



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN GESTIÓN DE ENERGÍAS

MODALIDAD: INFORME DE INVESTIGACIÓN

Título:

“EVALUACIÓN DE LOS PORTADORES ENERGÉTICOS PARA EL AHORRO DE ENERGÍA EN LA ESCUELA DE LA UNIDAD EDUCATIVA PARTICULAR HERMANO MIGUEL DE LA CIUDAD DE LATACUNGA 2012. PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE ENERGÍA PARA UN ADECUADO CONSUMO ENERGÉTICO

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magíster en Gestión de Energías

Autora:

Ing. Vega Iza Gladys Marlene

Tutor:

Ing. Marco Aníbal León Segovia MSc.

LATACUNGA –ECUADOR

2023

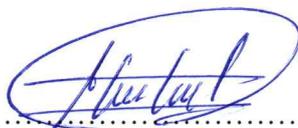
APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “**EVALUACIÓN DE LOS PORTADORES ENERGÉTICOS PARA EL AHORRO DE ENERGÍA EN LA ESCUELA DE LA UNIDAD EDUCATIVA PARTICULAR HERMANO MIGUEL DE LA CIUDAD DE LATACUNGA 2012. PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE ENERGÍA PARA UN ADECUADO CONSUMO ENERGÉTICO**” presentado por Vega Iza Gladys Marlene, para optar por el título magíster en Gestión de Energías.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y se considera que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación para la valoración por parte del Tribunal de Lectores que se designe y su exposición y defensa pública.

Latacunga, 22 de febrero del 2023



.....
Ing. Marco Aníbal León Segovia MSc.
CC.: 0502305402

AVAL DEL TRIBUNAL

El trabajo de Titulación: **“EVALUACIÓN DE LOS PORTADORES ENERGÉTICOS PARA EL AHORRO DE ENERGÍA EN LA ESCUELA DE LA UNIDAD EDUCATIVA PARTICULAR HERMANO MIGUEL DE LA CIUDAD DE LATACUNGA 2012. PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE ENERGÍA PARA UN ADECUADO CONSUMO ENERGÉTICO”** ha sido revisado, aprobado y autorizado su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magíster en Gestión de Energías; el presente trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que los estudiantes pueda presentarse a la exposición y defensa.

Latacunga, 22 de febrero del 2023



.....
MsC. Carlos Francisco Pacheco Mena
C.C. 0503072902
Presidente del tribunal



.....
MsC. Jimmy Xavier Toaza Iza
C.C. 1717621062
Lector 2



.....
MsC. Luis Eduardo Hinojosa Guanoluisa
C.C. 0502365810
Lector 3

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación se lo dedico con mucho amor y cariño a mis hijos Bianca y Aarón, que han sido un pilar fundamental para enfrentar las diversas dificultades que nos presenta la vida, espero que este trabajo sea su inspiración como muestra de un ejemplo de dedicación y constancia para sus vidas.

Gladys Marlene Vega Iza

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado en este camino, por ser la fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes y experiencias.

A mis hijos Bianca y Aarón, por cederme el tiempo que a ellos les pertenecía, por darme la fortaleza de seguir adelante y no quedarme a la mitad del camino.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, a través de los docentes de posgrados por su profesionalismo y al personal administrativo por su calidez humana.

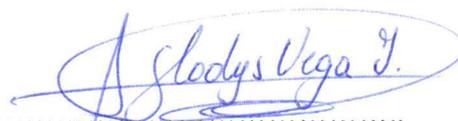
A mis padres y toda mi familia por darme una voz de aliento para animarme cada vez que sentía que no se podía más.

Gladys Marlene Vega Iza

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Quienes suscribimos, declaramos que asumimos la autoría de los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de titulación.

Latacunga, 22 de febrero del 2023

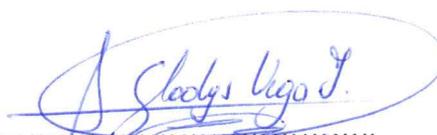


.....
Ing. Gladys Marlene Vega Iza
C.C.: 0502345200

RENUNCIA DE DERECHOS

Quien suscribe, cede los derechos de autoría intelectual total y/o parcial del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Latacunga, 22 de febrero del 2023



.....
Ing. Gladys Marlene Vega Iza
C.C.: 0502345200

AVAL DEL PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: **“EVALUACIÓN DE LOS PORTADORES ENERGÉTICOS PARA EL AHORRO DE ENERGÍA EN LA ESCUELA DE LA UNIDAD EDUCATIVA PARTICULAR HERMANO MIGUEL DE LA CIUDAD DE LATACUNGA 2012. PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE ENERGÍA PARA UN ADECUADO CONSUMO ENERGÉTICO”** contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los lectores en sesión científica del tribunal.

Latacunga, 22 de febrero del 2023



.....
MsC. Carlos Francisco Pacheco Mena
C.C. 0503072902

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN GESTIÓN DE ENERGÍAS

Título: “Evaluación de los portadores energéticos para el ahorro de energía en la escuela de la Unidad Educativa Particular Hermano Miguel de la ciudad de Latacunga 2012. Propuesta de un Sistema de Gestión de Energía para un adecuado consumo energético”

Autor: Ing. Vega Iza Gladys Marlene

Tutor: Ing. Marco Aníbal León Segovia MSc.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación tiene como objetivo elaborar una propuesta de un Sistema de Gestión de Energía a partir de una caracterización de los portadores de energía, para reducir el consumo en la escuela de la Unidad Educativa Particular Hermano Miguel de la ciudad de Latacunga, se utilizó un enfoque cualitativo para obtener información sobre los hábitos energéticos y el grado de concientización del uso de la energía, también se utilizó el enfoque cuantitativo para realizar un diagnóstico inicial en base a la recolección de datos para obtener un histórico del consumo y se tomaron mediciones con el analizador Fluke 1744 que se lo configuró para que registre datos cada diez minutos durante siete días. Se determinó mediante un diagrama de Pareto que el portador energético más considerable es el portador electricidad que a través del análisis de los datos mostró que existe un ahorro económico considerable al realizar la sustitución de las lámparas fluorescentes por lámparas led, además las mediciones mostraron que el punto más crítico y que afecta en gran medida al sistema eléctrico es el bajo factor de potencia lo que ha venido generando una penalización para la institución. La propuesta del sistema de gestión de energía se basa la norma ISO 50001:11 y muestra la estructura a seguir para contribuir con acciones y estrategias para el ahorro de energía y así mejorar el desempeño energético que incluye recomendaciones como la instalación de un banco de capacitores, y la creación de planes de capacitación para empleados y estudiantes.

PALABRAS CLAVE: sistema eléctrico, caracterización energética, factor de potencia, analizador, hábitos energéticos, sistema de gestión.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN GESTIÓN DE ENERGÍAS

Title: “Evaluation of energy bearers for energy saving at Unidad Educativa Particular Hermano Miguel school section in Latacunga city 2012. Proposal of an energy management system for adequate energy consumption”

Author: Ing. Vega Iza Gladys Marlene

Tutor: Ing. Marco Aníbal León Segovia MSc.

ABSTRACT

The objective of this research work is to elaborate a proposal for an Energy Management System based on a characterization of energy bearers, in order to reduce consumption in the school of Hermano Miguel Private Educational Unit in Latacunga city, a qualitative approach was used to obtain information on energy habits and the degree awareness of energy use, qualitative approach was used to obtain information on energy habits and the awareness degree of energy use, also quantitative approach was used to make an initial diagnosis based on data collection to obtain a consumption history and measurements were taken by Fluke 1744 analyzer that was configured to record data every ten minutes for seven days. It was determined by Pareto diagram that the most considerable energy bearers are electricity bearers that data analysis showed where there is a considerable economic saving when fluorescent lamps are replaced led lamps, in addition the measurements showed that the most critical point that greatly affects the electrical system is the low power factor, which has been generating a penalty for the institution. The energy management system proposal is based on ISO 50001:11 standard and shows the structure to contribute with actions and strategies for energy saving and thus improve energy performance, which includes recommendations such as the installation of a capacitor bank, and the creation of training plans for employees and students.

KEYWORDS: electrical system, energy characterization, power factor, analyzer, energy habits, management system.

Edison Marcelo Pacheco Pruna, con cédula de identidad número: 0502617350 Licenciado en Ciencias de la Educación mención Ingles, con número de registro de la SENESCYT: 1020-12-1169234 CERTIFICO haber revisado y aprobado la traducción al idioma inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: “Evaluación de los portadores energéticos para el ahorro de energía en la escuela de la Unidad Educativa Particular Hermano Miguel de la ciudad de Latacunga 2012. Propuesta de un Sistema de Gestión de Energía para un adecuado consumo energético”, de Vega Iza Gladys Marlene, aspirante a Magister en Gestión de Energías.

Latacunga, febrero de 2023


Lic. Edison Marcelo Pacheco Pruna
CC. 0502617350



INDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
AVAL DEL TRIBUNAL	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA	VI
RENUNCIA DE DERECHOS.....	VII
AVAL DEL PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT	X
INDICE DE CONTENIDOS	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
INDICE DE FIGURAS.....	XVI
INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes.....	1
Planteamiento del problema.....	2
Formulación del problema.....	3
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos.....	3
Justificación	5
Hipótesis	6
Términos	6
CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA - METODOLÓGICA.....	8
1.1. Fundamentación del estado del arte.....	8
1.2. Fundamentación Teórica	10
1.2.1. Demanda de Energía en el Ecuador	10
1.2.2. Estado actual de la Gestión Energética en el mundo	11
1.2.3. Producción energética en Ecuador	13
1.2.4. Demanda de potencia máxima en Ecuador	14
1.2.5. Consumo de derivados del petróleo en Ecuador	15
1.2.6. Emisiones del sector energía.....	18
1.2.7. Energía renovable en Ecuador	19
1.2.8. Eficiencia energética	19
1.2.9. Eficiencia energética en el Ecuador	20

1.2.10.	Sistema de gestión energía	25
1.2.11.	Norma ISO 50001:2011	25
1.2.12.	Tecnología de gestión total y eficiente de la energía	30
1.3.	Fundamentación Metodológica	32
1.3.1.	Enfoque	32
1.3.2.	Tipo de investigación	33
1.3.3.	Técnica de recolección de información, inspección.	33
1.3.4.	Qué son las hipótesis	33
1.3.5.	Procedimiento de obtención y análisis de la información.....	34
1.3.6.	Herramientas para elaborar un sistema de gestión de energía	34
1.4.	Conclusión del capítulo	36
CAPITULO II: LA PROPUESTA		37
2.1.	Título de la propuesta	37
2.2.	Justificación de la propuesta.....	37
2.3.	Objetivos de la propuesta	37
2.4.	Fundamentación de la propuesta	38
2.4.1.	Representante de la Dirección.....	38
2.4.2.	Equipo de Gestión de la Energía.....	38
2.4.3.	Política energética	40
2.4.4.	Planificación Energética.....	41
2.4.5.	Requisitos legales y otros requisitos	43
2.4.6.	Revisión energética	43
2.4.7.	Resultados de la revisión energética	44
2.4.8.	Línea base energética	48
2.4.9.	Análisis de información inicial	48
2.4.10.	Índices de evaluación energética.....	49
2.5.	Desarrollo de la metodología de trabajo.....	50
2.6.	Conclusiones.....	52
CAPÍTULO III. APLICACIÓN Y/O VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA		53
3.1.	Análisis de los resultados	53
3.2.	Caracterización Energética.....	59
3.2.1.	Registro histórico del consumo en la Unidad Educativa	60
3.3.	Situación actual del sistema de iluminación.....	66
3.3.1.	Distribución de aulas, laboratorios y oficinas	66
3.3.2.	Información de la acometida de la institución	70
3.3.3.	Información de las cargas de iluminación por espacio en la institución.....	70
3.3.4.	Información de los niveles de iluminación	72
3.4.	Sistema de iluminación propuesto.....	74

3.5. Propuesta de implementación de lámparas.....	75
3.5.1. Cálculo del flujo luminoso	75
3.5.2. Cálculo de luminarias.....	79
3.5.3. Emplazamiento de las luminarias.....	81
3.6. Levantamiento de carga.....	83
3.7. Simulación con el programa actual	86
3.8. Mediciones del sistema eléctrico de la Unidad Educativa	87
3.8.1. Análisis y mediciones de parámetros eléctricos.....	88
3.8.2. Análisis de mediciones de Voltaje	89
3.8.3. Análisis de mediciones de Corriente.....	90
3.8.4. Análisis del desbalance de voltaje.....	90
3.8.5. Análisis de potencias.....	90
3.8.6. Análisis de Flicker o Pst.....	91
3.8.7. Análisis del Factor de potencia	92
3.8.8. Análisis de Armónicos	94
3.8.9. Validación técnica – económica de los resultados.....	95
3.8.10. Sustitución del sistema de iluminación	95
3.8.11. Costo referencial del consumo de energía por tipo de luminaria....	95
3.8.12. Propuesta con normativa INEN 1153	95
3.9. Datos financieros para la sustitución a lámparas LED	96
3.9.1. Cálculo del TIR y VAN	96
3.9.2. Periodo de recuperación de la inversión	97
3.9.3. Conclusiones del capítulo III	97
CONCLUSIONES GENERALES.....	98
RECOMENDACIONES	98
BIBLIOGRAFÍA	99
ANEXOS	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Demanda máxima de potencia (MW), plurianual.....	15
Tabla 2. Combustibles para generación eléctrica (kBEP).....	16
Tabla 3. Potencias nominal y efectiva (MW), 2012 – abril 2022	19
Tabla 4 Resumen del consumo energético.....	47
Tabla 5. Tabulación del uso de la luz.....	53
Tabla 6. Tabulación de apagado de luz innecesariamente encendida.....	54
Tabla 7. Tabulación de luces encendidas cuando una sala queda vacía	55
Tabla 8. Tabulación del uso de la configuración de ahorro de energía en equipos..	56
Tabla 9. Tabulación encendida el ordenador por un periodo de tiempo largo.....	56
Tabla 10. Tabulación de la desconexión de equipos y cargadores inutilizados....	57
Tabla 11. Tabulación de la puesta en marcha un plan para reducir el consumo... 58	
Tabla 12. Tabulación del cambio de hábitos para reducir energía eléctrica	59
Tabla 13. Consumo histórico de energía eléctrica	61
Tabla 14. Consumo de los energéticos.....	64
Tabla 15. Nomenclatura de espacios.....	67
Tabla 16. Plano de distribución de espacios	68
Tabla 17. Inspección visual de la acometida.....	70
Tabla 18. Inventario total de luminarias por área	71
Tabla 19. Mediciones de niveles de iluminación	73
Tabla 20. Dimensiones de las aulas de primero a cuarto de básica	75
Tabla 21. Dimensiones de las aulas de quinto a séptimo de básica	76
Tabla 22. Tabla de factores de utilización ESSENTIAL LEDtube 1200mm 18W 865 T8 I W G	77
Tabla 23. Tabla de factores de utilización Lamp Led Bulb 12W A19 E27 120V 6500K.....	78
Tabla 24. Coeficiente de mantenimiento	78
Tabla 25. Flujo luminoso en los espacios de la Unidad Educativa	78
Tabla 26. Número de luminarias por área.....	80
Tabla 27. Emplazamiento de luminarias por área.....	81
Tabla 28. Validación de luminarias mediante la normativa INEN 1153	82

Tabla 29. Levantamiento de carga instalada	84
Tabla 30. Levantamiento de la carga con la propuesta de lámparas LED	85
Tabla 31. Datos principales de mediciones de voltaje	89
Tabla 32. Datos principales de mediciones de corriente.....	90
Tabla 33. Datos principales de mediciones de potencia	91
Tabla 34. Datos de facturación con penalización.....	92
Tabla 35. Datos de facturación con penalización del año 2018.....	93
Tabla 36. Inversión del cambio de lámparas a tipo LED.....	95
Tabla 37. Utilización de 2 tipos de lámparas para el consumo de energía eléctrica	95
Tabla 38. Presupuesto con normativa INEN 1153.....	96
Tabla 39. Cálculo del TIR – VAN para cambio a lámparas LED.....	96

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Demanda de energía eléctrica a nivel nacional.....	10
Figura 2. Consumo final mundial de energía por fuente de energía [Mtep; %]... 12	
Figura 3. Generación eléctrica mundial 2019 por subregiones [TWh, %].....	13
Figura 4. Producción bruta de energía (GWh), 1999 – 2020.....	14
Figura 5. Demanda de potencia en el periodo 2008 -2018.	15
Figura 6. Evolución de la producción y consumo de derivados (kBPE)	16
Figura 7. Población en el Ecuador según resultados del Censo 2010.....	17
Figura 8. Parque Automotor en Ecuador.....	17
Figura 9. Evolución de las emisiones de GEI por actividad (kton CO ₂ eq.).....	18
Figura 10. Emisiones de GEI por actividad (%)	18
Figura 11. Modelo de sistema de gestión de la energía norma ISO 50001.....	26
Figura 12. Uso de la luz	54
Figura 13. Apagado de luz innecesariamente encendida	54
Figura 14. Luces encendidas cuando una sala queda vacía	55
Figura 15. Uso de la configuración de ahorro de energía en equipos de oficina	56
Figura 16. Ordenador encendido un periodo de tiempo largo sin utilizarlo	57
Figura 17. Desconexión de equipos y cargadores cuando no se utilizan.....	57
Figura 18. Aceptación para la puesta en marcha de un sistema de gestión	58
Figura 19. Cambio de hábitos de consumo	59
Figura 20. Numérico de alumnos por año lectivo	60
Figura 21. Consumo de electricidad en kWh por mes desde el año 2015	61
Figura 22. Consumo de Agua en m ³ /h por meses desde el año 2015	62
Figura 23. Costo de la electricidad en dólares por año lectivo	62
Figura 24. Costo de agua en dólares por año lectivo	63
Figura 25. Gráfico de Pareto por cada uno de los energéticos que se consumen desde el 2009.....	63
Figura 26. Consumo de Electricidad vs. Número de alumnos por año lectivo.....	64
Figura 27. Control del consumo de energía eléctrica por año lectivo	65
Figura 28. Diagrama de dispersión del consumo vs el número de alumnos.....	65
Figura 29. Diagrama de índice de consumo vs el número de alumnos.....	66

Figura 30. Especificaciones técnicas de lámparas seleccionadas para la propuesta	74
Figura 31. Dimensiones del aula y altura del plano de trabajo (Grupo1)	76
Figura 32. Dimensiones del aula y altura del plano de trabajo (Grupo 2)	76
Figura 33. Simulación sistema actual de cargas.....	86
Figura 34. Simulación del sistema propuesto de cargas	87
Figura 35. Analizador Fluke 1744	88
Figura 36. Conexión del analizador Fluke 1744 Quality Logger.....	89

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.

Los problemas que ha dejado el sistema energético contemporáneo son: el deterioro del entorno, el acelerado agotamiento de los recursos energéticos que forman parte de la dotación del planeta, así como de otros recursos naturales, y un desequilibrio irracional en la distribución del acceso y del consumo de energía. El agravamiento de estos problemas da lugar a una situación energético-ambiental muy severa que en la actualidad enfrenta el mundo.

A todos estos problemas, una parte considerable del aporte a la crisis energético-ambiental es el desperdicio de energía eléctrica que se basa en dos puntos muy importantes: la ineficacia de las instalaciones eléctricas, es decir, arreglos mal hechos, utilización de materiales de mala calidad, entre otras, así como un uso irracional de la energía, consecuencia de malos hábitos y acciones.

Una de las soluciones que deja un legado para las futuras generaciones es hacer un uso racional y eficiente de la energía, para esto se debería realizar un sistema de gestión mediante la aplicación y control de un programa planificado que utiliza métodos o procedimientos técnicamente fundamentados, es decir, que debe estar sustentado por los diagnósticos energéticos iniciales que permiten identificar los puntos claves de ahorro de energía.

El uso racional y eficiente de la energía implica aprender buenos hábitos, donde conocer de ellos juega un papel muy importante para comprender, analizar y reflexionar sobre ahorro de la energía y obtener un cambio de actitud frente a la situación ambiental que atraviesa el mundo y que empieza a ser conocido y popular en la comunidad, en el ámbito regional, nacional e internacional.

La escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel también tiene problemas en cuanto al desperdicio de energía eléctrica como consecuencia de la falta de conciencia en el ahorro energético, se puede citar algunos ejemplos como: dejar la luz encendida al salir de una sala de clase o mantener equipos como computadoras conectadas sin necesidad, la utilización de iluminación artificial en áreas

susceptibles de iluminación natural, además, que no se ha realizado un mantenimiento general del sistema eléctrico.

Planteamiento del problema.

El imparable crecimiento de la población mundial en los últimos años se ha convertido en un extraordinario aumento del consumo de energía, que de mantenerse en tal magnitud provocaría requerimientos energéticos más exigentes y si no se tiene en consideración la protección del medio ambiente y de los recursos naturales, podría comprometer el futuro de un país. La situación debe revertirse mediante la aplicación de medidas encaminadas al ahorro de energía.

El mal uso de la energía es uno de los principales motivos por los que se ha alterado el equilibrio de la naturaleza y el planeta.

En los últimos años, la temperatura de la Tierra ha aumentado 1,4 grados Fahrenheit es decir 0.8 grados Celcius desde 1880 [1], debido a múltiples efectos, pero los de mayor importancia son por el aumento de dióxido de carbono y otras emisiones humanas en la atmósfera del planeta.

La mayoría de las personas en el mundo desconoce que gran parte del consumo de energía ocurre en forma de desperdicio, por pérdidas en conductores y por hurto energético.

El Ecuador no se escapa de esta problemática energética y ambiental, se observa que a menudo muchas de las instituciones educativas hacen uso irracional de la energía. Se podría inferir que las causas principales se deben a la falta de concientización, compromiso y conocimiento del uso racional y eficiente de la energía, lo que trae como consecuencia el derroche de la misma.

Una de las aportaciones a la solución de esta problemática, es plantear alternativas de reducción del consumo de los portadores energéticos en procura de una operación eficiente en la Unidad Educativa Particular Hermano Miguel, a través de la propuesta de un Sistema de Gestión de Energía con énfasis en la cultura energética a los estudiantes, en vista que ellos son la futura generación que debe ser educada también en el ámbito del ahorro de energía para que a través de

ellos se disperse a la comunidad la información sobre la cultura y conciencia energética que se debe establecer en beneficio de todos.

La presente investigación hace referencia a encontrar los principales potenciales de ahorro de energía y a buscar alternativas para reducir el consumo de la misma, además, pretende proponer acciones y estrategias en lo que respecta a educación energética para fomentar en los alumnos desde pequeños la cultura de ahorro de energía en la escuela de la Unidad Educativa Particular Hermano Miguel.

Con el Sistema de Gestión de Energía se busca formar una cultura energética en el personal que labora en la institución, para que ellos sean los guías de las actuales y futuras generaciones, que partiendo del conocimiento de la situación energética actual del país, garantice una toma de conciencia para un uso racional de la energía, su ahorro y la consecuente contribución a la protección del medio ambiente.

Formulación del problema.

El desconocimiento del consumo irracional de energía incide negativamente en la eficiencia energética de la Unidad Educativa Particular Hermano Miguel de la ciudad de Latacunga.

Objetivo General

Elaborar una propuesta de un Sistema de Gestión de Energía a partir del diagnóstico de los portadores energéticos, para reducir el consumo de la energía en la escuela de la Unidad Educativa Particular Hermano Miguel de la ciudad de Latacunga.

Objetivos Específicos

1. Investigar el estado del arte relacionado con los portadores energéticos y los sistemas de gestión de energía.
2. Determinar los posibles puntos de ahorro de energía para el uso eficiente y racional.
3. Elaborar la propuesta de solución para el ahorro de energía en la Unidad Educativa Particular “Hermano Miguel”

Sistemas de tareas en relación a los objetivos específicos: para complementar los objetivos específicos se plantean las siguientes tareas:

Objetivos específicos	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Investigar el marco teórico relacionado con los portadores energéticos y los sistemas de gestión de energía.	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de manuales, libros, artículos científicos. • Revisión de propuestas de sistemas de gestión de energía 	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención de información relevante sobre los diferentes tipos de portadores de energía. • Recopilación de información sobre datos interesantes de sistemas de gestión propuestos 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión documental • Ficha bibliográfica. • Ficha de cita textual • Reporte de página electrónica
Determinar los posibles puntos de ahorro de energía para el uso eficiente y racional.	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación de un analizador de espectros en el transformador de alimentación principal a la institución por una semana • Inspección de todas las 	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención de los picos de consumos más altos en la institución. • Obtención de información sobre los tipos de luminarias y especificaciones técnicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analizador de espectros • Observación • Luxómetro

	<p>luminarias de las aulas y oficinas de la institución</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obtener datos de luminiscencia 		
<p>Elaborar la propuesta de solución para el ahorro de energía en la Unidad Educativa Particular “Hermano Miguel”</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar el análisis de los datos obtenidos en la recolección de información 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer la propuesta más idónea en el manejo de la energía para obtener un ahorro considerable 	<ul style="list-style-type: none"> • Tablas de especificaciones técnicas • Tablas de resultados de datos arrojados en la medición de iluminación. • Fichas de registros • Encuestas

Justificación

Esta investigación presenta información teórica relevante, sobre las oportunidades de ahorro para la reducción del consumo de energía. Esta información es necesaria porque permite fundamentar las bases para proponer un Sistema de Gestión de Energía que contribuya al mejoramiento de la eficiencia energética en la institución educativa.

Desde el punto de vista metodológico, esta investigación cobra importancia porque acude al empleo de encuestas y entrevista, fichas de registro para la recolección de los datos y determinar el histórico del consumo de energía, además, se usará fórmulas y cálculos para determinar factores que ayudarán a establecer la eficiencia energética en la institución. Así los resultados de la investigación se apoyan en técnicas de investigación que son válidas.

La importancia de la información que presentará esta investigación, radica en que las autoridades de la institución pueden aplicar la propuesta del Sistema de Gestión de Energía que se entregará, para reducir costos en el consumo de energía y además contribuir a elevar la cultura energética involucrando incluso a los estudiantes de la institución, para que comprendan la importancia de ahorrar energía en todo lo que sea posible para perpetuar y mejorar la calidad de vida en la tierra.

Hipótesis

Mediante el análisis del diagnóstico del sistema eléctrico en la escuela de la Unidad Educativa Particular Hermano Miguel de la ciudad de Latacunga se determinará acciones correctivas para mejorar la eficiencia energética.

Términos

Para un mejor entendimiento de la investigación es necesario definir algunos términos y palabras claves que permitirán al lector comprender la necesidad de investigación, el estudio realizado y la prospectiva que se espera alcanzar en favor de una mejor calidad de vida del sector en estudio.

Eficiencia energética: Es la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir el confort y la calidad de vida, protegiendo el medio ambiente.

Diagnóstico energético: Forma para establecer el grado de eficiencia en la utilización de energía.

Mtep: Millones de toneladas equivalentes de petróleo.

kBEP: Miles de barriles equivalentes de petróleo.

BEP: Barriles equivalentes de petróleo.

kton CO2 eq: Miles de toneladas equivalentes de dióxido de carbono.

SGEn: Sistema de Gestión de Energía.

TGTEE: Tecnología de Gestión Total y Eficiente de la Energía.

IDEns: Indicadores de desempeño energético.

REI: Revisión Energética Inicial

CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA - METODOLÓGICA

1.1. Fundamentación del estado del arte.

El consumo de energía eléctrica en los centros educativos ha aumentado debido a un incremento en la adquisición de equipamiento para las aulas y área administrativa como: ordenadores, monitores, portátiles, pizarras digitales, proyectores, altavoces, televisores, impresoras, copiadoras es decir un sin número de equipos que requieren de energía para su funcionamiento. Por otra parte, el personal administrativo y docente ha ido instalando electrodomésticos como cafeteras y calentadores de agua que se han ubicado en las distintas áreas sin tomar en cuenta la repercusión que tienen estos en el consumo.

El aumento significativo de los costos de energía en la factura de la luz ha hecho que muchas instituciones educativas busquen la forma de ahorrar energía en las aulas. En la Guía Verde del Ahorro de Energía de Greenpeace nos indica que “Por cada kilovatio-hora (kWh) de electricidad que ahorremos evitaremos la emisión de aproximadamente 800 gramos de CO₂” [2], es decir, mientras más cantidad de energía que se pueda ahorrar contribuiremos a disminuir la contaminación ambiental.

Según la Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Centros Docentes publicada conjuntamente por Fenercom y el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) asegura que “los costes energéticos ligados a la explotación de los centros escolares suponen una carga económica muy importante, la tercera tras las instalaciones y los sueldos de profesores y empleados, superior incluso a la suma de la partida de libros y de ordenadores”. [3].

Esta misma Guía señala que, en los centros educativos, la iluminación y la climatización se reparten a partes iguales el 52% del consumo energético total, quedando los equipamientos en tercer lugar, con un 20% del consumo. [3]

Para lograr una mejora sostenible en la eficiencia energética es necesario un Sistema de Gestión que permita un ahorro de energía eléctrica. Es por tal razón que John Marlon Salazar Correa en su trabajo de investigación afirma que:

“Al obtener el comparativo del esquema actual de consumo frente a la alternativa de eficiencia energética planteada, se esperan ahorros entre el 15% al 18% en costos de energía” [4].

Mediante la aplicación de un plan de mejora de la eficiencia energética se puede reducir el consumo de energía y por lo tanto la factura correspondiente. [5], en su trabajo de investigación previo a la Obtención del título de Máster en Energías Renovables y Sostenibilidad, aseguran que:

Los resultados obtenidos en los distintos cálculos que se hicieron reflejan un ahorro aproximado del 16% del consumo energético total anual, solamente mediante el cambio de luminarias, lo cual servirán para el beneficio técnico y económico del centro de salud dedicando mayor parte del presupuesto anual a otras labores sanitarias o a la adquisición de equipos médicos que por falta de presupuesto se prorrogan para otros momentos en que el presupuesto lo permita. [5]

Paola Cueva Soto, en su proyecto de investigación afirma que:

Con el nuevo diseño de iluminación, se obtiene una reducción del 54.24% de la potencia instalada en iluminación, lo cual genera un gran ahorro mensual reflejado en la facturación eléctrica y un mejor confort del personal. Además, se obtiene una disminución de 0,0495 toneladas de CO₂ por año, con lo cual reduce la contaminación del medio ambiente, ya que según un estudio del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), por cada KWh consumido se emite 0,626678 g de CO₂. [6]

1.2. Fundamentación Teórica

1.2.1. Demanda de Energía en el Ecuador

La demanda de energía está determinada por los recursos y procesos de conversión existentes, consecuentemente los resultados de estas interacciones están representados en los balances energéticos, los mismos que reflejan la estructura del sector, es decir su matriz energética, expresando las tendencias en producción y consumo de energía por fuentes y sectores, por consiguiente, la matriz energética expresa el total de la energía demandada y utilizada.

En Ecuador, de enero hasta julio de 2021, la demanda de electricidad aumentó un 8,13% en relación al mismo periodo del 2020. [11] esto se debe al incremento paulatino de las actividades comerciales e industriales desarrolladas en el país.

De acuerdo con la información del Operador Nacional de Electricidad CENACE, entre el periodo comprendido de enero y julio de 2021, en Ecuador se consumieron 15.086 GWh. [11]

En este ámbito, en la Figura 3 se muestra la demanda de energía eléctrica de Ecuador, hasta julio de 2021 distribuida por región, donde se observa que la mayor cantidad de demanda fue registrada en la región Costa, con un 62,2% del consumo; seguida por la región Sierra con un 34,7% y finalmente por la Amazonía con el 3,1%.

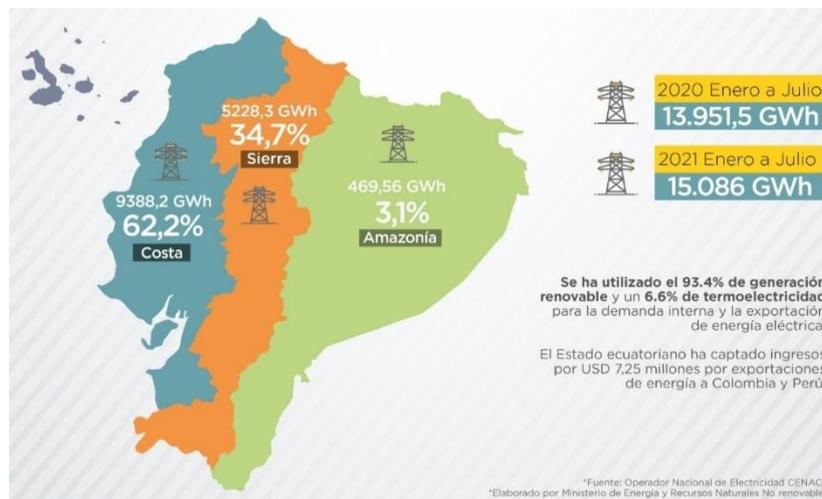


Figura 1. Demanda de energía eléctrica a nivel nacional
Fuente: Operador Nacional de Electricidad CENACE

La demanda de energía determina la estructura y el tamaño del sistema energético, pero la misma está determinada por otras fuerzas fundamentales que son: estructura económica, demografía, tecnologías finales de uso de energía, geografía, dotación de recursos naturales, patrones de consumo y estilos de vida, factores políticos, legales e institucionales, tal cual lo describen [12].

El desarrollo económico ha sido el principal motor para un aumento de la demanda de energía, por lo que fácilmente podemos decir que el consumo de energía tiene una relación fuerte con la adquisición de bienes consumidores de energía como son los electrodomésticos, computadoras, celulares, vehículos, y otros bienes demandantes de energía.

De acuerdo, al boletín de prensa del Ministerio de Energía y Recursos Naturales No renovables, los excedentes de electricidad disponibles, tras cubrir la demanda interna, permitieron exportar, en el primer semestre de 2021, 410,01 GWh a Colombia y Perú, con lo que el país ha captado ingresos por USD 7,25 millones. [11]

1.2.2. Estado actual de la Gestión Energética en el mundo

Una de las características del sistema energético son los continuos cambios de precios, tanto de los combustibles como de la demanda de energía eléctrica, a causa de guerras y crisis económicas. El encarecimiento de la producción de energía obligó a un replanteamiento de los distintos países sobre la estrategia económica global, basado en el fomento del ahorro energético y de las actividades con menor dependencia de los combustibles fósiles pese a esto el consumo de energía ha estado aumentando. [7]

En la actualidad, los seres humanos se encuentran en el dilema de seguir explotando los recursos fósiles que se están agotando, o plantearse nuevas alternativas de sostenibilidad energética mediante la búsqueda de sistemas y equipos cada vez más eficientes y de la explotación de las fuentes renovables de energía.

En el artículo publicado por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), expresa que, a nivel mundial en el 2018, el consumo final de energía

fue de 9,9381 millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep), duplicándose con respecto al consumo registrado en 1973. [8]

El consumo energético global ha ido incrementándose significativamente con el pasar de los años y su composición estructural ha ido cambiando debido a su diversificación a través de fuentes de energía más limpias como se muestra en la Figura 1.

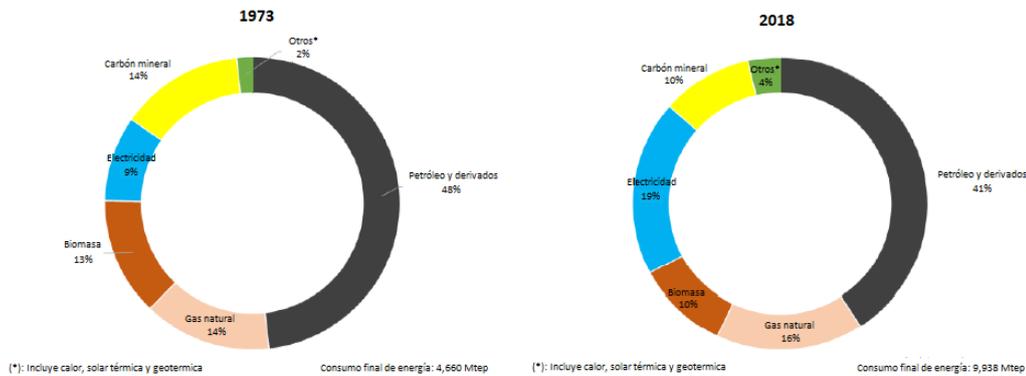
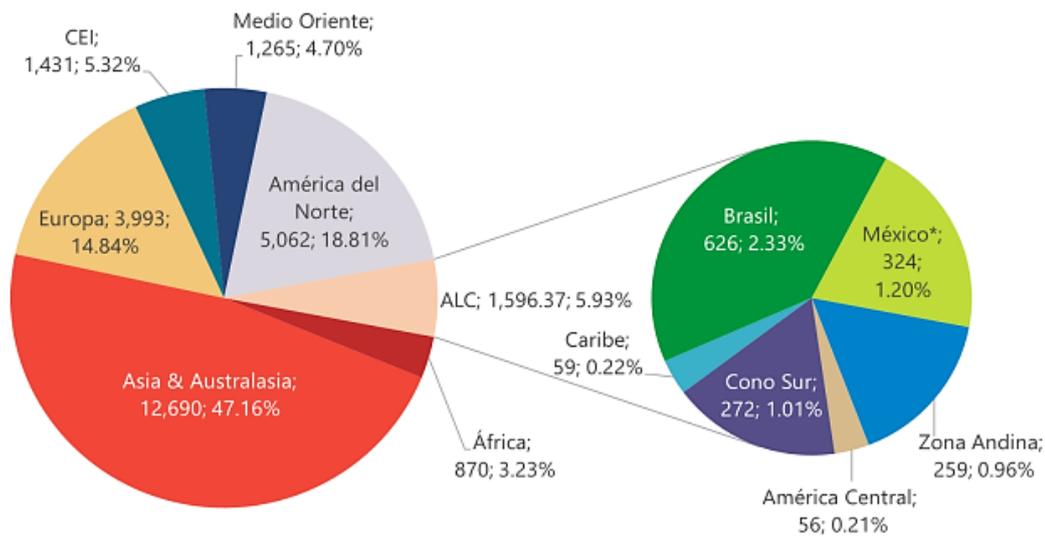


Figura 2. Consumo final mundial de energía por fuente de energía [Mtep; %]
Fuente: Datos publicados en el Key World Energy Statistics, IEA, agosto 2020

En 1973 aproximadamente el 76% del consumo total correspondía a petróleo y derivados de petróleo, gas natural y carbón mineral en tanto que en el 2018 hay una reducción porcentual alcanzando el 67% y registrándose un incremento en el consumo de electricidad en 10 puntos porcentuales. [8]

La generación eléctrica a nivel mundial en el año 2019 fue de 26,908 TWh, con un 1.3% más que el año 2018. Asia y Australia es el continente con mayor contribución, superior al 47% del total de electricidad generada mundial. En la Figura 2 se muestra la generación producida para el 2019 para cada continente y para América Latina y el Caribe. [9]



Total: 26,908 TWh (*): Fuente SENER, PRODESEN 2018-2032, SIE-datos preliminares.

Figura 3. Generación eléctrica mundial 2019 por subregiones [TWh, %]
 Fuente: OLADE, Sistema de Información Energética de Latinoamérica y el Caribe (sieLAC),
<http://sielac.olade.org/>

La generación eléctrica mundial El consumo de energía ha alcanzado cifras muy grandes a escala mundial y que con el paso de los años seguirá en aumento, existe una marcada e irracional desigualdad con que este aparece distribuido entre los diferentes países y regiones geográficas.

Sin embargo, a pesar de la continua expansión de la producción de energía eléctrica a escala mundial, todavía 1.300 millones de personas en el mundo no disponen de acceso a electricidad, y unos 2.600 millones de personas dependen del uso tradicional de la biomasa para cocinar. [10]

1.2.3. Producción energética en Ecuador

El 2020 fue un año atípico debido a la declaratoria de emergencia por COVID 19, razón por la cual se vio afectada la producción de energía, misma que tuvo una reducción del 2,21% con respecto al 2019. En la Figura 4 se muestra un histórico de la producción energética, donde se puede observar que a partir del año 1999 la

producción de energía se ha ido incrementando considerablemente,

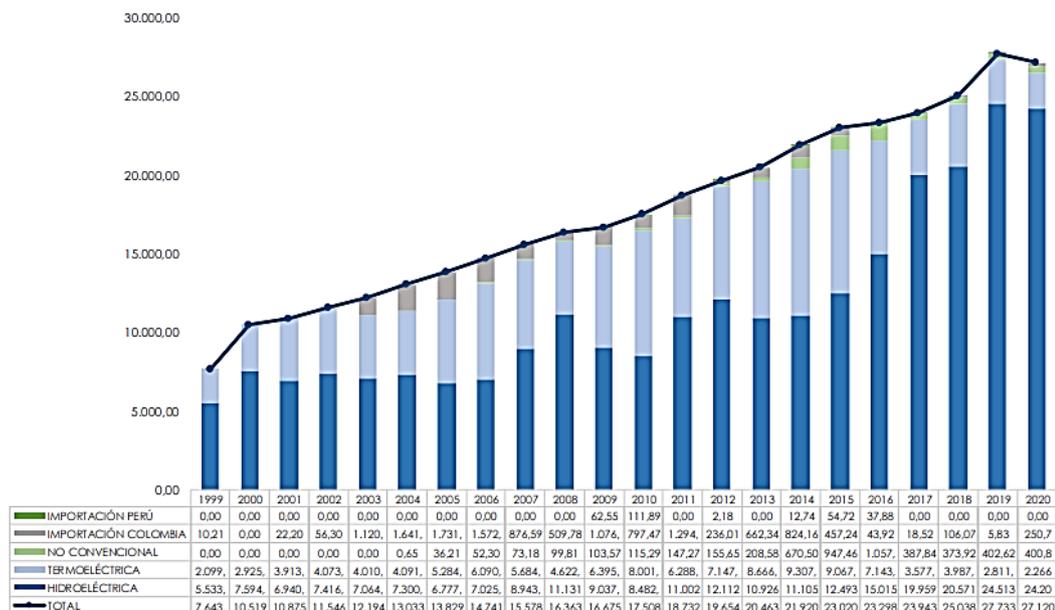


Figura 4. Producción bruta de energía (GWh), 1999 – 2020

Fuente: Informe anual CENACE 2020

El Ecuador aumenta su crecimiento económico y desarrollo humano consecuencia del cambio de la matriz productiva en donde se desarrollarán la producción de nuevas industrias, su intensidad energética también aumentará, razón por la cual se hace importante ir trabajando a la par sobre proyectos de eficiencia energética que ayuden al cumplimiento de los objetivos económicos, medioambientales y sociales de nuestro país.

1.2.4. Demanda de potencia máxima en Ecuador

En un período de 10 años, la demanda de potencia máxima pasó de 3.206,73 MW en el 2012 a 4.161,71 MW en el 2022, registrando un incremento del 29,78 %. La Tabla 1 resume el detalle de las demandas máximas en el período de análisis desde el año 2012 al 2022 y la Figura 5 muestra el despliegue de la demanda. [13]

Tabla 1. Demanda máxima de potencia (MW), plurianual

MES \ AÑO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Enero	2.939,16	3.190,31	3.324,28	3.504,00	3.593,10	3.689,18	3.815,28	3.903,44	4.083,08	4.018,40	4.161,71
Febrero	3.036,78	3.151,74	3.324,14	3.523,27	3.638,11	3.645,86	3.748,54	3.906,90	4.089,12	4.061,84	4.152,33
Marzo	3.014,22	3.214,05	3.369,52	3.540,40	3.654,22	3.692,24	3.905,45	3.886,47	4.032,18	4.101,68	
Abril	3.091,88	3.234,29	3.402,35	3.606,74	3.583,04	3.683,19	3.902,63	3.941,81	3.458,73	4.076,13	
Mayo	3.088,18	3.185,68	3.396,90	3.601,99	3.586,75	3.687,69	3.816,81	3.949,94	3.626,89	4.051,04	
Junio	3.041,94	3.107,99	3.399,01	3.559,68	3.624,79	3.561,15	3.673,05	3.778,59	3.633,50	3.892,24	
Julio	2.990,20	3.039,13	3.352,43	3.525,24	3.450,27	3.435,24	3.617,14	3.701,49	3.650,21	3.949,03	
Agosto	2.983,52	3.080,53	3.292,97	3.471,17	3.490,36	3.577,25	3.585,30	3.668,14	3.712,96	3.960,89	
Septiembre	3.058,91	3.218,77	3.307,95	3.544,75	3.490,36	3.577,25	3.799,52	3.697,72	3.820,26	4.062,62	
Octubre	3.035,26	3.187,60	3.373,11	3.591,02	3.457,48	3.674,02	3.657,19	3.790,12	3.935,11	4.065,48	
Noviembre	3.125,07	3.277,04	3.423,45	3.653,34	3.572,86	3.586,63	3.773,64	3.953,33	3.921,50	4.079,58	
Diciembre	3.206,73	3.332,49	3.502,64	3.669,58	3.624,67	3.745,77	3.856,97	3.951,68	3.942,30	4.207,83	
Potencia Máxima	3.206,73	3.332,49	3.502,64	3.669,58	3.654,22	3.745,77	3.905,45	3.953,33	4.089,12	4.207,83	4.161,71

Fuente: PANORAMA ELÉCTRICO EDICIÓN 10

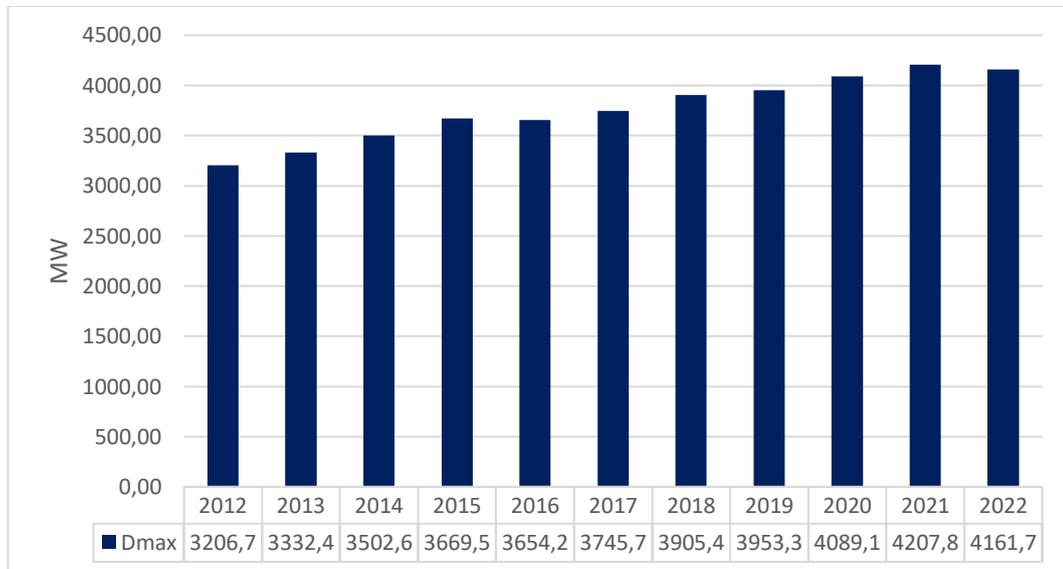


Figura 5. Demanda de potencia en el periodo 2008 -2018.

1.2.5. Consumo de derivados del petróleo en Ecuador

El Ecuador depende mayoritariamente de los hidrocarburos para cubrir su demanda energética, de acuerdo al folleto presentado por la Asociación de la Industria Hidrocarburífera del Ecuador, el 82% de la matriz energética nacional se soporta con los derivados de petróleo. Esto se debe a que casi dos tercios (61%) del consumo nacional de energía corresponden al sector de transporte, más el uso de GLP doméstico y, en parte, a que aún se utilizan derivados del petróleo para la generación eléctrica. [14]

En la Tabla 2 se muestra el histórico del combustible para la generación eléctrica a partir del año 2011 hasta 2021, donde se reporta que para el año 2021 existe un decremento del 2,3% con relación al año anterior, lo que significa que el uso de combustibles para la generación de electricidad ha ido disminuyendo con el pasar del tiempo y se puede inferir que se están utilizando energías alternativas para la producción o generación de electricidad.

Tabla 2. Combustibles para generación eléctrica (kBEP)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Var. (%)
PETRÓLEO	1.498	1.601	1.803	1.838	1.791	2.334	2.420	2.668	2.812	2.833	2.739	-3,3
GAS NATURAL	2.999	3.935	4.380	4.514	4.356	4.433	3.985	3.423	3.059	2.642	2.632	-0,4
BAGAZO	342	364	363	491	501	521	529	470	508	524	458	-12,6
GAS LICUADO	113	100	94	101	116	132	113	126	101	106	99	-6,7
GASOLINAS	313	2	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIÉSEL OIL	4.108	3.318	4.217	4.425	5.064	4.418	2.581	2.726	3.035	2.875	2.993	4,1
FUEL OIL	6.523	7.671	8.428	9.047	8.237	6.132	3.476	4.563	3.288	2.560	2.292	-10,5
CRUDO REDUCIDO	837	806	788	889	1.442	1.216	698	702	383	235	292	24,1
BIOGÁS	-	-	-	-	-	49	98	159	149	160	152	-4,7
TOTAL	16.733	17.798	20.131	21.305	21.507	19.236	13.900	14.837	13.335	11.936	11.657	-2,3

Fuente: Balance Energético Nacional 2021

En el Balance Energético Nacional 2021, se menciona que la producción nacional de combustibles no cubre la totalidad de la demanda interna del país, por lo tanto, la importación de derivados de petróleo ha sido necesaria para satisfacer la demanda interna del país. Este comportamiento se ha mantenido en el período comprendido entre el 2011 y 2021. En comparación al año 2020, el consumo de derivados pasó de 63,6 millones de BEP a 72,4 millones de BEP, en el año 2021, mientras que, la producción pasó de 45,7 millones de BEP a 56,5 millones de BEP como se muestra en la Figura 6. [15]



Figura 6. Evolución de la producción y consumo de derivados (kBPE)
Fuente: Balance Energético Nacional 2021

Se puede apreciar claramente el incremento en el consumo de derivados de petróleo con respecto a años anteriores, esto debido al imparable crecimiento del parque automotor y por ende se aporta al aumento de la contaminación ambiental al ser un producto no renovable. [14]

En la Figura 7 se muestra el fundamento para mencionar que la población ha aumentado, de acuerdo a los resultados del censo 2010 se observa que existe un incremento de la población en relación con el año 2001.



Figura 7. Población en el Ecuador según resultados del Censo 2010
Fuente: Folleto Petróleo en Cifras AIHE-2.pdf

El parque automotor también se ha incrementado de acuerdo al Anuario de Estadísticas de Transporte 2018 publicado en octubre del 2019 como se observa en la Figura 8, el número de vehículos matriculados ha crecido a través del tiempo, con un crecimiento de 7,4% entre el año 2017 y 2018, lo que indica que el número de vehículos a aumentado considerablemente.



Figura 8. Parque Automotor en Ecuador
Fuente: Agencia Nacional de Tránsito 2008-2018

1.2.6. Emisiones del sector energía

Las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) durante el período comprendido entre 2011 y 2021 se muestra en la Figura 9, e indica un aumento de 36.300 kton CO₂ eq. a un valor de 37.993 kton CO₂ eq, lo cual representa un incremento de 4,7%. [15]

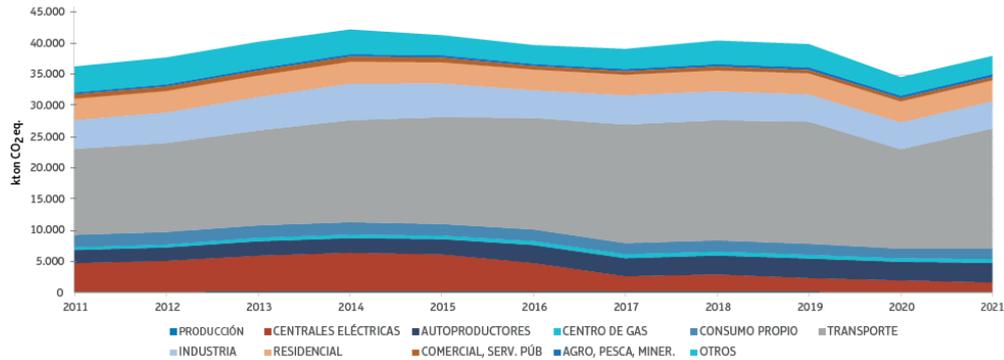


Figura 9. Evolución de las emisiones de GEI por actividad (kton CO₂ eq.)
Fuente: Balance Energético Nacional 2021

El sector con mayores emisiones durante el año 2021 fue el transporte, el cual es el principal demandante de energía proveniente de fuentes fósiles. Este sector generó el 50,7% del total de emisiones de GEI. Otros sectores con emisiones relevantes son el industrial con 11,5%, el residencial con 8,9% y autoprodutores con 8,3%, tal como se muestra en la Figura 10.

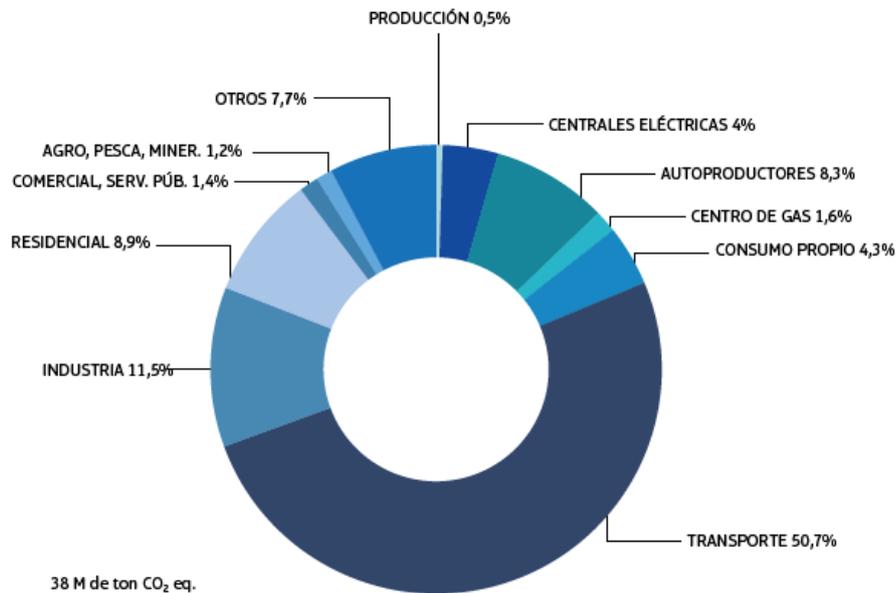


Figura 10. Emisiones de GEI por actividad (%)
Fuente: Balance Energético Nacional 2021

1.2.7. Energía renovable en Ecuador

Es importante indicar que en la actualidad el 92% de la generación de energía en el país proviene de centrales hidráulicas, el 7% de térmicas y el 1% de fuentes no convencionales (fotovoltaica, eólica, biomasa, biogás, geotermia, entre otras). Esta producción, marcada por energías amigables con el ambiente, satisface la demanda nacional de electricidad, así como la exportación a los países vecinos como Colombia y Perú. [16]

Actualmente, la potencia nominal en lo que corresponde a la energía renovable instalada en Ecuador con corte abril 2022 corresponde a 5357,72 (MW) y en comparación con el año 2012 que es de 2367,67 (MW) se puede establecer que ha habido un aumento de 2990,05 (MW), lo que se puede concluir que se está trabajando para llevar al país hacia un incremento en la sostenibilidad de la energía.

Tabla 3. Potencias nominal y efectiva (MW), 2012 – abril 2022

	8.786,10 Potencia Nominal (MW)				8.152,17 Potencia Efectiva (MW)			
	Abril 2022		2021		2012		Variación 2012 a Abril 2022	
	Potencia Nominal (MW)	Potencia Efectiva (MW)	Potencia Nominal (MW)	Potencia Efectiva (MW)	Potencia Nominal (MW)	Potencia Efectiva (MW)	Potencia Nominal (%)	Potencia Efectiva (%)
Por Sistema								
 SNI ⁽¹⁾	7.406,29	7.096,80	7.357,84	7.048,35	4.642,15	4.456,27	59,54	59,25
 No Incorporado	1.379,81	1.055,36	1.376,57	1.052,32	812,25	606,67	69,88	73,96
Por Tipo de Energía								
 Renovable	5.357,72	5.313,23	5.308,27	5.263,78	2.367,67	2.332,50	126,29	127,79
 No Renovable	3.428,38	2.838,94	3.426,14	2.836,90	3.086,73	2.730,44	11,07	3,97
Por Empresa								
 Generadora	6.619,83	6.390,66	6.571,38	6.342,21	4.033,57	3.892,85	64,12	64,16
 Autogeneradora	1.713,64	1.378,95	1.711,40	1.376,91	947,79	739,58	80,80	86,45
 Distribuidora	452,63	382,56	451,63	381,56	473,04	430,51	(4,32)	(11,14)

Fuente: Panorama Eléctrico Edición 11

1.2.8. Eficiencia energética

La eficiencia en los elementos energéticos se refiere fundamentalmente a cuanto de la energía que se pone en juego para una tarea es en realidad necesaria para ejecutarla. Se dice así que un proceso es eficiente cuando la cantidad de energía utilizada es superior a la necesaria. [17]

La eficiencia energética y el ahorro de energía están relacionados con el uso adecuado de los medios consumidores y a los hábitos de consumo individuales, en términos energéticos se trata de utilizar lo estrictamente necesario.

Las propuestas de ahorro y uso racional de los recursos energéticos que se pueden realizar en los hogares, instituciones educativas, oficinas, industrias, etc., están dirigidas a:

- a. Aumentar la eficiencia durante el proceso de transformación de la energía de forma menos aprovechable a otras más aprovechables.
- b. Aumentar la eficiencia durante la utilización de la energía, al disminuir la cantidad que se degrada innecesariamente, ya sea para el empleo ineficiente o innecesario de los equipos.

Para lograr estos dos propósitos es preciso considerar lo siguiente:

- El adecuado diseño arquitectónico de las edificaciones con vista a minimizar el gasto de energía.
- La reestructuración de la carga que permita elegir los horarios más adecuados para las funciones que requieran un mayor consumo de energía.
- El cumplimiento de las instrucciones de los fabricantes en el uso de los aparatos, maquinarias e instrumentos.
- El conocimiento de los equivalentes energéticos de cada una de las actividades que realizamos, el ejemplo de equipos electrodomésticos y luminarias más.

Al tener todos estos factores en cuenta, se podrá cubrir de una forma más eficiente necesidades energéticas.

1.2.9. Eficiencia energética en el Ecuador

Según el informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo [18], el desarrollo sostenible se conoce como el proceso mediante el cual se satisfacen las necesidades económicas, sociales, diversidad cultural y de preservación, conservación y protección de recursos naturales de la actual

generación, sin poner en riesgo la satisfacción de las mismas a las generaciones futuras.

En los últimos años se ha venido hablando sobre Eficiencia Energética, y que se puede comprender mejor con la siguiente definición “son todos los cambios que resulten de una reducción de la cantidad de energía utilizada para producir una misma unidad de bien o servicio o para alcanzar los requerimientos energéticos para un determinado nivel de confort” [19], o lo que es lo mismo, es un conjunto de actividades encaminadas a optimizar el consumo de energía, manteniendo el nivel de los servicios prestados dentro del proceso productivo.

Ecuador empezó, desde 2007, su búsqueda por transformar la matriz energética. El objetivo era reemplazar las energías no renovables con otras más amigables con el planeta para la generación de electricidad. Desde ese momento ha desarrollado normativas para tener edificaciones sostenibles. Sin embargo, la transición ha sido lenta y han surgido barreras.

El Plan Nacional de Eficiencia Energética 2016-2035, recopila propuestas aplicables basadas en prácticas internacionales, la sustitución progresiva de combustibles y fuentes de energía con alto impacto ambiental por otros con bajo contenido de carbono, incluyendo fuentes de energía renovable, para garantizar a la población y a las futuras generaciones, un desarrollo económico sostenible, mediante la utilización de los recursos más inteligente, eficiente y responsable con el entorno. [20]

Una de las normativas que tiene por objeto establecer el marco legal y régimen de funcionamiento del Sistema Nacional de Eficiencia Energética (SNEE), y promover el uso eficiente, racional y sostenible de la energía en todas sus formas, a fin de incrementar la seguridad energética del país es la Ley Orgánica de Eficiencia Energética publicada en marzo de 2019, donde se declara de interés nacional y como política de Estado, el uso eficiente, racional y sostenible de la energía, en todas sus formas, como elemento clave en el desarrollo de una sociedad solidaria, competitiva en lo productivo y preocupada por la sostenibilidad económica y ambiental.

Actualmente, en Ecuador a inicios de agosto se expidieron las políticas públicas para fomentar la eficiencia energética y del uso racional de la energía, aplicable en el ámbito nacional, intersectorial e interinstitucional, para incrementar la productividad energética en los distintos sectores de oferta y demanda de energía [21], son nueve políticas que se mencionan a continuación:

1. Promover la eficiencia energética en todos los sectores de la sociedad, con el fin de reducir las emisiones de gases efecto invernadero como medida que contribuya a la gestión del cambio climático y propiciar la transición energética. [21]
2. Garantizar el impulso a la eficiencia energética en el corto, mediano y largo plazo, mediante el fortalecimiento y creación de los marcos jurídicos, institucionales y normativos. [21]
3. Fomentar la gestión de la energía, la innovación tecnológica y la capacitación para promover la aplicación de la eficiencia energética en los sectores de oferta y demanda. [21]
4. Formular, promover y difundir todo tipo de incentivos y desincentivos económicos y no económicos, orientados a masificar el diseño y uso de tecnologías y equipos energéticamente eficientes. [21]
5. Impulsar el desarrollo y aplicación de estándares mínimos de rendimiento energético para equipos eléctricos y mecánicos, edificaciones y en las tecnologías para movilidad. [21]
6. Propiciar la investigación, innovación, transferencia tecnológica, fortalecimiento de capacidades, financiamiento y el emprendimiento para el desarrollo, aplicación y difusión de la eficiencia energética, apoyados en una efectiva vinculación entre el sector público, privado, academia y sociedad civil. [21]
7. Promocionar y difundir las mejores prácticas, incentivos y tecnologías existentes, para promover la eficiencia energética en el país. [21]

8. Adoptar iniciativas de simplificación de trámites y mejora del entorno regulatorio para incentivar las inversiones y buenas prácticas en eficiencia energética. [21]
9. Articular la política de Eficiencia Energética en el desarrollo Urbano de las ciudades, a través de formulación de planes urbanísticos sustentables y planes de movilidad, transporte público, ciclovías y caminabilidad. [21]

El Ecuador busca un desarrollo económico y social respetando el medio ambiente, para que a largo plazo no se afecte a los ecuatorianos en su conjunto, es así que la eficiencia energética es una alternativa válida para el desarrollo sostenible por las siguientes razones:

- **Sostenibilidad Económica**

El Gobierno como parte de la estrategia para obtener un desarrollo sostenible ha creado busca poner en marcha programas para el uso eficiente de la energía comprometiendo tanto al sector industrial como al residencial, tomar conciencia sobre la necesidad del ahorro. [22]

Dichos programas, tendrán como objetivos disminuir la demanda de consumos fósiles y corregir malas prácticas de consumo para obtener beneficios como la disminución de los costos de producción, un ahorro de energía en las facturas de las familias; y, más aún la disminución de emisiones de CO₂ en el Ecuador.

Entre las estrategias implementadas para el uso eficiente de energía se destacan: la ejecución de planes, programas y proyectos; la adopción de políticas, normas, regulaciones y esquemas tarifarios para el uso eficiente de la energía; y la difusión de los proyectos de mejora en calidad y cobertura del sistema eléctrico.

- **Sostenibilidad Ambiental y Social**

El Ecuador, ha logrado desarrollar Programas a través de la Dirección Nacional de Eficiencia Energética del Ministerio de Electricidad y Energías Renovables MEER tales como:

- Proyecto “Alumbrado Público Eficiente”, el mismo que consiste en la sustitución de 61 610 luminarias de vapor de mercurio de 175 W de potencia por luminarias de vapor de sodio de 100 W de potencia en el área

de concesión de la CNEL, con la finalidad de disminuir el consumo de energía eléctrica en el alumbrado público en aproximadamente 20 GWh/año. [23]

- Proyecto Piloto de Cocinas de Inducción: El objetivo del proyecto piloto permitirá es determinar el impacto social, técnico y económico de la sustitución parcial de GLP por electricidad para la cocción de alimentos. [23]
- Proyecto “Eficiencia Energética en la Industria”: El proyecto demanda una inversión total de 4’750.000 USD y tiene como uno de sus objetivos principales mejorar el desempeño energético del sector industrial. Con la implementación de sistemas de gestión de energía en 17 empresas en 2013, se obtuvieron los siguientes resultados: en energía eléctrica se pudo ahorrar 5.964 MWh con un total de 536.839 USD, en diesel se ahorró 378.360 galones/año con un total de 378.360 USD y se logró reducir las emisiones de CO2 en 5.501 toneladas de CO2 que equivale a 50.970 USD. [23]
- Programa para la Renovación de Equipos de Consumo Energético Ineficiente - Proyecto No 1 Sustitución de Refrigeradoras Ineficientes”: El Programa consiste en sustituir a nivel nacional 330.000 refrigeradoras de consumo ineficiente (mayor de 10 años de uso) por otras de alta eficiencia (rango A), de un volumen de enfriamiento entre 280 y 340 litros (10 a 12 pies cúbicos), al cumplir con esta sustitución se pretende alcanzar un ahorro de energía eléctrica de 215.780 MWh/año con un ahorro económico de 26’972.550 USD, hasta abril del 2014 se han sustituido 28.251 refrigeradoras a nivel nacional. [23]
- Proyecto de “Sustitución de Focos Ahorradores por Incandescentes” Ahorro Energético: Este proyecto es la iniciativa pionera de eficiencia energética ejecutados por el Gobierno Nacional en los hogares ecuatorianos, el propósito es disminuir la demanda de potencia y energía del Sistema Eléctrico Nacional en horas pico. El proyecto inició en el 2008 con la sustitución de 6 millones de focos ahorradores, destinada al sector

residencial de los estratos bajos, en el 2010 se continuó con la sustitución de 10 millones para otros sectores. [23]

1.2.10. Sistema de gestión energía

La gestión de la energía es el proceso mediante el cual se lleva a cabo la captación de información procedente de las instalaciones saber cuándo, cómo y dónde se consume la energía, para luego tomar decisiones y plantear actuaciones de optimización de consumos energéticos y de mejora de rendimientos.

Un Sistema de Gestión de la Energía (SGEn) es una metodología basada en el ciclo de Deming (planear-hacer-verificar-actuar) que se implementa para mejorar el desempeño energético de una organización. [24]

La primera norma internacional es la ISO 50001, que fue publicada en 2011, ha sufrido algunas actualizaciones, siendo la ISO 50001:2018 la más reciente.

1.2.11. Norma ISO 50001:2011

La norma internacional ISO 50001:2011 tiene como propósito facilitar a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética y el uso y el consumo de la energía. [25]

La implementación de esta Norma Internacional está destinada a conducir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros impactos ambientales relacionados, así como de los costos de la energía a través de una gestión sistemática de la energía. Esta Norma Internacional puede ser aplicada a organizaciones de todo tipo y tamaño, indistintamente de su ubicación, cultura o naturaleza. La implementación exitosa de un sistema de gestión bajo esta normativa requiere del compromiso de todos los niveles y funciones de la organización y, especialmente, de la alta dirección. [25]

Esta Norma Internacional se basa en el ciclo de mejora continua Planificar – Hacer – Verificar – Actuar (PHVA) e incorpora la gestión de la energía a las prácticas habituales de la organización tal como se ilustra en la Figura 1.

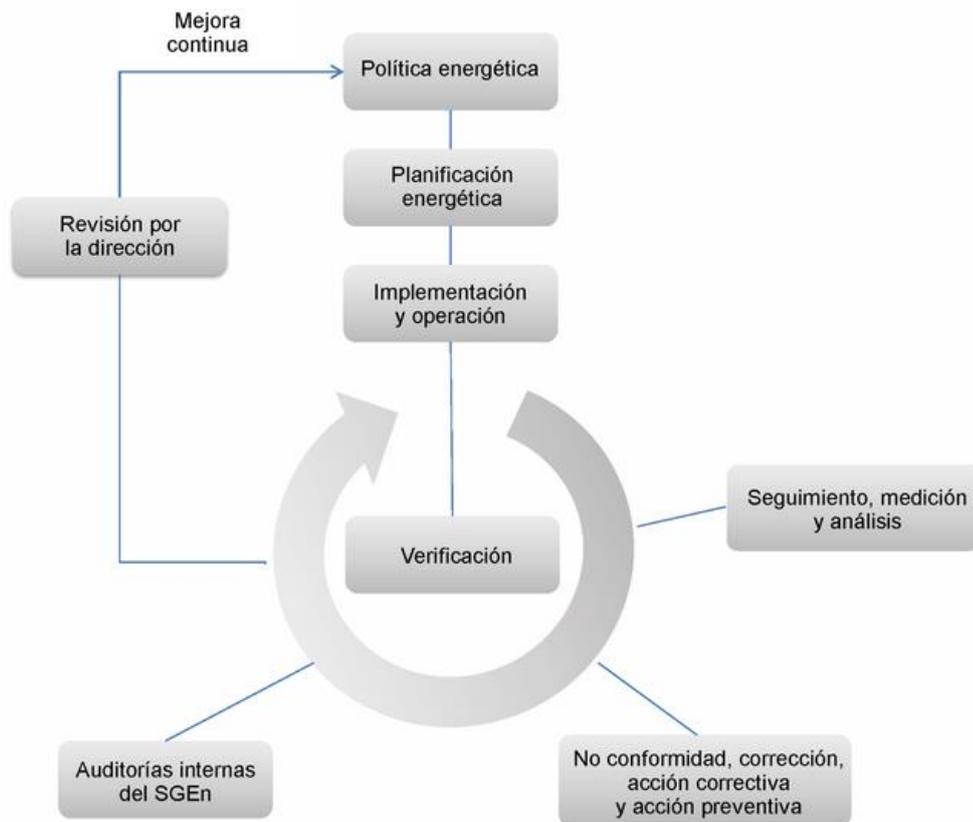


Figura 11. Modelo de sistema de gestión de la energía norma ISO 50001

Lo más importante para lograr la eficiencia energética en una empresa o institución no es sólo que exista un plan de ahorro de energía, sino contar con un sistema de gestión energética que garantice el mejoramiento continuo.

Los errores en la gestión energética se pueden dar cuando no se detectan adecuadamente los potenciales de ahorro o cuando principalmente se ataca los efectos más no las causas de los problemas

Algún inconveniente que se presente en la Gestión Energética puede darse porque el líder del programa no tiene tiempo, no logra apoyo o tiene otras prioridades, además que no se logra conformar un equipo con buen balance interdisciplinario.

La Norma Internacional especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía, con el propósito de permitir a una organización contar con un enfoque sistemático para alcanzar una mejora continua en su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía. [25]

Requisitos del sistema de gestión de la energía

1. Requisitos generales

Los requisitos que se deben cumplir la organización bajo a norma ISO 5001:2011 son:

- a) Establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar un SGEN de acuerdo con los requisitos de esta Norma Internacional; [25]
- b) definir y documentar el alcance y los límites de su SGEN; [25]
- c) determinar cómo cumplirá los requisitos de esta Norma Internacional con el fin de lograr una mejora. [25]
continúa de su desempeño energético y de su SGEN. [25]

2. Responsabilidad de la dirección

La alta dirección debe demostrar su compromiso de apoyar el SGEN y de mejorar continuamente su eficacia, además debe designar un representante de la dirección con las habilidades y competencias adecuadas, quien tiene responsabilidades como: asegurar que el SGEN se implemente y se mejore continuamente de acuerdo con los requisitos de la norma ISO 5000. [25]

3. Política energética

La política energética debe establecer el compromiso de la organización para alcanzar una mejora en el desempeño energético, y la alta dirección es la encargada de definir la política energética y asegurar entre otros ítems, que sea apropiada a la naturaleza y a la magnitud del uso y del consumo de energía de la organización. [25]

4. Planificación energética

La planificación energética debe ser coherente con la política energética y debe conducir a actividades que mejoren continuamente el desempeño energético. [25]

En esta sección se debe tomar en cuenta los siguientes puntos:

a) Requisitos legales y otros requisitos

La organización debe identificar, implementar y tener acceso a los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba relacionados con su uso y consumo de la energía, y su eficiencia energética.[25]

b) Revisión energética

La organización debe desarrollar, registrar y mantener una revisión energética. La metodología y el criterio utilizados para desarrollar la revisión energética deben estar documentados. [25]

c) Línea de base energética

La organización debe establecer una(s) línea(s) de base energética utilizando la información de la revisión energética inicial y considerando un período para la recolección de datos adecuado al uso y al consumo de energía de la organización. Los cambios en el desempeño energético deben medirse en relación a la línea de base energética.

d) Indicadores de desempeño energético

La organización debe identificar los IDEns apropiados para realizar el seguimiento y la medición de su desempeño energético. La metodología para determinar y actualizar los IDEns debe documentarse y revisarse regularmente. [25]

Los IDEns deben revisarse y compararse con la línea de base energética de forma apropiada. [25]

e) Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía

La organización debe establecer, implementar y mantener objetivos energéticos y metas energéticas documentados correspondientes a las funciones, niveles, procesos o instalaciones pertinentes dentro de la organización. Deben establecerse plazos para el logro de los objetivos y metas. [25]

Los objetivos y metas deben ser coherentes con la política energética. Las metas deben ser coherentes con los objetivos. [25]

5. Implementación y operación

La organización debe utilizar los planes de acción y los otros elementos resultantes del proceso de planificación para la implementación y la operación. [25]

Dentro de esta sección se debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

a) Competencia, formación y toma de conciencia

La organización debe asegurarse de que cualquier persona que realice tareas para ella o en su nombre, relacionada con usos significativos de la energía, sea competente tomando como base una educación, formación, habilidades o experiencia adecuadas. La organización debe identificar las necesidades de formación relacionadas con el control de sus usos de energía significativos y con la operación de su SGEN. [25]

b) Comunicación

La organización debe comunicar internamente la información relacionada con su desempeño energético y a su SGEN, de manera apropiada al tamaño de la organización. [25]

c) Documentación

La organización debe establecer, implementar y mantener información, en papel, formato electrónico o cualquier otro medio, para describir los elementos principales del SGEN y su interacción. [25]

6. Verificación

La organización debe asegurar que las características clave de sus operaciones que determinan el desempeño energético se sigan, se midan y se analicen a intervalos planificados. Debe definirse e implementarse un plan de medición energética apropiado al tamaño y complejidad de la organización y a su equipamiento de seguimiento y medición. Los resultados del seguimiento y medición de las características principales deben registrarse.

7. Revisión por la dirección

La alta dirección debe revisar, a intervalos planificados, el SGEN de la organización para asegurarse de su conveniencia, adecuación y eficacia continuas.

1.2.12. Tecnología de gestión total y eficiente de la energía

La TGTEE consiste en un paquete de procedimientos, herramientas técnico organizativas y software especializado, que aplicado de forma continua y con la filosofía de la gestión total de la calidad, permite establecer nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro, conservación y reducción de los costos energéticos en una empresa.

Su objetivo es elevar las capacidades técnico-organizativas de la empresa, de forma tal que esta sea capaz de desarrollar un proceso de mejora continua de la eficiencia energética.

La TGTEE incorpora un conjunto de procedimientos y herramientas innovadoras en el campo de la gestión energética, además que permite abordar el problema en su máxima profundidad. Es particularmente novedoso el sistema de control energético, que incorpora todos los elementos necesarios para que exista verdaderamente control de la eficiencia energética.

La prueba de necesidad es el primer paso para implantar un sistema de gestión total por la eficiencia energética de la empresa. De los resultados de esta prueba se determina si la empresa gasta más energía de la que debiera gastar, identificar los principales potenciales de reducción de los consumos y de los gastos energéticos aprovechables en forma rentable, determina si existen potenciales de reducción de los costos energéticos en el sistema de administración de la energía, e identifica los riesgos e impactos ambientales más generales que existen en la empresa por el manejo de la energía y los potenciales de su disminución.

Marco legal vigente

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable ha gestionado, trabajado y participado con diversas instituciones como el INEN y COMEX para promover el uso de equipos eficientes.

Se ha obtenido las siguientes normativas obligatorias:

Reglamento RTE INEN 036 “Eficiencia energética. Lámparas fluorescentes compactas. Rangos de desempeño energético y etiquetado que además regula las importaciones de tal forma que solo se permite la comercialización de lámparas fluorescentes compactas (focos ahorradores) etiquetados con los rangos de desempeño energético A y B.

RTE INEN 035” Eficiencia energética en artefactos de refrigeración de uso doméstico. Reporte de consumo de energía, métodos de prueba y etiquetado” y sus modificatorias en la que se estableció que a partir de marzo de 2011 se permite únicamente la comercialización de aparatos de refrigeración de rango energético A

RTE INEN 072 “Eficiencia Energética para acondicionadores de aire sin ducto”, mismo que entró en vigencia desde el 29 de mayo de 2013.

También existen normas técnicas ecuatorianas voluntarias de eficiencia energética tales como:

NTE INEN 2498 “Eficiencia Energética en motores eléctrico estacionarios”

NTE INEN 2506 “Eficiencia Energética en Edificaciones”

NTE INEN 2507 “Rendimiento térmico de colectores solares en sistemas de calentamiento de agua para uso sanitario. Requisitos”

NTE INEN 2511 “Eficiencia energética en cámaras de refrigeración instaladas en vehículos automotores. Requisitos”

NTE INEN 2567 “Eficiencia Energética en cocinas de inducción de uso doméstico. Requisitos”

NTE INEN 2555 “Seguridad en cocinas de inducción”

Junto con el COMEX se ha gestionado las siguientes resoluciones:

Resolución COMEXI 505: Se emitió dictamen favorable para el diferimiento arancelario (0% advalorem) de lámparas compactas fluorescentes compactas (focos ahorradores) de rango A (alta eficiencia) así como para tubos fluorescentes T5 y T8 de mayor eficiencia.

Resolución COMEXI 529: Se prohíbe las importaciones de focos incandescentes entre 25 y 100W de uso residencial a partir de enero de 2010.

Resolución COMEXI 595: Incluye a los artefactos de refrigeración en la Resolución 450 del COMEXI que contiene a la nómina de productos sujetos a controles previo a la importación.

Resolución COMEX 076: Restringe la importación de equipos acondicionadores de aire de rango B, C, D E, F y G.

En el marco del proyecto Eficiencia Energética en la Industria ejecutado por el MEER con el apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) a través de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI), se adoptó la norma ISO 50001, como NTE INEN ISO 50001 “Sistemas de Gestión de Energía. Requisitos con orientación para su uso”.

Amparado por la Norma UNE 216301 "Sistemas de gestión energética. Requisitos" se trata de un sistema paralelo a otros modelos de gestión (ISO 14001, ISO 9001...) para la mejora continua en el empleo de la energía, su consumo eficiente, la disminución de los consumos de energía y los costes financieros asociados, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, la adecuada utilización de los recursos naturales, así como el fomento de las energías alternativas y las renovables.

El SGE se basa en el ciclo de mejora continua PDCA (Plan - Do - Check - Act), siendo compatible con otras medidas de ahorro y eficiencia energética. Del mismo modo, esta nueva norma se ha diseñado de manera similar a otras normas como ISO 14001 o ISO 9001, por lo que resulta una herramienta complementaria, compatible e integrable con estos otros sistemas de gestión.

1.3. Fundamentación Metodológica

1.3.1. Enfoque

El presente trabajo de investigación está enfocado en el ámbito cualitativo y cuantitativo, es decir un enfoque mixto, tomando en cuenta que el enfoque cualitativo se utilizará para obtener una perspectiva de la conducta del personal que labora en la institución sobre el uso de la energía; y para el enfoque

cuantitativo se tomará datos de parámetros eléctricos en tiempo real mediante un analizador de energía.

1.3.2. Tipo de investigación

En el presente tema de estudio se adopta los siguientes tipos de investigación.

Investigación documental. – Este tipo de investigación se utilizará como apoyo para recopilar y seleccionar información a través de la lectura de libros, tesis, folletos, revistas científicas, boletines y cualquier otro tipo de información escrita, con el objeto de argumentar el punto de vista del trabajo de investigación.

Investigación de campo. – Se tomarán datos de los parámetros de energía eléctrica en la Unidad Educativa Particular “Hermano Miguel” de la ciudad de Latacunga, esto permitirá hacer un análisis del estado actual y se pueda plantear un adecuado sistema de gestión para el uso de la energía eléctrica.

Investigación descriptiva. – “es el tipo de investigación concluyente que tiene como objetivo principal la descripción de algo, generalmente las características o funciones del problema en cuestión”. [26]

Se usará este tipo de investigación para describir bajo ciertos criterios y parámetros los resultados de los datos obtenidos con el analizador de energía y así proponer las mejoras necesarias que se requieran realizar en el sistema eléctrico.

1.3.3. Técnica de recolección de información, inspección.

Para la recolección de la información se utilizará encuestas, entrevistas, equipo analizador de energía, registros de pago y consumo de energía. Posteriormente se analizará la información obtenida en base a los objetivos previamente definidos. Dentro del estudio se seleccionará una serie de preguntas que nos permitirá establecer el comportamiento del personal ante el uso de la energía eléctrica para describirlas y dar solución al problema planteado.

1.3.4. Qué son las hipótesis

Es la guía para la investigación e indica los resultados que se desea obtener para para el ahorro de energía eléctrica en la escuela de la Unidad Educativa Particular

Hermano Miguel, por lo tanto, se desprende la siguiente hipótesis: “Evaluación de los portadores energéticos para el ahorro de energía eléctrica en la escuela de la Unidad Educativa Particular Hermano Miguel de la ciudad de Latacunga. Propuesta de un sistema de gestión de energía para un adecuado consumo energético”. Mediante el análisis del diagnóstico de los portadores de energía en la escuela de la Unidad Educativa Particular Hermano Miguel de la ciudad de Latacunga se determinará acciones correctivas para mejorar la eficiencia energética.

1.3.5. Procedimiento de obtención y análisis de la información.

1. Para la obtención de la información se seguirá el siguiente procedimiento:
 - a. Planificación logística (Transporte, permisos de autorización para el ingreso a la Unidad Educativa y solicitar las planillas de pago del servicio eléctrico, agua y GLP)
 - b. Recopilación de datos de facturas y analizador de energía eléctrica (datos ordenados y lógicos)
2. Para el análisis de información, se seguirá el siguiente procedimiento:
 - a. Recepción de información de campo en forma ordenada.
 - b. Análisis de información del portador de energía eléctrica.
 - c. Elaboración de informes de resultados

1.3.6. Herramientas para elaborar un sistema de gestión de energía

a) Diagrama Energético-Productivo

Esta herramienta se utilizará para desarrollar una gráfica del proceso productivo de la institución, agregándole todas las entradas y salidas de materiales y de energía, con sus magnitudes características para los niveles de producción típicos de la institución. Es conveniente expresar las magnitudes de la energía consumida en cada etapa por tipo de energía consumida y en porcentaje con respecto al consumo total de cada tipo.

a) Gráficos de Control.

Los gráficos de control son diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de una variable en función de ciertos límites establecidos. Se usan como instrumento de autocontrol y resultan muy útiles como complemento a los diagramas causa y efecto, para detectar en cuales fases del proceso analizado se producen las alteraciones. [27]

Si en el gráfico los puntos situados se encuentran dentro de los límites de control superior e inferior, entonces las variaciones proceden de causas aleatorias y el comportamiento de la variable en cuestión es estable, si los puntos se encuentran fuera de los límites tienen un comportamiento anormal y significan que la variable tuvo un comportamiento inestable.

b) Gráfico de consumo y producción en el tiempo (E – P vs. T).

Este gráfico mostrará la variación del consumo energético con la producción que para este caso será el número de alumnos que consumen los portadores de energía en función del tiempo. El gráfico se realiza para cada portador energético importante de la empresa y puede establecerse a nivel de empresa, área o equipos.

c) Diagramas de Dispersión y Correlación.

Se usará este gráfico que muestra la relación entre dos parámetros para mostrar si existe correlación entre el consumo energético y el número de alumnos que existen en la institución y mostrar con claridad si están correlacionados entre sí y por tanto si el indicador es válido o no.

d) Diagramas de Consumo de Energía – Producción (E vs. P)

Este gráfico de E vs. P puede realizarse por tipo de portador energético, y por áreas, considerando en cada caso la producción asociada al portador en cuestión. Para la presente investigación los Diagramas E vs. P se usarán para: Determinar en qué medida la variación de los consumos energéticos se deben a variaciones de la producción.

e) Diagrama índice de consumo – producción (IC vs. P).

Este diagrama se aplica cuando la correlación entre las dos variables tratadas E-P, sea significativa. Este gráfico es muy importante ya que nos permite evaluar la eficiencia energética.

f) Diagrama de Pareto.

Los diagramas de Pareto son gráficos especializados de barras que presentan la información en orden descendente, desde la categoría mayor a la más pequeña en unidades y en porciento. Los porcentajes agregados de cada barra se conectan por una línea para mostrar la suma incremental de cada categoría respecto al total. El diagrama de Pareto es muy útil para aplicar la Ley de Pareto o Ley 80 – 20, que identifica el 20 % de las causas que provoca el 80 % de los efectos de cualquier fenómeno estudiado. [27]

1.4. Conclusión del capítulo

- Con la revisión y análisis bibliográfico se pudo determinar que una de las acciones más rápida de reducir el consumo de energía es el ahorro, establecido mediante estrategias que permitan elevar la cultura y conciencia energética que se pueden integrar a un sistema de Gestión de Energía.
- Se determinó la metodología a utilizarse para el desarrollo del proyecto de investigación en la Unidad Educativa Hermano Miguel, se estableció las técnicas para la recolección de los datos que son la encuesta, la entrevista, además, se utilizó instrumentos como fichas de registro, cuestionario, hojas de cálculo de Excel y ecuaciones para realizar un diagnóstico inicial de la situación de energía eléctrica en la institución.

CAPITULO II: LA PROPUESTA

2.1. Título de la propuesta

Propuesta de un Sistema de Gestión de Energía en base a la norma ISO 50001:2011 en la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel para establecer lineamientos sobre el uso adecuado de la energía eléctrica y reducir costos.

2.2. Justificación de la propuesta

Para lograr la eficiencia energética en la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel de forma sistemática es necesaria la aplicación apropiada de un conjunto de conocimientos y métodos que garanticen esta práctica, a los medios de trabajo, los recursos humanos, los procesos, la organización del trabajo, los métodos de dirección, control y planificación. A tal efecto, se ha desarrollado un Sistema de Gestión de Energía, que sintetiza la experiencia, procedimientos y herramientas obtenidas en la labor por elevar la eficiencia y reducir los costos energéticos.

Las innovaciones en equipos y sistemas de iluminación, en motores, en equipos de refrigeración, en controles automáticos, etc., ofrecen enormes oportunidades para ahorrar la energía. Sin embargo, el comportamiento de la eficiencia de los sectores industrial y comercial en los países de América Latina y el Caribe ha sido errático, no reflejando el mejoramiento que se pudiera esperar a partir de la existencia de tecnologías avanzadas mucho menos consumidoras de energía. Este comportamiento de la eficiencia energética no es atribuible a fallas en el desarrollo de tecnologías eficientes, el mismo está determinado por su aplicación inefectiva, o sea, por una gestión o manejo inefectivo de la tecnología.

2.3. Objetivos de la propuesta

El objetivo es minimizar el consumo y el costo de energía eléctrica en la Unidad Educativa Hermano Miguel, reduciendo las pérdidas sin afectar la eficiencia

energética. La gestión energética debe producir ahorros energéticos y económicos sin afectación del confort o de los resultados educativos, la seguridad, ni los estándares ambientales.

2.4. Fundamentación de la propuesta

La propuesta está dirigida a todas las áreas la escuela de la Unidad Particular Hermano Miguel los cuales deberán acogerse a la propuesta de este sistema de gestión, para lograr una mejora continua de su desempeño energético.

La participación y compromiso de las autoridades de la escuela de la Unidad Educativa Particular Hermano Miguel son factores críticos para el éxito de un Sistema de Gestión de la Energía.

2.4.1. Representante de la Dirección

El representante de la dirección es la persona con las habilidades y competencias adecuadas, quien, independientemente de otras responsabilidades, tiene la responsabilidad y la autoridad para:

- Identificar a las personas que apoyen las actividades de gestión de la energía eléctrica;
- Informar a la alta dirección del desempeño energético;
- Asegurar que la planificación de las actividades de gestión de la energía es diseñada para apoyar la política energética de la Unidad Educativa;
- Definir y comunicar responsabilidades y autoridades de forma con el fin de facilitar la gestión eficaz de la energía;
- Determinar los criterios y métodos necesarios para asegurar que tanto la operación como el control del SGE son eficaces;
- Promover la toma de conciencia de la política energética y de los objetivos en todos los niveles de la organización.

2.4.2. Equipo de Gestión de la Energía

Es un equipo interdisciplinario que apoya las actividades de planificación, implementación y mejora del sistema de Gestión de la Energía.

El equipo o comité de Gestión Energética quedará conformado de la siguiente forma:

- 1 representante de la dirección
- 1 Representante de la oficina de administración
- 2 Representante de los docentes
- 1 Representante de laboratorios
- 1 Representante de servicios generales

Las funciones del equipo de Gestión de la Energía son las siguientes:

- Identificar oportunidades de ahorro energético.
- Motivar al personal de la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel y fomentar la toma de conciencia en lo relacionado al sistema de gestión de energía.
- Comprobar que todas las actividades y propuestas de gestión de la energía están relacionadas con la política energética.
- Analizar los resultados del desempeño energético.
- Transmitir a la alta dirección los resultados del desempeño energético y del sistema de gestión de energía.

La concienciación incluye:

- Los estudiantes, trabajadores, profesores y visitantes tendrán de forma visible la política energética, y fácil acceso a información relacionada con ésta.
- Los estudiantes, trabajadores, profesores y visitantes tendrán fácil acceso a información relacionada con eficiencia energética aplicada en el edificio de la Unidad Educativa.
- El representante del Comité Energético en conjunto con su grupo de apoyo, dará a conocer consejos para ahorrar energía y mejorar sus actividades principalmente a, centros de cómputo, copiadoras, asociaciones, estudiantes y toda actividad que conlleve al uso ineficiente de energía.

2.4.3. Política energética

La política energética se ha desarrollado de acuerdo a las necesidades de la Institución, considerando las actividades que se realizan en la misma y el enfoque de la presente investigación. Se establece una visión clara y estratégica en materia de gestión de energía dentro de la escuela promoviendo la mejora continua de su rendimiento energético.

Para el desarrollo de la Política Energética se realiza un análisis con los siguientes puntos: mejora continua del desempeño energético, reducir costos de energía, aumentar la eficiencia energética y contribuir a proteger el medio ambiente, mediante medidas de participación, información y comunicación, Crear buenos hábitos energéticos.

Política energética de la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel

Las autoridades de la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel, personal docente, trabajadores y estudiantes utilizarán todos los recursos disponibles para reducir costos de energía y aumentar la eficiencia energética a través de los siguientes compromisos:

1. Comprometer a las autoridades a utilizar eficientemente la energía eléctrica en sus instalaciones con el propósito de minimizar costos de consumo.
2. Crear programas de capacitación a los docentes sobre el uso racional de la energía eléctrica.
3. Incluir en el pensum académico temas dirigidos a los estudiantes sobre el ahorro y consumo racional de la energía.
4. Documentar la participación, información y comunicación de la Unidad Educativa en el uso de buenos hábitos energéticos con el fin de conseguir una mejora continua en el desempeño energético.
5. Conceder el apoyo a las diferentes áreas de la Unidad Educativa mediante el abastecimiento y facilidad de los recursos necesarios que permitan el cumplimiento y desarrollo de la política energética.

De acuerdo con estos compromisos, autoridades de la institución, personal docente, trabajadores y estudiantes son responsables de alcanzar la eficiencia energética, contribuir a proteger el medio ambiente

2.4.4. Planificación Energética

El Comité Energético de la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel conformado y designado por el representante de la dirección que a su vez nombrará a un representante; determinará un inventario de todas las actividades que consuman energía de manera significativa, como es el uso de los salones de clase y los laboratorios de computación.

Las etapas consideradas para la Planificación Energética son:

- Caracterizar e identificar todos los puntos de consumo energético.
- Determinar los aspectos energéticos con impacto significativo.
- Identificar el personal relacionado con el consumo energético.
- Identificar las oportunidades de mejora del desempeño energético.

Caracterizar e identificar todos los puntos de consumo Energético.

El Comité Energético se encargará de crear un registro de contabilidad energética de la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel, mediante un análisis de los consumos energéticos.

La contabilidad energética se llevará a cabo mediante una base de datos históricos de consumo de planillas de servicio eléctrico.

A partir de estos datos se podrá establecer un plan de mediciones en el que se incluirán los equipos más representativos en el consumo energético especificando si poseen o no certificado Energy Star, programas de ahorro energético para equipos ofimáticos, tomacorrientes, focos, etc. Sea el caso que no se pudiera levantar información en la Unidad Educativa Hermano Miguel se podrá emplear las placas de caracterización y horas de funcionamiento, u otro aspecto relevante que amerite.

En resumen, esta etapa ayudará a recoger la siguiente información:

- Datos de consumo energético en la institución.

- Datos del costo de la energía.
- Factores de actividad como: horas trabajadas, número de personas en la institución, hora de apertura y cierre en actividades laborales, académicas, mantenimiento y uso de equipos en las diferentes áreas.
- Factores de condición como son los factores meteorológicos, horas de oscuridad, aislamiento del edificio, etc.

Determinar los aspectos energéticos con impacto significativo.

El representante del Comité Energético, conformado por el delegado de la dirección de la primaria de la Unidad Educativa Hermano Miguel, en conjunto a su grupo de trabajo determinará las actividades que tienen o pueden tener un impacto significativo en todos los procesos realizados en la labor educativa desde el punto de vista energético, generando recomendaciones que sirvan para optimizar y reducir el consumo actual y futuro, tomando en cuenta una posible sustitución por energías renovables o sustitución de los equipos deficientes identificados. Esto ayudará a establecer las áreas con un valor alto de consumo de energía y bajo rendimiento en el uso de energía.

Identificar el personal relacionado con el consumo Energético

El Comité Energético identificará a las personas de oficinas, estudiantes, profesores y trabajadores cuya labor o labores pueda influir en el uso irracional de la energía.

Es importante concientizar a todo el personal que está relacionado con la institución al manejo y uso de las buenas prácticas ambientales en el ahorro energético.

Identificar las oportunidades de mejora del desempeño Energético.

Se identificará las oportunidades de mejora para lograr la eficiencia energética deseada, en la que se incluirá, una inversión en nuevos equipos, también el uso de buenas prácticas ambientales de ahorro, como el apagado de las luces, uso de focos ahorradores, uso de equipos con certificación Energy Star, etc.

2.4.5. Requisitos legales y otros requisitos

Los requisitos legales aplicados en el Sistema de Gestión de energía son:

- ✓ Constitución de la República del Ecuador del 2008.
- ✓ Reglamento ambiental para actividades eléctricas, Decreto Ejecutivo No.1761 de 14 de agosto de 2001, R.O. No. 396 de 23 de agosto de 2001.
- ✓ Ley de fomento de energías no convencionales, (Ley No. 86).
- ✓ Norma NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificios.
- ✓ La norma NTE 1154:84 sobre iluminación natural de edificios.

2.4.6. Revisión energética

La metodología para determinar el uso y consumo de la energía en la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel se presenta a través de los siguientes pasos:

- ✓ Reconocimiento visual de las instalaciones de la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel.
- ✓ Elaboración del formato empleado como instrumento para la revisión energética inicial.
- ✓ Recorrido por los pisos del establecimiento, levantamiento de la información de interés.
- ✓ Sistematización de la información recopilada en el levantamiento de campo.
- ✓ Elaboración de los registros fotográficos de las instalaciones de la unidad educativa.
- ✓ Evaluación comparativa del consumo energético en las instalaciones de la unidad educativa.
- ✓ Identificación de las áreas con uso significativo de la energía (instalaciones, equipamientos, sistemas de iluminación).
- ✓ Identificación de opciones de mejora, del consumo energético en las instalaciones de la escuela de la unidad educativa.

2.4.7. Resultados de la revisión energética

En este apartado se presentan los resultados de la Revisión Energética, obtenidos a partir de la sistematización de la información recopilada en campo:

La matriz de Revisión Energética Inicial (REI): plasma el resultado del levantamiento de campo, fue estructurada considerando aspectos energéticos fundamentales para el caso de estudio.

El resultado derivado de este aspecto es, el Informe de Revisión Energética Inicial, en este documento se expone un análisis global de la situación actual del edificio en su ámbito energético.

La matriz de Estimación de Consumo Energético: es el resultado de la evaluación de la matriz de Revisión Energética y se convierten en un documento clave para el estudio. Esta matriz arroja valores estimativos del consumo total del establecimiento de la Unidad Educativa, y exponen aquellos parámetros de interés para proponer medidas de mejora del uso energético. Esta información se presenta de forma seguida del Informe de Revisión Energética Inicial.

A continuación, se procede a presentar los resultados en el Informe de Revisión Energética Inicial.

INFORME DE REVISION ENERGÉTICA INICIAL

1. DESCRIPCION GENERAL

a. Antecedentes

La revisión energética inicial es el primer paso que se debe realizar cuando una institución carece de un Sistema de Gestión de Energía, o desea realizar una mejora en éste; con base a la revisión energética inicial se debe establecer la situación actual de institución con respecto al consumo energético.

b. Alcance

La revisión energética inicial se realiza en el establecimiento de la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel, se enfoca a revisar los equipos que implican un uso significativo de la energía y las actividades que conllevan al uso energético de los dichos equipos.

c. Objetivos

- Analizar el estado energético actual del establecimiento de la Unidad Educativa, definiendo las áreas de uso significativo de la energía.
- Identificar las oportunidades de ahorro para mejorar el desempeño energético de la Unidad Educativa.
- Brindar las pautas iniciales para el diseño del Sistema de Gestión de Energía
- Proponer planes de acción para minimizar el uso de energía y un manejo adecuado a los equipos eléctricos y electrónicos ubicados en todas las áreas de la institución cumpliendo con la política energética propuesta y la normativa vigente.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

La escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel cuenta en total con: 25 aulas; 4 oficinas; 9 baños; 1 bodegas; 8 pasillos; 3 laboratorios, 1 sala de profesores, 1 salón de música y 1 Auditorio. Todo este conjunto, involucra un consumo energético representativo, puesto que, las aulas ocupan el primer lugar en número dentro del establecimiento de la Unidad Educativa y se evidencia que la gran mayoría de las aulas y algunos pasillos permanecen con sus luminarias encendidas sin residentes en ellas; así también los equipos eléctricos y electrónicos en su mayoría no usan el modo de ahorro energético.

Estas implicaciones conllevan a un consumo de energía elevado, y es importante mencionar que, en parte, esto se debe a la falta de conciencia en el usuario y a la falta de campañas de ahorro energético.

3. IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS ENERGÉTICOS

Los principales aspectos identificados en la REI son:

- Uso continuo (6 horas/día) de las lámparas
- Uso continuo (6 horas/día) de los laboratorios de cómputo.
- Uso de lámparas en las aulas sin estudiantes.

En el desarrollo normal de las actividades curriculares de la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel se genera consumo de un recurso adicional a la

energía como es el agua, adicional a ello se desarrollan actividades de limpieza en las cuales se utilizan: limpiadores y desinfectantes del piso, productos desinfectantes de escritorios y productos desinfectantes de los servicios higiénicos. Todas estas actividades conllevan a la generación de residuos sólidos y líquidos, es importante aclarar que este no es el propósito de la revisión energética inicial, sin embargo, no se puede dejar de mencionar otros aspectos que también generan influencia en la gestión de la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel.

Con este antecedente, se recalca que, para contar con un Sistema de Gestión absoluto para la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel, éste puede ser implementado combinando las normas ISO 50001:2011 (Sistemas de Gestión de la Energía), ISO 9001:2008 (Sistemas de Gestión de la Calidad) y la norma ISO 14001:2004 (Sistemas de Gestión Ambiental).

4. EVALUACION DE ASPECTOS ENERGÉTICOS

Como se analizó en la identificación de los aspectos energéticos, las actividades curriculares de la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel conllevan a un uso significativo de la energía por parte de las lámparas de cada área del establecimiento.

Como resultado de esta evaluación se obtendrá una matriz de estimación de consumo energético y a partir de ella se realizará la propuesta de los planes de acción con el propósito de minimizar el consumo energético del Edificio.

El consumo energético del establecimiento de la Unidad Educativa Hermano Miguel presentó un consumo promedio de 3771,56 KWh al mes y un consumo anual de 37715,6 kWh, el resumen se presenta en la Tabla 4. considerando los datos recopilados y estimándolos para los 10 meses del año lectivo debido a que no se considera los meses de julio y agosto por el periodo de vacaciones de los estudiantes; lo que indica mayor consumo energético cuyas posibles causas se deba al incremento de equipos nuevos y al incremento de estudiantes.

Tabla 4 Resumen del consumo energético

AREA	CONSUMO ENERGÉTICO
25 aulas	1270
Laboratorios de computación	1596,8
Salón de Música	61,4
Laboratorio de Ciencias	78,4
Inspección	45,6
Sala de Prof.	57,6
Administración	205,76
Pasillos y gradas	69,6
Baños	14,4
Patio	324
Auditorio	48
TOTAL	3771,56

Con la información obtenida en la matriz de Revisión Energética Inicial (REI) se logró evidenciar que los equipos de los laboratorios de computación son usados toda la jornada académica debido a que solo existen dos en su tipo y deben cubrir con todas las horas asignadas a todos los años y paralelos.

Es importante mencionar que durante el levantamiento de campo se evidenció que más del 50% de las luminarias de todo el establecimiento de la Unidad Educativa Hermano Miguel permanecen encendidas sin usuarios.

Con todos estos antecedentes se evidencia el incremento del uso y consumo de energía, lo que da lugar a proponer medidas urgentes y necesarias para mejorar el desempeño energético. Aún y con este antecedente es importante mencionar que no existe una diferencia considerable entre el consumo estimado en campo, con el consumo obtenido; con este antecedente y verificando el consumo energético (KWh), se considera oportuno realizar propuestas y planes de acción para equipos ofimáticos y luminarias.

Identificación de las áreas con uso significativo de la energía: de la información expuesta en la matriz de Estimación de Consumo Energético, se obtuvo que las áreas de mayor consumo energético son: aulas y laboratorios de computación.

2.4.8. Línea base energética

Esta información es base del presente trabajo investigativo, por lo tanto, se debe recalcar que una vez que se proceda con la implementación de este diseño del Sistema de Gestión Energética, se deberá verificar que esta línea base se ajuste a las condiciones de su momento; en caso de que no sea así, se deberá actualizar la línea base con nuevos indicadores de desempeño energético, si así se requiere o a su vez se los debe actualizar.

Partiendo de la información primaria (levantamiento de campo) y secundaria (registros de consumo energéticos pasados) se obtuvieron diferentes documentos, estos pasan a ser respaldo físico del estado actual de la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel. De este modo se establece la siguiente Línea Base Energética:

“La información recabada en la Revisión Energética Inicial fue en el año 2018, con base al Informe de Revisión Energética Inicial se determina que los equipos de mayor uso significativo de la energía son las lámparas, esto dado a, el número en el que se ubican en cada área del establecimiento y a la falta de conciencia en el uso de la energía.

Las lámparas permanecen encendidas en un promedio de seis horas diarias, incluso en ausencia de usuarios de las áreas. Las actividades normales inician a las 06h50 y culminan a las 13h30.”

2.4.9. Análisis de información inicial

Con base a toda la información presentada en los numerales de revisión energética, línea base energética, se obtiene que las instalaciones de la escuela de la Unidad Educativa cuenta total con: 25 aulas; 4 oficinas; 9 baños; 1 bodega; 6 pasillos; 2 laboratorios de computación; 1 laboratorio de ciencias, 1 sala de música; 1 sala de profesores y 1 auditorio.

Todo este conjunto, involucra un consumo energético representativo, puesto que, las aulas ocupan el primer lugar en número en la escuela de la Unidad Educativa y se apreció durante el levantamiento de campo que la gran mayoría de las aulas y algunos pasillos permanecen con sus luminarias encendidas sin residentes en

ellas; así también los equipos electrónicos en su mayoría no han sido renovados y no cuentan con programas de ahorro energético.

Estas implicaciones conllevan a un consumo de energía elevado, y es importante mencionar que, en parte, esto se debe a la falta de conciencia en el usuario y a la falta de campañas de ahorro energético.

Con base a este antecedente, en este trabajo investigativo se presentan las propuestas de minimización de consumo energético como la renovación de luminarias antiguas y la implementación de programas de ahorro energético para los computadores tanto de escritorio como portátiles.

2.4.10. Índices de evaluación energética

Los indicadores de evaluación energética son fundamentales para el cumplimiento de los objetivos y metas ambientales a partir de la política energética.

Los objetivos energéticos ayudarán a llegar al cumplimiento de la política energética y estos son:

- Concientizar al uso racional y consumo moderado de la energía para contribuir al desarrollo sostenible de la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel
- Capacitar a todo el personal de la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel para que realice sus actividades energéticas de manera responsable y amigable con el ambiente.
- Realizar publicaciones de afiches informativos en las aulas, carteleras de la institución u otros medios en el buen uso de hábitos energéticos acogidos por el personal de trabajo, estudiantes, profesores y autoridades
- Aplicar el concepto de eficiencia energética durante los procesos de toma de decisión, diseño, construcción, implementación, remodelación de instalaciones.
- Cambiar los equipos que no posean certificación de ahorro energético por equipos que tengan certificación internacional como Energy Star.

2.5. Desarrollo de la metodología de trabajo

En este apartado se describe la metodología a desarrollarse en la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel.

Reunión de coordinación entre los integrantes del equipo investigador

Como primer paso a seguir en este levantamiento de información, se procedió a coordinar entre la persona que desarrolla el sistema de gestión de energía y las autoridades de la institución; con base a los acuerdos establecidos en esta reunión se determinó que el levantamiento de información se lo realizaría del siguiente modo:

- ✓ Visitas en jornada matutina a las instalaciones de la escuela, en el horario: lunes a viernes de 7:00 a 13:00.
- ✓ Colaboración en los recorridos a los pisos del establecimiento educativo.
- ✓ Para el caso del área administrativa, las visitas se realizaron en el horario de trabajo de 7:00 a 13:00 y 15:00 a 17:00.

Sobre esta base, se procede con los siguientes pasos para el levantamiento de la información energética.

a) Reconocimiento visual de la escuela de la Unidad Educativa

En esta fase de la revisión energética se procedió a realizar un recorrido de reconocimiento por pisos, identificando: número de áreas, principales elementos electrónicos ubicados en cada área, y el número de personas que ocupan el área de interés, entre otros.

b) Elaboración del formato para la Revisión Energética Inicial (REI)

Con base al reconocimiento visual que se realizó en las instalaciones de la escuela de la Unidad Educativa, se determinó que los principales factores a considerar para el desarrollo de este trabajo son:

- Área de:
 - Aulas.
 - Oficinas.
 - Laboratorios.

Pasillos.

Baños.

- Número de:

Luminarias.

Interruptores.

Tomacorrientes.

- Número de:

Monitores.

CPUs

Teclados.

Mouse.

Impresoras.

Otros equipos electrónicos encontrados en laboratorios y oficinas.

Todos estos elementos se incorporan dentro de la matriz que se realizó para la Revisión Energética Inicial (REI), esta matriz fue aplicada para cada piso y área en el Edificio.

En base a esta matriz se obtuvo la información suficiente y necesaria para estimar el consumo energético del Edificio; y así proceder con la identificación de las instalaciones, sistemas y procesos de mayor consumo energético.

c) Recorrido por los pisos de la escuela de la Unidad Educativa

Este recorrido se lo realizó en los horarios planificados de lunes a viernes de 7:00 a 13:00 que es la jornada académica que rige en la institución, y para oficinas en jornada de trabajo de 7:00 a 13:00 y 15:00 a 17:00., tomando un tiempo aproximado de una semana, en este recorrido se fue incorporando la información requerida en la matriz de la Revisión Energética Inicial (REI).

d) Sistematización de la información levantada en campo

Luego de obtener la información energética en las matrices de la REI, se procedió a sistematizarla determinando el consumo energético en el establecimiento de la escuela de la Unidad Educativa.

Con base a los resultados que se obtuvieron de la matriz de Revisión Energética Inicial (REI) se procedió a realizar la matriz de estimación de consumo energético, tomando en cuenta equipos electrónicos en las diferentes áreas y para cada una de ellos se consideró: número, potencia, horas de uso, factor de potencia y factor de uso. Con la incorporación de esta información en la matriz, se calculó un valor promedio y estimado del consumo energético de la escuela de la Unidad Educativa.

Considerando los resultados obtenidos se procedió a realizar un análisis comparativo con la información correspondiente a las facturas de consumo energético a partir del año 2015.

Con base a los resultados de la matriz de Estimación de Consumo Energético se puede determinar con facilidad aquellas áreas de mayor consumo y uso energético. Estas áreas identificadas serán resaltadas en la matriz de Estimación, con el fin de plantear medidas correctivas o de mejora para disminuir este uso significativo.

Finalmente, se exponen todas las opciones de mejora de consumo energético para las áreas identificadas para generar una conciencia responsable en el personal y estudiantes.

2.6. Conclusiones

- El principal punto a mejorar para la eficiencia energética en la institución será mejorar el factor de potencia para evitar la penalización mediante la instalación de un banco de capacitores.
- Con la propuesta realizada de un Sistema de Gestión de Energía con la base del diagnóstico del portador de energía eléctrica, se propone el sistema que permitirá reducir el uso irracional de la energía en la Unidad Educativa Particular Hermano Miguel de la ciudad de Latacunga.
- Por ser un centro educativo se deberá establecer estrategias para incluir en el pensum académico un programa efectivo de preparación, concientización y motivación de los alumnos y docentes hacia la eficiencia energética con ejercicios que se pueden desarrollar durante el proceso de enseñanza que estará a cargo del equipo de gestión de energía.

CAPÍTULO III. APLICACIÓN Y/O VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

3.1. Análisis de los resultados

En el presente capítulo se analizó e interpretó los datos emitidos por los instrumentos mencionados en la metodología de la investigación. Los resultados se enfocarán a conocer detalles sobre el comportamiento del personal que labora en la institución sobre el adecuado uso de la energía a través de la encuesta realizada.

Se consideró a todo el personal con el que cuenta la institución: 33 docentes, 3 administrativos y 6 de servicios generales, es decir, se realizó el estudio con toda la población que es un total de 42 para la investigación.

3.1.1. Encuesta al personal que labora en la Unidad Educativa Hermano Miguel

1. ¿Piensa si tiene la necesidad antes de encender la luz?

Tabla 5. Tabulación del uso de la luz

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	14	33.33
No	28	66.66
Total	42	100%

Fuente: Personal de la Institución

Elaborado por: El investigador.

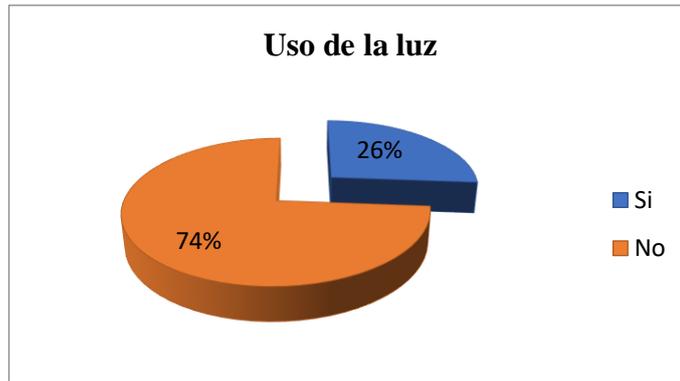


Figura 12. Uso de la luz
Elaborado por: El investigador.

Análisis de resultados:

Del total del personal encuestado que labora en la Institución, 31 personas que corresponden al 74%, manifiestan que no se ponen a analizar si tienen la necesidad de encender la luz para sus labores diarias y un 26% del personal si piensa antes de encender la luz para sus labores.

2. ¿Cuándo entra a un sitio de la institución y ve que la luz está innecesariamente encendida, la apaga?

Tabla 6. Tabulación de apagado de luz innecesariamente encendida

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	8	19,05%
No	34	80,95%
Total	42	100%

Fuente: Personal de la Institución
Elaborado por: El investigador.



Figura 13. Apagado de luz innecesariamente encendida
Elaborado por: El investigador.

Análisis de resultados:

Del personal encuestado que labora en la Institución educativa, 34 empleados que representan el 81%, no apagan la luz cuando entran en un sitio y miran que ésta se encuentra innecesariamente encendida, esto se explica que la mayor cantidad de empleados no tienen una concienciación sobre el consumo de energía, mientras que el 19,05% de los empleados si apaga la luz cuando ve que no se la está utilizando.

3. ¿Deja las luces encendidas cuando sale de un sitio en la institución y este queda vacío?

Tabla 7. Tabulación de luces encendidas cuando una sala queda vacía

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	20	47.61
No	22	52.38
Total	42	100 %

Elaborado por: El investigador.



Figura 14. Luces encendidas cuando una sala queda vacía

Elaborado por: El investigador.

Análisis de resultados:

Un 52% de los empleados encuestados manifiesta que deja las luces encendidas cuando la salas quedan vacía, esto significa que cuando los alumnos salen al receso se está consumiendo energía innecesaria, y el 48 % de los encuestados manifiesta que si apaga las lámparas cuando las salas se quedan vacías, existe casi la mitad de empleados que si apaga las luces y la otra no.

4. Utiliza la configuración de ahorro de energía en equipos de oficina

Tabla 8. Tabulación del uso de la configuración de ahorro de energía en equipos

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	0	0%
No	42	100%
Total	42	100 %

Fuente: Personal de la Institución

Elaborado por: El investigador.



Figura 15. Uso de la configuración de ahorro de energía en equipos de oficina

Elaborado por: El investigador.

Análisis de resultados:

De la gráfica se tiene como resultado que el 100% de los empleados encuestados no utiliza o no conoce la forma de usar los equipos de oficina en configuración de ahorro de energía.

5. ¿Mantiene el ordenador encendido un periodo de tiempo largo aun cuando no lo utiliza?

Tabla 9. Tabulación encendida el ordenador por un periodo de tiempo largo

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
SI	27	64.29
NO	15	35.71
Total	42	100 %

Elaborado por: El investigador.



Figura 16. Ordenador encendido un periodo de tiempo largo sin utilizarlo
Fuente: Personal de la Institución

Análisis de resultados:

La encuesta realizada al personal de la Unidad Educativa Hermano Miguel nos muestra que el 64% de los empleados deja el ordenador encendido por un periodo de tiempo largo aun cuando no se lo está utilizando, en cambio únicamente el 36% si deja apagando el ordenador cuando se ausenta por periodos de tiempo largos.

6. Desconecta los equipos electrónicos cargadores cuando no se utilizan y al terminar la jornada laboral.

Tabla 10. Tabulación de la desconexión de equipos y cargadores inutilizados.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
SI	15	35.71
NO	27	64.28
Total	42	100 %

Elaborado por: El investigador.



Figura 17. Desconexión de equipos y cargadores cuando no se utilizan
Elaborado por: El investigador.

Análisis de resultados:

Se puede observar en la gráfica que el 64% que es la mayoría de los empleados no desconecta los equipos que están utilizando, y tan sólo un 36% está consiente debe desconectar los equipos cuando no se los está usando.

7. ¿Piensa que es importante organizar campañas en la institución para reducir el consumo?

Tabla 11. Tabulación de la puesta en marcha un plan para reducir el consumo.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
SI	34	80.95%
NO	8	19.04%
Total	42	100 %

Elaborado por: El investigador.

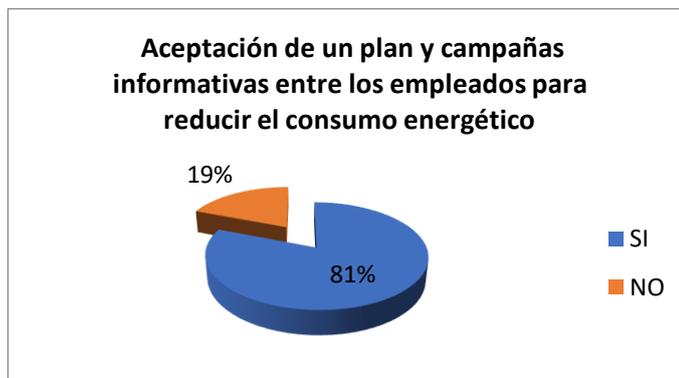


Figura 18. Aceptación para la puesta en marcha de un sistema de gestión

Elaborado por: El investigador.

Análisis de resultados:

El personal encuestado revela que sería de muy buena aceptación el poner en marcha un plan y campañas informativas entre los empleados para reducir el consumo de energía, así lo refleja el 81% de la población, en cambio el 19% considera que no es necesario.

8. Cambio de hábitos de consumo para reducir el gasto de energía

Pregunta 8: ¿Estaría dispuesto a cambiar sus hábitos de consumo para reducir el gasto de energía eléctrica en la institución?

Tabla 12. Tabulación del cambio de hábitos para reducir energía eléctrica

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
SI	42	100%
NO	0	0%
Total	42	100 %

Elaborado por: El investigador.

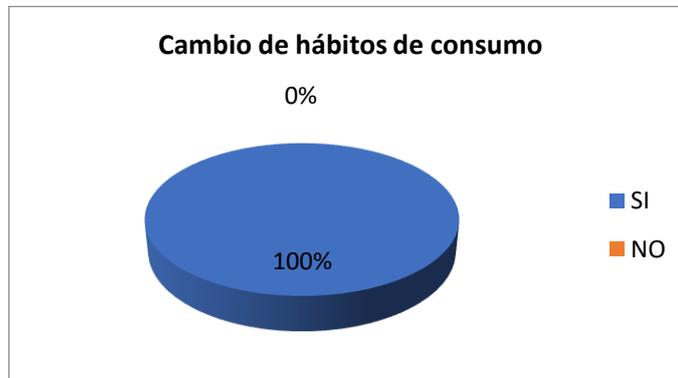


Figura 19. Cambio de hábitos de consumo

Elaborado por: El investigador.

Análisis de resultados obtenidos en la pregunta 8:

La encuesta realizada muestra que el 100% de los empleados está dispuesto a cambiar sus hábitos de consumo para reducir el gasto de energía eléctrica.

En conclusión, la encuesta nos revela que dentro de la Unidad Educativa existe un porcentaje alto de personas que no tienen una concienciación sobre el uso de la energía eléctrica, por lo tanto, se sugerirá que la institución adopte nuevos hábitos de consumo.

3.2. Caracterización Energética

La escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel inicio sus actividades académicas a partir del año 2007, la jornada de trabajo de dicha institución para las labores educativas comprende el horario de la mañana desde la 7:00 am hasta 1:00 pm.

Los datos recolectados a tomarse en cuenta en el análisis son a partir del año 2015, el incremento del número de alumnos ha ido aumentando con los años; es decir, ha tenido una tendencia creciente como se observa en el gráfico siguiente:

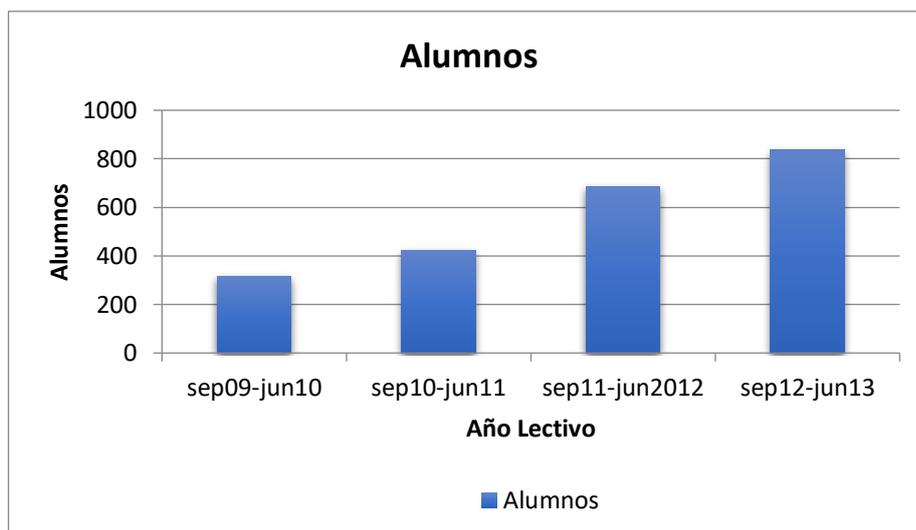


Figura 20. Numérico de alumnos por año lectivo
Elaborado por: El investigador.

En la institución educativa previa visita y mediante la técnica de la observación se encontró los siguientes posibles portadores de energía:

Energía eléctrica: Este portador se utiliza para todas las actividades académicas desde la iluminación de las aulas donde reciben clases los estudiantes hasta el uso de laboratorios de cómputo, además, se usa en el área administrativa que se encarga de los procesos académicos para el funcionamiento de la institución.

Agua: el portador agua potable no es usado directamente para la generación de algún tipo de energía para la institución educativa, más bien es utilizado para uso exclusivo de servicios higiénicos y de aseo personal de todos los estudiantes y personal administrativo, que de este modo se podría considerar como parte de los portadores energéticos en la institución.

GPL: se pretendería decir que el GLP también sería uno de los portadores importantes, pero en la institución los alimentos que se preparan para los alumnos en el receso son contratados por un personal externo, por lo tanto, no entra a estudio el gas licuado de petróleo, porque no representa directamente un consumo de energía a la escuela.

3.2.1. Registro histórico del consumo en la Unidad Educativa

La tabla 13 muestra el comportamiento del consumo energético en la escuela de la Unidad Educativa, estos datos se recolectaron de las planillas de servicio eléctrico a partir del año 2015.

Tabla 13. Consumo histórico de energía eléctrica

CONSUMO DE ENERGÍA ELECTRICA (kWh)					
	2015	2016	2017	2018	2019
ENERO	452	806	989	1304	1488
FEBRERO	838	913	1228	1390	885
MARZO	819	652	937	1462	1413
ABRIL	574	563	1251	1386	1494
MAYO	652	815	1178	1416	1620
JUNIO	599	851	1098	1097	1535
JULIO	541	576	1119	537	1683
AGOSTO	408	662	561	362	629
SEPTIEMBRE	652	933	1119	913	806
OCTUBRE	652	1102	1220	1311	1272
NOVIEMBRE	810	1015	868	1363	1487
DICIEMBRE	823	1006	1292	1179	1425

En la Figura 21 se enfoca en la energía eléctrica, por lo tanto, el análisis de los consumos se lo realizó por años y años lectivos, el periodo comprendido de estudio es a partir del año 2015; a continuación, se muestra la gráfica que representa el consumo en kWh por mes.

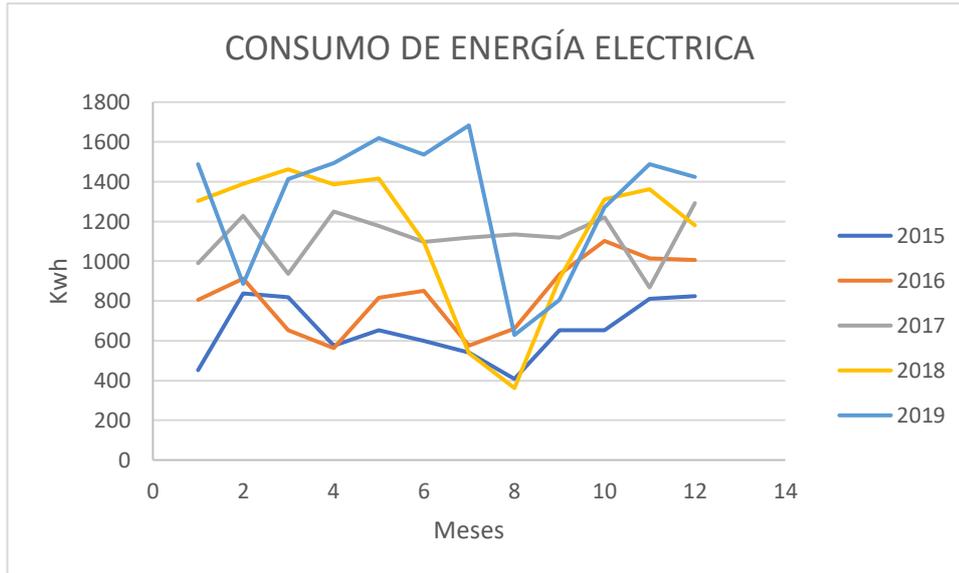


Figura 21. Consumo de electricidad en kWh por mes desde el año 2015
Elaborado por: El investigador.

Se puede observar en la Figura 21. que el comportamiento del consumo de electricidad por año no es el mismo, debido a que en cada año lectivo se incrementa el número de alumnos, además se muestra que existe un uso desmedido de energía eléctrica al no tener un comportamiento similar en los años en estudio.

En la figura 22 se muestra el consumo de agua (m^3/h), que al igual que la energía eléctrica no tiene un comportamiento similar por cada año en estudio

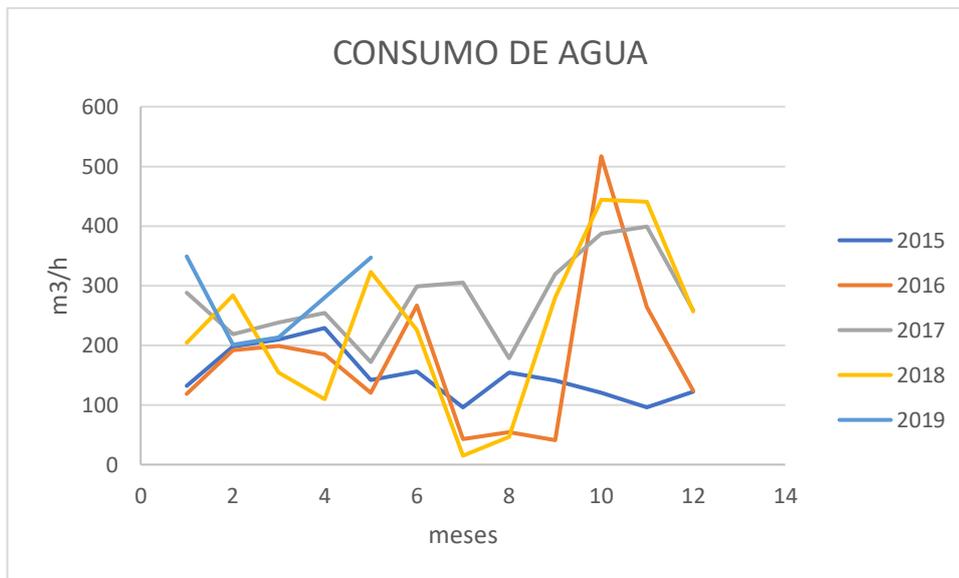


Figura 22. Consumo de Agua en m^3/h por meses desde el año 2015
Elaborado por: El investigador.

Costos del consumo de portadores energéticos en la institución

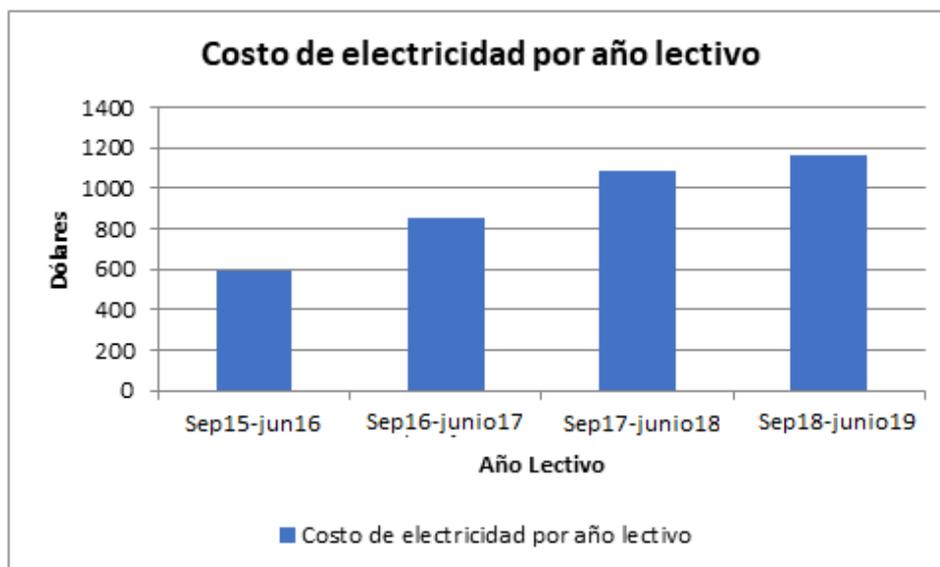


Figura 23. Costo de la electricidad en dólares por año lectivo
Elaborado por: El investigador.

Como se observa en la Figura 23 el costo de la energía eléctrica ha ido aumentando; esto surge debido a que por cada año lectivo se han ido incrementando el número de alumnos.

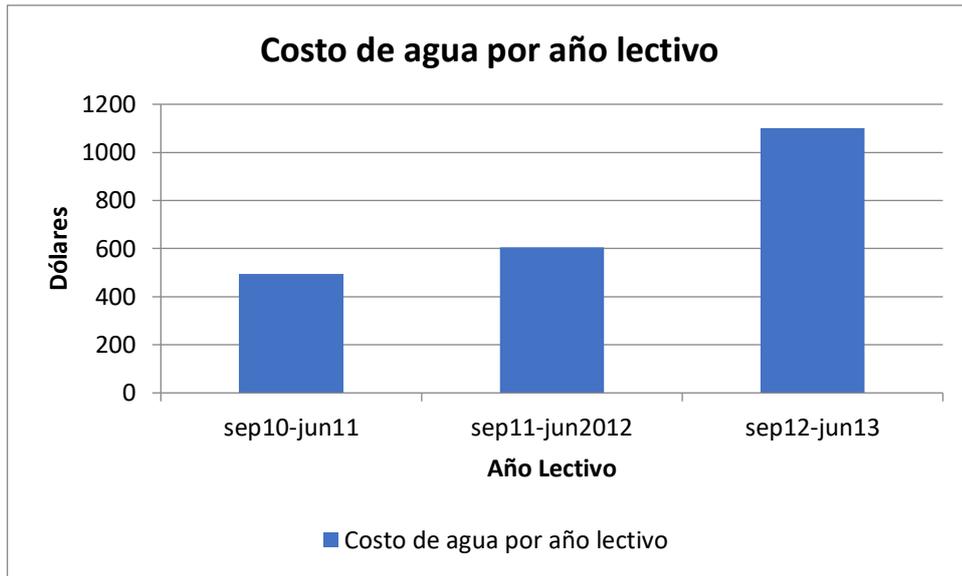


Figura 24. Costo de agua en dólares por año lectivo
Elaborado por: El investigador.

Como se observa en la Figura 23 y Figura 24, los gastos en energía y agua han ido aumentando; esto surge debido a que por cada año lectivo se han ido incrementando el número de alumnos.

Para determinar el portador de energía más significativo y en el que se enfocará la investigación, se ha utilizado un gráfico de Pareto que muestra las toneladas de combustible convencional para cada uno de los portadores energéticos que se consumen en la escuela desde el año 2015.

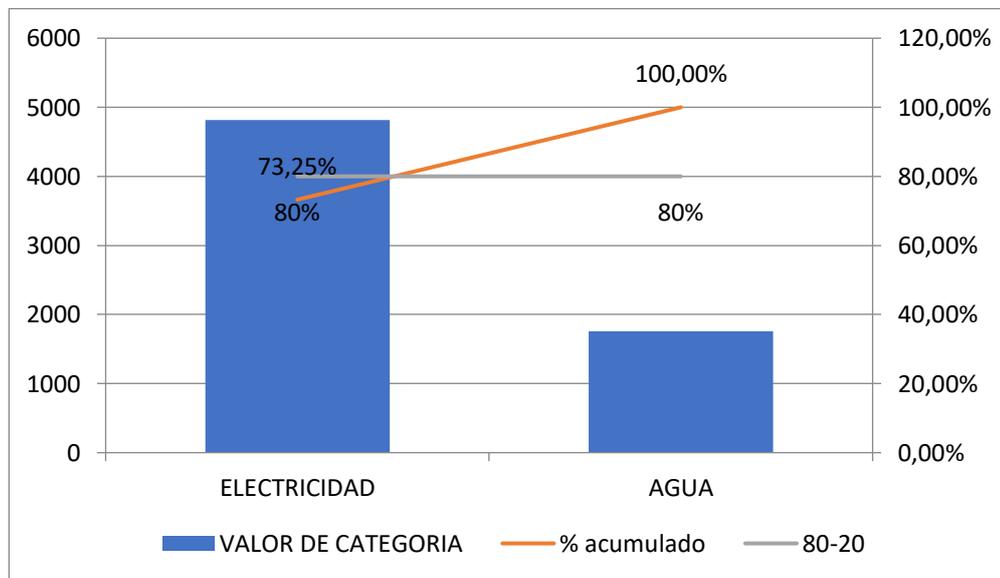


Figura 25. Gráfico de Pareto por cada uno de los energéticos que se consumen desde el 2009
Elaborado por: El investigador.

Como se observa en la Figura 25, el portador energético que más se consume en la institución educativa es la electricidad, representando el 73,25 % del consumo de portadores de la institución.

Esto se debe a que en el proceso enseñanza – aprendizaje, se incluye el uso de computadoras para los alumnos, es decir existen 2 aulas de computación cada una de ellas cuenta con 20 computadores que prácticamente se encuentran encendidas toda la jornada, así como también debido al encendido de luminarias en las aulas de clase.

Además, partiendo de esta información, se deben de orientar los estudios de eficiencia energética sobre este indicador pues representa cerca del 80 % del consumo de los energéticos.

Tabla 14. Consumo de los energéticos

CATEGORIA	VALOR DE CATEGORIA	% acumulado		80-20
ELECTRICIDAD	4814,96	73,25%	4814,96	80%
AGUA	1758,33	100,00%	6573,29	80%

Elaborado por: El investigador

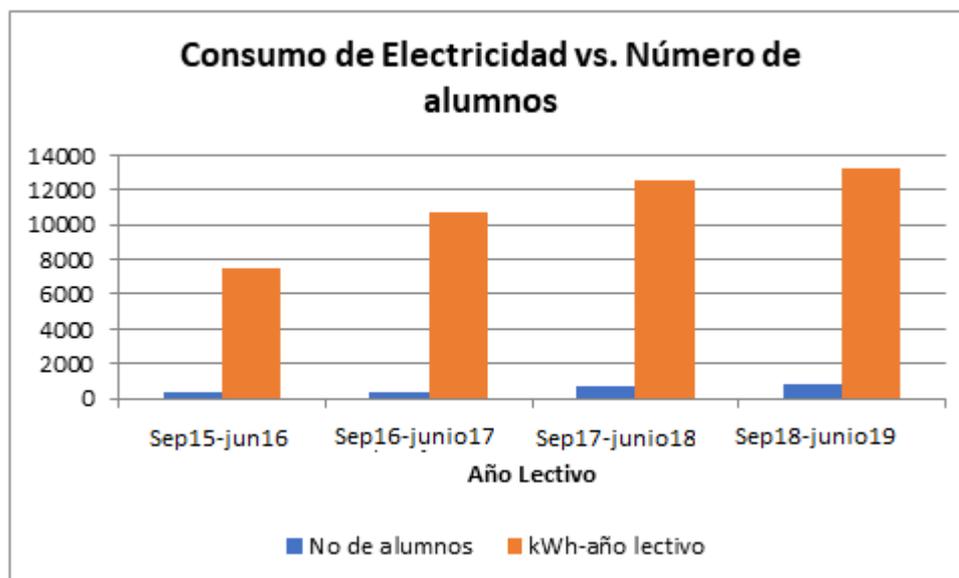


Figura 26. Consumo de Electricidad vs. Número de alumnos por año lectivo
Elaborado por: El investigador.

En la Figura 26. se muestra el consumo de electricidad por año lectivo a partir de septiembre del 2015 y el número de alumnos que están matriculados en ese año. Se puede notar que el consumo aumenta conforme aumentan el número de alumnos.

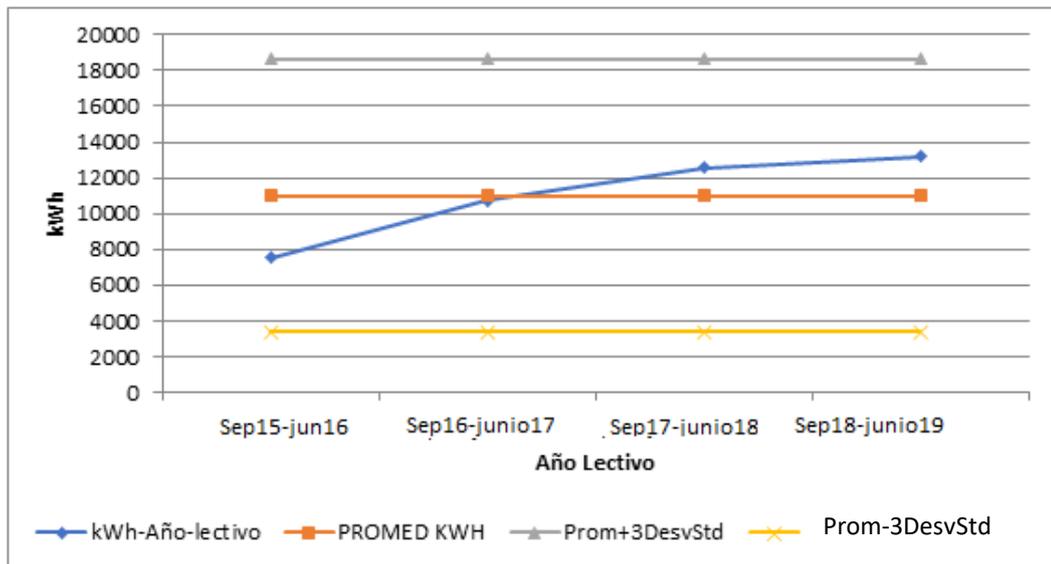


Figura 27. Control del consumo de energía eléctrica por año lectivo
Elaborado por: El investigador.

En la Figura 27, se observa que las variaciones del consumo de energía eléctrica por año lectivo a partir de septiembre del 2015 no salen del rango permisible, por lo que se puede considerar que la institución se comporta estable.

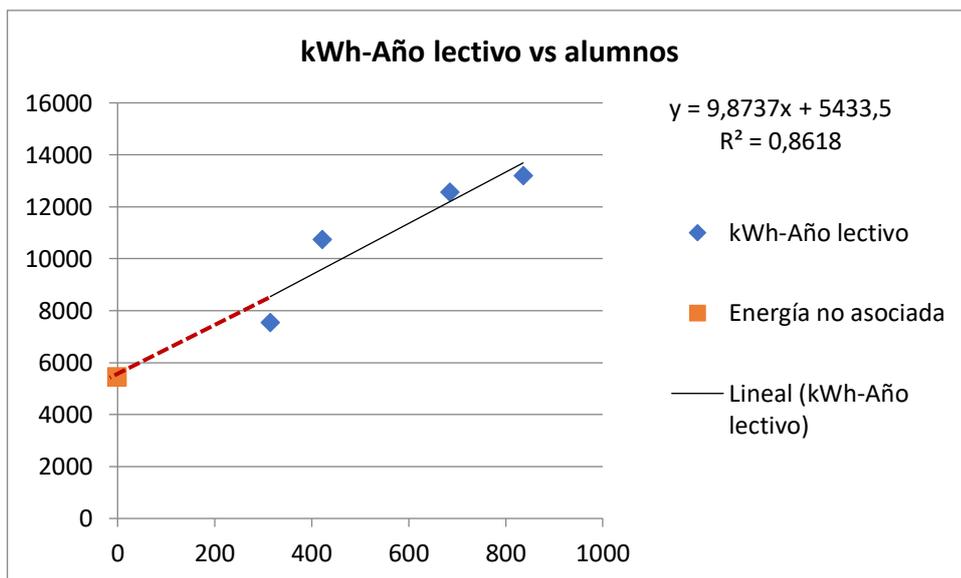


Figura 28. Diagrama de dispersión del consumo vs el número de alumnos
Elaborado por: El investigador.

La figura 28, muestra que entre el consumo de energía eléctrica en la institución y el número de alumnos existe correlación, ya que el coeficiente de correlación es mayor a 0,75. Según Boroto (2000), mayor que este valor se considera que existe correlación entre las variables analizadas.

El consumo de electricidad no asociado al número de alumnos es de 5433,5 kWh.

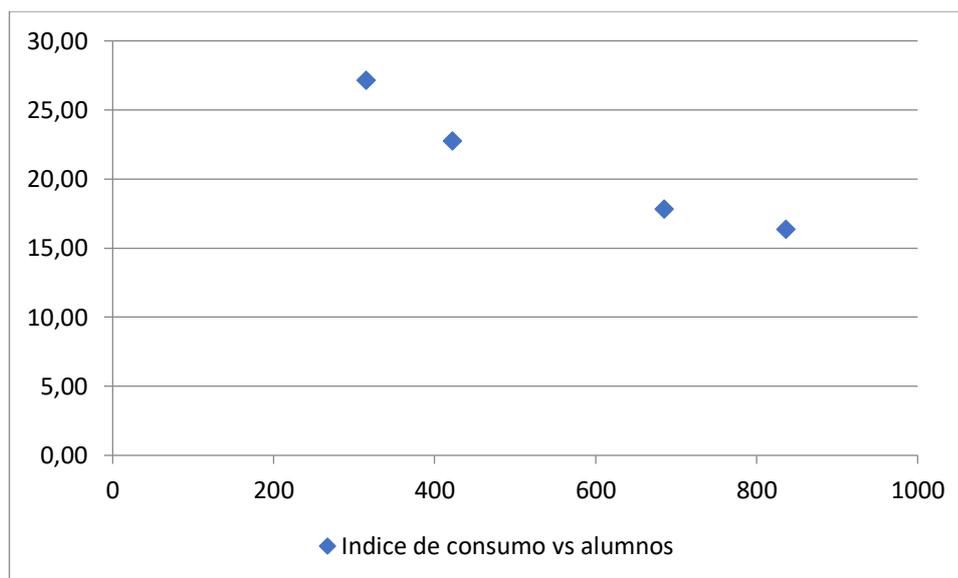


Figura 29. Diagrama de índice de consumo vs el número de alumnos
Elaborado por: El investigador.

La figura 29, muestra que el índice de consumo disminuye conforme se incrementa el número de alumnos en un año lectivo.

A partir del índice de consumo se puede determinar que por cada alumno en el año lectivo se consume un promedio de energía eléctrica de 2,42 kWh

3.3. Situación actual del sistema de iluminación

Se recolectó información de la infraestructura que posee la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel y se encontró que sus aulas, laboratorios y oficinas se encuentran distribuidas en tres pisos y través de una inspección visual se obtuvo las cargas del sistema de iluminación consumo de energía eléctrica y niveles de iluminación.

3.3.1. Distribución de aulas, laboratorios y oficinas

Las aulas están distribuidas en los tres pisos para los niveles de primero a séptimo de básica, un laboratorio de cómputo se encuentra en el segundo piso y el otro en el tercer piso al igual que el laboratorio de ciencias naturales, las oficinas se encuentran en el primer piso.

Tabla 15. Nomenclatura de espacios

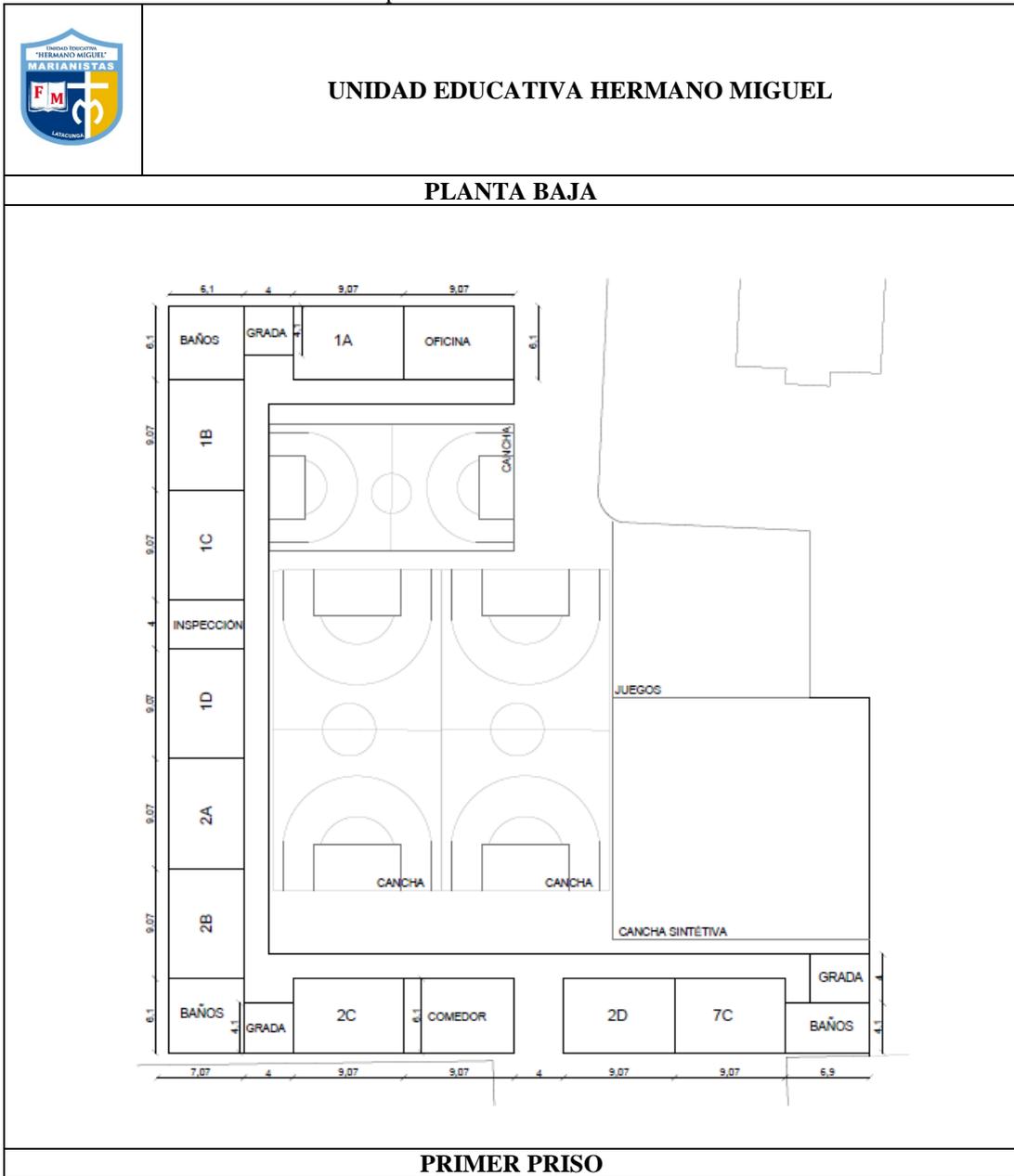
DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS DE LA UE HERMANO MIGUEL		
AULAS	LABORATORIOS	OFICINAS Y SERVICIO
PLANTA BAJA		
1A PRIMERO A 1B PRIMERO B 1C PRIMERO C 1D PRIMERO D 2A SEGUNDO A 2B SEGUNDO B 2C SEGUNDO C 2D SEGUNDO D 7C SEPTIMO C		OFICINAS COMEDOR INSPECCIÓN BAÑO 1 BAÑO 2 BAÑO 3 PASILLO 1
PRIMER PISO		
3A TERCERO A 3B TERCERO B 3C TERCERO C 3D TERCERO D 4A CUARTO A 4B CUARTO B 4C CUARTO C 4D CUARTO D 5A QUINTO A 5B QUINTO B	LABORATORIO DE COMPUTO 1	SALA DE DOCENTES BODEGA BAÑO 4 BAÑO 5 BAÑO 6 PASILLO 2
SEGUNDO PISO		
5C QUINTO C 5D QUINTO D 6A SEXTO A 6B SEXTO B 6C SEXTO C 6D SEXTO D 7A SEPTIMO A 7B SEPTIMO B 7D SEPTIMO D	LABORATORIO DE COMPUTO 2 LABORATORIO DE CC.NN.	BODEGA BAÑO 7 BAÑO 8 BAÑO 9 PASILLO 3

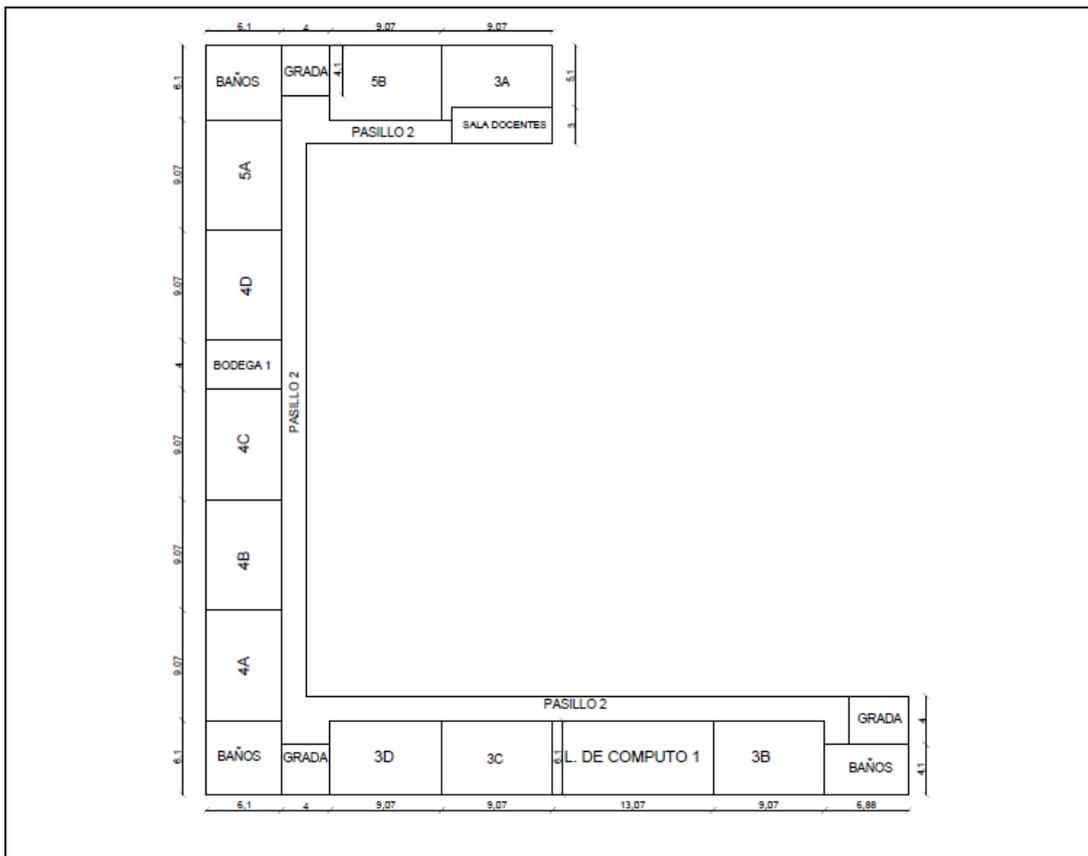


Escuela Unidad Educativa Hermano Miguel

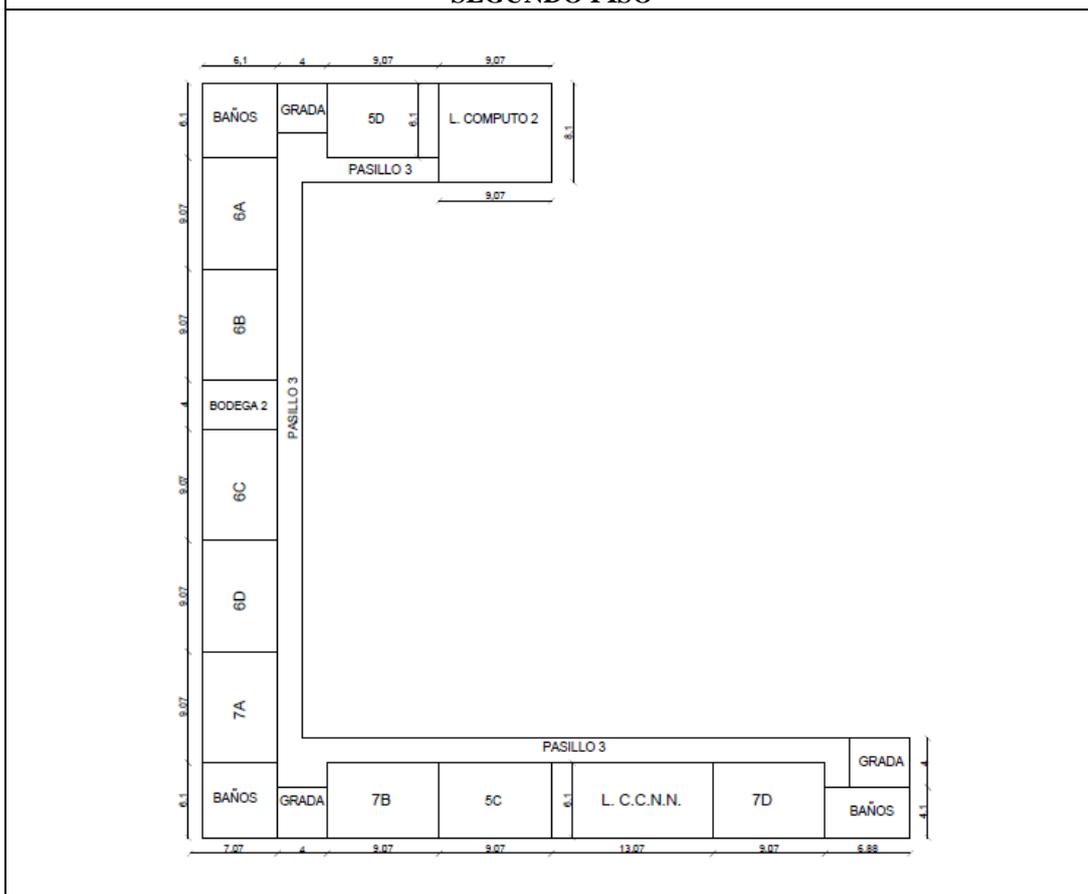
Fuente Figura: <https://www.google.com.ec/maps>

Tabla 16. Plano de distribución de espacios





SEGUNDO PISO



3.3.2. Información de la acometida de la institución

La escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel dispone de un transformador compartido con los moradores del alrededor que alimenta al circuito de iluminación y al circuito de tomacorrientes donde se comprobó que si cumple con los calibres adecuados que determina las normas NEC-SB-IE que establecen las especificaciones técnicas y requisitos mínimos que deben cumplirse en el diseño y ejecución de instalaciones eléctricas.

Tabla 17. Inspección visual de la acometida

		UNIDAD EDUCATIVA HERMANO MIGUEL			
Ubicación:		Clemente Yerovi y Av. Velasco Ibarra			
Hora inicio:		Hora final:		Inspección:	1 de 1
Instrumentos		Cámara fotográfica			
Fecha:					
Imágenes de la acometida principal					
					
OBSERVACIONES: Se puede identificar que la Unidad Educativa no cuenta con transformador propio					

3.3.3. Información de las cargas de iluminación por espacio en la institución.

Se observó las luminarias existentes en cada una de las aulas, laboratorios y de los espacios que se utilizan para las actividades académicas y se encontró que utilizan lámparas fluorescentes tradicionales 2x32 watts en las aulas, laboratorios, oficinas

y focos fluorescentes de 20watts en pasillos y baños. A continuación, se describe el total de lámparas instaladas por área en la unidad educativa.

Tabla 18. Inventario total de luminarias por área

INVENTARIO DE LAMPARAS Y FOCOS POR ÁREA		
ÁREA	# DE LÁMPARAS DE 32 WATTS	# DE FOCO DE 20 WATTS
PLANTA BAJA		
1A	12	
1B	12	
1C	12	
1D	12	
2A	12	
2B	12	
2C	12	
2D	12	
7C	12	
COMEDOR	12	
OFICINAS	8	
INSPECCIÓN	2	
BAÑO 1		2
BAÑO 2		2
BAÑO 3		2
PASILLO 1 Y GRADAS		12
PRIMER PISO		
3A	12	
3B	12	
3C	12	
3D	12	
4A	12	
4B	12	
4C	12	
4D	12	
5A	12	
5B	12	
SALA DE DOCENTES	4	
LABORATORIO DE COMPUTO 1	16	
BODEGA 1		1
BAÑO 4		2
BAÑO 5		2
BAÑO 6		2
PASILLO 2 Y GRADAS		12
SEGUNDO PISO		
5C	12	
5D	12	
6A	12	
6B	12	
6C	12	
6D	12	
7A	12	
7B	12	
7D	12	
LABORATORIO DE COMPUTO 2	16	

LABORATORIO DE CC.NN.	16	
BODEGA		1
BAÑO 7		2
BAÑO 8		2
BAÑO 9		2
PASILLO 3 Y GRADAS		12
TOTAL	410	56

3.3.4. Información de los niveles de iluminación

El método que se utilizó para realizar las mediciones fue el método de cuadrícula, esta técnica consiste en dividir el área total del local en varias áreas iguales cada una de ellas idealmente cuadradas.

Se midió la iluminancia existente con el Luxómetro Digital Registrador marca EXTECH modelo HD450 (ANEXO 6), en el centro de cada área a la altura de 0,80m sobre el nivel del suelo y se calculó un valor medio de iluminancia, cabe recalcar que la precisión de la iluminancia media influye en el número de puntos de medición utilizados. Existe una relación que permite calcular el número mínimos de puntos de medición a partir del valor del índice del local analizado. [31].

El índice del local para las aulas de primero a cuarto y de quinto a séptimo de educación básica es 1,66 y 1,82 respectivamente, en vista que ambos índices aproximados a su inmediato superior es 2 se realizó un solo cálculo.

El número de puntos de medición está dado por la siguiente formula:

$$\text{puntos de medición} = (k + 2)^2$$

Donde k es el índice del local anteriormente calculado, por tanto, el número de puntos de medición es 16.

Uniformidad en la iluminación

De acuerdo al Decreto Ejecutivo 2393 se establece que la relación entre los valores mínimos y máximos de iluminación general, medida en lux, no será inferior a 0,7 para asegurar la uniformidad de iluminación de los locales.

Para calcular el factor de uniformidad general se utiliza la fórmula que es la relación entre la luminancia mínima y media de una instalación. La uniformidad por debajo del 0,65 es considerada como malo.[29]

$$U = \frac{E_{min}}{E_{med}}$$

Tabla 19. Mediciones de niveles de iluminación

MEDICIONES DE NIVELES DE ILUMINACIÓN						
AULAS DE PRIMERO A CUARTO						
ANCHO	LARGO	ALTO	Índice de K	PUNTOS DE MUESTREO	Iluminación Promedio lux	Uniformidad
9,07	6,1	2,2	1,66	16	249,38	0,83
AULAS DE QUINTO A SEPTIMO						
ANCHO	LARGO	ALTO	Índice de K	PUNTOS DE MUESTREO	Iluminación Promedio lux	Uniformidad
9,07	6,1	2,0	1,82	16	187	0,66
COMEDOR-COCINA						
ANCHO	LARGO	ALTO	Índice de K	PUNTOS DE MUESTREO	Iluminación Promedio lux	Uniformidad
9,07	6,1	2,0	1,82	16	188	0,63
OFICINA INSPECCIÓN						
ANCHO	LARGO	ALTO	Índice de K	PUNTOS DE MUESTREO	Iluminación Promedio lux	Uniformidad
6,1	4	2,0	1,21	9	290,67	0,93
OFICINAS ADMINISTRATIVAS						
ANCHO	LARGO	ALTO	Índice de K	PUNTOS DE MUESTREO	Iluminación Promedio lux	Uniformidad
9,07	6,1	2,0	1,82	16	255,13	0,58
LABORATORIO 1						
ANCHO	LARGO	ALTO	Índice de K	PUNTOS DE MUESTREO	Iluminación Promedio lux	Uniformidad
13,07	6,1	2,0	2,08	16	233,63	0,85
LABORATORIO 2						
ANCHO	LARGO	ALTO	Índice de K	PUNTOS DE MUESTREO	Iluminación Promedio lux	Uniformidad
9,07	8,1	2,0	2,14	16	234,31	0,70
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES						
ANCHO	LARGO	ALTO	Índice de K	PUNTOS DE MUESTREO	Iluminación Promedio lux	Uniformidad
13,07	6,1	2,0	2,08	16	246,88	0,53
BAÑOS						
ANCHO	LARGO	ALTO	Índice de K	PUNTOS DE MUESTREO	Iluminación Promedio lux	Uniformidad
6,1	4	2,0	1,21	9	271,44	0,90
BODEGAS						
ANCHO	LARGO	ALTO	Índice de K	PUNTOS DE MUESTREO	Iluminación Promedio lux	Uniformidad
6,1	4	2,0	1,21	9	254,56	0,60

PASILLO LATERAL 1						
ANCHO	LARGO	ALTO	Índice de K	PUNTOS DE MUESTREO	Iluminación Promedio lux	Uniformidad
42,28	2	2,8	0,68	9	321,89	0,90
PASILLO LATERAL 2						
ANCHO	LARGO	ALTO	Índice de K	PUNTOS DE MUESTREO	Iluminación Promedio lux	Uniformidad
49,35	2	2,8	0,69	9	303,78	0,90
PASILLO LATERAL 3						
ANCHO	LARGO	ALTO	Índice de K	PUNTOS DE MUESTREO	Iluminación Promedio lux	Uniformidad
18,14	2	2,8	0,64	9	261,44	0,92

3.4. Sistema de iluminación propuesto

Para la propuesta de un sistema de iluminación LED se debe tener en cuenta que estas lámparas deben ser de alto rendimiento y que cumplan con los niveles de iluminación recomendados en la norma INEC 1153, las características de la iluminación propuesta se encuentran en la siguiente figura.

ESSENTIAL LEDtube 1200mm 18W 840 T8C W G	
Datos del producto	
Funcionamiento de emergencia	
Base de casquillo	G13 [Medium Bi-Pin Fluorescent]
Aplicación principal	Industrial
Vida útil nominal (nom.)	30000 h
Ciclo de conmutación	50000X
B50L70	30000 h
Rendimiento inicial (conforme con IEC)	
Código de color	840 [CCT de 4,000 K]
Ángulo de haz (nom.)	240 °
Flujo lumínico (nom.)	1850 lm
Flujo lumínico (nominal) (nom.)	1850 lm
Temperatura del color con correlación (nom.)	4000 K
Consistencia del color	<6
Índice de reproducción cromática -IRC (nom.)	82
LLMF al fin de vida útil nominal (nom.)	70 %
Mecánicos y de carcasa	
Frecuencia de entrada	50 a 60 Hz
Power (Rated) (Nom)	18 W
Corriente de lámpara (nom.)	72 mA
Hora de inicio (nom.)	0.5 s
Tiempo de calentamiento hasta el 60% flujo lum. (nom.)	Instant full light s
Factor de potencia (nom.)	0.92
Voltaje (nom.)	100-240 V
Temperatura	
T ambiente (máx.)	45 °C
T ambiente (mín.)	-20 °C
T de almacenamiento (máx.)	65 °C
T de almacenamiento (mín.)	-40 °C
Temperatura máxima (nom.)	70 °C
Controles y regulación	
Regulable	No
Standard LEDBulb 9W E27 3000K W 1PF/40 BR	
Datos del producto	
Funcionamiento de emergencia	
Tapa y base	E27 [E27]
Cumple con el reglamento RoHS de la UE	Sí
Vida útil nominal (nominal)	25000 h
Ciclo de alternado	50000
Rendimiento inicial (conforme con IEC)	
Código de color	830 [CCT de 3.000 K]
Ángulo de haz (nominal)	180 °
Flujo luminoso (nominal)	806 lm
Designación de color	Bianco (WH)
Temperatura de color correlacionada (nominal)	3000 K
Eficacia lumínica (promedio) (nominal)	89,00 lm/W
Consistencia de color	<6
Índice de reproducción de color (Nom)	80
LLMF al final de la vida útil nominal (nominal)	70 %
Mecánicos y de carcasa	
Frecuencia de entrada	50 a 60 Hz
Potencia (nominal)	9 W
Corriente de la lámpara (nominal)	77 mA
Equivalente en potencia en vatios	60 W
Tiempo de inicio (nominal)	0.5 s
Tiempo de calentamiento para 60 % de luz (nominal)	0.5 s
Factor de potencia (nominal)	0.7
Voltaje (nominal)	100-240 V
Temperatura	
T° ambiente (máx.)	45 °C
T° ambiente (mín.)	-20 °C
T° estuche máxima (nominal)	90 °C

Figura 30. Especificaciones técnicas de lámparas seleccionadas para la propuesta

3.5. Propuesta de implementación de lámparas

Para la implementación del sistema de iluminación propuesto se tomó en cuenta el consumo de energía y el confort visual y para determinar el número de luminarias que se deberán adquirir para reemplazar las convencionales se utilizó el cálculo según el método de lúmenes tomando en cuenta el nivel de iluminación recomendada en la norma INEN 1153 y la norma INEN 2969 que es de 300 lux tanto para las aulas de clase, como para los laboratorios y oficinas.

3.5.1. Cálculo del flujo luminoso

En el cálculo se va a establecer el valor fijo de nivel de iluminación que según la norma INEN 1153 y 2969 estable 300 lux para los espacios como aulas de clase, laboratorios y oficinas, para esto se aplica la siguiente fórmula:

$$\phi = \frac{Em * S}{Cu * Cm}$$

ϕ = Flujo luminoso (lúmenes)

Em = Nivel de iluminación medio (en lux)

Cu = Coeficiente de utilización

Cm = Coeficiente de Mantenimiento

Para realizar el cálculo se tomó las mediciones de las aulas como se muestran en las tablas y figuras siguientes:

Tabla 20. Dimensiones de las aulas de primero a cuarto de básica

DETALLES DEL AULA (Grupo 1)		
Datos	Símbolo	Dimensión (m)
Ancho	A	6,10
Largo	B	9,07
Altura	H	2,80
Plano de trabajo	H	2,20

Fuente: Planos de construcción de la Unidad Educativa Hermano Miguel
Elaborado por: El investigador

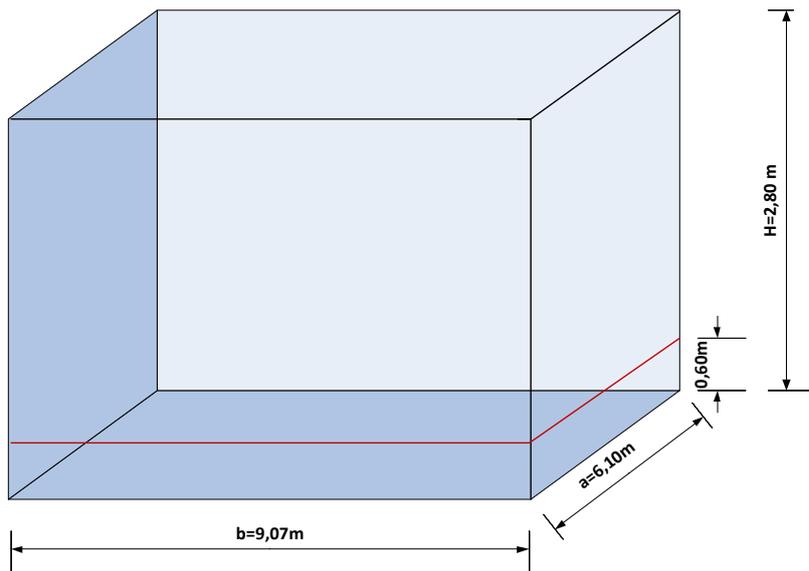


Figura 31. Dimensiones del aula y altura del plano de trabajo (Grupo 1)
Elaborado por: El investigador

Tabla 21. Dimensiones de las aulas de quinto a séptimo de básica

DETALLES DEL AULA (Grupo 2)		
Datos	Símbolo	Dimensión (m)
Ancho	A	6,10
Largo	B	9,07
Altura	H	2,80
Plano de trabajo	H	2,20

Fuente: Planos de construcción de la Unidad Educativa Hermano Miguel
Elaborado por: El investigador

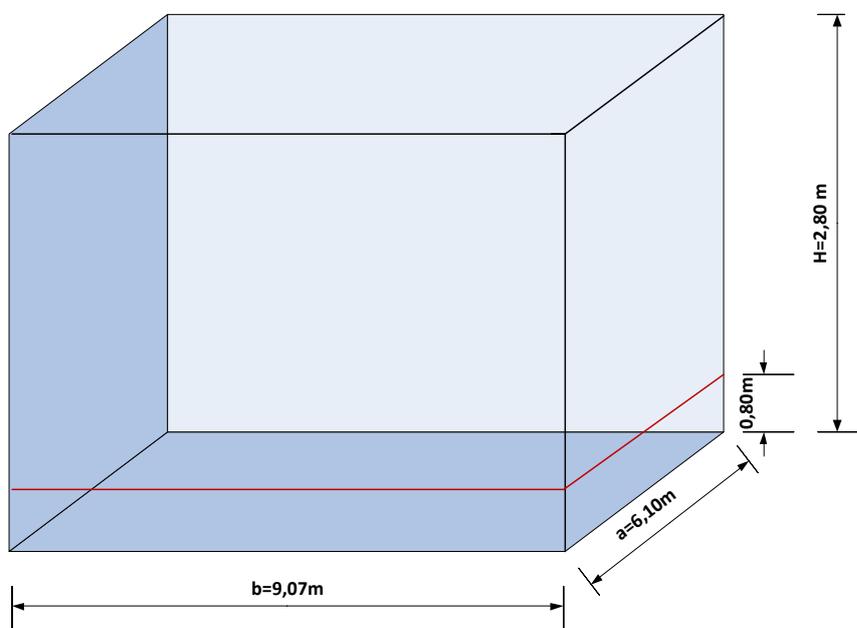


Figura 32. Dimensiones del aula y altura del plano de trabajo (Grupo 2)
Elaborado por: El investigador

Índice del local

Para calcular el índice del local de cada uno de los espacios de la institución se utilizó la siguiente fórmula:

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

a = ancho del local

b = largo del local

h = altura al plano de trabajo

Coefficiente de utilización (Cu)

Para el cálculo del coeficiente de utilización se toma de la ficha técnica de las luminarias que se emplearan en la propuesta en este caso se usará la luminaria ESSENTIAL LEDtube 1200mm 18W 865 T8 I W G y Lamp Led Bulb 12W A19 E27 120V 6500K que tienen las siguientes tablas de factores de utilización.

Tabla 22. Tabla de factores de utilización ESSENTIAL LEDtube 1200mm 18W 865 T8 I W G

Índice habitación k	Reflectancias (%) para el techo, paredes y plano de trabajo (CIE)										
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
0.60	0.40	0.38	0.38	0.37	0.36	0.29	0.27	0.22	0.25	0.21	0.17
0.80	0.50	0.47	0.47	0.46	0.44	0.37	0.34	0.29	0.31	0.27	0.22
1.00	0.58	0.53	0.54	0.53	0.51	0.43	0.40	0.35	0.36	0.32	0.27
1.25	0.65	0.60	0.62	0.59	0.57	0.50	0.46	0.41	0.42	0.38	0.31
1.50	0.72	0.65	0.67	0.65	0.62	0.55	0.50	0.45	0.46	0.42	0.35
2.00	0.81	0.72	0.76	0.72	0.69	0.63	0.57	0.53	0.52	0.49	0.41
2.50	0.87	0.77	0.82	0.78	0.74	0.68	0.62	0.58	0.57	0.54	0.46
3.00	0.92	0.81	0.86	0.81	0.77	0.72	0.66	0.62	0.60	0.57	0.49
4.00	0.98	0.85	0.92	0.86	0.81	0.77	0.71	0.67	0.65	0.62	0.53
5.00	1.02	0.88	0.96	0.90	0.84	0.80	0.74	0.71	0.68	0.65	0.56

Tabla 23. Tabla de factores de utilización Lamp Led Bulb 12W A19 E27 120V 6500K

Room Index k	Reflectances (%) for ceiling, walls and working plane (CIE)										
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
0.60	0.40	0.38	0.38	0.37	0.36	0.29	0.27	0.22	0.25	0.21	0.17
0.80	0.49	0.46	0.47	0.46	0.44	0.36	0.34	0.29	0.31	0.27	0.23
1.00	0.57	0.53	0.54	0.53	0.51	0.43	0.40	0.35	0.37	0.32	0.28
1.25	0.65	0.60	0.62	0.59	0.57	0.49	0.46	0.41	0.43	0.38	0.33
1.50	0.71	0.65	0.68	0.65	0.62	0.55	0.51	0.46	0.47	0.43	0.37
2.00	0.81	0.72	0.76	0.73	0.69	0.63	0.58	0.53	0.54	0.50	0.44
2.50	0.87	0.77	0.83	0.78	0.74	0.68	0.63	0.59	0.59	0.55	0.48
3.00	0.92	0.81	0.87	0.82	0.78	0.72	0.67	0.63	0.62	0.59	0.52
4.00	0.99	0.85	0.93	0.87	0.82	0.78	0.72	0.69	0.67	0.64	0.57
5.00	1.03	0.88	0.97	0.91	0.85	0.81	0.76	0.72	0.70	0.68	0.60

El factor de utilización se calculó a partir de la interpolación de los valores en las tablas.

Coeficiente de mantenimiento (Cm)

Para una limpieza periódica anual se puede tomar los siguientes valores [30]:

Tabla 24. Coeficiente de mantenimiento

Ambiente	Coeficiente de mantenimiento (C _m)
Limpio	0.8
Sucio	0.6

En la siguiente tabla se muestra el cálculo del flujo luminoso para cada área de la unidad educativa, cabe mencionar que se realizará únicamente el cálculo para una aula debido a que todas tienen las mismas dimensiones.

Tabla 25. Flujo luminoso en los espacios de la Unidad Educativa

FLUJO LUMINOSO				
AULAS DE PRIMERO A CUARTO				
SUPERFICIE[m ²]	Em [Lux]	Cu	Cm	ϕ_T [lúmenes]
55,327	300	0,67	0,8	30966,6045
AULAS DE QUINTO A SEPTIMO				
SUPERFICIE[m ²]	Em [Lux]	Cu	Cm	ϕ_T [lúmenes]
55,327	300	0,69	0,8	30069,0217
COMEDOR-COCINA				
SUPERFICIE[m ²]	Em [Lux]	Cu	Cm	ϕ_T [lúmenes]
55,327	200	0,69	0,8	20046,0145

OFICINA INSPECCIÓN				
SUPERFICIE[m ²]	Em [Lux]	Cu	Cm	ϕ_T [lúmenes]
24,4	300	0,69	0,8	13260,8696
OFICINAS ADMINISTRATIVAS				
SUPERFICIE[m ²]	Em [Lux]	Cu	Cm	ϕ_T [lúmenes]
55,327	300	0,69	0,8	30069,0217
LABORATORIO 1				
SUPERFICIE[m ²]	Em [Lux]	Cu	Cm	ϕ_T [lúmenes]
79,727	300	0,69	0,8	43329,8913
LABORATORIO 2				
SUPERFICIE[m ²]	Em [Lux]	Cu	Cm	ϕ_T [lúmenes]
73,467	300	0,69	0,8	39927,7174
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES				
SUPERFICIE[m ²]	Em [Lux]	Cu	Cm	ϕ_T [lúmenes]
79,727	300	0,69	0,8	43329,8913
BAÑOS				
SUPERFICIE[m ²]	Em [Lux]	Cu	Cm	ϕ_T [lúmenes]
24,4	200	0,57	0,8	10701,7544
BODEGAS				
SUPERFICIE[m ²]	Em [Lux]	Cu	Cm	ϕ_T [lúmenes]
24,4	100	0,57	0,8	5350,87719
PASILLO L1				
SUPERFICIE[m ²]	Em [Lux]	Cu	Cm	ϕ_T [lúmenes]
84,56	100	0,57	0,8	18543,8596
PASILLO L2				
SUPERFICIE[m ²]	Em [Lux]	Cu	Cm	ϕ_T [lúmenes]
98,7	100	0,57	0,8	21644,7368
PASILLO L3				
SUPERFICIE[m ²]	Em [Lux]	Cu	Cm	ϕ_T [lúmenes]
36,28	100	0,57	0,8	7956,14035

3.5.2. Cálculo de luminarias

Para el cálculo del número de luminarias propuesta se aplica la siguiente fórmula:

$$NL = \frac{\phi_T}{n * \phi_L}$$

NL= Numero de luminarias

ϕ_T = Flujo luminoso total necesario en la zona o local

ϕ_L = Flujo luminoso de una lampara (se toma del catálogo)

n = Numero de lámparas que tiene la luminaria

A continuación, se muestra los cálculos del número de luminarias para las diferentes áreas de la unidad educativa.

Tabla 26. Número de luminarias por área

NÚMERO DE LUMINARIAS			
AULAS DE PRIMERO A CUARTO			
ϕ_T [lúmenes]	ϕ_L [lúmenes]	n	NL
30966,6045	1850	2	8,36935256
AULAS DE QUINTO A SEPTIMO			
ϕ_T [lúmenes]	ϕ_L [lúmenes]	n	NL
30069,0217	1850	2	8,12676263
COMEDOR-COCINA			
ϕ_T [lúmenes]	ϕ_L [lúmenes]	n	NL
20046,0145	1850	2	5,4178418
OFICINA INSPECCIÓN			
ϕ_T [lúmenes]	ϕ_L [lúmenes]	n	NL
13260,8696	1850	2	3,5840188
OFICINAS ADMINISTRATIVAS			
ϕ_T [lúmenes]	ϕ_L [lúmenes]	n	NL
30069,0217	1850	2	8,1267626
LABORATORIO 1			
ϕ_T [lúmenes]	ϕ_L [lúmenes]	n	NL
43329,8913	1850	2	11,710781
LABORATORIO 2			
ϕ_T [lúmenes]	ϕ_L [lúmenes]	n	NL
39927,7174	1850	2	10,791275
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES			
ϕ_T [lúmenes]	ϕ_L [lúmenes]	n	NL
43329,8913	1850	2	11,710781
BAÑOS			
ϕ_T [lúmenes]	ϕ_L [lúmenes]	n	NL
10701,7544	1310	1	8,1692782
BODEGAS			
ϕ_T [lúmenes]	ϕ_L [lúmenes]	n	NL
5350,87719	1310	1	4,0846391
PASILLO LATERAL 1			
ϕ_T [lúmenes]	ϕ_L [lúmenes]	n	NL

18543,8596	1310	1	14,155618
PASILLO LATERAL 2			
ϕ_T [lúmenes]	ϕ_L [lúmenes]	n	NL
21644,7368	1310	1	16,5227
PASILLO LATERAL 3			
ϕ_T [lúmenes]	ϕ_L [lúmenes]	n	NL
7956,14035	1310	1	6,0733896

3.5.3. Emplazamiento de las luminarias

Para calcular la distribución de las luminarias en cada una de las áreas de la unidad educativa se utiliza las siguientes fórmulas:

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{total}}{b}} * a$$

$$N_{largo} = N_{ancho} * \left(\frac{b}{a}\right)$$

Tabla 27. Emplazamiento de luminarias por área

EMPLAZAMIENTO DE LUMINARIAS				
AULAS DE QUINTO A SEPTIMO				
N_T	LARGO [m]	ANCHO [m]	N_{ANCHO}	N_{LARGO}
8,36935256	9,07	6,1	2,37	3,53
AULAS DE QUINTO A SEPTIMO				
N_T	LARGO [m]	ANCHO [m]	N_{ANCHO}	N_{LARGO}
8,12676263	9,07	6,1	2,34	3,48
COMEDOR-COCINA				
N_T	LARGO [m]	ANCHO [m]	N_{ANCHO}	N_{LARGO}
5,41784175	9,07	6,1	1,91	2,84
OFICINA INSPECCIÓN				
N_T	LARGO [m]	ANCHO [m]	N_{ANCHO}	N_{LARGO}
3,5840188	6,1	4	1,53	2,34
OFICINAS ADMINISTRATIVAS				
N_T	LARGO [m]	ANCHO [m]	N_{ANCHO}	N_{LARGO}
8,12676263	9,07	6,1	2,34	3,48
LABORATORIO 1				
N_T	LARGO [m]	ANCHO [m]	N_{ANCHO}	N_{LARGO}
11,7107814	13,07	6,1	2,34	5,01
LABORATORIO 2				
N_T	LARGO [m]	ANCHO [m]	N_{ANCHO}	N_{LARGO}
10,791275	9,07	8,1	3,10	3,48

LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES				
N_T	LARGO [m]	ANCHO [m]	N_{ANCHO}	N_{LARGO}
11,7107814	13,07	6,1	2,34	5,01
BAÑOS				
N_T	LARGO [m]	ANCHO [m]	N_{ANCHO}	N_{LARGO}
8,16927816	6,1	4	2,31	3,53
BODEGAS				
N_T	LARGO [m]	ANCHO [m]	N_{ANCHO}	N_{LARGO}
4,08463908	6,1	4	1,64	2,50
PASILLO LATERAL 1				
N_T	LARGO [m]	ANCHO [m]	N_{ANCHO}	N_{LARGO}
14,1556181	42,28	2	0,82	17,30
PASILLO LATERAL 2				
N_T	LARGO [m]	ANCHO [m]	N_{ANCHO}	N_{LARGO}
16,5226999	49,35	2	0,82	20,19
PASILLO LATERAL 3				
N_T	LARGO	ANCHO	N_{ANCHO}	N_{LARGO}
6,07338958	18,14	2	0,82	7,42

Evaluación del número de luminarias obtenido por el método de lúmenes.

Se realizó una evaluación de la propuesta del número de luminarias que fueron resultado de los cálculos elaborados y que se tendría que incorporar para es cada una de las áreas de la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel para que cumplan con los niveles recomendados de acuerdo con la norma INEN 1153.

Para comprobar la validez de los resultados se utiliza la siguiente formula:

$$E_m = \frac{N_L \cdot n \cdot \phi_L \cdot C_u \cdot C_m}{S} \geq E_{recomendado}$$

A continuación, se muestra en la tabla 27 donde se valida el número de luminarias de cada área de la institución educativa.

Tabla 28. Validación de luminarias mediante la normativa INEN 1153

VALIDACIÓN DE LUMINARIAS DE LA PROPUESTA NORMATIVA INEN 1153						
AULAS DE PRIMERO A CUARTO						
NL	n	ϕ_L [Lúmenes]	Cu	Cm	SUPERFICIE [m ²]	Em [Lux]
9	2	1850	0,67	0,8	55,327	322,61
AULAS DE QUINTO A SEPTIMO						
NL	n	ϕ_L [Lúmenes]	Cu	Cm	SUPERFICIE [m ²]	Em [Lux]
9	2	1850	0,69	0,8	55,327	332,24
COMEDOR-COCINA						

NL	n	ϕ_L [Lúmenes]	Cu	Cm	SUPERFICIE [m ²]	Em [Lux]
6	2	1850	0,69	0,8	55,327	221,49
OFICINA INSPECCIÓN						
NL	n	ϕ_L [Lúmenes]	Cu	Cm	SUPERFICIE [m ²]	Em [Lux]
4	2	1850	0,69	0,8	24,4	334,82
OFICINAS ADMINISTRATIVAS						
NL	n	ϕ_L [Lúmenes]	Cu	Cm	SUPERFICIE [m ²]	Em [Lux]
9	2	1850	0,69	0,8	55,327	332,24
LABORATORIO 1						
NL	n	ϕ_L [Lúmenes]	Cu	Cm	SUPERFICIE [m ²]	Em [Lux]
12	2	1850	0,69	0,8	79,727	307,41
LABORATORIO 2						
NL	n	ϕ_L [Lúmenes]	Cu	Cm	SUPERFICIE [m ²]	Em [Lux]
11	2	1850	0,69	0,8	73,467	305,80
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES						
NL	n	ϕ_L [Lúmenes]	Cu	Cm	SUPERFICIE [m ²]	Em [Lux]
12	2	1850	0,69	0,8	79,727	307,41
BAÑOS						
NL	n	ϕ_L [Lúmenes]	Cu	Cm	SUPERFICIE [m ²]	Em [Lux]
9	1	1310	0,57	0,8	24,4	220,34
BODEGAS						
NL	n	ϕ_L [Lúmenes]	Cu	Cm	SUPERFICIE [m ²]	Em [Lux]
5	1	1310	0,57	0,8	24,4	122,41
PASILLO LATERAL 1						
NL	n	ϕ_L [Lúmenes]	Cu	Cm	SUPERFICIE [m ²]	Em [Lux]
15	1	1310	0,57	0,8	84,56	105,96
PASILLO LATERAL 2						
NL	n	ϕ_L [Lúmenes]	Cu	Cm	SUPERFICIE [m ²]	Em [Lux]
17	1	1310	0,57	0,8	98,7	102,89
PASILLO LATERAL 3						
NL	n	ϕ_L [Lúmenes]	Cu	Cm	SUPERFICIE [m ²]	Em [Lux]
7	1	1310	0,57	0,8	36,28	115,26

3.6. Levantamiento de carga

En las distintas áreas de la Unidad Educativa Hermano Miguel se tiene la siguiente carga instalada:

Tabla 29. Levantamiento de carga instalada

AREA	CARGA	#	P. UNIT W	P. TOTAL W
Bloque 1 7 aulas	Fluorescentes 2x32	42	64	2688
	Grabadora	7	30	210
	Proyectores	7	500	3500
	Parlantes	7	20	140
Bloque 2 7 aulas	Fluorescentes 2x32	42	64	2688
	Grabadora	7	30	210
	Proyectores	7	500	3500
	Parlantes	7	20	140
Bloque 3 7 aulas	Fluorescentes 2x32	42	64	2688
	Grabadora	7	30	210
	Proyectores	7	500	3500
	Parlantes	7	20	140
Bloque 4 7 aulas	Fluorescentes 2x32	42	64	2688
	Grabadora	7	30	210
	Proyectores	7	500	3500
	Parlantes	7	20	140
Laboratorio de computación 1	Fluorescentes 2x32	8	64	512
	Computadoras	20	300	6000
	Proyector	1	500	500
	Parlantes	2	20	40
Laboratorio de computación 2	Fluorescentes 2x32	8	64	512
	Computadoras	20	300	6000
	Proyector	1	500	500
	Parlantes	2	20	40
Laboratorio de Ciencias	Fluorescentes 2x32	8	64	512
	Proyector	1	500	500
	Parlantes	1	20	20
Inspección	Fluorescentes 2x32	1	64	64
	Computadora	1	300	300
Sala de Prof.	Fluorescentes 2x32	2	64	128
Administración	Fluorescentes 2x32	4	64	256
	Computadoras	3	300	900
	Impresoras multifunción	3	78	234
	Impresora matricial	1	30	30
Comedor	Fluorescentes 2x32	6	64	384
Pasillos y gradas	Fluorescentes comp 20W	36	20	720
Baños	Fluorescentes comp 20W	18	20	360
CARGA TOTAL INSTALADA				44664

Carga propuesta con sustitución de luminarias a tipo LED

En la Tabla 30 se muestra la carga total instalada con la propuesta del cambio a luminarias tipo LED.

Tabla 30. Levantamiento de la carga con la propuesta de lámparas LED

AREA	CARGA	#	P. UNIT W	P. TOTAL W
Bloque 1 7 aulas	Tubo LED T8 2x18	42	36	1512
	Grabadora	7	30	210
	Proyectores	7	500	3500
	Parlantes	7	20	140
Bloque 2 7 aulas	Tubo LED T8 2x18	42	36	1512
	Grabadora	7	30	210
	Proyectores	7	500	3500
	Parlantes	7	20	140
Bloque 3 7 aulas	Tubo LED T8 2x18	42	36	1512
	Grabadora	7	30	210
	Proyectores	7	500	3500
	Parlantes	7	20	140
Bloque 4 7 aulas	Tubo LED T8 2x18	42	36	1512
	Grabadora	7	30	210
	Proyectores	7	500	3500
	Parlantes	7	20	140
Laboratorio de computación 1	Tubo LED T8 2x18	8	36	288
	Computadoras	20	300	6000
	Proyector	1	500	500
	Parlantes	2	20	40
Laboratorio de computación 2	Tubo LED T8 2x18	8	36	288
	Computadoras	20	300	6000
	Proyector	1	500	500
	Parlantes	2	20	40
Laboratorio de Ciencias	Tubo LED T8 2x18	8	36	288
	Proyector	1	500	500
	Parlantes	1	20	20
Inspección	Tubo LED T8 2x18	1	36	36
	Computadora	1	300	300
Sala de Prof.	Tubo LED T8 2x18	2	36	72
Administración	Tubo LED T8 2x18	4	36	144
	Computadoras	3	300	900
	Impresoras multifunción	3	78	234
	Impresora matricial	1	30	30
Comedor	Tubo LED T8 2x18	6	36	216
Pasillos y grad	LED Bulb 12W	36	12	432
Baños	LED Bulb 12W	18	12	216
CARGA TOTAL INSTALADA				38492

3.7. Simulación con el programa actual

El programa ETAP se utilizó para realizar una simulación de cargas bajo dos escenarios, el primero con la carga actual instalada en la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel y la otra con la carga propuesta de cambio de lámparas fluorescentes por las de LED.

- Simulación del sistema actual de cargas

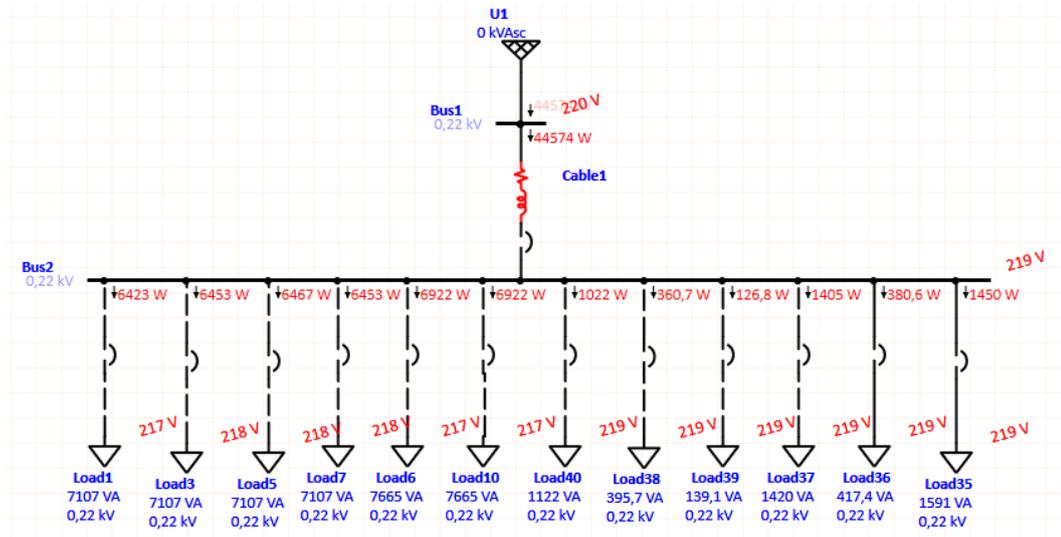


Figura 33. Simulación sistema actual de cargas

Informe resumido de pérdidas de cables y sobrecargas

Connected Load		Cable /Overload Heater		Losses		% Voltage			% Vd	% Vst
ID	Type	ID	Library	kW	kvar	Bus	Terminal on Bus kV	Load kV	Operating	Starting
Load1	St. Load	Cable13	0,6MCUN1	0.1	0.0	99.57	98.50	98.50	1.07	0.00
Load3	St. Load	Cable21	0,6MCUN1	0.0	0.0	99.57	99.03	99.03	0.54	0.00
Load5	St. Load	Cable18	0,6MCUN1	0.0	0.0	99.57	99.30	99.30	0.27	0.00
Load6	St. Load	Cable31	0,6MCUN1	0.1	0.0	99.57	98.41	98.41	1.16	0.00
Load7	St. Load	Cable10	0,6MCUN1	0.0	0.0	99.57	99.03	99.03	0.54	0.00
Load10	St. Load	Cable46	0,6MCUN1	0.1	0.0	99.57	98.41	98.41	1.16	0.00
Load35	St. Load	Cable61	0,6MCUN1	0.0	0.0	99.57	99.45	99.45	0.12	0.00
Load36	St. Load	Cable58	0,6MCUN1	0.0	0.0	99.57	99.54	99.54	0.03	0.00
Load37	St. Load	Cable42	0,6MCUN1	0.0	0.0	99.57	99.34	99.34	0.23	0.00
Load38	St. Load	Cable50	0,6MCUN1	0.0	0.0	99.57	99.51	99.51	0.06	0.00
Load39	St. Load	Cable54	0,6MCUN1	0.0	0.0	99.57	99.55	99.55	0.02	0.00
Load40	St. Load	Cable44	0,6MCUN1	0.0	0.0	99.57	99.40	99.40	0.17	0.00

- **Simulación del sistema propuesto de cargas**

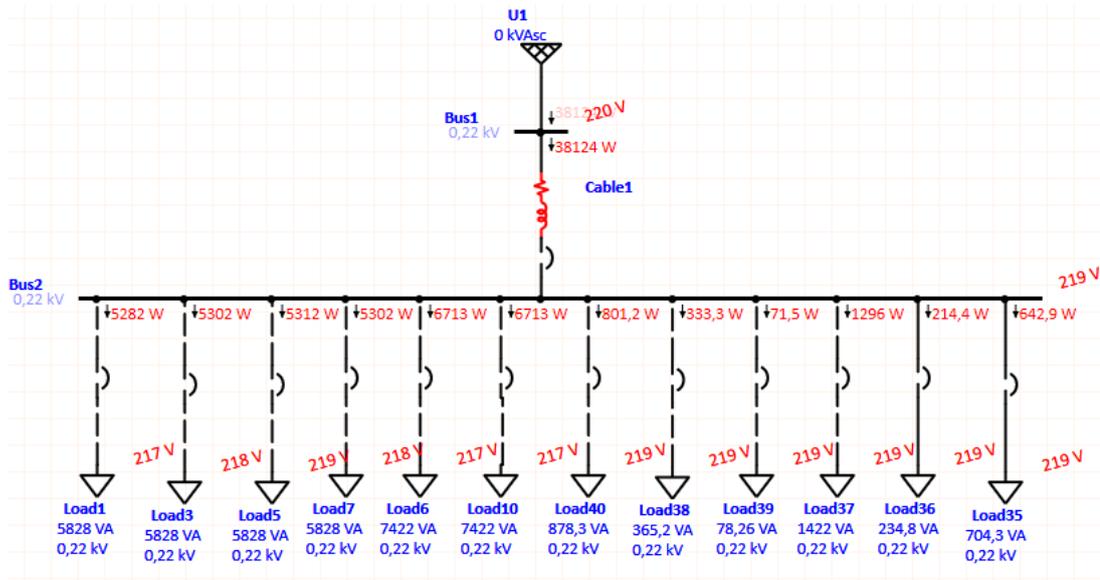


Figura 34. Simulación del sistema propuesto de cargas

Informe resumido de pérdidas de cables y sobrecargas

Connected Load	Cable /Overload Heater		Losses		% Voltage					
					Terminal on		% Vd	% Vst		
ID	Type	ID	Library	kW	kvar	Bus	Bus kV	Load kV	Operating	Starting
Load1	St. Load	Cable13	0,6MCUN1	0.1	0.0	99.63	98.75	98.75	0.88	0.00
Load3	St. Load	Cable21	0,6MCUN1	0.0	0.0	99.63	99.19	99.19	0.44	0.00
Load5	St. Load	Cable18	0,6MCUN1	0.0	0.0	99.63	99.41	99.41	0.22	0.00
Load6	St. Load	Cable31	0,6MCUN1	0.1	0.0	99.63	98.51	98.51	1.12	0.00
Load7	St. Load	Cable10	0,6MCUN1	0.0	0.0	99.63	99.19	99.19	0.44	0.00
Load10	St. Load	Cable46	0,6MCUN1	0.1	0.0	99.63	98.51	98.51	1.12	0.00
Load35	St. Load	Cable61	0,6MCUN1	0.0	0.0	99.63	99.58	99.58	0.05	0.00
Load36	St. Load	Cable58	0,6MCUN1	0.0	0.0	99.63	99.61	99.61	0.02	0.00
Load37	St. Load	Cable42	0,6MCUN1	0.0	0.0	99.63	99.41	99.41	0.22	0.00
Load38	St. Load	Cable50	0,6MCUN1	0.0	0.0	99.63	99.57	99.57	0.06	0.00
Load39	St. Load	Cable54	0,6MCUN1	0.0	0.0	99.63	99.62	99.62	0.01	0.00
Load40	St. Load	Cable44	0,6MCUN1	0.0	0.0	99.63	99.50	99.50	0.13	0.00

3.8. Mediciones del sistema eléctrico de la Unidad Educativa

Equipo utilizado en las mediciones

El equipo utilizado para la realización de las mediciones constituye un elemento importante en el estudio, este posee algunos parámetros eléctricos que utilizan en el análisis de la investigación. El analizador utilizado tiene las siguientes características:

MARCA: Fluke

MODELO: 1744

INTERVALO DE MEDICIÓN: Diez minutos

PARAMETROS DE ANÁLISIS: Voltaje
Corriente
Potencia activa, reactiva y aparente
Factor de potencia
Energía activa, reactiva
Flíker
Armónicos totales de voltaje y de corriente
(THD)



Figura 35. Analizador Fluke 1744

3.8.1. Análisis y mediciones de parámetros eléctricos

El objetivo de estas mediciones es detectar en qué condiciones operativas se encuentra el suministro de energía eléctrica a la primaria de la Unidad Educativa “Hermano Miguel”.

Las mediciones se realizaron por siete días continuos a intervalos de diez minutos con el analizador Fluke 1744 Quality Logger.

En la Tabla 31. se muestran los valores mínimos, máximos y promedios de los valores de tensión obtenidos durante el proceso de medición, para el efecto se procedió a instalar el equipo en la acometida principal de la Unidad Educativa, como se muestra en la Figura 36.



Figura 36. Conexión del analizador Fluke 1744 Quality Logger

3.8.2. Análisis de mediciones de Voltaje

Tabla 31. Datos principales de mediciones de voltaje

MEDIDAS TOTALES DE VOLTAJE			
		L1	L2
	PROMEDIO	119,97	119,20
VOLTAJE (V)	MAXIMO	122,08	121,34
	MINIMO	116,78	115,80

Según la regulación del CONELEC 004/01 que habla sobre la calidad del servicio eléctrico de distribución, Literal 2.1.3, no supera los rangos permitidos de $\pm 8\%$, debido a que se encuentran dentro de los valores 110.4V y 129.6V, tomando en cuenta como valor nominal 120V de acuerdo a la Norma ANSI C84.1.

En el ANEXO 6 se muestra la gráfica que representa las curvas de los voltajes en las fases L1 y L2, además de las curvas del máximo y mínimo valor con relación a voltaje nominal donde se aprecia que no supera los rangos permitidos.

3.8.3. Análisis de mediciones de Corriente

Los datos de las mediciones de corriente que se muestran en la tabla anterior muestra el promedio en la fase L1, L2 y N, de acuerdo a esto se puede decir que las corrientes no sobrepasan el valor de corriente nominal que es de 150 A de acuerdo a los datos del analizador de redes, por lo tanto estaría dentro de los parámetros normales, pero hay que considerar que el transformador que utiliza la Unidad Educativa “Hermano Miguel”, lo comparte con algunas viviendas del sector y la corriente podría superar a la nominal.

Tabla 32. Datos principales de mediciones de corriente

MEDIDAS TOTALES DE CORRIENTE				
		L1	L2	N
CORRIENTE (A)	PROMEDIO	11,76	11,42	0,16
	MAXIMO	24,45	23,40	0,43
	MINIMO	0	0	0

En el ANEXO 7 se muestra las curvas de las corrientes promedio en las Fase L1, L2 y neutro, y se puede observar que en la mayoría de los días analizados existe una corriente máxima de 70 A entre la 6:00 am y 14:00 pm, lo que nos confirma el consumo en las horas clase.

3.8.4. Análisis del desbalance de voltaje

Los promedios de desbalance de voltaje en L1 y L2 son de 1,52 y 1,34 respectivamente lo que significa que está dentro de los parámetros normales de acuerdo a los valores aceptables a nivel internacional (IEC 61000-2, EN-50160, IEEE 1159).

En la ANEXO 8. se representa el porcentaje de desbalance de Voltaje, en L1 y L2 que fue calculado a partir de los datos obtenidos del analizador de redes Fluke 1744.

3.8.5. Análisis de potencias

En la Tabla 33. se muestra la potencia activa promedio consumida o demandada por la Unidad Educativa durante todo el periodo de medición, se puede observar

que la potencia máxima es de 2642,76 W. En el ANEXO 9. se representa las curvas de la potencia activa.

Tabla 33. Datos principales de mediciones de potencia

MEDIDAS TOTALES DE POTENCIA			
	PROMEDIO	MÁXIMO	MÍNIMO
ACTIVA (W)	2246,48	2642,76	2017,93
POTENCIA APARENTE (VA)	2660,52	3038,50	2428,19
REACTIVA (Var)	-114,34	65	-215,62

En el ANEXO 10. se muestra el comportamiento de la potencia aparente durante todo el periodo de medición.

Los datos obtenidos indican que la potencia promedio reactiva requerida por la Unidad Educativa es de -114,34 Var, tomando en cuenta que este valor es de todo el periodo de medición, pero habrá horas en la cual la institución requiera de una potencia reactiva máxima de 65Var. En ANEXO 11. se muestran las curvas de la potencia reactiva.

3.8.6. Análisis de Flicker o Pst

El flicker o parpadeo en la iluminación es una variación repetitiva de la intensidad lumínica que se produce por efecto de las fluctuaciones de voltaje en el sistema de alimentación de la luminaria.

El valor límite para el índice de severidad del flicker de corta duración Pst en el punto de medición respectivo no debe superar la unidad. [32]

Se cumple con el índice de severidad por flicker de corta duración Pst en un punto de medición cuando el 95% o más de los valores registrados, en todas y cada una de las fases, en el período de evaluación no inferior a siete (7) días continuos, es menor al límite establecido. [32]

En el ANEXO 12. se representa las curvas del índice de severidad de flicker de corta duración Pst en la fase L1 y L2 y como resultado de las mediciones se puede apreciar que en un porcentaje del 27% que son aproximadamente 45 horas en el

suministro de electricidad no cumple con el límite admisible contemplado en la regulación denominada “Calidad del servicio de distribución y comercialización de energía eléctrica” que es $P_{st} = 1$, y el rango de tolerancia de 5% o las ocho horas durante el periodo de medición,

3.8.7. Análisis del Factor de potencia

En el ANEXO 13. en las gráficas representativas del factor de potencia se puede observar que en los datos obtenidos están por debajo del mínimo aceptable de 0.92 como lo indica el pliego tarifario de servicio público de energía eléctrica del año 2022 emitido por la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables el cual se ha mantenido desde años atrás, por lo tanto, se puede detectar que la institución educativa tiene una sanción económica denominada penalización por bajo factor de potencia que la paga en la factura eléctrica.

El bajo factor de potencia se debe a que la institución cuenta en su patio central con nueve lámparas de vapor de sodio de alta presión que requieren de un balastro para su funcionamiento, al corregirlo, se logrará obtener beneficios económicos además de beneficios en los equipos instalados tales como:

- Disminución en las caídas de tensión
- Reducción de las pérdidas en conductores
- Aumento en la vida útil de las instalaciones

Costos de penalización por bajo factor de potencia en el medidor

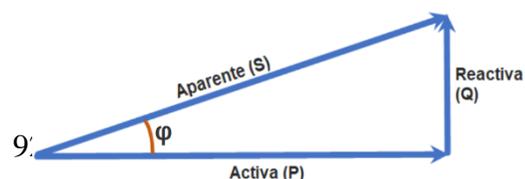
Tabla 34. Datos de facturación con penalización

Corrección del factor de potencia

Para determinar el valor de capacitor que sería una de las posibles soluciones que se presenta para eliminar el bajo factor de potencia, se toma en cuenta los valores de potencias promedio que muestra el analizador de red.

Datos:

P. Activa (W) = 2246,48



P. Aparente (VA) = 2660,52
 PF = 0,95



Factor de potencia actual

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = PF$$

$$\cos \varphi = \frac{2246,48}{2660,52} = PF$$

$$PF = 0,84$$

$$\cos \varphi = 0,84$$

$$\varphi = \cos^{-1} 0,84$$

$$\varphi = 32.86^\circ$$

$$\tan \varphi = \frac{Q_1}{P}$$

$$\tan 32.86^\circ = \frac{Q_1}{2246,48}$$

$$Q_1 = \tan 32.86^\circ (2246,48)$$

$$Q_1 = 1321.9 \text{ (Var)}$$

Factor de potencia a corregir

$$\cos \varphi = 0,95$$

$$\varphi = \cos^{-1} 0,95$$

$$\varphi = 18.19^\circ$$

$$\tan \varphi = \frac{Q_2}{P}$$

$$\tan 18.19^\circ = \frac{Q_2}{2246,48}$$

$$Q_2 = \tan 18.19^\circ (2246,48)$$

$$Q_2 = 738,17 \text{ (Var)}$$

$$Q_1 - Q_c = Q_2$$

$$Q_c = Q_1 - Q_2$$

$$Q_c = 1321.9 - 738,17$$

$$Q_c = 583.73 \text{ (Var)}$$

$Q_c = \frac{V^2}{X_c}$ $X_c = \frac{1}{2\pi fC}$	$C = \frac{Q_c}{V^2 \cdot 377}$ $C = \frac{583.73}{V^2 \cdot 377}$ $C = 32\mu f$
---	--

Costos de penalización por bajo factor de potencia

Tabla 35. Datos de facturación con penalización del año 2018.

PERIODO	CONSUMO KWH	FACTOR DE POTENCIA	PENALIZACIÓN FP	FACTURACIÓN DEL SERVICIO
ene-18	1304	1		104,93
feb-18	1390	0,82	13,67	112,07

mar-18	1462	0,77	23,00	118,05
abr-18	1386	0,79	18,39	111,74
may-18	1416	0,82	13,93	114,23
jun-18	1097	1		87,75
jul-18	537	1		41,27
ago-18	362	1		26,75
sep-18	913	1		72,48
oct-18	1311	1		105,51
nov-18	1363	1		109,83
dic-18	1179	1		94,56
			68,98	1099,17

En la Tabla 34 se puede observar que existe una variación del factor de potencia por mes, estos valores fueron obtenidos de los datos históricos de las planillas de facturación del servicio de la institución en el periodo del año 2018, donde se encuentra una penalización en cuatro meses.

3.8.8. Análisis de Armónicos

Los armónicos son distorsiones de las ondas senoidales de tensión y/o corriente, cuyas frecuencias son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental de alimentación (60 Hz).

El valor de distorsión armónica total (THD) es utilizado para estimar el grado de contaminación armónica en una forma de onda. Tanto a la mayor o la menor presencia de armónicos en una red es denominada distorsión y su magnitud se cuantifica por las tasas de distorsión armónica.

Para el análisis de los armónicos de voltaje la norma IEEE – 519, establece que para determinar si existe dichos armónicos se debe medir la cantidad de THD de voltaje presente en el sistema, si este valor sobrepasa lo estipulado por la regulación, existe la presencia de armónicos de voltaje. La Unidad Educativa cuenta con un THD de voltaje mayor al 5%, se concluye que existe armónicos.

En el ANEXO 18. el analizador de carga registra en el periodo de medición un THD máximo del 6,87%, comparando con la Regulación IEEE-519 se debería tener un THD del 5% por lo que no está dentro de lo estipulado por la regulación.

3.8.9. Validación técnica – económica de los resultados

Para evaluar la propuesta de Sistema de Gestión de Energía en la Unidad Educativa Hermano Miguel se efectúa un análisis financiero de acuerdo a las cotizaciones del mercado actual.

3.8.10. Sustitución del sistema de iluminación

Con el objetivo de reducir los costos de energía eléctrica en la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel, se sugiere sustituir las luminarias fluorescentes tradicionales por luminarias con tecnología LED.

Tabla 36. Inversión del cambio de lámparas a tipo LED

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Lámparas tubo LED 18 Watts (reemplaza a la de T8 32W)	Pza.	410	1,70	697,00
Foco LED 12Watts	Pza.	56	1,06	59,36
Taípe 3m	Pza.	5	1,00	5,00
Mano de obra		1	400,00	400,00
SUBTOTAL				1161,36
IVA 12%				91,36
TOTAL				1252,72

3.8.11. Costo referencial del consumo de energía por tipo de luminaria.

Tabla 37. Utilización de 2 tipos de lámparas para el consumo de energía eléctrica

Tipo de Lámparas	Día de la semana	Horas de uso diario	N.- Días	Total horas de uso al mes	Carga instalada kW	Demanda de energía kWh	Precio tarifa kWh	PAGO CONSUMO MES	PAGO CONSUMO POR AÑO
Fluorescentes	Lunes a viernes	6	20	120	14,24	1708,8	0,105	179,42	2153,09
Led	Lunes a viernes	6	20	120	8,52	966,00	0,105	101,43	1217,16
Ahorro								77,99	935,93

En la Tabla 37 se puede observar que al reemplazar las lámparas fluorescentes tradicionales a lámparas led, el consumo de energía eléctrica va a disminuir en un 43,47% de la demanda de la energía y por lo tanto el ahorro en la planilla de pago será de 77,99 dólares mensuales y un ahorro aproximado de 935,93 dólares al año.

3.8.12. Propuesta con normativa INEN 1153

La propuesta para que el sistema de iluminación cumpla con la normativa INEN 1153 que es la norma técnica ecuatoriana para la iluminación en escuelas, se

realizó con el aumento de luminarias y cambio de lámparas a tipo led de acuerdo con el método de lúmenes.

Tabla 38. Presupuesto con normativa INEN 1153.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Lámparas tubo LED 18 Watts (reemplaza a la de T8 32W)	Pza.	612	1,70	1040,40
Carcasa Regleta Doble Tubo T8 Led 2x18 120cm	Pza.	102	8,99	916,98
Foco LED 12Watts	Pza.	53	1,06	56,18
Cable THHN Flexible #14 (blanco)	Rollo	10	37,60	376,00
Cable THHN Flexible #14 (rojo)	Rollo	10	37,60	376,00
Mano de obra reubicación y aumento de luminarias		1	4000,00	4000,00
SUBTOTAL				6765,56
IVA 12%				286,75
TOTAL				7052,31

3.9. Datos financieros para la sustitución a lámparas LED

3.9.1. Cálculo del TIR y VAN

Una vez identificada la oportunidad de ahorro de energía y evaluado el potencial de ahorro en el sistema de iluminación, es necesario realizar una evaluación económica con el propósito de establecer la rentabilidad de la inversión con sustitución de los tubos fluorescentes por tubos led.

Tabla 39. Cálculo del TIR – VAN para cambio a lámparas LED

AÑOS	FLUJO DE CAJA
0	-1250,35
1	935,93
2	935,93
3	935,93
4	935,93
5	935,93
T. Descuento	12%
TIR	69%
VAN	\$2.121,09

En la Tabla 39 se demuestra que el proyecto es viable ya que el TIR es mayor a la tasa de descuento.

3.9.2. Periodo de recuperación de la inversión

Se calcula el periodo de recuperación para determinar en cuanto tiempo se va a recuperar la inversión de la propuesta mediante la siguiente fórmula:

$$PRI = \frac{\text{Inversión del capital}}{\text{Ahorros anuales netos}}$$

$$PRI = \frac{1252,72}{935,93}$$

$$PRI = 1,34$$

Con los cálculos realizados se recuperará la inversión del presupuesto en 1 año y 4 meses aproximadamente.

3.9.3. Conclusiones del capítulo III

- En el presente capítulo se realizó el análisis de la encuesta realizada al personal docente y de servicios de la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel y se determinó que la gran mayoría no tiene un comportamiento adecuado sobre el uso de la energía eléctrica.
- Se realizó una caracterización inicial al portador energético electricidad, y se pudo encontrar que la Unidad Educativa Hermano Miguel tiene bajo factor de potencia por lo tanto están sujetos a una penalización.
- Se demostró que el cambio de luminarias fluorescentes por luminarias led puede mejorar la iluminación de los salones de clase y reducir el consumo que se verá reflejado en la disminución del costo de la planilla eléctrica.

CONCLUSIONES GENERALES.

- Se pudo obtener información sobre los diferentes portadores de energía y la relación que existe con el consumo para así establecer la propuesta del sistema de gestión de energía para la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel en base a la norma 50001.
- Se encontró los puntos de ahorro de energía que son mejorar el factor de potencia mediante la instalación de un banco de capacitores para lograr eliminar la penalización a la que se encuentra sujeta la institución, sustituir las lámparas fluorescentes por las de tipo led y se establece un programa efectivo de preparación, concientización y motivación de los alumnos y docentes hacia la eficiencia energética.
- Se propone un Sistema de Gestión de Energía que contribuye con acciones y estrategias para el ahorro de energía eléctrica en la Unidad Educativa Particular Hermano Miguel de la ciudad de Latacunga que contribuirá en el ahorro consciente de energía eléctrica en las nuevas y futuras generaciones.

RECOMENDACIONES

- Mejorar las condiciones eléctricas de la institución para corregir el factor de potencia y conseguir obtener una eficiencia energética aceptable.
- Instalar el banco de capacitores a la brevedad del caso para eliminar el costo por penalización que se representa en la planilla eléctrica.
- Utilizar los resultados obtenidos como base para el establecimiento del sistema gestión de energía en otros centros educativos del cantón.
- Dar seguimiento por la institución de forma sistemática al diagnóstico preliminar realizado, a través de un diagnóstico en profundidad, evaluando como una prioridad de la administración, la solución a las insuficiencias detectadas en el consumo de energía eléctrica.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] NASA, «NASA, NOAA Find 2014 Warmest Year in Modern Record,» 16 Enero 2015. [En línea]. Available: <http://www.nasa.gov/press/2015/january/nasa-determines-2014-warmest-year-in-modern-record>.
- [2] GREENPEACE, «Guía Verde del Ahorro de Energía,» Argentina, 2004.
- [3] F. d. I. E. d. I. C. d. M. (fenercom) y I. p. I. D. y. A. d. I. E. (IDAE), «Guía de ahorro y eficiencia energética en centros docentes,» Madrid, 2011.
- [4] J. M. S. Correa, «Modelo de Gestión Energética para la optimización del consumo de energía en la planta Mariquita Ecopetrol S.A.,» Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia, 2011.
- [5] G. Ardila López, G. Masís Cevillas y N. Saavedra Rodríguez, «Diagnóstico Energético en el Centro de Salud Leonel Rugama,» Estelí, Nicaragua, 2010.
- [6] P. K. Cueva Soto, «Diseño de Eficiencia Energética en el Palacio de Gobierno,» Quito, 2010.
- [7] *Centroamerica-energía y medio ambiente*, Tegucigalpa, 2001.
- [8] La Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), «Situación del consumo energético a nivel mundial y para América Latina y el Caribe (ALC) y sus perspectivas,» Quito, 2020.
- [9] Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), «Generación eléctrica mundial y para América Latina y el Cenergético por la pandemia producida por el COVID – 19aribe (ALC) y su impacto en el sector,» Quito, 2019.
- [10] I. E. A. AIE, *Word Energy Outlook 2013*, 2013.
- [11] Ministerio de Energía y Minas, «La demanda eléctrica del Ecuador aumentó en un 8,13%,» 22 08 2021. [En línea]. Available: <https://www.recursoyenergia.gob.ec/la-demanda-electrica-del-ecuador-aumento-en-un-813/#>. [Último acceso: 29 10 2022].
- [12] Rogner y Popescu, 2000.
- [13] Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables, «Panorama Eléctrico Edición 10,» Mayo 2022. [En línea]. Available: <https://www.controlrecursoyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/05/PanoramaElectricoX-Mayo-Baja.pdf>.

- [Último acceso: 30 Octubre 2022].
- [14] Empresa Pública de Hidrocarburos en Ecuador, «INFORME ESTADÍSTICO 1972-2017 45 AÑOS,» PETROECUADOR, 2017.
- [15] Instituto de Investigación Geológico y Energético - IIGE, «Balance Energético Nacional 2021,» Julio 2022. [En línea]. Available: https://www.rekursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2022/08/Balance_Energie%CC%81tico_Nacional_2021-VF_opt.pdf. [Último acceso: 30 10 2022].
- [16] Ministerio de Energía y Minas, «ECUADOR CONSOLIDA LA PRODUCCIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE FUENTES RENOVABLES,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.rekursosyenergia.gob.ec/ecuador-consolida-la-produccion-electrica-a-partir-de-fuentes-renovables/>. [Último acceso: 30 Octubre 2022].
- [17] A. E. B. Nordelo, «Gestión Energética Empresarial,» Universidad de Cienfuegos, Cuba, 2002.
- [18] Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, «Nuestro Futuro Común,» Comisión Brundtland, 1987.
- [19] Consejo Nacional de Energía, *Energy Efficiency Policies and Indicators*, WEC, 2001.
- [20] . A. Pazmiño, «Análisis del Plan Nacional de Eficiencia,» *REVISTA RIEMAT*, vol. 5, n° 1, pp. 28-34, 2020.
- [21] M. d. E. y. Minas, «ACUERDO Nro. MEM-MEM-2022-0022-AM,» 2 junio 2022. [En línea]. Available: <https://www.rekursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2022/08/Acuerdo-Ministerial-Nro.-MEM-MEM-2022-0022-AM.pdf>. [Último acceso: 31 10 2022].
- [22] «Entre las estrategias implementadas,» 22 diciembre 2015. [En línea]. Available: <https://info.undp.org/docs/pdc/Documents/ECU/Guide%20for%20the%20Efficient%20Use%20of%20Electric%20Power%20in%20Ecuador-.pdf>. [Último acceso: 1 noviembre 2022].
- [23] M. d. E. y. E. R. MEER, «Dirección de Eficiencia Energética,» 7 Agosto 2013. [En línea]. Available: <http://www.energia.gob.ec/2013/08/page/3/>.
- [24] H. Díaz, «EnergéticaHoy,» 4 mayo 2021. [En línea]. Available: <https://www.energeticaHoy.com/post/qu%C3%A9-es-un-sistema-de->

- gesti%C3%B3n-de-la-energ%C3%ADa. [Último acceso: 1 11 2022].
- [25] Organización Internacional de Normalización, «ISO 5001,» 2011. [En línea]. Available: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:50001:ed-1:v1:es>. [Último acceso: 1 11 2022].
- [26] N. Malhotra, Investigación de Mercados. Un Enfoque Práctico, Prentice Hall, 1997.
- [27] Grupo de Gestión Eficiente de Energía, KAI & Grupo de Investigación de Energías, GIEN, «Herramientas para el análisis de caracterización de la Eficiencia Energética,» 2006.
- [28] J. R. Vázquez, Sistemas de iluminación Proyectos de alumbrado, Barcelona - España: Ceac, 1974.
- [29] H. Enríquez, El ABC del alumbrado y las instalaciones eléctricas en baja tensión, México: LIMUSA, 2004.
- [30] N. Castilla Cabanes, V. Blanca Giménez, A. Martínez Antón y R. M. Pastor Villa, «L U M I N O T E C N I A,» [En línea]. Available: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12833/art%C3%ADculo%20docente%20C3%A1iculo%20m%C3%A9todo%20de%20los%20C3%BAmenes.pdf>.
- [31] Superintendencia de Riesgos del Trabajo, «La iluminación en el ambiente laboral,» [En línea]. Available: http://www.srt.gob.ar/images%5Cpdf%5CRs84-12_Protocolo_Iluminacion_Guia_Practica.pdf.
- [32] A. d. I. I. H. d. E. AIHE, «Estadísticas,» 2012. [En línea]. Available: http://www.aihe.org.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=122:estadisticas&catid=67:estadisticas-peroleros&Itemid=142.
- [33] *Bases para un Futuro Sostenible*, Editorial Política.
- [34] N. Borroto, «Los Sistemas Energéticos y sus costos ambientales. CEEMA,» Universidad de Cienfuegos, 2002.
- [35] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado y P. Baptista Lucio, Metodologías de la Investigación, México: McGraw-Hill, 2006.
- [36] M. Castro, Hacia una matriz energética diversificada en Ecuador, Quito, 2011.
- [37] C. Flavin y N. Lenssen, «Nuevas orientaciones de la industria eléctrica,» Emece, Barcelona, 1994.

ANEXOS
ANEXO 1. ENCUESTA
Encuesta sobre hábitos energéticos

El presente cuestionario está dirigida a todos los empleados de la escuela de la Unidad Educativa “Hermano Miguel”.

Objetivo: Conocer los hábitos energéticos de los empleados de la institución y analizar el grado de concienciación sobre el uso de la energía.

Indicaciones:

- Lea cuidadosamente cada una de las siguientes preguntas.
- Marque con una (x) la respuesta acorde a su criterio.
- Conteste todas las preguntas aquí formuladas.

1. ¿Piensa si tiene la necesidad antes de encender la luz?

Si No

2. ¿Cuándo entra a un sitio de la institución y ve que la luz está innecesariamente encendida, la apaga?

Si No

3. ¿Deja las luces encendidas cuando sale de un sitio en la institución y este queda vacío?

Si No

4. Utiliza la configuración de ahorro de energía en los equipos de oficina

Si No

5. ¿Mantiene el ordenador encendido un periodo de tiempo largo aun cuando no lo utiliza?

Si No

6. Desconecta los equipos electrónicos cargadores cuando no se utilizan y al terminar la jornada laboral.

Si No

7. ¿Piensa que es importante organizar campañas en la institución para reducir el consumo?

Si No

8. ¿Estaría dispuesto a cambiar sus hábitos de consumo para reducir el gasto de energía en la institución?

Si No

ANEXO 2. Características foco LED 9 watts

	Foco LED 9 Watts						
							
Descripción							
<p>Sustituya sus viejos focos incandescentes o ahorradores por focos LED. Los focos LED utilizan 50% menos energía que un foco ahorrador y 90% menos que un foco incandescente.</p>							
<p>Cuenta con base estándar para focos (E27).</p>							
<p>Consume únicamente 9w, el equivalente a un foco incandescente de 90w y un ahorrador de 30w sin disminuir su luminosidad.</p>							
Características							
<table border="1"><tr><td data-bbox="826 837 1321 875">Voltaje de operación: 85-265v</td></tr><tr><td data-bbox="826 882 1321 920">Cantidad de Leds: 3</td></tr><tr><td data-bbox="826 927 1321 965">Consumo de energía: 9w</td></tr><tr><td data-bbox="826 972 1321 1010">Iluminación: 910Lm</td></tr><tr><td data-bbox="826 1016 1321 1025">Horas de vida: 50,000 promedio</td></tr></table>			Voltaje de operación: 85-265v	Cantidad de Leds: 3	Consumo de energía: 9w	Iluminación: 910Lm	Horas de vida: 50,000 promedio
Voltaje de operación: 85-265v							
Cantidad de Leds: 3							
Consumo de energía: 9w							
Iluminación: 910Lm							
Horas de vida: 50,000 promedio							

ANEXO 3. Características reflectores LED

	<ul style="list-style-type: none">• Uso para Exterior e Interior. Robusto y Resistente a la intemperie• Consumo: 50 watts (equivalente a 400 a 440W en halógena)• Alimentación: 110v•• Vida Útil: 50.000 horas• Ahorro de energía 80% con respecto a las otras tecnologías.• Disponible en Blanco Cálido. Temperatura del Color: 5500~6000K• Composición: Aluminio de alta pureza• Eficiencia Luminosa: 80~90LM/W, 90~100LM/W, 100~110LM/W, 110~120LM/W, 120~130LM/W.• Protección IP65: Resiste lluvia y polvo.• Totalmente herméticos.• Flujo lumínico (lúmenes) 4750~5000 Lm• Driver electrónico con certificación TUV• No emite co2.• No emite luz ultravioleta (uv)• El encendido es INSTANTANEO• Liviano: pesa 3.5 kg• Pequeño: Mide 290mm x 236mm x 183mm• El haz de luz es de 50 grados.• Al no emitir temperaturas, no queman las plantas en los jardines.
--	---

ANEXO 4. NORMA ANSI C84

De acuerdo con la norma ANSI C84.1, los límites de voltaje admitidas en bajo voltaje nominales de 120 V, 120/240 V y 208/120 V son:

Tabla 1-2: Límites de voltajes nominales: 120 V, 120/240 V y 208/120 V [1].

	Voltaje Nominal del Sistema	Escala A			Escala B		
		Máximo	Mínimo		Máximo	Mínimo	
		Voltaje de Utilización y Servicio	Voltaje de Servicio	Voltaje de Utilización	Voltaje de Utilización y Servicio	Voltaje de Servicio	Voltaje de Utilización
Dos conductores, una Fase							
	120	126	114	110	127	110	106
Límite	ΔV_k	5.0%	-5.0%	-8.3%	6.0%	-8.3%	-11.5%
Tres conductores, una Fase							
	120/240	126/252	114/228	110/220	127/254	110/220	106/212
Límite	ΔV_k	5.0%	-5.0%	-8.3%	6.0%	-8.3%	-11.5%
Cuatro conductores, tres Fase							
	208/120	218/126	197/114	191/110	220/127	191/110	184/106
Límite	ΔV_k	5.0%	-5.0%	-8.3%	6.0%	-8.3%	-11.5%

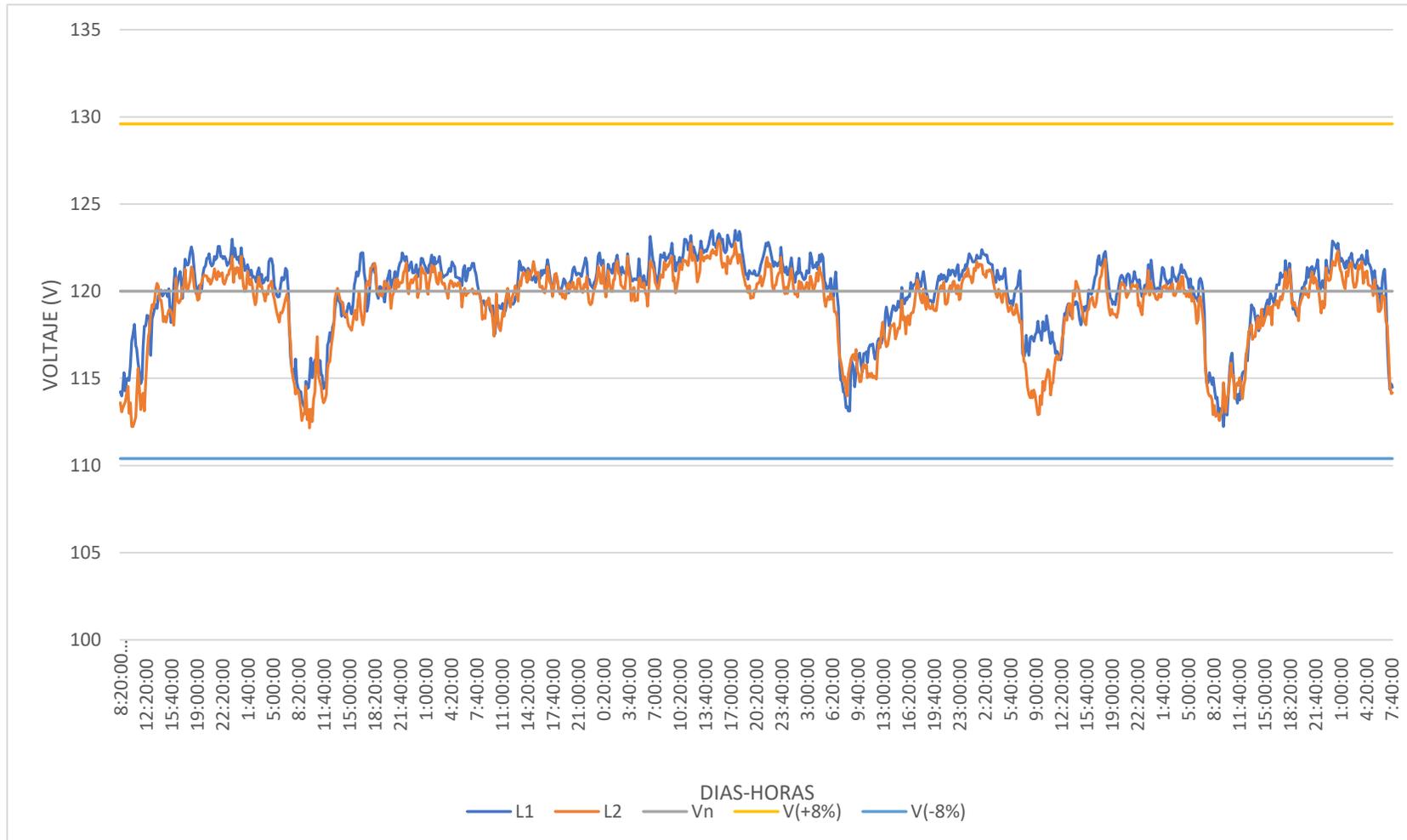
En el nivel de medio voltaje se toma los voltaje nominales de 6300 V, 13800Y/7970 V y 22860Y/13200 V, las variaciones permitidas de voltaje son:

ANEXO 5

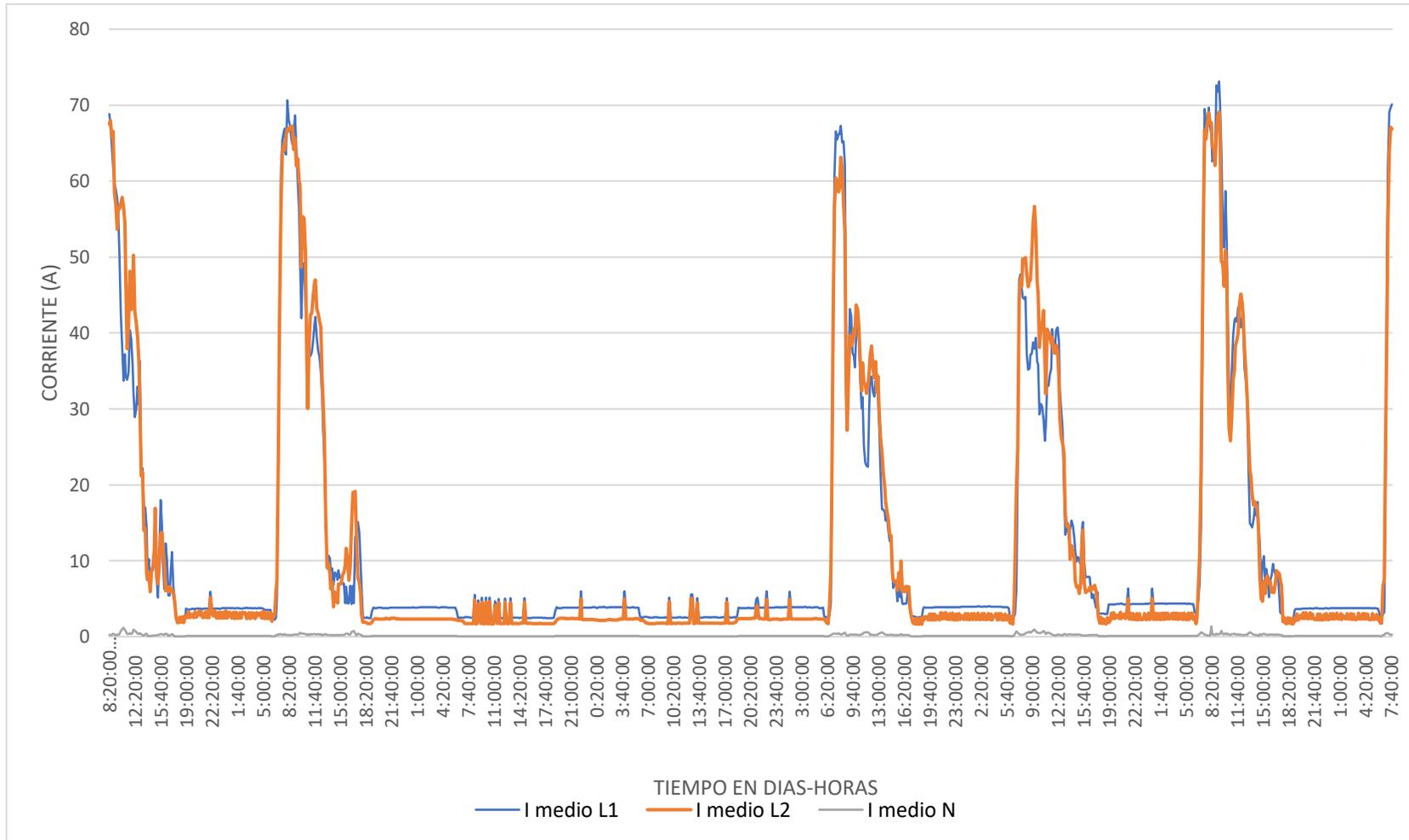
SUPERFICIE	COLOR	FACTOR DE REFLEXIÓN (ρ)
Techo	Blanco	0,7
	Claro	0,5
	Medio	0,3
Paredes	Claro	0,5
	Medio	0,3
	Oscuro	0,1
Piso	Claro	0,3
	Oscuro	0,1

COLORES	REFLECTANCIA	MATERIALES	REFLECTANCIA
Blanco	0,70 – 0,85	Mortero	0,30 – 0,55
Amarillo	0,50 – 0,75	Hormigón	0,25 – 0,50
Azul	0,40 – 0,55	Ladrillo	0,15 – 0,40
Verde	0,45 – 0,65	Mármol blanco	0,60 – 0,70
Rojo	0,30 – 0,50	Granito	0,15 – 0,25
Marrón	0,30 – 0,40	Madera	0,25 – 0,50
Gris oscuro	0,10 – 0,20	Espejos	0,80 – 0,90
Negro	0,03 – 0,07	Acero pulido	0,50 – 0,65

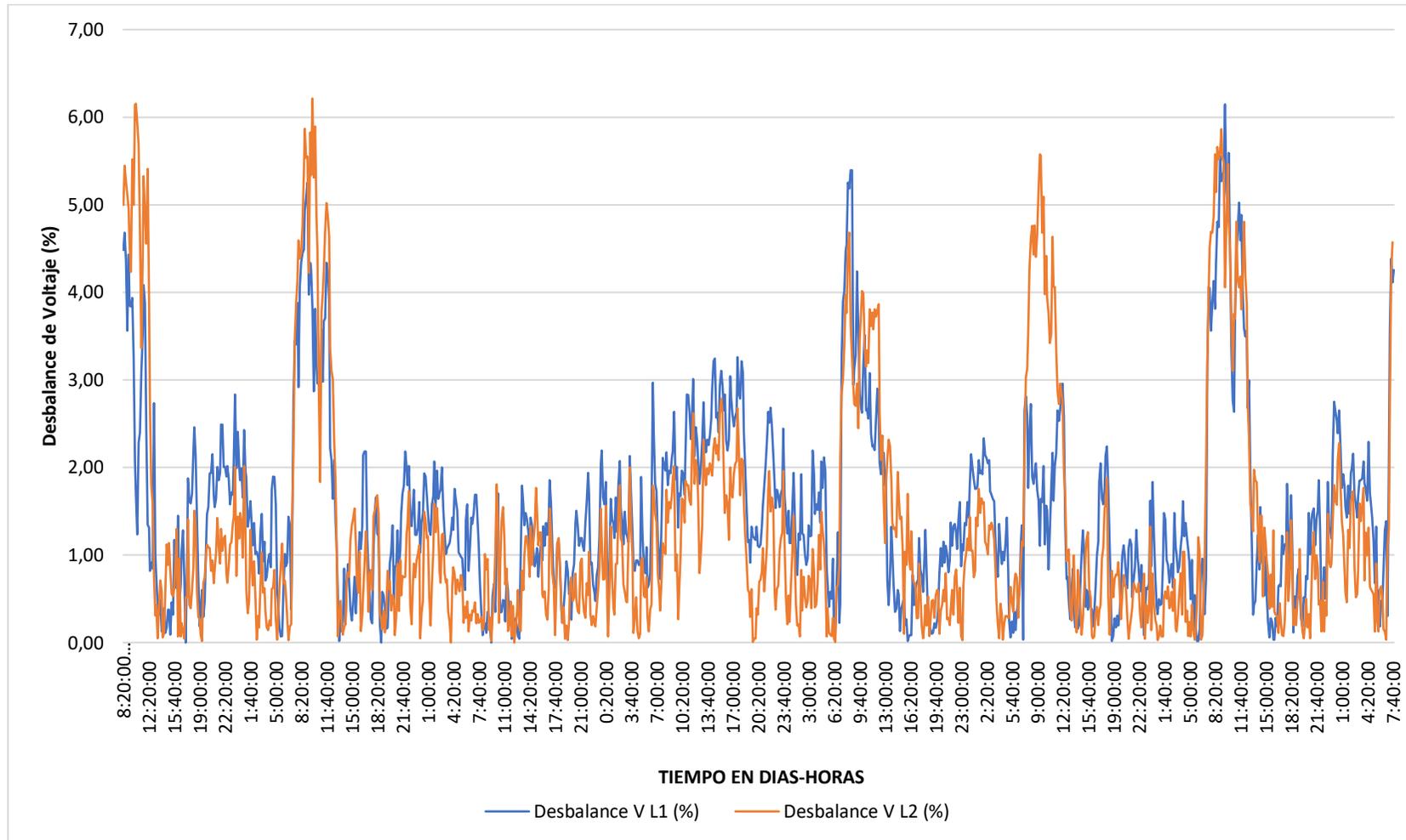
ANEXO 6. Curvas de Voltaje Promed



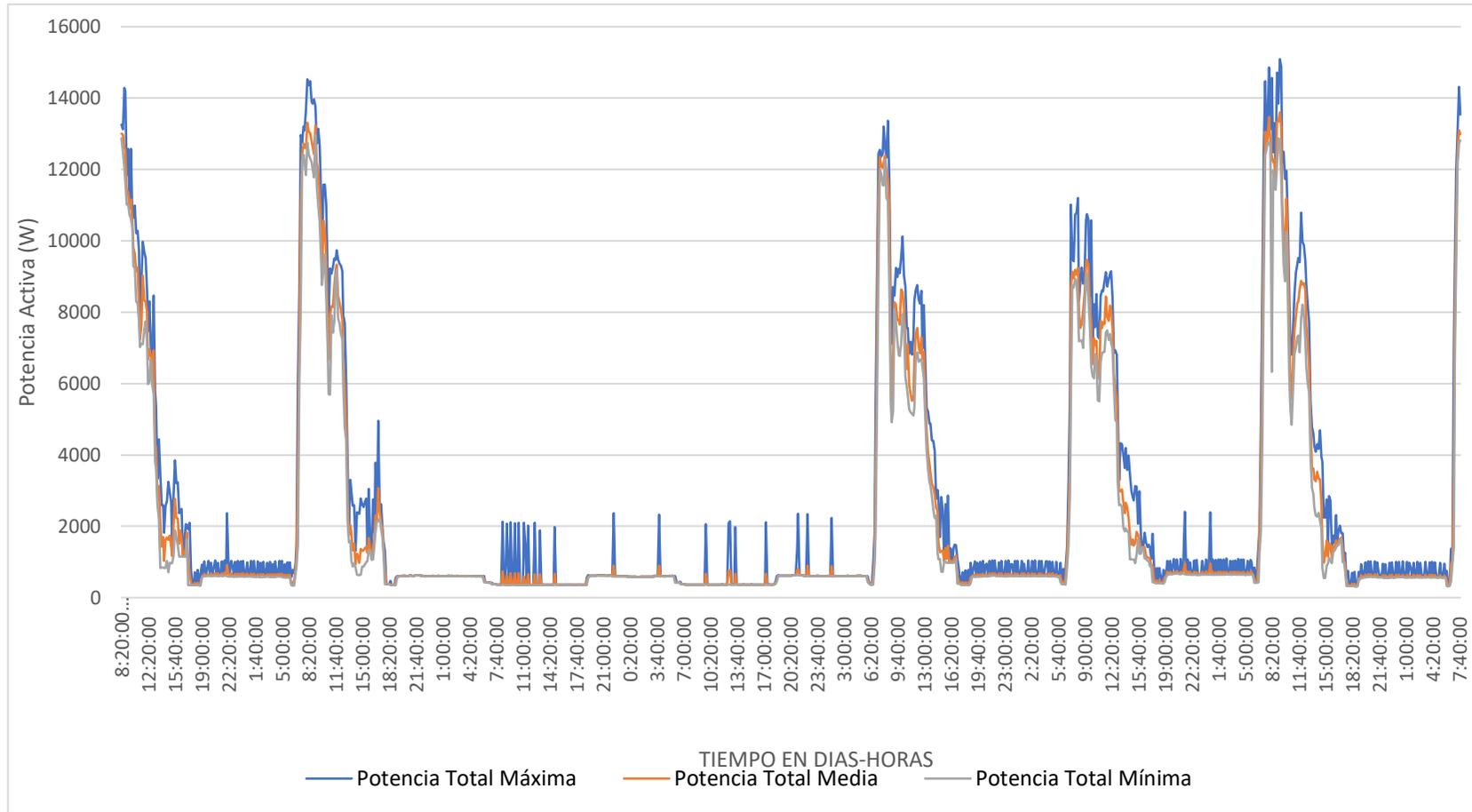
ANEXO 7. Curvas de Corriente Promedio



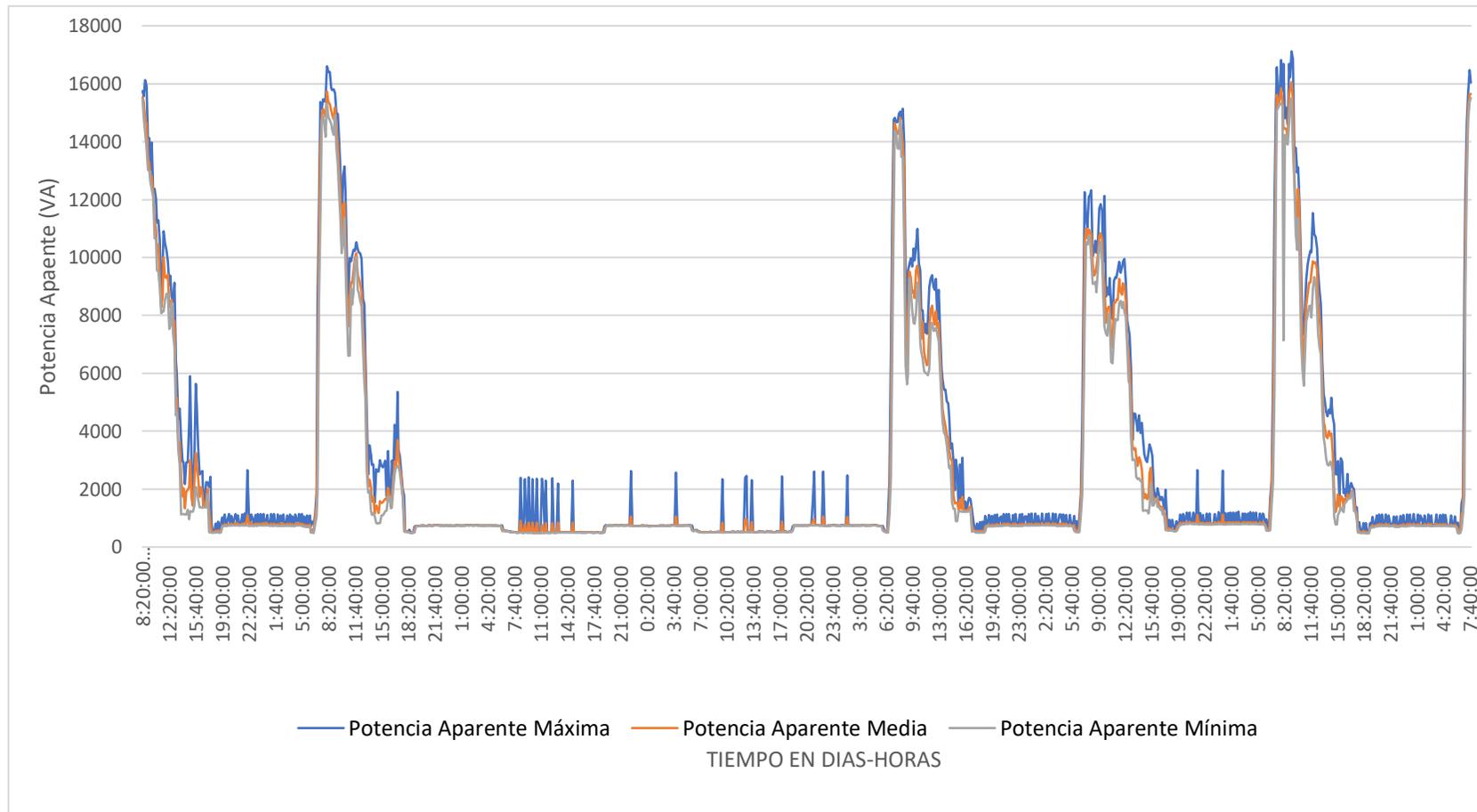
ANEXO 8. Desbalance de Voltaje



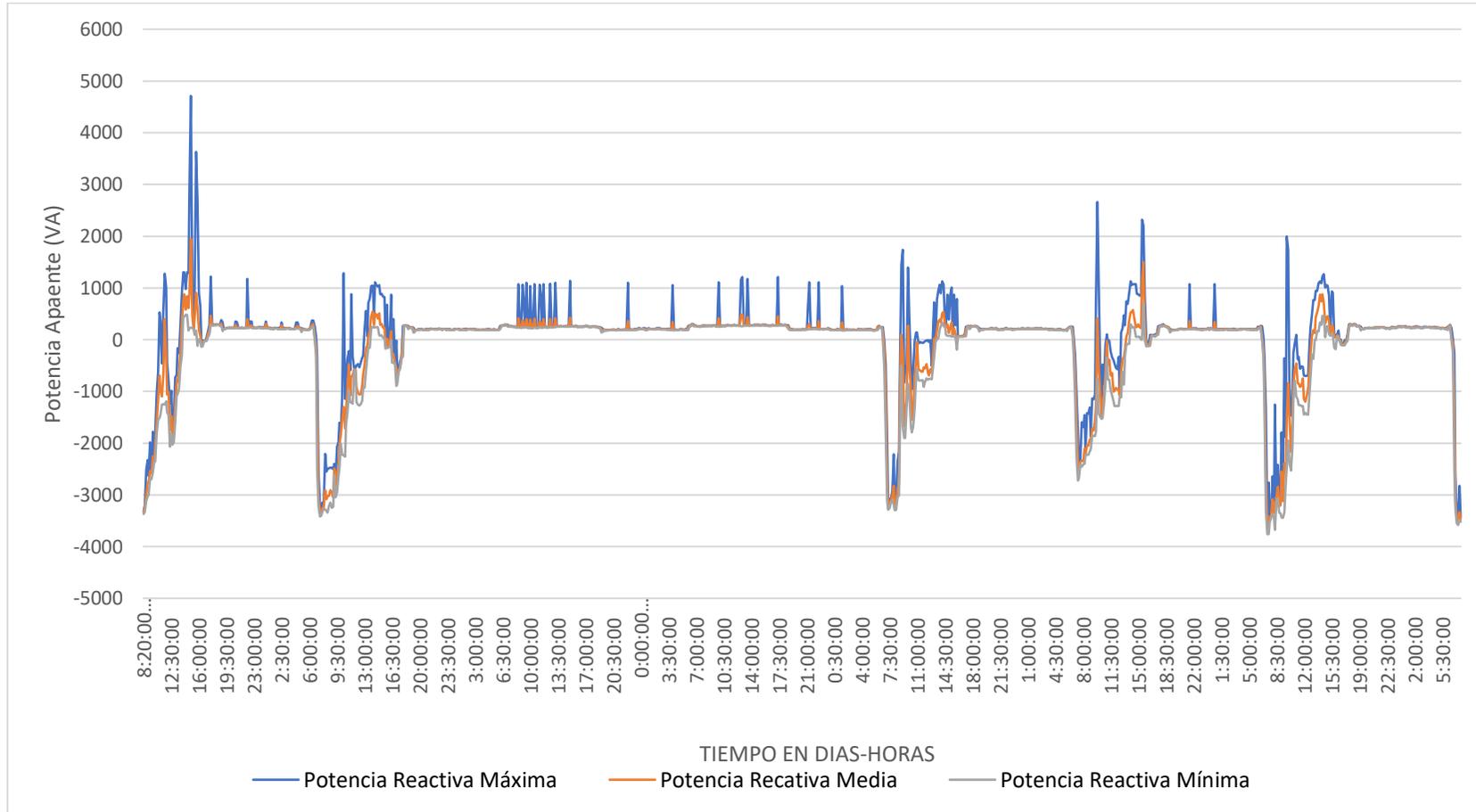
ANEXO 9. Curvas de la Potencia Total Activa



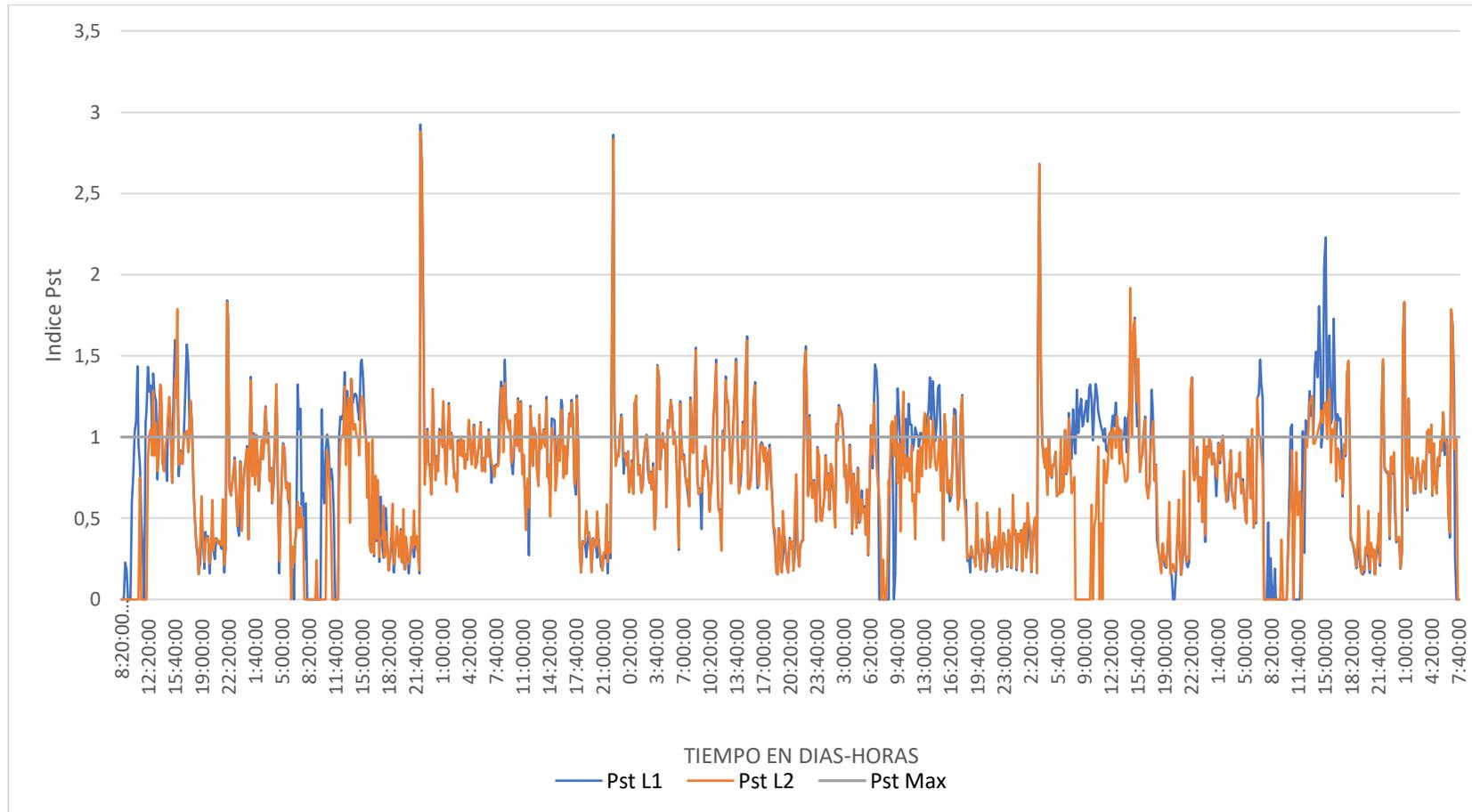
ANEXO 10. Curvas de la Potencia Total Aparente



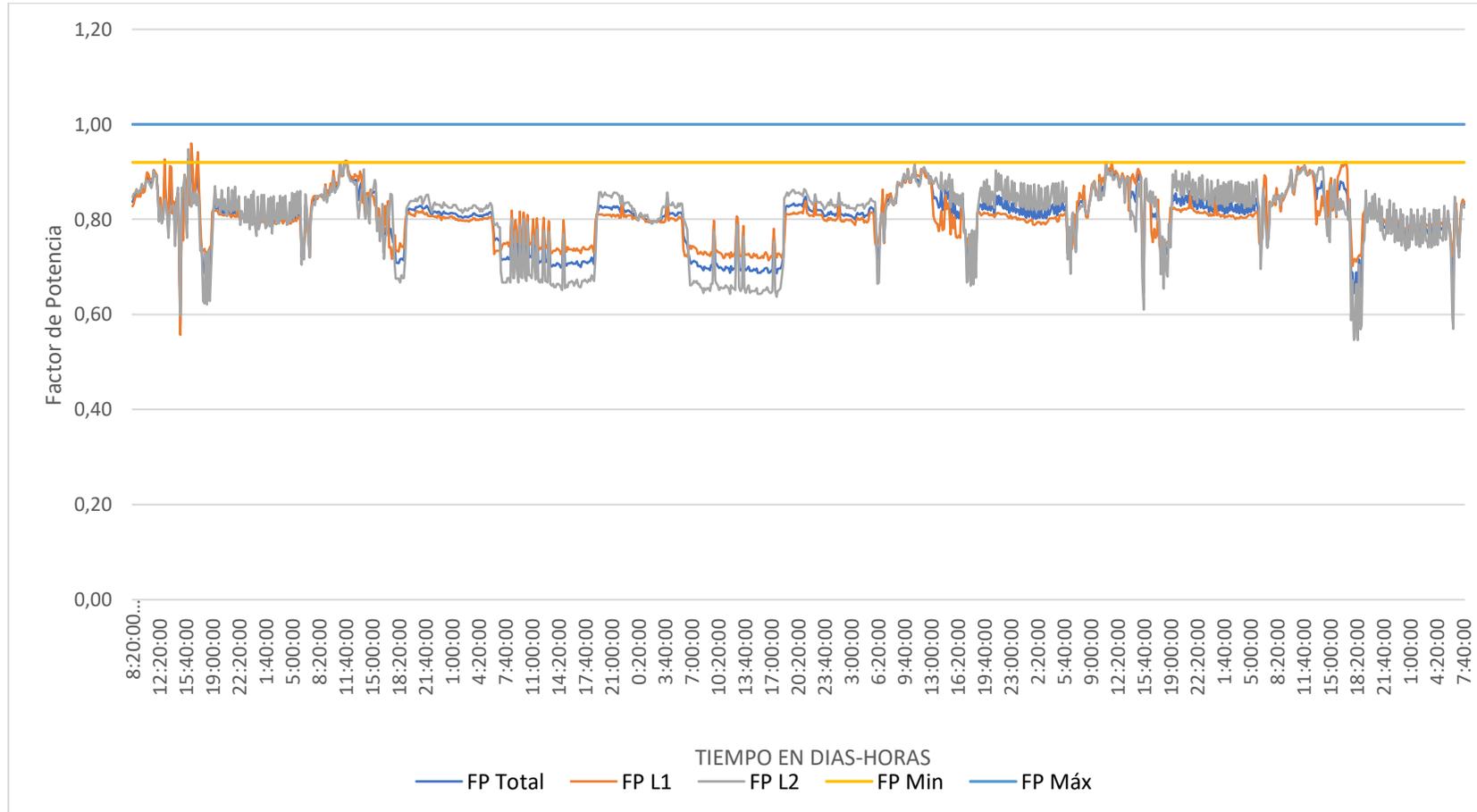
ANEXO 11. Curvas de la Potencia Total Reactiva



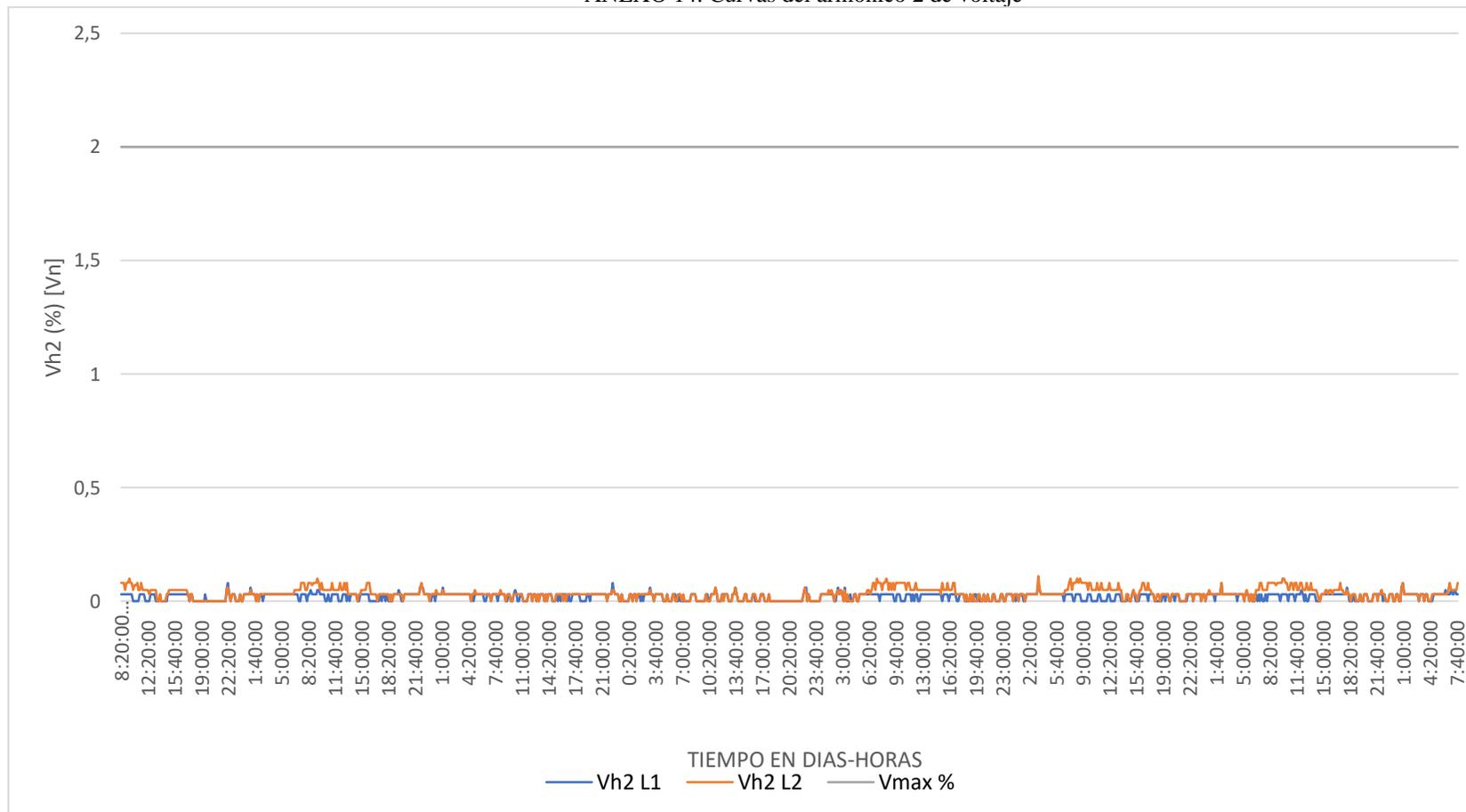
ANEXO 12. Curvas del índice de severidad de flicker de corta duración



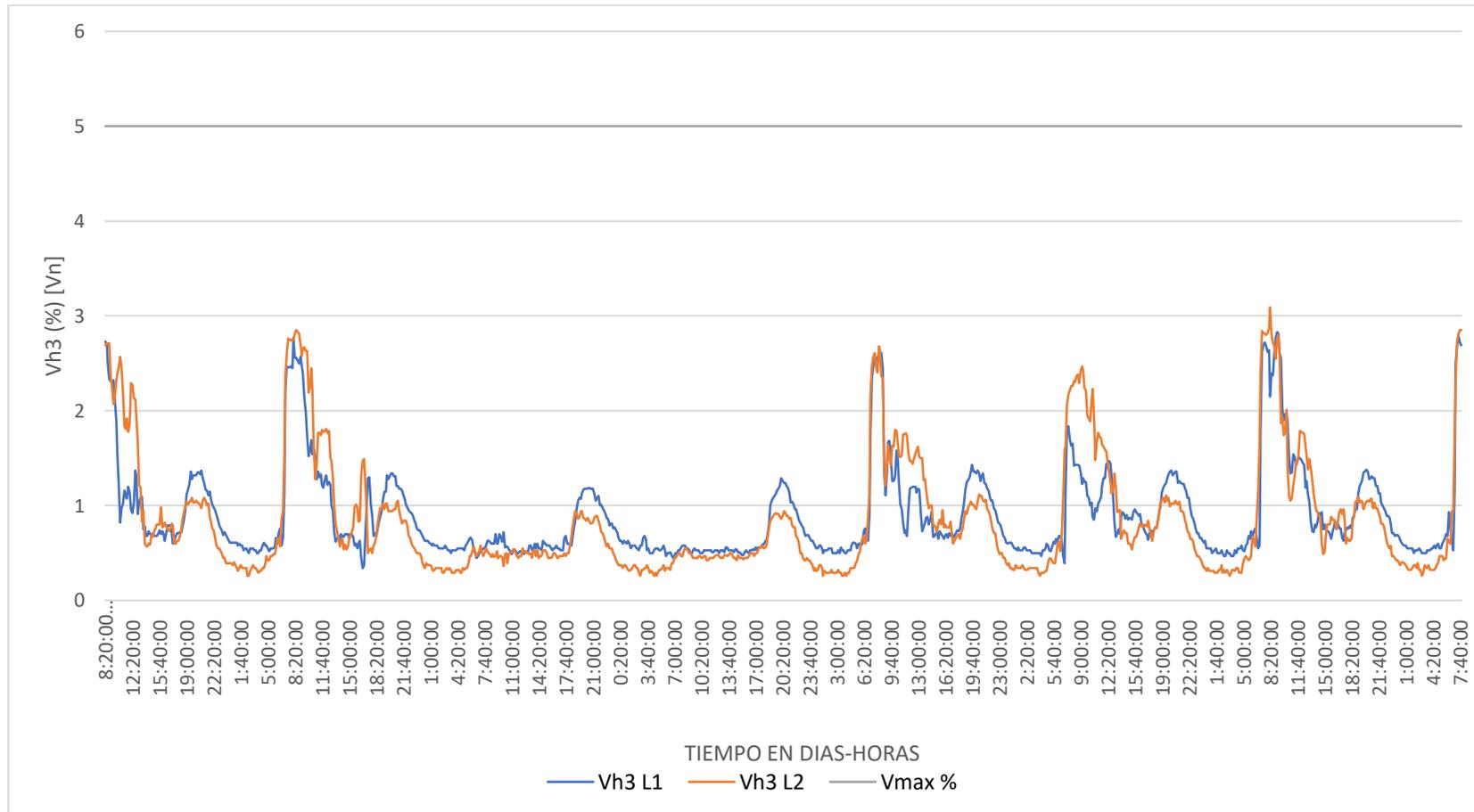
ANEXO 13. Curvas del Factor de Potencia



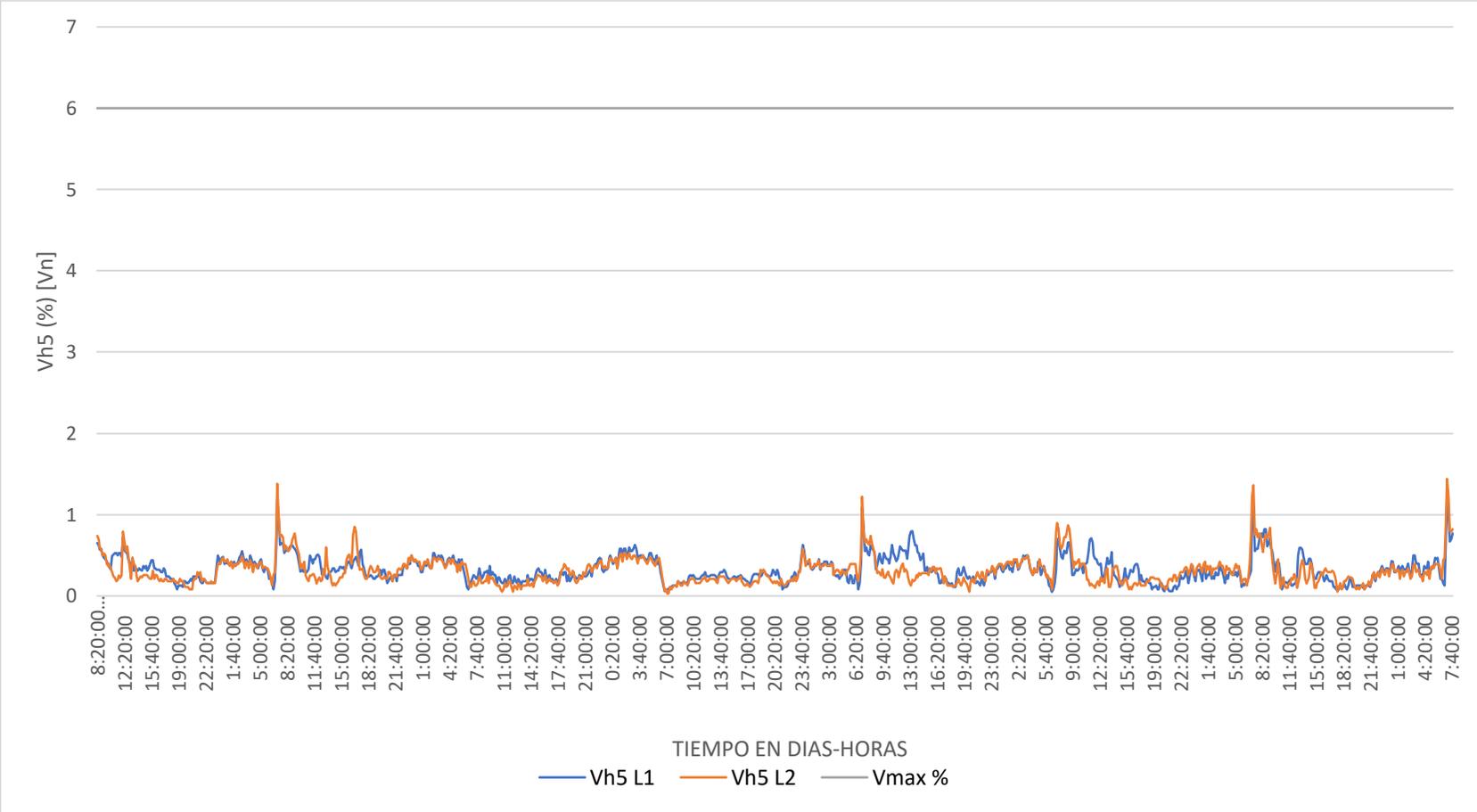
ANEXO 14. Curvas del armónico 2 de voltaje



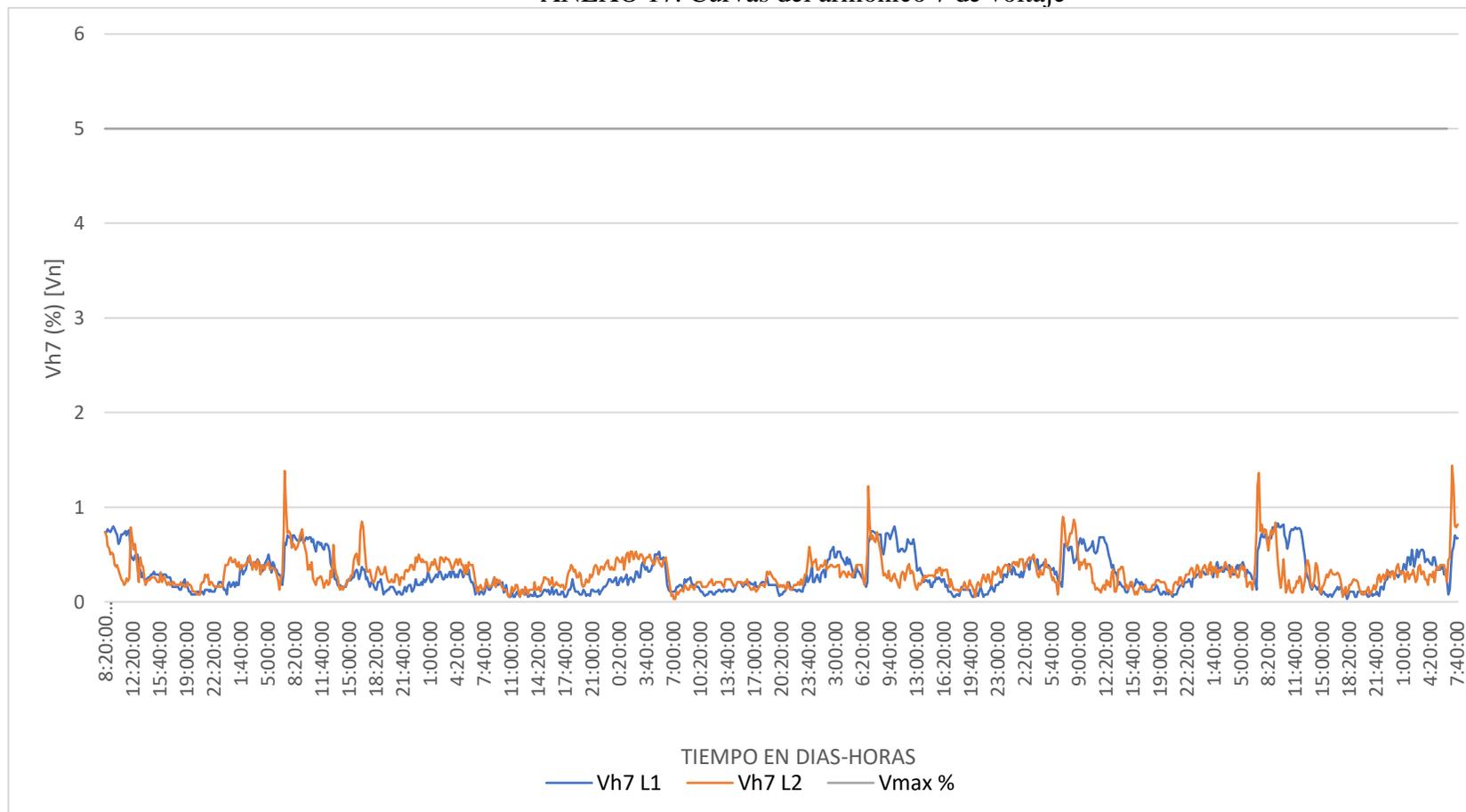
ANEXO 15. Curva del armónico 3 de voltaje



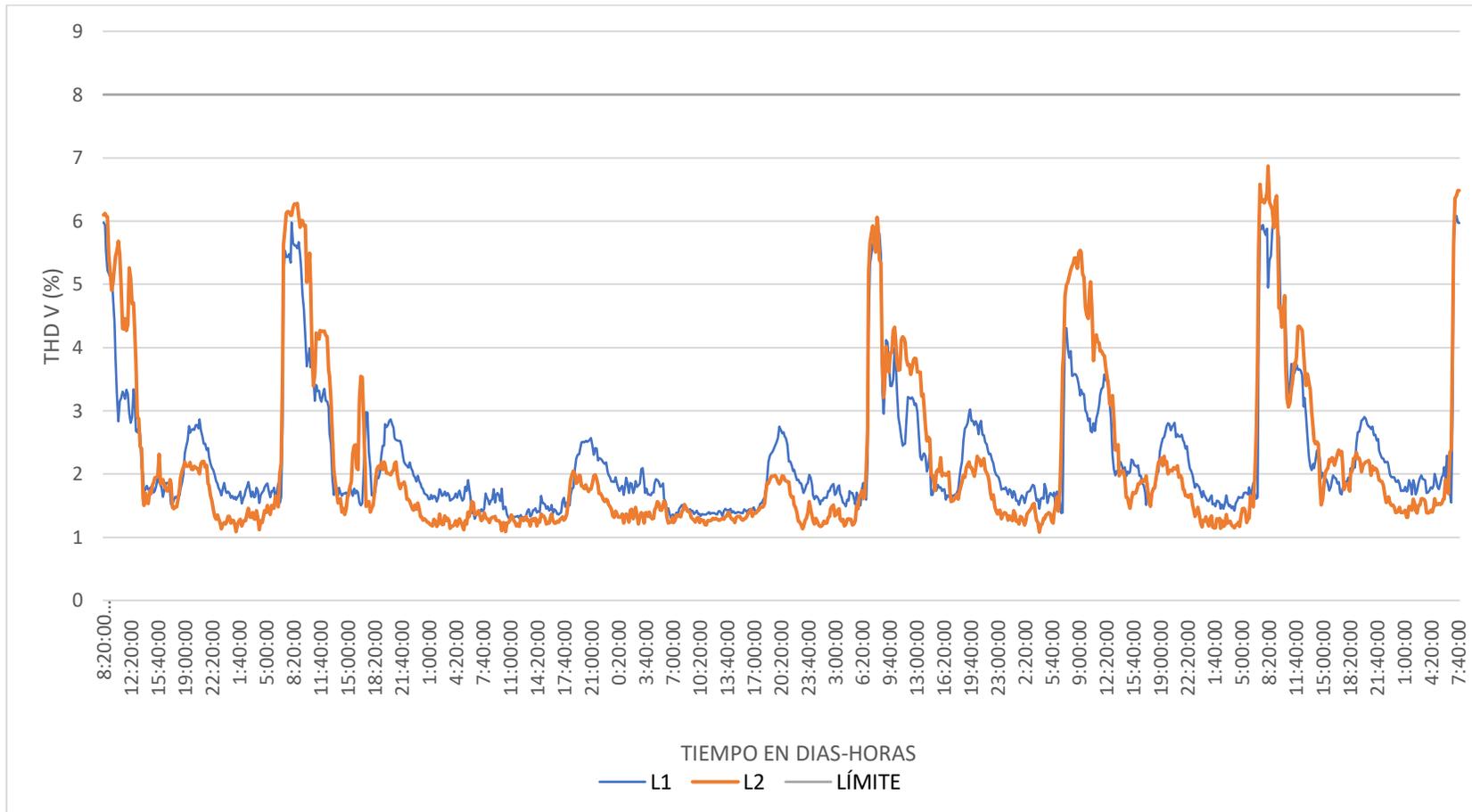
ANEXO16. Curva de armónico 5 de voltaje



ANEXO 17. Curvas del armónico 7 de voltaje



NEXO 18. Curvas de Distorsión Armónica Total de Voltaje



	MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA	M-SGE
Fecha Revisión:	Rev. # 0	Página 1 de 12

Anexo 19

MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Elaborado por: Gladys Vega	Revisado por:	Aprobado por: Hna. Carmen Cadena
Cargo: Autor del proyecto	Cargo:	Cargo: Directora

	MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA	M-SGE
Fecha Revisión:	Rev. # 0	Página 2 de 12

TABLA DE CONTENIDO

1.	PROPÓSITO.....	3
2.	ALCANCE.....	3
3.	DEFINICIONES	3
4.	INTRODUCCIÓN.....	5
5.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTITUCIÓN.....	5
6.	REQUISITOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA.....	5
6.1.	REPRESENTANTE DE ALTA GERENCIA	6
6.2.	ALCANCE	6
6.3.	EQUIPO DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA.....	6
6.4.	POLÍTICA ENERGÉTICA.....	7
7.	PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA	7
7.1.	REVISIÓN ENERGÉTICA.....	7
7.2.	LÍNEA DE BASE ENERGÉTICA	7
7.3.	INDICADORES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO	8
7.4.	OBJETIVOS, METAS Y PLANES DE ACCIÓN	8
8.	IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN	8
8.1.	COMPETENCIA, FORMACIÓN Y TOMA DE CONCIENCIA.....	9
8.2.	COMUNICACIÓN.....	9
8.3.	DOCUMENTACIÓN Y CONTROL DE DOCUMENTOS	10
8.4.	CONTROL OPERACIONAL.....	10
8.5.	DISEÑO	10
8.6.	AQUISICIÓN DE SERVICIOS, PRODUCTOS Y EQUIPOS	10
9.	VERIFICACIÓN	10
9.1.	SEGUIMIENTO, MEDICIÓN Y ANÁLISIS	10
9.2.	AUDITORÍAS INTERNAS	10
9.3.	NO CONFORMIDADES	11
10.	REVISIÓN POR ALTA GERENCIA.....	11
11.	BIBLIOGRAFIA.....	12
12.	CONTROL DE MODIFICACIONES.....	12

Elaborado por: Gladys Vega	Revisado por:	Aprobado por: Hna. Carmen Cadena
Cargo: Autor del proyecto	Cargo:	Cargo: Directora



MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA

M-SGE

Fecha Revisión:

Rev. # 0

Página 3 de 12

1. PROPÓSITO

Un sistema de gestión energética basado en la norma ISO 50001 busca hacer un buen uso de la energía y reducir el consumo a través de la concientización del personal y la ejecución de planes de acción en la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel. Por lo que se requería un manual de gestión energética donde se especifique manera clara y concisa la información procesada, los requisitos necesarios y el plan de acción para la implementación, además de las acciones de seguimiento que debe realizar la alta dirección y el comité responsable para verificar que la implementación del manual se lleve a cabo de manera correcta y efectivamente.

2. ALCANCE

Este manual de Sistema de gestión energética busca describir los requisitos de la Norma ISO 50001, sirviendo como guía al personal interesado.

3. DEFINICIONES

- **Energía**
Electricidad, combustibles, vapor, calor, aire comprimido y otros medios similares.
- **Eficiencia energética**
Proporción u otra relación cuantitativa entre un desempeño, los resultados de servicios, las salidas de bienes o energía y las entradas de energía.
- **Desempeño energético**
Resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, uso y consumo de energía.
- **Consumo de energía**
Cantidad de energía utilizada.
- **Uso de energía**
Forma o tipo de aplicación de la energía.
- **Mejora continua**
Proceso recurrente que tiene como resultado una mejora en el desempeño energético y en el sistema de gestión de la energía.

Elaborado por: Gladys Vega	Revisado por:	Aprobado por: Hna. Carmen Cadena
Cargo: Autor del proyecto	Cargo:	Cargo: Directora



MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA

M-SGE

Fecha Revisión:

Rev. # 0

Página 4 de 12

- **Línea de base energética**
Referencia cuantitativa que proporciona la base de comparación del desempeño energético.
- **Caracterización energética**
Procedimiento de análisis para evaluar la eficiencia con que la Unidad Educativa administra y usa la energía en sus actividades, y que permite evaluar la situación energética actual; determinando los principales problemas presentados en cuanto al consumo energético real y los posibles puntos de desperdicio energético.
- **Gestión**
Coordinación de recursos para conseguir los objetivos.

Elaborado por: Gladys Vega	Revisado por:	Aprobado por: Hna. Carmen Cadena
Cargo: Autor del proyecto	Cargo:	Cargo: Directora

	MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA	M-SGE
Fecha Revisión:	Rev. # 0	Página 5 de 12

4. INTRODUCCIÓN

La Unidad Educativa Hermano Miguel deberá efectuar el nombramiento del representante del sistema de Gestión de energía y como paso a seguir se conformará el comité de energía involucrando a todo el personal que cuenta con diversas habilidades lo que aportará un gran apoyo para la toma de decisiones, de manera que se puedan analizar todos los puntos de vista con el fin de mejorar la eficiencia energética en las diferentes áreas de trabajo, fortaleciendo y mejorando las expectativas del plan de gestión. El punto de partida para la planeación del sistema, fue la creación de la política de gestión energética donde la institución educativa asume el compromiso de implementar y mantener un sistema de Gestión de energía. Se identificó el inventario de cargas y los usos significativos de energía, se realizó la línea base de consumo energético basados en los históricos de consumos de energía de los años anteriores.

En este la organización ha identificado diferentes oportunidades a desarrollar que le permitirán a futuro optimizar el uso del recurso energético, mejorando los costos relacionados con el mismo, además de generar un ciclo de mejora continua.

La Unidad Educativa podrá generar a futuro las oportunidades de mejora continua para optimizar el uso de la energía y reducir costos.

5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTITUCIÓN

La escuela de la Unidad Educativa Particular “Hermano Miguel” se encuentra ubicada en la calle Clemente Yerovi y Av. Velasco Ibarra. Es una Institución de educación guiada por principios evangélicos, concretizados en el Ideario y Manual de convivencia, insiste principalmente en que la educación debe ser “personalizadora orientada a ayudar a los estudiantes a conocerse y a valorarse a sí mismos”. El personal que labora en la institución es: 33 docentes, 3 administrativos y 6 empleados de servicios generales.

6. REQUISITOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA

Con el fin lograr a futuro la implementación adecuada del SGE en la Unidad Educativa Hermano Miguel, se deberá identificar y documentar los requisitos que determina la norma ISO 50001.

Elaborado por: Gladys Vega	Revisado por:	Aprobado por: Hna. Carmen Cadena
Cargo: Autor del proyecto	Cargo:	Cargo: Directora



MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA

M-SGE

Fecha Revisión:

Rev. # 0

Página 6 de 12

6.1. REPRESENTANTE DE ALTA GERENCIA

Para la correcta implementación del SGE_n, la institución requiere que la dirección se comprometa y apoye la aplicación del mismo.

El representante de la dirección de la Unidad Educativa Hermano Miguel es la Hna. Carmen Cadena, quien ejerce el único cargo de dirección en la escuela. Para poder evidenciar el compromiso con el desarrollo del SGE_n se deberá firmar un Acta Compromiso. Ver Anexo 19.01

6.2. ALCANCE

El alcance del SGE_n se encuentra dirigido a todo el proceso académico que realiza la Unidad Educativa Hermano Miguel.

6.3. EQUIPO DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA

Para que el SGE_n se desarrolle correctamente en la institución educativa, es muy importante establecer un equipo de trabajo con diferentes conocimientos y habilidades, que involucre las áreas en las que se pueda actuar y tomar decisiones con respecto a los cambios del consumo de energía eléctrica y potenciales mejoras.

El equipo responsable de ejecutar el plan de gestión energética de la Unidad Educativa Hermano Miguel será elegido a través de la alta dirección y estará conformado por el siguiente grupo de docentes y trabajadores.

- Representante de la dirección
- 1 representante de la oficina de administración
- 2 representante de los docentes
- 1 representante de laboratorios
- 1 representante de servicios generales

Este equipo cuenta con diversas habilidades y conocimientos, permitirá la correcta toma de decisiones, pues con el trabajo en equipo se analizan todos los puntos de vista que puedan mejorar la eficiencia energética en las diferentes áreas de trabajo, de manera que se fortalezca y mejoren las expectativas del plan de gestión.

Elaborado por: Gladys Vega	Revisado por:	Aprobado por: Hna. Carmen Cadena
Cargo: Autor del proyecto	Cargo:	Cargo: Directora



MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA

M-SGE

Fecha Revisión:

Rev. # 0

Página 7 de 12

6.4. POLÍTICA ENERGÉTICA

Para establecer una declaración formal por parte de la Alta Dirección, es indispensable crear una política energética, que debe ser comunicada a toda la institución educativa. Además, debe ser apropiada con respecto al tamaño de la organización, su consumo de energía.

La política energética que se ha establecido dentro de la Unidad Educativa, será revisada periódicamente en las reuniones de revisión por alta dirección y en el caso que se requiera será actualizada satisfactoriamente. Esta política, se encuentra a disposición del personal en las carteleras de la parte administrativa y de todas las aulas de la institución y se muestra en el documento del Anexo 19.02.

7. PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA

7.1. REVISIÓN ENERGÉTICA

Como parte del proceso de planificación, se debe realizar una revisión energética en la Unidad Educativa Hermano Miguel, ya que es una de las etapas más relevantes en el SGE, como mínimo una vez al año, donde se busca identificar y actualizar:

- a) Usos significativos de energía
- b) Censo equipos

Recopilando dicha información en el formato del Anexo 19.03 **Levantamiento de Cargas**, y a través de un **Cuestionario de Entrada** (Anexo 19.04) para identificar aspectos como número de empleados y consumos históricos con el fin de identificar oportunidades de mejora.

7.2. LÍNEA DE BASE ENERGÉTICA

El desempeño energético de la institución se puede apreciar en el comportamiento reflejado en un periodo de tiempo específico, en este caso, la línea base de la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel se encuentra ajustada al periodo de 2015 al 2018, en la cual se evidencia el comportamiento que ha tenido la organización con respecto al consumo de energía eléctrica y producción. Con la línea de base definida, se permite analizar avances o ineficiencias en el desempeño energético de la organización. En la unidad educativa la línea de base energética se puede observar en el Anexo 19.05 **Línea de Base Energética**.

Elaborado por: Gladys Vega	Revisado por:	Aprobado por: Hna. Carmen Cadena
Cargo: Autor del proyecto	Cargo:	Cargo: Directora



MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA

M-SGE

Fecha Revisión:

Rev. # 0

Página 8 de 12

Hay que mencionar que esta línea se debe ajustar cada vez que se efectúen cambios significativos en la estructura de la edificación o en renovaciones tecnológicas que afecten el comportamiento de la misma.

7.3. INDICADORES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

Los indicadores de desempeño energético permiten tener un conocimiento de manera cuantitativa con respecto al consumo de energía en función del número de alumnos y personal.

La escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel se adoptó sólo un indicador para el SGE, según el uso significativo de energía más representativo. Sin embargo, la opción de crear nuevos indicadores queda abierta, según la necesidad que se presenta.

El control del indicador para el SGE:

INDICADOR DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO (IDEn)			
Área	Fuente de Energía	Indicador	Resultado
Aulas	Eléctrica	KWh/estudiante	Analizar el desempeño de la institución en función de la energía consumida por estudiante

7.4. OBJETIVOS, METAS Y PLANES DE ACCIÓN

En la planificación energética, se establecen objetivos y metas que contribuyan con el desempeño energético, estas se puedan ejecutar mediante actividades que influyan en la mejora continua. Es importante mencionar que están ligadas a la política energética.

Las metas y los objetivos de la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel se realizaron teniendo en cuenta los usos significativos de energía dentro de la institución, manteniendo como prioridad las áreas que consumen mayor energía, en este caso se centra en las aulas y laboratorios. Se proponen planes de acción que se muestran en el Anexo 19.06. **Plan de acción, objetivos y meta.**

8. IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN

Según los planes de acción definidos, la organización se encarga a proceder a la implementación y operaciones del Sistema de Gestión Energética.

Elaborado por: Gladys Vega	Revisado por:	Aprobado por: Hna. Carmen Cadena
Cargo: Autor del proyecto	Cargo:	Cargo: Directora



MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA

M-SGE

Fecha Revisión:

Rev. # 0

Página 9 de 12

8.1. COMPETENCIA, FORMACIÓN Y TOMA DE CONCIENCIA

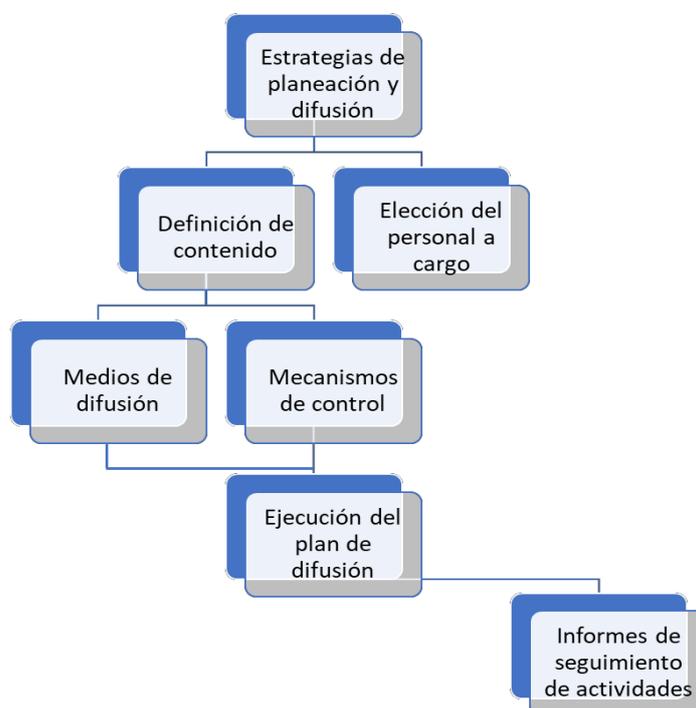
Para asegurar que los planes se ejecuten de forma satisfactoria, la institución debe asegurar que los responsables de las actividades cuenten con las habilidades para realizarlas. Por lo tanto, se deben identificar las necesidades en la formación de los encargados con el propósito de satisfacerlas.

La escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel debe tener en cuenta la formación de los miembros del comité del SGE, con el fin de contar con miembros altamente competitivos en los conocimientos requeridos. Se deberá capacitar a los miembros del comité en el caso que se requiera.

8.2. COMUNICACIÓN

La difusión del plan de gestión se debe realizar internamente, con el fin de que el personal de la institución conozca los beneficios que trae la implementación del SGE y que todos hagan parte del cambio positivo de la unidad educativa. En cuestiones de comunicación externa, la organización es libre de comunicarla o no.

La comunicación interna se encuentra en el Anexo 19.07. **Mecanismos de difusión del SGE al interior de la empresa.** A continuación, se puede apreciar el mecanismo de trabajo que se busca implementar dentro de la organización para obtener una correcta difusión de la información.



Elaborado por: Gladys Vega	Revisado por:	Aprobado por: Hna. Carmen Cadena
Cargo: Autor del proyecto	Cargo:	Cargo: Directora



MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA

M-SGE

Fecha Revisión:

Rev. # 0

Página 10 de 12

8.3. DOCUMENTACIÓN Y CONTROL DE DOCUMENTOS

Se debe mantener un control de todos los documentos que integren el SGEN, con el fin de mantener la correcta manipulación de los mismos, además, identificar modificaciones que se puedan realizar.

8.4. CONTROL OPERACIONAL

Para que el SGEN cuente con un control en el consumo de energía, es de vital importancia identificar las áreas/servicios que se encuentren relacionados con los usos significativos de energía. Determinando pautas de operación y un correcto mantenimiento de las máquinas y equipos de las instalaciones.

8.5. DISEÑO

Es de gran importancia que la institución esté dispuesta a considerar mejoras en el diseño de nuevas instalaciones de la organización, modificaciones o renovación en equipos que afecten el desempeño energético.

8.6. AQUISICIÓN DE SERVICIOS, PRODUCTOS Y EQUIPOS

Para mantener un control de los equipos que se adquieran en la institución educativa, se debe tener en cuenta el criterio energético con el fin de que cualquier equipo que consuma energía se pueda controlar y regir bajo los rangos mínimos de eficiencia.

9. VERIFICACIÓN

En esta etapa del SGEN se permite definir los mecanismos que ayudan a garantizar la eficiencia de la operación del sistema, con el fin de conocer si los procesos establecidos están cumpliendo, teniendo en cuenta las mediciones y análisis.

9.1. SEGUIMIENTO, MEDICIÓN Y ANÁLISIS

Cuando se implemente el SGEN, la organización debe contar con un plan de seguimiento y medición, con el fin de analizar el desempeño energético de la organización. Además, es importante contar con evidencias y registros en el cual se observen los resultados de las mediciones que se realicen.

9.2. AUDITORÍAS INTERNAS

Las auditorías internas permiten conocer el estado del SGE y su grado de cumplimiento. Igualmente, se debe determinar una frecuencia de revisión con

Elaborado por: Gladys Vega	Revisado por:	Aprobado por: Hna. Carmen Cadena
Cargo: Autor del proyecto	Cargo:	Cargo: Directora

	MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA	M-SGE
Fecha Revisión:	Rev. # 0	Página 11 de 12

el fin verificar el estado de las acciones mediante un plan de auditorías. Es importante que este proceso se realice de manera imparcial.

Para realizar las dichas auditorias se siguiere el siguiente formato.

9.3. NO CONFORMIDADES

La organización cuenta con un procedimiento de acciones correctivas y mejora, el cual garantiza que se defina e implementan las acciones necesarias, con base en los resultados de la supervisión y medición de la eficacia del SGE, de las auditorías y de la revisión por la alta dirección. Las acciones están orientadas a:

- a) Identificar y analizar las causas fundamentales de las no conformidades
- b) La aceptación, planificación, aplicación, comprobación de la eficacia y documentación de las medias preventivas y correctivas.

Todas las acciones preventivas, correctivas y de mejora, se documentan y son difundidas a todos los niveles pertinentes, se asignan responsables y fechas de cumplimiento, el Anexo 19.08. **Registro de acción preventiva, correctiva y/o mejoramiento.**

10. REVISIÓN POR ALTA GERENCIA

La Alta dirección de la empresa evaluará el SGE conforme con las modificaciones en los procesos, la supervisión y medición de los resultados, las auditorías y demás informes que permitan recopilar información sobre su funcionamiento.

Esta revisión permitirá:

- a) Evaluar el cumplimiento de los planes de acción y su cronograma
- b) Evaluar las estrategias implementadas y determinar si son efectivas para lograr los resultados deseados.
- c) Analizar la necesidad de realizar cambios en SGE, incluida la política y sus objetivos
- d) Analizar la suficiencia de los recursos asignados, para el cumplimiento de los resultados esperados

Elaborado por: Gladys Vega	Revisado por:	Aprobado por: Hna. Carmen Cadena
Cargo: Autor del proyecto	Cargo:	Cargo: Directora



MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA

M-SGE

Fecha Revisión:

Rev. # 0

Página 12 de 12

f) Aportar información sobre nuevas prioridades y objetivos estratégicos de la organización, que puedan ser insumos para la planificación y la mejora continua.

11. BIBLIOGRAFIA

[1] ISO 50001:2011, Sistemas de Gestión de la Energía - Requisitos con orientación para su uso.

12. CONTROL DE MODIFICACIONES

REV	FECHA DE REVISION	DESCRIPCION DEL CAMBIO

Elaborado por: Gladys Vega	Revisado por:	Aprobado por: Hna. Carmen Cadena
Cargo: Autor del proyecto	Cargo:	Cargo: Directora

ANEXO 19.01. Compromiso de la dirección

CARTA DE COMPROMISO DE LA DIRECCIÓN

Yo Hna. Carmen Cadena en calidad de directora de la escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel me comprometo a brindar todo el apoyo logístico y económico que se requiere para implementar, mantener y mejorar continuamente el sistema de gestión de la energía (ISO 50001) como herramienta que permita garantizar la eficiencia energética de los procesos académicos.

Como principal responsable de la gestión de energía y líder del equipo de Gestión de la energía se desempeñará el/labajo el cargo de Docente. Así mismo en caso de ausentarme de la institución el/la.....será mi suplente.

Cordialmente

Hna. Carmen Cadena
DIRECTORA - ESCUELA



ANEXO 19.02. Política Energética

POLITICA ENERGÉTICA

La escuela de la Unidad Educativa Hermano Miguel siendo conscientes del uso significativo de la energía, está comprometida a mantener y revisar periódicamente el Sistema de Gestión de energía en el desarrollo de las actividades académicas, promoviéndolo con nuestros docentes y trabajadores.

OBJETIVOS DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA

- Comprometer a las autoridades a utilizar eficientemente la energía eléctrica en sus instalaciones con el propósito de minimizar costos de consumo.
- Crear programas de capacitación a los docentes sobre el uso racional de la energía eléctrica.
- Incluir en el pensum académico temas dirigidos a los estudiantes sobre el ahorro y consumo racional de la energía.
- Documentar la participación, información y comunicación de la Unidad Educativa en el uso de buenos hábitos energéticos con el fin de conseguir una mejora continua en el desempeño energético.
- Conceder el apoyo a las diferentes áreas de la Unidad Educativa mediante el abastecimiento y facilidad de los recursos necesarios que permitan el cumplimiento y desarrollo de la política energética.

ANEXO 19.03. Inventario de cargas

AREA	CARGA	#	P. UNIT W	P. TOTAL W
25 aulas	Fluorescentes 2x40	150	80	12000
	Grabadora	25	30	750
	Proyectores	25	500	12500
	Parlantes	25	20	500
Laboratorios de computación	Fluorescentes 2x40	12	80	960
	Computadoras	40	300	12000
	Proyector	2	500	1000
	Parlantes	2	20	40
Salón de Música	Fluorescentes 2x40	6	80	480
	Piano	1	10	10
	Amplificador	1	150	150
Laboratorio de Ciencias	Fluorescentes 2x40	6	80	480
	Proyector	1	500	500
	Parlantes	1	20	20
Inspección	Fluorescentes 2x40	2	80	160
	Computadora	1	300	300
Sala de Prof.	Fluorescentes 2x40	6	80	480
Administración	Fluorescentes 2x40	4	80	320
	Computadoras	3	300	900
	Impresoras multifunción	3	78	234
	Impresora matricial	1	30	30
Pasillos y grad	Fluorescentes comp 20W	87	20	1740
Baños	Fluorescentes comp 20W	12	20	240
Patio	Lámp. de vapor de Na	9	150	1350
Auditorio	Camp. de vapor de Na	6	400	2400
CARGA TOTAL INSTALADA				49554

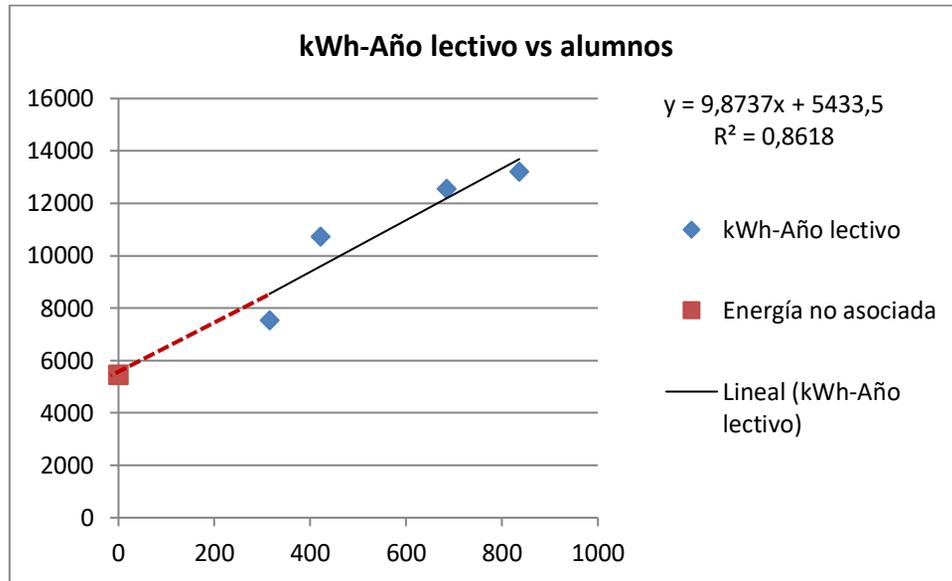
ANEXO 19.04. Cuestionario de entrada

CUESTIONARIO DE ENTRADA	
Fecha	
Nombre de la Institución	
Dirección	
Año de creación	
Área de dedicación	

Número de empleados en total	
Administrativos	
Docentes	
Consumo promedio mensual	

EQUIPOS O MAQUINARIA		
Equipos	Cantidad	Fuente de energía
Equipos de computo		
Luminarias		
Equipos de oficina		

Anexo 19.05. Línea de Base Energética.





Evaluación de cumplimiento de objetivos y metas

Fecha Revisión

Rev. #0

Pag 1 de 1

Objetivo	Meta	Estado	Observaciones	Fecha de cumplimiento
Reducir el consumo de energía	Eliminar el bajo factor de potencia con la instalación de un banco de capacitores			
	Reemplazar luminarias			
Promover la cultura del ahorro energético en los empleados	Diseñar y desarrollar programa de capacitación de 20 horas para el personal en métodos y técnicas de uso eficiente de la energía en la institución y el hogar			

ANEXO 10.06. Planes de Acción

Plan de Acción 1.

Objetivo: Reducir el consumo de energía								
Meta 1: Adquirir un banco de capacitores para eliminar el bajo factor de potencia								
Meta 2: Reemplazar luminarias en la institución								
Descripción		Actividades	Responsables	Fecha	Recursos Necesarios	Método de verificación	Método de evaluación del desempeño	Presupuesto /Año
PLAN DE ACCIÓN	Con el fin de implementar el plan de gestión energética, se ha planteado como objetivo la reducción del consumo de energía en las actividades académicas, mediante buenas prácticas	Adquisición de un banco de capacitores			Contrato	Especificaciones técnicas, orden de compra, entrega de equipo y verificación de funcionamiento	IDE de kWh/estudiante	
		Capacitación del equipo de gestión en el manejo eficiente de los equipos			10 horas	Registros		
		Reemplazo de luminarias en toda la institución			Contrato	Especificaciones técnicas, orden de compra, entrega de luminarias verificación de funcionamiento		

Plan de Acción 2

Objetivo: Promover la cultura del ahorro energético en los empleados de la Unidad Educativa Hermano Miguel								
Meta 3: Diseñar y desarrollar programa de capacitación de 20 horas para el personal de la Unidad Educativa Hermano Miguel en métodos y técnicas de uso eficiente de la energía en la institución y el hogar								
Descripción		Actividades	Responsables	Fecha	Recursos Necesarios	Método de verificación	Método de evaluación del desempeño	Presupuesto /Año
PLAN DE ACCIÓN	El ahorro energético es uno de los puntos más importantes a tratar en las instituciones educativas. Es necesario estimular la cultura energética del personal dentro de la unidad educativa para que se cumplan las buenas prácticas energéticas con el fin de promover el óptimo manejo de los equipos administrativos.	Sociabilización de la política energética a los empleados de la institución con el objetivo de promover el uso eficiente de la energía			2 horas	Registros	Cantidad de personas capacitadas sobre el total de empleados	
		Compromiso por parte del personal para cumplir los objetivos de la política energética			2 horas	Reducción de consumo de energía por áreas		
		Capacitación al personal sobre el correcto uso de la energía, alcance y usos significativos de energía			2 horas	Registros		\$ 50.00
		Elaboración de material de apoyo, que exprese el correcto uso computadores y luminarias.			10 horas	Registro mensual sobre el buen uso de los equipos electrónicos		\$ 50.00

Anexo 19.07. Mecanismos de difusión del SGE en al interior de la institución

	<p>MECANISMOS DE DIFUSIÓN DEL SGI AL INTERIOR DE LA INSTITUCIÓN</p>	
<p>Fecha Revisión</p>	<p>Rev. #0</p>	<p>Pag. 1 de 1</p>

Elemento a comunicar	Personal de la organización a quién se comunicará	Medio	Personal externo a quien se comunicará	Responsable de la comunicación
<p>Consumo significativo en las aulas, parte administrativa y laboratorios</p>	<p>Líder del equipo de gestión</p>	<p>Virtual Charla de Sensibilización</p>	<p>Personal de la institución</p>	
<p>Cultura energética</p>	<p>Personal de la Unidad Educativa Hermano Miguel</p>	<p>Carteles Virtual Charlas Audiovisual Capacitaciones</p>	<p>Personal de la institución</p>	

Anexo 19.08. Registro de Acción correctiva y/o de mejora

	REGISTRO DE ACCIÓN CORRECTIVA Y/O DE MEJORA	
Fecha Revisión		Pag. 1 de 1

Fecha: D__ M__ A__ Proceso: _____ Consecutivo _____

Detectada en: Auditorían N°: _____ Cliente: _____ Otro: _____

Tipo de Acción: Acción Correctiva: _____ Acción de mejora: _____

DESCRIPCIÓN			
Informado por:		Cargo:	
POSIBLE CAUSA O RAZÓN			
CAUSA RAÍZ:			
ACCIÓN INMEDIATA			
Responsable:		Cargo:	
PLAN DE ACCIÓN			
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FECHA DE CUMPLIMIENTO	SEGUIMIENTO
Responsable del seguimiento del Plan de Acción		Cargo:	Fecha:
VERIFICACIÓN DE LA EFICACIA			
Responsable:		Cargo:	Fecha:
ANEXOS:			