



FORMULACIÓN DEL PLAN DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA PARA LA UNIVERSIDAD EL BOSQUE – CAMPUS USAQUÉN

Luis Alberto Parra Pulido

Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería Ambiental
Bogotá, 25 de abril del 2018

FORMULACIÓN DEL PLAN DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA PARA LA UNIVERSIDAD EL BOSQUE – CAMPUS USAQUÉN

Luis Alberto Parra Pulido

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Ambiental

Director (a):
Jaime Alberto Romero Infante

Línea de Investigación:
Gestión Integral Sustentable

Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería Ambiental
Bogotá, Colombia

2018

Nota de Salvedad de Responsabilidad Institucional

La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velara por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia.

*Dedico este trabajo a mi madre por su apoyo incondicional
en todos los proyectos que he emprendido.*

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a toda mi familia por formar un espacio donde pude ser libre de crecer y formarme como la persona que hoy esta graduándose como ingeniero.

Agradezco a mis amigos por todos los buenos y malos momentos que vivimos juntos y les deseo la mejor de las suertes en todo lo que esta por venir. Una mención especial a Sebastian gracias por todo lo que vivimos y por compartir tantos momentos con nosotros además de enseñarnos la fragilidad de la vida y a aprovecharla al maximo.

Un especial agradecimiento Luz Angela Luna, Sergio Ivan Leguizamon y Mario Omar Opazo por apoyarme durante el desarrollo del trabajo y asesorarme para concluir con éxito esta etapa de la vida.

Gracias totales.

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN	13
2. Abstract	13
3. INTRODUCCIÓN.....	14
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
4.1. Situación actual insatisfactoria.....	15
4.2. Situación ideal.....	15
5. JUSTIFICACIÓN.....	16
6. OBJETIVOS	16
6.1. Objetivo general.....	16
6.2. Objetivos específicos.....	17
7. ANTECEDENTES	17
8. MARCO DE REFERENCIA.....	19
8.1. Misión de la Universidad El Bosque	19
8.2. Visión de la Universidad El Bosque	19
8.3. Ubicación y localización	19
8.4. MARCO CONCEPTUAL.....	20
8.5. MARCO TEÓRICO.....	22
8.5.1. Sistema de Gestión Integral de la Energía	22
8.5.2. Sistema Institucional de Gestión Ambiental de la Universidad El Bosque.....	23
8.5.3. Sistema de Transformación Autónoma de la Conducta para el Comportamiento Limpio STACCOL	24
8.5.4. Sistema de Solución Creativa para Problemas Recurrentes ITACONE	24
8.6. MARCO NORMATIVO.....	26
8.7. MARCO INSTITUCIONAL	28
9. METODOLOGÍA.....	29
9.1. Plan de Trabajo	31
10. RESULTADOS Y ANÁLISIS	33

10.1. Desarrollo Objetivo 1	33
10.1.1. Identificación de la zona de estudio	33
10.1.2. Identificación del problema	33
10.1.3. Trabajo de campo.....	34
10.1.3.1. Fase 1: Revisión y caracterización de Tecnología.....	34
10.1.3.2. Fase 2: Almacenamiento y distribución de la energía	38
10.1.3.3. Fase 3: Uso de la Energía	40
10.1.4. FORMULACIÓN DEL PAUEE	40
10.1.4.1. Sistema de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía –SAUEE-, para la Universidad El Bosque	40
10.1.4.2. Identificación del Sistema	40
10.1.4.3. Definición y Descripción del Sistema	41
10.1.4.4. Equipo de Trabajo.....	42
10.1.4.5. Identificación de Determinantes o Actividades.....	43
10.1.4.5.1. Iluminación	44
10.1.4.5.2. Uso de equipos de cómputo.....	47
10.1.4.5.3. Equipos Eléctricos varios	50
10.1.4.5.4. Uso de Equipos personales.....	53
10.1.4.5.5. Tablas y diagramas generales de consumo de energía eléctrica por determinante en la Universidad El Bosque	53
10.1.4.5.6. Comparación consumo eléctrico hallado vs consumo real registrado	55
10.1.4.5.7. Análisis de tablas y diagramas generales de consumo de energía eléctrica por determinante en la Universidad El Bosque	57
10.1.4.5.7.1. Iluminación	57
10.1.4.5.7.2. Equipos de cómputo	57
10.1.4.5.7.3. Equipos varios.....	58
10.1.4.5.7.4. Equipos personales	58
10.1.4.5.8. Categorización y Priorización de los determinantes	58
10.2. Desarrollo Objetivo 2 Estrategias de Gestión.....	59
10.2.1. Problemática	59

10.2.2.	Situación Actual Insatisfactoria	60
10.2.3.	Situación Ideal.....	60
10.2.4.	Problemas Identificados.....	60
10.2.5.	Síntesis de Ideas de Solución.....	61
10.2.6.	Establecimiento de criterios de cumplimiento	61
10.2.7.	Ponderación de Ideas de Solución:.....	63
10.2.8.	Descripción Detallada de las Ideas de Solución	65
10.2.8.1.	Campañas de Educación Ambiental.	65
10.2.8.2.	Cambio de tecnologías.....	67
10.2.8.2.1.	Cambio de Luminarias.....	67
10.2.8.2.2.	RETIQ -Etiquetado de Equipos Eléctricos.	69
10.2.8.3.	Implementación de energías renovables (Paneles solares).....	73
10.3.	Desarrollo Objetivo 3 Análisis Costo - Beneficio.....	75
10.3.1.	Análisis Costo - Beneficio.....	75
10.3.2.	Campañas de Educación Ambiental	76
10.3.3.	Cambio de Luminarias.....	78
10.3.4.	Etiquetado eléctrico – RETIQ	80
10.3.5.	Implementación de Paneles Solares	81
11.	CONCLUSIONES	82
12.	RECOMENDACIONES	83
13.	BIBLIOGRAFÍA	84
14.	ANEXOS	86

Índice de Tablas

Tabla 1. Marco Normativo	28
Tabla 2 Metodología de la investigación	32
Tabla 3 Total de Luminarias	35
Tabla 4 Total de Equipos de cómputo.....	36
Tabla 5. Otros equipos eléctricos.	38
Tabla 6. Subestaciones Eléctricas Universidad El Bosque.	38
Tabla 7. Plantas de Energía.	39
Tabla 8. Tipos de luminarias y sus consumos en kWh.	45
Tabla 9. Consumo eléctrico en kWh por tipo de luminaria.	46
Tabla 10. Consumo total en kWh por tipo de luminaria.....	47
Tabla 11. Equipos de cómputo y su consumo energético.	48
Tabla 12. Consumo en kWh por equipo de cómputo.....	49
Tabla 13. Consumo total por categoría.....	50
Tabla 14. Consumo en kWh por tipos de Equipos eléctricos varios.	51
Tabla 15. Consumo kWh por equipos eléctricos varios.	52
Tabla 16. Consumo total de energía para equipos eléctricos varios en kWh.	53
Tabla 17. Consumo total kW/Mes por Edificio y Actividad.....	54
Tabla 18. Consumo total kW/Mes por actividad.....	55
Tabla 19. Consumo hallado por determinante.	56
Tabla 20. Criterios de cumplimiento.....	61
Tabla 21. Ponderación de idea de solución.	63
Tabla 22. Ficha Estrategia de Campañas ambientales educativas.....	67
Tabla 23. Cambio de luminarias.....	67
Tabla 24. Ficha estrategia cambio de luminarias.	69
Tabla 25. Consumos energéticos Equipos RETIQ	72
Tabla 26. Ficha Estrategia RETIQ.....	73
Tabla 27. Ficha Estrategia Energías Renovables.	75
Tabla 28. Costos estrategia campañas educativas.	76
Tabla 29. Ahorro de la estrategia campañas en diferentes escenarios.	76
Tabla 30. Recuperación de la inversión con un Ahorro del 10%.....	77
Tabla 31. Recuperación de la inversión con un Ahorro del 20%.....	77
Tabla 32. Recuperación de la inversión con un Ahorro del 30%.....	78
Tabla 33. Consumo ideal vs Actual por cambio de luminarias.	78
Tabla 34. Costos mensuales por tipo de luminaria situación actual vs ideal.	79
Tabla 35. Inversión Total.	79
Tabla 36. Retorno de la inversión estrategia cambio de luminarias.	80
Tabla 37. Inversión estrategia RETIQ.....	80
Tabla 38. Ahorro de la estrategia RETIQ en diferentes escenarios.....	81
Tabla 39. Recuperación de la inversión RETIQ al 5% de ahorro.	81
Tabla 40. Retorno de la inversión estrategia implementación de paneles solares.	82

Índice de Figuras

Figura 1. Mapa Universidad El Bosque.....	20
Figura 2. Diagrama para la implementación de un sistema de gestión de la energía.	22
Figura 3. Sistema Institucional de Gestión Ambiental –SIGA–.	23
Figura 4. Sistema de acciones para el comportamiento limpio.	24
Figura 5. Lógica del sistema ITACONE.....	25
Figura 6. Organización administrativa de la Universidad El Bosque.	29
Figura 7. Metodología	31
Figura 8. Mapa Universidad El Bosque.....	33
Figura 9. Sistema de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía.....	40
Figura 10. Jerarquía Actores operacionales.....	41
Figura 11. Equipo de Trabajo.	43
Figura 12. Determinantes.	44
Figura 13. Porcentaje de consumo energético por Determinante.....	55
Figura 14. Alcance Etiquetado RETIQ.....	71

Índice de imágenes

Imagen 1. Cronograma de actividades.....	32
Imagen 2. Tubo fluorescente T8 – 32W	35
Imagen 3. Ejemplo de equipos varios encontrados.....	38
Imagen 4. Planta de energía KUMIS	39
Imagen 5. Campaña de ahorro de agua y energía.....	66
Imagen 6. Luminarias led.....	68
Imagen 7. Etiqueta de Eficiencia energética para Colombia.	70
Imagen 8. Componentes generales de un auto de hidrogeno.	88
Imagen 9. Celda de Hidrogeno.....	89
Imagen 10. Lista de luminarias existentes en la Universidad El Bosque.	90
Imagen 11. Motocicleta eléctrica conectada a toma no apta.	91
Imagen 12. Factura de energía empresa CODENSA.	92
Imagen 13. Lista de modelos de equipos de cómputo existentes.	92
Imagen 14. Luminarias encendidas durante el día.	93
Imagen 15. Uso de luminarias en horas de la tarde.	93

Índice de Diagrama

Diagrama 1. Costo de energía para la Universidad El Bosque Enero-Diciembre 2017, Universidad El Bosque.	34
Diagrama 2. Porcentaje por tipo de luminaria para la Universidad El Bosque.	36
Diagrama 3. Porcentaje de equipos de cómputo por Bloque.....	37
Diagrama 4. Porcentaje Equipos de cómputo Áreas administrativa vs Aulas.	37

Diagrama 5. Porcentaje de energía utilizada por edificio.	54
Diagrama 6. Consumo eléctrico Enero – Diciembre del 2017 en KW para la Universidad El Bosque.	56
Diagrama 7. Consumo total de energía por determinante.....	58
Diagrama 8. Porcentaje acumulado por determinante.....	59
Diagrama 9. Consumo mensual de los Equipos aptos para Etiquetar.....	72

1. RESUMEN

En el presente documento que se realizó durante el primer periodo académico del año 2018, en la Universidad El Bosque, se establece el Plan de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía – PAUEE–, que crea los lineamientos que permiten administrar el uso de la energía eléctrica al interior del campus Usaquén, todo lo anterior se logró gracias a la utilización de una metodología que consta de tres fases, en la primera fase se elaboró la línea base del estado actual del Subsistema de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía –SAUEE–, en la segunda fase se evaluaron las situaciones problema y se generaron estrategias para su solución, y por último se evaluó en términos económicos las estrategias encontradas.

Durante la primera fase se realizó una caracterización energética permitió conocer todos los componentes de la infraestructura eléctrica de la Universidad, para ello se usaron las siguientes herramientas: observación, trabajo de campo, facturación, planos de infraestructura eléctrica, bases de datos de equipos y trabajos de grados, gracias a esto se establecieron consumos mensuales, anuales y se hallaron los determinantes o actividades que ejercen presión sobre el recurso energético (Iluminación, Equipos de Computó, Equipos Varios y Equipos de Uso Personal), al final se priorizaron los determinantes utilizando el método de PARETO.

En la segunda fase se usó el Sistema de Solución Creativa para Problemas Recurrentes ITACONE, con el que se estableció la situación actual, la ideal y se halló la diferencia entre las dos (problema), a partir de esto se generaron las ideas de solución de las que nacen las estrategias de gestión que permiten alcanzar la situación ideal del SAUEE, al final se ponderaron estas estrategias y se escogieron las pertinentes (Campañas de educación ambiental, Cambio de tecnología y la implementación de energías renovables).

Finalmente, se evaluó en términos económicos las estrategias propuestas con el cálculo de un periodo promedio de recuperación de la inversión - PPRI, como resultado se encontró que estas estrategias en conjunto podrían significar un ahorro de 24% del consumo mensual de energía que representa un ahorro de \$19.627.049 mensuales.

Palabras clave: Eficiencia Energética, Estrategias de Gestión, Consumo Energético, Plan de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía.

2. Abstract

In the present document that was made during the first academic period of the year 2018, at the El Bosque University, the Efficient Energy Saving and Use Plan (PAUEE) is established, which creates the guidelines that allow managing the use of energy. Within the Usaquen campus, all of the above was achieved thanks to the use of a methodology consisting of three phases. In the first phase, the baseline of the current state of the Efficient Energy Saving and Use Subsystem -SAUEE- was developed., in the second phase the problem situations were evaluated and strategies were generated for their solution, and finally the strategies found were evaluated in economic terms.

During the first phase an energy characterization was carried out, allowing to know all the components of the University's electrical infrastructure, for which the following tools were used: observation, field work, billing, electrical infrastructure plans, equipment and work databases of degrees, thanks to this, monthly, annual consumption was established and the determinants or activities that exert pressure on the energy resource were found (Lighting, Computing Equipment, Miscellaneous Equipment and Personal Use Equipment), in the end the determinants were prioritized using the PARETO method.

In the second phase, the ITACONE Creative Solution System for Recurring Problems was used, with which the current situation was established, the ideal situation and the difference between the two was found (problem), from which the ideas for solving the problem were generated. the management strategies that allow the ideal situation of the SAUEE are born, in the end these strategies were weighted and the pertinent ones were chosen (environmental education campaigns, technology change and the implementation of renewable energies).

Finally, the proposed strategies were evaluated in economic terms with the calculation of an average period of recovery of the investment - PPRI, as a result it was found that these strategies together could mean a saving of 24% of the monthly energy consumption that represents a saving of \$ 19,627,049 monthly.

Keywords: Energy Efficiency, Management Strategies, Energy Consumption, Savings Plan and Efficient Use of Energy.

3. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la seguridad energética es una prioridad a nivel mundial, debido a la prácticamente indetenible demanda de energía de la población generada por el acceso a nuevas herramientas tecnológicas que brindan nuevos servicios y comodidades; y que contribuyen a generar una cultura del despilfarro energético, y por ende a aumentar el consumo general de la energía en varios países; esta dinámica no solo ha llevado a países a su límite de capacidad de generación de energía si no que atentan contra cualquier modelo sostenible de desarrollo. (Hernández, 2017)

Desde el año 2008 la Universidad El Bosque en búsqueda de contribuir con el mejoramiento de la calidad de vida de las personas, y ratificando su compromiso con la sociedad y la construcción de un país que convive en torno a la paz y el desarrollo sostenible; crea el Sistema Institucional de Gestión Ambiental –SIGA– como herramienta estratégica para la gestión de los recursos utilizados en el cumplimiento de su labor formadora de profesionales, desde este sistema nace el Subsistema de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía –SAUEE– el cual pretende realizar acciones que contribuyan al uso óptimo y mínimo de la energía.

Actualmente bajo el marco del Plan de Desarrollo Institucional 2016 – 2021 la Universidad El Bosque busca la gestión estratégica de sus recursos, pero en orden de lograr esto se debe generar una planificación estratégica de la capacidad instalada que se posee; para esto se debe conocer esta capacidad y la posición competitiva que brinda en materia energética en el contexto local, regional

y nacional; solo a través de este análisis es posible cumplir los compromisos adquiridos por la Universidad y convertir el uso energético en una ventaja competitiva.

Este documento tiene como propósito generar herramientas para la gestión estratégica del recurso energético de la Universidad El Bosque, desde el diagnóstico actual del Subsistema de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía, hasta la generación de estrategias que permitan reducir el consumo energético, todo lo anterior enmarcado en la Formulación del Plan de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía –PAUEE–.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Universidad El Bosque actualmente posee un Sistema Institucional de Gestión Ambiental –SIGA– él cual cuenta con el Subsistema de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía –SAUEE– que busca ejecutar acciones que reduzcan los impactos ambientales generados por la institución y optimizar el consumo energético, aunque desde la Unidad de Gestión Ambiental se han desarrollado actividades en pro de la reducción de consumo eléctrico actualmente se evidencia una serie de problemáticas que no permiten el uso eficiente de la energía entre las cuales se encuentran el uso de luminarias durante todo el día, la contracultura y la falta de información respecto la infraestructura energética, además de la falta de lineamientos para dirigir las acciones del SAUEE.

4.1. Situación actual insatisfactoria

La Universidad El Bosque, está realizando prácticas inadecuadas en el uso de la energía eléctrica al interior del campus, dando lugar a desperdicios de energía y aumento en los costos de facturación, debido a actividades como la iluminación de edificios en los cuales se evidencia un uso innecesario de iluminación durante varias horas al día, pudiendo utilizar la luz natural y así reduciendo el consumo de energía, por otra parte se encuentran salas de informática con equipos de cómputo encendidos sin propósito alguno; de la misma manera en edificios con tecnologías ahorradoras de punta (Edificio Fundadores, Bloque A) no son aprovechadas por falta de conocimiento sobre el software de control, por el contrario en los edificios antiguos se desaprovecha toda la luz natural y no se cuenta con tecnologías de ahorro (M. Sánchez, comunicación personal, 5 de abril de 2018).

Además de lo anterior, se evidencia como la comunidad universitaria no cuenta con la cultura y la conciencia adecuada para seguir lineamientos que permitan el ahorro y uso eficiente de la energía, dentro de los cuales se encuentra el uso correcto de las instalaciones y la red eléctrica.

4.2. Situación ideal

La Universidad El Bosque, cuenta con los lineamientos que ayudan a ejecutar buenas prácticas de ahorro y uso eficiente de la energía, en donde la comunidad es consciente de su rol en el cuidado del recurso y continuamente está buscando maneras de mejorar en su desempeño energético, de la misma manera existen tecnologías de ahorro que permiten fortalecer el control y administración de

la energía eléctrica, todo lo anterior acompañado de campañas que incentivan positivamente el cambio de conductas hacia el cuidado de la infraestructura eléctrica y la reducción del consumo eléctrico.

5. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la energía es uno de los asuntos mundiales de primer orden que puede resultar problemático, pues constituye un eje nuclear de las relaciones entre energía-medio ambiente y energía-desarrollo económico (Pereira, 2015). Por esto la importancia de ejecutar planes estratégicos que permitan armonizar las relaciones entre uso de la energía, ambiente y desarrollo; además de lo anterior se está en un panorama de incremento del precio de los combustibles fósiles, de escasez de recursos y creciente demanda eléctrica, en consecuencia se genera un incremento del costo de la energía eléctrica y trasforma el ahorrar energía en una prioridad, no solo para disminuir gastos, sino además, para ser más amigable con el medio ambiente, mejorando la administración de los recursos que se poseen y haciendo un mejor uso de la capacidad instalada disponible. (Ruiz, 2017)

Bajo este contexto la Universidad El Bosque asume el reto de fortalecer la política ambiental en su Plan de Desarrollo Institucional 2016 – 2021, a través de la generación de estrategias que permitan mitigar el impacto ambiental producido por el consumo de energía eléctrica, y además asegurar el recurso energético para ser usado por su comunidad en sus deberes formativos.

Para cumplir lo anterior la Universidad crea el Sistema Institucional de Gestión Ambiental -SIGA- y bajo este crea el Subsistema de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía –SAUEE-, una herramienta de gran utilidad en la medida en que ejecute acciones que permitan administrar correctamente el recurso energético, pero esto es solo posible si existe una línea base que integre los componentes físicos y humanos que conforman el SAUEE, ya que solo a través de esta es posible formular estrategias asertivas que permitan la optimización del recurso energético. Con un gasto de \$86.689.825.70 en energía mensualmente, no es posible dejar de lado la creación de un documento que articule las estrategias necesarias para alcanzar un ahorro y uso eficiente de la energía.

A partir de todo lo anteriormente mencionado nace este proyecto que busca generar el Plan de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía como una herramienta de gestión estratégica e integral del recurso energético, que brindará a la Universidad beneficios en términos ambientales (disminución de la presión sobre los recursos naturales), sociales (mejor calidad de vida y una comunidad consciente y participativa) y económicos (reducción de costos).

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

Formular el Plan de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía para la Universidad El Bosque en el Campus Usaquén como herramienta de gestión y optimización del recurso energético.

6.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado actual del Subsistema de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía contemplando los usos, consumos, tecnologías y herramientas, para la identificación de problemáticas.
- Definir estrategias para el uso responsable y eficiente de la energía como un medio para la optimización del recurso energético en la Universidad El Bosque.
- Evaluar en términos económicos las estrategias propuestas.

7. ANTECEDENTES

Durante los últimos años en Colombia se ha fomentado el ahorro y uso eficiente de la energía como un alternativa que pueda aportar a la seguridad energética del País, a través de la Ley 697 de 2001 la cual se convierte en el marco jurídico general que permite el desarrollo de todas las demás normas de eficiencia energética en Colombia; el objetivo de esta ley se resume en la creación del Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás formas de energía no convencionales (PROURE) que solo hasta el 2010 creó un plan de acción, que aunque tarde permite la elaboración de guías técnicas para iluminación y etiquetado de equipos; la norma anterior en conjunto con la Ley 1715 donde se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional, brindan el marco legal de acción para la creación de Planes de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía –PAUEE–.

En el contexto institucional de la Universidad El Bosque han nacido muchas propuestas y proyectos que propenden por el cuidado y adecuado uso de recursos naturales; entre estos proyectos destacan los siguientes.

2003: La creación del grupo U. Ecos, que tenía por objetivo darle un mejor manejo a los residuos no peligrosos que se generaban en la Universidad, a cargo de Jaime Romero y Sandra Forero, con la coordinación de Rafael Moré. (Luna, 2010)

2004: El Ingeniero Walter López Giraldo realiza el “Pre diseño de un sistema de aprovechamiento de aguas de escorrentías y reutilización de aguas grises, para uso no potable en la Universidad El Bosque”. (Leguizamón, 2016)

2005: El grupo U. Ecos modifica su enfoque inicial y su función principal pasa a ser la capacitación y educación ambiental.

2006: Inician campañas de comunicación y educación ambiental masivas.

2008: Se aprueba el acuerdo 9616 en el mes de octubre, el cual estipula el inicio del Sistema Institucional de Gestión Ambiental (SIGA) de la Universidad El Bosque y se crea el Sistema de

Transformación Autónoma de la Conducta para el Comportamiento Limpio –STACCOL- por el ingeniero Jaime Romero. (Leguizamón, 2016)

2009: Se consolida un programa de Promoción de Conductas Autónomas Responsables para el Comportamiento Limpio, gracias al trabajo del pasante Fredy Ramírez.

2010: Se dan el primer acercamiento al manejo y uso responsable de la energía gracias a la integración Sistemática de la Gestión del Residuo Sólidos, uso responsable del agua y Energía en el sistema de institucional de gestiona ambiental gracias a la practicante Viviana Zapata.

2011: Se generar una propuesta para el Plan de Aire Limpio de la Universidad El bosque.

2012: Gracias al pasante Iván Leonardo Chilito se hace el segundo acercamiento a la gestión integral de recuso energético de la Universidad, Chilito desarrolló una propuesta de Plan Preliminar de Ahorro y uso Eficiente de la Energía.

Simultáneamente se genera el acuerdo 11435, el cual permite la creación de la Unidad de Gestión Ambiental de la Universidad El Bosque.

2013: Determinación de la factibilidad para la implementación de energía fotovoltaica en el Edificio Facultades de la Universidad El Bosque realizado por el ingeniero Edgar Felipe Cortés León. (Leguizamón, 2016)

2015: Se crean los lineamientos para la actualización del Sistema Institucional de Gestión Ambiental de las instalaciones Usaquén de la Universidad El Bosque según los requisitos de la norma técnica colombiana NTC ISO14001:2004.

2016: El practicante Cesar Augusto Quimbayo propone el Diseño del Plan de Compras Sostenibles para la Contratación de Proveedores en la Adquisición de Bienes y Servicios para la Universidad El Bosque.

2017: El practicante David García realiza la integración del programa de promoción de conductas responsables al Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Ordinarios de la Universidad El Bosque.

Como se puede ver la gestión energética en la Universidad El Bosque ha tenido un desarrollo leve y acercamientos inconclusos que no permiten una gestión estratégica del recurso, por ende, se hace necesario la creación de los lineamientos que dirijan las acciones en pro de la eficiencia energética y todos estos lineamientos debe estar depositados en un marco general, el Plan de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía –PAUEE–.

8. MARCO DE REFERENCIA

8.1. Misión de la Universidad El Bosque

“Desde el enfoque Biopsicosocial y Cultural, en la Universidad El Bosque asumimos un compromiso con el país teniendo como imperativo supremo la promoción de la dignidad y de la persona humana en su integralidad.

Nos esforzamos al máximo para ofrecer condiciones propias para facilitar el desarrollo de los valores Ético-Morales, Estéticos, Históricos y Tecnocientíficos enraizados en la cultura de vida, su calidad y su sentido.

Todo esto en pro de la construcción de una sociedad más justa, pluralista, participativa, pacífica y la afirmación de un ser humano responsable, parte constitutiva de la naturaleza y de sus ecosistemas. Receptor y constructor crítico de los procesos globales de la cultura.” (Alma Mater, Universidad El Bosque, 2017)

8.2. Visión de la Universidad El Bosque

La Universidad El Bosque en el 2021 será reconocida por contar con:

- Una comunidad académica comprometida y altamente cualificada de acuerdo con su Proyecto Educativo,
- Una oferta académica multidisciplinaria de alta calidad inmersa en un contexto globalizado y abierta a aspirantes de todas las condiciones económicas y sociales,
- Una cultura de la planeación, la innovación y la calidad apropiada en sus procesos académicos y administrativos,
- La generación y transferencia del conocimiento con aportes científicos y tecnológicos pertinentes,
- Con impacto en el mejoramiento de la calidad de vida de las personas, ratificando su compromiso con la sociedad y la construcción de un país que convive en torno a la paz y el desarrollo sostenible. (Universidad El Bosque, 2016)

8.3. Ubicación y localización

El área de influencia del presente documento es la Universidad El Bosque, en la Av. Cra 9 No. 131 A - 02 Bogotá Colombia, localidad de Usaquén, limitando al norte con la Calle 134, al sur con el Barrio Bella Suiza, al oriente con la carrera 7B bis y al occidente con la carrera novena, más exactamente en las coordenadas 4°32'36.17" N 74°01'72,83" O.

Energía Renovable: las energías renovables son aquellas que se obtienen de fuentes naturales inagotables a escala humana, bien porque el recurso dispone de una cantidad de energía inmensa, bien porque el recurso tiene la capacidad de regenerarse de manera natural. Entre estas energías se encuentran la energía eólica, solar, geotermal, térmica, entre otras.

Cogeneración: es el proceso mediante el cual a partir de una misma fuente energética se produce en forma combinada energía térmica y eléctrica, en procesos productivos industriales y/o comerciales para el consumo propio o de terceros y cuyos excedentes pueden ser vendidos o entregados en la red.

Comportamiento ambiental: se define como aquella acción que realiza una persona ya sea de forma individual o en un escenario colectivo, a favor de la conservación de los recursos naturales y dirigidos a obtener una mejor calidad del medio ambiente.

Conducta ecológica responsable: acciones que contribuyen a la protección y/o conservación del medio ambiente: reciclaje de productos, reducción de residuos, conservación de la energía, reducción de la contaminación.

Conductas autónomas responsables: es la capacidad del individuo de actuar limpiamente de acuerdo a sus intereses, lo que cree y piensa, respetando el entorno natural.

Desempeño energético: resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, uso y consumo de energía.

Fuentes convencionales de energía: son aquellos recursos de energía que son utilizados de forma intensiva y ampliamente comercializados en el país.

Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE): son aquellos recursos de energía disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleados o son utilizados de manera marginal y no se comercializan ampliamente, como los biocombustibles.

Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER): son aquellos recursos de energía renovable disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleados o son utilizados de manera marginal y no se comercializan ampliamente. Se consideran FNCER la biomasa, los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, la eólica, la geotérmica, la solar y los mares.

Uso de energía: forma o tipo de aplicación de la energía.

Sistema de gestión integral de la energía: conjunto de factores estructurados mediante normas, procedimientos y actuaciones que permite la materialización de la política, los objetivos y las metas de eficiencia energética a través de una participación activa de los trabajadores en relación con la tecnología y los procesos. Parte del sistema general de gestión de la empresa.

8.5. MARCO TEÓRICO

8.5.1. Sistema de Gestión Integral de la Energía

Un sistema de gestión de la energía es un conjunto de actividades que siguen los 4 pasos principales de la gestión (planear, hacer, verificar, actuar) para lograr de manera sostenida y continua una mejora en el desempeño energético de la organización. El proceso de implementar un sistema de gestión de la energía consta de varias partes como se muestra en la figura 1. (Ruiz & Hall, 2017)



Figura 2. Diagrama para la implementación de un sistema de gestión de la energía.
Fuente: (Ruiz & Hall, 2017)

Iniciativa: consiste en la intención de ahorrar energía, es el primer paso para implementar un sistema de gestión de la energía, esta idea surge normalmente de la intención de la gerencia de disminuir los gastos de la institución y contar con un mayor presupuesto.

Diagnóstico Energético: consta de varias partes, primero debe hacerse un levantamiento electromecánico completo, donde se recorre toda la infraestructura para actualizar los planos e inspeccionar superficialmente las instalaciones, a la vez que se censan todos los equipos consumidores de energía. Posteriormente se hacen mediciones energéticas para determinar la potencia que consume cada equipo; que se complementa con entrevistas realizadas al personal que usa los equipos para estimar su uso y el consumo energético de cada equipo.

Propuestas de Eficiencia: son estándar basándose en cuatro principios: pagar menos por la energía, invertir en tecnologías más eficientes, hacer buen uso de la energía y maximizar la eficiencia desde el diseño.

Ejecución: después de analizar las propuestas se implementarán aquellas que retorne la inversión más rápido basándose en estimaciones de ahorro anual.

Monitoreo: se debe hacer un monitoreo constante para evaluar el desempeño energético de las medidas adoptadas.

Gestión: como proceso de retroalimentación, nuevamente se toman medidas para mejorar el desempeño energético de la organización procurando disminuir el consumo y aumentar los ahorros.

8.5.2. Sistema Institucional de Gestión Ambiental de la Universidad El Bosque

La Universidad El Bosque mediante el Sistema Institucional de Gestión Ambiental –SIGA–, contempla un conjunto de subsistemas (Figura 3) que ejecutan acciones integralmente, en pro de la reducción de los impactos ambientales que la Universidad genera al entorno, en el marco de los recursos naturales y humanos. Así mismo, busca optimizar y mejorar la eficiencia en la administración de los procesos que se encuentran involucrados en cada uno de éstos. (Política Ambiental, 2016)

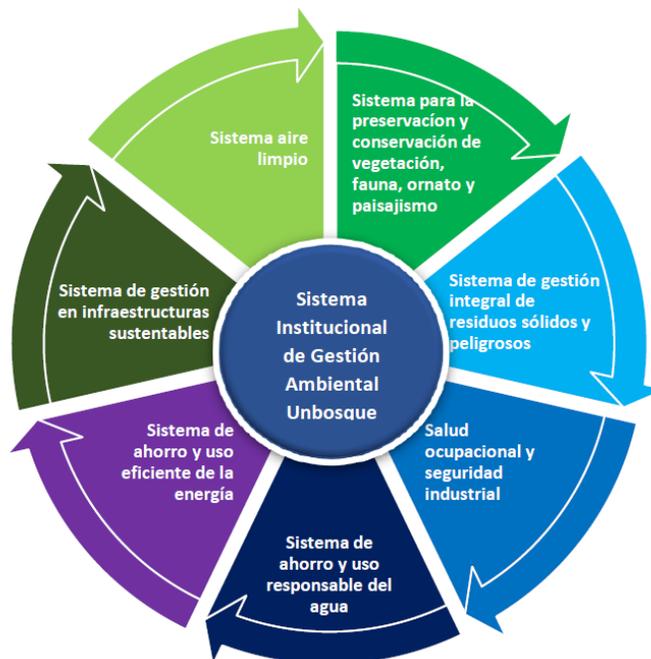


Figura 3. Sistema Institucional de Gestión Ambiental –SIGA–.
Fuente: (Política Ambiental, 2016)

Este SIGA es una herramienta que permite la gestión del Subsistema de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía que busca optimizar el consumo energético de la Universidad El Bosque mediante el desarrollo e implementación de alternativas para el uso racional de la energía eléctrica.

8.5.3. Sistema de Transformación Autónoma de la Conducta para el Comportamiento Limpio STACCOL

El Sistema de Transformación Autónoma de la Conducta del individuo se plantea dentro de un modelo que se ha desarrollado en la Universidad El Bosque llamado de Comunidades Saludables durante más de 25 años y que fundamenta su actuar en 3 pilares a saber: actividad económica, equilibrio con la naturaleza y equidad social.

Una Comunidad Saludable se considera como aquel grupo de personas que tienen una característica común, generalmente referida al territorio donde viven, que tienen satisfechas sus necesidades básicas pues promueven y obtienen un razonable desarrollo de la actividad económica sin afectar la sociedad misma y la naturaleza. Este concepto se ha fundamentado en las teorías aplicadas de desarrollo a escala humana. (Romero, 2008)



Figura 4. Sistema de acciones para el comportamiento limpio.
Fuente: (Romero, 2008)

8.5.4. Sistema de Solución Creativa para Problemas Recurrentes ITACONE

El Sistema de Solución Creativa para Problemas Recurrentes ITACONE, surge a partir de la necesidad de dar soluciones viables, aplicables, sustentables y consecuentes a diferentes situaciones insatisfactorias que no se logran convertir en situaciones ideales. ITACONE hace referencia a los vocablos muiscas ITA que significa “mano” y CONE que significa “apoyo, amigo”, esto es una herramienta amiga para resolver problemas. (Romero & Moré, 2013)

Los actores que se consideran involucrados en la solución creativa a un problema recurrente son:

Consultor: es la persona que externamente va a generar una estrategia de solución al problema recurrente para el dueño del problema.

Dueño del problema: es el responsable de tener resuelto el problema y quien se lo plantea o quien tiene la responsabilidad de plantearse.

Contrastados: son las personas que están involucradas en el problema y que pueden tener percepciones diferentes del mismo, complementarias a aquellas que tiene el dueño del problema.

Afectados del problema: son las personas que sufren las consecuencias de la existencia del problema.

A continuación, en la figura 5 se puede observar el paso a paso de la metodología ITACONE

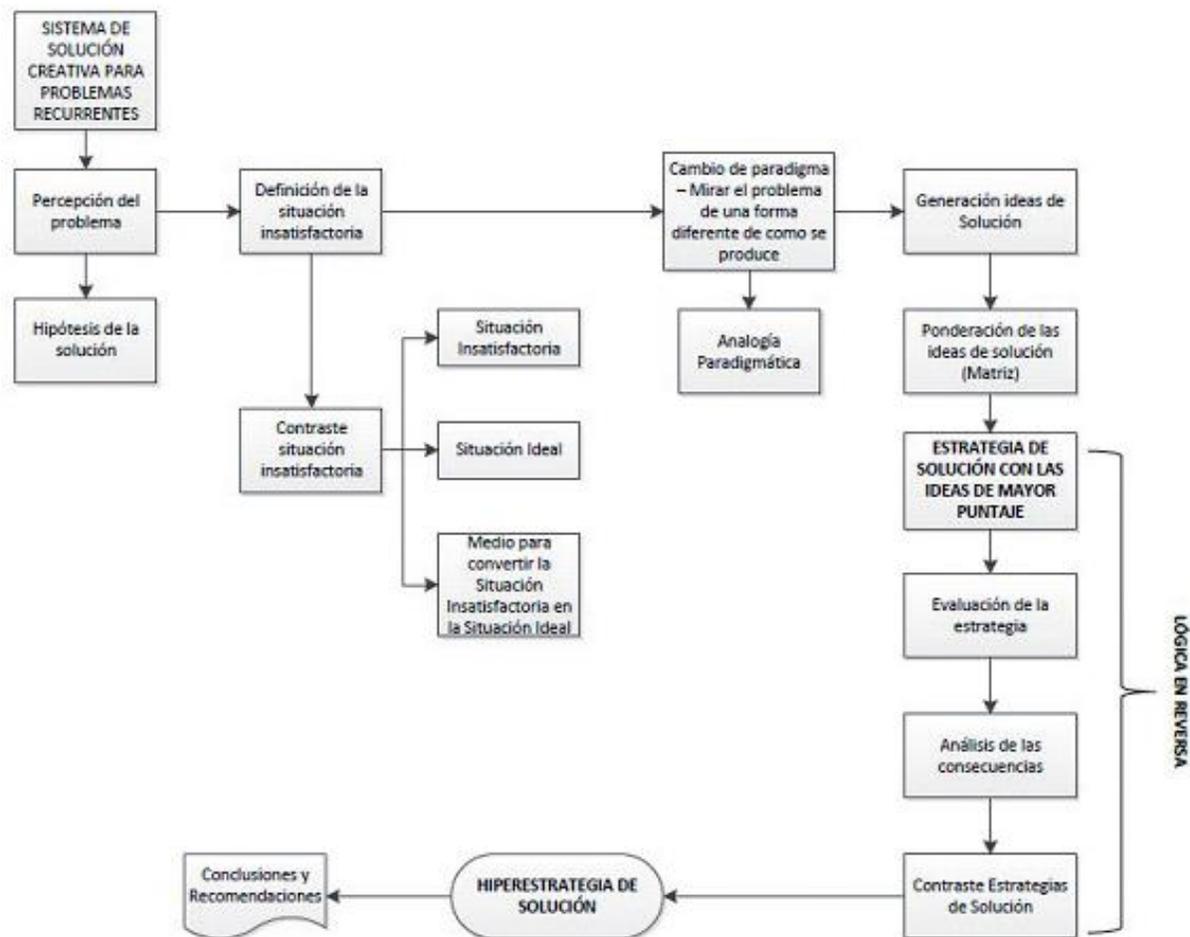


Figura 5. Lógica del sistema ITACONE.

Fuente: (Romero & Moré, 2013)

8.6. MARCO NORMATIVO

TIPO	NÚMERO	AÑO	ENTIDAD QUE EXPIDE	CONTENIDO
Ley	697	2001		Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas.
Ley	1715	2014		Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.
Decreto	3683	2003		Por el cual se reglamenta la Ley 697 de 2001 y se crea una comisión intersectorial.
Decreto	2331	2007		por el cual se establece una medida tendiente al uso racional y eficiente de energía eléctrica.
Resolución	181331	2009	Ministerio de Minas y Energía	Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP y se dictan otras disposiciones
Resolución	41012	2015	Ministerio de Minas y Energía	Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Etiquetado - RETIQ, con fines de Uso Racional de Energía aplicable a algunos

				equipos de uso final de energía eléctrica y gas combustible, para su comercialización y uso en Colombia
Resolución	90708	2013	Ministerio de Minas y Energía	Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE.
Norma técnica colombiana NTC-ISO	50001	2011		El propósito de esta norma es facilitar a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para el mejorar su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética y uso y el consumo de la energía.
Reglamento técnico de instalaciones eléctricas - RETIE		2013	Ministerio de Minas y Energía	Establece los lineamientos para garantizar los objetivos legítimos de protección contra riesgos de origen eléctrico por medio de la recopilación de los aspectos esenciales que definen las características básicas de las instalaciones eléctricas y otros requisitos que pueden incidir en las relaciones entre las personas que interactúan con las instalaciones eléctricas o el servicio y los usuarios de la electricidad
Reglamento técnico de		2015	Ministerio de Minas y Energía	Establece medidas para fomentar el uso racional y eficiente de

<p>etiquetado – RETIQ:</p>				<p>la energía para los productos que usan energía eléctrica y gas combustible, por medio del uso de etiquetas con información sobre el desempeño de los equipos en términos de consumo energético e indicadores de eficiencia. Esto se realiza con el objetivo de impulsar el uso de tecnología eficiente y orientar la preferencia de los usuarios a hacer uso de equipos con mejor desempeño energético.</p>
<p>Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público – RETILAP</p>		<p>2009</p>	<p>Ministerio de Minas y Energía</p>	<p>Este reglamento establece requisitos y medidas de cumplimiento para los sistemas de iluminación y alumbrado público, con el objetivo de garantizar los niveles y la calidad de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad del abastecimiento energético, la protección al consumidor y la preservación del medio ambiente.</p>

Tabla 1. Marco Normativo
Fuente: Autor

8.7. MARCO INSTITUCIONAL

Dado que este trabajo se origina dentro la Unidad de Gestión Ambiental - UGA - es importante describir el lugar de esta Unidad en la estructura organizacional de la Universidad El Bosque, sabiendo que la UGA es dirigida por la Vicerrectoría Administrativa, su historia empieza con su creación bajo el acuerdo 11435 del año 2012, en donde tiene como función administrativa; formular y hacer seguimiento a los indicadores de desempeño ambiental, para posteriormente efectuar las acciones preventivas y correctivas necesarias atendiendo cualquier situación de no conformidad que se llegue a presentar (Unidad de Gestión Ambiental, 2017).

Atendiendo a lo anterior la Unidad de Gestión Ambiental se encuentra dentro de la organización administrativa de la Universidad como se observa en la figura 6.

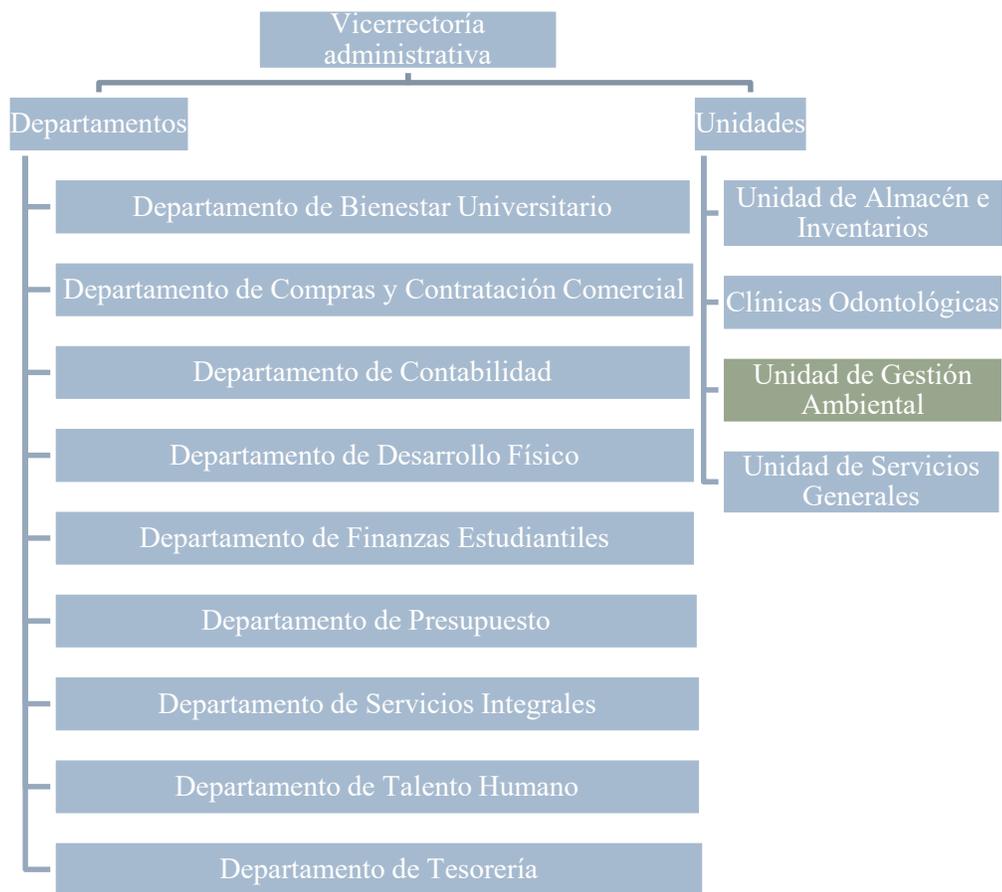


Figura 6. Organización administrativa de la Universidad El Bosque.
Fuente: Autor.

9. METODOLOGÍA

La formulación de un Plan de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía requiere de información tanto cuantitativa como cualitativa por lo cual el enfoque de este proyecto es de tipo mixto, lo primero que se procedió a identificar fue la situación actual con base en la documentación, registros,

facturas, trabajos de grado, tecnologías, entre otros, con esta información se logró obtener una idea más clara del Subsistema de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía de la Universidad El Bosque; a partir de esta documentación se procedió a la identificación del problema. Para la identificación del problema se usó parte de la metodología ITACONE donde este es la diferencia entre una situación actual insatisfactoria y la situación ideal.

Posteriormente se realizó la verificación de las tecnologías existentes en la Universidad que involucraran el uso de la energía, acompañado del levantamiento de procesos, en donde se identificaron cuatro determinantes (Iluminación, Equipos de cómputo, Equipos varios y Equipos de uso personal), a partir de los cuales se generó un diagnóstico sobre el consumo actual para cada uno de éstos, con su respectivas tecnologías, luego de esto se categorizo y priorizo según el método de PARETO, dando cumplimiento al objetivo específico número uno.

Para el cumplimiento del objetivo específico número dos se procedió a aplicar el método ITACONE, este busca generar soluciones creativas a problemas recurrentes, para esto primero se debe consultar a través de entrevistas a integrantes de la comunidad universitaria, con el fin de que perciban la problemática a solucionar y propongan estrategias, para su posible solución, junto a estas encuestas se realizará una asociación rebuscada o antiparadigmática (Romero & Moré, 2013), permitiendo al investigador escapar de su forma tradicional de solucionar problemas y así hallar soluciones creativas a través del replanteamiento del problema, luego de esto se procede a realizar una ponderación de la ideas de solución encontradas y se explica al detalle cada una de estas, para así determinar la hipersolución (Figura 5), en este caso son las estrategias para el ahorro y uso eficiente de la energía.

Por último, se realizará el análisis costo-beneficio de las estrategias formuladas a través del cálculo del Periodo Promedio de Recuperación de la Inversión - PPRI, cumpliendo el objetivo específico número 3 y cumpliendo así el objetivo general.

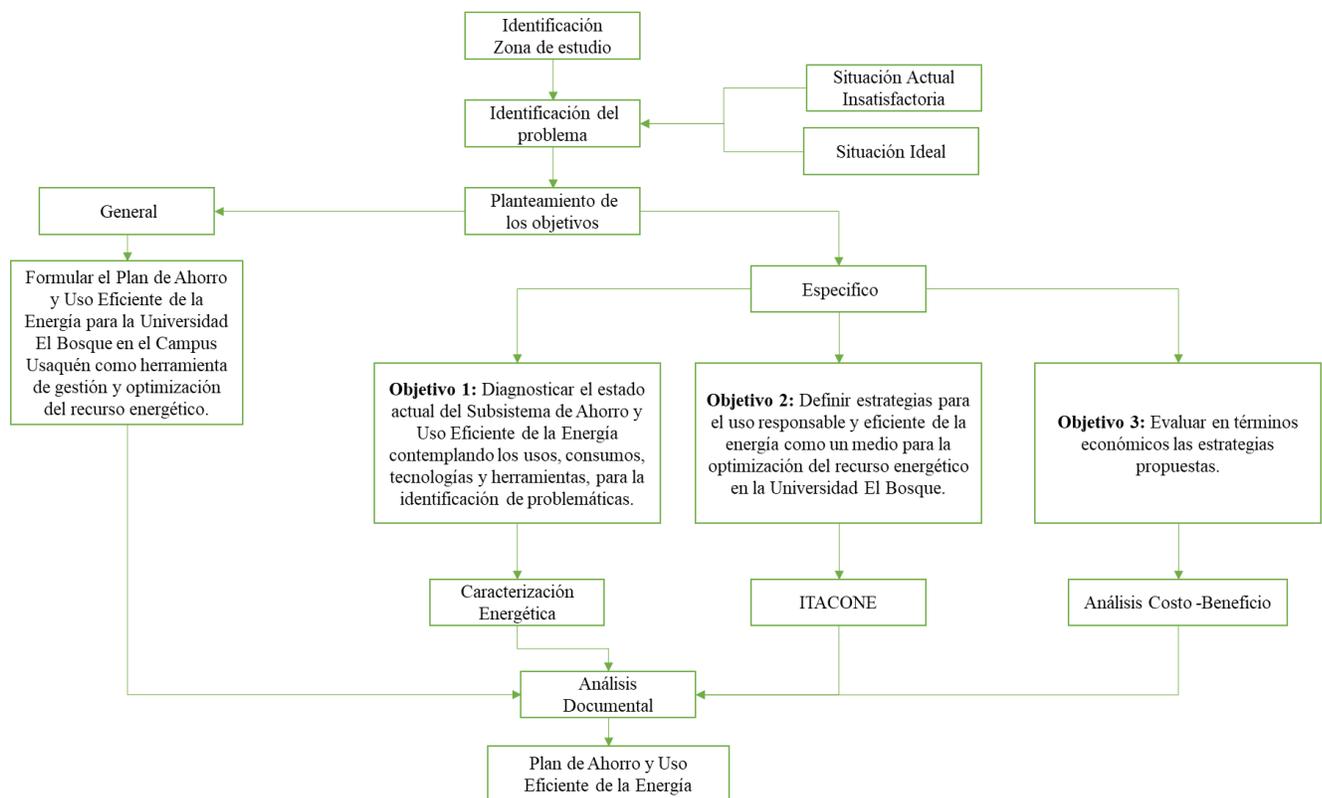


Figura 7. Metodología
Fuente: Autor.

9.1. Plan de Trabajo

Metodología de la investigación					
Objetivo general	Objetivos específicos	Actividades	Técnicas	Instrumentos	Resultados esperados
Formular el Plan de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía para la Universidad El Bosque en el Campus Usaquén como herramienta de gestión y	Diagnosticar el estado actual del Subsistema de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía contemplando los usos, consumos, tecnologías y herramientas, para la identificación de problemáticas.	Revisión Bibliográfica	Análisis documental	Artículos de trabajos de grado, base de datos, documentos	Base de datos de tecnologías, consumo y costos.
		Levantamiento línea base	Caracterización Energética.	Observación	
		Establecer los resultados	Análisis documental y bibliografía	Tablas resultados obtenidos	

optimización del recurso energético.					
	Definir estrategias para el uso responsable y eficiente de la energía como un medio para la optimización del recurso energético en la Universidad El Bosque.	Análisis de estrategias	Encuestas, Asociación Anti paradigmática	Método ITACONE	Estrategias de gestión
		Elaborar un informe	Análisis información bibliografía	Informe	
Evaluar en términos económicos las estrategias propuestas.	Revisión bibliográfica, catálogos. Análisis Costo-Beneficio	Análisis documental, Análisis Costo-Beneficio	PPIR	Flujo de caja	

Tabla 2 Metodología de la investigación

Fuente: Autor

En la siguiente figura se observar el cronograma a seguir para realizar las actividades y cumplir los objetivos.

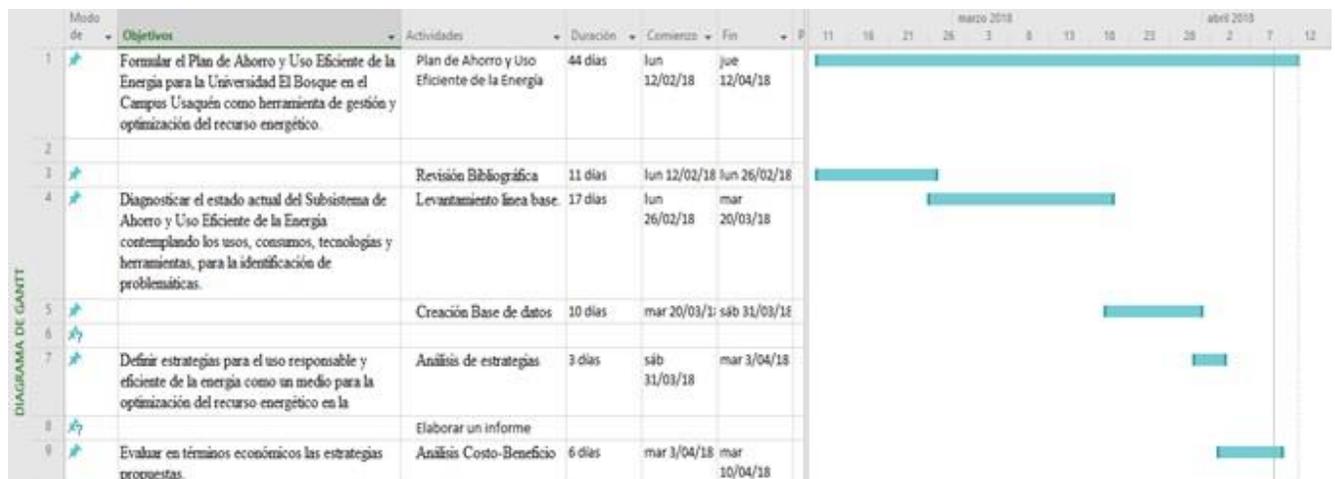


Imagen 1. Cronograma de actividades.

Fuente: Autor.

10. RESULTADOS Y ANÁLISIS

10.1. Desarrollo Objetivo 1

10.1.1. Identificación de la zona de estudio

La zona de estudio comprendió todo el campus de Usaquén de la Universidad El Bosque, ubicado en el barrio Bella Suiza, más exactamente en la Av. Cra 9 No. 131 A – 02; este campus está dividido por bloques identificados desde la letra A (Edificio Fundadores) hasta la O (Edificio Rectoría); dando un total de 15 edificios a los cuales se les hizo su respectiva caracterización energética, cabe resaltar que existen otras áreas que no pertenecen a ninguno de estos edificios, por ende se agruparan en el apartado “Otros”.



Figura 8. Mapa Universidad El Bosque
Fuente: PGIRS - Unidad de Gestión Ambiental

10.1.2. Identificación del problema

El campus Usaquén en su actividad educativa usa una gran cantidad de recurso energético destinado a suplir actividades que van desde el uso de equipos de cómputo hasta la iluminación de edificios, aunque se sabe que la energía es dirigida hacia estas actividades actualmente no se cuentan con un diagnóstico adecuado que permita saber el porcentaje destinado a cada uno de estos determinantes, por lo cual se hace necesaria una caracterización energética por cada actividad e incluir esta línea base dentro de un marco o documento que permita su gestión estratégica en pro de una mejora continua; esto se hace cada vez más necesario debido a que uno de los mayores gastos de la Universidad El Bosque es la facturación eléctrica (Diagrama 1).

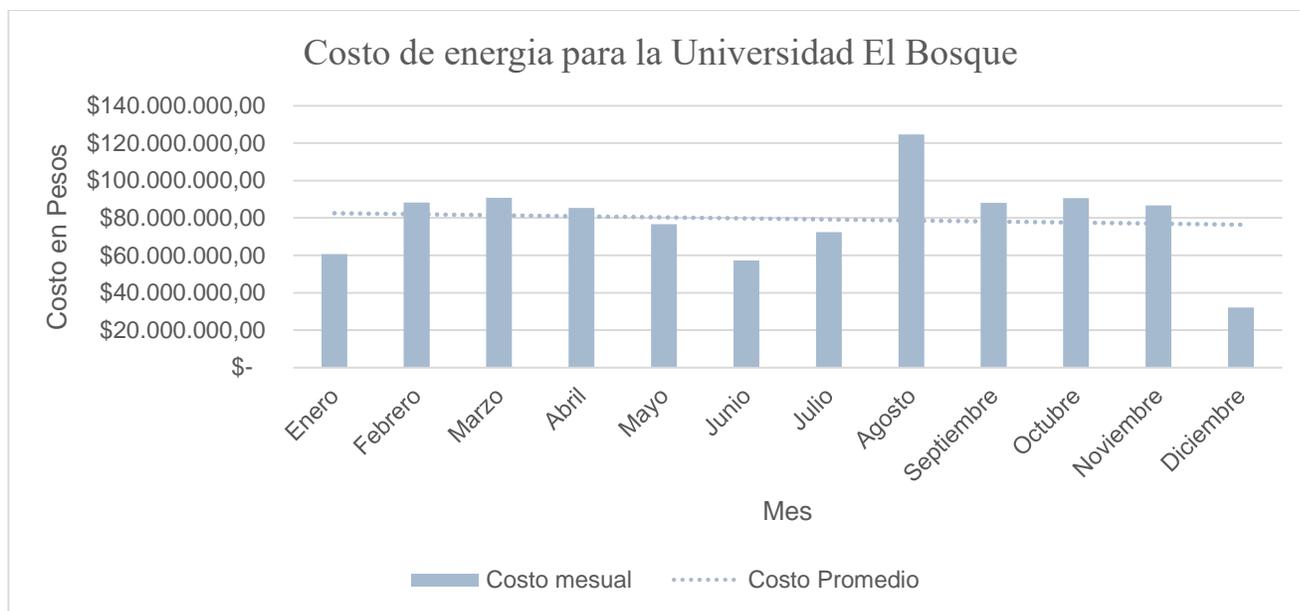


Diagrama 1. Costo de energía para la Universidad El Bosque Enero-Diciembre 2017, Universidad El Bosque.
Fuente: Autor.

10.1.3. Trabajo de campo

Este trabajo consiste en el diagnóstico actual de la Universidad en cuanto al ahorro y uso eficiente de la energía, para ello se contemplan varias fases dentro de las cuales se encuentran:

10.1.3.1. Fase 1: Revisión y caracterización de Tecnología

A través de la observación de tecnologías instaladas en la Universidad se pudo identificar el estado actual de las tecnologías que generan el mayor impacto en el consumo energético del campus, en este recorrido se encontraron las siguientes tecnologías que se agruparon en tres tablas.

En la Tabla 3 están depositadas todas las tecnologías relacionadas con iluminación encontradas en la Universidad, aunque quedan remanentes de tecnologías de alto consumo, se observó que un proceso de cambio a tecnologías más eficientes se ha venido presentado, hasta un 50% de luminarias fluorescentes fueron remplazadas por modelos de menor consumo energético como lo son las LED T8-18W (Chilito, 2012), permitiendo una mayor eficiencia energética; Sin embargo, todavía existen 4742 luminarias tubo fluorescente T8- 32W (para observar el consumo de cada luminaria remítase a la Tabla 8), que están presentes en la mayoría de edificios pudiendo ser remplazadas por tecnologías más eficientes, lo cual al no realizarse genera un alto consumo energético.



Imagen 2. Tubo fluorescente T8 – 32W

Fuente: Autor

EDIFICIO / BLOQUE	TUBO FLUORECENTE T8 32W MASTER	162F96T12 SUPER 75W/855	TUBO FLUORESCENTES 40W	LED ECO-TUBO T8/18W	BOMBILLO PHILLIPS 26 W/840 MAS	BOMBILLO TWISTER PHILLIPS 23W	BOMBILLO LED 10W	BOMBILLO 400W	Bombilla incandescente	LED	Halógenas
A	1506			483	820					1203	
B	629		69		88		78				
C	80										
D	11										
E	150				4		254				15
F	604				6						
G	159						338				
H	71	10			6					6	
I	238			320					6	3	
J	104			46		8	8	4			
K	86				1	11	4			2	
M	132										
L	219				48	3					5
N	277	44									
O	476	54		101	133	31	131		44	14	
OTROS				10	8	12	9	12		34	
Total	4742	108	69	960	1114	65	822	16	50	1262	20

Tabla 3 Total de Luminarias

Fuente: Autor

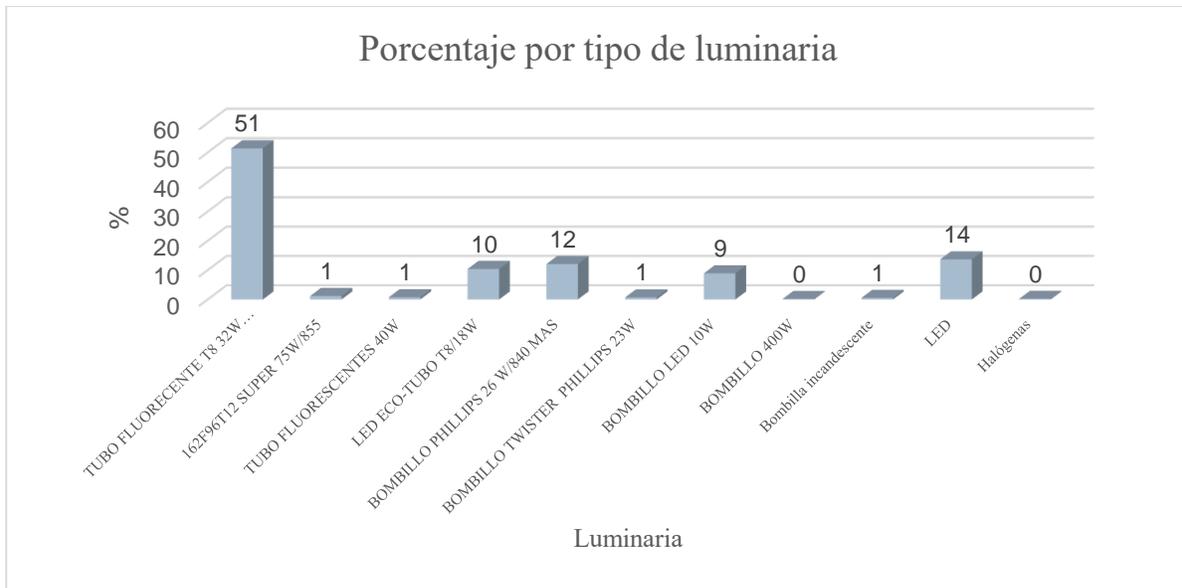


Diagrama 2. Porcentaje por tipo de luminaria para la Universidad El Bosque.

Fuente: Autor

En esta Tabla 4 se muestran la cantidad de equipos de cómputo que pudieron ser encontrados y clasificados en los diferentes edificios de la Universidad, es importante resaltar que en esta lista no se discriminan equipos usados por administrativos, docentes o estudiantes, pero todo equipo de computación se encuentra aquí, entre algunos desperdicios que se observaron computadores que se encontraban encendidos durante horas sin uso aparente.

Edificio	All-in-One	Desktop	Portátil	Workstation	Portátil Mini	Tablet	Multifuncional Laser	Láser	Scanner	Pantalla
A	550	41	78	6	3	3	13	20	2	24
B	47	25	14	49		4	2	3	1	3
C	3	3								
D	2									
E	6	7		2		12	1			
F	148	16	29	39	11					1
G	29	15	1							
H	24							3		
I		29								
J		10								
K		3						1		
M		7								
L	56	11	26	6		1		4	1	5
N	39	9	78	2	39		1	1		
O	113	11	151	4	1	83	5	3	1	4
OTROS			402							
TOTAL	1017	187	779	108	54	103	22	35	5	37

Tabla 4 Total de Equipos de cómputo.

Fuente: Autor.

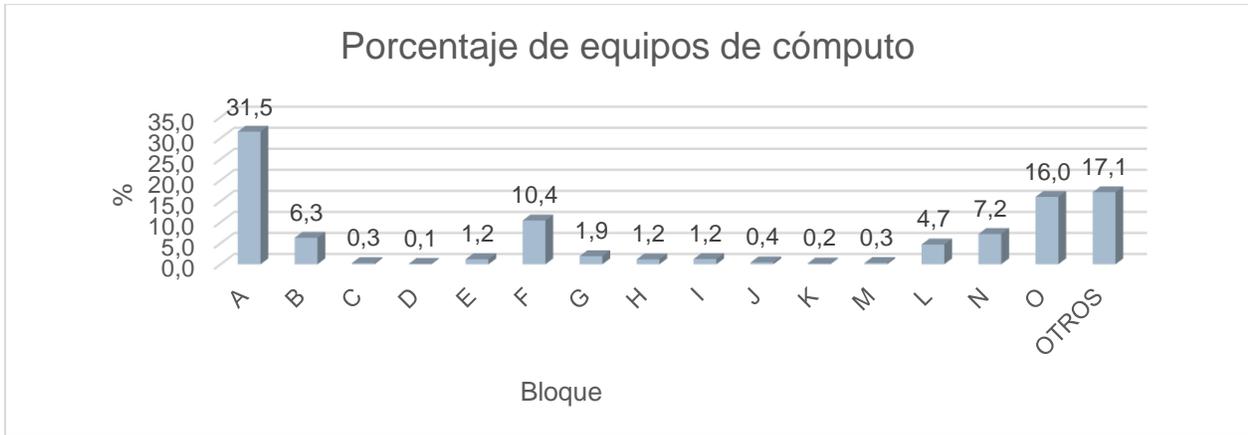


Diagrama 3. Porcentaje de equipos de cómputo por Bloque.
Fuente: Autor

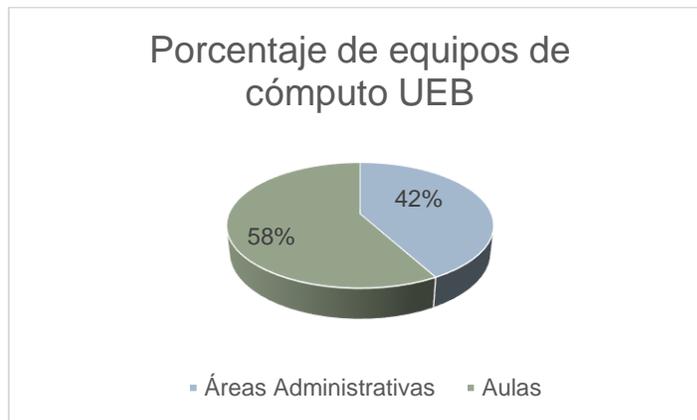


Diagrama 4. Porcentaje Equipos de cómputo Áreas administrativa vs Aulas.
Fuente: Autor.

Por último, durante la caracterización también fueron incluidos equipos eléctricos varios (Tabla 5) que cumplen tareas específicas al interior de la Universidad, desde aclimatación de ambientes hasta elementos de cocción. Entre las varias anotaciones se pudo ver como algunos de estos equipos (Ascensores) consumen grandes cantidades de energía por el gran esfuerzo en términos de trabajo que deben hacer, por ende, es importante el implementar equipos más eficientes y llevar un control sobre ellos a través de herramientas como los etiquetados energéticos.

EDIFICIO	TV	Video Beam	Aire Acondicionado	Secador de manos	Máquina de café	Extractor	Nevera	microondas	Ascensores	Escaleras Eléctricas
A	37	19		20	7	2	5	7	4	1
B	5	24		7	3	1		2		
C		1		1				1		
D	3			2						
E		7		3				4		
F	3	27		7					2	
G	16	14	4	4						
H	7			2				2		

I	1	29		10						
J	1	8								
K	1	7		2			1			
M	4	11		4						
L	8	6	3	3						
N	5		9							
O	15	14	9	5	1		2	3	1	
OTROS	3				1					
Total	109	167	25	70	12	3	8	19	7	1

Tabla 5. Otros equipos eléctricos.

Fuente: Autor.



Imagen 3. Ejemplo de equipos varios encontrados

Fuente: Autor

10.1.3.2. Fase 2: Almacenamiento y distribución de la energía

La red eléctrica de la Universidad se nutre de diferentes circuitos de media tensión que son transformados al interior del campus en baja tensión a través de las cuatro subestaciones encontradas en diferentes edificios listadas a continuación:

No.	Ubicación	Capacidad Eléctrica	
		KVA	AMP
1	Edificio Fundadores	630 KVA	1600 AMP
2	Bloque F	225 KVA	800 AMP
3	Bloque O	500 KVA	1600 AMP
4	Bloque B	150 KVA	500 AMP

Tabla 6. Subestaciones Eléctricas Universidad El Bosque.

Fuente: Autor.

Estas cuatro subestaciones son las encargadas de suministrar energía a la totalidad de edificios del campus y son apoyadas por cuatro generadores de energía para emergencias los cuales usan ACPM para generar una cantidad de energía equivalente (Tabla 7).

Bloque	Ficha Técnica	Capacidad de combustible	Capacidad Eléctrica	Reserva
D	Modelo del equipo: LSA47.255	192 GALONES ACPM	460 KW 546 KVA	200 GALONES ACPM
E	Modelo del equipo: EDO- GC3001	160 GALONES ACPM	240 KW 300KVA	110 GALONES ACPM
M	Modelo del equipo: SMDDC-310	200 GALONES ACPM	300 KW 360 KVA	200 GALONES ACPM
M	Modelo del equipo: SMDDC-310	200 GALONES ACPM	300 KW 360 KVA	200 GALONES ACPM

Tabla 7. Plantas de Energía.

Fuente: Autor.



Imagen 4. Planta de energía KUMIS

Fuente: (Chilito, 2012)

Debido a esta configuración de la red eléctrica la facturación energética se genera por subestación, lo cual no permite tener una medida exacta del consumo energético por edificio.

10.1.3.3. Fase 3: Uso de la Energía

De acuerdo al Departamento de Desarrollo Físico y Mantenimiento, la energía suministrada por las subestaciones se clasifican en dos, la primera es la llamada energía de fuerza que es destinada a todo equipo eléctrico ubicado al interior del campus que pueden ser computadores, equipos de laboratorio, cocción de alimentos o cualquier equipo que requiera conexión a través de tomacorriente; para la segunda encontramos la energía de iluminación de la cual como su nombre lo indica se desprende la iluminación tanto interior como exterior de la Universidad.

10.1.4. FORMULACIÓN DEL PAUEE

10.1.4.1. Sistema de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía –SAUEE-, para la Universidad El Bosque

10.1.4.2. Identificación del Sistema

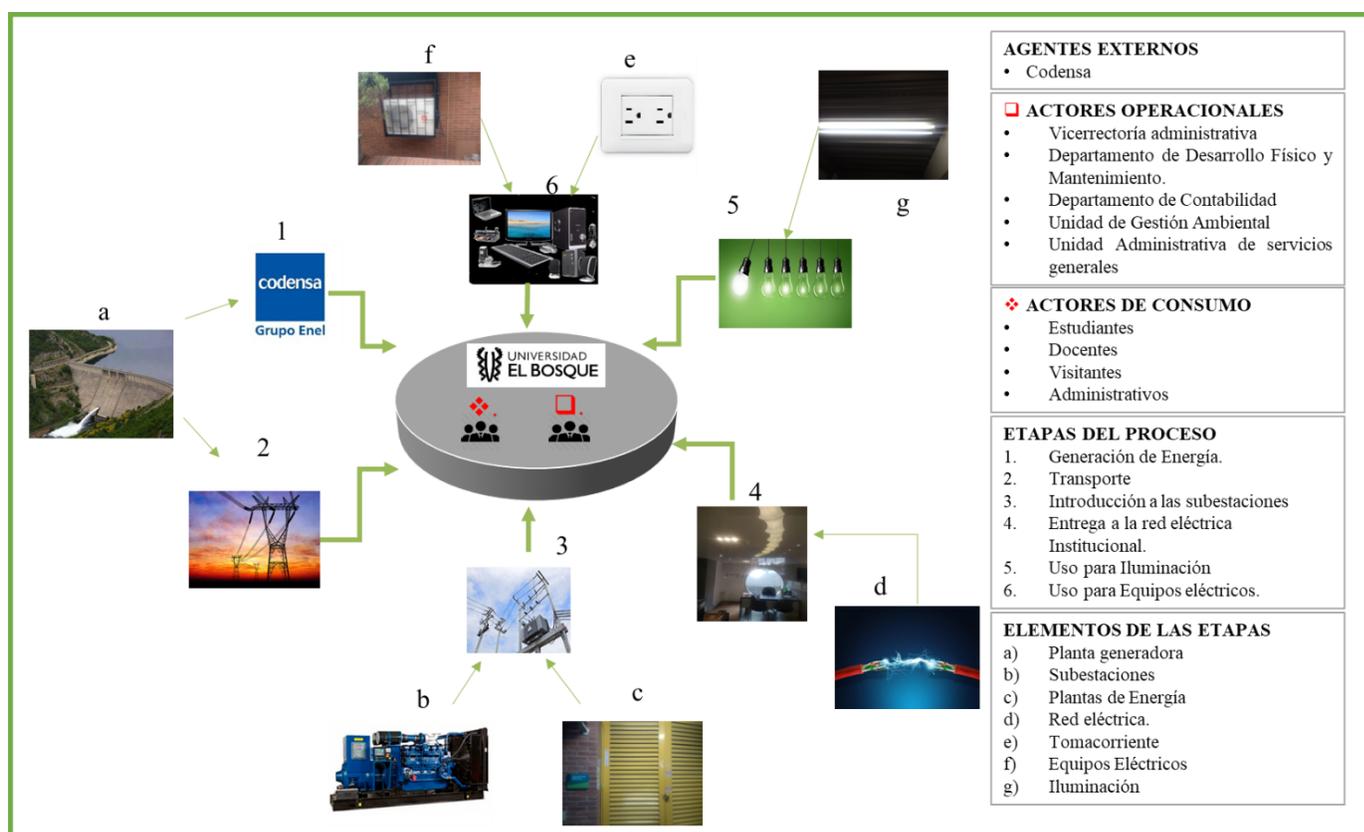


Figura 9. Sistema de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía.

Fuente: Autor

10.1.4.3. Definición y Descripción del Sistema

El Sistema de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía para la Universidad El Bosque está conformado por una parte humana y otra física, en la primera podemos encontrar todo miembro de la comunidad universitaria que está relacionado directa o indirectamente con el recurso energético y que son indispensables para su funcionamiento, entre ellos podemos encontrar:

Actores operacionales

- Vicerrectoría administrativa
- Departamento de Desarrollo Físico y Mantenimiento.
- Departamento de Contabilidad
- Unidad de Gestión Ambiental
- Unidad Administrativa de servicios generales

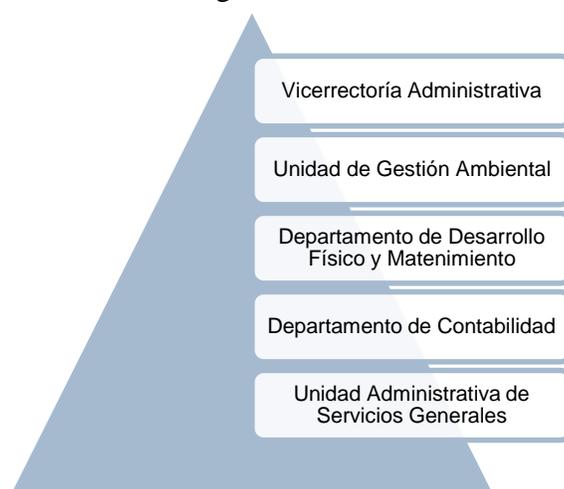


Figura 10. Jerarquía Actores operacionales.

Fuente: Autor.

Actores de consumo

- Estudiantes
- Docentes
- Visitantes
- Administrativos

A nivel físico encontramos la participación de toda la infraestructura necesaria para el funcionamiento del recurso, sus partes son las siguientes:

- Sistema de Distribución y Control de Energía: Hace referencia a cada uno de los medidores, redes, contadores y software encargados de redirigir la energía que pasa por las subestaciones a cada uno de los edificios el interior de la Universidad.
- Subestaciones: Son el punto de llegada de la energía suministradas por la empresa de energía de Bogotá y son las encargadas de disminuir la tensión eléctrica de media a baja para su uso en cada uno de los edificios. Actualmente existen cuatro subestaciones en el campus.

- Sistema de Emergencia: Da respuesta a situaciones en las cuales escasea el suministro energético, permite la alimentación de los edificios a través del uso de ACPM para generar energía eléctrica, cada una de las plantas eléctricas de emergencia están ubicadas cerca de una subestación.
- Equipos: Es el conjunto de elementos que son usados para el desarrollo de actividades al interior del campus, algunos de ellos son computadores, video beam, cafeteras, televisores, etc.
- Recursos Físicos: Toda planta física (Edificios) de la Universidad El Bosque, en donde se desarrollan actividades que usan el recurso energético disponible.

La interacción entre la parte física y humana debe ser constante e integral en todo el sistema, si se quiere hacer que éste funcione de manera coordinada y armónica.

10.1.4.4. Equipo de Trabajo

Para orientar las acciones que se ejecutan dentro de este sistema es necesario de un ente regulador que asegure un uso responsable de la energía en la Universidad El Bosque, este deberá estar conformado con el apoyo y soporte de la dirección general, de esta manera:

- Grupo Administrativo de Gestión Ambiental -GAGA- encargado de la toma de decisiones en relación al ahorro y uso eficiente de la energía.
- U. ECOS conformado por estudiantes los cuales apoyarán y seguirán las propuestas del GAGA, así como buscarán la generación de ideas, acciones y medidas que puedan contribuir en la mejora de la administración del recurso energético.
- Un miembro del Departamento de Desarrollo Físico y Mantenimiento quien se hará cargo de la vigilancia del estado de las tecnologías utilizadas para el uso y ahorro de la energía, y asegurará su buen estado y apoyará en el desarrollo de las actividades propuestas por el GAGA.
- Un miembro de la Unidad de Gestión Ambiental quien velara por el cumplimiento de lo dispuesto en el PAUEE y realizara las acciones que busquen el uso racional de la energía.
- Asistente del Departamento de Contabilidad el cual ayudará en la recolección de la información consignada en la facturación energética expedida mensualmente y además supervisará que no existan inconsistencias entre la facturación y el consumo real de energía.
- Una persona experta en el uso de estrategias que permitan el ahorro y uso eficiente de la energía.

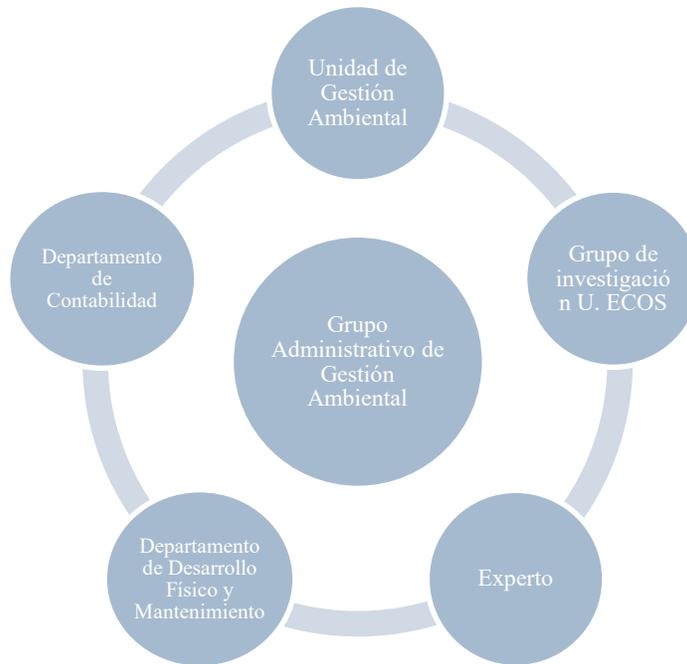


Figura 11. Equipo de Trabajo.
Fuente: Autor.

10.1.4.5. Identificación de Determinantes o Actividades

Durante esta etapa fue necesario identificar los diferentes determinantes (actividades que generan impacto sobre el recurso energético) que se llevan a cabo al interior de la Universidad que requieren del recurso energético.

Por lo anterior, se decidió agrupar el uso energético en cuatro determinantes, para ello se separó el apartado fuerza en tres, con lo que se busca detectar los consumos no solo agrupados por su componente físico (infraestructura eléctrica), sino que también, se busca identificar las actividades ligadas a la cultura energética de la Universidad, ya que estas pueden ser significativas para dar un mejor entendimiento del uso de energía.

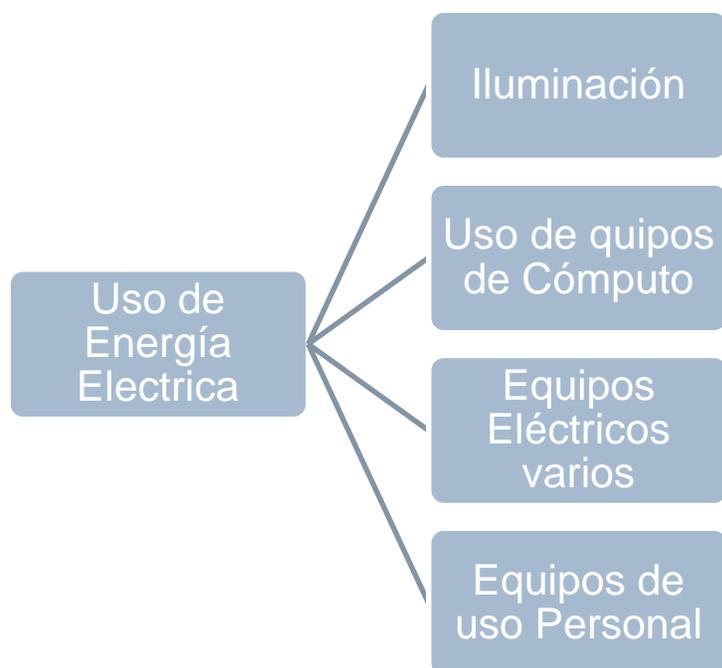


Figura 12. Determinantes.

Fuente: Autor

10.1.4.5.1. Iluminación

La iluminación es un determinante clave en la Universidad, ya que es indispensable para el funcionamiento interno de la institución, para realizar esta actividad se utilizan diferentes tipos de tecnologías de las cuales se identificaron más de cuarenta marcas y tipos de luminarias (ANEXO C), sin embargo, solo 11 tipos fueron realmente significativos debido a que representan casi la totalidad (95%) de las luces encontradas, estos son:

No.	TIPO	CONSUMO EN kWh
1	TUBO FLUORESCENTE T8 32W MASTER	0,032
2	TUBO FLUORESCENTES 40W(SILVANA)	0,040
3	LED ECO-TUBO T8/18W	0,018
4	162F96T12 SÚPER 75W/855	0,075
5	BOMBILLO PHILLIPS 26 W/840 MAS	0,026
6	BOMBILLO TWISTER PHILLIPS 23W	0,023
7	BOMBILLO LED 10W	0,010

8	BOMBILLO 400W	0,400
9	LED	0,005
10	HALÓGENAS	0,035
11	INCANDESCENTE	0,060

Tabla 8. Tipos de luminarias y sus consumos en kWh.

Fuente: Autor.

A partir de estas once luminarias se determinó el correspondiente consumo energético por tipo de luminaria en kWh, mediante la multiplicación de la cantidad de luminarias encontradas en el campus (Tabla 3) por su respectivo factor consumo en kilovatios (Tabla 8) dando como resultado la siguiente tabla.

EDIFICIO		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M	L	N	O	OTROS	TOTAL
TUBO FLUORECENTE T8 32W MASTER	Cantidad de unidades	1506	629	80	11	150	604	159	71	238	104	86	132	219	277	476		4742
	kWh	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032
	Total kWh	48192	20128	2,56	0,352	4,8	19328	5088	2272	7616	3328	2752	4224	7008	8864	15232		151,744
BOMBILLO PHILLIPS 26 W/840 MAS	Cantidad de unidades	820	88			4	6		6			1		48		133	8	1114
	kWh	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026
	Total kWh	21.32	2288			0.104	0.156		0.156			0.026		1248		3458	0.208	28,964
LED ECO-TUBO T8/18W	Cantidad de unidades	483								320	46					101	10	960
	kWh	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
	Total kWh	8694								5,76	0,828					1818	0,18	17,28
LED	Cantidad de unidades	1203							6	3		2				14	34	1262
	kWh	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
	Total kWh	6015							0,03	0,015		0,01				0,07	0,17	6,31
TUBO FLUORESCENTES 40W	Cantidad de unidades		69															69
	kWh	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	Total kWh		2,76															2,76
BOMBILLO TWISTER PHILLIPS 23W	Cantidad de unidades										8	11		3		31	12	65
	kWh	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023
	Total kWh										0,184	0,253		0,069		0,713	0,276	1,495
BOMBILLO LED 10W	Cantidad de unidades		78			254		338			8	4				131	9	822
	kWh	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Total kWh		0,78			2,54		3,38			0,08	0,04				1,31	0,09	8,22
Halógenas	Cantidad de unidades					15								5				20
	kWh	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
	Total kWh					0,525								0,175				0,7
BOMBILLO 400W	Cantidad de unidades										4						12	16
	kWh	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	Total kWh										1,6						4,8	6,4
162F96T12 SUPER 75W/855	Cantidad de unidades								10						44	54		108
	kWh	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075
	Total kWh								0,75						3,3	4,05		8,1
Bombilla incandescente	Cantidad de unidades									6						44		50
	kWh	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
	Total kWh									0,36						2,64		3

Tabla 9. Consumo eléctrico en kWh por tipo de luminaria.

Fuente: Autor

A partir de la Tabla 9 se extrae la siguiente información que permite hallar los kWh gastados en iluminación:

NO.	TIPO	CONSUMO EN kWh
1	TUBO FLUORESCENTE T8 32W MASTER	151,744
2	BOMBILLO PHILLIPS 26 W/840 MAS	28,964
3	LED ECO-TUBO T8/18W	17,28
4	LED	6,31
5	TUBO FLUORESCENTES 40W(SILVANA)	2,76
6	BOMBILLO TWISTER PHILLIPS 23W	1,495
7	BOMBILLO LED 10W	8,22
8	HALÓGENAS	0,7
9	BOMBILLO 400W	6,4
10	162F96T12 SÚPER 75W/855	8,1
11	INCANDESCENTE	3
TOTAL		234,973

Tabla 10. Consumo total en kWh por tipo de luminaria.

Fuente: Autor.

Sabiendo que el consumo total es de 234,973 Kwh (Tabla 10) y Considerando que el horario de funcionamiento de la Universidad es de 15 horas al día por 6 días a la semana tenemos que:

$$kW \text{ mensuales} = 234,973 \text{ kWh} \times 15 \text{ horas} \times 26 \text{ dias} = 91.639,47 \text{ kW/Mes}$$

Estos 91.639,47 kW están destinados a cuatro áreas específicas: iluminación de pasillos, salones, parqueaderos y exteriores.

10.1.4.5.2. Uso de equipos de cómputo

Durante la identificación de cada uno de los elementos de cómputo se hallaron más de 29 marcas de computadores (ANEXO F), que fueron agrupadas en cinco categorías, en este apartado también se agruparon equipos periféricos como lo son impresoras, scanner y pantallas adicionales; también se incluyeron Tablets (Tabla 11).

No.	Tipo	Consumo máximo kWh	Consumo mínimo kWh	Consumo medio kWh
1	All-in-One	0,280	0,005	0,142
2	Desktop	0,240	0,005	0,122
3	Portátil	0,051	0,004	0,027
4	Workstation	0,240	0,005	0,122
5	Portátil Mini	0,024	0,004	0,014
6	Tablet	0.028	0,003	0,015

7	Multifuncional Laser	0,023	0,001	0,012
8	Láser	0,018	0,001	0,009
9	Scanner	0,018	0,001	0,009
10	Pantalla	0,023	0,001	0,012

Tabla 11. Equipos de cómputo y su consumo energético.

Fuente: Autor.

Para calcular el consumo energético de los equipos de cómputo se tiene que considerar que los computadores y periféricos tienen varios estados en los cuales la energía que utilizan varía demasiado, como vemos en la tabla anterior existen dos topes para el uso de energía para cada tipo de equipo, por ende, es necesario establecer un valor intermedio para el cálculo, de allí la tercera columna.

A partir de la tabla 11 y en conjunto con la tabla 4 se tiene:

EDIFICIO		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M	L	N	O	OTROS	TOTAL
All-in-One	Cantidad de unidades	550	47	3	2	6	148	29	24					56	39	113		1017
	kWh	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142
	Total kWh	78.1	6674	0.426	0.284	0.852	21016	4118	3408	0	0	0	0	7952	5538	16046	0	144,414
Desktop	Cantidad de unidades	41	25	3		7	16	15		29	10	3	7	11	9	11		187
	kWh	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122
	Total kWh	5002	3.05	0.366	0	0.854	1952	1.83	0	3538	1.22	0.366	0.854	1342	1098	1342	0	22,814
Portátil	Cantidad de unidades	78	14				29	1						26	78	151	402	779
	kWh	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027
	Total kWh	2106	0.378	0	0	0	0.783	0.027	0	0	0	0	0	0.702	2106	4077	10854	21,033
Workstation	Cantidad de unidades	6	49			2	39							6	2	4		108
	kWh	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122
	Total kWh	0.732	5978	0	0	0.244	4758	0	0	0	0	0	0	0.732	0.244	0.488	0	13,176
Portátil Mini	Cantidad de unidades	3					11								39	1		54
	kWh	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014
	Total kWh	0.042	0	0	0	0	0.154	0	0	0	0	0	0	0	0.546	0.014	0	0,756
Tablet	Cantidad de unidades	3	4			12								1		83		103
	kWh	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
	Total kWh	0.045	0.06	0	0	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0.015	0	1245	0	1,545
Multifuncional Laser	Cantidad de unidades	13	2			1									1	5		22
	kWh	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
	Total kWh	0.156	0.024	0	0	0.012	0	0	0	0	0	0	0	0	0.012	0.06	0	0,264
Láser	Cantidad de unidades	20	3						3			1		4	1	3		35
	kWh	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009
	Total kWh	0.18	0.027	0	0	0	0	0	0.027	0	0	0.009	0	0.036	0.009	0.027	0	0,315
Scanner	Cantidad de unidades	2	1											1		1		5
	kWh	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009
	Total kWh	0.018	0.009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.009	0	0.009	0	0,045
Pantalla	Cantidad de unidades	24	3				1							5		4		37
	kWh	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
	Total kWh	0.288	0.036	0	0	0	0.012	0	0	0	0	0	0	0.06	0	0.048	0	0,444

Tabla 12. Consumo en kWh por equipo de cómputo.
Fuente: Autor.

A partir de la Tabla anterior se extrae la siguiente información:

No.	Tipo	Consumo en kWh
1	All-in-One	144,414
2	Desktop	22,814
3	Portátil	21,033
4	Workstation	13,176
5	Portátil Mini	0,756
6	Tablet	1,545
7	Multifuncional Laser	0,264
8	Láser	0,315
9	Scanner	0,045
10	Pantalla	0,444
Total		204,806

Tabla 13. Consumo total por categoría.

Fuente: Autor.

Para el cálculo total del consumo mensual en este apartado se tiene que contemplar el hecho que el área administrativa posee el 58% del total de equipos de cómputo (Diagrama 4), por lo cual para las horas de uso al día se deben limitar teniendo en cuenta el horario del personal administrativo, se usó un tiempo de 10 horas al día por 5 días a la semana dando el siguiente resultado:

$$kW \text{ mensuales} = 204,806 \text{ kWh} \times 10 \text{ horas} \times 21 \text{ dias} = 43.009,26 \text{ kW/Mes}$$

10.1.4.5.3. Equipos Eléctricos varios

Durante la recolección de información en la caracterización energética se detectaron elementos eléctricos que son usados para diversos propósitos en la Universidad, estos pueden ser para la cocción de alimentos, la aclimatación de áreas o sistemas de secado en baños; entre los equipos encontrados tenemos:

No.	TIPO	CONSUMO KWH
1	TV	0,322
2	SECADOR DE MANOS	0,27
3	MÁQUINA DE CAFÉ	0,6
4	VIDEO BEAM	0,268
5	EXTRACTOR	0,75
6	NEVERA	1,4
7	MICROONDAS	0,7
8	AIRE ACONDICIONADO	3,73
9	ASCENSORES	7,5
10	ESCALERAS ELÉCTRICAS	8,7

Tabla 14. Consumo en kWh por tipos de Equipos eléctricos varios.
Fuente: Autor.

Para el cálculo de los kWh totales se usaron los cálculos de la tabla 5 junto con la tabla 14 arrojando lo siguiente:

EDIFICIO		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M	L	N	O	OTROS	TOTAL
TV	Cantidad de unidades	37	5		3		3	16	7	1	1	1	4	8	5	15	3	109
	kWh	0.322	0.322	0.322	0.322	0.322	0.322	0.322	0.322	0.322	0.322	0.322	0.322	0.322	0.322	0.322	0.322	0.322
	Total kWh	11914	1.61	0	0.966	0	0.966	5152	2254	0.322	0.322	0.322	1288	2576	1.61	4.83	0.966	35,098
Secador de manos	Cantidad de unidades	20	7	1	2	3	7	4	2	10		2	4	3		5		70
	kWh	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
	Total kWh	5.4	1.89	0.27	0.54	0.81	1.89	1.08	0.54	2.7	0	0.54	1.08	0.81	0	1.35	0	18,9
Máquina de café	Cantidad de unidades	7	3													1	1	12
	kWh	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	Total kWh	4.2	1.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	7,2
video Beam	Cantidad de unidades	19	24	1		7	27	14		29	8	7	11	6		14		167
	kWh	0.268	0.268	0.268	0.268	0.268	0.268	0.268	0.268	0.268	0.268	0.268	0.268	0.268	0.268	0.268	0.268	0.268
	Total kWh	5092	6432	0.268	0	1876	7236	3752	0	7772	2144	1876	2948	1608	0	3752	0	44,756
Extractor	Cantidad de unidades	2	1															3
	kWh	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
	Total kWh	1.5	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,25
Nevera	Cantidad de unidades	5										1				2		8
	kWh	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
	Total kWh	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4	0	0	0	2.8	0	11,2
microondas	Cantidad de unidades	7	2	1		4			2							3		19
	kWh	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
	Total kWh	4.9	1.4	0.7	0	2.8	0	0	1.4	0	0	0	0	0	0	2.1	0	13,3
Aire Acondicionado	Cantidad de unidades							4						3	9	9		25
	kWh	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75
	Total kWh	0	0	0	0	0	0	14.92	0	0	0	0	0	11.19	33.57	33.57	0	93,25
Ascensores	Cantidad de unidades	4					2									1		7
	kWh	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
	Total kWh	30	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	7.5	0	52,5
Escaleras Eléctricas	Cantidad de unidades	1																1
	kWh	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7
	Total kWh	8.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,7

Tabla 15. Consumo kWh por equipos eléctricos varios.
Fuente: Autor.

A partir de la anterior tabla se tiene:

No.	TIPO	Consumo kWh
1	TV	35,098
2	Secador de manos	18,9
3	Máquina de café	7,2
4	video Beam	44,756
5	Extractor	2,25
6	Nevera	11,2
7	microondas	13,3
8	Aire Acondicionado	93,25
9	Ascensores	52,5
10	Escaleras Eléctricas	8,7
	TOTAL	287,154

Tabla 16. Consumo total de energía para equipos eléctricos varios en kWh.

Fuente: Autor.

El uso de estos equipos eléctricos a diferencia de la iluminación o los equipos de cómputo, puede ser muy variados, su utilización puede ser esporádica y difícil de determinar, por lo cual aquí se asume un tiempo de referencia de 4 horas/día y 6 días a la semana (tiempo tomado del uso de microondas en la Universidad 11:00 am a 2:00 pm), siguiendo lo anteriormente descrito el consumo mensual por estos equipos varios es:

$$kW \text{ mensuales} = 287,154 \text{ kWh} \times 4 \text{ horas} \times 26 \text{ dias} = 29.864,016 \text{ kW}$$

10.1.4.5.4. Uso de Equipos personales

En este apartado se consideran los equipos que son introducidos por la comunidad universitaria hacemos referencia principalmente a los equipos celulares, computadores, tablets, entre otros. Para este cálculo se le asignó a cada miembro de la comunidad un consumo promedio de energía al día, el cual es 0,005kWh (consumo promedio de una batería de celular convencional).

Para este cálculo se tomará una población de 11.000, sabiendo que actualmente la población total de la Universidad es de 14.447, pero que no todos se encuentran durante toda la jornada, de lo anterior se tiene:

$$kW \text{ mensuales} = 0,005 \text{ kWh} \times 11.000 \times 10 \text{ horas} \times 26 \text{ dias} = 14.300 \text{ kW}$$

10.1.4.5.5. Tablas y diagramas generales de consumo de energía eléctrica por determinante en la Universidad El Bosque

Edificio	Iluminación kW/Mes	Equipos de cómputo kW/Mes	Equipo varios kW/Mes	Total kW/Mes	Porcentaje de consumo energético
A	32.846,19	18.200,49	8.185,424	59.232,104	36%

B	10.122,84	3.409,56	1.443,728	14.976,128	9%
C	998,4	166,32	128,752	1293,472	1%
D	137,28	59,64	156,624	353,544	0%
E	3107,91	449,82	570,544	4128,274	3%
F	7598,76	6021,75	2609,568	16230,078	10%
G	3302,52	1254,75	2590,016	7147,286	4%
H	1251,12	721,35	436,176	2408,646	1%
I	5362,89	742,98	1122,576	7228,446	4%
J	2347,8	256,2	256,464	2860,464	2%
K	1201,59	78,75	430,352	1710,692	1%
M	1647,36	179,34	552,864	2379,564	1%
L	3315	2278,08	1683,136	7276,216	4%
N	4743,96	2006,13	3658,72	10408,81	6%
O	11423,49	4904,76	5876,208	22204,458	13%
OTROS	2232,36	2279,34	162,864	4674,564	3%
Total	91.639,47	43.009,26	29.864,016	164.512,746	100%

Tabla 17. Consumo total kW/Mes por Edificio y Actividad
Fuente: Autor.

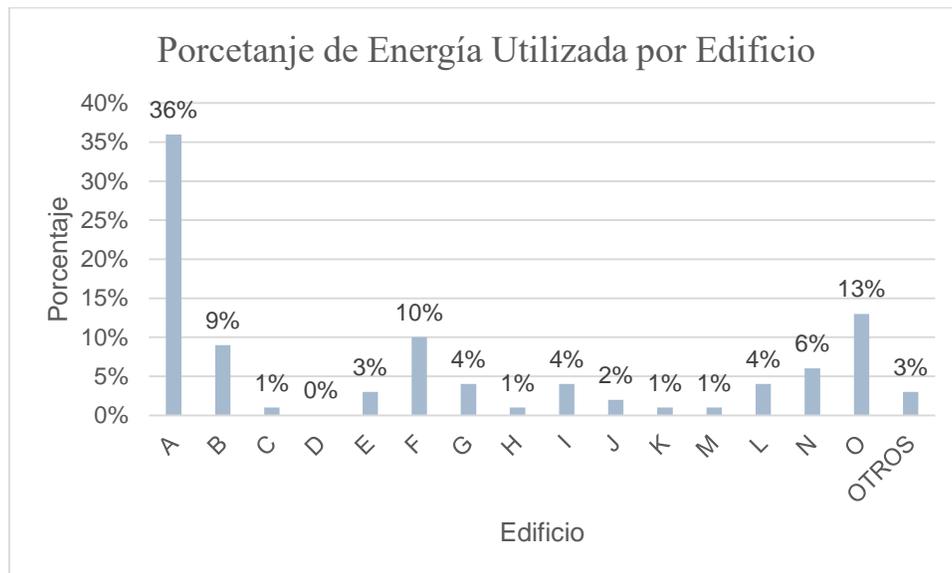


Diagrama 5. Porcentaje de energía utilizada por edificio.
Fuente: Autor.

No.	Actividad	Consumo kW/Mes	Porcentaje
1	Iluminación	91.639,47	51%
2	Equipos de computo	43.009,26	24%
3	Equipo varios	29.864,016	17%
4	Equipos Personales	14.300	8%

Tabla 18. Consumo total kW/Mes por actividad.
Fuente: Autor.

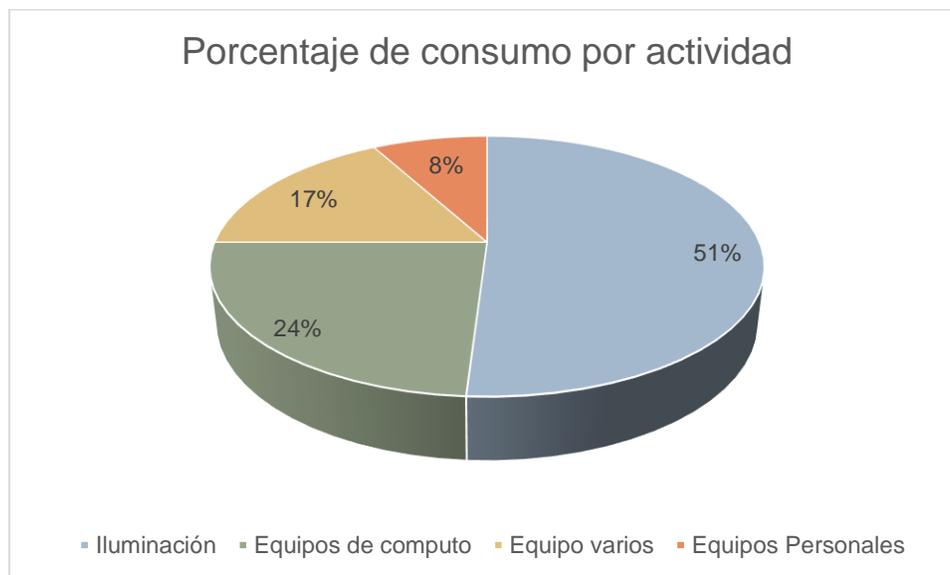


Figura 13. Porcentaje de consumo energético por Determinante.
Fuente: Autor.

10.1.4.5.6. Comparación consumo eléctrico hallado vs consumo real registrado

A continuación, se evaluará el margen de error usando la información de facturación de energía de Enero - Diciembre del 2017, y el consumo hallado en la caracterización energética realizada en el presente trabajo.

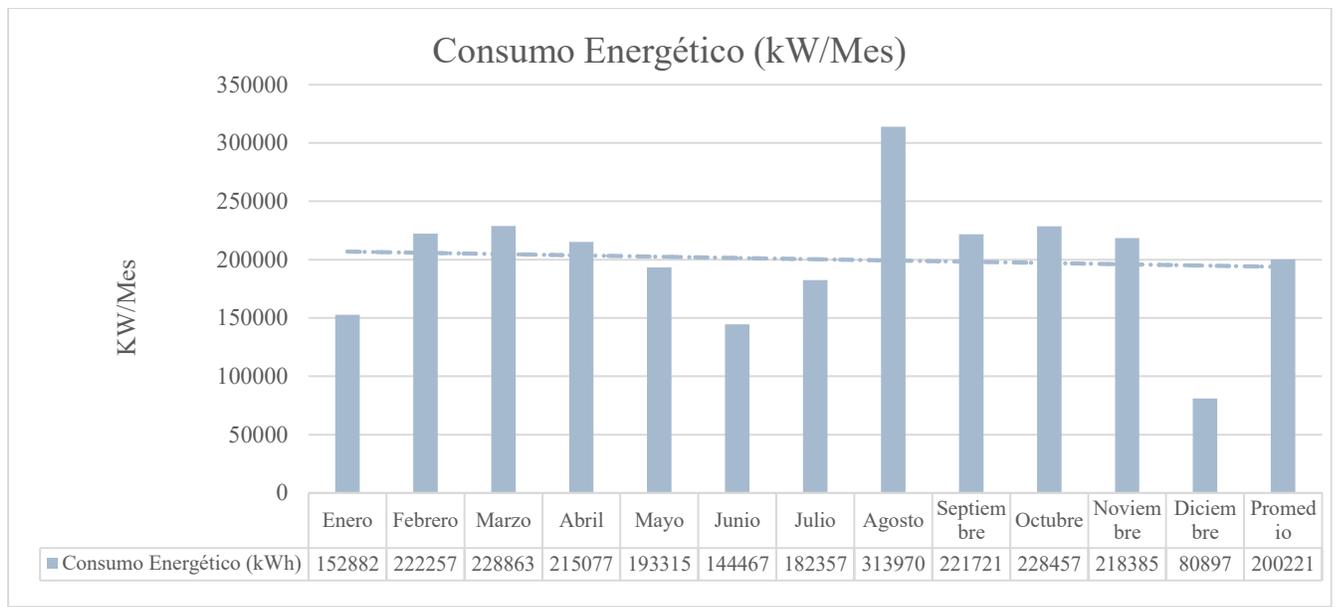


Diagrama 6. Consumo eléctrico Enero – Diciembre del 2017 en KW para la Universidad El Bosque.
Fuente: Autor.

No.	Determinante	Consumo kW/Mes
1	Iluminación	91.639,47
2	Equipos de computo	43.009,26
3	Equipo varios	29.864
4	Equipos Personales	14.300
	TOTAL	178.812,75

Tabla 19. Consumo hallado por determinante.
Fuente: Autor

Con la información depositada en el Diagrama 6 y la Tabla 19 Se procede a realizar el cálculo con el promedio de energía mensual registrada en la facturación equivalente a 200221 Kw/mes y el total hallado en la caracterización igual a 178.812,75 Kw/mes.

$$\%Error = 200.221 \text{ kW} - 178.812,75 \text{ kW} = 21.408,25 \text{ kW}$$

$$\%Error = \frac{21.408,25 \text{ kW} \times 100}{200.221 \text{ kW}} = 11 \%$$

De lo anterior se tiene que la caracterización energética cuenta con un porcentaje de error relativo del 11%, siendo esto bastante representativo y seguramente es debido a la cantidad inmensa de variables que afectan al suministro eléctrico en la Universidad, desde los eventos esporádicos, las malas prácticas en el ahorro de energía hasta la adquisición de nuevos equipos.

10.1.4.5.7. Análisis de tablas y diagramas generales de consumo de energía eléctrica por determinante en la Universidad El Bosque

La demanda energética del campus Usaquén de la Universidad El Bosque varía de acuerdo a la cantidad de tecnologías y tiempo de uso, por supuesto existen otros factores que afectan directa o indirectamente, como lo puede ser la cultura de ahorro de la energía por parte de la comunidad Universitaria, sin embargo, estos factores no son de fácil cuantificación.

A continuación, se procederá a analizar las gráficas y tablas (Diagrama 5, Figura 13 y Tablas 17, 18) depositadas en el apartado anterior observando la variación por determinantes.

10.1.4.5.7.1. Iluminación

La Iluminación en la Universidad El Bosque es la actividad más representativa consumiendo un 51% del recurso energético como se ve en figura 13, esto se debe principalmente al increíble número de unidades usadas para iluminar (más de 9000) la totalidad del campus, entre los edificios que más consumen energía en esta actividad encontramos el Edificio Fundadores, Bloque A con 32.846,19 kW al mes, a pesar de ser el más desarrollado tecnológicamente la cantidad de luminarias que utiliza es excesiva ya que existen lugares en los cuales no es necesario el uso de estas unidades esto se evidenció en el recorrido de caracterización (ANEXO G), además se evidenció el uso de tecnologías de bajo consumo (LED) en conjunto con lámparas de mayor gasto energético (Tubos Fluorescentes), lo cual aumenta el consumo energético por área innecesariamente.

También se observa como el Edificio Rectoría, Bloque O ocupa el segundo lugar en el consumo de energía por luminarias con 11.423,49 kW/mes seguido por el Edificio El Campito, Bloque B con 10.122,84 kW/mes.

Aunque la Universidad ha estado adquiriendo tecnologías de menor gasto energético, la cantidad excesiva de estas incrementan el consumo energético en iluminación, de la misma manera se identificó que el mayor número de luminarias existentes son Tubo T8-32W, las cuales a pesar de su bajo consumo por su gran cantidad genera desperdicios energéticos hecho que la comunidad identifica en las encuestas realizadas.

10.1.4.5.7.2. Equipos de cómputo

Para esta actividad vemos como los edificios que registran mayor consumo son el Edificio Fundadores (Bloque A) y el Edificio El Campito (Bloque B) con 18200,49 kW/mes y 6021,75 kW/mes respectivamente, esto se debe a las actividades administrativas y formativas que se desarrollan en estos dos edificios, las cuales son imposibles de realizar sin acceso a un computador, es claro que el edificio administrativo principal (Bloque A) presenta el mayor número de computadores en la universidad, tanto así que triplica el consumo energético del segundo lugar (Bloque B). El uso de computadores representa el 24% del gasto eléctrico llegando a 43.009,26 kW al mes.

10.1.4.5.7.3. Equipos varios

Los equipos que prestan diferentes propósitos en la Universidad El Bosque consumen en promedio el 17% del total de la energía que ingresa al campus y observando la tabla 17 podemos ver como los edificios que consumen más energía en este apartado son el Bloque A y O con 8185,42 kW/mes y 5876,20 kW/mes respectivamente.

Estos equipos varios, aunque no son muy representativos numéricamente ocupan el tercer lugar del consumo total de energía y esto se debe a que equipos como los ascensores requieren de una gran cantidad de energía para realizar sus funciones.

10.1.4.5.7.4. Equipos personales

Por último, el apartado de equipos personales con el 8% del consumo total de energía y 18.781,1 kW/mes, es la actividad menos representativa en el campus Usaquén; sin embargo, al estar ligado directamente al uso responsable de la energía por parte de la comunidad, puede ser aquel donde se puedan efectuar acciones más diversas para el ahorro y cuidado del recurso.

10.1.4.5.8. Categorización y Priorización de los determinantes

En este apartado busca priorizar aquellas actividades o determinantes que demandan altos consumos de energía para la Universidad, y a las que se debe prestar la mayor atención posible; para así generar estrategias, con el fin de disminuir el consumo energético. Para esto, fue utilizado como guía el Diagrama de Pareto. (Domenech, s.f).

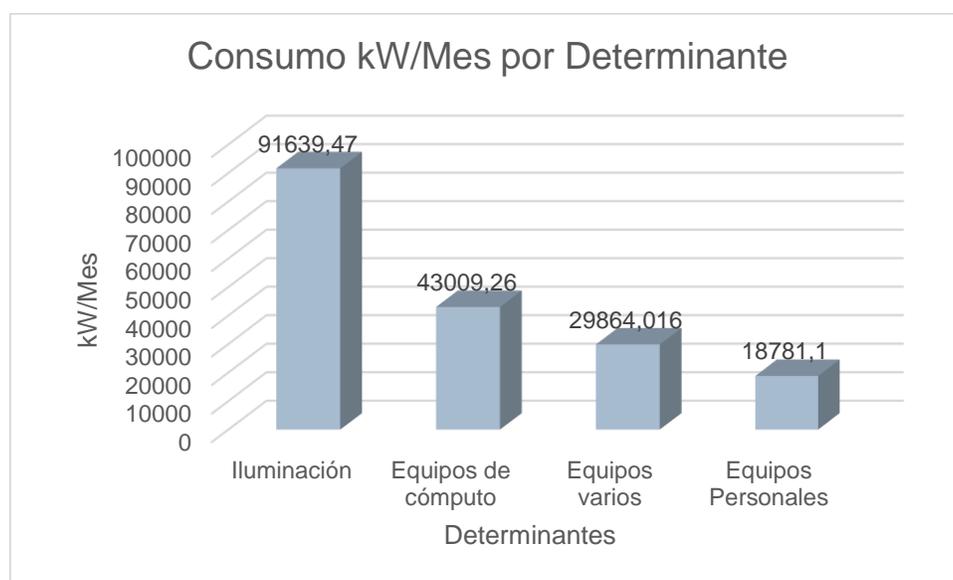


Diagrama 7. Consumo total de energía por determinante.

Fuente: Autor.

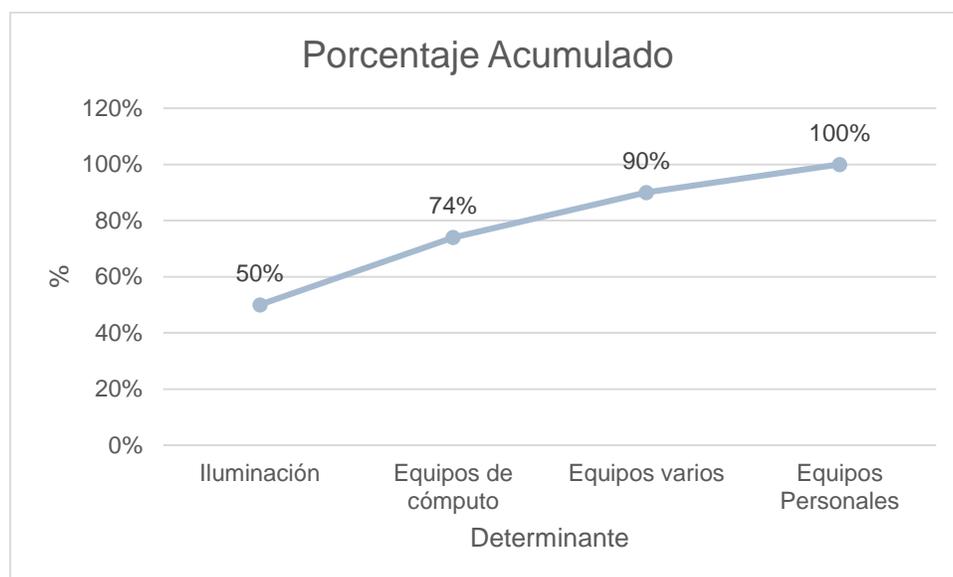


Diagrama 8. Porcentaje acumulado por determinante.
Fuente: Autor.

El método de Pareto sugiere concentrar la atención a las causas que producen la mayor parte de los efectos. Sabiendo que existen cuatro determinantes que contribuyen al uso de energía en la Universidad El Bosque (Diagrama 7), en el 20% se considerarán a los que más consumen el recurso energético.

A partir de lo anterior, tenemos que los determinantes de iluminación, equipos de cómputo y equipos varios se les atribuyen el 80% del consumo de energía total (Diagrama 8); por lo cual se hace necesario trabajar sobre estos tres determinantes principales, así que se procederá a diseñar las respectivas estrategias de solución que contribuyan al ahorro y uso eficiente de la energía.

10.2. Desarrollo Objetivo 2 Estrategias de Gestión

Para la generación de oportunidades de mejora se utilizó la metodología ITACONE. Este método fue aplicado a diferentes actores que participan en las actividades del campus Usaquén, en forma de encuestas y sus resultados se describen a continuación.

10.2.1. Problemática

El Sistema de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía, enmarcado en el Sistema Institucional de Gestión Ambiental –SIGA– de la Universidad El Bosque, en la actualidad no ha desarrollado propuestas que busquen minimizar el impacto sobre el recurso energético, esto debido a que no se han establecido los lineamientos para reducir su uso ni se ha formulado el Plan de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía, esto se ve reflejado en el excesivo costo de energía facturado mensualmente, el cual produce un alto gasto para la institución.

De la misma manera, gran parte las tecnologías utilizadas actualmente en el desarrollo de las diferentes actividades, no son eficientes energéticamente hablando, por lo que se genera un consumo excesivo del recurso, esto junto a que gran parte del personal de la Universidad, no cuenta con el conocimiento necesario que lo lleve a tomar conciencia de la importancia de la cultura del ahorro son factores que contribuyen al alto consumo de energía. (Chilito, 2012)

Por lo anterior, es importante examinar la situación actual desde diferentes puntos de vista, que permitan al investigador obtener soluciones creativas y alternativas que solucionen las problemáticas identificadas, para ello es importante utilizar los diferentes métodos de estudio como el método ITACONE y la Asociación Rebuscada. (ANEXO A y B)

10.2.2. Situación Actual Insatisfactoria

En la Universidad El Bosque, se están realizando prácticas inadecuadas en el uso de la energía eléctrica, dando lugar a desperdicios de energía y aumento en los costos de facturación; en actividades como la iluminación de edificios (que representa el 51% del consumo total de energía) se evidencia como la comunidad permite que la totalidad de los salones tenga prendidas las luminarias todo el día (ANEXO G), pudiendo utilizar la luz natural, por otra parte se encuentran salas de cómputo con equipos encendidos sin propósito alguno.

Además de lo anterior, edificios con tecnologías ahorradoras de punta (Edificio Fundadores, Bloque A) no son aprovechadas por falta de conocimiento sobre el software de control, por el contrario, en los edificios antiguos es necesario actualizar la base tecnológica y remodelar la infraestructura de tal manera que permita el uso de luz natural.

10.2.3. Situación Ideal

La Universidad El Bosque, implementa buenas prácticas de ahorro y uso eficiente de la energía, en donde la comunidad es consciente de su rol en el cuidado del recurso y siempre está buscando maneras de mejorar en su desempeño energético, de la misma manera existen tecnologías de ahorro que permiten fortalecer el control y administración de la energía eléctrica, todo lo anterior acompañado de campañas que incentivan positivamente el cambio de conductas hacia el cuidado de la infraestructura eléctrica.

Con base en lo anterior y al contraste realizado con anterioridad, se desarrollará la identificación de problemas presentes en el sistema energético de la Universidad El Bosque, enfocados en el ahorro y uso eficiente de la energía; luego se formularán las ideas de solución y se realizara su correspondiente ponderación.

10.2.4. Problemas Identificados

- Las tecnologías utilizadas actualmente no facilitan el buen manejo del recurso energético, por lo que se generan desperdicios de energía en el desarrollo de los determinantes evaluados anteriormente.
- La Universidad no cuenta con sistemas de aprovechamiento de energías alternativas.
- Gran parte de la comunidad Universitaria no cuenta con el conocimiento necesario, que le permita tomar conciencia sobre la importancia de uso eficiente de la energía.
- No existe personal especializado en el desarrollo de actividades que permitan mejorar el desempeño energético de la Universidad

10.2.5. Síntesis de Ideas de Solución

Las ideas presentadas a continuación, buscan ser implementadas a cabalidad con el fin de lograr darle un ahorro y uso eficiente a la energía en las instalaciones de la Universidad El Bosque, optimizando el manejo energético, sin comprometer las actividades formativas.

- Realizar el cambio progresivo a tecnologías más eficientes, reduciendo el consumo base de luminarias y equipos eléctricos.
- Implementar energías renovables en las instalaciones de la Universidad reduciendo la dependencia de fuentes tradicionales, así como, reduciendo el consumo energético total.
- Realizar campañas educativas que permitan mostrar a la comunidad universitaria su rol en el sistema energético, de la misma manera utilizar herramientas publicitarias para seguir transformando la conducta.
- Delegar dos profesionales con capacidad de dirigir campañas educativas y capacitaciones, además realizar procesos de monitoreo y control del subsistema de ahorro y uso eficiente de la energía.
- Contar con un profesional que conozca a cabalidad los sistemas de control automático de ahorro y uso eficiente de energía (software y hardware) así como sea capaz de determinar desperdicios energéticos en la infraestructura eléctrica de la Universidad.

10.2.6. Establecimiento de criterios de cumplimiento

A continuación, se establecen los criterios de cumplimiento para las ideas de solución, evaluados a partir de niveles de ponderación que van desde excelente (5) hasta ninguno (1). (Godoy, 2008)

Criterio de Cumplimiento	Calificación
EXCELENTE	5
BUENO	4
ACEPTABLE	3
DEFICIENTE	2
NINGUNO	1

Tabla 20. Criterios de cumplimiento.

Fuente: (Godoy, 2008)

Descripción de cada uno de los criterios de Cumplimiento mencionados en la tabla

- Excelente: El criterio cumple a cabalidad la solución
- Bueno: El criterio se aplica correctamente.
- Aceptable: El criterio se aplica más no se cumple a cabalidad.
- Deficiente: el criterio no aplica a la solución
- Ninguno: el criterio no está presente en la solución.

Los criterios de valoración subjetiva son:

- **Efectividad:** la solución busca la satisfacción total por parte de la comunidad universitaria, de acuerdo con la educación, manejo y disposición del recurso energético en el campus.
- **Eficacia:** la solución cumple este criterio cuando elimina el problema en el menor tiempo posible dándole una respuesta adecuada.
- **Eficiencia:** minimiza el consumo de kilovatios y optimiza las actividades en donde se requiera el uso de la energía eléctrica.
- **Adaptabilidad:** flexibilidad del proceso para alcanzar y reaccionar inmediatamente ante las solicitudes, requerimientos o exigencias que surjan por parte de la comunidad.
- **Viabilidad:** la solución puede implementarse sin afectar la ejecución de las actividades que requieren el uso de energía eléctrica en el campus de la Universidad, sin perjuicios de la misma comunidad.
- **Proactividad:** la solución tiene un efecto dinamizador del proceso de cambio. Propicia el cumplimiento de los objetivos y metas establecidos por las directivas de la Universidad y su comunidad.
- **Pertinencia Cultural:** La solución promueve e incentiva la cultura del ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica en la comunidad universitaria.

10.2.7. Ponderación de Ideas de Solución:

Ponderación de soluciones																																				
Estrategia de solución	Efectividad					Eficacia					Eficiencia					Adaptabilidad					Viabilidad					Proactividad					Pertinencia cultural					Total
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Realizar el cambio progresivo a tecnologías más eficientes, reduciendo el consumo base de luminarias y equipos eléctricos.					X			X							X			X							X			X					X			25
Implementar energías renovables en las instalaciones de la Universidad permitiendo así la reducción de la dependencia energética de las redes eléctricas tradicionales, así como, reduciendo el consumo energético total.					X		X								X										X					X					X	23
Realizar campañas educativas que permitan mostrar a la comunidad universitaria su rol en el sistema energético de la Universidad, de la misma manera utilizar herramientas publicitarias para seguir transformando la conducta.					X	X							X							X					X					X					X	28
Delegar un profesional con capacidad de dirigir campañas educativas y capacitaciones, así como tenga la habilidad para realizar procesos de monitoreo y control del subsistema de ahorro y uso eficiente de la energía				X		X							X					X							X					X					X	24
Contar con un profesional que conozca a cabalidad los sistemas de control automático de ahorro y uso eficiente de energía (software y hardware) así como sea capaz de determinar desperdicios energéticos en la infraestructura eléctrica de la Universidad.			X					X					X					X							X					X					X	21

Tabla 21. Ponderación de idea de solución.
Fuente: Autor.

De acuerdo a la ponderación aplicada a cada una de las ideas de solución, se logró establecer los niveles de importancia, de viabilidad y aplicabilidad de cada una de estas, dando como resultado:

- **Idea de solución 1** → Realizar campañas educativas que permitan mostrar a la comunidad universitaria su rol en el sistema energético, de la misma manera utilizar herramientas publicitarias para transformar la conducta.
- **Idea de solución 2** → Realizar el cambio progresivo a tecnologías más eficientes, reduciendo el consumo base de luminarias y equipos eléctricos. .
- **Idea de solución 3** → Delegar dos profesionales con capacidad de dirigir campañas educativas y capacitaciones, además realizar procesos de monitoreo y control del subsistema de ahorro y uso eficiente de la energía.
- **Idea de solución 4** → Implementar energías renovables en las instalaciones de la Universidad permitiendo así la reducción de la dependencia energética de las redes eléctricas tradicionales, reduciendo el consumo energético total.
- **Idea de solución 5** → Contar con un profesional que conozca a cabalidad los sistemas de control automático de ahorro y uso eficiente de energía (software y hardware) así como sea capaz de determinar desperdicios energéticos en la infraestructura eléctrica de la Universidad.

10.2.8. Descripción Detallada de las Ideas de Solución

10.2.8.1. Campañas de Educación Ambiental.

Esta estrategia de solución, recomienda la realización de campañas de educación ambiental masivas que repercutan en la conducta de los integrantes de la comunidad universitaria, en estas campañas se busca hacer especial énfasis en el cuidado del recurso energético y su infraestructura.

Para la realización de estas campañas es importante aprovechar eventos y alinearse a celebraciones internacionales que tengan por objetivo el cuidado del recurso, tales como el día internacional de la eficiencia energética (5 de marzo) o el día internacional del Ahorro de Energía (21 de octubre); si se quiere abordar el ahorro de energía de manera más holística también es prudente ligar varios subsistemas en la promoción de conductas responsables (Imagen 5).



Imagen 5. Campaña de ahorro de agua y energía.
Fuente: Ministerio de Minas y Energía.

Es importante el manejo de elementos lúdicos y de difusión para seguir estimulando las conductas que permitan un ahorro de la energía.

PLAN DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA		
ESTRATEGIA: CAMPAÑA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL		
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> • Generar una cultura del cuidado del recurso energético, al interior de la Universidad El Bosque. • Promover las conductas responsables, a través de medios informáticos y físicos. 	<p>IMAGEN</p>
Lugar de Aplicación: Campus Usaquén – Universidad El Bosque	Target: Estudiantes Docentes Administrativos Visitantes	
MEDIDAS DE GESTIÓN		
Personal requerido y/o Responsable	ACCIONES A DESARROLLAR	
Profesional graduado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Creación Posters que permitan conocer el sistema de energía utilizado en la Universidad en conjunto con Centro de Diseño. 2. Una fuerte difusión de publicidad con ayuda del centro de diseño y comunicaciones que promueva las conductas responsables a través de medios de comunicación institucionales como lo son la página web, el correo y la aplicación para móviles de la Universidad El Bosque. 3. Realizar Talleres, conferencias, ferias y actividades que estimulen las conductas responsables en el consumo de energía. 4. Uso de avisos y etiquetas en salas de computación que se proyecten en los salones cuando se use el video beam. <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo estimado: estas actividades deberán realizarse de manera constante durante el transcurso del año. 	

RESULTADOS ESPERADOS	
1. Posters y banners, tanto físicos como digitales. 2. Días institucionales para el ahorro y uso eficiente de la energía. 3. Comunidad consiente de su rol en el SAUEE.	
META	INDICADOR
Reducir el consumo de energía al año 2022 en 10% por persona.	$\%Cobertura = \frac{No. personas Objetivo}{Total de personas} \times 100$ $\%Asistencias = \frac{No. personas que asistieron}{Total de personas convocadas} \times 100$

Tabla 22. Ficha Estrategia de Campañas ambientales educativas.

Fuente: Autor

10.2.8.2. Cambio de tecnologías

En esta estrategia se busca cambiar la capacidad instalada de la universidad de tal manera que se usen tecnologías más eficientes, que brinden los mismos beneficios a la comunidad que las actuales, pero disminuyendo el uso de energía. Para lo anterior y sabiendo los determinantes que consume mayor cantidad de energía (Figura 13), se pretende remplazar dos tipos de tecnología luminarias y equipos eléctricos.

10.2.8.2.1. Cambio de Luminarias

Como se muestra en la Figura 13 el determinante que más energía consume en la Universidad El Bosque es la iluminación, es por esto que es importante implementar tecnologías fijas que sean más eficientes; en esta estrategia se quiere lograr sustituir las luminarias actuales por luminarias de bajo consumo LED siguiendo la tabla a continuación presentada:

No.	TIPO DE LUMINARIA ACTUAL	LUMINARIA IDEAL
1	TUBO FLUORESCENTE T8 32W MASTER	LED ECO-TUBO T8/18W
2	TUBO FLUORESCENTES 40W	LED ECO-TUBO T8/18W
3	162F96T12 SÚPER 75W/855	LED T8 - 120CM / 18W
4	BOMBILLO PHILLIPS 26 W/840 MAS	BOMBILLO LED 10W
5	BOMBILLO TWISTER PHILLIPS 23W	BOMBILLO LED 10W
6	INCANDESCENTE	BOMBILLO LED 10W

Tabla 23. Cambio de luminarias.

Fuente: Autor

Hay dos tipos luminarias que son representativamente más importantes el TUBO FLUORESCENTE T8/32W MASTER y el BOMBILLO PHILLIPS 26W/840, que constituyen aproximadamente el 51% y 12% del total de luminarias en la Universidad, en consecuencia, es importante comenzar su transición a Luminarias tipo LED (Imagen 6). Como punto adicional se quiere manejar un número menor de referencias (modelos y marcas) con el fin de poder crear indicadores que permitan medir el cambio de tecnologías.



Imagen 6. Luminarias led
Fuente: LED de Colombia.

PLAN DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA		
ESTRATEGIA: CAMBIO DE LUMINARIAS		
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> Disminuir el consumo energético en el determinante de iluminación, a través de tecnologías ahorradoras. 	<p style="text-align: center;">IMAGEN</p>
Lugar de Aplicación: Campus Usaquén – Universidad El Bosque	Target: Edificios al interior del campus	
MEDIDAS DE GESTIÓN		
Personal requerido y/o Responsable	ACCIONES A DESARROLLAR	
Departamento de Desarrollo Físico y Mantenimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contabilizar el número exacto de luminarias a reemplazar cada mes. 2. Adquirir las Luminarias Ahorradoras (LED) 3. Reemplazar progresivamente las luminarias al interior del campus. 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo estimado: estas actividades deberán realizarse durante el transcurso del año.
RESULTADOS ESPERADOS	
4. Reducción del consumo base del determinante de iluminación. 5. Menor cantidad de luminarias dispuestas como residuo peligroso 6. Menores costos por cambio de luminarias anualmente.	
META	INDICADOR
Contar solo con tecnologías ahorradoras en el área de iluminación para el año 2022.	$\%Luminarias\ LED = \frac{No.\ Luminarias\ LED}{Total\ de\ Luminarias} \times 100$

Tabla 24. Ficha estrategia cambio de luminarias.

Fuente: Autor.

10.2.8.2.2. RETIQ -Etiquetado de Equipos Eléctricos.

Es importante saber que el etiquetado de eficiencia energética en Colombia es una iniciativa gubernamental que busca fomentar el uso racional y eficiente de la energía en productos que usan energía eléctrica y gas combustible, mediante el establecimiento y uso obligatorio de etiquetas que informen sobre el desempeño de los equipos en términos de consumo energético e indicadores de eficiencia (Unidad de Planeación Minero Energética, 2016). Si bien el etiquetado RETIQ no ofrece un ahorro directo en el consumo actual de la energía (siendo una estrategia de gestión estratégica dirigida al consumidor final en este caso la Universidad El Bosque), es posible el ahorro mediante el remplazo tecnológico de equipos menos eficientes en el apartado energético a largo plazo, de allí la importancia de conocer la eficiencia energética actual de los equipos eléctricos pertenecientes al campus.

A partir de lo anterior en esta categoría se quiere seguir los lineamientos del Reglamento técnico de etiquetado – RETIQ, que tiene como objetivo el uso de etiquetas (Imagen 7) con información sobre el desempeño de los equipos en términos de consumo energético e indicadores de eficiencia. Esto se realiza con el fin de impulsar el uso de tecnologías eficientes y orientar la preferencia del usuario final. A continuación se describirá la etiqueta.

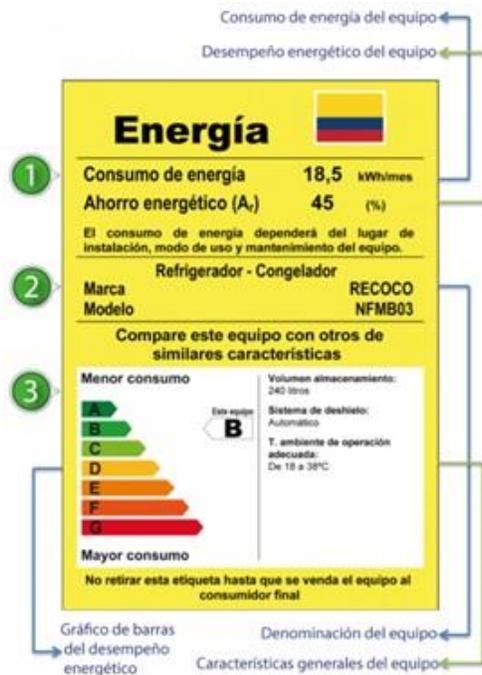


Imagen 7. Etiqueta de Eficiencia energética para Colombia.
 Fuente: Etiquetado Energético Colombia

La etiqueta de eficiencia energética cuenta con las siguientes partes:

1. En la parte superior, se puede apreciar información sobre el consumo de energía y el indicador de desempeño energético. Esta permitirá comparar el equipo con otro de similares o iguales características de servicio, y ver cuál de ellos supone un mayor ahorro.
2. En la parte central, se muestra la identificación del equipo, incluyendo el tipo de aparato, la marca y el modelo.
3. En la parte inferior se puede ver información comparable que incluye dos grandes partes: el bloque de características generales del equipo y un gráfico de barras para visualización de la clasificación energética del equipo, señalada en un recuadro con una letra. De este modo, la clase A corresponde a los equipos de menor consumo con mayor eficiencia, y la clase E a los equipos de mayor consumo con menor eficiencia.

(Unidad de Planeación Minero Energética, 2016)

A partir de todo lo anterior, la Universidad El Bosque establecerá gradualmente el sistema de etiquetado para todos los equipos eléctricos a los cuales se les puede realizar, esto pretende generar una base de datos que contemple la eficiencia de los equipos instalados al interior del campus, de esta manera es posible el cambio a equipos con mayor eficiencia energética de manera progresivamente.

Actualmente el alcance del etiquetado energético para Colombia se limita a los siguientes equipos:

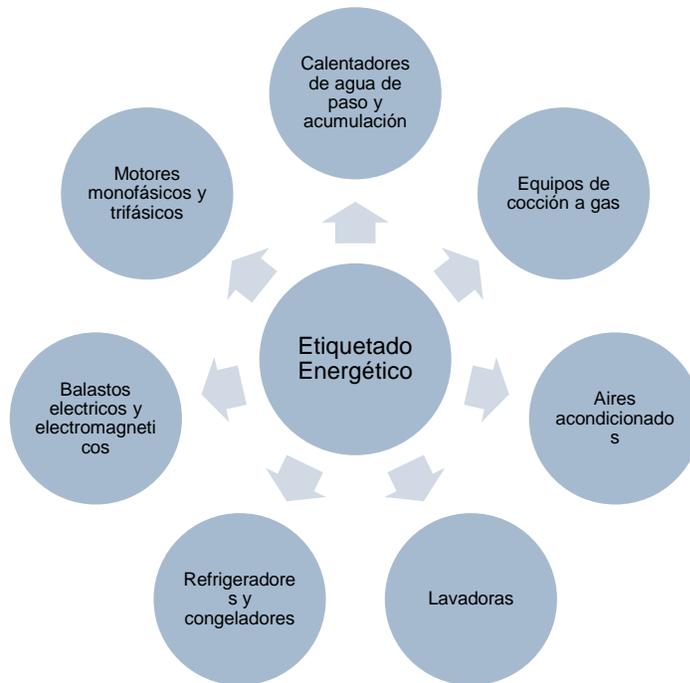


Figura 14. Alcance Etiquetado RETIQ.

Sin embargo, en esta estrategia se busca la aplicación de etiquetado energético a otros productos que maneja la Universidad en su tarea de formación, es importante tener en cuenta que este etiquetado hace parte de la gestión estratégica del recurso energético y no debe ser entendido desde una visión operativa, debido a esto la agrupación de estos equipos no puede ser ejecutada como se ha venido realizando a lo largo del documento si no que se deben agrupar de la siguiente manera:

- Equipos de aire acondicionado.
- Equipos de lavado y secado.
- Equipos de cocción de alimentos.
- Equipos de refrigeración y congelación.
- Ascensores y escaleras eléctricas.
- Equipos audiovisuales.

Siguiendo esta clasificación a continuación se observan los equipos de la Tabla 25 agrupados, y se evidencia el impacto de estos al consumo energético de la universidad.

No.	Grupo	kWh	kW/mes
1	Equipos de aire acondicionado.	93,25	9698
2	Equipos de lavado y secado.	21,15	2199,6
3	Equipos de cocción de alimentos.	20,5	2132

4	Equipos de refrigeración y congelación.	11,2	1164,8
5	Ascensores y escaleras eléctricas.	61,2	6364,8
6	Equipos audiovisuales.	79,8	8299,2
TOTAL		287,1	29858,4

Tabla 25. Consumos energéticos Equipos RETIQ.

Fuente: Autor.

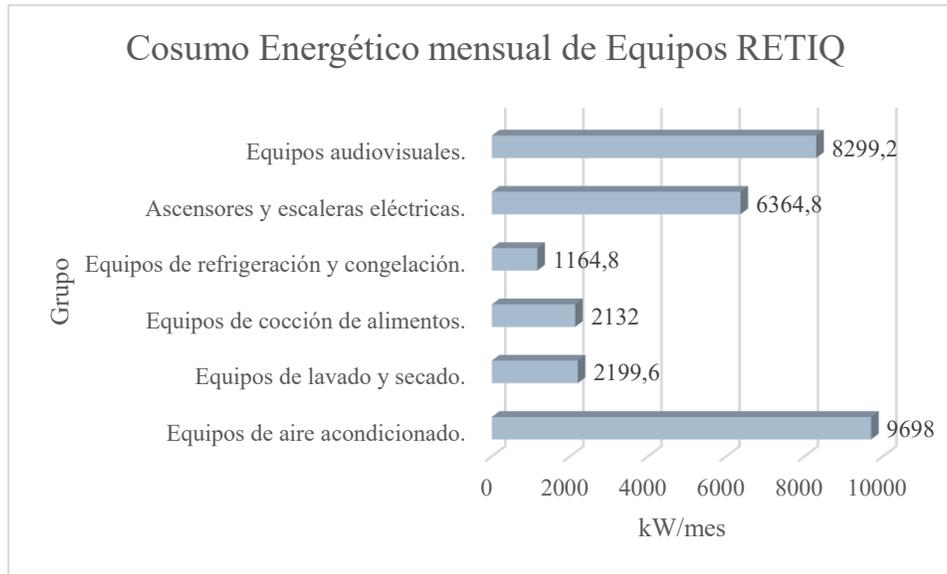


Diagrama 9. Consumo mensual de los Equipos aptos para Etiquetar.

Fuente: Autor.

A continuación, se encuentra la ficha para la ejecución de esta estrategia:

PLAN DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA		
ESTRATEGIA: ETIQUETADO ENERGÉTICO RETIQ		
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> Implementar Etiquetas de eficiencia energética para cada equipo eléctrico al interior de la Universidad El Bosque. Establecer el uso obligatorio de etiquetas que informen el desempeño energético de cada equipo que desea ingresar a la Universidad 	IMAGEN

Lugar de Aplicación: Campus Usaquén – Universidad El Bosque	Equipos a Etiquetar: <ul style="list-style-type: none"> • Equipos de aire acondicionado. • Equipos de lavado y secado. • Equipos de cocción de alimentos. • Equipos de refrigeración y congelación. • Ascensores y escaleras eléctricas. • Equipos audiovisuales. 	
MEDIDAS DE GESTIÓN		
Personal requerido y/o Responsable	ACCIONES A DESARROLLAR	
Profesional no graduado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar en campo los equipos existentes los cuales puede llegar ser susceptibles a etiquetar. Tiempo: 2 semanas. 2. Creación de base de datos de equipos por adquirir por parte de la Universidad. Tiempo: 2 semanas 3. Levantamiento de las características energéticas de cada equipo a etiquetar, al interior del campus. Tiempo: 3 semanas. 4. Diseñar la etiqueta correspondiente a cada equipo de interés, teniendo en cuenta las necesidades la Universidad. Tiempo: 2 semanas 5. Implementación de etiquetado. Tiempo 1 semana <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo Estimado: 10 semanas. 	
RESULTADOS ESPERADOS		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Base de datos de equipos a etiquetar y etiquetados por gestionar. 2. Etiqueta para cada equipo al interior de la Universidad. 3. Clasificación de equipos eléctricos de acuerdo a su eficiencia. 4. Consumo promedio de en energía por grupo. 		
META	INDICADOR	
Para el año 2020 la Universidad El Bosque contará con equipos que posean una eficiencia energética de tipo C o superior.	$\% \text{ Equipos Categoría } x = \frac{\text{No. Equipos categoría } x \times 100}{\text{Total de equipos.}}$ $\% \text{ Equipos Etiquetados} = \frac{\text{No. equipos etiquetados} \times 100}{\text{Total de equipos}}$ $= \frac{\% \text{ Equipos categorías superior a C} \times 100}{\text{Total de Equipos}}$	

Tabla 26. Ficha Estrategia RETIQ.

Fuente: Autor.

10.2.8.3. Implementación de energías renovables (Paneles solares)

La implementación de energías alternativas en la Universidad El Bosque siempre ha sido un tema de interés para la Unidad de Gestión Ambiental, por tanto se han efectuado estudios que permiten evaluar la viabilidad del uso de energía solar en los edificios de la sede Usaquén, así se encontró que la radiación que existe en Bogotá es buena para que los módulos fotovoltaicos abastezcan la red del actual Edificio Facultades, Bloque F; este es solo un primer acercamiento que indica la viabilidad de energía solar a través del uso de módulos fotovoltaicos; por otra parte se encontró que este proyecto tiene una tasa de retorno del 13% y la inversión inicial se recuperaría aproximadamente en 4 años y medio.(Cortez, 2013)

Si se parte de lo anterior y se aplica a los demás edificios de la Universidad El Bosque puede ser una estrategia que permita obtener una disminución del consumo energético (disminución de costos), además de beneficios en reducción de huella de carbono y un aumento en la seguridad energética.

PLAN DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA		
ESTRATEGIA: IMPLEMENTACION DE PANELES SOLARES		
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar paneles solares que se integren al sistema energético de la Universidad El Bosque. • Reducir los costos de energía mensual facturada. 	<p>IMAGEN</p> 
Lugar de Aplicación: Campus Usaquén – Universidad El Bosque	Se instalarán en la totalidad de los edificios de la Universidad	
MEDIDAS DE GESTIÓN		
Personal requerido y/o Responsable	ACCIONES A DESARROLLAR	
Unidad de Gestión Ambiental y Departamento de Desarrollo Físico y Mantenimiento. U. Ecos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar estudios de factibilidad para todos los edificios y áreas del campus Usaquén. Tiempo: 24 semanas. 2. Cotizar el costo de los panes solares. Tiempo: 3 semanas. 3. Adquirir e instalar los paneles. Tiempo: 4 mes 4. Realizar el monitorio y control. Tiempo: semestralmente. <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo estimado: 27 semanas. 	
RESULTADOS ESPERADOS		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Reducción de los costos de energía en un 20%. 2. Reducción de la huella de carbono de la Universidad. 		

3. Aumento del interés por las energías renovable por parte de la comunidad universitaria.

META	INDICADOR
En el 2021 reducir la dependencia energética de las redes tradicionales en un 30%.	<p>KW energía producida por los paneles solares.</p> $\% \text{ Energía de paneles usada en la Universidad} = \frac{\text{Energía paneles} \times 100}{\text{Energía total usada}}$

Tabla 27. Ficha Estrategia Energías Renovables.

Fuente: Autor.

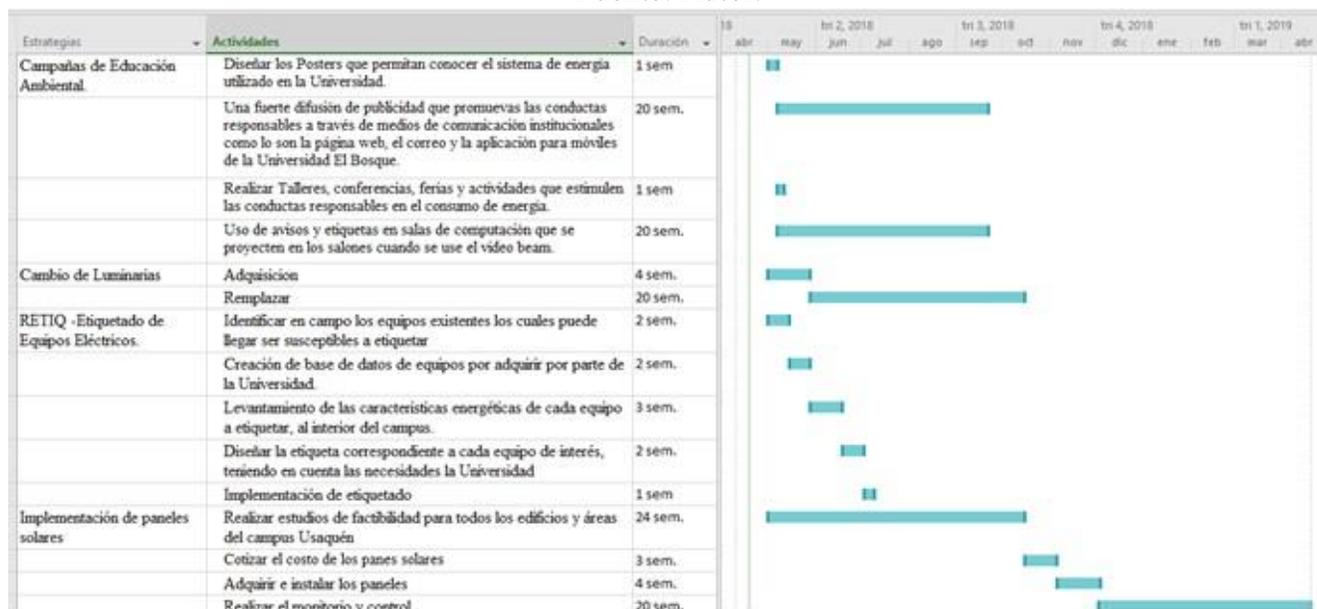


Imagen 9 Diagrama de Gantt: Plan de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía.

Fuente: Autor.

10.3. Desarrollo Objetivo 3 Análisis Costo - Beneficio

10.3.1. Análisis Costo - Beneficio

Teniendo en cuenta el apartado anterior, se procederá a realizar el análisis consto-beneficio para las estrategias de gestión (campañas de educación ambiental, cambio de luminarias, Etiquetado RETIQ y la implementación de Paneles solares) todo esto se hará mediante el cálculo del periodo promedio de recuperación de la inversión – PPRI.

El cálculo del PPRI muestra en que año a partir del Flujo de Fondos Totalmente Neto (FFTN) se recupera la inversión, la fórmula que se usa para calcular esto es la siguiente:

$$PPRI = \frac{VALOR(FFTN)}{(1 + i)^{-n}}$$

Donde:

- i = costo de oportunidad del dinero (10%)
- Saldo PRI = saldo del periodo anterior, menos $(FFTN)(1+i)^n$.

(Flórez, 2017)

10.3.2. Campañas de Educación Ambiental

Para el cálculo del beneficio económico que esta estrategia social puede producir a la Universidad se tomaron tres escenarios en los cuales al efectuar todas las actividades en la Tabla 22, se lograría reducir un 10%, 20% o 30%, en el consumo eléctrico en tres determinantes (Uso de Equipos Personales, Equipos Varios y Equipos de Cómputo).

Primero en orden de establecer la inversión necesaria para efectuar la estrategia de la manera desea se establecieron los siguientes costos:

Tipo de Gasto	Costo mensual en pesos	Costo anual en pesos
Profesional Operativo	\$ 1.200.000,00	\$ 14.400.000,00
Materiales Publicitarios (Posters, folletos, banners, etc.)	\$ 830.000,00	\$ 9.960.000,00
	Total	\$24.360.000,00

Tabla 28. Costos estrategia campañas educativas.

Fuente: Autor.

Después de evaluar la inversión la estrategia se procede a determinar el ahorro obtenido en los tres escenarios hipotéticos (10%, 20% y 30%), es importante tener en cuenta que se toma el valor de kWh a \$397. (ANEXO E).

Determinante	Consumo kW/mes	10%	20%	30%
Equipos de uso personal	18.781,1	1.878,11	3.756,22	5.634,33
Equipos varios	29.864	2.986,4	5.972,8	8.959,2
Equipos de cómputo	43.009,26	4.300,926	8.601,852	12.902,778
TOTAL		9.165,44	18.330,87	27.496,31
Ahorro en pesos		\$ 3.638.678,09	\$ 7.277.356,18	\$ 10.916.034,28

Tabla 29. Ahorro de la estrategia campañas en diferentes escenarios.

Fuente: Autor.

De esta manera se procede a evaluar el retorno de la inversión en los tres escenarios:

Ahorro del 10%							
MESES	Valor		VPN		PRI		
	FFTN	(1+i)ⁿ	FFTN (1+i)ⁿ				
0	-\$	24.360.000,00	1	-\$	24.360.000,00	\$	24.360.000,00
1	\$	3.638.678,09	0,90909091	\$	3.307.889,17	\$	21.052.110,83
2	\$	3.638.678,09	0,82644628	\$	3.007.171,98	\$	18.044.938,85
3	\$	3.638.678,09	0,7513148	\$	2.733.792,71	\$	15.311.146,14
4	\$	3.638.678,09	0,68301346	\$	2.485.266,10	\$	12.825.880,05
5	\$	3.638.678,09	0,62092132	\$	2.259.332,82	\$	10.566.547,23
6	\$	3.638.678,09	0,56447393	\$	2.053.938,92	\$	8.512.608,31
7	\$	3.638.678,09	0,51315812	\$	1.867.217,20	\$	6.645.391,11
8	\$	3.638.678,09	0,46650738	\$	1.697.470,18	\$	4.947.920,92
9	\$	3.638.678,09	0,42409762	\$	1.543.154,71	\$	3.404.766,21
10	\$	3.638.678,09	0,38554329	\$	1.402.867,92	\$	2.001.898,29
11	\$	3.638.678,09	0,3504939	\$	1.275.334,47	\$	726.563,81
12	\$	3.638.678,09	0,31863082	\$	1.159.394,98	-\$	432.831,16

Tabla 30. Recuperación de la inversión con un Ahorro del 10%.

Fuente: Autor.

Para el primer escenario de ahorro del 10% tenemos que el tiempo de recuperación de la inversión es de 12 meses y esto no es deseable en términos económicos ya que al mes 13 se invertiría de nuevo los \$24.360.000.00 anuales por lo cual la ganancia solo sería de \$432.831,16 anuales.

Ahorro del 20%							
MESES	Valor		VPN		PRI		
	FFTN	(1+i)ⁿ	FFTN (1+i)ⁿ				
0	-\$	24.360.000,00	1	-\$	24.360.000,00	\$	24.360.000,00
1	\$	7.277.356,18	0,90909091	\$	6.615.778,35	\$	17.744.221,65
2	\$	7.277.356,18	0,82644628	\$	6.014.343,95	\$	11.729.877,70
3	\$	7.277.356,18	0,7513148	\$	5.467.585,41	\$	6.262.292,28
4	\$	7.277.356,18	0,68301346	\$	4.970.532,19	\$	1.291.760,09
5	\$	7.277.356,18	0,62092132	\$	4.518.665,63	-\$	3.226.905,54

Tabla 31. Recuperación de la inversión con un Ahorro del 20%.

Fuente: Autor.

En el segundo escenario se puede observar que la recuperación de la inversión sucede en el quinto mes esto es una visión optimista pero alcanzable, haciendo totalmente viable esta estrategia.

Ahorro del 30%							
MESES	Valor		VPN		PRI		
	FFTN	(1+i)ⁿ	FFTN (1+i)ⁿ				
0	-\$	24.360.000,00	1	-\$	24.360.000,00	\$	24.360.000,00

1	\$	10.916.034,28	0,90909091	\$	9.923.667,52	\$	14.436.332,48
2	\$	10.916.034,28	0,82644628	\$	9.021.515,93	\$	5.414.816,55
3	\$	10.916.034,28	0,7513148	\$	8.201.378,12	-\$	2.786.561,57

Tabla 32. Recuperación de la inversión con un Ahorro del 30%

Fuente: Autor.

Por último, está el escenario más optimista el cual retorna la inversión en tan solo 3 meses, aunque no es un escenario inalcanzable, su realización depende directamente de la ejecución de la estrategia y la recepción por parte de la comunidad universitaria.

10.3.3. Cambio de Luminarias

Para poder determinar el potencial de ahorro de esta alternativa es importantes definir con anterioridad el consumo actual e ideal por la utilización de las luminarias que se van a remplazar; con todo esto esperamos hallar la diferencia en KW/mes de ahorro.

CONSUMO IDEAL Vs ACTUAL POR CAMBIO DE LUMINARIAS							
No.	TIPO DE LUMINARIA ACTUAL	CANTIDAD	CONSUMO ACTUAL kW/MES	LUMINARIA DE CAMBIO	CONSUMO IDEAL kW/MES	DIFERENCIA kW/MES	PORCENTAJE DE AHORRO
1	TUBO FLUORESCENTE T8 32W MASTER	4742	59180,16	LED ECO-TUBO T8/18W	33288,84	25891,32	44%
2	TUBO FLUORESCENTES 40W(SILVANA)	69	1076,4	LED ECO-TUBO T8/18W	484,38	592,02	55%
3	162F96T12 SÚPER 75W/855	108	3159	LED T8 – 120CM / 18W	758,16	2400,84	76%
4	BOMBILLO PHILLIPS 26 W/840 MAS	1114	11295,96	BOMBILLO LED 10W	4344,6	6951,36	62%
5	BOMBILLO TWISTER PHILLIPS 23W	65	583,05	BOMBILLO LED 10W	253,5	329,55	57%
6	INCANDESCENTE	50	1170	BOMBILLO LED 10W	195	975	83%

Tabla 33. Consumo ideal vs Actual por cambio de luminarias.

Fuente: Autor

Establecida la diferencia de kW/mes entre las dos tecnologías de iluminación se procede a estimar el ahorro en pesos, que tendría lugar si se realiza el cambio de luminarias; es importante tener en cuenta que el costo actual e ideal se halló siguiendo las tarifas que aplican a la Universidad El

Bosque, donde el kWh tiene un costo de \$ 396,9587, este valor es facturado por CODENSA S.A para el año 2018. (ANEXO E)

Luminaria No.	Costo estimado actual en pesos	Costo estimado ideal en pesos	Ahorro mensual
1	\$ 23.492.079,38	\$ 13.214.294,65	\$ 10.277.784,73
2	\$ 427.286,34	\$ 192.278,86	\$ 235.007,49
3	\$ 1.253.992,53	\$ 300.958,21	\$ 953.034,33
4	\$ 4.484.029,60	\$ 1.724.626,77	\$ 2.759.402,83
5	\$ 231.446,77	\$ 100.629,03	\$ 130.817,74
6	\$ 464.441,68	\$ 77.406,95	\$ 387.034,73
Total de Ahorro mensual			\$14.743.081,84

Tabla 34. Costos mensuales por tipo de luminaria situación actual vs ideal.

Fuente: Autor

Teniendo el ahorro mensual procedemos a hallar el costo de la inversión, esto se halla calculando el precio unitario de las bombillas que se quiere adquirir, esto precios fueron tomados de la web de HOMECENTER.

TIPO DE LUMINARIA	No. LUMINARIAS A ADQUIRIR.	COSTO POR UNIDAD EN PESOS	COSTO TOTAL EN PESOS
LED ECO-TUBO T8/18W	4811	\$ 19.000,00	\$ 91.409.000,00
LED T8 - 120cm / 18W	108	\$ 22.990,00	\$ 2.482.920,00
BOMBILLO LED 10W	1229	\$ 13.300,00	\$ 16.345.700,00
Costo Total de Inversión			\$110.237.620,00

Tabla 35. Inversión Total.

Fuente: Autor.

Por último, se procederá al cálculo del PPRI con los valores de inversión \$110.237.620.00 (I.V.A incluido) y el Ahorro mensual el cual será de \$14.743.081,84.

MESES	Valor	VPN		PRI
	FFTN	(1+i) ⁿ	FFTN (1+i) ⁿ	
0	-\$ 110.237.620,00	1	-\$ 110.237.620,00	\$ 110.237.620,00
1	\$ 14.743.081,84	0,90909091	\$ 13.402.801,67	\$ 96.834.818,33
2	\$ 14.743.081,84	0,82644628	\$ 12.184.365,16	\$ 84.650.453,17
3	\$ 14.743.081,84	0,7513148	\$ 11.076.695,60	\$ 73.573.757,57
4	\$ 14.743.081,84	0,68301346	\$ 10.069.723,27	\$ 63.504.034,30
5	\$ 14.743.081,84	0,62092132	\$ 9.154.293,88	\$ 54.349.740,42
6	\$ 14.743.081,84	0,56447393	\$ 8.322.085,35	\$ 46.027.655,07
7	\$ 14.743.081,84	0,51315812	\$ 7.565.532,13	\$ 38.462.122,94
8	\$ 14.743.081,84	0,46650738	\$ 6.877.756,49	\$ 31.584.366,45
9	\$ 14.743.081,84	0,42409762	\$ 6.252.505,90	\$ 25.331.860,56
10	\$ 14.743.081,84	0,38554329	\$ 5.684.096,27	\$ 19.647.764,29
11	\$ 14.743.081,84	0,3504939	\$ 5.167.360,24	\$ 14.480.404,04
12	\$ 14.743.081,84	0,31863082	\$ 4.697.600,22	\$ 9.782.803,82
13	\$ 14.743.081,84	0,28966438	\$ 4.270.545,66	\$ 5.512.258,17
14	\$ 14.743.081,84	0,26333125	\$ 3.882.314,23	\$ 1.629.943,93
15	\$ 14.743.081,84	0,23939205	\$ 3.529.376,58	-\$ 1.899.432,64

Tabla 36. Retorno de la inversión estrategia cambio de luminarias.

Fuente: Autor.

Como se puede ver en la tabla anterior la recuperación de la inversión para este cambio de luminarias es en 15 meses, dando resultados casi un año después de iniciar esta estrategia.

10.3.4. Etiquetado eléctrico – RETIQ

Si bien el etiquetado RETIQ no ofrece un ahorro directo en el consumo actual de la energía (siendo una estrategia de gestión estratégica dirigida al consumidor final en este caso la Universidad El Bosque), es posible el ahorro mediante el remplazo tecnológico de equipos menos eficientes a largo plazo, de allí la importancia de conocer la eficiencia energética actual de los equipos eléctricos pertenecientes al campus. Para el cálculo de costo – beneficio de esta estrategia, se empleará la misma metodología al apartado de campañas educativas se hará un análisis en un escenario donde la implementación del etiquetado y el remplazo de equipos menos eficientes energéticamente generen un ahorro de 5%.

En orden de establecer la inversión necesaria para la aplicación del etiquetado se tuvo en cuenta el costo mensual de un funcionario operativo y el costo de elaboración de cada etiqueta, es importante saber que el total de equipos a etiquetar es de 421 el cual es extraído de la Tabla 5 donde se encuentra depositados los equipos susceptibles a este etiquetado.

No. Equipos	421
Costo por etiqueta	\$ 1245,8
Costo total de etiquetas	\$ 524.495,83
Funcionario operativo	\$ 1.200.000,00
TOTAL	\$ 1.724.495,83

Tabla 37. Inversión estrategia RETIQ.

Fuente: Autor.

Para el cálculo del ahorro mensual se usó la información depositada en la Tabla 25 donde se encuentran los KW usados por los equipos que pueden ser etiquetados. De lo anterior se tiene:

Consumo energético de equipos RETIQ	Ahorro del 5%	Ahorro del 10%
29858,4 Kw/mes	2985,84 Kw/mes	8957,52 Kw/mes
Ahorro	\$ 1.185.378,48	\$ 3.556.135,44

Tabla 38. Ahorro de la estrategia RETIQ en diferentes escenarios.

Fuente: Autor.

De lo anteriormente descrito se toma el costo de la inversión \$1.724.495,83 con un ahorro mensual de 5%:

Ahorro del 5%				
MESES	Valor	VPN		PRI
	FFTN	(1+i) ⁿ	FFTN (1+i) ⁿ	
0	-\$ 1.724.495,83	1	-\$1.724.495,83	\$1.724.495,83
1	\$ 592.689,24	0,90909091	\$ 538.808,40	\$ 1.185.687,43
2	\$ 592.689,24	0,82644628	\$ 489.825,82	\$ 695.861,61
3	\$ 592.689,24	0,7513148	\$ 445.296,20	\$250.565,41
4	\$ 592.689,24	0,68301346	\$ 404.814,73	-\$ 154.249,31

Tabla 39. Recuperación de la inversión RETIQ al 5% de ahorro.

Fuente: Autor.

Como se ve la recuperación de la inversión se da a los 4 meses de la instalación del etiquetado lo cual hace que esta estrategia tenga una gran viabilidad, pero esto solo es cierto en la medida que se adquieran equipos siguiendo como criterio de selección la etiqueta energética.

10.3.5. Implementación de Paneles Solares

En la última estrategia a evaluar se tiene los paneles solares para este análisis se usaron las cotizaciones enviadas por Panasonic Latin America, S.A (ANEXO H). En estas cotizaciones se tiene que la producción en estos paneles solares es de 19.762 kWh/año con este dato y el costo de kWh \$397 se obtuvo el ahorro anual en energía:

$$\text{Ahorro Anual} = 19.762 \text{ kWh} \times \$397 = \$ 7.831.222$$

Con este ahorro y el costo de la inversión \$81.194.400 enviado por Panasonic se procedió al cálculo de la PPRI. Se tuvo en cuenta un incremento del precio de la energía anual del 5%

AÑO	Valor	VPN		PRI
	FFTN	(1+i) ⁿ	FFTN (1+i) ⁿ	

0	-\$ 81.194.400,00	1	-\$ 81.194.400,00	\$ 81.194.400,00
1	\$ 7.831.222,00	0,90909091	\$ 7.119.292,73	\$ 74.075.107,27
2	\$ 8.222.783,10	0,82644628	\$ 6.795.688,51	\$ 67.279.418,76
3	\$ 8.633.922,26	0,7513148	\$ 6.486.793,58	\$ 60.792.625,18
4	\$ 9.065.618,37	0,68301346	\$ 6.191.939,33	\$ 54.600.685,85
5	\$ 9.518.899,29	0,62092132	\$ 5.910.487,54	\$ 48.690.198,32
6	\$ 9.994.844,25	0,56447393	\$ 5.641.829,01	\$ 43.048.369,30
7	\$ 10.494.586,46	0,51315812	\$ 5.385.382,24	\$ 37.662.987,06
8	\$ 11.019.315,79	0,46650738	\$ 5.140.592,14	\$ 32.522.394,92
9	\$ 11.570.281,58	0,42409762	\$ 4.906.928,86	\$ 27.615.466,06
10	\$ 12.148.795,65	0,38554329	\$ 4.683.886,64	\$ 22.931.579,42
11	\$ 12.756.235,44	0,3504939	\$ 4.470.982,70	\$ 18.460.596,72
12	\$ 13.394.047,21	0,31863082	\$ 4.267.756,21	\$ 14.192.840,51
13	\$ 14.063.749,57	0,28966438	\$ 4.073.767,30	\$ 10.119.073,21
14	\$ 14.766.937,05	0,26333125	\$ 3.888.596,06	\$ 6.230.477,16
15	\$ 15.505.283,90	0,23939205	\$ 3.711.841,69	\$ 2.518.635,47
16	\$ 16.280.548,10	0,21762914	\$ 3.543.121,61	-\$ 1.024.486,15

Tabla 40. Retorno de la inversión estrategia implementación de paneles solares.

Fuente: Autor.

Se evidencia que la recuperación de la inversión surge en el año 16 de la puesta en marcha del proyecto, lo cual lo hace poco viable financieramente hablando debido a que la vida promedio de los paneles solares es de 25 años, lo anterior puede estar cambiando debido al crecimiento del mercado de paneles solares que permite una reducción de los costos de instalación y más eficiencia en la conversión de energía permitiendo sea posible la instalación de sistema de aprovechamiento solar en la Universidad.

Como observamos en los apartados anteriores la inversión de la implementación de las estrategias de campañas educativas (\$24.360.000), Cambio de luminarias (\$110.237.620) y Etiquetado RETIQ (\$1.724.495,83), se estima una inversión de \$136.322.115,8, monto que podrá ser recuperado en un periodo de 15 meses un escenario viable económicamente para la Universidad, sabiendo que el costo promedio de la facturación eléctrica es superior a \$ 80.000.000, por ende en el apartado económico todas las estrategias son viables.

11. CONCLUSIONES

- Gracias a la caracterización energética se pudo determinar los porcentajes de participación de los cuatro determinantes en los cuales el suministro de energía es dirigido y dando a conocer que el apartado Iluminación es el más representativo a nivel de gasto energético con un consumo de 91.639,47 kW/mes que representa el 51% del consumo eléctrico al interior del campus.
- Aunque el personal administrativo de planta (507 personas) es menor al número de estudiantes (12450 personas) se halló que el área administrativa de la Universidad toma una gran cantidad de energía del campus y esto se debe a que sus equipos de cómputo representan el 58% de la totalidad de equipos, además de contar con las áreas que consumen más energía en el apartado Iluminación (Edificio fundadores, Bloque A), por lo cual la integración de esta parte de la comunidad en la implementación de las estrategias es de vital importancia para reducir el consumo energético.

- Aunque el apartado de Equipos Varios tiene menos equipos que el resto de los apartados (421), su consumo energético es bastante elevado 29.864 kW/mes, esto se debe cantidad de electricidad que debe tomar cada equipo para convertirlo en trabajo y poder funcionar de manera adecuada, por ende, se crea la estrategia de etiquetado RETIQ para optar por equipos con mayor eficiencia energética que remplacen los existentes.
- El costo que la Universidad El Bosque asume por el consumo energético supera los \$80.000.000 mensuales, convirtiendo este servicio público como el más costoso para la institución, es por esto que la gestión del recurso energético debe ser prioridad al interior del campus, ya que permite la disminución de los costos y generación de una ventaja competitiva para la Universidad.
- De acuerdo a la priorización por el diagrama de PARETO y la ponderación de Ideas de solución, las estrategias encontradas para reducir el consumo energético son: Campañas de educación ambiental, Cambio de tecnologías e implementación de energías renovables, soluciones que deben ser aplicadas de manera simultánea ya que de esta manera se generan mejores resultados debido a un factor que juega a su favor la visibilidad.
- Para la implementación de las estrategias de campañas educativas (\$24.360.000), Cambio de luminarias (\$110.237.620) y Etiquetado RETIQ (\$1.724.495,83), se estima una inversión de \$136.322.115,8, monto que podrá ser recuperado en un periodo de 15 meses, lo cual es viable económicamente para la Universidad, y a futuro se convertirá en una ventaja competitiva y de promoción para destacar en el ámbito local, regional y nacional.
- La estrategia de implementación de energía renovables al contrario de las anteriores requiere de un capital de \$81.194.400 y su periodo de retorno es de 16 años, en consecuencia, en términos económicos no es viable para la Universidad, sin embargo las implicaciones ambientales y sociales de esta estrategia la hacen muy atractiva, ya que puede ser una posible ventaja competitiva a nivel local y nacional.
- La aplicación de las cuatro estrategias propuestas puede significar un ahorro de 24% de consumo mensual de energía que representa un ahorro de \$19.627.049 mensuales, dinero que puede ser invertido en el apoyo a proyectos de investigación que busquen innovar en el área de seguridad energética y ahorro y uso eficiente de la energía.

12. RECOMENDACIONES

- Se debe actualizar la base de datos establecida en este documento anualmente para llegar a tener un base de datos más precisa cada año.
- Es importante evaluar la pertinencia de instalar contadores para medir el consumo energético de cada edificio perteneciente al campus de manera independiente.

- Los estudios de factibilidad de energías renovables en la Universidad El Bosque deben ser retomados considerando el acelerado cambio de infraestructura que se ha presentado en los últimos 5 años.
- Se debe reforzar la información del Subsistema de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía, en el área de infraestructura eléctrica y sistemas de control.

13. BIBLIOGRAFÍA

- Badii, M; Guillen, A; Abreu, J. (2016). Energías Renovables y Conservación de Energía. *International Journal of Good Conscience*, Volumen, 11: 141-155.
- Bueno, C. L. (2017). Integración de una Propuesta para el Funcionamiento de la Ventanilla Ambiental al Subsistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos en la Universidad El Bosque. Tesis de grado. Bogotá: Universidad El Bosque.
- Chilito, I. L. (2012). Propuesta del Plan Preliminar de Ahorro y Uso Eficiente de Energía para el Campus de la Universidad El Bosque. Tesis de grado. Bogotá: Universidad El Bosque.
- Cortés, E, F. (2013). Determinación de la Factibilidad para la Implementación de Energía Fotovoltaica en el Edificio Bloque E de la Universidad El Bosque. Tesis de grado. Bogotá: Universidad El Bosque.
- Godoy, G. (2008). Diagnóstico y propuesta de mejoramiento limpio para la industria de curtiembres en el municipio de Villapinzón- Cundinamarca. En G. Gogoy, Diagnóstico y propuesta de mejoramiento limpio para la industria de curtiembres en el municipio de Villapinzón-Cundinamarca. (pág. 31). Bogotá: Universidad El Bosque.
- González, C; Pérez, R; Vásquez, C; Araujo, G. (2014). Eficiencia Energética Uso Racional de la Energía en el Sector Administrativo. Caracas.
- Domenech, J. (s.f). <http://www.jomaneliga.es>. Recuperado el 1 de abril de 2018, de <http://www.jomaneliga.es>: http://www.jomaneliga.es/PDF/Administrativo/Calidad/Diagrama_de_Pareto.pdf
- Flórez, J. (2017). Proyectos de Inversión para las PYME. Bogotá: Ecoe Ediciones. Capítulo 8
- Hernández, J; Pinto, A; González, J; Pérez, N; Torres, J; Rengel, J. (2017). Nuevas Estrategias para un Plan de Uso Eficiente de la Energía Eléctrica. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, Volumen, 28: 75-99.
- Leguizamón, S. I. (2016) Actualización del Plan de Ahorro y Uso Responsable del Agua para la Universidad El Bosque – Sede Usaquén. Tesis de grado. Bogotá: Universidad El Bosque.

- Luna, L. A. (2010). Formulación del Plan de Ahorro y Uso Responsable del Agua para la Universidad El Bosque. Tesis de grado. Bogotá: Universidad El Bosque.
- Luna, L & Ledesma, M. (2016). Reforestando El Bosque. Unidad de Gestión Ambiental. Bogotá: Universidad El Bosque
- Ministerio del Ambiente de Ecuador. (2016) Guía Práctica para el Ahorro y Uso Eficiente de Energía. Quito, Republica de Ecuador.
- Orovio, M. (2014). Motor de combustión de hidrogeno. Tecnología del Automóvil. Recuperado 8 de abril de 2018. <http://autastec.com/blog/tecnologias-limpias/motor-de-combustion-de-hidrogeno/>
- Pereira, M. (2015). Relación entre Energía, Medio Ambiente y Desarrollo Económico a partir del Análisis Jurídico de las Energías Renovables en Colombia. Saber, Ciencia y Libertad. Volumen, 10: 35-60.
- Romero, J. (2008). Sistema de Transformación Autónoma de la Conducta para el Comportamiento Limpio. Cuadernos Latinoamericanos de Administración. Volumen, 6: 59-75.
- Romero, J & Moré, R. (2013). Sistema de Solución Creativa para Problemas Recurrentes – ITACONE. Ingeniería y Competitividad, Volumen, 15: 21-35.
- Ruiz, A & Hall, B. (2017). Desarrollo de un sistema de gestión de eficiencia y ahorro energético para las instituciones del sector público. Revista de Iniciación Científica. Volumen, 3: 70-76.
- Unidad de Gestión Ambiental-UGA-. (2018). Matriz de control año 2018. Bogotá D.C.
- Unidad de Planeación Minero Energética (2016). Etiqueta de Eficiencia Energética. Recuperado 10 de abril 2018. <http://www.etiquetaenergetica.gov.co/?p=601>
- Universidad El Bosque. (2016). Plan de Desarrollo Institucional. Recuperado de http://www.uelbosque.edu.co/sites/default/files/2017-06/Plan_Desarrollo_Institucional_2016-2021.pdf
- Universidad El Bosque. (2015). Política ambiental. Recuperado de http://www.uelbosque.edu.co/sites/default/files/2017-06/politica_ambiental.pdf
- Zapata, L. V. (2010). Integración Sistémica de la Gestión de Residuos Sólidos, Uso Responsable del Agua y de la Energía en el Sistema Institucional de Gestión Ambiental (siga) de la Universidad El Bosque. Tesis de grado. Bogotá: Universidad El Bosque.