

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA**



**“EVALUACIÓN MEDIANTE AUDITORÍA ENERGÉTICA DEL
SISTEMA ELÉCTRICO EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE JAÉN”**

PRESENTADO POR:

Bach. Joel Chumacero Castillo

Bach. Anderson Paul Paredes Hidalgo

ASESOR

Ing. Eduar Jamis Mejía Vásquez

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

Jaén, junio de 2019



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la Sala de Docentes del Local Académico de la sede Central de la Universidad Nacional de Jaén ubicado en el distrito de Jaén de la provincia de Jaén, siendo las 14:00 del día 19 de Junio del año **2019**, se reunieron los docentes: **Mg. Doris de la Caridad Vasconcellos Vilató (Presidente)**, **M. Sc. Freddi Roland Rodríguez Ordoñez (Secretario)**, **M. Sc. Leonardo Damián Sandoval (Vocal)**, en condición de integrantes del Jurado Evaluador del Informe Final del Trabajo de Tesis intitulado: "**Evaluación mediante auditoría energética del sistema eléctrico en el campus de la Universidad Nacional de Jaén**", cuyos autores son los Bachilleres en Ingeniería Mecánica y Eléctrica **Anderson Paul Paredes Hidalgo y Joel Chumacero Castillo** y Asesor Ing. **Eduar Jamis Mejía Vásquez**, con el propósito de proceder a la sustentación y defensa de dicha tesis.

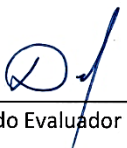
Luego de la sustentación y defensa de la Tesis, el Jurado Evaluador **ACORDÓ:** Aprobar por Unanimidad a los Bachilleres de Ingeniería Mecánica y Eléctrica **Anderson Paul Paredes Hidalgo y Joel Chumacero Castillo**, obteniendo la siguiente calificación y mención:

Nota en escala vigesimal		Mención
Números	Letras	
20	Veinte	Excelente

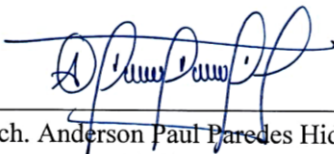
En señal de conformidad, se procede a la firma de la presente acta en 03 ejemplares.


Presidente Jurado Evaluador


Secretario Jurado Evaluador


Vocal Jurado Evaluador

**“EVALUACIÓN MEDIANTE AUDITORÍA ENERGÉTICA DEL
SISTEMA ELÉCTRICO EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE JAÉN”**


Bach. Anderson Paul Paredes Hidalgo
TESISTA


Bach. Joel Chumacero Castillo
TESISTA


Ing. Eduar Jamis Mejía Vásquez
ASESOR

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

Aprobado por el siguiente jurado:


Mg. Doris de la Caridad Vasconcellos Vilató
PRESIDENTE


M. Sc. Freddi Roland Rodríguez Ordoñez
SECRETARIO


M. Sc. Leonardo Damián Sandoval
VOCAL

AGRADECIMIENTO

A la plana docente de la Universidad Nacional de Jaén, quienes día a día se han esforzado por brindarnos una formación sólida, con principios para ser profesionales competitivos en un mundo globalizado, en particular al Ing. Eduar Jamis Mejía Vásquez, asesor de tesis quien nos han orientado para poder culminar el presente trabajo de investigación denominado “Evaluación Mediante Auditoría Energética del Sistema Eléctrico en el Campus de la Universidad Nacional de Jaén”.

Al Presidente de Comisión Organizadora y Administrativos de la Universidad Nacional de Jaén, por habernos brindado la autorización para desarrollar el presente trabajo de investigación en sus instalaciones, también agradecemos a todos los colaboradores de los diversos departamentos involucrados que nos han prestado las condiciones necesarias para desarrollarlo con normalidad. También agradecemos a la concesionaria Electro Oriente S.A. por su apoyo con el equipo analizador de redes, el cual fue muy importante para el desarrollo del proyecto de tesis.

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación lo dedico a Dios por los días de vida, a mis padres Amado Chumacero y Haydee Castillo por brindarme su apoyo incondicional y por su dedicación, mis hermanos y a todas las personas que creyeron en mí y me brindaron su apoyo incondicional para poder lograr mis metas y objetivos propuestos.

Joel Chumacero Castillo

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mis padres, Teobaldo Paredes Delgado y Sara Hidalgo Tarrillo, por haberme brindado su apoyo incondicional en los momentos que más lo requerí, a mis hermanos que siempre confiaron en todas mis propuestas planteadas en mi camino y gracias a todos ellos he podido lograr mi objetivo.

A mi esposa e hija por haberme siempre dado el cariño, amor y la fuerza para cumplir mis propuestas trazadas y poder ser una persona responsable y capaz de lograr grandes éxitos en la vida.

Anderson Paul Paredes Hidalgo

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA.....	v
INDICE.....	vii
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problemática.	2
1.2. Formulación del problema.	2
1.3. Objetivos.	2
1.3.1. Objetivo general.....	2
1.3.2. Objetivos específicos.	3
1.4. Hipótesis.	3
1.4.1. Formulación de hipótesis	3
1.5. Justificación e importancia.	3
1.5.1. Justificación técnica	3
1.5.2. Justificación social	3
1.5.3. Justificación económica	4
1.5.4. Justificación ambiental.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. Antecedentes históricos de la investigación.	5
2.2. Bases teóricas conceptuales	7
2.2.1. Energía eléctrica.....	7
2.2.2 Potencia eléctrica.....	7
2.2.3. Auditoría energética.....	8
2.2.4. Para que realizamos una auditoría	8
2.2.5. Tipos de auditoría	8
2.2.6. Procedimiento para realizar una auditoría en una institución o entidad	10
2.2.7. Ahorro energético	12
2.2.8. Formas de ahorrar energía	12
2.2.9. Evaluación tarifaria.....	13

2.2.10. Evaluación económica	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1. Tipo investigación empleada.	16
3.2. Materiales.....	16
3.3. Metodología	17
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	37
4.1. Elaborar un inventario energético de equipos consumidores de energía eléctrica.....	37
4.2. Analizar los consumos el estado situacional de las instalaciones eléctricas.....	42
4.2.1. Reconocimiento del sistema eléctrico de la Universidad Nacional de Jaén...	42
4.2.2. Evaluación de las facturas de suministro de energía eléctrica	43
4.2.3. Recopilación de datos del consumo de energía eléctrica	43
4.3. Proponer las mejoras y las medidas para la mejora de la eficiencia energética de las instalaciones eléctricas	50
4.4. . Evaluación económica del proyecto	55
V. CONCLUSIONES	56
VI. RECOMENDACIONES.....	57
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
ANEXOS	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Inventario de cargas eléctricas de iluminación.....	18
Tabla 2. Inventario de componentes eléctricos y electrónicos	19
Tabla 3. Inventario de equipos de laboratorios	19
Tabla 4. Inventario de equipos de aire acondicionado y refrigeración.....	21
Tabla 5. Opción Tarifaria MT2	23
Tabla 6. Indicadores eléctricos.....	25
Tabla 7. Facturación con tarifa MT2.....	26
Tabla 8. Facturación con tarifa BT3.....	26
Tabla 9. Carga total de equipos de iluminación	27
Tabla 10. Nivel de iluminación de los ambientes.....	29
Tabla 11. Compra de suministros y montaje mecánico de equipos.....	34
Tabla 12. Flujo de caja proyectado.....	35
Tabla 13. Cálculo del valor anual neto.....	36
Tabla 14. Tasa Interna de Retorno.	36
Tabla 15. Cargas eléctricas de la Universidad Nacional de Jaén.	37
Tabla 16. Consumo de energía del día 29/04/19.	38
Tabla 17. Cálculo y evaluación del sistema de aire acondicionado	48
Tabla 18. Comparación de precios de opción tarifaria.....	50
Tabla 19. Cambio de tubo fluorescentes por tubo LED.	51
Tabla 20. Cambio de lámparas de VAPS por lámparas LED.....	51
Tabla 21. Cuadro comparativo referente al consumo de energía eléctrica.....	52
Tabla 22. Evaluación económica - tubo fluorescente – tubo LED.....	52
Tabla 23. Evaluación económica - Lámpara VAPS – lámpara LED	53
Tabla 24. Costo total de luminarias con tecnología LED.....	54
Tabla 25. Consumo de energía y potencia del día martes 23/04/2019.....	60
Tabla 26. Consumo de energía y potencia del día miércoles 24/04/2019.....	64
Tabla 27. Consumo de energía y potencia del día jueves 25/04/2019.	67
Tabla 28. Consumo de energía y potencia del día viernes 26/04/19.	70
Tabla 29. Consumo de energía y potencia del día sábado 27/04/2019.....	73
Tabla 30. Consumo de energía y potencia del día domingo 28/04/19.	76
Tabla 31. Consumo de energía y potencia del día lunes 29/04/2019.	79
Tabla 32. Coeficiente de reflexión.	90
Tabla 33. Coeficiente de utilización.....	90
Tabla 34. Coeficiente de mantenimiento.....	90
Tabla 35. Iluminancias para ambientes al interior.....	91
Tabla 36. Calidad de la iluminación por tipo de tarea visual o actividad.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación de equipos de iluminación.	28
Figura 2. Consumo de energía de los equipos instalados.	37
Figura 3. Diagrama de carga durante las 24 horas.	41
Figura 4. Evolución consumo de energía activa hora punta.	43
Figura 5 . Evolución consumo de energía activa hora fuera de punta.	44
Figura 6. Evolución consumo de energía activa total.	45
Figura 7. Consumo de energía reactiva.	46
Figura 8. Evolución de la facturación de los 12 últimos meses.	46
Figura 9. Diagrama de consumo de potencia del día miércoles 24/04/19.	63
Figura 10. Diagrama de consumo de energía del día miércoles 24/04/19.	63
Figura 11. Diagrama de consumo potencia del día miércoles 24/04/2019.	66
Figura 12. Diagrama de consumo de energía del día miércoles 24/04/2019.	66
Figura 13. Diagrama de consumo de potencia del día jueves 25/04/2019.	69
Figura 14. Diagrama de consumo de energía del día jueves 25/04/2019.	69
Figura 15. Diagrama de consumo de potencia del día viernes 26/04/19.	72
Figura 16. Diagrama de consumo de energía del día viernes 26/04/19.	72
Figura 17. Diagrama de consumo de potencia del día sábado 27/04/2019.	75
Figura 18. Diagrama de consumo de energía del día sábado 27/04/2019.	75
Figura 19. Diagrama de consumo de potencia del día Domingo 28/04/19.	78
Figura 20. Diagrama de consumo de energía del día Domingo 28/04/19.	78
Figura 21. Diagrama de consumo de potencia del día lunes 29/04/2019.	81
Figura 22. Diagrama de consumo de energía del día lunes 29/04/2019.	81
Figura 23. Señalización del área para instalación del Analizador de redes.	82
Figura 24. Instalación del analizador de redes.	82
Figura 25. Toma de datos de la potencia y consumo de energía eléctrica.	83
Figura 26. Retiro del analizador de redes.	83
Figura 27. Entruireds.	84
Figura 28. nhytrio.	84
Figura 29. Split de aire acondicionado utilizado en el inventario de equipos.	85
Figura 30. Equipo del sistema de aire acondicionado utilizado en el inventario de equipos.	85

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Medición de potencia y energía por día.....	60
Anexo 2. Panel fotográfico de trabajo de campo.....	82
Anexo 3. Certificado de calibración del analizador de redes.	86
Anexo 4. Recibo facturación de energía eléctrica emitido por la concesionaria Electro Oriente S.A.	88
Anexo 5. Tabla para evaluación del sistema de Iluminación.	90
Anexo 6. Iluminación recomendada según norma EM-010 del RNE.	91

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar mediante auditoría energética el sistema eléctrico en el campus de la Universidad Nacional de Jaén. Se desarrolló inventarios energéticos de equipos consumidores de energía eléctrica, también se evaluó el consumo eléctrico y el estado de las instalaciones eléctricas, además se han propuesto mejoras y medidas de actuación para la eficiencia energética, finalmente se realizó la evaluación económica. La investigación se justifica porque existe la necesidad de que se conozca el estado actual de las instalaciones y equipamiento eléctrico, así también determinar los niveles de consumo y proponer mejoras para el sistema eléctrico que permita brindar un servicio eficiente. Durante el desarrollo de la investigación se aplicó trabajo de campo y de gabinete para cada actividad: Los datos para el inventario de equipos se obtuvieron del área de patrimonio; para la potencia y energía diaria se obtuvieron del equipo analizador de redes instalado por Electro Oriente S.A; para la iluminación se obtuvieron mediante la toma de mediciones de luxómetro; también se analizó los datos de facturaciones para determinar la tarifa adecuada; se evaluó el sistema de aire acondicionado mediante el software Tecno Clima v2.0; para la evaluación económica se tuvieron en cuenta la inversión, ingresos y gastos; el proceso y análisis de la información se realizó mediante el programa Microsoft Excel. Los resultados indican que los equipos de mayor consumo de energía son los de refrigeración y de aire acondicionado; también se debe de cambiar a tarifa eléctrica a una MT2; Además se debe cambiar los equipos de iluminación convencional a tecnología Light Emitting Diode (LED) y finalmente se concluye que la investigación es factible técnica y económicamente según la evaluación de los indicadores a favor de la Universidad con un VAN S/. 107 029,59, TIR de 38% y la Relación Costo Beneficio S/. 1,82 significa que se está esperando S/ 1,82 en beneficios por cada S/ 1 de inversión a mediano plazo.

Palabras Clave: Auditoría energética, sistema eléctrico, energía eléctrica.

ABSTRAC

The objective of the research was to evaluate by means of an energy audit of the electrical system in the campus of the National University of Jaén. Energy inventories of electrical energy consuming equipment were developed, electrical consumption and the state of electrical installations were also evaluated, and improvements and action measures for energy efficiency have been proposed, finally the economic evaluation was carried out. The investigation is justified because there is a need to know the current state of the facilities and electrical equipment, as well as determine the levels of consumption and propose improvements for the electrical system that allows to provide an efficient service. During the development of the research, field and cabinet work was applied for each activity: The data for the equipment inventory were obtained from the heritage area; for the power and daily energy were obtained from the network analyzer equipment installed by Electro Oriente S.A; for illumination they were obtained by taking luxometer measurements; The billing data was also analyzed to determine the appropriate rate; the air conditioning system was evaluated using the Tecno Clima v2.0 software; the investment, income and expenses were taken into account for the economic evaluation; The process and analysis of the information was done through the Microsoft Excel program. The results indicate that the equipment with the highest energy consumption are refrigeration and air conditioning; you must also change the electricity tariff to an MT2; In addition, the conventional lighting equipment must be changed to technology Light Emitting Diode (LED) and finally it is concluded that the research is technically and economically feasible according to the evaluation of the indicators in favor of the University with a VAN S/. 107 029,59, TIR of 38% and the Cost Benefit Ratio S / . 1,82 means that S / 1,82 is expected in benefits for each S / 1 of investment in the medium term.

Keywords: Energy audit, electrical system, electric power.

I. INTRODUCCIÓN

La presente tesis es sobre una auditoría energética, que representa un estudio sistemático y organizado del uso de la energía con el propósito de evaluar medidas o acciones para tener un ahorro de energía y sirve para determinar la viabilidad técnica y económica de las propuestas.

El conocimiento de una empresa en cómo consigue la energía, como la consume en sus procesos de producción, la forma en que esta implica sus costos y la estipulación de las mejoras para la evaluación del sistema eléctrico, que disponen de los objetivos de una auditoría energética, ya que la energía eléctrica permite a una empresa alcanzar mayor desempeño en sus actividades. En Jaén las industrias e instituciones no apuestan por el ahorro de energía eléctrica, debido a esto es que se realizará una auditoría energética, para conocer el consumo de energía eléctrica en el Campus de la Universidad Nacional de Jaén y dónde ocurren los sobreconsumos, con vistas a incidir sobre estos.

Para la realización de la auditoría energética, se utilizó información recogida de la Universidad Nacional de Jaén, se tomaría en cuenta el horario de funcionamiento, las actividades que se desarrollan en las instalaciones, así como realizar una buena preparación y organización para el desarrollo del trabajo, también se realizó mediciones de los parámetros eléctricos, además se evaluaron las facturas del suministro de energía eléctrica y el análisis de los datos recolectados.

Actualmente el incremento de manera excesiva, del consumo de energía en una industria o institución, tiene como alternativa de solución entre otras, la utilización de tecnología LED, siendo un sistema de iluminación mucho más eficiente, ahorrativo y ecológico. También se debe considerar el uso de equipos más eficientes y las buenas prácticas del buen uso de la energía, así como la correcta distribución de carga en los bancos de condensadores. Así mismo el aire acondicionado debe estar correctamente calculado y ubicado según el tipo, los sistemas de refrigeración debidamente ubicados y garantizando una buena explotación, estos dos últimos son los mayores consumidores de energía. Teniendo en cuenta todo lo expuesto anteriormente, se logrará tener un ahorro económico y de energía eléctrica.

1.1. Problemática.

Actualmente la auditoría energética es una actividad rutinaria que realizan las grandes empresas; para (García, Cuadros y López, 2011) en su artículo manifiesta que la auditoría energética en España es considerada como un instrumento que permite que la empresa e instituciones reduzcan gastos de utilización y mantenimiento prestando un mejor servicio y que además permite la conservación medio ambiental.

Según, el Banco Interamericano para el Desarrollo BID (2017). En materia de eficiencia energética existen países de América Latina y el Caribe como México y Brasil que han institucionalizado y normado la regulación de la eficiencia energética tanto en el sector público como privado.

Actualmente en la Universidad Nacional de Jaén, no se han realizado auditorías energéticas para regular el consumo de energía eléctrica en sus instalaciones. Siendo un proceso de gran utilidad para diagnosticar el consumo de los equipos, además determinar el estado funcional permitiendo aplicar mantenimiento preventivo y correctivo; la auditoría energética permite minimizar los costos de facturación como también prestar un mejor confort a los usuarios e interactuar positivamente con el medio ambiente.

La auditoría energética permite recomendar la implementación de la mejor tecnología para hacer más eficiente con buenas prácticas y el buen uso de la energía, así como la correcta distribución de carga en los bancos de condensadores.

1.2. Formulación del problema.

¿Cómo interviene la auditoría energética para evaluar el sistema eléctrico en el campus de la Universidad Nacional de Jaén?

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo general.

Evaluar mediante auditoría energética el sistema eléctrico en el campus de la Universidad Nacional de Jaén.

1.3.2. Objetivos específicos

- Elaborar un inventario energético de equipos consumidores de energía eléctrica.
- Analizar los consumos eléctricos y el estado de las instalaciones eléctricas.
- Proponer las mejoras y medidas de actuación para la eficiencia energética de las instalaciones eléctricas.
- Analizar la viabilidad económica para realizar la auditoría energética.

1.4. Hipótesis.

1.4.1. Formulación de hipótesis

La evaluación mediante una auditoría energética permitirá disminuir el consumo de energía eléctrica en el Campus de la Universidad Nacional de Jaén.

1.5. Justificación e importancia.

1.5.1. Justificación técnica

Con la auditoría energética, se optimizará los diferentes sistemas eléctricos, a través de nuevas tecnologías, equipos más eficientes, hacer el uso racional de energía, lo cual conceptuaría un gran ahorro energético en el Campus de la Universidad Nacional de Jaén.

1.5.2. Justificación social

Es el aspecto social que se justifica, en realizar un uso eficiente aprovechando cada kW de energía eléctrica, lo cual permitirá redireccionar la energía eléctrica a aquellas localidades donde carecen de este servicio básico en nuestra localidad. Se dictará medidas que permitirán hacer el uso racional y responsable de la energía, promoviendo el ahorro energético en la sociedad, sin que se altere el confort de los trabajadores y alumnos de la Universidad Nacional de Jaén.

La presente investigación quedará como antecedente muy importante que servirá como base para otras investigaciones en el tema de ahorro de energía eléctrica en instituciones públicas y privadas.

1.5.3. Justificación económica

Se justifica económicamente por el incremento de las facturaciones realizadas en los últimos meses, lo cual incrementa los gastos en la Universidad Nacional de Jaén.

Una de las principales razones de las cargas añadidas, son el acondicionador de aire y el sistema de refrigeración en el campus de la Universidad Nacional de Jaén, el uso excesivo de estos por el clima caluroso de esta ciudad, el incremento del precio de kW, el cual ha sido afectado por el uso de combustibles fósiles para la producción de energía eléctrica. Con la auditoría energética, se logrará reducir costos, es decir, detectar los diferentes puntos de despilfarro de energía e implementando medidas y tener un consumo más eficiente ahorrando energía eléctrica. Con lo cual se logrará un considerable ahorro económico.

1.5.4. Justificación ambiental

Este presente estudio se justifica, ya que el uso de energía eléctrica es el factor que más contribuye al calentamiento global y su uso racional es obligatorio en toda empresa para tener sistemas más eficientes, con la auditoría energética se logrará controlar el consumo de energía y reducir el calentamiento global.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes históricos de la investigación

Según Cárdenas y Marcillo (2012) en su tesis sobre “Auditoría energética del Campus Sur de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito”, el objetivo principal fue realizar una auditoría energética eléctrica, con el fin de diagnosticar el estado actual del servicio eléctrico del campus, descubriendo sus falencias en caso de existir las. En la investigación se determinó que posee instalaciones eléctricas nuevas y buenas, por lo que los niveles de energía analizados son aceptables, además al observar los resultados del análisis económico concluye que el proyecto es viable y rentable.

Vintimilla y Paladines (2012) en su tesis “Auditoría eléctrica a la Fábrica de Cartones Nacionales CARTOPEL”, donde realizó un diagnóstico de la situación actual del consumo de energía eléctrica, un censo de todas las cargas más importantes y representativas, proponer alternativas de posibles soluciones para un uso eficiente de la energía. Se determinó que para mejorar la eficiencia no existe un método definido, se consigue con la combinación de algunas medidas desde la ejecución de programas de concientización, implementación de máquinas eficientes, mejoras de procesos productivos y reducción de pérdidas.

Núñez (2005) en un proyecto de investigación “Auditoría energética de la Escuela Politécnica del Ejército” cuyo objetivo fue realizar una metodología de una auditoría energética de los sistemas eléctricos con la finalidad de reducir costos de la planilla eléctrica por medio de la ejecución de propuestas fundamentadas de optimización del uso y administración de energía. Se determinó la reducción de las luminarias, sustituyendo 2 tubos de 40 W por 2 de 32 W, que permiten ahorrar un 30 por ciento de la energía para el mismo nivel de iluminación. De igual forma la sustitución de balastos electromagnéticos de 16 W por balastos electrónicos que consumen 1 a 2 W.

Como afirma Montero (2016) en su tesis “Propuesta de auditoría energética para reducir el consumo eléctrico en el área de producción de la empresa AMÉRICA”, su objetivo fue Elaborar una propuesta de auditoría energética para reducir el consumo eléctrico en el área de producción de la empresa América, Lima 2016. En la investigación se determinó que con respecto al inventario de carga se concluyó que los motores de las máquinas y equipos por su antigüedad, falta de mantenimiento preventivo, forma de operación, han dejado de ser eficientes lo cual no ayuda a mejorar el factor de carga.

Tello (2016) en su tesis “Modelo de auditoría energética para reducir el consumo de energía eléctrica en SENATI – Piura”, el objetivo fue realizar un diagnóstico del consumo de la energía eléctrica en SENATI - Piura, realizar un inventario de las cargas eléctricas, para establecer los consumos óptimos de energía y elaborar un análisis económico de la propuesta. Los valores de la evaluación económica para la auditoría que se está proponiendo son de un TIR de 35% Anual, un Valor Actual Neto de 13 249,58 Nuevos Soles y una relación beneficio costo de 1,52, indicadores que hacen viable económicamente la propuesta.

Según Delgado (2016) en su investigación “Propuesta de auditoría energética para reducir el consumo de energía eléctrica, empresa Agribrands Purina, Pimentel 2016”, cuyo objetivo fue diagnosticar el consumo actual de energía eléctrica en Agribrands Purina, para mejorar el consumo energético a través de nuevas tecnologías obteniendo mejores resultados de producción. Se concluyó que se estableció propuestas de mejora para realizar un óptimo uso de la energía eléctrica, utilizar equipos de iluminación más eficientes y menos contaminantes al medio ambiente, ya que en iluminación nos da un ahorro anual entre reflectores S/. 40 158,6 fluorescente S/. 15 886,92 de tecnología moderna que garantiza un uso eficiente y una elevada calidad de trabajo generando ahorros económicos.

Fiestas (2011) en su tesis “Ahorro energético en el sistema eléctrico de la Universidad de Piura – Campus Piura”, cuyos objetivos fueron presentar fundamentos teóricos y normativos del ahorro energético y la gestión tarifaria, presentar un ejemplo práctico de la aplicación de los conceptos de ahorro energético y gestión tarifaria mediante una auditoría energética, evaluar la rentabilidad del proyecto mediante una evaluación económica. La única manera que se puede ahorrar energía de manera constante a lo largo del tiempo es el mejoramiento del rendimiento eléctrico de la instalación y de las cargas, sin embargo, esto siempre traerá consigo una inversión económica.

Según Saldaña (2016) en su tesis “Auditoría energética para reducir el índice de consumo energético en el molino Los Cocos, Jaén 2016”, cuyo objetivo fue realizar una auditoría energética para determinar la situación energética del molino, obtener el balance energético global de los equipos e identificar las áreas que ofrecen potencial para ahorro de energía. Se determinó de acuerdo con los datos establecidos que no existe desbalance en las fases, considerando la intensidad de corriente que se grafican, en los anexos se puede apreciar que existe una variación máxima de 5 a 6 amperios. También se determinó estableciendo un coeficiente de uso de la energía según producción del molino, se logró disminuir un promedio de 0,04 kWh por quintal.

2.2. Bases teóricas conceptuales

2.2.1. Energía eléctrica

“Energía eléctrica a la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos, y que se utiliza para hacer funcionar los equipos eléctricos” (MINEM, 2011).

Irigoín (2016) señala que se denomina energía eléctrica a la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos A-B, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos cuando se los pone en contacto por medio de un conductor eléctrico. Se determina con la ecuación (1).

$$E = V * I * t \dots\dots\dots (1)$$

donde:

E: Energía eléctrica (Wh)

V: Voltaje (V)

I: Intensidad de corriente (A)

t: tiempo transcurrido (h)

2.2.2. Potencia eléctrica

Irigoín (2016) la potencia eléctrica equivale a la energía eléctrica que se produce en cada unidad de tiempo, se determina con la ecuación (2).

$$P = \frac{E}{t} \dots\dots\dots (2)$$

También se puede calcular con la ecuación (3).

$$P = V * I \dots\dots\dots (3)$$

2.2.3. Auditoría energética

La Auditoría Energética es un proceso que estudia y analiza los consumos energéticos de una instalación para diagnosticar la eficiencia de los sistemas y lograr encontrar medidas de ahorro de energía eléctrica en dicha instalación, así mismo estas alternativas deberán ser evaluadas económicamente para su aplicación (Cárdenas y Marcillo, 2012).

Para Cárdenas y Marcillo (2012) los objetivos de una auditoria energética son:

- Ahorrar la mayor cantidad de energía al menor costo.
- Definir una lista justificada de medidas de mejora encaminadas a un uso más racional de la energía.

2.2.4. Para que realizamos una auditoría.

Para Nuñez (2005) una auditoría se realiza para:

- Reducir los costos energéticos.
- Mejorar nuestra eficiencia energética.
- Ver la necesidad de tener instrumentos que nos den información real del consumo energético.
- Mediante el análisis estimar cuanto es el potencial de ahorro.
- Mediante las mediciones realizadas, conocer el estado en que se encuentra nuestra red de alimentación eléctrica.
- Elaborar el plan de acción de ahorro de energía.

2.2.5. Tipos de auditoría

Según Cárdenas y Marcillo (2012) las auditorias se pueden clasifican en:

a. Según la profundidad de la Auditoría

Diagnostico energético: “Análisis de la realidad de los sistemas eléctricos de una organización” (Cárdenas y Marcillo, 2012).

Auditoría energética: Estudio sobre el estado de las instalaciones, con las respectivas acciones de mejoras enfocadas al ahorro de energía, incluyendo un estudio económico de las mismas (Cárdenas y Marcillo, 2012).

Auditoría energética especial o en profundidad: Examina los aspectos anteriores incluyendo un estudio del proceso productivo, llegando incluso a proponer modificaciones muy importantes en dicho proceso (Cárdenas y Marcillo, 2012).

Auditoría energética dinámica y continua: se realiza de una manera continua, estando relacionado con la gestión energéticas en edificios (Cárdenas y Marcillo, 2012).

b. Según el campo de acción

- En el campo de la industria
- En edificios ya construidos

c. Otras formas de clasificación de las auditorías eléctricas

De inspección: Consiste en un reconocimiento en la industria o instalación para observar los sistemas instalados, el mantenimiento y operación de cada equipo existente, identificando en forma preliminar las oportunidades de ahorro de energía eléctrica. Ayuda a establecer un estudio más detallado y es la menos costosa (Cárdenas y Marcillo, 2012).

Auditoría eléctrica preliminar: Se basa en su experiencia del auditor para evaluar la información obtenida de su inspección visual que pueda facilitar un rápido diagnóstico de la situación eléctrica actual de la planta y con ello poder identificar los desperdicios de energía eléctrica. Al finalizar la auditoría se entregan las recomendaciones que puedan mejorar y lograr un sistema eléctrico más eficiente (Cárdenas y Marcillo, 2012).

Auditoría eléctrica detallada: Consiste en un estudio completo, donde se realizará toma de medidas para el análisis de las diferentes variables a tomar en cuenta para minimizar el consumo de energía eléctrica, también se realizará preguntas al personal que está más relacionado con la planta, además se realiza un análisis computacional con la información obtenida. Al concluir la auditoría se entregará un informe

detallado con sus respectivas recomendaciones donde se proporcionará el costo beneficio de implementar las propuestas de ahorro de energía en las instalaciones de la planta (Cárdenas y Marcillo, 2012).

2.2.6. Procedimiento para realizar una auditoría en una institución o entidad.

La ejecución práctica de una auditoría energética debe seguir una cierta secuencia. A continuación, se enumera las etapas fundamentales a seguir para el desarrollo de una auditoría energética:

a. Recolección de información básica e inventario general de la instalación.

Núñez (2005) afirma que la recolección de información e inventariado general se hace de la siguiente manera:

- Identificación del proceso productivo y/o áreas principales.
- Identificación de las fuentes de energía.
- Identificación de los consumidores de energía, capacidad instalada y horas de operación.
- Información histórica de las facturas de los suministradores de energía.

b. Elaborar balances de energía.

Como señala Núñez (2005) la distribución de energía se plantea de la siguiente manera:

- Toma de datos.
- Registros y mediciones puntuales.
- Las diferentes formas de energía que entran o salen del sistema deben estar referidas a un mismo periodo de tiempo y expresadas en las mismas unidades.
- Los balances deben regirse por el principio de que la energía que se aporta al sistema es idéntica a la que éste cede.

c. Determinar la incidencia del consumo de energía.

Núñez (2005) indica que para la determinación de la incidencia del consumo de energía se debe realizar para cada equipo o grupo de equipos en el consumo de energía total y por lo tanto en el costo total.

d. Obtener índices de consumo de energía.

Según (Nuñez, 2005) es posible utilizar otros instrumentos para determinar la eficiencia energética:

- Consumo específico de energía.
- Factor de carga.

e. Determinar los potenciales de ahorro de energía.

Para Nuñez (2005) la determinación de los potenciales de ahorro de energía se realiza por equipos, áreas o centros de costos, mediante una evaluación técnica detallada en los diferentes campos:

- **Sistemas eléctricos:** Evaluación de la transformación y distribución, cargas eléctricas, generación propia.
- **Sistemas mecánicos:** Evaluación de sistemas de aire comprimido, sistemas de bombeo, sistemas de manejo de aire, manejo de materiales sólidos.
- **Sistemas térmicos:** Generación de vapor, sistemas de recuperación de calor, residual, redes de distribución de fluidos térmicos, sistemas de refrigeración y aire acondicionado, hornos industriales, sistemas de quemadores, etc. (Nuñez, 2005).

f. Identificar medidas apropiadas de ahorro de energía.

Nuñez (2005) indica que después de realizar los pasos anteriores, se analiza toda la información recopilada con el fin de identificar las medidas de ahorro de energía, las que pueden ser de dos tipos:

- **De operación y mantenimiento (a corto plazo):** Son de fácil aplicación, sin ninguna inversión y consisten en adoptar medidas simples como el apagado de luces innecesarias, mantenimiento previo y correctivo de motores e instalaciones eléctricas. Los estudios similares a esta han demostrado que pueden reducirse el costo energético en un 10% con la adaptación de estas medidas (Nuñez, 2005).
- **Medidas intensivas (a largo plazo):** Son medidas que requiere capital y su tiempo de recuperación del mismo de varios meses o años. Estas medidas proponen la implementación de nuevas tecnologías o equipos avanzados que consumen menos

cantidad de energía eléctrica y que debido a su alta eficiencia inciden en menores pérdidas que los equipos convencionales (Nuñez, 2005).

g. Evaluación de los ahorros de energía en términos de costos.

Nuñez (2005) considera que se realiza una evaluación económica y financiera que permite hacer un análisis de los montos requeridos para poner en práctica las recomendaciones de la auditoría.

2.2.7. Ahorro energético

Fiestas (2011) indica que, el ahorro energético es la gestión adecuada del consumo de los diferentes tipos de energía. El objetivo del ahorro energético es ahorrar energía, lo cual brinda lo siguiente:

a. Disminuir los costos por consumo de energía

Fiestas (2011) describe que, si se tiene en cuenta la reducción del consumo energético, se logrará disminuir los precios por consumo de energía. Dependiendo de la situación y la gestión que se efectúe, se logrará conseguir ahorros económicos considerables. Así mismo por la escasez de hidrocarburos para la producción de energía, los costos de kW están aumentando, ya que los exportan de otros países, lo cual trae aumento de los costos de energía, por lo que el ahorro energético es indispensable económicamente.

2.2.8. Formas de ahorrar energía

El ahorro energético estará centrado en los sistemas de utilización eléctrica. Acorde con la investigación, las formas de realizar un ahorro energético son:

a. Mejora del rendimiento de los equipos.

Fiestas (2011) manifiesta que la necesidad de mejora del rendimiento depende de las dimensiones de la carga y el tiempo de trabajo. El tener un equipo de alta eficiencia se hace necesario cuando este trabaje a gran cantidad de tiempo y consume una gran potencia, las formas para lograr que los equipos que funcionan en base a la electricidad presenten un mayor rendimiento son:

- a) Dimensionamiento adecuado
- b) Realizar el mantenimiento respectivo

- c) Utilizar equipos que tengan un mayor rendimiento

b. Mejorar rendimiento de la instalación eléctrica.

Fiestas (2011) indica que, para lograr mejorar el rendimiento de una instalación eléctrica se debe tener en cuenta lo siguiente:

- a) Adecuado dimensionamiento de conductores.
- b) Compensación de energía eléctrica.
- c) Evitar fugas a tierra.

c. Utilizar equipos racionalmente adecuados.

Fiestas (2011) señala que, luego de haber mencionado el aumento del rendimiento de los equipos eléctricos y del aumento del rendimiento de una instalación eléctrica, esta medida permite tener un ahorro energético, con la respectiva reducción costos, de una manera fácil, eficaz, eficiente y sobre todo sin inversión inicial. Esto se resume en una sola frase “Utilizar energía eléctrica solo cuando sea necesaria”.

2.2.9. Evaluación tarifaria

Teniendo una adecuada gestión energética pero una mala gestión tarifaria se puede perder mucho dinero, ya sea por una mala selección de tarifa o un error en la medición de parámetros eléctricos, los costos pueden incrementar el pago de facturación de consumo de energía eléctrica consumiendo la misma cantidad de energía (Fiestas, 2011).

Para realizar una correcta gestión tarifaria eléctrica se debe tener en cuenta lo siguiente:

- a. Evaluación de la correcta facturación.
- b. Evaluación del contrato de energía eléctrica.
- c. Gestión de los consumos de energía y de potencia.

2.2.10. Evaluación económica

Flujo de caja: Son los ingresos y egresos del dinero de un proyecto determinado. Además, se puede evaluar en el período de tiempo que se desee ya sea un mes, año o mucho más. Este flujo de caja permite evaluar la liquidez que tendrá el proyecto a lo largo del tiempo (Fiestas, 2011).

Tasa de interés: Es el valor por que se obtiene del cociente entre el monto que hay que pagar o cobrar por haber cedido dinero en una situación determinada y el monto cedido. Esta tasa de interés puede ser muy variable y depende de la economía del país, del banco, del tiempo en entregar el monto a pagar y sobre todo la posición de la entidad que entrega el dinero (Fiestas, 2011).

a. Indicadores de rentabilidad de un proyecto

Los indicadores de la rentabilidad más importantes son:

– El Valor Actual Neto (VAN):

Tapia y Gonzáles (2017) indica que este indicador permite traer al presente valores calculados en el futuro, y así poder compararlos. El valor actual neto se determina con la ecuación (4).

$$VAN = -K_0 + \sum_{i=1}^n \frac{fc_i}{(1+D)^i} \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

VAN: Valor Actual Neto.

K_0 : Inversión o capital inicial.

fc_i : Flujo de caja en el año i.

D : Tasa de descuento.

n: Número de periodos.

Mediante este indicador, podemos calcular cual es el beneficio que nos va a producir un proyecto, y de esta manera poder tomar la decisión de ejecutarlo o no. Para tomar esta decisión se asume que:

$VAN > 0$: El proyecto es rentable, por lo tanto, es aceptado.

$VAN < 0$: El proyecto generará pérdidas, por lo tanto, es rechazado.

– Tasa interna de retorno (TIR)

Para Tapia y Gonzáles (2017) la tasa de interés, que se obtiene haciendo que el VAN sea igual a cero. Para que el proyecto sea económicamente viable es necesario que la TIR sea mayor a la tasa de interés utilizada en el cálculo del VAN. La tasa de inversión de retorno (TIR) se determina con la ecuación (5).

$$0 = -K_0 + \sum_{i=1}^n \frac{f c_i}{(1+TIR)^i} \dots\dots\dots (5)$$

– **Relación beneficio – costo (B/C)**

Para Tapia y Gonzáles (2017) la relación beneficio – costo es dividir los ingresos obtenidos por el proyecto en el presente y los egresos originados por el proyecto en el presente, tomando como referencia una tasa de actualización. Se determina con la ecuación (6).

$$\frac{B}{C} = \frac{VANB}{VANC} \dots\dots\dots (6)$$

Donde:

VANB: Valor Actual Neto de los beneficios.

VANC: Valor Actual Neto de los costos.

Para tomar una decisión, se toma en cuenta los siguientes criterios:

B/C > 1; El proyecto es rentable.

B/C < 1; El proyecto no es rentable.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo investigación empleada.

Por la naturaleza de los objetivos y la metodología utilizada en la presente investigación, es del tipo aplicada, con un nivel de investigación descriptiva y un diseño de investigación campo y gabinete (no experimental).

3.2. Materiales

3.2.1. Analizador de redes

Cortés (2011) señala que los analizadores de redes eléctricas son instrumentos de medida que miden directamente o calculan los diferentes parámetros eléctricos de una red, normalmente en baja tensión algunas reactivas, factor de potencia. En este caso utilizaremos un analizador de redes trifásico, debidamente calibrado. El equipo está compuesto por:

- El equipo registrador / analizador.
- Tres pinzas amperimétricas.
- Cuatro pinzas voltimétricas.

En la investigación se utilizó el analizador de redes A. EBERLE PQ BOX 100 Expert. El cual ha permitido registrar la potencia y la energía consumida diaria de la Universidad Nacional de Jaén.

3.2.2. Luxómetro

Cortés (2011) el luxómetro es un instrumento que permite medir la iluminancia o nivel de iluminación (lux) sobre una determinada superficie. Estos son equipos simples el analizador y sonda fotosensible.

En este caso se utilizó el luxómetro EXTECH INSTRUMENTS/ modelo 407026.

Características del luxómetro utilizado

- Pantalla: LCD súper grande de 36 mm.
- Gran alcance hasta 5 000 Fc 0 50 000 Lux.
- Sensor: Foto diodo de precisión y filtro para corrección de calor.
- Ajuste a cero: Botón pulsador.
- Retención de datos: Congela la pantalla.
- Apagado automático: Después de aproximadamente 10 minutos.
- Temperatura de operación: 0 a 50 C (32 F a 122 F).
- Humedad de operación: Máximo 80%.
- Completo con batería de 9V, foto sensor con tapa protectora, funda protectora y funda de bolsa.

3.2.3. Excel

Es un programa informático, el cual permite analizar los diferentes tipos de datos tomados por los equipos e instrumentos usados para las mediciones. Innovación y cualificación (2003) considera que es un programa que procesa datos numéricos y que permite obtener resultados en tiempo real, es una herramienta muy útil para las actividades que realiza el ser humano y se puede utilizar en “el mundo financiero, empresarial, educativo y doméstico”.

3.2.4. Software tecno clima V2.0

Es un software que se encuentra aprobado en la propiedad intelectual de la República de Cuba. Que permite calcular la energía térmica de un sistema de aire acondicionado del ambiente que se va a climatizar.

3.3. Metodología

Para realizar la evaluación mediante una auditoria energética del sistema eléctrico de la universidad nacional de Jaén, los datos para el inventario de equipos se obtuvieron del área de patrimonio de la universidad, así mismo las facturas de suministro de energía eléctrica.

También los datos de la potencia y energía diaria se obtuvieron del equipo de analizador de redes instalado en la universidad Nacional de Jaén durante una semana (7 días) por parte de electro oriente S.A. además los datos de iluminación se obtuvieron mediante la toma de

mediciones con el luxómetro. Luego con el programa informático Excel hicimos un análisis de cada uno de los datos obtenidos por los equipos de medición.

Una vez realizado el análisis: con los datos obtenidos de las facturaciones se realizó una evaluación del cambio de opción tarifaria de BT3 a MT2, en iluminación se hizo comparación con la norma EM-010 instalaciones eléctricas interiores para verificar si el nivel de iluminación es el adecuado en los ambientes de trabajo, con los datos de potencia y energía se verificó el consumo diario de la Universidad Nacional de Jaén, para luego dar las propuestas de mejoras para lograr reducir el consumo de energía eléctrica. También se realizó la evaluación del sistema de aire acondicionado mediante el software Tecno Clima v2.0 que se encuentra aprobado en la propiedad intelectual de la república de Cuba. Por último, se realizó una evaluación económica de las propuestas de mejoras para su implementación.

3.3.1. Elaboración del inventario energético de equipos consumidores de energía eléctrica.

Con el propósito de lograr el objetivo se elaboró un inventario energético de equipos consumidores de energía eléctrica como se detalla a continuación:

1. Inventarios de las cargas eléctricas de la Universidad Nacional de Jaén

Después de hacer la inspección de todas las áreas de la Universidad Nacional de Jaén, se empezó con la recolección de datos detallados, así como las facturaciones mensuales de los pagos económicos emitidas por Electro Oriente S.A., también se recolectó información de todos los equipos eléctricos y electrónicos, para así poder realizar el inventario de cargas eléctricas de todas las áreas del campus universitario.

En la tabla 1, se muestra el inventario de cargas eléctricas de iluminación.

Tabla 1
Inventario de cargas eléctricas de iluminación.

Iluminación						
Ítems	Descripción	Cantidad	Potencia (W)	Uso (horas/día)	Potencia instalada (kW)	Energía consumida (kWh/día)
1	Luminarias	560	50	8	28	224
2	Tubos fluorescentes	460	22	8	10,12	80,96
3	Reflectores	5	100	2	0,5	1
		Total			38,62	305,96

Fuente. Autoría propia.

Teniendo en cuenta la información brindada por la oficina de patrimonio del inventario de los equipos consumidores de energía con los que cuenta la Universidad Nacional de Jaén se muestra en la tabla 2, tabla 3 y tabla 4.

Tabla 2

Inventario de componentes eléctricos y electrónicos.

Componentes eléctricos y electrónicos						
Ítems	Descripción	Cantidad	Potencia (W)	Uso (hrs/día)	Potencia instalada (kW)	Energía consumida (kWh/día)
1	Computadoras	163	250	8	40,75	326
2	Laptops	56	35	2	1,96	3,92
3	Ventilador eléctrico de mesa o pie	65	75	6	4,875	29,25
4	Ventilador eléctrico de techo	12	150	6	1,8	10,8
5	Ventilador eléctrico de pared	59	45	6	2,655	15,93
6	Proyector	53	200	4	10,6	42,4
7	TV	3	50	24	0,15	3,6
8	Impresoras multifuncionales	31	600	8	18,6	148,8
9	Impresoras normales	40	300	8	12	96
10	Ploteador	1	200	4	0,2	0,8
11	Fotocopiadoras	13	350	8	4,55	36,4
12	Cámara de vigilancia	20	20	24	0,4	9,6
13	Minicomponentes	20	30	4	0,6	2,4
		Total			99,14	725,9

Fuente: Autoría propia. Data de la UNJ.

Tabla 3

Inventario de equipos de laboratorios.

Equipos de laboratorios						
Ítems	Descripción	Cantidad	Potencia (W)	Uso (hrs/día)	Potencia instalada (kW)	Energía consumida (kWh/día)
I. Laboratorio de Biología						
1.1	Autoclave horizontal	1	1 500	4	1,5	6

1.2	Estufa (incubadora)	1	330	24	0,33	7,92
1.3	Microscopio compuesto	5	20	8	0,1	0,8
1.4	Microscopio óptico	5	20	8	0,1	0,8
1.5	Estufa de secado	1	1 700	24	1,7	40,8
II. Laboratorio de Química						
2.1	Esterilizador	1	900	8	0,9	7,2
2.2	Centrifuga	1	40	8	0,04	0,32
2.3	Balanza analítica	1	12	6	0,012	0,072
2.4	Balanza analítica	1	4	6	0,004	0,024
III. Laboratorio de Tecnología Médica						
3.1	Autoclave	1	3 600	4	3,6	14,4
3.2	Incubadora de laboratorio	1	330	24	0,33	7,92
3.3	Incubadora horno esterilizador	2	2 000	24	4	96
3.4	Microscopio compuesto	4	20	8	0,08	0,64
3.5	Microscopio óptico	8	20	8	0,16	1,28
IV. Laboratorio de Ingeniería Industrias Alimentarias						
4.1	Licuada industrial	1	1 119	2	1,119	2,24
4.2	Licuada eléctrica	1	600	4	0,6	2,40
4.3	Destilador de agua	1	7 500	24	7,5	180,00
4.4	Estufa	1	740	4	0,74	2,96
4.5	Balanza electrónica	2	5	4	0,01	0,04
4.6	Balanza analítica	1	5	4	0,005	0,02
4.7	Cocina eléctrica	3	3 000	4	9	36,00
V. Laboratorio de Ingeniería Mecánica y Eléctrica						
5.1	Panel electrónico programable	2	1 500	2	3	6
5.2	Módulo electroneumático	1	340	4	0,34	1,36
5.3	Banco hidráulico	1	1 100	4	1,1	4,4
VI. Laboratorio de Ingeniería Civil						
6.1	Aparato de corte directo residual	1	5	8	0,005	0,04
6.2	Prensa para resistencia de concreto	1	4.5	6	0,0045	0,027
6.3	Horno eléctrico	1	2 000	24	2	48

VII. Laboratorio de Ingeniería Forestal y Ambiental						
7.1	Autoclave	1	3 000	6	3	18
7.2	Balanza de precisión	2	3,6	3	0,0072	0,022
7.3	Cocina eléctrica	2	3 000	2	6	12
7.4	Horno secador	1	5 000	8	5	40
Total					54,4867	537,68

Fuente: Autoría propia. Data de la UNJ.

Tabla 4

Inventario de equipos de aire acondicionado y refrigeración.

Inventario de equipos de aire acondicionado y refrigeración						
Ítems	Descripción	Cantidad	Potencia (W)	Uso (hrs/día)	Potencia instalada (kW)	Energía consumida (kWh/día)
1	Equipo de cortina de aire innovair	1	700	9	0,7	6,3
2	Equipo aire acondicionado portátil Electrolux 18000 BTU	2	2 900	9	5,8	52,2
3	Equipos para aire acondicionado tipo domestico 24000 BTU	5	3 600	10	18	180
4	Equipos para aire acondicionado tipo domestico york Split 24000 BTU	4	2 550	10	10,2	102
5	Equipos para aire acondicionado tipo domestico coldpoint Split 36000 BTU	2	5 600	10	11,2	112
6	Equipos para aire acondicionado tipo industrial coldpoint Split 60000 BTU	2	7 500	9	15	135
7	Equipos para aire acondicionado tipo industrial york Split 60000 BTU	4	7 500	16	30	480
8	Compresores de aire	2	1 864	2	3,728	7,456
9	Equipos de aire acondicionado tipo central coldpoint 60000 BTU	8	7 200	12	57,6	691,2

10	equipos para aire acondicionado tipo domestico Lennox 18000 BTU	1	3 150	4	3,15	12,6
11	equipos para aire acondicionado tipo domestico Electrolux 18000 BTU	1	2 900	4	2,9	11,6
12	Refrigeradoras	10	250	24	2,5	60
13	Mostradoras	2	200	24	0,4	9,6
14	Congeladora horizontal	1	2 200	24	2,2	52,80
15	Dispensador Eléctrico	14	350	24	4,9	117,6
16	Dispensador Agua Caliente -Helada	8	300	24	2,4	57,6
Total					170,678	2 087,956

Fuente: Autoría propia. Data de la UNJ.

3.3.2. Analizar los consumos y el estado situacional de las instalaciones.

Para lograr el objetivo es analizando el consumo y evaluando el estado de las instalaciones eléctricas. El análisis del consumo de energía eléctrica ha permitido conocer la manera como viene dando uso a la energía eléctrica y también para determinar los factores por el cual se está incrementando, permitirá tomar medidas o acciones para minimizar el consumo de energía eléctrica y hacer un uso más eficiente de la misma.

La evaluación del consumo de energía fue un paso muy importante para que se conozca cómo, cuanto y porque se incrementa el consumo de energía. Para lo cual se realizó las siguientes actividades:

- Reconocimiento previo del sistema eléctrico de la Universidad Nacional de Jaén.
- Evaluación de las facturas de suministro de energía eléctrica.
- Evaluación de las instalaciones de aire acondicionado.

3.3.3. Proponer las mejoras y medidas de actuación para la mejora de la eficiencia energética de las instalaciones eléctricas.

Se ha determinado las medidas para mejorar la eficiencia de las instalaciones eléctricas como se detalla a continuación.

3.3.3.1. Evaluación de la tarifa MT2 para remplazar a la tarifa BT3

Se realizó la evaluación tarifaria MT2 para sustituir a la tarifa BT3 que es la actual en el suministro de energía eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén.

Para usuario en media tensión

“Se considera usuario en media tensión (MT) aquellos que están conectados a la red cuya tensión de suministro es superior de un 1kV y menor a 30 kV” (MINEM, 2011).

Condiciones específicas de la aplicación

“Las condiciones de aplicación de las tarifas en el mercado eléctrico se encuentran sujetos a las condiciones que emite el Organismo Supervisor de la Inversión de Energía OSINERMIN en su resolución N° 206-2013.OS/CD” (MINEM, 2011).

a. Características de la Opción tarifaria MT2

MINEM (2011) las características de la opción tarifaria en media tensión MT2 se detalla en la tabla 5.

Tabla 5

Opción Tarifaria MT2.

Media Tensión		
Opción Tarifaria	Sistema y Parámetros de Medición	Cargos de Facturación
MT2		a) Cargo fijo mensual.
	Medición de dos energías y dos potencias activas (2E2P)	b) Cargo por Energía Activa en Punta
	Energía: Punta y Fuera de Punta	c) Cargo por Energía Activa Fuera de Punta
		d) Cargo por Potencia Activa de Generación
	Potencia: Punta y Fuera de Punta	e) Cargo por Potencia Activa de Distribución
	Medición de energía reactiva.	f) Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP
	Modalidad de facturación de potencia activa variable.	g) Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa

Fuente: Autoría propia. Data obtenida del MINEM (2011).

Esta tarifa está orientada a aquel usuario que cuentan con consumos reducidos de demanda en los periodos que son horas punta. También los precios de facturación para potencias son

diferentes si considera que los usuarios están en hora punta o bien en hora normal (MINEM, 2011).

A continuación, se explican los cargos que se facturan en la presente opción tarifaria.

a. Facturación de Energía Activa.

“Se establece por la máxima demanda mensual en horas punta y fuera de punta, se determinará en base al consumo registrado en dichos periodos multiplicado por el precio unitario en (S/. /kWh)” (MINEM, 2011).

b. Facturación del cargo por potencia activa de generación en horas punta.

“demanda máxima mensual en horas punta, multiplicado por el precio unitario de potencia activa de generación en horas punta” (MINEM, 2011).

c. Facturación del cargo por potencia por uso de las redes de distribución en Horas Punta.

Según MINEM (2011) se determina por el promedio de las dos demandas máximas de los últimos seis meses en el periodo de horas punta. Se determina con la ecuación (7).

$$PURDHP = \frac{PHP_{max1} + PHP_{max2}}{2} \dots\dots\dots (7)$$

d. Facturación por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta.

Según MINEM (2011) se determinará de la siguiente manera: Se resta el valor de la potencia por uso de distribución de horas fuera de punta menos la potencia por uso de redes de distribución a facturar en horas punta. El exceso resultante será aplicado cuando el resultado sea positivo. El exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta se determina con la ecuación (8).

$$EPURDHFP = PURDHFP - PURDHP \dots\dots\dots (8)$$

e. Facturación por Energía Reactiva.

MINEM (2011) Cuando el consumo de energía reactiva supera el 30% de la energía activa total mensual, la facturación se efectuará sobre el exceso de la energía reactiva. La facturación de energía reactiva se determina con la ecuación (9).

$$ENERGIA\ REACTIVA\ A\ FACTURAR = ER_{mes} - (0,30 * E_{A_{mes}}) \dots\dots\dots (9)$$

Evaluación tarifaria de facturación

Para determinar la opción de tarifa más convenientes para la Universidad Nacional de Jaén se realiza los cálculos respectivos para ver la mejor opción, caso contrario para que permanezca con la tarifa BT3 que es el actual suministro de energía para estos cálculos se utilizarán datos de consumo histórico de potencia y energía como mínimo de los últimos 6 meses.

Tabla 6

Indicadores eléctricos.

Mes	Demanda leída (kW)		Energía activa (kWh)			E.R. Leída (kVARh)
	HP	HFP	HP	HFP	Total	
sep-18	102,27	109,35	5 226,3	17 465,7	22 692	5 726,1
oct-18	107,49	107,16	6 074,4	1929,1	8 003,5	6 441
nov-18	116,7	125,1	4 423,2	14 850,3	19 273,5	4 632,9
dic-18	56,79	54,42	957	3 716,7	4 673,7	489,6
ene-19	46,2	48,9	1 352,7	5 413,5	6 766,2	492,3
feb-19	34,8	40,53	1 460,4	5 296,8	6 757,2	377,7

Fuente: Autoría propia. Data facturaciones eléctricas emitidas por Electro Oriente S.A.

En la tabla 6 se detalla los parámetros eléctricos utilizados para la evaluación del tipo de tarifa para lo cual se tomarán los datos de 6 meses como mínimo de las facturaciones eléctrica emitidas por la concesionaria Electro Oriente S.A.

Opción tarifaria MT2

Tabla 7

Facturación con tarifa MT2.

Media Tensión - MT2	Unidad	Precio Unitario	Consumos	Costo (S/.)
Costo Fijo Mensual	s/. /mes	6,9		6,9
Cargo por Energía Activa en Punta	s/. /kWh	0,29	1 460,4	423,52
Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	s/. /kWh	0,2334	5 296,8	1 236,27
Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	s/. /kW-mes	68,25	34,8	2 375,1
Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	s/. /kW-mes	17,95	1 12,095	2 012,11
Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	s/. /kW-mes	20,45	5,13	104,91
Cargo por Energía Reactiva que Excede el 30% del total de la energía Activa	s/. /kVARh	0,0428		0
Total (s/.)				6 158,81

Fuente: Autoría propia. Data Electro Oriente S.A.

En la tabla 7 se encuentra cada uno de los parámetros usados en la opción tarifaria BT2, con datos establecidos en la tabla 6.

Opción tarifaria BT3

Tabla 8

Facturación con tarifa BT3.

Media tensión - BT3	Unidad	Precio unitario	Consumos	Costo (S/.)
Costo Fijo Mensual	s/. /mes	6,9		6,9
Energía Activa en horas punta	s/. /kWh	0,3144	1 460,4	459,14
Energía Activas en horas fuera de punta	s/. /kWh	0,2531	5 296,8	1 340,62
Potencia de generación				
Cliente presente en punta	s/. /kW-mes	57,75		
Cliente fuera de punta	s/. /kW-mes	37,84	40,53	1 533,66
Potencia por uso de redes de distribución				
Cliente presente en punta	s/. /kW-mes	80,5		
Cliente fuera de punta	s/. /kW-mes	71,388	120,9	8 630,81
Energía reactiva	s/. /kVARh	0,0428		
Total (s/.)				11 971,13

Fuente: Autoría propia. Data Electro Oriente S.A.

En la tabla 8 se encuentra cada uno de los parámetros usados en la opción tarifaria BT2, con los datos establecidos de la tabla 6.

3.3.3.2. Evaluación del sistema de iluminación.

Se realizará una evaluación de las diferentes áreas de trabajo teniendo como base la norma EM-010 de instalaciones eléctricas interiores para verificar si el sistema de iluminación cumple de acuerdo a la norma.

- Carga total del sistema de iluminación

En la tabla 9 se muestra el total de luminarias instaladas en el sistema de iluminación en la Universidad Nacional de Jaén.

Tabla 9

Carga total de equipos de iluminación.

Equipos de iluminación			
Tipos de luminaria	Cantidad equipos de iluminación	Porcentaje %	Potencia total (kW)
Luminarias de vapor de sodio 50 W	560	76%	28
Reflectores 100 W	4	1%	0,5
Luminarias Fluorescentes TL-D – 18 W	460	23%	8,28
Total	1 025	100%	36,78

Elaboración propia. Fuente: Universidad Nacional de Jaén.

Como se muestra en la tabla 9 y la figura 1 las luminarias de vapor de sodio representan el 76 % del consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación, las luminarias fluorescentes de 23% y el 1 % es de los reflectores.

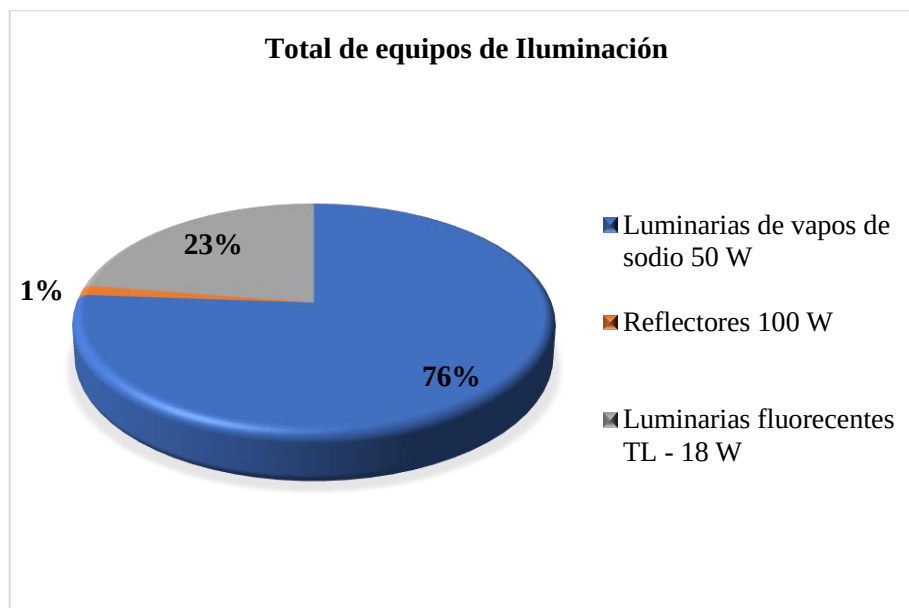


Figura 1. Representación de equipos de iluminación.

Fuente: Autoría propia.

- Niveles de iluminación de los ambientes de la Universidad Nacional de Jaén

En la tabla siguiente se puede verificar la realización de las mediciones de iluminación de los ambientes del campus universitario, para ser comparadas con el Reglamento Nacional de Edificaciones según en la norma EM-010 instalaciones eléctricas interiores.

Para la realización de las mediciones de iluminación se utilizó un luxómetro EXTECH INSTRUMENTS modelo 407026

a. Niveles de iluminación.

En la tabla 10 se registraron las mediciones de iluminación tomadas con el luxómetro anteriormente mencionado para determinar si cumple el valor recomendado por la norma EM-010 y poder determinar si los equipos de iluminación son eficientes para mejorar el consumo de energía eléctrica.

Tabla 10

Nivel de iluminación de los ambientes.

Ítems	Área	Iluminación medida registrada	Iluminación medida mínima recomendada (lux)	valor
1	Coordinación Ing. Forestal y Ambiental	106,56	500	No cumple
2	Ofic. Central de Admisión	149,33	500	No cumple
3	Coordinación de Tecnología Medica	66	500	No cumple
4	Data Center	67,33	500	No cumple
5	Ofic. Gral. de Informática y Estadística	108,33	500	No cumple
6	Ofic. de secretaria general	42,22	500	No cumple
7	Ofic. Gral. de Asesoría Jurídica	89,11	500	No cumple
8	Secretaria Presidencia	107,83	500	No cumple
9	Oficina Presidencia	46,5	500	No cumple
10	Sala de reuniones	77,78	300	No cumple
11	Secret. Vicepresidencia Académica	76,67	500	No cumple
12	Vicepresidencia Académica	61,22	500	No cumple
13	Consejo consultivo de investigación	44	500	No cumple
14	Coordinación Ing. Mecánica y Eléctrica	47,78	500	No cumple
15	Ofic. Gral. registros y asuntos académicos	37,22	500	No cumple
16	Ofic. Gral. De administración	39,67	500	No cumple
17	Lab. De cómputo N° 1	39,83	500	No cumple
18	Sala de Docentes	54,5	500	No cumple
19	Ofic. De servicios Generales	27,3	500	No cumple
20	Ofic. Gral. Responsabilidad Social	46,92	500	No cumple
21	Unidad de Servicio Médico	30,67	500	No cumple
22	Ofic. Gral. Bienestar Universitario	36,78	500	No cumple
23	Dir. Gral. Centros de producción	36,22	500	No cumple
24	Ofic. Dir. Gral. gestión de calidad Universitaria	52,08	500	No cumple
25	Dir. Gral. de Inversión, Infraestructura y Obras	31,67	500	No cumple
26	Ofic. De Recursos Humanos	41,33	500	No cumple
27	Estar Presidencia	60,22	500	No cumple
28	Secret. Vicepresidencia de investigación	163,33	500	No cumple
29	Vicepresidencia de investigación	162,17	500	No cumple
30	Ofic. De tesorería	50,33	500	No cumple
31	Ofic. De contabilidad	43,33	500	No cumple
32	Ofic. De logística	118,5	500	No cumple
33	Dir. Gral. Planificación y Presupuesto	58,11	500	No cumple
34	SS. HH Mujeres	45,6	100	No cumple

35	SS. HH varones	45,6	100	No cumple
36	Aula N° 101	185,83	500	No cumple
37	Aula N° 102	155,42	500	No cumple
38	Aula N° 103	134,16	500	No cumple
39	Aula N° 104	165	500	No cumple
40	Aula N° 105	130,33	500	No cumple
41	Aula N° 106	162,33	500	No cumple
42	Aula N° 107	122,11	500	No cumple
43	Aula N° 108	163,11	500	No cumple
44	Aula N° 109	206,89	500	No cumple
45	Aula N° 110	163	500	No cumple
46	Aula N° 111	197,33	500	No cumple
47	Aula N° 112	229,56	500	No cumple
48	Aula N° 113	170,89	500	No cumple
49	Aula N° 114	154,56	500	No cumple
50	Aula N° 115	151,75	500	No cumple
51	Aula N° 116	162,11	500	No cumple
52	Aula N° 117	146,67	500	No cumple
53	Aula N° 118	151	500	No cumple
54	Aula de Idiomas	154,78	500	No cumple
55	SS. HH varones	52,33	100	No cumple
56	SS. HH Mujeres	52,33	100	No cumple
57	Almacén de limpieza	105	100	Cumple
58	Pasadizo primer piso	129	100	Cumple
59	Oficina Grados y títulos / Defensoría Universitaria	126,83	500	No cumple
60	Aula 209	91	500	No cumple
61	Aula 208	132,08	500	No cumple
62	Aula 207	172,5	500	No cumple
63	Aula 206	197,5	500	No cumple
64	Aula 205	196	500	No cumple
65	SS. HH varones 2° piso	58	500	No cumple
66	SS. HH Mujeres 2° piso	58,7	500	No cumple
67	Almacén General	192	150	Cumple
68	Órgano de control Interno	71,44	500	No cumple
69	Biblioteca	229,58	300	No cumple
70	Aula 202	125,6	500	No cumple
71	Aula 203	129,6	500	No cumple
72	Aula 204	98,5	500	No cumple
73	Aula 201	147,13	500	No cumple
74	Lab. De cómputo N° 2	85,5	500	No cumple
75	Coordinación de Ing. Industrias Alimentarias	251,67	500	No cumple
76	Coordinación de Ing. Civil	51,11	500	No cumple
77	Lab. de Biología	53,8	500	No cumple
78	Lab. de Química	91	500	No cumple
79	Lab. Tecnología Medica	124,53	500	No cumple

80	Lab. Ing. Industrias Alimentarias	72,11	500	No cumple
81	Lab. Ing. Mecánica y Eléctrica	114	500	No cumple
82	Lab. Ing. Civil	156,17	500	No cumple
83	Lab. Ing. Forestal y Ambiental	153,25	500	No cumple
84	Oficina Control Patrimonial	69,92	500	No cumple
85	Pasadizo segundo piso	110,58	100	cumple
86	escaleras	119,33	150	No cumple

Fuente: Autoría propia. Data obtenida del Luxómetro.

Se puede observar que en la tabla 10 los niveles mínimos de iluminación recomendados no se están cumpliendo de acuerdo a la norma EM-010 en la tabla del anexo 6 ocasionando que no se desarrollen bien las actividades en las áreas tanto administrativas como académicas afectando el confort del personal y estudiantes, esto se debe al tiempo de uso de los equipos de iluminación que pierden el nivel de iluminación, también se debe a la falta de mantenimiento que estos tienen.

b. Cálculo según el método de los lúmenes

Según Castilla, Blanca, Martínez y Pastor (2009) “una buena iluminación puede llegar a conseguir que los lugares donde vivimos y trabajamos se conviertan en algo más que un simple lugar de trabajo, todo es gracias a un buen cálculo del nivel de iluminación de los ambientes”. Para la evaluación de los ambientes de la Universidad Nacional de Jaén se tendrá en cuenta las dimensiones del local, el tipo de luminaria, además se evalúa si el nivel de iluminación (lux) es el adecuado o no.

Flujo luminoso

“Es la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa (lámpara) en la unidad del tiempo (segundos), la unidad de medida del flujo luminoso es el lumen (lm)” (Irigoín, 2016).

Para el cálculo del flujo luminoso que necesita un ambiente se determinará con la ecuación (10).

$$\Phi_T = \frac{E_m * S}{C_U * C_m} \dots\dots\dots (10)$$

Donde:

E_m : Nivel de iluminación medio en (lux)

Φ_T : Flujo luminoso de un determinado local o zona necesitada en (lúmenes)

S : superficie en (m^2)

C_U : Coeficiente de utilización: Es la relación entre el flujo luminoso recibido en un cuerpo y el flujo luminoso emitido por la fuente. Esta la proporciona el fabricante de la luminaria.

C_m : Coeficiente de mantenimiento: Es el cociente que indica el grado de conservación de una luminaria.

Datos del ambiente a trabajar para el caso de lámparas LED.

E_m : 500 lux

Ancho: 4,48 metros

Largo: 10,80 metros

Tipo de lámpara: LED de 8W

Eficiencia: 100 lm/W

Potencia: 70 W

$$\Phi_T = \frac{100lm}{W} * 70W = 7\,000lm$$

Cálculo del índice del local (k)

Montero (2016) Para este cálculo se utilizarán las dimensiones de acuerdo al ambiente de iluminación para lo cual se determina con la ecuación (11).

$$K = \frac{Ancho+Largo}{h'(Ancho+Largo)} \dots\dots\dots (11)$$

Donde:

h' : Altura de la superficie a la mesa de trabajo.

h' : 0,75 metros

K : Índice del local

Reemplazando datos en la ecuación (8) tenemos:

$$K = \frac{10,80 * 4,48}{2,65(10,80 + 4,48)} = 1,19$$

Cálculo del coeficiente de utilización (C_U)

Para determinar el coeficiente de utilización, se necesita saber el coeficiente de reflexión del techo, las paredes y el suelo, estos datos se tomarán de la tabla que se encuentra en el anexo 5, o por defecto se puede tomar 0,5 para el techo, 0,3 para las paredes y 0,1 para el suelo. En este caso los coeficientes de reflexión son:

Techo (blanco): 0,70 – 0,85

Pared (blanco): 0,7 – 0,85

Suelo (gris oscuro): 0,1 – 0,20

Luego de calcular el índice del local ($k = 1,19$) y los coeficientes de reflexión de las superficies del aula, por lo tanto, se puede identificar el coeficiente de utilización (C_U).

Según la tabla del anexo 5 se tiene:

Interpolando $(100+116+77+91) / 4 = 96$, como es un valor en porcentaje el coeficiente de utilización (C_U) sería: $(C_U) = 0,96$

Determinación del coeficiente de mantenimiento (C_m):

Según la tabla del anexo 5 el aula es un ambiente limpio por lo que se toma: $C_m = 0,8$

Cálculo del flujo luminoso necesario

Con los datos obtenidos, se calcula el flujo luminoso total necesario, lo cual se determina mediante la ecuación (7):

$$\Phi_T = \frac{500 * 4,48 * 10,80}{0,96 * 0,8} = 31\,500 \text{ lúmenes}$$

El flujo luminoso total que se necesita en el aula es de 31 500 lúmenes.

Comprobación del nivel de iluminación

Para comprobar si el tipo de lámpara escogido cumple con la iluminación mínima recomendada 500 lux según la norma EM-010 instalaciones eléctricas interiores se determina con la ecuación (12).

$$E_m = \frac{(NL * n * \Phi_1 * C_U * C_m)}{S} \dots\dots\dots (12)$$

Reemplazando datos en la ecuación anterior obtenemos:

$$E_m = \frac{6 * 1 * 7\,000 * 0,96 * 0,8}{4,48 * 10,80} = 666,67 \text{ lux} > 500 \text{ lux si cumple}$$

Comprobamos que la lámpara escogida es la correcta por tanto cumple con valor de lux mínimo recomendado por la norma EM-010 instalaciones eléctricas en interiores.

3.3.4. Evaluación económica del proyecto.

Para realizar la evaluación económica se ha tenido en cuenta los gastos que incurren en el proyecto más los costos de equipamiento que incurren en la implementación de la propuesta. Se han evaluado los indicadores como el VAN y el TIR y la relación costo beneficio y se ha proyectado a mediano plazo. Como ingresos se ha tenido en cuenta el ahorro por cambio de tarifa más el ahorro por cambio de tecnología. A continuación, se evidencia los costos e ingresos la tabla 11, 12, 13 y 14.

Tabla 11

Compra de suministros y montaje mecánico de equipos.

Ítems	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario (s/.)	Sub total (s/.)
I	Suministro de materiales				
1,1	Lámpara tipo LED de 12 W	Unid.	560	S/ 15,00	S/ 8 400,00
1,2	Tubo LED 8 W	Unid.	460	S/ 19,50	S/ 8 970,00
1,3	Poste de C.A.C 13/400 kg	Unid.	1	S/ 1 250,00	S/ 1 250,00
1,4	Materiales y accesorios para instalación de estructura para transformix	Glb.	1	S/ 15 209,00	S/ 15 209,00
1,5	Transformix	Unid.	1	S/ 15 000,00	S/ 15 000,00
II	Montaje electromecánico				
2,1	Desmontaje de luminarias	Unid.	1 020	S/ 1,00	S/ 1 020,00
2,2	Montaje de luminarias	Unid.	1 020	S/ 1,00	S/ 1 020,00
2,3	Cimentación de poste de C.A.C 13/400 kg	Unid.	1	S/ 536,05	S/ 536,05
2,4	Montaje de materiales y accesorios para instalación de estructura para transformix	Glb	1	S/ 1 390,48	S/ 1 390,48
2,5	Montaje de transformix	Unid.	1	S/ 800,00	S/ 800,00
III	Servicios				
3,1	Alquiler de analizador de redes	Unid.	1	S/ 1 050,00	S/ 1 050,00
3,2	Alquiler de Luxómetro	Unid.	1	S/ 200,00	S/ 200,00
	Sub total				S/ 54 845,53
	IGV (18%)				S/ 9 872,20
	Costo total				S/ 64 717,73

Fuente: Autoría propia.

Tabla 12
Flujo de Caja Proyectado.

DESCRIPCION	Año 0		Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
A. CAJA INICIAL	S/	-	-S/	78 307	-S/	41 239	-S/	4 172	S/	32 895	S/	69 962
INGRESOS												
Ingresos por ahorro cambio de tarifa	S/	-	S/	87 535	S/	87 535	S/	87 535	S/	87 535	S/	87 535
Ingresos por cambio de sistema LED.	S/	-	S/	14 468,9	S/	14 469	S/	14 469	S/	14 469	S/	14 469
B. TOTAL INGRESOS	S/	-	S/	102 004	S/	102 004	S/	102 004	S/	102 004	S/	102 004
EGRESOS												
Equipamiento												
1.1. Cámara fotográfica	S/	300	-		-		-		-		-	
1.2. Alquiler de laptop	S/	950	-		-		-		-		-	
1.3. Casco	S/	40	-		-		-		-		-	
1.4. Lentes de seguridad	S/	20	-		-		-		-		-	
1.5. Guantes dieléctricos	S/	200	-		-		-		-		-	
1.6. Zapatos dieléctricos	S/	240	-		-		-		-		-	
1.7. Útiles de escritorio	S/	10	-		-		-		-		-	
1.8. Internet	S/	100	-		-		-		-		-	
1.9. Fotocopias	S/	50	-		-		-		-		-	
1.10. Impresiones	S/	100	-		-		-		-		-	
Compra de suministros y montaje mecánico de equipos	S/	64 718										
Recursos Humanos			-		-		-		-		-	
1.1 Asesoría	S/	4 000	-		-		-		-		-	
1.2 Tesistas	S/	3 000	-		-		-		-		-	
1.3 Asistente técnico	S/	850	-		-		-		-		-	
Gastos administrativos												
1.1 Pago por servicio de luz			S/ 59 436,84		S/ 59 437		S/ 59 437		S/ 59 437		S/ 59 437	
1.2 Depreciación y otros varios			S/ 5 500,00		S/ 5 500,00		S/ 5 500,00		S/ 5 500,00		S/ 5 500,00	
C. TOTAL EGRESOS	S/	74 578	S/	64 937	S/	64 937	S/	64 937	S/	64 937	S/	64 937
D. SALDO ECONOMICO	-S/	74 578	S/	37 067	S/	37 067	S/	37 067	S/	37 067	S/	37 067
1. Imprevistos	S/	3 729			S/	-	S/	-	S/	-	S/	-
E. AMORTIZACION Y DEUDA	S/	-			S/	-	S/	-	S/	-	S/	-
F. SALDO NETO	S/	78 307	S/	37 067	S/	37 067	S/	37 067	S/	37 067	S/	37 067
SALDO ACUMULADO	S/	78 307	-S/	41 239	-S/	4 172	S/	32 895	S/	69 962	S/	107 030

Fuente: Autoría propia.

Tabla 13

Cálculo del Valor Anual Neto.

AÑO	0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo neto de fondos		S/. 37 067,24	S/. 37 067,24	S/. 37 067,24	S/. 37 067,24	S/. 37 067,24
Tasa de descuento		S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Flujos Actualizados		S/. 37 067,24	S/. 37 067,24	S/. 37 067,24	S/. 37 067,24	S/. 37 067,24
(-) Inversión inicial	S/ 78 306,61					
VAN DE INVERSIONISTA			S/. 107 029,59			

Fuente: Autoría propia.

Tabla 14

Tasa Interna de Retorno.

Inversión	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
-S/ 78 306,61	S/ 37 067,24	S/ 37 067,24	S/ 37 067,24	S/ 37 067,24	S/ 37 067,24
TIR=	38%				

Fuente: Autoría propia.

RELACIÓN COSTO BENEFICIO

$$RCB = \frac{\text{Ingresos netos (VNA)}}{\text{Egresos (VNA)}} = 1,82$$

El valor de 1,82 significa que se está esperando S/ 1,82 en beneficios por cada S/ 1 de inversión.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Elaborar un inventario energético de equipos consumidores de energía eléctrica.

a. Resumen de los resultados del inventario de las cargas eléctricas.

Tabla 15

Cargas eléctricas de la Universidad Nacional de Jaén.

Cargas eléctricas de la Universidad Nacional de Jaén			
Ítems	Equipos	Potencia Total (kW)	Energía consumida (kWh/día)
1	Iluminación	36,62	298,96
2	Componentes eléctricos y electrónicos	99,14	725,9
3	Equipos de laboratorios	54,49	537,68
4	Equipos de aire acondicionado y refrigeración	170,78	2 087,96
Total		361,03	3 650,5

Fuente: Autoría propia. Data de la UNJ.

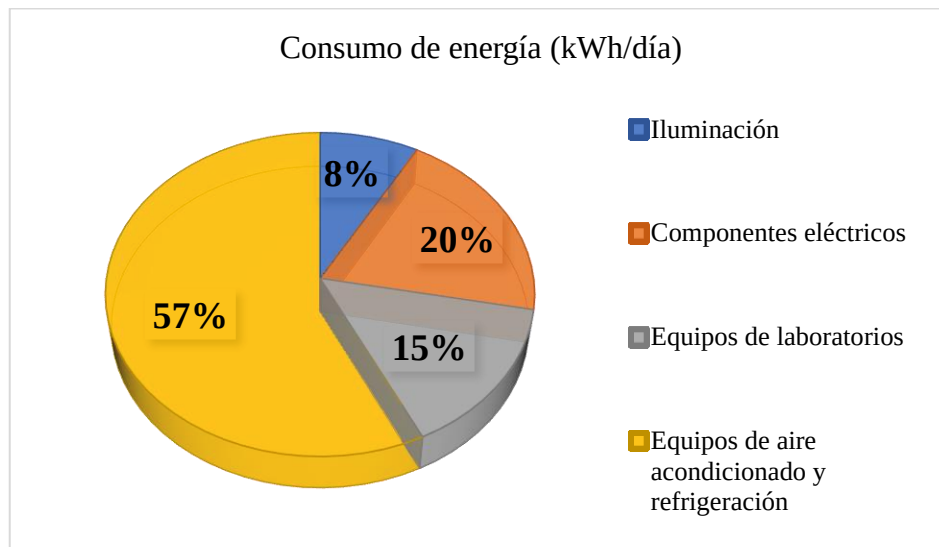


Figura 2. Consumo de energía de los equipos instalados.

Fuente: Autoría propia. Data de la UNJ.

b. Consumo de energía

La energía consumida por la Universidad Nacional de Jaén se determina en función a la potencia consumida por el tiempo de funcionamiento de cada equipo. En la tabla 16 se registra el consumo de energía de los equipos en un día normal de labores administrativas y académicas.

Tabla 16

Consumo de energía del día 29/04/19.

Consumo de energía actual			
Ítems	Hora	Potencia (kW)	Energía (kWh)
1	00:00:00	4,369	1,087
2	00:15:00	5,357	1,342
3	00:30:00	4,632	1,156
4	00:45:00	5,423	1,360
5	01:00:00	4,458	1,113
6	01:15:00	4,446	1,109
7	01:30:00	4,688	1,177
8	01:45:00	5,097	1,273
9	02:00:00	4,973	1,242
10	02:15:00	4,557	1,138
11	02:30:00	4,888	1,221
12	02:45:00	4,630	1,160
13	03:00:00	4,346	1,086
14	03:15:00	4,466	1,119
15	03:30:00	3,912	975
16	03:45:00	4,839	1,211
17	04:00:00	4,045	1,008
18	04:15:00	4,744	1,191
19	04:30:00	5,017	1,248
20	04:45:00	4,778	1,199
21	05:00:00	4,828	1,206
22	05:15:00	4,498	1,127

23	05:30:00	4,590	1,148
24	05:45:00	4,364	1,087
25	06:00:00	4,991	1,246
26	06:15:00	5,838	1,461
27	06:30:00	5,693	1,425
28	06:45:00	5,473	1,368
29	07:00:00	7,544	1,888
30	07:15:00	21,126	5,284
31	07:30:00	25,534	6,381
32	07:45:00	51,319	12,828
33	08:00:00	66,999	16,750
34	08:15:00	87,080	21,773
35	08:30:00	104,714	26,174
36	08:45:00	116,214	29,056
37	09:00:00	119,050	29,766
38	09:15:00	121,113	30,280
39	09:30:00	121,422	30,355
40	09:45:00	112,357	28,076
41	10:00:00	128,173	32,055
42	10:15:00	151,414	37,853
43	10:30:00	164,746	41,178
44	10:45:00	152,915	38,240
45	11:00:00	140,194	35,046
46	11:15:00	160,491	40,122
47	11:30:00	167,245	41,801
48	11:45:00	166,486	41,630
49	12:00:00	167,396	41,849
50	12:15:00	160,986	40,246
51	12:30:00	161,469	40,366
52	12:45:00	166,370	41,588
53	13:00:00	158,562	39,640
54	13:15:00	129,658	32,416

55	13:30:00	119,102	29,775
56	13:45:00	117,327	29,332
57	14:00:00	120,641	30,160
58	14:15:00	121,367	30,343
59	14:30:00	127,805	31,946
60	14:45:00	131,444	32,868
61	15:00:00	134,264	33,567
62	15:15:00	154,015	38,501
63	15:30:00	158,731	39,684
64	15:45:00	157,036	39,261
65	16:00:00	167,439	41,858
66	16:15:00	178,045	44,508
67	16:30:00	176,430	44,112
68	16:45:00	178,680	44,664
69	17:00:00	170,626	42,666
70	17:15:00	169,654	42,402
71	17:30:00	179,486	44,882
72	17:45:00	203,027	50,747
73	18:00:00	198,344	49,593
74	18:15:00	173,135	43,271
75	18:30:00	156,759	39,202
76	18:45:00	158,952	39,742
77	19:00:00	160,401	40,096
78	19:15:00	156,792	39,197
79	19:30:00	138,801	34,698
80	19:45:00	133,890	33,469
81	20:00:00	125,837	31,467
82	20:15:00	124,627	31,153
83	20:30:00	136,296	34,075
84	20:45:00	147,872	36,968
85	21:00:00	134,222	33,553
86	21:15:00	129,363	32,341

87	21:30:00	133,475	33,360
88	21:45:00	122,438	30,617
89	22:00:00	98,802	24,699
90	22:15:00	88,805	22,202
91	22:30:00	78,551	19,637
92	22:45:00	72,408	18,106
93	23:00:00	66,836	16,706
94	23:15:00	63,349	15,831
95	23:30:00	59,412	14,860
96	23:45:00	58,517	14,629

Fuente: Autoría propia. Data equipo analizador de redes.

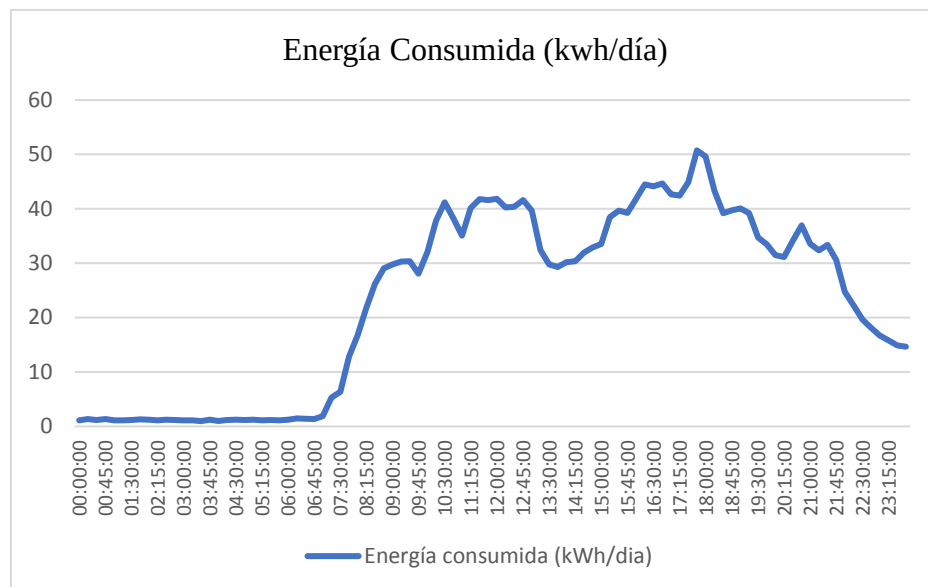


Figura 3. Diagrama de carga durante las 24 horas.

Fuente: Autoría propia. Data obtenida del analizador de redes.

En la Figura 3 se muestra los consumos de potencia reales tomados del analizador de redes instalado las 24 horas del día en la Universidad Nacional de Jaén, las mediciones se tomaron el día 29 de abril del 2019. En las que se evidencia que el punto más alto de consumo energético es entre las 17:00 y 18:00 horas y los más bajos entre las 00:00 hasta 06:45.

En la figura 2, se evidencia que las Cargas eléctricas que corresponde al aire acondicionado y refrigeración son los que mayormente consumen energía con un 57 %, y en la figura 3 sobre el consumo de energía se realizó una medición durante las 24h cada 15 minutos,

encontrando que las horas de mayor consumo son las 18:00, quedando demostrado que existe un sobre consumo en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado.

Este resultado es corroborado por Montero (2016), concluye que las instalaciones eléctricas muchas veces son deficientes por estar instaladas inadecuadamente o por la falta de mantenimiento. Según Tello (2016), menciona que es necesario realizar un inventario para establecer los niveles de consumo energético. Además para Nuñez (2005) en su teoría sobre auditoria energética menciona que los inventarios deben ser una obligación en las organización públicas y privadas ya que permitirán medir su consumo, reducir los costos energéticos y mejorar su eficiencia.

4.2. Analizar los consumos el estado situacional de las instalaciones eléctricas.

4.2.1. Reconocimiento del sistema eléctrico de la Universidad Nacional de Jaén.

El reconocimiento al sistema eléctrico se realizó en las diferentes áreas de trabajo de la Universidad Nacional de Jaén logrando reconocer la forma de utilización y distribución de energía, para tener una mejor estimación del consumo y así tomar medidas para lograr reducir el consumo de energía eléctrica.

a. Características técnicas de operación del sistema de energía eléctrica.

El objetivo principal es lograr conocer las características técnicas en un estado preliminar.

- La alimentación de energía eléctrica principal de la Universidad Nacional de Jaén se obtiene de la red suministradora por la empresa Electro Oriente S.A.: Con una opción tarifaria BT3 en baja tensión recibiendo una tensión en 380/220 V trifásica, y un tipo de suministro trifásico aéreo (C2.1).
- El promedio de desembolso en pagos en energía eléctrica total es de S/ 14 887,00 soles al mes tomando como base de facturación los últimos 12 meses de los periodos (2018-2019).

4.2.2. Evaluación de las facturas de suministro de energía eléctrica.

El suministro eléctrico es en baja tensión, con las siguientes características:

- Empresa distribuidora: Electro Oriente
- Tipo de contrato: TARIFA -BT3
- Tensión acometida: Trifásico 380/220 V
- Potencia contratada: 15 kW

4.2.3. Recopilación de datos del consumo de energía eléctrica

a. Consumo de energía activa hora punta

En la figura 4 se muestra la tendencia del consumo de energía activa hora punta, entre los meses de marzo 2018 hasta febrero del 2019, en lo cual se puede observar que en el mes de marzo del 2018 el consumo de energía en horas punta llego a su máximo valor, debido al consumo de energía eléctrica en las actividades académicas (clases, laboratorios), es decir el turno de gran consumo de energía es de las 18.00 hasta las 23:00 horas, por lo cual se aumenta la máxima demanda (kW), y por ende incrementa el consumo de energía activa en horas punta trayendo consigo más gastos económicos.

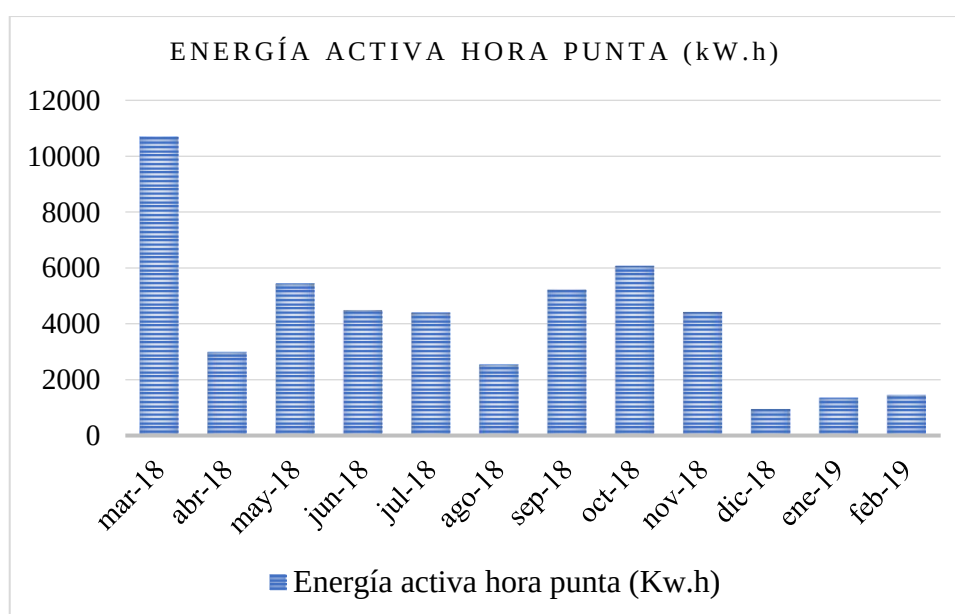


Figura 4. Evolución consumo de energía activa hora punta.

Fuente: Autoría propia. Data facturaciones emitidas por Electro Oriente S.A.

b. Consumo de energía activa hora fuera de punta

En la figura 5 se muestra la tendencia del consumo de energía activa hora fuera de punta entre los meses de marzo del 2018 hasta febrero del 2019, en lo que se aprecia que, en el mes de octubre del 2018 el consumo de energía en horas fuera de punta se incrementó con respecto a los demás meses, esto es debido a diversos factores:

Se empiezan a utilizar la totalidad de los equipos en los diferentes laboratorios, el sistema de aire acondicionado. Estos equipos como otros que se han adquirido aumentan el consumo de energía eléctrica, por ende, también el consumo de energía activa en horas fuera de punta.

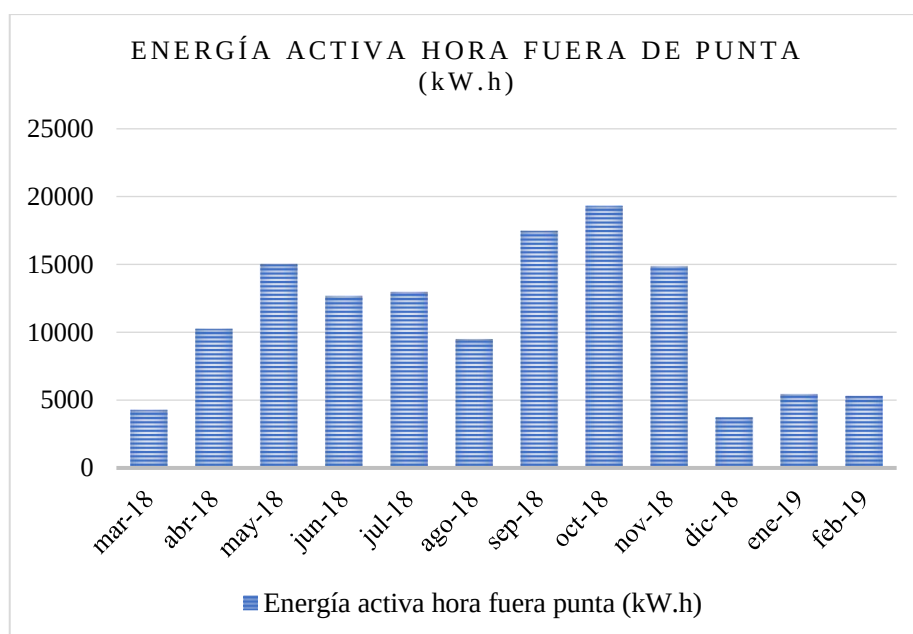


Figura 5 . Evolución consumo de energía activa hora fuera de punta.

Fuente: Autoría propia. Data facturaciones emitidas por Electro Oriente S.A.

c. Consumo de energía activa total

Según los datos proporcionados por la concesionaria de Electro Oriente S.A; en la figura 6, se muestra la tendencia del consumo de energía activa total, entre los meses de marzo 2018 hasta febrero 2019 se observa que, en los meses de septiembre, octubre y noviembre del 2018, el consumo de energía aumentó debido a los factores siguientes:

El sistema de aire acondicionado e iluminación que es fundamental para el desarrollo de las actividades tanto académicas como administrativas en las diferentes áreas del

campus Universitario. Además, se empiezan a utilizar la totalidad de los equipos en los diferentes laboratorios esto se debe a que en estos meses se desarrollan los proyectos de los estudiantes que se presentan en el aniversario de las diferentes carreras profesionales, también se desarrolla el aniversario de la Universidad.

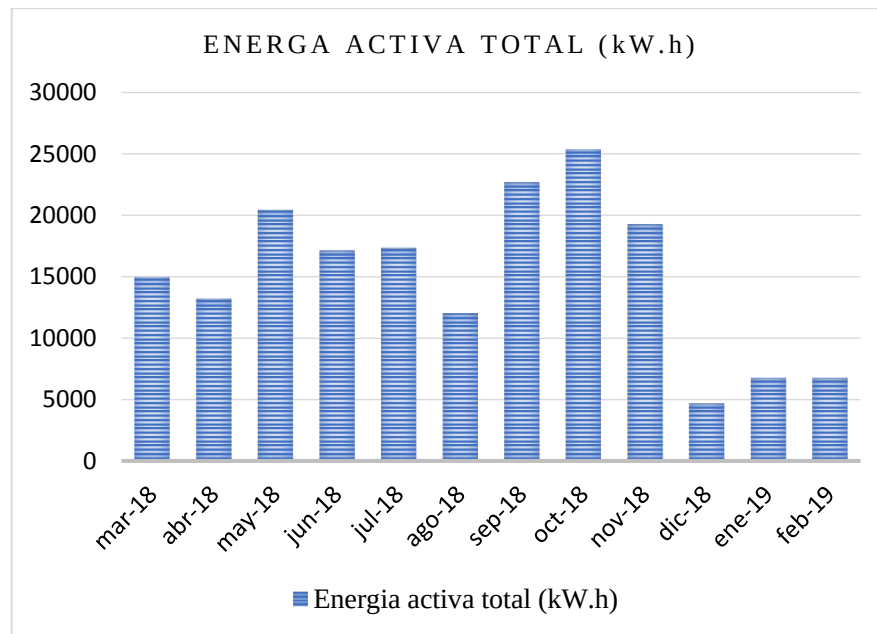


Figura 6. Evolución consumo de energía activa total.

Fuente: Autoría propia. Data facturaciones emitidas por Electro Oriente S.A.

d. Consumo de Energía Reactiva.

Como se muestra en la figura 7 muestra la tendencia del consumo de energía reactiva entre los meses de marzo 2018 hasta febrero 2019, podemos observar que el mes de octubre del 2018, el consumo de energía reactiva llegó a su máximo valor, esto fue debido a que:

En los últimos meses del año los estudiantes utilizan la gran mayoría de los equipos, esto es debido a la realización de los proyectos encargados por los docentes. También, se utiliza el aire acondicionado por lo cual se genera mayor consumo energía reactiva.

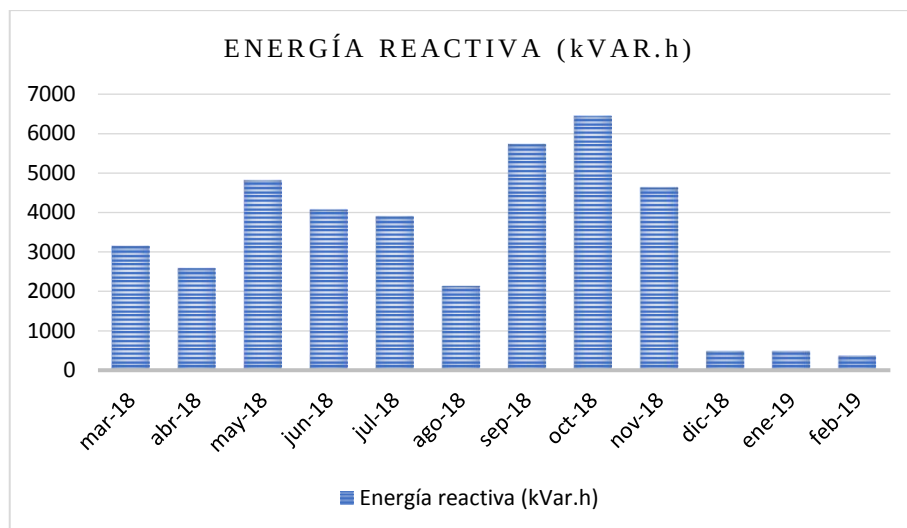


Figura 7. Consumo de energía reactiva.

Fuente: Autoría propia. Data facturaciones emitidas por Electro Oriente S.A.

e. Facturación

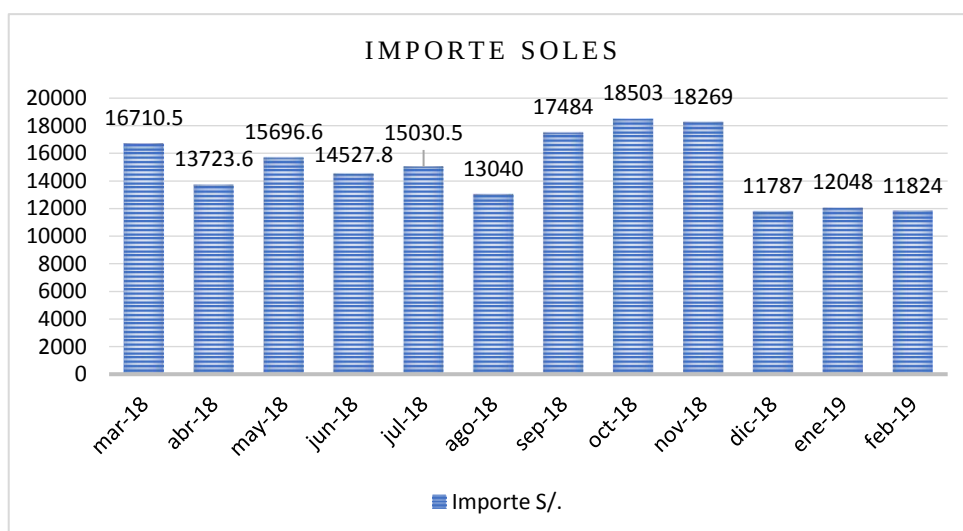


Figura 8. Evolución de la facturación de los 12 últimos meses.

Fuente: Autoría propia. Data Facturaciones emitidas por Electro Oriente S.A.

En la figura 8 se muestra las facturaciones mensuales de los últimos 12 meses que emite Electro Oriente S.A. a la Universidad Nacional de Jaén. Se observa que, sumando los meses de septiembre, octubre y noviembre del 2018 el pago por facturación fue de 54 256,00 soles, esto se debe a los siguientes factores como el desarrollo de actividades académicas en el horario noche (hora punta) y de vigilancia, donde la iluminación y el aire acondicionado juegan un papel muy importante en el consumo de energía eléctrica.

b. Evaluación de las instalaciones de aire acondicionado.

Para estimar la carga térmica, se utilizó el software Tecno Clima v2.0, un programa que se encuentra aprobado en la propiedad intelectual de la República de Cuba, luego de determinar esta carga se procede a elegir la capacidad de toneladas de refrigeración del equipo a instalar al igual que la capacidad en BTU/hora. Al finalizar esta evaluación se comprobó con los equipos de aire acondicionado que cuenta la Universidad Nacional de Jaén en la actualidad, en la tabla 17 se detalla los cálculos realizados mediante el software Tecno Clima v2.0.

Tabla 17

Cálculo y evaluación del sistema de aire acondicionado.

Ubicación	Cantidad	Descripción	Área (m2)	Altura (m)	Carga Térmica (Kcal/h)	Tonelada de Refrigeración	Capacidad evaluada (BTU/h)	Capacidad Instalada (BTU/h)
Aulas del 1° nivel (101-104, 108-117)	8	A/C tipos centrales coldpoint	50	4	12 646,96	4,18	50 186,95	60 000
Aula de idiomas (ICPNA)	1	A/C doméstico Split Electrolux	30,3	4	4 049,15	1,34	16 068,24	18 000
Aula 106 (ICPNA)	1	A/C doméstico Split Lennox	22,1	4	4 022,7	1,33	15 963,28	18 000
Aula 118	1	A/C doméstico Split York	34,2	4	5 502,52	1,82	21 835,65	24 000
Laboratorio de computo II	1	A/C doméstico Split Coldpoint	54,6	3,7	13 522,36	4,47	53 660,79	36 000
Aula 201	1	A/C doméstico Split Coldpoint	47,85	3,7	9 249,69	3,06	36 705,56	36 000
Aula 203	1	A/C doméstico Split York	39,9	3,7	9 994,63	3,31	39 661,69	24 000
Aula 208	1	A/C doméstico Split York	31	3,7	9 481,99	3,14	37 627,39	24 000
Aula 209	1	A/C doméstico Split York	29,6	3,7	6 902,33	2,28	27 390,52	24 000
Centro de datos	1	A/C domestico Electrolux	17,3	4	3 126,75	1,03	12 407,88	24 000
Biblioteca central	2	A/C industrial Split Coldpoint	281,2	3,7	33 561,96	11,1	133 183,91	120 000
Laboratorio de biología	1	A/Co industrial Split York	90,8	3,7	15 166,77	5,02	60 186,31	60 000
Laboratorio de química	1	A/C industrial Split York	89	3,7	11 815,1	3,91	46 885,86	60 000
Laboratorio de tecnología medica	1	A/C industrial Split York	92,2	3,7	17 393,17	5,75	69 021,34	60 000
Oficina de presidencia	1	A/C domestico Midea	16,5	4	3 743,3	1,24	14 854,54	18 000
Oficina de vicepresidencia de investigación	1	A/C domestico S/Marca	22,9	4	4 381,3	1,45	17 386,31	24 000
Oficina de vicepresidencia académica	1	A/C domestico Coldpoint	16,6	4	3 908,3	1,29	15 509,31	24 000
Oficina de presidencia (sala de reuniones)	1	A/C domestico coldpoint	22,1	4	5 402,98	1,79	21 440,65	24 000
Sala de docentes	1	A/C industrial Split York	85,65	4	13 165,67	4,35	52 245,33	60 000

Fuente: Autoría propia. Data obtenida del Software Tecno Clima V2.0.

Como se observa en la tabla 17 existen ambientes en los cuales tienen exceso y en otra falta de potencia de acuerdo a la capacidad instalada de los equipos de aire acondicionado existentes en los ambientes, lo cual afecta el confort de los estudiantes y personal administrativo. Además, en los ambientes de exceso de potencia existe un gran despilfarro de energía, ocasionando el aumento de consumo de energía.

En la figura 8 se evidencia la evolución de la facturación de los 12 últimos meses en los periodos 2018 - 2019, el mayor gasto en energía se registró entre setiembre y noviembre con 54 256,00 soles; así mismo para la evaluación de las instalaciones de aire acondicionado se aplicó el software Tecno Clima v2.0 cómo se evidencia en la tabla 17, la universidad cuenta con ambientes de exceso de potencia produciéndose exceso de gasto energético.

Estos resultados son corroborados por, Vintimilla y Paladines (2012) no existe un método definido para determinar la eficiencia, pues esto es posible utilizar distintas técnicas, métodos y programas de concientización al personal y la implementación de maquinaria eficiente. Además, Delgado (2016) concluyo que el exceso de consumo de energía se debe a la falta de concientización que hay en el personal y la falta de mantenimiento en sus equipos eléctricos e instalaciones. También, Fiestas (2011) en su teoría sobre Mejora del rendimiento de los equipos depende de las dimensiones de la carga y el tiempo de trabajo; deben de tenerse en cuenta que los equipos son adecuados y bien dimensionados, realizar el mantenimiento respectivo y utilizar equipos que tengan un mayor rendimiento.

4.3. Proponer las mejoras y las medidas para la mejora de la eficiencia energética de las instalaciones eléctricas.

a) Cambio de opción tarifaria de BT3 a MT2

Tabla 18

Comparación de precios de opción tarifaria.

Opción Tarifaria	Importe S/.
BT3	11 971,13
MT2	6 158,81
Diferencia	5 812,32

Fuentes: Autoría propia.

Se observa en la tabla 18 que los costos de cada una de las tarifas evaluadas, la cual MT2 es el más conveniente para la Universidad Nacional de Jaén, ya que el gasto económico es menor.

El ahorro mensual sería de S/. 5 812,32 soles, el monto anual asciende a S/. 69 747,84 soles.

b) Evaluación del sistema de iluminación

Recomendaciones para implementar este sistema de iluminación con tecnología led

Para el desarrollo en diferentes actividades, la iluminación mantiene un papel importante. Gracias a los adelantos tecnológicos en este rubro, existe una posibilidad de mejora tanto en eficiencia energética como en ahorro económico, por ello es sumamente necesario implementar estas mejoras tecnológicas en el sistema de iluminación para poder lograr el confort del personal general administrativo y estudiantes y así poder mejorar el desarrollo de sus actividades de producción.

Tabla 19

Cambio de tubo fluorescentes por tubo LED.

Características	Tubo LED - Tubo Fluorescente		
	Propuestas		Tubo fluorescente
	Tubo LED (Luz Fría)	Tubo LED (Luz blanca Fría)	
Tamaño	600mm	600mm	600mm
Potencia	8 W	9W	18 W
Tensión	220V ~ 50/60 HZ	100-220V~50/60HZ	220V ~ 50/60 HZ
Corriente	70mA	42mA	36mA
Flujo luminoso	800lm	900lm	1050lm
eficiencia luminosa	100lm/W	100lm/W	58.3lm/W
FP	>0,5	>0,92	>0,75
Índice de reproducción cromática	CRI>70	CRI>82	CRI>72
Vida útil	15 000 h	30 000 h	10 000 h
color	6 500 K	6 500 K	6 200 K
Base	G13	G13	G13
T°a (°C)	(-20°C ~ +45°C)	(-20°C ~ +45°C)	(-20°C ~ +45°C)
Precio (S/.)	19,50	32,90	5,00

Fuentes: Autoría propia.

Tabla 20

Cambio de lámparas de VAPS por lámparas LED.

Luminarias LED - Luminarias de vapor de Sodio			
Características	Propuestas		Lámpara Vaps Phelix
	Lámpara LED Philips	Lámpara LED Orange	
Potencia	12 W	15 W	50 W
Tensión	220-240V ~ 50/60 HZ	220-240V ~ 50/60 HZ	220V ~ 50/60 HZ
Flujo luminoso	1 250lm	1 100lm	2 500lm
eficiencia luminosa	104lm/W	73lm/W	50lm/W
FP	>0,5	>0,5	>0,4
Índice de reproducción color	70	80	70
Vida útil	10 000 h	15 000	5 000 h
Color	6 500K	6 000K	6 000k
Base	E27	E27	E27
T°a (°C)	(-20°C ~ +45°C)	(-20°C ~ +45°C)	(-20°C ~ +45°C)
Precio (S/.)	15,00	12,00	15,00

Fuentes: Autoría propia.

Tabla 21

Cuadro comparativo referente al consumo de energía eléctrica.

Tipo de luminaria	Potencia (W)	Cantidad de equipos	Horas diarias	Días (H-M)	Consumo diario (kWh/día)	Consumo mensual (kWh)
Tubo fluorescente 600mm-18W	18	460	8	20	66,24	1 324,8
Lámpara VAPS phelix	50	560	8	20	224	4 480
Tubo LED 600mm-8W	8	460	8	20	29,44	588,8
Lámpara LED PHILIPS	15	560	8	20	67,2	1 344

Fuentes: Autoría propia.

En las tablas 19, 20 y 21 se realizó un estudio con respecto al consumo de energía eléctrica que realiza el sistema de iluminación convencional, mientras que en el sistema de iluminación con tecnología led, tiene un menor consumo a comparación del sistema convencional.

Tabla 22

Evaluación económica - tubo fluorescente – tubo LED.

Tipo de luminaria	Consumo mensual (kWh)	Costo S/. /kWh	total (s/.)
Tubo fluorescente 600mm-18W	1 324,8	0,3114	S/412,54
Tubo LED 600mm-8W	588,8	0,3114	S/183,35

Fuente: Autoría propia.

Ahorro mensual: S/. 229,19

Ahorro anual: S/. 2 750,28

Tabla 23

Evaluación económica - Lámpara VAPS – lámpara LED.

Tipo de luminaria	Consumo mensual (kWh)	Costo s/. /kWh	total (s/.)
Lámpara VAPS Phelix	4 480	0,3114	S/1 395,07
Lámpara LED PHILIPS	1 344	0,3114	S/418,52

Fuentes: Autoría propia.

Ahorro mensual: S/. 976,55

Ahorro anual: S/. 11 718,60

Propuestas:

- Para el tubo fluorescente 600mm-18W PHILIPS TL-D se sugiere optar por el Tubo LED 600mm-8W PHILIPS 765 g hv
- Para la Lámpara VAPS phelix GL-85 se sugiere optar por Lámparas Essential LED PHILIPS
- De acuerdo a la evaluación porcentual tenemos que para los Tubos LED 600mm-8W PHILIPS 765 g hv tenemos un 54% de ahorro con respecto a los Tubos fluorescentes 600mm-18W PHILIPS TL- D.
- De acuerdo a la evaluación porcentual tenemos que para la lámpara Essential LED PHILIPS tenemos un 70% de ahorro con respecto a la Lámpara VAPS phelix GL-85
- El ahorro obtenido con la propuesta de cambio del sistema de iluminación convencional a tecnología LED de bajo consumo es:

Ahorro total mensual: S/. 1 205,74

Ahorro total anual: S/. 14 468,89

Tabla 24

Costo total de luminarias con tecnología LED.

Tipo de luminaria	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Tubo LED 600mm-8w PHILIPS 765 g hv	460	S/19,50	S/8 970,00
Lámparas Essential LED PHILIPS	560	S/15,00	S/8 400,00
Total			S/17 370,00

Fuente: Autoría propia.

En la tabla 10 los niveles mínimos de iluminación recomendados no se están cumpliendo de acuerdo a la norma EM-010 no se está de acuerdo los estándares de calidad lo que permite generar un inadecuado servicio al personal administrativo y estudiantes. Por lo que se propone realizar el cambio de equipos de iluminación convencional a tecnología LED según la evaluación en las tablas 19, 20, 21, 22, 23 y 24. Asimismo, se propone realizar el cambio tarifa MT2 para remplazar a la tarifa BT3, la cual generaría un menor costo económico según las evaluaciones en la tabla 18.

Los resultados se corroboran según Delgado (2016), en su investigación menciona que es necesario establecer propuestas de mejora para realizar un óptimo uso de la energía eléctrica, utilizar equipos de iluminación más eficientes, así mismo. Así mismo Irigoín (2016) señala que las alternativas de solución inmediata son la utilización de tecnología LED y la concientización del uso responsable de la energía. Fiestas (2011) manifiesta que la única manera que se puede ahorrar energía de manera constante a lo largo del tiempo es el mejoramiento del rendimiento eléctrico de la instalación y de las cargas.

Según Montero (2016) señala que se debe mejorar el tipo de plan tarifario ya que representa un mayor ahorro económico. Así mismo MINEM (2011). “Se considera usuario en media tensión (MT) aquellos que están conectados a la red cuya tensión de suministro es superior de un 1kV y menor a 30 kV”.

4.4. Evaluación económica del proyecto.

Como ingresos se ha tenido en cuenta el ahorro por cambio de tarifa más el ahorro por cambio del sistema de iluminación. En las tablas 12, 13 y 14 de los indicadores de la rentabilidad de la auditoria energética.

Para la ejecución del estudio se demandó de una inversión de S/. 13 588,89, para cubrir gastos por servicios, recursos humanos e imprevistos; el gasto compra de suministros y montaje mecánico de equipos para la propuesta es de S/ 64 717,73, sumando un total de S/. 78 307,00; en relación a este valor se ha realizado la evaluación económica, desarrollado el flujo de caja proyectado y teniendo en cuenta el ahorro que produciría el proyecto a mediano plazo. Los resultados del VAN de S/. 107 029,59; la tasa interna de retorno TIR de 38% y la Relación Costo Beneficio de S/. 1,82 significa que se está esperando S/. 1,82 en beneficios por cada S/ 1 de inversión.

Estos resultados son corroborados por Fiestas (2011) que afirma que los flujos de caja son los ingresos y egresos del dinero de un proyecto determinado. Además, se puede evaluar en el período de tiempo que se desee ya sea un mes, año o mucho más. Y para Tapia y Gonzáles (2017) este indicador permite traer al presente valores calculados en el futuro.

V. CONCLUSIONES

Después de haber realizado el análisis de los resultados del trabajo de campo y gabinete se concluye lo siguiente:

- Se desarrolló el inventario de consumo energético en el campus de la Universidad Nacional de Jaén y se determinó que los equipos de mayor consumo son los acondicionadores de aire y equipos de refrigeración con un 57% del total de consumo.
- También se determinó la hora punta de consumo de energía en los días evaluados mediante el analizador de redes aumentando la máxima demanda (kW) y máximos consumos de energía en los meses de septiembre, octubre y noviembre del año 2018.
- Se estableció la propuesta de implementación de mejora para realizar un consumo óptimo de la energía eléctrica, utilizar tecnología led para incrementar los niveles de iluminación en los ambientes del campus universitario que presentan deficiencia y disminuir costos económicos.
- También se observó que existe un uso indiscriminado de la energía eléctrica y el sistema de aire acondicionado por parte de docentes, trabajadores y alumnos en general.
- La evaluación económica del proyecto se realizó a corto plazo, los indicadores económicos indican que es viable y aceptable económicamente la ejecución de la presente propuesta en base a una inversión inicial de S/. 78 307,00 de los cuales S/. 13 588,89 son gastos del proyecto y S/.64 717,73 gastos de equipamiento para la propuesta; los resultados son: VAN S/. 107 029,59 TIR de 38% y la Relación Costo Beneficio S/. 1,82 significa que se está esperando S/ 1,82 en beneficios por cada S/ 1 de inversión.

VI. RECOMENDACIONES

- Que docentes, trabajadores y alumnos en general realicen un uso adecuado y responsable de todos los ambientes que cuentan con climatizadores.
- Se deben de realizar los mantenimientos periódicos según plan de mantenimiento concebido al respecto.
- Se debe migrar o cambiar de opción tarifaria de BT3 a MT2, según la evaluación realizada este cambio genera un menor costo económico en demanda energética en el campus universitario y reducir los costos en facturación en un promedio de 49% del gasto actual.
- Así mismo, se recomienda que se deben de remplazar los dispositivos de iluminación convencional por tecnología LED.
- Se recomienda que la presente investigación debe de implementarse ya que se ha demostrado técnica y económicamente factible para brindar un mejor servicio y reducir costos de consumo y de facturación.
- A las instituciones y empresas tanto públicas y privadas se recomienda que se deben de realizar auditorías energéticas en sus instalaciones eléctricas, térmicas, aire acondicionado con el propósito de minimizar costos y prestar un mejor servicio.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BID (2017) Eficiencia energética en América Latina y el Caribe: Avances y oportunidades
Recuperado de: <https://publications.iadb.org/es/eficiencia-energetica-en-america-latina-y-el-caribe-avances-y-oportunidades>
- Caballero Romero, A. (2014). Metodología integral innovadora para planes y tesis.
- Cárdenas, F., y Marcillo, D. (2012). “*Auditoria Energética eléctrica del campus sur de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito.*” Retrieved from <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/3230>
- Castilla, N., Blanca, V., Martinez, A., & Pastor, R. (2009). Luminotecnia: Cálculo según el método de los lúmenes. *Construcciones Arquitectónicas*. Retrieved from [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12833/artículo docente Cálculo método de los lúmenes.pdf](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12833/artículo%20docente%20Cálculo%20método%20de%20los%20lúmenes.pdf)
- Cortés, M. (2011). *Auditoría Energética de un Hotel. Valoración Crítica*.
- Delgado, J. (2016). “*Propuesta de Auditoría Eenergética para reducir el consumo de energía eléctrica, empresa AGRIBRANS PURINA, PIMENTEL 2016.*” Retrieved from https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_dfa2f739721991a5d21ea956f91c2915
- EM-010, N. T. (2019). *Norma técnica em.010 instalaciones eléctricas interiores del reglamento nacional de edificaciones*.
- Fiestas, B. (2011). *Ahorro Energético en el sistema eléctrico de la Universidad de Piura - Campus Piura*. Retrieved from https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1861/MAS_IME_007.pdf?sequence=1
- García, J., Cuadros, F., y López, F. (2011). La auditoría energética: Una herramienta de gestión en atención primaria. *Gaceta Sanitaria*, 25(6), 549–551. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2011.04.007>
- Irigoin, E. A. (2016). “*Auditoría energética para reducir el consumo eléctrico en la empresa Atomotores PAKATNAMU.*” Retrieved from <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/8902>

- Ministerio de Energía y Minas. *Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético Agroindustria*, Lima, 2016. 82 pp.
- MINEM. (2011). *Guía de Orientación para la Selección de la Tarifa Eléctrica para Usuarios en Media Tensión. Dirección General de Electricidad*, 1–48.
- Mondragon Regalado, J. R., y Santa Cruz Quiroz, F. (2016). *Uso de los Sistemas Informáticos para optimizar la calidad del servicio a los clientes en el estudio jurídico y contable Vásquez Malca en la ciudad de Jaén 2016*
- Montero, M. (2016). “*Propuesta de Auditoría Energética para reducir el consumo eléctrico en el área de producción de la empresa AMÉRICA, Lima 2016.*” Retrieved from https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_798fb3b1f076035f7f935a277b609197
- Núñez, F. (2005). “*Auditoría Energética de la Escuela Politécnica del Ejercito.*” Retrieved from <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/4304>
- Saldaña, R. (2016). *Auditoría Energética para reducir el Índice de consumo energético en el molino Los Cocos, Jaén 2016* (UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO). Retrieved from https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_7f03a685104b2c8b785524bb64fc859f/Description#tabnav
- Tapia, L., y Gonzáles, J. (2017). “*Reducción del índice del consumo energético en una fábrica de hielo en la ciudad de Chiclayo.*” Retrieved from http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/9130/gonzales_sj.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Tello, J. (2016). “*Modelo de Auditoría Energética para reducir el consumo de energía eléctrica en SENATI - PIURA, 2016.*” Retrieved from https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_995ab094ecaf7f589a08cbf6aaa52fd4
- Vintimilla, E., y Paladines, P. (2012). “*Auditoria Eléctrica A La Fábrica De Cartones Nacionales Cartopel*.” Retrieved from <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2119/15/UPS-GT000156.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Medición de potencia y energía por día.

Para realizar la auditoria energética se requiere determinar cómo se desenvuelve la carga mínima una semana para determinar su potencia y el consumo de energía, para realizar estas mediciones se utilizó un analizador de redes A. EBERLE PQ BOX 100 Expert que fue instalado en el medidor de la Universidad Nacional de Jaén y tomo los parámetros eléctricos con una prioridad de 15 min durante 7 días de la semana, la tablas se muestran a continuación, así como los gráficos generados por cada tabla mostrando la evolución de la potencia y energía por cada día.

Tabla 25

Consumo de energía y potencia del día martes 23/04/2019.

Hora	Potencia total (kW)	Energía total (kWh)
00:00:00	15,885	3,972
00:15:00	16,588	4,147
00:30:00	16,183	4,046
00:45:00	16,321	4,080
01:00:00	15,794	3,949
01:15:00	15,068	3,765
01:30:00	15,957	3,991
01:45:00	14,106	3,525
02:00:00	16,273	4,071
02:15:00	15,899	3,975
02:30:00	16,033	4,009
02:45:00	15,775	3,943
03:00:00	13,473	3,368
03:15:00	16,339	4,085
03:30:00	15,640	3,910
03:45:00	15,885	3,970
04:00:00	13,652	3,414
04:15:00	15,646	3,913
04:30:00	16,227	4,057
04:45:00	15,760	3,939
05:00:00	14,431	3,608
05:15:00	15,334	3,833
05:30:00	15,376	3,843
05:45:00	14,932	3,734
06:00:00	13,707	3,429
06:15:00	17,345	4,335
06:30:00	16,023	4,007

06:45:00	14,746	3,687
07:00:00	17,956	4,488
07:15:00	40,068	10,022
07:30:00	94,146	23,536
07:45:00	92,449	23,114
08:00:00	88,903	22,226
08:15:00	132,589	33,149
08:30:00	155,172	38,793
08:45:00	157,743	39,430
09:00:00	141,558	35,389
09:15:00	144,070	36,019
09:30:00	141,651	35,414
09:45:00	140,137	35,039
10:00:00	151,910	37,971
10:15:00	165,948	41,488
10:30:00	163,604	40,907
10:45:00	163,692	40,918
11:00:00	172,457	43,120
11:15:00	166,120	41,530
11:30:00	157,362	39,342
11:45:00	164,281	41,063
12:00:00	153,525	38,388
12:15:00	144,627	36,153
12:30:00	145,971	36,495
12:45:00	147,802	36,947
13:00:00	146,833	36,709
13:15:00	126,961	31,744
13:30:00	123,658	30,913
13:45:00	119,851	29,958
14:00:00	116,060	29,021
14:15:00	131,890	32,973
14:30:00	143,947	35,981
14:45:00	145,400	36,356
15:00:00	128,256	32,063
15:15:00	146,284	36,571
15:30:00	168,183	42,045
15:45:00	171,092	42,771
16:00:00	177,758	44,437
16:15:00	177,530	44,381
16:30:00	184,406	46,103
16:45:00	180,241	45,060
17:00:00	159,979	39,997
17:15:00	169,842	42,466
17:30:00	169,979	42,496
17:45:00	170,248	42,563
18:00:00	165,829	41,454

18:15:00	165,278	41,322
18:30:00	157,613	39,398
18:45:00	145,605	36,406
19:00:00	135,109	33,773
19:15:00	132,440	33,111
19:30:00	140,178	35,044
19:45:00	138,535	34,631
20:00:00	132,434	33,115
20:15:00	113,817	28,450
20:30:00	104,789	26,196
20:45:00	114,658	28,665
21:00:00	111,872	27,967
21:15:00	99,609	24,902
21:30:00	101,464	25,369
21:45:00	77,864	19,464
22:00:00	83,852	20,960
22:15:00	71,454	17,866
22:30:00	49,638	12,412
22:45:00	31,846	7,960
23:00:00	21,840	5,459
23:15:00	19,054	4,764
23:30:00	15,224	3,806
23:45:00	15,885	3,972

Fuente: Autoría propia. Data obtenida del analizador de redes.

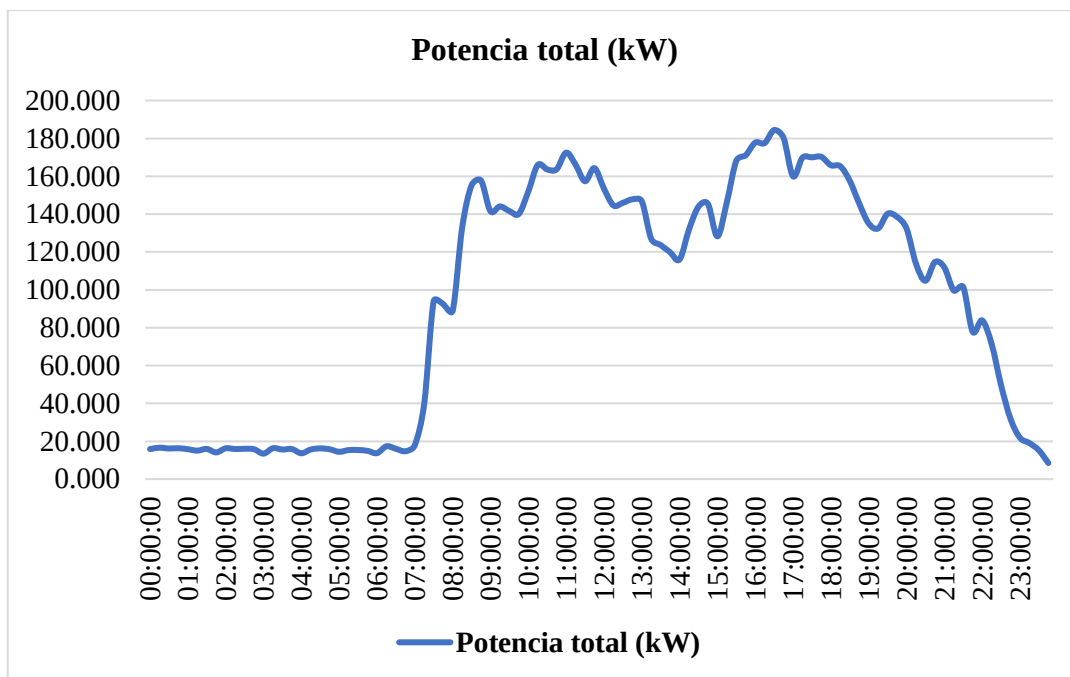


Figura 9. Diagrama de consumo de potencia del día miércoles 24/04/19.

Fuente: Autoría propia. Data obtenida del analizador de redes.

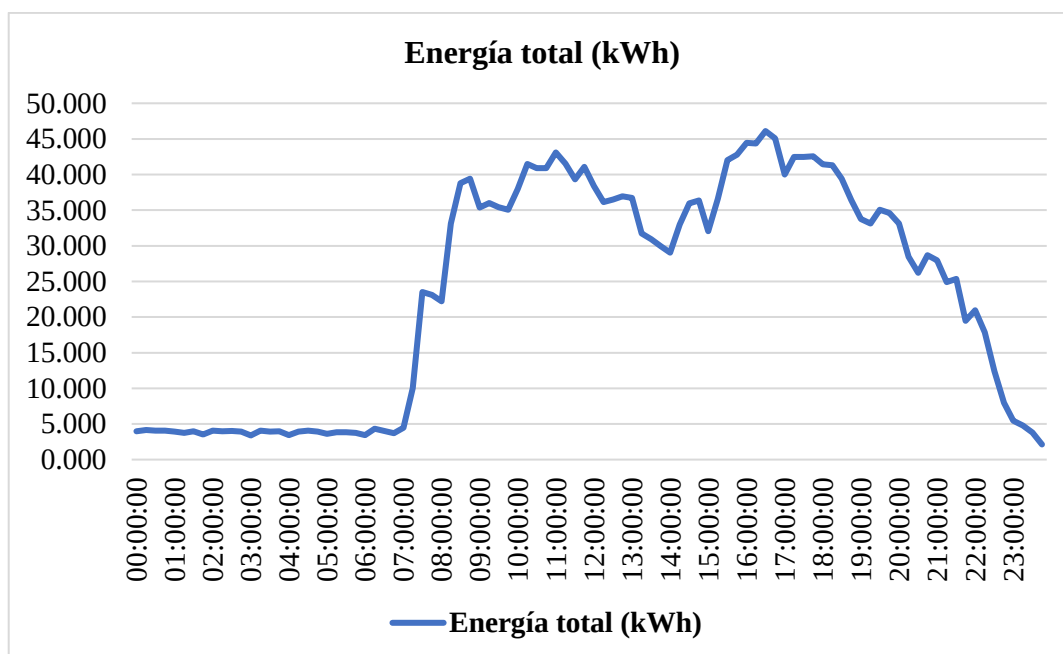


Figura 10. Diagrama de consumo de energía del día miércoles 24/04/19.

Fuente: Autoría propia. Data obtenida del analizador de redes.

Tabla 26

Consumo de energía y potencia del día miércoles 24/04/2019.

Hora	Potencia total (kW)	Energía total (kWh)
00:00:00	8,284	2,069
00:15:00	5,479	1,371
00:30:00	4,859	1,216
00:45:00	4,746	1,185
01:00:00	4,753	1,189
01:15:00	5,652	1,413
01:30:00	5,104	1,278
01:45:00	5,028	1,256
02:00:00	5,046	1,260
02:15:00	4,749	1,190
02:30:00	5,339	1,333
02:45:00	5,548	1,384
03:00:00	5,532	1,388
03:15:00	4,458	1,112
03:30:00	4,860	1,218
03:45:00	4,477	1,118
04:00:00	5,026	1,257
04:15:00	5,975	1,494
04:30:00	5,202	1,302
04:45:00	4,856	1,213
05:00:00	4,860	1,214
05:15:00	4,397	1,100
05:30:00	4,996	1,248
05:45:00	5,575	1,396
06:00:00	5,039	1,260
06:15:00	6,010	1,501
06:30:00	6,010	1,506
06:45:00	6,700	1,673
07:00:00	8,436	2,111
07:15:00	22,184	5,544
07:30:00	41,195	10,302
07:45:00	43,726	10,930
08:00:00	44,089	11,023
08:15:00	48,279	12,068
08:30:00	59,074	14,773
08:45:00	61,701	15,424
09:00:00	76,409	19,101
09:15:00	95,612	23,902
09:30:00	114,327	28,581
09:45:00	107,620	26,910
10:00:00	102,589	25,645
10:15:00	99,342	24,836

10:30:00	92,461	23,118
10:45:00	98,269	24,565
11:00:00	109,256	27,317
11:15:00	116,683	29,173
11:30:00	131,669	32,919
11:45:00	134,500	33,626
12:00:00	131,635	32,905
12:15:00	138,078	34,520
12:30:00	134,276	33,571
12:45:00	139,781	34,945
13:00:00	123,314	30,822
13:15:00	99,683	24,919
13:30:00	100,077	25,030
13:45:00	120,199	30,042
14:00:00	113,736	28,437
14:15:00	108,849	27,216
14:30:00	123,506	30,877
14:45:00	115,623	28,901
15:00:00	113,881	28,472
15:15:00	137,876	34,475
15:30:00	134,562	33,635
15:45:00	137,817	34,456
16:00:00	141,486	35,370
16:15:00	153,474	38,372
16:30:00	149,448	37,364
16:45:00	145,221	36,303
17:00:00	143,220	35,809
17:15:00	152,766	38,189
17:30:00	138,816	34,703
17:45:00	126,998	31,750
18:00:00	121,316	30,325
18:15:00	89,160	22,290
18:30:00	92,292	23,073
18:45:00	89,304	22,328
19:00:00	75,586	18,897
19:15:00	78,569	19,641
19:30:00	81,868	20,471
19:45:00	81,170	20,291
20:00:00	78,173	19,540
20:15:00	79,408	19,855
20:30:00	77,396	19,348
20:45:00	78,059	19,518
21:00:00	66,382	16,593
21:15:00	62,250	15,561
21:30:00	64,217	16,058
21:45:00	57,780	14,439

22:00:00	51,052	12,768
22:15:00	46,306	11,574
22:30:00	39,930	9,982
22:45:00	36,971	9,244
23:00:00	22,633	5,658
23:15:00	9,960	2,494
23:30:00	9,812	2,448
23:45:00	10,085	2,526

Fuente: Autoría propia. Data obtenida del analizador de redes.

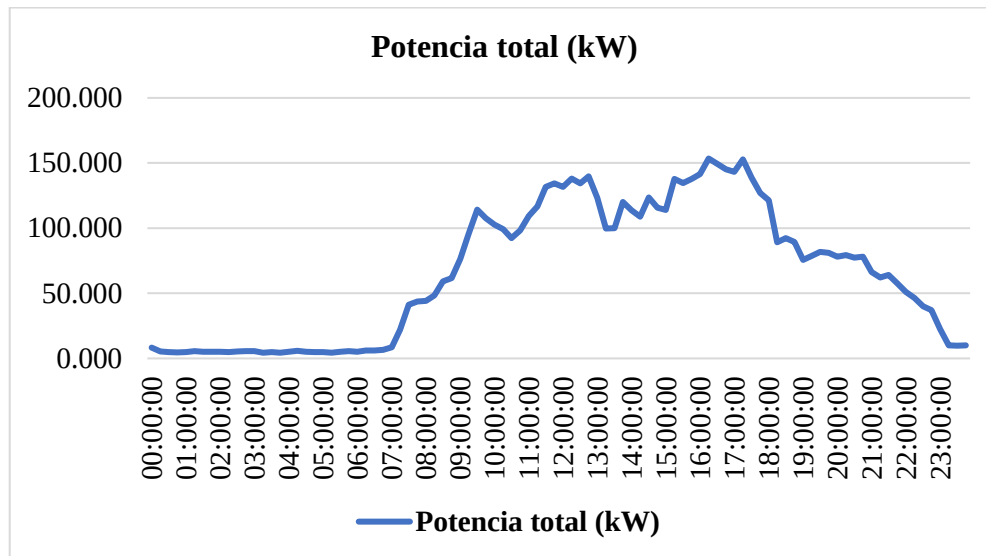


Figura 11. Diagrama de consumo potencia del día miércoles 24/04/2019.

Fuente: Autoría propia. Data obtenida del analizador de redes.

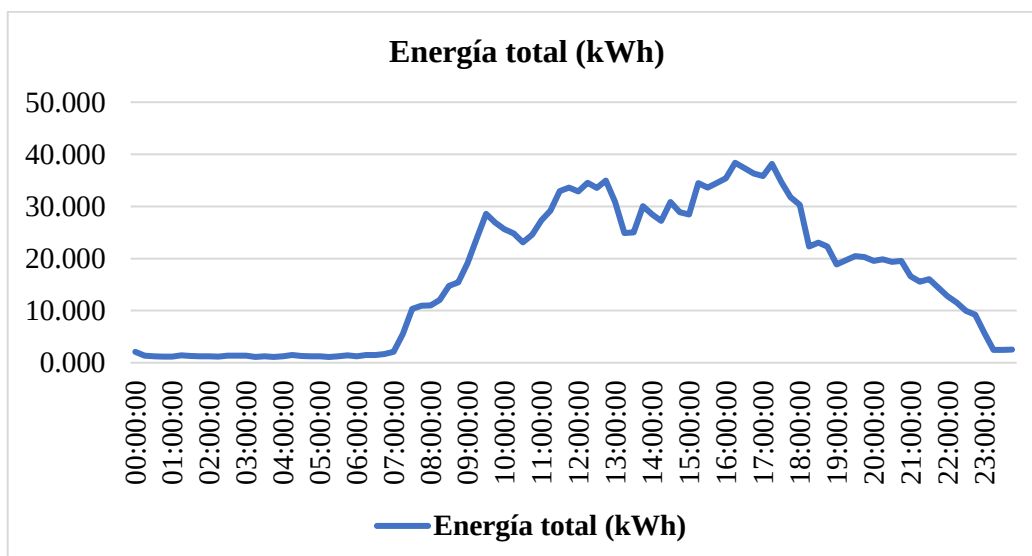


Figura 12. Diagrama de consumo de energía del día miércoles 24/04/2019.

Fuente: Autoría propia. Data obtenida del analizador de redes.

Tabla 27

Consumo de energía y potencia del día jueves 25/04/2019.

Hora	Potencia total (kW)	Energía total (kWh)
00:00:00	8,119	2,030
00:15:00	5,461	1,364
00:30:00	5,346	1,335
00:45:00	5,189	1,298
01:00:00	4,910	1,229
01:15:00	5,385	1,345
01:30:00	5,096	1,277
01:45:00	5,002	1,246
02:00:00	4,621	1,158
02:15:00	4,402	1,100
02:30:00	4,797	1,202
02:45:00	4,806	1,201
03:00:00	5,410	1,355
03:15:00	5,359	1,338
03:30:00	5,187	1,298
03:45:00	5,026	1,255
04:00:00	5,087	1,273
04:15:00	5,017	1,256
04:30:00	5,391	1,347
04:45:00	5,417	1,352
05:00:00	4,882	1,223
05:15:00	4,698	1,173
05:30:00	5,039	1,259
05:45:00	4,834	1,210
06:00:00	5,008	1,255
06:15:00	5,180	1,294
06:30:00	6,168	1,541
06:45:00	6,244	1,561
07:00:00	7,346	1,835
07:15:00	30,118	7,529
07:30:00	40,403	10,106
07:45:00	47,206	11,800
08:00:00	74,802	18,701
08:15:00	100,285	25,068
08:30:00	105,907	26,478
08:45:00	109,223	27,305
09:00:00	112,375	28,094
09:15:00	115,594	28,900
09:30:00	114,087	28,523
09:45:00	127,780	31,947
10:00:00	122,166	30,537
10:15:00	124,745	31,187

10:30:00	118,209	29,551
10:45:00	123,571	30,896
11:00:00	125,620	31,401
11:15:00	130,744	32,687
11:30:00	129,533	32,383
11:45:00	135,002	33,759
12:00:00	129,363	32,339
12:15:00	127,526	31,875
12:30:00	118,047	29,516
12:45:00	120,093	30,019
13:00:00	121,341	30,338
13:15:00	98,837	24,709
13:30:00	83,014	20,757
13:45:00	78,042	19,504
14:00:00	85,636	21,416
14:15:00	96,096	24,019
14:30:00	109,584	27,399
14:45:00	111,085	27,766
15:00:00	113,802	28,456
15:15:00	129,528	32,377
15:30:00	136,367	34,093
15:45:00	148,122	37,028
16:00:00	154,351	38,594
16:15:00	172,399	43,106
16:30:00	189,937	47,477
16:45:00	176,215	44,052
17:00:00	175,915	43,981
17:15:00	180,423	45,102
17:30:00	155,568	38,891
17:45:00	150,893	37,724
18:00:00	139,153	34,787
18:15:00	117,433	29,360
18:30:00	134,704	33,676
18:45:00	118,680	29,670
19:00:00	121,257	30,314
19:15:00	116,476	29,119
19:30:00	130,279	32,569
19:45:00	129,733	32,431
20:00:00	111,350	27,838
20:15:00	119,724	29,931
20:30:00	115,216	28,806
20:45:00	107,408	26,852
21:00:00	103,954	25,986
21:15:00	114,309	28,580
21:30:00	98,862	24,714
21:45:00	95,157	23,792

22:00:00	93,625	23,406
22:15:00	78,429	19,608
22:30:00	64,198	16,046
22:45:00	28,575	7,143
23:00:00	23,200	5,801
23:15:00	13,790	3,446
23:30:00	13,023	3,259
23:45:00	10,049	2,509

Fuente: Autoría propia. Data obtenida del analizador de redes.

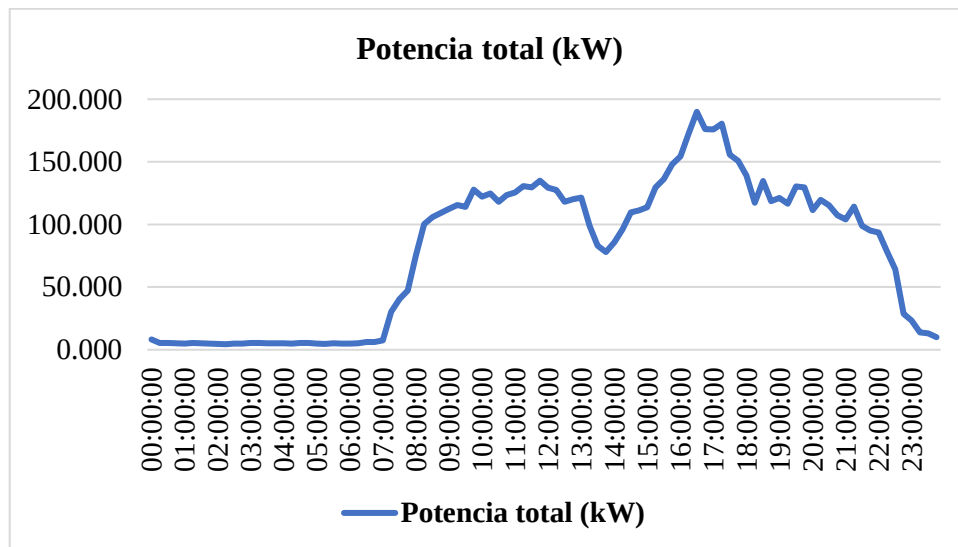


Figura 13. Diagrama de consumo de potencia del día jueves 25/04/2019.

Fuente: Autoría propia. Data obtenida del analizador de redes.

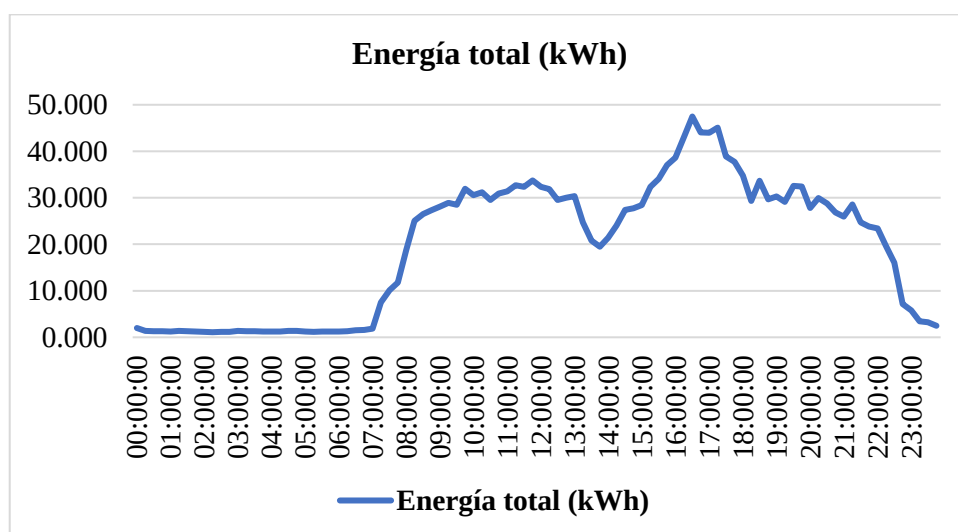


Figura 14. Diagrama de consumo de energía del día jueves 25/04/2019.

Fuente: Autoría propia. Data obtenida del analizador de redes.

Tabla 28

Consumo de energía y potencia del día viernes 26/04/19.

Hora	Potencia total (kW)	Energía total (kWh)
00:00:00	12,173	3,041
00:15:00	9,128	2,284
00:30:00	8,963	2,243
00:45:00	9,471	2,369
01:00:00	12,129	3,032
01:15:00	6,452	1,612
01:30:00	5,435	1,360
01:45:00	10,478	2,617
02:00:00	8,267	2,068
02:15:00	6,777	1,692
02:30:00	7,020	1,755
02:45:00	11,636	2,908
03:00:00	6,143	1,541
03:15:00	6,166	1,539
03:30:00	8,119	2,032
03:45:00	10,407	2,597
04:00:00	5,423	1,360
04:15:00	6,602	1,649
04:30:00	8,163	2,038
04:45:00	6,367	1,594
05:00:00	8,667	2,166
05:15:00	5,923	1,481
05:30:00	8,122	2,028
05:45:00	6,376	1,597
06:00:00	6,121	1,527
06:15:00	6,922	1,737
06:30:00	10,673	2,667
06:45:00	11,112	2,779
07:00:00	7,660	1,914
07:15:00	17,560	4,389
07:30:00	42,620	10,654
07:45:00	47,634	11,908
08:00:00	50,341	12,582
08:15:00	67,655	16,918
08:30:00	95,462	23,864
08:45:00	101,877	25,471
09:00:00	107,924	26,983
09:15:00	103,604	25,896
09:30:00	114,919	28,736
09:45:00	113,075	28,265
10:00:00	104,107	26,020
10:15:00	108,928	27,238

10:30:00	100,983	25,246
10:45:00	108,857	27,215
11:00:00	94,958	23,737
11:15:00	100,817	25,210
11:30:00	115,950	28,985
11:45:00	129,522	32,379
12:00:00	120,837	30,211
12:15:00	121,161	30,287
12:30:00	123,987	30,998
12:45:00	112,181	28,050
13:00:00	113,018	28,253
13:15:00	89,557	22,384
13:30:00	88,399	22,101
13:45:00	85,833	21,461
14:00:00	91,184	22,791
14:15:00	93,890	23,472
14:30:00	98,219	24,559
14:45:00	119,372	29,844
15:00:00	112,896	28,222
15:15:00	109,880	27,474
15:30:00	115,417	28,846
15:45:00	115,966	28,998
16:00:00	127,087	31,770
16:15:00	129,006	32,255
16:30:00	122,319	30,573
16:45:00	126,752	31,693
17:00:00	115,548	28,888
17:15:00	119,313	29,828
17:30:00	108,270	27,070
17:45:00	113,078	28,268
18:00:00	122,847	30,713
18:15:00	129,688	32,417
18:30:00	113,391	28,350
18:45:00	111,223	27,801
19:00:00	108,826	27,209
19:15:00	94,850	23,714
19:30:00	96,373	24,089
19:45:00	94,661	23,667
20:00:00	112,393	28,101
20:15:00	109,028	27,255
20:30:00	99,802	24,950
20:45:00	99,347	24,837
21:00:00	94,285	23,569
21:15:00	89,171	22,295
21:30:00	76,512	19,130
21:45:00	64,386	16,094

22:00:00	67,915	16,977
22:15:00	49,938	12,488
22:30:00	26,223	6,552
22:45:00	19,401	4,850
23:00:00	15,942	3,988
23:15:00	13,981	3,492
23:30:00	12,732	3,183
23:45:00	10,353	2,589

Fuente: Autoría propia. Data obtenida del analizador de redes.

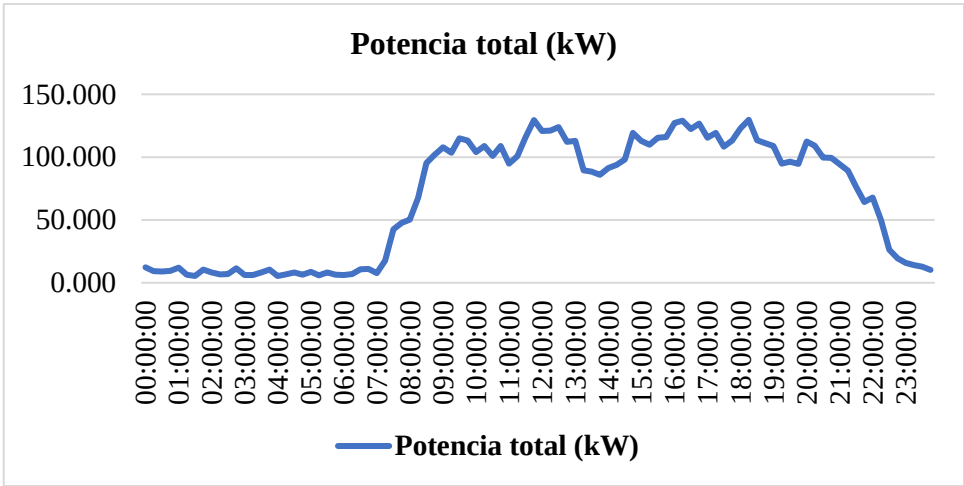


Figura 15. Diagrama de consumo de potencia del día viernes 26/04/19.

Fuente: Autoría propia. Data obtenida del analizador de redes.

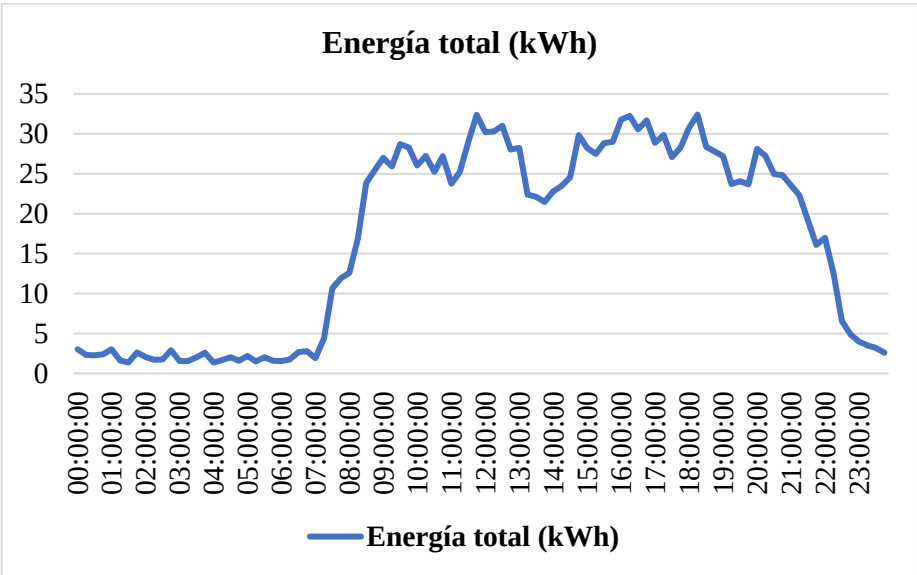


Figura 16. Diagrama de consumo de energía del día viernes 26/04/19.

Fuente: Autoría propia. Data obtenida del analizador de redes.

Tabla 29

Consumo de energía y potencia del día sábado 27/04/2019.

Hora	Potencia total (kW)	Energía total (kWh)
00:00:00	7,051	1,761
00:15:00	5,255	1,316
00:30:00	6,366	1,592
00:45:00	6,043	1,511
01:00:00	6,671	1,667
01:15:00	5,470	1,366
01:30:00	5,666	1,417
01:45:00	5,641	1,410
02:00:00	4,757	1,192
02:15:00	6,139	1,535
02:30:00	5,335	1,330
02:45:00	6,521	1,633
03:00:00	6,040	1,506
03:15:00	5,138	1,286
03:30:00	6,083	1,525
03:45:00	5,498	1,370
04:00:00	5,763	1,446
04:15:00	5,534	1,379
04:30:00	5,214	1,304
04:45:00	5,660	1,418
05:00:00	5,841	1,458
05:15:00	6,458	1,615
05:30:00	6,963	1,738
05:45:00	7,223	1,809
06:00:00	7,731	1,931
06:15:00	7,557	1,890
06:30:00	7,186	1,795
06:45:00	7,487	1,872
07:00:00	5,948	1,485
07:15:00	5,476	1,371
07:30:00	5,445	1,361
07:45:00	5,685	1,422
08:00:00	6,991	1,749
08:15:00	20,186	5,045
08:30:00	28,784	7,197
08:45:00	31,851	7,966
09:00:00	43,005	10,747
09:15:00	41,653	10,412
09:30:00	40,552	10,139
09:45:00	42,888	10,724
10:00:00	43,462	10,866
10:15:00	45,875	11,464

10:30:00	45,390	11,354
10:45:00	54,188	13,545
11:00:00	57,151	14,287
11:15:00	66,249	16,566
11:30:00	62,364	15,585
11:45:00	62,186	15,549
12:00:00	50,432	12,608
12:15:00	47,110	11,779
12:30:00	47,371	11,842
12:45:00	47,304	11,828
13:00:00	49,945	12,485
13:15:00	43,601	10,898
13:30:00	35,541	8,885
13:45:00	39,538	9,882
14:00:00	36,324	9,083
14:15:00	37,149	9,285
14:30:00	37,085	9,272
14:45:00	44,080	11,015
15:00:00	45,165	11,301
15:15:00	49,153	12,283
15:30:00	48,841	12,213
15:45:00	69,421	17,353
16:00:00	77,996	19,500
16:15:00	72,306	18,077
16:30:00	72,522	18,128
16:45:00	86,625	21,656
17:00:00	90,156	22,541
17:15:00	94,218	23,553
17:30:00	84,823	21,212
17:45:00	84,376	21,088
18:00:00	78,974	19,739
18:15:00	85,985	21,500
18:30:00	93,072	23,271
18:45:00	88,919	22,229
19:00:00	83,313	20,826
19:15:00	69,676	17,414
19:30:00	68,587	17,150
19:45:00	57,860	14,468
20:00:00	44,462	11,110
20:15:00	41,138	10,290
20:30:00	37,074	9,263
20:45:00	35,608	8,901
21:00:00	32,184	8,050
21:15:00	32,318	8,077
21:30:00	31,268	7,821
21:45:00	29,292	7,319

22:00:00	28,295	7,078
22:15:00	25,082	6,269
22:30:00	25,102	6,279
22:45:00	24,636	6,154
23:00:00	24,208	6,054
23:15:00	24,260	6,068
23:30:00	23,974	5,986
23:45:00	23,041	5,766

Fuente: Autoría propia. Data obtenida del analizador de redes.

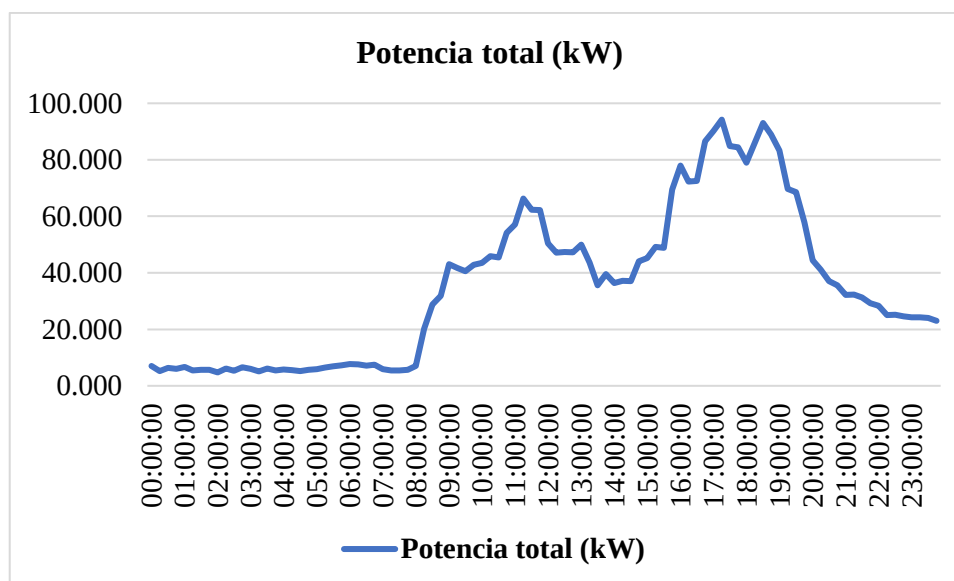


Figura 17. Diagrama de consumo de potencia del día sábado 27/04/2019.

Fuente: Autoría propia. Data obtenida del analizador de redes.

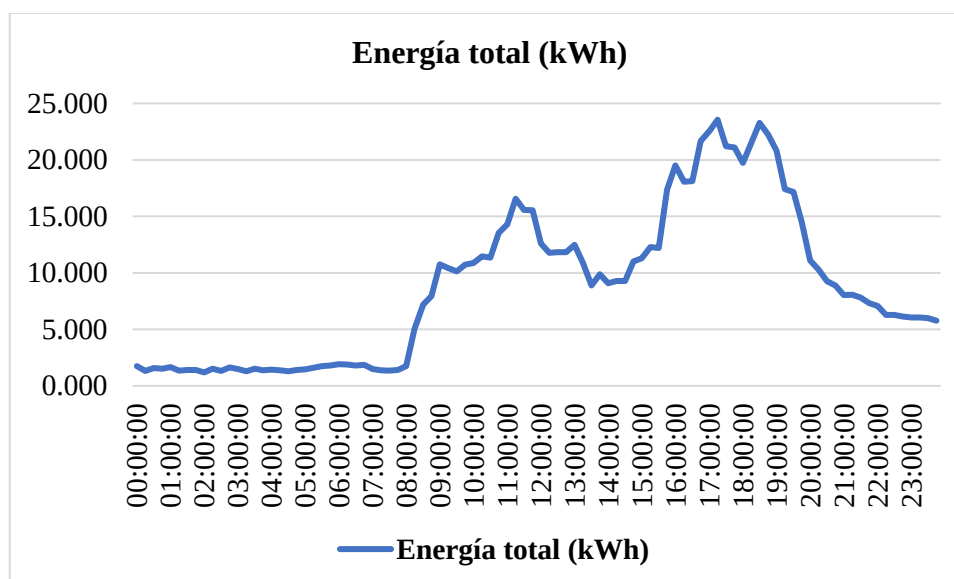


Figura 18. Diagrama de consumo de energía del día sábado 27/04/2019.

Fuente: Autoría propia. Data obtenida del analizador de redes.

Tabla 30

Consumo de energía y potencia del día Domingo 28/04/19.

Hora	Potencia total (kW)	Energía total (kWh)
00:00:00	5,556	1,387
00:15:00	5,992	1,497
00:30:00	5,676	1,424
00:45:00	5,802	1,446
01:00:00	4,666	1,168
01:15:00	5,223	1,306
01:30:00	5,452	1,367
01:45:00	5,716	1,426
02:00:00	4,995	1,248
02:15:00	5,230	1,306
02:30:00	5,212	1,306
02:45:00	5,184	1,294
03:00:00	5,571	1,392
03:15:00	5,661	1,416
03:30:00	5,348	1,339
03:45:00	4,898	1,224
04:00:00	4,581	1,143
04:15:00	4,979	1,243
04:30:00	5,179	1,298
04:45:00	5,225	1,306
05:00:00	5,071	1,266
05:15:00	5,527	1,385
05:30:00	5,180	1,290
05:45:00	4,781	1,201
06:00:00	5,830	1,456
06:15:00	4,837	1,213
06:30:00	5,200	1,296
06:45:00	4,589	1,141
07:00:00	4,499	1,134
07:15:00	5,419	1,351
07:30:00	5,229	1,309
07:45:00	4,373	1,091
08:00:00	5,118	1,281
08:15:00	4,719	1,176
08:30:00	6,508	1,629
08:45:00	8,264	2,067
09:00:00	8,593	2,147
09:15:00	12,178	3,045
09:30:00	12,344	3,090
09:45:00	14,623	3,646
10:00:00	19,719	4,934
10:15:00	25,803	6,455

10:30:00	24,785	6,191
10:45:00	19,069	4,770
11:00:00	13,473	3,367
11:15:00	13,484	3,374
11:30:00	16,122	4,032
11:45:00	18,112	4,523
12:00:00	16,532	4,132
12:15:00	16,191	4,053
12:30:00	7,061	1,761
12:45:00	6,010	1,504
13:00:00	5,849	1,459
13:15:00	6,192	1,549
13:30:00	5,391	1,349
13:45:00	5,707	1,430
14:00:00	4,979	1,244
14:15:00	5,716	1,427
14:30:00	5,687	1,423
14:45:00	6,095	1,521
15:00:00	5,631	1,410
15:15:00	5,696	1,424
15:30:00	5,156	1,287
15:45:00	5,952	1,488
16:00:00	6,789	1,697
16:15:00	8,024	2,004
16:30:00	9,810	2,460
16:45:00	9,163	2,289
17:00:00	8,052	2,012
17:15:00	9,107	2,278
17:30:00	8,441	2,109
17:45:00	7,797	1,945
18:00:00	8,932	2,237
18:15:00	8,833	2,204
18:30:00	9,310	2,329
18:45:00	8,782	2,196
19:00:00	7,752	1,942
19:15:00	7,161	1,788
19:30:00	6,768	1,693
19:45:00	6,907	1,723
20:00:00	6,378	1,597
20:15:00	6,881	1,714
20:30:00	7,061	1,773
20:45:00	7,127	1,779
21:00:00	6,598	1,653
21:15:00	6,470	1,617
21:30:00	5,906	1,475
21:45:00	6,516	1,627

22:00:00	5,833	1,463
22:15:00	6,061	1,514
22:30:00	6,265	1,562
22:45:00	6,585	1,649
23:00:00	6,281	1,571
23:15:00	5,903	1,476
23:30:00	4,856	1,211
23:45:00	4,815	1,206

Fuente: Autoría propia. Data obtenida del analizador de redes.

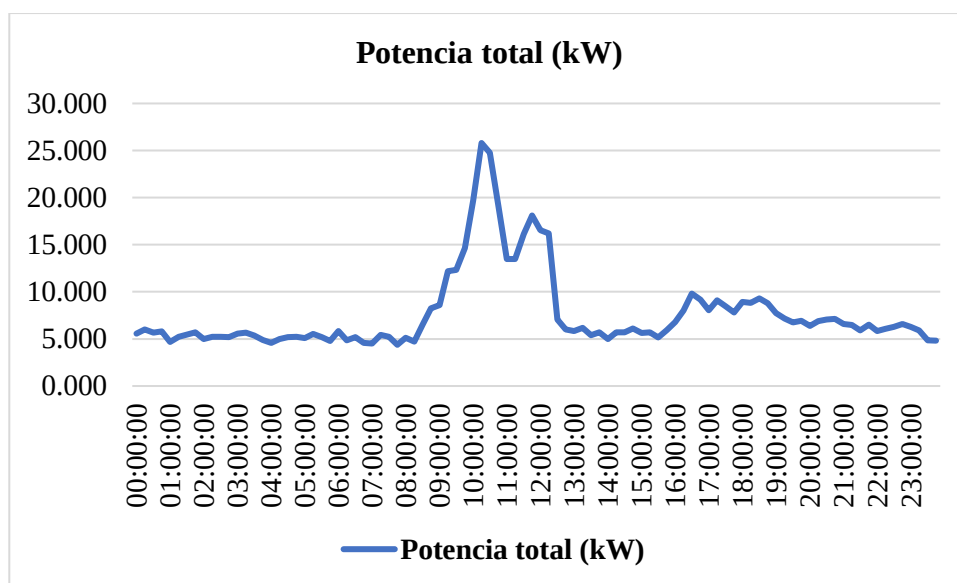


Figura 19. Diagrama de consumo de potencia del día Domingo 28/04/19.

Fuente: Autoría propia. Data obtenida del analizador de redes.

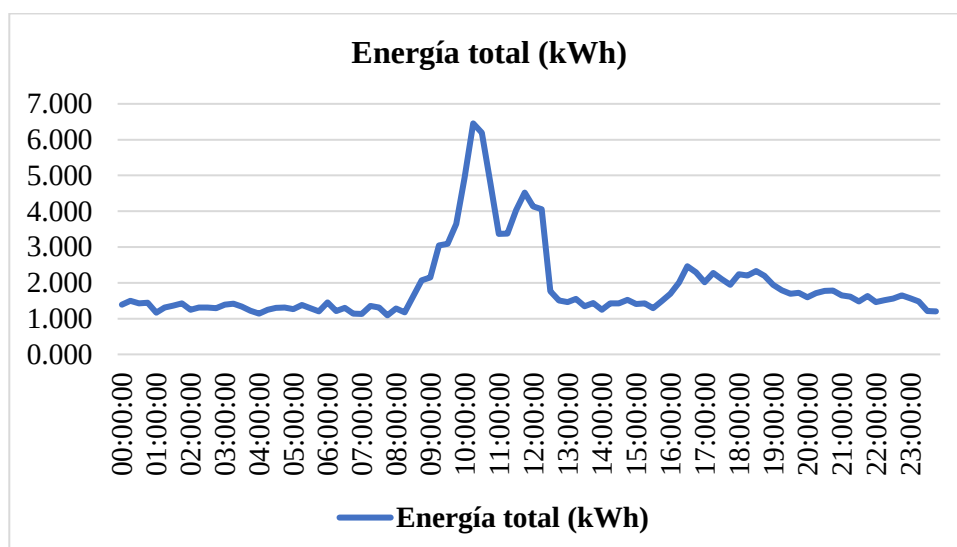


Figura 20. Diagrama de consumo de energía del día Domingo 28/04/19.

Fuente: Autoría propia. Data obtenida del analizador de redes.

Tabla 31

Consumo de energía y potencia del día lunes 29/04/2019.

Hora	Potencia total (kW)	Energía total (kWh)
00:00:00	4,369	1,087
00:15:00	5,357	1,342
00:30:00	4,632	1,156
00:45:00	5,423	1,360
01:00:00	4,458	1,113
01:15:00	4,446	1,109
01:30:00	4,688	1,177
01:45:00	5,097	1,273
02:00:00	4,973	1,242
02:15:00	4,557	1,138
02:30:00	4,888	1,221
02:45:00	4,630	1,160
03:00:00	4,346	1,086
03:15:00	4,466	1,119
03:30:00	3,912	975
03:45:00	4,839	1,211
04:00:00	4,045	1,008
04:15:00	4,744	1,191
04:30:00	5,017	1,248
04:45:00	4,778	1,199
05:00:00	4,828	1,206
05:15:00	4,498	1,127
05:30:00	4,590	1,148
05:45:00	4,364	1,087
06:00:00	4,991	1,246
06:15:00	5,838	1,461
06:30:00	5,693	1,425
06:45:00	5,473	1,368
07:00:00	7,544	1,888
07:15:00	21,126	5,284
07:30:00	25,534	6,381
07:45:00	51,319	12,828
08:00:00	66,999	16,750
08:15:00	87,080	21,773
08:30:00	104,714	26,174
08:45:00	116,214	29,056
09:00:00	119,050	29,766
09:15:00	121,113	30,280
09:30:00	121,422	30,355
09:45:00	112,357	28,076
10:00:00	128,173	32,055
10:15:00	151,414	37,853

10:30:00	164,746	41,178
10:45:00	152,915	38,240
11:00:00	140,194	35,046
11:15:00	160,491	40,122
11:30:00	167,245	41,801
11:45:00	166,486	41,630
12:00:00	167,396	41,849
12:15:00	160,986	40,246
12:30:00	161,469	40,366
12:45:00	166,370	41,588
13:00:00	158,562	39,640
13:15:00	129,658	32,416
13:30:00	119,102	29,775
13:45:00	117,327	29,332
14:00:00	120,641	30,160
14:15:00	121,367	30,343
14:30:00	127,805	31,946
14:45:00	131,444	32,868
15:00:00	134,264	33,567
15:15:00	154,015	38,501
15:30:00	158,731	39,684
15:45:00	157,036	39,261
16:00:00	167,439	41,858
16:15:00	178,045	44,508
16:30:00	176,430	44,112
16:45:00	178,680	44,664
17:00:00	170,626	42,666
17:15:00	169,654	42,402
17:30:00	179,486	44,882
17:45:00	203,027	50,747
18:00:00	198,344	49,593
18:15:00	173,135	43,271
18:30:00	156,759	39,202
18:45:00	158,952	39,742
19:00:00	160,401	40,096
19:15:00	156,792	39,197
19:30:00	138,801	34,698
19:45:00	133,890	33,469
20:00:00	125,837	31,467
20:15:00	124,627	31,153
20:30:00	136,296	34,075
20:45:00	147,872	36,968
21:00:00	134,222	33,553
21:15:00	129,363	32,341
21:30:00	133,475	33,360
21:45:00	122,438	30,617

22:00:00	98,802	24,699
22:15:00	88,805	22,202
22:30:00	78,551	19,637
22:45:00	72,408	18,106
23:00:00	66,836	16,706
23:15:00	63,349	15,831
23:30:00	59,412	14,860
23:45:00	58,517	14,629

Fuente: Autoría propia. Data obtenida del analizador de redes.

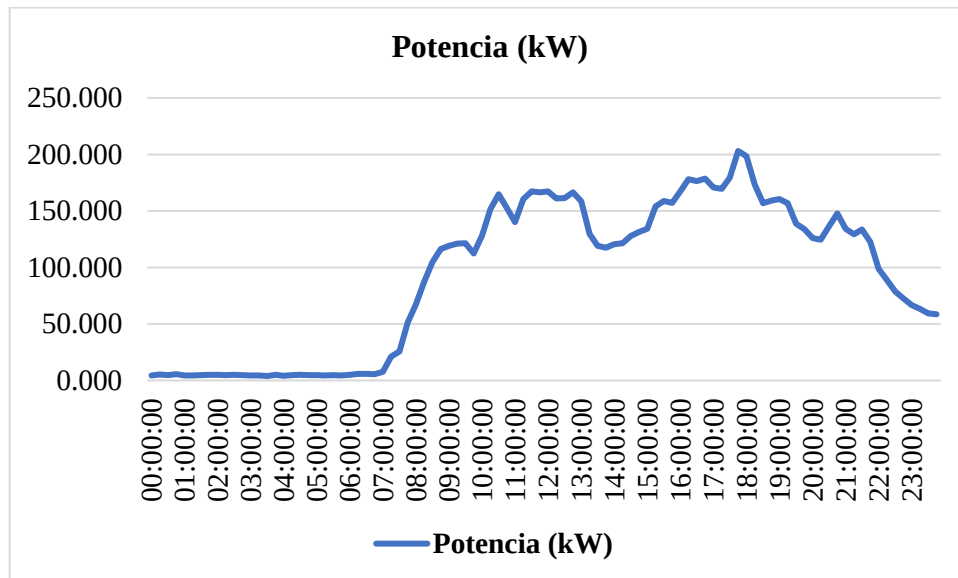


Figura 21. Diagrama de consumo de potencia del día lunes 29/04/2019.

Fuente: Autoría propia. Data obtenida del analizador de redes.

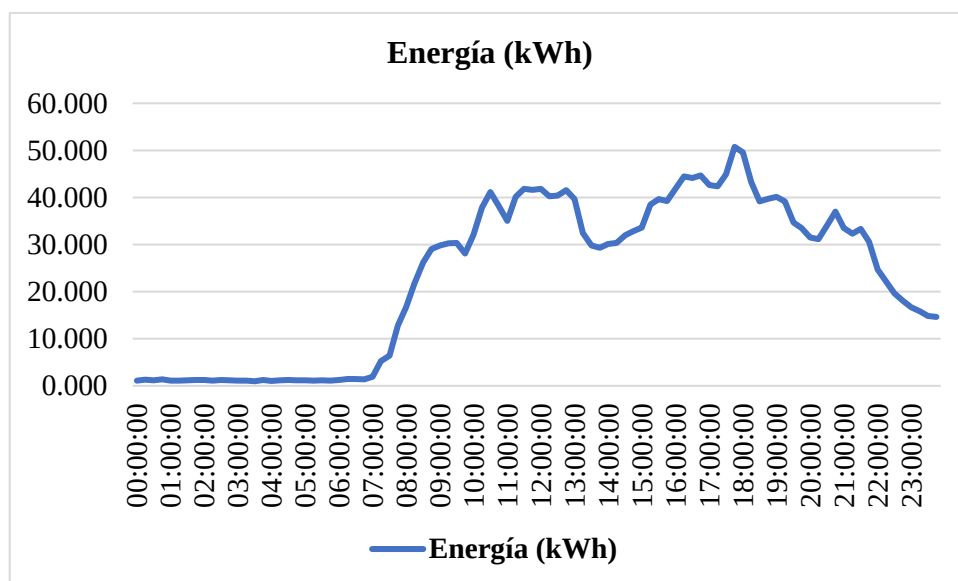


Figura 22. Diagrama de consumo de energía del día lunes 29/04/2019.

Fuente: Autoría propia. Data obtenida del analizador de redes.

Anexo 2. Panel fotográfico de trabajo de campo.



Figura 23. Señalización del área para instalación del Analizador de redes.

Fuente: Autoría propia.



Figura 24. Instalación del analizador de redes.

Fuente: Autoría propia.



Figura 25. Toma de datos de la potencia y consumo de energía eléctrica.

Fuente: Autoría propia.

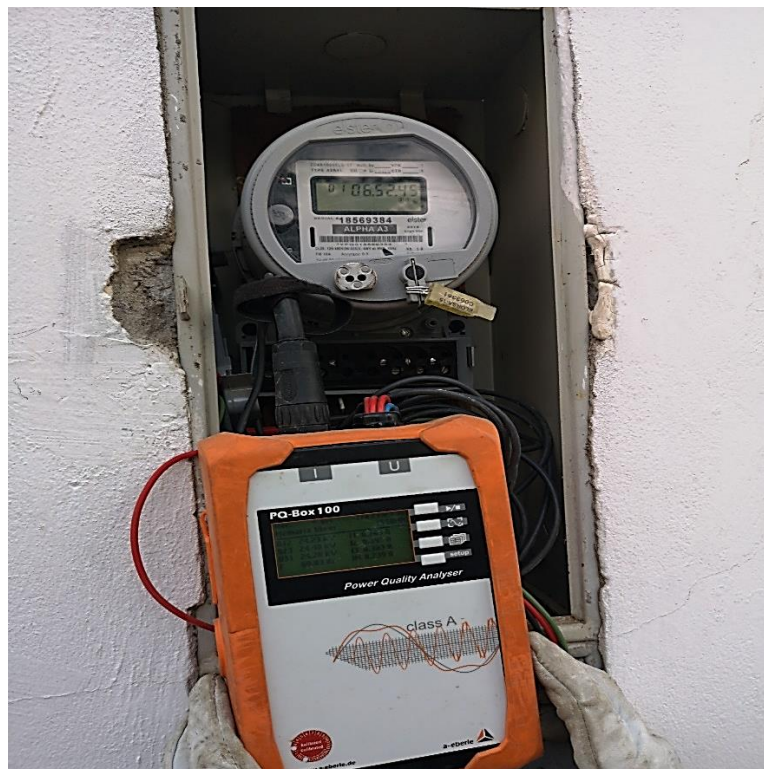


Figura 26. Retiro del analizador de redes.

Fuente: Autoría propia.



Figura 27. Instalación del analizador de redes.

Fuente: Autoría propia.



Figura 28. Termino del analizador de redes.

Fuente: Autoría propia.



Figura 29. Split de aire acondicionado utilizado en el inventario de equipos.

Fuente: Autoría propia.



Figura 30. Equipo del sistema de aire acondicionado utilizado en el inventario de equipos.

Fuente: autoría propia.

Anexo 3. Certificado de calibración del analizador de redes.

CERTIFICATE OF CALIBRATION CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 16097-08					
CENTEL S.A.C. Av. Brasil 351 – Cercado de Lima Tel.: +51-1-3310185 bzwingli@telefonica.net.pe					
INSTRUMENT: PQ BOX 100 Expert INSTRUMENTO:		SERIAL NO: M1607-608 No SERIE:			
PROPERTY OF: ELECTRO ORIENTE S.A. PROPIEDAD DE:					
CENTEL S.A.C. certifies that the above mentioned instrument was tested in accordance with the factory instrument specifications. The test was performed in stand alone operation. The calibration is performed by comparison with measuring and test equipments, which are verified via measurement standards according to DIN/EN ISO 9001: 2008 and ISO/IEC 17025. CENTEL S.A.C. account with calibration laboratory authorized for power quality products by OSINERGMIN with Resolution 616-2008-OS-CD and its updates. Traceability: Thus the traceability to the national standards maintained by INDECOPI (SNM) of Peru for the realization of the physical units according to the international systems of units (SI) is secured and can be requested if needed. The issuing company is solely responsible for the performance and documentation of the calibration. Test result: The instrument complies with all tested factory specifications. CENTEL S.A.C. certifica que el instrumento antedicho fue probado conforme a las especificaciones del fabricante del instrumento. La prueba fue realizada en operación autónoma. La verificación ha sido realizada en comparación con la medición de equipos de prueba, que son verificados via medidas normalizadas según DIN/EN ISO 9001:2008 e ISO/IEC 17025. CENTEL S.A.C. cuenta con laboratorio de calibración autorizado para productos de calidad de energía por OSINERGMIN con Resolución 616-2008-OS-CD y sus actualizaciones. Trazabilidad: Así, la capacidad de trazabilidad a las normas nacionales mantenidas por el INDECOPI (SNM) del Perú para la realización de las unidades físicas y a los sistemas internacionales de unidades (SI) es asegurada y puede ser solicitada de ser necesario. La empresa de emisión es únicamente responsable del performance y la documentación de la calibración. Resultado de prueba: El instrumento cumple con todas las especificaciones de fábrica probados.					
CAL PERFORMED BY: Bruno Zwingli CALIBRACIÓN REALIZADO POR:			DATE OF CAL: May, 20, 2018 FECHA DE CALIBRACIÓN		
TEST EQUIPMENT UTILIZED: EQUIPO DE PRUEBA UTILIZADO:					
MFG Fabricante	Model Modelo	SN# numero serie	Cal Date Fecha calibración	Due Date calibrator Vencimiento calibrador	
LEM Norma	Unigor 390	KB9505	26/07/2017	26/07/2018	
Clase:	basic 0,02%		INACAL / SNM LE-114-2017		
KINGSINE	KS833	202004004			
Clase:	0,05S				
CENTEL S.A.C.  Bruno Zwingli, Rula Gerente General					
Quality Control			1 de 2		

CALIBRATION RESULTS
RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

Cert. number: 2 de 2
Numero certificado : 16095-08

Instrument calibrated: A. EBERLE PQ BOX 100 Expert
Serial Number: M1607-608

RANGE 01

Channel Canal	Reference value Valor Referencia		Reading value Valor Lectura		Error rdg. val. Error val. lect.	% of specifications % de especificaciones
1	120.000	V ac	120.000	V ac	0.000%	0%
2	120.000	V ac	119.999	V ac	-0.001%	-1%
3	120.000	V ac	119.999	V ac	-0.001%	-1%
4	120.000	V ac	120.001	V ac	0.001%	1%
5	10.0000	A ac	9.999	A ac	-0.010%	-1%
6	10.0000	A ac	9.997	A ac	-0.030%	-3%
7	10.0000	A ac	9.998	A ac	-0.020%	-2%
8	10.0000	A ac	9.998	A ac	-0.020%	-2%
9		A ac		A ac		

incl. MINI clamps

W
W
W
Hz

W
W
W
Hz

RANGE 02

Channel Canal	Reference value Valor Referencia		Reading value Valor Lectura		Error rdg. val. Error val. lect.	% of specifications % de especificaciones
1	230.000	V ac	230.003	V ac	0.001%	1%
2	230.000	V ac	229.999	V ac	0.000%	0%
3	230.000	V ac	230.003	V ac	0.001%	1%
4	230.000	V ac	230.004	V ac	0.002%	2%
5	500.000	A ac	498.162	A ac	-0.368%	-37%
6	500.000	A ac	499.215	A ac	-0.157%	-16%
7	500.000	A ac	497.588	A ac	-0.482%	-48%
8	500.000	A ac	499.213	A ac	-0.157%	-16%
9		A ac		A ac		

incl. PROFLEX clamps

W
W
W
Hz

W
W
W
Hz

Reference Instruments:

Instrumentos de referencia:			
LEM	UNIGOR 390	numero serie: KB9505	Precisión Basica: 0.02%
	date: Julio, 26, 2017		due date: Julio, 26, 2018
KINGSINE	KS833	numero serie: 202004004	Clase precisión: 0.05S

Calibration date:
Fecha calibración
20 de Mayo de 2018

Calibration performed by:
Calibración efectuada por:

CENTEL S.A.C.
B-9-7.
Bruno Zwingli Ratz
Gerente General

Anexo 4. Recibo facturación de energía eléctrica emitido por la concesionaria Electro Oriente S.A.

"GRACIAS POR SER UN CLIENTE PUNTUAL"



Electro Oriente
Generando Progreso
EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO
DE ELECTRICIDAD DEL ORIENTE S.A.
JR. DOS DE MAYO N° 437 - CHACHAPOYAS
R.U.C. 20103795631

Código 7210821-013701 **Salida** 20 SS.EE. 1520027
Contrato 36296190 **R.U.C.** 20487463737
Señores UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN
Direc. Legal Jr. CUZCO N° 250 Sector PUEBLO NUEVO
Localidad RUTA 07
Proserie Nro. 00018569384 EN 4 hilos

CONSUMO FACTURADO
ABR-2019
RECIBO N° 350-04792352

Emisión 05-MAY-2019
Vencimiento 23-MAY-2019

Pot. Cont. HP. 0.000 **Tensión kV.** 0.380
Pot. Cont. LP. 0.000 **Conex.** C2.1 Trifásico-Aéreo (21150)
Demanda Max. 111.5400 **Calificac. de Potencia** 0.3690
Dem. Media HP (kW) 41.1850 **Numero Horas Punta** 120

Conceptos	Lectura		Diferencia	Factor	Consumo	Consumo Facturado	Precio Unitario	Importe Parcial S/
	Anterior	Actual						
Cargo Fijo Mensual						1.0000	6.9000	6.90
Energía Activa horas fuera de punta (kW.h)	4710.5800	5246.5600	535.9800	30.0000	16079.4000	16079.4000	0.2430	3907.29
Energía Activa en horas punta (kW.h)	1454.0500	1618.7900	164.7400	30.0000	4942.2000	4942.2000	0.3032	1498.48
Energía Reactiva (kVar.h)	1277.3699	1444.0800	166.7101	30.0000	5001.3030			
Potencia Generación presente fuera de punta (kW)						111.5400	37.5900	4192.79
Potencia de Distribución fuera de punta (kW)		3.7180	3.7180	30.0000	111.5400	118.3200	70.8400	8381.79
Potencia de Distribución en horas punta (kW)		3.2070	3.2070	30.0000	96.2100			
Pliego Tarifario Resolución OSINERGMIN N° 206-2013-OS/CD del 14-10-2013								
TARIFA: BT3 LF								
Parcial consumos mes								17987.25

DETALLES DE PAGOS ESPECIALES

Alumbrado Público	474.54
Mantenimiento de Conexión	2.68
Reposición de Conexión	0.88
Otros	176.58
Redondeo Mes Anterior	-0.10
Redondeo Mes Actual	0.17
Total del Mes	18642.00



CLIENTE PUNTUAL

ULTIMO DIA DE PAGO: 23-MAY-2019
Son : DIECIOCHO MIL, SEISCIENTOS CUARENTA y DOS con 00/100 Soles

Total Recibo S/ *18642.00**

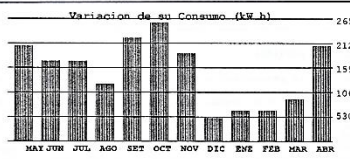
MENSAJES AL CLIENTE

	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
EAHP	3442	3502	4400	2549	3220	6074	4423	937	1553	1400	1788	4942
EAFP	15000	13643	12959	9487	17466	19298	14830	3717	5414	5297	7444	16079
MDHP	90	92	91	80	102	107	117	57	46	35	41	96
MDFP	94	94	98	84	109	107	125	54	49	41	53	112
ER	4808	4069	3903	2144	5726	6441	4633	490	492	378	1016	5001
Soles	S/ 12819.50 S/ 17980.35											

"Cancele su recibo puntualmente y evite el pago de intereses y moras"

**** LAS TARIFAS DE ELECTRICIDAD SON FIJADAS POR OSINERGMIN ****

Variación de su Consumo (kW.h)



Estimado Cliente, para una mejor atención del servicio que brindamos, agradeceremos registrar el número de su celular y correo electrónico en nuestra Oficina de Atención al Cliente ubicada en Av. Freyre N° 1168.

Contrato 36296190



No ESCRIBIR ni SELLAR en esta zona del recibo

Cons. Fact. ABR-2019
Vencimiento 23-MAY-2019
Código 721-08-21-013701
Tarifa BT3 LF
RECIBO N° 350-04792352
TOTAL S/ ***18642.00

Electro Oriente R.U.C. 20103795631

"GRACIAS POR SER UN CLIENTE PUNTUAL"



Electro Oriente
Generando Progreso

EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO
DE ELECTRICIDAD DEL ORIENTE S.A.
JR. DOS DE MAYO N° 437 - CHACHAPOYAS

**CONSUMO FACTURADO
FEB-2019**
RECIBO N° 350-04580261

R.U.C. 20103795631

Emisión 05-MAR-2019
Vencimiento 22-MAR-2019

Código 7210821-013701 Salida 20 SS.EE. 1520027
Contrato **36296190** R.U.C. 20487463737
Señores UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN
Direc. Legal Jr. CUZCO N° 250 Sector PUEBLO NUEVO
Localidad RUTA 07
nroserie Nro. 00018569384 EN 4 hilos

Pot. Cont. HP. 0.000
Pot. Cont. FP. 0.000
Demanda Max. 40.5300
Dem. Media HP. (kW) 12.1700

Tensión kV. 0.380
Conex. C2.1 Trifásico-Aereo (21150)
Calificac. de Potencia 0.3000
Numero Horas Punta 120

Conceptos	Lectura		Diferencia	Factor	Consumo	Consumo Facturado	Precio Unitario	Importe Parcial S/.
	Anterior	Actual						
Cargo Fijo Mensual						1.0000	6.9200	6.92
Energía Activa horas fuera de punta (kWh)	4285.9000	4462.4600	176.5600	30.0000	5296.8000	5296.8000	0.2421	1282.36
Energía Activa en horas punta (kWh)	1345.7700	1394.4500	48.6800	30.0000	1460.4000	1460.4000	0.3020	441.04
Energía Reactiva (kVar.h)	1230.9000	1243.4900	12.5900	30.0000	377.7000			
Potencia Generación presente fuera de punta (kW)						40.5300	37.4900	1519.47
Potencia de Distribución fuera de punta (kW)		1.3510	1.3510	30.0000	40.5300	117.2250	71.6900	8403.86
Potencia de Distribución en horas punta (kW)		1.1600	1.1600	30.0000	34.8000			

Pliego Tarifario Resolución OSINERGMIN N° 206-2013-OS/CD del 14-10-2013

TARIFA: BT3 LF

Parcial consumos mes 11653.65

DETALLES DE PAGOS ESPECIALES

50 Aporte Electr. Rural 1/0 56.76



Alumbrado Público 110.13
Mantenimiento de Conexión 2.70
Reposición de Conexión 0.90

Otros 56.76
Redondeo Mes Anterior -0.19
Redondeo Mes Actual 0.05
Total del Mes 11824.00

ULTIMO DIA DE PAGO: 22-MAR-2019

Total Recibo S/ *11824.00**

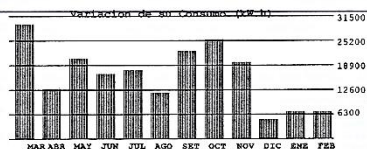
Son : ONCE MIL, OCHOCIENTOS VEINTE y CUATRO con 00/100 Soles

MENSAJES AL CLIENTE

	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB
EAFP	4259	10233	15000	12543	12959	9487	17466	19298	14850	3717	5414	5297
MDHP	79	74	90	92	91	80	101	107	117	57	46	35
MDFP	80	84	94	94	98	84	109	107	125	54	49	41
ER	3144	2586	4808	4069	3903	2144	5726	6441	4633	490	492	378
Soles										S/12046.00	S/11646.73	

"Cortado el servicio solo se repondrá a la cancelación total de la deuda"

**** LAS TARIFAS DE ELECTRICIDAD SON FIJADAS POR OSINERGMIN ****



Estimado Cliente, para una mejor atención del servicio que brindamos, agradeceremos registrar el número de su celular y correo electrónico en nuestra Oficina de Atención al Cliente ubicada en Av. Freyre N° 1168.

Contrato 36296190

Cons. Fact. FEB-2019
Vencimiento 22-MAR-2019
Código 721-08-21-013701
Tarifa BT3 LF



No ESCRIBIR ni SELLAR en esta zona del recibo

RECIBO N° 350-04580261
TOTAL S/ *11824.00**

Electro Oriente R.U.C. 20103795631

BIENES TRANSFERIDOS / SERVICIOS PRESTADOS EN LA REGIÓN DE LA SELVA PARA SER CONSUMIDOS EN LA MISMA

Anexo 5. Tabla para evaluación del sistema de Iluminación.

1. Tabla coeficiente de utilización (C_u).

Tabla 32

Coeficiente de reflexión.

Pintura/Color	Coeficiente reflexión	Material	Coeficiente Reflexión
Blanco	0,70 – 0,85	Mortero claro	0,35 – 0,55
Techo acústico blanco (según orificios)	0,50 – 0,65	Mortero oscuro	0,20 – 0,30
Gris claro	0,40 – 0,50	Hormigón claro	0,30 – 0,50
Gris oscuro	0,10 – 0,20	Hormigón oscuro	0,15 – 0,25
Negro	0,03 – 0,07	Arenisca clara	0,30 – 0,40
Crema, amarillo, claro	0,50 – 0,75	Arenisca oscura	0,15 – 0,25
Marrón claro	0,30 – 0,40	Ladrillo claro	0,30 – 0,25
Marrón oscuro	0,10 – 0,20	Ladrillo oscuro	0,15 – 0,25
Rosa	0,45 – 0,55	Mármol blanco	0,60 – 0,70
Rojo claro	0,30 – 0,50	Granito	0,15 – 0,25
Rojo oscuro	0,10 – 0,20	Madera clara	0,30 – 0,50
Verde claro	0,45 – 0,65	Madera oscura	0,10 – 0,25
Verde oscuro	0,10 – 0,20	Espejo de vidrio plateado	0,80 – 0,90
Azul claro	0,40 – 0,55	Aluminio mate	0,55 – 0,60
Azul oscuro	0,05 – 0,15	Aluminio anodizado y abrillantado	0,80 – 0,85
		Acero pulido	0,55 – 0,65

Fuente: Castilla, Blanca, Martinez y Pastor (2009).

Tabla 33

Coeficiente de utilización.

Tabla de corrección						
Techo		0,70	0,70	0,70	0,50	0
Pared		0,70	0,50	0,20	0,20	0
Suelo		0,50	0,20	0,20	0,10	0
k	0,6	77	58	49	48	45
k	1,0	100	77	69	67	63
k	1,5	116	91	84	80	77
k	2,5	129	100	95	90	86
k	3,0	133	103	99	93	89

Fuente: Castilla, Blanca, Martinez y Pastor (2009).

2. Tabla de coeficiente de mantenimiento

Tabla 34

Coeficiente de mantenimiento.

Ambiente	Coeficiente de mantenimiento (C_u)
Limpio	0,8
Sucio	0,6

Fuente: Castilla, Blanca, Martinez y Pastor (2009).

Anexo 6. Iluminación recomendada según norma EM-010 del RNE.

Tabla 35

Iluminancias para ambientes al interior.

Ambientes	Iluminancia en servicio (lux)	Calidad
Áreas generales en edificios		
Pasillo, corredores	100	D - E
Baños	100	C - E
Almacenes en tiendas	100	D - E
Escaleras	150	C - E
Oficinas		
Archivos	200	C - D
Salas de conferencia	300	A - B
Oficinas generales y salas de computo	500	A - B
Oficinas con trabajo intenso	750	A - B
Salas de diseño	1 000	A - B
Centros de enseñanza		
Salas de lectura	300	A - B
Salones de clase, laboratorios, talleres, gimnasios.	500	A - B

Fuente: EM-010 (2019).

Tabla 36

Calidad de la iluminación por tipo de tarea visual o actividad.

Calidad	Tipo de tarea o actividad
A	Tareas visuales muy exactas
B	Tareas visuales con alta exigencia. Tareas visuales de exigencia normal y de alta concentración.
C	Tareas visuales de exigencia y grado de concentración normales; y con cierto grado de movilidad del trabajador.
D	Tareas visuales de bajo grado de exigencia y concentración, con trabajadores moviéndose frecuentemente dentro de un área específica.
E	Tarea de baja demanda visual, con trabajadores moviéndose sin restricción de área.

Fuente: EM-010 (2019).