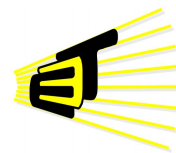


**CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO CAMILO
TORRES APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE
GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE).**

**DIEGO ANDRÉS DELGADO CRUZ
JAIRO OSWALDO RODRÍGUEZ CARVAJAL
LAURA ROCÍO SARMIENTO AMADO**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2015**

CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO CAMILO
TORRES APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE
GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE).

DIEGO ANDRÉS DELGADO CRUZ
JAIRO OSWALDO RODRÍGUEZ CARVAJAL
LAURA ROCÍO SARMIENTO AMADO

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Electricista

Director
HERMANN RAÚL VARGAS TORRES
Doctor Ingeniero Electricista

Codirector
JAIRO BLANCO SOLANO
Magíster Ingeniero Electricista

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2015

Diego Andrés Delgado Cruz

A mi madre Esperanza Cruz Morales por su amor, su apoyo y por ser mi guía a lo largo de este camino

A mi padre Edilberto Delgado Cepeda por su apoyo y sus enseñanzas.

A mis hermanas María Fernanda y Tatiana por su cariño y amistad.

A Liceth por brindarme su amor y apoyo incondicional.

A mis amigos, compañeros y profesores, a quienes recordaré con cariño.

Jairo Oswaldo Rodríguez Carvajal

A Dios por darme la capacidad para lograr mis metas

A mis padres Rebeca Carvajal y Jairo Rodríguez a quienes redundan las palabras de agradecimiento

A mis hermanos Jair y Ximena por su constante apoyo y amor

A mis abuelos Cecilia, María y Bernardo por tantas enseñanzas y hermosos recuerdos

A Yurley por su apoyo y compañía en las buenas y las malas

Y a todas las personas que de una u otra forma estuvieron ahí apoyandome a lo largo de este camino

Laura Rocío Sarmiento Amado

A mis padres Yolanda Amado y Vicente Sarmiento

Por su amor, su comprensión, sus enseñanzas, su apoyo y por hacerme reír hasta en los momentos más difíciles.

A mis hermanos Mauricio y Christian

Por ser tan especiales e incondicionales.

Y a toda mi familia quienes me han acompañado y brindado su apoyo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirnos llevar a cabo con sabiduría cada una de nuestras metas a lo largo de la carrera.

Al Dr. Hermann Raúl Vargas, director del proyecto, por su disposición de tiempo, sus asesorías y acompañamiento a lo largo del proyecto.

Al MSc. Jairo Blanco Solano, codirector, por su colaboración durante el transcurso de este trabajo.

Al Ing. Gustavo Adolfo Archila, encargado de la División de Planta Física de la Universidad por la información suministrada y su constante colaboración.

Al señor Polo, de mantenimiento tecnológico, quien nos brindó una gran colaboración en diversas tareas del proyecto.

A todas aquellas personas que directa o indirectamente estuvieron vinculados en el desarrollo de este trabajo y que formaron parte de la vida universitaria de cada uno de los integrantes.

Resumen

TÍTULO: CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO CAMILO TORRES APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE). *

AUTORES:

DIEGO ANDRÉS DELGADO CRUZ

JAIRO OSWALDO RODRÍGUEZ CARVAJAL

LAURA ROCÍO SARMIENTO AMADO **

PALABRAS CLAVES: ISO 50001, uso racional de la energía, SGIE, caracterización, UP-
ME, herramientas estadísticas, consumo energético, impacto ambiental.

DESCRIPCIÓN:

La norma ISO 50001 se elabora con el fin de proporcionar sistemas y procedimientos que buscan esencialmente, una reducción en el consumo energético y los impactos causados por el uso inadecuado de la energía en sus diferentes formas. Es así como se propone el Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE), el cual se creó pensando en su integración a la estructura organizacional de cualquier organización en el ámbito del comercio, la industria, el estado, instituciones educativas, entre otros. Este proyecto aplica la metodología del SGIE para realizar la caracterización energética del complejo de edificios CAMILO TORRES, el cual cumple con las tres funciones misionales de la Universidad Industrial de Santander y donde se encuentra la mayoría de infraestructura con la que cuenta la Facultad de Ciencias de dicha Universidad. Esta caracterización se realiza haciendo uso de las herramientas y procedimientos que proporciona el SGIE, enfocándose en los equipos de mayor consumo de energía existentes en el edificio, teniendo como fin identificar los posibles potenciales de ahorro energético y establecer objetivos en el marco de la reducción de costos y consumo energético, así como también la mitigación del impacto ambiental generado por el uso inadecuado de los recursos energéticos disponibles. Los productos finales serán un establecimiento de dichos potenciales e indicadores de reducción de consumo de energía y una lista de recomendaciones para el uso racional de la energía las cuales tienen como base la caracterización realizada y las sugerencias expuestas en la norma ISO 50001.

*Proyecto de grado

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

Abstract

TITLE: ENERGY CHARACTERIZATION OF THE BUILDING CAMILO TORRES APPLYING THE METHODOLOGY OF THE INTEGRAL ENERGY MANAGEMENT SYSTEM (SGIE). *

AUTHORS:

DIEGO ANDRÉS DELGADO CRUZ

JAIRO OSWALDO RODRÍGUEZ CARVAJAL

LAURA ROCÍO SARMIENTO AMADO**

KEY WORDS: ISO 50001, rational use of energy, SGIE, characterization, UPME, statistical tools, energy consumption, environmental impact.

DESCRIPTION:

ISO 50001 regulation is carried out in order to provide systems and procedures that essentially look for a reduction in energy consumption, as well as the impacts caused by the misuse of energy in its different ways. Thus, the Integral Energy Management System (SGIE) is proposed thinking on its integration in the structural organization of any association in commercial, industrial, educational areas, among others.

This project applies SGIE methodology to conduct the energetic characterization to the building complex from Camilo Torres, which fulfills the three functional missions at Universidad Industrial de Santander, where most of the infrastructure from science faculty is encountered. Such characterization is carried out making use of the tools and procedures given by the SGIE, focusing on the devices with the most energy consumption belonging to the building; aiming at identifying the possible potentials for energy saving, establishing goals for cost reduction, and also the mitigation from the environmental impact caused by the misuse of such available energetic resources. The final outcome will be the establishment of such potentials and indicators of energy consumption, as well as a list of recommendations for the rational use of energy, which takes into account the characterization, and the suggestions exposed in ISO 50001 regulation.

*Degree Project

**School of Electrical Engineering. Hermann Raúl Vargas Torres.

Índice general

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 22 |
| 1. ACTIVIDAD 1: ADQUISICIÓN, SELECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN RELEVANTE | 32 |
| 1.1. DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL EDIFICIO | 33 |
| 1.1.1. Edificio Camilo Torres | 34 |
| 1.1.2. Edificio Laboratorio Livianos | 35 |
| 1.1.3. Edificio Posgrados | 36 |
| 1.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL EDIFICIO CAMILO TORRES | 37 |
| 1.2.1. Subestación eléctrica | 37 |
| 1.2.1.1. Transformador de potencia | 38 |
| 1.2.1.2. Diagramas unifilares del Camilo Torres | 39 |
| 1.2.1.3. Producción (ocupación) | 48 |
| 1.2.1.4. Estructura organizacional | 49 |
| 1.2.1.5. Comportamiento histórico del consumo energético en el edificio Camilo Torres | 50 |
| 2. ACTIVIDAD 2: PRE-CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO | 53 |
| 2.1. ENCUESTAS | 54 |
| 2.1.1. Encuesta de identificación y descripción del edificio | 54 |
| 2.1.2. Encuesta para el diagnóstico energético inicial y ambiental asociado al consumo energético | 55 |
| 2.2. SOFTWARE DE CALIFICACIÓN DE NIVELES DE GESTIÓN ENERGÉTICA | 56 |
| 2.3. CENSO DE LA CARGA DEL EDIFICIO CAMILO TORRES | 59 |
| 2.4. DIAGRAMA DE PRODUCCIÓN DEL EDIFICIO CAMILO TORRES | 72 |

| | |
|---|-----------|
| 3. ACTIVIDAD 3: PROCESO DE CARACTERIZACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA | 73 |
| 3.1. ESTABLECIMIENTO DE LOS INDICADORES DEL SISTEMA DE GESTIÓN | 74 |
| 3.1.1. Diagrama de dispersión y correlación | 75 |
| 3.1.2. Gráficos de control | 76 |
| 3.1.3. Gráfico de consumo de energía y ocupación en el tiempo (E-O vs T) | 78 |
| 3.1.4. Gráfico de consumo - ocupación (E vs O) | 80 |
| 3.1.4.1. Línea Meta | 81 |
| 3.1.5. Diagrama índice de consumo - ocupación (IC vs O) | 82 |
| 3.1.6. Gráfico de tendencias o de sumas acumulativas (CUSUM) | 84 |
| 3.2. REPORTE DE CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA UPME | 86 |
| 3.3. DIAGRAMA DE PARETO | 88 |
| 3.3.1. Estratificación | 89 |
| 3.3.1.1. Laboratorio Livianos | 89 |
| 3.3.1.2. Laboratorios Posgrado | 91 |
| 3.3.1.3. Salas de cómputo | 93 |
| 3.3.1.4. Administrativos | 94 |
| 3.3.1.5. Áreas comunes | 95 |
| 4. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO | 97 |
| 4.1. ESTUDIO DE ILUMINACIÓN | 97 |
| 4.1.1. Salones de clase Camilo Torres | 98 |
| 4.1.2. Laboratorios Livianos | 100 |
| 4.1.3. Oficinas de profesores Laboratorio Livianos | 101 |
| 4.1.4. Laboratorios de Posgrados | 102 |
| 4.1.5. Baños | 103 |
| 4.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA | 105 |
| 4.2.1. Perfiles de tensión | 108 |
| 4.2.2. Corrientes de fase | 110 |
| 4.2.3. Análisis de demanda y energía | 111 |

| | |
|--|------------|
| 4.2.4. Potencia aparente | 112 |
| 4.2.5. Potencia activa | 112 |
| 4.2.6. Potencia reactiva | 113 |
| 4.2.7. Factor de potencia | 114 |
| 4.2.8. Armónicos | 117 |
| 4.2.8.1. Diagrama del armónico de la fase A | 117 |
| 4.2.8.2. Diagrama del armónico de la fase B | 119 |
| 4.2.8.3. Diagrama del armónico de la fase C | 121 |
| 4.2.9. Frecuencia | 123 |
| 4.3. TERMOGRAFÍA | 124 |
| 4.3.1. Equipo utilizado | 124 |
| 4.3.2. Registro termográfico | 125 |
| 4.3.2.1. Tablero general de baja tensión | 125 |
| 4.3.2.2. Tablero general de aires y equipos | 126 |
| 4.3.2.3. Tablero general regulado | 127 |
| 4.3.2.4. Seccionador | 127 |
| 4.3.2.5. Transformador | 129 |
| 5. RECOMENDACIONES PARA EL USO RACIONAL DE LA ENERGÍA | 132 |
| 5.1. REDUCCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO MEDIANTE EL USO DE PANELES SOLARES | 132 |
| 5.2. USO DE SENSORES DE MOVIMIENTO | 136 |
| 5.3. SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO | 138 |
| 5.4. EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN | 146 |
| 5.5. OTROS | 149 |
| 5.6. CAMPAÑA DE CONCIENTIZACIÓN | 151 |
| 5.7. ILUMINACIÓN | 154 |
| 6. CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES | 155 |
| BIBLIOGRAFÍA | 160 |
| ANEXOS | 162 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| 1. Etapas SGIE | 27 |
| 1.1. Conjunto de edificios Camilo Torres | 33 |
| 1.2. Vista exterior del edificio Camilo Torres | 34 |
| 1.3. Vista exterior del edificio Laboratorio Livianos | 35 |
| 1.4. Vista exterior edificio Posgrados | 36 |
| 1.5. Subestación eléctrica | 37 |
| 1.6. Unifilar subestación | 38 |
| 1.7. Transformador de potencia del edificio Camilo Torres | 39 |
| 1.8. Tablero general de baja tensión y tablero de transferencia de baja tensión conectado a planta de emergencia | 40 |
| 1.9. Tablero de transferencia de baja tensión con cuarto de UPS | 41 |
| 1.10. Diagrama unifilar del bloque Camilo Torres | 42 |
| 1.11. Diagrama unifilar Laboratorios de Posgrados, carga de 35 kVA conectada a UPS | 43 |
| 1.12. Diagrama unifilar de Laboratorios de Posgrado, carga de 85 kVA | 44 |
| 1.13. Barrajes alimentados por planta de emergencia | 45 |
| 1.14. Barrajes alimentados por la UPS | 46 |
| 1.15. Barraje aires acondicionados oriente | 47 |
| 1.16. Barraje aires acondicionados occidente | 48 |
| 1.17. Estructura organizacional [4] | 50 |
| 1.18. Consumo mensual energía activa | 51 |
| 1.19. Consumo mensual energía reactiva | 51 |

| | |
|--|-----|
| 2.1. Reporte software calificación niveles gestión energética UPME | 57 |
| 2.2. Calificación Buenas prácticas de Gestión Energética UPME | 58 |
| 2.3. Diagrama de producción edificio Camilo Torres | 72 |
| 3.1. Diagrama dispersión y correlación | 75 |
| 3.2. Gráfico de control | 77 |
| 3.3. Gráfico de consumo de energía y ocupación en el tiempo | 78 |
| 3.4. Gráfico de consumo-Ocupación (E vs O) | 80 |
| 3.5. Línea meta | 81 |
| 3.6. Gráfica índice de consumo-ocupación | 83 |
| 3.7. Primer semestre | 85 |
| 3.8. Tendencia | 86 |
| 3.9. Diagrama de Pareto para las diferentes áreas de consumo | 88 |
| 3.10. Diagrama de Pareto para Laboratorio Livianos | 90 |
| 3.11. Pareto para Edificio Posgrados | 92 |
| 3.12. Pareto salas de cómputo | 93 |
| 3.13. Pareto para Administrativos | 94 |
| 3.14. Pareto áreas comunes | 95 |
| 4.1. Luxómetro Salones de Clase | 98 |
| 4.2. Luxómetro Laboratorio Livianos | 100 |
| 4.3. Oficinas Laboratorio Livianos | 101 |
| 4.4. Laboratorios de Posgrado | 102 |
| 4.5. Baños | 104 |
| 4.6. Diagramas de tensión. Fuente: Dran View 6 | 110 |
| 4.7. Diagramas de intensidad. Fuente: Dran View 6 | 111 |
| 4.8. Potencia activa | 113 |
| 4.9. Potencia reactiva | 114 |
| 4.10. Factor de potencia | 115 |
| 4.11. Diagramas de demanda y energía. Fuente: Dran View 6 | 116 |

| | |
|--|-----|
| 4.12. Diagrama del armónico de la fase A. Tensión | 117 |
| 4.13. Diagrama del armónico de la fase A. Intensidad | 118 |
| 4.14. Diagrama del armónico de la fase B. Tensión | 119 |
| 4.15. Diagrama del armónico de la fase B. Intensidad | 120 |
| 4.16. Diagrama del armónico de la fase C. Tensión | 121 |
| 4.17. Diagrama del armónico de la fase C. Intensidad | 122 |
| 4.18. Frecuencia | 123 |
| 4.19. Cámara termográfica | 124 |
| 4.20. Tablero general de baja tensión | 125 |
| 4.21. Barraje Secundario con interruptores | 126 |
| 4.22. Tablero general de aires y equipos | 126 |
| 4.23. Tablero general regulado | 127 |
| 4.24. Seccionador | 128 |
| 4.25. Transformador | 129 |
| 4.26. Pasatapas AT | 129 |
| 4.27. Borneras del transformador | 130 |
| | |
| 5.1. Panel solar [6] | 133 |
| 5.2. Azotea Laboratorio Livianos | 134 |
| 5.3. Vista superior Laboratorios Livianos en autocad | 134 |
| 5.4. Vista superior Laboratorios Livianos en autocad | 135 |
| 5.5. Iluminación pasillos | 136 |
| 5.6. Sensor de movimiento [7] | 137 |
| 5.7. Aislamiento de ductos | 140 |
| 5.8. Uso inadecuado aire acondicionado | 141 |
| 5.9. Falta de aislamiento térmico | 142 |
| 5.10. Aires acondicionados afectados por radiación solar | 144 |
| 5.11. Aire acondicionado temperatura | 145 |
| 5.12. Aires acondicionados sin zonas de arborización | 146 |
| 5.13. Equipos de refrigeración | 147 |

| | |
|---|-----|
| 5.14. Acumulación de hielo y escarcha | 148 |
| 5.15. Deterioro de empaques en neveras | 148 |
| 5.16. Consumo sin ocupación | 150 |
| 5.17. Folleto campaña de concientización Camilo Torres | 153 |
| | |
| A.1. Encuesta Identificación y descripción del edificio Escuela de Biología | 166 |
| A.2. Identificación y descripción del edificio Escuela de Física | 169 |
| A.3. Identificación y descripción del edificio Escuela de Matematicas | 172 |
| A.4. Identificación y descripción del edificio Escuela de Química | 175 |
| A.5. Identificación y descripción del edificio Arpruis | 177 |
| A.6. Identificación y descripción del edificio Asociación de profesores UIS | 179 |
| A.7. Identificación y descripción del edificio Coopruis | 181 |
| A.8. Identificación y descripción del edificio Cafetería | 183 |
| A.9. Identificación y descripción del edificio Fotocopiadora | 185 |
| A.10. Diagnostico energético inicial y ambiental | 193 |
| | |
| C.1. Ficha Técnica Analizador de Redes Dranetz Power Visa | 196 |
| C.2. Luxómetro Amprobe LM-120 | 197 |
| C.3. Ficha Técnica Cámara Termográfica Fluke Ti-32 | 199 |
| | |
| D.1. Informe Analizador | 210 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| 1.1. Ocupación Edificio Camilo Torres | 49 |
| 1.2. Consumos energéticos de los edificios del Camilo Torres | 51 |
| 2.1. Calificación obtenida | 59 |
| 2.2. Censo de carga áreas comunes | 62 |
| 2.3. Censo de carga salones de clase | 62 |
| 2.4. Censo de carga oficinas de profesores | 63 |
| 2.5. Censo de carga administrativos | 63 |
| 2.6. Censo de carga centros de estudio | 63 |
| 2.7. Censo de carga auditorios | 64 |
| 2.8. Censo de carga salas de cómputo | 64 |
| 2.9. Censo de carga Laboratorio Livianos | 67 |
| 2.10. Censo de carga laboratorio posgrados | 71 |
| 3.1. Consumo y producción en el Camilo Torres por mes | 74 |
| 3.2. Gráfico de control | 76 |
| 3.3. Variación relativa | 79 |
| 3.4. Tabla índice de consumo-ocupación | 83 |
| 3.5. comparativo de semestres | 84 |
| 3.6. Tendencia | 85 |
| 3.7. Reporte de caracterización energética de la UPME | 87 |
| 3.8. Potencial de ahorro de energía | 87 |
| 3.9. Áreas de mayor consumo | 88 |

| | |
|--|-----|
| 3.10. Equipos de mayor consumo en Laboratorio Livianos | 89 |
| 3.11. Equipos de mayor consumo Edificio Posgrados | 91 |
| 3.12. Equipos de mayor consumo salas de cómputo | 93 |
| 3.13. Equipos de mayor consumo Administrativos | 94 |
| 3.14. Equipos de mayor consumo áreas comunes | 95 |
| 4.1. Luxómetro Salones de Clase | 99 |
| 4.2. Niveles de iluminancia ISO 8995 aulas de clase | 99 |
| 4.3. Luxómetro Laboratorio Livianos | 100 |
| 4.4. Niveles de iluminancia ISO 8995 Laboratorios | 101 |
| 4.5. Oficinas Laboratorio Livianos | 102 |
| 4.6. Niveles de iluminancia ISO 8995 Oficinas | 102 |
| 4.7. Laboratorios de posgrado | 103 |
| 4.8. Niveles de iluminancia ISO 8995 Laboratorios | 103 |
| 4.9. Baños | 104 |
| 4.10. Niveles de iluminancia ISO 8995 Baños | 105 |
| 4.11. Valores de referencia calidad de la energía eléctrica [11] | 107 |
| 4.12. Hundimientos de tensión | 108 |
| 4.13. Sobretensiones | 109 |
| 4.14. Potencia aparente | 112 |
| 4.15. Potencia activa | 112 |
| 4.16. Potencia reactiva | 113 |
| 4.17. Factor de potencia | 115 |
| 5.1. Panel solar | 135 |
| 5.2. Tabla sensor | 137 |
| 5.3. Reducción costo energético | 143 |

Índice de Anexos

| | |
|---|------------|
| ANEXO A. ENCUESTAS | 163 |
| ANEXO B. CAMPAÑA DE CONCIENTIZACIÓN | 194 |
| ANEXO C. FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS DE MEDICIÓN UTILIZADOS | 196 |
| ANEXO D. INFORME DE ANALIZADOR DE REDES | 200 |
| ANEXO E. FICHA TÉCNICA TRANSFORMADOR DE POTENCIA | 211 |

Lista de símbolos

| | |
|-------------|--------------------------------|
| <i>A</i> | Amperio |
| <i>V</i> | Voltio |
| <i>W</i> | Vatio |
| <i>kWh</i> | Kilovatio-hora |
| <i>hp</i> | Caballo de fuerza |
| <i>lx</i> | Lux |
| <i>°C</i> | Grados Celsius |
| <i>m</i> | Metro |
| <i>kVAr</i> | Kilovoltios-amperios reactivos |
| <i>kVA</i> | Kilovoltios-amperios |
| <i>%</i> | Porcentaje |
| <i>\$</i> | Pesos Colombianos |
| <i>f.p</i> | Factor de Potencia |
| <i>Hz</i> | Hertz |

INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores problemas del hombre en la actualidad, surge en el hecho de economizar sus recursos y mitigar el daño ambiental generado por él mismo a su alrededor. El sector energético no es ajeno a ésta problemática y es por esto que se han realizado esfuerzos por elaborar estrategias que constituyan modelos para administrar la energía en todas sus formas y así contribuir a la reducción de la contaminación mundial. En la mayoría de organizaciones en las cuales el costo de energía supone un gran porcentaje de sus recursos de producción, se hace necesario implementar un modelo de gestión energética que pueda ser integrado a la estructura organizacional de todo tipo de organización y genere una cultura del uso racional de la energía en todos sus estamentos, estableciendo metas a corto, mediano y largo plazo [2]. Es así como la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), plantea el Modelo de Gestión Integral de la Energía (MGIE), basado en la norma ISO 50001, el cual propone la implantación de un programa de reducción de consumo de los recursos energéticos el cual se puede adaptar a organizaciones de diversa índole y que requiere de un orden de aplicación para desarrollarse a cabalidad [2]. Este trabajo tiene como fin aplicar la primera fase de este Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE) llevando a cabo la caracterización energética del conjunto de edificios del Camilo Torres de la Universidad Industrial de Santander, que se supone como gran consumidor de recursos energéticos por las múltiples actividades misionales que se llevan a cabo en cada una de sus áreas. Se hará uso de herramientas que apoyen la identificación de potenciales de ahorro de energía y el establecimiento de metas que sirvan como base para futuros trabajos en los cuales se desee aplicar la totalidad del modelo mencionado.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A razón del cambio de los tipos de consumos y de la diversidad de cargas existentes, la demanda ha aumentado implicando que el sistema y las redes se ajusten a estas necesidades. El uso ineficiente de los recursos energéticos ha generado la necesidad de buscar mecanismos que permitan optimizar el consumo energético. Este estudio se enfoca en la caracterización del consumo energético del edificio Camilo Torres, el cual se estima como gran consumidor de la demanda total de la Universidad Industrial de Santander, lo que ha motivado a mostrar mediante procedimientos de análisis cualitativo y cuantitativo factores que permitirán evaluar la eficiencia de dicho edificio.

MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN

Por medio de la caracterización energética del edificio CAMILO TORRES, se busca promover la adopción de estrategias y políticas de eficiencia energética, las cuales vayan encaminadas hacia la disminución en el uso improductivo de la energía, la minimización de consumos y costos de energía posible y la mitigación del impacto ambiental asociado al uso de los recursos energéticos. Este trabajo junto a otros de su tipo tienen como fin mostrar cómo se puede aplicar la metodología del sistema de gestión integral de la energía (SGIE) en los edificios ubicados en el campus universitario contribuyendo así a la creación de nuevas estrategias que permitan un uso racional y eficiente de la energía (URE) como aporte al grupo de investigación GISEL.

OBJETIVOS

Objetivo general

Caracterizar el consumo energético del edificio Camilo Torres de la UIS, aplicando la metodología del sistema de gestión integral de la energía (SGIE).

Objetivos específicos

1. Identificar las características y variables de los procesos que impactan la eficiencia energética del edificio Camilo Torres.
2. Implementar las herramientas estadísticas y probabilísticas básicas para la caracterización, diagnóstico y valoración energética de las operaciones y funcionamiento realizado en el edificio Camilo Torres.
3. Formular posibles estrategias que permitan mejorar la eficiencia energética dentro de los procesos energéticos del edificio.

MARCO TEÓRICO

El modelo de gestión integral de la energía es un conjunto de procedimientos y actividades a seguir, estructuralmente conformados para integrarse al modelo de gestión administrativo y organizacional de cualquier institución ya sea en el ámbito comercial, industrial, residencial e inclusive en las organizaciones educativas [1]. Este modelo sirve de guía para la implementación y operación del sistema de gestión energética SGIE. Este sistema de gestión está diseñado para que por medio de normas, procedimientos y acciones, permita la materialización de las políticas, los objetivos y metas de eficiencia energética a través de la vinculación de los distintos departamentos o entes que conforman la estructura de la organización en relación con la tecnología existente y los procesos que se llevan a cabo. El nivel tecnológico existente en la organización antes de que se implemente el SGIE no es influyente a la hora de la aplicación de éste modelo de gestión, ya que lo que se busca es crear una cultura energética y adaptar los procesos a las nuevas tecnologías y hábitos que permitan una reducción considerable en el consumo de energía.

Al final lo que se busca es establecer metas de reducción de los consumos y mitigar el impacto ambiental para contribuir al desarrollo sostenible [1].

Modelo del sistema de gestión integral de la energía ISO 50001

La aplicación del modelo de gestión energética (MGIE) se ha llevado a cabo en múltiples organizaciones en los últimos años, con la meta de alcanzar el mínimo consumo energético sin realizar cambios en el área tecnológica. El MGIE y la norma ISO 50001 poseen la misma estructura y se complementan. El MGIE se ha dividido en tres etapas en las cuales se busca involucrar al personal perteneciente a la organización, obteniendo una guía sistemática y una ruta comprendida por todos los departamentos para que en poco tiempo, con los mínimos recursos y con el menor riesgo de inversión, se logren alcanzar las metas establecidas y la mejora continua de estos procesos [1].

Etapas consecutivas del modelo de gestión integral de la energía

Las diferentes etapas en las que se divide el MGIE, están compuestas por actividades relacionadas conjuntamente, que permiten que se haga uso de todos los recursos disponibles de la organización enfocados hacia la eficiencia energética, generando una cultura de ahorro energético dentro de la misma. La causa de la división del modelo de gestión en tres etapas se debe a que las empresas no se encuentran preparadas en los aspectos cultural, técnico y organizativo para llevar a cabo su aplicación [2]. Las etapas se aprecian en la Figura 1.

Decisión estratégica.

Se basará en crear condiciones de uso técnico y organizacional, identificando el estado actual de los consumos energéticos y estableciendo metas basadas en la productividad, rendimiento y el impacto ambiental:

- Caracterización energética y organizacional de la empresa.
- Compromiso de la alta dirección
- Alineación de estrategias
- Definición y conformación de la estructura técnica y organizacional.

Instalación del SGIE

Se realiza la instalación del Sistema de Gestión Integral de Energía SGIE en la empresa para lo cual se tienen en cuenta las siguientes actividades:

- Establecimiento de los indicadores del sistema SGIE.
- Identificación de variables de control por centro de costo.
- Definición de sistemas de monitoreo.
- Realización del diagnóstico energético.
- Realizar un plan de medidas para uso racional y eficiente de la energía.
- Actualización y validación de la gestión organizacional del SGIE.
- Documentación del SGIE.
- Preparación del personal.
- Realización de auditoría interna al SGIE.

Operación del SGIE

En esta etapa ya debe estar instalado el SGIE y en funcionamiento, el cual facilite obtener conclusiones respecto al uso energético y las operaciones, realizando ajustes de ser necesario, siempre buscando una mejora continua.

- Seguimiento y divulgación de indicadores.
- Seguimiento y evaluación de buenas prácticas, mantenimiento, producción y coordinación.
- Implementación de proyectos de mejora continua.
- Implementación de entrenamiento del personal.
- Chequeos de gerencia.
- Ajuste al SGIE.

- Evaluación de resultados.

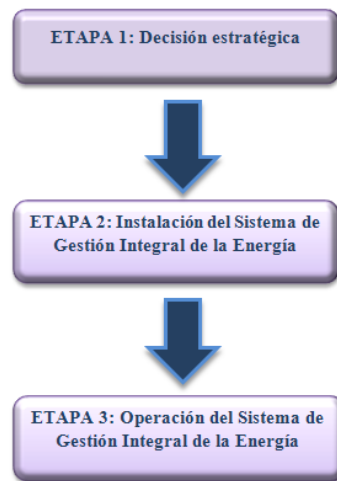


Figura 1: Etapas SGIE

Caracterización de la eficiencia energética

La caracterización de la eficiencia energética se considera un procedimiento de análisis cualitativo y cuantitativo con el cual se puede evaluar la eficiencia con que la organización hace uso de todos y cada uno de los tipos de energía con los que cuenta para llevar a cabo las diferentes actividades de su proceso productivo. Se utiliza como paso previo para implementar el Sistema de Gestión Integral de la Energía SGIE. Con los procedimientos de análisis cualitativo se busca conocer los puntos débiles de la administración en cuanto a la gestión de sus recursos energéticos, más específicamente en los procesos de planificación, compra, transformación, control y uso final de la energía. En cuanto a los procedimientos cuantitativos, estos se usan para determinar los niveles de eficiencia, las áreas de mayor consumo y los potenciales de ahorro sin realizar inversiones en nuevas tecnologías. Se identifican también los índices de eficiencia, las variables que influyen mayormente en el consumo de energía, las metas de reducción y gráficos de control que sirvan para hacer seguimiento y evaluar las estrategias que se implementen para la mejora en la gestión de los recursos energéticos [14]. Para llevar a cabo el proceso de caracterización de la eficiencia energética se requiere de muy poca información de la que se pueden extraer conclusiones técnicamente importantes que son proporcionadas a la parte directiva de la organización. Entre esta información puede encontrarse los consumos históricos de energía durante cierto periodo de tiempo, la producción en el mismo período, flujograma del proceso productivo

de la empresa y censo de carga de los equipos existentes. Esto unido al uso de herramientas de caracterización puede proporcionar múltiples resultados que determinan las acciones que se deben tomar para aumentar los niveles de eficiencia energética y la preparación del personal para la implementación del SGIE [14].

Antecedentes

Desde hace algún tiempo, el Grupo de Investigación en Sistemas de Energía Eléctrica(GISEL) de la Universidad Industrial de Santander,viene adelantando un estudio que se basa en la aplicación de los procedimientos de caracterización energética expuestos en el Modelo de Gestión Integral de la Energía, en diferentes edificios que conforman el campus central de la Universidad, impulsando de este modo la necesidad de adquirir un cambio en cultura energética que se traduzca en una reducción de costos energéticos y la mitigación del impacto ambiental causado por el uso inadecuado de los mismos. A continuación se mencionan algunos trabajos de grado que sirvieron de apoyo para llevar a cabo el desarrollo del presente proyecto, y que junto a éste último forman parte del estudio mencionado al comienzo del párrafo.

- Figueroa Rey Diana Liseth y Monsalve Vera Dairon Yamit, Trabajo de grado (ingeniero electricista), Caracterización energética del edificio Virginia Gutiérrez de Pineda (Facultad de Ciencias Humanas-UIS) aplicando la metodología del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE), Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, Universidad Industrial de Santander 2014.
- Puentes Marín Andrés Felipe y Jones Rojas Juan Camilo, Trabajo de grado (ingeniero electricista), Caracterización del Centro de Tecnologías de Información y Comunicación (CENTIC) aplicando la metodología del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE), Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, Universidad Industrial de Santander 2014.
- Arenas Salgado Edwar Fernando y Gonzales Navarro Anderson Rafael, Trabajo de grado (ingeniero electricista), , Caracterización del edificio de Ingeniería Industrial aplicando la metodología del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE), Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, Universidad Industrial de Santander 2014.

METODOLOGÍA

Adquisición, selección y organización de la información relevante

Como un paso inicial se requirió obtener información de la infraestructura del edificio y la conformación del sistema eléctrico del edificio y de su estructura organizacional para poder tener una idea de las actividades a realizar y como se iban a planificar. Se precisa obtener los siguientes documentos:

- *Descripción de la infraestructura del edificio.* Establece una guía para orientar y planificar las actividades en el desarrollo del proyecto.
- *Conformación del sistema eléctrico.* Para conocer cuál es el tipo de carga que se encuentra en el edificio.
- *Diagrama unifilar del sistema eléctrico del edificio.* Contribuye en la ubicación de las cargas.
- *Estructura organizacional.* Da una idea de las actividades que se realizan en el edificio, y de cómo pueden integrarse planes que fomenten el uso racional de la energía.
- *Producción.* Información que se obtiene a través de los horarios de ocupación del edificio, y la verificación de la cantidad de personas en los locales del mismo.

Pre-caracterización energética del edificio

Realización de encuestas

Se requiere conocer el estado actual de la organización en cuanto a la gestión de sus recursos energéticos, identificando sus falencias y las alternativas de solución para dichas falencias.

- Encuesta de identificación y descripción del edificio (establecimiento, instalaciones, entorno y antecedentes).
- Encuesta para diagnóstico ambiental asociado al consumo energético.

Censo de carga

Se obtiene la información de los datos nominales de la potencia de equipos existentes en cada uno de los locales del Camilo Torres. Junto con éste censo de carga se identifica el uso en horas que se le da a cada equipo, información que es proporcionada por el personal a cargo de cada local.

Diagrama energético del edificio

Se identifican los portadores energéticos primarios, los procesos que requieren de éstos portadores y los productos de salida de ésta transformación con lo cual se determinan cuales actividades requieren de mayores niveles de consumo [2].

Caracterización de la eficiencia energética del edificio

A través de herramientas estadísticas se busca determinar el comportamiento de los consumos a través del tiempo, comparando la producción obtenida en la primera actividad con los consumos pasados y los actuales identificando la eficacia en las políticas de eficiencia energética de la organización [2].

- Diagrama de dispersión y correlación.
- Gráficos de control.
- Gráfico de consumo y ocupación en el tiempo (E-O vs T).
- Gráfico de consumo – ocupación (E vs O).
- Diagrama índice de consumo – ocupación (IC vs O).
- Gráfico de tendencia o de sumas acumulativas (cusum).
- Diagrama de pareto.
- Estratificación.

Diagnóstico energético del edificio

Se busca identificar las posibles anomalías en el estado y funcionamiento de los equipos que se consideraron de mayor consumo en el proceso de caracterización. Con esto se puede establecer un plan de mejora que disminuya el consumo energético del edificio.

Planteamientos de mejora para el uso racional de la energía

A partir del análisis de los datos y de la información obtenida en el proceso de caracterización, se plantean una serie de mejoras que deben ir encaminadas a una reducción en el consumo de los recursos energéticos del edificio, con una mínima inversión y sin afectar las diferentes actividades misionales de la organización.

ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO

El documento se encuentra conformado por siete (7) capítulos y cinco (5) apéndices. Los cuales se encuentran organizados de la siguiente forma:

Capítulo 2, Actividad 1: Adquisición, selección y organización de la información relevante.

Capítulo 3, Actividad 2: Pre-caracterización energética del edificio.

Capítulo 4, Actividad 3: Proceso de caracterización de la eficiencia energética.

Capítulo 5, Diagnóstico energético.

Capítulo 6, Recomendaciones para el uso racional de la energía.

Capítulo 7, Conclusiones y observaciones.

Apéndice A, Encuestas.

Apéndice B, Campaña de concientización.

Apéndice C, Ficha técnica de equipos de medición utilizados.

Apéndice D, Informe de analizador de redes.

Apéndice E, Ficha técnica transformador de potencia.

Capítulo 1

ACTIVIDAD 1: ADQUISICIÓN, SELECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN RELEVANTE

Se hace necesario adquirir información relevante acerca de la estructura y organización del edificio, su gestión administrativa y de recursos energéticos. También es importante identificar la diversidad de procesos y actividades que se llevan a cabo en el establecimiento, los energéticos primarios utilizados y su producción, con lo cual se hará la posterior caracterización. Como primer paso se obtienen los datos de la infraestructura del complejo de edificios, seguido de una descripción del sistema eléctrico complementado con diagramas unifilares. Posteriormente se muestra el diagrama organizacional y se caracteriza la producción que se mide mediante el número de personas que ocupan el edificio en las distintas horas del día. Esta información fue suministrada por las divisiones de planeación y de planta física de la Universidad Industrial de Santander.

1.1. DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL EDIFICIO



Figura 1.1: Conjunto de edificios Camilo Torres

El conjunto de edificios Camilo Torres (Figura 1.1) se encuentra ubicado en Bucaramanga (Colombia) en la Carrera 27 con Calle 9 en la Universidad Industrial de Santander, Edificio 45. Está constituido por tres (3) bloques en los cuales se realizan diferentes actividades, en su mayoría, de índole académico: Los bloques Camilo Torres, Laboratorios Livianos y Laboratorio de Posgrados los cuales hacen parte de la Facultad de Ciencias de la Universidad industrial de Santander. A continuación se presenta una descripción de cada uno.

1.1.1. Edificio Camilo Torres



Figura 1.2: Vista exterior del edificio Camilo Torres

El edificio Camilo Torres (Figura 1.2) consta de 4 niveles, los cuales se componen de 31 aulas en las que se ejerce la docencia, cuatro (4) salas de cómputo y el auditorio Sergio Gamboa. Fue construido en 1974 por el Arquitecto Horacio Gómez. Normalmente en calidad de formación, atiende la mayoría de la demanda de servicios de ciclo básico y sus propios requerimientos de

pregrado y posgrado de las diferentes escuelas adscritas a la Facultad de Ciencias de la UIS. En el proceso de extensión, atiende los requerimientos de cursos vacacionales, semilleros, actividades de posgrado o de alguna otra índole [3].

1.1.2. Edificio Laboratorio Livianos



Figura 1.3: Vista exterior del edificio Laboratorio Livianos

El edificio Laboratorio Livianos (Figura 1.3) consta de 4 niveles y un sótano los cuales se componen de aulas de clase, laboratorios, oficinas de profesores y administrativos, un museo de historia natural, un herbario, entre otros recintos que se utilizan para múltiples actividades. En éste bloque funcionan cuatro (4) escuelas adscritas a la Facultad de Ciencias de la UIS, así como también instalaciones de la Cooperativa de Profesores UIS (COOPRUIS). Al igual que el bloque Camilo Torres atiende la demanda de estudiantes de pregrado en su ciclo básico, además de sus propios requerimientos de pregrado y posgrado. En segundo y tercer nivel posee puentes que lo interconecta con los demás bloques que constituyen el complejo del Camilo Torres. Fue construido en 1974 por el Arquitecto Horacio Gómez.

1.1.3. Edificio Posgrados



Figura 1.4: Vista exterior edificio Posgrados

Este edificio (Figura 1.4) consta de tres (3) niveles compuestos por seis (6) laboratorios ubicados en el primer piso, siete (7) laboratorios en el segundo piso y en el tercer nivel se encuentran tres (3) oficinas de personal administrativo junto a una cafetería y una sala de profesores. Los laboratorios que alberga, son en su mayoría pertenecientes a las escuelas de física y química de la Facultad de Ciencias de la UIS. Sus actividades por lo tanto, se basan en los procesos de posgrado y la investigación. Fue construido en 1974 por el Arquitecto Horacio Gómez .

1.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL EDIFICIO CAMILO TORRES

1.2.1. Subestación eléctrica

La subestación eléctrica del Camilo Torres está ubicada en el ala oeste del bloque de Laboratorios Livianos en un cuarto de 2,6 x 3,1x 2,9 metros, el cual posee cuatro (4) subdivisiones en las que se encuentra el transformador, el tablero general, la planta de emergencia y un cuarto de UPS. Está conectada a la subestación de la planta de aceros que a su vez se conecta con la subestación de Ingeniería civil alimentada desde la acometida que se encuentra ubicada en el edificio de Eléctrica Antigua como se muestra en la Figura 1.5

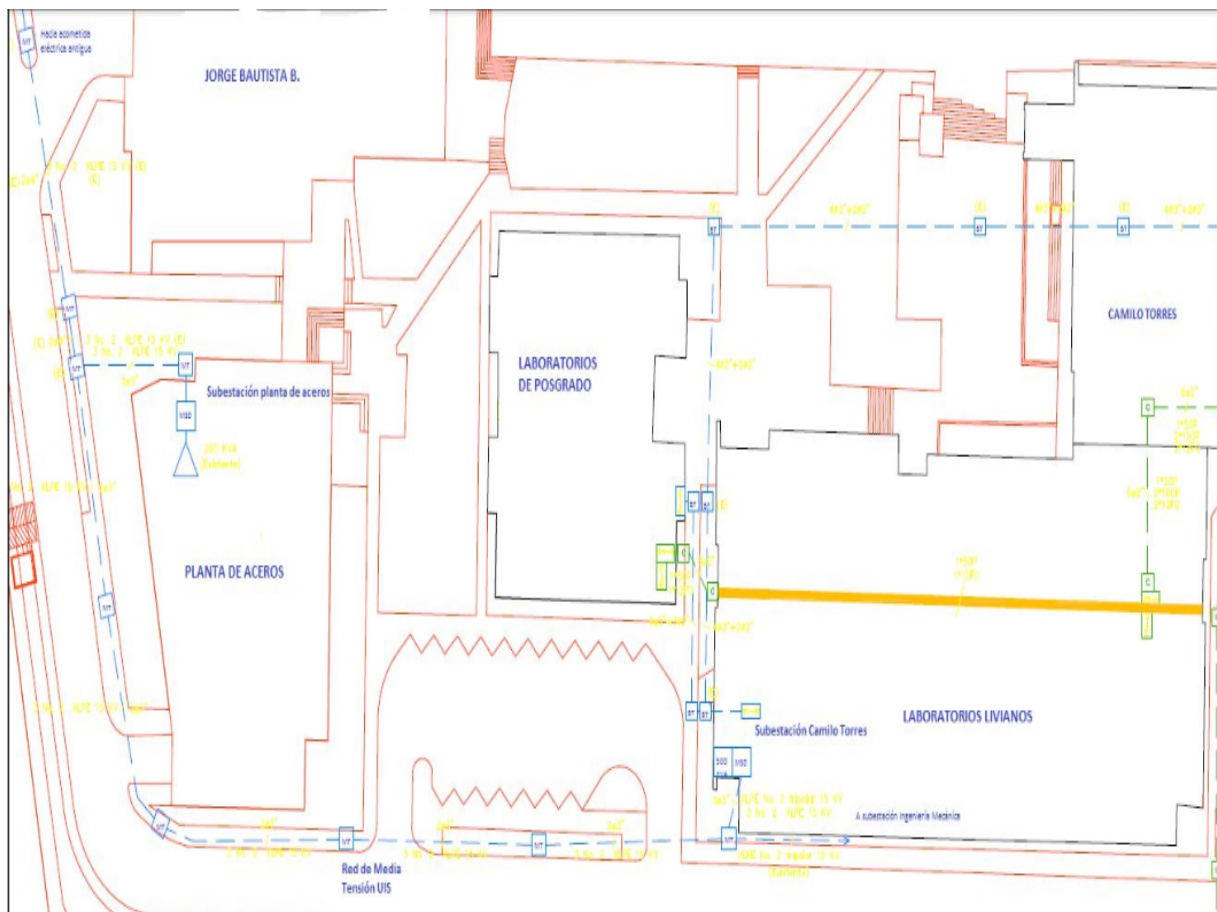


Figura 1.5: Subestación eléctrica

El transformador de potencia que alimenta los tres (3) bloques es un transformador trifásico Siemens de 500 kVA cuya acometida de media tensión posee conductores de fase calibre 2 AWG XLPE a 15 kV. El lado de baja tensión está conectado al cuarto donde se encuentran los tableros de baja tensión, un tablero de aires y equipos, un tablero regulado con un totalizador general de seguridad. En la Figura 1.6 se muestra el esquema unifilar de la subestación descrito anteriormente.

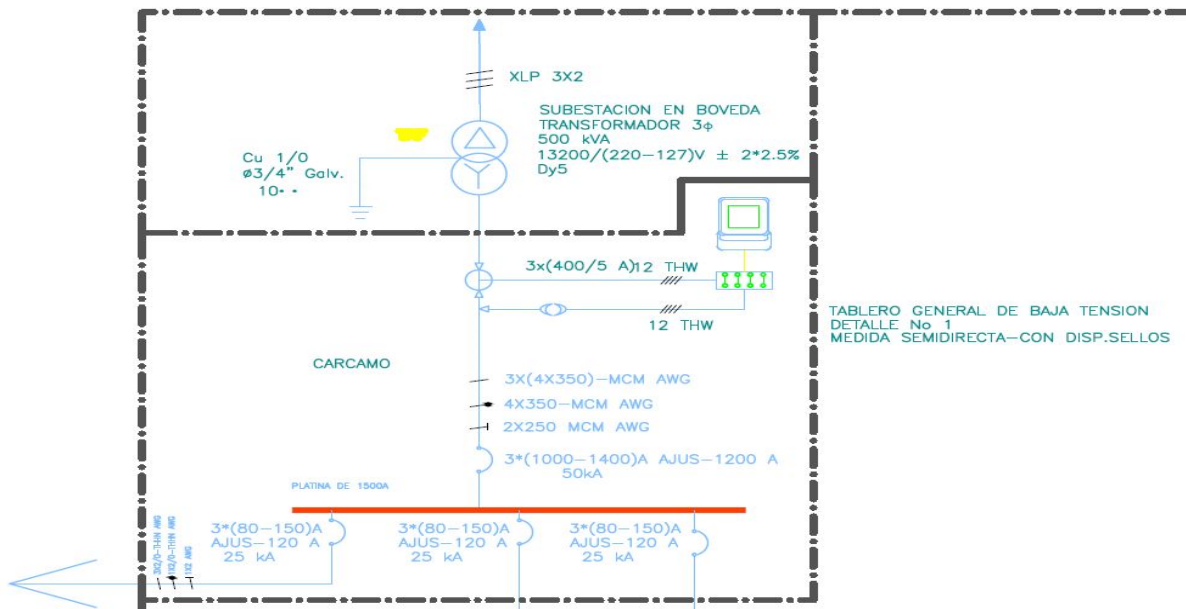


Figura 1.6: Unifilar subestación

1.2.1.1. Transformador de potencia

La subestación del Camilo Torres posee un transformador de potencia trifásico (Figura 1.7) con capacidad nominal de 500 kVA, con tensión asignada de 13200V / (226-130,5 V), conexión Dyn5, aislamiento tipo A, altura de diseño 1000 m.s.n.m., límites de calentamiento aceite/ devanado 60/65°C, regulación de tensión +1/-3x2.5%, nivel básico de aislamiento en el lado de alta de 95 kV y en el lado de baja de 30 kV, frecuencia de 60 Hz y tipo de refrigeración ONAN. Este transformador alimenta los tres (3) bloques que componen el complejo de edificios del Camilo Torres.



Figura 1.7: Transformador de potencia del edificio Camilo Torres

1.2.1.2. Diagramas unifilares del Camilo Torres

A continuación se muestra una descripción genérica del sistema eléctrico del conjunto de edificios Camilo Torres, teniendo como base los diagramas unifilares de la subestación y de cada uno de los edificios que conforman este conjunto. Dichos diagramas unifilares se encuentran plasmados en detalle, en el anexo del cd adjunto con éste texto. El sistema eléctrico del camilo torres consta de el transformador que fue descrito anteriormente, cuyo lado secundario está conectado a un tablero general de baja tensión (TGBT) que posee un totalizador de 50 kA. Este TGBT alimenta los centros de carga de aires acondicionados del edificio de Laboratorios Livianos y va

hacia un tablero de transferencia de baja tensión el cual va conectado a una planta de emergencia automática de 375 kVA (Figura 1.8).

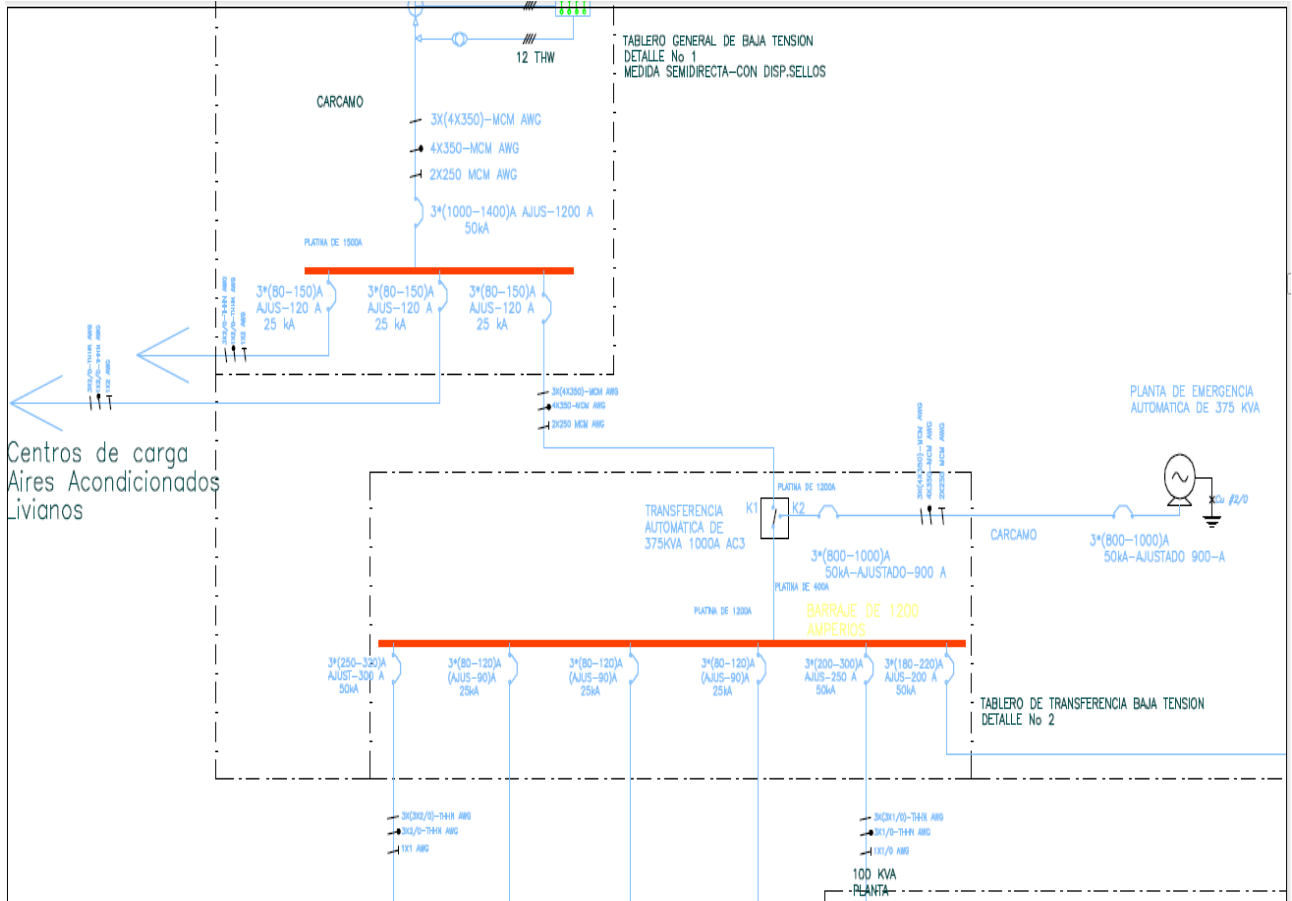


Figura 1.8: Tablero general de baja tensión y tablero de transferencia de baja tensión conectado a planta de emergencia

El tablero de transferencia de baja tensión alimenta cargas que en caso de una interrupción en el suministro eléctrico, pasan a ser alimentadas por la planta de emergencia. Entre estas cargas están 85 kVA del Camilo Torres, 125 kVA de Laboratorios Livianos y 85 kVA pertenecientes a Laboratorios de posgrado. Además tiene una derivación hacia un cuarto de UPS el cual sirve como unidad de respaldo que puede alimentar 45 kVA de Laboratorios Livianos y 35 kVA de Laboratorios de posgrado. Lo anterior se puede observar en la Figura 1.9.

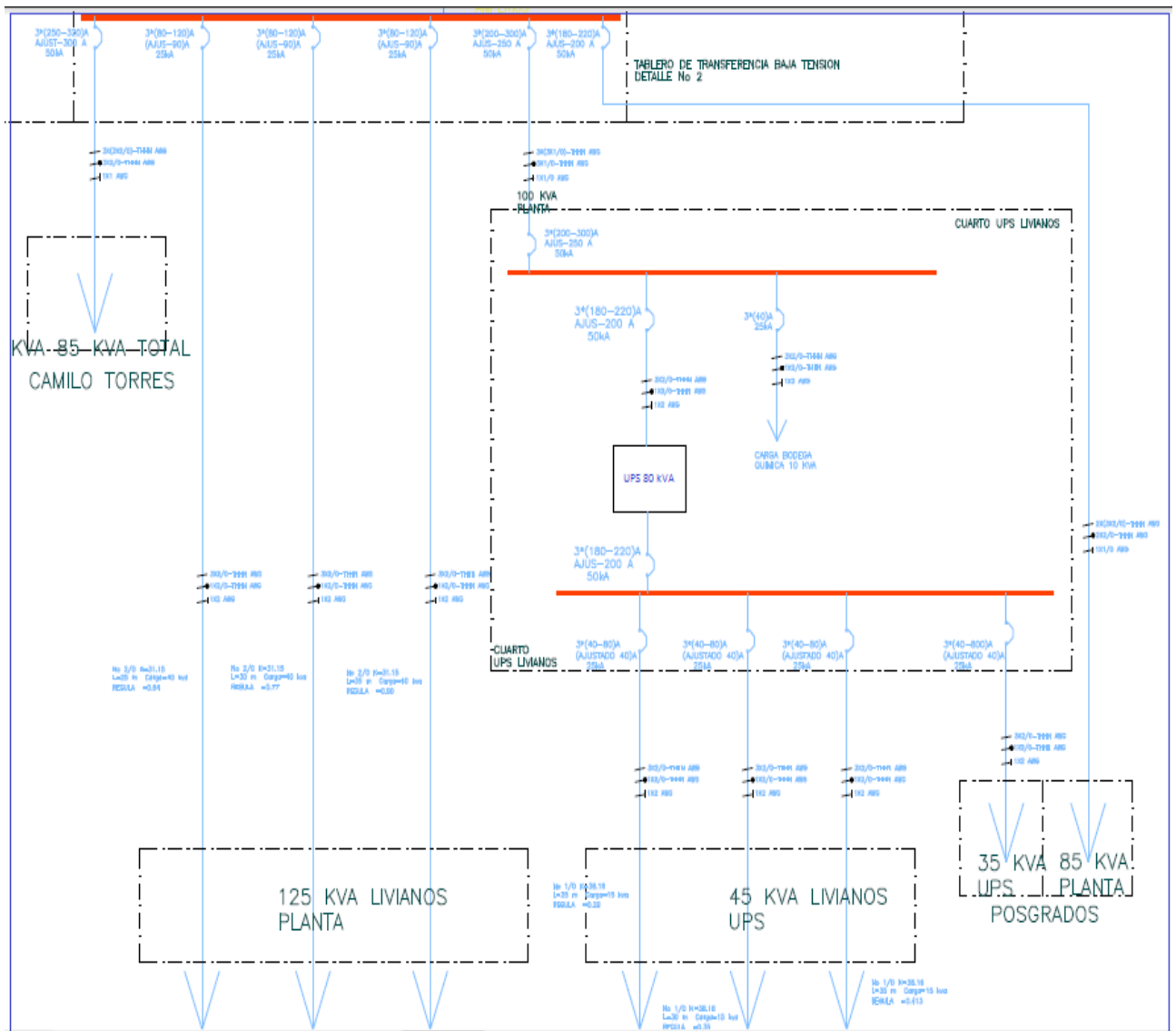


Figura 1.9: Tablero de transferencia de baja tensión con cuarto de UPS

El sistema eléctrico del bloque Camilo Torres está alimentado por un barraje de 300 A que a su vez recibe la energía del TGBT. Este barraje de 300 A alimenta los circuitos ramales de centros de cómputo y aulas de clase. Además posee un ramal que está respaldado por un UPS ubicado en el cuarto eléctrico principal y en el que se conectan 10 kVA de aulas y 30 kVA de centros de cómputo. También se conecta un ramal que va hacia otro barraje de 200 A el cual posee un delastre de carga y alimenta cargas de aire acondicionado. El delastre de carga desconecta estas cargas en caso de que las circunstancias lo ameriten y se controla desde la planta de emergencia. Esta descripción se representa en la Figura 1.10.

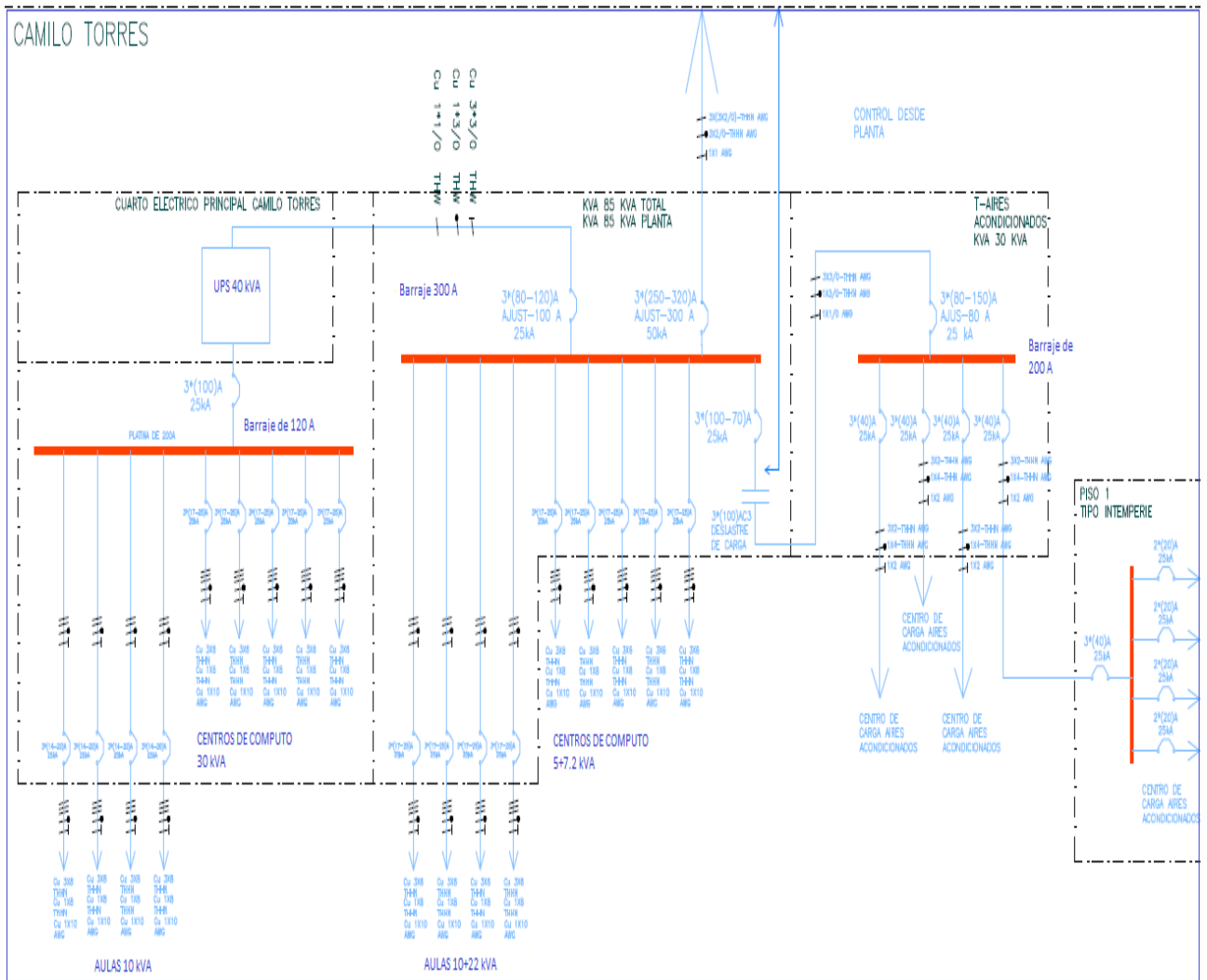


Figura 1.10: Diagrama unifilar del bloque Camilo Torres

El sistema eléctrico del edificio de Laboratorio de Posgrados viene alimentado desde el tablero de transferencia de baja tensión. Existe una carga de 35 kVA (Figura 1.11) conectada al sistema de UPS ubicado en la subestación en el bloque de Livianos, la cual está soportada por un barraje de 150 A del que se desprenden los circuitos ramales del primer piso de éste edificio. De este barraje se deriva una conexión hacia un barraje de 100 A que suple la carga del segundo y tercer piso. Por otro lado la carga de 85 kVA (Figura 1.12) se conecta a la planta de emergencia y consta de circuitos de los distintos niveles del edificio, además de que en éste barraje de 200 A se conectan los centro de carga de aire acondicionado con un delastre de carga.

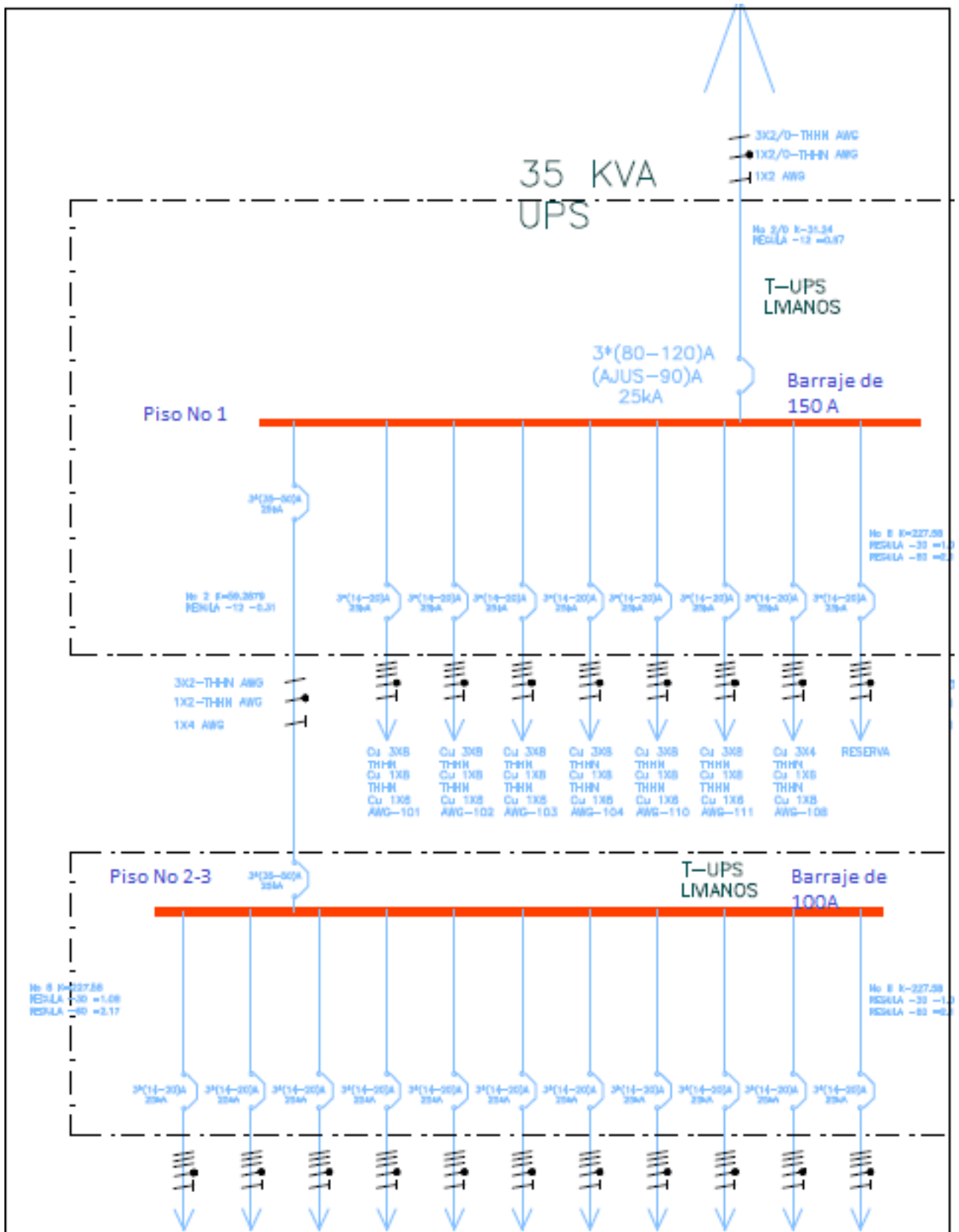


Figura 1.11: Diagrama unifilar Laboratorios de Posgrados, carga de 35 kVA conectada a UPS

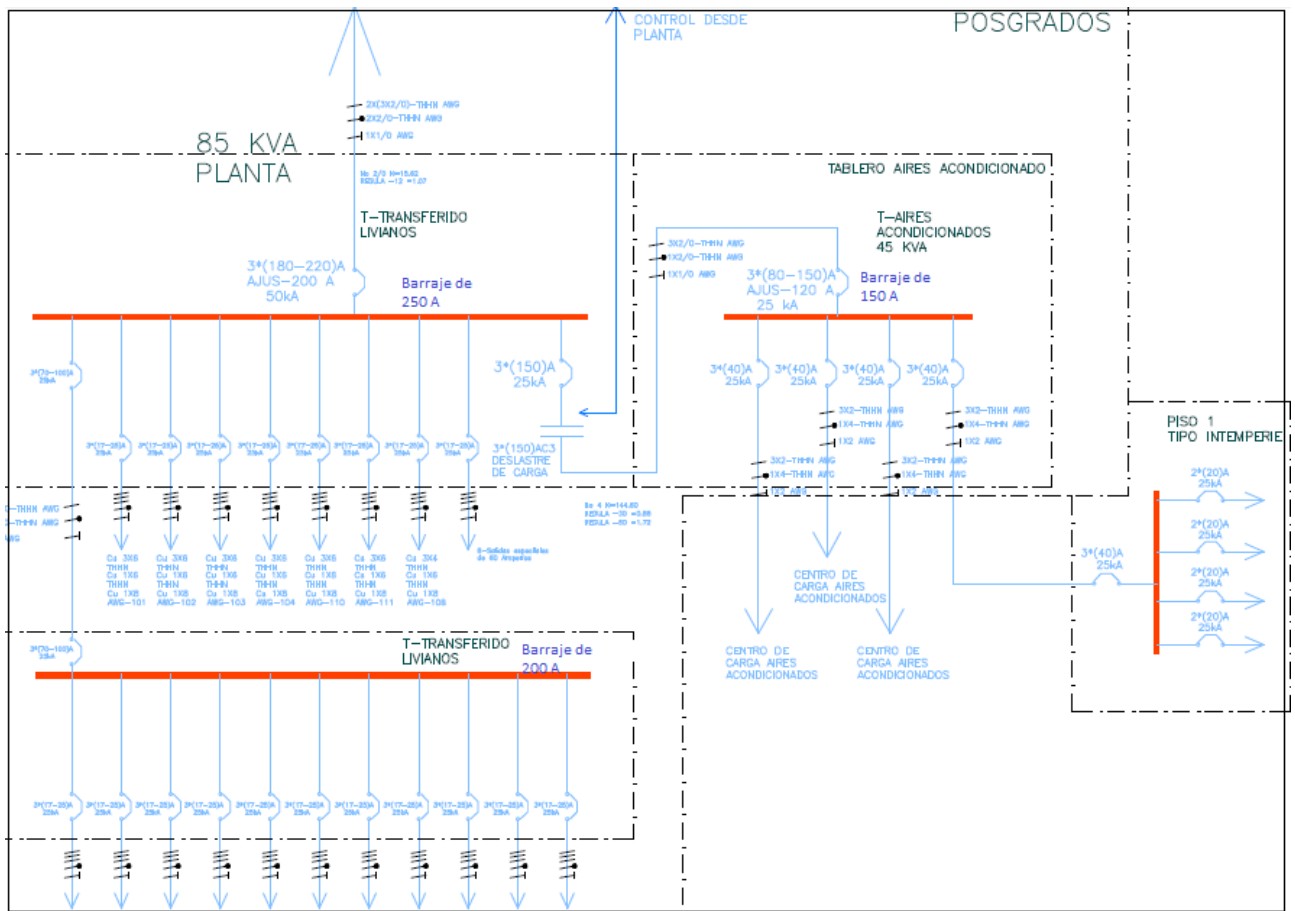


Figura 1.12: Diagrama unifilar de Laboratorios de Posgrado, carga de 85 kVA

El edificio de Laboratorios Livianos cuenta con 6 barrajes de 200 Amperios alimentados por la planta de emergencia, los cuales se dividen en un par de barrajes para alimentar el piso 1 en la parte oriental y otro para el piso 1 en la parte occidental. De la misma forma para el piso 2 y 3, como se muestra en la Figura 1.13.

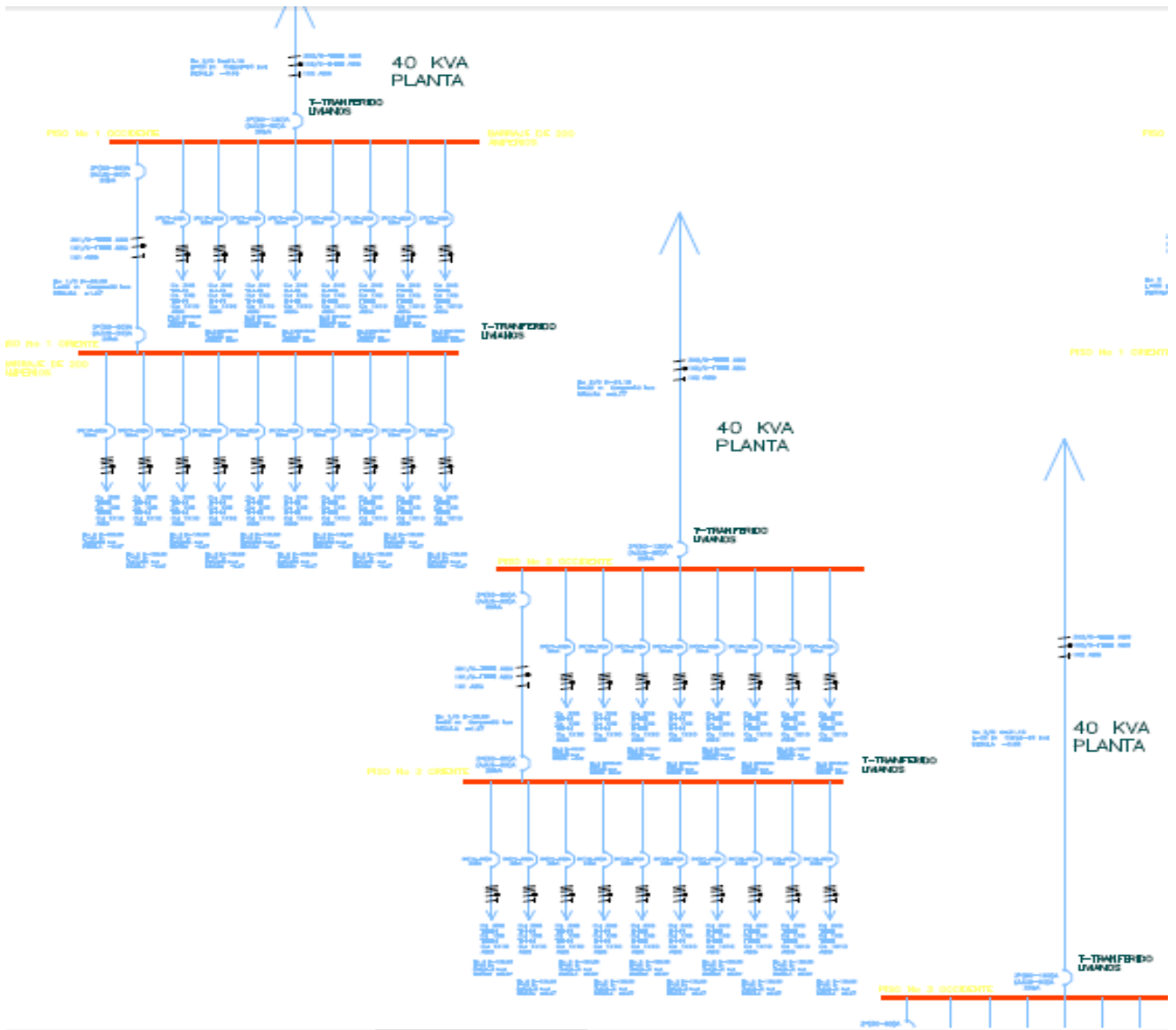


Figura 1.13: Barrajes alimentados por planta de emergencia

De la misma forma existen 6 barrajes alimentados por la UPS, con la misma disposición que los barrajes de la planta de emergencia, un par que alimenta la parte oriental del primer piso y otra que alimenta la occidental del edificio en el primer piso, lo mismo para los pisos 2 y 3. Como se observa en la Figura 1.14.

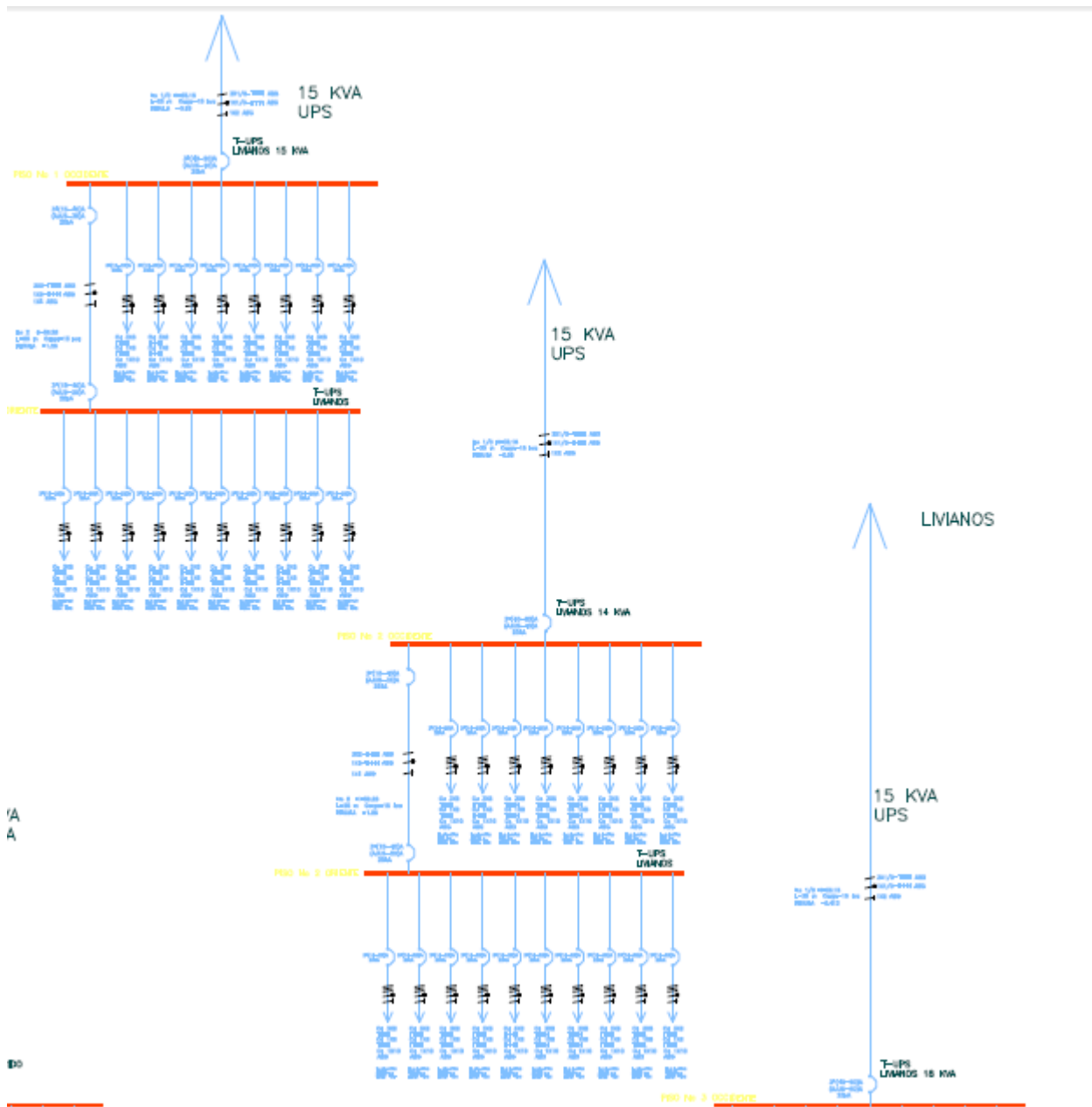


Figura 1.14: Barrajes alimentados por la UPS

Además en la Figura 1.15 se muestra un barraje de 200 Amperios ubicado en el piso 1, tipo intemperie dedicado a alimentar los aires acondicionados de la zona oriente del edificio y otro para la zona occidental como se muestra en la Figura 1.16.

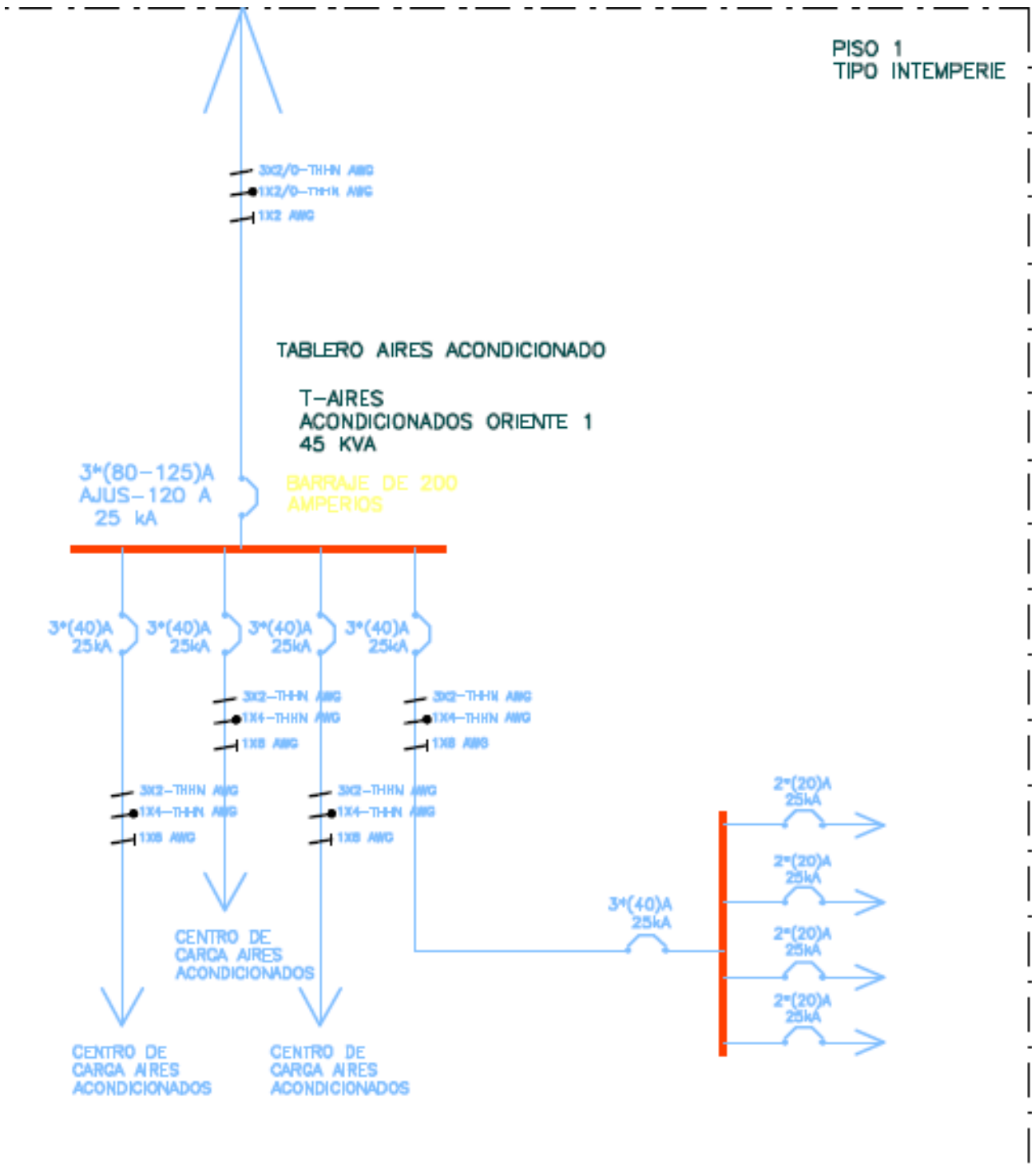


Figura 1.15: Barraje aires acondicionados oriente

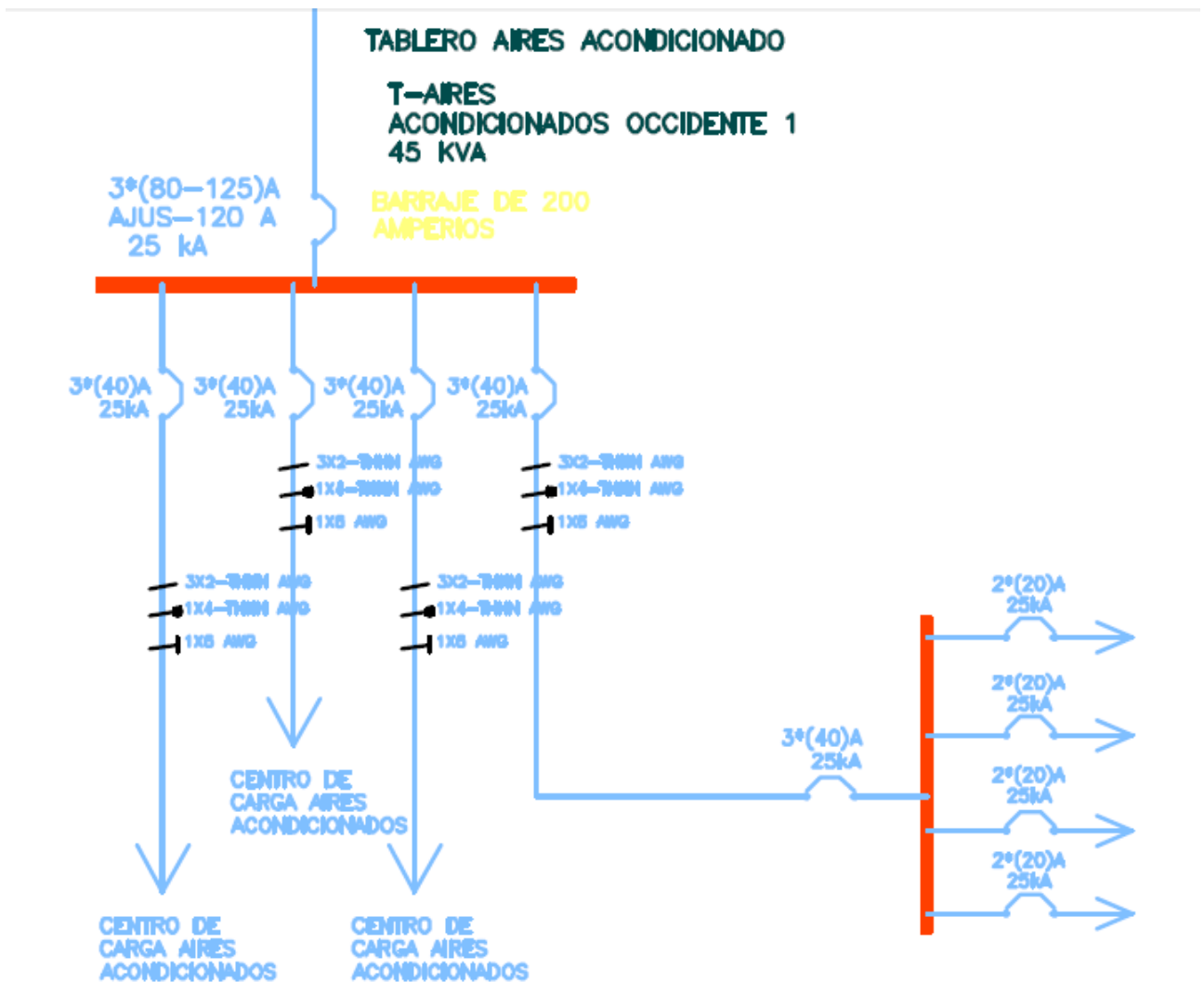


Figura 1.16: Barraje aires acondicionados occidente

1.2.1.3. Producción (ocupación)

Para determinar la producción se tomaron los horarios de clases del edificio Camilo Torres los cuáles fueron suministrados por la dependencia de Admisiones de la universidad, para los bloques de salones y laboratorios livianos. Para el bloque de posgrados se realizó un censo en donde se obtuvieron los datos de ocupación y horarios de ocupación de este edificio.

Teniendo los horarios de todos los bloques integrantes del complejo Camilo Torres se procedió a sumar los datos de ocupación por horas, para así hallar la ocupación total por cada día de la semana. Posteriormente basados en el calendario anual y el académico se obtuvo la ocupación

por cada mes de los dos semestres a evaluar. La producción (Ocupación) del Camilo Torres en cada uno de los meses en los que se midieron los consumos de energía, se muestran en la Tabla 1.1.

| MES | OCUPACIÓN (PERSONAS) |
|------------|----------------------|
| Junio | 215695 |
| Julio | 99650 |
| Agosto | 172221 |
| Septiembre | 111648 |
| Octubre | 151580 |
| Noviembre | 113945 |
| Diciembre | 113461 |
| Enero | 99261 |
| Febrero | 207845 |
| Marzo | 208511 |
| Abril | 113796 |
| Mayo | 159989 |

Tabla 1.1: Ocupación Edificio Camilo Torres

1.2.1.4. Estructura organizacional

El Camilo Torres alberga la Facultad de Ciencias de la Universidad Industrial de Santander. A esta facultad están adscritas cuatro (4) escuelas (Biología, Química, Matemáticas y Física) cuyas dependencias administrativas se encuentran ubicadas en el bloque de Laboratorios Livianos. La Facultad de Ciencias es una unidad académica y administrativa que agrupa los campos de conocimientos afines de sus cuatro (4) escuelas, bienes y recursos con el objetivo orientar, fomentar, planificar, coordinar y monitorear las actividades que se llevan a cabo por parte de las escuelas y departamentos que están bajo su dirección conforme al criterio y políticas del Consejo Superior y Consejo Académico de la UIS. La Facultad de Ciencias tiene como dirigentes al decano y Consejo de Facultad, así como también se tiene un encargado de la coordinación, orientación y fomento de las actividades de investigación y extensión el cual figura como Director de Investigaciones bajo la dirección de la decanatura. Las cuatro escuelas son unidades que desarrollan los programas académicos de pregrado o posgrado, así como también la investigación y la extensión. Cada escuela está administrada por su director y el Consejo de Escuela, los cuales tienen a su cargo profesores, empleados y demás personal adscrito a dicha escuela [5]. En la Figura 1.17 se muestra la estructura organizacional descrita anteriormente.

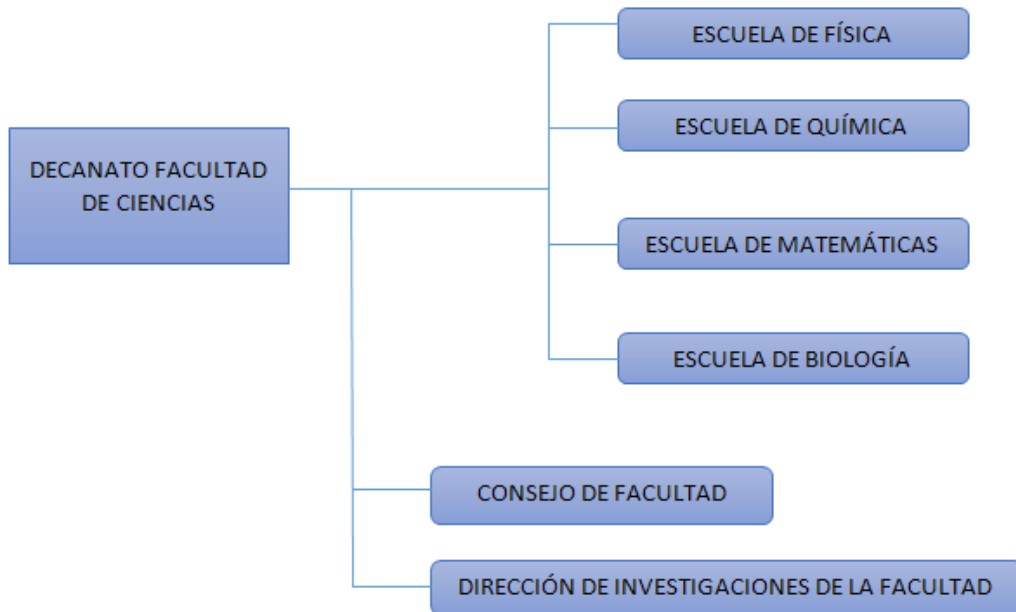


Figura 1.17: Estructura organizacional [4]

1.2.1.5. Comportamiento histórico del consumo energético en el edificio Camilo Torres

Se hace necesario obtener los datos del consumo energético anual del edificio para realizar un análisis comparativo del comportamiento del consumo y la producción. Esta información fue proporcionada por la división de planeación de la UIS y contiene el consumo mensual de energía activa (kWh) y energía reactiva (kVARh) tomados mediante un medidor general, instalado en el secundario del transformador de potencia de la subestación del Camilo Torres. Con éstos datos y el censo de carga se realizará un análisis de los potenciales de ahorro energético y se establecerán metas de reducción del consumo para así proponer alternativas en el uso racional de la energía.

| TABLA DE CONSUMO ENERGÉTICO | | | |
|-----------------------------|----------------|--------------|-----------------|
| Fecha | Mes de consumo | Consumo[kWh] | Consumo [kVARh] |
| 09/07/2013 | jun-13 | 80280 | 60900 |
| 02/08/2013 | jul-13 | 48640 | 20020 |
| 03/09/2013 | ago-13 | 63340 | 26000 |
| 01/10/2013 | sep-13 | 52880 | 23200 |
| 01/11/2013 | oct-13 | 61300 | 27140 |
| 03/12/2013 | nov-13 | 55520 | 26240 |
| 08/01/2014 | dic-13 | 54640 | 26840 |
| 01/02/2014 | ene-14 | 43680 | 19580 |
| 03/03/2014 | feb-14 | 66400 | 26940 |
| 01/04/2014 | mar-14 | 67900 | 27160 |
| 01/05/2014 | abr-14 | 55380 | 25560 |
| 31/05/2014 | may-14 | 63080 | 26240 |

Tabla 1.2: Consumos energéticos de los edificios del Camilo Torres

A continuación se muestra el diagrama de barras del consumo energético anual (energía activa y reactiva).

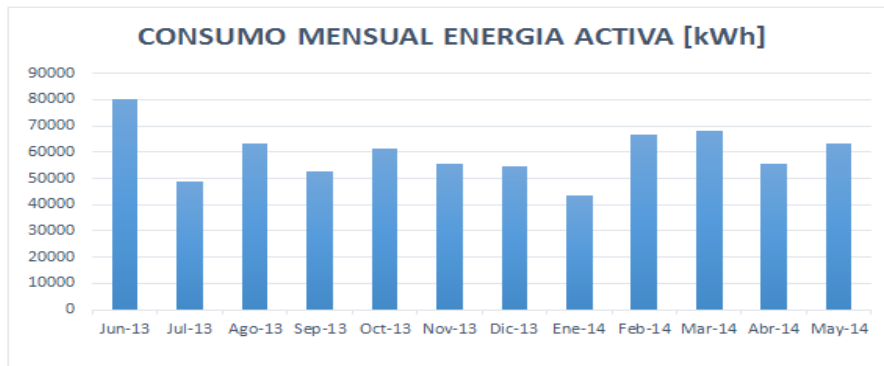


Figura 1.18: Consumo mensual energía activa

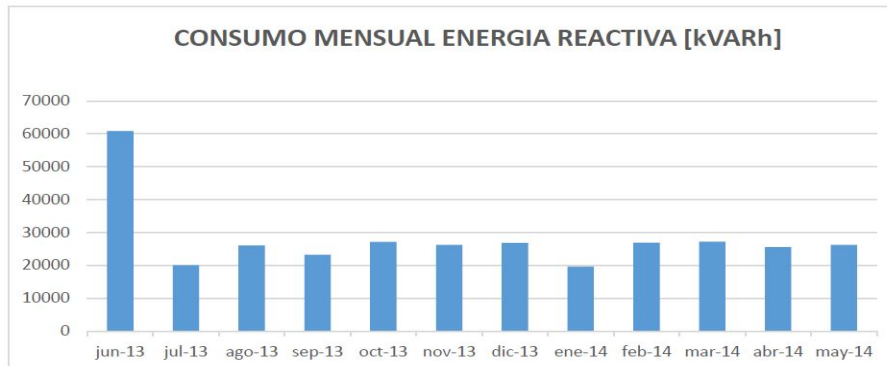


Figura 1.19: Consumo mensual energía reactiva

En la Figura 1.18 y la Tabla 1.2 se pueden observar los consumos históricos de energía activa, los cuales mantienen un comportamiento estable a lo largo del período de medición, es decir, no existe variación considerable de un mes respecto a los otros. El mes de Junio de 2013 se presenta como el de mayor consumo registrando 80280 kWh, periodo durante el cual se ejercieron las actividades académicas en el edificio de forma normal, mientras que el mes de Enero de 2014 presenta el menor consumo con 43680 kWh, lo cual es coherente con el hecho de que durante este lapso de tiempo la comunidad universitaria se encuentra en periodo de vacaciones. Aun así se registra consumo debido a los equipos que permanecen encendidos sin que necesariamente sean utilizados por el personal.

Capítulo 2

ACTIVIDAD 2: PRE-CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Es preciso, antes de caracterizar el consumo energético del edificio, realizar un diagnóstico de su estado actual en lo que se refiere a la organización, administración y al uso adecuado de los recursos energéticos. Para ello se aplicarán herramientas de caracterización las cuales determinarán cual es la situación energética actual del Camilo Torres, la gestión de sus recursos energéticos y los potenciales de mejora de la eficiencia energética [2].

La caracterización del estado actual de los recursos energéticos del edificio proporciona los activos necesarios para la identificación de las fuentes de ahorro energético y la capacidad que posee la administración del edificio para gestionar sus recursos de modo que se establezcan unas metas a corto y mediano plazo en la reducción del gasto energético. Esto se apoya en unas encuestas cualitativas sobre el estado actual de la organización, un censo de la carga existente y un diagrama energético que represente el uso de la energía y las principales áreas de consumo del edificio [2].

2.1. ENCUESTAS

La realización de estas encuestas permite conocer el estado inicial de los edificios respecto a su gestión energética aplicada.

Las encuestas empleadas se basaron en el formato de la UPME [2]. Estas encuestas se muestran en el apéndice A.

2.1.1. Encuesta de identificación y descripción del edificio

Como su nombre lo indica esta encuesta permite conocer datos relevantes del edificio tal como su ubicación, procesos que realiza, cuantas personas intervienen en esos procesos productivos, el tiempo de ejecución de los mismos, también permite conocer si se realizan mantenimiento a los equipos que poseen, que clase de mantenimiento, y los tiempos de parada del personal con frecuencias y motivo.

Fue necesario reformar la encuesta para adaptarla al edificio Camilo Torres, debido a que este se encuentra dividido en diferentes áreas administrativas, por lo cual se realizó una encuesta para cada una de estas áreas, con el fin de obtener una plena identificación del edificio. Las encuestas se realizaron a:

- Escuela de Biología
- Escuela de Física
- Escuela de Matemáticas
- Escuela de Química
- Asociación recreativa de profesores de la UIS (ARPRUIS)
- Asociación de profesores de la UIS
- Coopruis
- Cafetería
- Fotocopiadora

2.1.2. Encuesta para el diagnóstico energético inicial y ambiental asociado al consumo energético

Esta encuesta permite la identificación de los equipos de servicio energético con los que cuenta el edificio, así como los suministros sobre servicios energéticos del mismo, además permite conocer cómo se encuentra el edificio respecto a gestión energética.

La encuesta se realiza a personal encargado de la gestión energética y de mantenimiento en el edificio Camilo Torres, que en este caso corresponde al ingeniero Gustavo Adolfo Archila, jefe de la División de Planta física de la Universidad Industrial de Santander quien accedió a llenar el formato de la encuesta el cual se encuentra en el apéndice de encuestas (apéndice A) realizandose el día Lunes 19 de Mayo de 2014.

Con base en las encuestas realizadas se obtiene la información necesaria para introducir en el software de calificación de niveles de gestión energética de la UPME, y así evaluar el nivel de gestión energética se encuentran los edificios del Camilo Torres.

2.2. SOFTWARE DE CALIFICACIÓN DE NIVELES DE GESTIÓN ENERGÉTICA

| EVALUACIÓN DE LAS BUENAS PRÁCTICAS DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN EL CONJUNTO DE EDIFICIOS CAMILO TORRES | | |
|--|---|--------------|
| ÁREA | OBSERVACIONES | CALIFICACIÓN |
| PLANEACIÓN | No existen objetivos energéticos cuantitativos y cualitativos insertados en los objetivos generales del conjunto de edificios del Camilo Torres o de forma independiente a estos. | 1,38 |
| | No existen metas a nivel de edificios y a nivel de áreas cuyo cumplimiento permite lograr la política y los objetivos energéticos o generales del conjunto de edificios del Camilo Torres | |
| | No existe un presupuesto de consumo de energía para el conjunto de edificios del Camilo Torres y en cada área, determinado cuantitativamente en función de los pronósticos de ocupación y de los índices de consumo esperados de cada usuario, de acuerdo con el nivel de eficiencia real de los procesos productivos que posee el conjunto de edificios del Camilo Torres. | |
| | El presupuesto de energía anual del conjunto de edificios del Camilo Torres no tiene en cuenta las metas de eficiencia energética logrables por cada área. | |
| | No están identificadas y cuantificadas en cada área las variables que impactan la eficiencia energética a nivel operacional. | |
| | No existe un procedimiento establecido para determinar el indicador de eficiencia energética que puede alcanzar el área en función del nivel de ocupación. | |
| | Los presupuestos de consumo y eficiencia energética no son discutidos y aprobados con participación de las áreas que deben cumplirlos. | |
| GERENCIA | No existen mecanismos de chequeo de las metas energéticas a nivel del conjunto de edificios del Camilo Torres y a nivel de áreas. | 2 |
| | No existen indicadores energéticos a nivel del conjunto de edificios del Camilo Torres y a nivel de áreas que son chequeados con igual frecuencia y al mismo nivel de los indicadores productivos, de seguridad y financieros de la empresa. | |
| | No existe una entidad que evalúa la marcha del desempeño de los indicadores energéticos del conjunto de edificios del Camilo Torres y las áreas productivas periódicamente adoptando medidas en casos necesarios. | |
| | No existe un procedimiento establecido para determinar y validar el potencial de reducción del consumo de energía en cada área. | |
| | No existen líderes y equipos en cada área encargados de analizar la información del resultado del monitoreo, tomar decisiones operativas, evaluar el resultado del accionamiento de las variables de control e identificar nuevos potenciales de incremento de la eficiencia energética. | |
| PRODUCCIÓN Y OPERACIÓN | No existe un sistema de monitoreo de indicadores energéticos y metas diario a nivel de operación que permite corregir desviaciones de estos respecto a la meta loggable. | 2,33 |
| | 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. | |
| | No están capacitados y entrenados los operadores y supervisores en el conocimiento energético de los procesos que manejan para efectuar, mediante listas de chequeo, auto diagnósticos energéticos y corregir o identificar potenciales de mejora. Existen procedimientos para documentar y tramitar los resultados de los autodiagnósticos. | |

| | | |
|---|--|------|
| MANTENIMIENTO | No existe un nivel de prioridad del mantenimiento programado a equipos, sistemas y procesos en función de la importancia productiva, su estadística de fallos y del impacto en el consumo de energía de los edificios del Camilo Torres o sus áreas. | 2,69 |
| | 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 ni los resultados son debidamente documentados. | |
| | El conjunto de edificios del Camilo Torres no establece su programa de mantenimiento bajo el concepto del mantenimiento total productivo (MTP). | |
| ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD | No existe un nivel de prioridad del mantenimiento programado a equipos, sistemas y procesos en función de la importancia productiva, su estadística de fallos y del impacto en el consumo de energía en los edificios del Camilo Torres o sus áreas. | 2,92 |
| COMERCIALIZACIÓN Y COMPRAS | No se tiene el seguimiento en el conjunto de edificios del Camilo Torres de cuánto han variado en los últimos 2 años los costos de energéticos para iguales niveles de ocupación. | 3,04 |
| CONTABILIDAD Y FINANZAS | No existe la posibilidad de contabilizar y registrar diariamente la ocupación realizada y el consumo de cada energético consumido para esa ocupación en cada área. | 3 |
| | No existe implementado en cada área un sistema de contabilidad energética relacionando los consumos con las ocupaciones realizadas que permita evaluar diariamente la eficiencia de las áreas, el valor de sus pérdidas y la tendencia de sus consumos. | |
| GESTIÓN HUMANA | El conjunto de edificios del Camilo Torres no logra que el personal desarrolle un sentido de pertenencia respecto a la reducción de los costos energéticos. | 2,58 |
| | No es estimulado el trabajo en equipo por la eficiencia energética a nivel de áreas y del conjunto de edificios del Camilo Torres. | |
| | El conjunto de edificios del Camilo Torres no ha establecido programas e incentivos para mejorar la cultura energética. | |
| INNOVACIÓN Y GESTIÓN TECNOLÓGICA | No están identificadas tecnológicamente las potenciales mejoras productivas del proceso para el incremento de la productividad y sus proyectos asociados. | 2,55 |
| | No existe un proceso formal de investigación de nuevas materias primas, tecnologías de procesos de producción y tecnologías energéticas eficientes. | |
| GESTIÓN AMBIENTAL | El conjunto de edificios del Camilo Torres no trata de minimizar el consumo de energía, agua y materias primas contaminantes mediante la mejora de sus procesos productivos, el reciclaje, la sustitución de insumos, el mantenimiento preventivo y el uso de otras tecnologías. | 2,6 |
| | El conjunto de edificios del Camilo Torres no ha medido la cuantía del desperdicio, no sabe en qué etapa del proceso es generado ni ha formulado planes para reducirlo. | |
| | El conjunto de edificios del Camilo Torres no cuenta con un programa de control de pérdidas energéticas en sus equipos y áreas claves. | |
| SISTEMAS DE INFORMACIÓN | No existe una buena comunicación oral y escrita a través de los diferentes niveles del conjunto de edificios del Camilo Torres. | 3 |
| REPRESENTANTE DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA | No existe representante de la gerencia para la eficiencia energética. | 0 |

Figura 2.1: Reporte software calificación niveles gestión energética UPME

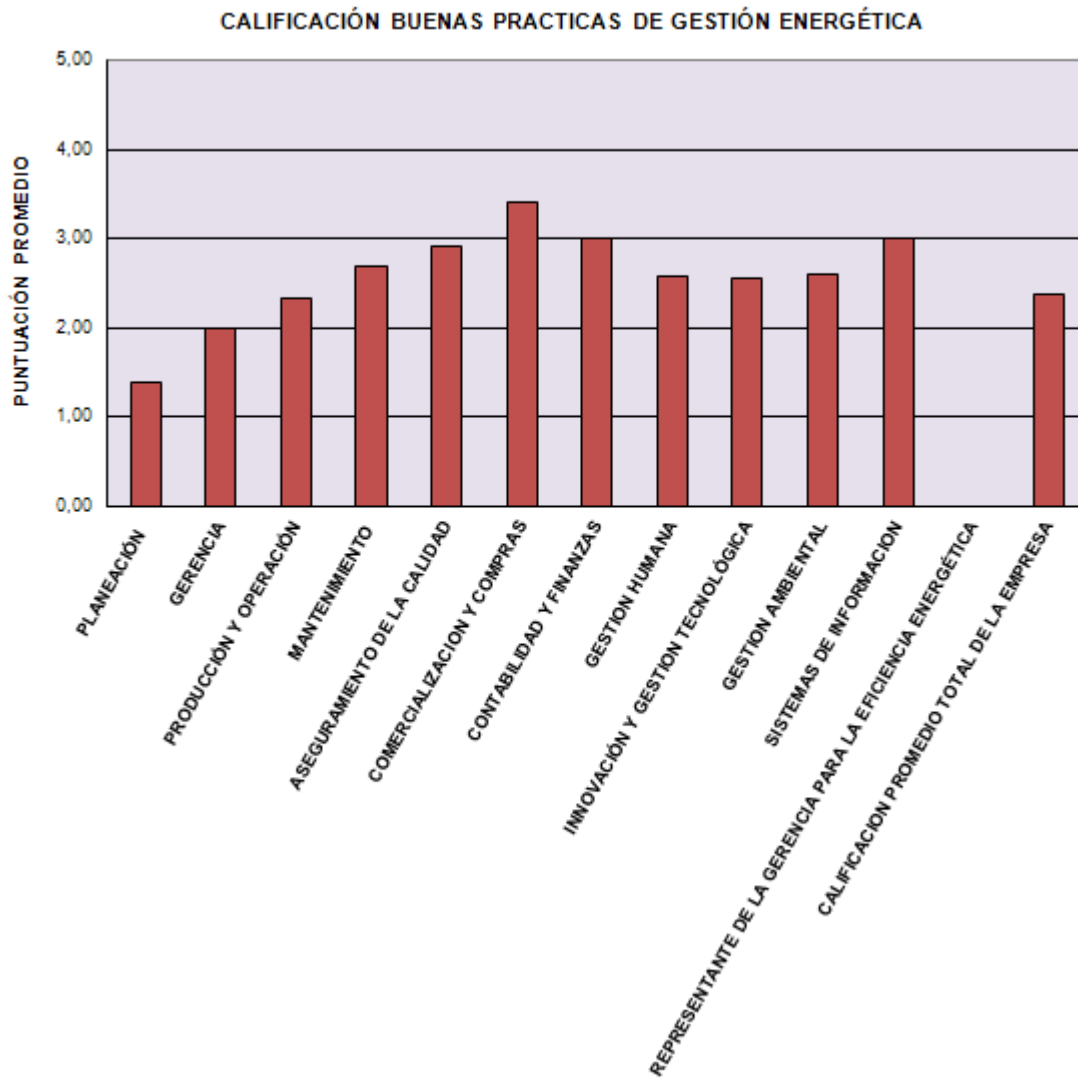


Figura 2.2: Calificación Buenas prácticas de Gestión Energética UPME

La Figura 2.2 permite observar mediante un gráfico de barras, la calificación obtenida por cada una de las áreas evaluadas por el software de niveles de gestión energética de la UPME, lo cual posibilita conocer cuáles son las áreas que presentan un mayor nivel de competencia y qué áreas precisan mejoras.

En la Tabla 2.1 se muestra el rango de valores posibles a obtener con el software junto a su respectivo nivel de competencia. El conjunto de edificios del Camilo Torres obtuvo una calificación de 2,37 con lo cual se ubica en un nivel incompetente de gestión energética.

| Niveles | | | |
|-----------------------|--------------|------------|----------------|
| Muy incompetente | Incompetente | Competente | Muy competente |
| <2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 |
| Calificación obtenida | | 2,37 | Incompetente |

Tabla 2.1: Calificación obtenida

2.3. CENSO DE LA CARGA DEL EDIFICIO CAMILO TORRES

A partir de la información suministrada sobre el estado en que se encuentra el edificio en la actualidad y tomando como base los datos suministrados por la división de planta física en los cuales figura el consumo histórico del edificio, lo que se realiza ahora es un censo de las cargas que se encuentran en cada una de las instancias del Camilo Torres, las cuales se constituyen por los equipos eléctricos utilizados para las diferentes actividades que se llevan a cabo en el mismo con su respectivo consumo de potencia eléctrica, así como también el promedio de tiempo de uso en horas que se le da a cada equipo, información que es suministrada por el personal que hace uso de las diferentes instalaciones del edificio. Lo que se busca acá es determinar los posibles potenciales de reducción en el consumo energético lo cual se apoya en una comparación entre el consumo nominal y el consumo real, así como también en una investigación de cuáles equipos están generando el mayor consumo, y qué alternativas pueden ser viables para dicha reducción. Para facilitar el estudio, se dividirá el consumo energético por áreas, las cuales se diferencian una de otra a partir de las actividades que se realizan en cada una, el tipo de cargas que se supone que se encontrarán en cada una y el personal que hace uso de los recintos que componen cada área. De este modo, las áreas de consumo que se determinaron para hacer el censo de carga fueron las siguientes:

1. Aulas de clase. Se compone de los salones en donde se dictan las diferentes asignaturas de forma presencial, a las que asisten tanto profesores como estudiantes de distintas carreras, en su mayoría de ingeniería, así como también de las carreras que son propias de la facultad de Ciencias Básicas que se encuentra en éste edificio. En su mayoría se encuentran localizadas en las divisiones del bloque Camilo Torres y algunas otras en el bloque Laboratorios Livianos. Consta de cargas de iluminación, proyectores y equipos de ventilación.

2. Oficinas de profesores. Tiene su ubicación en el bloque de Laboratorios Livianos en su totalidad. Posee oficinas de una o dos personas, en su mayoría profesores de planta adscritos a cada escuela de la Facultad de Ciencias Básicas así como también algunas salas de las cuales hacen uso profesores cátedra relacionados con las escuelas anteriormente nombradas. Éstas oficinas a su vez están distribuidas en los diferentes pisos del bloque de la siguiente manera:

- Piso 1: Profesores de planta de la escuela de matemáticas y de la escuela de biología. Profesores de cátedra.
- Piso 2: Profesores planta de química.
- Piso 3: Profesores planta de física.

Las cargas más abundantes que se encontraron en ésta área fueron iluminación, ordenadores, equipos de ventilación y algunos aires acondicionados. Cabe también resaltar que en lo que concierne a las oficinas de profesores cátedra, éstas se encuentran la mayoría del tiempo desocupadas pues el personal que hace uso de las mismas, se encuentra realizando actividades de docencia durante el día.

3. Salas de cómputo. Como su nombre lo indica se refiere a las aulas de informática de las cuales hacen uso tanto estudiantes como profesores, donde se pueden observar equipos como ordenadores, servidores, proyectores y aires acondicionados. En estos salones se imparten clases así como también en algunas ocasiones se dictan cursos de computación. Algunos estudiantes también hacen uso de estas salas para tareas extras y para su propio estudio. Se ubican entre los bloques Camilo Torres y Laboratorios Livianos.

4. Centros de estudio. Se localizan en Laboratorios Livianos. Constan de unas salas de estudio las cuales tienen a su disposición los estudiantes de cada escuela, así como también para personas ajenas a la Facultad de Ciencias. También se incluyen acá algunos centros de investigación los cuales realizan actividades similares y poseen el mismo tipo de carga como son iluminación, algunos ordenadores, así como también equipos para almacenamiento de alimentos y bebidas disponibles para los estudiantes.

5. Auditorios. Está compuesta por todos los auditorios y salas de conferencias en donde se realizan presentaciones de toda índole por parte de profesores y estudiantes. Consta de equipos de proyección e iluminación.

6. Administrativos. Acá se tienen en cuenta las oficinas de las directivas de la Facultad de Ciencias así como también de cada escuela y demás instancias que tengan que ver con la parte

administrativa del edificio. Tienen un uso más regular y el personal que hace uso de las mismas son directivos de la Facultad y empleados auxiliares los cuales ofrecen atención a estudiantes y demás personal. Se localiza en el bloque de Laboratorios Livianos y consta de cargas de iluminación, ordenadores y aires acondicionados.

7. Laboratorios Livianos. Consta de los laboratorios que se encuentran ubicados en el edificio de Laboratorios Livianos en los cuales se realizan actividades de docencia e investigación. Posee la mayor diversidad de cargas que en su mayoría se compone de equipos de laboratorio. Los ocupantes de ésta área son estudiantes de pregrado y profesores en un horario que varía entre cada laboratorio.

8. Laboratorios de posgrado. Como su nombre lo indica, el uso que se le da a ésta área tiene que ver con estudiantes de posgrado y profesores. Se ubica en el bloque del mismo nombre y consta en su mayor parte de gran diversidad de equipos de laboratorio. Tiene un uso bastante intensivo que varía entre cada laboratorio.

9. Áreas comunes. Hacen parte los pasillos y recintos que se encuentran fuera de los salones, en cada uno de los bloques que componen el edificio. Además se incluyen zonas de uso general del personal del mismo, como lo son las cafeterías, baños, cuartos de aseo y algunos comercios como el almacén Cooprouis y la fotocopidora. Se pueden encontrar cargas de iluminación además de los equipos de la cafetería y la fotocopidora.

En las Tablas 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10 se registran los datos obtenidos del censo de carga distribuidos para cada área en particular.

| AREA | EQUIPO | CANTIDAD | CONSUMO MEDIDO O DE PLACA [kW] | TIEMPO DE TRABAJO PROMEDIO HORAS/DIA | DIAS DE USO AL MES | TIEMPO TRABAJO PROM/MES [HORAS] | ENERGÍA CONSUMIDA PROM /MES [kWh] |
|------------------------|--------------------------|----------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| AREAS COMUNES | Lámpara fluorescente 1 | 580 | 0,032 | 4 | 20 | 80 | 1484,8 |
| | Lámpara fluorescente 2 | 4 | 0,059 | 4 | 20 | 80 | 18,88 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 102 | 0,032 | 1 | 20 | 20 | 65,28 |
| | Lámpara fluorescente 2 | 46 | 0,059 | 4 | 20 | 80 | 217,12 |
| | Calentador | 1 | 0,6 | 6 | 20 | 120 | 72 |
| | Cafetera | 1 | 0,25 | 8 | 20 | 160 | 40 |
| | Cafetera con vaporizador | 1 | 3,9 | 8 | 20 | 160 | 624 |
| | Molino Iberital | 1 | 0,14 | 8 | 20 | 160 | 22,4 |
| | Refrigerador | 3 | 1,5 | 12 | 30 | 360 | 1620 |
| | Horno microondas | 1 | 1,3 | 1 | 20 | 20 | 26 |
| | Licuadora | 1 | 0,6 | 0,5 | 20 | 10 | 6 |
| | Refrigerador | 1 | 0,4 | 12 | 30 | 360 | 144 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 2 | 0,032 | 10 | 20 | 200 | 12,8 |
| | Lámpara ahorradora | 26 | 0,06 | 4 | 20 | 80 | 124,8 |
| | Televisor | 1 | 0,08 | 4 | 20 | 80 | 6,4 |
| | Apliques de iluminación | 8 | 0,025 | 3 | 20 | 60 | 12 |
| | Fotocopiadora | 2 | 4,5 | 8 | 20 | 160 | 1440 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 2 | 0,032 | 8 | 20 | 160 | 10,24 |
| | Refrigerador | 3 | 1,5 | 12 | 30 | 360 | 1620 |
| | Televisor LG | 1 | 0,08 | 8 | 20 | 160 | 12,8 |
| | Computador de escritorio | 2 | 0,28 | 8 | 20 | 160 | 89,6 |
| Impresora | 1 | 0,08 | 0,5 | 20 | 10 | 0,8 | |
| Lámpara fluorescente 2 | 16 | 0,059 | 8 | 20 | 160 | 151,04 | |
| CONSUMO TOTAL | | | | | | | 7820,96 |

Tabla 2.2: Censo de carga áreas comunes

| AREA | EQUIPO | CANTIDAD | CONSUMO MEDIDO O DE PLACA [kW] | TIEMPO DE TRABAJO PROMEDIO HORAS/DIA | DIAS DE USO AL MES | TIEMPO TRABAJO PROM/MES [HORAS] | ENERGÍA CONSUMIDA PROM /MES [kWh] |
|----------------------|---------------------------|----------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| SALONES DE CLASE | Lámpara fluorescente 2 | 24 | 0,059 | 12 | 20 | 240 | 339,84 |
| | Lámpara fluorescente 2 | 10 | 0,059 | 6 | 20 | 120 | 70,8 |
| | Ventilador Samurai | 1 | 0,08 | 4 | 20 | 80 | 6,4 |
| | Proyector de diapositivas | 2 | 0,38 | 2 | 20 | 40 | 30,4 |
| | video beam | 1 | 0,246 | 6 | 20 | 120 | 29,52 |
| | Minisplit York | 1 | 3,06 | 4 | 20 | 80 | 244,8 |
| | Lámpara fluorescente 2 | 88 | 0,059 | 7 | 20 | 140 | 726,88 |
| | Video beam | 2 | 0,29 | 7 | 20 | 140 | 81,2 |
| | Video beam Panasonic | 1 | 0,29 | 7 | 20 | 140 | 40,6 |
| | Video beam Epson | 2 | 0,283 | 7 | 20 | 140 | 79,24 |
| | Lámpara fluorescente 2 | 104 | 0,059 | 12 | 20 | 240 | 1472,64 |
| | Portátil | 3 | 0,18 | 6 | 20 | 120 | 64,8 |
| | Lámpara fluorescente 2 | 96 | 0,059 | 12 | 20 | 240 | 1359,36 |
| | Ventilador | 4 | 0,06 | 6 | 20 | 120 | 28,8 |
| | Video beam | 5 | 0,29 | 6 | 20 | 120 | 174 |
| | Lámpara fluorescente 2 | 24 | 0,059 | 12 | 20 | 240 | 339,84 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 32 | 0,032 | 6 | 20 | 120 | 122,88 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 18 | 0,032 | 10 | 20 | 200 | 115,2 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 18 | 0,032 | 8 | 20 | 160 | 92,16 |
| | Aire acondicionado | 2 | 5,9 | 8 | 20 | 160 | 1888 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 16 | 0,032 | 6 | 20 | 120 | 61,44 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 16 | 0,032 | 6 | 20 | 120 | 61,44 |
| | Minisplit York | 1 | 2,11 | 4 | 20 | 80 | 168,8 |
| CONSUMO TOTAL | | | | | | | 7599,04 |

Tabla 2.3: Censo de carga salones de clase

| AREA | EQUIPO | CANTIDAD | CONSUMO MEDIDO O DE PLACA [kW] | TIEMPO DE TRABAJO PROMEDIO HORAS/DIA | DIAS DE USO AL MES | TIEMPO TRABAJO PROM/MES [HORAS] | ENERGÍA CONSUMIDA PROM /MES [kWh] |
|---------------------|--------------------------|----------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| OFICINAS PROFESORES | Lámpara fluorescente 1 | 322 | 0,032 | 5 | 20 | 100 | 1030,4 |
| | Computador de escritorio | 78 | 0,22 | 5 | 20 | 100 | 1716 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 16 | 0,032 | 8 | 20 | 160 | 81,92 |
| | Ventilador | 2 | 0,06 | 8 | 20 | 160 | 19,2 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 32 | 0,032 | 8 | 20 | 160 | 163,84 |
| | Computador de escritorio | 3 | 0,22 | 8 | 20 | 160 | 105,6 |
| | Computador portátil | 2 | 0,18 | 8 | 20 | 160 | 57,6 |
| | Aire acondicionado | 1 | 1,5 | 4 | 20 | 80 | 120 |
| | Aire acondicionado | 2 | 0,84 | 4 | 20 | 80 | 134,4 |
| | Aire acondicionado | 1 | 1,46 | 4 | 20 | 80 | 116,8 |
| | CONSUMO TOTAL | | | | | | |

Tabla 2.4: Censo de carga oficinas de profesores

| AREA | EQUIPO | CANTIDAD | CONSUMO MEDIDO O DE PLACA [kW] | TIEMPO DE TRABAJO PROMEDIO HORAS/DIA | DIAS DE USO AL MES | TIEMPO TRABAJO PROM/MES [HORAS] | ENERGÍA CONSUMIDA PROM /MES [kWh] | |
|-----------------|----------------------------|----------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------|
| ADMINISTRATIVOS | Lámpara fluorescente | 196 | 0,017 | 8 | 20 | 160 | 533,12 | |
| | Computador de escritorio | 35 | 0,28 | 8 | 20 | 160 | 1568 | |
| | Impresora | 2 | 0,012 | 2 | 20 | 40 | 0,96 | |
| | Aire Acondicionado | 2 | 2,19 | 8 | 20 | 160 | 700,8 | |
| | Aire Acondicionado | 2 | 1,465 | 8 | 20 | 160 | 468,8 | |
| | Lámpara fluorescente 1 | 40 | 0,032 | 8 | 20 | 160 | 204,8 | |
| | Impresora Epson | 9 | 0,012 | 1 | 20 | 20 | 2,16 | |
| | Aire Acondicionado | 1 | 3,9 | 8 | 20 | 160 | 624 | |
| | Aire Tipo ventana | 5 | 1,65 | 8 | 20 | 160 | 1320 | |
| | Aire CIAC | 2 | 1,47 | 8 | 20 | 160 | 470,4 | |
| | Aire CIAC | 2 | 2,134 | 8 | 20 | 160 | 682,88 | |
| | Minisplit York | 1 | 1,64 | 8 | 20 | 160 | 262,4 | |
| | Ventilador | 1 | 0,06 | 6 | 20 | 120 | 7,2 | |
| | Televisor | 1 | 0,06 | 2 | 2 | 4 | 0,24 | |
| | Aire Acondicionado Lennox | 3 | 3,894 | 6 | 2 | 12 | 140,184 | |
| | Minisplit LG | 2 | 1,8 | 8 | 20 | 160 | 576 | |
| | Impresora | 1 | 0,543 | 1 | 20 | 20 | 10,86 | |
| | Extractor | 2 | 0,25 | 8 | 20 | 160 | 80 | |
| | Impresora | 3 | 0,08 | 1 | 20 | 20 | 4,8 | |
| | Computador de escritorio | 2 | 0,6 | 6 | 20 | 120 | 144 | |
| | Aire acondicionado Samsung | 2 | 0,67 | 1 | 20 | 20 | 26,8 | |
| | Lámpara fluorescente | 4 | 0,059 | 8 | 20 | 160 | 37,76 | |
| | Portátil | 1 | 0,18 | 8 | 20 | 160 | 28,8 | |
| | Televisor | 1 | 0,08 | 6 | 20 | 120 | 9,6 | |
| | Servidor | 2 | 0,7 | 10 | 20 | 200 | 280 | |
| | Impresora Epson | 7 | 0,258 | 1 | 20 | 20 | 36,12 | |
| | Aire minisplit York | 2 | 4,32 | 8 | 20 | 160 | 1382,4 | |
| | CONSUMO TOTAL | | | | | | | 9603,084 |

Tabla 2.5: Censo de carga administrativos

| AREA | EQUIPO | CANTIDAD | CONSUMO MEDIDO O DE PLACA [kW] | TIEMPO DE TRABAJO PROMEDIO HORAS/DIA | DIAS DE USO AL MES | TIEMPO TRABAJO PROM/MES [HORAS] | ENERGÍA CONSUMIDA PROM /MES [kWh] | |
|--------------------|--------------------------|----------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------|
| CENTROS DE ESTUDIO | Lámpara fluorescente | 160 | 0,017 | 10 | 20 | 200 | 544 | |
| | Computador de escritorio | 11 | 0,28 | 10 | 20 | 200 | 616 | |
| | Computadores portátiles | 9 | 0,18 | 10 | 20 | 200 | 324 | |
| | Ventilador | 9 | 0,08 | 10 | 20 | 200 | 144 | |
| | Refrigerador | 2 | 1 | 12 | 20 | 240 | 480 | |
| | Calentador | 1 | 0,6 | 8 | 20 | 160 | 96 | |
| | Lámpara fluorescente | 28 | 0,032 | 8 | 20 | 160 | 143,36 | |
| | Computador de escritorio | 1 | 0,6 | 8 | 20 | 160 | 96 | |
| | Impresora | 1 | 0,25 | 1 | 20 | 20 | 5 | |
| | Impresora | 1 | 0,012 | 0,5 | 20 | 10 | 0,12 | |
| | Aire tipo ventana | 2 | 1,65 | 8 | 20 | 160 | 528 | |
| | CONSUMO TOTAL | | | | | | | 2976,48 |

Tabla 2.6: Censo de carga centros de estudio

| AREA | EQUIPO | CANTIDAD | CONSUMO MEDIDO O DE PLACA [kW] | TIEMPO DE TRABAJO PROMEDIO HORAS/DIA | DIAS DE USO AL MES | TIEMPO TRABAJO PROM/MES [HORAS] | ENERGÍA CONSUMIDA PROM /MES [kWh] |
|---------------|---------------------------------|----------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| AUDITORIOS | Planta de sonido | 1 | 0,08 | 4 | 1 | 2 | 0,64 |
| | Ventilador | 2 | 0,05 | 4 | 1 | 2 | 0,8 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 82 | 0,032 | 4 | 1 | 2 | 20,992 |
| | Computador de escritorio | 1 | 0,28 | 4 | 2 | 2 | 2,24 |
| | Aire acondicionado | 2 | 5,8 | 4 | 1 | 2 | 92,8 |
| | Ventilador | 2 | 0,024 | 4 | 2 | 2 | 0,384 |
| | Lámpara fluorescente 2 | 10 | 0,059 | 2 | 18 | 36 | 21,24 |
| | Aire acondicionado | 1 | 2,13 | 2 | 18 | 36 | 76,68 |
| | Video beam | 3 | 0,28 | 2 | 18 | 36 | 30,24 |
| | Computador de escritorio | 1 | 0,23 | 2 | 18 | 36 | 8,28 |
| | Lámpara fluorescente 3 | 104 | 0,017 | 2 | 20 | 40 | 70,72 |
| | Aire acondicionado York | 2 | 1,65 | 2 | 20 | 40 | 132 |
| | Aire acondicionado CIRC | 1 | 1,46 | 2 | 20 | 40 | 58,4 |
| | Ventilador | 1 | 0,08 | 3 | 12 | 36 | 2,88 |
| | Aire acondicionado tipo ventana | 1 | 1,65 | 3 | 12 | 36 | 59,4 |
| | Aire acondicionado York | 1 | 1,45 | 3 | 12 | 36 | 52,2 |
| | Servidor | 6 | 0,7 | 8 | 30 | 240 | 1008 |
| | Router | 1 | 0,024 | 8 | 30 | 240 | 5,76 |
| CONSUMO TOTAL | | | | | | | 1643,656 |

Tabla 2.7: Censo de carga auditorios

| AREA | EQUIPO | CANTIDAD | CONSUMO MEDIDO O DE PLACA [kW] | TIEMPO DE TRABAJO PROMEDIO HORAS/DIA | DIAS DE USO AL MES | TIEMPO TRABAJO PROM/MES [HORAS] | ENERGÍA CONSUMIDA PROM /MES [kWh] |
|------------------|--------------------------|----------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| SALAS DE COMPUTO | Computador de escritorio | 74 | 0,28 | 8 | 20 | 160 | 3315,2 |
| | Video beam | 4 | 0,285 | 5 | 20 | 100 | 114 |
| | Aire York split | 3 | 5,8 | 5 | 20 | 100 | 1740 |
| | Ventilador | 3 | 0,024 | 8 | 20 | 160 | 11,52 |
| | Lámpara fluorescente 2 | 40 | 0,059 | 12 | 20 | 240 | 566,4 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 8 | 0,032 | 8 | 20 | 160 | 40,96 |
| | Aire acondicionado | 1 | 3,2 | 8 | 20 | 160 | 512 |
| | Computador de escritorio | 8 | 0,22 | 8 | 20 | 160 | 281,6 |
| | Computador T7500 | 1 | 1,1 | 12 | 30 | 360 | 396 |
| | Computador T3500 | 1 | 0,58 | 12 | 30 | 360 | 208,8 |
| | Computador T5600 | 1 | 0,825 | 12 | 30 | 360 | 297 |
| | Impresora | 1 | 0,377 | 4 | 20 | 80 | 30,16 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 4 | 0,032 | 8 | 20 | 160 | 20,48 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 30 | 0,032 | 10 | 20 | 200 | 192 |
| | Computador de escritorio | 9 | 0,22 | 10 | 20 | 200 | 396 |
| | Servidor | 4 | 0,7 | 24 | 30 | 720 | 2016 |
| | CONSUMO TOTAL | | | | | | |

Tabla 2.8: Censo de carga salas de cómputo

| AREA | EQUIPO | CANTIDAD | CONSUMO MEDIDO O DE PLACA [kW] | TIEMPO DE TRABAJO PROMEDIO HORAS/DIA | DIAS DE USO AL MES | TIEMPO TRABAJO PROM/MES [HORAS] | ENERGÍA CONSUMIDA PROM /MES [kWh] |
|------------------------|---------------------------------|----------|-----------------------------------|---|-----------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| LABORATORIOS LIVIANOS | Microscopio | 45 | 0,088 | 4 | 20 | 80 | 316,8 |
| | Estereoscopio | 45 | 0,022 | 4 | 20 | 80 | 79,2 |
| | Televisor | 1 | 0,08 | 2 | 20 | 40 | 3,2 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 72 | 0,032 | 4 | 20 | 80 | 184,32 |
| | Aire Acondicionado | 3 | 5,3 | 12 | 30 | 360 | 5724 |
| | Horno Maquigraf | 1 | 3,8 | 16 | 12 | 192 | 729,6 |
| | Aire acondicionado tipo ventana | 2 | 1,65 | 6 | 20 | 120 | 396 |
| | Refrigerador | 1 | 1,5 | 12 | 30 | 360 | 540 |
| | Congelador | 1 | 0,13 | 12 | 30 | 360 | 46,8 |
| | Computador de escritorio | 2 | 0,28 | 5 | 20 | 100 | 56 |
| | Computador de escritorio | 1 | 0,28 | 8 | 20 | 160 | 44,8 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 36 | 0,032 | 8 | 20 | 160 | 184,32 |
| | Servidor | 1 | 0,7 | 8 | 20 | 160 | 112 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 4 | 0,032 | 2 | 12 | 24 | 3,072 |
| | Computador de escritorio | 5 | 0,2 | 2 | 12 | 24 | 24 |
| | Impresora | 1 | 0,75 | 0,5 | 12 | 6 | 4,5 |
| | Horno | 1 | 0,9 | 8 | 12 | 96 | 86,4 |
| | Refrigerador | 1 | 1,5 | 12 | 30 | 360 | 540 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 12 | 0,032 | 4 | 4 | 16 | 6,144 |
| | Purificador | 1 | 0,144 | 10 | 12 | 120 | 17,28 |
| | Refrigerador | 1 | 0,14 | 12 | 30 | 360 | 50,4 |
| | Ultra Congelador | 1 | 2,5 | 12 | 30 | 360 | 900 |
| | Cabina de extracción | 1 | 0,1 | 6 | 20 | 120 | 12 |
| | Computador de escritorio | 3 | 0,28 | 8 | 20 | 160 | 134,4 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 32 | 0,032 | 8 | 20 | 160 | 163,84 |
| | Computador de escritorio | 1 | 0,28 | 2 | 12 | 24 | 6,72 |
| | Refrigerador | 1 | 1,5 | 12 | 30 | 360 | 540 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 36 | 0,032 | 2 | 12 | 24 | 27,648 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 72 | 0,032 | 2 | 12 | 24 | 55,296 |
| | Computador de escritorio | 1 | 0,22 | 2 | 12 | 24 | 5,28 |
| | Cabina extractora | 1 | 0,1 | 2 | 12 | 24 | 2,4 |
| | Manta de calentamiento | 3 | 0,625 | 2 | 12 | 24 | 45 |
| | Refrigerador | 1 | 1,5 | 12 | 30 | 360 | 540 |
| Horno | 3 | 1,5 | 2 | 12 | 24 | 108 | |
| Cabina de extracción | 1 | 0,1 | 2 | 12 | 24 | 2,4 | |
| Lámpara fluorescente 1 | 36 | 0,032 | 4 | 12 | 48 | 55,296 | |
| Lámpara fluorescente 1 | 32 | 0,032 | 4 | 20 | 80 | 81,92 | |
| Mufla | 2 | 2,6 | 4 | 20 | 80 | 416 | |

| AREA | EQUIPO | CANTIDAD | CONSUMO MEDIDO O DE PLACA [kW] | TIEMPO DE TRABAJO PROMEDIO HORAS/DIA | DIAS DE USO AL MES | TIEMPO TRABAJO PROM/MES [HORAS] | ENERGÍA CONSUMIDA PROM /MES [kWh] |
|-----------------------------|---------------------------------|----------|-----------------------------------|---|-----------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| LABORATORIOS LIVIANOS | Estufa | 1 | 1,14 | 6 | 20 | 120 | 136,8 |
| | Destilador | 1 | 3 | 6 | 20 | 120 | 360 |
| | Manta de calentamiento | 2 | 0,625 | 6 | 20 | 120 | 150 |
| | Balanza | 2 | 0,004 | 3 | 20 | 60 | 0,48 |
| | Cabina extractora | 1 | 0,1 | 4 | 20 | 80 | 8 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 36 | 0,032 | 4 | 12 | 48 | 55,296 |
| | Cabina de extracción | 1 | 0,1 | 1 | 1 | 1 | 0,1 |
| | Manta de calentamiento | 1 | 0,625 | 2 | 12 | 24 | 15 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 36 | 0,032 | 5 | 12 | 60 | 69,12 |
| | Refrigerador | 1 | 0,8 | 12 | 30 | 360 | 288 |
| | Cabina de extracción | 2 | 0,1 | 1 | 4 | 4 | 0,8 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 36 | 0,032 | 6 | 12 | 72 | 82,944 |
| | Computador de escritorio | 1 | 0,22 | 6 | 12 | 72 | 15,84 |
| | Cabina de extracción | 2 | 0,1 | 6 | 22 | 132 | 26,4 |
| | Manta de calentamiento | 2 | 0,625 | 6 | 20 | 120 | 150 |
| | Centrífuga | 1 | 0,286 | 6 | 20 | 120 | 34,32 |
| | Estufa | 1 | 0,4 | 6 | 20 | 120 | 48 |
| | Bomba de Vacío | 3 | 0,525 | 2 | 20 | 40 | 63 |
| | Fusiómetro | 1 | 0,2 | 1 | 8 | 8 | 1,6 |
| | Cabina de extracción | 1 | 0,1 | 8 | 20 | 160 | 16 |
| | Destilador | 1 | 3 | 4 | 4 | 16 | 48 |
| | Refrigerador | 1 | 2 | 12 | 30 | 360 | 720 |
| | Refrigerador | 1 | 2 | 12 | 30 | 360 | 720 |
| | Mufla | 1 | 2,6 | 3 | 12 | 36 | 93,6 |
| | Estufa | 1 | 2,12 | 3 | 12 | 36 | 76,32 |
| | Estufa | 1 | 1,2 | 3 | 12 | 36 | 43,2 |
| | Mufla | 1 | 2,6 | 3 | 12 | 36 | 93,6 |
| | Autoclave | 1 | 1,065 | 3 | 12 | 36 | 38,34 |
| | Bomba de vacío | 1 | 0,186 | 1 | 20 | 20 | 3,72 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 60 | 0,032 | 10 | 20 | 200 | 384 |
| | Computador de escritorio | 4 | 0,22 | 8 | 20 | 160 | 140,8 |
| | Placa de calentamiento múltiple | 1 | 0,528 | 2 | 12 | 24 | 12,672 |
| | Refrigerador | 1 | 1,5 | 12 | 30 | 360 | 540 |
| Refrigerador | 1 | 0,4 | 12 | 30 | 360 | 144 | |
| Incubadora | 2 | 0,495 | 8 | 20 | 160 | 158,4 | |
| Equipo de absorción atómica | 1 | 3,5 | 1 | 4 | 4 | 14 | |
| Minisplit York | 2 | 2,11 | 6 | 20 | 120 | 506,4 | |
| Impresora | 1 | 0,37 | 0,5 | 12 | 6 | 2,22 | |

| AREA | EQUIPO | CANTIDAD | CONSUMO MEDIDO O DE PLACA [kW] | TIEMPO DE TRABAJO PROMEDIO HORAS/DIA | DIAS DE USO AL MES | TIEMPO TRABAJO PROM/MES (HORAS) | ENERGÍA CONSUMIDA PROM /MES [kWh] |
|---------------------------------|------------------------------------|----------|-----------------------------------|---|-----------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| LABORATORIOS LIVIANOS | Lámpara fluorescente 1 | 68 | 0,032 | 5 | 20 | 100 | 217,6 |
| | Bomba de Vacío | 4 | 0,242 | 5 | 20 | 100 | 96,8 |
| | Computador de escritorio | 4 | 0,28 | 5 | 20 | 100 | 112 |
| | Ventilador | 2 | 0,08 | 5 | 20 | 100 | 16 |
| | Computador de escritorio | 8 | 0,22 | 5 | 20 | 100 | 176 |
| | Espectrómetro de Absorción atómica | 1 | 0,3 | 3 | 12 | 36 | 10,8 |
| | Compresor | 1 | 0,45 | 3 | 12 | 36 | 16,2 |
| | Espectrofotómetro Ultra violeta | 1 | 0,19 | 2 | 16 | 32 | 6,08 |
| | Cromatógrafo HPLC | 1 | 0,98 | 8 | 12 | 96 | 94,08 |
| | Cromatógrafo de gases | 1 | 1,76 | 1 | 12 | 12 | 21,12 |
| | Purificador de agua | 1 | 0,1 | 10 | 20 | 200 | 20 |
| | DLS | 1 | 0,15 | 5 | 18 | 90 | 13,5 |
| | Fluorímetro | 1 | 1,1 | 1 | 8 | 8 | 8,8 |
| | Torno | 1 | 0,22 | 1 | 1 | 1 | 0,22 |
| | Motor extractor | 1 | 0,02 | 1 | 2 | 2 | 0,04 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 20 | 0,032 | 2 | 2 | 4 | 2,56 |
| | Taladro | 1 | 0,3 | 0,5 | 2 | 1 | 0,3 |
| | Pulidora | 1 | 0,72 | 0,5 | 2 | 1 | 0,72 |
| | Esmeril | 1 | 1,875 | 1 | 2 | 2 | 3,75 |
| | Ventilador | 2 | 0,06 | 2 | 2 | 4 | 0,48 |
| | Lámpara fluorescente | 22 | 0,032 | 4 | 2 | 8 | 5,632 |
| | Lámpara de mercurio | 1 | 0,125 | 1 | 4 | 4 | 0,5 |
| | Lámpara de sodio | 1 | 0,035 | 1 | 4 | 4 | 0,14 |
| | Horno | 2 | 0,45 | 3 | 4 | 12 | 10,8 |
| | Bomba de Vacío | 1 | 0,35 | 1 | 4 | 4 | 1,4 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 22 | 0,032 | 4 | 12 | 48 | 33,792 |
| | Microscopio | 10 | 0,088 | 4 | 12 | 48 | 42,24 |
| | Refrigerador | 1 | 1 | 12 | 30 | 360 | 360 |
| | Extractor | 2 | 0,18 | 12 | 30 | 360 | 129,6 |
| | Computador de escritorio | 2 | 0,2 | 8 | 20 | 160 | 64 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 70 | 0,032 | 8 | 20 | 160 | 358,4 |
| | Minisplit York | 1 | 1,33 | 1 | 5 | 5 | 6,65 |
| | Unidad Manejadora de Aire | 6 | 0,18 | 8 | 20 | 160 | 172,8 |
| | Aire acondicionado tipo paquete | 2 | 6,056 | 8 | 20 | 160 | 1937,92 |
| Aire Acondicionado centralizado | 1 | 4,56 | 8 | 20 | 160 | 729,6 | |
| Motor de extracción | 7 | 1,34 | 8 | 20 | 160 | 1500,8 | |
| CONSUMO TOTAL | | | | | | | 23677,332 |

Tabla 2.9: Censo de carga Laboratorio Livianos

| AREA | EQUIPO | CANTIDAD | CONSUMO MEDIDO O DE PLACA [kW] | TIEMPO DE TRABAJO PROMEDIO HORAS/DIA | DIAS DE USO AL MES | TIEMPO TRABAJO PROM / MES [HORAS] | ENERGÍA CONSUMIDA PROM /MES [kWh] |
|--------------------------|---------------------------------|----------|-----------------------------------|---|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| LABORATORIOS DE POSGRADO | Bomba turbomolecular | 1 | 0,27 | 1 | 12 | 12 | 3,24 |
| | Cromador | 1 | 0,06 | 3 | 12 | 36 | 2,16 |
| | Fotodetector | 1 | 0,2 | 4 | 12 | 48 | 9,6 |
| | Bomba de vacío | 1 | 0,373 | 2 | 12 | 24 | 8,952 |
| | Computador de escritorio | 1 | 0,2 | 8 | 20 | 160 | 32 |
| | Impresora | 1 | 0,03 | 2 | 20 | 40 | 1,2 |
| | Lámpara fluorescente | 24 | 0,032 | 8 | 20 | 160 | 122,88 |
| | Aire acondicionado Tipo Ventana | 3 | 1,65 | 8 | 20 | 160 | 792 |
| | Jupiter | 1 | 9 | 5 | 8 | 40 | 360 |
| | Aire acondicionado | 3 | 2,15 | 8 | 20 | 160 | 1032 |
| | Computador de escritorio | 1 | 0,2 | 2 | 20 | 40 | 8 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 12 | 0,032 | 8 | 20 | 160 | 61,44 |
| | Computador de escritorio | 3 | 0,2 | 4 | 20 | 80 | 48 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 12 | 0,032 | 8 | 20 | 160 | 61,44 |
| | Bomba de vacío | 4 | 1,492 | 3 | 12 | 36 | 214,848 |
| | Bomba de difusión | 1 | 1,7 | 1 | 20 | 4 | 6,8 |
| | Campana de deposición | 1 | 0,3 | 3 | 12 | 36 | 10,8 |
| | Horno | 1 | 5,1 | 2 | 4 | 8 | 40,8 |
| | Bomba de agua | 1 | 0,373 | 1 | 20 | 4 | 1,492 |
| | Computador de escritorio | 2 | 0,36 | 8 | 20 | 160 | 115,2 |
| | Microscopio | 1 | 0,075 | 2 | 12 | 24 | 1,8 |
| | Triostato | 1 | 2 | 2 | 12 | 24 | 48 |
| | Incubadora | 1 | 1,06 | 24 | 30 | 720 | 763,2 |
| | Autoclave | 1 | 1,65 | 3 | 4 | 12 | 19,8 |
| | Autoclave | 1 | 2,73 | 3 | 12 | 36 | 98,28 |
| | Autoclave | 1 | 1,05 | 2 | 4 | 8 | 8,4 |
| | Horno | 1 | 1,3 | 3 | 4 | 12 | 15,6 |
| | Plancha de calentamiento | 1 | 0,65 | 1 | 20 | 20 | 13 |
| | Refrigerador | 1 | 0,18 | 12 | 30 | 360 | 64,8 |
| | Microscopio | 1 | 0,09 | 8 | 4 | 32 | 2,88 |
| | Centrífuga | 1 | 0,35 | 0,5 | 20 | 10 | 3,5 |
| | Incubadora sheaker | 1 | 0,495 | 18 | 20 | 360 | 178,2 |
| | Cámara de electroforesis | 2 | 0,1 | 4 | 20 | 80 | 16 |
| | Thermocyclador | 1 | 0,8 | 3 | 20 | 60 | 48 |
| Espectrofotómetro | 1 | 0,12 | 4 | 20 | 80 | 9,6 | |
| Minisplit York | 2 | 1,17 | 8 | 20 | 160 | 374,4 | |
| Minisplit LG | 1 | 0,94 | 2 | 20 | 40 | 37,6 | |
| Refrigerador (-80 °C) | 1 | 0,62 | 12 | 30 | 360 | 223,2 | |

| AREA | EQUIPO | CANTIDAD | CONSUMO MEDIDO | TIEMPO DE TRABAJO | DIAS DE USO | TIEMPO TRABAJO | ENERGÍA CONSUMIDA |
|---------------------------|--------------------------|----------|-----------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------------|
| | | | O DE PLACA [kW] | PROMEDIO HORAS/DIA | AL MES | PROM / MES [HORAS] | PROM /MES [kWh] |
| LABORATORIOS DE POSGRADO | Refrigerador | 1 | 0,196 | 12 | 30 | 360 | 70,56 |
| | Thermomixer | 1 | 0,176 | 3 | 20 | 60 | 10,56 |
| | Ventilador de techo | 3 | 0,04 | 12 | 20 | 240 | 28,8 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 17 | 0,032 | 12 | 20 | 240 | 130,56 |
| | Refrigerador (-80 °C) | 1 | 0,291 | 12 | 30 | 360 | 104,76 |
| | Baño María | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 4 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 24 | 0,032 | 8 | 20 | 160 | 122,88 |
| | Aire acondicionado | 4 | 1,5 | 8 | 20 | 160 | 960 |
| | Refrigerador | 1 | 2 | 12 | 30 | 360 | 720 |
| | Refrigerador | 1 | 1,5 | 12 | 30 | 360 | 540 |
| | Computador de escritorio | 1 | 0,2 | 8 | 20 | 160 | 32 |
| | Balanza | 3 | 0,004 | 4 | 20 | 80 | 0,96 |
| | Espectrofotómetro | 1 | 0,14 | 8 | 20 | 160 | 22,4 |
| | Homogenizador | 1 | 0,5 | 4 | 20 | 80 | 40 |
| | Manta de calentamiento | 2 | 0,8 | 4 | 20 | 80 | 128 |
| | Agitador | 2 | 0,15 | 4 | 20 | 80 | 24 |
| | Microcentrifuga | 1 | 0,22 | 3 | 20 | 60 | 13,2 |
| | Cabina de flujo laminar | 1 | 0,285 | 4 | 20 | 80 | 22,8 |
| | Horno | 1 | 0,72 | 8 | 20 | 160 | 115,2 |
| | Horno microondas | 1 | 1,2 | 2 | 4 | 8 | 9,6 |
| | 583 gel dryer | 1 | 0,36 | 8 | 8 | 64 | 23,04 |
| | Minisplit | 3 | 5,35 | 8 | 20 | 160 | 2568 |
| | Horno microondas | 1 | 1,2 | 1,5 | 20 | 30 | 36 |
| | Bomba | 1 | 0,287 | 1 | 20 | 20 | 5,74 |
| | Manta de calentamiento | 2 | 0,8 | 1 | 20 | 20 | 32 |
| | Mufla | 1 | 2,6 | 3 | 20 | 60 | 156 |
| | Baño térmico | 1 | 1,35 | 8 | 20 | 160 | 216 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 12 | 0,032 | 8 | 20 | 160 | 61,44 |
| | Horno | 1 | 0,72 | 8 | 20 | 160 | 115,2 |
| | Computador de escritorio | 1 | 0,2 | 8 | 20 | 160 | 32 |
| | Ventilador | 1 | 0,06 | 1 | 20 | 20 | 1,2 |
| | Cromatógrafo de gases | 1 | 1,62 | 8 | 20 | 160 | 259,2 |
| Cabina de extracción | 1 | 0,1 | 8 | 20 | 160 | 16 | |
| Refrigerador | 1 | 1,6 | 12 | 30 | 360 | 576 | |
| karl fischer gravimétrico | 1 | 0,038 | 4 | 8 | 32 | 1,216 | |
| karl fischer volumétrico | 1 | 0,045 | 4 | 8 | 32 | 1,44 | |
| Manta de calentamiento | 1 | 0,8 | 4 | 20 | 80 | 64 | |

| AREA | EQUIPO | CANTIDAD | CONSUMO MEDIDO O DE PLACA [kW] | TIEMPO DE TRABAJO PROMEDIO HORAS/DIA | DIAS DE USO AL MES | TIEMPO TRABAJO PROM / MES [HORAS] | ENERGÍA CONSUMIDA PROM /MES [kWh] |
|--------------------------|---------------------------------|----------|-----------------------------------|---|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| LABORATORIOS DE POSGRADO | Cabina de extracción | 1 | 0,1 | 8 | 20 | 160 | 16 |
| | Placa de calentamiento | 3 | 1,05 | 4 | 20 | 80 | 252 |
| | Centrifuga | 1 | 0,66 | 6 | 20 | 120 | 79,2 |
| | Lámpara | 12 | 0,032 | 8 | 20 | 160 | 61,44 |
| | Ultrasonido | 2 | 0,155 | 8 | 20 | 160 | 49,6 |
| | Bomba de vacío | 1 | 0,525 | 5 | 6 | 30 | 15,75 |
| | Mufla | 1 | 3 | 2 | 4 | 8 | 24 |
| | Balanza | 1 | 0,004 | 3 | 20 | 60 | 0,24 |
| | Refrigerador | 1 | 0,82 | 12 | 30 | 360 | 295,2 |
| | Ultrasonido | 1 | 0,04 | 2 | 3 | 6 | 0,24 |
| | Manta de calentamiento | 2 | 0,27 | 8 | 20 | 160 | 86,4 |
| | Rotaevaporador | 1 | 1,7 | 10 | 20 | 200 | 340 |
| | Cámara ultravioleta | 1 | 0,023 | 1 | 20 | 20 | 0,46 |
| | Bomba de vacío | 1 | 0,18 | 13 | 20 | 260 | 46,8 |
| | Extractor | 1 | 0,15 | 13 | 20 | 260 | 39 |
| | Computador de escritorio | 1 | 0,22 | 8 | 20 | 160 | 35,2 |
| | Impresora | 1 | 0,012 | 1 | 20 | 20 | 0,24 |
| | Horno | 1 | 2,7 | 8 | 20 | 160 | 432 |
| | Cabina de extracción | 1 | 0,1 | 4 | 20 | 80 | 8 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 12 | 0,032 | 16 | 30 | 480 | 184,32 |
| | Refrigerador | 2 | 1 | 12 | 30 | 360 | 720 |
| | Manta de calentamiento | 1 | 0,825 | 12 | 12 | 144 | 118,8 |
| | Manta de calentamiento | 1 | 0,825 | 1 | 20 | 20 | 16,5 |
| | Manta de calentamiento | 1 | 1 | 1 | 20 | 20 | 20 |
| | Cabina de temperatura constante | 1 | 1,6 | 12 | 20 | 240 | 384 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 10 | 0,032 | 9 | 20 | 180 | 57,6 |
| | Extractor | 2 | 0,25 | 1 | 20 | 5 | 2,5 |
| | Cabina | 1 | 0,1 | 12 | 2 | 20 | 2 |
| | Bomba de vacío | 1 | 0,21 | 1 | 10 | 10 | 2,1 |
| | Baño recirculador de agua | 1 | 1,1 | 12 | 20 | 240 | 264 |
| | Rotaevaporador | 1 | 1,7 | 5 | 20 | 100 | 170 |
| | Bomba de vacío | 1 | 0,72 | 1 | 3 | 3 | 2,16 |
| | Motores de extracción | 5 | 1,34 | 4 | 20 | 80 | 536 |
| Computador de escritorio | 1 | 0,22 | 9 | 20 | 180 | 39,6 | |
| Balanza | 1 | 0,006 | 12 | 20 | 240 | 1,44 | |
| Cámara ultravioleta | 1 | 0,022 | 1 | 20 | 20 | 0,44 | |
| Lámpara fluorescente | 2 | 0,059 | 9 | 20 | 180 | 21,24 | |

| AREA | EQUIPO | CANTIDAD | CONSUMO MEDIDO O DE PLACA [kW] | TIEMPO DE TRABAJO PROMEDIO HORAS/DIA | DIAS DE USO AL MES | TIEMPO TRABAJO PROM / MES [HORAS] | ENERGÍA CONSUMIDA PROM /MES [kWh] |
|--------------------------|--------------------------|----------|-----------------------------------|---|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| LABORATORIOS DE POSGRADO | Refrigerador | 2 | 1 | 12 | 30 | 360 | 720 |
| | Ultrasonido | 1 | 0,5 | 1 | 20 | 1 | 0,5 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 8 | 0,032 | 12 | 20 | 240 | 61,44 |
| | Bomba de vacío | 1 | 0,21 | 12 | 20 | 240 | 50,4 |
| | Manta de calentamiento | 1 | 0,625 | 1 | 20 | 20 | 12,5 |
| | Extractor | 1 | 0,373 | 12 | 20 | 240 | 89,52 |
| | Horno microondas | 1 | 0,45 | 12 | 20 | 240 | 108 |
| | Estufa | 1 | 0,72 | 12 | 20 | 240 | 172,8 |
| | Computador escritorio | 1 | 0,22 | 12 | 20 | 240 | 52,8 |
| | Mantas de calentamiento | 3 | 0,27 | 1 | 20 | 20 | 16,2 |
| | Cámara ultravioleta | 1 | 0,022 | 12 | 20 | 240 | 5,28 |
| | Mantas de calentamiento | 3 | 2,5 | 2 | 20 | 40 | 300 |
| | Bomba de vacío | 1 | 0,2 | 4 | 20 | 80 | 16 |
| | Horno microondas | 1 | 1,5 | 1 | 4 | 4 | 6 |
| | Computador de escritorio | 1 | 0,22 | 9 | 20 | 180 | 39,6 |
| | Cabina de extracción | 1 | 0,1 | 2 | 20 | 40 | 4 |
| | Horno | 1 | 0,98 | 24 | 20 | 480 | 470,4 |
| | Horno | 1 | 0,98 | 2 | 4 | 8 | 7,84 |
| | Refrigerador | 1 | 0,35 | 12 | 30 | 360 | 126 |
| | Lámpara fluorescente 1 | 12 | 0,032 | 9 | 20 | 180 | 69,12 |
| Consumo total | | | | | | | 18776,738 |

Tabla 2.10: Censo de carga laboratorio posgrados

Durante el censo de carga, con la información que se obtuvo por parte del personal de los distintos locales del edificio, se pudieron identificar algunos aspectos que corresponden al manejo inadecuado que se le da a algunos equipos, además de que se encontraron unidades antiguas en equipos de aire acondicionado, refrigeración, equipos de laboratorio, entre otros, que pueden representar un mayor consumo de energía para una misma tarea respecto a otros equipos más modernos. Además se evidencian falencias en el mantenimiento que se realiza a distintos equipos, lo cual puede ser causa de desperdicio de energía. Se encontró también que el personal a cargo de estos equipos tiene un escaso conocimiento acerca de la utilización de los mismos en lo que se refiere a buenas prácticas en el uso racional de la energía. A partir de esto se sugieren algunas recomendaciones que se darán a conocer en el capítulo 6.

2.4. DIAGRAMA DE PRODUCCIÓN DEL EDIFICIO CAMILO TORRES

El complejo de Edificios del Camilo Torres tiene como función proporcionar un ambiente de confort para llevar a cabo las tres (3) funciones misionales de la Universidad Industrial de Santander (Docencia, Investigación y Extensión). Para ello cuenta con aulas de clase, salas de cómputo, salas de investigación, laboratorios de diversos tipos, auditorios, oficinas de administración y de profesores, además de las áreas comunes. Suple la mayoría de demanda de ciclo básico de los estudiantes de las facultades de ingeniería y su demanda propia al ser la sede de la Facultad de Ciencias. En el desarrollo de las actividades que se llevan a cabo en éste edificio se presenta como portador energético principal a la energía eléctrica. En la figura 2.3 se muestra el esquema de producción del Camilo Torres.

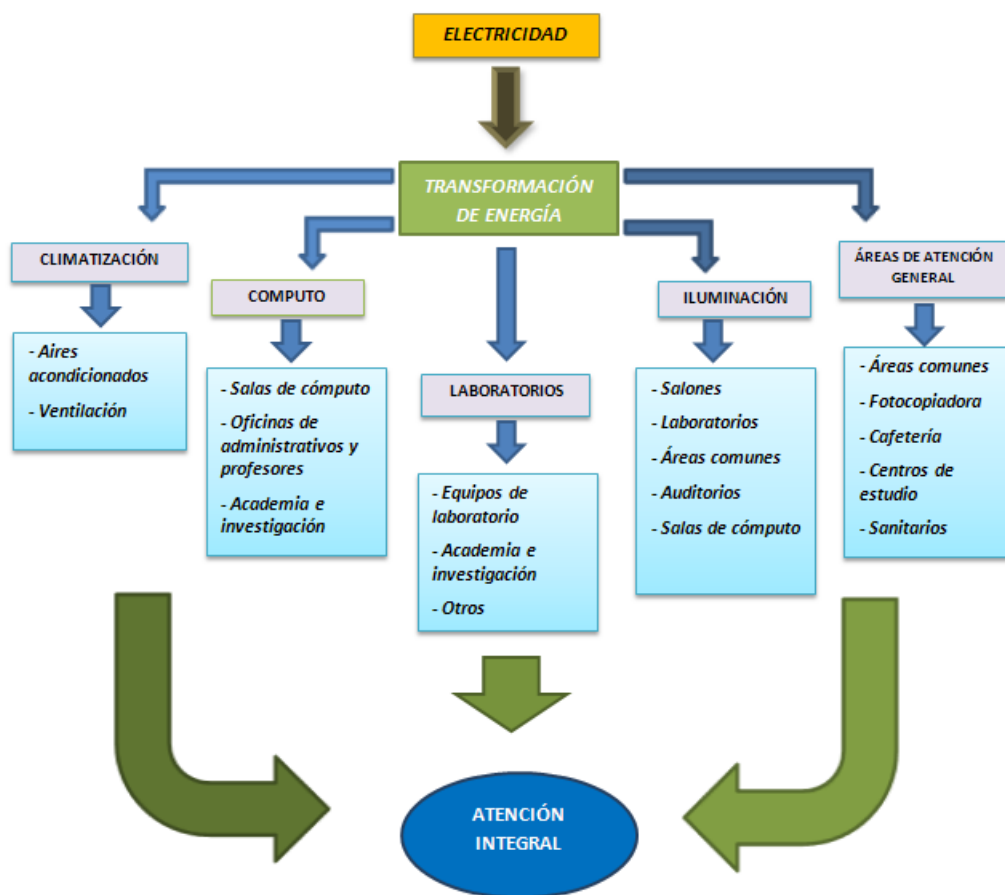


Figura 2.3: Diagrama de producción edificio Camilo Torres

Capítulo 3

ACTIVIDAD 3: PROCESO DE CARACTERIZACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

A partir de ahora se hace un análisis de las variables que intervienen en los procesos que afectan el consumo energético en el edificio Camilo Torres, con el fin de identificar los potenciales de ahorro que se pueden implementar para aumentar la eficiencia energética en los procesos que se llevan a cabo allí. Se busca la construcción de una línea base del consumo de energía la cual servirá como referencia del estado del desempeño energético en las actividades misionales del edificio y así poder establecer estrategias de control y seguimiento de los consumos. Se verifica con esto la validez de la variable significativa del uso de la energía que en este caso será la atención al personal que ingresa al edificio y su correlación existente con el consumo de energía. Este análisis se hará con base en los datos obtenidos en la primera parte acerca del comportamiento histórico del consumo de energía y de la caracterización de la producción del Camilo Torres. Seguidamente se hará uso de herramientas estadísticas que apoyen dicho análisis.

3.1. ESTABLECIMIENTO DE LOS INDICADORES DEL SISTEMA DE GESTIÓN

Con base en la información obtenida en la pre-caracterización, se procede a utilizar herramientas estadísticas que llevan a determinar los indicadores energéticos con los cuales se hace seguimiento de las variables que influyen en el consumo energético y establecer metas alcanzables con el fin de reducir el consumo energético. La Tabla 3.1 muestra la información a la que se hace referencia para llevar a cabo lo anterior.

| MES | CONSUMO kWh | PERSONAS |
|------------|-------------|----------|
| Junio | 80280 | 215695 |
| Julio | 48640 | 99650 |
| Agosto | 63340 | 172221 |
| Septiembre | 52880 | 111648 |
| Octubre | 61300 | 151580 |
| Noviembre | 55520 | 113945 |
| Diciembre | 54640 | 113461 |
| Enero | 43680 | 99261 |
| Febrero | 66400 | 207845 |
| Marzo | 67900 | 208511 |
| Abril | 55380 | 113796 |
| Mayo | 63080 | 159989 |

Tabla 3.1: Consumo y producción en el Camilo Torres por mes

3.1.1. Diagrama de dispersión y correlación

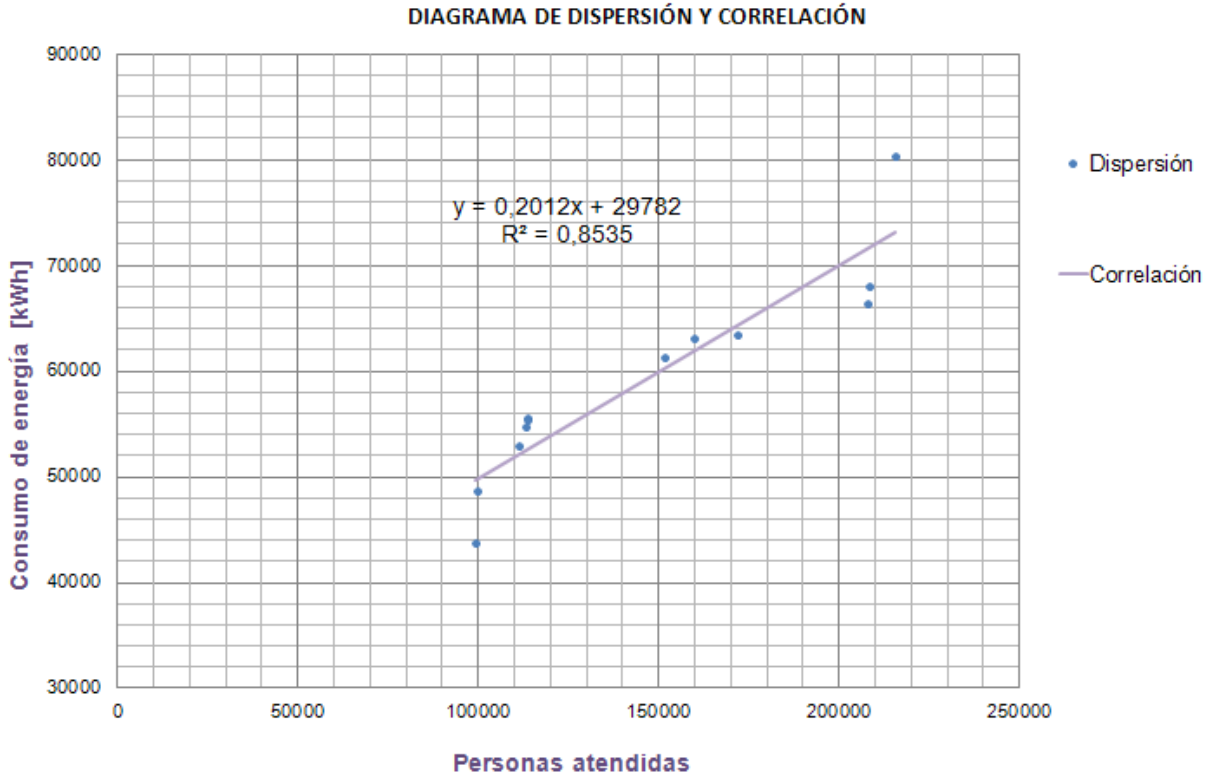


Figura 3.1: Diagrama dispersión y correlación

El diagrama de dispersión y correlación establece un criterio de confiabilidad de los datos con los cuales se construyen los gráficos en la caracterización de la eficiencia energética. Muestran la relación existente entre la variable que se determinó como la que más influye en el consumo de energía (variable significativa) y el consumo energético del Camilo Torres. La Figura 3.1 muestra la gráfica de correlación de la producción con respecto al consumo de energía, dando como resultado una correlación positiva con un coeficiente de 0.8535 lo que según la Guía para la Implementación del SGIE [2], se traduce en una correlación muy fuerte entre las dos variables. Existe entonces una influencia muy fuerte entre la cantidad de personas que ocupan el edificio y el consumo total del mismo. En este orden de ideas se puede concluir que la ocupación del edificio es un indicador de control válido con el cual se puede realizar un seguimiento y evaluación del comportamiento del consumo y se pueden hacer proyecciones futuras con la ecuación dada en el mismo gráfico [2].

3.1.2. Gráficos de control

El uso de gráficos de control en la caracterización de la eficiencia energética es importante a la hora de 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. Además sirve como referencia para conocer la influencia de acciones correctivas en una futura implementación del SGIE, lo cual no hace parte del presente trabajo [2]. Para la construcción del diagrama de control es necesario obtener el consumo promedio (CP), la desviación estándar (DS), el límite de control superior (LCS) y el límite de control inferior (LCI) de la siguiente manera:

$$LCS = CP + 3 * DS \quad (3.1)$$

$$LCI = CP - 3 * DS \quad (3.2)$$

| MES | CONSUMO [KWh] | CP | DS | LCS | LCI |
|------------|---------------|-------|------------|-----------|-----------|
| Junio | 80280 | 59420 | 9766,24242 | 88718,727 | 30121,273 |
| Julio | 48640 | | | | |
| Agosto | 63340 | | | | |
| Septiembre | 52880 | | | | |
| Octubre | 61300 | | | | |
| Noviembre | 55520 | | | | |
| Diciembre | 54640 | | | | |
| Enero | 43680 | | | | |
| Febrero | 66400 | | | | |
| Marzo | 67900 | | | | |
| Abril | 55380 | | | | |
| Mayo | 63080 | | | | |

Tabla 3.2: Gráfico de control

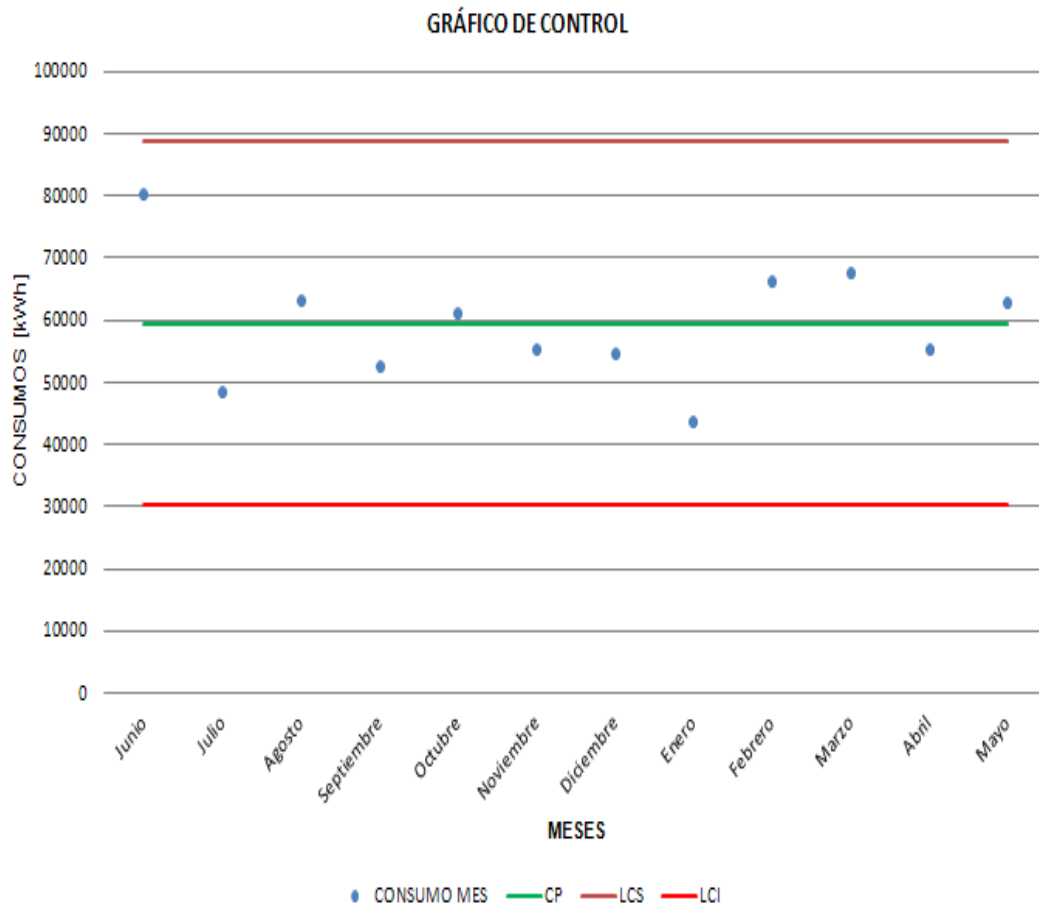


Figura 3.2: Gráfico de control

A partir de la Tabla 3.2 se construye el gráfico de control mostrado en la Figura 3.2. Los valores del consumo de energía se encuentran ubicados entre los límites superior e inferior, lo cual corresponde a un comportamiento estable del consumo energético y a una variación del mismo por causas aleatorias. No se registran sesgos, tendencias o algún otro tipo de comportamiento anómalo a lo largo de las fases del proceso.

3.1.3. Gráfico de consumo de energía y ocupación en el tiempo (E-O vs T)

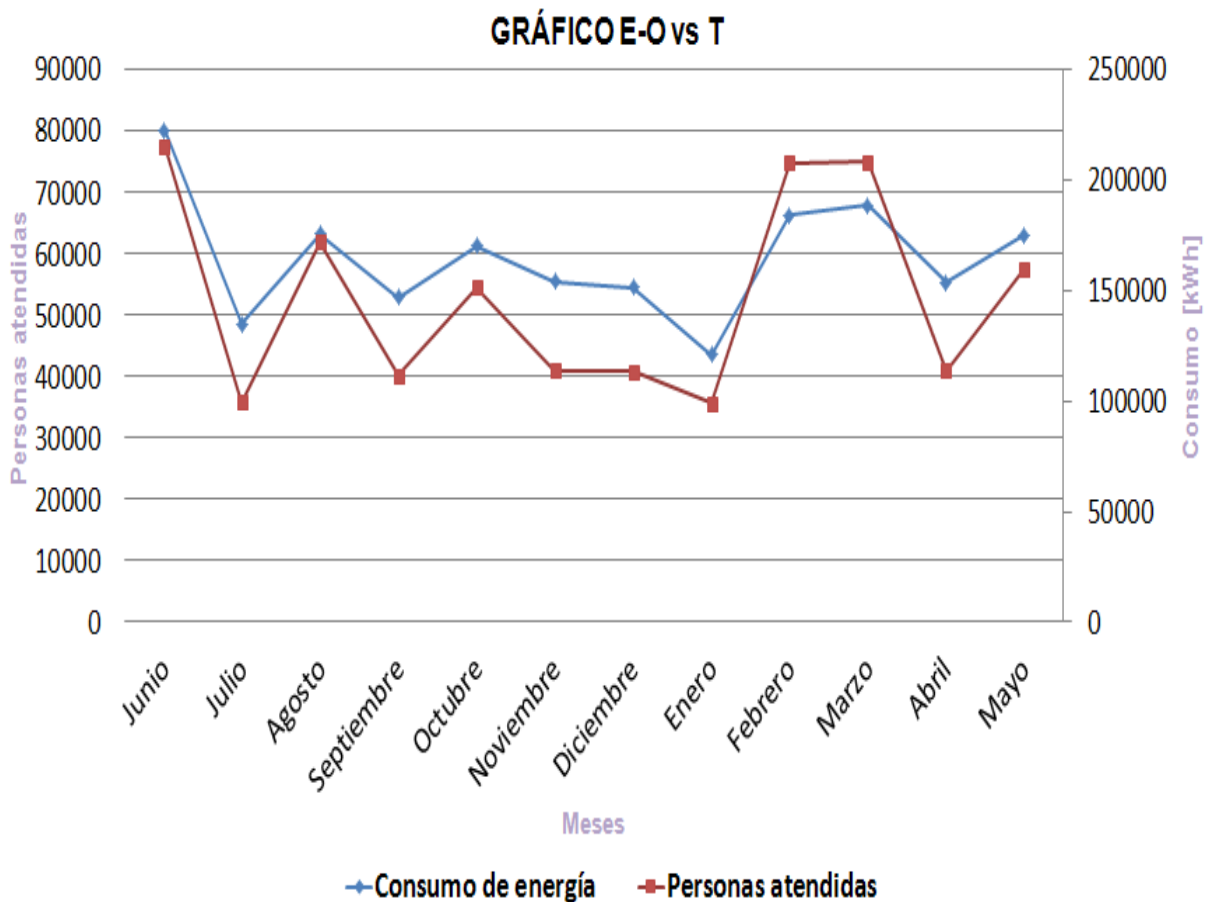


Figura 3.3: Gráfico de consumo de energía y ocupación en el tiempo

En éste gráfico se pueden visualizar simultáneamente los comportamientos a través del tiempo de la producción (Ocupación) y el consumo de energía del portador energético. En el caso del Camilo Torres el portador es la energía eléctrica. La Figura 3.3 servirá para identificar anomalías en el comportamiento de éstas variables en distintos periodos, así como también para determinar las causas de las variaciones significativas en los consumos [2].

Los comportamientos anómalos se presentan cuando:

- Si 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 [2].

Para evaluar numéricamente las posibles anomalías que se presenten, se utiliza una tabla de variación relativa del consumo y la ocupación en el tiempo, la cual se muestra a continuación:

| Mes | Consumo [kWh] | % variación del consumo | Personas | % variación de personas | Comportamiento | Observaciones |
|------------|---------------|-------------------------|----------|-------------------------|----------------|-------------------|
| Junio | 80280 | | 215695 | | | |
| Julio | 48640 | 39,4120578 | 99650 | 53,80050534 | normal | ninguna |
| Agosto | 63340 | -30,22203947 | 172221 | -72,82589062 | anómalo | Ahorro deficiente |
| Septiembre | 52880 | 16,51405115 | 111648 | 35,17166896 | normal | ninguna |
| Octubre | 61300 | -15,92284418 | 151580 | -35,76597879 | normal | ninguna |
| Noviembre | 55520 | 9,42903752 | 113945 | 24,82847341 | normal | ninguna |
| Diciembre | 54640 | 1,585014409 | 113461 | 0,424766335 | normal | ninguna |
| Enero | 43680 | 20,05856515 | 99261 | 12,51531363 | normal | ninguna |
| Febrero | 66400 | -52,01465201 | 207845 | -109,3924099 | anómalo | Ahorro deficiente |
| Marzo | 67900 | -2,259036145 | 208511 | -0,32043109 | normal | ninguna |
| Abril | 55380 | 18,43888071 | 113796 | 45,42446202 | normal | ninguna |
| Mayo | 63080 | -13,90393644 | 159989 | -40,59281521 | normal | ninguna |

Tabla 3.3: Variación relativa

donde:

$$\%variación = \frac{valor\ actual - valor\ anterior}{valor\ anterior} * 100 \quad (3.3)$$

De la Tabla 3.3 se puede observar que se presentan dos periodos anómalos que son el mes de Agosto y de Febrero, en los a pesar de que la variación de consumo y la de ocupación presentan el mismo signo, la variación en la ocupación del edificio es significativamente alta. Esto se debe a que los meses anteriores a estos dos periodos presenta una baja cantidad de personas, ya que en estos meses la comunidad universitaria se encuentra en vacaciones.

3.1.4. Gráfico de consumo - ocupación (E vs O)

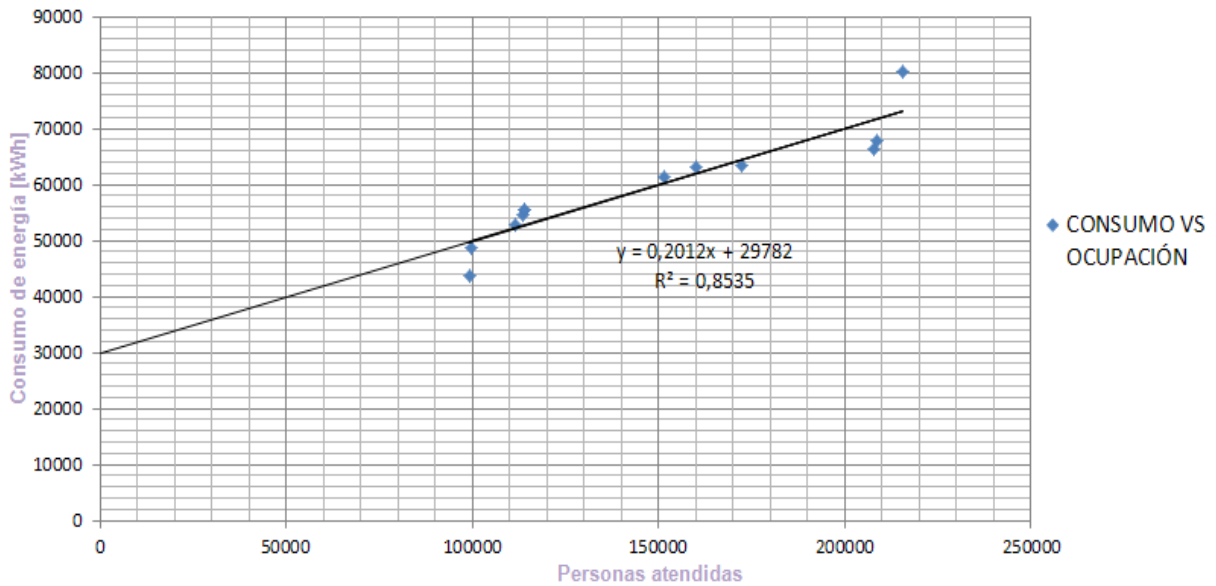


Figura 3.4: Gráfico de consumo-Ocupación (E vs O)

Este gráfico se realiza con la finalidad de conocer la influencia de la ocupación de los edificios del Camilo Torres en el consumo del mismo, lo cual se puede evidenciar mediante su coeficiente que en este caso tiene un valor de 0.8535, que indica que los parámetros Consumo y Ocupación están fuertemente correlacionados debido a que presenta un índice mayor de 0.85 [2].

La línea de tendencia indica la relación entre los parámetros de consumo y ocupación, permitiendo conocer el consumo aproximado para una ocupación dada. Esta línea de tendencia describe la ecuación $E = 0,2012P + 29782$. También muestra la energía no asociada a la ocupación, la cual se determina como el intersección con el eje de consumo (Eje Y) dando un valor de 29782 [kWh]; este valor representa el 50.1 % del consumo promedio de los edificios del Camilo Torres. La energía no asociada a la ocupación se debe a:

- Equipos de funcionamiento constante: En los edificios del Camilo Torres se encuentran equipos los cuales su funcionamiento es independiente de la ocupación, ya que por sus características deben estar funcionando continuamente algunos las 24 horas del día, tales como: computadores para supercómputo, neveras, servidores y aires acondicionados.
- Encender las luces de forma innecesaria y sin ocupación.

3.1.4.1. Línea Meta

La importancia de ésta gráfica radica en el hecho de que se establece un objetivo o meta con el cual se puede impulsar el uso racional de la energía y se pueden monitorear y hacer un seguimiento a las actividades que se desarrollen para lograr estos objetivos a partir del establecimiento de indicadores que realicen dicha evaluación.

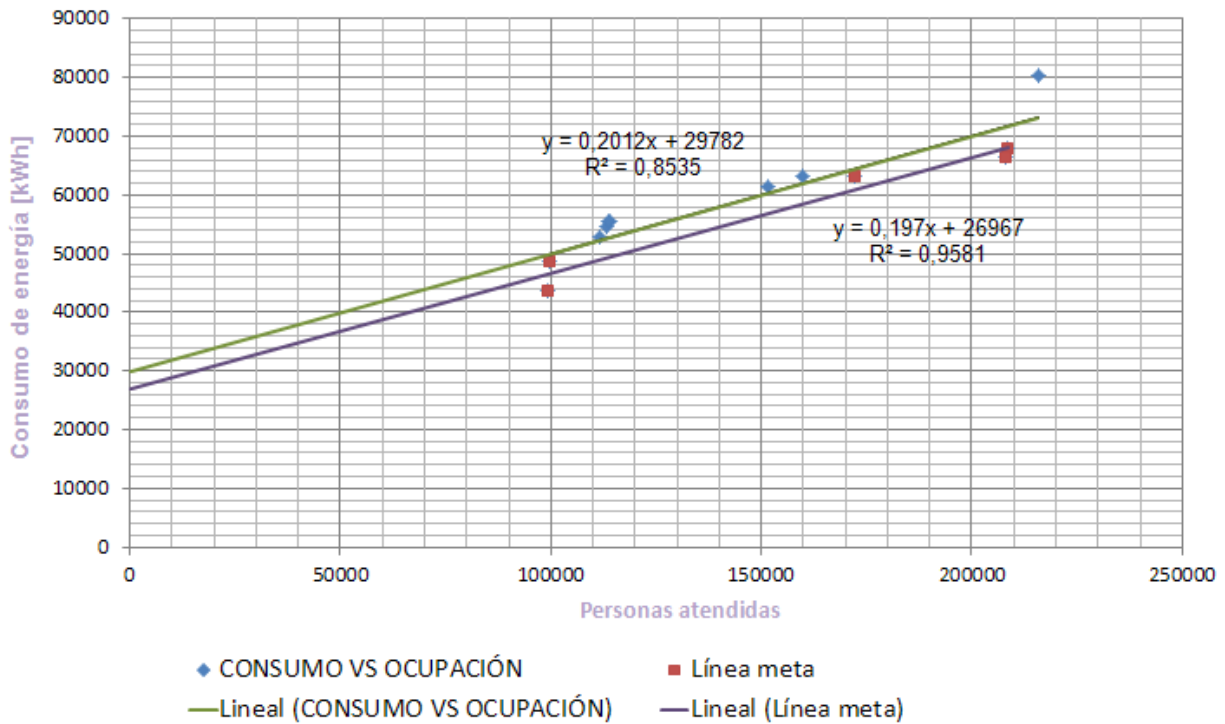


Figura 3.5: Línea meta

Como se puede observar en la Figura 3.5, la línea base muestra los consumos que son consecuencia de la ocupación del edificio y la energía no asociada a ésta ocupación. Debajo de ésta línea base se aprecian los consumos que se pueden lograr a través del desarrollo de políticas de cultura energética además de ajustes que se consideren necesarios para aumentar la eficiencia de los procesos que se llevan a cabo en el edificio.

En la línea base se tiene un coeficiente de 0,8535 el cual aumenta en la línea meta a 0,9581 lo que establece que la gráfica muestra adecuadamente el comportamiento que se tiene al implementar las políticas de ahorro energético. Por otro lado se observa la energía no asociada que en un principio se cuantifica en 29782 kWh mientras que con la aplicación de estrategias de mínima inversión fijadas con base en la línea meta, se reduce a 26967 kWh lo que equivale a

una disminución del 9,46 %.

3.1.5. Diagrama índice de consumo - ocupación (IC vs O)

Para realizar este gráfico se hace necesario obtener los valores para cada periodo de:

- Índice de consumo real (IC):

$$IC = \frac{\text{consumo}}{\text{ocupación}} \quad (3.4)$$

- Consumo teórico (Ct): Se toma la ecuación obtenida de la gráfica de E vs P, la cual es de la forma

$$E = m * P + E_0 \quad (3.5)$$

donde:

E = consumo

P = Ocupación

m= pendiente

E₀= Energía no asociada al consumo

Quedando

$$Ct = 0,2012 * \text{ocupación} + 29782 \quad (3.6)$$

- Índice de consumo teórico (ICt):

$$ICt = \frac{Ct}{\text{ocupación}} \quad (3.7)$$

| CONSUMO | OCUPACIÓN | IC | Ct | ICt |
|---------|-----------|------------|------------|------------|
| 80280 | 215695 | 0,37219222 | 73179,834 | 0,3392746 |
| 48640 | 99650 | 0,48810838 | 49831,58 | 0,50006603 |
| 63340 | 172221 | 0,36778326 | 64432,8652 | 0,37412897 |
| 52880 | 111648 | 0,47363141 | 52245,5776 | 0,46794907 |
| 61300 | 151580 | 0,40440691 | 60279,896 | 0,39767711 |
| 55520 | 113945 | 0,48725262 | 52707,734 | 0,46257171 |
| 54640 | 113461 | 0,48157517 | 52610,3532 | 0,46368667 |
| 43680 | 99261 | 0,44005198 | 49753,3132 | 0,50123728 |
| 66400 | 207845 | 0,31946883 | 71600,414 | 0,34448947 |
| 67900 | 208511 | 0,32564229 | 71734,4132 | 0,34403179 |
| 55380 | 113796 | 0,48666034 | 52677,7552 | 0,46291394 |
| 63080 | 159989 | 0,39427711 | 61971,7868 | 0,3873503 |

Tabla 3.4: Tabla índice de consumo-ocupación

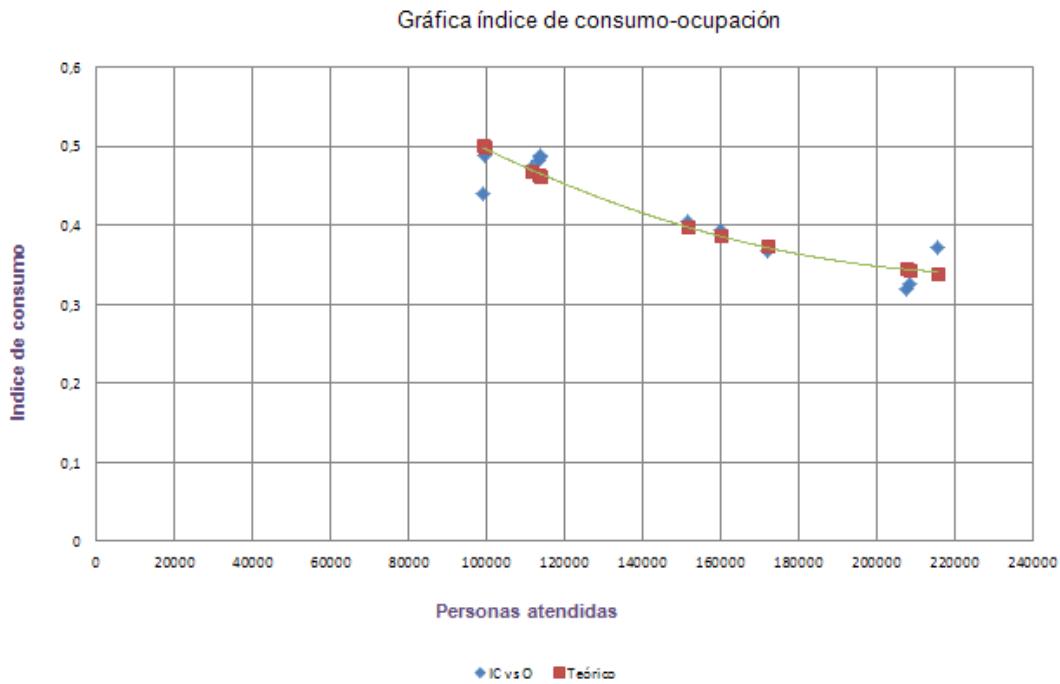


Figura 3.6: Gráfica índice de consumo-ocupación

Con este gráfico que se muestra en la Figura 3.6 se puede determinar en qué medida el índice de consumo energético depende del nivel de producción realizada o en términos de éste trabajo, del nivel de ocupación del edificio Camilo Torres. En la medida en que la producción disminuya, el

consumo energético puede presentar también una disminución pero a su vez el costo energético por unidad de producción puede aumentar. En el gráfico se observa que a medida que disminuye la ocupación del edificio, se aumenta el costo de energía, esto debido a que la energía no asociada representa un peso relativo mayor sobre la producción. El punto crítico (Punto de inflexión de la curva teórica) se encuentra alrededor de las 160000 personas, siendo la ocupación promedio de 147300 personas, por lo tanto se considera que la producción resulta ineficiente e incrementa el índice de consumo.

3.1.6. Gráfico de tendencias o de sumas acumulativas (CUSUM)

Este gráfico es utilizado para monitorear el comportamiento y la tendencia de los consumos energéticos, tomando como referencia el período base que comprende los meses del primer semestre del 2013 lo cual se muestra en la Tabla 3.5. A partir de esto se puede cuantificar la energía que se ha consumido excesivamente o la que se ha dejado de consumir hasta el momento de su actualización. Se busca también comparar diferentes niveles de producción en distintos periodos, la magnitud de un periodo dado con respecto al periodo base y evaluar la efectividad de las medidas de ahorro energético en trabajos futuros [2].

| Semestre 1 | Consumo [kWh] | Personas | Semestre 2 | Consumo [kWh] | Personas |
|------------|---------------|----------|------------|---------------|----------|
| mayo | 63080 | 159989 | noviembre | 55520 | 113945 |
| junio | 80280 | 215695 | diciembre | 54640 | 113461 |
| julio | 48640 | 99650 | enero | 43680 | 99261 |
| agosto | 63340 | 172221 | febrero | 66400 | 207845 |
| septiembre | 52880 | 111648 | marzo | 67900 | 208511 |
| octubre | 61300 | 151580 | abril | 55380 | 113796 |

Tabla 3.5: comparativo de semestres

Se tomó como base de comparación el primer semestre del año 2013 y mediante un análisis se observará la tendencia que presentó el segundo semestre del año 2013 en relación a consumo energético. En la gráfica 3.7 se muestra la ocupación de los edificios vs el consumo generado por los mismos, esto en el primer semestre del año 2013.

Primer semestre

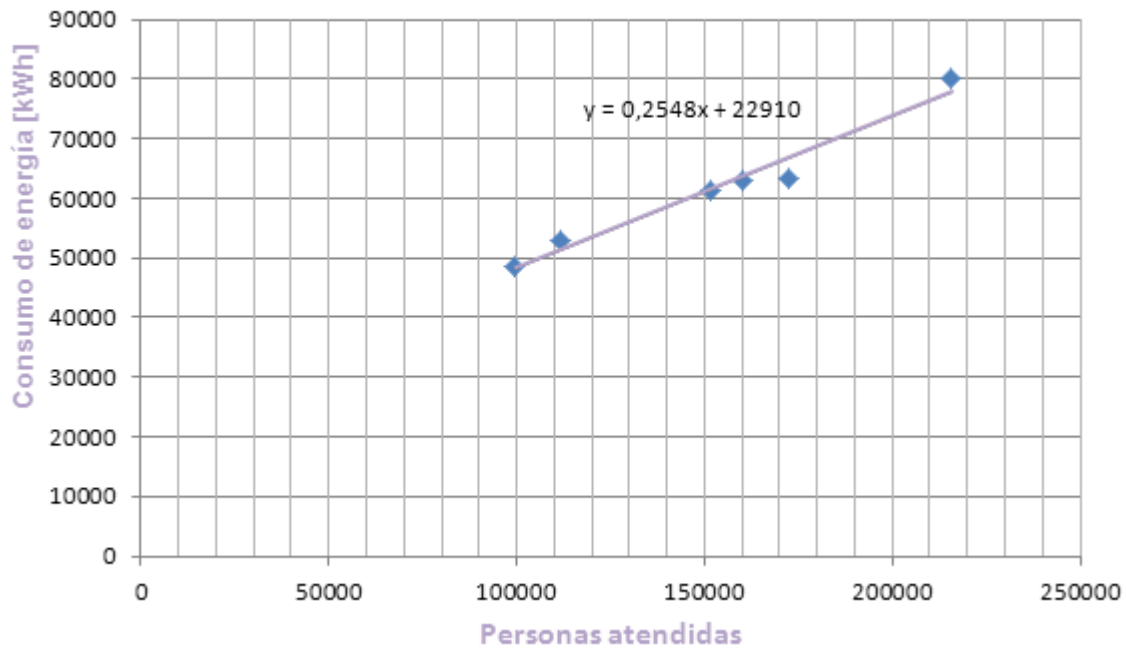


Figura 3.7: Primer semestre

Al reemplazar la pendiente de la línea de tendencia por las ocupaciones mensuales respectivas del segundo semestre del año 2013, se obtiene E_t que representa el valor del consumo que se generaría para el segundo semestre del año 2013 si mantuviera la ocupación mensual del primer semestre del año 2013.

| Tiempo | E_a | Personas | E_t | $E_a - E_t$ | Suma acumulativa |
|-----------|-------|----------|------------|-------------|------------------|
| Noviembre | 55520 | 113945 | 51943,186 | 3576,814 | 3576,814 |
| diciembre | 54640 | 113461 | 51819,8628 | 2820,1372 | 6396,9512 |
| Enero | 43680 | 99261 | 48201,7028 | -4521,7028 | 1875,2484 |
| Febrero | 66400 | 207845 | 75868,906 | -9468,906 | -7593,6576 |
| Marzo | 67900 | 208511 | 76038,6028 | -8138,6028 | -15732,2604 |
| Abril | 55380 | 113796 | 51905,2208 | 3474,7792 | -12257,4812 |

Tabla 3.6: Tendencia

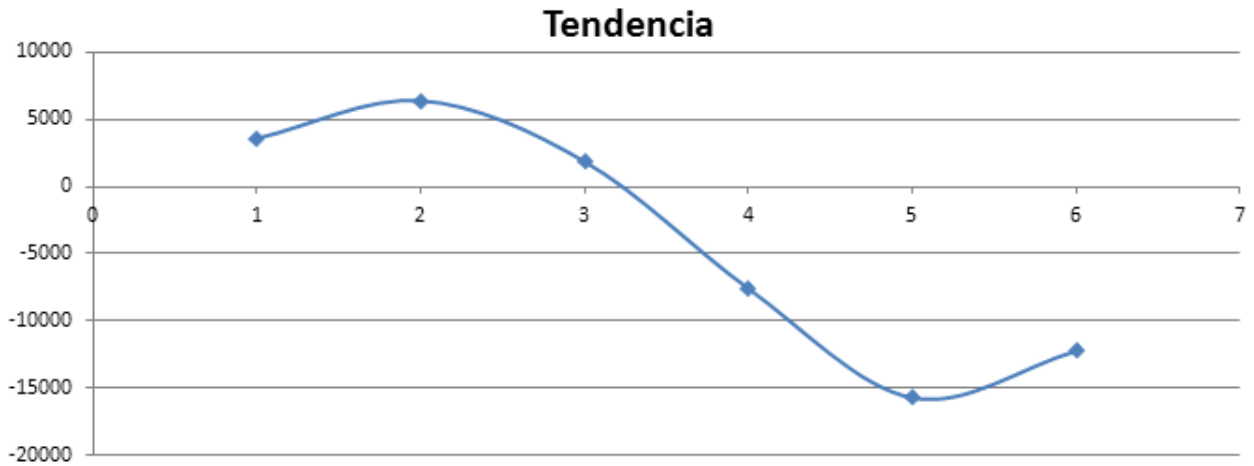


Figura 3.8: Tendencia

Se observa en la Figura 3.8 una tendencia a la baja durante el segundo hasta el quinto mes del segundo semestre, y una tendencia a la alza durante el primer y último mes del semestre estudiado

3.2. REPORTE DE CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA UPME

En el Reporte de caracterización energética mostrado en la Tabla 3.7 se pueden comprobar los datos obtenidos con las gráficas, tal como la línea base, la energía no asociada, y la correlación tanto de los datos totales como los meta, Además permite conocer el potencial de ahorro de energía tanto no asociada a la producción (Tabla 3.8a) como asociada a la producción (Tabla 3.8b).

Así mismo se observa que se podría obtener un ahorro anual de \$ 12'028.231 por energía no asociada a la producción, y un ahorro anual de \$ 16'402.363 por energía asociada a la producción.

| Reporte software caracterización energética de la UPME | |
|--|-----------------------|
| Costo energético | 288,05 |
| Valores periodo base (Datos filtrados) | |
| Periodo | |
| Producción máxima (Personas/mes) | 215695 |
| Producción mínima (Personas/mes) | 99261 |
| Producción promedio (Personas/mes) | 147300,17 |
| Consumo de energía máximo (kWh) | 80280 |
| Consumo de energía mínimo (kWh) | 43680 |
| Consumo de energía promedio (kWh) | 59420 |
| Fiabilidad inicial | 100% |
| Línea base | $E = 0,2P + 29782,29$ |
| Correlación | 0,85 |
| Tipo de control | Fuerte |
| Energía no asociada a la producción periodo base | |
| Energía no asociada a la producción periodo base (kWh) | 29782,29 |
| Energía no asociada % | 50,12 |
| Valores línea meta | |
| Producción máxima (Personas/mes) | 208511 |
| Producción mínima (Personas/mes) | 99261 |
| Producción promedio (Personas/mes) | 157497,6 |
| Consumo de energía máximo (kWh) | 67900 |
| Consumo de energía mínimo (kWh) | 43680 |
| Consumo de energía promedio (kWh) | 57992 |
| Línea base | $E = 0,2P + 26302,51$ |
| Correlación | 0,96 |
| Energía no asociada a la producción periodo base | |
| Energía no asociada a la producción periodo base (kWh) | 26302,51 |
| Energía no asociada % | 45,36 |

Tabla 3.7: Reporte de caracterización energética de la UPME

| | Ahorro (kWh) | Ahorro (\$) |
|---------|--------------|-------------|
| Hora | 4,83 | 1392,16 |
| Diario | 115,99 | 33411,75 |
| Mensual | 3479,79 | 1002352,61 |
| Anual | 41757,44 | 12028231,3 |

(a) Ahorro por energía no asociada a la producción

| | Ahorro (kWh) | Ahorro (\$) |
|---------|--------------|-------------|
| Hora | 6,59 | 1898,42 |
| Diario | 158,17 | 45562,12 |
| Mensual | 4745,23 | 1366863,61 |
| Anual | 56942,76 | 16402363,34 |

(b) Ahorro por producción

Tabla 3.8: Potencial de ahorro de energía

3.3. DIAGRAMA DE PARETO

A partir de los datos obtenidos anteriormente en el censo de carga, se identifican el 20% de los equipos que consumen el 80% de la energía, mediante el uso de diagramas de Pareto, se puede determinar cuál es el área o áreas de mayor consumo energético. Esto se presenta en la Figura 3.9 y los datos utilizados se muestran en la Tabla 3.9.

| ÁREA | CONSUMO | PORCENTAJE |
|------------------------|-----------|------------|
| Laboratorios LL | 23677,332 | 28% |
| Laboratorios Lpos | 18776,738 | 22% |
| Salas de computo | 10138,12 | 12% |
| Administrativos | 9603,084 | 11% |
| Areas comunes | 7820,96 | 9% |
| Aulas de clase | 7599,04 | 9% |
| Auditorios | 1643,656 | 2% |
| Oficinas de profesores | 3545,76 | 4% |
| Centros de estudio | 2976,48 | 3% |
| TOTAL | 85781,17 | 100% |

Tabla 3.9: Áreas de mayor consumo

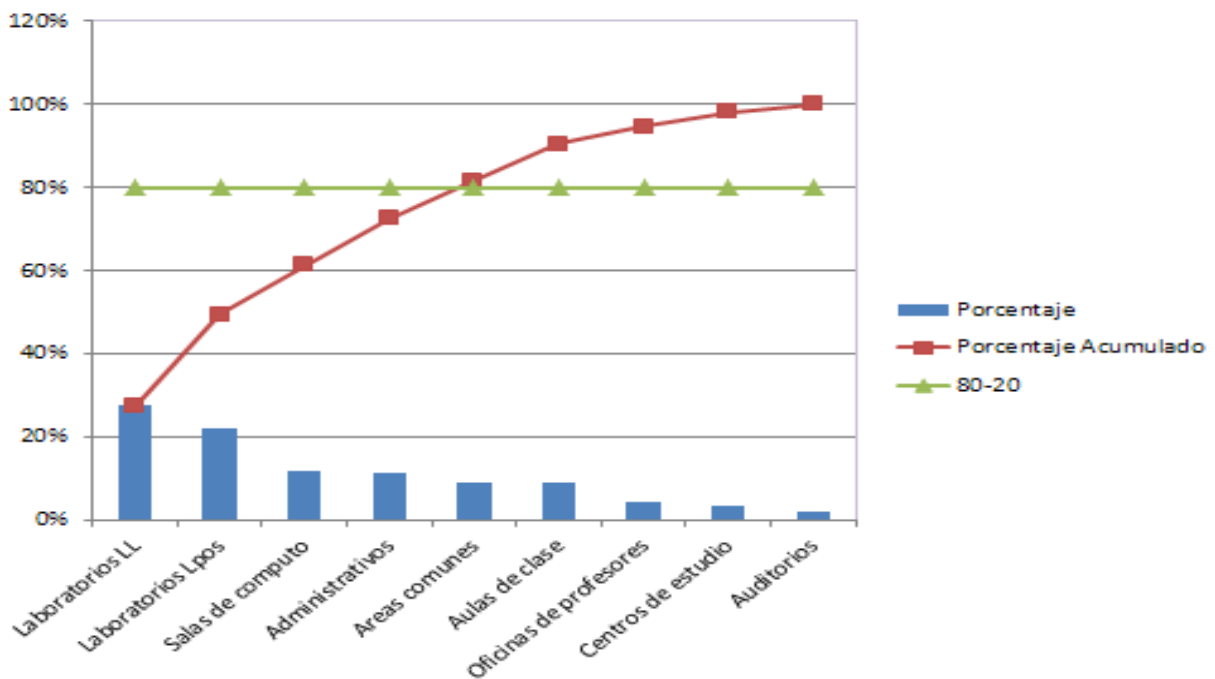


Figura 3.9: Diagrama de Pareto para las diferentes áreas de consumo

El diagrama de la Figura 3.9 muestra que las áreas que consumen el 80% de la energía son Laboratorios Livianos, Laboratorio de Posgrados, Salas de cómputo, Administrativos y áreas comunes siendo el área de Laboratorios Livianos la de mayor impacto en el consumo de energía eléctrica. Lo anterior nos indica que si se hace énfasis en el estudio de éstas zonas, se pueden crear estrategias que reduzcan éste impacto que generan, y por lo tanto se puede reducir el consumo energético del edificio considerablemente.

3.3.1. Estratificación

Ahora el estudio se enfoca en cada una de las áreas que generan el 80% del impacto en el consumo buscando determinar cuáles son los equipos de mayor consumo y con esto dar algunas recomendaciones en el uso de los mismos, las cuales se presentarán más adelante.

3.3.1.1. Laboratorio Livianos

| Equipo | Consumo [kWh] | Porcentaje |
|----------------------------|---------------|------------|
| Aires acondicionados | 9300,57 | 39% |
| Refrigerador | 5929,2 | 25% |
| Iluminación | 2329,6 | 10% |
| Hornos | 1842,32 | 8% |
| Equipo de extracción | 1630,4 | 7% |
| Destiladores | 528 | 2% |
| Ordenadores | 520,64 | 2% |
| Placas de calentamiento | 372,672 | 2% |
| Microscopio | 359,04 | 2% |
| Motores de laboratorio | 181,16 | 1% |
| Televisor | 176 | 1% |
| Incubadora | 158,4 | 1% |
| Cromatógrafo | 115,2 | 0% |
| Servidores | 112 | 0% |
| Estereoscopio | 79,2 | 0% |
| Cabina de extracción | 68,1 | 0% |
| Autoclave | 38,34 | 0% |
| Purificador | 37,28 | 0% |
| Centrifuga | 34,32 | 0% |
| Impresoras | 6,72 | 0% |
| Herramientas de reparación | 4,99 | 0% |
| Fusiómetro | 1,6 | 0% |

Tabla 3.10: Equipos de mayor consumo en Laboratorio Livianos

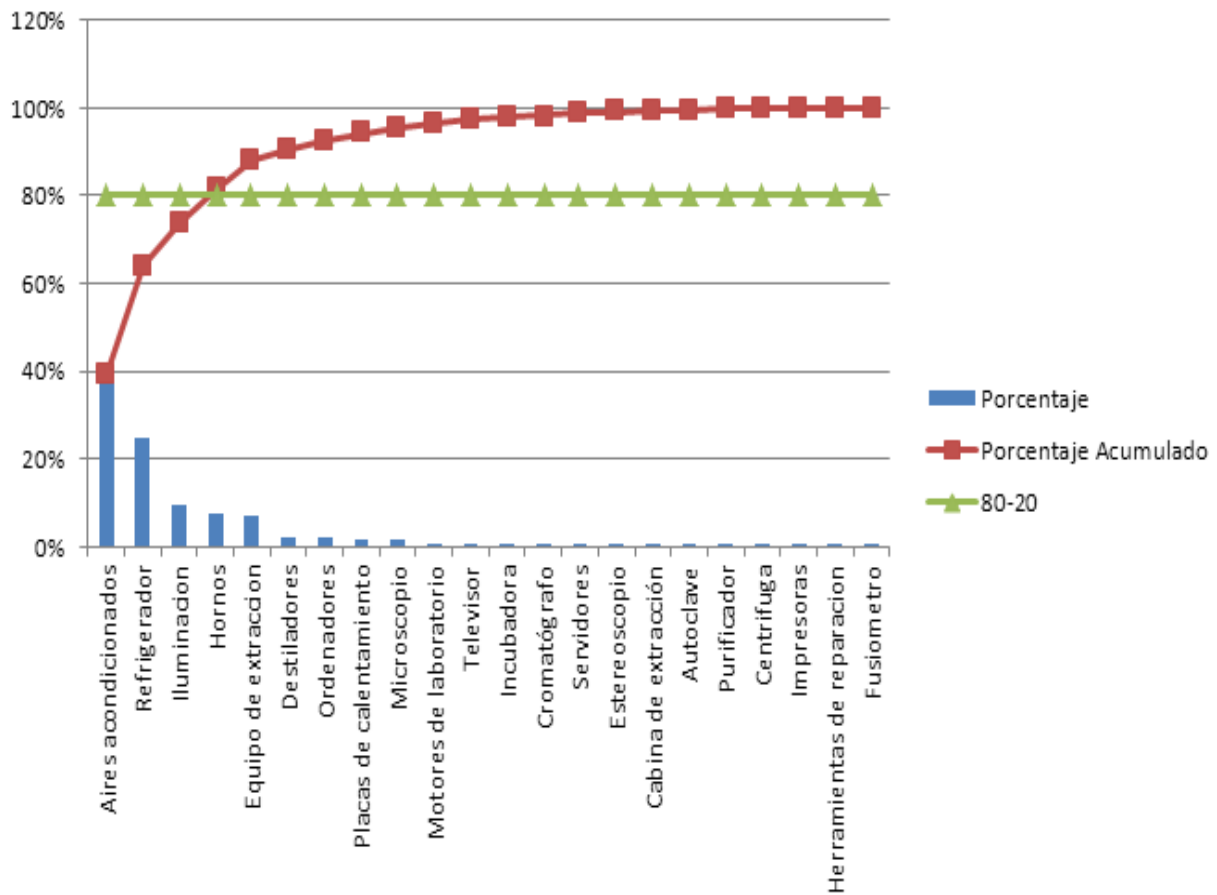


Figura 3.10: Diagrama de Pareto para Laboratorio Livianos

De la Figura 3.10 se puede ver que los equipos con el 80% del consumo de energía eléctrica son los equipos de aire acondicionado, refrigeración y de iluminación, además de los hornos, siendo los aires acondicionados quienes consumen la mayor parte de energía con un 39%. Si se implementan estrategias que disminuyan el impacto que generan estos cuatro tipos de equipos, se podrá disminuir en gran parte el consumo energético del edificio, lo cual se indica con más detalle en el capítulo Recomendaciones para el uso racional de la energía.

3.3.1.2. Laboratorios Posgrado

| Equipo | Consumo [kWh] | Porcentajes |
|------------------------|---------------|-------------|
| Aires acondicionados | 5764 | 35% |
| Refrigeradores | 4160,52 | 25% |
| Hornos | 1696,24 | 10% |
| Iluminación | 954,36 | 6% |
| Incubadora | 941,4 | 6% |
| Equipos de extracción | 721,82 | 4% |
| Rotaevaporador | 510 | 3% |
| Ordenadores | 434,4 | 3% |
| Bombas | 380,022 | 2% |
| Jupiter | 360 | 2% |
| Baño maría | 220 | 1% |
| Autoclave | 126,48 | 1% |
| Ultrasonido | 50,34 | 0% |
| termociclador | 48 | 0% |
| Triostato | 48 | 0% |
| Homogenizador | 40 | 0% |
| Ventilación | 30 | 0% |
| Espectrofotómetro | 22,4 | 0% |
| Camara electroforesis | 21,72 | 0% |
| Centrifuga | 16,7 | 0% |
| termomixer | 10,5 | 0% |
| Fotodetector | 9,6 | 0% |
| Microscopios | 4,68 | 0% |
| Placa de calentamiento | 13 | 0% |
| Cromador | 2,16 | 0% |
| Impresora | 1,44 | 0% |

Tabla 3.11: Equipos de mayor consumo Edificio Posgrados

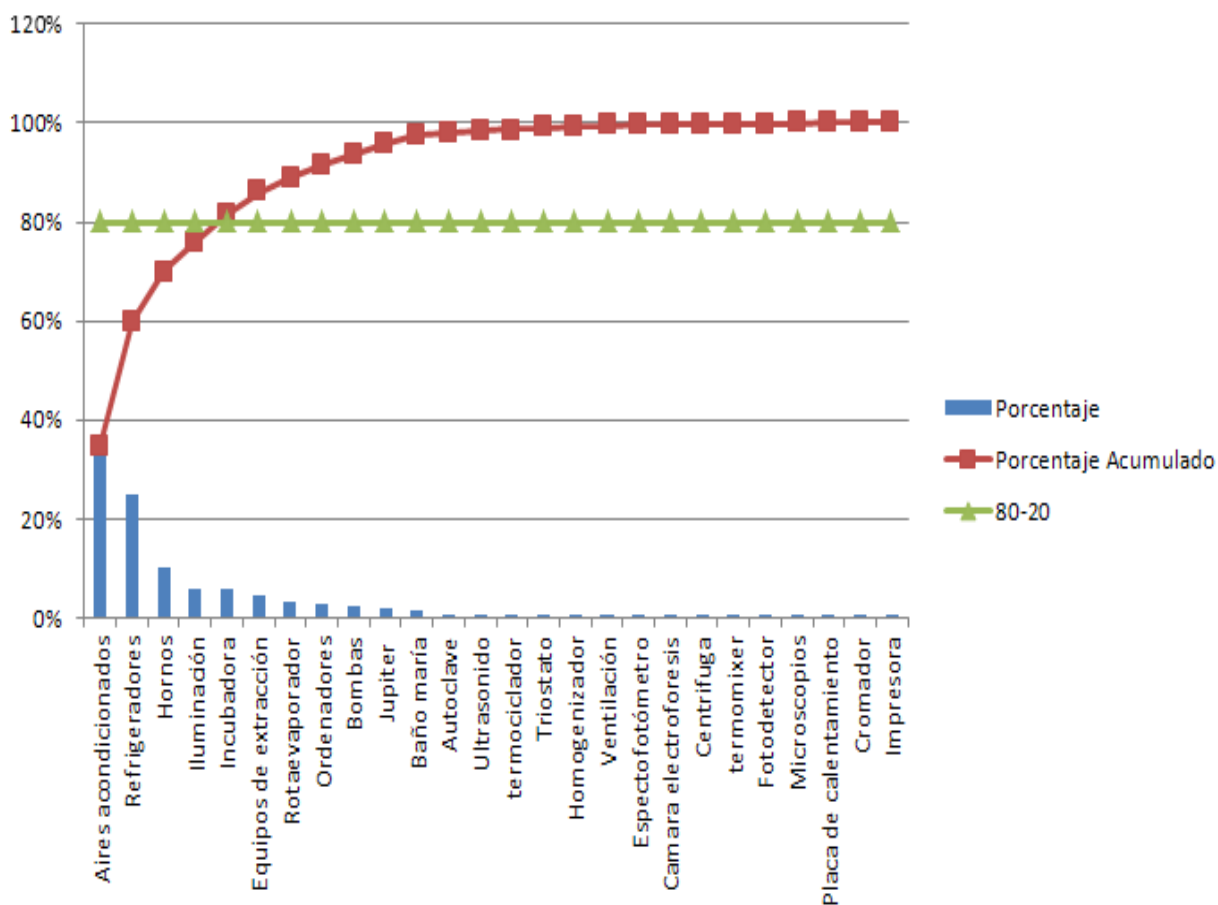


Figura 3.11: Pareto para Edificio Posgrados

A partir del diagrama de la figura se identifican los equipos de mayor impacto sobre el consumo en el área de Laboratorios de Posgrado, los cuales son los equipos de Aire Acondicionado en primer lugar con un 35 %, Refrigeración 25 %, Hornos 10%. Iluminación 6% e incubación 6%. Si se hace una comparación con el área de laboratorios livianos, puede observarse una similitud de los equipos que más consumen electricidad, siendo los equipos de climatización y de refrigeración quienes encabezan el consumo energético en las dos áreas. Por último se concluye que si se planean estrategias que lleven a optimizar el uso de cada uno de los equipos que generan el 80% del impacto en el consumo energético, se puede disminuir considerablemente el gasto energético del Camilo Torres.

3.3.1.3. Salas de cómputo

Los equipos generan mayor impacto en el consumo de electricidad son los computadores de escritorio con un 40% del consumo total, aires acondicionados con 22% y Servidores 20%. Se hará énfasis entonces en la reducción del consumo de éstos aparatos para lograr las metas de reducción total. Todo lo anterior se muestra en la tabla con su respectivo diagrama de Pareto (Figura 3.12).

| Equipo | Consumo [kWh] | Porcentaje |
|--------------------------|---------------|------------|
| Computador de escritorio | 3992,8 | 40% |
| Aire acondicionado | 2263,52 | 22% |
| Servidores | 2016 | 20% |
| Computador Precision | 901,8 | 9% |
| Iluminación | 778,88 | 8% |
| Video beam | 114 | 1% |
| Impresora | 30,16 | 0% |

Tabla 3.12: Equipos de mayor consumo salas de cómputo

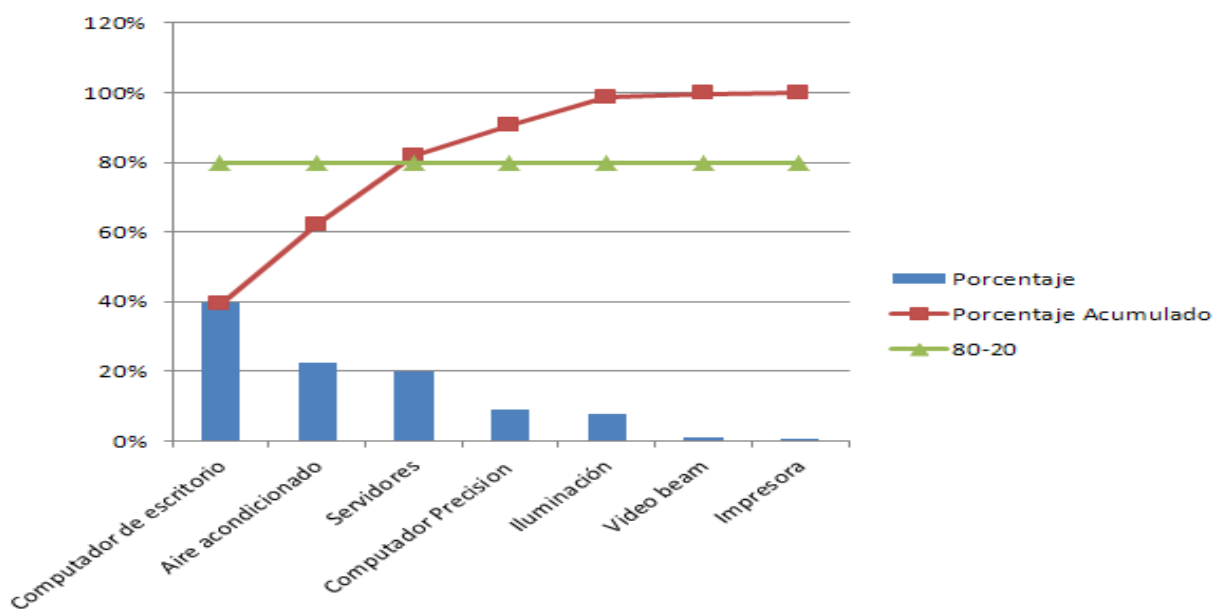


Figura 3.12: Pareto salas de cómputo

3.3.1.4. Administrativos

Para analizar el área de administrativos, se puede remitir a la Figura 3.13. Los equipos con mayor consumo son los aires acondicionados y los computadores. El estudio se debe enfocar en éstos dos equipos ya que consumen el 80% de la energía eléctrica.

| Equipo | Consumo kWh | Porcentaje |
|--------------------|-------------|------------|
| Aire Acondicionado | 6654,664 | 70% |
| Computadores | 1712 | 18% |
| Iluminación | 775,68 | 8% |
| Servidor | 280 | 3% |
| Extractores | 80 | 1% |
| Impresora | 54,9 | 1% |
| Televisor | 9,84 | 0% |
| Ventilador | 7,2 | 0% |

Tabla 3.13: Equipos de mayor consumo Administrativos

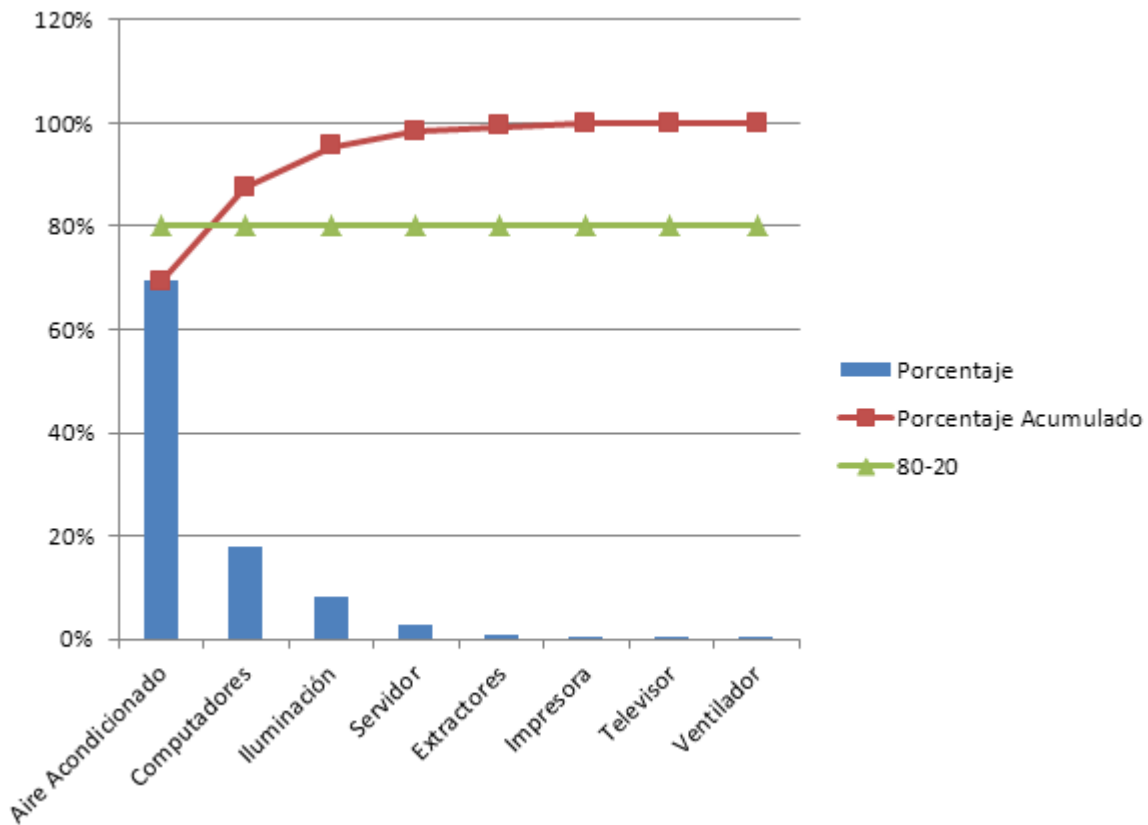


Figura 3.13: Pareto para Administrativos

3.3.1.5. Áreas comunes

Según se ve en la figura 3.14 los equipos que generan la mayor parte del consumo energético en áreas comunes son la refrigeración e iluminación. La gran cantidad de luminarias que se encuentran instaladas en el edificio y su uso frecuente, en ocasiones innecesarios como se verá más adelante, hacen que la iluminación sea una gran causa de desperdicio de energía en el edificio.

| Equipo | Consumo kWh | Porcentaje |
|------------------|-------------|------------|
| Refrigeración | 3384 | 44% |
| Iluminación | 2096,96 | 27% |
| Fotocopiadora | 1440 | 19% |
| Cafetera | 664 | 9% |
| Calentador | 72 | 1% |
| Horno Microondas | 26 | 0% |
| Molino Iberital | 22,4 | 0% |
| Televisor | 19,2 | 0% |
| Licudadora | 6 | 0% |
| Impresora | 0,8 | 0% |

Tabla 3.14: Equipos de mayor consumo áreas comunes

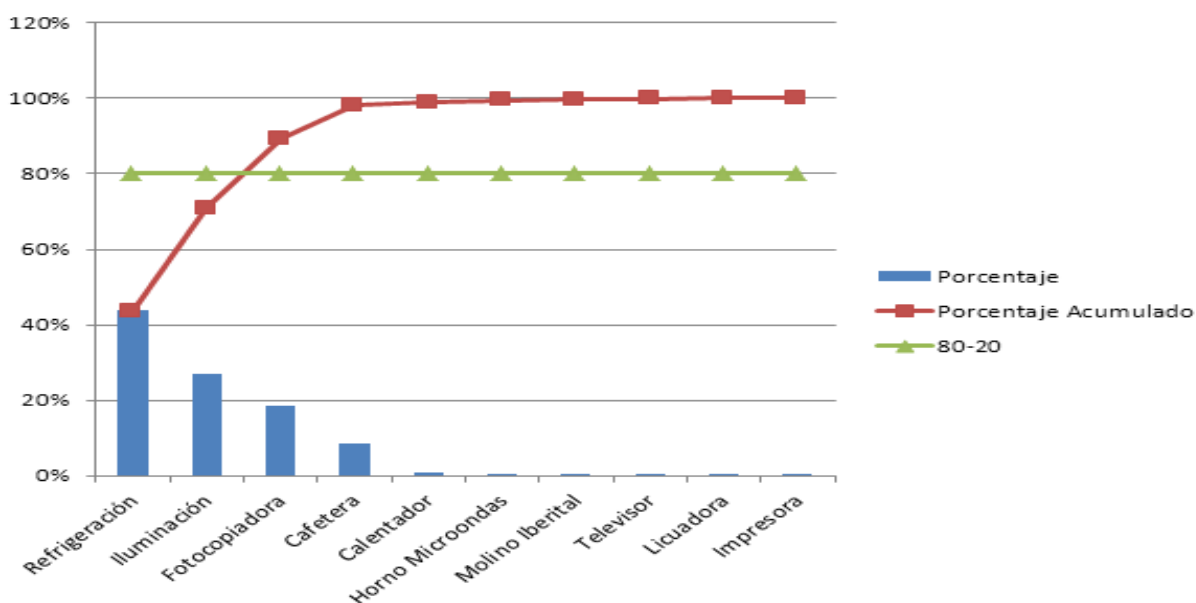


Figura 3.14: Pareto áreas comunes

El uso de los elementos que constituyen la carga del Camilo Torres y su cantidad influyen en la magnitud del impacto que generan sobre el consumo total de energía. Vale la pena aclarar que éste uso varía de acuerdo con las distintas épocas del año. Durante el transcurso de un semestre académico se presenta un uso normal de los elementos que se encuentran en el edificio, tal como se describió en ésta parte. Sin embargo en épocas vacacionales, muchos de los elementos quedan en desuso durante este tiempo, sobre todo los que se utilizan para la docencia y la investigación de pregrado. Es por ello que el consumo puede reducirse en gran magnitud, lo cual sugiere que éste estudio es tan sólo una aproximación a la utilización normal de la carga existente en el Camilo Torres.

En el censo de carga se realizó una aproximación del consumo nominal del Camilo Torres para así identificar los posibles potenciales de reducción en el consumo energético y sugerir estrategias que conlleven a lograr las metas energéticas que se puedan trazar en base a éste estudio. En el capítulo de las recomendaciones se hará una descripción de las estrategias planteadas para alcanzar dichas metas basándose en la metodología del SGIE.

Capítulo 4

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

En el presente capítulo se hará un diagnóstico de los procesos que se llevan a cabo y que requieren de gasto energético con lo que se determinará cuáles pueden ser las posibles alternativas de solución que mejoren considerablemente la eficiencia en dichos procesos así como también los usos inadecuados en los diferentes equipos eléctricos. Se hará entonces un estudio de iluminación, acompañado de un análisis de la calidad del suministro eléctrico y un estudio termográfico en la subestación del edificio. Además se realizará una inspección del funcionamiento de diversos equipos lo cual se muestra en las recomendaciones del siguiente capítulo.

4.1. ESTUDIO DE ILUMINACIÓN

La determinación de los niveles adecuados de iluminación para una instalación es un aspecto muy relevante, debido a que el exceso o defecto de la misma, pueden afectar seriamente desde la productividad de quienes operan en ese ambiente hasta la salud visual de las personas.

Es por eso que es importante que la iluminación de un recinto esté correctamente diseñada, y una herramienta valiosa que se tiene a disposición es el uso de software como Dialux, el cual permite con base en planos arquitectónicos digitalizados en Autocad, obtener una réplica tridimensional del escenario a analizar y así tener una idea de las luminarias a utilizar y los niveles de iluminancia que se tendrán.

En éste caso en particular, se usará solamente el luxómetro para analizar escenarios con iluminación ya existente, y así determinar si cuentan con los niveles apropiados de iluminancia dependiendo del tipo de escenario, y a su vez contrastar con las medidas obtenidas con el Luxómetro.

4.1.1. Salones de clase Camilo Torres

Debido a que la distribución de las luminarias ubicadas en los salones del camilo torres es muy similar en cada salón, así como el tipo de luminaria, se procede a medir con el luxómetro la intensidad luminosa en máximo dos aulas de clase, asumiendo que las demás aulas presentarán aproximadamente los mismos resultados. Para ésta parte del estudio de iluminación se usó el luxómetro AMPROBE LM-120, con el cual se realizaron cuatro medidas en cinco puntos distintos del aula distribuidos de la siguiente manera, como se muestra en la Figura 4.1.

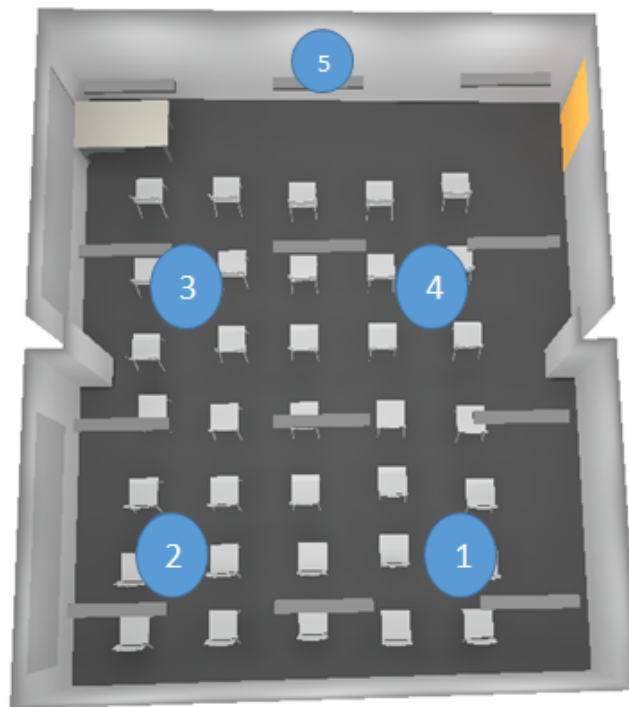


Figura 4.1: Luxómetro Salones de Clase

Los círculos azules muestran los puntos donde se hizo cada medida, donde cuatro medidas fueron tomadas sobre la superficie de trabajo que en éste caso son las mesas de los pupitres de los estudiantes, y en un último punto se tomó medida en el centro del tablero.

Los resultados obtenidos con el luxómetro se muestran en las Tablas 4.1

| Medidas edificio camilo torres 302 | | | | |
|------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| PUNTO | MEDIDA 1 [lux] | MEDIDA 2 [lux] | MEDIDA 3 [lux] | MEDIDA 4 [lux] |
| 1 | 495 | 440 | 448 | 457 |
| 2 | 250 | 250 | 249 | 250 |
| 3 | 557 | 556 | 558 | 557 |
| 4 | 649 | 649 | 654 | 657 |
| 5 | 406 | 380 | 390 | 392 |

| minimo [lux] | medio [lux] | máximo [lux] |
|--------------|-------------|--------------|
| 249 | 462,2 | 657 |

| Medidas edificio camilo torres 305 | | | | |
|------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| PUNTO | MEDIDA 1 [lux] | MEDIDA 2 [lux] | MEDIDA 3 [lux] | MEDIDA 4 [lux] |
| 1 | 544 | 400 | 410 | 435 |
| 2 | 280 | 230 | 260 | 240 |
| 3 | 499 | 510 | 530 | 545 |
| 4 | 590 | 610 | 615 | 614 |
| 5 | 384 | 340 | 338 | 360 |

| minimo [lux] | medio [lux] | máximo [lux] |
|--------------|-------------|--------------|
| 230 | 436,7 | 615 |

Tabla 4.1: Luxómetro Salones de Clase

Los siguientes niveles de iluminancia se adoptan de la norma ISO 8995 mostrada en la Tabla 4.2. El valor medio de iluminancia de la tabla se consideraría como el objeto del diseño, sin embargo el requisito que se exige debería estar entre el nivel mínimo y el máximo.

| Tipo de recinto | Nivel de iluminancia [lux] | | |
|-----------------|----------------------------|-------|--------|
| | Mínimo | Medio | Máximo |
| aulas de clase | 300 | 500 | 750 |

Tabla 4.2: Niveles de iluminancia ISO 8995 aulas de clase

En éste caso se observa que los niveles de iluminancia medidos con luxómetro están entre el nivel mínimo y máximo exigidos en la norma ISO 8995, por lo tanto se concluye que las aulas de clase presentan los niveles de iluminancia requeridos.

4.1.2. Laboratorios Livianos

De la misma forma como se analizaron las aulas de clase, se hizo el estudio de iluminación para los laboratorios de livianos, los cuales presentan también una configuración de luminarias similar, por lo tanto se analiza un solo laboratorio.

En la Figura 4.2 se observan los puntos donde se midió con el luxómetro.

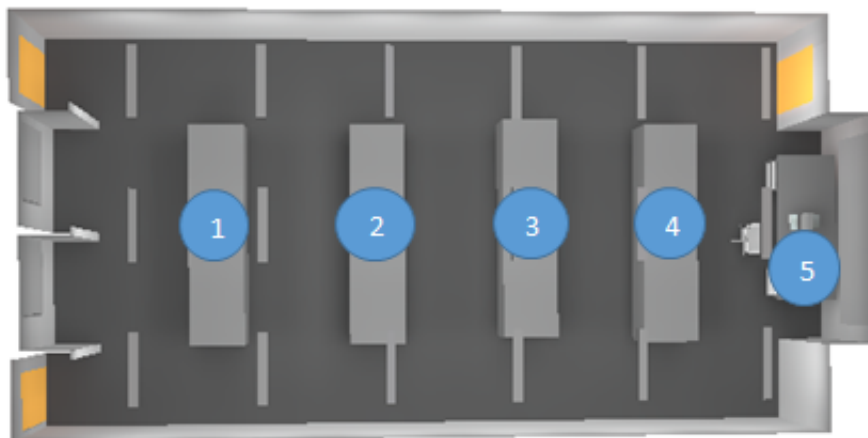


Figura 4.2: Luxómetro Laboratorio Livianos

Las medidas obtenidas con el luxómetro se muestran en la Tabla 4.3 donde cada punto corresponde a la medida realizada en la ubicación descrita en la figura anterior.

| Laboratorios de Livianos | | | | |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Punto | medida [lux] | medida [lux] | medida [lux] | medida [lux] |
| 1 | 922 | 919 | 919 | 920 |
| 2 | 1002 | 1000 | 1001 | 1002 |
| 3 | 1025 | 1019 | 1017 | 1018 |
| 4 | 910 | 905 | 904 | 906 |
| 5 | 818 | 817 | 818 | 818 |

| minimo[lux] | medio [lux] | máximo [lux] |
|-------------|-------------|--------------|
| 817 | 933 | 1025 |

Tabla 4.3: Luxómetro Laboratorio Livianos

Para saber si los niveles de iluminancia medidos con el luxómetro están en el rango admisible por la norma ISO 8995, se comparan con la Tabla 4.4.

| Tipo de recinto | Nivel de iluminancia [lux] | | |
|-----------------|----------------------------|-------|--------|
| | Mínimo | Medio | Máximo |
| Laboratorios | 300 | 500 | 750 |

Tabla 4.4: Niveles de iluminancia ISO 8995 Laboratorios

Al comparar con la Tabla 4.3 el nivel medio de las medidas realizadas con el luxómetro, se encuentra que el nivel medio sobrepasa el rango admisible por la norma ISO 8995, al ser de 933 lux, mientras que el máximo admisible es de 750 lux, por lo tanto se considera que hay sobre iluminación en tales laboratorios.

4.1.3. Oficinas de profesores Laboratorio Livianos

Para la medición de las oficinas se procede a medir con el luxómetro solo en dos puntos sobre el escritorio, el cual se considera el plano útil, en la Figura 4.3 se muestran los puntos donde se realizó la medición.

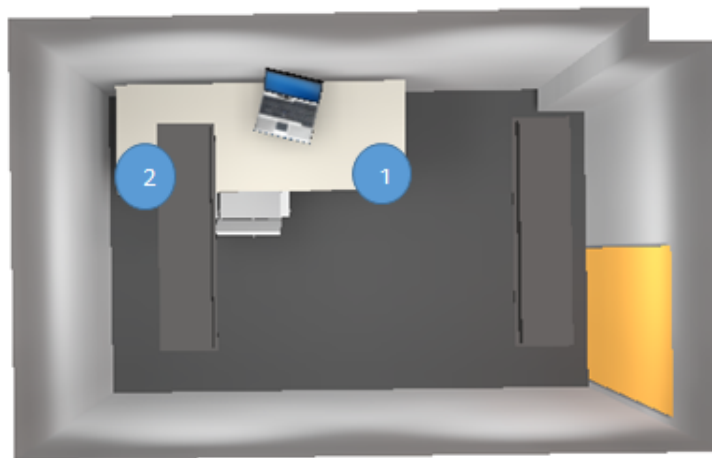


Figura 4.3: Oficinas Laboratorio Livianos

En la Tabla 4.5 se registran los datos obtenidos mediante la medición con el luxómetro.

| Oficinas laboratorios livianos | | |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| punto | medida [lux] | medida [lux] |
| 1 | 590 | 594 |
| 2 | 550 | 549 |

| Mínimo [lux] | Medio [lux] | Máximo [lux] |
|--------------|-------------|--------------|
| 549 | 570,75 | 594 |

Tabla 4.5: Oficinas Laboratorio Livianos

En la Tabla 4.6 se establecen los niveles de iluminancia para oficinas según la norma ISO 8995, al comparar éstos niveles con el nivel medio obtenido con el luxómetro, se concluye que cumple con los niveles requeridos en la norma.

| Tipo de recinto | Niveles de iluminancia [Lux] | | |
|-----------------|------------------------------|-------|--------|
| | Mínimo | Medio | Máximo |
| Oficinas | 300 | 500 | 750 |

Tabla 4.6: Niveles de iluminancia ISO 8995 Oficinas

4.1.4. Laboratorios de Posgrados

En los laboratorios se consideran como planos útiles los mesones, escritorios y demás puntos donde se realicen actividades, por lo tanto los puntos donde se realizaron las mediciones se muestran en la Figura 4.4

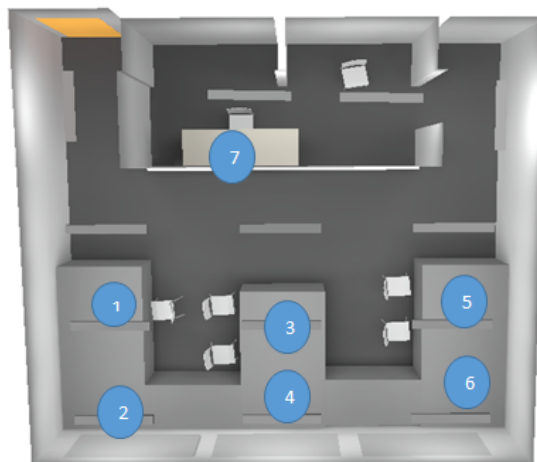


Figura 4.4: Laboratorios de Posgrado

En la Tabla 4.7 se registran los datos obtenidos con el luxómetro que corresponden a la medida en siete puntos distintos con 4 medidas por cada punto.

| Laboratorios de posgrados | | | | |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| punto | medida [lux] | medida [lux] | medida [lux] | medida [lux] |
| 1 | 570 | 572 | 570 | 571 |
| 2 | 670 | 675 | 671 | 670 |
| 3 | 545 | 548 | 548 | 546 |
| 4 | 635 | 638 | 636 | 635 |
| 5 | 546 | 545 | 546 | 544 |
| 6 | 674 | 672 | 672 | 673 |
| 7 | 580 | 579 | 578 | 578 |

| Mínimo [lux] | Medio [lux] | Máximo [lux] |
|--------------|-------------|--------------|
| 544 | 603 | 675 |

Tabla 4.7: Laboratorios de posgrado

En la Tabla 4.8 se establecen los niveles de iluminancia requeridos por la norma ISO 8995 para el caso de laboratorios, al comparar el nivel medio obtenido con el luxómetro se encuentra que cumple con los niveles requeridos por la norma, por lo tanto no existirá deslumbramiento y tampoco falta de iluminación.

| Tipo de recinto | nivel de iluminancia [lux] | | |
|-----------------|----------------------------|-------|--------|
| | mínimo | medio | Máximo |
| Laboratorios | 300 | 500 | 750 |

Tabla 4.8: Niveles de iluminancia ISO 8995 Laboratorios

4.1.5. Baños

Para la medición de los baños se procede a medir en dos puntos diferentes, en los cuales se considera que el plano útil está aproximadamente a 1 metro de altura desde el suelo, los puntos donde se realizó la medición se encuentran resaltados en los círculos numerados en la Figura 4.5.

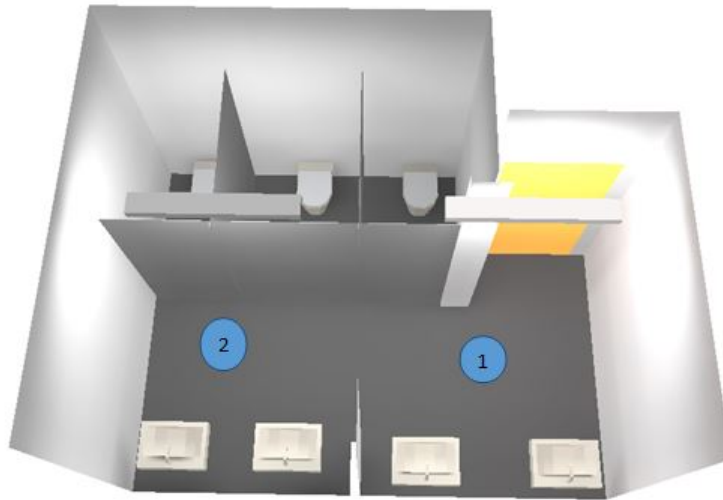


Figura 4.5: Baños

Las medidas realizadas en los puntos señalados en la figura anterior se repitieron 2 veces para cada punto, y se encuentran consignadas en la Tabla 4.9

| Baños | | |
|-------|----------------|----------------|
| punto | medida 1 [lux] | medida 2 [lux] |
| 1 | 501 | 501 |
| 2 | 478 | 475 |

| Mínimo [lux] | Medio [lux] | Máximo [lux] |
|--------------|-------------|--------------|
| 475 | 488,75 | 501 |

Tabla 4.9: Baños

En los niveles requeridos por la norma ISO 8995 mostrados en la Tabla 4.10, se observa que el rango está entre 100 y 200 lux, mientras que el nivel medio obtenido por el luxómetro es de 488 lux. Esto indica que hay un exceso de iluminancia en los baños, probablemente debido a un sobredimensionamiento de las luminarias ahí instaladas, lo cual puede provocar un deslumbramiento para las personas que hacen uso de los baños.

Sin embargo sus consecuencias son menores si se tiene en cuenta que son recintos donde la gente no permanece más de 5 a 10 minutos, cosa que sería preocupante si sucediera en un aula de clase, laboratorio u oficina.

| Tipo de recinto | nivel de iluminancia [lux] | | |
|-----------------|----------------------------|-------|--------|
| | minimo | medio | Máximo |
| Baños | 100 | 150 | 200 |

Tabla 4.10: Niveles de iluminancia ISO 8995 Baños

Cumplir con los niveles de iluminancia requeridos por las normas es de suma importancia, ya que de esto depende el confort, e incluso la salud de las personas que hacen uso de aquellas instalaciones. En el caso del conjunto de edificios del Camilo Torres la mayoría de los recintos cumplen con los niveles requeridos por la norma, sin embargo en el caso de los laboratorios en el edificio de Laboratorios Livianos hay un exceso de iluminación de 183 lux por encima del nivel máximo permitido.

En el caso de los baños del Camilo Torres, el exceso supera más del doble del máximo permitido. Sin embargo sus consecuencias son menores si se tiene en cuenta que son recintos donde la gente no permanece más de 5 a 10 minutos, cosa que sería preocupante si sucediera en un aula de clase, laboratorio u oficina.

4.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

La calidad en el suministro eléctrico de cualquier organización es de vital importancia en los procesos que se llevan a cabo en la misma, influyendo en la eficiencia de los equipos que intervienen en dichos procesos. Un ejemplo de esto es que gran parte de las actividades que se llevan a cabo en el complejo de edificios del Camilo Torres, requieren de equipos electrónicos e informáticos los cuales equivalen a cargas no lineales conectadas al sistema y que pueden afectar la calidad del suministro eléctrico.

La calidad de la energía eléctrica indica el grado con el que una instalación puede soportar la operación eficiente de sus cargas. Suele referirse a determinadas características que debe mantener el sistema de suministro eléctrico, tales como:

- Ausencia de interrupciones.
- Ausencia de sobretensiones.

- Deformaciones producto de armónicos inyectados en la red.
- Variación en el valor RMS del voltaje suministrado al edificio, lo cual se traduce en tener estabilidad en el voltaje, la frecuencia y la continuidad del servicio.

Si los problemas de calidad se ignoran, estos podrían acarrear paradas indeseadas en la actividad misional del edificio, operación inadecuada de los equipos existentes, situaciones de riesgo para la seguridad de las personas y un excesivo consumo de energía.

La calidad de la energía se degrada debido a perturbaciones generadas en la misma organización o por causas provenientes del exterior. Al menos dos tercios de los incidentes se originan en el interior de la instalación eléctrica. Estas perturbaciones se definen en función de su magnitud y duración. Para regular éstas magnitudes y duraciones, el estudio tendrá como base las normas respectivas que fijan los niveles de los parámetros básicos, lo cual se mencionará con detalle más adelante. Los parámetros que se tuvieron en cuenta para establecer la calidad del suministro eléctrico en el Camilo Torres son los siguientes:

- **Variaciones en frecuencia:** Ocurren muy poco y son ocasionadas por la compañía que suministra la energía eléctrica, considerando que el sistema eléctrico del Camilo Torres, no está aislado de la red eléctrica de la universidad.
- **Variaciones en amplitud:** Ocurren con mayor frecuencia en diferentes formas, rangos y tiempo de duración, que puede ir desde transitorios de corta duración hasta condiciones de estado estable.
- **Variaciones en la forma de la onda de corriente y voltaje:** Normalmente se generan por cargas no lineales ocasionando lo que se conoce como distorsión armónica en tensión y corriente, estos efectos ocurren bajo condiciones de estado estable.
- **Desbalance entre fases del sistema trifásico:** Operación de cargas monofásicas desiguales.
- **Hundimientos de tensión**

Debido a la influencia que tienen las perturbaciones del suministro eléctrico sobre el funcionamiento eficiente y fiable de las cargas, se hizo necesario realizar mediciones que evalúen la operación del sistema y cuales son las acciones preventivas y correctivas que se deben tomar en caso de encontrar anomalías en la operación. Para poder medir la calidad de la energía eléctrica

en el edificio se hizo uso de un analizador de redes Drannetz Power Visa (especificaciones técnicas en el apéndice C), programado para medir calidad energética, el cual fue instalado en el lado de baja del transformador durante un mes, realizándose la instalación el día 18 de Julio del 2014 y se retirándose el 17 de Agosto del mismo año. De la medición con el analizador de calidad eléctrica se obtiene finalmente un informe detallado suministrado por el software del analizador del equipo llamado DRAN-VIEW 6 que realiza un diagnóstico energético del estado actual de las redes, determinando si cumplen o no los valores de referencia que certifican la calidad de la energía eléctrica. Estos valores de referencia se pueden evidenciar en la IEEE 1159 [11], NTC 5000 [12], algunos de los cuales se resumen en la Tabla 4.11.

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

Tabla 4.11: Valores de referencia calidad de la energía eléctrica [11]

4.2.1. Perfiles de tensión

En la gráfica de la Figura 4.6 se puede observar el comportamiento de la tensión durante el periodo de medición del analizador de redes. De los datos obtenidos mediante el analizador y las gráficas correspondientes se plantean las siguientes observaciones:

- Hundimientos de tensión:** Se observa en la Tabla 4.12 que se registraron en total 20 hundimientos de tensión de tipo monofásico, lo cual es un indicador de que no se cuenta con una calidad en el suministro eléctrico en este aspecto. Estos hundimientos de tensión tienen una magnitud que oscila entre 0.6 y 0.9 en p,u y tienen una duración que está entre los 10 milisegundos y los 0.5 segundos. El de menor magnitud tiene una magnitud de 34.4 V mientras que el de mayor duración registra 0.408 segundos. A pesar de que los hundimientos de tensión son menos perjudiciales que las interrupciones en el servicio, se debe tener en cuenta que los hundimientos ocurren con mayor frecuencia lo que se traduce en mayores pérdidas energéticas y por lo tanto económicas causadas por estas perturbaciones [13].

| Duración Magnitud | 10-100 [mseg] | 0.1-0.5 [seg] | 0.5-1 [seg] | 1-3 [seg] | 3-20 [seg] | 20-60 [seg] | 1-3 [min] | >3 [min] |
|--------------------------------|------------------|------------------|----------------|--------------|---------------|----------------|--------------|-------------|
| HUNDIMIENTOS DE TENSION | | | | | | | | |
| 0%-10% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 10%-15% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 15%-30% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 30%-60% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 60%-99% | 9 | 11 | - | - | - | - | - | - |

Tabla 4.12: Hundimientos de tensión

- Transitorios de tensión:** Se registran en total 346 transitorios de tensión durante la medición entre los cuales, el de mayor duración tiene una magnitud de 344,1 V con una duración de 0,001 segundos. Estas sobretensiones transitorias pueden deberse a descargas atmosféricas o maniobras en el sistema de distribución que alimenta el sistema eléctrico del Camilo Torres, así como pueden deberse a causas internas como la conexión de motores y aires acondicionados, uso de máquinas y equipos de soldadura (Mantenimiento y taller de reparación), entre otros equipos.
- Sobretensiones:** Según los datos que se pueden apreciar en la Tabla 4.13 hubo en total 6 sobretensiones durante el proceso de medición, siendo la de mayor magnitud de 132,7 V

con una duración de 91.51 minutos siendo también la de mayor duración. Su causa mas usual es la desconexión de equipos de gran carga. Con esto se evidencia una debilidad en el sistema a la hora de mantener la regulación de tensión, siendo inadecuado el control de la tensión. Otro factor que ocasiona sobretensiones es la incorrecta selección de TAP en el transformador el cual se ajusta alto para compensar la caída de tensión en una acometida larga [13]. Este tipo de perturbación ocasiona efectos nocivos en la mayoría de equipos, aumentando su calentamiento y reduciendo la vida útil de su aislamiento. La solución mas viable es un estabilizador de voltaje.

| Duración Magnitud | 10-100 [mseg] | 0.1-0.5 [seg] | 0.5-1 [seg] | 1-3 [seg] | 3-20 [seg] | 20-60 [seg] | 1-3 [min] | >3 [min] |
|-----------------------|------------------|------------------|----------------|--------------|---------------|----------------|--------------|-------------|
| SOBRETENSIONES | | | | | | | | |
| 0%-110% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 110%-120% | - | - | - | - | - | - | - | 6 |
| 120%-140% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 140%-160% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 160%-200% | - | - | - | - | - | - | - | - |

Tabla 4.13: Sobretensiones

DIAGRAMAS DE TENSIÓN

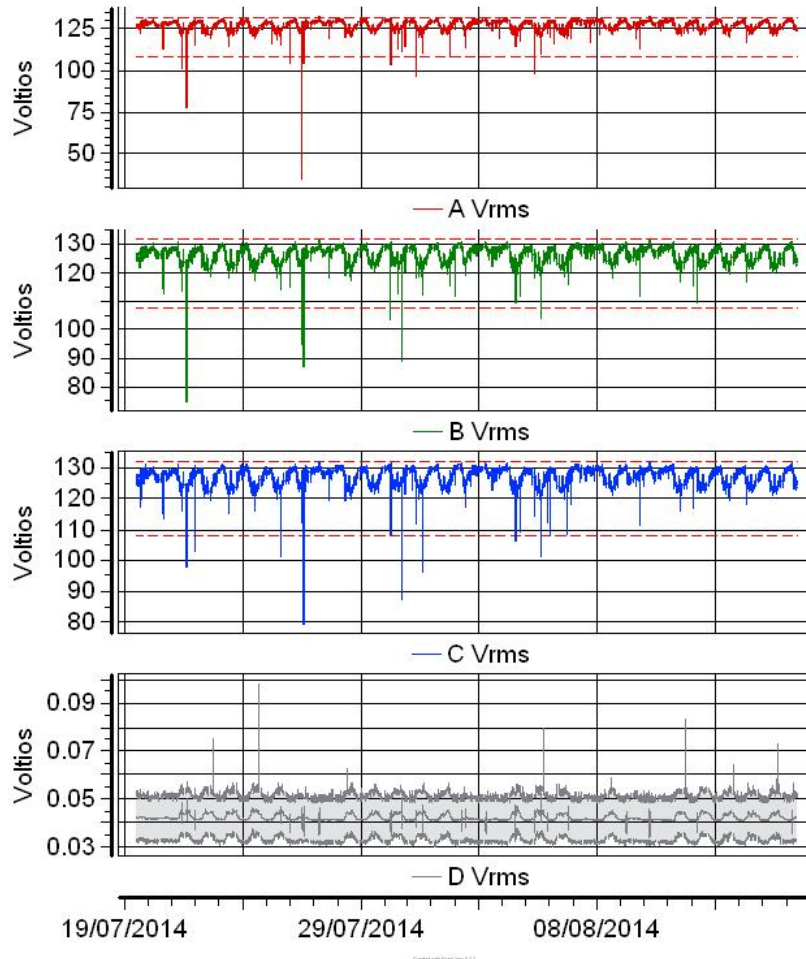


Figura 4.6: Diagramas de tensión. Fuente: Dran View 6

Medido desde 18/07/2014 18:57:00,0 Hasta 17/08/2014 04:33:00,0

4.2.2. Corrientes de fase

El barraje de baja tensión del transformador, donde fue conectado el analizador de redes, está compuesto de seis (6) conductores por fase, con un calibre de 350 MCM y aislamiento

THHN/THHW lo cual equivale a una capacidad de corriente de 2100 A con una protección de 3X1600 A. Las gráficas de la Figura 4.7 corresponden a los valores RMS de la corriente en cada una de sus fases. Aquí se puede observar que los valores de corriente de fase están por debajo del valor nominal de capacidad de corriente de los conductores, lo cual indica que no existen problemas que afecten el aislamiento de los conductores o fallas en los equipos conectados a los

mismos, también se evidencian algunos picos de corriente que tampoco sobrepasan la capacidad de los conductores. Tampoco se observan desbalances en las corrientes de fase. Se puede decir entonces que los conductores están soportando la demanda del edificio con sus diferentes picos de manera correcta.

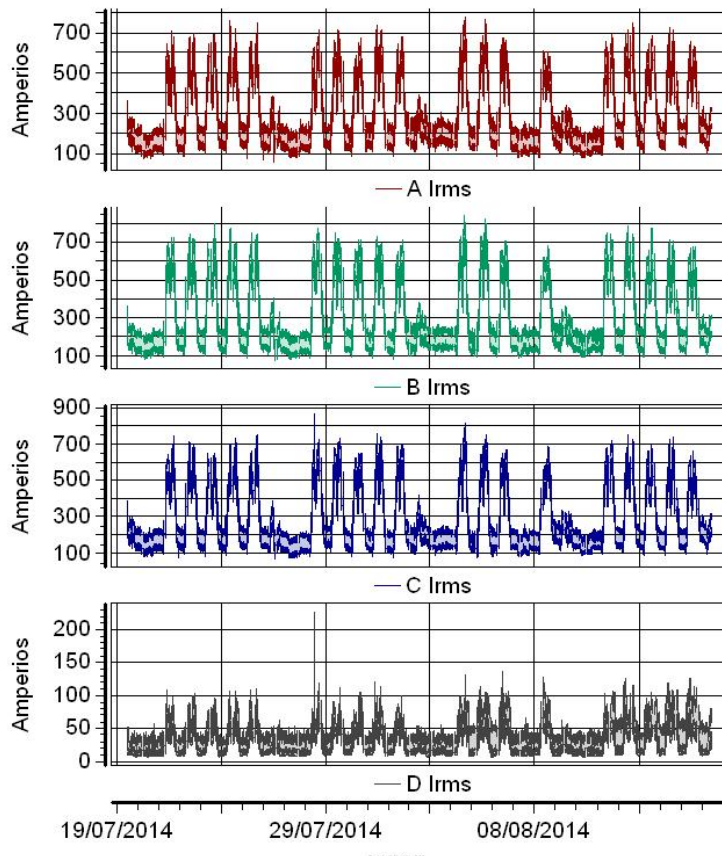


Figura 4.7: Diagramas de intensidad. Fuente: Dran View 6

Medido desde 18/07/2014 18:57:00,0 Hasta 17/08/2014 04:33:00,0

4.2.3. Análisis de demanda y energía

El análisis de la demanda de potencia y energía del Camilo Torres es necesario a la hora de determinar la eficiencia a la que está trabajando el transformador, las sobrecargas que puedan presentarse, los problemas de consumo de energía reactiva, entre otros. Se identificarán así las posibles causas de estas ineficiencias y se darán algunas recomendaciones para poder mejorar la eficiencia del sistema.

4.2.4. Potencia aparente

Los datos obtenidos de potencia aparente se muestran en la Tabla 4.14. El valor máximo que se aprecia es de 271.22 kVA registrado el día Lunes 4 de Agosto de 2014 trabajando el transformador a un 54,24%. El mínimo valor se presenta el Domingo 27 de Julio de 2014 con un valor de 31,48 kVA trabajando así el transformador a un 6,3% de su carga. En promedio se registra un valor de 101,62 kVA con lo cual se puede decir que el transformador trabaja aproximadamente a un 20,32% de su carga nominal. Este valor es bajo teniendo en cuenta que el transformador tiene un valor nominal de 500 kVA, lo cual indica que se están generando pérdidas considerables en el funcionamiento del mismo.

| POTENCIA APARENTE, S(kVA) | | | | | |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | A | B | C | D | TOTAL |
| Min [kVA] | 9.66 | 10.22 | 9.44 | 0.000 | 31.48 |
| Máx [kVA] | 87.44 | 93.08 | 95.61 | 0.005 | 271.22 |
| Mediana [kVA] | 22.94 | 21.66 | 21.66 | 0.001 | 66.10 |
| Promedio [kVA] | 34.01 | 34.30 | 33.31 | 0.001 | 101.62 |

Tabla 4.14: Potencia aparente

4.2.5. Potencia activa

En la Tabla 4.15 se muestran los datos de potencia activa durante el período de medición. El día en el que se registró el mayor valor de demanda de potencia activa fue el Lunes 4 de Agosto de 2014 con un valor de 257,25 kW y la menor demanda fue de 24,63 kW el Domingo 27 de Julio. En promedio la demanda de Potencia del Camilo Torres fue de 92,12 kW. Se puede observar que ninguna fase está sobrecargada respecto a las demás.

| POTENCIA ACTIVA P(kW) | | | | | |
|-----------------------|-------|-------|-------|--------|--------|
| | A | B | C | D | TOTAL |
| Min [kW] | 6.63 | 7.47 | 7.88 | -0.001 | 24.63 |
| Máx [kW] | 84.10 | 89.44 | 89.66 | 0.002 | 257.26 |
| Mediana [kW] | 18.99 | 18.26 | 18.67 | 0.000 | 55.85 |
| Promedio [kW] | 30.61 | 31.30 | 30.21 | 0.000 | 92.12 |

Tabla 4.15: Potencia activa

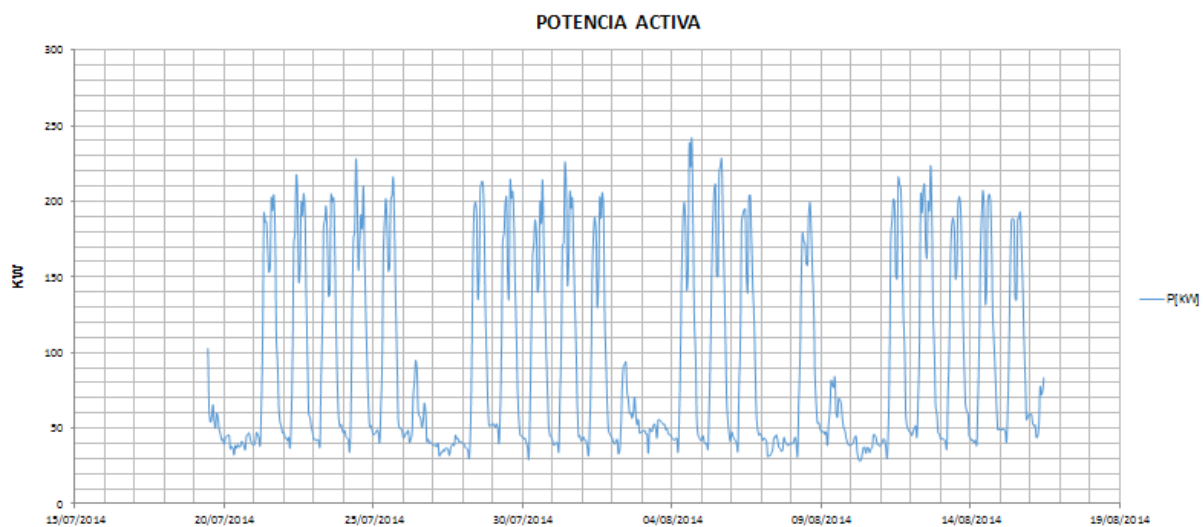


Figura 4.8: Potencia activa

4.2.6. Potencia reactiva

Los datos de potencia reactiva se pueden apreciar en la Tabla 4.16. En promedio se tiene una demanda de 38,41 kVAR en el Camilo Torres, con un valor máximo alrededor de los 84 kVAR.

| POTENCIA REACTIVA Q[kVAR] | | | | | |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|
| | A | B | C | D | TOTAL |
| Min [kVAR] | 5.680 | 4.336 | 2.737 | -0.001 | 17.09 |
| Máx [kVAR] | 27.333 | 26.673 | 35.041 | 0.001 | 84.04 |
| Mediana [kVAR] | 12.351 | 11.132 | 10.757 | -0.000 | 34.16 |
| Promedio [kVAR] | 13.009 | 12.218 | 13.186 | -0.000 | 38.41 |

Tabla 4.16: Potencia reactiva

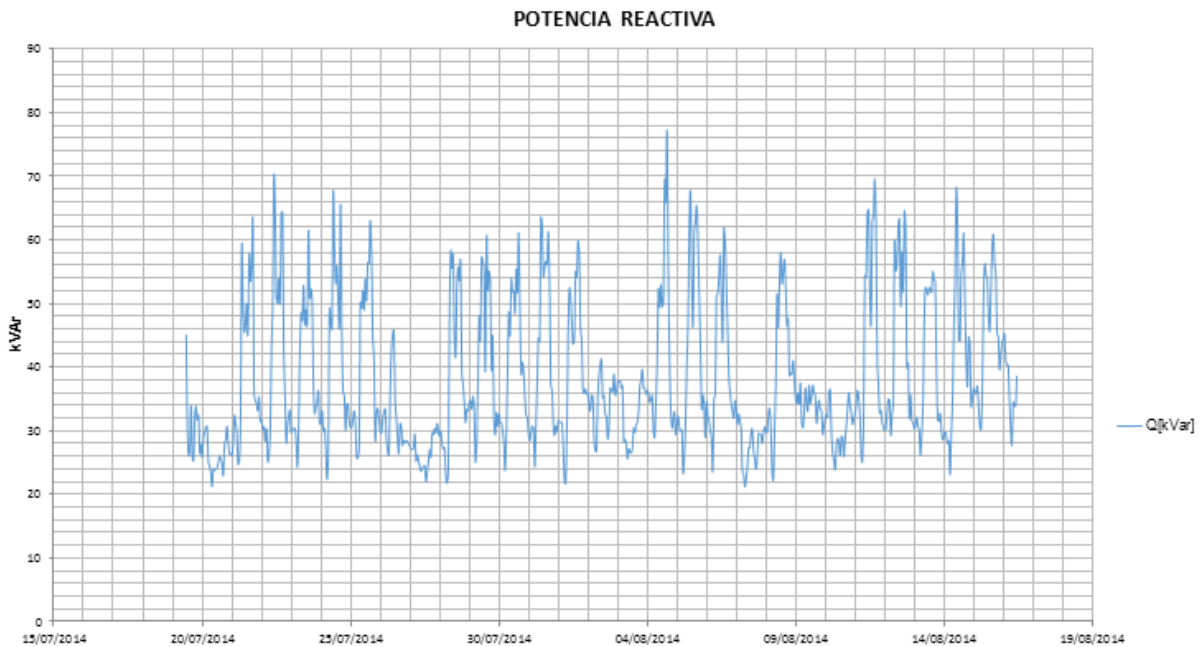


Figura 4.9: Potencia reactiva

4.2.7. Factor de potencia

En la Tabla 4.17 se aprecian los valores medidos de factor de potencia. En el peor de los casos se tiene un valor de 0,645 registrado el día Domingo 10 de Agosto de 2014 a las 17:50, un valor considerablemente bajo. En promedio se tiene que el factor de potencia está alrededor de 0,869 lo cual no cumple con los valores establecidos en la tabla que tiene los valores. Sin embargo, según información proporcionada por el Ingeniero Gustavo Archila, jefe de la división de Planta Física, el costo por energía reactiva que se puede llegar a facturar tiene un máximo hasta de \$10000, lo cual se considera insignificante respecto al costo total. Además, a partir de los datos de consumo histórico de energía del Camilo Torres, el consumo de reactiva por encima de los niveles estipulados se registra dos meses solamente.

| FACTOR DE POTENCIA | | | | | |
|--------------------|-------|-------|-------|--------|-------|
| | A | B | C | D | TOTAL |
| Min | 0.592 | 0.621 | 0.629 | -0.419 | 0.645 |
| Máx | 0.989 | 0.990 | 0.978 | 0.409 | 0.975 |
| Mediana | 0.846 | 0.858 | 0.884 | -0.019 | 0.862 |
| Promedio | 0.854 | 0.872 | 0.880 | 0.011 | 0.869 |

Tabla 4.17: Factor de potencia

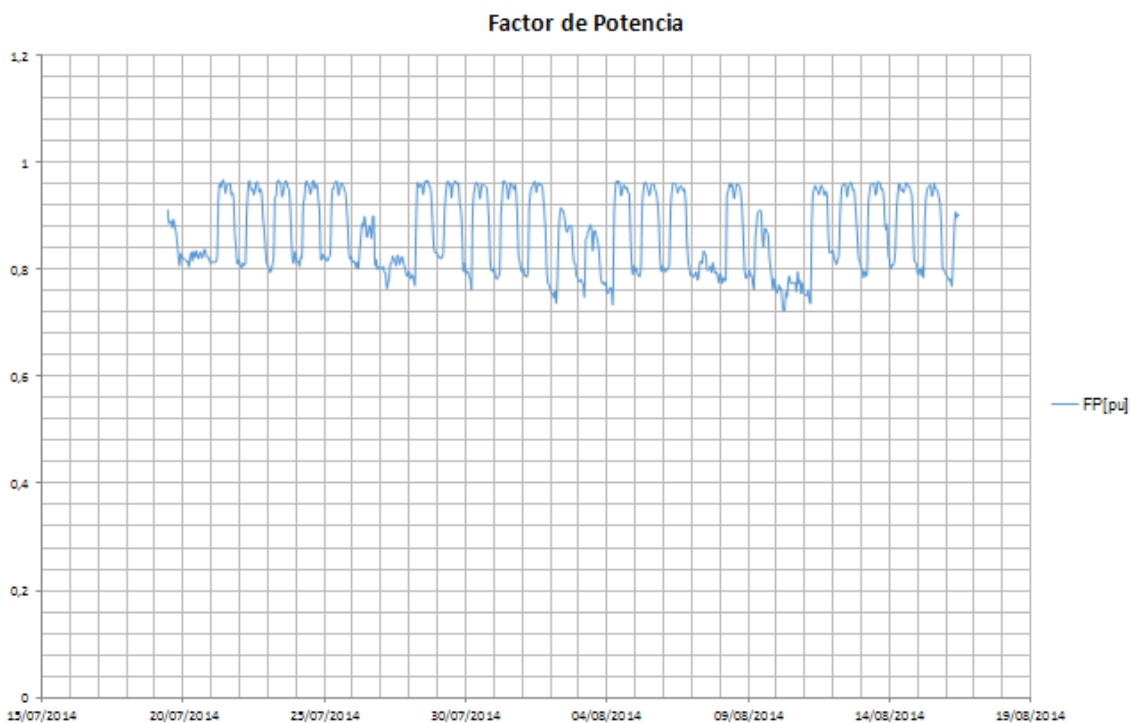


Figura 4.10: Factor de potencia

DIAGRAMAS DE DEMANDA Y ENERGÍA

La Figura 4.11 representa el diagrama de demanda y energía del Camilo Torres durante el periodo de medición del analizador de red. Conforme a los datos obtenidos se tiene que la demanda máxima de energía fue de 245,89 kWh y una demanda mínima de 27,73 kWh siendo el consumo total en el periodo de medición de 61894 kWh, lo cual concuerda con los datos históricos de consumo obtenidos en la adquisición de información relevante del Camilo Torres.

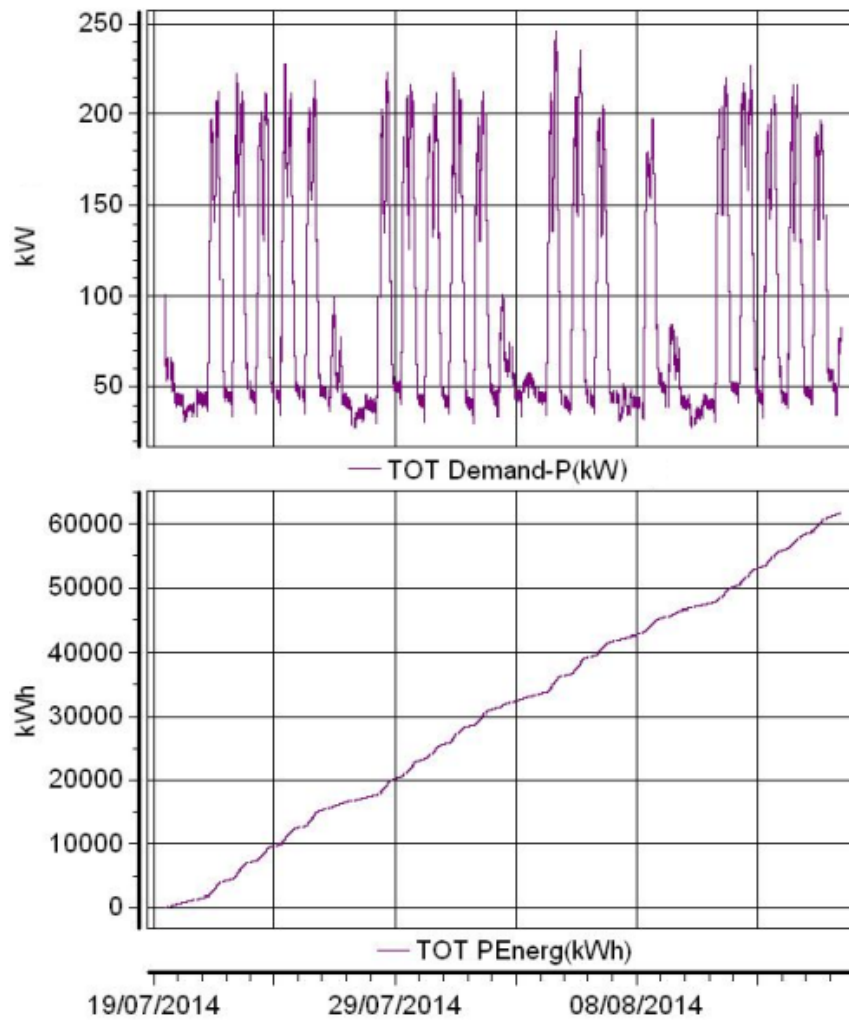


Figura 4.11: Diagramas de demanda y energía. Fuente: Dran View 6

NOTA: Los datos del estudio análisis anterior de potencia y energía se pueden encontrar en el apéndice D.

4.2.8. Armónicos

En los sistemas eléctricos de corriente alterna, los armónicos son tensiones o corrientes sinusoidales las cuales no se encuentran a la frecuencia fundamental (60 Hz en el caso de Colombia), sino que su frecuencia es un múltiplo de la fundamental. Los armónicos son causa de lecturas erróneas en medidores de consumo, ruido en motores, interferencia en comunicaciones, disminución en el factor de potencia, calentamiento en conductores y equipos existentes en el edificio, entre otros. Por lo anterior, se hace necesario hacer un análisis de los armónicos mediante su monitoreo mediante el analizador de redes, lo cual se muestra a continuación.

4.2.8.1. Diagrama del armónico de la fase A

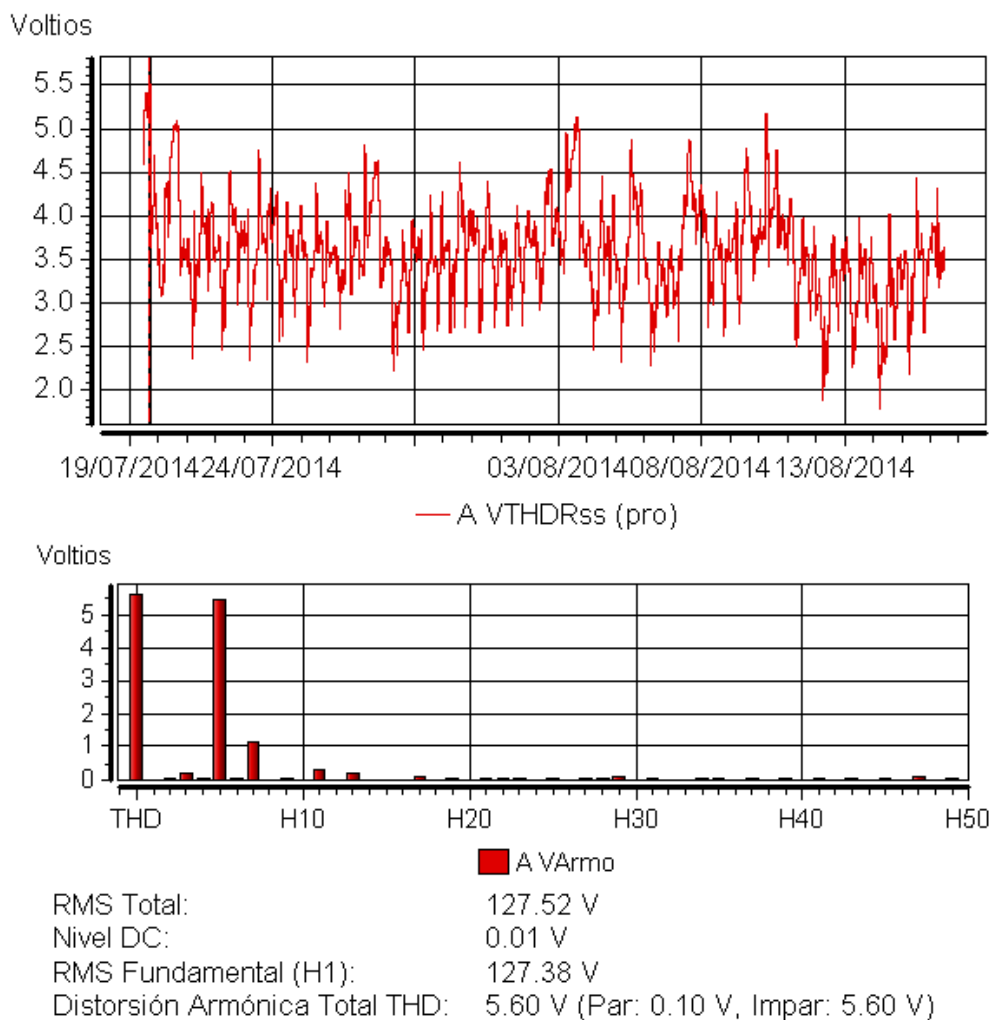
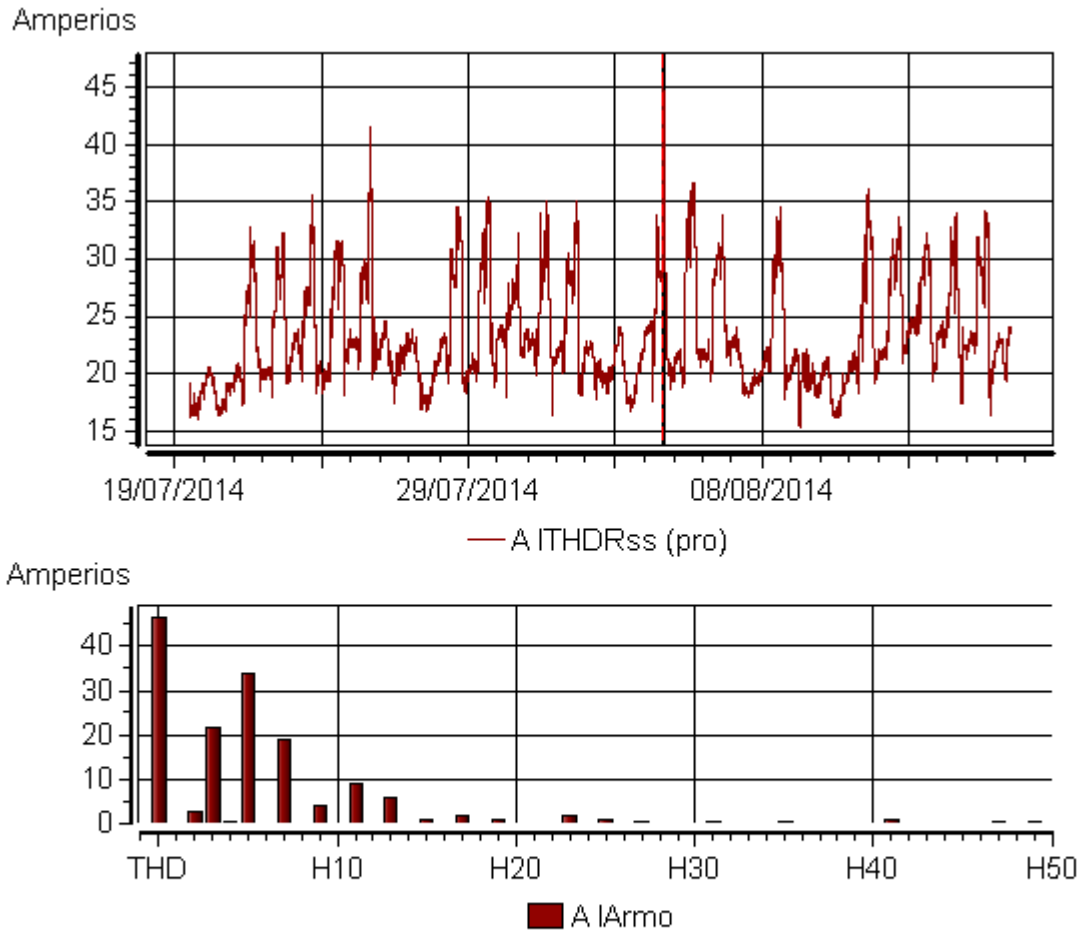


Figura 4.12: Diagrama del armónico de la fase A.Tensión

Según la norma IEEE 1159-2009, los armónicos deben estar entre el 0% y el 5% del valor real. Para la fase A el nivel de armónicos alcanza el 4,39%, el cual se encuentra en el rango permisible.



| | |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| RMS Total: | 665.83 A |
| Nivel DC: | 2.91 A |
| RMS Fundamental (H1): | 664.24 A |
| Distorsión Armónica Total THD: | 46.22 A (Par: 3.04 A, Impar: 46.12 A) |

Figura 4.13: Diagrama del armónico de la fase A. Intensidad

Según la norma IEEE 1159-2009, los armónicos deben estar entre el 0% y el 20% del valor real. Para la fase A el nivel de armónicos alcanza el 6,94%, el cual se encuentra en el rango permisible.

4.2.8.2. Diagrama del armónico de la fase B

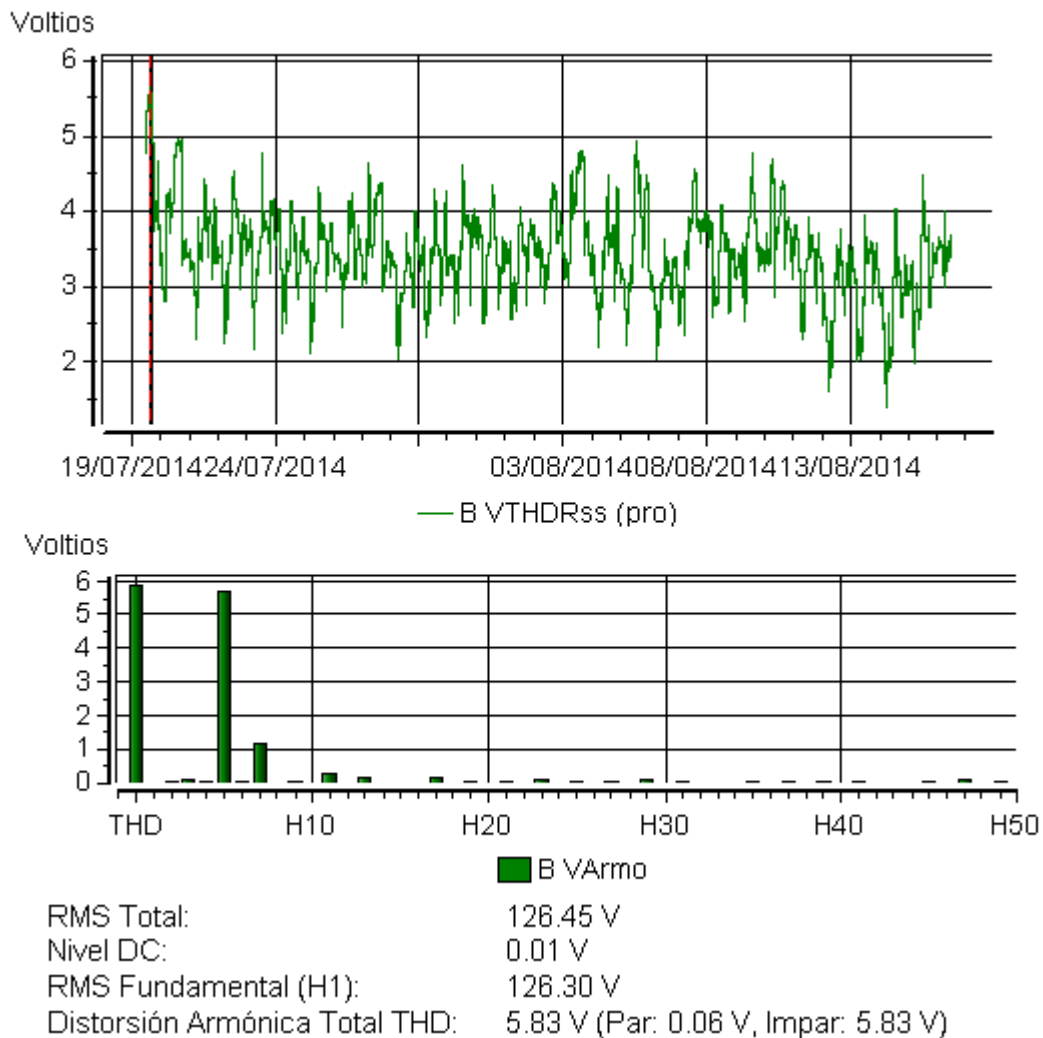
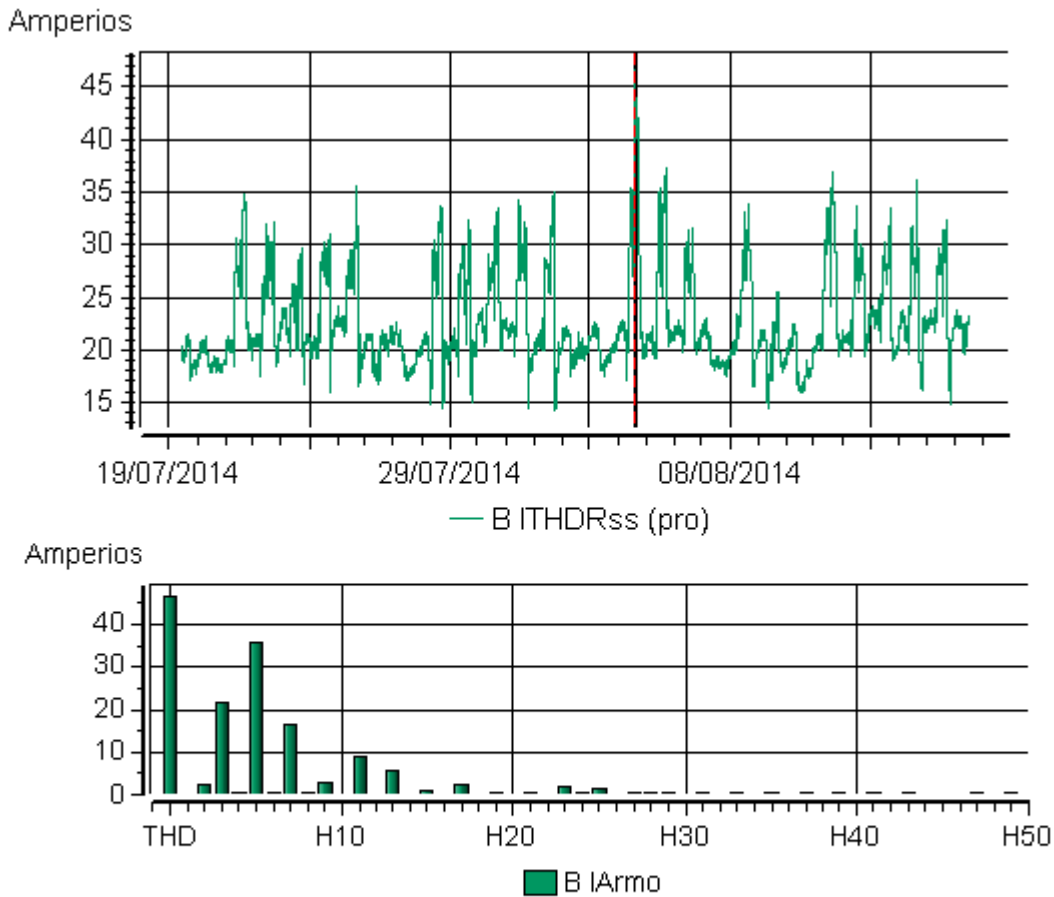


Figura 4.14: Diagrama del armónico de la fase B. Tensión

Según la norma IEEE 1159-2009, los armónicos deben estar entre el 0% y el 5% del valor real. Para la fase B el nivel de armónicos alcanza el 4,61%, el cual se encuentra en el rango permisible.



RMS Total: 723.70 A
 Nivel DC: 2.44 A
 RMS Fundamental (H1): 723.42 A
 Distorsión Armónica Total THD: 46.52 A (Par: 2.81 A, Impar: 46.44 A)

Figura 4.15: Diagrama del armónico de la fase B. Intensidad

Según la norma IEEE 1159-2009, los armónicos deben estar entre el 0% y el 20% del valor real. Para la fase B el nivel de armónicos alcanza el 6,42%, el cual se encuentra en el rango permisible.

4.2.8.3. Diagrama del armónico de la fase C

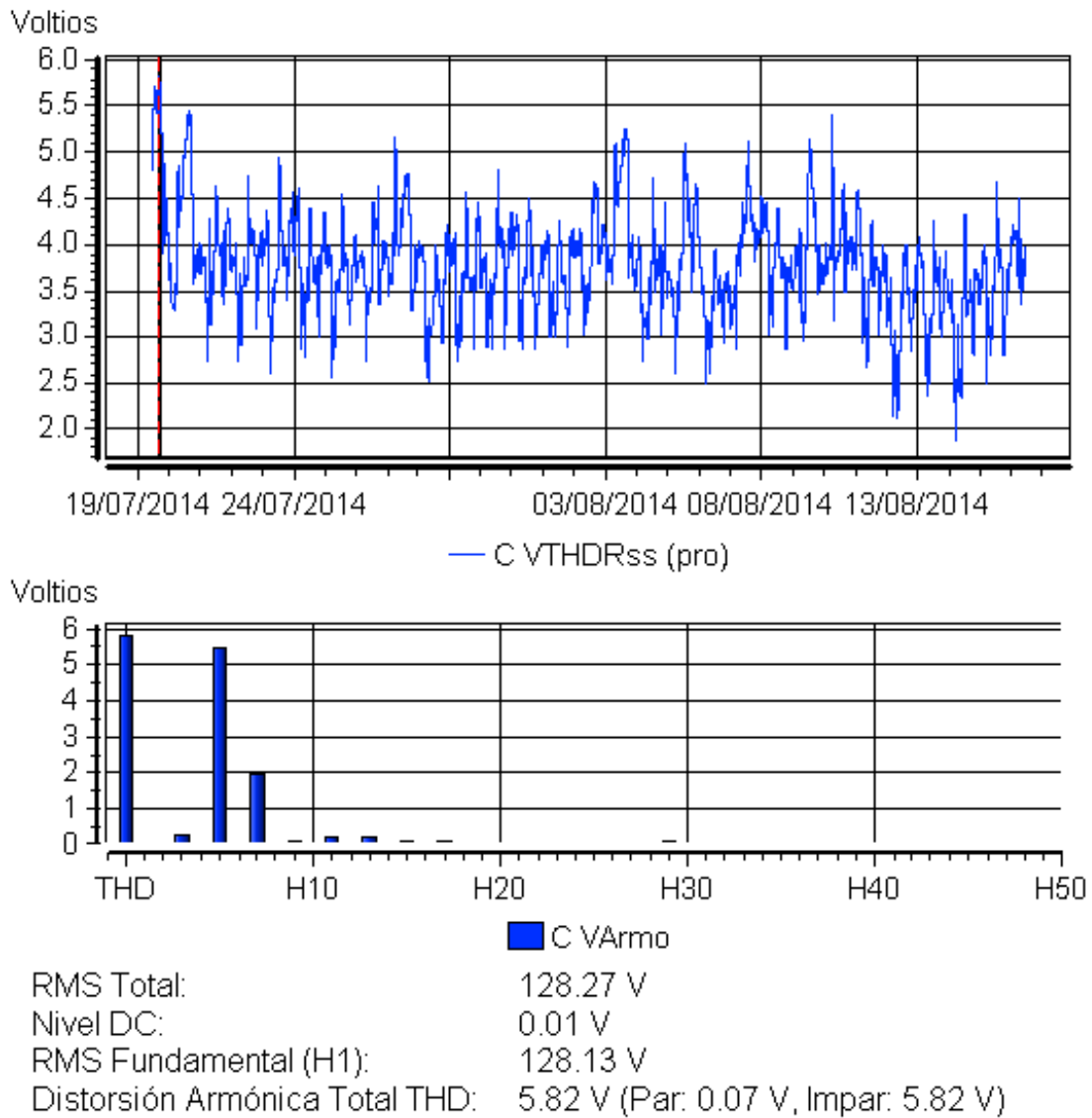
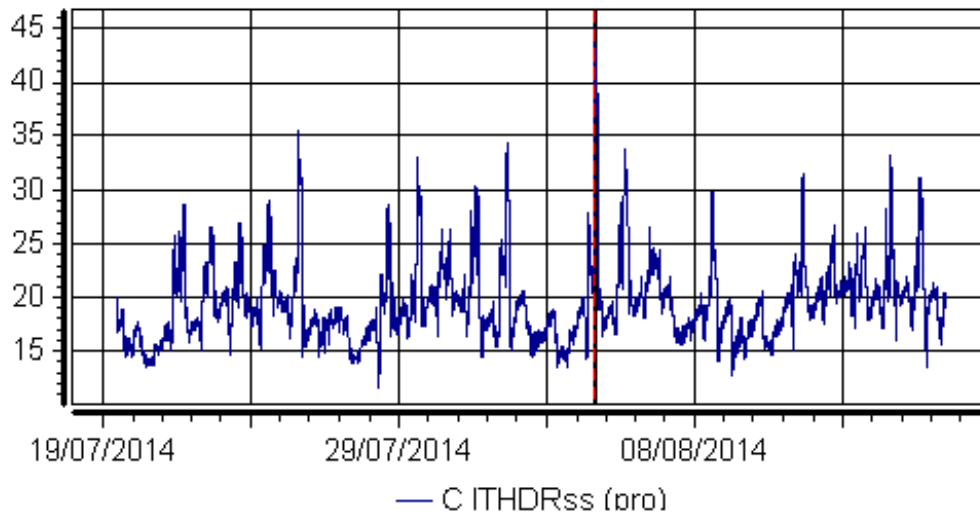


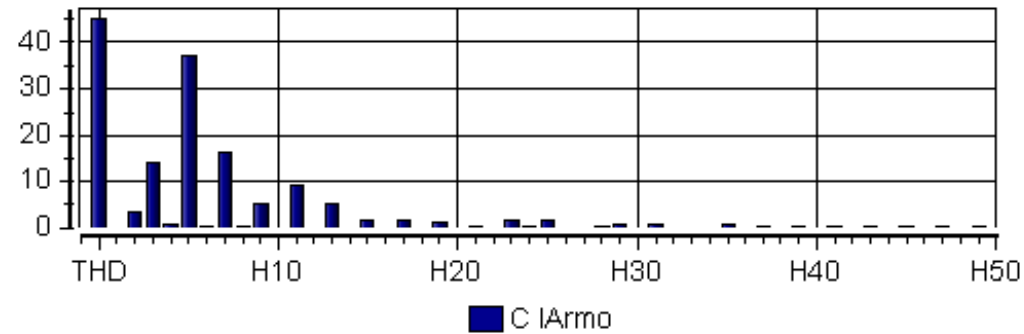
Figura 4.16: Diagrama del armónico de la fase C. Tensión

Según la norma IEEE 1159-2009, los armónicos deben estar entre el 0% y el 5% del valor real. Para la fase C el nivel de armónicos alcanza el 4,53%, el cual se encuentra en el rango permisible.

Amperios



Amperios



RMS Total: 677.85 A
Nivel DC: 2.27 A
RMS Fundamental (H1): 679.12 A
Distorsión Armónica Total THD: 44.94 A (Par: 3.45 A, Impar: 44.81 A)

Figura 4.17: Diagrama del armónico de la fase C. Intensidad

Según la norma IEEE 1159-2009, los armónicos deben estar entre el 0% y el 20% del valor real. Para la fase C el nivel de armónicos alcanza el 6,62%, el cual se encuentra en el rango permisible.

4.2.9. Frecuencia

Respecto a la frecuencia se puede decir, con base en la gráfica 4.18, que los valores se encuentran en los rangos establecidos de 59,8 y 60,2 Hz, (Tabla 4.11), lo cual indica que no existen problemas en cuanto a este aspecto.

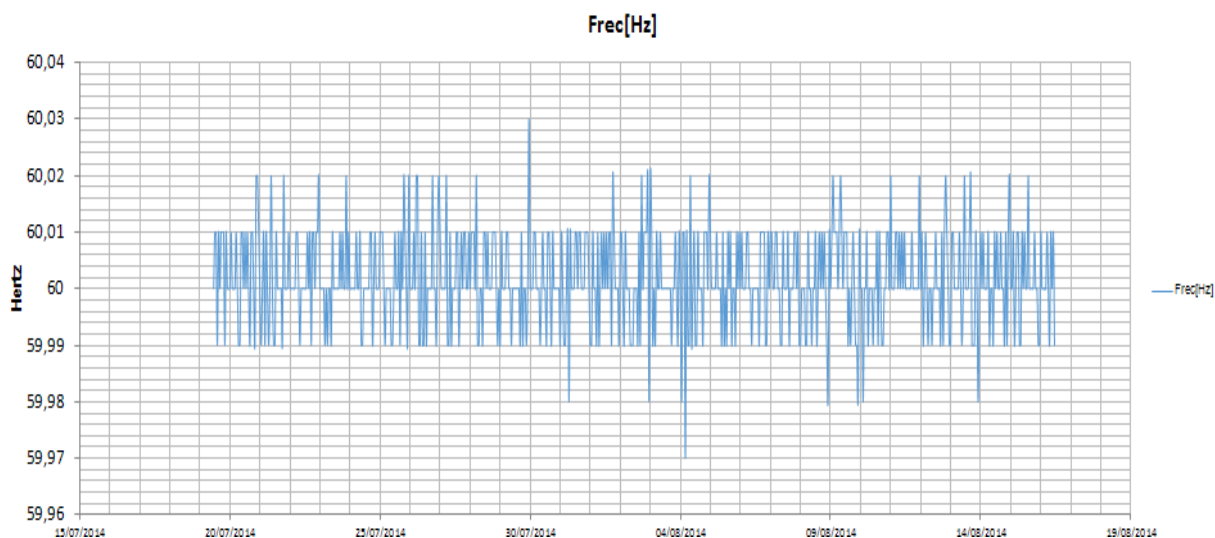


Figura 4.18: Frecuencia

A partir los datos registrados en el análisis de la calidad de la energía eléctrica, se observa que existen interrupciones cortas en el suministro, así como también sobretensiones y transitorios de tensión lo cual puede afectar el funcionamiento y la vida útil de los equipos eléctricos que se encuentran en el edificio. De acuerdo a lo anterior, se puede decir que no se cuenta con una calidad de la energía eléctrica. Sin embargo no se presentan interrupciones prolongadas en el servicio, lo que sería aún más perjudicial para el sistema eléctrico del Camilo Torres. Otras variables como la frecuencia y el nivel de armónicos se mantienen por debajo de los límites de tolerancia establecidos y a pesar que los valores de factor de potencia no se mantienen en el rango óptimo, esto no representa un problema de costos energéticos significativo. Se observa un nivel de corriente continua en cada una de las fases del sistema, el cual se considera despreciable respecto a la corriente que circula por los conductores siendo un 0.5 % de esta última. Sin embargo se recomienda realizar nuevas mediciones para descartar cualquier aumento de éste nivel de corriente continua. Finalmente pueden establecerse estrategias que busquen la mejora de la calidad energética en el sistema eléctrico del edificio para aumentar la eficiencia energética del mismo.

4.3. TERMOGRAFÍA

Se realizó un estudio termográfico en la subestación del Camilo Torres, con el fin de analizar la existencia de posibles anomalías que pueden repercutir en el adecuado funcionamiento del sistema eléctrico del edificio e impactar en la vida útil de los equipos.

4.3.1. Equipo utilizado

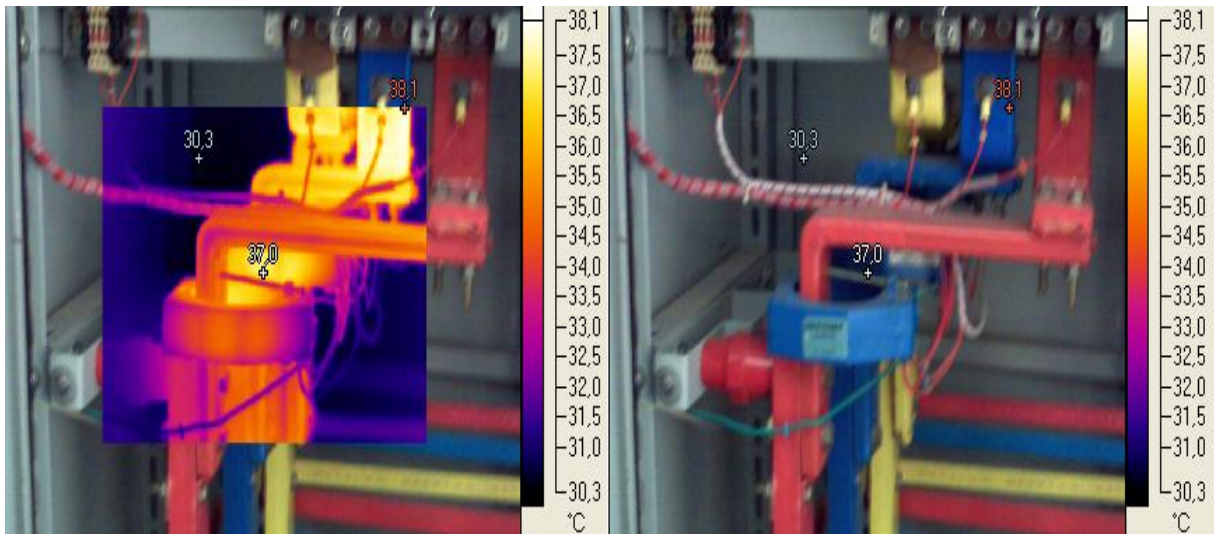
El presente análisis se realizó con la ayuda de una cámara Fluke Ti32 Figura 4.19, cuyas especificaciones se encuentran en el anexo C.



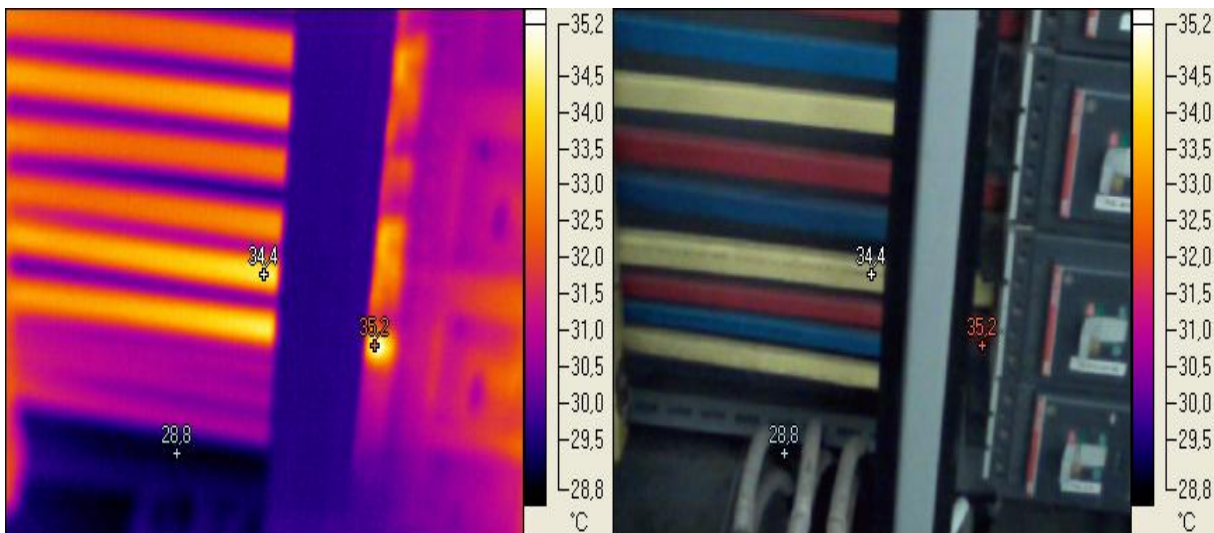
Figura 4.19: Cámara termográfica

4.3.2. Registro termográfico

4.3.2.1. Tablero general de baja tensión



(a) Barraje principal



(b) Barraje secundario con interruptores

Figura 4.20: Tablero general de baja tensión

Se observa que las barras captadas en las imágenes termográficas de la Figura 4.20a y la Figura 4.20b presentan un calentamiento moderado, observándose una temperatura máxima de 38.1 grados Celsius, por lo tanto no representan un problema de ineficiencia energética por pérdidas debidas al calentamiento de los conductores.

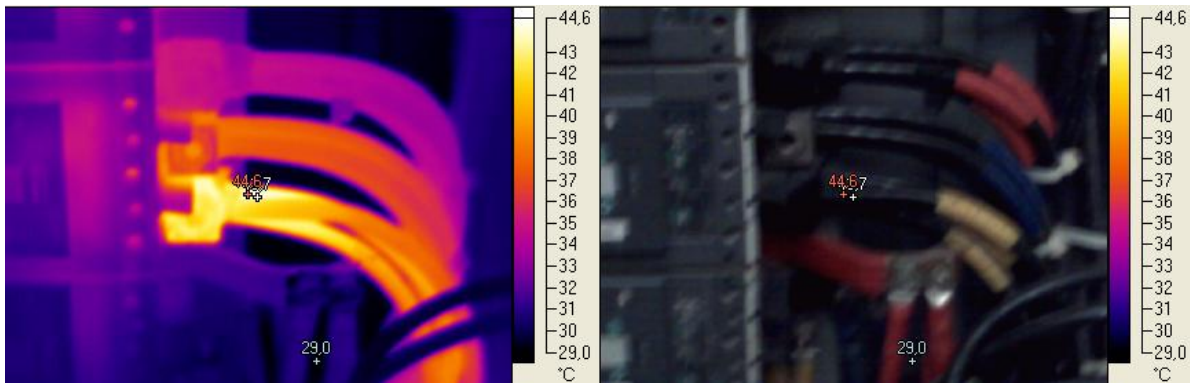


Figura 4.21: Barraje Secundario con interruptores

En la Figura 4.21 se observa una temperatura máxima de 44,6 grados Celsius, si bien no es una temperatura demasiado alta comparada con la temperatura máxima que puede trabajar el conductor (90°C), se podrían tener en cuenta ciertas acciones que pudieran disminuir su temperatura, como lo es revisar la unión de las conexiones y los malos contactos que pueden existir en las mismas.

4.3.2.2. Tablero general de aires y equipos

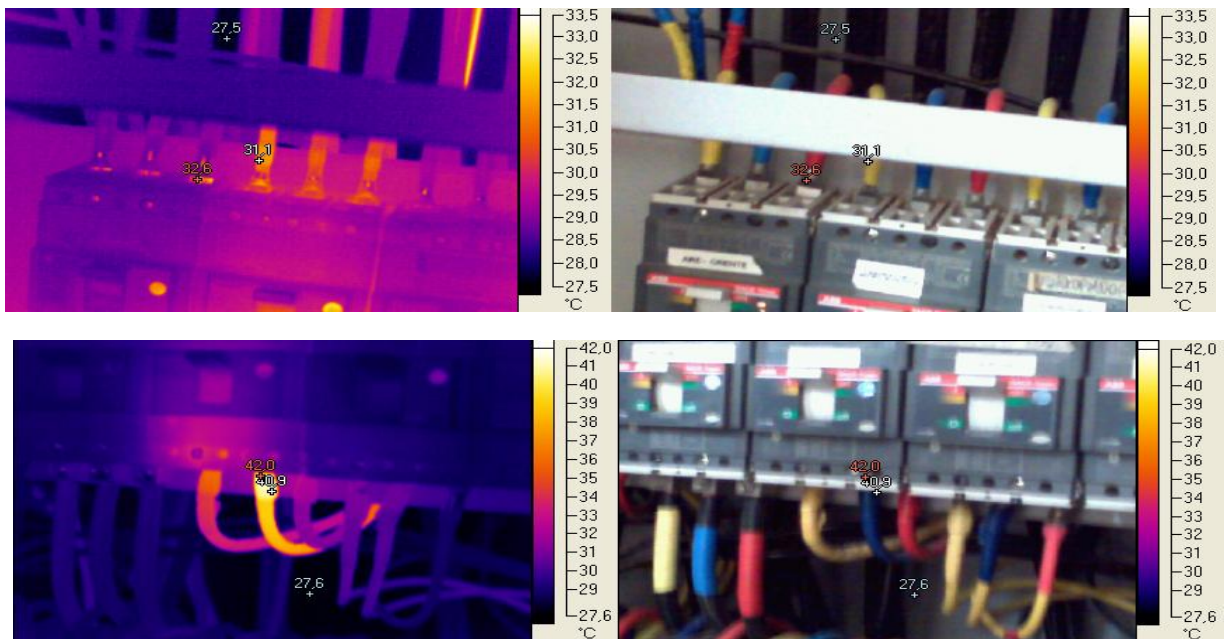


Figura 4.22: Tablero general de aires y equipos

La temperatura máxima que se observa en la Figura 4.22 es de 42 grados Celsius, de ésta forma se puede apreciar que se presenta un calentamiento normal que no excede los límites de temperatura y por consiguiente no representa problema alguno para la instalación.

4.3.2.3. Tablero general regulado

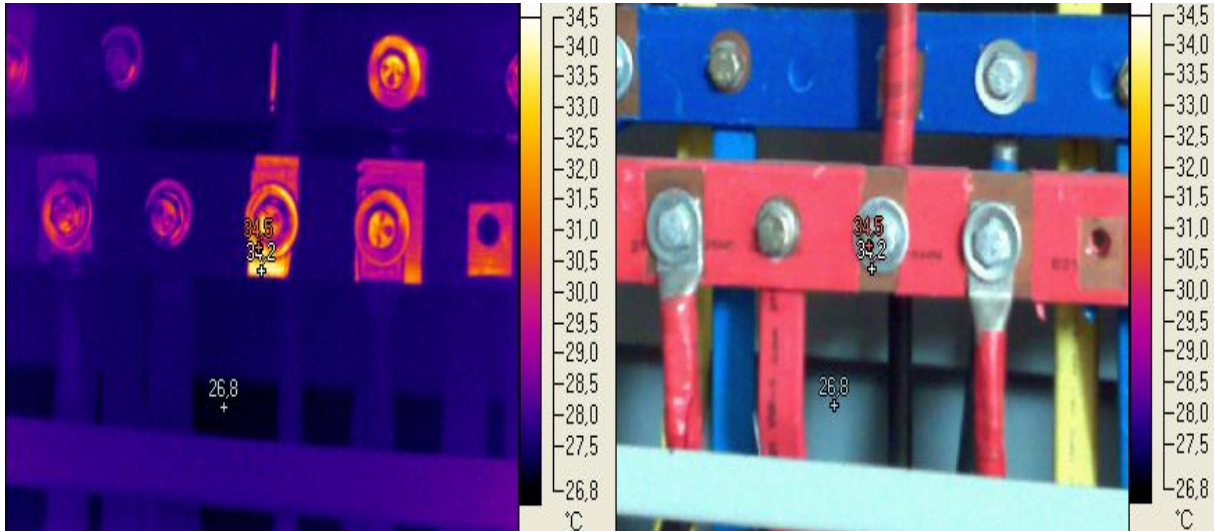


Figura 4.23: Tablero general regulado

Las conexiones que llegan a la barra del tablero general regulado de la Figura 4.23 tampoco evidencian sobrecalentamiento, teniendo una temperatura máxima de 34,5 grados Celsius

4.3.2.4. Seccionador

En la Figura 4.24 se puede apreciar que la temperatura máxima es de 32.6 grados, también se puede apreciar que uno de los fusibles presenta un calentamiento notablemente mayor respecto a los de las fases siguientes, razón por la cual se consultó con el Ingeniero Gustavo Archila, quien explicó que uno de los fusibles tenía una capacidad diferente a los otros dos, por lo tanto se presentaba esa diferencia de temperatura entre ellos.

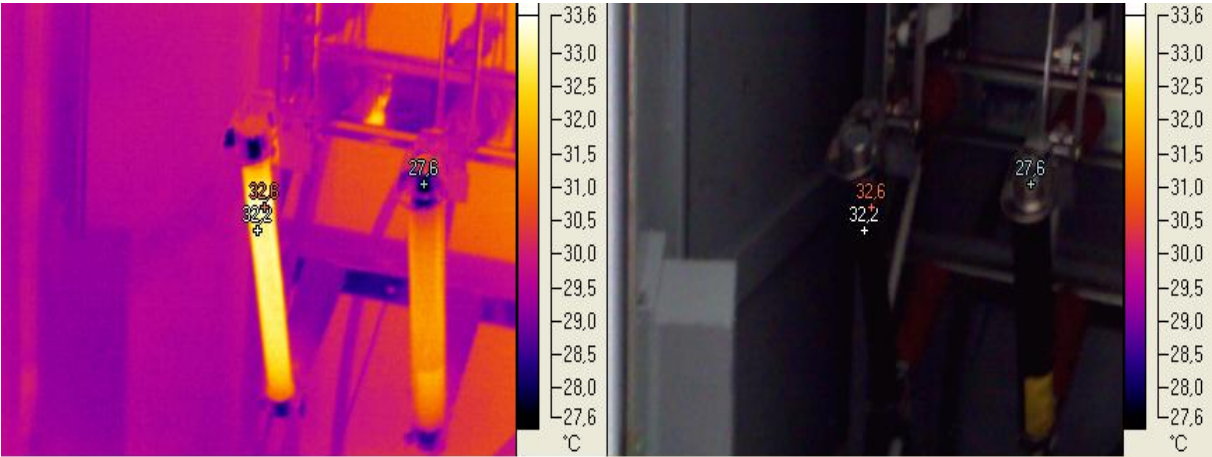


Figura 4.24: Seccionador

4.3.2.5. Transformador

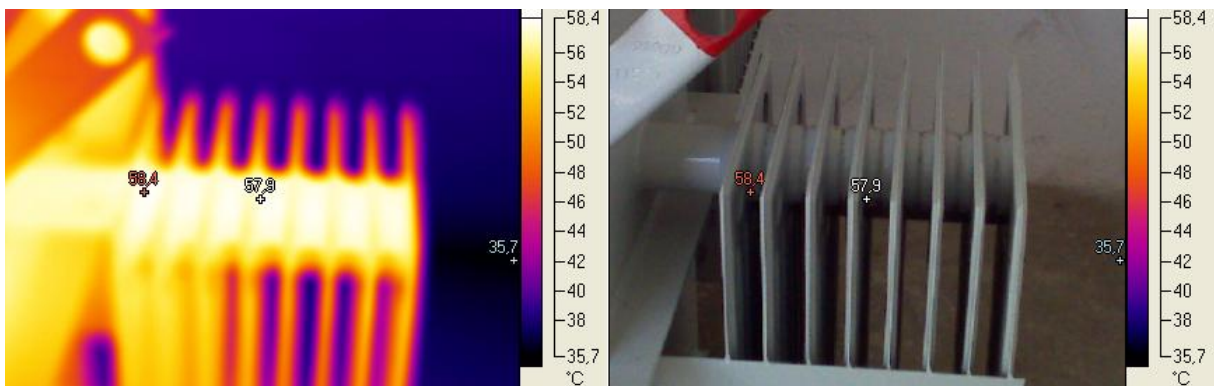


Figura 4.25: Transformador

La Figura 4.25 muestra que la máxima temperatura es de 58.4°C registrándose en el radiador de ventilación del transformador. Según las especificaciones del fabricante SIEMENS los límites de calentamiento del aceite suceden a 60°C. Debido a que la mayor temperatura captada por la cámara termográfica es inferior a la temperatura límite, se llega a la conclusión de que el transformador de la subestación no presenta sobrecalentamiento y su funcionamiento es el adecuado.

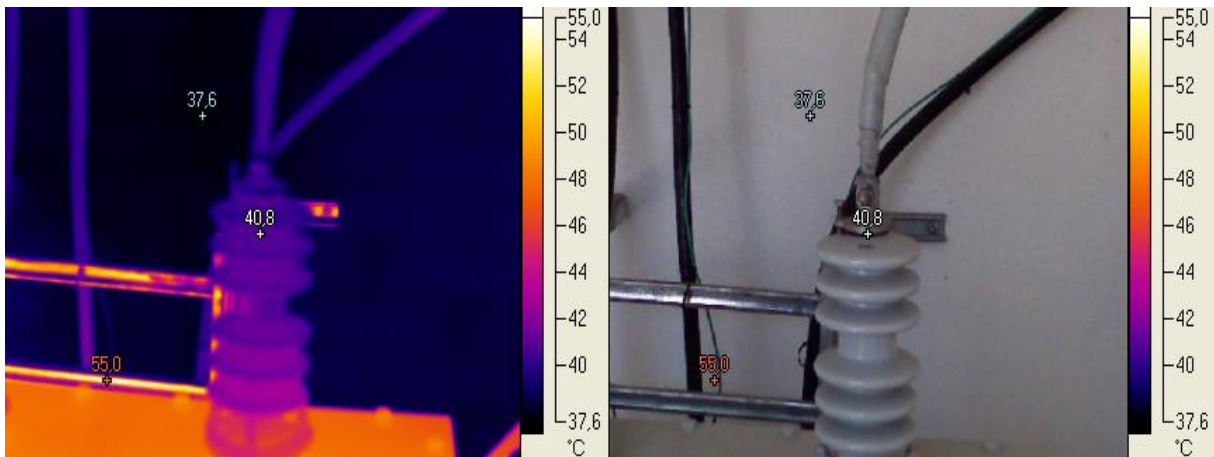
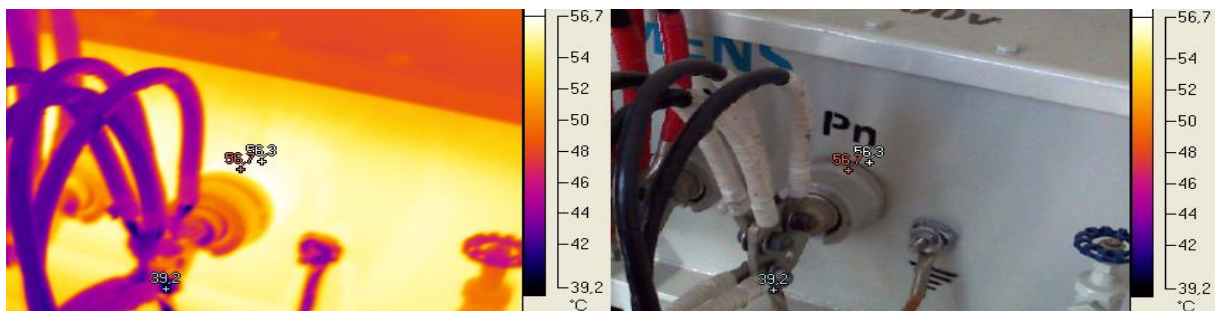
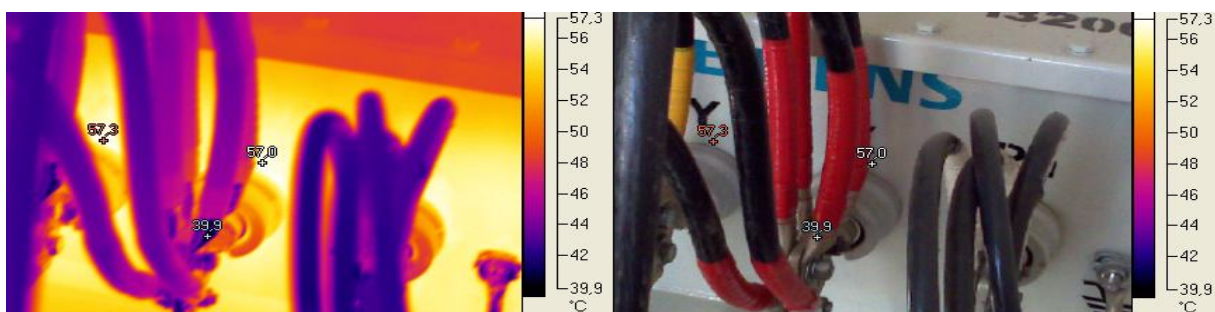


Figura 4.26: Pasatapas AT

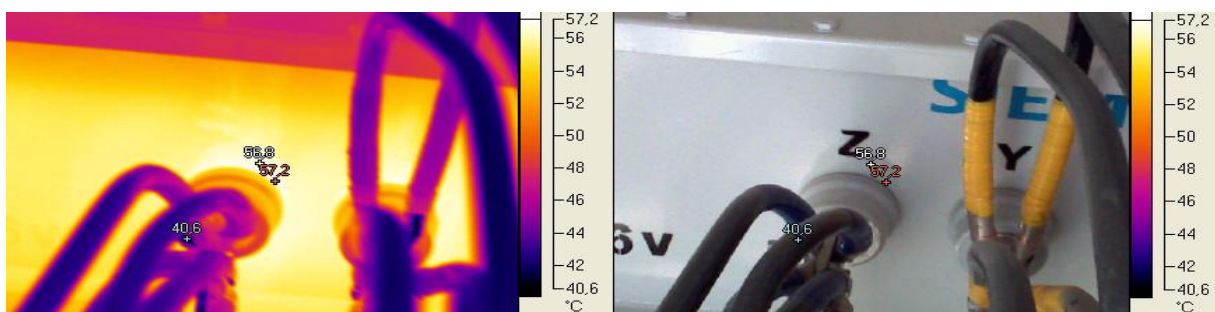
La conexión del lado de alta del transformador mostrada en la Figura 4.26, presenta un calentamiento que está en el rango permisible para su operación, por lo que se asume que presenta un funcionamiento normal.



(a) Bornera Pn



(b) Bornera X y Y



(c) Bornera Z

Figura 4.27: Borneras del transformador

En las anteriores fotografías térmicas, se observa que la temperatura máxima en la bornera Pn fue de 56.7°C , la temperatura máxima en la bornera X fue de 57°C , la temperatura máxima en la bornera Y fue de 57.3°C y la temperatura máxima en la bornera Z fue de 57.2°C ; comparando estos valores con las especificaciones del fabricante SIEMENS sobre los límites de calentamiento de aceite (60 grados Celsius según catálogo del fabricante ubicado en anexo E), se llega a la conclusión de que las borneras del transformador no presentan sobrecalentamiento y su funcionamiento es el adecuado.

Teniendo en cuenta las diferentes imágenes térmicas y datos suministrados en el análisis termográfico se puede concluir que no existen problemas mayores de temperaturas elevadas en los equipos que fueron analizados. Sin embargo, dada la importancia de este tipo de estudio en las instalaciones eléctricas, se recomienda realizar estas inspecciones como parte del mantenimiento preventivo que se le haga a los elementos que conforman la subestación del Camilo Torres ya que esto puede detectar sobrecargas que se puedan presentar, así como también puede verificarse el estado en que se encuentra la tornillería y conexiones de los diferentes equipos. Se evitan así pérdidas energéticas por vibraciones y efecto Joule que sean causa de sobrecostos energéticos.

Capítulo 5

RECOMENDACIONES PARA EL USO RACIONAL DE LA ENERGÍA

Esta actividad tiene como finalidad establecer algunas estrategias para el uso eficiente de la energía a corto, mediano y largo plazo, con y sin inversión, las cuales se estima que contribuyan a la reducción del consumo energético del Edificio Camilo Torres, teniendo como base el diagnóstico y estudio de caracterización realizados y los lineamientos establecidos por la UPME para el uso racional de la energía. Este planteamiento de estrategias debe estar apoyado en un compromiso de la dirección de los organismos que hacen uso del edificio así como de la totalidad de la comunidad que utiliza las instalaciones del Camilo Torres la cual comprende personal de gran parte de la comunidad universitaria. Finalmente algunas de las recomendaciones descritas en ésta sección servirán como base para la campaña de cultura energética que se plantea en el marco del uso adecuado de los recursos energéticos.

5.1. REDUCCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO MEDIANTE EL USO DE PANELES SOLARES

Para obtener una reducción en el consumo eléctrico se plantea el uso de paneles solares para alimentar gran parte de la carga de iluminación del conjunto de edificios del Camilo Torres, aprovechando el área disponible en la azotea del edificio de Laboratorios Livianos.

Para ello se calcula la carga total de la iluminación del conjunto de edificios, en éste caso se pretendería alimentar un 70% del consumo total de iluminación mediante el uso de paneles solares.

Se debe tener en cuenta el área de cada panel solar y cuanta potencia puede suministrar, de ésta forma se puede calcular el número de paneles que se necesitarán y a su vez el área que ocuparan los mismos.

Se selecciona el Panel Solar de 300W y 24V Policristalino marca ATERSA el cual tiene una eficiencia del 15 %



| Características físicas | |
|-------------------------------|---|
| Dimensiones (mm ± 2 mm) | 1965x990x40 |
| Peso (kg) | 24 |
| Área (m ²) | 1,95 |
| Tipo de célula | Policristalina 156x156 mm (6 pulgadas) |
| Células en serie | 72 (6x12) |
| Cristal delantero | Cristal templado ultra claro de 4 mm |
| Marco | Aleación de aluminio pintado en poliéster |
| Caja de conexiones / Opcional | QUAD IP54 / QUAD IP65 |
| Cables | Cable Solar 4 mm ² 1250 mm |
| Conectores | MC4 o combinable MC4 |

Figura 5.1: Panel solar [6]

La carga instalada de iluminación en el conjunto de edificios del Camilo Torres es de 107,84 kW, siendo como objetivo generar con paneles solares cerca de un 70% de ésta carga que corresponde a 75,49 kW, y teniendo en cuenta que cada panel genera 300 W, el número de paneles que se necesitan para cubrir ésta demanda es de 252.

Otro aspecto a tener en cuenta es el área que se necesitará para poder instalarlos en la azotea del edificio, para este caso serían 252 paneles cada uno con un área de 1.95 metros cuadrados lo cual daría un área total de paneles de 492 metros cuadrados, en este caso se elige la azotea de Laboratorios Livianos.



Figura 5.2: Azotea Laboratorio Livianos

En la Figura 5.3 se observa resaltado en un rectángulo verde el área empleada para una primera sección de paneles solares, y abarca un total de 317 metros cuadrados en la cual se pueden instalar 162 paneles.

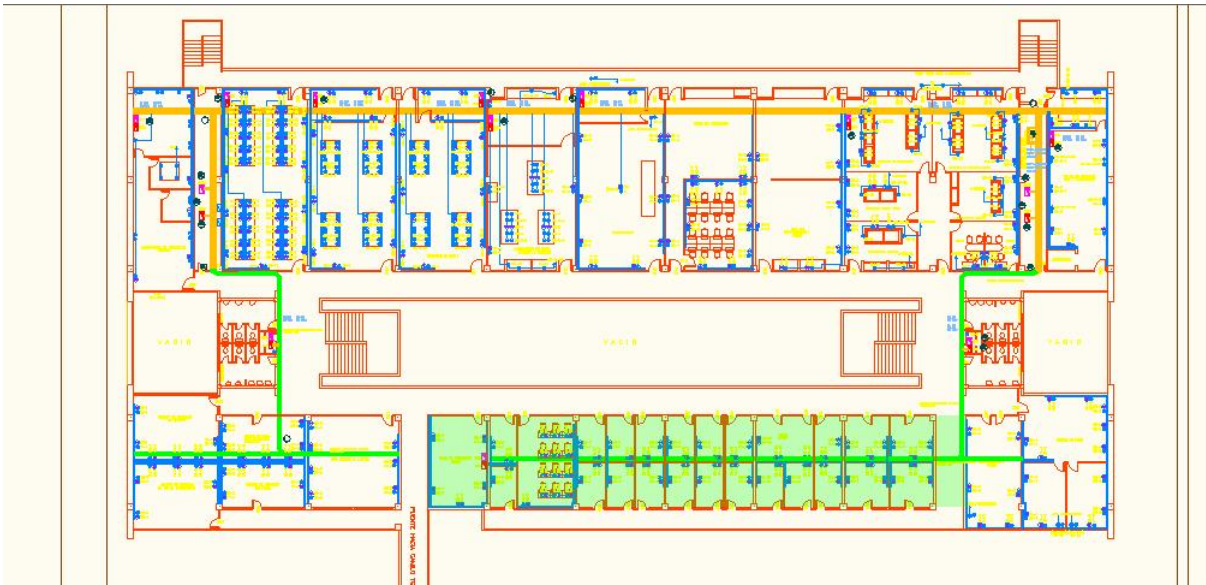


Figura 5.3: Vista superior Laboratorios Livianos en autocad

Los 90 paneles restantes serían instalados en el techo de los laboratorios de física como se muestra en la Figura 5.4 donde el área para instalar los paneles sería de 180 metros cuadrados, la cual se encuentra resaltada en verde.

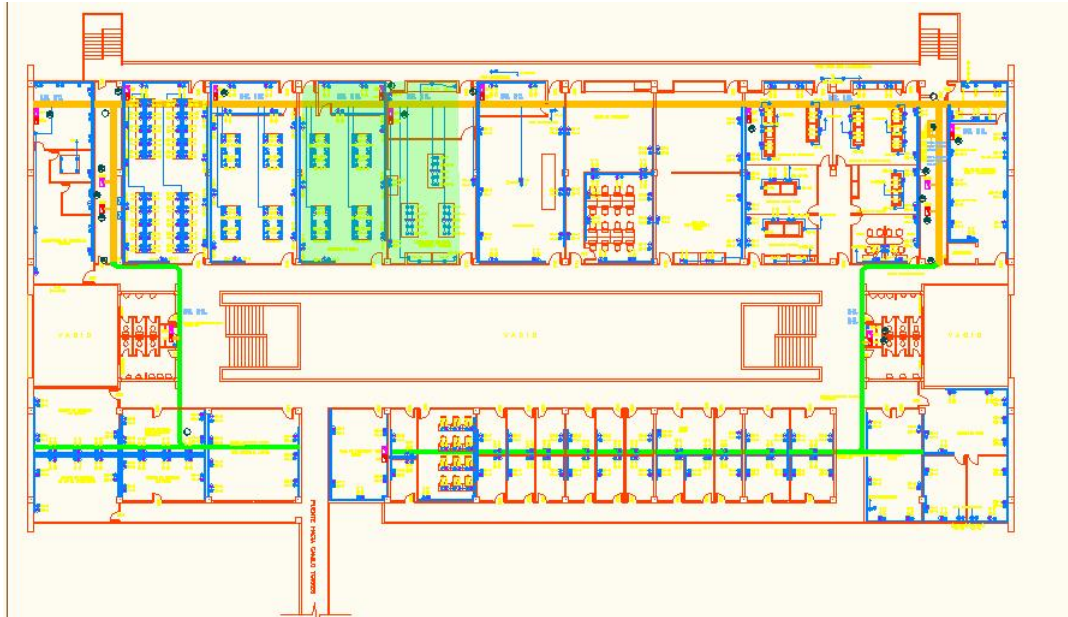


Figura 5.4: Vista superior Laboratorios Livianos en autocad

| | cantidad | precio unitario (pesos) | precio total (pesos) |
|--|--------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Paneles solares | 252 | 862890 | 217448280 |
| | | | |
| | precio kWh (pesos) | consumo por iluminación (kWh) | costo total iluminación (pesos) |
| costos actuales | 288,05 | 13471,456 | 3880452,901 |
| costos usando paneles | 288,05 | 4041,4368 | 1164135,87 |
| | | Ahorro (pesos) | 2716317,031 |
| | | | |
| Tiempo de recuperación de la inversión | | 6,6 años | |

Tabla 5.1: Panel solar

De acuerdo a la Tabla 5.1 la implementación de paneles solares es una opción viable, ya que representa un ahorro mensual de 2'716.317 pesos y con una inversión inicial de 217'448.280 pesos, se necesitarían 6 años y 8 meses para recuperar la inversión, y con una vida útil de 20 a 25 años funcionando ocho horas diarias y mantenimiento casi nulo se ratifican como una excelente opción para disminuir buena parte del consumo energético.

5.2. USO DE SENSORES DE MOVIMIENTO

Otra recomendación para tener en cuenta a la hora de reducir el consumo energético puede ser el uso de sensores de movimiento, los cuales al detectar la presencia de una persona encienden las luminarias controladas por el mismo, y luego de un tiempo sin detectar vuelve y apaga las lámparas.

En el caso del complejo de edificios del Camilo Torres el uso de sensores no es recomendable en todos los circuitos de iluminación, como lo son salones de clase y laboratorios, ya que el uso de sensores de movimiento reduce la vida útil de las luminarias, si el encendido y apagado de las mismas es muy frecuente. Para este tipo de escenarios es más recomendable instalar sensores de presencia, los cuales cuentan con un mayor grado de sensibilidad de tal forma que no se apaguen si las personas dentro de los salones presentan movimientos mínimos. Los lugares donde sí se recomienda el uso de sensores de movimiento, son los pasillos ubicados en la parte externa del edificio, es decir detrás de los laboratorios o el museo de historia natural, donde se ha observado que permanece la iluminación del pasillo encendida, a pesar del poco tránsito de personas.



Figura 5.5: Iluminación pasillos

Tipo de sensor sugerido: Electric Line Sensor de movimiento techo para interiores 800 W-120 V



Figura 5.6: Sensor de movimiento [7]

En la Tabla 5.2 se presentan los cálculos realizados de la inversión por concepto de los sensores, el ahorro logrado con los mismos y el tiempo que tomará recuperar la inversión inicial, si se considera según las especificaciones de los fabricantes, que hay una disminución de aproximadamente un 15% en el consumo.

| | Cantidad | Potencia individual [W] | Potencia total [W] | Kilovatios/ mes | Ahorro mensual [pesos] | Ahorro anual [pesos] |
|--|------------|-------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|----------------------|
| Luminarias | 53 | 64 | 3392 | 814,08 | 35174,36 | 422092,32 |
| Inversión inicial | 184500 | | | | | |
| Tiempo de recuperación de la inversión | 5,24 meses | | | | | |

Tabla 5.2: Tabla sensor

Como se observa en la Tabla 5.2 la recuperación de la inversión se da en un corto lapso de tiempo, lo que se puede considerar como una buena forma de aportar a la reducción del consumo energético del Edificio Camilo Torres, además de la baja inversión inicial que requiere.

5.3. SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO

El aire acondicionado es uno de los procesos que brinda comodidad y bienestar al personal que se encuentra en muchos de los recintos del Camilo Torres. Este requiere del suministro de gran parte de la energía eléctrica según lo que se indicó anteriormente al realizar el estudio de los equipos de mayor consumo, en los cuales figuraban los aires de Laboratorios Livianos y Laboratorios de Posgrado. Al requerir gran suministro de energía, alcanzan costos muy significativos lo cual los convierte en los sistemas que más control y mantenimiento requieren [8].

Actualmente en el Edificio Camilo Torres se encuentran distribuidas varias unidades de aire acondicionado instaladas en muchos de los locales que lo conforman diferenciándose de otros edificios en los que el sistema de aire acondicionado es centralizado. Existen en el edificio diferentes tipos de aires como lo son los Split en su mayoría, aires tipo ventana, tipo paquete y una unidad de aire centralizado en el laboratorio de Análisis Químico. Son usados esencialmente para dar un ambiente de confort al personal que ocupa los espacios en los que se cuenta con éste servicio, además de proporcionar un ambiente adecuado a algunos materiales y máquinas que se encuentran en algunos laboratorios cuyas condiciones de conservación y operación así lo estipulan [8]. Para un uso racional de la energía que mejore la eficiencia de los sistemas de aire acondicionado se realizan las siguientes recomendaciones:

- Según la información que se obtuvo a través de las encuestas para determinar el estado actual de la organización del edificio, se pudieron identificar falencias en cuanto a la gestión del mantenimiento de los equipos de aire acondicionado ya que sólo se ejecuta un mantenimiento correctivo, es decir, solamente cuando existe un fallo o avería en alguno de los equipos, ésta se informa a la oficina de mantenimiento tecnológico para que se tomen las medidas al respecto. Por ende se recomienda idear un plan de mantenimiento preventivo de tal forma que se realice una frecuente verificación del funcionamiento de la totalidad del sistema de aire acondicionado y de sus componentes, así como también una medición de las variables que intervienen en éste proceso (temperatura, humedad, presión, etc.) lo cual contribuye a asegurar una operación adecuada del sistema.
- La mayoría de unidades de aire acondicionado que se encuentran en el Camilo Torres, son de tipo Split o tipo paquete. Cada uno de estos equipos constan a su vez de dos unidades, exterior e interior. La unidad exterior o unidad condensadora, está expuesta al polvo y la contaminación del medio ambiente por lo que éstas partículas pueden ingresar a la unidad

interior y acumularse en sus rejillas y filtros, así como en los ductos de las unidades centralizadas y de tipo paquete, generando un funcionamiento ineficiente del equipo ya que se pueden producir sobrepresiones y no se permite que el aire frío circule en su totalidad por el recinto. Es por ello que se debe realizar una limpieza periódica de cada uno de éstos elementos lo cual es una tarea poco tediosa y que mejora la eficiencia del aire acondicionado y reduce su consumo hasta un 10 % [9] lo cual se traduce en un ahorro de \$ 744633,389 en total. Cabe mencionar también que esta limpieza contribuya a la salud del personal que se encuentra en estos lugares pues el polvo que arrojan las unidades contaminadas contiene microorganismos que se esparcen en el ambiente del recinto afectando el bienestar de las personas.

- Como una opción de mejoramiento de la eficiencia de los equipos de aire acondicionado, se puede implementar un plan de Mantenimiento Total Productivo (MTP) el cual consiste en un mantenimiento predictivo realizado por las mismas personas que le dan el uso al equipo, lo cual puede adecuarse a tareas de poca complejidad como la limpieza de rejillas y filtros. Con esto se pueden ahorrar costos de mantenimiento al dejar de contratar personal especializado para estas labores rutinarias.
- Al realizarse una inspección visual del estado de los componentes de los equipos de aire acondicionado, se observaron algunas fallencias como las que se muestran en las figuras en donde se resalta el mal estado en el que se encuentra el aislamiento de los ductos de algunas unidades exteriores. Se debe realizar una inspección periódica donde se verifiquen las condiciones de flujo del aire y gas refrigerante, el estado de los componentes mecánicos y eléctricos del sistema y los elementos de control. La verificación de estos aspectos debe ir seguida del reemplazo de las partes que se encuentren averiadas, la recarga y presurización del agua y el gas refrigerante, lo cual contribuye a mejorar el funcionamiento y la eficiencia del equipo.



Figura 5.7: Aislamiento de ductos

- Al realizar el censo de carga en el edificio se pudieron identificar algunos usos inadecuados con respecto a los sistemas de aire acondicionado. Es así como en muchos de los salones de clase y oficinas en las que se encuentran instalados estos elementos, se mantiene el equipo encendido mientras las puertas del lugar se encuentran abiertas. En la Figura 5.8 se muestran algunos ejemplos de lo anterior.



Figura 5.8: Uso inadecuado aire acondicionado

Paralelo a esto se observó también que los sitios que cuentan con equipos de aire acondicionado no cuentan con un aislamiento térmico adecuado que impida el ingreso de aire caliente del exterior (Figura 5.9), lo cual disminuye la eficiencia del aire acondicionado añadiéndole más carga forzando su funcionamiento.



Figura 5.9: Falta de aislamiento térmico

En vista de las observaciones anteriores, se recomienda crear una cultura de ahorro energético solicitando al personal del edificio mantener cerradas las puertas de las aulas donde se mantenga encendido el aire para así evitar la entrada de aire caliente al recinto y la ineficiencia del equipo. Por otro lado es conveniente aislar adecuadamente los recintos climatizados, así como también cerrar ventanas y persianas lo cual puede aumentar la eficiencia de los aires. Las acciones anteriores en conjunto pueden disminuir hasta un 30% el consumo energético invertido en climatización.

- También se encontró que en algunas oficinas y salones el personal tiende a dejar encendido el aire acondicionado inclusive en horas de refrigerio y hasta el instante en que se abandona la oficina al final de las actividades del día produciéndose un gasto energético innecesario. Se recomienda por ende que se contemple apagar las unidades durante los lapsos de descanso y aproximadamente una hora antes de la salida por finalización de la jornada. En la Tabla 5.3 se observa que cuando se apagan las unidades de aire acondicionado se reduce el costo energético en \$170306 lo cual equivale a un 2.78% aproximadamente.

| EQUIPOS A-A | CONSUMO [kWh] | COSTO [\$] | DISMINUCIÓN | COSTO DISM |
|------------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|
| Salones de clase | 1092,4 | 314665,82 | 649,6 | 187117,28 |
| Oficinas de profesores | 429,6 | 123746,28 | 425,96 | 122697,778 |
| Administrativos | 3635,088 | 1047087,098 | 3622,208 | 1043377,014 |
| Centros de estudio | 528 | 152090,4 | 430,72 | 124068,896 |
| Auditorios | 378,68 | 109078,774 | 358,56 | 103283,208 |
| Salas de computo | 2252 | 648688,6 | 2248,36 | 647640,098 |
| Laboratorios | 12884,09 | 3711262,125 | 12873,21 | 3708128,141 |
| TOTAL | 21199,858 | 6106619,097 | 20608,618 | 5936312,415 |
| | | | AHORRO | 170306,682 |

Tabla 5.3: Reducción costo energético

- La mayoría de las unidades de aire acondicionado tipo Split, tipo paquete y centralizadas, ubican sus unidades condensadoras en las terrazas y patios del edificio, expuestas a la incidencia de las radiaciones solares lo cual aumenta 12 grados la diferencia entre la temperatura del medio y la del recinto que se está acondicionando al aumentarse la transferencia de calor [9]. Esto puede mitigarse con la adecuación de techos o toldos que disminuyan ésta incidencia de la luz solar mejorándose la eficiencia de los equipos en un 10% [9]. En la Figura (5.10) se puede observar de esto en los aires tipo paquete del edificio de Livianos los cuales se ubican en las terrazas. También se muestran aires tipo Split cuyas unidades exteriores se ubican en las terrazas del cuarto piso de Livianos (Figura 5.10) cuya incidencia de rayos solares se presenta en la totalidad de la jornada laboral. En las figuras se muestran los aires que se encuentran en los patios del edificio de Laboratorios Livianos los cuales a ciertas horas del día se ven afectados por la radiación solar.



Figura 5.10: Aires acondicionados afectados por radiación solar

- Una temperatura mayor o igual a los 25°C es recomendable en los sitios donde existe aire acondicionado ya que temperaturas menores a ésta no aumentan el confort, generando un desperdicio de energía además de algunos problemas de salud en el personal. En algunos recintos del Camilo Torres se acostumbra a programar el termostato a temperaturas inferiores a los 25°C (Figura 5.11) por lo que se recomienda ajustarlo a la temperatura adecuada y así evitar que se aumente el consumo del equipo en un 8 % [10].



Figura 5.11: Aire acondicionado temperatura

- Como una alternativa que favorece el medio ambiente se puede en lo posible fomentar la arborización de los alrededores del edificio lo cual contribuye a disminuir la transferencia de calor del exterior hacia las edificaciones reduciendo sustancialmente la carga de los aires acondicionados. [8].



Figura 5.12: Aires acondicionados sin zonas de arborización

5.4. EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN

Una de las cargas que también abundan en las instalaciones del Camilo Torres son los refrigeradores, equipos que funcionan en base a un sistema de enfriamiento por compresión de vapor. Estos se usan en su mayoría para la conservación de materiales en el campo de la Química y la física. Algunos otros se usan para la conservación de alimentos y bebidas en los locales de cafeterías y centros de estudio. Las siguientes son algunas recomendaciones que se dan a partir de la inspección realizada en el censo de carga y siguiendo las recomendaciones que se exponen en los documentos de la UPME para la gestión integral de la energía [8].

- Algunas de las prácticas inadecuadas en las que incurre el personal que tiene a cargo equipos de refrigeración son las temperaturas del termostato muy bajas y la constante apertura o cierre de las puertas de refrigeradores lo cual incrementa sus requerimientos de refrigeración. Se recomienda por ende, ajustar el termostato de los refrigeradores en la posición de mínimo o medio ya que con un máximo se consumiría 50% más. Esto sólo para los aparatos que no tienen requerimientos especiales de temperatura en ciertos procesos que se llevan a cabo en los laboratorios. También se debe recomendar al personal que se realicen sólo las aperturas o cierres de los refrigeradores que se consideren necesarias con un tiempo de apertura mínimo lo cual se vuelve más crítico para los congeladores. Lo anterior puede disminuir el consumo energético de éstos elementos [8].
- En los laboratorios se observa que existen equipos de refrigeración próximos a otros ele-

mentos que generan calor como hornos, muflas y estufas al igual que no existe en algunos casos un medio de ventilación para que el calor producido en la parte posterior de los refrigeradores se disipe en el medio. Estos son factores que disminuyen la eficiencia de estos aparatos lo cual se traduce en un aumento del costo energético en un 10%. Se debe entonces mantener los refrigeradores en lugares frescos, a una distancia considerable de los equipos de calentamiento, donde exista buena ventilación [9].



Figura 5.13: Equipos de refrigeración

- La acumulación de hielo y escarcha en las paredes de los congeladores aumentan el consumo energético del equipo a la vez que disminuyen su tiempo de vida [8]. En el área de Laboratorios Livianos y Posgrados se encontraron algunos equipos con acumulación de hielo en sus paredes con un espesor excesivo lo cual aprecia en las Figura 5.14. Se recomienda que los equipos que no poseen mecanismo “No frost” el cual descongela automáticamente los congeladores, se descongelen de manera periódica para evitar la formación de capas de escarcha mayores a 5 mm con lo cual se reduce el consumo de estos elementos aproximadamente en un 30%. Se estaría hablando entonces de un ahorro de \$ 568.244 del consumo total.



Figura 5.14: Acumulación de hielo y escarcha

- En las figuras se muestran algunos ejemplos del estado en que se encuentran algunas neveras de más de 10 años de antigüedad donde se aprecia el estado de deterioro en el que se encuentran sus empaques. Cabe resaltar que estos equipos consumen hasta 40% más que los nuevos refrigeradores. Se recomienda realizar este cambio lo cual reducirá considerablemente el consumo de la refrigeración.



Figura 5.15: Deterioro de empaques en neveras

Se deben emplear planes de mantenimiento preventivo en los cuales se inspeccione el estado en que se encuentran los equipos de refrigeración del Camilo Torres, verificándose que la empaquetadura de goma se encuentre en buen estado, defectos o fugas en las válvulas de descarga, en motores y demás componentes, funcionamiento correcto del termostato de modo que se apague el motor cuando se alcance la temperatura máxima, inspección de ruido y estado del refrigerante. También se debe asegurar la limpieza frecuente del condensador y los filtros del refrigerador. [8]

5.5. OTROS

Se detectaron algunas falencias en cuanto al uso racional de la energía eléctrica por parte del personal que ocupa normalmente el Camilo Torres. En muchas de las aulas y laboratorios de los tres bloques que conforman el complejo de edificios, se ve como se mantienen encendidas las luminarias durante periodos en los cuales no hay personal ocupando el recinto. Además en otros lugares se observan equipos funcionando sin que nadie haga uso de los mismos, como es el caso de los ventiladores, televisores, aires acondicionados, computadores, entre otros equipos. En las Figura 5.16 se muestra lo descrito anteriormente. Se recomienda plantear estrategias para la creación de una cultura energética en el personal del Camilo Torres que fomente el uso racional de la energía y así se contribuya a reducir los consumos de electricidad sin que se afecten las actividades misionales en el edificio y con una mínima inversión. El equipo de trabajo realizo una campaña de uso racional de la energía la cual se describirá en la sección siguiente.



Figura 5.16: Consumo sin ocupación

5.6. CAMPAÑA DE CONCIENTIZACIÓN

Con el fin de promover el uso eficiente de los recursos energéticos de los edificios que componen el complejo del Camilo Torres, se realizó una campaña de concientización en la que se dio a conocer algunas de las recomendaciones que pueden darse al personal que hace parte de la comunidad que utiliza las instalaciones del edificio y que pueden contribuir a la reducción del gasto energético sin realizar la más mínima inversión en tecnología. Se elaboró entonces un folleto el cual reúne información sobre el uso adecuado de equipos eléctricos y buenas prácticas para el ahorro de energía, el cual se muestra en la Figura 5.17. Se hizo entrega de algunos de estos folletos a varias personas entre las cuales se encuentran empleados, administrativos, estudiantes, profesores, entre otros. La entrega de estos folletos fue acompañada de una breve charla sobre el uso racional de los recursos energéticos y la explicación de la información contenida en los folletos, con lo cual se generaron preguntas por parte de la comunidad acerca de las prácticas adecuadas para la reducción del consumo energético, y su correspondiente aplicación en el hogar y otros escenarios ajenos al edificio. Con esto se evidenció gran interés y colaboración por parte del personal que hace parte del edificio, por ende se recomienda extender esta campaña a todos y cada uno de los demás edificios de la Universidad Industrial de Santander.

¿Qué es la cultura energética y por qué es importante?

La cultura energética es

el conjunto de acciones

que fomentan el desarrollo

de hábitos que garantizan

disminuir el consumo de energía

o utilizarla de forma más eficiente

Es importante tener una

cultura energética para

contribuir con el medio

ambiente y disminuir

costos de facturación.



CAMILO TORRES

CAMILO TORRES

**CULTURA
ENERGÉTICA
CAMILO TORRES**

Cultura Energética



CLAVES PARA UNA BUENA CULTURA ENERGÉTICA

COMPUTADORES

- ♦ Apaga tu computador cuando no lo vayas a usar en un tiempo mayor a una hora, ya sea la hora del almuerzo, reuniones u otras actividades o cuando termines la jornada laboral.
- ♦ Configura tu computador para que después de cierto tiempo de inactividad se active el modo de espera o de suspensión.
- ♦ En lugar de colocar protector de pantalla apaga tu pantalla.
- ♦ Baja el brillo de tu pantalla.
- ♦ No dejes tu impresora en modo stand by, apágala cuando no la estés usando.

AIRES ACONDICIONADOS

- ♦ No uses el aire acondicionado cuando el clima no lo amerite.
- ♦ Apaga el aire acondicionado una hora antes de salir de la oficina o salón de clases.
- ♦ Mantén las puertas y ventanas cerradas mientras esté en funcionamiento el aire acondicionado.
- ♦ Regula correctamente la temperatura del aire acondicionado (mayor a 22°C).
- ♦ Solicita el mantenimiento anual de los aires acondicionados.
- ♦ Revisa que tu oficina o aula se encuentre correctamente aislada del ambiente exterior.
- ♦ Al momento de la compra revisa la etiqueta energética.
- ♦ El aire se debe ubicar de modo tal, que no quede expuesto al sol ni cerca a lámparas ni equipos que generen calor.

ILUMINACIÓN

- ♦ Apaga la luz cuando no sea necesaria.
- ♦ Limpia periódicamente las lámparas que

estén expuestas a polvo o contaminación.

NEVERAS

- ♦ Descongela tu nevera regularmente.
- ♦ Revisa los empaques y cerciórate que la puerta del refrigerador y del congelador cierren herméticamente.
- ♦ Deja como mínimo 5cm de espacio alrededor de la nevera para tener una buena circulación de aire.
- ♦ Mantén abierta la nevera el menor tiempo posible.

CAMILO TORRES

Figura 5.17: Folleto campaña de concientización Camilo Torres

5.7. ILUMINACIÓN

En los baños del Camilo Torres se podrían utilizar lámparas fluorescentes T5 2X32W las cuáles corregirían el exceso de iluminación en los mismos sin ello afectar los valores de iluminancia por debajo de los valores reglamentarios.

También se puede recomendar labores de mantenimiento a las lámparas, en el caso de las ubicadas en zonas donde la polución o el polvo hacen que baje la intensidad luminosa percibida, por tanto una limpieza a estas lámparas afectadas puede solucionar el problema.

Se recomienda la revisión periódica de las aulas, laboratorios y oficinas, para detectar lámparas dañadas y así programar su reemplazo.

Es recomendado el uso de sensores de presencia para activar y desactivar las lámparas de los baños y algunos pasillos, con lo cual se evita el desperdicio de energía.

Capítulo 6

CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

- Se obtuvo información relevante que llevó a realizar la identificación de las causas que más impactan en el uso ineficiente de la energía del edificio y el establecimiento de estrategias que involucren a todo el personal para la reducción de los consumos energéticos.
- Por medio del diagrama de Pareto (Figura 4.9) se pudieron identificar las áreas que generan mayor impacto en el consumo energético las cuales fueron el área de Laboratorios Livianos con un 28% de consumo, Laboratorios de Posgrado con un 22%, las Salas de Cómputo con un 12%, administrativos 11% y áreas comunes con un 9% del consumo total. Se sugiere que en trabajos futuros se realicen auditorías energéticas que se enfoquen en cada una de estas áreas y así se conozcan detalladamente los factores que pueden disminuir el consumo de las mismas.
- A través de la estratificación (Figura 4.10), se identificaron los equipos con mayor requerimiento de energía eléctrica los cuales fueron los equipos de aire acondicionado, los equipos de refrigeración y la iluminación. Por lo tanto se deben enfocar las acciones de mantenimiento y uso racional de la energía hacia este conjunto de equipos para aumentar su eficiencia y de este modo contribuir a la reducción en el consumo energético.
- La producción del Camilo Torres la cual se toma como la atención que se brinda al personal que ocupa los diferentes espacios del edificio, se constituye como un indicador de

control válido con el cual se puede realizar un seguimiento y evaluación del comportamiento del consumo energético en una futura implementación del Sistema de Gestión Integral de la Energía en la totalidad de sus tres fases (decisión estratégica, instalación del SGIE y operación del SGIE).

- El gráfico EO-T se muestra que la mayoría de tiempo hay un comportamiento normal en relación a que las variaciones de la ocupación del edificio son coherentes con las variaciones del consumo energético, a excepción de algunos meses en los cuales se presentan anomalías que son causa de periodos de vacaciones en donde se reduce la actividad misional en el edificio.
- A partir del reporte de caracterización energética de la UPME se determina que alcanzando la línea meta mediante estrategias de ahorro energético se puede lograr un ahorro anual de \$ 12'028.231 por energía no asociada a la producción, y un ahorro anual de \$ 16'402.363 por energía asociada a la producción.
- El uso de energías alternativas como los paneles solares es una opción viable para el Camilo Torres con lo cual se puede cubrir el 70 % de la carga de iluminación pudiéndose llegar a ahorrar \$2'716.317 mensuales. Esto constituye una herramienta que contribuye a que el ahorro energético sea mayor además de que promueve el uso de alternativas para la mitigación del impacto ambiental.
- Se observó que hay una falencia grande en relación con la cultura de uso racional de la energía por parte de la mayoría de miembros de la comunidad universitaria que hacen uso de las instalaciones de los tres bloques del Camilo Torres, lo cual se evidencia en ciertas prácticas inadecuadas como lo son el hecho de dejar las puertas abiertas de las oficinas o aulas al mantener en funcionamiento el aire acondicionado, así como también el no apagar las luces, computadores y otros equipos eléctricos cuando no se están utilizando. De ahí la importancia de la campaña de cultura energética para concientizar al personal del edificio, lo que se puede traducir en un ahorro de los recursos energéticos.
- En cuanto a la iluminación del edificio Camilo Torres, se puede concluir que casi la totalidad de sus aulas, oficinas y laboratorios presentan los niveles requeridos de iluminancia

excepto en los baños donde hay una sobre iluminación, por lo que se recomienda cambiar el tipo de lámpara por una con menor intensidad luminosa, la cual corregiría el deslumbramiento.

- La instalación de sensores de movimiento en zonas como pasillos para controlar la iluminación de los mismos, en especial pasillos donde la circulación de personas sea escasa, contribuye también con el ahorro de energía, ya que actualmente permanecen encendidos de forma continua aun cuando la jornada académica ha concluido.

Referencias bibliograficas

- [1] Guía para la Implementación de Sistemas de Gestión Integral de la Energía. Disponible en internet: <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Guia/Guia.pdf>.
- [2] Herramientas para el analisis de la eficiencia energética, UPME. Disponible en internet: <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/herramientas.pdf>
- [3] Infraestructura Edificio Camilo Torres, Facultad de Ciencias UIS:
<http://ciencias.uis.edu.co/facultad/nosotros/infraestructura/edificio-camilo-torres>
- [4] Estructura organizacional, Facultad de Ciencias UIS:
<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/ciencias/estructuraOrganizacional.html>
- [5] Descripción del edificio de la Facultad de Ciencias:
<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/ciencias/>
- [6] Catálogo web de páneles solares Atersa, disponible en: <https://autosolar.es/pdf/paneles-solares-atersa-290W-295W-300W-policristalino.pdf>
- [7] Catálogo web de sensores de movimiento para interiores Electric Line:
<http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/115439/Sensor-de-movimientotecho-para-interiores-800-w-120-v>
- [8] Manual de Eficiencia en sistemas de climatización, UPME disponible en:
<http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Tecnologias/climatizacion.pdf>
- [9] Manual de mantenimiento centrado en la eficiencia energética para sistemas industriales. Universidad del Atlántico Barranquilla, 2009
- [10] Mantenimiento de aires acondicionados. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), <http://www.idae.es/>
- [11] IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality (IEEE Std. 1159-1995). Institute of Electrical and Electronics Engineers.

ISBN 1- 55937-549-3. Estados Unidos, 1995.

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

[13] Calidad de la energía eléctrica, UPME. Disponible en internet:

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

[14] Eficiencia Energética y Competitividad de Empresas. Campos JC. Gomez Dorta R. Santos Leonardo. 1995. Universidad de Cienfuegos. Cuba.

BIBLIOGRAFÍA

Calidad de la energía eléctrica, UPME. Disponible en internet:

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

Catálogo web de paneles solares Atersa, disponible en: <https://autosolar.es/pdf/paneles-solares-atersa-290W-295W-300W-policristalino.pdf>

Catálogo web de sensores de movimiento para interiores Electric Line:

<http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/115439/Sensor-de-movimientotecho-para-interiores-800-w-120-v>

Descripción del edificio de la Facultad de Ciencias:

<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/ciencias/>

Eficiencia Energética y Competitividad de Empresas. Campos JC. Gomez Dorta R. Santos Leonardo. 1995. Universidad de Cienfuegos. Cuba.

Estructura organizacional, Facultad de Ciencias UIS:

<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/ciencias/estructuraOrganizacional.html>

Guía para la Implementación de Sistemas de Gestión Integral de la Energía. Disponible en internet: <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Guia/Guia.pdf>.

Herramientas para el análisis de la eficiencia energética, UPME. Disponible en internet:

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

IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality (IEEE Std. 1159-1995).
Institute of Electrical and Electronics Engineers.

ISBN 1- 55937-549-3. Estados Unidos, 1995.

Infraestructura Edificio Camilo Torres, Facultad de Ciencias UIS:

<http://ciencias.uis.edu.co/facultad/nosotros/infraestructura/edificio-camilo-torres>

Mantenimiento de aires acondicionados. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), <http://www.idae.es/>

Manual de Eficiencia en sistemas de climatización, UPME disponible en:

<http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Tecnologias/climatizacion.pdf>

Manual de mantenimiento centrado en la eficiencia energética para sistemas industriales. Universidad del Atlántico Barranquilla, 2009

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

ANEXOS

Anexo A

ENCUESTAS

Identificación y descripción del edificio

Escuela de Biología

FORMATO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.

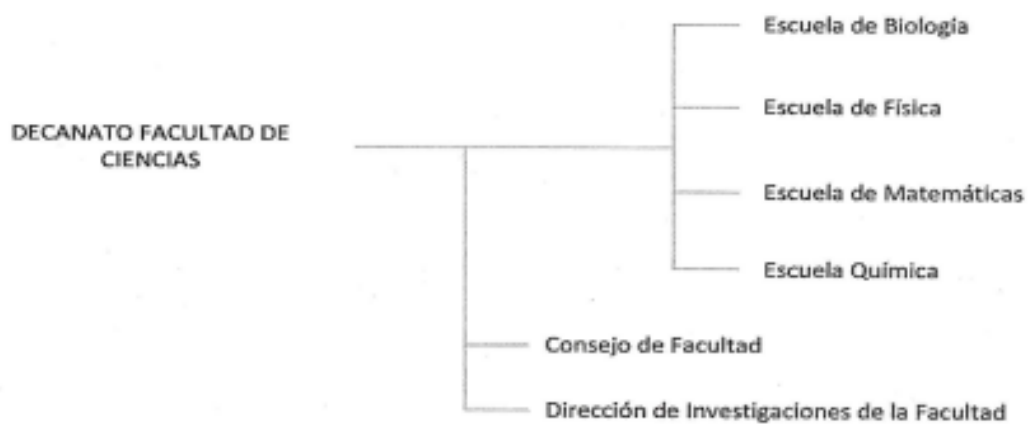
| 1. DATOS GENERALES DEL EDIFICIO | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|--------------------------------|------------------------|---|---|---|-----------------------------|---|------------------------------|----|--|----|
| RAZÓN SOCIAL DEL EDIFICIO | | | | | | UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER EDIFICIO 45 | | | | | | | |
| DIRECCIÓN | | | CRA 27 CALLE 9 UIS EDIFICIO 45 | | | PBX | | 57-7-6344000 EXTENSIÓN 2317 | | | | | |
| DEPARTAMENTO | | | SANTANDER | | | CIUDAD | | BUCARAMANGA | | | | | |
| BARRIO | | | LA UNIVERSIDAD | | | APARTADO AÉREO | | 678 BUCARAMANGA | | | | | |
| RESPONSABLE DE LA INFORMACIÓN CONSIGNADA | | | FERNANDO RONDON GONZALEZ | | | C.C | | CARGO | | DIRECTOR ESCUELA DE BIOLOGÍA | | | |
| 2. ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL MES | | | | | | | | OCUPACIÓN MENSUAL | | | | | |
| NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL AÑO | | | | | | | | OCUPACIÓN ANUAL PROMEDIO | | | | | |
| CARGO | | | | HORARIO | | | | N° DE TRABAJADORES | | | | | |
| PROFESORES PLANTA | | | | 8 a 12 a.m. 2 a 6 p.m. | | | | 13 | | | | | |
| PROFESORES CATEDRA | | | | 10 horas semanales | | | | 10 | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR VACACIONES (P.P.V) | | | | | | 2 | | | | | | | |
| MES P.P.V | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| NÚMERO DE DÍAS P.P.V | | | | | | | | | | | | | |
| CARGO | | | | HORARIO | | | | N° DE TRABAJADORES | | | | | |
| ADMINISTRATIVOS PLANTA | | | | 8 a 12 a.m. 2 a 6 p.m. | | | | 4 | | | | | |
| ADMINISTRATIVOS TEMPORALES | | | | 4 horas diarias | | | | 2 | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR VACACIONES (P.P.V) | | | | | | 1 | | | | | | | |
| MES P.P.V | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| NÚMERO DE DÍAS P.P.V | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR MANTENIMIENTO (P.P.M) | | | | | | | | | | | | | |
| MES P.P.M | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| NÚMERO DE DÍAS P.P.M | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR OTROS MOTIVOS (P.O.M) | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE DÍAS P.O.M | | | | | | | | | | | | | |
| MES P.O.M | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| NÚMERO DE DÍAS PARADAS AL AÑO | | | | | | | | | | | | | |
| ESPECIFIQUE P.O.M | | | | | | | | | | | | | |
| 3. DATOS REFERENTES AL MANTENIMIENTO PLANIFICADO | | | | | | | | | | | | | |
| ¿EN EL EDIFICIO SE REALIZA ALGÚN TIPO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO? | | | | | | | | | | | SI | <input checked="" type="checkbox"/> NO | |
| ¿CON QUE PERIODICIDAD SE REALIZA EL MANTENIMIENTO? CADA: | | | | | | DÍA | | MES | | AÑO | | | |

¿CUÁLES SON LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO QUE SE REALIZAN EN EL EDIFICIO?

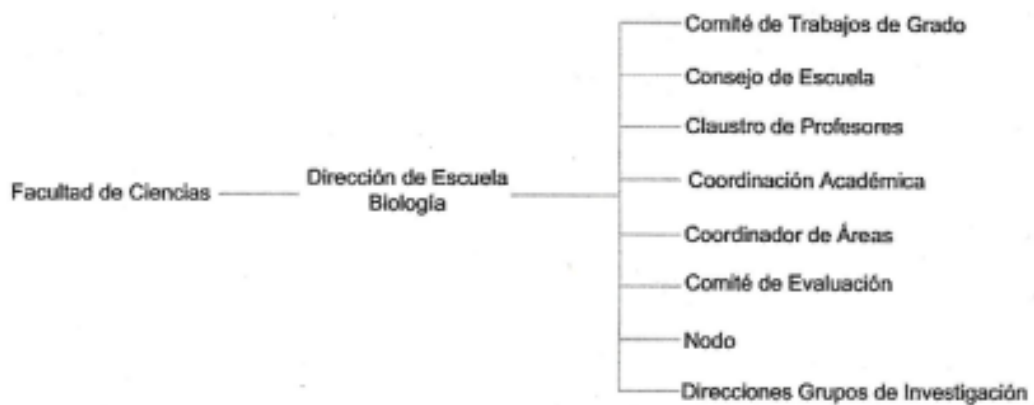
Mantenimiento correctivo.

4. ACTIVIDADES PRINCIPALES DEL PROCESO PRODUCTIVO

Estructura organizacional de la Facultad de Ciencias



Estructura organizacional de la escuela de Biología



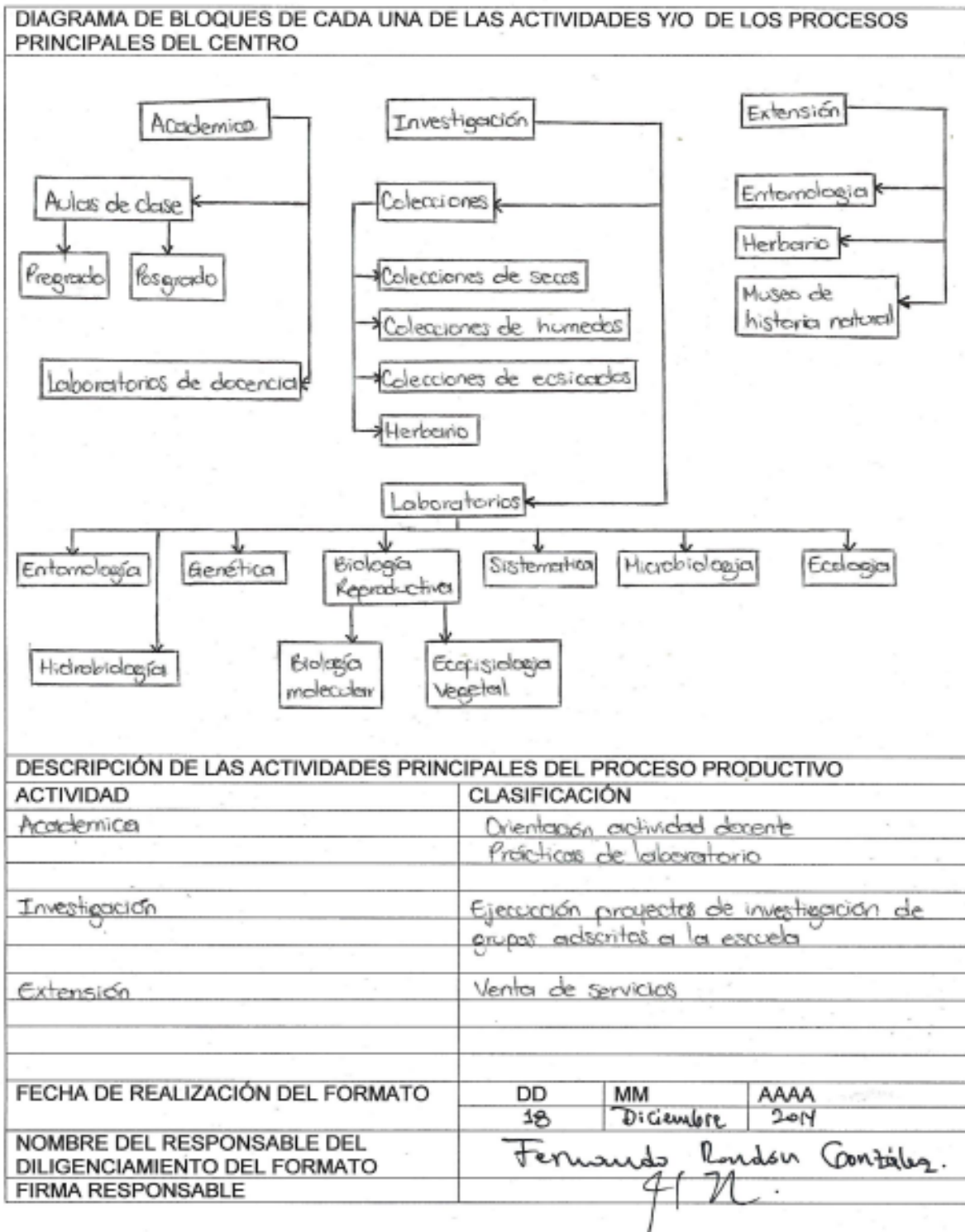


Figura A.1: Encuesta Identificación y descripción del edificio Escuela de Biología

Escuela de Física

FORMATO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.

| 1. DATOS GENERALES DEL EDIFICIO | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--------------------------------|---|---|---|--------------------|-----------------------------|---|------------------------------|----|----|----|----|
| RAZÓN SOCIAL DEL EDIFICIO | | | | | | UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER EDIFICIO 45 | | | | | | | | |
| DIRECCIÓN | | | CRA 27 CALLE 9 UIS EDIFICIO 45 | | | PBX | | 57-7-6344000 EXTENSIÓN 2317 | | | | | | |
| DEPARTAMENTO | | | SANTANDER | | | CIUDAD | | BUCARAMANGA | | | | | | |
| BARRIO | | | LA UNIVERSIDAD | | | APARTADO AÉREO | | 678 BUCARAMANGA | | | | | | |
| RESPONSABLE DE LA INFORMACIÓN CONSIGNADA | | | CECILIA NIÑO PEÑUELA | | | C.C | | CARGO | | SECRETARIA ESCUELA DE FÍSICA | | | | |
| 2. ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA | | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL MES | | | | | | OCUPACIÓN MENSUAL | | | | | | | | |
| NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL AÑO | | | | | | OCUPACIÓN ANUAL PROMEDIO | | | | | | | | |
| CARGO | | | HORARIO | | | | N° DE TRABAJADORES | | | | | | | |
| PROFESORES PLANTA | | | 40 horas semanales | | | | 26 | | | | | | | |
| PROFESORES CATEDRA | | | | | | | 42 | | | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR VACACIONES (P.P.V) | | | | | | | | | | | | | | |
| MES P.P.V | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| NÚMERO DE DÍAS P.P.V | | | | | | | | | | | | | | |
| CARGO | | | HORARIO | | | | N° DE TRABAJADORES | | | | | | | |
| ADMINISTRATIVOS PLANTA | | | 8 a 12 am 2 a 6 pm. | | | | 7 | | | | | | | |
| ADMINISTRATIVOS TEMPORALES | | | | | | | | | | | | | | |
| TÉCNICO | | | 4 horas diarias | | | | 1 | | | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR VACACIONES (P.P.V) | | | | | | | | | | | | | | |
| MES P.P.V | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| NÚMERO DE DÍAS P.P.V | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR MANTENIMIENTO (P.P.M) | | | | | | | | | | | | | | |
| MES P.P.M | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| NÚMERO DE DÍAS P.P.M | | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR OTROS MOTIVOS (P.O.M) | | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE DÍAS P.O.M | | | | | | | | | | | | | | |
| MES P.O.M | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| NÚMERO DE DÍAS PARADAS AL AÑO | | | | | | | | | | | | | | |
| ESPECIFIQUE P.O.M | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. DATOS REFERENTES AL MANTENIMIENTO PLANIFICADO | | | | | | | | | | | | | | |
| ¿EN EL EDIFICIO SE REALIZA ALGÚN TIPO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO? | | | | | | | | | | | SI | NO | | |
| ¿CON QUE PERIODICIDAD SE REALIZA EL MANTENIMIENTO? CADA: | | | | | | DÍA | MES | AÑO | | | | | | |

¿CUÁLES SON LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO QUE SE REALIZAN EN EL EDIFICIO?

Mantenimiento correctivo

4. ACTIVIDADES PRINCIPALES DEL PROCESO PRODUCTIVO

Estructura organizacional de la Facultad de Ciencias



Estructura organizacional de la escuela de Física

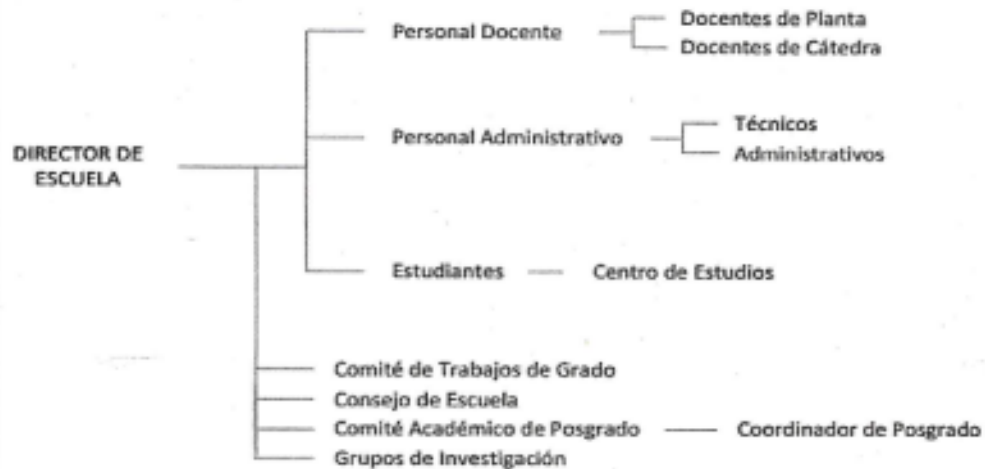
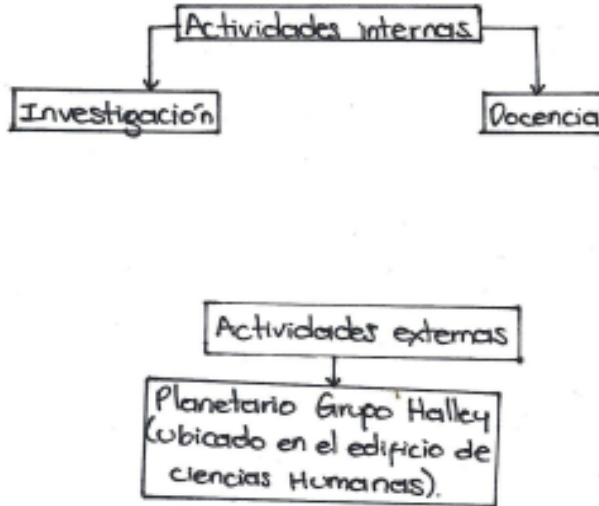


DIAGRAMA DE BLOQUES DE CADA UNA DE LAS ACTIVIDADES Y/O DE LOS PROCESOS PRINCIPALES DEL CENTRO



DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PRINCIPALES DEL PROCESO PRODUCTIVO

| ACTIVIDAD | CLASIFICACIÓN |
|---|---|
| Actividades internas | * Docencia * Investigación = 7 grupos de investigación en distintas áreas de la física. |
| Actividades externas | * Grupo Halley = Permiten la exploración en tiempo real de la bóveda celeste. Además desarrolla proyectos que involucran la participación ciudadana en la investigación. |
| FECHA DE REALIZACIÓN DEL FORMATO | DD MM AAAA |
| NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL DILIGENCIAMIENTO DEL FORMATO | Cecilia Añón Peñuela |
| FIRMA RESPONSABLE | <i>Cecilia Añón Peñuela</i> |

Figura A.2: Identificación y descripción del edificio Escuela de Física

Escuela de Matematicas

FORMATO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.

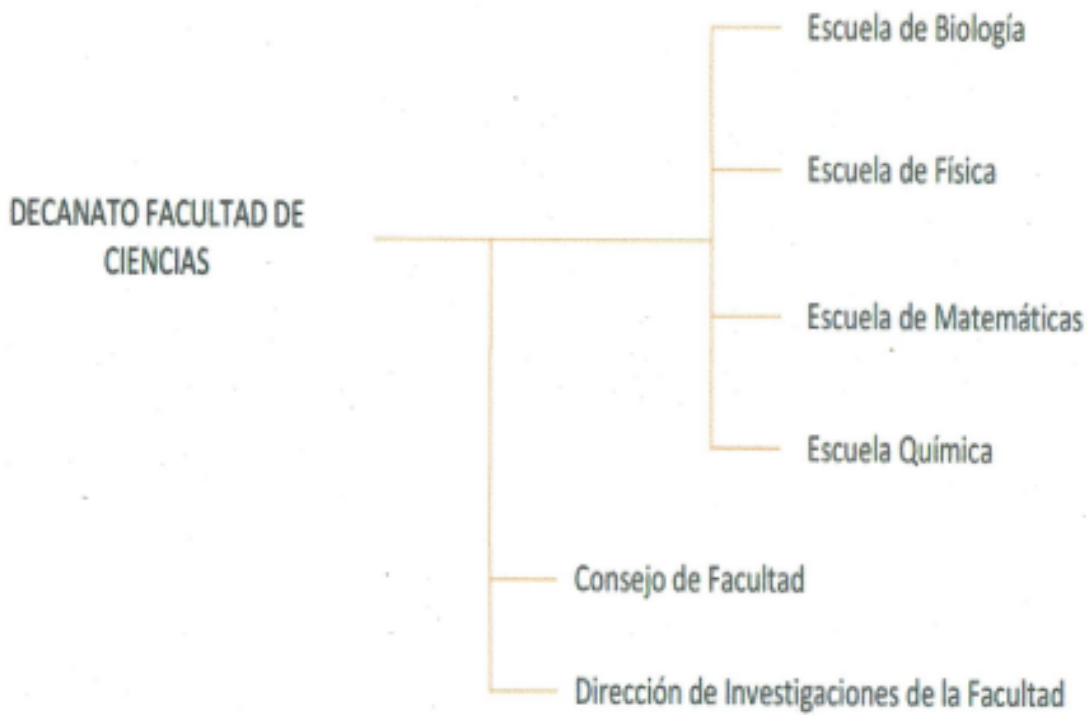
| 1. DATOS GENERALES DEL EDIFICIO | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|--------------------------------|--------------------------|---|---|---|-----------------------------|---|---------------------------------|----|-------------------------------------|----|--|
| RAZÓN SOCIAL DEL EDIFICIO | | | | | | UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER EDIFICIO 45 | | | | | | | | |
| DIRECCIÓN | | | CRA 27 CALLE 9 UIS EDIFICIO 45 | | | PBX | | 57-7-6344000 EXTENSIÓN 2317 | | | | | | |
| DEPARTAMENTO | | | SANTANDER | | | CIUDAD | | BUCARAMANGA | | | | | | |
| BARRIO | | | LA UNIVERSIDAD | | | APARTADO AÉREO | | 678 BUCARAMANGA | | | | | | |
| RESPONSABLE DE LA INFORMACIÓN CONSIGNADA | | | JORGE ENRIQUE FIALLO LEAL | | | C.C | | CARGO | | DIRECTOR ESCUELA DE MATEMÁTICAS | | | | |
| 2. ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA | | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL MES | | | | | | | | OCUPACIÓN MENSUAL | | | | | | |
| NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL AÑO | | | | | | | | OCUPACIÓN ANUAL PROMEDIO | | | | | | |
| CARGO | | | | HORARIO | | | | N° DE TRABAJADORES | | | | | | |
| PROFESORES PLANTA | | | | 8 a 12 a.m. y 2 a 6 p.m. | | | | 31 | | | | | | |
| PROFESORES CATEDRA | | | | 4 horas a la semana | | | | 48 | | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR VACACIONES (P.P.V) | | | | | | 2 | | | | | | | | |
| MES P.P.V | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| NÚMERO DE DÍAS P.P.V | | | | | | | | | | | | | | |
| CARGO | | | | HORARIO | | | | N° DE TRABAJADORES | | | | | | |
| ADMINISTRATIVOS PLANTA | | | | 8 a 12 a.m. y 2 a 6 p.m. | | | | 1 | | | | | | |
| ADMINISTRATIVOS TEMPORALES | | | | 8 a 12 a.m. y 2 a 6 p.m. | | | | 1 | | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR VACACIONES (P.P.V) | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| MES P.P.V | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| NÚMERO DE DÍAS P.P.V | | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR MANTENIMIENTO (P.P.M) | | | | | | | | | | | | | | |
| MES P.P.M | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| NÚMERO DE DÍAS P.P.M | | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR OTROS MOTIVOS (P.O.M) | | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE DÍAS P.O.M | | | | | | | | | | | | | | |
| MES P.O.M | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| NÚMERO DE DÍAS PARADAS AL AÑO | | | | | | | | | | | | | | |
| ESPECIFIQUE P.O.M | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. DATOS REFERENTES AL MANTENIMIENTO PLANIFICADO | | | | | | | | | | | | | | |
| ¿EN EL EDIFICIO SE REALIZA ALGÚN TIPO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO? | | | | | | | | | | | SI | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| ¿CON QUE PERIODICIDAD SE REALIZA EL MANTENIMIENTO? CADA: | | | | | | DÍA | | MES | | AÑO | | | | |

¿CUÁLES SON LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO QUE SE REALIZAN EN EL EDIFICIO?

Mantenimiento correctivo.

4. ACTIVIDADES PRINCIPALES DEL PROCESO PRODUCTIVO

Estructura organizacional de la Facultad de Ciencias



Escuela de Química

FORMATO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.

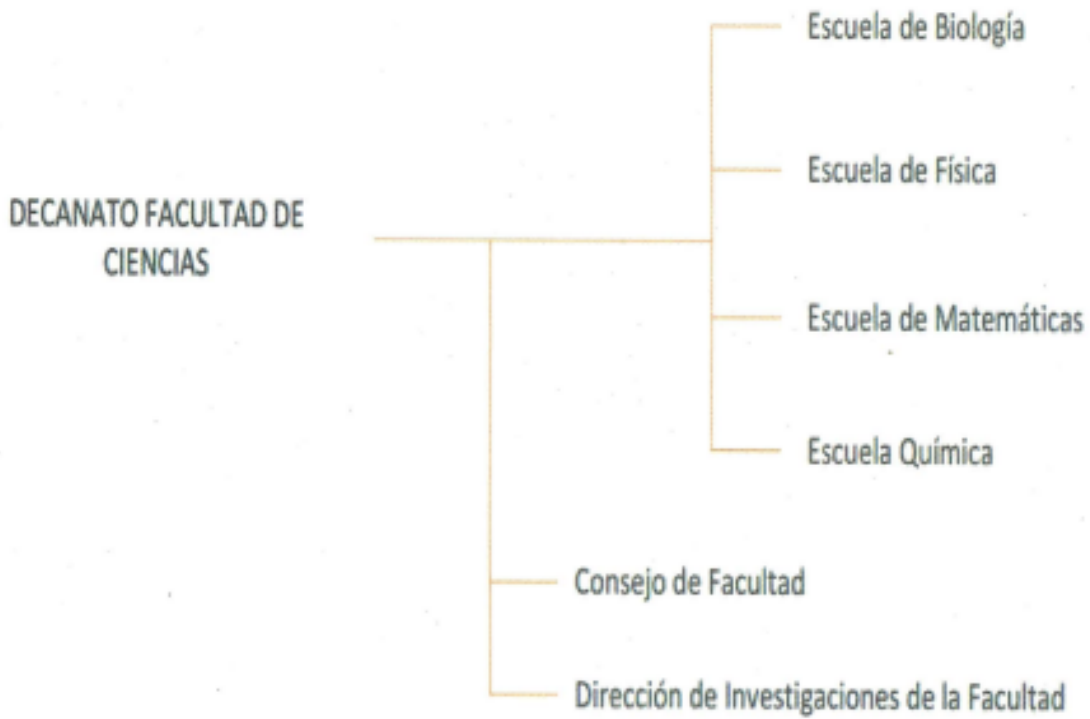
| 1. DATOS GENERALES DEL EDIFICIO | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|--------------------------------|---|---|---|--------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------------|----|--|----|
| RAZÓN SOCIAL DEL EDIFICIO | | | | | | UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER EDIFICIO 45 | | | | | | | |
| DIRECCIÓN | | | CRA 27 CALLE 9 UIS EDIFICIO 45 | | | PBX | | 57-7-6344000 EXTENSIÓN 2317 | | | | | |
| DEPARTAMENTO | | | SANTANDER | | | CIUDAD | | BUCARAMANGA | | | | | |
| BARRIO | | | LA UNIVERSIDAD | | | APARTADO AÉREO | | 678 BUCARAMANGA | | | | | |
| RESPONSABLE DE LA INFORMACIÓN CONSIGNADA | | | HERMINSUL DE JESUS CANO CALLE | | | C.C | | CARGO | | DIRECTOR ESCUELA DE QUÍMICA | | | |
| 2. ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL MES | | | | | | OCUPACIÓN MENSUAL | | | | | | | |
| NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL AÑO | | | | | | OCUPACIÓN ANUAL PROMEDIO | | | | | | | |
| CARGO | | | HORARIO | | | | N° DE TRABAJADORES | | | | | | |
| PROFESORES PLANTA | | | 8 horas diarias | | | | 32 | | | | | | |
| PROFESORES CATEDRA | | | | | | | 5 | | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR VACACIONES (P.P.V) | | | | | | 2 | | | | | | | |
| MES P.P.V | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| NÚMERO DE DÍAS P.P.V | | | | | | HORARIO | | | N° DE TRABAJADORES | | | | |
| ADMINISTRATIVOS PLANTA | | | 8 horas diarias | | | | 2 | | | | | | |
| ADMINISTRATIVOS TEMPORALES | | | | | | | 3 | | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR VACACIONES (P.P.V) | | | | | | 1 | | | | | | | |
| MES P.P.V | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| NÚMERO DE DÍAS P.P.V | | | | | | HORARIO | | | N° DE TRABAJADORES | | | | |
| ADMINISTRATIVOS PLANTA | | | 8 horas diarias | | | | 2 | | | | | | |
| ADMINISTRATIVOS TEMPORALES | | | | | | | 3 | | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR VACACIONES (P.P.V) | | | | | | 1 | | | | | | | |
| MES P.P.V | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| NÚMERO DE DÍAS P.P.V | | | | | | HORARIO | | | N° DE TRABAJADORES | | | | |
| ADMINISTRATIVOS PLANTA | | | 8 horas diarias | | | | 2 | | | | | | |
| ADMINISTRATIVOS TEMPORALES | | | | | | | 3 | | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR MANTENIMIENTO (P.P.M) | | | | | | | | | | | | | |
| MES P.P.M | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| NÚMERO DE DÍAS P.P.M | | | | | | HORARIO | | | N° DE TRABAJADORES | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR OTROS MOTIVOS (P.O.M) | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE DÍAS P.O.M | | | | | | HORARIO | | | N° DE TRABAJADORES | | | | |
| MES P.O.M | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| NÚMERO DE DÍAS PARADAS AL AÑO | | | | | | HORARIO | | | N° DE TRABAJADORES | | | | |
| ESPECIFIQUE P.O.M | | | | | | HORARIO | | | N° DE TRABAJADORES | | | | |
| 3. DATOS REFERENTES AL MANTENIMIENTO PLANIFICADO | | | | | | | | | | | | | |
| ¿EN EL EDIFICIO SE REALIZA ALGÚN TIPO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO? | | | | | | | | | | | SI | <input checked="" type="checkbox"/> NO | |
| ¿CON QUE PERIODICIDAD SE REALIZA EL MANTENIMIENTO? CADA: | | | | | | DÍA | | MES | | AÑO | | | |

¿CUÁLES SON LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO QUE SE REALIZAN EN EL EDIFICIO?

Mantenimiento correctivo

4. ACTIVIDADES PRINCIPALES DEL PROCESO PRODUCTIVO

Estructura organizacional de la Facultad de Ciencias



| DIAGRAMA DE BLOQUES DE CADA UNA DE LAS ACTIVIDADES Y/O DE LOS PROCESOS PRINCIPALES DEL CENTRO | | | |
|---|------------------------------|----|------|
| | | | |
| DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PRINCIPALES DEL PROCESO PRODUCTIVO | | | |
| ACTIVIDAD | CLASIFICACIÓN | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| FECHA DE REALIZACIÓN DEL FORMATO | DD | MM | AAAA |
| NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL DILIGENCIAMIENTO DEL FORMATO | Hermisul de Jesus Cano Calle | | |
| FIRMA RESPONSABLE | <i>Hermisul Cano</i> | | |

Figura A.4: Identificación y descripción del edificio Escuela de Química

Arpruis

FORMATO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.

| 1. DATOS GENERALES DEL EDIFICIO | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|--------------------------------|---------------------|---|---|---|-----------------------------|---|----------------|----|----|----|
| RAZÓN SOCIAL DEL EDIFICIO | | | | | | UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER EDIFICIO 45 | | | | | | | |
| DIRECCIÓN | | | CRA 27 CALLE 9 UIS EDIFICIO 45 | | | PBX | | 57-7-6344000 EXTENSIÓN 2317 | | | | | |
| DEPARTAMENTO | | | SANTANDER | | | CIUDAD | | BUCARAMANGA | | | | | |
| BARRIO | | | LA UNIVERSIDAD | | | APARTADO AÉREO | | 678 BUCARAMANGA | | | | | |
| RESPONSABLE DE LA INFORMACIÓN CONSIGNADA | | | YANE GOMEZ | | | C.C | | CARGO | | ADMINISTRADORA | | | |
| 2. ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE DIAS DE TRABAJO AL MES | | | | | | | | OCUPACIÓN MENSUAL | | | | | |
| NÚMERO DE DIAS DE TRABAJO AL AÑO | | | | | | | | OCUPACIÓN ANUAL PROMEDIO | | | | | |
| CARGO | | | | HORARIO | | | | N° DE TRABAJADORES | | | | | |
| Administrativos planta | | | | 8 a 12 am 2 a 6 pm. | | | | 2 | | | | | |
| Administrativos | | | | 20 horas semanales | | | | 2 | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR VACACIONES (P.P.V) | | | | | | 0 | | | | | | | |
| MES P.P.V | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| NÚMERO DE DÍAS P.P.V | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR MANTENIMIENTO (P.P.M) | | | | | | | | | | | | | |
| MES P.P.M | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| NÚMERO DE DÍAS P.P.M | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR OTROS MOTIVOS (P.O.M) | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE DÍAS P.O.M | | | | | | | | | | | | | |
| MES P.O.M | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| NÚMERO DE DÍAS PARADAS AL AÑO | | | | | | | | | | | | | |
| ESPECIFIQUE P.O.M | | | | | | | | | | | | | |
| 3. DATOS REFERENTES AL MANTENIMIENTO PLANIFICADO | | | | | | | | | | | | | |
| ¿EN EL EDIFICIO SE REALIZA ALGÚN TIPO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO? | | | | | | | | | | | SI | | |
| ¿CON QUE PERIODICIDAD SE REALIZA EL MANTENIMIENTO? CADA: | | | | | | DÍA | | MES | | AÑO | | | |
| ¿CUÁLES SON LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO QUE SE REALIZAN EN EL EDIFICIO? | | | | | | | | | | | | | |
| Mantenimiento correctivo. | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

Coopruis

FORMATO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.

| 1. DATOS GENERALES DEL EDIFICIO | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|--------------------------------|---|---|---|--------------------|-----------------------------|---|-----------|----|----|----|
| RAZÓN SOCIAL DEL EDIFICIO | | | | | | UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER EDIFICIO 45 | | | | | | | |
| DIRECCIÓN | | | CRA 27 CALLE 9 UIS EDIFICIO 45 | | | PBX | | 57-7-6344000 EXTENSIÓN 2317 | | | | | |
| DEPARTAMENTO | | | SANTANDER | | | CIUDAD | | BUCARAMANGA | | | | | |
| BARRIO | | | LA UNIVERSIDAD | | | APARTADO AÉREO | | 678 BUCARAMANGA | | | | | |
| RESPONSABLE DE LA INFORMACIÓN CONSIGNADA | | | JAMES VALDES | | | C.C | | CARGO | | ENCARGADO | | | |
| 2. ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL MES | | | | | | OCUPACIÓN MENSUAL | | | | | | | |
| NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL AÑO | | | | | | OCUPACIÓN ANUAL PROMEDIO | | | | | | | |
| CARGO | | | HORARIO | | | | N° DE TRABAJADORES | | | | | | |
| Encargado | | | 8 a 12 y 2 a 6 pm | | | | 1 | | | | | | |
| Jefe de Compras | | | 8 a 12 y 2 a 6 pm. | | | | 1 | | | | | | |
| Auxiliar | | | 8 a 12 y 2 a 6 pm. | | | | 2 | | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR VACACIONES (P.P.V) | | | | | | 1 | | | | | | | |
| MES P.P.V | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| NÚMERO DE DÍAS P.P.V | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR MANTENIMIENTO (P.P.M) | | | | | | | | | | | | | |
| MES P.P.M | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| NÚMERO DE DÍAS P.P.M | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR OTROS MOTIVOS (P.O.M) | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE DÍAS P.O.M | | | | | | | | | | | | | |
| MES P.O.M | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| NÚMERO DE DÍAS PARADAS AL AÑO | | | | | | | | | | | | | |
| ESPECIFIQUE P.O.M | | | | | | | | | | | | | |
| 3. DATOS REFERENTES AL MANTENIMIENTO PLANIFICADO | | | | | | | | | | | | | |
| ¿EN EL EDIFICIO SE REALIZA ALGÚN TIPO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO? | | | | | | | | | | SI | NO | | |
| ¿CON QUE PERIODICIDAD SE REALIZA EL MANTENIMIENTO? CADA: | | | | | | DÍA | | MES | | AÑO | | | |
| ¿CUÁLES SON LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO QUE SE REALIZAN EN EL EDIFICIO? | | | | | | | | | | | | | |
| Mantenimiento correctivo. | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

Cafeteria

FORMATO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.

| 1. DATOS GENERALES DEL EDIFICIO | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--------------------------------|---|--------------|---|---|---|-----------------------------|---|------------|----|----|----|
| RAZÓN SOCIAL DEL EDIFICIO | | | | | | UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER EDIFICIO 45 | | | | | | | |
| DIRECCIÓN | | CRA 27 CALLE 9 UIS EDIFICIO 45 | | | | PBX | | 57-7-6344000 EXTENSIÓN 2317 | | | | | |
| DEPARTAMENTO | | SANTANDER | | | | CIUDAD | | BUCARAMANGA | | | | | |
| BARRIO | | LA UNIVERSIDAD | | | | APARTADO AÉREO | | 678 BUCARAMANGA | | | | | |
| RESPONSABLE DE LA INFORMACIÓN CONSIGNADA | | Amparo Hernandez. | | | | C.C | | CARGO | | Vendedora. | | | |
| 2. ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE DIAS DE TRABAJO AL MES | | | | | | | | OCUPACIÓN MENSUAL | | | | | |
| NÚMERO DE DIAS DE TRABAJO AL AÑO | | | | | | | | OCUPACIÓN ANUAL PROMEDIO | | | | | |
| CARGO | | | | HORARIO | | | | N° DE TRABAJADORES | | | | | |
| Vendedor | | | | 8 am a 4 pm. | | | | 3 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR VACACIONES (P.P.V) | | | | | | 1 | | | | | | | |
| MES P.P.V | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| NÚMERO DE DÍAS P.P.V | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR MANTENIMIENTO (P.P.M) | | | | | | | | | | | | | |
| MES P.P.M | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| NÚMERO DE DÍAS P.P.M | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR OTROS MOTIVOS (P.O.M) | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE DÍAS P.O.M | | | | | | | | | | | | | |
| MES P.O.M | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| NÚMERO DE DÍAS PARADAS AL AÑO | | | | | | | | | | | | | |
| ESPECIFIQUE P.O.M | | | | | | | | | | | | | |
| 3. DATOS REFERENTES AL MANTENIMIENTO PLANIFICADO | | | | | | | | | | | | | |
| ¿EN EL EDIFICIO SE REALIZA ALGÚN TIPO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO? | | | | | | | | | | | SI | NO | |
| ¿CON QUE PERIODICIDAD SE REALIZA EL MANTENIMIENTO? CADA: | | | | | | DÍA | | MES | | AÑO | | | |
| ¿CUÁLES SON LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO QUE SE REALIZAN EN EL EDIFICIO? | | | | | | | | | | | | | |
| Mantenimiento correctivo. | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

Fotocopiadora

FORMATO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.

| 1. DATOS GENERALES DEL EDIFICIO | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|--------------------------------|---------------------------|---|---|-----|-----------------------------|-----|----------|----|----|----|
| RAZÓN SOCIAL DEL EDIFICIO | | | | | | UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER EDIFICIO 45 | | | | | | | |
| DIRECCIÓN | | | CRA 27 CALLE 9 UIS EDIFICIO 45 | | | PBX | | 57-7-6344000 EXTENSIÓN 2317 | | | | | |
| DEPARTAMENTO | | | SANTANDER | | | CIUDAD | | BUCARAMANGA | | | | | |
| BARRIO | | | LA UNIVERSIDAD | | | APARTADO AÉREO | | 678 BUCARAMANGA | | | | | |
| RESPONSABLE DE LA INFORMACIÓN CONSIGNADA | | | Johan Sebastian Florez | | | C.C | | CARGO | | vendedor | | | |
| 2. ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL MES | | | | | | | | OCUPACIÓN MENSUAL | | | | | |
| NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL AÑO | | | | | | | | OCUPACIÓN ANUAL PROMEDIO | | | | | |
| CARGO | | | | HORARIO | | | | N° DE TRABAJADORES | | | | | |
| Vendedor | | | | 7 am a 12 m 1 pm a 6:30pm | | | | 1 | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR VACACIONES (P.P.V) | | | | | | 2 | | | | | | | |
| MES P.P.V | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| NÚMERO DE DÍAS P.P.V | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR MANTENIMIENTO (P.P.M) | | | | | | | | | | | | | |
| MES P.P.M | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| NÚMERO DE DÍAS P.P.M | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE PARADAS POR OTROS MOTIVOS (P.O.M) | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE DÍAS P.O.M | | | | | | | | | | | | | |
| MES P.O.M | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| NÚMERO DE DÍAS PARADAS AL AÑO | | | | | | | | | | | | | |
| ESPECIFIQUE P.O.M | | | | | | | | | | | | | |
| 3. DATOS REFERENTES AL MANTENIMIENTO PLANIFICADO | | | | | | | | | | | | | |
| ¿EN EL EDIFICIO SE REALIZA ALGÚN TIPO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO? | | | | | | | | | | | SI | NO | |
| ¿CON QUE PERIODICIDAD SE REALIZA EL MANTENIMIENTO? CADA: | | | | | | | DÍA | MES | AÑO | | | | |
| ¿CUÁLES SON LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO QUE SE REALIZAN EN EL EDIFICIO? | | | | | | | | | | | | | |
| Mantenimiento correctivo. | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

Diagnóstico Energético inicial y ambiental

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

| 1. FICHA DE INSCRIPCIÓN | | | | | |
|--|-------|--------------------------------|--------------------------------|-----------|----------------------|
| NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL DILIGENCIAMIENTO DEL FORMATO | | Gustavo Adolfo Archila Ramirez | | | |
| EDIFICIO OBJETIVO | | ÁREA OBJETIVO | | | |
| ACTIVIDAD PRODUCTIVA DEL ÁREA OBJETIVO | | | | | |
| FECHA DE REALIZACIÓN DEL FORMATO | | DD 19 | MM 05 | AAAA 2014 | |
| DE LA SIGUIENTE LISTA DE EQUIPOS, MARQUE CON UNA X EN 1 A LOS EQUIPOS DE SERVICIO ENERGÉTICO CON QUE CUENTA EL EDIFICIO Y MARQUE CON UNA X EN 2 AQUELLOS QUE LE PRODUCEN MAYOR CONSUMO DE ENERGÍA 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 | X | | | | |
| COMPRESORES DE AIRE | | | | | |
| TORRES DE ENFRIAMIENTO | | | | | |
| MOTORES ELÉCTRICOS | X | X | | | |
| BOMBAS | X | | | | |
| MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA | | | | | |
| ACONDICIONADORES DE AIRE | X | X | | | |
| OTROS | | | | | |
| EQUIPOS DE COMPUTO | X | | | | |
| ILUMINACIÓN | X | | | | |
| EQUIPO DE EXTRACCIÓN | X | | | | |
| HORNOS | X | | | | |
| DESTILADORES | | | | | |
| INCUBADORA | | | | | |
| ROTOEVAPORADOR | | | | | |
| SERVIDORES | | | | | |
| FOTOCOPIADORA | X | | | | |
| 2. INFORMACIÓN SOBRE SUMINISTROS ENERGÉTICOS | | | | | |
| CONSUMO DE GAS, m ³ /mes | | | VALOR FACTURA GAS MENSUAL, \$ | | |
| CONSUMO ELECTRICIDAD, Kw/mes | 59420 | | VALOR FACTURA ELECTRICIDAD, \$ | | |
| TIPO DE TARIFA GAS | | | TIPO DE TARIFA ELECTRICIDAD | Horaria | |

| 3. INFORMACIÓN SOBRE LA GESTIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO | | | | | |
|--|----|---------|--|----|---------|
| ¿EXISTE ACTUALMENTE UN PROBLEMA CONCRETO RESPECTO A LA ENERGÍA? | | | | SI | NO X |
| ¿EXISTE UNA POLÍTICA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO? | SI | NO X | SI EXISTE DESCRIBALO | | |
| SI HAY UNA POLÍTICA ESTABLECIDA, ¿CUÁLES 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 EL EDIFICIO? | SI | NO X | ¿EXISTE UN RESPONSABLE EN ASUNTOS DE ENERGÍA EN EL EDIFICIO? | SI | NO X |
| SI EXISTE, ¿CUÁLES SON LAS FUNCIONES DE ESTA PERSONA? | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| ¿EXISTE UN COMITÉ DE ENERGÍA EN EL EDIFICIO? | | | | SI | NO X |
| SI EXISTE, ¿CUÁLES SON SUS INTEGRANTES Y CUÁLES LAS FUNCIONES QUE ESTOS CUMPLEN? | | | | | |
| INTEGRANTES | | | FUNCIONES | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| ¿EXISTE UNA META TÁCTICA O ESTRATÉGICA DE ENERGÍA POR OBJETIVOS O A NIVEL DE EDIFICIO? | | | | SI | NO X |
| SI EXISTE, EXPRESE CUÁL ES ESTA META | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| ¿EXISTEN METAS DE REDUCCIÓN DE LOS COSTOS ENERGÉTICOS? | | | | SI | NO X |
| SI EXISTE, EXPRESE CUÁLES SON | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| INDIQUE COMO FUERON DETERMINADAS | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| ¿EXISTE UN SISTEMA DE CONTROL DE INDICADORES ENERGÉTICOS QUE CONLLEVE AL ALCANCE DE LA META PLANTEADA? | | SI | NO <input checked="" type="checkbox"/> | |
|---|------------------------------|----------------------|---|------|
| 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 <input checked="" type="checkbox"/> | |
| ¿EXISTE UNA PLANIFICACIÓN Y UN PRESUPUESTO DE ENERGÍA PARA EL EDIFICIO BASADO EN EL SISTEMA DE CONTROL ESTABLECIDO? | | SI | NO <input checked="" type="checkbox"/> | |
| ESTE PRESUPUESTO ES | ANUAL | SEMESTRAL | MENSUAL | |
| ¿ESTA PLANIFICACIÓN Y PRESUPUESTO TAMBIÉN EXISTE PARA LAS ÁREAS MAYORES CONSUMIDORAS DEL EDIFICIO? | | SI | NO <input checked="" type="checkbox"/> | |
| ¿EL EDIFICIO TIENE IDENTIFICADAS EL 20% DE LAS ÁREAS O EQUIPOS QUE CONSUMEN CERCA DEL 80% DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA O TÉRMICA? | | SI | NO <input checked="" type="checkbox"/> | |
| SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA, SEÑALE CUALES SON LAS ÁREAS QUE CONSTITUYEN EL 80% DEL CONSUMO POR PORTADOR ENÉRGICO: | | | | |
| PORTADOR ENERGÉTICO | ÁREAS DE 80% DE CONSUMO | | | |
| GAS | | | | |
| DIESEL | | | | |
| ELECTRICIDAD | | | | |
| ¿EL EDIFICIO CUENTA CON MEDICIÓN DE LA ENERGÍA EN LAS ÁREAS MAYORES CONSUMIDORAS? | | SI | NO <input checked="" type="checkbox"/> | |
| SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA, SEÑALE CUALES SON LAS ÁREAS QUE TIENEN MEDICIÓN DE ENERGÍA POR PORTADOR ENERGÉTICO: | | | | |
| PORTADOR ENERGÉTICO | ÁREAS DE MEDICIÓN DE ENERGÍA | | | |
| GAS | | | | |
| DIESEL | | | | |
| ELECTRICIDAD | | | | |
| ¿EL EDIFICIO HA ESTRUCTURADO LOS CENTROS DE CONTROL DE LA ENERGÍA? | | SI | NO | |
| SI HAN SIDO ESTRUCTURADOS, INDIQUE CUÁLES SON: | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| ¿EN EL EDIFICIO O ÁREA SE ENCUENTRAN IDENTIFICADAS LAS VARIABLES QUE IMPACTAN EL USO DE LA ENERGÍA? | | SI | NO <input checked="" type="checkbox"/> | |
| 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 DEL EDIFICIO | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| PARA DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LA ENERGÍA EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN, DILIGENCIE LA SIGUIENTE TABLA: | | | | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN DEL FACTOR DE COSTO | | | COSTO EN PESOS | | | PORCENTAJE EN LOS COSTOS TOTALES | | | |
| COSTOS FIJOS | | | | | | | | | |
| MATERIA PRIMA | | | | | | | | | |
| MANO DE OBRA | | | | | | | | | |
| MANTENIMIENTO | | | | | | | | | |
| OTROS | | | | | | | | | |
| COSTOS DE LOS ENERGÉTICOS | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | 100% | | | |
| ¿EL EDIFICIO HA REALIZADO UNA AUDITORIA ENERGÉTICA? | SI | NO | SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA SEÑALE: | TIPO DE AUDITORIA | | EXTERNA | | INTERNA | |
| | | X | | | | | | | |
| FECHA APROXIMADA DE LA ÚLTIMA AUDITORÍA | | | | | DD | MM | AAAA | | |
| ENTIDAD QUE REALIZO LA AUDITORÍA | | | | | | | | | |
| ¿LA GERENCIA DEL EDIFICIO SIGUE ALGÚN INDICADOR ENERGÉTICO? | SI | NO | DEFINALO | Pesos Colombianos (\$)/kWh | | | | | |
| | | X | | | | | | | |
| ¿SE LLEVA UN GRÁFICO DE TENDENCIA DE LOS INDICADORES ENERGÉTICOS EN LAS ÁREAS O EN EL EDIFICIO? | | | | | | | | SI | NO |
| | | | | | | | | | X |
| ¿SE HAN LEVANTADO BALANCES ENERGÉTICOS (ELÉCTRICOS O TÉRMICOS) PARA LA PLANTA? | | | | | | | | SI | NO |
| | | | | | | | | | X |
| ¿EXISTE EN EL EDIFICIO UN PROGRAMA ORGANIZADO DE MEDIDAS A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO PARA REDUCCIÓN DE COSTOS ENERGÉTICOS? | | | | | | | | SI | NO |
| | | | | | | | | | X |
| ¿SE HAN REALIZADO OPTIMIZACIONES ENERGÉTICAS EN ALGUNAS ÁREAS DEL EDIFICIO? | | | | | | | | SI | NO |
| | | | | | | | | | X |
| SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA, INDIQUE EN CUÁLES ÁREAS | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| ¿CUÁLES SON LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA PROYECTOS DE INVERSIÓN ENERGÉTICOS EN EL EDIFICIO? (EJ. INVERSIÓN, PERÍODO DE RECUPERACIÓN MÁXIMOS Y TIR) | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| ¿EXISTE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ENERGÉTICO EN EL EDIFICIO? | | | | | | | | SI | NO |
| | | | | | | | | | X |

DEL SIGUIENTE LISTADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO ENERGÉTICO PREDICTIVO, SEÑALE CUAL O CUALES REALIZA EL EDIFICIO 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, CÁMARAS FRÍAS) | | | |
| TERMOGRAFÍA A EQUIPOS ROTODINÁMICOS | | | |
| TERMOGRAFÍA A MOTORES | | | |
| ULTRASONIDO A VÁLVULAS PRINCIPALES | | | |
| ULTRASONIDO A TUBERÍAS DE GAS | | | |
| ULTRASONIDO A TUBERÍAS DE AIRE COMPRIMIDO | | | |
| ULTRASONIDO A TRAMPAS DE VAPOR | | | |
| ANÁLISIS DE COMBUSTIÓN | | | |
| AJUSTES DE COMBUSTIÓN | | | |
| INSPECCIÓN DEL ESTADO DE LAS TIERRAS | X | | 1 |
| MEGUEO DE MOTORES | | | |
| EVALUACIÓN DEL BALANCE DE VOLTAJE ENTRE FASES | X | | 1 |
| EVALUACIÓN DEL BALANCE DE AMPERAJE ENTRE FASES | X | | 1 |
| EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL ACEITE DEL TRANSFORMADOR | X | | 1 |
| NIVEL DE BALANCEO (VIBRACIONES) DE LOS EQUIPOS ROTODINÁMICOS) | | | |
| DIAGNÓSTICO DE FALLAS POR VIBRACIONES | | | |
| ESTADO DEL AISLAMIENTO TÉRMICO DE TUBERÍAS Y EQUIPOS | | | |
| ESTADO DE LAS PROTECCIONES TÉRMICAS | X | | 1 |
| ESTADO DE LA INSTRUMENTACIÓN | | | |
| CALIBRACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN | | | |
| EVALUACIÓN DEL NIVEL DE INCRUSTACIONES EN INTERCAMBIADORES DE CALOR | | | |
| EVALUACIÓN DE LA ILUMINACIÓN | | | |
| LIMPIEZA DE CALDERAS | | | |
| LIMPIEZA DE TORRES DE ENFRIAMIENTO | | | |
| LIMPIEZA DE CONDENSADORES | | | |
| MANTENIMIENTO DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA | X | | 1 |
| REVISIÓN DE REGISTROS DE OPERACIÓN | | | |
| ¿EN EL EDIFICIO EXISTE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO ESTRUCTURADO? | | SI | NO X |
| SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA, INDIQUE CUÁL PREDOMINA | | | |
| CORRECTIVO | X | PREVENTIVO | PREDICTIVO |
| | | | TPM |
| | | | ALTERNO |
| ¿ACTUALMENTE EN EL EDIFICIO SE CUBRE PARTE DE LA DEMANDA ENERGÉTICA CON ENERGÍAS RENOVABLES? | | SI | NO X |
| SI SU RESPUESTA ES NEGATIVA, ¿PIENSA EL EDIFICIO EN EMPLEAR ENERGÍAS RENOVABLES EN EL FUTURO? | | SI X | 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 EL EDIFICIO | | |
| | | |
| | | |
| ¿SE CUENTA CON EL APOYO DE LA GERENCIA PARA EFECTUAR PROYECTOS DE AHORRO DE ENERGÍA, SIEMPRE QUE SEAN RENTABLES? | SI | NO X |
| ¿EN QUÉ MEDIDA SE PREOCUPA EL GERENTE DEL EDIFICIO POR LOS COSTOS ENERGÉTICOS? | | |
| MUCHO | NORMAL | POCO X NUNCA |
| ¿CUÁLES SON LAS PRINCIPALES BARRERAS QUE EXISTEN EN EL EDIFICIO PARA LA REALIZACIÓN DE SERVICIOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA? | | |
| Presupuesto | | |
| | | |
| ¿CUÁL ES EL NIVEL DE APROBACIÓN DE LA EJECUCIÓN DE SERVICIOS O PROYECTOS EXTERNOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL EDIFICIO? | | |
| MUCHO | NORMAL | POCO X NUNCA |
| DEL SIGUIENTE LISTADO DE PROCEDIMIENTOS INDIQUE CUÁLES EXISTEN Y SE APLICAN EN EL EDIFICIO O ÁREA. | | |
| PROCEDIMIENTO | EXISTE | SE APLICA |
| PROCEDIMIENTO DE DIVULGACIÓN DE LOS INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA ALCANZADOS. | | X |
| PROCEDIMIENTO PARA LA COMPRA DE ENERGÍA | | |
| PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN DE ACCIONES CORRECTIVAS A LAS VARIACIONES DE LOS INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA. | | X |
| PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN DE ACCIONES PREVENTIVAS A LAS VARIACIONES DE LOS INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA. | | X |
| PROCEDIMIENTO PARA LA MANIPULACIÓN DE REGISTROS DE DATOS DE INDICADORES ENERGÉTICOS. | | |
| PROCEDIMIENTOS PARA LA AUDITORIA PERIÓDICA AL SGE | | X |
| PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN EFICIENTE DE LOS EQUIPOS Y PROCESOS ALTOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA. | | X |
| PROCEDIMIENTOS PARA EL MANTENIMIENTO EFICIENTE DE LOS EQUIPOS Y PROCESOS ALTOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA. | | X |
| PROCEDIMIENTOS PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE INDICADORES DE EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS O PROCESOS ALTOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA. | | X |

DEL SIGUIENTE LISTADO DE REGISTROS INDIQUE CUÁLES EXISTEN Y SE ENCUENTRAN ACCESIBLES EN EL EDIFICIO O ÁREA.

| 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. | | X |
| EVALUACIÓN DE OFERTAS DE PROVEEDORES 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. | | X |
| ACTIVIDADES DE ENTRENAMIENTO AL PERSONAL VINCULADO CON LA ENERGÍA. | | X |

EN CUANTO A LA CULTURA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO, SEÑALE:

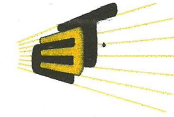
| | SI | NO | | | |
|---|------|-------------|--|--------------------|--|
| ¿ESTA IDENTIFICADO EL PERSONAL CLAVE PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA? | SI | NO X | | | |
| ¿ESTAN IDENTIFICADAS LAS COMPETENCIAS REQUERIDAS POR ESE PERSONAL CLAVE? | SI | NO X | | | |
| ¿SE EVALÚAN LAS COMPETENCIAS DEL PERSONAL CLAVE? FECHA DE LA ÚLTIMA EVALUACIÓN: DD MM AAAA | SI | NO X | | | |
| ¿EL EDIFICIO TIENE IMPLEMENTADO UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD (ISO 9000)? | SI | NO X | | | |
| ¿EXISTE UN RESPONSABLE O REPRESENTANTE DE LA GERENCIA PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD? | SI | NO X | | | |
| ¿SI EXISTE, CUÁL ES SU NOMBRE? | | | | | |
| ¿EL EDIFICIO TIENE IMPLEMENTADO UN SISTEMA DE GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL? | SI | NO X | | | |
| SI LA RESPUESTA ES AFIRMATIVA INDIQUE CUÁL SISTEMA | | | | | |
| ¿EXISTE UN RESPONSABLE O REPRESENTANTE DE LA GERENCIA PARA LA GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL? | SI | NO X | | | |
| ¿SI EXISTE, CUÁL ES SU NOMBRE? | | | | | |
| ¿EL EDIFICIO TIENE IMPLANTADO ALGÚN SISTEMA DE AHORRO ENERGÉTICO | SI | NO X | | | |
| SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA, INDIQUE EN QUÉ SISTEMAS. | | | | | |
| ILUMINACIÓN | | CALEFACCIÓN | | AIRE ACONDICIONADO | |
| FRÍO INDUSTRIAL | | COMPRESORES | | MOTORES | |
| ¿EL EDIFICIO TIENE IMPLANTADAS OPCIONES DE MANEJO, TRATAMIENTO Y/O DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS GENERADOS? | SI X | NO | | | |

| SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA, INDIQUE PARA LOS SIGUIENTES TIPOS DE RESIDUOS QUÉ TIPO DE TRATAMIENTO SE REALIZA. | | | | | |
|--|-------------------|--|---------------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| RESIDUOS | MINIMIZA- CIÓN | VALORIZACIÓN (REUSO O RECICLAJE) | TRATAMIENTO O DISPOSICIÓN | NO DISPONE | NO ES NECESARIO |
| LÍQUIDOS | | | | | |
| SÓLIDOS | | | | | |
| EMISIONES ATMOSFÉRI- CAS | | | | | |
| RUIDOS Y OLORES | | | | | |
| OTROS | | | | | |
| INDIQUE LOS MOTIVOS POR LOS CUALES SE REALIZAN ESTOS TRATAMIENTOS | | | | | |
| CUMPLIR NOMATIVA 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 EL EDIFICIO. | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| PERSONAS QUE PARTICIPARON EN EL DESARROLLO DEL FORMATO | | | | | |
| NOMBRE | | Gustavo Adolfo Archila Ramirez | | CARGO | |
| | | | | Profesional - División Planta Física. | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| FIRMA RESPONSABLE | | GUSTAVO ARCHILA RAMIREZ | | | |

Figura A.10: Diagnostico energético inicial y ambiental

Anexo B

CAMPAÑA DE CONCIENTIZACIÓN



CAMPAÑA DE CONCIENTIZACIÓN SOBRE EL USO RACIONAL DE LA ENERGIA EN EL CONJUNTO DE EDIFICIOS DEL CAMILO TORRES.

Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

| Nombre | Firma |
|---------------------------------|--|
| Jacy Rueda S. | <i>Jacy R</i> |
| Adriana García Forero | <i>Adriana Garcia Forero</i> |
| <i>Naucy Pico Castro</i> | <i>Naucy Pico Castro</i> |
| Juan Carlos Acendario | <i>Juan Carlos Acendario</i> |
| Andrés Felipe Alvarez Domínguez | <i>Andrés Felipe Alvarez Domínguez</i> |
| Liliana Rocío Bernal Rueda | <i>Liliana Bernal Rueda</i> |
| Johanna Kneud | <i>Johanna Kneud</i> |
| Amparo Lopez | <i>Amp</i> |
| Adolfo Hernandez | <i>Adolfo H.</i> |
| Rosario Puentes R. | <i>Rosario Puentes R.</i> |
| Jhon Fredy Carreño | <i>Jhon Fredy Carreño</i> |
| Maria del Carmen Lasprilla A. | <i>Maria del Carmen Lasprilla A.</i> |
| Cesar Aino Penabaz | <i>Cesar Aino Penabaz</i> |
| Jessica Yulieth Pedraza P. | <i>Jessica Yulieth Pedraza P.</i> |
| Danielo Aguilar M. | <i>Danielo Aguilar M.</i> |
| Elizabeth Saucabao J. | <i>Elizabeth Saucabao J.</i> |
| Cristian Camilo Garnica Ruiz | Cristian Camilo Garnica Ruiz |
| Felersson López T. | <i>Felersson A. Lopez T.</i> |
| LAURA ANDREA BLANCO COMEZ | <i>Laura Andrea Blanco Comez</i> |
| Andrés Darío Triana Merlo | <i>Andrés Triana</i> |

COOPERATIVA DE PROFESORES UIS
C. TORRES
ALMACEN

Anexo C

FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS DE MEDICIÓN UTILIZADOS

ANALIZADOR DE REDES

Measured Parameters

(4) differential inputs, 1-600 Vrms, AC / DC, 0.1% rdg + 0.05% FS, 256 samples/cycle, 16 bit ADC
(4) inputs with CTs 1-6000 Arms, CT -dependent, AC/DC, 256 samples/cycle, 0.1% rdg + CTs, 16 bit ADC
Frequency range, 10 mHz resolution, 45-65 Hz
Phase lock loop – standard PQ mode

Monitoring/Compliance

IEEE 1159
IEC 61000-4-30 Class A
EN50160 Quality of Supply

Power Quality Triggers

Cycle-by-cycle analysis; 256 samples/cycle; 1/2 RMS stpes
L-L, L-N, N-G RMS variations: sags/swells/interruptions
RMS recordings and Waveshape recordings (30 pre-fault, 100 post -fault cycles)
Low and medium frequency transients – V&I
Harmonics summary parameters
Cross trigger V&I channels
RMS event characterization (IEEE or IEC)

Distortion/Power/Energy

W, VA, VAR, TPF, DPF, Demand, Energy, etc.; Harmonics & interharmonics per IEC 61000-4-7
THD/Harmonic Spectrum, TID/Interharmonic Spectrum (V, I, W) to 63rd
Crest factor, K factor, transformer derating factor, telephone interference factor

General Specifications

Size (HxWxD): 12" x 2.5" x 8"; Weight: 3.8 lbs
Operating temperature: 0 to 50 degrees C; Storage temperature: -20 to 55 degrees C
Humidity: 10 – 90% non-condensing
Memory options (must have one): Up to 128M removable compact flashcard

Figura C.1: Ficha Técnica Analizador de Redes Dranetz Power Visa

LUXÓMETRO

ESPECIFICACIONES

Generales:

| | |
|-----------------------------------|--|
| Velocidad de muestreo: | 2,5 veces por segundo en pantallas digitales |
| Pantalla: | Pantalla LCD de 3 ½ dígitos (1999 cuentas) |
| Sensor: | Fotodiodo de sílice y filtro |
| Ambiente: | Funcionamiento en interiores |
| Altitud: | Hasta 2.000 m. |
| Temperatura/Humedad: | |
| En funcionamiento: | -10 °C a 50 °C, 0 a 80 % HR |
| Almacenamiento: | -10 °C a 50 °C, 0 a 70 % HR |
| Alimentación: | Batería de 9 V NEDA 1604, IEC 6F22, JIS 006P |
| Tiempo de servicio de la batería: | 200 horas |
| Apagado automático: | Aprox. 6 minutos |
| Dimensiones (base): | 130 x 63 x 38 mm (5,1 x 2,5 x 1,5 pulg) |
| Dimensiones (sensor): | 80 x 55 x 29 mm (3,2 x 2,2 x 1,1 pulg) |
| Peso: | 220 g (0,48 libras), incluida la batería |

Figura C.2: Luxómetro Amprobe LM-120

CÁMARA TERMOGRÁFICA

Especificaciones generales

| | |
|---|--|
| Temperatura de trabajo | De -10 °C a +50 °C (de 14 °F a 122 °F) |
| Temperatura de almacenamiento | -20 °C a +50 °C (-4 °F a 122 °F) sin baterías |
| Humedad relativa | 10% a 95% sin condensación |
| Pantalla | LCD VGA (640 x 480) panorámica en color, diagonal de 9,1 cm (3,7 pulg.) con retroiluminación y cubierta protectora transparente |
| Controles y ajustes | <p>Escala de temperatura seleccionable por el usuario (°C/°F)</p> <p>Selección de idioma</p> <p>Ajuste de fecha/hora</p> <p>Selección de emisividad</p> <p>Compensación de temperatura reflejada de fondo</p> <p>Corrección de la transmitancia</p> <p>Puntos fríos y calientes y punto central en la imagen seleccionables por el usuario (otros marcadores y formas personalizables en el software SmartView®)</p> <p>Alarma de temperatura alta</p> <p>Nivel de retroiluminación seleccionable por el usuario: brillo máximo o automático</p> <p>Información en pantalla seleccionable por el usuario</p> |
| Software | SmartView®; software completo de análisis y generación de informes incluido |
| Baterías | Dos baterías recargables de ión-litio inteligentes; con indicador de nivel de carga de cinco LEDs |
| Duración de la batería | Más de cuatro horas de uso ininterrumpido por batería (con retroiluminación de pantalla al 50%) |
| Tiempo de carga de las baterías | 2,5 horas para carga completa |
| Carga de las baterías a la red de CA | <p>Cargador CA para dos baterías (de 110 VCA a 220 VCA, 50/60 Hz) (incluido), o carga dentro de la cámara. Adaptador de alimentación CA incluido.</p> <p>Adaptador de carga opcional de 12 V para automóvil.</p> |
| Funcionamiento con CA | Funcionamiento con la fuente de alimentación incluida (de 110 VCA a 220 VCA, 50/60 Hz). Adaptador de alimentación CA incluido. |
| Ahorro de energía | Activación del modo de espera después de 5 minutos de inactividad; apagado automático tras 30 minutos de inactividad |
| Normativas de seguridad | CSA (EE. UU. y CAN): C22.2 N.º 61010-1-04, UL: UL STD 61010-1 (2ª edición), ISA: 82.02.01 |
| Compatibilidad electromagnética | Cumple todos los requisitos aplicables de la norma EN61326-1:2006 |
| C Tick | IEC/EN 61326-1 |
| FCC de EE. UU. | CFR 47, parte 15, clase B |
| Vibraciones | 0,03 g/2/Hz (3,8 g), IEC 68-2-6 |
| Impactos | 25 g, IEC 68-2-29 |
| Caida | 2 metros (6,5 pies) con la lente estándar |
| Tamaño (L x An x Al) | 27,7 cm x 12,2 cm x 17 cm (10,9 pulg. x 4,8 pulg. x 6,7 pulg.) |
| Peso (batería incluida) | 1,05 kg (2,3 lb) |
| Grado de protección | IP54 (protección contra polvo, entrada limitada; protección contra salpicaduras de agua desde cualquier dirección) |
| Garantía | Dos años (estándar), disponibles garantías ampliadas |
| Ciclo de calibración recomendado | Dos años (suponiendo un funcionamiento y desgaste normales) |
| Idiomas soportados | Alemán, checo, chino simplificado, chino tradicional, coreano, español, finés, francés, inglés, italiano, japonés, polaco, portugués, ruso, sueco y turco |

Especificaciones detalladas

| | Ti32 | Ti29 | Ti27 |
|--|---|---|---|
| Temperatura | | | |
| Rango de medida de la temperatura (sin calibrar por debajo de -10 °C) | -20 °C a +900 °C (-4 °F a +1112 °F) | | |
| Precisión de la medida de temperaturas | ± 2 °C ó 2% (a 25 °C nominales, el valor que sea mayor) | | |
| Corrección de emisividad en pantalla | Sí | | |
| Compensación de la temperatura reflejada de fondo en pantalla | Sí | | |
| Corrección de transmitancia en pantalla | Sí | | |
| Características del detector | | | |
| Frecuencia de captura de imágenes | Velocidad de actualización de 9 Hz o de 60 Hz según la variación de modelo | | |
| Tipo de detector | Matriz de plano focal, microbolómetro no refrigerado, 320 x 240 píxeles | Matriz de plano focal, microbolómetro no refrigerado, 280 x 210 píxeles | Matriz de plano focal, microbolómetro no refrigerado, 240 x 180 píxeles |
| Sensibilidad térmica (NETD) | ≤ 0,045 °C a una temp. del objetivo de 30 °C (45 mK) | ≤ 0,05 °C a una temp. del objetivo de 30 °C (50 mK) | |
| Píxeles totales | 76.800 | 58.800 | 43.200 |
| Banda espectral infrarroja | De 7,5 µm a 14 µm (onda larga) | | |
| Cámara de luz visible | Rendimiento industrial de 2 megapíxeles | | |
| Distancia focal mínima | 45 cm (aprox. 18 pulg.) | | |
| Lente estándar para infrarrojo | | | |
| Campo de visión | 23 ° x 17 ° | | |
| Campo de visión instantáneo (IFOV) | 1,25 mrad | 1,43 mrad | 1,67 mrad |
| Distancia focal mínima | 15 cm (aprox. 6 pulg.) | | |
| Lente opcional tipo teleobjetivo para infrarrojo | | | |
| Campo de visión | 11,5 ° x 8,7 ° | | |
| Campo de visión instantáneo (IFOV) | 0,63 mrad | 0,72 mrad | 0,84 mrad |
| Distancia focal mínima | 45 cm (aprox. 18 pulg.) | | |
| Lente opcional tipo gran ángular para infrarrojo | | | |
| Campo de visión | 46 ° x 34 ° | | |
| Campo de visión instantáneo (IFOV) | 2,50 mrad | 2,86 mrad | 3,34 mrad |
| Distancia focal mínima | 7,5 cm (aprox. 3 pulg.) | | |
| Mecanismo de enfoque | Manual, capacidad de enfoque inteligente "Smart Focus" con una sola mano | | |
| Presentación de la imagen | | | |
| Paleta | | | |
| Estándar | Hierro (rainbow), azul-rojo, alto contraste, ámbar, ámbar inverso, metal caliente, escala de grises, escala de grises inversa | | |
| Ultra Contrast* | Hierro (rainbow) ultra, azul-rojo ultra, alto contraste ultra, ámbar ultra, ámbar inverso ultra, metal caliente ultra, escala de grises ultra, escala de grises inversa ultra | | |
| Nivel y rango | Ajuste automático y manual del nivel y rango | | |
| Cambio automático rápido entre el modo manual y el automático | Sí | | |
| Resajuste rápido y automático de la escala en modo manual | Sí | | |
| Rango mínimo (en modo manual) | 2,5 °C (4,5 °F) | | |
| Rango mínimo (en modo automático) | 5 °C (9 °F) | | |
| Información sobre IR-Fusion* | | | |
| Fundido de las imágenes de luz visible e infrarroja con alineación automática (corrección de paralaje) | Sí | | |
| Imagen en imagen (PII) | Tres niveles de fundido infrarrojo en pantalla mostrados en el centro de la pantalla LCD | | |
| Pantalla totalmente infrarroja | Visualización de tres niveles de fusión de IR en pantalla LCD | | |
| Alarmas de color (alarmas de temperatura) | Alarma de temperatura alta (seleccionable por el usuario) | | |
| Anotaciones de voz | Hasta 60 segundos de tiempo de grabación por imagen; reproducción de sonido en la propia cámara | | |
| Captura de imágenes y almacenamiento de datos | | | |
| | Las Ti32, Ti29 y Ti27 permiten al usuario ajustar la paleta, el fundido, el nivel, el rango, el modo de IR-Fusion, la emisividad y la compensación de temperatura de fondo reflejada, así como la corrección de la transmitancia en una imagen capturada antes de ser almacenada. | | |
| Mecanismo de captura, revisión y almacenamiento de imágenes | Captura, revisión y almacenamiento de imágenes con una sola mano | | |
| Soporte de almacenamiento | Tarjeta de memoria SD de 2 GB capaz de almacenar al menos 1.200 imágenes de luz visible e infrarroja radiométrica vinculadas totalmente (formato de archivo .s2), cada una con 60 segundos de anotaciones de voz, o 3.000 imágenes infrarrojas en formato de mapa de bits (.bmp); o bien 3.000 imágenes (.jpg jpeg), todas transferibles a un PC mediante un lector de tarjetas multiformato USB incluido | | |
| Formatos de archivo | No radiométricos (.bmp) o (.jpeg) o completamente radiométricos (.s2) | | |
| Formatos de archivos exportables con el software SmartViews | No es necesario disponer de un software de análisis para los archivos no radiométricos (.bmp y .jpeg) | | |
| | BMP, DB, GIF, JPE, JPF, JPEG, JPG, PNG, TIF y TIFF | | |
| Revisión de las imágenes en memoria | Vista de imágenes en miniatura para desplazarse y seleccionar la imagen deseada | | |

Figura C.3: Ficha Técnica Cámara Termográfica Fluke Ti-32

Anexo D

INFORME DE ANALIZADOR DE REDES

EN50160 INFORME DE CUMPLIMIENTO

Sitio: AA 2 405, Semana #1 (18/07/2014 18:57:00,0 Hasta 25/07/2014 18:57:00,0)

Tensión Nominal (Un) = 120 V

Frecuencia de la Tensión de alimentación

| Rango | Umbral | Cumplimiento | |
|---------------|--------|--------------|------|
| 60 Hz +1%/-1% | 99.5% | 100.0% | PASA |
| 60 Hz +4%/-6% | 100.0% | 100.0% | PASA |

Variaciones de la tensión suministrada

| Rango | Umbral | Cumplimiento: | | | |
|-----------------|--------|---------------|--------|--------|------|
| | | CHA | CHB | CHC | |
| 120 V +10%/-10% | 95.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | PASA |
| 120 V +10%/-15% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | PASA |

Variaciones rápidas de tensión

No disponible

Flicker

| Rango | Umbral | Cumplimiento: | | | |
|-------|--------|---------------|--------|--------|------|
| | | CHA | CHB | CHC | |
| <1 | 95.0% | 98.6% | 100.0% | 100.0% | PASA |

Desequilibrio de la tensión suministrada

| Rango | Umbral | Cumplimiento | |
|-------|--------|--------------|------|
| 0-2% | 95.0% | 100.0% | PASA |

Armónicos

Todos los valores mostrados son del 95%

| | Limite (% de Un) | A | B | C | Estado |
|-----|------------------|-------|-------|-------|--------|
| THD | <8.00% | 3.89% | 3.83% | 4.19% | PASA |
| H02 | <2.00% | 0.03% | 0.03% | 0.03% | PASA |
| H03 | <5.00% | 0.31% | 0.27% | 0.33% | PASA |
| H04 | <1.00% | 0.03% | 0.03% | 0.03% | PASA |
| H05 | <6.00% | 3.58% | 3.57% | 3.86% | PASA |
| H06 | <0.50% | 0.03% | 0.03% | 0.04% | PASA |
| H07 | <5.00% | 1.49% | 1.46% | 1.59% | PASA |
| H08 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.02% | PASA |
| H09 | <1.50% | 0.11% | 0.08% | 0.14% | PASA |
| H10 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H11 | <3.50% | 0.22% | 0.22% | 0.21% | PASA |
| H12 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H13 | <3.00% | 0.16% | 0.13% | 0.17% | PASA |
| H14 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H15 | <0.50% | 0.04% | 0.05% | 0.06% | PASA |
| H16 | <0.50% | 0.02% | 0.00% | 0.01% | PASA |
| H17 | <2.00% | 0.14% | 0.15% | 0.14% | PASA |
| H18 | <0.50% | 0.02% | 0.00% | 0.01% | PASA |
| H19 | <1.50% | 0.10% | 0.10% | 0.10% | PASA |
| H20 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H21 | <0.50% | 0.04% | 0.03% | 0.04% | PASA |
| H22 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H23 | <1.50% | 0.08% | 0.09% | 0.08% | PASA |
| H24 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H25 | <1.50% | 0.06% | 0.06% | 0.06% | PASA |

Alimentación de Voltaje Señales Principales

90Hz - 100kHz no disponibles para este instrumento

EN50160 INFORME DE CUMPLIMIENTO - INFORMACIÓN ADICIONAL

Sitio: AA 2 405, Semana #1 (18/07/2014 18:57:00,0 Hasta 25/07/2014 18:57:00,0)

Huecos de tensión, interrupciones y sobretensiones

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, estos son valores informativos)

| Magnitud | 10-100 mseg | 0.1-0.5 Seg. | 0.5-1 Seg. | 1-3 Seg. | 3-20 Seg. | 20-60 Seg. | 1-3 Min | >3 Min |
|------------------------|----------------|-----------------|---------------|-------------|--------------|---------------|------------|-----------|
| Huecos: | | | | | | | | |
| 0% - 10% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 10% - 15% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 15% - 30% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 30% - 60% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 60% - 99% | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - |
| Interrupciones: | | | | | | | | |
| 99% - 100% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Sobretensiones: | | | | | | | | |
| 0% - 110% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 110% - 120% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 120% - 140% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 140% - 160% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 160% - 200% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 200% - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Sobretensiones transitorias

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, estos son valores informativos)

| Magnitud | Cuentas |
|-------------|---------|
| 0% - 110% | - |
| 110% - 120% | - |
| 120% - 140% | - |
| 140% - 160% | - |
| 160% - 200% | 73 |
| 200% - | - |

Interarmónico de tensión

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, todas las cifras mostradas son valores del 95%)

| | A | B | C |
|-------|-------|-------|-------|
| TID | 0.22% | 0.13% | 0.15% |
| IHD0 | 0.08% | 0.08% | 0.08% |
| IHD1 | 0.09% | 0.09% | 0.09% |
| IHD2 | 0.06% | 0.05% | 0.05% |
| IHD3 | 0.05% | 0.05% | 0.05% |
| IHD4 | 0.06% | 0.05% | 0.05% |
| IHD5 | 0.04% | 0.04% | 0.04% |
| IHD6 | 0.04% | 0.04% | 0.04% |
| IHD7 | 0.04% | 0.04% | 0.04% |
| IHD8 | 0.03% | 0.01% | 0.02% |
| IHD9 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD10 | 0.03% | 0.01% | 0.02% |
| IHD11 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD12 | 0.03% | 0.02% | 0.02% |
| IHD13 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD14 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD15 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD16 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD17 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD18 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD19 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD20 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD21 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD22 | 0.03% | 0.01% | 0.02% |
| IHD23 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD24 | 0.03% | 0.02% | 0.02% |
| IHD25 | 0.03% | 0.01% | 0.02% |

EN50160 INFORME DE CUMPLIMIENTO

Sitio: AA 2 405, Semana #2 (25/07/2014 18:57:00,0 Hasta 01/08/2014 18:57:00,0)

Tensión Nominal (Un) = 120 V

Frecuencia de la Tensión de alimentación

| Rango | Umbral | Cumplimiento | |
|---------------|--------|--------------|------|
| 60 Hz +1%/-1% | 99.5% | 100.0% | PASA |
| 60 Hz +4%/-6% | 100.0% | 100.0% | PASA |

Variaciones de la tensión suministrada

| Rango | Umbral | Cumplimiento: | CHA | CHB | CHC | |
|-----------------|--------|---------------|--------|--------|--------|------|
| 120 V +10%/-10% | 95.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | PASA |
| 120 V +10%/-15% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | PASA |

Variaciones rápidas de tensión

No disponible

Flicker

| Rango | Umbral | Cumplimiento: | CHA | CHB | CHC | |
|-------|--------|---------------|--------|--------|--------|------|
| <1 | 95.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | PASA |

Desequilibrio de la tensión suministrada

| Rango | Umbral | Cumplimiento | |
|-------|--------|--------------|------|
| 0-2% | 95.0% | 100.0% | PASA |

Armónicos

Todos los valores mostrados son del 95%

| | Limite (% de Un) | A | B | C | Estado |
|-----|------------------|-------|-------|-------|--------|
| THD | <8.00% | 3.33% | 3.27% | 3.47% | PASA |
| H02 | <2.00% | 0.03% | 0.03% | 0.03% | PASA |
| H03 | <5.00% | 0.30% | 0.31% | 0.35% | PASA |
| H04 | <1.00% | 0.03% | 0.03% | 0.03% | PASA |
| H05 | <6.00% | 3.12% | 3.07% | 3.23% | PASA |
| H06 | <0.50% | 0.03% | 0.03% | 0.03% | PASA |
| H07 | <5.00% | 1.29% | 1.23% | 1.37% | PASA |
| H08 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H09 | <1.50% | 0.12% | 0.07% | 0.13% | PASA |
| H10 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H11 | <3.50% | 0.22% | 0.20% | 0.21% | PASA |
| H12 | <0.50% | 0.02% | 0.00% | 0.01% | PASA |
| H13 | <3.00% | 0.16% | 0.14% | 0.17% | PASA |
| H14 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H15 | <0.50% | 0.04% | 0.06% | 0.07% | PASA |
| H16 | <0.50% | 0.02% | 0.00% | 0.01% | PASA |
| H17 | <2.00% | 0.13% | 0.15% | 0.13% | PASA |
| H18 | <0.50% | 0.02% | 0.00% | 0.01% | PASA |
| H19 | <1.50% | 0.10% | 0.09% | 0.10% | PASA |
| H20 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H21 | <0.50% | 0.04% | 0.03% | 0.04% | PASA |
| H22 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H23 | <1.50% | 0.09% | 0.09% | 0.08% | PASA |
| H24 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H25 | <1.50% | 0.06% | 0.06% | 0.06% | PASA |

Alimentación de Voltaje Señales Principales

90Hz - 100khz no disponibles para este instrumento

EN50160 INFORME DE CUMPLIMIENTO - INFORMACIÓN ADICIONAL

Sitio: AA 2 405, Semana #2 (25/07/2014 18:57:00,0 Hasta 01/08/2014 18:57:00,0)

Huecos de tensión, interrupciones y sobretensiones

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, estos son valores informativos)

| Magnitud | 10-100 mseg | 0.1-0.5 Seg. | 0.5-1 Seg. | 1-3 Seg. | 3-20 Seg. | 20-60 Seg. | 1-3 Min | >3 Min |
|------------------------|----------------|-----------------|---------------|-------------|--------------|---------------|------------|-----------|
| Huecos: | | | | | | | | |
| 0% - 10% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 10% - 15% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 15% - 30% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 30% - 60% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 60% - 99% | 6 | 7 | - | - | - | - | - | - |
| Interrupciones: | | | | | | | | |
| 99% - 100% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Sobretensiones: | | | | | | | | |
| 0% - 110% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 110% - 120% | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| 120% - 140% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 140% - 160% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 160% - 200% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 200% - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Sobretensiones transitorias

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, estos son valores informativos)

| Magnitud | Cuentas |
|-------------|---------|
| 0% - 110% | - |
| 110% - 120% | - |
| 120% - 140% | - |
| 140% - 160% | - |
| 160% - 200% | 230 |
| 200% - | - |

Interarmónico de tensión

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, todas las cifras mostradas son valores del 95%)

| | A | B | C |
|-------|-------|-------|-------|
| TID | 0.21% | 0.12% | 0.13% |
| IHD0 | 0.07% | 0.07% | 0.07% |
| IHD1 | 0.08% | 0.07% | 0.07% |
| IHD2 | 0.05% | 0.04% | 0.04% |
| IHD3 | 0.05% | 0.04% | 0.04% |
| IHD4 | 0.05% | 0.04% | 0.04% |
| IHD5 | 0.04% | 0.04% | 0.04% |
| IHD6 | 0.04% | 0.03% | 0.03% |
| IHD7 | 0.04% | 0.03% | 0.03% |
| IHD8 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD9 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD10 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD11 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD12 | 0.03% | 0.02% | 0.02% |
| IHD13 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD14 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD15 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD16 | 0.03% | 0.01% | 0.02% |
| IHD17 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD18 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD19 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD20 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD21 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD22 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD23 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD24 | 0.03% | 0.02% | 0.02% |
| IHD25 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |

EN50160 INFORME DE CUMPLIMIENTO

Sitio: AA 2 405, Semana #3 (01/08/2014 18:57:00,0 Hasta 08/08/2014 18:57:00,0)

Tensión Nominal (Un) = 120 V

Frecuencia de la Tensión de alimentación

| Rango | Umbral | Cumplimiento | |
|---------------|--------|--------------|------|
| 60 Hz +1%/-1% | 99.5% | 100.0% | PASA |
| 60 Hz +4%/-6% | 100.0% | 100.0% | PASA |

Variaciones de la tensión suministrada

| Rango | Umbral | Cumplimiento: | | | |
|-----------------|--------|---------------|--------|--------|------|
| | | CHA | CHB | CHC | |
| 120 V +10%/-10% | 95.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | PASA |
| 120 V +10%/-15% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | PASA |

Variaciones rápidas de tensión

No disponible

Flicker

| Rango | Umbral | Cumplimiento: | | | |
|-------|--------|---------------|--------|--------|------|
| | | CHA | CHB | CHC | |
| <1 | 95.0% | 98.7% | 100.0% | 100.0% | PASA |

Desequilibrio de la tensión suministrada

| Rango | Umbral | Cumplimiento | |
|-------|--------|--------------|------|
| 0-2% | 95.0% | 100.0% | PASA |

Armónicos

Todos los valores mostrados son del 95%

| | Limite (% de Un) | A | B | C | Estado |
|-----|------------------|-------|-------|-------|--------|
| THD | <8.00% | 3.70% | 3.56% | 3.82% | PASA |
| H02 | <2.00% | 0.03% | 0.03% | 0.03% | PASA |
| H03 | <5.00% | 0.29% | 0.34% | 0.38% | PASA |
| H04 | <1.00% | 0.03% | 0.03% | 0.03% | PASA |
| H05 | <6.00% | 3.43% | 3.35% | 3.52% | PASA |
| H06 | <0.50% | 0.03% | 0.03% | 0.03% | PASA |
| H07 | <5.00% | 1.47% | 1.42% | 1.58% | PASA |
| H08 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H09 | <1.50% | 0.11% | 0.07% | 0.13% | PASA |
| H10 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H11 | <3.50% | 0.22% | 0.20% | 0.22% | PASA |
| H12 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H13 | <3.00% | 0.15% | 0.13% | 0.17% | PASA |
| H14 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H15 | <0.50% | 0.04% | 0.05% | 0.06% | PASA |
| H16 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H17 | <2.00% | 0.14% | 0.16% | 0.13% | PASA |
| H18 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H19 | <1.50% | 0.10% | 0.09% | 0.10% | PASA |
| H20 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H21 | <0.50% | 0.04% | 0.03% | 0.04% | PASA |
| H22 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H23 | <1.50% | 0.09% | 0.09% | 0.08% | PASA |
| H24 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H25 | <1.50% | 0.06% | 0.06% | 0.06% | PASA |

Alimentación de Voltaje Señales Principales

90Hz - 100khz no disponibles para este instrumento

EN50160 INFORME DE CUMPLIMIENTO - INFORMACIÓN ADICIONAL

Sitio: AA 2 405, Semana #3 (01/08/2014 18:57:00,0 Hasta 08/08/2014 18:57:00,0)

Huecos de tensión, interrupciones y sobretensiones

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, estos son valores informativos)

| Magnitud | 10-100 mseg | 0.1-0.5 Seg. | 0.5-1 Seg. | 1-3 Seg. | 3-20 Seg. | 20-60 Seg. | 1-3 Min | >3 Min |
|------------------------|----------------|-----------------|---------------|-------------|--------------|---------------|------------|-----------|
| Huecos: | | | | | | | | |
| 0% - 10% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 10% - 15% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 15% - 30% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 30% - 60% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 60% - 99% | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - |
| Interrupciones: | | | | | | | | |
| 99% - 100% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Sobretensiones: | | | | | | | | |
| 0% - 110% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 110% - 120% | - | - | - | - | - | - | - | 2 |
| 120% - 140% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 140% - 160% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 160% - 200% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 200% - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Sobretensiones transitorias

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, estos son valores informativos)

| Magnitud | Cuentas |
|-------------|---------|
| 0% - 110% | - |
| 110% - 120% | - |
| 120% - 140% | - |
| 140% - 160% | - |
| 160% - 200% | 38 |
| 200% - | - |

Interarmónico de tensión

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, todas las cifras mostradas son valores del 95%)

| | A | B | C |
|-------|-------|-------|-------|
| TID | 0.21% | 0.12% | 0.14% |
| IHD0 | 0.07% | 0.07% | 0.07% |
| IHD1 | 0.08% | 0.06% | 0.08% |
| IHD2 | 0.05% | 0.04% | 0.04% |
| IHD3 | 0.04% | 0.04% | 0.04% |
| IHD4 | 0.05% | 0.04% | 0.05% |
| IHD5 | 0.04% | 0.04% | 0.04% |
| IHD6 | 0.04% | 0.03% | 0.04% |
| IHD7 | 0.04% | 0.03% | 0.03% |
| IHD8 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD9 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD10 | 0.03% | 0.01% | 0.02% |
| IHD11 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD12 | 0.03% | 0.02% | 0.02% |
| IHD13 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD14 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD15 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD16 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD17 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD18 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD19 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD20 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD21 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD22 | 0.03% | 0.01% | 0.02% |
| IHD23 | 0.03% | 0.02% | 0.02% |
| IHD24 | 0.03% | 0.02% | 0.02% |
| IHD25 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |

EN50160 INFORME DE CUMPLIMIENTO

Sitio: AA 2 405, Semana #4 (08/08/2014 18:57:00,0 Hasta 15/08/2014 18:57:00,0)

Tensión Nominal (Un) = 120 V

Frecuencia de la Tensión de alimentación

| Rango | Umbral | Cumplimiento | |
|---------------|--------|--------------|------|
| 60 Hz +1%/-1% | 99.5% | 100.0% | PASA |
| 60 Hz +4%/-6% | 100.0% | 100.0% | PASA |

Variaciones de la tensión suministrada

| Rango | Umbral | Cumplimiento: | CHB | CHC | |
|-----------------|--------|---------------|--------|--------|------|
| | | CHA | | | |
| 120 V +10%/-10% | 95.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | PASA |
| 120 V +10%/-15% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | PASA |

Variaciones rápidas de tensión

No disponible

Flicker

| Rango | Umbral | Cumplimiento: | CHB | CHC | |
|-------|--------|---------------|--------|--------|------|
| | | CHA | | | |
| <1 | 95.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | PASA |

Desequilibrio de la tensión suministrada

| Rango | Umbral | Cumplimiento | |
|-------|--------|--------------|------|
| 0-2% | 95.0% | 100.0% | PASA |

Armónicos

Todos los valores mostrados son del 95%

| | Limite (% de Un) | A | B | C | Estado |
|-----|------------------|-------|-------|-------|--------|
| THD | <8.00% | 3.33% | 3.21% | 3.50% | PASA |
| H02 | <2.00% | 0.03% | 0.03% | 0.03% | PASA |
| H03 | <5.00% | 0.33% | 0.32% | 0.36% | PASA |
| H04 | <1.00% | 0.02% | 0.02% | 0.02% | PASA |
| H05 | <6.00% | 3.01% | 2.94% | 3.13% | PASA |
| H06 | <0.50% | 0.02% | 0.02% | 0.02% | PASA |
| H07 | <5.00% | 1.45% | 1.36% | 1.52% | PASA |
| H08 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H09 | <1.50% | 0.11% | 0.07% | 0.13% | PASA |
| H10 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H11 | <3.50% | 0.23% | 0.22% | 0.23% | PASA |
| H12 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H13 | <3.00% | 0.16% | 0.13% | 0.17% | PASA |
| H14 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H15 | <0.50% | 0.04% | 0.05% | 0.06% | PASA |
| H16 | <0.50% | 0.02% | 0.00% | 0.01% | PASA |
| H17 | <2.00% | 0.13% | 0.15% | 0.14% | PASA |
| H18 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H19 | <1.50% | 0.10% | 0.09% | 0.10% | PASA |
| H20 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H21 | <0.50% | 0.04% | 0.03% | 0.04% | PASA |
| H22 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H23 | <1.50% | 0.08% | 0.09% | 0.08% | PASA |
| H24 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H25 | <1.50% | 0.07% | 0.06% | 0.06% | PASA |

Alimentación de Voltaje Señales Principales

90Hz - 100khz no disponibles para este instrumento

EN50160 INFORME DE CUMPLIMIENTO - INFORMACIÓN ADICIONAL

Sitio: AA 2 405, Semana #4 (08/08/2014 18:57:00,0 Hasta 15/08/2014 18:57:00,0)

Huecos de tensión, interrupciones y sobretensiones

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, estos son valores informativos)

| Magnitud | 10-100 mseg | 0.1-0.5 Seg. | 0.5-1 Seg. | 1-3 Seg. | 3-20 Seg. | 20-60 Seg. | 1-3 Min | >3 Min |
|------------------------|----------------|-----------------|---------------|-------------|--------------|---------------|------------|-----------|
| Huecos: | | | | | | | | |
| 0% - 10% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 10% - 15% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 15% - 30% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 30% - 60% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 60% - 99% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Interrupciones: | | | | | | | | |
| 99% - 100% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Sobretensiones: | | | | | | | | |
| 0% - 110% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 110% - 120% | - | - | - | - | - | - | - | 2 |
| 120% - 140% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 140% - 160% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 160% - 200% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 200% - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Sobretensiones transitorias

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, estos son valores informativos)

| Magnitud | Cuentas |
|-------------|---------|
| 0% - 110% | - |
| 110% - 120% | - |
| 120% - 140% | - |
| 140% - 160% | - |
| 160% - 200% | 5 |
| 200% - | - |

Interarmónico de tensión

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, todas las cifras mostradas son valores del 95%)

| | A | B | C |
|------|-------|-------|-------|
| TID | 0.21% | 0.11% | 0.12% |
| IH00 | 0.07% | 0.07% | 0.07% |
| IH01 | 0.08% | 0.07% | 0.07% |
| IH02 | 0.05% | 0.04% | 0.04% |
| IH03 | 0.04% | 0.04% | 0.04% |
| IH04 | 0.05% | 0.04% | 0.04% |
| IH05 | 0.03% | 0.02% | 0.02% |
| IH06 | 0.03% | 0.02% | 0.02% |
| IH07 | 0.03% | 0.01% | 0.02% |
| IH08 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IH09 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IH10 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IH11 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IH12 | 0.03% | 0.02% | 0.02% |
| IH13 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IH14 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IH15 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IH16 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IH17 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IH18 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IH19 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IH20 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IH21 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IH22 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IH23 | 0.03% | 0.02% | 0.02% |
| IH24 | 0.03% | 0.02% | 0.02% |
| IH25 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |

EN50160 INFORME DE CUMPLIMIENTO

Sitio: AA 2 405, Semana #5 (15/08/2014 18:57:00,0 Hasta 17/08/2014 04:33:00,0)

PELIGRO: ESTE PERIODO ES MENOR DE UNA SEMANA

Tensión Nominal (Un) = 120 V

Frecuencia de la Tensión de alimentación

| Rango | Umbral | Cumplimiento | |
|---------------|--------|--------------|------|
| 60 Hz +1%/-1% | 99.5% | 100.0% | PASA |
| 60 Hz +4%/-6% | 100.0% | 100.0% | PASA |

Variaciones de la tensión suministrada

| Rango | Umbral | Cumplimiento: | | | |
|-----------------|--------|---------------|--------|--------|------|
| | | CHA | CHB | CHC | |
| 120 V +10%/-10% | 95.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | PASA |
| 120 V +10%/-15% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | PASA |

Variaciones rápidas de tensión

No disponible

Flicker

| Rango | Umbral | Cumplimiento: | | | |
|-------|--------|---------------|--------|--------|------|
| | | CHA | CHB | CHC | |
| <1 | 95.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | PASA |

Desequilibrio de la tensión suministrada

| Rango | Umbral | Cumplimiento | |
|-------|--------|--------------|------|
| 0-2% | 95.0% | 100.0% | PASA |

Armónicos

Todos los valores mostrados son del 95%

| | Limite (% de Un) | A | B | C | Estado |
|-----|------------------|-------|-------|-------|--------|
| THD | <8.00% | 2.97% | 2.83% | 3.19% | PASA |
| H02 | <2.00% | 0.03% | 0.03% | 0.03% | PASA |
| H03 | <5.00% | 0.21% | 0.25% | 0.30% | PASA |
| H04 | <1.00% | 0.02% | 0.02% | 0.02% | PASA |
| H05 | <6.00% | 2.68% | 2.65% | 2.87% | PASA |
| H06 | <0.50% | 0.02% | 0.02% | 0.02% | PASA |
| H07 | <5.00% | 1.31% | 1.23% | 1.38% | PASA |
| H08 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H09 | <1.50% | 0.10% | 0.06% | 0.07% | PASA |
| H10 | <0.50% | 0.02% | 0.00% | 0.01% | PASA |
| H11 | <3.50% | 0.19% | 0.20% | 0.19% | PASA |
| H12 | <0.50% | 0.01% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H13 | <3.00% | 0.18% | 0.16% | 0.18% | PASA |
| H14 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H15 | <0.50% | 0.03% | 0.03% | 0.04% | PASA |
| H16 | <0.50% | 0.02% | 0.00% | 0.01% | PASA |
| H17 | <2.00% | 0.14% | 0.17% | 0.13% | PASA |
| H18 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H19 | <1.50% | 0.08% | 0.08% | 0.08% | PASA |
| H20 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H21 | <0.50% | 0.03% | 0.04% | 0.04% | PASA |
| H22 | <0.50% | 0.01% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H23 | <1.50% | 0.07% | 0.09% | 0.07% | PASA |
| H24 | <0.50% | 0.02% | 0.01% | 0.01% | PASA |
| H25 | <1.50% | 0.07% | 0.06% | 0.06% | PASA |

Alimentación de Voltaje Señales Principales

90Hz - 100khz no disponibles para este instrumento

EN50160 INFORME DE CUMPLIMIENTO - INFORMACIÓN ADICIONAL

Sitio: AA 2 405, Semana #5 (15/08/2014 18:57:00,0 Hasta 17/08/2014 04:33:00,0)

PELIGRO: ESTE PERIODO ES MENOR DE UNA SEMANA

Huecos de tensión, interrupciones y sobretensiones

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, estos son valores informativos)

| Magnitud | 10-100 mseg | 0.1-0.5 Seg. | 0.5-1 Seg. | 1-3 Seg. | 3-20 Seg. | 20-60 Seg. | 1-3 Min | >3 Min |
|------------------------|----------------|-----------------|---------------|-------------|--------------|---------------|------------|-----------|
| Huecos: | | | | | | | | |
| 0% - 10% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 10% - 15% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 15% - 30% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 30% - 60% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 60% - 99% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Interrupciones: | | | | | | | | |
| 99% - 100% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Sobretensiones: | | | | | | | | |
| 0% - 110% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 110% - 120% | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| 120% - 140% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 140% - 160% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 160% - 200% | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 200% - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Sobretensiones transitorias

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, estos son valores informativos)

| Magnitud | Cuentas |
|-------------|---------|
| 0% - 110% | - |
| 110% - 120% | - |
| 120% - 140% | - |
| 140% - 160% | - |
| 160% - 200% | - |
| 200% - | - |

Interarmónico de tensión

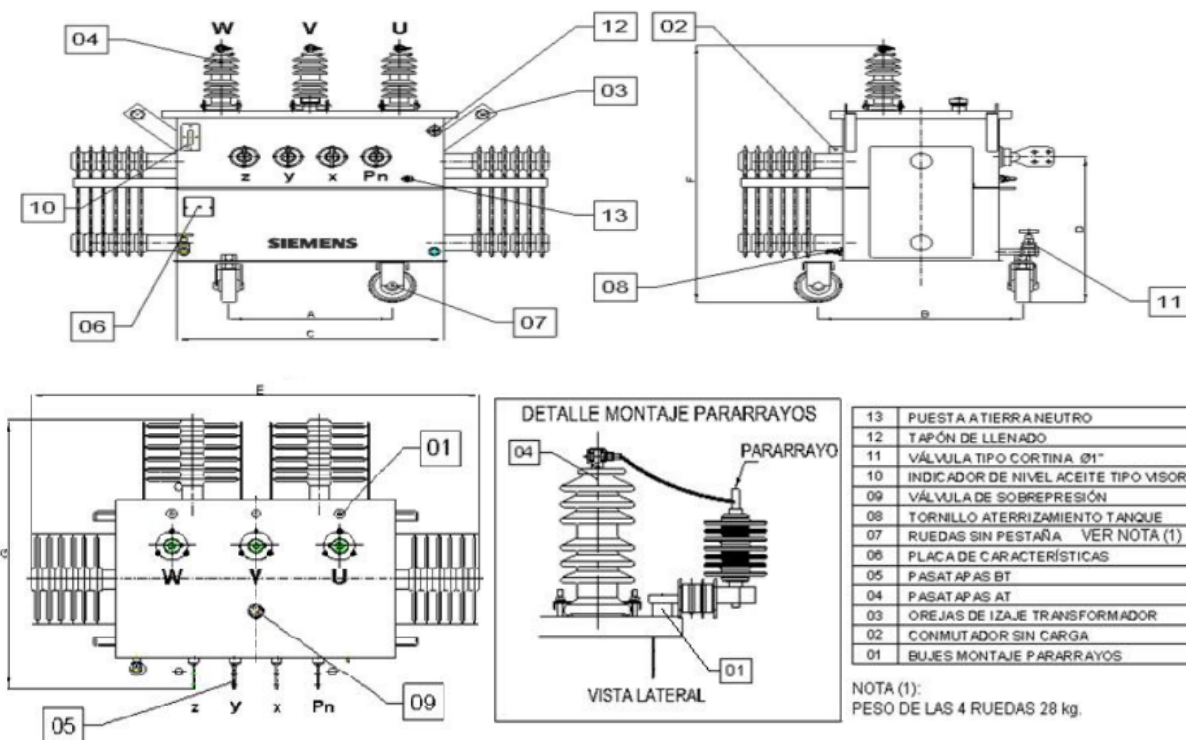
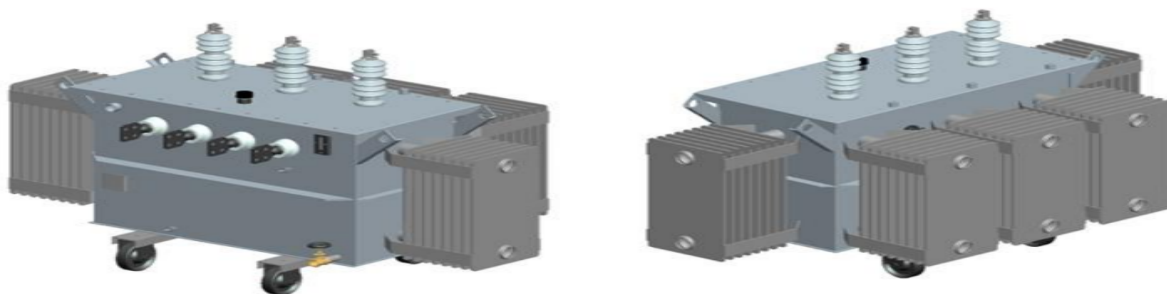
(EN50160 no especifica límites en esta categoría, todas las cifras mostradas son valores del 95%)

| | A | B | C |
|-------|-------|-------|-------|
| TID | 0.20% | 0.12% | 0.12% |
| IHD0 | 0.07% | 0.07% | 0.07% |
| IHD1 | 0.08% | 0.06% | 0.06% |
| IHD2 | 0.05% | 0.04% | 0.05% |
| IHD3 | 0.04% | 0.04% | 0.04% |
| IHD4 | 0.04% | 0.04% | 0.04% |
| IHD5 | 0.03% | 0.02% | 0.02% |
| IHD6 | 0.03% | 0.02% | 0.02% |
| IHD7 | 0.03% | 0.01% | 0.02% |
| IHD8 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD9 | 0.03% | 0.00% | 0.01% |
| IHD10 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD11 | 0.02% | 0.00% | 0.01% |
| IHD12 | 0.03% | 0.02% | 0.02% |
| IHD13 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD14 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD15 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD16 | 0.03% | 0.01% | 0.02% |
| IHD17 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD18 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD19 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD20 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD21 | 0.02% | 0.01% | 0.01% |
| IHD22 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |
| IHD23 | 0.02% | 0.01% | 0.01% |
| IHD24 | 0.03% | 0.02% | 0.02% |
| IHD25 | 0.03% | 0.01% | 0.01% |

Figura D.1: Informe Analizador

Anexo E

FICHA TÉCNICA TRANSFORMADOR DE POTENCIA



| Características Técnicas Estándar | | | | Características Constructivas | | | |
|--|-----------------------|--|--|---------------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| Diseño, fabricación, pérdidas e impedancia..... | Norma NTC 819 4ª rev. | | | Sist. de preservación de Aceite | Tanque sellado | | |
| Clase de aislamiento..... | A | | | Tapa..... | Atornillada | | |
| Altura de diseño..... | 1000 m.s.n.m | | | Tipo de Refrigeración..... | ONAN | | |
| Límites de calentamiento de Aceite/Devanado..... | 60 / 65°C | | | Tipo de Aceite..... | Mineral Inhibido según ASTM | | |
| Regulación de tensión AT (sin carga)..... | +1/-3 x 2,5% | | | | Libre de PCB's | | |
| Nivel de aislamiento (BIL) AT / BT..... | 95 / 30 kV | | | Pintura..... | Electrostática, gris claro RAL 7035 | | |
| Frecuencia..... | 60 Hz | | | Tipo de Base..... | Ruedas sin pestaña | | |
| Se muestra detalle montaje pararrayos, estos no estan incluidos dentro del suministro estándar del transformador | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|----------|-----------------------|-----|-----|------|-----|------|------|------|-------------------|---------------|----------------|-----------------------|
| PTF_SDT_1037D | 225 | 13200 V / 214-123,6 V | 520 | 650 | 870 | 658 | 1516 | 1168 | 984 | Dyn5 | Pala 4 Huecos | 175 | 777 |
| PTF_SDT_1038D | 300 | 13200 V / 214-123,6 V | 650 | 650 | 993 | 714 | 1689 | 1155 | 1010 | Dyn5 | Pala 4 Huecos | 210 | 930 |
| PTF_SDT_1039D | 400 | 13200 V / 214-123,6 V | 650 | 650 | 963 | 743 | 1739 | 1196 | 1110 | Dyn5 | Pala 4 Huecos | 223 | 1104 |
| PTF_SDT_1040D | 500 | 13200 V / 214-123,6 V | 600 | 650 | 1081 | 778 | 1937 | 1227 | 1121 | Dyn5 | Pala 4 Huecos | 257 | 1252 |
| PTF_SDT_1041D | 225 | 11400 V / 214-123,6 V | 520 | 650 | 870 | 658 | 1516 | 1168 | 984 | Dyn5 | Pala 4 Huecos | 175 | 777 |
| PTF_SDT_1042D | 300 | 11400 V / 214-123,6 V | 650 | 650 | 993 | 714 | 1689 | 1155 | 1010 | Dyn5 | Pala 4 Huecos | 211 | 934 |
| PTF_SDT_1043D | 400 | 11400 V / 214-123,6 V | 650 | 650 | 963 | 743 | 1739 | 1196 | 1110 | Dyn5 | Pala 4 Huecos | 224 | 1091 |
| PTF_SDT_1044D | 500 | 11400 V / 214-123,6 V | 600 | 650 | 1081 | 778 | 1937 | 1227 | 1121 | Dyn5 | Pala 4 Huecos | 262 | 1230 |
| PTF_SDT_1045D | 225 | 13200 V / 226-130,5 V | 520 | 650 | 870 | 658 | 1516 | 1168 | 984 | Dyn5 | Pala 4 Huecos | 174 | 775 |
| PTF_SDT_1046D | 300 | 13200 V / 226-130,5 V | 650 | 650 | 993 | 714 | 1609 | 1155 | 1004 | Dyn5 | Pala 4 Huecos | 202 | 945 |
| PTF_SDT_1047D | 400 | 13200 V / 226-130,5 V | 650 | 650 | 1027 | 712 | 1803 | 1157 | 1122 | Dyn5 | Pala 4 Huecos | 232 | 1088 |
| PTF_SDT_1048D | 500 | 13200 V / 226-130,5 V | 600 | 650 | 1045 | 777 | 1821 | 1230 | 1132 | Dyn5 | Pala 4 Huecos | 272 | 1261 |
| PTF_SDT_1049D | 225 | 11400 V / 226-130,5 V | 520 | 650 | 870 | 658 | 1516 | 1168 | 984 | Dyn5 | Pala 4 Huecos | 172 | 785 |
| PTF_SDT_1050D | 300 | 11400 V / 226-130,5 V | 650 | 650 | 993 | 714 | 1609 | 1155 | 1004 | Dyn5 | Pala 4 Huecos | 203 | 941 |
| PTF_SDT_1051D | 400 | 11400 V / 226-130,5 V | 650 | 650 | 1027 | 712 | 1803 | 1157 | 1122 | Dyn5 | Pala 4 Huecos | 235 | 1096 |
| PTF_SDT_1052D | 500 | 11400 V / 226-130,5 V | 600 | 650 | 1045 | 777 | 1821 | 1230 | 1132 | Dyn5 | Pala 4 Huecos | 273 | 1246 |
| PTF_SDT_1053D | 225 | 13200 V / 456-263,3 V | 520 | 650 | 870 | 658 | 1516 | 1168 | 975 | Dyn5 | Pala 4 Huecos | 178 | 783,5 |
| PTF_SDT_1054D | 300 | 13200 V / 456-263,3 V | 650 | 650 | 993 | 714 | 1609 | 1155 | 1004 | Dyn5 | Pala 4 Huecos | 206 | 932 |
| PTF_SDT_1055D | 400 | 13200 V / 456-263,3 V | 650 | 650 | 1027 | 716 | 1803 | 1157 | 1122 | Dyn5 | Pala 4 Huecos | 236 | 1124 |
| PTF_SDT_1056D | 500 | 13200 V / 456-263,3 V | 600 | 650 | 1045 | 777 | 1821 | 1230 | 1132 | Dyn5 | Pala 4 Huecos | 275 | 1240 |
| PTF_SDT_1057D | 225 | 11400 V / 456-263,3 V | 520 | 650 | 870 | 658 | 1516 | 1168 | 975 | Dyn5 | Pala 4 Huecos | 157 | 789 |
| PTF_SDT_1058D | 300 | 11400 V / 456-263,3 V | 650 | 650 | 993 | 714 | 1609 | 1155 | 970 | Dyn5 | Pala 4 Huecos | 205 | 927 |
| PTF_SDT_1059D | 400 | 11400 V / 456-263,3 V | 650 | 650 | 1027 | 716 | 1803 | 1157 | 1122 | Dyn5 | Pala 4 Huecos | 241 | 1075 |
| PTF_SDT_1060D | 500 | 11400 V / 456-263,3 V | 600 | 650 | 1045 | 777 | 1821 | 1230 | 1132 | Dyn5 | Pala 4 Huecos | 278 | 1220 |
| REFERENCIA | kVA | AT / BT (Vacío) | mm | | | | | | | GRUPO DE CONEXIÓN | CONECTOR BT | L | kg |
| | POTENCIA | TENSIÓN | A | B | C | D | E | F | G | | | VOLUMEN ACEITE | PESO TOTAL SIN RUEDAS |