

CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO ADMINISTRACIÓN II APLICANDO LA
METODOLOGÍA DEL SISTEMA INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)

ORLANDO ENRIQUE ALCORRO CASTRO
JAIME ALBERTO PLATA BERMEO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FISICOMECAICA
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA

2016

CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO ADMINISTRACIÓN II APLICANDO LA
METODOLOGÍA DEL SISTEMA INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)

ORLANDO ENRIQUE ALCORRO CASTRO
JAIME ALBERTO PLATA BERMEO

Trabajo de grado para optar el título
Ingeniero Electricista

Director
HERMANN RAÚL VARGAS TORRES
Doctor en Ingeniería Eléctrica

Co-Director
JAIRO BLANCO SOLANO
Magister en Ingeniería Eléctrica

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FISICOMECAICA
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2016

Quisiera agradecerle a Dios por la oportunidad brindada de estudiar esta carrera y culminarla, un camino difícil, pero con la ayuda de él y su fortaleza se obtuvo este gran logro y cambio en mi vida

A mis padres Carmen Castro y Orlando Alcorro por darme el apoyo durante años y no perder la fe en mí, mis hermanas, mis sobrinas este triunfo va dedicado para todos ellos

A mis amigos Jorge Andrés, Kony y Jaime Alberto por ayudarme todos estos años de estudios para culminar esta carrera este triunfo también va dedicados a ellos.

A mi compañero de proyecto por toda la ayuda brindada este logro lo obtuvimos juntos.

ORLANDO ENRIQUE ALCORRO CASTRO

Primero que todo quiero darle gracias a Dios por todas las bendiciones que me ha dado,
por mi familia y la salud de cada uno de ellos

A mis padres Jaime plata y Jacqueline Bermeo por hacer el esfuerzo que hicieron para
darme la oportunidad de estudiar, por toda la paciencia y el apoyo que me brindaron,
sobretudo mi mama que en los momentos más difíciles siempre ha estado pendiente de
mí para ayudarme y aconsejarme.

También quiero agradecer a cada una de las personas que a lo largo de este caminar
aportaron algo para mí, en especial mis amigos.

A Laura Luna que durante mi última etapa universitaria fue un gran apoyo en todo
momento, en fin a todos y cada uno mil gracias.

A mi hija Celeste quiero dedicarle este logro, ya que ella fue mi motor principal para salir
adelante.

JAIME ALBERTO PLATA BERMEO

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	14
I. FORMULACIÓN Y DECLARACIÓN DEL PROBLEMA	15
2. MARCO TEÓRICO	15
2.1 ETAPAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA 16	
2.1.1 <i>Decisión estratégica</i>	16
2.1.2 <i>Instalación del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE)</i>	17
2.1.3 <i>Operación del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE)</i>	18
2.2 PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SGIE	18
2.3 ANTECEDENTES	19
3. MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN	20
4. PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN	20
4.1 OBJETIVO GENERAL	20
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
4.3 ALCANCE	21
4.4 METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO	21
5. DESCRIPCIÓN PRELIMINAR DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL EDIFICIO ADMINISTRACIÓN II	24
5.1 SELECCIÓN DEL TRANSFORMADOR.....	24
5.2 BÓVEDA DEL TRANSFORMADOR.....	26
5.3 DIAGRAMA UNIFILAR DEL EDIFICIO DE ADMINISTRACION II.....	28
6. DIAGNOSTICO ENERGÉTICO EDIFICIO ADMINISTRACIÓN II	28
6.1 NIVELES DE ILUMINACIÓN.....	28
6.2 ANÁLISIS TERMOGRÁFICO	37
7. HERRAMIENTAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN II. 42	
7.1 APLICACIÓN DEL CALIFICADOR DE NIVELES DE GESTIÓN ENERGÉTICA Y ENCUESTAS PARA ESTABLECER EL ESTADO INICIAL DEL EDIFICIO.	42
7.2 CENSO DE CARGA DEL EDIFICIO ADMINISTRACIÓN II	49
7.3 DIAGRAMA DE PARETO DE CONSUMO DE ENERGÍA.....	55
7.4 IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES DE CONTROL DEL USO DE ENERGÍA	56
7.5 ANÁLISIS DE CONSUMO DE ENERGÍA	57
7.5.1 <i>CONSUMO HISTÓRICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL EDIFICIO ADMINISTRACIÓN II</i> 57	
7.5.2 <i>GRÁFICO DE CONTROL</i>	59
7.5.3 <i>Gráfico de consumo de energía y ocupación contra el tiempo (EO vs T) en el edificio</i> <i>Administración II</i>	60
7.5.4 <i>GRÁFICO CONSUMO (E) vs PERSONAS ATENDIDAS (P)</i>	62
7.5.5 <i>GRÁFICO DE CONSUMO DE ENERGÍA (E) VS OCUPACIÓN PARA LA</i> <i>IDENTIFICACIÓN DE METAS</i>	64

7.5.6	<i>DESCRIPCIÓN DE LA VARIABILIDAD DEL CONSUMO EN EL GRÁFICO ÍNDICE DE CONSUMO (IC) VS. PERSONAS ATENDIDAS (P).</i>	66
8.	CAMPAÑA AHORRO DE ENERGIA	68
9.	PROPUESTA DE AHORRO DE ENERGIA	70
10.	CONCLUSIONES	73
11.	REFERENCIAS	74

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pasos para la Implementación del (SGIE)	16
Figura 2 Diagrama unifilar del edificio Administración II	28
Figura 3 Luxómetro Amprobe LM-120	30
Figura 4 Iluminarias Relaciones Exteriores	34
Figura 5 CUMPLIMIENTO NIVEL DE ILUMINANCIA	37
Figura 6 Cámara Flir i7	39
Figura 7 Calificación total promedio por área	49
Figura 8 Consumo total estimado en porcentaje por equipos Administración II	53
Figura 9 Consumo total estimado en porcentaje por equipos publicaciones	53
Figura 10 Consumo TOTAL estimado en porcentaje por equipos	54
Figura 11 Diagrama de Pareto.....	55
Figura 12 Tendencia del consumo en kWh de Administración II	58
Figura 13 Gráfico de Control.....	60
Figura 14 Gráfico Consumo (E) y personas atendidas (P) vs Tiempo (T)	62
Figura 15 Consumo (E) vs Ocupación (P).....	63
Figura 16 Diagrama E vs P línea meta	65
Figura 17 gráfico Índice de Consumo (IC) vs personas atendidas (P).....	67
Figura 18 Campaña de ahorro.....	68
Figura 19 Edificio Administración II	70

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Pasos para la implementación del SGIE [1]</i>	18
Tabla 2 Características para la selección del transformador	24
Tabla 3 Datos de placa del transformador instalado	25
Tabla 4 Descripción del tablero de baja tensión.....	27
Tabla 5 Características del Luxómetro.....	29
Tabla 6 Niveles de iluminación permitido por el RETILAP	31
Tabla 7 Niveles de Iluminación del primer piso	33
Tabla 8 Niveles de Iluminación del segundo piso	35
Tabla 9 Niveles de Iluminación del tercer piso	35
Tabla 10 Niveles de iluminación cuarto piso	36
Tabla 11 Niveles de iluminación del quinto piso.....	36
Tabla 12 Escala de Temperatura para el análisis de resultados	38
Tabla 13 Acciones a tomar según la condición de temperatura	38
Tabla 14 Características de la Cámara Termográfica	39
Tabla 15 Inspección termográfica en bornes del transformador.....	40
Tabla 16 Radiador del transformador.....	40
Tabla 17 Totalizador	41
Tabla 18 Tablero de distribución TGBT	41
Tabla 19. INFORME DE PRÁCTICAS CON CALIFICACIÓN DEFICIENTE SOFTWARE DE CALIFICACIÓN DE NIVELES DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA (suministrado por el software de la UPME)	42
Tabla 20 Censo de Carga Edificio Administración II	50
Tabla 21 Censo de carga parte de Publicaciones	51
Tabla 22 Consumo total por equipos edificio de Administración II	52
Tabla 23 Consumo total por equipos edificio de publicaciones	52
Tabla 24 Consumo TOTAL por equipos.....	53
Tabla 25 Consumo energético histórico de la Universidad Industrial de Santander y del edificio Administración II	58
Tabla 26 Datos de Gráfico de Control.....	59
Tabla 27 Variación porcentual Consumo /Ocupación Edificio Administración II	61
Tabla 28 Criterio de confiabilidad de la muestra “Coeficiente de correlación”	63
Tabla 29 Datos de índice de consumo vs personas atendidas (IC vs P).....	67
Tabla 30 Ahorro en luminarias para estas 18 oficinas.....	71
Tabla 31 Ahorro en Aire Acondicionado.....	71

Resumen

TÍTULO: CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO ADMINISTRACIÓN II APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE).*

AUTORES:

ORLANDO ENRIQUE ALCORRO CASTRO

JAIME ALBERTO PLATA BERMEO**

PALABRAS CLAVES: Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE), Unidad de Planeación Minero Energético (UPME), censo de carga, uso racional de la energía (URE), eficiencia energética.

DESCRIPCIÓN:

La demanda en el país se ha venido incrementando año tras año y la generación de energía eléctrica es a base de recursos no renovables, por eso se ha creado el Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE), para minimizar los impactos causado bajo a este efecto, se realizó un diagnóstico detallado y una evaluación del estado actual del edificio ADMINISTRACIÓN II de la Universidad Industrial de Santander, identificando los equipos con altos consumos energéticos y analizando las variables de los procesos que impactan la eficiencia energética.

En el proceso de caracterización se usan herramientas estadísticas y probabilísticas (diagrama de Pareto, consumo vs. Personas atendidas y metas, entre otras) para identificar de manera adecuada posibles soluciones y plantear recomendaciones para el ahorro significativo en las áreas de mayor demanda de energía de los edificios.

Este trabajo de grado se encuentra ubicado en la primera de las tres etapas del sistema de gestión integral de la energía (SGIE), que tiene como título decisión estratégica y sirve como base de información para futuros proyectos que estén enfocados al uso racional de la energía y a la disminución de consumo energético del edificio de administración II de la Universidad Industrial de Santander del campus central.

*Trabajo de Grado.

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

Abstract

TITLE: CHARACTERIZATION OF BUILDINGS ADMINISTRATION II, APLYING THE INTEGRAL MANAGEMENT SYSTEM OF ENERGY METHODOLOGY (SGIE).*

AUTHORS:

ORLANDO ENRIQUE ALCORRO CASTRO

JAIME ALBERTO PLATA BERMEO**

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

DESCRIPTION:

In the country one has come the demand increasing year after year and the generation of electric power is based on not renewable resources, because of it there has been created the System of Integral Management of the Energy (SGIE), to minimize the impacts caused down to this effect, there realized a detailed diagnosis and an evaluation of the current condition of the building ADMINISTRATION II of the Industrial University of Santander, identifying the equipment's with high energetic consumptions and analyzing the variables of the processes that impress the energy efficiency.

In the process of characterization statistical tools are used and probabilistic (Pareto's graph, consumption vs. Attended persons and goals, between others) to identify in a suitable way possible solutions and to raise recommendations for the significant saving in the areas of major demand of energy of the buildings.

This work of degree is located in the first of the three stages of the system of integral management of energy (SGIE), which has as its title strategic decision and serves as a basis for information for future projects that are focused on the rational use of energy and the reduction of energy consumption of the administration building II the Industrial University of Santander Central Campus.

*Degree Work.

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

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de gestión integrales están basados fundamentalmente por modelos regidos por normas internacionales. Así el sistema de gestión integral de energía se basa en el cumplimiento de la norma ISO 50001 la cual es una normativa estándar internacional, aplicada a todo tipo de empresas y organizaciones, el cumplimiento de esta norma representa una garantía para la competitividad de la empresa. En Colombia la regula el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC [1].

Actualmente el mayor uso energético mundial está justificado en el manejo de combustibles fósiles y estos son los responsables de causar contaminación al medio ambiente y calentamiento global, esto crea la necesidad de desarrollar planteamientos de sostenibilidad mediante la conservación del medio ambiente y desarrollo social, y una de las principales acciones que se han propuesto es reducir el consumo energético tanto al sector empresarial como al sector gubernamental [1].

Para asegurar el uso eficiente y racional de la energía en los procesos productivos, las empresas requieren un sistema de gestión energética que adecue la estructura organizacional y le permita manejar eficientemente sus recursos energéticos. En Colombia se han desarrollado los “modelos de gestión energética” tomando como referencia los modelos internacionales, los cuales tienen en cuenta los siguientes aspectos: diagnósticos de eficiencia energética, monitoreo de indicadores energéticos, sustitución de fuentes primarias para el suministro de energía, cambios tecnológicos y gestión de negociación y contratación de energéticos primarios, con el fin de reducir los costos energéticos en forma continua incrementando así su nivel de productividad y competitividad.

La aplicación de este sistema permitirá alcanzar el mínimo consumo energético a través de un proceso de mejora continua. El objetivo estratégico es construir una cultura energético-ambiental que permita a la vez el incremento de la competitividad y la reducción del impacto ambiental.

La Universidad Industrial de Santander se acoge a estas políticas de ahorro energético y pone a disposición su planta física para que se implemente dicho sistema. Aquí se encontrarán las etapas para contribuir a la realización del modelo de gestión integral de la energía en el edificio Administración II del campus central. Pretendiendo obtener una caracterización energética con el fin de establecer una política de conciencia y ahorro, disminuyendo así los niveles de contaminación, la conservación de los recursos naturales, la disminución de costos, y la futura implementación de nuevas tecnologías.

1. FORMULACIÓN Y DECLARACIÓN DEL PROBLEMA

Estudios realizados por la Unidad de Planeación Minero-Energética, UPME muestran que las empresas colombianas tienen una eficiencia energética baja y esta situación se mantiene a pesar de que existe un marco regulatorio y normativo que se ha creado con el fin de aumentar la eficiencia energética y reducir el impacto ambiental.

Debido al crecimiento exagerado en el consumo de energía, a los malos manejos de la misma y al uso excesivo de los recursos naturales que vienen deteriorando al planeta, se han venido desarrollando e implementando modelos de eficiencia energética que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos finales obtenidos, esto se ha logrado a través de la implementación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico de gestión y de hábitos culturales en la comunidad.

El problema centrado en la caracterización energética consiste en identificar equipos (inventario de equipos), localizar las zonas de alto consumo energético, la utilidad, los gastos, todo esto con el fin de obtener una reducción de consumo de energía y a su vez reducir el impacto que se puede tener en el medio ambiente, dando unas pautas de análisis y conciencia en los directivos y empleados del edificio de Administración II.

2. MARCO TEÓRICO

La implementación de la norma ISO-50001 está destinada a conducir a la reducción de las emisiones de gases por efecto invernadero, de los costos de la energía y de otros impactos ambientales relacionados, a través de una gestión sistemática de la energía. [1]

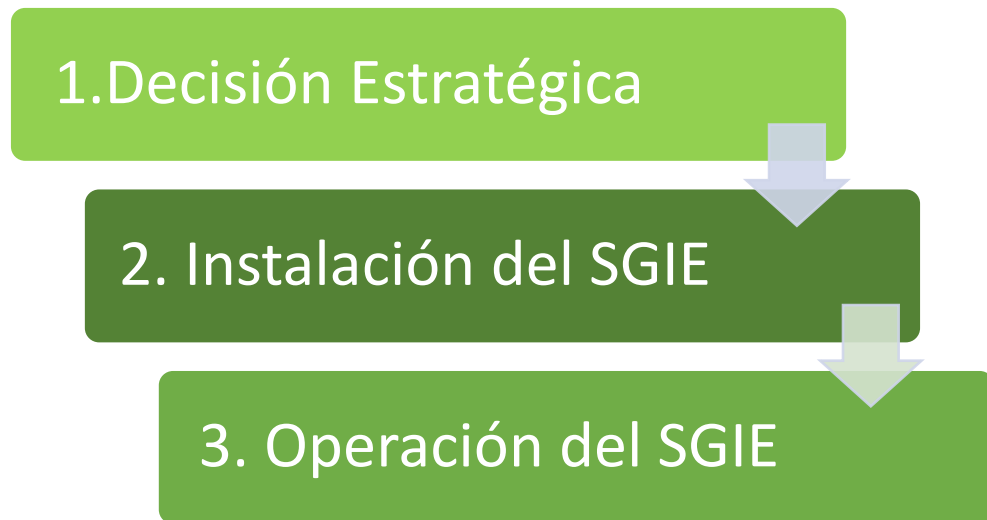
Esta norma internacional es aplicable a organizaciones de todo tipo y tamaño independientemente de sus condiciones geográficas, culturales o sociales y especifica los requisitos de un Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE) que se desarrolla por medio de un modelo de gestión integral de la energía (MGIE) que es un conjunto de procedimientos y actividades que se realizan con el fin de que se integren al modelo de gestión organizacional de la empresa y que sirven como guía para la implementación del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE).

El Modelo de Gestión Integral de la Energía MGIE, permite disponer de los recursos humanos, financieros, materiales, técnicos o tecnológicos para alcanzar tanto el mínimo consumo energético como el mínimo costo de energía posible, independientemente del nivel de desarrollo en gestión energética en que se encuentre la empresa. El objetivo final es que la empresa alcance una cultura energética ambiental dando como resultado un incremento en la productividad o la competitividad y la reducción del impacto ambiental.

El MGIE está formado por tres etapas que están compuestas por un conjunto de actividades relacionadas funcionalmente entre sí, que permiten disponer integralmente todos los recursos en la empresa hacia la eficiencia, con impacto en la productividad. Este modelo implementado en forma sistemática permite obtener una guía y una ruta comprendida por

todos los actores de la organización para que, en poco tiempo, con el mínimo de recursos y con el menor riesgo de inversión, se logren alcanzar los objetivos planteados y mejorarlos continuamente estas etapas son presentadas en la Figura 1.

Figura 1. Pasos para la Implementación del (SGIE)



adaptado de: Guía de Implementación del SGIE

2.1 ETAPAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA

Cabe aclarar que este trabajo de grado hace énfasis en la primera etapa del modelo de gestión integral de la energía, decisión estratégica, a continuación se presenta las siguientes etapas del modelo de gestión integral y su contenido.

2.1.1 Decisión estratégica

En esta primera etapa se determina el uso eficiente de energía identificando los impactos de productividad, planteando así metas estratégicas para el mejoramiento de las condiciones financieras técnicas y organizacionales. En esta etapa se requiere [2]:

- ✓ Caracterización energética y organizacional de la empresa.

La caracterización del comportamiento energético de un edificio existente constituye el paso previo a la realización de un análisis energético de cualquier tipo. Existen diversos objetivos para los que será necesario cuantificar el consumo energético de un determinado edificio, como por ejemplo: comparar el comportamiento energético actual del edificio frente al previsto en fase de diseño; medir el estado actual del consumo de un determinado edificio durante un proceso de auditoría energética;

comparar el comportamiento energético del edificio antes y después de la implantación de una medida de ahorro y comparar el comportamiento energético del edificio frente a otros de similares características o frente a unos valores de referencia.

La metodología necesaria para la caracterización energética de edificios con base en medidas que consta de tres pasos fundamentales. En primer lugar, deberán definirse con claridad los indicadores energéticos, ya que serán los factores empleados para analizar y evaluar el comportamiento energético de los edificios. A continuación será necesario establecer un protocolo para la toma de datos y medida de los parámetros energéticos del edificio. Finalizando con el desarrollo de los procedimientos para la obtención de los indicadores energéticos a partir de los datos disponibles, siendo necesario en la mayoría de los casos realizar un desglose y un ajuste de los datos medidos.

Este trabajo de grado se centra en el cumplimiento de los objetivos requeridos en esta etapa, a continuación se citan las etapas que no hacen parte del alcance del proyecto:

- ✓ Compromiso de alta dirección.
- ✓ Alineación de estrategias.
- ✓ Definición y conformación de la estructura técnica y organizacional.

2.1.2 Instalación del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE)

En esta etapa se establece la estructura organizacional apropiada para cumplir los objetivos propuestos, se involucra el personal identificando los programas y planes de acción. En esta etapa se requiere:

- ✓ Establecimiento de los indicadores de desempeño del SGIE.
- ✓ Identificación de variables de control por centro de costo.
- ✓ Definición de sistemas de monitoreo.
- ✓ Realización de 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.

2.1.3 Operación del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE)

En esta última etapa, ya se encuentra operando el (SGIE) se cuantifican los resultados actualizando los modelos y verificando los presupuestos y potenciales. En esta etapa se realizan las siguientes actividades:

- ✓ 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.

Las etapas 3.1.2 y 3.1.3 se ejecutarán en trabajos futuros.

2.2 PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SGIE

Se implementará siguiendo las tres etapas del MGIE, según Tabla 1, en donde se detallan las etapas y el objetivo de las mismas [3]:

Tabla 1. Pasos para la implementación del SGIE [1]

Etapa 1. Decisión Estratégica	
Actividad	Objetivo
Caracterización energética de la empresa	Potencial, Rentabilidad del SGIE, Asignación de recursos.
Compromiso de la alta dirección	
Alineación de estrategias	
Definición y conformación de la estructura técnica y organizacional	
Etapa 2. Instalación del Sistema de Gestión Integral de la Energía	
Actividad	Objetivo
Establecimiento de los indicadores del sistema de gestión	Crear la estructura organizativa, las bases técnicas, preparar e involucrar el personal, identificar los programas, documentar el SGIE,
Identificación de las variables de control por centros de costo	
Definición de los sistemas de monitoreo	

Diagnóstico energético	y verificar la capacidad de la empresa para ejecutar el SGIE
La vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva	
Plan de medidas de uso eficiente de la energía	
Actualización y validación de la gestión organizacional del SGIE	
Preparación del personal	
Elaboración de la documentación del SGIE	
Auditoría Interna al SGIE	
Etapas 3. Operación del sistema de gestión integral de la energía	
Actividad	Objetivo
Seguimiento y divulgación de indicadores	Ejecutar los programas, cuantificar los resultados, ajustar y actualizar los modelos, presupuestos de ahorros.
Seguimiento y evaluación de buenas prácticas de operación, mantenimiento, producción y coordinación.	
Implementación de programas y proyectos de mejora	
Implementación del plan de entrenamiento y evaluación del personal	
Chequeos de gerencia	
Ajustes del sistema de gestión	
Evaluación de resultados	

adaptado de: Guía de Implementación del SGIE

2.3 ANTECEDENTES

En la Universidad Industrial de Santander seccional Bucaramanga se viene realizando este tipo de proyectos, con el fin de implementar el Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE) en los edificios y escuelas del campus universitario, para identificar las cargas de mayor consumo y la calidad de la energía suministrada, para así tratar de dar alguna solución a este impacto ambiental, a continuación se citan algunos trabajos de grado realizados en la institución:

- Caracterización energética del edificio Bienestar Universitario aplicando el proceso de implementación del sistema de gestión Integral de la energía (SGIE)/Jaime Domingo León Ayala, William Adolfo Meneses Hernández. Año 2013
- Caracterización del edificio de Ingeniería Industrial aplicando la metodología del sistema de gestión integral de la energía (SGIE)/Edward Fernando Arenas Salgado, Anderson Rafael González Navarro. Año 2013

- Caracterización del Centro de Tecnologías de Información y Comunicación (CENTIC) aplicando la metodología del sistema de gestión integral de la energía (SGIE) / Andrés Felipe Puentes Marín, Juan Camilo Jones Rojas. Año 2013
- Caracterización energética del edificio Biblioteca (campus central Universidad Industrial de Santander) aplicando el proceso de implementación del sistema de gestión integral de la energía (SGIE)/Leidy Tatiana Castillo Mantilla, Ingrid Vanessa Africano Rodríguez. Año 2014.
- Caracterización del centro del edificio Virginia Gutiérrez de pineda (Facultad de Ciencias Humanas-UIS) aplicando la metodología del sistema de gestión integral de la energía (SGIE) / Dairon Monsalve Vera, Diana Liseth Figueroa, Año 2014.

3. MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN

Se desea implementar una caracterización energética que permita incentivar e impulsar la temática de eficiencia energética en la Universidad Industrial de Santander, con lo cual se podrá conocer y analizar los niveles de eficiencia, pérdidas energéticas, los lugares donde se producen estas últimas y los potenciales de su reducción

En la actualidad, los estudios realizados para la implementación del Sistema Integral de Energía se desarrollaron con base en los modelos de gestión de energía usados en el mundo y estos tuvieron como resultado que se debe desarrollar una cultura organizacional para el uso racional y eficiente de la energía, esto con el fin de lograr la sostenibilidad energética y ambiental de los procesos productivos e incrementar el nivel de competitividad empresarial, estos modelos tienen como objetivos inmediatos reducir costos e impacto ambiental [4].

4. PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo de grado se centra en el desarrollo de los siguientes objetivos que se han trazado para la caracterización del edificio Administración II implementando la metodología del sistema de gestión integral de la energía (SGIE).

4.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la caracterización energética del edificio ADMINISTRACIÓN II de la Universidad Industrial de Santander, aplicando la metodología del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE).

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

El cumplimiento del objetivo general del trabajo de grado comprende:

- Analizar los indicadores y variables de los procesos que impactan la eficiencia energética en el edificio de Administración II de la Universidad Industrial de Santander.
- Implementar las herramientas estadísticas y probabilísticas básicas para la caracterización, diagnóstico y valoración energética de las operaciones que se realizan en el edificio Administración II de la Universidad Industrial de Santander.
- Plantear alternativas para el uso eficiente y racional de la energía eléctrica a partir de la localización de los posibles puntos de ahorro en el edificio Administración II.

4.3 ALCANCE

En este trabajo de grado se pretende realizar la caracterización energética del edificio administración II aplicando la metodología del sistema de gestión integral de la energía con el objetivo de desarrollar un conocimiento a través de una serie de procesos, procedimientos y actividades para lograr unos resultados positivos, eliminar el uso improductivo de la energía, alcanzar mínimos consumos, costos de energía posibles y mitigar el impacto ambiental.

4.4 METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

Para el cumplimiento de los objetivos planteados en este proyecto, se sigue el siguiente criterio indicado a continuación:

- **ETAPA N°1 Analizar los indicadores y variables de los procesos que impactan la eficiencia energética en el edificio de Administración II de la Universidad Industrial de Santander.**

- ✓ Se realizará una encuesta de identificación y descripción del edificio de ADMINISTRACION II de la Universidad Industrial de Santander.

Se suministrarán los datos necesarios para establecer la identificación de las actividades que se realizan en el edificio, como primer paso se consultarán en cada una de las áreas que contempla el edificio.

- ✓ Encuesta para valoración ambiental asociado al consumo energético

Se determinará el estado actual del edificio con referencia a la implementación de sistemas de gestión ambiental, así como el estado en que se encuentran los equipos.

Se debe aplicar de forma separada al menos a dos expertos vinculados con la actividad de mantenimiento o energética global del edificio Administración II campus central (UIS).

- ✓ Encuesta sobre el uso de los Recursos Energéticos del edificio ADMINISTRACION II Universidad Industrial de Santander.

Dirigido al personal de operación o administración del edificio, que tenga conocimiento del funcionamiento de los diferentes sectores energéticos que conforman el edificio de ADMINISTRACION II (UIS).

- ✓ Caracterización del área energética del edificio Administración II (Campus Central Universidad Industrial de Santander).
- ✓ Estructura del consumo energético.
- ✓ Unifilares de Energía.
- ✓ Levantamiento de datos.

El levantamiento de datos consiste en cuantificar todos los equipos consumidores de energía eléctrica, y almacenar la demanda eléctrica que la placa de datos específica para cada equipo. Esta es la parte de mayor importancia para el buen desarrollo del estudio debido a los análisis que son fundamentados en estos resultados.

Adicionalmente, se deben medir los niveles de iluminación por cada edificio con un equipo especializado, luxómetro, con el fin de seleccionar por medio de un muestreo las áreas por tipo de actividad con los procedimientos establecidos en la sección 490 del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP) para verificar si el diseño de iluminación del edificio de Administración II cuenta con las condiciones esenciales para suministrar una calidad de energía lumínica suficiente.

Se debe realizar la inspección térmica con cámara termográfica a los tableros eléctricos de baja tensión, motores y transformadores con el fin de detectar anomalías y riesgos de calentamiento en una fase temprana.

- ✓ Censo de carga.

El censo de carga permite tener un estimado del consumo en kWh que genera cada equipo instalado en el edificio. Esta actividad está destinada a identificar los equipos que tienen mayor consumo de energía. Las mediciones eléctricas se realizan mediante, el cálculo de las cargas puntuales, por medio de la instalación de equipos (anализador de redes trifásico Power Visa 440), el cual arroja datos sobre el comportamiento de los equipos instalados en la empresa para posteriormente, realizar gráficos de apoyo los cuales darán una información más detallada de los comportamientos del consumo y demanda de energía eléctrica de la empresa.

- **ETAPA N°2 Implementar las herramientas estadísticas y probabilísticas básicas para la caracterización, diagnóstico y valoración energética de las operaciones que se realizan en el edificio Administración II de la Universidad Industrial de Santander.**

Esta etapa, se realizará teniendo en cuenta el siguiente procedimiento:

Utilización de herramientas estadísticas y probabilísticas para la caracterización, diagnóstico y valoración energética de las operaciones realizadas en el Edificio Administración II (Campus Central Universidad Industrial de Santander).

- ✓ Diagrama de Pareto.
- ✓ Gráficos de control.
- ✓ Gráficos E-P en el tiempo.
- ✓ Gráficos E vs P.
- ✓ Fenómeno de la variabilidad del consumo en diagramas de dispersión.
- ✓ Gráfico de tendencia.

- **ETAPA N°3 Alternativas para el uso eficiente y racional de la energía eléctrica a partir de la localización de los posibles puntos de ahorro en el edificio Administración II.**

En el desarrollo de esta etapa, se realizarán los siguientes pasos:

Planteamiento de alternativas para el uso eficiente y racional de la energía eléctrica teniendo en cuenta la localización de los posibles puntos de ahorro en el edificio Administración II (Campus Central Universidad industrial de Santander).

- ✓ Analizar y concluir resultados.
- ✓ Plantear planes de mejora continua enfocada en la eficiencia energética. Análisis y conclusiones de los resultados.
- ✓ Recopilar los resultados en la memoria del proyecto de grado y las conclusiones obtenidas.

5. DESCRIPCIÓN PRELIMINAR DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL EDIFICIO ADMINISTRACIÓN II

En esta descripción se dará a conocer que este edificio en su anterioridad era el edificio de HUMANIDADES y que a partir del 2008 paso a ser ADMINISTRACIÓN II motivo por el cual tuvo una reforma en su infraestructura física y en el sistema eléctrico.

Según los primeros estudios y diseños de la antigua subestación este edificio presentaba una demanda máxima del orden de los 120 kVA. Luego de los nuevos diseños y estudios realizados para que entrara en funcionamiento el nuevo edificio, la demanda máxima prevista para este edificio remodelado era de 152 kVA. Esta demanda corresponde a una utilización al 100% de las salidas de alumbrado y fuerza previstas en el diseño, lo cual en la práctica resulta imposible en razón a la diversidad de uso de cada una de las oficinas. Considerando una utilización del 90%, se alcanzaría una carga de 136 kVA, los cuales, sumados a los 120 anteriores exigirían una demanda de 256 kVA. En consecuencia, se recomendó cambiar el actual transformador por uno de 300 kVA, lo cual dejaría un margen de 48 kVA para otras cargas futuras.

Esta subestación alimenta a los edificios de Bienestar Universitario, la casona la Perla y el edificio de Administración II

5.1 SELECCIÓN DEL TRANSFORMADOR

Según los cálculos eléctricos se escogió este transformador que representa las siguientes características vistas en la tabla 2:

Tabla 2 Características para la selección del transformador

SELECCIÓN DEL TRANSFORMADOR	
Capacidad [kVA]	300
Fases	3
Voltaje primario [V]	13200
Voltaje secundario [V]	127/220
Impedancia [%]	3,00
Corriente de cortocircuito [A]	26,243
Corriente nominal del primario [A]	13,12
Corriente nominal del secundario [A]	832,72
Protección primaria [A]	25
Protección secundaria [A]	3*800
Acometida secundaria (por fase)	4 # 4/0

El lado primario recibe una tensión de 13,2 kV, pero este está dentro de una distribución radial en situación de cola, por lo que se debe pedir una mayor regulación para voltajes bajos. Para abastecer la demanda tanto de los aires acondicionados como del ascensor, se hace necesario entregar una tensión de fase de 220 voltios, por lo que se exige una relación de transformación: 13,200/ 127-220 con taps de +1x2,5% -3x2,5%.

El transformador es en aceite tipo jardín con tanque muerto, para alimentación radial, instalado en bóveda a prueba de explosión.

En la siguiente tabla se observan los datos de placa del transformador:

Tabla 3 Datos de placa del transformador instalado

Tipo	Pad Mounted
Aislamiento	Tipo H (180° C)
Refrigeración	AN
Tensión serie	15 kV
Potencia continua nominal	300 kVA
Localización	1000 msnm
Temperatura ambiente	30° C
Tensión primaria	13200 V
Tensión secundaria	220/127 V
BIL	60 kV
Derivaciones	(+1, -3) x 2.5 %
Conexión	Dyn5
Frecuencia	60 Hz
Protección	IP-00
Normas de fabricación	NTC 3445 Y NTC 3654

adaptado de: Diseños de la Subestación

5.2 BÓVEDA DEL TRANSFORMADOR

Construcción de la bóveda para contener el transformador de potencia:

- Once (11) metros lineales de muro de concreto reforzado de 15 cm de espesor, por 2,5 metros de altura, soportado sobre cimientos adecuados al peso y la capacidad mecánica del terreno.
- Seis con ocho (6,8) metros cuadrados de piso en concreto reforzado de 10 cm de espesor.
- Siete con seis (7,6) metros cuadrados de techo de concreto reforzado de 10 cm de espesor.
- Puerta cortafuego de 2,5 x 2,3 metros.
- Dos compuertas de fuego (dampers).
- Base para transformador con cárcamo para cables de alta y baja tensión y foso para atrapar aceite, y ajustado de acuerdo con dimensiones finales de transformador contratado.
- Ductería de PVC de 2 x 3" instalada entre cárcamo de cables y caja de distribución externa de Media Tensión.
- Ductería de PVC de 3 x 4" instalada entre cárcamo de cables del transformador y cárcamo de tableros de baja tensión.

Luego de haberse realizado una inspección en la subestación y con la ayuda del ingeniero electricista Gustavo Archila de planta de física, observamos que la subestación cumple con el Reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE en distancias de seguridad, ventilación, señalización, trampa de aceite, área según tamaño del transformador, puerta cortafuego.

MUROS Y TECHOS: están hechos en materiales con resistencia estructural adecuada a las condiciones de uso y resistencia mínima al fuego de tres (3) horas. Los pisos que están en contacto con tierra son de hormigón y de un espesor de 10 cm. El elemento típico con 3 horas de resistencia al fuego es el concreto reforzado de 15 cm de espesor.

BROCALES: La puerta tiene un umbral o brocal de altura suficiente para recoger dentro de la bóveda el aceite total del transformador más grande que pueda instalarse.

Hojas: La puerta es de tipo oscilante de dos hojas y cumple características indicadas en la norma NFPA-80 y con las pruebas específicas en las normas UL 10B Y ASTM E 152.

Aislamiento: El aislamiento utilizado garantiza que la temperatura de la cara no expuesta al fuego no supere los 232 °C por encima de la temperatura ambiente, durante los primeros 30 minutos del ensayo de resistencia al fuego.

Panel de visión: La puerta esta provista de un panel de visión de 20 x 20 cm, el cual debe tener resistencia al fuego de mínimo 3 horas.

Chapa antipánico: La puerta debe estar equipada con cerradura y barra antipánico, la cual abre hacia afuera. Tiene placas de presión y otros dispositivos que la mantienen normalmente cerrada pero que abre a simple presión.

Señalización: La puerta tiene letreros de advertencia, de carácter permanente y visible.

Tabla 4 Descripción del tablero de baja tensión

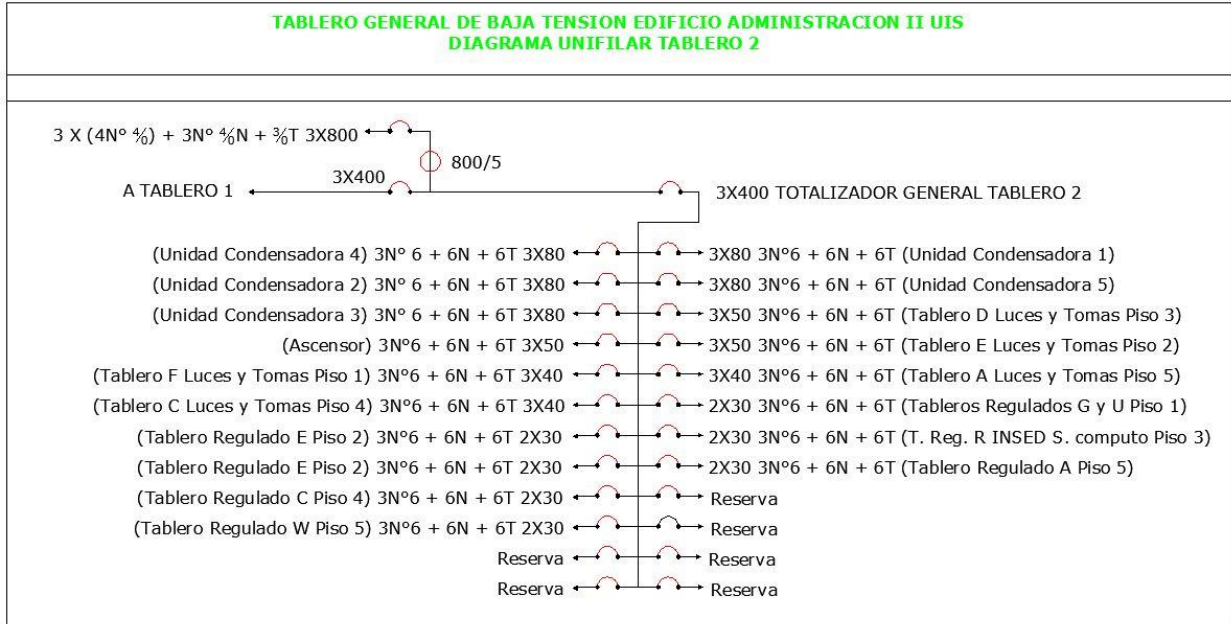
DESCRIPCIÓN TABLERO 1 DE BAJA TENSION		
TABLERO F	TOMAS Y LUCES	PRIMERO PISO
TABLERO E	TOMAS Y LUCES	SEGUNDO PISO
TABLERO D	TOMAS Y LUCES	TERCER PISO
TABLERO C	TOMAS Y LUCES	CUARTO PISO
TABLERO A	TOMAS Y LUCES	QUINTO PISO
TRG	TABLERO REGULADO G	PRIMERO PISO
TRF	TABLERO REGULADO U	PRIMER PISO
TRE	TABLERO REGULADO E	SEGUNDO PISO
TRD	TABLERO REGULADO D	PISO TRES
TRC	TABLERO REGULADO C	CUARTO PISO
TRA	TABLERO REGULADO A	QUINTO PISO
UC1	UNIDAD CONDESADORA 1	
UC2	UNIDAD CONDESADORA 2	
UC3	UNIDAD CONDESADORA 3	
UC4	UNIDAD CONDESADORA 4	
UC5	UNIDAD CONDESADORA 5	
ASCENSOR		

En la tabla 4 se observa la información, ubicación y función de todos los tableros que alimenta el edificio administración II.

5.3 DIAGRAMA UNIFILAR DEL EDIFICIO DE ADMINISTRACION II

En la figura 2 se observa el diagrama unifilar del tablero general del edificio con sus respectivas protecciones.

Figura 2 Diagrama unifilar del edificio Administración II



Fuente diseños de la subestación edificio administración II

6. DIAGNOSTICO ENERGÉTICO EDIFICIO ADMINISTRACIÓN II

El principal objetivo de este diagnóstico es identificar las aéreas críticas en cuanto al consumo y sus posibles soluciones para el ahorro, a partir de este diagnóstico poder aplicar la metodología que el sistema de gestión integral de la energía proporciona.

Este capítulo se realiza una auditoria energética de los flujos de energía del edificio administración II de la Universidad Industrial de Santander.

6.1 NIVELES DE ILUMINACIÓN

La iluminación del edificio Administración II de la Universidad, es uno de los puntos críticos a la hora del consumo ya que tiene una gran cantidad de luminarias de diferentes tipos debido a sus numerables puestos de trabajo de la parte administrativa, para tener una valoración del estado actual de la iluminación del edificio, se realizó una medición de iluminancia a las diferentes dependencias del edificio y mirar si cumple los valores

establecidos en la sección 490 del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP).

EQUIPO UTILIZADO

Luxómetro: instrumento que permite la medición de iluminación en luxes de lugares de trabajos, como de cualquier área en que se encuentre un sistema de iluminación artificial o natural.

Tabla 5 Características del Luxómetro.

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

adaptado de: Manual de uso del luxómetro

Figura 3 Luxómetro Amprobe LM-120



Al utilizar equipos de medición se debe tener en cuenta la incertidumbre que poseen, ya que estas mediciones no son exactas y podrían llegar a tener incidencia a la hora de tomar decisiones, en la tabla 5 se encuentran las especificaciones técnicas del equipo el cual posee una incertidumbre de $\pm 3\%$, en la tabla 7 se observa el promedio obtenido de las cinco mediciones realizadas a la oficina 1 del piso 1 obteniendo un promedio de $431,250 \pm 3\%$ lx, si se aplica esta incertidumbre al promedio obtenido no va afectar el resultado que se obtuvo ni por encima ni por debajo ya que sigue cumpliendo con el rango establecido de nivel de iluminancia de la oficina, concluyendo así que la incertidumbre del equipo no incide en la decisión.

MEDICIÓN DE LA ILUMINANCIA

La medición realizada fue por áreas de trabajos ya que la mayoría de los puestos son administrativos, las lecturas fueron tomadas a la altura de los puestos ya que es donde las personas se encuentran ubicadas y hacen uso del mismo, según la distribución de las luminarias se aplica la fórmula correspondiente para la obtención del cálculo de la iluminancia promedio según RETILAP.

Cabe resaltar que las mediciones se realizaron en horarios laborales para una mayor confiabilidad en los resultados.

CRITERIOS DE VALORACIÓN

Luego de haberse realizado las mediciones se deben comparar con los niveles de iluminación recomendados para los lugares o áreas específicas que dependen de la actividad que se realice, para esto se procede a la siguiente tabla que nos indica los niveles mínimos y máximos por áreas y actividad según el capítulo 4 del RETILAP, en el caso del edificio se tendrá en cuenta el tipo de recinto OFICINAS.

Tabla 6 Niveles de iluminación permitido por el RETILAP

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR(valor máximo permitido para el deslumbramiento)	NIVELES DE ILUMINACIÓN (lx)		
		Mínimo	Medio	Máximo
Áreas generales en las edificaciones				
Áreas de circulación, corredores.	28	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas.	25	100	150	200
Vestidores, baños.	25	100	150	200
Almacenes, bodegas.	25	100	150	200
Oficinas				
Oficinas de tipo general, mecanografía y computación.	19	300	500	750
Oficinas abiertas	19	500	750	1000
Salas de conferencia	19	300	500	750
Centros de atención médica				
Salas				
Iluminación general	22	50	100	150
Examen	19	200	300	500
Lectura	16	150	200	300
Circulación nocturna	22	3	5	10
Salas de examen				
Iluminación general	19	300	500	750
Inspección local	19	750	1000	1500
Terapia intensiva				
Cabecera de la cama	19	30	50	100
Observación	19	200	300	500
Enfermería	19	200	300	500

<i>Salas de operación</i>				
Iluminación general	19	500	750	1000
Iluminación local	19	10000	30000	100000
<i>Salas de autopsia</i>				
Iluminación general	19	500	750	1000
Iluminación local		500	1000	1500
<i>Consultorios</i>				
Iluminación general	19	300	500	750
Iluminación local	19	500	750	1000
<i>Farmacia y laboratorios</i>				
Iluminación general	19	300	400	750
Iluminación local	19	100	750	1000
<i>Colegios y centros educativos</i>				
<i>Salones de clase</i>				
Iluminación general	19	300	500	750
Tableros	19	300	500	750
Laboratorios	19	300	500	750

adaptado de: RETILAP, Cap 4

NIVELES DE ILUMINANCIA POR PISOS DEL EDIFICIO

Aplicando el uso del instrumento de medida especificado en la figura 3, se procede a realizar la medición por puestos de trabajo de cada oficina, se ubica el equipo perpendicularmente a la fuente de luz y se realizan 5 mediciones para obtener una medida confiable.

En las tablas 7,8,9,10 y 11 se encuentra el desglose de las mediciones realizadas por puestos de trabajo de cada división que compone el edificio de Administración II.

Tabla 7 Niveles de Iluminación del primer piso

PISOS	ÁREA		SUB ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA (lx)					UNIFORMIDAD Emin/Eprom	% CUMPLIMIENTO (Eprom/Emedio) *100	UNIFORMIDAD Emin/Eprom
				promedio	Emin	Emin	Emed	Emax			
PISO 1	División de Contratación	oficina	A1	431,250	293,0	300,0	500,0	750,0	0,679	86,250	0,679
		oficina	A2	563,656	368,0	500,0	750,0	1000,0	0,653	75,154	0,653
		oficina	A3	487,500	205,0	300,0	500,0	750,0	0,421	97,500	0,421
		oficina	A4	795,653	305,0	500,0	750,0	1000,0	0,383	106,087	0,383
		sala de juntas	A5	435,910	224,0	300,0	500,0	750,0	0,514	87,182	0,514
		oficina	A6	345,670	240,0	100,0	150,0	200,0	0,694	230,447	0,694
		oficina	A7	378,090	205,0	100,0	150,0	200,00	0,542	252,060	0,542
		cafet	A8	302,250	229,0	300,0	500,0	750,0	0,758	60,450	0,758
	Relaciones Exteriores	oficina	A10	280,321	521,0	300,0	500,0	750,0	1,859	56,064	1,859
		oficina	A11	492,750	387,0	300,0	500,0	750,0	0,785	98,550	0,785
		oficina	A12	282,250	313,0	300,0	500,0	750,0	0,649	96,450	0,649
		oficina	A13	271,500	262,0	50,0	100,0	150,0	0,858	771,500	0,858
		oficina	A14	810,250	699,0	50,0	100,0	150,00	0,863	810,250	0,863
	Pasillos	pasillo	A38	679,167	692,0	50,0	100,0	150,0	1,019	679,167	1,019

Según las mediciones que se realizaron los valores obtenidos de las oficinas, sitios de trabajo y demás se encuentran dentro de los valores permitidos por el reglamento, se puede observar que en dos oficinas en la división de relaciones exteriores no cumplen con los valores mínimos porque algunas luminarias no funcionan.

Figura 4 Iluminarias Relaciones Exteriores



En la figura 4 se evidencia que en la división de relaciones exteriores existen fallas en las luminarias de dos puestos de trabajo, debido a esta falla esta área no es recomendada para realización de labores ya que no cumple con los niveles mínimos de iluminación establecido por el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público, se hace la recomendación a la división de solicitar a mantenimiento tecnológico realizar el cambio respectivo de luminarias en esta oficina.

Tabla 8 Niveles de Iluminación del segundo piso

PISO	ÁREA		SUB ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA (lx)					UNIFORMIDAD Emin/Eprom	% CUMPLIMIENTO (Eprom/Emedio) *100	UNIFORMIDAD Emin/Eprom
				Pr	min	min	medio	max			
2 PISO	Sistema de Gestión de Calidad	OFICINA	B1	662,696	436,4	300	500	750	0,659	132,539	0,66
		OFICINA	B2	663,161	385,33	300	500	750	0,581	132,632	0,58
	Control Interno y Evaluación de Gestión	OFICINA	B3	622,021	226	300	500	750	0,363	124,404	0,36
		OFICINA	B4	427,146	214	300	500	750	0,501	85,429	0,50
		OFICINA	B5	462,523	345	300	500	750	0,746	92,505	0,75
	IPRED	OFICINA	B6	498,678	423,98	300	500	750	0,850	99,736	0,85
		RECEPCION	B5	462,523	304	300	500	750	0,657	92,505	0,66
		OFICINA	B6	370,883	214	300	500	750	0,577	74,177	0,58
		OFICINA	B7	394,167	432,57	300	500	750	1,097	78,833	1,10
		OFICINA	B8	509,438	521,423	300	500	750	1,024	101,888	1,02
	SALA JUNTAS	B9	614,258	489,258	300	500	750	0,797	122,852	0,80	
HALL	HALL	B10	419,500	354	300	500	750	0,844	83,900	0,84	

Tabla 9 Niveles de Iluminación del tercer piso

PISO	ÁREA		SUB- ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA (lx)					UNIFORMIDAD Emin/Eprom	% CUMPLIMIENTO (Eprom/Emedio) *100
				promedio	Emin	Emin	Emedio	Emax		
3 PISO	IPRED	OFICINA	C1	659,750	220	300	500	750	0,333	131,950
		OFICINA	C2	661,000	212	300	500	750	0,321	132,200
		OFICINA	C3	540,320	450	300	500	750	0,833	108,064
		OFICINA	C4	496,789	432,45	300	500	750	0,870	99,358
	SALA DE COMPUTO	SALA	C5	443,120	490,34	300	500	750	1,107	88,624
	Hall de Acceso	HALL	C6	303,750	265	300	500	750	0,872	60,750

Tabla 10 Niveles de iluminación cuarto piso

PISO	ÁREA		SUB-ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA (lx)					UNIFORMIDAD (Emin/Eprom)	% CUMPLIMIENTO (Eprom/Emedio) *100
				Datos		Datos teóricos				
				promedio	Emin	Emi n	Emedi o	Ema x		
4 PISO	Revistas Institucionales	OFICINA	D1	702,250	623,12	300	500	750	0,887	140,450
		OFICINA	D2	733,469	65,764	300	500	750	0,090	146,694
		OFICINA	D3	540,320	453,761	300	500	750	0,840	108,064
		OFICINA	D4	496,789	432,45	300	500	750	0,870	99,358
	Dirección de Posgrados	SALA	D5	443,120	490,34	300	500	750	1,107	88,624
		OFICINA	D6	486,256	378,598	300	500	750	0,779	97,251
		OFICINA	D7	472,368	569,257	300	500	750	1,205	94,474
		OFICINA	D8	415,325	456,257	300	500	750	1,099	83,065
	Coordinación de Programa y Proyectos	OFICINA	D9	492,023	429,247	300	500	750	0,872	98,405
		OFICINA	D10	409,315	478,215	300	500	750	1,168	81,863
		OFICINA	D11	415,258	428,359	300	500	750	1,032	83,052
		OFICINA	D12	477,022	391,256	300	500	750	0,820	95,404
		OFICINA	D13	554,263	386,519	300	500	750	0,697	110,853
		OFICINA	D14	601,201	387,875	300	500	750	0,645	120,240
	Hall de Acceso	HALL	D15	458,256	342,879	300	500	750	0,748	91,651
			HALL	D16	726,527	588,256	300	500	750	0,810

Tabla 11 Niveles de iluminación del quinto piso

PISO	ÁREA		SUB-ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA (lx)					UNIFORMIDAD Emin/Eprom	% CUMPLIMIENTO (Eprom/Emedio) *100
				Datos		Datos teóricos				
				Epromedio	Emin	Emi n	Emedi o	Ema x		
5 PISO	VIE	OFICINA	D1	448,256	582,256	300	500	750	1,299	89,651
		OFICINA	D2	547,260	541,265	300	500	750	0,989	109,452
		OFICINA	D3	369,254	654,258	300	500	750	1,772	73,851
		OFICINA	D4	574,214	458,665	300	500	750	0,799	114,843
	Dirección de VIEF	SALA	D5	546,235	441,254	300	500	750	0,808	109,247
		OFICINA	D6	588,410	450,214	300	500	750	0,765	117,682
		OFICINA	D7	52,120	369,256	300	500	750	7,085	10,424
		OFICINA	D8	546,235	378,21	300	500	750	0,692	109,247
	OFICINA	D9	511,011	412,023	300	500	750	0,806	102,202	
	Hall de Acceso	HALL	D16	574,666	321,033	300	500	750	0,559	114,933

En las tablas 7,8, 9, 10 y 11 se pueden observar los resultados obtenidos de la medición realizada con el luxómetro a todos los puestos de trabajo que conforman el edificio de ADMINISTRACIÓN II, cuyos resultados fueron satisfactorios ya que se encuentran dentro de los rangos de niveles de iluminación en un 94% total de todo el sistema de iluminación del edificio.

Figura 5 CUMPLIMIENTO NIVEL DE ILUMINANCIA



6.2 ANÁLISIS TERMOGRÁFICO

El análisis de inspección térmica se realiza con el fin de detectar anomalías o puntos calientes en los tableros de baja tensión, transformador y barrajes del mismo.

Este tipo de análisis permite llevar un control y corregir de forma preventiva posibles malos funcionamientos en los equipos.

La inspección termográfica se realizó a una temperatura ambiente de entre 25°C a 30°C. Las imágenes fueron tomadas por la cámara termográfica Flir i7, para evaluar el estado de los equipos sometidos a dicha inspección, se establece un rango de valoración de temperatura, utilizando como referencia la temperatura más alta del punto más caliente y la temperatura de las condiciones normales de trabajo, la diferencia entre estas temperaturas arrojará el nivel de relevancia en que se encuentra cada equipo, para realizar dicho análisis se utilizará el rango de valoración que se muestra en la tabla 12 y 13.

Tabla 12 Escala de Temperatura para el análisis de resultados

EXCESO DE TEMPERATURA ΔT	CONDICIÓN
1°C a 10°C	Normal
10°C a 20°C	Leve
20°C a 40°C	Seria
40° a 70°C	Critica
>70 °C	Muy critica

Adapto de: Guía termográfica para mantenimiento preventivo

En la tabla 13 se muestran las acciones a realizar en cada caso según el nivel de relevancia de temperatura en que se encuentran los elementos.

Tabla 13 Acciones a tomar según la condición de temperatura

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

Adaptado de: Guía termográfica para mantenimiento preventivo

El equipo que se utilizará para hacer este análisis termográfico es el Flir i7 el cual nos fue proporcionado gracias a la división de planta física de la Universidad, el cual servirá para revisar puntos calientes en la subestación y en los tableros de distribución.

Figura 6 Cámara Flir i7



En la tabla 14 se observa las características técnicas del equipo Flir i7

Tabla 14 Características de la Cámara Termográfica

Características:
Compacto, Focus-gratuito, fácil de usar y ligero (13 oz)
Modo de medición del punto
Rango de temperatura: -4 ° F a 482 ° F (-20 ° C a 250 ° C)
140 x 140 resolución del detector IR (19.600 píxeles)
Sensibilidad térmica (NETD): <0,15 ° C a 25 ° C
Alta precisión de ± 2% ayuda a encontrar problemas más rápido y fácil
Grande de 2.8 "LCD a color
Diseño resistente moldeado doble con fácil construcción mango cumple polvo IP43 / normas salpicaduras
Tiendas de tarjetas MicroSD™ hasta 5000 imágenes en formato JPEG radiométrico
Completo con 2G microSD™ tarjeta, batería recargable de Li-Ion, 100-240 adaptador de CA / cargador con la Unión Europea, Reino Unido, AU y enchufes de EE.UU., cable USB, y el caso
Incluye herramientas de FLIR™ software para el análisis de imágenes radiométricas

REGISTRO TERMOGRÁFICO

En las tablas 15, 16, 17 y 18 se observan los niveles de temperatura en el cual se encuentran los componentes de la subestación, donde no se identifica ningún punto caliente que ponga en riesgo el funcionamiento del sistema eléctrico del edificio.

Tabla 15 Inspección termográfica en bornes del transformador

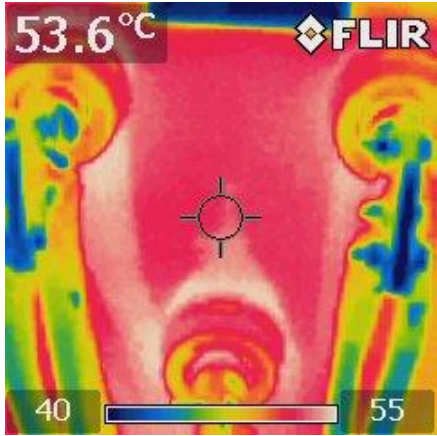
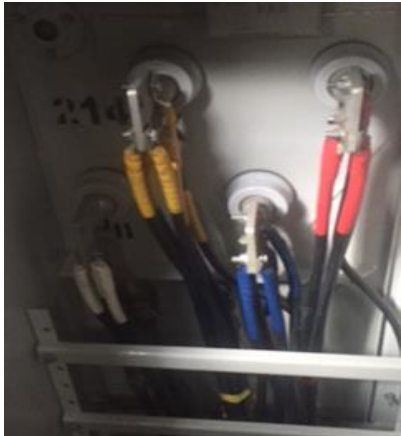
Bornes del Transformador	
	
La temperatura de los bornes del transformador se encuentra dentro del rango normal, no es necesario realizar ningún tipo de acción.	

Tabla 16 Radiador del transformador

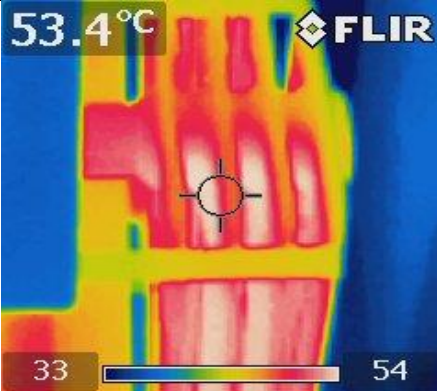

Radiador del Transformador	
	
La temperatura del radiador del transformador se encuentra dentro del rango normal, no es necesario realizar ningún tipo de acción.	

Tabla 17 Totalizador

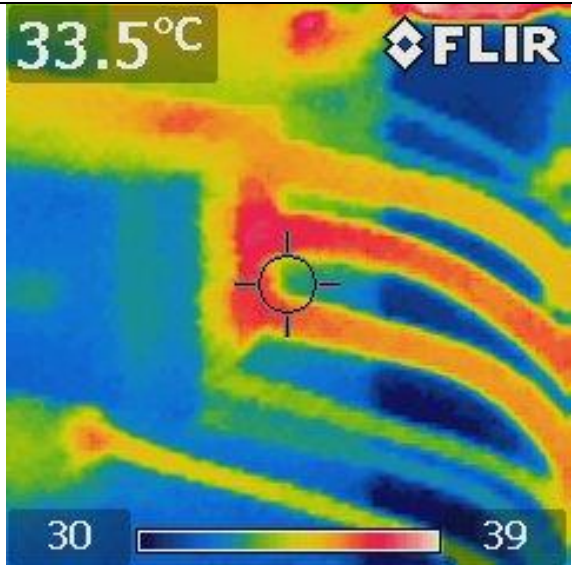

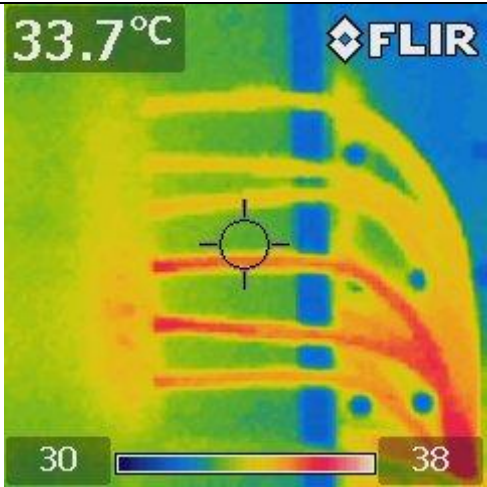

Totalizador	
	
<p>La temperatura del totalizador se encuentra dentro del rango normal, no es necesario realizar ningún tipo de acción.</p>	

Tabla 18 Tablero de distribución TGBT

Tablero de Distribución TGBT	
	
<p>La temperatura se encuentra dentro del rango normal, no es necesario realizar ningún tipo de acción.</p>	

7. HERRAMIENTAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN II.

Se implementarán las herramientas dadas por la Metodología de gestión integral de la energía (MGIE), en el cual se describirá los pasos para la determinación de los indicadores energéticos con la finalidad de conocer las áreas potenciales de consumo de energía mediante una inspección en todo el edificio desde la subestación hasta oficinas, auditorios y zonas comunes.

7.1 APLICACIÓN DEL CALIFICADOR DE NIVELES DE GESTIÓN ENERGÉTICA Y ENCUESTAS PARA ESTABLECER EL ESTADO INICIAL DEL EDIFICIO.

El modelo de gestión integral de la energía provee un software que se encuentra disponible en la página WEB de la UPME, que permite evaluar el nivel de gestión energético del edificio, este calificador dará una estimación real de cada ítem a evaluar en este proceso, teniendo una ponderación por ítem que oscila entre 0 y 5, siendo 0 la más baja y 5 la más alta.

Esta encuesta fue dirigida al ingeniero Gustavo Archila profesional de planta física, que es la persona idónea es la encargada de los mantenimientos de la subestaciones que conforman el sistema eléctrico de la Universidad.

Cabe resaltar que este software calificador se encuentra destinado a aplicar a empresas y no a la Universidad ya que su constitución y objetivos son totalmente diferentes. Se omitieron algunas aéreas de calificación tales como:

- Comercialización y compras
- Contabilidad y Finanzas

Tabla 19. INFORME DE PRÁCTICAS CON CALIFICACIÓN DEFICIENTE SOFTWARE DE CALIFICACIÓN DE NIVELES DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA (suministrado por el software de la UPME)

PLANEACIÓN	Calificación:1,56
No existe una política energética insertada en la política general de la empresa o de forma independiente.	
No existen objetivos energéticos cuantitativos y cualitativos insertados en los objetivos generales de la empresa o de forma independiente a estos.	
No existen metas a nivel de empresa y a nivel de áreas cuyo cumplimiento permite lograr la política y los objetivos energéticos o generales de la empresa.	
No existe un presupuesto de consumo e energía para la empresa y en cada centro de costo, determinado cuantitativamente en función de los pronósticos de venta, de	

producción y de los índices de consumo esperados de cada producto, de acuerdo con el nivel de eficiencia real de los procesos productivos que posee la empresa.
El presupuesto de energía anual de la empresa no tiene en cuenta las metas de eficiencia energética logrables por cada área o centro de costo.
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 o centro de costo en función del nivel de producción.
Los presupuestos de consumo y eficiencia energética no son discutidos y aprobados con participación de las áreas que deben cumplirlos.

GERENCIA	Calificación:1,89
No existen mecanismos de chequeo de las metas energéticas a nivel de empresa y a nivel de áreas.	
No existen indicadores energéticos a nivel de empresa 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 de la empresa y las áreas productivas periódicamente adoptando medidas en casos necesarios.	
No existe un procedimiento para efectuar el monitoreo de los indicadores energéticos diarios a nivel de áreas productivas o centros de costo.	
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.	
No existe una estructura formal o no formal en la empresa para atender la eficiencia energética a nivel de áreas y a nivel de empresa.	
No están definidas las responsabilidades y los procedimientos que garantizan la eficiencia energética de la empresa en las áreas de: compras y comercialización, proyectos, gestión humana, salud y seguridad, producción y operación, mantenimiento, gestión ambiental, contabilidad y finanzas, calidad y divulgación.	

PRODUCCIÓN Y OPERACIÓN	Calificación:1,89
Producción y la gerencia de la empresa no conocen el impacto cuantitativo de los factores productivos claves como: tiempo de paradas, tipo de producto, tiempo y cantidad de cambio de productos o materias primas, rata de producción, factor de carga de equipos productivos, tipo de materia prima, cantidad de rechazos, cantidad de reprocesos, cantidad de residuos, tiempos de trabajo en vacío y otros, en los consumos energéticos y se hace seguimiento y registro diario a los mismos.	

Están establecidos los criterios y procedimientos para que producción pueda planificar sus procesos siempre en la dirección del menor gasto energético económicamente posible. (menores frecuencias de arranques y paradas, menores cambios de productos, menores cambios de materias primas, mayores ratas de producción etc.)
Producción no conoce la capacidad nominal de su maquinaria y equipo por cada línea de producción y planea el rango deseado de su utilización teniendo en cuenta no solo factores productivos, sino también cuanto se incrementa el índice de consumo con la reducción del factor de carga.
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 lograda.
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.
La empresa no evalúa la posibilidad de comprar material semiprocesado teniendo en cuenta el impacto energético de esta estrategia.
La empresa no tiene planes de contingencia para ampliar su capacidad de producción más allá de su potencial actual para responder a una demanda superior a su capacidad de producción y ha considerado en los mismos el impacto en los consumos energéticos y la eficiencia energética de la nueva maquinaria.
La empresa no tiene un sistema para documentar y divulgar eventos de paradas, sus causas, tiempos y acciones correctivas.

MANTENIMIENTO	Calificación:2,77
No existe una infraestructura de medición de los consumos energéticos en las áreas que permite medir los gastos energéticos unitarios de los productos o semiproductos elaborados y evaluar el desempeño de este indicador en el tiempo.	
No existe documentación técnica del fabricante de los equipos claves de consumo con las recomendaciones de mantenimiento, operación, arranques, paradas, sistemas de control etc... y es conocida y aplicada correctamente por sus operadores.	
No existe implementado un sistema de mantenimiento autónomo a los equipos y los operadores cuentan con un procedimiento para informar los daños, inconformidades o eventos observados en sus equipos a partir del chequeo del mantenimiento autónomo a sus equipos.	
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 la empresa o área.	

ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	Calificación:1,67
La Gerencia General no tiene como filosofía impulsar programas de calidad en la empresa y para ello capacita adecuadamente a todos los empleados en aspectos de calidad y de mejoramiento continuo incluyendo temas de eficiencia energética de los procesos de compra, planeación, operación, producción, mantenimiento.	
Las normas de calidad para todos los productos de la empresa no incluyen aspectos de la eficiencia energética, como el control de pérdidas, de efluentes energéticos e índices de consumos y están debidamente documentadas y son conocidas y aplicadas por las personas responsables de su cumplimiento.	
Los productos de la empresa no cumplen con las normas técnicas establecidas para el sector y existe un benchmarking en cuanto a índices de consumo energético conocido por todos.	
El sistema de calidad no involucra los controles necesarios para identificar y medir defectos y sus causas en los procesos de producción, los retroalimenta para implementar acciones correctivas y les hace seguimiento.	
En el proceso de selección de materias primas no existen especificaciones técnicas y se aplican los controles necesarios para verificar la calidad y retroalimentar el proceso de selección y compra. Entre los elementos a controlar no se encuentran aquellos que impactan los consumos energéticos en los procesos como: humedad, valor calórico, composición, textura, granulometría, impurezas etc...	
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 la empresa o área.	
Los resultados de las pruebas e inspecciones de calidad no son claramente documentados a través del proceso, desde la recepción de la materia prima hasta que los productos estén listos para su entrega. En estas inspecciones no son evaluados los aspectos de control de pérdidas energéticas, efluentes energéticos e índices de consumo.	
La empresa no dispone de información de sus competidores en cuanto a calidad del producto y composición de los precios, especialmente el componente energético de los mismos.	
La empresa no aplica voluntariamente una norma de gestión energética (Ej. MSE-2000).	

GESTIÓN HUMANA	Calificación:1,58
La empresa no tiene un programa definido para la capacitación del personal clave en las áreas de mantenimiento, producción, operación y superintendencia, para mantener y mejorar la eficiencia energética y los índices de consumo en los niveles presupuestados.	
No existen indicadores de desempeño energético a nivel de compañía y de áreas claramente entendidos por todos y que su divulgación permite conocer la situación mensual de los mismos.	
Los indicadores de desempeño energético no forman parte de los calificadores para la obtención de bonificaciones por resultados en la empresa.	
La empresa no logra que el personal desarrolle un sentido de pertenencia con respecto a la reducción de los costos energéticos.	

No es estimulado el trabajo en equipo por la eficiencia energética a nivel de áreas y de la empresa.
La empresa no ha establecido programas e incentivos para mejorar la cultura energética.
La empresa no cuenta con medios diferentes a la factura energética mensual, para medir cuantitativamente el incremento de la cultura energética en cada una de sus áreas claves.
La empresa no involucra anualmente sus recursos humanos en ejercicios dirigidos de actualización, crítica e innovación de sus procedimientos y procesos para el incremento de la eficiencia energética.
Las habilidades personales, las calificaciones, el deseo de superación, la creatividad y la productividad no son criterios claves para la remuneración y promoción del personal, así como para la definición de la escala salarial.

INNOVACIÓN Y GESTIÓN TECNOLÓGICA	Calificación:1
No están identificados los proyectos de recuperación de residuos energéticos a nivel de áreas y de la empresa.	
No se conoce la eficiencia energética de los equipos principales de servicios industriales de la empresa y están identificados los proyectos de mejora de los mismos.	
No se conoce la eficiencia energética de los procesos productivos energo intensivos de la empresa, existe un bechmarking de sus indicadores y están identificados los proyectos requeridos para la mejora de la eficiencia energética.	
No están identificadas tecnológicamente las potenciales mejoras productivas del proceso para el incremento de la productividad y sus proyectos asociados.	
La empresa no ha participado en misiones comerciales a otros países, observador en ferias internacionales (relacionadas con el negocio) y una de sus misiones es hacer benchmarking de le eficiencia energética de los procesos e índices de consumo de sus productos.	
No existe un procedimiento para la revisión de los proyectos productivos o sociales de la empresa que garantiza su ejecución con la mayor eficiencia energética posible económicamente.	
No existe un procedimiento para evaluar el impacto de las modificaciones de los procesos productivos en la empresa sobre la eficiencia energética del área y de la empresa antes que estas se produzcan.	
No existe un proceso formal de investigación de nuevas materias primas, tecnologías de procesos de producción y tecnologías energéticas eficientes.	
La empresa no tiene un programa evaluado técnica y económicamente de adquisición de equipos, tecnologías y modernización de sus procesos de producción considerando en el mismo el incremento de la eficiencia energética.	
No existe un ente en la empresa que se encarga del desarrollo de la vigilancia tecnológica.	
No existe un mecanismo en la empresa de estimulación individual y colectiva a la innovación en todas sus formas.	

GESTIÓN AMBIENTAL	Calificación:2,5
Para la selección, instalación, operación y mantenimiento de equipos no se realizan consideraciones ambientales, además de los aspectos técnicos y económicos.	
No se definen ni documentan las tareas, responsabilidades, competencias y procedimientos específicos que aseguren el cumplimiento de las normas ambientales, tanto internas como externas.	
La empresa 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.	
La empresa no ha medido la cuantía del desperdicio, sabe en qué etapa del proceso es generado y ha formulado planes para reducirlo.	

SISTEMAS DE INFORMACIÓN	Calificación:1,38
No hay gestión a la vista del cumplimiento del presupuesto y los indicadores de eficiencia energética en las áreas claves de la empresa y a nivel de empresa	
No existe una buena comunicación oral y escrita a través de los diferentes niveles de la compañía.	
En el sistema de información general de la empresa no están incorporados los indicadores energéticos.	
No existe un sistema de información de la empresa diseñado para satisfacer los requerimientos funcionales de información de la Gerencia General y de todos los departamentos en forma oportuna y confiable.	
La empresa no está actualizada en materia de nuevos desarrollos en programas y equipos de cómputo y tiene el personal capacitado para manejarlos.	
El diseño técnico y funcional del sistema de información que posee la empresa no responde a las necesidades de información de las áreas y es óptimo con relación al tiempo de proceso y seguridad.	
En el sistema de información de la empresa, o en forma independiente, no existe un subsistema específico para la gestión energética que permite la toma de decisiones oportuna a nivel de operación, superintendencia y gerencia de procesos.	
La Gerencia no ha definido las rutas y los reportes que indiquen el tipo de datos requeridos para el proceso de toma de decisiones en el sistema de información donde está incluido el de eficiencia energética.	

REPRESENTATE DE LA GERENCIA PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	Calificación:0
No existe un representante de la gerencia para la eficiencia energética en la empresa.	
No existe una evaluación y un registro diario o semanal de los comportamientos de los presupuestos, indicadores de eficiencia y consumos absolutos de energía a nivel de áreas y a nivel de empresa.	
No existe retroalimentación del representante de gerencia a las áreas y la gerencia sobre los resultados del monitoreo del comportamiento de los indicadores, presupuestos y consumos en cada área y la empresa.	

No existe una actividad mensual para evaluación del comportamiento de indicadores, presupuestos y consumos, así como de la marcha de los proyectos de mejora de la eficiencia energética.
No existen chequeos periódicos ante gerencia de las buenas prácticas de gestión empresarial por la eficiencia energética, documentado y registrado.
No existe coaching del representante de la gerencia para la eficiencia energética a los proyectos de mejora en cada área y a nivel de empresa.
No existen auditorias por el representante de gerencia para la eficiencia energética a las buenas prácticas de gestión a nivel de áreas.
No se realiza el ajuste de las metas de eficiencia de la compañía cada año productivo en función de los resultados alcanzados por cada área y la empresa.
No existen indicadores energéticos a nivel de empresa que permite evaluar el impacto de cada área en el indicador general de la empresa.
No existen actividades de promoción a proyectos de mejora de la eficiencia energética identificando y divulgando incentivos financieros, tributarios específicos y vigentes a nivel nacional, invitando a especialistas externos a diagnósticos, programando talleres o workshop sobre temas de mejora de eficiencia en procesos críticos específicos o realizando visitas a otras empresas del grupo empresarial con resultados observables.
No se confecciona mensualmente por el representante de gerencia la información divulgativa sobre el desempeño de la gestión energética por áreas y a nivel de empresa y se retroalimenta al personal.

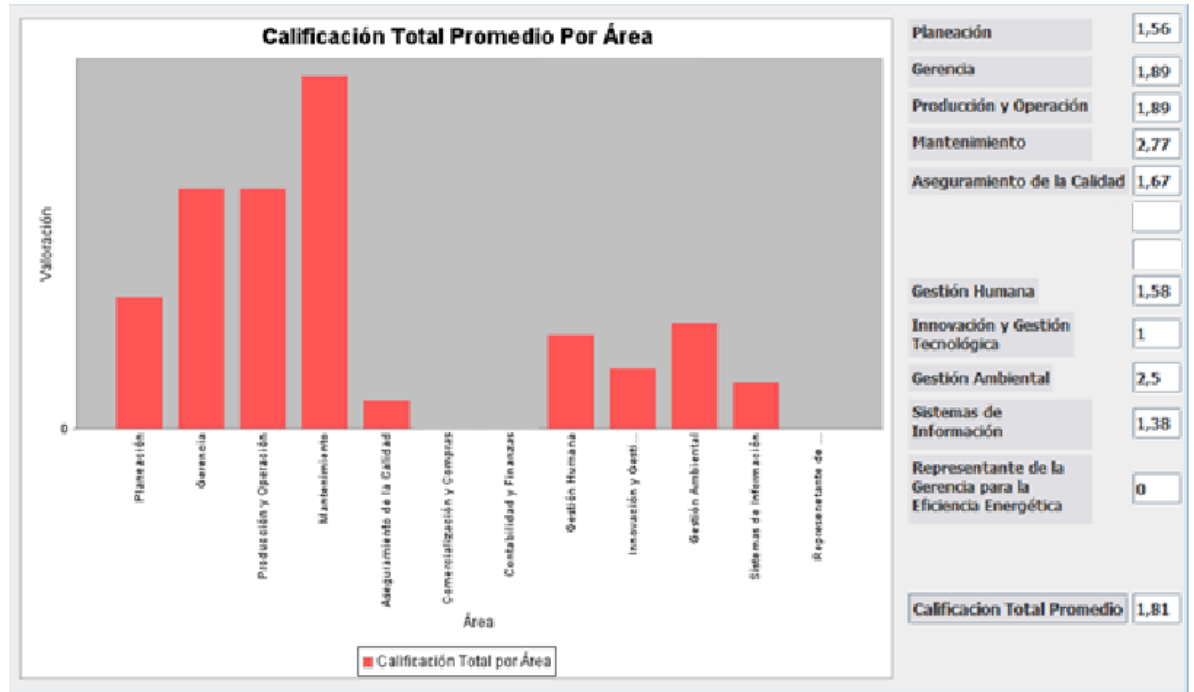
CALIFICACIÓN TOTAL	1,81
---------------------------	-------------

Fuente los Autores, Adaptado de: Resultados del calificador software del a UPME

Según los resultados de la encuesta realizada y su ponderación, se observa en la figura 19, la falta de gestión energética del edificio debido a su baja calificación de 1,81, siendo así la calificación más alta pero no cumpliendo con el mínimo aceptado, la parte de mantenimiento con un puntaje de 2,77 esto es debido a que existen mantenimientos programados pero no son cumplidos por los contratistas.

Necesariamente se necesita implementar en el edificio o en las edificaciones de la Universidad Industrial de Santander un representante de la gerencia para la eficiencia energética, con motivo de coordinar y evaluar un sistema energético eficiente y manejar las buenas prácticas en el uso racional de la energía.

Figura 7 Calificación total promedio por área



Fuente Software de Calificador de Gestión Energética UPME

7.2 CENSO DE CARGA DEL EDIFICIO ADMINISTRACIÓN II

Este censo de carga se realiza para la identificación e individualización de potenciales de ahorro obteniendo un estimado del consumo en kWh de cada equipo instalado en la edificación sus respectivas horas de trabajo y uso durante la realización de la medición, en la tabla 20 y 21 se detalla este censo.

Este censo de carga se ejecuta realizando una visita al edificio identificando los equipos instalados con sus respectivos datos de placa, estimando un tiempo de uso diario para constituir un consumo en kW mensual.

Tabla 20 Censo de Carga Edificio Administración II

CUADRO DE CARGA EDIFICIO ADMINISTRACIÓN II								
Áreas	Equipos	Cantidad de Equipos	Potencia [kW]	Horas/día	Día/mes	Horas/Mensuales	kWh Mensual Total	Consumo Total por Areas kWh
Iluminación	Sylvania 6500k F17 T8 /DayLight	538	0,017	8	24	192	1756,032	2596,992
	Sylvania F32w T8 super	120	0,032	8	24	192	737,28	
	Bombillas Fluorecentes	36	0,015	8	24	192	103,68	
Equipos de Oficina	Computadores HP	51	0,28	8	24	192	2741,76	10610,64
	Computadores Dell	107	0,275	8	24	192	5649,6	
	Computadores Lenovo	10	0,3	8	24	192	576	
	Impresoras	38	0,08	8	24	192	583,68	
	Fotocopiadoras	4	1	8	24	192	768	
	Routers	5	0,049	24	30	720	176,4	
Aires Acondicionado	VideoBeam	6	0,4	2	24	48	115,2	11273,472
	LG 9000 BTU	22	0,88	8	24	192	3717,12	
	LG 12000 BTU	17	1,668	8	24	192	5444,352	
	LG 24000 BTU	5	2,2	8	24	192	2112	
Motores	Ascensor	1	7,2	6	24	144	1036,8	1036,8
Otros	Neveras	5	0,25	24	30	720	900	981
	Cafeteras	5	0,9	0,5	24	12	54	
	Microondas	5	0,75	0,3	24	7,2	27	
							TOTAL	26498,904

Tabla 21 Censo de carga parte de Publicaciones

CUADRO DE CARGA EDIFICIO PUBLICACIONES								
Areas	Equipos	Cantidad de Equipos	Potencia [kW]	Horas/dia	Dia/mes	Horas/Mensuales	kWh Mensual Total	Consumo Total por Áreas kWh
Iluminación	Sylvania 6500k F17 T8 /DayLight	464	0,017	8	24	192	1514,496	3230,976
	Sylvania F32w T8 super	118	0,032	8	24	192	724,992	
	Sylavania T5x2	32	0,032	8	24	192	196,608	
	Sylvania 96x2	40	0,096	8	24	192	737,28	
	Bombillas Fluorescentes	20	0,015	8	24	192	57,6	
Equipos de Oficina	Computadores HP	51	0,28	8	24	192	2741,76	7242
	Computadores Dell	46	0,275	8	24	192	2428,8	
	Computadores Lenovo	3	0,3	8	24	192	172,8	
	Impresoras	24	0,08	4	24	96	184,32	
	Fotocopiadoras	4	1	6	24	144	576	
	Routers	3	0,049	24	30	720	105,84	
	UPS 6 kVA	1	1,1	24	30	720	792	
	Televisores	7	0,22	3	24	72	110,88	
	Scanner	2	0,15	2	24	48	14,4	
VideoBeam	6	0,4	2	24	48	115,2		
Aires Acondicionado	LG 9000 BTU	10	0,88	8	24	192	1689,6	5300,736
	LG 12000 BTU	6	1,668	8	24	192	1921,536	
	LG 24000 BTU	4	2,2	8	24	192	1689,6	
Motores	Guillotina	1	1,5	5	24	120	180	1137,84
	Guillotina	1	0,75	5	24	120	90	
	Plastificador	1	0,75	5	24	120	90	
	Prinstmaster	1	4	4	24	96	384	
	Impresora OffSet	1	2,735	6	24	144	393,84	
Otros	Neveras	5	0,2	24	30	720	720	1014,72
	Cafeteras	5	0,7	0,5	24	12	42	
	Microondas	2	0,75	0,3	24	7,2	10,8	
	Ventiladores	21	0,06	8	24	192	241,92	
							TOTAL	17926,272

Fuentes los Autores

En la tabla 20 y 21 se encuentran discriminado los equipos que consumen energía eléctrica en el edificio el censo se subdividió por edificio para tener la información más clara y discriminada.

En la tabla 22 y 23 se encuentra la información más condensada viendo la estimación de consumo clasificado en iluminación, equipos de oficina, aires acondicionados, motores y otros.

Tabla 22 Consumo total por equipos edificio de Administración II

Equipos	Energía consumida promedio mes [kWh]
Iluminación	2596,992
Equipos de Oficina	10610,64
Aires Acondicionado	11273,472
Motores	1036,8
Otros	1098

Fuente Los Autores

Tabla 23 Consumo total por equipos edificio de publicaciones

Equipos	Energía consumida promedio mes [kWh]
Iluminación	3230,976
Equipos de Oficina	7242
Aires Acondicionado	5300,736
Motores	1137,84
Otros	1014,72

Fuente los Autores

Figura 8 Consumo total estimado en porcentaje por equipos Administración II

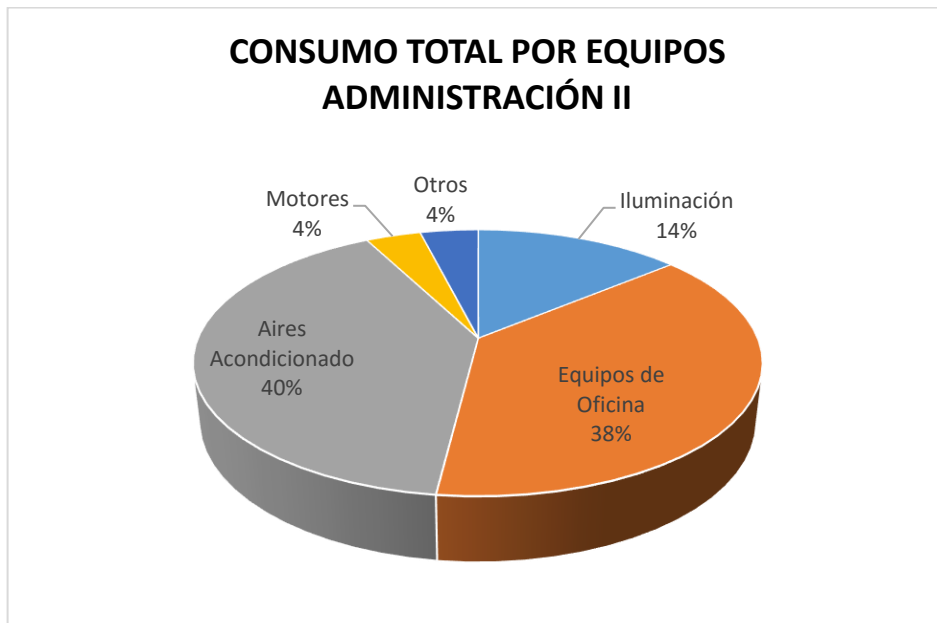


Figura 9 Consumo total estimado en porcentaje por equipos publicaciones

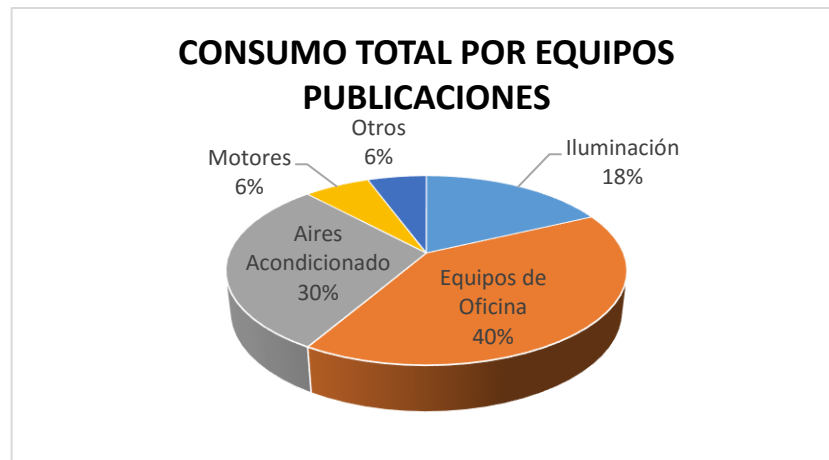
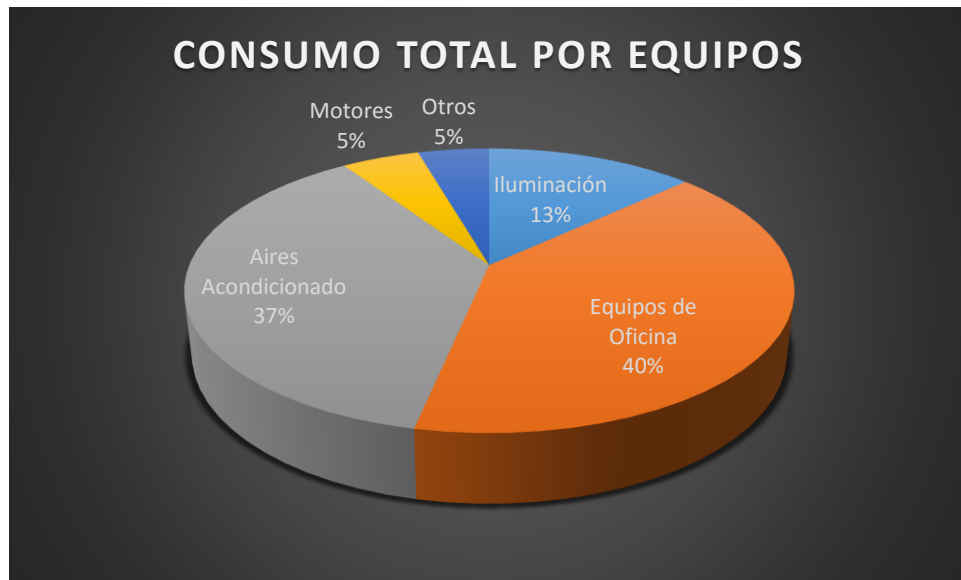


Tabla 24 Consumo TOTAL por equipos

Equipos	Energía consumida promedio mes [kWh]
Iluminación	5827,968
Equipos de Oficina	17852,64
Aires Acondicionado	16574,208
Motores	2174,64
Otros	1995,72
TOTAL	44425,176

Figura 10 Consumo TOTAL estimado en porcentaje por equipos



Luego del censo de carga realizado por todas las oficinas del edificio se logró identificar todos los equipos que consumen energía eléctrica y promediar su uso diario durante la jornada laboral, por medio de esta identificación se obtuvo que los elementos de mayor consumo son los equipos de oficina siendo computadores, fotocopiadoras, impresoras, routers etc, el cual no se aleja de la realidad ya que este edificio es netamente administrativo como se observa en la figura 22.

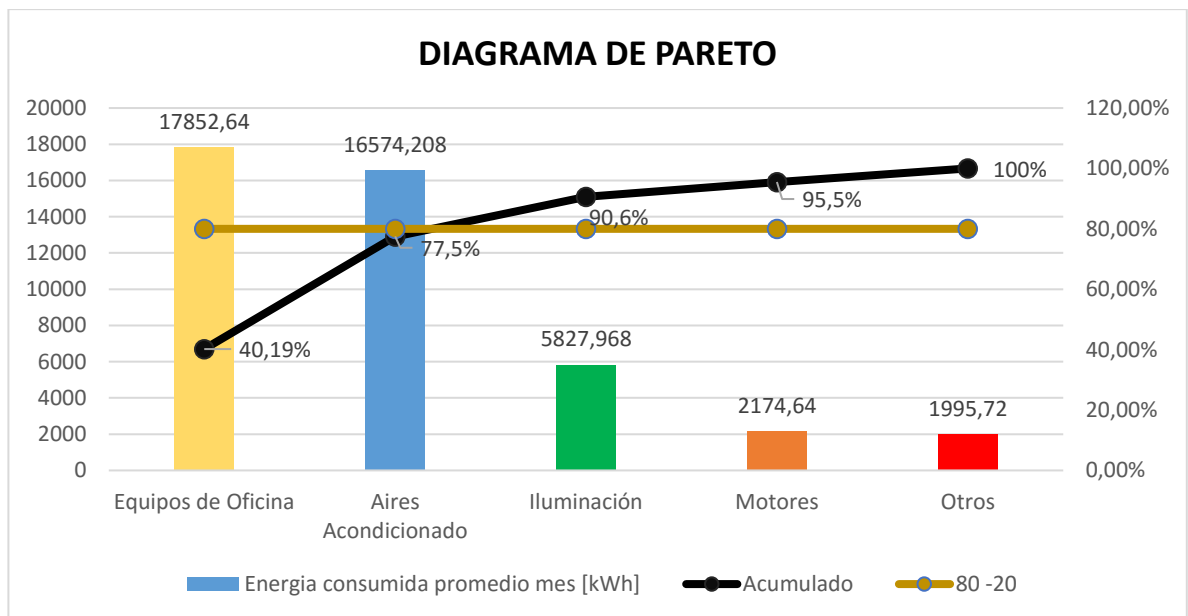
7.3 DIAGRAMA DE PARETO DE CONSUMO DE ENERGÍA

El Diagrama de Pareto constituye un sencillo y gráfico método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales) y las que lo son menos (los muchos y triviales). [11]

Las ventajas del Diagrama de Pareto pueden resumirse en:

- Permite centrarse en los aspectos cuya mejora tendrá más impacto, optimizando por tanto los esfuerzos.
- Proporciona una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas.
- Ayuda a evitar que se empeoren algunas causas al tratar de solucionar otras y ser resueltas.
- Su visión gráfica del análisis es fácil de comprender y estimula al equipo para continuar con la mejora.

Figura 11 Diagrama de Pareto



En la figura 23, se aprecia que los equipos de mayor impacto de consumo son: Equipos de cómputo y aires acondicionados, representando el 77,5% del consumo total de este edificio por lo tanto se convierten de interés para el análisis de la caracterización energética.

7.4 IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES DE CONTROL DEL USO DE ENERGÍA

Luego de realizar el censo de carga y conocer los consumos por equipo, se definirá cuáles son las variables energéticas de control (controlable, y no controlable), las variables de control que la guía de implementación del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE) son relacionadas con los siguientes factores:

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

En este trabajo de grado se define la variable productiva, el número de personas que hacen uso de este edificio, personal administrativo y personas atendidas, este tipo de variable no controlable se denomina variable significativa. La variable significativa es la más importante ya que es la que opera el consumo de los equipos y el edificio en total.

Las variables controladas del edificio son las que proporciona los estados de los equipos en este caso los mantenimientos que se le realizan a los mismos.

Las variables que se consideran las principales son las variables operacionales y las variables productivas, siendo estas las que afectan directamente el consumo del edificio.

La división de Publicaciones que se encuentra el edificio tiene variables productivas esta división está encargada de la elaboración de poster, libros, cajas de los combos saludables, impresiones de alta calidad, fotocopiado etc. Razón por la cual cuenta con una maquinaria importante para la realización de estas actividades, este análisis no se realizó debido a que el consumo de mayor impacto de este edificación son los equipos de cómputos y aires acondicionados, los motores solo implican un 5% del consumo total estimado, no obstante no deja de ser importante.

7.5 ANÁLISIS DE CONSUMO DE ENERGÍA

En este capítulo aplicaremos las herramientas para el análisis de caracterización energética tales como:

- Gráfico de control
- Tendencias de consumos
- Gráfico de consumos
- Usuarios atendidos vs tiempo
- Energía vs usuarios atendidos
- Consumo vs usuarios atendidas
- Línea de meta
- Indicadores vs usuarios atendidos
- Gráfico de tendencias

7.5.1 CONSUMO HISTÓRICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL EDIFICIO ADMINISTRACIÓN II

Para poder determinar el consumo histórico del edificio Administración II debido a que el edificio no cuenta con medidor de energía propio, se estableció el consumo del campus total, estos datos de consumo de la Universidad, son obtenidos de las facturas registradas en la oficina de Planta Física.

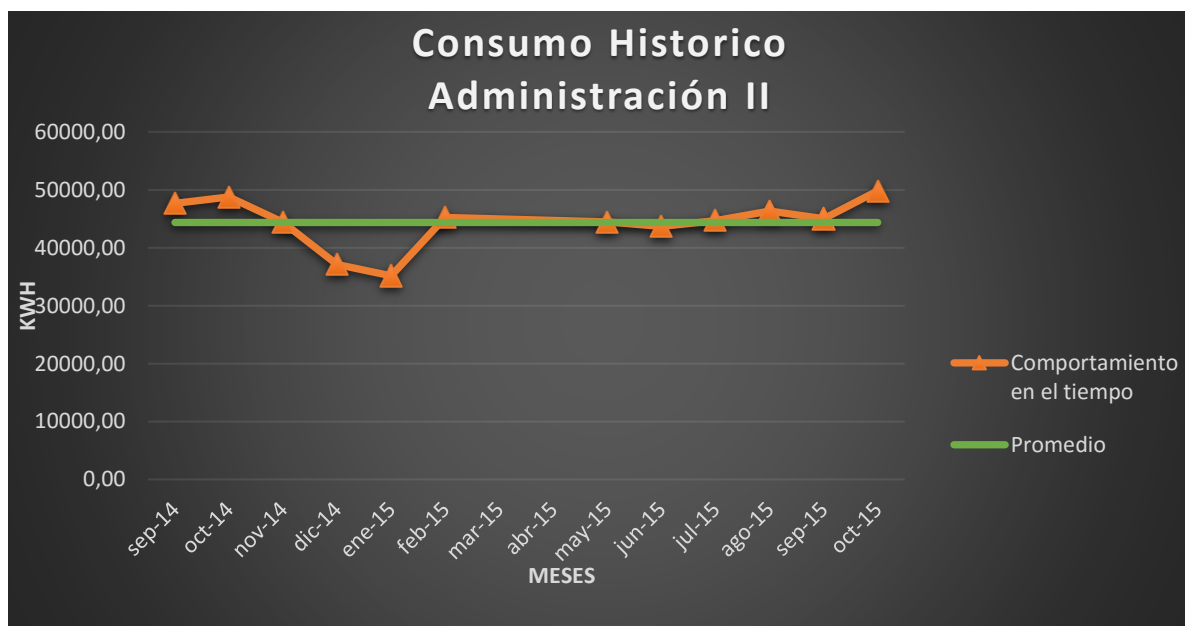
Según el consumo establecido de energía eléctrica que se realizó con el censo de carga el consumo mensual del edificio el cual fue de 44425,1769 kWh en el mes de mayo, luego revisamos el consumo mensual que tuvo la Universidad ese mismo mes y a partir de ese consumo histórico mensual de la universidad empezamos a aplicar la variación porcentual que tuvo como se observa en la tabla 25.

Por motivos de confidencialidad, no se pueden anexar los recibos de las facturas de energía eléctrica de la universidad.

Tabla 25 Consumo energético histórico de la Universidad Industrial de Santander y del edificio Administración II

Universidad Industrial de Santander				Edif. Administración II
Mes	Consumo kWh	Valor kW	Valor Total	Consumo kWh
nov-14	522502	288,32	150647776,6	47656,8250
dic-14	534872	294,09	157300506,5	48785,04928
ene-15	487294	288,57	140618429,6	44404,83643
feb-15	407011	28731	11693833041	37122,99708
mar-15	385355	294,55	113506315,3	35147,77866
abril-15	495555	327,51	162299218,1	45198,99171
may-15	487071	329,28	160382738,9	44425,176
jun-15	478672	331,04	158459578,9	43659,11304
jul-15	489522	430,42	210700059,2	44648,72884
ago-15	508064	370,56	188268195,8	46339,92297
sep-15	493696	384,14	189648381,4	45029,4345
oct-15	546246	363,11	198347385,1	49822,45851

Figura 12 Tendencia del consumo en kWh de Administración II



Se obtuvo el consumo histórico del edificio administración II aplicándole la variación de consumo total de campus central como se observa en la tabla 25, obteniendo un promedio de consumo de 44353,44 kWh, en el mes de octubre tuvo un mayor consumo estimado de

49822,4581 kWh y en el mes de enero de 35147,7786 kWh este consumo menor es debido a las vacaciones que tienen la divisiones del edificio.

7.5.2 GRÁFICO DE CONTROL

Los gráficos de control hacen posible analizar la estabilidad del proceso productivo e identificar los comportamientos anómalos del consumo de energía en las actividades que se llevan a cabo en el edificio. Para tal fin, se hará uso de algunos de los conceptos de la MSS, tal y como lo propone la guía “Herramientas para el Análisis de la Caracterización de la Eficiencia Energética” [12]

Tabla 26 Datos de Gráfico de Control

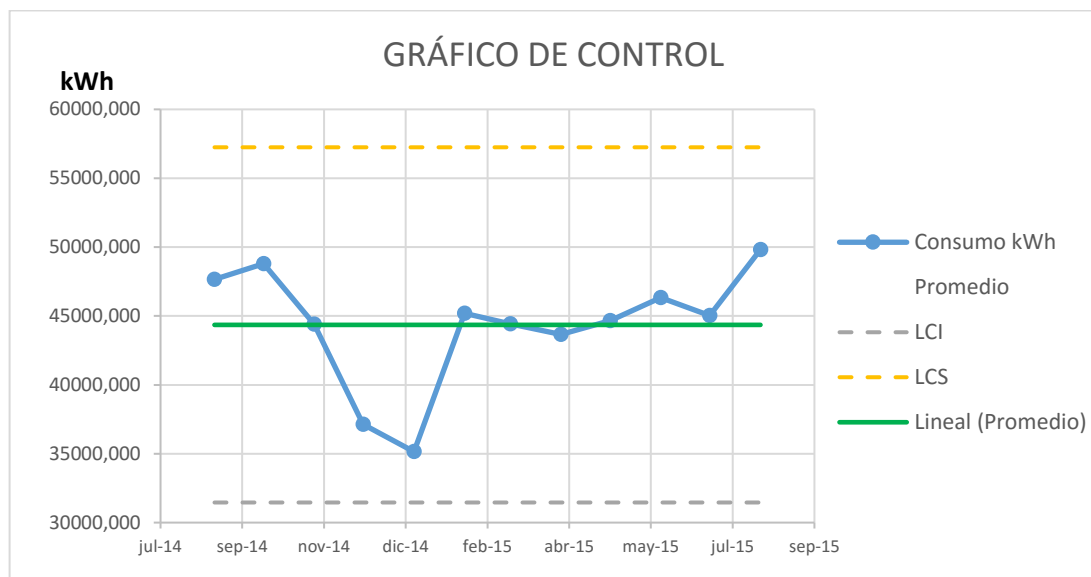
Mes	Consumo kWh	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	LCS	LCI
nov-14	47656,796	44353,440	4297,78066	57246,7822	31460,0983
dic-14	48785,049				
ene-15	44404,836				
feb-15	37122,997				
mar-15	35147,779				
abr-15	45198,992				
may-15	44425,176				
jun-15	43659,113				
jul-15	44648,729				
ago-15	46339,923				
sep-15	45029,434				
oct-15	49822,459				

El límite de control superior (LCS) y control inferior (LCI) se obtuvieron aplicando la siguiente formula.

LCS: Promedio + (3*Desviación estándar)

LCI: Promedio – (3*Desviación estándar)

Figura 13 Gráfico de Control



Con base en la información de la tabla 26 se construyó la gráfica de control observando que todos los valores de consumo histórico se encuentran dentro de los límites de control, por consiguiente, se podría afirmar que los consumos tienen comportamientos estables y ninguno es anómalo, concluyendo que el edificio tiene una tendencia de consumo constante mensualmente.

7.5.3 Gráfico de consumo de energía y ocupación contra el tiempo (EO vs T) en el edificio Administración II

Es un gráfico que visualiza la variación del consumo de energía eléctrica con las personas atendidas en el tiempo. Se muestran los periodos en los que se originan los comportamientos anormales en la variación del consumo respecto a la variación de personas atendidas que son el personal administrativo y estudiantes que llegan a ser atendidos en estas unidades académico administrativas.

Para hallar esta variación se utiliza la siguiente ecuación:

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

%V = Porcentaje de variación

C_{actual} = Consumo/personas atendidas actual

$C_{anterior}$ = Consumo/personas atendidas anterior

A continuación, en la tabla 27 se muestran los datos y resultados de la variación utilizados para realizar el gráfico de consumo y personas atendidas en el periodo correspondiente al año 2014 y 2015.

Tabla 27 Variación porcentual Consumo /Ocupación Edificio Administración II

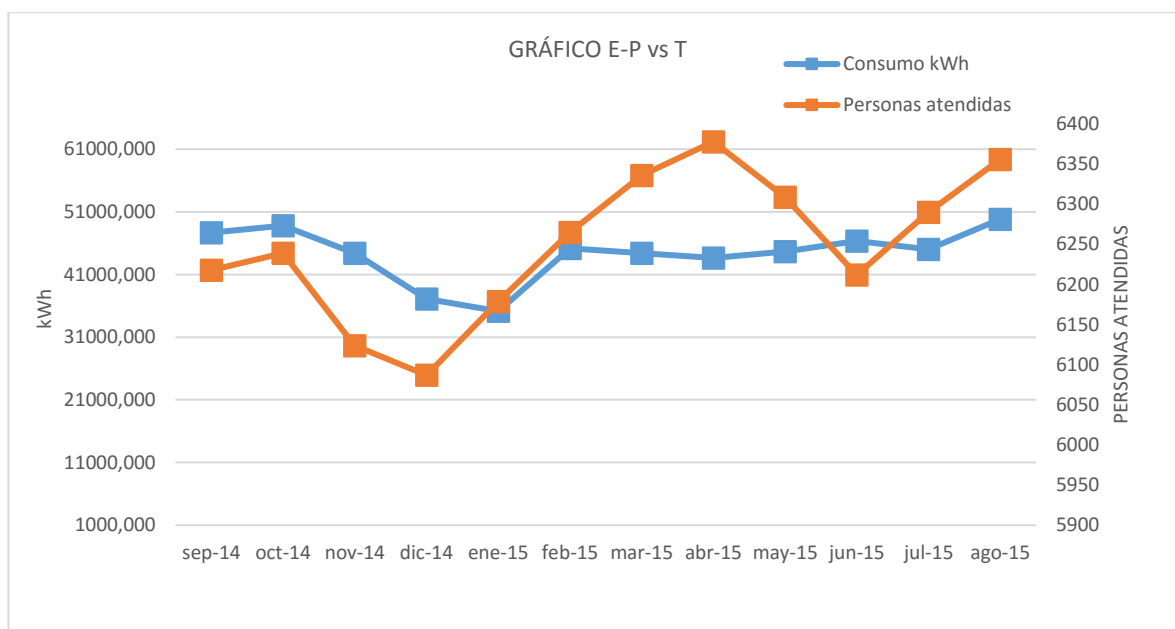
Mes	Consumo kWh	Variación Porcentual de Consumo	Ocupación Personas	Variación Porcentual Ocupación	Observaciones
sep-14	47656,796		6218		
oct-14	48785,049	0,02	6239	0,003	
nov-14	44404,836	-0,09	6124	-0,02	
dic-14	37122,997	-0,16	6087	-0,01	
ene-15	35147,779	-0,05	6179	0,02	Anómalo
feb-15	45198,992	0,29	6265	0,01	
mar-15	44425,176	-0,02	6336	0,01	Anómalo
abr-15	43659,113	-0,02	6378	0,01	Anómalo
may-15	44648,729	0,02	6309	-0,01	
jun-15	46339,923	0,04	6212	-0,02	Anómalo
jul-15	45029,434	-0,03	6290	0,01	Anómalo
ago-15	49822,459	0,11	6356	0,01	

La ocupación de personas fue determinada por el número de trabajadores de las diferentes unidades académico administrativas del edificio ADMINISTRACIÓN II, a parte de esta información recolectada a la hora en que se realizó el censo de carga, y con la ayuda del servicio de vigilancia del edificio quien lleva el control de acceso a las unidades que tienen atención a estudiantes como son relaciones exteriores, vicerrectoría de investigación y extensión y las unidades que prestan servicios de unidades asesoras como la división de contratación, control interno etc, se logró determinar un estimado mensual de ocupación de personas del edificio para poder así determinar la variación porcentual mes a mes del edificio.

Generalmente al ocurrir un incremento de la producción produce un incremento del consumo de energía asociado al proceso y viceversa, se presentan comportamientos atípicos si:

- Se incrementa la producción y disminuye el consumo de energía eléctrica.
- Decrece la producción y se incrementa el consumo de energía.

Figura 14 Gráfico Consumo (E) y personas atendidas (P) vs Tiempo (T)



Como se observa en la figura 26 el comportamiento de la curva en el mes de abril existió un menor consumo con un mayor número de personas atendidas, opuesto al mes de diciembre que se observa un mayor consumo con más personas atendidas.

7.5.4 GRÁFICO CONSUMO (E) vs PERSONAS ATENDIDAS (P)

Este grafica muestra en qué medida se ve el impacto del consumo de energía por la variación de personas atendidas, de esta forma se puede calcular la correlación que hay entre estas dos variables

En la figura 27 se observa el diagrama de dispersión con el coeficiente de correlación y la ecuación de regresión lineal.

Figura 15 Consumo (E) vs Ocupación (P)

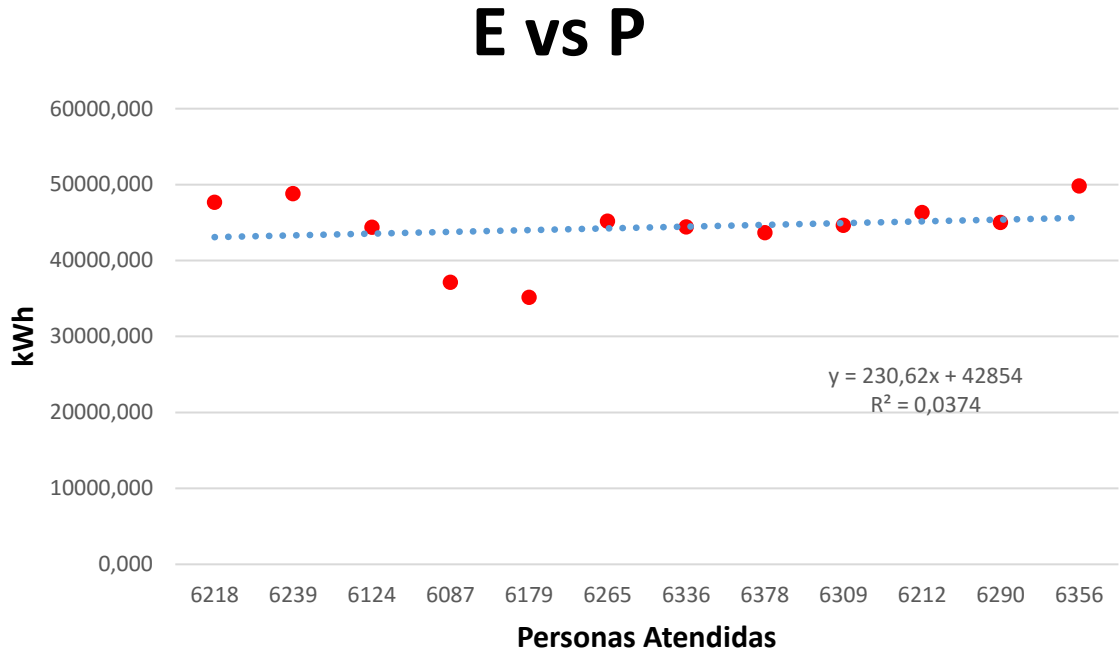


Tabla 28 Criterio de confiabilidad de la muestra “Coeficiente de correlación”

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

Y: ordenada, corresponde al consume energético no asociado.

X: abscisa, ocupación de edificio.

El valor de 30619,183 kWh es la energía no asociada a las personas atendidas. Este valor representa el 71,45% del consumo promedio de la energía eléctrica, este indicador revela que el consumo no depende del nivel de personas atendidas y este puede ser generado por los siguientes factores.

Iluminación: la iluminación del edificio está constantemente encendida en las oficinas, por consiguiente, este consumo no depende del nivel de personas atendidas ya que algunos puestos comparten la misma iluminación.

Aires Acondicionados: sucede lo mismo que con las luminarias los encienden sea para un puesto o dos puestos de trabajo no depende de la cantidad de personas que allí se encuentren.

Por lo anterior, se aprecia el hecho de que el porcentaje de la energía no asociada con las personas atendidas debe ser mínimo para reducir pérdidas energéticas en el edificio.

7.5.5 GRÁFICO DE CONSUMO DE ENERGÍA (E) VS OCUPACIÓN PARA LA IDENTIFICACIÓN DE METAS

Con la finalidad de encontrar fuentes para implementar el ahorro energético, es importante trazarse una meta alcanzable que se vea reflejado para el uso eficiente de la energía y un indicador que evalúe cuantitativamente esta meta.

Para trazarnos esta meta se calcula con la ecuación de línea de tendencia del gráfico anterior hallado para los niveles por debajo de la media, así:

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

Donde:

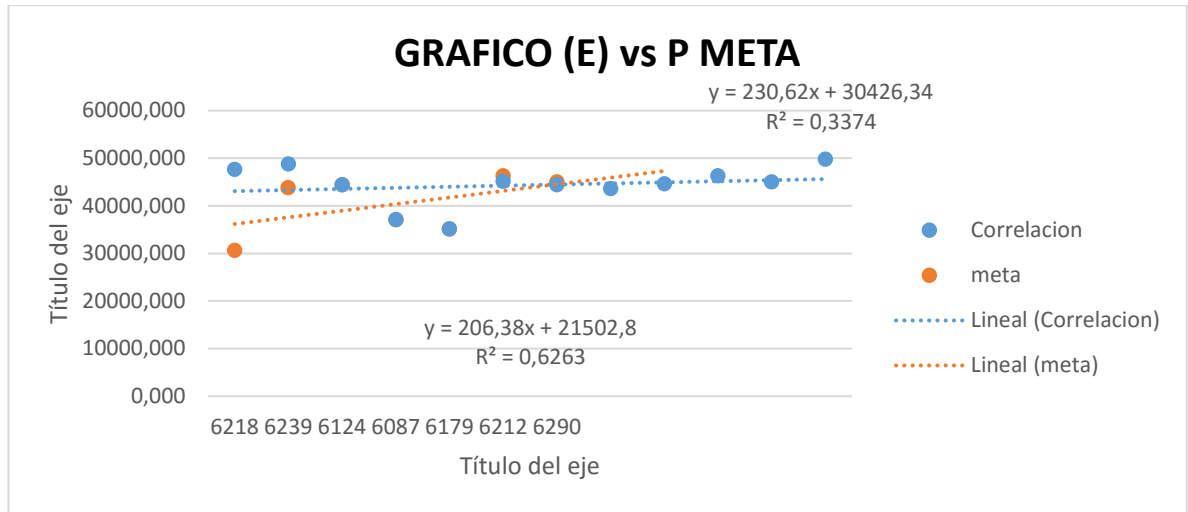
E_{meta} = consumo meta para un nivel de producción dado (kWh/mes)

M_{meta} = nueva pendiente para la línea meta de tendencia.

$E_{o\ meta}$ = nuevo intercepto (energía no asociada a la ocupación) para la línea de meta de tendencia.

P = producción programada, para el caso será ocupación programada

Figura 16 Diagrama E vs P línea meta



La finalidad del grafico 27 es demostrar la tendencia de los consumos bajos para nivel altos de personas atendidas, y establecer las medidas correctivas correspondientes para llegar a tener un comportamiento similar a la tendencia meta.

En cuanto a la energía no asociada a las personas atendidas se aprecia la reducción de 30426,34 kWh a 21502,8 kWh.

Se evidencia la mejora de la correlación de los datos asumiendo un mejor comportamiento para las variables utilizadas en la elaboración de la línea meta.

La energía no asociada es relativamente estable con una reducción en el consumo, este no reduce considerablemente ya que en el edificio se encuentran algunas cargas tales como neveras refrigerantes, sistemas de respaldo, que deben permanecer encendidos para el acondicionamiento de los elementos y este no depende directamente de las personas atendidas.

7.5.6 DESCRIPCIÓN DE LA VARIABILIDAD DEL CONSUMO EN EL GRÁFICO ÍNDICE DE CONSUMO (IC) VS. PERSONAS ATENDIDAS (P).

En la figura 29 se utiliza para establecer metas de índices de consumos en función de las personas atendidas, para evaluar el desempeño de la eficiencia energética del edificio en un periodo mensual. Este diagrama es muy útil para determinar el punto crítico de la producción del edificio, y factores que influyen en las variaciones del índice de consumo [12].

Para la realización de este gráfico se utilizará la ecuación de E vs P la cual tiene la siguiente forma $E = m * p + E_o$. el gráfico IC vs P es una línea curva con asíntota en el eje x, la curva se obtiene con la siguiente expresión:

$$IC = m + \frac{E_p}{P}$$

Donde:

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

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

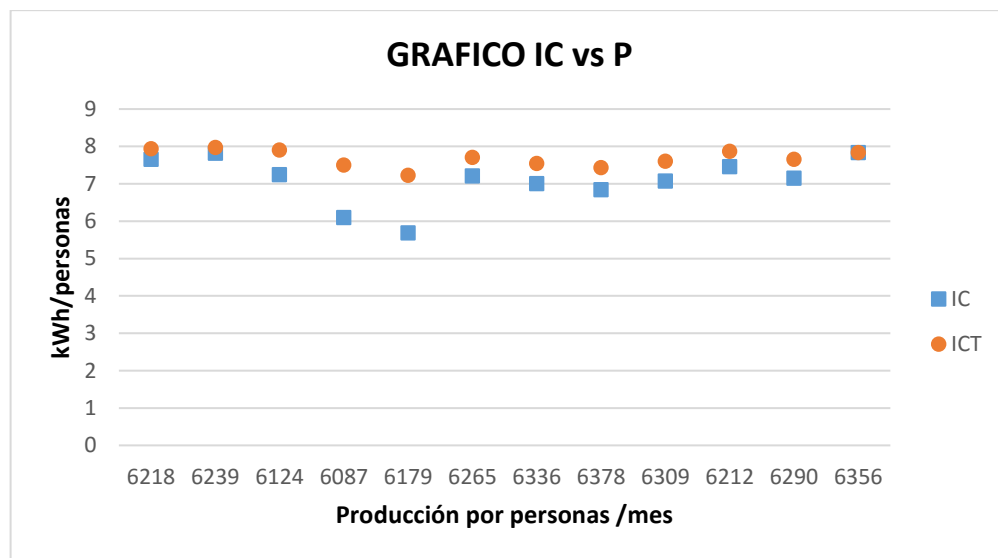
P = Producción asociada en el periodo seleccionado.

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

Tabla 29 Datos de índice de consumo vs personas atendidas (IC vs P)

CONSUMO MENSUAL	Personas Atendidas/mes	IC	CT	ICT
47656,796	6218	7,66432873	49391,7701	7,94335318
48785,049	6239	7,81936998	49760,4783	7,97571379
44404,836	6124	7,25095304	48408,709	7,90475326
37122,997	6087	6,09873453	45668,5835	7,50264228
35147,779	6179	5,68826326	44692,4295	7,23295509
45198,992	6265	7,21452382	48322,0755	7,71302083
44425,176	6336	7,01154924	47839,3756	7,5504065
43659,113	6378	6,84526702	47443,9349	7,4386853
44648,729	6309	7,07698983	47995,0018	7,60738656
46339,923	6212	7,45974291	48905,2384	7,87270419
45029,434	6290	7,15889261	48189,7773	7,66133184
49822,459	6356	7,83864986	49806,3284	7,83611208

Figura 17 gráfico Índice de Consumo (IC) vs personas atendidas (P)



En la figura 29 se observa que el consumo varía entre 5,68 y 7,83 kWh/persona al mes con un promedio de 6249 personas que entran mensualmente al edificio administración II producciones que se encuentran por debajo del punto crítico representan una zona de ocupación de baja eficiencia energética generando un aumento en la energía no asociada a las personas que utilizan el edificio.

8. CAMPAÑA AHORRO DE ENERGÍA

Figura 18 Campaña de ahorro



**ADMINISTRA
LA ENERGÍA**

- Administra, controla y supervisa la Energía.
- Aprovecha la Luz natural para iluminar tu oficina.
- Cierra bien puertas y ventanas si utilizas el aire acondicionado.



Universidad Industrial de Santander

Navigation icons: back, forward, search, home, and menu.

Esta campaña se realizó por las diferentes divisiones que conforman el edificio Administración II, con el fin de concientizar al personal administrativo de la Universidad para que de una u otra forma cada persona aporte al ahorro y a la causa de mitigar el improductivo uso de la energía, para trazar objetivos importantes tales como alcanzar mínimos consumos, costos de energía posibles y disminuir el impacto ambiental.

Se hicieron las siguientes recomendaciones:

- **No enciendas las luces si no es imprescindible.** Hazlo por zonas y aprovecha al máximo la luz natural. Cambia la orientación de tu puesto de trabajo si es necesario.
- **Apaga las luces que no uses, aunque sean periodos cortos.** El último en salir de la oficina corroborar que todo este apagado y desconectado.
- **Aprovecha al máximo la ventilación natural.** Abre las ventanas en lugar de poner el aire acondicionado cuando la temperatura en el exterior sea agradable.
- **Procura no dejar puertas o ventanas abiertas,** sobre todo cuando los sistemas de calefacción o de aire acondicionado estén funcionando.
- **Programa la temperatura de los aires acondicionados a las temperaturas recomendadas (22 - 24°C).**
- **Gestiona adecuadamente el consumo de energía de los equipos:**
 - Ajusta el brillo de la pantalla del monitor a nivel medio.
 - Utiliza fondos de escritorio oscuros y salvapantallas negro, tras 10 minutos de inactividad.
 - Apaga la pantalla del monitor en paradas de unos 10 minutos y el ordenador cuando sean de más de 1 hora.
- **Acumula los trabajos de impresión y las fotocopias.** Hazlo por las dos caras y utiliza las funciones de ahorro de tinta, en blanco y negro o en función de borrador.
- **Asegúrate de que los nuevos equipos incorporan opciones de ahorro de energía.**
 - Un ordenador portátil consume un 50% menos que uno de sobremesa.
 - Una pantalla plana consume un 50-70% menos que una convencional.
 - Reutiliza piezas de los equipos (ratón, teclado, cables,...).
- **Desenchufa los equipos cuando no se utilicen (al final de la jornada, fines de semana, vacaciones,...). No los dejes en stand-by.**
- **Sube y baja por las escaleras. Ahorra energía y gana en salud.**

9. PROPUESTA DE AHORRO DE ENERGIA

Durante el proceso de la elaboración de este proyecto y realizando las diversas actividades que conlleva, se comprobó la mala práctica a la hora de la utilización de equipos de oficina, aires acondicionados y luminarias que es la gran parte del consumo de este edificio por las personas que allí trabajan.

Lo más importante en la campaña de ahorro de energía es informar a las personas para el uso correcto de estos equipos la mayoría de personas se desprecupan porque no son ellos los que pagan las enormes facturas de energía de este edificio, si las personas diera buen uso a sus elementos de trabajo aportarían a reducir costos a la Universidad y así contribuir al ahorro local como a cuidar el medio ambiente ya que nuestras fuentes de energía son hídricas y térmicas.

EQUIPOS DE OFICINA

Realizando el censo de carga se logró comprobar que los trabajadores no apagan los equipos de oficina a la hora de descanso al medio día, incluso algunos dejan encendido el computador toda la noche para no perder los datos, páginas de navegación o trabajos que se encuentran realizando durante el día y no terminan.

SISTEMA DE ILUMINACION

El edificio de administración II cuenta en la parte lateral derecha una gran cantidad de ventanas que sirven para el aprovechamiento de luz natural y que es desperdiciada en su totalidad por todos los puestos de trabajos que directamente son afectadas.

Figura 19 Edificio Administración II



Son 18 puestos de trabajos de los cuales podrían aprovechar directamente esta luz natural para disminuir el consumo.

Tabla 30 Ahorro en luminarias para estas 18 oficinas

PISO	PUESTO DE TRABAJO	LUMINARIAS	POTENCIA kW	Horas/días	Días/Mes	Total kWh
1	3	2	0,32	3	24	138,24
2	4	4	0,17	3	24	195,84
3	3	4	0,17	3	24	146,88
4	4	4	0,17	3	24	195,84
5	4	2	0,32	3	24	184,32
					TOTAL	861,12

Aprovechando diariamente como mínimo 3 horas al día se puede ahorrar 861,12 kWh al mes.

Llevando el consumo y el valor actual del kWh del mes de julio del 2016, se obtuvo el siguiente ahorro como lo demuestra la siguiente tabla:

Ahorro en kWh	Precio del kWh	Ahorro en \$
861,12	420	\$ 361.670,4

AIRES ACONDICIONADOS

Así como se puede aprovechar la luz natural, también podemos aprovechar la ventilación natural con el nuevo horario de trabajo para los administrativos con hora de entrada a las 7:00 am a esta hora el clima es bastante beneficioso para los trabajadores que tienen sus puestos de trabajo cerca de las ventanas, entonces podríamos ahorrar tanto en iluminación como en aires acondicionado.

Tabla 31 Ahorro en Aire Acondicionado

PISO	PUESTO DE TRABAJO	Aire Acondicionado	POTENCIA kW	Horas/días	Días/Mes	Total kWh
1	3	1	0,88	2	24	126,72
2	4	1	1,668	2	24	320,256
3	3	1	0,88	2	24	126,72
4	4	1	1,668	2	24	320,256
5	4	1	1,668	2	24	320,256
					TOTAL	1214,208

Llevando el consumo y el valor actual del kWh del mes de julio del 2016, se obtuvo el siguiente ahorro como lo demuestra la siguiente tabla:

Ahorro en kWh	Precio del kWh	Ahorro en \$
1214,208	420	\$ 509.967,36

Algunas recomendaciones a la hora de utilizar el aire acondicionado:

- Graduar la temperatura entre 22 °C y 24°C esta temperatura es bastante agradable para trabajar, recordemos que cada grado más aumento el consumo hasta en un 8%.
- Realizar un mantenimiento constante a estos equipos ya que los filtros se ensucian y se esfuerzan más aumentando el consumo.
- Tener puertas y ventanas cerradas para el uso eficiente del aire acondicionado.
- Las unidades condensadoras preferiblemente que no les pegue directamente la luz de sol.

10. CONCLUSIONES

- Después de haber implementado la metodología de caracterización energética al edificio de administración II, se concluye que las herramientas aplicadas proporcionan toda la información y resultados necesarios para la toma de decisiones a la hora de disminuir el consumo energético del edificio, identificando los elementos que generan mayor consumo y a su vez tomando medidas para el buen uso racional de la energía.
- Se propusieron políticas y metas para alcanzar una cultura de ahorro, formulando soluciones en las cuales no necesitan inversión económica para disminuir el consumo, se informó al personal administrativo para la reducción del consumo innecesario de la energía, generando en el personal gran impacto al conocer los efectos que generan el mal uso de la energía.
- Se concluyó que se deben crear líderes energéticos en cada división o unidades académico administrativas que conforman el edificio para llevar control en cual se disminuya el consumo, capacitando constantemente a este personal para que ellos lo apliquen en sus diversas oficinas y compañeros de trabajo.
- Según el análisis realizado a los aires acondicionados e iluminarias se concluyó, que estos equipos no se les hace el respectivo mantenimiento preventivo ni correctivo, los filtros de los aires se encuentran sucios conllevando al aumento de consumo y las luminarias sucias hacen perder el nivel de iluminancia de las mismas disminuyendo la luz artificial.
- Implementando las recomendaciones propuestas, para el uso de ventilación y luz natural a las oficinas donde mayor incidencia tiene en al menos dos horas diarias se estaría ahorrando mensualmente 2075,2 kWh una cifra significativa al aprovechar estos recursos.

11. REFERENCIAS

- [1] Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 50001. Sistemas de Gestión de la Energía. Requisitos con orientación para su uso.
- [2] Molina M. La *alineación estratégica de los recursos humanos a la gestión organizacional*. Curso de Entrenamiento. Universidad Nacional de San Marcos, Lima, Perú. Año 2004-2006.
- [3] Campos J; Prias O; Quispe E; Vidal J; Lora E; Documento URE "Herramientas para el análisis de caracterización de la eficiencia energética". Disponible en el portal URE de la página web de la UPME <http://www1.upme.gov.co/demanda-y-eficiencia-energetica>
- [4] Guía de buenas prácticas en uso racional de la energía para el sector de la pequeña y mediana empresa. Posada, Enrique. Publicado por el Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales. Ministerio del Medio Ambiente. ISBN 97200-6-3. Medellín, Colombia. 2002.
- [5] Caracterización Energética: el primer paso hacia el uso racional de la energía. Campos, J.C., Boletín No.128. Septiembre 2003. Disponible en Internet: www.Monografías.com
- [6] Ministerio de Minas y Energía, Ley No, 697 (Ley URE) del 3 de octubre de 2001, Colombia.
- [7] Herramientas para el análisis de la Caracterización de la Eficiencia Energética, UPME, COLCIENCIAS
- [8] DISTORSIÓN ARMONICA Ponente Ing. Eugenio Téllez Ramírez [citado 21 de junio de 2016] Disponible en Internet: <http://www.waterymex.org/contenidos/rtecnicos/Optimizando%20la%20Operacion%20y%20el%20Mantenimiento/Distorsion%20Armonica.pdf>.
- [9] CUANTOS TIPOS DE POTENCIA ELÉCTRICAS EXISTEN Texto e ilustraciones: José Antonio E. García Álvarez [citado 1 de julio de 2016] Disponible en: http://www.asifunciona.com/respuestas/respuesta_2/respuestas_2.html
- [10] LA GUIA META, Jalisco México [citado 2 de julio de 2016] Disponible en: http://www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-Metas-1002factor_de_potencia.pdf

[11] AITECO CONSULTORES, [citado 5 de julio de 2016] Disponible en:
<http://www.aiteco.com/diagrama-de-pareto/>

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

