por la cual, en el desarrollo de este estudio, se toma como variable de producción la cantidad de personas que se atienden en el edificio Daniel Casas. Este tipo de variable no se puede controlar, por lo tanto es una variable significativa.

Adicionalmente, la ecuación de regresión lineal obtenida en el proceso es la correspondiente al gráfico de consumo de energía en función de la ocupación del edificio E vs O, siendo ésta la siguiente:

$$y = 0,2905x + 2844,8$$

La constante de proporcionalidad entre ambas (pendiente de la recta) es positiva, siendo consistente con la premisa de que a mayor cantidad de estudiantes en el edificio, mayor consumo energético. La **“energía no asociada a la ocupación”**; representa un 75,18% del valor promedio de consumo, lo que significa una deficiente estrategia de consumo energético en horas de no ocupación.

A continuación se establecerán las líneas de tendencia de los consumos energéticos y los diagramas de control con el objetivo de implementar medidas que permitan una relación más eficiente entre los consumos y las personas atendidas. De acuerdo con los diagramas de Pareto estratificado, se tiene en cuenta que las variables que se pueden controlar en el edificio son el estado técnico de los equipos y las siguientes variables de control operacional:

Aires acondicionados: tiempo de funcionamiento y temperatura de enfriado de los sistemas de aire acondicionado exterior y de ventana del edificio, debido a que son los de mayor potencia y a sus horas de uso.

Neveras: tiempos de funcionamiento, mayor consumo por datos de placa y debido a que permanecen encendidas.

8.3.2. Gráfico de control en el edificio Daniel Casas. Los gráficos de control hacen posible analizar la estabilidad del proceso productivo e identificar los comportamientos anómalos del consumo de energía en las actividades que se llevan a cabo en el edificio Daniel Casas.

Para tal fin, se hará uso de algunos de los conceptos de la 6σ , tal y como lo propone la guía “Herramientas para el Análisis de la Caracterización de la Eficiencia Energética” [3] para la “Identificación de variables de control o eventos que impactan los consumos energéticos en cada centro de costo o subprocesos de los centros de costo de la empresa”. Al igual que en el caso del FMB, se utilizarán: consumo promedio (CP), desviación estándar (σ) de la distribución estadística del consumo,

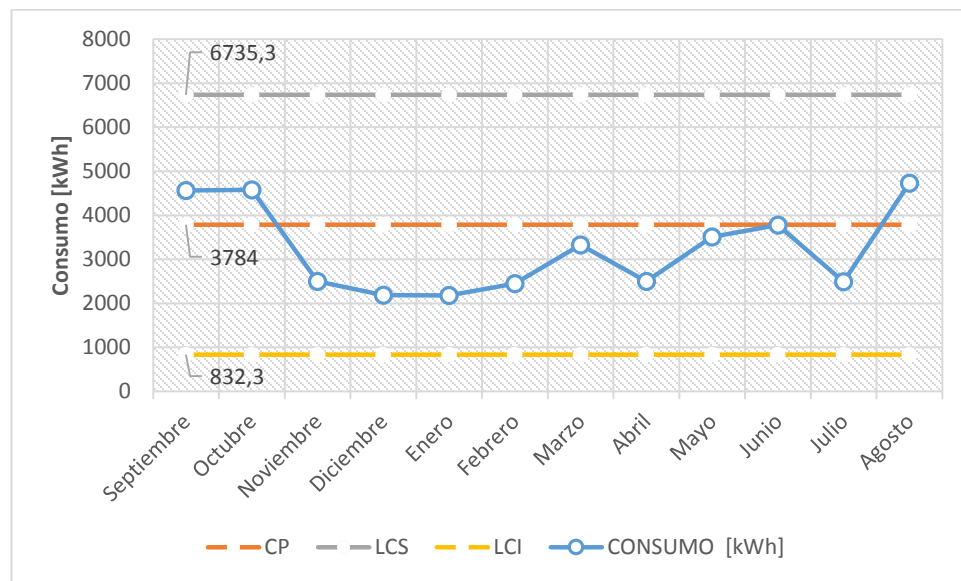
límite de control superior (LCS), y el límite de control inferior (LCI). Los valores obtenidos se muestran en la Tabla 41.

MES	CONSUMO [kWh]
Septiembre	4560
Octubre	4575
Noviembre	2500
Diciembre	2186
Enero	2178
Febrero	2450
Marzo	3326
Abril	2497
Mayo	3510
Junio	3779
Julio	2489
Agosto	4732

Tabla 41. Parámetros Seis Sigma edificio DC

CP	σ	LCS	LCI
3784	983,83	6735,3	832,3

Figura 56. Diagrama de Control 6 σ edificio DC



Los resultados de la 6 σ , reseñados en la Figura 56, muestran que no existen datos anómalos que se desborden de los límites de control establecidos, lo que corresponde a un comportamiento estable del consumo energético del edificio DC

y a una variación del mismo debido a causas aleatorias. No se registran sesgos o algún otro tipo de comportamiento anómalo a lo largo de las fases del proceso, aunque existe una leve tendencia cíclica debido a los recesos e inicios de la actividad académica correspondiente al calendario académico de la Universidad y motivadas por el cese de actividades dadas en el año 2015.

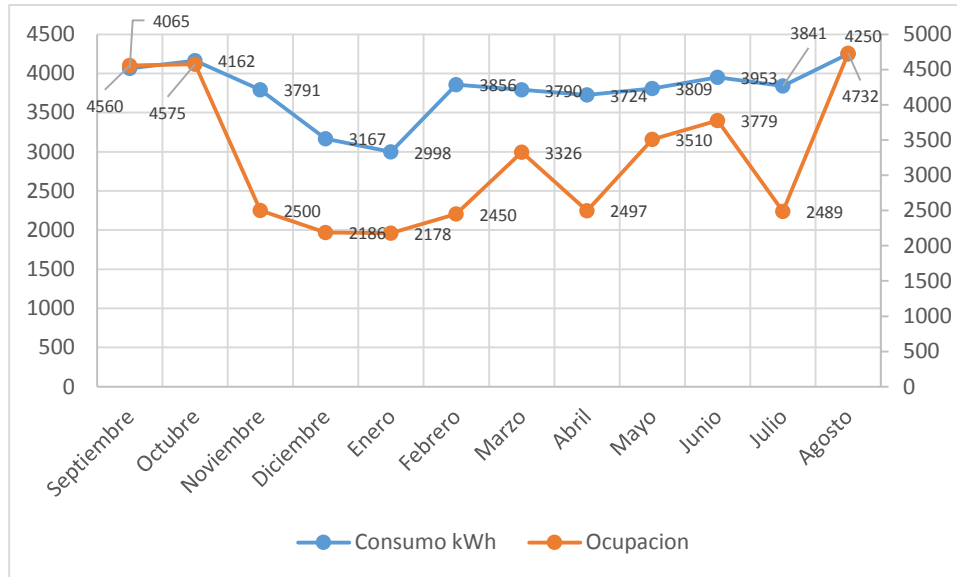
Continuando con la metodología de caracterización, a continuación se realiza el gráfico de comparación entre los consumos energéticos y la ocupación del edificio, en función del tiempo.

8.3.3. Gráfico de consumo de energía y ocupación contra el tiempo (EO vs T) en el edificio Daniel Casas. Se realiza la tabulación, mostrada en la Tabla 42, el gráfico correspondiente y posterior análisis, siguiendo la misma metodología empleada en el caso del edificio DC.

Tabla 42. Variación porcentual Consumo/Ocupación edificio DC

Mes	Consumo kWh	Variación Porcentual Consumo	Ocupación Personas	Variación Porcentual Ocupación	Observaciones
Septiembre	4065		4560		
Octubre	4162	2%	4575	0,3%	
Noviembre	3791	-9%	2500	-45%	
Diciembre	3167	-16%	2186	-13%	
Enero	2998	-5%	2178	0,4%	
Febrero	3856	29%	2450	12%	
Marzo	3790	-2%	3326	36%	Anómalo
Abril	3724	-2%	2497	-25%	Anómalo
Mayo	3809	2%	3510	41%	Anómalo
Junio	3953	4%	3779	8%	
Julio	3841	-3%	2489	-34%	Anómalo
Agosto	4250	11%	4732	90%	Anómalo

Figura 57. Gráfico E-P vs T edificio DC



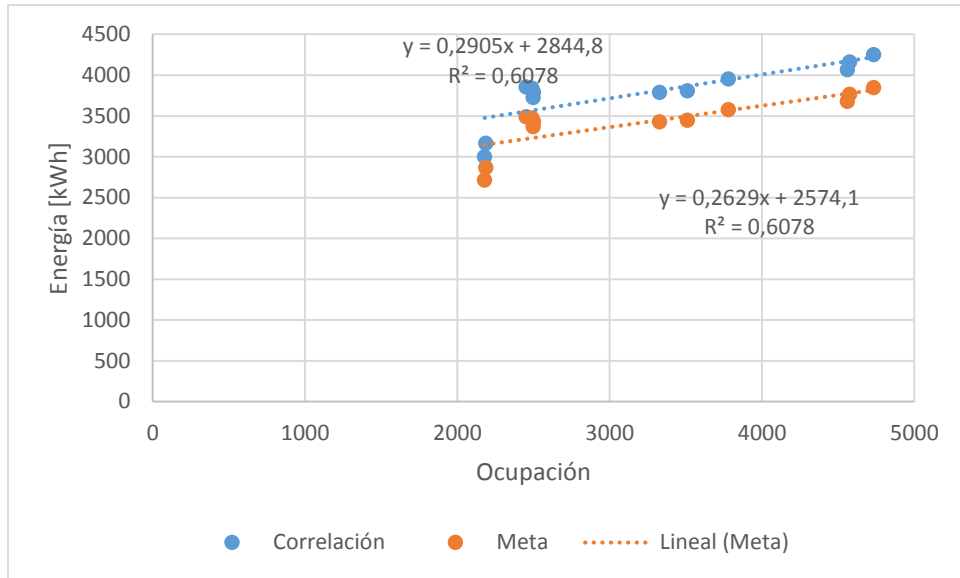
Se observa en la Figura 57 que en los meses de marzo, abril, mayo, julio y agosto se presentan anomalías debido a que en dichos periodos, el ingreso de personal al edificio tuvo números bajos; sin embargo, la variación del consumo energético correspondiente no fue tan baja. Este comportamiento puede entenderse nuevamente como una deficiente estrategia de consumo energético en horas de no ocupación.

8.3.4. Gráfico de consumo de energía contra ocupación (E vs O) en el edificio Daniel Casas para la identificación de metas. El nivel de Ocupación variará de forma mensual, como se vio en la sección anterior, debido a las variaciones en el calendario académico de la Universidad.

Se considera un valor menor del coeficiente de la ocupación, la pendiente de la recta, para un ahorro dentro de los límites estimados en el “Censo de Carga”, ya que, como se vio en dicha sección, el consumo mensual ha estado por encima de dichos niveles; se estima además un consumo de **“energía no asociada a la**

ocupación” que permita reducir el gasto energético en horas de no ocupación. Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 58,

Figura 58. Diagrama E vs O con línea Meta edificio DC



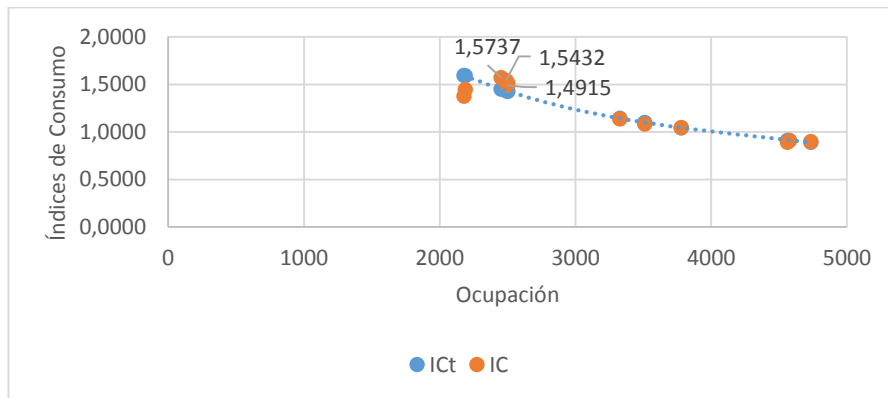
La ecuación de la Línea Meta indica un menor consumo de **“energía no asociada a la ocupación”**, representando éste ahora un 68% del valor del consumo promedio. De igual manera, se ha tratado de mantener un consumo moderado a lo largo de los periodos de atención a estudiantes al disminuir el valor de la pendiente. Todo esto a la vez que se ha logrado mantener el mismo nivel de correlación.

8.3.5. Diagrama de índice de consumo contra ocupación ((IC vs O). Los resultados obtenidos para el diagrama y la tabulación de los datos correspondientes, se muestra en la Tabla 43:

Tabla 43. Índices de consumo edificio DC

DC		IC	Ct	ICt
Ocupación (No. Personas)	Consumo [kWh mes]		[kWh mes]	
4560	4065	0,8915	4169,4800	0,9144
4575	4162	0,9096	4173,8375	0,9123
2500	3791	1,5165	3571,0500	1,4284
2186	3167	1,4486	3479,8330	1,5919
2178	2998	1,3766	3477,5090	1,5967
2450	3856	1,5737	3556,5250	1,4516
3326	3790	1,1394	3811,0030	1,1458
2497	3724	1,4915	3570,1785	1,4298
3510	3809	1,0851	3864,4550	1,1010
3779	3953	1,0460	3942,5995	1,0433
2489	3841	1,5432	3567,8545	1,4334
4732	4250	0,8981	4219,4460	0,8917

Figura 59. Diagrama IC vs O edificio DC



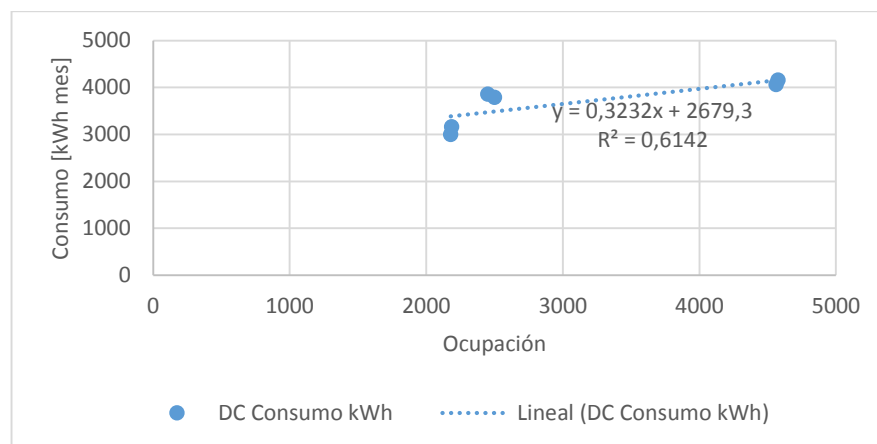
De los resultados obtenidos, mostrados en la Figura 59, se observa que existen tres puntos que exceden los índices de menor consumo establecidos por la curva, para una ocupación del edificio menor a 2500 estudiantes. Esta situación deberá corregirse a través de la adopción de medidas que lleven al ahorro energético establecido en el numeral anterior.

8.3.6. Gráfico de tendencia o de sumas acumulativas (CUSUM) en el edificio Daniel Casas. Para el desarrollo de esta gráfica, se toma como base de comparación el segundo semestre del año 2014, cuyos valores se registran en la Tabla 44 y mediante un análisis, se observará la tendencia que presenta el primer semestre del año 2015 en relación al consumo energético.

Tabla 44. Consumo energético I semestre 2014 edificio DC

DC II Semestre de 2014		
Mes	Ocupación (No. Personas)	Consumo [kWh]
Febrero	13425	5134
Marzo	14156	5413
Abril	8208	4591
Mayo	9313	5063
Junio	6122	4549
Julio	13252	5241

Figura 60. Diagrama E vs O II semestre 2014 edificio DC



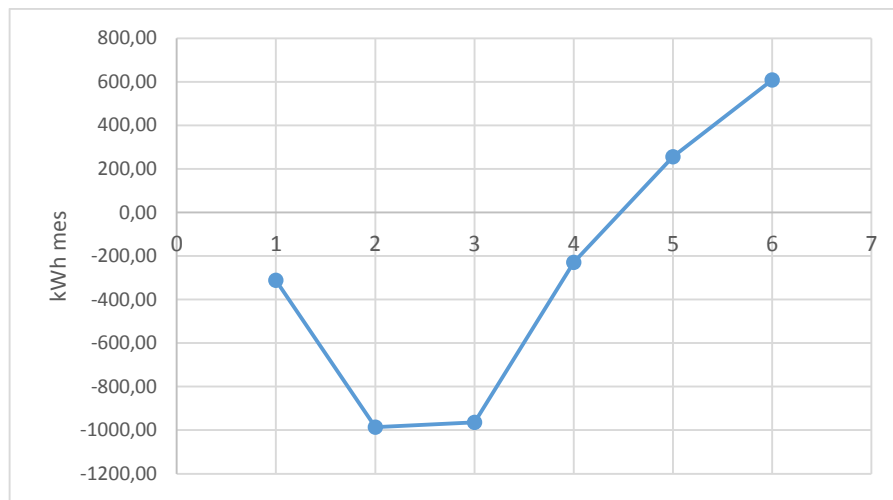
Los datos del consumo teórico (Et) se establecen a través de la ecuación de regresión encontrada en la distribución del segundo semestre de 2014 y los datos de ocupación para ese mes. Los resultado de la comparación entre los niveles de

ocupación de ambos periodos, se registran en la Tabla 45 y con base en estos se realiza el gráfico mostrado en la Figura 61.

Tabla 45. Datos Consumo Teórico y Acumulado

Mes	Ocupación (No. Personas)	Et	Et-Ea	Suma Acumulada
Septiembre	4560	3754,2	-310,9	-311
Octubre	4575	3486,3	-675,1	-986,18
Noviembre	2500	3813,7	22,4	-963,77
Diciembre	2186	3900,6	733,9	-229,8
Enero	2178	3483,7	485,5	255,74
Febrero	2450	4208,6	353,1	608,81

Figura 61 Diagrama de Sumas Acumuladas edificio DC



De los resultados obtenidos, se observa la tendencia a la baja al inicio del primer semestre de 2015 y una crecida a partir de la mitad del mismo hasta su finalización, en comparación con el periodo base.

9. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO DANIEL CASAS

Se procede con el diagnóstico de los procesos llevados a cabo en el edificio y que involucran el gasto energético, en donde se puede determinar las opciones óptimas de ahorro con el objetivo de una mejora ostensible en la eficiencia de dichos procesos basados en el uso de los diferentes equipos eléctricos. Con tales fines se realizan los siguientes análisis:

- Estudio de los niveles de iluminación.
- Estudio termográfico de las acometidas del edificio.
- Revisión de la calidad del suministro eléctrico.

Por último, se realizan las recomendaciones para el correcto uso de los equipos y una inspección del funcionamiento de los mismos.

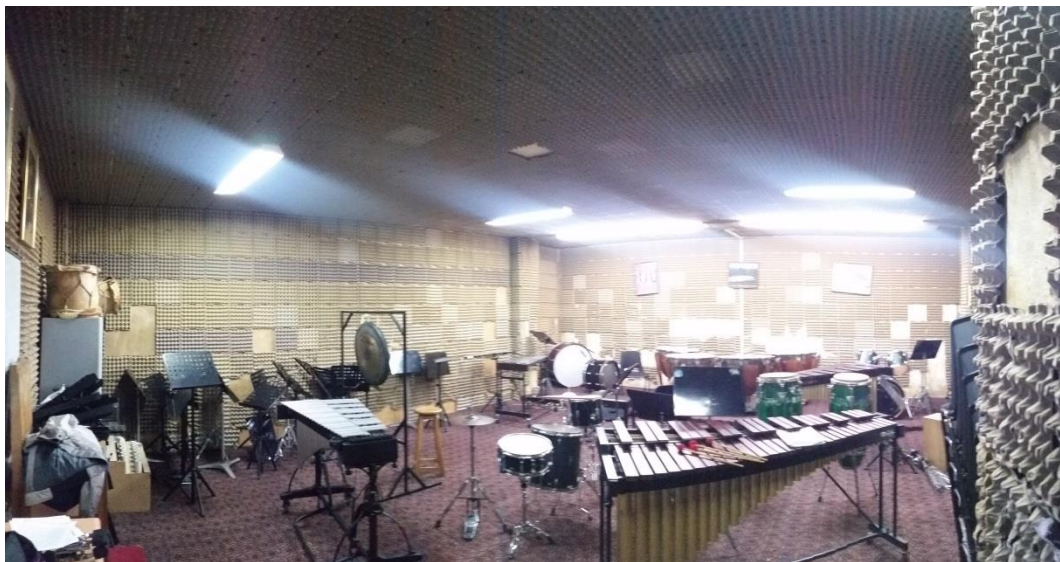
9.1. ESTUDIO DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO DANIEL CASAS

El sistema de iluminación del edificio Daniel Casas depende de las labores académicas y de los administrativos de la Escuela de Arte y Música. En promedio las labores académicas empiezan desde las 6 am hasta las 8 pm de lunes a viernes; el día sábado, el edificio presta sus instalaciones al instituto de educación a distancia IPRED, donde las jornadas académicas van desde las 8 am a 12:30 m y desde las 2 pm a 6:30 pm. Por otra parte, el horario laboral de la sección administrativa es de 8 am a 12 pm y de 2 pm a 6 pm de lunes a viernes, por lo tanto, el consumo de éste depende de las jornadas laborales y académicas con que cuenta el edificio diariamente.

9.1.1. Descripción de la medición y equipo utilizado. Para la medición de la iluminación del edificio se cuenta con la ayuda del luxómetro LM-120 cuyas características son descritas anteriormente en el numeral 6.1.1.

9.1.2. Descripción de la iluminación del edificio. La iluminación del edificio Daniel Casas, en pasillos, salones, y cubículos individuales (utilizados por los estudiantes para ensayos particulares) se suministra con la lámpara fluorescente tipo T8. En algunos salones, como se puede observar en la Figura 62 del salón 209, se presentan casos desfavorables de iluminación, debido a que los niveles de iluminación son irregulares; lo que dificulta las tareas visuales, ya que las paredes de los salones están cubiertas por cartones de huevo como aislamiento sonoro para disminuir el ruido producido por los instrumentos musicales.

Figura 62. Salón 209 con aislamiento sonoro edificio Daniel Casas



En otros salones, los niveles de iluminación son los adecuados, debido a la correcta distribución de las luminarias, en el caso de los cubículos individuales utilizados

para ensayos, el nivel de iluminación es óptimo debido a que las luminarias se ubican de forma central y la pintura utilizada en el módulo es la adecuada para aprovechar el nivel de iluminación del recinto.

Figura 63. Cubículo individual de ensayo edificio Daniel Casas



En el caso del piso 3, destinado al programa de Bellas Artes, se cuenta con una iluminación adecuada ya que los salones cuentan con la cantidad adecuada de luminarias y se aprovecha la iluminación natural con ventanales muy amplios.

9.1.3. Nivel de iluminación media del edificio. Las respectivas mediciones de iluminación, al igual que en el caso del edificio Mamitza Bayer, se realizaron en cada uno de los salones del edificio en las horas de la noche, ya que en ese momento es posible obtener los casos menos favorables.

En algunos recintos tipo aula de clase, se realizaron nueve (9) medidas, en otros se realizaron cinco (5) mediciones y en las oficinas se realizó una sola medición; esto debido al área de cada recinto y a la distribución de estos mismos. Los resultados obtenidos en las mediciones hechas para los niveles de iluminancia (Em) por cada

tipo de recinto y por cada piso se comparan con los valores medios dados por la norma de acuerdo al tipo de recinto. Los resultados hallados se presentan a continuación de la Tabla 46 a la Tabla 48:

Tabla 46. Estado de la iluminación actual piso 1 edificio DC

Ubicación	Em Medida	Em Norma	Coefficiente de uniformidad	(% Cumplimiento
	Emm [LX]	Em[lx]	Emin/Emm	
Salón 101C	208,5	300	0,6903	69,5
Secretaría	197	300	0,62	65,7
Salón 102 A	126,5	300	0,60	42,1
Salón 102B	114	300	0,53	38
Salón 103 A	154,3	300	0,55	51,4
Salón 103B	122	300	0,42	40,7
Salón 103C	131,7	300	0,54	43,9
Salón 103D	169	300	0,71	56,3
Salón 104	65	300	0,47	21,7
Salón 109 A	194,2	300	0,76	64,7
Salón109 B	154,3	300	0,65	51,4
Salón 109 C	181,8	300	0,76	60,6
Salón 109 D	144,1	300	0,63	48,03
Salón 109 E	203	300	0,79	67,6
Salón 109 F	207,5	300	0,78	69,1
Salón 109 G	215,3	300	0,80	71,7
Salón 110	127	300	0,56	42,33
Salón 111	156	300	0,74	52
Salón 111 A	151,2	300	0,64	50,4
Salón 111 B	162,2	300	0,69	54,06
Salón 111 C	163,6	300	0,72	54,5
Salón 111 D	141	300	0,65	47
Salón 111 E	172,1	300	0,72	57,3
Baño hombre	154,2	100	0,084	154,2
Baño mujer	150	100	0,091	150

Tabla 47. Estado de la iluminación actual piso 2 edificio DC

Ubicación	Em Medida	Em Norma	Coeficiente de uniformidad	(% Cumplimiento
	Emm [LX]	Em[lx]	Emin/Emm	
Salón 201	110	300	0,47	36,67
Salón 202 A	184,4	300	0,58	61,46
Salón 202 B	109,8	300	0,51	36,6
Salón 202 C	183,3	300	0,84	61,1
Salón 202 D	186	300	0,58	62
Salón 203	162	300	0,47	54
Salón 204	198	300	0,42	66
Salón 209A	290	300	0,84	97
Salón 209B	234	300	0,85	78
Salón 209C	303	300	0,70	101
Salón 209D	291	300	0,79	97
Salón 210	245	300	0,49	82
Salón 211	222	300	0,50	74
Salón 212	236	300	0,37	79
Baño hombre	151	100	0,086	151
Baño mujer	153,6	100	0,093	153,6

Tabla 48. Estado de la iluminación actual piso 3 edificio DC

Ubicación	Em Medida	Em Norma	Coeficiente de uniformidad	(% Cumplimiento
	Emm [LX]	Em[lx]	Emin/Emm	
Salón 301 (tarima)	176	300	0,57	58,66
Salón 301 aula	174,9	300	0,55	58,3
Salón 302	180,8	300	0,49	60,26
Salón 303	191	300	0,54	63,66
Salón 304	176	300	0,53	58,6
Salón 307	189	300	0,55	63
Salón 308	174	300	0,56	58
Salón 310	170	300	0,53	56,67
Salón 312	180	300	0,58	60
Baño hombre	151	100	0,086	151
Baño mujer	154	100	0,095	154

Se resaltan los valores medidos en las aulas que resultan deficientes por encontrarse por debajo del cumplimiento de un 60% del nivel establecido por la norma, razón por la que debe prestárseles mayor atención en cuanto a su mantenimiento se refiere. Cabe resaltar que los niveles de iluminación en las aulas de este edificio son menores que los registrados en el edificio Mamitza Bayer, en gran parte debido al menor aprovechamiento de ventanales y de superficies reflectantes.

9.2. ANÁLISIS TERMOGRÁFICO DEL EDIFICIO DANIEL CASAS

Con el fin de determinar los posibles puntos calientes de las acometidas del edificio Daniel Casas, se hace el análisis termográfico a través del uso de la cámara térmica Fluke Ti32 y la respectiva suite Smart View de la misma compañía, tomando mediciones en los puntos de amarre de las acometidas del edificio para poder determinar si existen pérdidas energéticas en la edificación debidos a la oxidación o falta de presión en dichos puntos, y de este modo, indicar los lugares en los que se deben corregir las fallas que se presenten para evitar problemas graves que puedan presentar complicaciones en un futuro para el edificio.

9.2.1. Aspectos generales del equipo utilizado. Las características del equipo Fluke TI32 fueron mostradas en el numeral Aspectos generales del equipo utilizado del presente documento.

9.2.2. Metodología de utilización del instrumento. Una vez localizada la acometida del edificio Daniel Casas, se procede a realizar la respectiva medición de las partes de la misma. La acometida del edificio se encuentra en el primer piso en el salón 101A (mostrada en la Figura 48 del presente documento).

El método de operación es igual al empleado en la medición realizada en el edificio Mamitza Bayer, descrito en el numeral Metodología de utilización del instrumento, del presente documento.

9.2.3. Imágenes termográficas del edificio Daniel Casas. Se muestran a continuación las imágenes, de la Figura 64 a la Figura 66, capturadas con la cámara termográfica y los respectivos perfiles térmicos logrados a través de SmartView.

Figura 64. Termografía 1 acometida salón 101A edificio DC

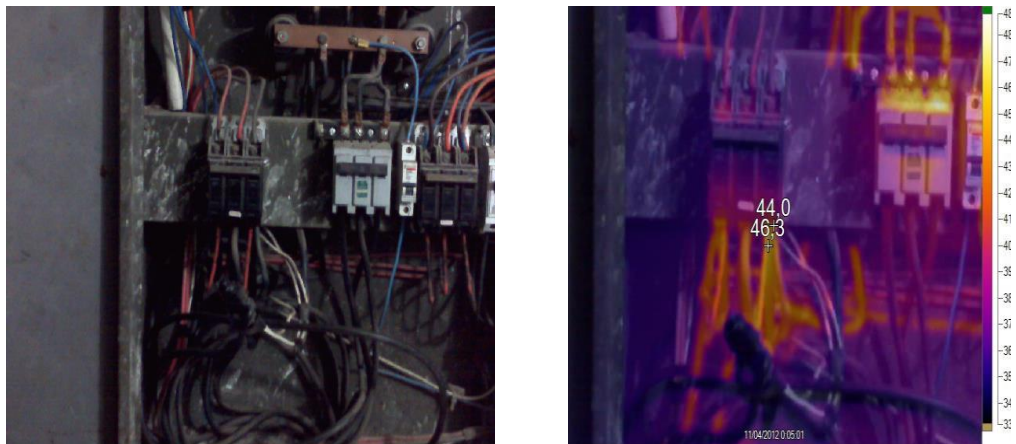


Figura 65. Termografía 2 acometida salón 101A edificio DC

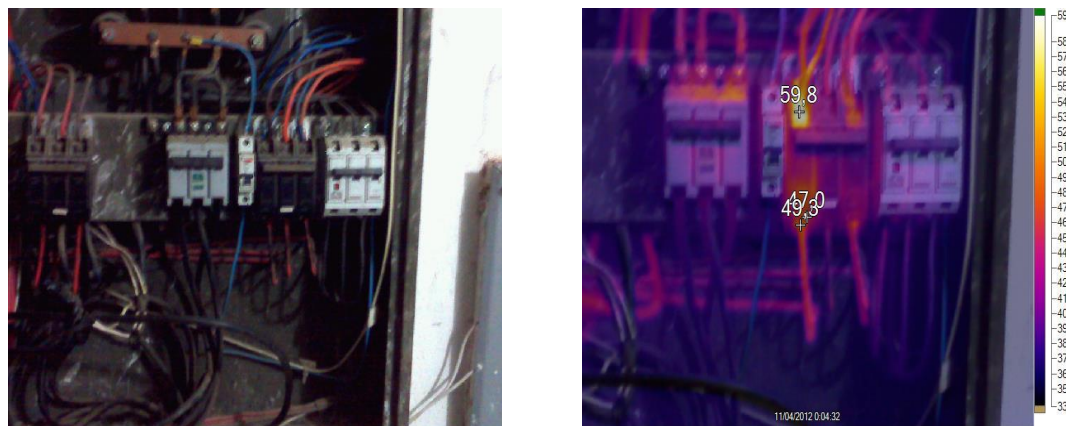
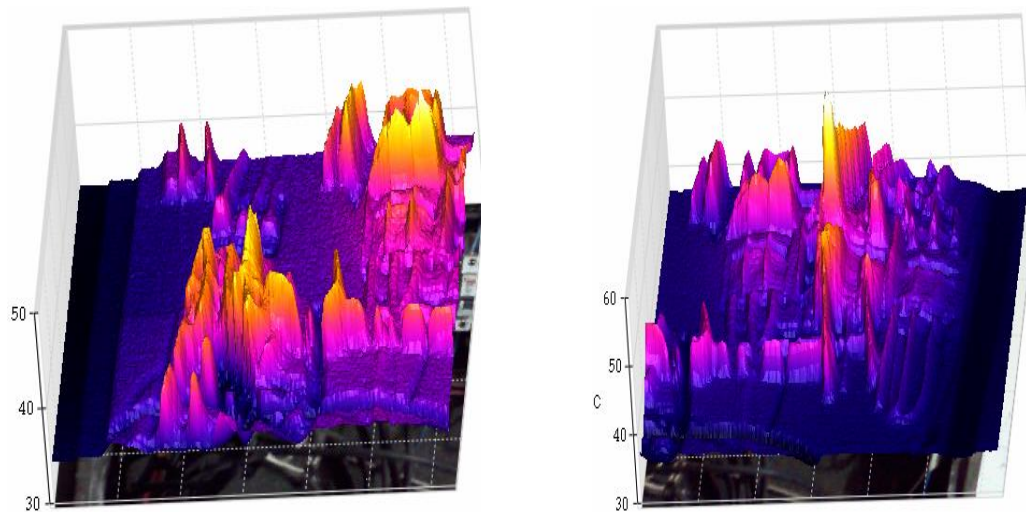


Figura 66. Perfiles de las termografías 1 y 2 respectivamente de la acometida salón 101A edificio DC



En la inspección con la cámara termográfica en la acometida del edificio Daniel Casas, se puede observar que la mayor temperatura está dada en el punto de conexión del interruptor del alimentador (calibre THW #8) del tablero cuatro (T4), y puede deberse a la potencia demandada por el aire acondicionado que alimenta dicho tablero. Sin embargo, dicho valor de 59,8 °C no supera la temperatura de operación de 75 °C para los que está diseñado dicho conductor; por lo que se recomienda hacer inspecciones periódicas a la acometida T4.

9.3. CALIDAD DE LA POTENCIA ELÉCTRICA EN EL EDIFICIO DANIEL CASAS

Para realizar el análisis de la calidad de la potencia eléctrica del edificio Daniel Casas se utiliza el analizador de redes Power Visa 440, al igual que en el caso del edificio Mamitza Bayer.

Este instrumento se instala en las acometidas del edificio por un tiempo de un (1) mes para lograr así la medida de las diferentes variables que están siendo objeto de estudio en un tiempo prudencialmente representativo.

El equipo analizador es facilitado por el departamento de mantenimiento de Planta Física de la UIS, siendo éste un equipo de clase A según la IEC 61000-4-30. Posee una interfaz que permite realizar medidas de potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, realizar medidas de tensión, corriente, visualizar formas de onda, entre otros parámetros que contribuyen a la medición de la calidad de la potencia eléctrica.

9.3.1. Metodología de utilización del instrumento. Una vez localizada la acometida del edificio Daniel Casas, se procede a realizar la respectiva medición de las partes de la misma. La acometida del edificio se encuentra en el primer piso en el salón 101A (mostrada en la Figura 48 del presente documento). El método de operación es igual al empleado en la medición realizada en el edificio Mamitza Bayer, descrito en el numeral Metodología de utilización del instrumento, del presente documento.

9.3.2. Análisis de la tensión del edificio Daniel Casas. Las mediciones correspondientes para el análisis de tensión del edificio Daniel Casas, se realizaron entre el 21 de Julio de 2015 y el 5 de Agosto del mismo año. De los datos obtenidos en dicha medición se llega a las siguientes conclusiones:

Se presentan “hundimientos de tensión” que varían entre los 0,392 s a los 0,900 s. El resumen de los eventos más importantes se presenta en la Tabla 49.

Tabla 49. Hundimientos de tensión edificio DC

CRITERIO	FASE	TIPO	TENSIÓN[V]/DURACIÓN[s]	FECHA	HORA
La menor magnitud	B	MOMENTÁNEO	46,7/0,900	04/08/2015	10:43:25
	B	INSTANTÁNEO	82,0/0,392	01/08/2015	6:16:40
	A	MOMENTÁNEO	85,5/0,593	04/08/2015	15:44:06
	B	MOMENTÁNEO	87,1/0,667	04/08/2015	16:17:54

La mayor duración	A	MOMENTÁNEO	46,7/0,900	04/08/2015	10:43:25
	A	MOMENTÁNEO	87,1/0,667	04/08/2015	16:17:54
	A	MOMENTÁNEO	85,5/0,593	04/08/2015	15:44:06
	A	INSTANTÁNEO	82,0/0,392	01/08/2015	6:16:40
Perdida mayor de Energía	A	MOMENTÁNEO	46,7/0,900	04/08/2015	10:43:25
	A	MOMENTÁNEO	87,1/0,667	04/08/2015	16:17:54
	B	MOMENTÁNEO	85,5/0,593	04/08/2015	15:44:06
	A	INSTANTÁNEO	82,0/0,392	01/08/2015	6:16:40

En las mediciones que se realizaron en el edificio Daniel Casas se presentaron 26 casos de sobretensiones, siendo el pico más alto de 133,4 V y el más bajo de 132,3 V, la causa de éstas pudo ser la introducción en la red de algún elemento que eleve la carga eléctrica provocando a su vez que se eleve la corriente, con lo que se pueda afectar la vida útil a los equipos del edificio. El resumen de dichos casos se presenta en la Tabla 50.

Tabla 50. Sobretensiones del edificio DC

CRITERIO	FASE	TIPO	TENSIÓN[V]/DURACIÓN[s]	FECHA	HORA
La menor magnitud	C	SOSTENIDO	133,4/6666,218	02/08/2015	5:42:10
	C	SOSTENIDO	133,3/26525,692	04/08/2015	23:04:21
	C	SOSTENIDO	133,1/2455,667	01/08/2015	6:16:40
	A	SOSTENIDO	132,9/3717,575	01/08/2015	5:14:42
La mayor duración	A	SOSTENIDO	133,3/26525,692	04/08/2015	23:04:21
	A	TEMPORAL	132,6/7106,133	26/07/2015	5:37:39
	A	SOSTENIDO	133,4/6666,218	02/08/2015	5:42:10
	A	SOSTENIDO	132,3/4856,059	25/07/2015	1:30:09
Mayor Energía Agregada	C	SOSTENIDO	133,3/26525,692	04/08/2015	23:04:21
	A	TEMPORAL	132,6/7106,133	26/07/2015	5:37:39
	C	SOSTENIDO	133,4/6666,218	02/08/2015	5:42:10
	C	SOSTENIDO	132,3/4856,059	25/07/2015	1:30:09

Durante el tiempo de medición se registraron 187 transitorios de tensión siendo el pico más alto de 329,4 V y el mínimo de 229,4 V, como se muestra en la Tabla 51.

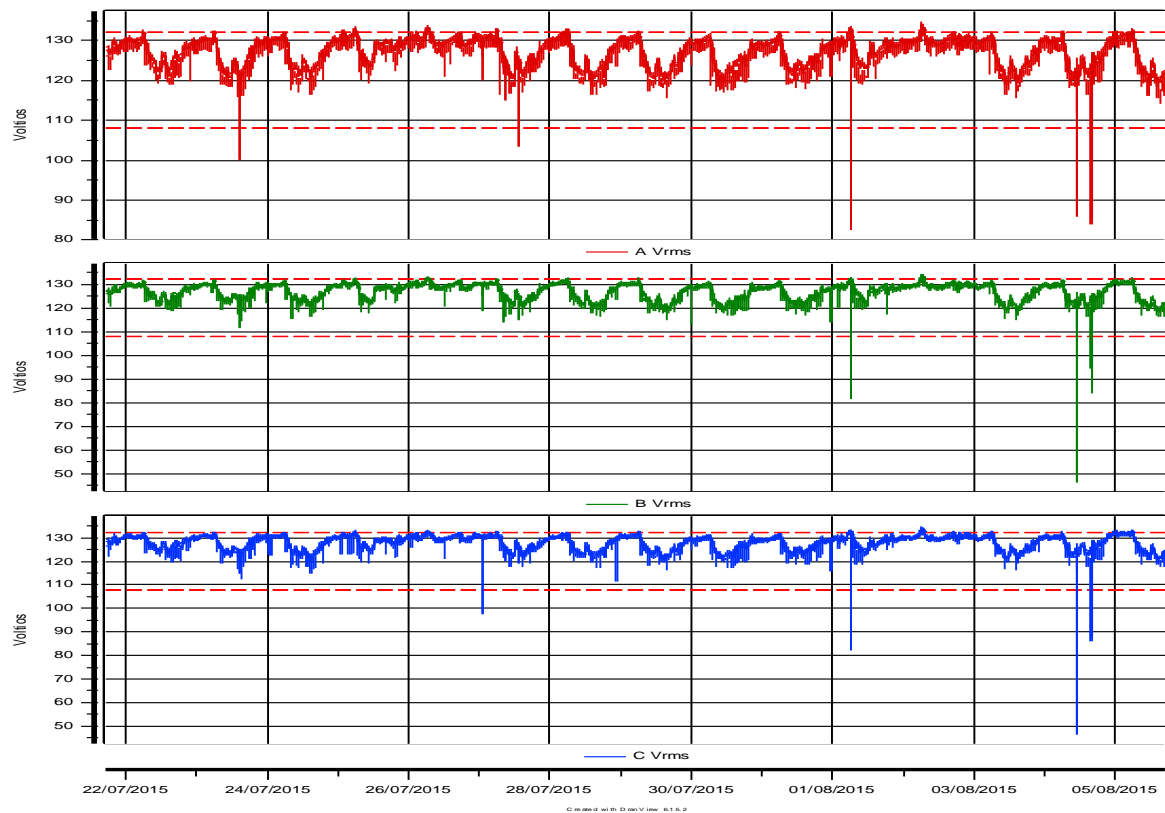
Tabla 51. Transitorios del edificio FMB

CRITERIO	FASE	TENSIÓN[V]/DURACIÓN[s]	FECHA	HORA
La menor magnitud	B	661,7/0,003	22/08/2014	21:32,0
	A	652,2/0,002	22/08/2014	21:32,0
	C	650,6/0,003	22/08/2014	21:32,0
	B	648,6/0,000	22/08/2014	21:31,9

Como dato adicional, cabe resaltar que, durante el tiempo que se realizaron las mediciones, no se presentaron interrupciones en el servicio de energía.

En la Figura 67, se muestran los resultados obtenidos por el analizador a través de la gráfica de tendencias registradas en el periodo de medición.

Figura 67. Perfiles de tensión por fase edificio DC



Fuente: DRANETZ

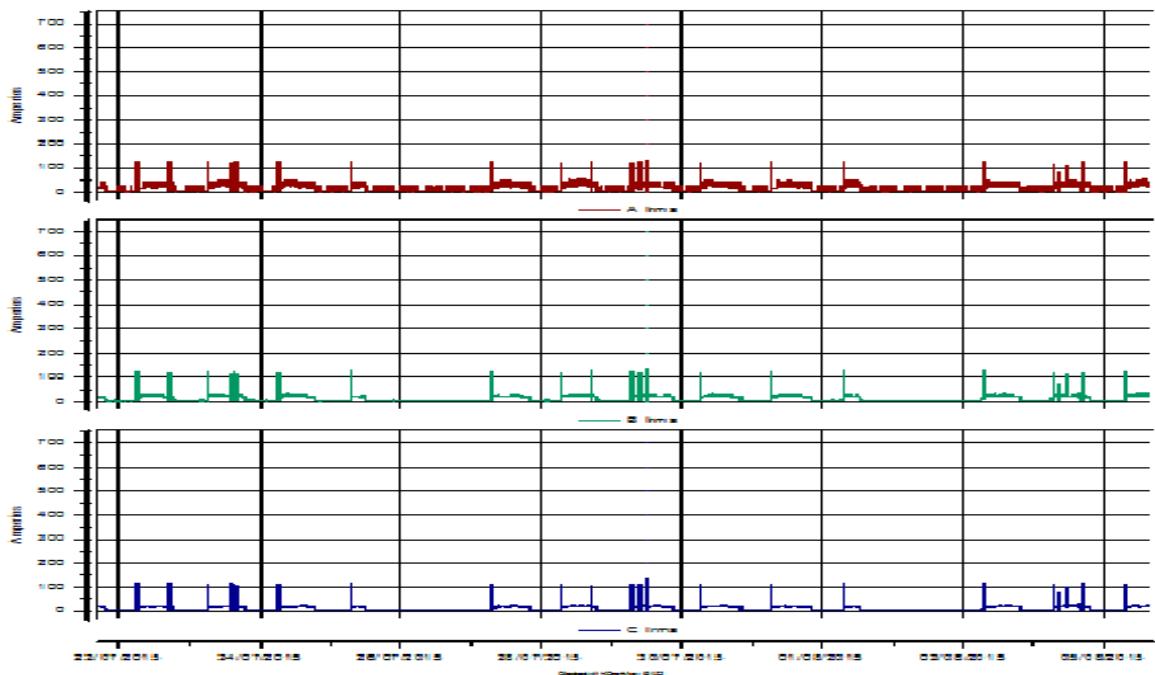
El resumen estadístico con el percentil 95 del grueso de los datos se presenta a continuación en la Tabla 52.

Tabla 52. Resumen estadístico perfil de Tensión edificio DC

	Fase A	Fase B	Fase C
Prom [V _{RMS}]	127,842443	127,4315702	128,4339288
Desviación Estándar	3,95300001	3,881429582	3,346674923
Perc. 95	130,85	131,13	131,65

9.3.3. Análisis de la corriente del edificio Daniel Casas. A partir de la medición realizada en el edificio, se observa que los valores de corriente que se obtuvieron están por debajo de la capacidad de los conductores de la acometida, a continuación se presentan las gráficas de la intensidad de corriente:

Figura 68. Perfiles de corriente edificio DC



Fuente: DRANETZ

El resumen estadístico con el percentil 95 del grueso de los datos se presenta a continuación en Tabla 53,

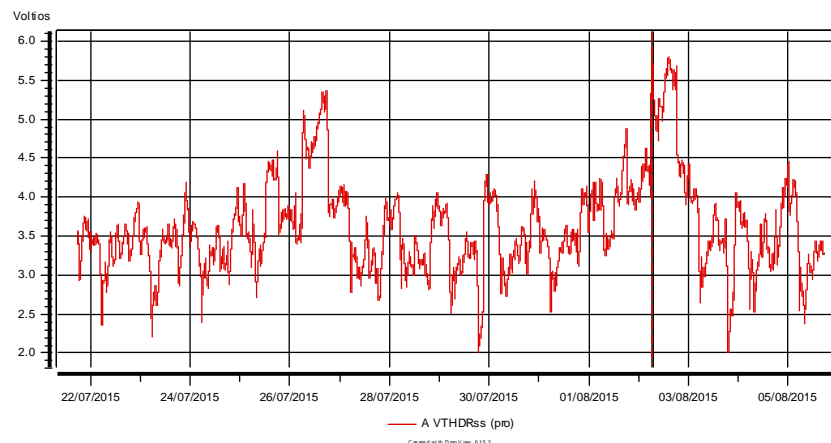
Tabla 53. Resumen estadístico perfil de Corriente edificio DC

	Fase A	Fase B	Fase C
Prom [A _{RMS}]	23,70	18,42	21,46
Desviación Estándar	12,34667923	10,9531	11,81429582
Perc. 95	65,13	52,65	60,31

9.3.4. Análisis de los armónicos del edificio Mamitza Bayer. La presencia de armónicos se debe a la inclusión de ciertos equipos, como por ejemplo, lámparas fluorescentes con balastos y reguladores de tensión que tienen un consumo energético de forma no lineal, trayendo como consecuencia que la onda sinodal tenga variaciones en su composición, lo que puede deteriorar y disminuir la vida útil de los equipos.

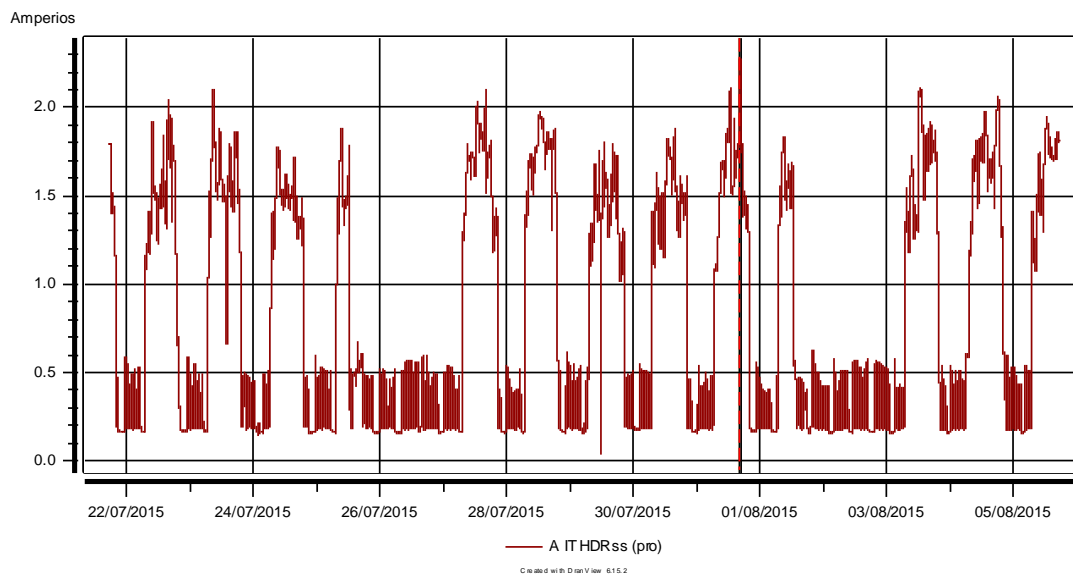
De la Figura 69 a la Figura 74 se muestran los armónicos de tensión y corriente registrados durante el proceso de medición del analizador de redes.

Figura 69. Armónico de tensión de la fase A



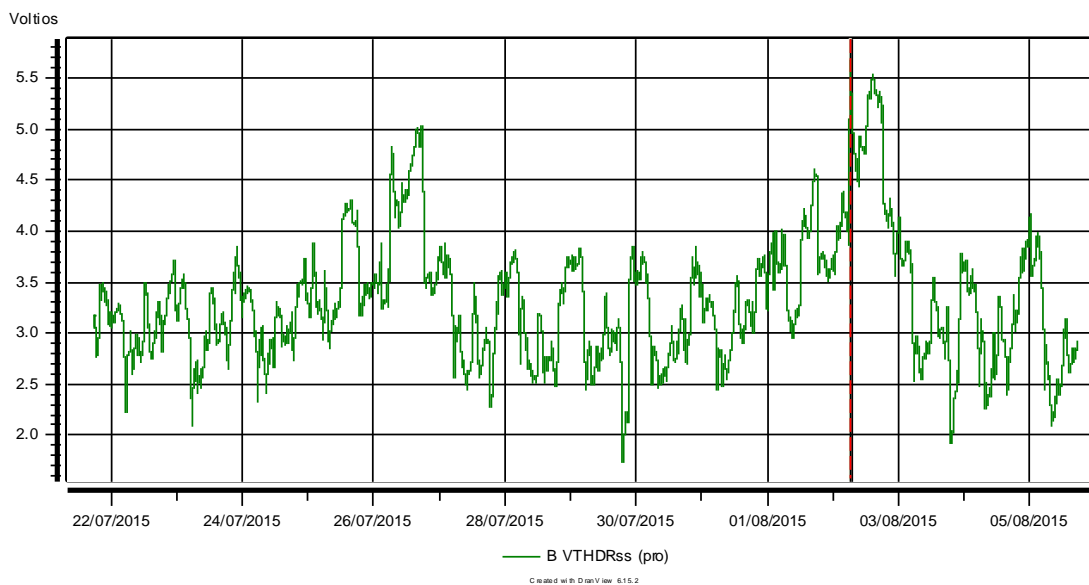
Fuente: DRANETZ

Figura 70. Armónico de corriente de la fase A



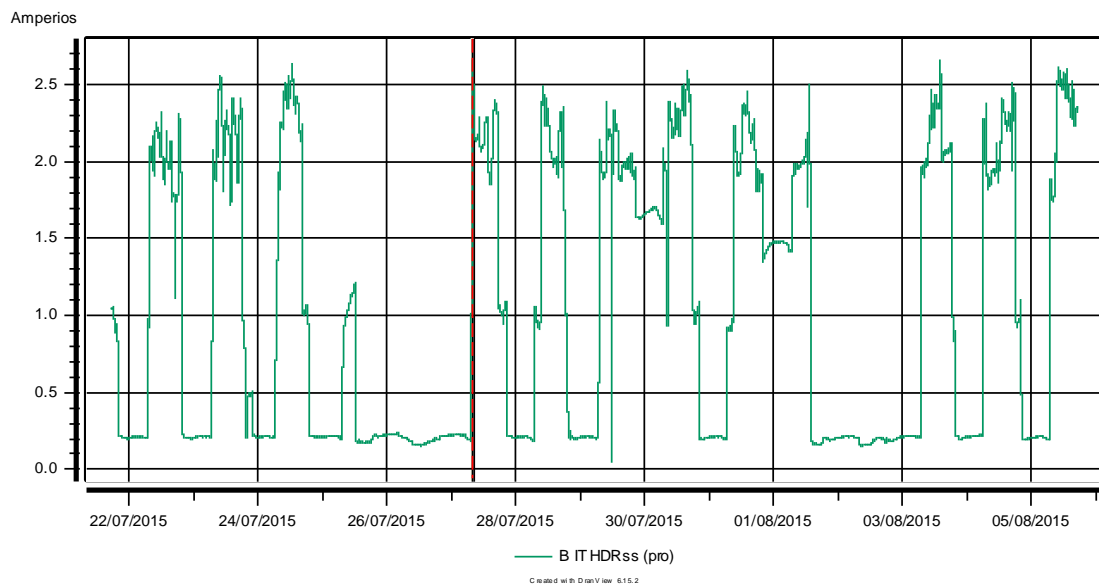
Fuente: DRANETZ

Figura 71. Armónico de tensión de la fase B



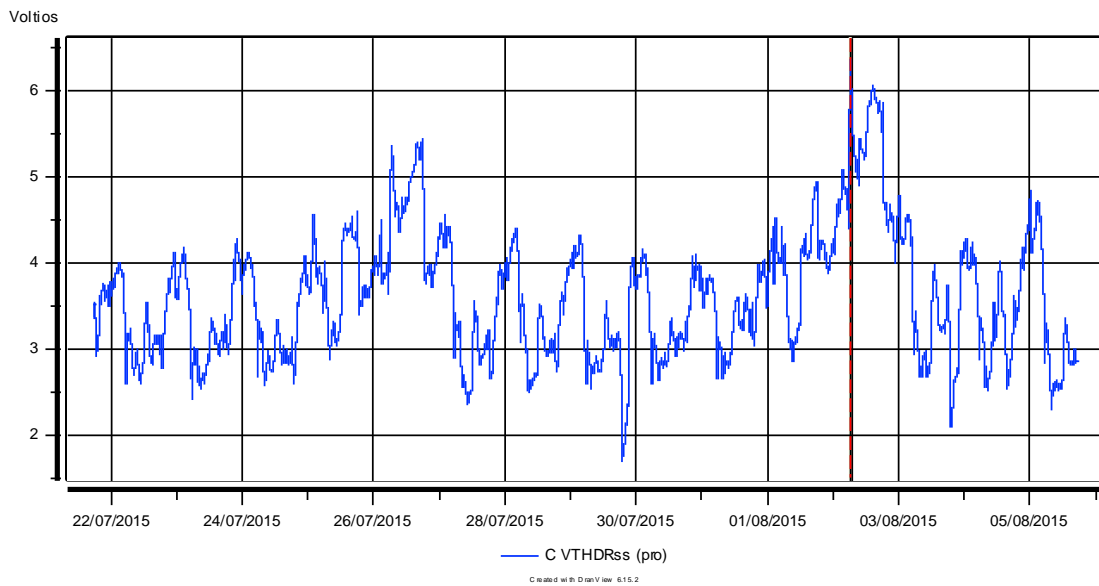
Fuente: DRANETZ

Figura 72. Armónico de corriente de la fase B



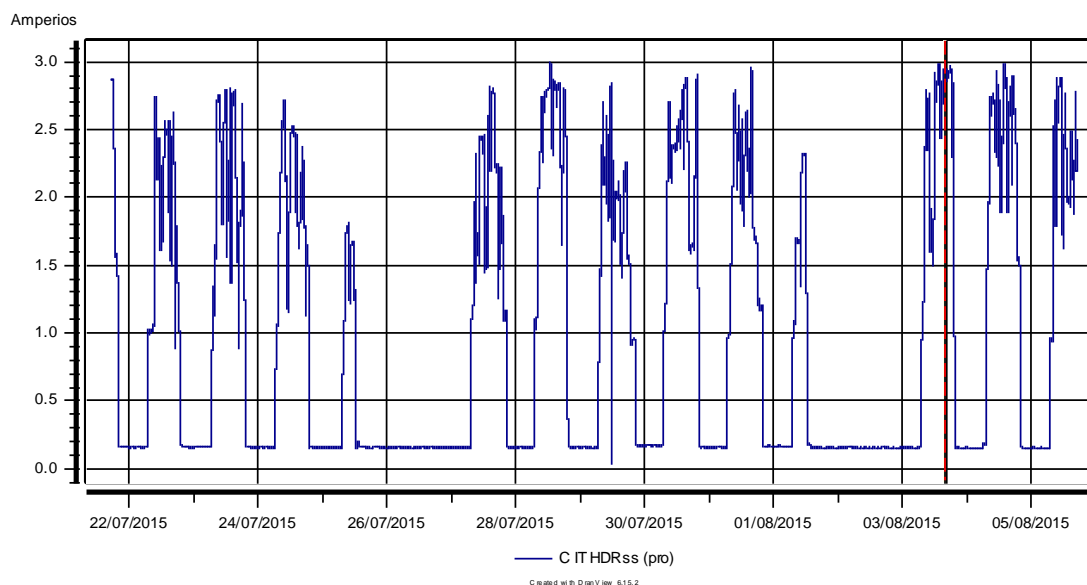
Fuente: DRANETZ

Figura 73. Armónico de tensión de la fase C



Fuente: DRANETZ

Figura 74. Armónico de corriente de la fase C



Fuente: DRANETZ

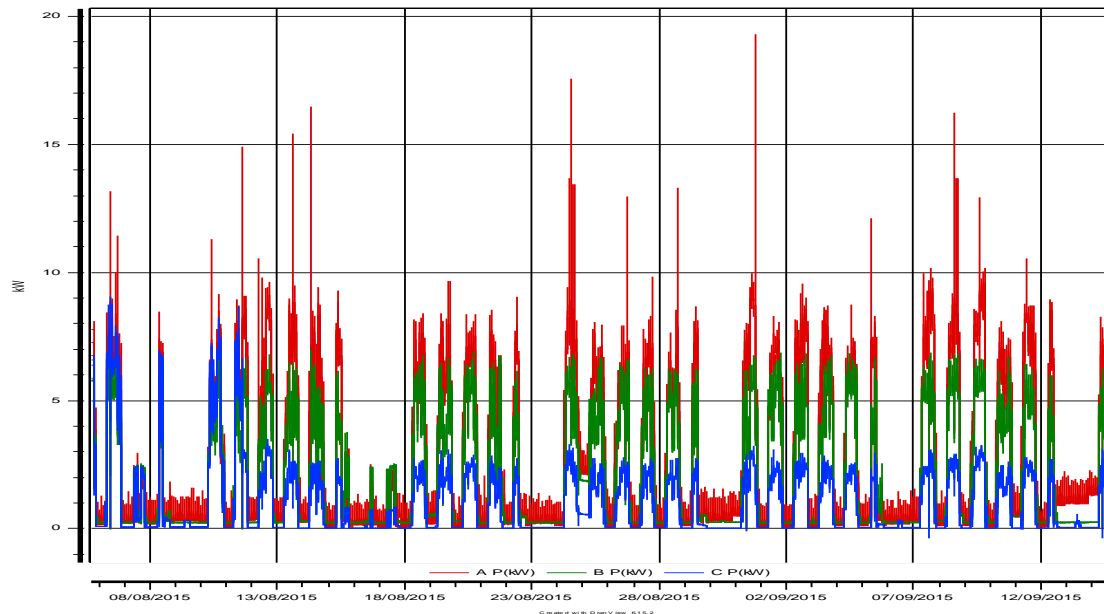
9.3.5. Análisis de potencia activa del edificio Daniel Casas. La potencia activa medida en kilo Watts [kW] se muestra a continuación en la Tabla 54 de consumos máximos, medios y mínimos de potencia por fase registrada en el edificio.

Tabla 54. Niveles de potencia activa por fase para el edificio DC

POTENCIA	A	B	C	TOTAL
MAX KW	19,289	6,949	9,039	28,067
MEDIANA KW	0,853	0,491	0,125	1,393
PROMEDIO KW	2,701	1,986	1,015	5,702

A continuación, en la Figura 75, se presenta la gráfica correspondiente de energía activa consumida por fase:

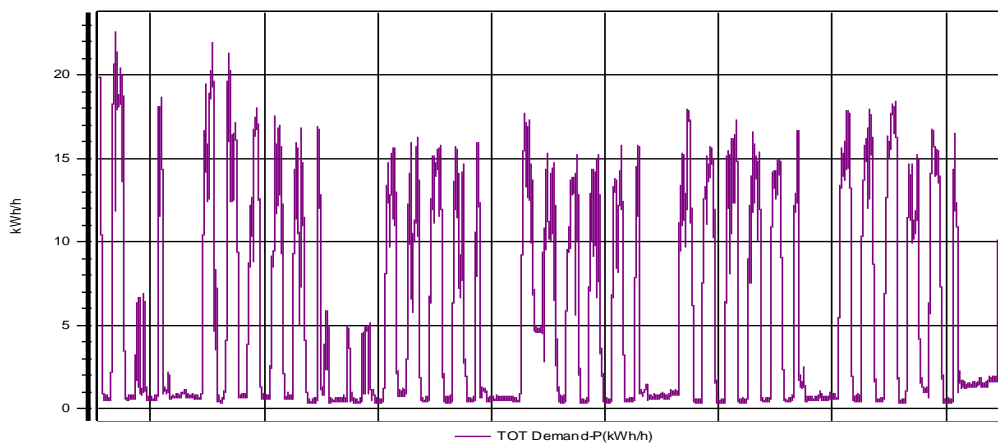
Figura 75. Potencia Activa por fase edificio DC



Fuente: DRANETZ

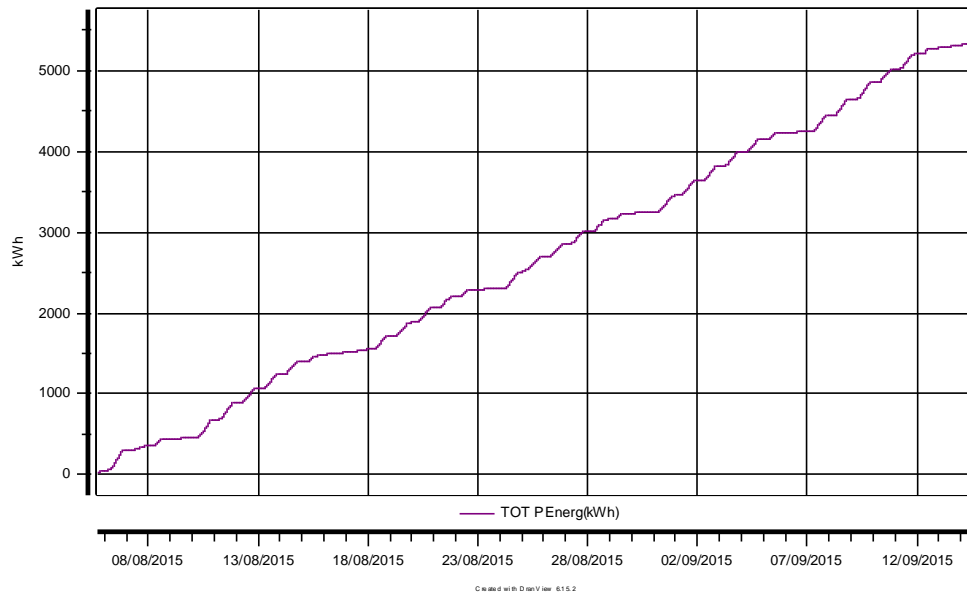
En cuanto a la comparación del consumo de energía a lo largo del mes con respecto al consumo instantáneo de potencia activa, se tienen los gráficos de la Figura 76 y Figura 77.

Figura 76. Potencia Activa edificio DC



Fuente: DRANETZ

Figura 77. Energía Activa edificio DC



Fuente: DRANETZ

9.3.6. Análisis de potencia reactiva del edificio Daniel Casas. Con respecto a la medición de la potencia reactiva en el edificio Daniel Casas, es importante recalcar en el control que se debe tener sobre ésta, debido a que un mal manejo de la reactiva, puede provocar caídas de tensión en el edificio, lo que impediría el normal funcionamiento de los equipos, y también la consecuente pérdida de potencia en las instalaciones. A continuación, en la Tabla 55 se presenta un reporte de los datos obtenidos de la potencia reactiva por fase en el edificio Daniel Casas:

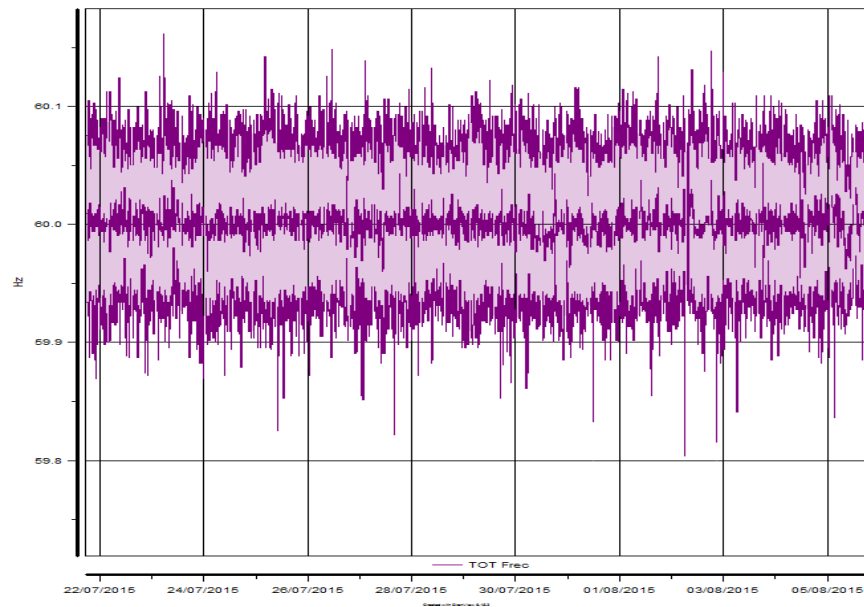
Tabla 55. Niveles de potencia reactiva por fase para el edificio DC

POTENCIA	A	B	C	TOTAL
MAX kVAR	4,489	3,858	10,988	15,146
MEDIANA kVAR	0,335	0,038	0,027	0,027
PROMEDIO kVAR	0,729	0,777	0,724	2,229

El estudio realizado en el edificio Daniel Casas demuestra que los niveles de energía reactiva se encuentran dentro de los valores normales, por lo que no representan un problema para el buen funcionamiento de los equipos en el edificio.

9.3.7. Análisis de frecuencia del edificio Mamitza Bayer.

Figura 78. Energía Activa edificio DC



Fuente: DRANETZ

De los valores obtenidos en la gráfica concluye que la frecuencia de alimentación del edificio está dentro del rango de los valores permitidos por la norma colombiana, mostrados en la Tabla 31 del presente documento.

10. RECOMENDACIONES PARA EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGÍA

Acotando los resultados del trabajo realizado, luego de los anteriores análisis elaborados en torno al consumo energético y con la identificación de las principales potencialidades de ahorro elaborado en las secciones 0 y 0 del presente trabajo, en esta sección, se delimitarán las soluciones propuestas. Para el ahorro energético se hacen propuestas por ajustes operacionales en los equipos, lo que no requiere cambios tecnológicos; y por inversión, que requiere cambios tecnológicos (sólo en iluminación).

Para el edificio Mamitza Bayer se encontró que los equipos responsables del mayor consumo de energía en el edificio, en primer lugar corresponden a los de “Oficina, secretarías y salas de cómputo”, siendo los computadores de escritorio los que más consumen, debido al gran número de éstos y a su tiempo de uso. En segundo lugar se encontraron los “Aires Acondicionados” siendo los sistemas mini-Split del edificio los de mayor consumo debido a que son los de mayor potencia y a sus horas de uso.

Para el edificio Daniel Casas se encontró que los equipos responsables del mayor consumo de energía en el edificio, en primer lugar corresponden a los “Aires Acondicionados”, los cuales, el equipo de aire acondicionado con el mayor consumo es el aire acondicionado exterior, debido a la potencia de placa y la mayor cantidad de horas de trabajo. En segundo lugar, se tienen equipos varios agrupados en la categoría de “Otros”, donde los de mayor consumo son las neveras de mini-bar, debido a la potencia de placa y a que necesariamente deben dejarse encendidas permanentemente.

A continuación se exponen las principales propuestas de ahorro y la proyección del ahorro económico realizado, tomando en cuenta el valor en pesos colombianos [Cop\$] del kWh promedio para el periodo en que se realiza el estudio de cada edificio.

10.1. AIRES ACONDICIONADOS

Para ambos edificios se tiene en cuenta que para los equipos de aire acondicionado no existen planes de mantenimiento, tan sólo se realizan mantenimientos correctivos. En algunos de los salones que se encuentran climatizados, las puertas permanecen abiertas y los niveles de los termostatos tienen valores muy bajos, entre los 18 °C y los 22 °C. Estos dos últimos comportamientos se tratarán más adelante en la sección de “Cultura Energética”.

Partiendo de los resultados encontrados en el análisis de consumo y con base en la “Línea Meta” encontrada para cada edificio, se plantean los ahorros de cada uno en el caso óptimo de llegar a la línea base, como se muestra en la Tabla 56.

Tabla 56. Cálculo del ahorro en aires acondicionados edificio FMB

Tipo de equipos	Consumo [kWh/mes]	Consumo % de la carga total	Costo Unitario CoP\$	Costo CoP\$	Consumo Meta [kWh/mes]	Costo CoP\$	Ahorro%
Sistema mini-Split	1324,8	87%	287,16	380435,09	1195,14	343200,76	9,8%
Aires acondicionados	1516,8	31%		435570,61	1371,09	393726,67	9,6%

El ahorro estimado para los sistemas mini-Split debería alcanzar el 9,8%, y para el consumo total del edificio Mamitza Bayer un 9,6%, aplicando las medidas correspondientes al ahorro energético. Dicho porcentaje de ahorro, con un precio promedio de la energía de \$287,16 por kWh, representa un ahorro económico de \$37234,32 mensuales, sin realizar ningún tipo de inversión tecnológica.

Figura 79. Aire acondicionado Ed. FMB, buen estado de los aislamientos térmicos.



Figura 80. Aula 104 Aire acondicionado Ed. FMB, buen estado de los aislamientos térmicos.



En general, el estado de los aires acondicionados, mostrados en la Figura 79 y Figura 80, es aceptable. No se presentan fallas visibles en los aislamientos, radiadores ni ventiladores.

Tabla 57. Cálculo del ahorro en aires acondicionados edificio DC

Tipo de equipos	Consumo [kWh/mes]	Consumo % de la carga total	Costo Unitario CoP\$	Costo CoP\$	Consumo Meta [kWh/mes]	Costo CoP\$	Ahorro%
Aire acondicionado exterior/tipo ventana	1267,2	93%	332,41	421227,31	1112,72	369877,79	12,2%
Aires acondicionados	1363,2	34%		453138,47	1221,20	405936,92	10,4%

Como se muestra en la Tabla 57, el ahorro estimado para los sistemas de aire acondicionado exterior debería alcanzar el 12,2%, y para el consumo total en el

edificio Daniel Casas del 10,4%. Dicho porcentaje de ahorro, con un precio promedio de la energía de \$332,41 por kWh, representa un ahorro económico de \$51349,51 mensuales, sin realizar ningún tipo de inversión tecnológica.

Figura 81. Aire acondicionado exterior edificio DC



Figura 82. Aire acondicionado tipo ventana edificio DC



El estado de los equipos mostrados en la Figura 81 y en la Figura 82, es aceptable. No se presentan fallas visibles en los aislamientos, radiadores ni ventiladores. Sin embargo, los aires tipo ventana muestran señales de deterioro en sus carcazas.

10.2. EQUIPOS DE OFICINA

Los equipos de oficina resultan ser los mayores consumidores en el edificio Mamitza Bayer, razón por la que se toman como objetivo principal para la reducción del

consumo. Dentro de ellos, se encontró que los principales consumidores eran los computadores y el servidor del edificio. Algunas de las razones para que los computadores de escritorio tengan un elevado consumo, estriban en el hecho de que muchas veces estos equipos se dejan encendidos para evitar el proceso de carga de programas de los mismos con cada encendido, algunas otras veces estos equipos se dejan encendidos descargando contenidos multimedia, realizando simulaciones, entre otras tareas que impiden su apagado.

Las estrategias orientadas a la mejora de estos comportamientos se tratarán más adelante en la sección de “Cultura Energética”.

Partiendo de los resultados encontrados en el análisis de consumo y con base en la “Línea Meta” encontrada para el edificio, se plantean los ahorros en el caso óptimo de llegar a la línea base, como se muestra en la Tabla 58.

Tabla 58. Cálculo del ahorro en equipos de oficina, secretarías y salas de cómputo edificio FMB

Tipo de equipos	Consumo [kWh/mes]	Consumo % de la carga total	Costo Unitario CoP\$	Costo CoP\$	Consumo Meta [kWh/mes]	Costo CoP\$	Ahorro%
Computadores de escritorio/Servidor	1651,2	88,73%	287,16	474165,47	1471,82	422655,06	10,9%
Oficina, secretarías y salas de cómputo	1860,88	39%		534378,05	1665,37	478235,64	10,5%

El ahorro estimado para los equipos de cómputo debería alcanzar el 10,9% para el consumo total de los equipos de oficina, y del 10,4% en el edificio Mamitza Bayer. Este porcentaje de ahorro, con un precio promedio de la energía de \$287,16 por kWh, representa un ahorro económico de \$ 51510,41 mensuales, sin realizar ningún tipo de inversión tecnológica.

10.3. OTROS

En el edificio Daniel Casas se encontró que equipos variados influyen en la subida del consumo al interior del mismo. Entre éstos se cuenta con las neveras mini-bar y los pianos eléctricos que se encuentran a la disposición de los estudiantes para ensayos libres. En los salones en los que se encuentran dichos pianos, se cuenta con la climatización a través de los aires acondicionados tipo ventana, por lo que el manejo que se les está dando a dichas aulas puede repercutir en el aumento de los consumos.

En la Tabla 59, partiendo de los resultados encontrados en el análisis de consumo y con base en la “Línea Meta” encontrada para el edificio, se plantean los ahorros en el caso óptimo de llegar a la línea base.

Tabla 59. Cálculo del ahorro en equipos varios edificio DC

Tipo de equipos	Consumo [kWh/mes]	Consumo % de la carga total	Costo Unitario CoP\$	Costo CoP\$	Consumo Meta [kWh/mes]	Costo CoP\$	Ahorro%
Piano Digital	267,3	27%	332,41	88840,67	872,22	289932,47	11,3%

Nevera mini-bar	576,0	59%		191466,96	505,78	168126,30	12,2%
Otros	983,4	24%		326897,92	238,95	79427,55	10,6%

El ahorro estimado para los pianos eléctricos debe alcanzar el 11,3%, las neveras mini-bar deben alcanzar un ahorro de 12,2%, y para el consumo total de los equipos varios debe disminuir un 10,6% en el edificio Daniel Casas. Siendo este porcentaje de ahorro, con un precio promedio de la energía de \$332,41 por kWh, un ahorro económico de \$ 32753,78 mensuales, sin realizar ningún tipo de inversión tecnológica.

10.4. ILUMINACIÓN

A pesar de que en los edificios estudiados la iluminación no se encuentra dentro de los equipos de alto consumo, se presentan algunas sugerencias en torno a la utilización y el mantenimiento de las luminarias, debido a la facilidad que representa el mismo, y se sugiere el cambio por modelos más eficientes.

Otro de los factores a considerar, es el aprovechamiento de la luz natural en aquellas aulas en las que se dispone de ventanales ubicados de manera óptima para tales fines, así como la limpieza de dichos ventanales y el mejor empleo de las luminarias en estos recintos.

El objetivo principal del mantenimiento periódico es el de ofrecer las mismas condiciones iniciales durante la vida útil del equipo y con esto aumentar su duración.

Por último, se plantea la posibilidad de emplear luminarias con una clasificación energética más alta. Por lo que se recomiendan las lámparas fluorescentes

tubulares T5 que funcionan con equipo auxiliar electrónico y tienen una alta eficacia luminosa, acompañadas de plafones con superficies reflectoras. En la Tabla 60, tomada del RETILAP, se muestra la comparación de los dos tipos de luminarias en cuanto a potencia y eficacia.

Tabla 60. Comparación luminarias T5 y T8

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

Considerando que en el edificio Mamitza Bayer se cuenta con un total de 162 luminarias tipo T8, cuyo consumo mensual promedio es de 1041,6 kWh/mes, que representa un 22% del consumo energético del edificio, se estiman los costos de reemplazar la totalidad de dichas luminarias. De la Tabla 6 del presente documento, se tienen las cantidades dadas para los tipos de luminarias discriminadas como se muestra en la Tabla 61.


Tabla 61. Cantidad de luminarias tipo T8 edificio FMB

Iluminación	F232 Fluorescente electrónica T8 (2*32 Watts)	84
	F249 Fluorescente electrónica T8 (2*49 Watts)	78

Estas luminarias pueden ser reemplazadas teniendo en cuenta la eficacia luminosa, por su equivalente T5 con una potencia entre los 14 y 25 W. De los catálogos de

luminarias T8 de Sylvania disponibles en Internet [8], se toman los precios del equivalente T5 de 14 W, mostrado en la Tabla 62.

Tabla 62. Lista de precios Luminaria T5 Sylvania

FOTOGRAFIA	CÓDIGO	REFERENCIA	DESCRIPCION	UNIDAD POR CAJA	PRECIO DE LISTA
IVY T5					
	P33461-36	SYL 6060 IVY 4X14 120V 4.1K T5	Luminaria para techo modular de 60x60cms, Rejilla Especular, incluye balasto electrónico 4X14W T5 120V y tubos T5 14W 4100°K	1	\$ 124,100
	P33644-36	SYL 6060 IVY 4X14 120V 6,5K T5	Luminaria para techo modular de 60x60cms, Rejilla Especular, incluye balasto electrónico 4X14W T5 120V y tubos T5 14W 6500°K	1	\$ 124,100
	P36305-36	SYL 6060 4X24 T5 IVY CLASSIC	Luminaria para techo modular de 60x60cms, Rejilla Especular, incluye balasto electrónico 4X24W T5 120V y tubos T5 24W 6500°K	1	\$ 130,120
	P33488-36	SYL 6060 4X24 T5 IVY CLASSIC	Luminaria para techo modular de 60x60cms, Rejilla Especular, incluye balasto electrónico 4X24W T5 120V y tubos T5 24W 4100°K	1	\$ 130,120

Fuente: Sylvania

Con un costo de CoP\$124000 por luminaria, para reemplazar las 162 luminarias se debería hacer una inversión de CoP\$20104200. Las comparaciones de los consumos y costos por consumo se muestran a continuación en la Tabla 63.

Tabla 63. Comparación consumo luminarias T8 y T5 edificio FMB

	Equipo	Cantidad de equipos	Potencia Unitaria [kW]	Potencia Total [kW]	Horas/Día	Días/mes	Horas/mes	kWh Mes Total	Consumo total kWh	
Iluminación	F232 Fluorescente electrónica T8 (2*32 Watts)	84	0,032	2,688	8	20	160	430,08		
	F249 Fluorescente electrónica T8 (2*49 Watts)	78	0,049	3,822	8	20	160	611,52		
	TOTAL	162								1041,6
	SYL 6060 IVY 4X14 120V 4.1K T5									
		T5 de 14W	84	0,014	1,176	8	20	160	188,16	
		T5 de 14W	78	0,014	1,092	8	20	160	174,72	
		TOTAL	162							

La diferencia en el consumo sería de 678,72 kWh, equivalentes a CoP\$194904,06 mensuales. El periodo de recuperación de la inversión será de

$$\frac{\$20104200}{\$194904,06} = 103,15 \text{ meses} = 8,6 \text{ años}$$

En el caso del edificio Daniel Casas, se cuenta con un total de 114 luminarias tipo T8, cuyo consumo mensual promedio es de 786,2 kWh/mes, que representa un 20% del consumo energético del edificio; se estiman los costos de reemplazar la totalidad de dichas luminarias. De la Tabla 36 del presente documento, se tienen las cantidades dadas para los tipos de luminarias discriminadas como se muestra en la Tabla 64.

Tabla 64. Cantidad de luminarias tipo T8 edificio DC

Iluminación	F232 Fluorescente electrónica T8 (2*32 Watts)	84
	F249 Fluorescente electrónica T8 (2*49 Watts)	78

Estas luminarias pueden ser reemplazadas teniendo en cuenta la eficacia luminosa, por su equivalente T5 con una potencia entre los 14 y 25 W. De los catálogos de luminarias T8 de Sylvania disponibles en Internet [8], se toman los precios del equivalente T5 de 14 W, mostrado en la Tabla 62.

Con un costo de CoP\$124000 por luminaria, para reemplazar las 117 luminarias se debería hacer una inversión de CoP\$14519700. Las comparaciones de los consumos y costos por consumo se muestran a continuación en la Tabla 65.

Tabla 65. Comparación consumo luminarias T8 y T5 edificio DC

Iluminación	Equipo	Cantidad de equipos	Potencia Unitaria [kW]	Potencia Total [kW]	Horas/Día	Días/mes	Horas/mes	kWh Mes Total	Consumo total kWh
	F232 Fluorescente	106	0,032	3,392	10	20	200	678,4	

electrónica T8 (2*32 Watts)									
F249 Fluorescente electrónica T8 (2*49 Watts)	11	0,049	0,539	10	20	200	107,8		
TOTAL	117							786,2	
SYL 6060 IVY 4X14 120V 4.1K T5									
T5 de 14W	106	0,014	1,484	10	20	200	296,8		
T5 de 14W	11	0,014	0,154	10	20	200	30,8		
TOTAL	117							327,6	

La diferencia en el consumo energético sería de 458,6 kWh, equivalentes a CoP\$152442,27 mensuales. El periodo de recuperación de la inversión será de

$$\frac{\$14519700}{\$52442,27} = 95,24 \text{ meses} = 7,9 \text{ años}$$

Así, a pesar de que con el cambio de tecnología, se tendría una mayor potencia luminosa con menores consumos energéticos, los periodos de retorno son bastante amplios. Igualmente, se sugiere el uso de detectores de presencia para disminuir el tiempo de encendido de las luminarias.

10.5. CULTURA ENERGÉTICA

Con el objetivo de incentivar y crear una cultura dentro del personal de trabajadores y estudiantes de la UIS, especialmente en aquellos que tienen jornadas laborales y estudiantiles en los edificios Mamitza Bayer y Daniel Casas surge esta iniciativa para promover el uso adecuado de la energía en estos edificios.

Esto con el fin de cambiar la mentalidad de muchas personas que piensan que ahorrar energía es simplemente apagar un bombillo cuando no haya nadie en algún recinto, ignorando que existen otras formas de contribuir con el logro de la meta de ahorro energético. Por estas razones, se busca capacitar a las personas en materia de uso racional de la energía.

Figura 83. Aula 104 Ed. DC, posee dos aires acondicionados tipo ventana, sus puertas permanecen abiertas



10.5.1. Metodología. Para lograr el objetivo trazado, se pautan las siguientes actividades realizadas dentro del marco de ejecución del presente trabajo de grado:

- Realizar reunión de carácter urgente con el encargado de la parte eléctrica del edificio.
- Capacitar al personal administrativo mediante charlas sobre el uso racional de la energía.
- Coordinar reuniones con estudiantes, docentes para promover el uso racional de la energía.
- Verificar periódicamente los edificios con el fin de verificar el cumplimiento de las buenas prácticas del uso racional de la energía.

10.5.2. Finalidad. La finalidad de esta campaña es reducir el gasto en materia energética a través de la creación de conciencia en las posibilidades de ahorro energético existentes a partir del uso eficiente y racional de la energía. Además, contribuir con el cuidado del planeta, mostrando el daño ambiental producto de la actividad humana y de esta forma, llegar a aquellas personas que no tienen la cultura del ahorro, el asunto se enfoca en la recreación de alternativas para el mejor aprovechamiento del recurso energético.

10.5.3. Lema y logo de la campaña. Para el edificio Mamitza Bayer se plantea el lema “¡Hey Federico, Energízate Ahorra!”. Para el edificio Daniel Casas se plantea el lema “¡Hey Daniel, Energízate Ahorra!”.

Para ambos edificios, como parte de la campaña, se plantea la idea de que tanto estudiantes como trabajadores administrativos y docentes, suban imágenes en donde se muestra la falta de “cultura energética” por parte de sus compañeros, a la plataforma Twitter con el hastag “#FulanitoEnergízateAhorra”, con el nombre de la persona que incurra en malas prácticas energéticas, siendo éstas:

- No apagar la luz de los recintos al salir de ellos.
- Dejar equipos (pantallas de computadores, motores, instrumentos musicales eléctricos) encendidos al terminar de utilizarlos.
- No cerrar las puertas de los recintos que cuentan con aire acondicionado, haciendo que dichos equipos deban aumentar el consumo de potencia.
- Demandar temperaturas demasiado bajas (menores a 22 °C) a los equipos de aire acondicionado.
- Al salir de último (cierre de labores) de algún recinto, dejar equipos innecesariamente conectados a la red eléctrica.

Figura 84. Logo de la campaña por la cultura energética



11. CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

Se realizó la caracterización energética de los edificios Mamitza Bayer y Daniel Casas aplicando el proceso de implementación SGIE, y se lograron las siguientes conclusiones y observaciones que son el principal resultado del presente trabajo.

- Para la instalación del analizador de red en las acometidas de los edificios Mamitza Bayer y Daniel Casas, se necesitó realizar varias pruebas para la localización del neutro, ya que éste no estaba correctamente señalado, lo que causó amplias dilaciones en los procesos de medida. Se recomienda se realicen las labores de remodelación necesarias para corregir dicha situación, debido a que se convierte en una inconformidad a la legislación eléctrica colombiana.
- En el primer piso del edificio Mamitza Bayer se cuenta con dos (2) acometidas. Sin embargo, la acometida que se encuentra en el salón 111 está siendo subutilizada, y por recomendación del Dr. *Hermann Raúl Vargas* no se realizaron sobre ésta estudios termográficos.
- En el edificio Daniel Casas existen salones donde no se está aprovechando eficientemente la luz de las luminarias, debido a que el nivel de reflectancia de las superficies de las paredes es bajo, ya que están cubiertos por cartones de huevo para mitigar el ruido provocado por los instrumentos. Se recomienda forrar los cartones con paredes de “drywall” o equivalentes.
- En los edificios Daniel Casas y Mamitza Bayer, la inversión de la parte eléctrica es reducida, esto se puede evidenciar en el estado de las acometidas y el estado de los plafones de las luminarias tipo tubo a lo largo de ambos edificios, ya que se observa la falta de mantenimiento y cambio a otras alternativas de mayor eficiencia.

- Se pudo observar en la realización de las actividades de campo del presente trabajo que en las oficinas de ambos edificios, se registra un gasto de energía innecesario, de igual manera en los salones de clases, debido a que, aunque no hubiese nadie en estos recintos, muchas veces los computadores, luminarias y aires acondicionados (entre otros equipos) estaban encendidos, y esto se da debido a que estos edificios en general no cuentan con una política de ahorro energético que establezca medidas correctivas en este sentido.
- La implementación del programa de SGIE trae muchos beneficios a la Universidad Industrial de Santander debido a que la correcta implementación de este sistema trae consigo un ahorro considerable en el gasto energético que tiene la Universidad. Es importante brindar continuidad a los programas de formación que se han venido planteando en los diferentes trabajos de grado orientados en este sentido, para inculcar en la comunidad de la Universidad el uso eficiente de los recursos energéticos existentes.
- En el caso de los edificios analizados, se observan posibilidades de ahorro hasta de aproximadamente el 20% sin necesidad de mayores inversiones. Dichos ahorros estarían representando valores de CoP\$88744 mensuales, CoP\$1064936 anuales para el edificio Mamitza Bayer, y de CoP\$84103 mensuales es decir CoP\$1009239 anuales para el edificio Daniel Casas, sin necesidad de realizar inversiones tecnológicas.
- Se recomienda dar un curso generalizado por parte de la Escuela a los estudiantes que estén desarrollando el proyecto de grado y requieran la manipulación de los instrumentos como analizador de red y así tener mejores bases a la hora de manipular este instrumento, y poder contar con una mayor autonomía operativa.

- Se recomienda un estudio económico para el cambio de las luminarias actuales de los edificios por las bombillas tipo T5 con su respectivo plafón con superficie reflectora. En algunas aulas, se recomienda redistribuir la posición de las luminarias para así obtener un mejor aprovechamiento de la iluminación artificial.

CITAS

- [1] MinMinas, «www.minminas.gov.co,» 10 Enero 2016. [En línea]. Disponible en: <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/614096/4-Energia.pdf/97e512a3-3416-4f65-8dda-d525aa616167>.
- [2] U. I. S., «<https://www.uis.edu.co>,» [En línea]. Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/cienciasHumanas/escuelas/artesMusica/estructuraOrganizacional.html>. [Último acceso: 15 enero 2016].
- [3] UPME, Gupos de Investigación KAI y GIEN, «Herramientas para el Análisis de la Caracterización de la Eficiencia Energética,» [En línea]. Disponible en: <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/herramientas.pdf>. [Último acceso: 4 Diciembre 2014].
- [4] UPME, Grupos de Investigación KAI y GIEN, «Guía para la Implementación de Sistemas de Gestión Integral de la Energía,» [En línea]. Disponible en: <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Guia/Guia.pdf>. [Último acceso: 4 Diciembre 2014].
- [5] M. D. M. Y. E. COLOMBIA, Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público (RETILAP), Bogotá, 2010.
- [6] C. R. d. E. y. G. d. C. (CREG), «<http://apolo.creg.gov.co/>,» [En línea]. Disponible en: <http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/Indice01/Resoluci%C3%B3n-2005-CREG024-2005>. [Último acceso: 20 Enero 2016].
- [7] XM, «<http://www.xm.com.co/>,» [En línea]. Disponible en: http://www.xm.com.co/Articulos%20y%20Reconocimientos/CIDEL%20-%20Art_571_CIDEL.pdf. [Último acceso: 20 Enero 2016].
- [8] Sylvania, «<http://www.powerycontrol.com/wp/>,» [En línea]. Disponible en: <http://www.powerycontrol.com/wp-content/uploads/2014/07/LISTA-DE-PRECIOS-LUMINARIAS-ABRIL.pdf>. [Último acceso: 20 Febrero 2016].

BIBLIOGRAFIA

COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Energía Eléctrica. Memorias al Congreso de la República 2012-2013. [en línea] [Bogotá: Colombia] Minminas, 2012-2013. [Consultado el 3 marzo de 2016] Disponible en Internet: <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/614096/4-Energia.pdf/97e512a3-3416-4f65-8dda-d525aa616167>

COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP) [Bogotá: Colombia] 30 de marzo de 2010.

COLOMBIA, COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS. DOCUMENTO CREG-018 (08, Marzo, 2005) Gestión de Flujo de Potencia Reactiva Bogotá, D.C 2005.

COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, [Consultado el 20 de enero 2016] Ley No, 697 (3 de octubre de 2001). Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía. Bogotá. D.C 2001

FLUKE INC. Cámara termográfica industriales de la serie Ti de Fluke [en línea]. [Consultado el 30 de enero 2016] http://www.adlerinstrumentos.es/imagenes_web/productos/Catalogo%20termografi a%20Ti9-10-25-32.pdf

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

SYLVANIA. (S.F.). Lista de precios 1 abril - 30 junio 2014. [en línea]. [Consultado el 10 marzo de 2016] Disponible en Internet: <http://www.powerycontrol.com/wp-content/uploads/2014/07/lista-de-precios-luminarias-abril.pdf>

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE / UNIVERSIDAD DEL ATLANTICO. Guía para la implementación de sistemas de gestión integral de la energía. [en línea]. Unidad de Planeación Minero Energética de Colombia (UPME) / Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología. “Francisco José De Caldas” (COLCIENCIAS). [Barranquilla: Colombia] [Citado: 18 noviembre 2015].

Universidad Autonoma de Occidente / Universidad del Atlántico, 2012. Disponible en Internet: <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Guia/Guia.pdf>



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE / UNIVERSIDAD DEL ATLANTICO. Herramientas para el análisis de la caracterización de la eficiencia energética. [en línea]. Unidad de Planeación Minero Energética de Colombia (UPME) / Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología. “Francisco José De Caldas” (COLCIENCIAS). [Barranquilla: Colombia] [Citado: 18 noviembre 2015]. Universidad Autonoma de Occidente / Universidad del Atlántico, 2012. Disponible en Internet: <http://www.si3ea.gov.co/portals/0/gie/docs/herramientas.pdf>



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. [en línea]. <http://www.uis.edu.co/webuis/es/administración/mantenimientotecnologico/portafolio/servicios.html>

XM. (S.F.). Gestión de la calidad de la frecuencia en sistemas de distribución. [en línea]. [Consultado el 20 de enero 2016] Disponible en Internet: http://www.xm.com.co/articulos%20y%20reconocimientos/cidel%20-%20art_571_cidel.pdf

ANEXO


ANEXO A. Encuesta UPME realizada en el edificio Mamitza Bayer



 INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - COLOMBIENAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA - REPÚBLICA DE COLOMBIA		Código: 001	Fecha: 08/11/2008	Versión: 02	Página 1 de 3
		Hoja N.º:			

 INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - COLOMBIENAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA - REPÚBLICA DE COLOMBIA		Código: 001	Fecha: 08/11/2008	Versión: 02	Página 2 de 3
		Hoja N.º:			

FORMATO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA	
RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA	MAMITZA BAYER
DIRECCIÓN	CARRERA 27 CALLE 9
TELEFONO	6344000
FAX	
REGION	SANTANDER
CIUDAD	BUICARAMANGA
BARRIO	LA UNIVERSIDAD
CÓDIGO POSTAL	
REPRESENTANTE LEGAL O APODERADO	
C.C.	
CARGO	
RESPONSABLE INFORMACIÓN CONSIGNADA	
C.C.	
CARGO	
ACTIVIDAD INDUSTRIAL	SERVICIOS EDUCATIVOS
EMAIL	
2. ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA	
NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL MES	25
HORARIO LABORAL	DE 6:00 A.M. A 8:00 P.M.
NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL AÑO	
PRODUCCIÓN MENSUAL	
PRODUCCIÓN ANUAL PROMEDIO	
3. DATOS REFERENTES AL MANTENIMIENTO PLANIFICADO	
¿LA EMPRESA REALIZA ALGUN TIPO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO?	SI
¿DONDE PERIODICIDAD SE REALIZA EL MANTENIMIENTO? CADA:	DÍA 6 MES AÑO
¿CUALES SON LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO QUE LA EMPRESA REALIZA?	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO A EQUIPOS DE CÓMPUTO, AIRE ACONDICIONADO, ILUMINACIÓN	
TAMBIEN SE REALIZA UNA INSPECCIÓN A LA ACOMETIDA DEL EDIFICIO PROGRAMADA POR LA DIVISIÓN DE PLANTA FÍSICA	
4. ACTIVIDADES PRINCIPALES DEL PROCESO PRODUCTIVO	
ESQUEMA GENERAL	

 INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - COLOMBIENAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA - REPÚBLICA DE COLOMBIA		Código: 002	Fecha: 08/11/2008	Versión: 02	Página 1 de 10
		Hoja N.º:			

 INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - COLOMBIENAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA - REPÚBLICA DE COLOMBIA		Código: 002	Fecha: 08/11/2008	Versión: 02	Página 2 de 10
		Hoja N.º:			

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

1. FICHA DE INSCRIPCIÓN	
NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL DILIGENCIAMIENTO DEL FORMATO	Fabio Reyeb
EMPRESA OBJETIVO	Mamitza Bayer
ÁREA OBJETIVO	
ACTIVIDAD PRODUCTIVA DEL ÁREA OBJETIVO	
FECHA REALIZACIÓN DEL FORMATO	DD MM AAAA 8 11 2014
DE LA SIGUIENTE LISTA DE EQUIPOS, MARQUE CON UNA X EN LA LOS EQUIPOS DE SERVICIO ENERGÉTICO CON QUE CUENTA SU EMPRESA Y MARQUE CON UNA X EN 2 AQUELLOS QUE LE PRODUCEN MAYOR CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y DE GAS. (LAS DOS CASILLAS NO SON EXCLUYENTES). ADICIONALMENTE, COLOQUE EL TIPO DE EQUIPO, SU MARCA Y SU CAPACIDAD O POTENCIA DE ACUERDO CON EL EQUIPO.	
EQUIPOS	1 2 TIPO MARCA CAPACIDAD O POTENCIA
CALDERAS	
CHILLERS	
COMPRESORES DE REFRIGERACIÓN	
COMPRESORES DE AIRE	
TORRES DE ENFRIAMIENTO	
MOTORES ELÉCTRICOS	
BOMBAS	
MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA	
ACONDICIONADORES DE AIRE	X
OTROS	
EQUIPOS DE CÓMPUTO	X
ILUMINACIÓN	X
2. INFORMACIÓN SOBRE SUMINISTROS DE SERVICIOS ENERGÉTICOS	
CONSUMO DE GAS, m ³ /mes	VALOR FACTURA GAS MENSUAL, \$
CONSUMO DE DIESEL, m ³ /mes	VALOR FACTURA DIESEL MENSUAL, \$
CONSUMO ELÉCTRICO, Kw/mes	VALOR FACTURA ELÉCTRICO, \$

TIPO DE TARIFA GAS		TIPO DE TARIFA DIESEL	
TIPO DE TARIFA ELÉCTRICIDAD	OFICIAL		
3. INFORMACIÓN SOBRE LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA			
¿EXISTE ACTUALMENTE UN PROBLEMA CONCRETO CON RESPECTO A LA ENERGÍA?		SI	NO
¿EXISTE UNA POLÍTICA ENERGÉTICA DE LA GERENCIA?	SI	NO	SI EXISTE ESCRIBALO
¿SI HAY UNA POLÍTICA ESTABLECIDA, ¿CUALES SON LOS OBJETIVOS QUE LA SOPORTAN?			
¿QUE PROYECTOS (EN EJECUCIÓN O PLANEADOS) PERMITEN EL CUMPLIMIENTO DE ESTOS OBJETIVOS?			
¿EXISTE UNA ADMINISTRACIÓN ENERGÉTICA ORGANIZADA Y ESTRATÉGICA EN LA EMPRESA?	SI	NO	¿EXISTE UN RESPONSABLE EN ASUNTOS DE ENERGÍA EN LA EMPRESA?
SI EXISTE, ¿CUALES SON LAS FUNCIONES DE ESTA PERSONA?	Dar aviso a planta física		
¿EXISTE UN COMITÉ DE ENERGÍA EN LA EMPRESA?	SI	NO	
SI EXISTE, ¿CUALES SON SUS INTEGRANTES Y CUALES LAS FUNCIONES QUE ESTOS CUMPLEN?			
INTEGRANTES	FUNCIONES		

¿EXISTE UNA META TÁCTICA O ESTRATÉGICA DE ENERGÍA POR OBJETIVOS O A NIVEL DE EMPRESA? SI NO

SI EXISTE, EXPRESÉ CUAL ES ESTA META

¿EXISTEN METAS DE REDUCCIÓN DE LOS COSTOS ENERGÉTICOS? SI NO

SI EXISTE, EXPRESÉ CUALES SON

INDIQUE CÓMO FUERON DETERMINADAS

¿EXISTE UN SISTEMA DE CONTROL DE INDICADORES ENERGÉTICOS QUE CONLLEVE AL ALCANCE DE LA META PLANEADA? SI NO

SI EXISTE, EXPLIQUE CÓMO SE REALIZA ESTE SISTEMA

¿EXISTE UN SISTEMA DE REGISTRO Y PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL SISTEMA DE CONTROL DESCRITO ANTERIORMENTE? SI NO

¿EXISTE UNA PLANEACIÓN Y UN PRESUPUESTO DE ENERGÍA PARA LA EMPRESA BASADO EN EL SISTEMA DE CONTROL ESTABLECIDO? SI NO

ESTE PRESUPUESTO ES

ANUAL	SEMESTRAL	MENSUAL
-------	-----------	---------

¿ESTA PLANEACIÓN Y PRESUPUESTO TAMBIÉN EXISTE PARA LAS ÁREAS MAYORES CONSUMIDORAS DE LA EMPRESA? SI NO

¿LA EMPRESA TIENE IDENTIFICADAS EL 20% DE LAS ÁREAS O EQUIPOS QUE CONSUMEN CERCA DEL 80% DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA O TÉRMICA? SI NO

SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA, SEÑALE CUALES SON LAS ÁREAS QUE CONSTITUYEN EL 80% DEL CONSUMO POR PORTADOR ENERGÉTICO:

PORTADOR ENERGÉTICO	ÁREAS DE 80% DE CONSUMO
GAS	
DIESEL	
ELECTRICIDAD	

¿LA EMPRESA CUENTA CON MEDICIÓN DE LA ENERGÍA EN LAS ÁREAS MAYORES CONSUMIDORAS? SI NO

SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA, SEÑALE CUALES SON LAS ÁREAS TIENEN MEDICIÓN DE ENERGÍA POR PORTADOR ENERGÉTICO:

PORTADOR ENERGÉTICO	ÁREAS DE MEDICIÓN DE ENERGÍA
GAS	
DIESEL	
ELECTRICIDAD	DOS CONTADORES DE ENERGÍA ACTIVA Y REACTIVA EN LOS TABLEROS DISTRIBUCIÓN

¿LA EMPRESA HA ESTRUCTURADO LOS CENTROS DE CONTROL DE LA ENERGÍA? SI NO

SI HAN SIDO ESTRUCTURADOS, INDIQUE CUALES SON

¿EN SU EMPRESA O ÁREA SE ENCUENTRAN IDENTIFICADAS LAS VARIABLES QUE IMPACTAN EL USO DE LA ENERGÍA? SI NO

DE LA SIGUIENTE LISTA, DETERMINE EL GRADO DE IMPORTANCIA EN CUANTO A IMPACTO EN EL USO DE LA ENERGÍA Y DESCRIBA CADA UNA DE ELLAS.

VARIABLES	DESCRIPCIÓN	GRADO DE IMPORTANCIA		
		BAJO	MEDIO	ALTO
DE PROCESO				
DE OPERACIÓN				
DE MANTENIMIENTO				
AMBIENTALES				
OTRAS				

DEFINA CUALES SON LOS CENTROS DE COSTO DEL ÁREA CONTABLE DE LA EMPRESA

PARA DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LA ENERGÍA EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN, DILIGENCIE LA SIGUIENTE TABLA:

DESCRIPCIÓN DEL FACTOR DE COSTO	COSTO EN PESOS	PORCENTAJE EN LOS COSTOS TOTALES
COSTOS FIJOS		
MATERIA PRIMA		
MANO DE OBRA		
MANTENIMIENTO		
OTROS		
COSTOS DE LOS ENERGÉTICOS	\$ 287 / kWh	
TOTAL		100%

¿LA EMPRESA HA REALIZADO UNA AUDITORIA ENERGÉTICA? SI NO

SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA SEÑALE: TIPO DE AUDITORIA

EXTERNA	INTERNA
---------	---------

FECHA APROXIMADA DE LA ÚLTIMA AUDITORIA

DD	MM	AAAA
----	----	------

ENTIDAD QUE REALIZÓ LA AUDITORIA

¿LA GERENCIA DE LA EMPRESA SIGUE ALGÚN INDICADOR ENERGÉTICO? SI NO

DEFINALO

PESOS COLOMBIANOS (\$) / kWh

¿SE LLEVA UN GRÁFICO DE TENDENCIA DE LOS INDICADORES ENERGÉTICOS EN LAS ÁREAS O EN LA EMPRESA? SI NO

¿SE HAN LEVANTADO BALANES ENERGÉTICOS (ELÉCTRICOS O TÉRMICOS) PARA LA PLANTA? SI NO

¿EXISTE EN LA EMPRESA UN PROGRAMA ORGANIZADO DE MEDIDAS A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO PARA REDUCCIÓN DE COSTOS ENERGÉTICOS? SI NO

¿SE HAN REALIZADO OPTIMIZACIONES ENERGÉTICAS EN ALGUNAS ÁREAS DE LA EMPRESA? SI NO

SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA, INDIQUE EN CUALES ÁREAS

¿CUALES SON LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA PROYECTOS DE INVERSIÓN ENERGÉTICOS EN SU EMPRESA? (EJ. INVERSIÓN, PERIODO DE RECUPERACIÓN MÁXIMOS Y TIR)

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



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



ACTIVIDAD	SE REALIZA		FRECUENCIA ANUAL (N° DE VECES AL AÑO)
	SI	NO	
TERMOGRAFÍA A SISTEMAS ELÉCTRICOS		x	1
TERMOGRAFÍA A SISTEMAS TÉRMICOS (CALDERAS, CÁMARA FRÍAS)		x	
TERMOGRAFÍA A EQUIPOS ROTODINÁMICOS		x	
TERMOGRAFÍA A MOTORES		x	
ULTRASONIDO A VÁLVULAS PRINCIPALES		x	
ULTRASONIDO A TUBERÍAS DE GAS		x	
ULTRASONIDO A TUBERÍAS DE AIRE COMPRIMIDO		x	
ULTRASONIDO A TRAMPAS DE VAPOR		x	
ANÁLISIS DE COMBUSTIÓN		x	
AJUSTES DE COMBUSTIÓN		x	
INSPECCIÓN DEL ESTADO DE LAS TIERRAS		x	
MIGUEO DE MOTORES		x	
EVALUACIÓN DEL BALANCE DE VOLTAJE ENTRE FASES		x	
EVALUACIÓN DEL BALANCE DE AMPERAJE ENTRE FASES		x	
EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL ACEITE DEL TRANSFORMADOR		x	1
NIVEL DE BALANCEO (VIBRACIONES) DE LOS EQUIPOS ROTODINÁMICOS		x	
DIAGNÓSTICO DE FALLAS POR VIBRACIONES		x	
ESTADO DEL AISLAMIENTO TÉRMICO DE TUBERÍAS Y EQUIPOS		x	
ESTADO DE LAS PROTECCIONES TÉRMICAS		x	
ESTADO DE LA INSTRUMENTACIÓN		x	
CALIBRACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN		x	

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

¿LA EMPRESA TIENE IMPLANTADAS OPCIONES DE MANEJO, TRATAMIENTO Y/O DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS GENERADOS?					SI	NO
SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA, INDIQUE PARA LOS SIGUIENTES TIPOS DE RESIDUOS QUÉ TIPO DE TRATAMIENTO SE REALIZA.						
RESIDUOS	MINIMIZACIÓN	VALORIZACIÓN (REUSO O RECICLAJE)	TRATAMIENTO O DISPOSICIÓN	NO DISPONE	NO ES NECESARIO	
LÍQUIDOS				X		
SÓLIDOS		X				
EMISIONES ATMOSFÉRICAS					X	
RUIDOS Y OLORES					X	
OTROS						
INDIQUE LOS MOTIVOS POR LOS CUALES SE REALIZAN ESTOS TRATAMIENTOS						
CUMPLIR NORMATIVA SANITARIA			CUMPLIR NORMATIVA AMBIENTAL			
AHORRO RECURSOS			QUEJAS VECINOS			
CUMPLIR REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL						
SINTECE LAS PRÁCTICAS DE GESTIÓN AMBIENTAL ACTUALES (ASPECTOS POSITIVOS) Y LAS DEFICIENCIAS (ASPECTOS NEGATIVOS) Y, SI ES NECESARIO, LAS PROPUESTAS DE MEJORA QUE ASUME LA EMPRESA						
PERSONAS QUE PARTICIPARON EN EL DESARROLLO DEL FORMATO						
NOMBRE			CARGO			
FIRMA RESPONSABLE						

ANEXO B. Encuesta UPME realizada en el edificio Daniel Casas



 INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - COLCIENCIAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA - REPÚBLICA DE COLOMBIA				 Libertad y Orden			
Código: 001	Fecha: 08/11/2006	Version: 02	Página 1 de 3				
Hoja N.º:							

 INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - COLCIENCIAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA - REPÚBLICA DE COLOMBIA				 Libertad y Orden			
Código: 001	Fecha: 08/11/2006	Version: 02	Página 2 de 3				
Hoja N.º:							

FORMATO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA					
RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA		DANIEL CASAS		NIT: 890.201.213-4	
DIRECCIÓN	CARRERA 27 CALLE 9	TELÉFONO	6344000	FAX	
REGIÓN	SANTANDER	CIUDAD	BUCARAMANGA		
BARRIO	LA UNIVERSIDAD	CÓDIGO POSTAL			
REPRESENTANTE LEGAL O APODERADO		C.C.		CARGO	
RESPONSABLE INFORMACIÓN CONSIGNADA		C.C.		CARGO	
ACTIVIDAD INDUSTRIAL	SERVICIOS EDUCATIVOS	EMAIL			
2. ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA					
NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL MES	25	HORARIO LABORAL	DE 6:00	A M P.M.	A 8:00 A.M. P.M.
NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL AÑO		PRODUCCIÓN MENSUAL	PRODUCCIÓN ANUAL PROMEDIO		
TURNOS	Nº DE TRABAJADORES	HORARIO		Nº PARADAS POR VAGACIONES (P.P.V)	
1		DE	A.M. A	MES P.P.V	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
2		DE	A.M. A	MES P.P.V	
3		DE	A.M. A	MES P.P.M	
4		DE	A.M. A	MES P.P.M	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Nº DE DÍAS P.P.M	Nº DE PARADAS POR BAJA PRODUCCIÓN (P.P.B.P)	MES P.P.B.P	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	Nº DE DÍAS P.P.B.P	
Nº DE PARADAS OTROS MOTIVOS (P.O.M)	Nº DÍAS DE P.O.M	MES P.O.M	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	Nº DE DÍAS PARADAS AL AÑO	
ESPECIFIQUE P.O.M					

3. DATOS REFERENTES AL MANTENIMIENTO PLANIFICADO					
¿LA EMPRESA REALIZA ALGUN TIPO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO?		SI		NO	
¿CON QUE PERIODICIDAD SE REALIZA EL MANTENIMIENTO? CADA:		DÍA	6	MES	AÑO
¿CUALES SON LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO QUE LA EMPRESA REALIZA?					
MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO A EQUIPOS DE CÓMPUTO, AIRE ACONDICIONADO, ILUMINACIÓN					
TAMBIEN SE REALIZA UNA INSPECCIÓN A LA ACOMETIDA DEL EDIFICIO PROGRAMADA POR LA DIVISION DE PLANTA FÍSICA					
4. ACTIVIDADES PRINCIPALES DEL PROCESO PRODUCTIVO					
ESQUEMA GENERAL					

 INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - COLCIENCIAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA - REPÚBLICA DE COLOMBIA				 Libertad y Orden			
Código: 002	Fecha: 08/11/2006	Version: 02	Página 1 de 10				
Hoja N.º:							

 INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - COLCIENCIAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA - REPÚBLICA DE COLOMBIA				 Libertad y Orden			
Código: 002	Fecha: 08/11/2006	Version: 02	Página 2 de 10				
Hoja N.º:							

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

1. FICHA DE INSCRIPCIÓN					
NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL DILIGENCIAMIENTO DEL FORMATO: Felipe Jerez					
EMPRESA OBJETIVO		Daniel Casas		ÁREA OBJETIVO	
ACTIVIDAD PRODUCTIVA DEL ÁREA OBJETIVO					
FECHA REALIZACIÓN DEL FORMATO		DD	MM	AAAA	
		16	10	2015	
DE LA SIGUIENTE LISTA DE EQUIPOS, MARQUE CON UNA X EN LA LOS EQUIPOS DE SERVICIO ENERGÉTICO CON QUE CUENTA SU EMPRESA Y MARQUE CON UNA X EN 2 AQUELLOS QUE LE PRODUCEN MAYOR CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y DE GAS. (LAS DOS CASILLAS NO SON EXCLUSIVAS). ADICIONALMENTE, COLOQUE EL TIPO DE EQUIPO, SU MARCA Y SU CAPACIDAD O POTENCIA DE ACUERDO CON EL EQUIPO.					
EQUIPOS	1	2	TIPO	MARCA	CAPACIDAD O POTENCIA
CALDERAS					
CHILLERS					
COMPRESORES DE REFRIGERACIÓN					
COMPRESORES DE AIRE					
TORRES DE ENFRÍAMIENTO					
MOTORES ELÉCTRICOS					
BOMBAS					
MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA					
ACONDICIONADORES DE AIRE					
OTROS					
EQUIPOS DE CÓMPUTO		X			
ILUMINACIÓN		X			
2. INFORMACIÓN SOBRE SUMINISTROS DE SERVICIOS ENERGÉTICOS					
CONSUMO DE GAS, m ³ /mes		VALOR FACTURA GAS MENSUAL, \$			
CONSUMO DE DIESEL, m ³ /mes		VALOR FACTURA DIESEL MENSUAL, \$			
CONSUMO ELÉCTRICA, Kw/mes		VALOR FACTURA ELÉCTRICA, \$			

TIPO DE TARIFA GAS		TIPO DE TARIFA DIESEL	
TIPO DE TARIFA ELÉCTRICA		OFICIAL	
3. INFORMACIÓN SOBRE LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA			
¿EXISTE ACTUALMENTE UN PROBLEMA CONCRETO CON RESPECTO A LA ENERGÍA?		SI	NO
¿EXISTE UNA POLÍTICA ENERGÉTICA DE LA GERENCIA?		SI	NO
¿SI HAY UNA POLÍTICA ESTABLECIDA, ¿CUALES SON LOS OBJETIVOS QUE LA SOPORTAN?			
¿QUÉ PROYECTOS (EN EJECUCIÓN O PLANEADOS) PERMITEN EL CUMPLIMIENTO DE ESTOS OBJETIVOS?			
¿EXISTE UNA ADMINISTRACIÓN ENERGÉTICA ORGANIZADA Y ESTRATÉGICA EN LA EMPRESA?		SI	NO
¿EXISTE UN RESPONSABLE EN ASUNTOS DE ENERGÍA EN LA EMPRESA?		SI	NO
SI EXISTE, ¿CUALES SON LAS FUNCIONES DE ESTA PERSONA?			
Dar aviso a planta física			
¿EXISTE UN COMITÉ DE ENERGÍA EN LA EMPRESA?			
SI EXISTE, ¿CUALES SON SUS INTEGRANTES Y CUALES LAS FUNCIONES QUE ESTOS CUMPLEN?		SI	NO
INTEGRANTES		FUNCIONES	

¿EXISTE UNA META TÁCTICA O ESTRATÉGICA DE ENERGÍA POR OBJETIVOS O A NIVEL DE EMPRESA? SI NO

SI EXISTE, EXPRESÉ CUALES ES ESTA META

¿EXISTEN METAS DE REDUCCIÓN DE LOS COSTOS ENERGÉTICOS? SI NO

SI EXISTE, EXPRESÉ CUALES SON

INDIQUE CÓMO FUERON DETERMINADAS

¿EXISTE UN SISTEMA DE CONTROL DE INDICADORES ENERGÉTICOS QUE CONLLEVE AL ALCANCE DE LA META PLANTEADA? SI NO

SI EXISTE, EXPLIQUE CÓMO SE REALIZA ESTE SISTEMA

¿EXISTE UN SISTEMA DE REGISTRO Y PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL SISTEMA DE CONTROL DESCRITO ANTERIORMENTE? SI NO

¿EXISTE UNA PLANIFICACIÓN Y UN PRESUPUESTO DE ENERGÍA PARA LA EMPRESA BASADO EN EL SISTEMA DE CONTROL ESTABLECIDO? SI NO

ESTE PRESUPUESTO ES

ANUAL	SEMESTRAL	MENSUAL
-------	-----------	---------

¿ESTA PLANIFICACIÓN Y PRESUPUESTO TAMBIÉN EXISTE PARA LAS ÁREAS MAYORES CONSUMIDORAS DE LA EMPRESA? SI NO

DEFINA CUALES SON LOS CENTROS DE COSTO DEL ÁREA CONTABLE DE LA EMPRESA

PARA DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LA ENERGÍA EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN, DILIGENCIE LA SIGUIENTE TABLA:

DESCRIPCIÓN DEL FACTOR DE COSTO	COSTO EN PESOS	PORCENTAJE EN LOS COSTOS TOTALES
COSTOS FIJOS		
MATERIA PRIMA		
MANO DE OBRA		
MANTENIMIENTO		
OTROS		
COSTOS DE LOS ENERGÉTICOS	\$ 263 / kWh	
TOTAL		100%

¿LA EMPRESA HA REALIZADO UNA AUDITORIA ENERGÉTICA? SI NO

SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA SEÑALE TIPO DE AUDITORIA

DD	MM	AAAA
----	----	------

FECHA APROXIMADA DE LA ÚLTIMA AUDITORIA

ENTIDAD QUE REALIZÓ LA AUDITORIA

¿LA GERENCIA DE LA EMPRESA SIGUE ALGÚN INDICADOR ENERGÉTICO? SI NO

DEFINALO PESOS COLOMBIANOS (\$) / kWh

¿SE LLEVA UN GRÁFICO DE TENDENCIA DE LOS INDICADORES ENERGÉTICOS EN LAS ÁREAS O EN LA EMPRESA? SI NO

¿SE HAN LEVANTADO BALANCES ENERGÉTICOS (ELECTRICOS O TÉRMICOS) PARA LA PLANTA? SI NO

¿EXISTE EN LA EMPRESA UN PROGRAMA ORGANIZADO DE MEDIDAS A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO PARA REDUCCIÓN DE COSTOS ENERGÉTICOS? SI NO

¿SE HAN REALIZADO OPTIMIZACIONES ENERGÉTICAS EN ALGUNAS ÁREAS DE LA EMPRESA? SI NO

SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA, INDIQUE EN CUALES ÁREAS

¿LA EMPRESA TIENE IDENTIFICADAS EL 20% DE LAS ÁREAS O EQUIPOS QUE CONSUMEN CERCA DEL 80% DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA O TÉRMICA? SI NO

SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA, SEÑALE CUALES SON LAS ÁREAS QUE CONSTITUYEN EL 80% DEL CONSUMO POR PORTADOR ENERGÉTICO

PORTADOR ENERGÉTICO	ÁREAS DE 80% DE CONSUMO
GAS	
DIÉSEL	
ELECTRICIDAD	

¿LA EMPRESA CUENTA CON MEDICIÓN DE LA ENERGÍA EN LAS ÁREAS MAYORES CONSUMIDORAS? SI NO

SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA, SEÑALE CUALES SON LAS ÁREAS TIENEN MEDICIÓN DE ENERGÍA POR PORTADOR ENERGÉTICO:

PORTADOR ENERGÉTICO	ÁREAS DE MEDICIÓN DE ENERGÍA
GAS	
DIÉSEL	
ELECTRICIDAD	DOS CONTADORES DE ENERGÍA ACTIVA Y REACTIVA EN LOS TABLEROS DISTRIBUCIÓN

¿LA EMPRESA HA ESTRUCTURADO LOS CENTROS DE CONTROL DE LA ENERGÍA? SI NO

SI HAN SIDO ESTRUCTURADOS, INDIQUE CUALES SON

¿EN SU EMPRESA O ÁREA SE ENCUENTRAN IDENTIFICADAS LAS VARIABLES QUE IMPACTAN EL USO DE LA ENERGÍA? SI NO

DE LA SIGUIENTE LISTA, DETERMINE EL GRADO DE IMPORTANCIA EN CUANTO A IMPACTO EN EL USO DE LA ENERGÍA Y DESCRIBA CADA UNA DE ELLAS.

VARIABLES	DESCRIPCIÓN	GRADO DE IMPORTANCIA		
		BAJO	MEDIO	ALTO
DE PROCESO				
DE OPERACIÓN				
DE MANTENIMIENTO				
AMBIENTALES				
OTRAS				

¿CUALES SON LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA PROYECTOS DE INVERSIÓN ENERGÉTICOS EN SU EMPRESA? (EJ. INVERSIÓN, PERIODO DE RECUPERACIÓN MÁXIMOS Y TIR)

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

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

ACTIVIDAD	SE REALIZA		FRECUENCIA ANUAL (Nº DE VECES AL AÑO)
	SI	NO	
TERMOGRAFÍA A SISTEMAS ELÉCTRICOS		X	1
TERMOGRAFÍA A SISTEMAS TÉRMICOS (CALDERAS, CÁMARAS FRIAS)		X	
TERMOGRAFÍA A EQUIPOS ROTODINÁMICOS		X	
TERMOGRAFÍA A MOTORES		X	
ULTRASONIDO A VÁLVULAS PRINCIPALES		X	
ULTRASONIDO A TUBERÍAS DE GAS		X	
ULTRASONIDO A TUBERÍAS DE AIRE COMPRIMIDO		X	
ANÁLISIS DE COMBUSTIÓN		X	
ANÁLISIS DE COMBUSTIÓN		X	
INSPECCIÓN DEL ESTADO DE LAS TIERRAS		X	
REGLADO DE MOTORES		X	
EVALUACIÓN DEL BALANCE DE VOLTAJE ENTRE FASES		X	
EVALUACIÓN DEL BALANCE DE AMPERAJE ENTRE FASES		X	
EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL ACEITE DEL TRANSFORMADOR		X	1
NIVEL DE BALANCEO (VIBRACIONES) DE LOS EQUIPOS ROTODINÁMICOS		X	
DIAGNÓSTICO DE FALLAS POR VIBRACIONES		X	
ESTADO DEL AISLAMIENTO TÉRMICO DE TUBERÍAS Y EQUIPOS		X	
ESTADO DE LAS PROTECCIONES TÉRMICAS		X	
ESTADO DE LA INSTRUMENTACIÓN		X	
CALIBRACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN		X	

ACTIVIDAD	SE REALIZA		FRECUENCIA ANUAL (Nº DE VECES AL AÑO)
	SI	NO	
EVALUACIÓN DEL NIVEL DE INCRUSTACIONES EN INTERCAMBADORES DE CALOR		<input checked="" type="checkbox"/>	
EVALUACIÓN DE LA ILUMINACIÓN		<input checked="" type="checkbox"/>	
LIMPIEZA DE CALDERAS		<input checked="" type="checkbox"/>	
LIMPIEZA DE TORRES DE ENFRIAMIENTO		<input checked="" type="checkbox"/>	
LIMPIEZA DE CONDENSADORES		<input checked="" type="checkbox"/>	
MANTENIMIENTO DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	<input checked="" type="checkbox"/>		1
REVISIÓN DE REGISTROS DE OPERACIÓN		<input checked="" type="checkbox"/>	
¿EN SU EMPRESA EXISTE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO ESTRUCTURADO?		<input checked="" type="checkbox"/>	SI NO
SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA, INDIQUE CUAL PREDOMINA			
CORRECTIVO	<input checked="" type="checkbox"/>	PREVENTIVO	PREDICTIVO
TPM			ALTERNO
¿ACTUALMENTE EN LA EMPRESA SE CUBRE PARTE DE LA DEMANDA ENERGÉTICA CON ENERGÍAS RENOVABLES?		<input checked="" type="checkbox"/>	SI NO
SI SU RESPUESTA ES NEGATIVA, ¿PIENSA LA EMPRESA EN EMPLEAR ENERGÍAS RENOVABLES EN EL FUTURO?		<input checked="" type="checkbox"/>	SI NO
SOBRE LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA SEÑALE:			
	COGENERACION	TRIGENERACION	
EXISTE			
NO EXISTE PERO SERIA CONVENIENTE			
SE HAN REALIZADO VARIOS PROYECTOS PERO NO SE HAN EJECUTADO			
NO SE HA EJECUTADO POR FALTA DE FINANCIAMIENTO			
INDIQUE LAS MEDIDAS DE AHORRO DE ENERGÍA QUE CON MÁS ÉXITO SE HAN EJECUTADO EN SU EMPRESA			
¿SE CUENTA CON EL APOYO DE LA GERENCIA PARA EFECTUAR PROYECTOS DE AHORRO DE ENERGÍA, SIEMPRE QUE SEAN RENTABLES?			
		<input checked="" type="checkbox"/>	SI NO
¿EN QUÉ MEDIDA SE PREOCUPA EL GERENTE DE LA EMPRESA POR LOS COSTOS ENERGÉTICOS?			
	MUCHO	NORMAL	POCO
		<input checked="" type="checkbox"/>	NUNCA

RESIDUOS	MINIMIZACIÓN	VALORIZACIÓN (REUSO O RECICLAJE)	TRATAMIENTO O DISPOSICIÓN	NO DISPONE	NO ES NECESARIO
SÓLIDOS		<input checked="" type="checkbox"/>			
EMISIONES ATMOSFÉRICAS					<input checked="" type="checkbox"/>
RUIDOS Y OLORES					<input checked="" type="checkbox"/>
OTROS					
INDIQUE LOS MOTIVOS POR LOS CUALES SE REALIZAN ESTOS TRATAMIENTOS					
CUMPLIR NORMATIVA SANITARIA			CUMPLIR NORMATIVA AMBIENTAL		
AHORRO RECURSOS			QUEJAS VECINOS		
CUMPLIR REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL					
SINTETICE LAS PRÁCTICAS DE GESTIÓN AMBIENTAL ACTUALES (ASPECTOS POSITIVOS) Y LAS DEFICIENCIAS (ASPECTOS NEGATIVOS) Y, SI ES NECESARIO, LAS PROPUESTAS DE MEJORA QUE ASUME LA EMPRESA.					
PERSONAS QUE PARTICIPARON EN EL DESARROLLO DEL FORMATO					
NOMBRE		CARGO			
FIRMA RESPONSABLE					

¿CUÁLES SON LAS PRINCIPALES BARRERAS QUE EXISTEN EN SU EMPRESA PARA LA REALIZACIÓN DE SERVICIOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA?				
FALTA DE PRESUPUESTO Y DE INTERÉS POR EL TEMA				
¿CUAL ES EL NIVEL DE APROBACIÓN DE LA EJECUCIÓN DE SERVICIOS O PROYECTOS EXTERNOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN SU EMPRESA?				
MUCHO	NORMAL	POCO	<input checked="" type="checkbox"/>	NUNCA
DEL SIGUIENTE LISTADO DE PROCEDIMIENTOS INDIQUE CUALES EXISTEN Y SE APLICAN EN SU EMPRESA O AREA.				
PROCEDIMIENTO		EXISTE	SE APLICA	
PROCEDIMIENTO DE DIVULGACIÓN DE LOS INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA ALCANIZADOS.				
PROCEDIMIENTO PARA LA COMPRA DE ENERGÍA.				
PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN DE ACCIONES CORRECTIVAS A LAS VARIACIONES DE LOS INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.				
PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN DE ACCIONES PREVENTIVAS A LAS VARIACIONES DE LOS INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.				
PROCEDIMIENTO PARA LA MANIPULACIÓN DE REGISTROS DE DATOS DE INDICADORES ENERGÉTICOS.				
PROCEDIMIENTO PARA LA AUDITORIA PERIÓDICA AL SGE				
PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN EFICIENTE DE LOS EQUIPOS Y PROCESOS ALTOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA.				
PROCEDIMIENTOS PARA EL MANTENIMIENTO EFICIENTE DE LOS EQUIPOS Y PROCESOS ALTOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA.				
PROCEDIMIENTOS PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE INDICADORES DE EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS O PROCESOS ALTOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA.				
DEL SIGUIENTE LISTADO DE REGISTROS INDIQUE CUALES EXISTEN Y SE ENCUENTRAN ACCESIBLES EN SU EMPRESA O AREA.				
REGISTRO		EXISTE	ACCESIBLE	
RESULTADOS DE LAS REVISIONES DE LA GERENCIA A LOS INDICADORES ENERGÉTICOS Y DE EFICIENCIA				
ANÁLISIS Y DECISIONES TOMADAS POR LA GERENCIA SOBRE MODIFICACIONES, EXPANSIONES O COMPRA DE EQUIPOS, SISTEMAS O PROCESOS QUE IMPACTAN SIGNIFICATIVAMENTE EL USO DE LA ENERGÍA.				
		<input checked="" type="checkbox"/>		

REGISTRO		EXISTE	ACCESIBLE
EVALUACIÓN DE OFERTAS DE PROVEEDORES DE ENERGÉTICOS			
EVALUACIÓN DE LOS CONTRATOS DEFINITIVOS DE COMPRA DE ENERGÍA.			
CAMBIOS DE PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS.			
JUSTIFICACIÓN DE ACCIONES CORRECTIVAS.			
JUSTIFICACIÓN DE ACCIONES PREVENTIVAS.			
RESULTADOS DE LAS AUDITORIAS ENERGÉTICAS			
NECESIDADES DE ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL VINCULADO CON LA ENERGÍA.			
ACTIVIDADES DE ENTRENAMIENTO AL PERSONAL VINCULADO CON LA ENERGÍA.			
EN CUANTO A LA CULTURA ENERGÉTICA DE LA EMPRESA, SEÑALE:			
		SI	NO
¿ESTA IDENTIFICADO EL PERSONAL CLAVE PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA?			
			<input checked="" type="checkbox"/>
¿ESTÁN IDENTIFICADAS LAS COMPETENCIAS REQUERIDAS POR ESE PERSONAL CLAVE?			
¿SE EVALUAN LAS COMPETENCIAS DEL PERSONAL CLAVE?			
FECHA DE LA ÚLTIMA EVALUACIÓN: DD ____ MM ____ AAAA ____			
¿LA EMPRESA TIENE IMPLEMENTADO UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD (ISO 9000)?			
		<input checked="" type="checkbox"/>	SI NO
¿EXISTE UN RESPONSABLE O REPRESENTANTE DE LA GERENCIA PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD?			
		<input checked="" type="checkbox"/>	SI NO
¿SI EXISTE, CUAL ES SU NOMBRE?			
¿LA EMPRESA TIENE IMPLEMENTADO UN SISTEMA DE GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL?			
		<input checked="" type="checkbox"/>	SI NO
SI LA RESPUESTA ES AFIRMATIVA INDIQUE CUAL SISTEMA			
¿EXISTE UN RESPONSABLE O REPRESENTANTE DE LA GERENCIA PARA LA GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL?			
		<input checked="" type="checkbox"/>	SI NO
¿SI EXISTE, CUAL ES SU NOMBRE?			
¿LA EMPRESA TIENE IMPLANTADO ALGUN SISTEMA DE AHORRO ENERGÉTICO?			
		<input checked="" type="checkbox"/>	SI NO
SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA, INDIQUE EN QUE SISTEMAS.			
ILUMINACIÓN	CALEFACCIÓN	AIRE ACONDICIONADO	
FRIJO INDUSTRIAL	COMPRESORES	MOTORES	

ANEXO C. Información para el cálculo de personas atendidas en cada uno de los edificios

HORARIO ESCUELA DE ARTES

HORA	NIVEL	LUNES	MARTES	MIERCOLES	PERIODO	8 Semestre 2015
6-7	1º	Arte I	Arte I	Arte I	2015	2015
7-8	2º	Arte II	Arte II	Arte II	2015	2015
8-9	3º	Arte III	Arte III	Arte III	2015	2015
9-10	4º	Arte IV	Arte IV	Arte IV	2015	2015
10-11	5º	Arte V	Arte V	Arte V	2015	2015
11-12	6º	Arte VI	Arte VI	Arte VI	2015	2015
12-13	7º	Arte VII	Arte VII	Arte VII	2015	2015
13-14	8º	Arte VIII	Arte VIII	Arte VIII	2015	2015
14-15	9º	Arte IX	Arte IX	Arte IX	2015	2015
15-16	10º	Arte X	Arte X	Arte X	2015	2015
16-17	11º	Arte XI	Arte XI	Arte XI	2015	2015
17-18	12º	Arte XII	Arte XII	Arte XII	2015	2015
18-19	13º	Arte XIII	Arte XIII	Arte XIII	2015	2015
19-20	14º	Arte XIV	Arte XIV	Arte XIV	2015	2015

Nota: Pendiente por programar: CULTURA VISUAL Y ORFEBRERIA (14703) / VIDA CULTURAL Y PARTICIPACIÓN CÍVICA (14704) / MANEJO DOCUMENTAL (14705) / ANÁLISIS VISUAL (14706)

Linea Martes, Miércoles, Jueves

HORARIO ESCUELA DE ARTES

HORA	NIVEL	LUNES	MARTES	MIERCOLES	PERIODO	8 Semestre 2015
6-7	1º	Arte I	Arte I	Arte I	2015	2015
7-8	2º	Arte II	Arte II	Arte II	2015	2015
8-9	3º	Arte III	Arte III	Arte III	2015	2015
9-10	4º	Arte IV	Arte IV	Arte IV	2015	2015
10-11	5º	Arte V	Arte V	Arte V	2015	2015
11-12	6º	Arte VI	Arte VI	Arte VI	2015	2015
12-13	7º	Arte VII	Arte VII	Arte VII	2015	2015
13-14	8º	Arte VIII	Arte VIII	Arte VIII	2015	2015
14-15	9º	Arte IX	Arte IX	Arte IX	2015	2015
15-16	10º	Arte X	Arte X	Arte X	2015	2015
16-17	11º	Arte XI	Arte XI	Arte XI	2015	2015
17-18	12º	Arte XII	Arte XII	Arte XII	2015	2015
18-19	13º	Arte XIII	Arte XIII	Arte XIII	2015	2015
19-20	14º	Arte XIV	Arte XIV	Arte XIV	2015	2015

Nota: Pendiente por programar: PLAN COMPLEMENTARIO I LOSSES INSTRUMENTO PERSONAL II

HORARIO ESCUELA DE ARTES

HORA	NIVEL	LUNES	MARTES	MIERCOLES	PERIODO	8 Semestre 2015
6-7	1º	Arte I	Arte I	Arte I	2015	2015
7-8	2º	Arte II	Arte II	Arte II	2015	2015
8-9	3º	Arte III	Arte III	Arte III	2015	2015
9-10	4º	Arte IV	Arte IV	Arte IV	2015	2015
10-11	5º	Arte V	Arte V	Arte V	2015	2015
11-12	6º	Arte VI	Arte VI	Arte VI	2015	2015
12-13	7º	Arte VII	Arte VII	Arte VII	2015	2015
13-14	8º	Arte VIII	Arte VIII	Arte VIII	2015	2015
14-15	9º	Arte IX	Arte IX	Arte IX	2015	2015
15-16	10º	Arte X	Arte X	Arte X	2015	2015
16-17	11º	Arte XI	Arte XI	Arte XI	2015	2015
17-18	12º	Arte XII	Arte XII	Arte XII	2015	2015
18-19	13º	Arte XIII	Arte XIII	Arte XIII	2015	2015
19-20	14º	Arte XIV	Arte XIV	Arte XIV	2015	2015

Nota: Pendiente por programar: PLAN COMPLEMENTARIO III (17035) INSTRUMENTO PERSONAL III

HORARIO ESCUELA DE ARTES

HORA	NIVEL	LUNES	MARTES	MIERCOLES	PERIODO	8 Semestre 2015
6-7	1º	Arte I	Arte I	Arte I	2015	2015
7-8	2º	Arte II	Arte II	Arte II	2015	2015
8-9	3º	Arte III	Arte III	Arte III	2015	2015
9-10	4º	Arte IV	Arte IV	Arte IV	2015	2015
10-11	5º	Arte V	Arte V	Arte V	2015	2015
11-12	6º	Arte VI	Arte VI	Arte VI	2015	2015
12-13	7º	Arte VII	Arte VII	Arte VII	2015	2015
13-14	8º	Arte VIII	Arte VIII	Arte VIII	2015	2015
14-15	9º	Arte IX	Arte IX	Arte IX	2015	2015
15-16	10º	Arte X	Arte X	Arte X	2015	2015
16-17	11º	Arte XI	Arte XI	Arte XI	2015	2015
17-18	12º	Arte XII	Arte XII	Arte XII	2015	2015
18-19	13º	Arte XIII	Arte XIII	Arte XIII	2015	2015
19-20	14º	Arte XIV	Arte XIV	Arte XIV	2015	2015

Nota: Pendiente por programar: ETICA CIUDADANA (2019) PLAN COMPLEMENTARIO IV (20546) INSTRUMENTO PERSONAL IV

HORARIO ESCUELA DE ARTES

HORA	NIVEL	LUNES	MARTES	MIERCOLES	PERIODO	8 Semestre 2015
6-7	1º	Arte I	Arte I	Arte I	2015	2015
7-8	2º	Arte II	Arte II	Arte II	2015	2015
8-9	3º	Arte III	Arte III	Arte III	2015	2015
9-10	4º	Arte IV	Arte IV	Arte IV	2015	2015
10-11	5º	Arte V	Arte V	Arte V	2015	2015
11-12	6º	Arte VI	Arte VI	Arte VI	2015	2015
12-13	7º	Arte VII	Arte VII	Arte VII	2015	2015
13-14	8º	Arte VIII	Arte VIII	Arte VIII	2015	2015
14-15	9º	Arte IX	Arte IX	Arte IX	2015	2015
15-16	10º	Arte X	Arte X	Arte X	2015	2015
16-17	11º	Arte XI	Arte XI	Arte XI	2015	2015
17-18	12º	Arte XII	Arte XII	Arte XII	2015	2015
18-19	13º	Arte XIII	Arte XIII	Arte XIII	2015	2015
19-20	14º	Arte XIV	Arte XIV	Arte XIV	2015	2015

Nota: Pendiente por programar: DISEÑO Y PLASMACIÓN CURSOS DE (14703)

HORARIO ESCUELA DE ARTES

HORA	NIVEL	LUNES	MARTES	MIERCOLES	PERIODO	8 Semestre 2015
6-7	1º	Arte I	Arte I	Arte I	2015	2015
7-8	2º	Arte II	Arte II	Arte II	2015	2015
8-9	3º	Arte III	Arte III	Arte III	2015	2015
9-10	4º	Arte IV	Arte IV	Arte IV	2015	2015
10-11	5º	Arte V	Arte V	Arte V	2015	2015
11-12	6º	Arte VI	Arte VI	Arte VI	2015	2015
12-13	7º	Arte VII	Arte VII	Arte VII	2015	2015
13-14	8º	Arte VIII	Arte VIII	Arte VIII	2015	2015
14-15	9º	Arte IX	Arte IX	Arte IX	2015	2015
15-16	10º	Arte X	Arte X	Arte X	2015	2015
16-17	11º	Arte XI	Arte XI	Arte XI	2015	2015
17-18	12º	Arte XII	Arte XII	Arte XII	2015	2015
18-19	13º	Arte XIII	Arte XIII	Arte XIII	2015	2015
19-20	14º	Arte XIV	Arte XIV	Arte XIV	2015	2015

Nota: Pendiente por programar: MEDICIONES PSICOLÓGICAS (14703)

HORARIO ESCUELA DE ARTES

HORA	NIVEL				
	LUNES	MARTE	MIERCOLES	MIÉRCOLES	VIERNES
6-7	Historia del Arte (191)	Escultura (192)			
7-8	Historia del Arte (191)	Escultura (192)			
8-9		Artes Plásticas (193)			
9-10		Artes Plásticas (193)			
10-11					
11-12					
12-13					
13-14					
14-15					
15-16					
16-17					
17-18					
18-19					
19-20					

Nota: Pendiente por programar EVALUACIÓN DE APRENDIZAJE (24745)

HORARIO ESCUELA DE ARTES

HORA	NIVEL				
	LUNES	MARTE	MIERCOLES	MIÉRCOLES	VIERNES
6-7					
7-8					
8-9					
9-10					
10-11					
11-12					
12-13					
13-14					
14-15					
15-16					
16-17					
17-18					
18-19					
19-20					

Nota: Pendiente por programar TECNOLOGÍA Y EDUCACIÓN (24742)

HORARIO

HORA	NIVEL				
	LUNES	MARTE	MIERCOLES	MIÉRCOLES	VIERNES
6-7					
7-8					
8-9					
9-10					
10-11					
11-12					
12-13					
13-14					
14-15					
15-16					
16-17					
17-18					
18-19					
19-20					

Nota:

HORARIO

HORA	NIVEL				
	LUNES	MARTE	MIERCOLES	MIÉRCOLES	VIERNES
6-7					
7-8					
8-9					
9-10					
10-11					
11-12					
12-13					
13-14					
14-15					
15-16					
16-17					
17-18					
18-19					
19-20					

Nota: