

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA**



**“EVALUACIÓN DEL SISTEMA ENERGÉTICO PARA
DETERMINAR EL ÍNDICE DE CONSUMO ELÉCTRICO EN
LA PLANTA PROCESADORA DE CAFÉ OVM S.A.C,
PROVINCIA DE JAÉN-CAJAMARCA.”**

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

AUTORES: Bach. ELMER PAREDES QUISPE

Bach. VIDENER CHUMACERO JAIMES

ASESOR : Ing. EDUAR JAMIS MEJÍA VÁSQUEZ

JAÉN-PERÚ, OCTUBRE, 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de creación N° 29304
Universidad licenciada con Resolución del consejo Directivo
N° 002-2009-SUNEDU/CD

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 24 de Octubre del año 2019, siendo las 16:30 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Mario Felix Olivera Aldana,

Secretario: Oscar Núñez Mori.

Vocal: Jaime Odar Honorio Acosta.

Para evaluar la sustentación de:

- () Trabajo de Investigación.
(x) Tesis.
() Trabajo de Suficiencia Profesional.

Titulado:

"Evaluación del sistema energético para determinar el índice de consumo eléctrico en la planta procesadora de café OVM S.A.C, Provincia de Jaén-Cajamarca", presentado por estudiantes/ egresados bachilleres Elmer Paredes Quispe y Videner Chumacero Jaimes, de la Carrera Profesional de Ingeniería mecánica y eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén. Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(x) Aprobar () Desaprobar (x) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (14) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 o menos | () |

Siendo las 17:45 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Presidente

Secretario

Vocal

ÍNDICE

RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN.	1
1.1. Antecedentes.	1
1.1.1. Antecedentes internacionales.	1
1.1.2. Antecedentes nacionales.	2
1.2. Problemática.	2
1.3. Justificación e importancia.	3
II. OBJETIVOS	4
2.1. Objetivo general.	4
2.2. Objetivos específicos.	4
III. MATERIALES Y MÉTODOS	5
3.1. Tipo de investigación empleada.	5
3.2. Lugar de estudio.	5
3.3. Materiales, métodos y técnicas.	5
3.3.1. Materiales.	5
3.3.2. Métodos.	6
3.3.3. Técnicas.	6
3.4. Procedimientos.	7
IV. RESULTADOS	55
4.1. Inventario de los equipos consumidores de energía eléctrica.	55
4.1.1. Resumen de la potencia instalada en la planta procesadora de café.	55
4.1.2. Identificación de la potencia instalada por áreas.	55
4.2. Análisis del consumo de energía.	56
4.2.1. Máxima demanda y consumo de energía registrado por el analizador de redes.	56
4.2.2. Consumo de energía eléctrica según los recibos emitidos por Electro Oriente S.A.	58
4.3. Proponer acciones que contribuyan a la mejora de la eficiencia energética.	61
4.3.1. Evaluación de la tarifa MT2, comparando con las opciones MT3 y MT4.	61

4.3.2. Evaluación del sistema de iluminación.....	62
4.3.3. Compensación de la energía reactiva.....	62
4.4. Análisis de la viabilidad económica del proyecto.....	65
V. DISCUSIONES	66
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
ANEXOS	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Potencia instalada en el área administrativa.....	8
Tabla 2. Potencia instalada en el área de secado artificial.....	8
Tabla 3. Potencia instalada en el área de proceso.....	8
Tabla 4. Potencia instalada en iluminación en el área de proceso.....	9
Tabla 5. Potencia instalada en el área de catación.....	9
Tabla 6. Índice de consumo eléctrico	11
Tabla 7. Facturación de demanda y energía en MT2	12
Tabla 8. Costos unitarios - opción tarifaria MT2 (2019).....	14
Tabla 9. Costos unitarios - opción tarifaria MT3 (2019).....	15
Tabla 10. Costos unitarios - opción tarifaria MT4 (2019).....	16
Tabla 11. Facturación de la opción tarifaria MT2	21
Tabla 12. Facturación de la opción tarifaria MT3	24
Tabla 13. Facturación de la opción tarifaria MT4	27
Tabla 14. Equipos de iluminación	28
Tabla 15. Niveles de iluminación	29
Tabla 16. Altura de suspensión de las luminarias	30
Tabla 17. Coeficiente de reflexión	32
Tabla 18. Reflectancias (%) para techo, paredes y plano de trabajo	32
Tabla 19. Coeficiente de mantenimiento.....	33
Tabla 20. Cuadro comparativo de luminaria de tubo fluorescente - led.....	35
Tabla 21. Cuadro comparativo de foco ahorrador espiral - bulbo led.....	35
Tabla 22. Cuadro comparativo de reflector contempo L ASIM HPI – reflector led.....	36
Tabla 23. Cuadro comparativo de fluorescente circular – tubo circular led.....	36
Tabla 24. Parámetros para el cálculo de consumo de energía actual en el sistema de iluminación.....	37
Tabla 25. Consumo y gastos de energía en equipos de iluminación actual.....	37
Tabla 26. Facturación total en el sistema de iluminación actual	38

Tabla 27. Parámetros para el cálculo de consumo de energía propuesto en el sistema de iluminación.....	38
Tabla 28. Consumo y gastos de energía en equipos de iluminación propuestos.....	39
Tabla 29. Facturación total en el sistema de iluminación propuesto.....	39
Tabla 30. Cálculo promedio del factor de potencia	41
Tabla 31. Factor de potencia registrado por el analizador de redes MI2892	42
Tabla 32. Máxima demanda facturada	43
Tabla 33. Resumen de ahorro económico	49
Tabla 34. Presupuesto referencial de equipos	49
Tabla 35. Flujo de caja económico.....	51
Tabla 36. Valor actual neto.....	52
Tabla 37. Tasa interna de retorno	53
Tabla 38. Resumen de potencia instalada por áreas	55
Tabla 39. Resumen de máxima demanda y consumo de energía	56
Tabla 40. Registro de máxima demanda y consumo de energía	58
Tabla 41. Comparación de las facturaciones de las tarifas en MT	61
Tabla 42. Inversión económica para mejorar el sistema de iluminación.....	62
Tabla 43. Resumen de gastos por facturación de energía reactiva.....	63
Tabla 44. Inversión económica para la compensación de energía reactiva.....	64
Tabla 45. Resumen del análisis económico.....	65
Tabla 46. Máxima demanda y consumo de energía 06/08/2019	74
Tabla 47. Máxima demanda y consumo de energía 07/08/2019	77
Tabla 48. Máxima demanda y consumo de energía 08/08/2019.....	82
Tabla 49. Máxima demanda y consumo de energía 09/08/2019	86
Tabla 50. Máxima demanda y consumo de energía 10/08/2019	91
Tabla 51. Máxima demanda y consumo de energía 11/08/2019	95
Tabla 52. Máxima demanda y consumo de energía 12/08/2019.....	100
Tabla 53. Máxima demanda y consumo de energía 13/08/2019	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la planta procesadora de café OVM S.A.C.	5
Figura 2. Potencia instalada en equipos de iluminación.....	28
Figura 3. Diagrama analítico de la compensación de energía reactiva.	44
Figura 4. Potencia instalada por áreas en %.	56
Figura 5. Diagrama de carga durante 7 días horas.	57
Figura 6. consumo de energía por 7 días.	57
Figura 7. Consumo de energía activa HP.	59
Figura 8. Consumo de energía activa en horas fuera de punta.	59
Figura 9. Consumo de energía activa total.	60
Figura 10. Consumo de energía reactiva.	60
Figura 11. Facturación total.....	61
Figura 12. Facturación de la energía reactiva.	64
Figura 13. Diagrama de máxima demanda del día 06/08/2019.....	76
Figura 14. Diagrama de consumo de energía del día 06/08/2019.....	77
Figura 15. Diagrama de máxima demanda del día 07/08/2019.....	81
Figura 16. Diagrama de consumo de energía del día 07/08/2019.	81
Figura 17. Diagrama de máxima demanda del día 08/08/2019.....	85
Figura 18. Diagrama de consumo de energía del día 08/08/2019.	86
Figura 19. Diagrama de máxima demanda del día 09/08/2019.....	90
Figura 20. Diagrama de consumo de energía del día 09/08/2019.	90
Figura 21. Diagrama de máxima demanda del día 10/08/2019.....	94
Figura 22. Diagrama de consumo de energía del día 10/08/2019.	95
Figura 23. Diagrama de máxima demanda del día 11/08/2019.....	99
Figura 24. Diagrama de consumo de energía del día 11/08/2019.	99
Figura 25. Diagrama de máxima demanda del día 12/08/2019.....	103
Figura 26. Diagrama de consumo de energía de 12/08/2019.	104
Figura 27. Diagrama de máxima demanda del día 13/08/2019.....	106
Figura 28. Diagrama de consumo de energía del día 13/08/2019.	106

GLOSARIO

Usuarios en media tensión (MT): Aquellos que están conectados a redes cuya tensión de suministro es superior a 1 kV y menor a 30 kV ($1 \text{ kV} = 1\,000 \text{ V}$).

Horas punta (HP): Periodo comprendido entre las 18:00 horas a 23:00 horas de cada día del año.

Horas fuera de punta (HFP): al resto de horas del día no comprendidas en las horas de punta (HP).

Potencia instalada: Se entenderá por potencia instalada, a la sumatoria de las potencias activas nominales de todos los artefactos y equipos que se alimentan de un suministro de electricidad.

Exceso de potencia: Cuando la potencia utilizada por el usuario supera la potencia contratada.

Máxima demanda mensual: Es el más alto valor de las demandas de potencia activa promediadas en periodos sucesivos de 15 minutos, en el periodo de facturación de un mes.

Energía eléctrica: Es 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.

Energía activa: Es la energía eléctrica utilizada medida en kWh por el medidor, se utiliza para hacer funcionar los equipos eléctricos.

Energía reactiva: Es la energía adicional a la energía activa, que algunos equipos que tienen arrollamientos eléctricos como motores, transformadores, balastos, necesitan para su funcionamiento.

Costo de energía: Es el precio final que el usuario paga por el consumo de energía, el precio es actualizado continuamente.

Costo de potencia: Es el precio final que el usuario pago por el consumo de potencia, este precio es actualizado continuamente.

RESUMEN

El objetivo de la tesis, es evaluar el sistema energético para determinar el índice de consumo eléctrico en la planta procesadora de café OVM SAC, provincia de Jaén – Cajamarca. Se realizó un inventario de los equipos consumidores de energía eléctrica, también se analizó los consumos de energía eléctrica, además se han propuesto acciones que contribuyan a mejorar la eficiencia energética y finalmente se realizó la viabilidad económica. Durante el desarrollo de la investigación se aplicó un trabajo de campo y de gabinete, en donde se determinó lo siguiente: Con los datos obtenidos de las características de los equipos consumidores de energía eléctrica, se realizó el inventario, obteniéndose una potencia instalada de 213,21 kW. El suministro de energía eléctrica, cuenta con una tarifa en media tensión MT2, una potencia contratada en HP 5 kW y HFP 250 kW, tensión de 10 kV y la potencia del transformador 250 kVA. Los análisis de los consumos de energía, se realizaron a partir de las facturaciones emitidas por Electro Oriente S.A y de los datos registrados por el analizador de redes METREL modelo MI2892, instalado en el medidor de planta procesadora por un periodo de 7 días, en donde se obtuvo un índice de consumo eléctrico promedio de 1,99 kWh/saco. Así mismo se evaluaron las opciones tarifarias, en donde se obtuvo que la opción tarifaria MT2 es la más económica en comparación con MT3 y MT4, también se evaluó el estado de la iluminación a partir de un luxómetro digital TENMARS, en donde se propuso el cambio de las luminarias convencionales por tecnología LED y para la compensación de la energía reactiva, se sugirió la instalación de un banco de condensadores de 135 kVAR. Para la viabilidad económica se tuvieron en cuenta la inversión e ingresos, en lo cual se concluye que el proyecto de investigación es factible con un VAN S/ 10 821,15, TIR 10 % y la relación beneficio costo S/ 1,33, esto indica que del proyecto se obtendrán 33 centavos de ganancia por cada sol invertido, lo que hace viable la inversión en corto y mediano plazo.

Palabras claves: Evaluación, sistema energético, consumo de energía eléctrica, índice de consumo eléctrico y tarifas eléctricas.

ABSTRACT

The objective of the thesis is to evaluate the energy system to decide the index of electricity consumption in the OVM SAC coffee processing plant, province of Jaén - Cajamarca. An inventory of electrical energy consuming equipment was made, electricity consumption was also analyzed, actions have also been proposed that contribute to improving energy efficiency and finally economic viability was carried out. During the investigation, a field and cabinet work was applied, where the following was determined: With the data obtained from the characteristics of the electrical energy consuming equipment, the inventory was made, obtaining an installed power of 213, 21 kW The electric power supply has a medium voltage rate MT2, a contracted power in HP 5 kW and HFP 250 kW, 10 kV voltage and transformer power 250 kVA. The energy consumption analyzes were performed based on the invoices issued by Electro Oriente S.A and the data recorded by the METREL network analyzer model MI2892, installed in the processing plant meter for a period of 7 days, where an average electrical consumption index of 1.99 kWh / bag was obtained. Likewise, the tariff options were evaluated, where it was obtained that the MT2 tariff option is the most economical compared to MT3 and MT4, the lighting status was also evaluated from a TENMARS digital luxmeter, where the change was proposed of the conventional luminaires by LED technology and for the compensation of reactive energy, the installation of a 130 kVAR capacitor bank was suggested. For economic viability, investment and income were taken into account, in which it is concluded that the research project is feasible with a NPV S / 10 821,15, IRR 10% and the cost benefit ratio S / 1,33, this indicates that 33 cents of profit will be obtained from the project for each sun invested, which makes the investment viable in the short and medium term.

Keywords: Evaluation, energy system, electricity consumption, electricity consumption index and electricity rates.

I. INTRODUCCIÓN.

1.1. Antecedentes.

1.1.1. Antecedentes internacionales.

Triviño y Moreno (2015), realizaron un modelo para la aplicación de gestión eficiente de energía para grandes superficies en Colombia (supermercados y almacenes), en la Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería Eléctrica Bogotá. Asimismo, hicieron un diagnóstico energético del almacén, en el cual se pudo encontrar grandes potenciales de ahorro energético como tener en cuenta criterios energéticos para la adquisición de equipos, medir la iluminación que realmente se necesita, instalar medidores de consumo energético por áreas.

Toledo, Pérez, García y Rodríguez (2017), realizaron la evaluación energética de una planta de helados, en la Habana – Cuba, donde determinaron que el índice de consumo de electricidad por concepto de refrigeración es de 0,047 kWh/kg de producto.

Salcedo, Vargas, Coba y Pinto (2017), realizaron la evaluación energética y propuesta de mejoras tecnológicas en un secadero de ladrillos, en Barranquilla - Colombia, lograron disminuir el consumo de energía eléctrica y consumo de carbón en el proceso de secado, antes de la evaluación se tenían dos equipos trabajando, después de esta se trabaja con un solo secadero. El consumo de carbón disminuyó en 1% mientras que el de energía eléctrica en un 6%, generando de esta manera menos gastos.

1.1.2. Antecedentes nacionales.

Díaz (2018), realizó una propuesta estratégica para mejorar el índice de consumo energético eléctrico en la procesadora de arroz CRISTO MORADO S.A.C, en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Las mejoras que encontró consisten en cambiar las líneas de distribución de energía eléctrica, empleo de motores eficientes, compensación de energía reactiva, sistema de iluminación eficiente, lo que producirán un ahorro de energía y económico anual de 34 309,77 kWh y de S/ 10 819,76 respectivamente.

Delgado (2016), realizó una propuesta de auditoría energética, para reducir el consumo de energía eléctrica, en la empresa Agribands Purina, en la Universidad Cesar Vallejo. 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. En iluminación obtuvo un ahorro anual de S/ 40 158,6 en reflectores y S/ 15 886,92 en fluorescentes.

Tapia y Gonzales (2017), realizaron un estudio para reducir del índice del consumo energético en una fábrica de hielo en la ciudad de Chiclayo, Universidad Cesar Vallejo, hicieron una propuesta de cambio de tarifa de MT3 a MT2, mejorar el sistema de iluminación, mejorar el mantenimiento de las instalaciones eléctricas y mejorar el sistema de facturación de energía eléctrica, con una inversión de S/ 66 600.

Capitán (2018), realizó una auditoria energética para reducir la facturación por consumo de energía eléctrica en la industria arrocera Molinera del Centro S.R.L, en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Evaluó las opciones tarifarias para 12 meses, obteniéndose en MT2 un monto de S/ 349 979,28, en MT3 S/ 310 428,78 y en MT4 S/ 316 889,34. Concluyendo que la empresa Molinera del Centro S.R.L, se encuentra en la mejor opción tarifaria MT3.

1.2. Problemática.

La energía eléctrica es la fuente fundamental para el desarrollo de cualquier ciudad. Por lo tanto, se tiene que dar un buen uso para aprovechar al máximo y poder obtener mejores resultados en la producción y por ende obtener mejores ganancias económicas.

Uno de los grandes inconvenientes que tiene la planta procesadora de café, es las elevadas facturaciones por consumo de energía eléctrica, el cual analizaremos en esta tesis, lo que trae

mayores gastos a dicha empresa. Por lo tanto, nace la necesidad de realizar una evaluación de todo el sistema eléctrico y poder encontrar puntos críticos del porque el aumento de consumo.

1.2.1. Formulación del problema.

¿Cómo influye la evaluación del sistema energético para determinar el índice de consumo eléctrico en la planta procesadora de café OVM SAC, Provincia de Jaén-Cajamarca?

1.3. Justificación e importancia.

- En el aspecto técnico, la propuesta de esta evaluación, permitirá aplicar los conocimientos adquiridos para disminuir el consumo de energía de los diferentes equipos eléctricos, a través de la implantación de tecnología led.
- En la parte económica y social, permitirá lograr ahorros económicos en la planta procesadora y que el proceso productivo sea más eficiente.
- En el ámbito ambiental, se logrará tener sistemas más eficientes, consumiendo solo lo necesario y reduciendo los efectos nocivos hacia el medio ambiente, beneficiando de esa forma al personal que trabaja.

Con la evaluación del sistema energético, 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 y económico para la planta procesadora de café OVM S.A.C. 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 y al realizar la evaluación del sistema energético se logrará controlar el consumo de energía y reducir el calentamiento global.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general.

- Evaluar el sistema energético para determinar el índice de consumo eléctrico en la planta procesadora de café OVM S.A.C, Provincia de Jaén-Cajamarca.

2.2. Objetivos específicos.

- Realizar un inventario de equipos consumidores de energía eléctrica.
- Analizar los consumos de energía eléctrica.
- Proponer acciones que contribuyan a la mejora de la eficiencia energética.
- Analizar la viabilidad económica del proyecto.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo de investigación empleada.

El tipo de investigación es aplicada, y diseño de investigación campo gabinete (no experimental).

3.2. Lugar de estudio.

La planta procesadora de café “OVM S.A.C” se encuentra ubicada en la carretera Chamaya-Jaén km 13.8, Fila Alta, Jaén, departamento de Cajamarca.

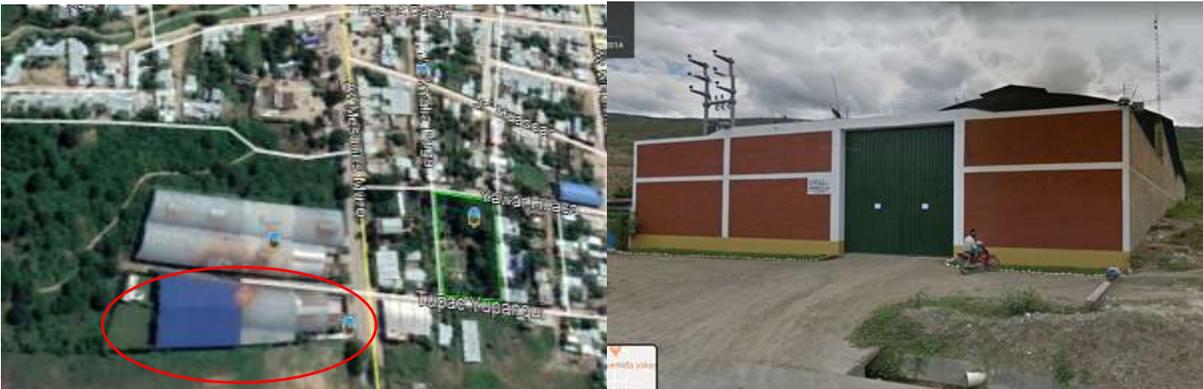


Figura 1. Ubicación de la planta procesadora de café OVM S.A.C.

Fuente: Google Maps.

3.3. Materiales, métodos y técnicas.

3.3.1. Materiales.

3.3.1.1. Analizador de redes.

Para la investigación se utilizó el analizador de redes METREL modelo MI 2892 debidamente calibrado. Este equipo permitió registrar los distintos parámetros eléctricos como la, potencia

activa, factor de potencia y energía consumida diaria en un periodo de 7 días, instalado en el medidor de energía de la planta procesadora de café OVM S.A.C.

3.3.1.2. Luxómetro.

Se utilizó para determinar el estado de iluminación de la planta procesadora de café.

3.3.1.3. Excel.

Se utilizó para analizar los datos obtenidos del analizador de redes, luxómetro y de las facturaciones emitidas por Electro Oriente S.A, los cuales han sido presentadas en forma de tablas, gráficos de barras y circulares.

3.3.1.4. Metrel power view.

Se utilizó para descargar los datos del analizador de redes METREL MI 2892, para luego ser exportado al Excel y realizar los análisis respectivos.

3.3.1.5. Philips cat.

Se utilizó para descargar la base de datos de las luminarias de Philips, que fueron necesarias para realizar la propuesta de cambio de luminarias.

3.3.2. Métodos.

Para el presente trabajo, se utilizó el método inductivo, que obtiene conclusiones generales a partir de premisas particulares

3.3.3. Técnicas.

3.3.3.1. Observación directa.

Se recurrió a la planta procesadora de café OVM S.A.C a realizar las observaciones de todo el sistema eléctrico en sus diferentes áreas y sus respectivos equipos eléctricos que tenían.

3.3.3.2. Análisis de documentos.

Para el desarrollo de la presente tesis se ha tenido en cuenta libros, tesis, revistas y artículos científicos, referentes a la investigación y las facturaciones por consumo de energía eléctrica emitidas por Electro Oriente S.A.

3.4. Procedimientos.

Se tiene en cuenta lo siguiente, en primer lugar, se realizó un inventario de todos los equipos consumidores de energía eléctrica distribuidos en las diferentes áreas y las facturaciones por suministro de energía eléctrica se obtuvo de la subgerencia de OVM S.A.C.

Se instaló el analizador de redes en el PMI (punto de medida inicial) de la planta procesadora de café durante siete días, luego se descargaron los datos en el software Metrel power view para ser exportados al Excel y realizar los análisis respectivos de, potencia activa, factor de potencia y energía consumida.

Se evaluó las opciones tarifarias, para verificar la más económica, para ello se tomó los datos facturados en la tarifa MT2, y los pliegos tarifarios de los diferentes meses, se obtuvieron de la página de Osinergmin.

Con los datos obtenidos por el analizador sobre el factor de potencia y de las facturaciones de energía reactiva y activa total se calculó un banco de condensadores para compensar la energía reactiva de la planta.

Los datos de la iluminación se obtuvieron a través de las mediciones con el luxómetro y luego fueron comparados con la norma EM-010 instalaciones eléctricas interiores para verificar si el nivel de iluminación es el adecuado en los diferentes ambientes de trabajo. Asimismo, con los datos obtenidos de las facturaciones, se realizó un análisis del consumo de energía eléctrica y, por último, se hizo la evaluación económica de las propuestas de mejoras para su implementación.

3.4.1. Inventario de equipos consumidores de energía eléctrica.

Para el inventario de equipos consumidores de energía eléctrica, se realizó un reconocimiento preliminar de las instalaciones eléctricas en la planta procesadora de café OVM S.A.C. Los equipos consumidores de energía eléctrica se muestran por áreas y se presentan en las tablas 1, 2, 3, 4 y 5.

Tabla 1

Potencia instalada en el área administrativa.

Equipos	Cantidad	Potencia (W)	Potencia total (kW)
Focos ahorradores	6	42	0,25
Fotocopiadora	1	900	0,90
Laptop	1	50	0,05
Impresora	2	150	0,30
Computadoras de escritorio	10	260	2,50
Aire acondicionado	2	5300	10,60
Total			14,60

Fuente: Autoría propia.

Tabla 2

Potencia instalada en el área de secado artificial.

Equipos	Cantidad	Potencia (hp)	Potencia total (kW)
Guardiola	1	5	3,73
Ventilador	1	7,5	5,59
Elevador	1	1	0,75
Balanza electrónica	1		0,60
Total			10,67

Fuente: Autoría propia.

Tabla 3

Potencia instalada en el área de proceso.

Ítem	Equipo	Cantidad	Potencia (hp)	Potencia total (kW)
I.	Etapa pre-limpia			
1.1	Elevador de cangilones 1	1	1.5	1,12
1.2	Pre limpiadora	1	3	2,24
II.	Etapa de separación			
2.1	Despedradora	1	3.7	2,76
2.2	Elevador de cangilones 2	1	1.5	1,12
III.	Etapa pilado			
3.1	Piladora	1	42	31,33
3.2	Elevador apolo	1	1	0,75
3.3	Extractor de polvo apolo 1	1	7.5	5,59
3.4	Extractor de polvo apolo 2	1	7.5	5,59
3.5	Extractor de polvo apolo 3	1	7.5	5,59
3.6	Gravimétrica	1	3	2,24
3.7	Elevador de cangilones 4	1	1	0,75
3.8	Elevador de cangilones 5	1	1	0,75
3.9	Elevador de cangilones 6	1	1	0,75
3.10	Gravimétrica 1	1	5	3,73
3.11	Gravimétrica 2	1	4	2,98
3.12	Gravimétrica palini	1	5	3,73

3.13	Gravimétrica oliver	1	5	3,73
3.14	Gravimétrica phihalense	1	5	3,73
3.15	Elevador cangilones (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14,15, 16)	10	1.5	11,19
3.16	Tornillo sinfín	1	2.5	1,86
3.17	Extractor de polvo gravimétricas	1	15	11,19
3.18	Extractor de polvo gravimétricas	1	30	22,38
IV.	Etapa de selección por color			
4.1	Elevador de cangilones	12	1.5	13,43
4.2	Faja transportadora	1	1.5	1,12
4.3	Compresor de aire	1	25	18,65
4.4	Compresor de aire	1	10	7,46
V.	Etapa de llenado			
5.1	Elevadores de cangilones	2	1.5	2,24
5.2	Faja trasportadora	1	1.5	1,12
5.3	Cabeceador de sacos	2	1	1,49
5.4	Balanza electrónica	2		1,20
5.5	Cosedora de sacos	2		1,80
	Total			171,99

Fuente: Autoría propia.

Tabla 4

Potencia instalada en iluminación en el área de proceso.

Ítems	Equipo	Cantidad	Potencia (W)	Potencia total (kW)
I.	Iluminación área proceso			
1.1	Fluorescentes lineales 2x40W TLRS	6	80	0,48
1.2	Fluorescentes circulares	3	32	0,09
II.	Iluminación almacén			
2.1	Fluorescentes lineales 1x36W	12	36	0,43
2.2	Fluorescentes lineales 2x40W TLRS	28	80	2,24
III.	Campo de deportivo			
3.1	Reflectores led	3	300	0,90
IV.	Área de selección por color			
4.1	Fluorescentes circulares	3	32	0,09
4.2	Focos ahorradores	3	42	0,13
V.	Exterior			
5.1	Reflectores	2	400	0,80
	Total			5,20

Fuente: Autoría propia.

Tabla 5

Potencia instalada en el área de catación.

Ítems	Equipo	Cantidad	Potencia	Potencia total (kW)
I.	Oficina			
1.1	Aire acondicionado	1	1550	1,55
1.2	Foco	1	42	0,04
1.3	Computadora	1	250	0,25
1.4	Impresora	1	150	0,15
1.5	Laptop	1	50	0,05
II.	SS. HH			
2.1	Fluorescente circular	1	32	0,03
2.2	Foco led	1	15	0,02
2.3	Laboratorio			
2.4	Focos	2	42	0,08
2.5	Tostadora	1	746	0,75
2.6	Molino de café	1	746	0,75
2.7	Hervidor de agua	1	2500	2,50
2.8	Piladora	1	746	0,75
2.9	Destilador de agua	1	39	0,04
III.	Habitaciones			
	segundo piso			
3.1	Fluorescente circular	10	32	0,32
3.2	Aire acondicionado	2	1550	3,10
3.3	Cámaras de video vigilancia	4	20	0,08
IV	Pasadizo y escalera			
4.1	Fluorescente circular	9	32	0,29
Total				10,75

Fuente: Autoría propia.

Según las tablas 1, 2, 3, 4 y 5, se observa que en el área de proceso se encuentra la mayor potencia instalada 171,99 kW y una potencia total de la planta procesadora 213,21 kW.

3.4.2. Analizar los consumos de energía eléctrica.

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 y de las facturaciones. Para lo cual se realizó las siguientes actividades:

- Reconocimiento previo de las instalaciones eléctricas de la planta procesadora de café OVM S.A.C.
- Evaluación de las facturaciones mensuales de suministro de energía eléctrica.

3.4.2.1. Fuente de suministro eléctrico.

EL suministro de energía eléctrica es en media tensión, con las siguientes características.

- Concesionaria eléctrica: Electro Oriente S.A.
- Calificación: NA.
- Tipo de contrato: Tarifa – MT2.
- Tensión suministrada: Trifásico -10 kV.
- Potencia contratada: HFP: 250 kW; HP:5 kW.
- Serie del medidor: 02817558.
- Número de hilos del medidor: 4.
- Potencia del transformador: 250 kVA.

Se considera horas punta (HP) a la comprendidas entre las 18:00 y 23:00 y horas fuera de punta (HFP) al resto de horas del día no comprendidas en las horas de punta (HP).

3.4.2.2. Evaluación del índice de consumo eléctrico.

El índice de consumo eléctrico está determinado por consumo de energía mensual con respecto a la producción mensual (sacos de café pilado de 60 kg). Los cálculos se realizaron mediante la ecuación 1 y los resultados se muestran en la tabla (6).

$$ICE = \frac{CEM}{PM} \quad (1)$$

Donde:

ICE : Índice de consumo eléctrico (kWh/saco).

CEM : Consumo de energía mensual (kWh/mes).

PM : Producción mensual (sacos/mes).

Tabla 6

Índice de consumo eléctrico.

Mes	Energía consumida (kWh)	Propio	Terceros	Total	Índice (kWh/saco)
Enero	21,82	2 500	1 022	3 522	0,01
Febrero	20,44	1 683	1 714	3 397	0,01
Marzo	38,20	912	3 826	4 738	0,01
Abril	10 431,81	2 652	827	3 479	2,99
Mayo	14 211,79	3 080	0	3 080	4,62
Junio	29 751,80	6 971	15	6 986	4,26
Promedio					1,99

Fuente: Autoría propia. Data: OVM S.A.C

En la tabla 6 se muestra el consumo de energía por saco producido, en donde se observa que en el mes de mayo se consumió 4,62 kWh/saco, debido a que existió mayor producción y en promedio durante los seis meses se consumió 1,99 kWh/saco.

3.4.3. Proponer acciones que contribuyan a la mejora de la eficiencia energética.

Se ha determinado las acciones a proponer para mejorar la eficiencia energética de las instalaciones eléctricas de la planta procesadora de café OVM SAC. El plan de acción que se deben tomar será con respecto a lo diagnosticado, como se detalla a continuación:

- Evaluación de la tarifa MT2 y su comparación con otras opciones tarifarias posibles.
- Evaluación del sistema de iluminación.
- dimensionamiento de un banco de condensadores para compensar la energía reactiva.

3.4.3.1. Evaluación de la tarifa MT2, comparando con las opciones MT3 y MT4.

Se realizó la evaluación de la tarifa MT2(tarifa actual) comparando con las tarifas MT3 y MT4.

A. Para usuarios en media tensión.

Se considera usuarios en media tensión (MT) aquellos que están conectados con su empalme a redes cuya tensión de suministros es superior a 1 kV y menor a 30 kV. Para obtener los costos unitarios de cada opción tarifaria se ingresó a la página de OSINERMINING, se seleccionó, el departamento de Amazonas- Bagua –Jaén, los mismos que se muestran en las tablas 8, 9 y 10.

Tabla 7

Facturación de demanda y energía en MT2.

Meses	Demanda leída (kW)		Energía activa (kWh)		Total	Energía reactiva (kVARh)
	HP	HFP	HP	HFP		
Feb-19	0,00	0,14	0,00	20,44	20,44	16,36
Mar-19	0,14	0,14	1,36	36,83	38,19	32,73
Abr-19	66,55	170,05	859,09	9 572,72	10 431,81	10 037,72
May-19	57,27	158,32	1 195,91	13 015,88	14 211,79	14 360,44
Jun-19	62,18	166,91	2 099,99	27 651,80	29 751,80	25 489,07
Jul-19	60,41	162,27	2 447,72	26 215,88	28 663,60	24 635,43

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

En la tabla 7 se detalla los parámetros eléctricos utilizados para la evaluación de las opciones tarifarias, se tomaron los datos de 6 meses como mínimo de las facturaciones eléctricas emitidas por Electro Oriente S.A.

Tabla 8

Costos unitarios - opción tarifaria MT2 (2019).

Concepto	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
• Cargo fijo mensual	S//mes	6,92	6,92	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9
• Cargo por energía activa en punta	S//kWh	0,2692	0,2797	0,2797	0,2797	0,29	0,29	0,29
• Cargo por energía activa fuera de punta	S//kWh	0,2162	0,2242	0,2242	0,2242	0,2334	0,2334	0,2334
• Cargo por potencia activa de generación en horas punta	S//kW-mes	66,43	67,75	67,8	67,8	68,21	68,21	68,78
• Cargo por potencia activa de distribución en horas punta	S//kW-mes	17,86	17,86	17,67	17,67	17,95	17,95	17,95
• Cargo por exceso de potencia activa de distribución en horas fuera de punta	S//kW-mes	20,36	20,36	20,13	20,13	20,45	20,45	20,45
• Cargo por energía reactiva que exceda el 30% del total de energía activa	S//kVARh	0,0436	0,0436	0,0428	0,0428	0,0428	0,0428	0,0428

Fuente: Autoría propia. Data: Pliegos tarifarios OSINERGMIN.

Tabla 9

Costos unitarios - opción tarifaria MT3 (2019).

Concepto	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
• Cargo fijo mensual	S//mes	6,92	6,92	6,9	6,9	6,84	6,9	6,9
• Cargo por energía activa en punta	S//kWh	0,2692	0,2797	0,2797	0,2797	0,2664	0,29	0,29
• Cargo por energía activa fuera de punta	S//kWh	0,2162	0,2242	0,2242	0,2242	0,214	0,2334	0,2334
• Cargo por potencia activa de generación para usuarios								
✓ Presentes en punta	S//kW-mes	61,88	63,1	63,15	63,15	59,53	63,53	64,05
✓ Presentes fuera de punta	S//kW-mes	30,55	31,15	31,17	31,17	29,45	31,36	31,63
• Cargo por potencia activa de redes de distribución para usuarios								
✓ Presentes en punta	S//kW-mes	19,45	19,45	19,23	19,23	19,05	19,55	19,55
✓ Presentes en fuera de punta	S//kW-mes	19,92	19,92	19,7	19,7	19,41	20,01	20,01
• Cargo por energía reactiva que exceda el 30% del total de energía activa	S//kVARh	0,0436	0,0436	0,0428	0,0428	0,0425	0,0428	0,0428

Fuente: Autoría propia. Data: Pliegos tarifarios OSINERGMIN.

Tabla 10

Costos unitarios - opción tarifaria MT4 (2019).

Concepto	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
• Cargo fijo mensual	S//mes	6,92	6,92	6,9	6,9	6,84	6,9	6,9
• Cargo por energía activa	S//kWh	0,2295	0,2382	0,2382	0,2382	0,2272	0,2478	0,2478
• Cargo por potencia activa de generación para usuarios								
✓ Presentes en punta	S//kW-mes	61,88	63,1	63,15	63,15	59,53	63,53	64,05
✓ Presentes fuera de punta	S//kW-mes	30,55	31,15	31,17	31,17	29,45	31,36	31,63
• Cargo por potencia activa de redes de distribución para usuarios								
✓ Presentes en punta	S//kW-mes	19,45	19,45	19,23	19,23	19,05	19,55	19,55
✓ Presentes en fuera de punta	S//kW-mes	19,92	19,92	19,7	19,7	19,51	20,01	20,01
• Cargo por energía reactiva que exceda el 30% del total de energía activa	S//kVARh	0,0436	0,0436	0,0428	0,0428	0,0425	0,0428	0,0428

Fuente: Autoría propia. Data: Pliegos tarifarios OSINERGMIN.

B. Comparación de facturaciones en las opciones tarifarias.

Siguiendo el procedimiento de la guía de orientación para la selección de la tarifa eléctrica para usuarios en MT (DGE, 2011) y de los pliegos tarifarios emitidos por Osinergmin, se realizaron los cálculos de las tres opciones tarifarias MT2, MT3 y MT4 para el mes de julio del 2019 y de los demás meses, se hizo en una hoja de cálculo Excel, cuyos resultados se muestran en las tablas 11,12 y 13 respectivamente.

- **Cálculos justificativos para la opción tarifaria MT2.**

Según MINEM (2011) “Esta opción tarifaria está dirigida para aquellos usuarios con consumos mínimos de demanda en el periodo de horas punta”. Para los cálculos se tomaron los datos presentados en la tabla 7.

- ✓ **Cargo fijo.**

Cargo asociado al costo por la lectura del medidor y procesamiento, emisión, reparto y cobranza del recibo o factura. El siguiente dato se obtuvo de los costos unitarios mensuales que emite Osinergmin, para el mes de julio se tiene de S/ 6,90.

- ✓ **Facturación de la Energía Activa.**

La facturación de energía en horas punta y fuera de punta, se determinó en base al consumo registrado en dichos periodos en función a su precio unitario (expresado en S//kWh).

- **Energía activa en horas punta (kWh).**

Para el cálculo de la facturación de energía activa en hora punta se calculó mediante la ecuación 2 y como resultado se obtuvo un costo de S/ 709,83.

$$FEAHP = EAHP * C. U \quad (2)$$

Donde:

FEAHP: Facturación de energía activa horas punta (S//mes).

EAHP : Energía activa horas punta (kWh).

C.U : Costo unitario (S//kWh).

$$\text{FEAHP} = 2\,447,72 \text{ kWh} * 0,29 \text{ S//kWh} = \text{S/ } 709,83$$

➤ **Energía activa en horas fuera de punta (kWh).**

Para el cálculo de la facturación de energía activa en horas fuera de punta se calculó mediante la ecuación 3 y como resultado se obtuvo S/ 6 118,78.

$$\text{FEAHFP} = \text{EAHFP} * \text{C. U} \quad (3)$$

Donde:

FEAHFP: Facturación de energía activa en horas fuera de punta (S//mes).

EAHFP : Energía activa en horas fuera de punta (kWh).

C.U : Costo unitario (S//mes).

$$\text{FEAHFP} = 26\,215,88 \text{ kWh} * 0,2334 \text{ S// kWh} = \text{S/ } 6\,118,78$$

✓ **Facturación por potencia activa de generación en horas punta.**

La FPAGHP está en función de la demanda máxima mensual en horas punta y su costo unitario. Se calculó mediante la ecuación 4 y como resultado se obtuvo un costo de S/ 4 154,93.

$$\text{FPAGHP} = \text{PAHP} * \text{C. U} \quad (4)$$

Donde:

FPAGHP: Facturación de potencia activa de generación en horas punta (S//mes).

PAHP : Potencia activa en horas punta (kW).

C.U : Costo unitario (S//kW)

$$\text{FPAGHP} = 60,41 \text{ kW} * 68,78 \text{ S//kW} = \text{S/ } 4\,154,93$$

✓ **Facturación por potencia por uso de las redes de distribución en horas punta.**

La FPURDHP está en función del promedio de las dos más altas demandas máximas de los últimos seis meses en el periodo de horas punta y su costo unitario. Se calculó mediante la ecuación 5 y se obtuvo un cargo de S/ 1 155,33.

$$FPURDHP = \left(\frac{DMHP_1 + DMHP_2}{2} \right) * C. U \quad (5)$$

Donde:

FPURDHP: Facturación de potencia por uso de redes de distribución en horas punta (S//mes).

DMHP₁ : Demanda máxima más alta horas punta 1 (kW).

DMHP₂ : Demanda máxima más alta horas punta 2 (kW).

C.U : Costo unitario.

$$FPURDHP = \frac{66,54 \text{ kW} + 62,18 \text{ kW}}{2} * 17,95 \text{ S// kW} = \text{S/ } 1\ 155,33$$

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

La FEPURDHFP está en función, de la diferencia de los promedios de las máximas demandas en HFP y HP y su respectivo costo unitario. Esta facturación se realiza cuando el resultado sea positivo. Se determinó mediante la ecuación 6, obteniéndose como resultado un costo de S/ 2 129,12.

$$FEPURDHFP = \left(\frac{DMHFP_1 + DMHFP_2}{2} - \frac{DMHP_1 + DMHP_2}{2} \right) * C. U \quad (6)$$

Donde:

FEPURDHFP: Facturación por exceso de potencia activa por uso de redes de distribución en horas fuera de punta (S//mes).

DMHP₁ : Demanda máxima más alta horas punta 1 (kW).

DMHP₂ : Demanda máxima más alta horas punta 2 (kW).

DMHFP₁ : Demanda máxima más alta horas fuera de punta 1 (kW).

DMHFP₂ : Demanda máxima más alta horas fuera punta 2 (kW).

C.U : Costo unitario.

$$FEPURDHFP = \left(\frac{170,06 \text{ kW} + 166,91 \text{ kW}}{2} - \frac{66,55 \text{ kW} + 62,18 \text{ kW}}{2} \right) * 20,45$$

$$FPURDHFP = S/ 2 129,12$$

✓ **Facturación por energía reactiva.**

Si el consumo de energía reactiva exceda el 30% de la energía activa total mensual, la facturación se efectuará sobre el exceso de la energía reactiva, para el cálculo se empleó la ecuación 7.

$$FER = ER_L - 0,3EAT \quad (7)$$

Donde:

FER : Facturación de energía reactiva.

ER_L : Energía reactiva leída.

EAT : Energía activa total.

$$FER = (24 635,43 - 0,3 * 28 663,60) \text{ kVARh} * 0,0428S//\text{kVARh} = S/ 686,36$$

Tabla 11

Facturación de la opción tarifaria MT2.

Conceptos	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Cargo fijo	6,92	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9
Energía activa en horas punta (kWh)	0	0,38	240,28	346,81	608,99	709,83
Energía activa en horas fuera de punta (kWh)	4,41	8,25	2 146,20	3037,90	6 453,93	6 118,78
Potencia de generación en horas punta (kW)	0	9,24	4 511,77	3 906,57	4 241,42	4 154,93
Potencia por uso de redes de distribución en horas punta(kW)	907,67	898,02	986,33	1 111,26	1 155,32	1 155,32
Exceso de facturación de potencia en horas fuera de punta(kW)	1 876,7	1 855,5	1 904,4	2 091,4	2 129,12	2 129,12
Cargo por energía reactiva que excede el 30% de la energía activa (kVARh)	0,44	0,91	295,6	432,14	708,91	686,35
Total	2 796,2	2 779,2	10 091	10 933	15 304,6	14 961,26

Fuente: Autoría propia. Data: Pliegos tarifarios OSINERGMIN.

En la tabla 11 se muestran los resultados correspondientes a las facturaciones realizadas a la opción tarifaria MT2, en donde se puede verificar que en el mes de junio se obtuvo la mayor facturación de S/ 15 304,6 y en los meses de febrero y marzo se obtuvo la menor facturación, esto es debido a que en ese tiempo no existe producción de café.

- **Cálculos justificativos para opción tarifaria MT3.**

“Esta opción tarifaria está dirigida para aquellos usuarios cuyos consumos de potencia se da durante las 24 horas al día o aquellos usuarios cuyo turno de trabajo empieza en horas de la mañana y acaban pasadas las 18:00 h. Esta tarifa considera precios diferenciados para las facturaciones de potencia, según si los usuarios se encuentran calificados como presentes en punta o presentes en fuera de la punta” (MINEM, 2011). Para realizar los cálculos se tomó los datos presentados en la tabla 7.

✓ **Facturación de la energía activa.**

La facturación de energía en horas punta y fuera de punta, está en función a su consumo registrado y su costo unitario, (expresado en S//kWh).

➤ **Facturación de la energía activa en horas punta (kWh).**

Se determinó mediante la ecuación 2, utilizada para calcular la facturación de la energía activa en horas punta en la opción tarifaria MT2, obteniéndose un costo de S/ 709,83.

$$FEAHP = EAHP * C. U$$

$$FEAHP = 2\,447,72 \text{ kWh} * 0,29 \text{ S/ kWh} = \text{S/ } 709,83$$

➤ **Facturación de la energía activa en horas fuera de punta (kWh).**

Se determinó mediante la ecuación 3, utilizada para calcular la facturación de la energía activa en horas fuera de punta en la opción tarifaria MT2, obteniéndose un costo de S/ 6 118,787.

$$FEAHFP = EAHFP * C. U$$

$$FEAHFP = 2\,6215,88 \text{ kWh} * 0,2334 \text{ S// kWh} = \text{S/ } 6\,118,787$$

✓ **Calificación tarifaria.**

Sirvió para determinar si el usuario se encuentra presente en punta o fuera de punta y de acuerdo a ello se estableció el costo por potencia de generación. Si el resultado es $\geq 0,5$, el usuario es considerado como cliente presente en punta, caso contrario se encuentra presenta en fuera de punta. Para determinar la calificación tarifaria se empleó la ecuación 8.

$$CT = \frac{EAHP_{mes}}{MD_{mes} * \#HP_{mes}} \quad (8)$$

Donde:

CT : Calificación tarifaria.

EAHP_{mes} : Energía activa hora punta (kWh).

MD_{mes} : Máxima demanda leída mensual (kWh).

HP_{mes} : Número de horas punta mensual (h).

$$CT = \frac{2\,447,72 \text{ kWh}}{162,27 \text{ kW} * 130\text{h}} = 0,12$$

Según la calificación tarifaria obtenida de 0,12 se afirma que el usuario se encuentra presente en fuera de punta, porque el resultado es menor a 0,5.

✓ **Facturación por potencia activa de generación.**

La facturación de potencia activa de generación, está en función de la máxima demanda leída del mes y su costo unitario de la potencia activa de generación en clientes fuera de punta. El cálculo se realizó mediante la ecuación 9, obteniéndose una facturación de S/ 5 132,68.

$$FPAG = MD_{mes} * C. U \quad (9)$$

Donde:

FPAG : Facturación por potencia activa de generación (S//mes).

MD_{mes} : Máxima demanda mensual (kW).

C. U : Costo unitario (S// kW).

$$FPAG = 162,2726 \text{ kW} * 31,63 \text{ S//kW} = \text{S/ } 5\,132,68$$

✓ **Facturación por potencia por uso de las redes de distribución.**

La FPURD está en función del promedio de las dos más altas máximas demandas de los últimos seis meses en horas punta o fuera de punta, incluyendo el mes que se facturó y su costo unitario. Se calculó a partir de la ecuación 10 y se obtuvo una facturación de S/3 371,226.

$$FPURD = \frac{MD_1 + MD_2}{2} * C. U \quad (10)$$

Donde:

FPURD: Facturación por potencia por uso de las redes de distribución (S//mes).

MD₁ : Máxima demanda 1 (kW).

MD₂ : Máxima demanda 2 (kW).

C.U : Costo unitario (S// kW).

$$FPURD = \frac{170,045 \text{ kW} + 166,90 \text{ kW}}{2} * 20,01 \text{ S//kW} = \text{S/3 371,23}$$

✓ **Facturación por energía reactiva.**

Si el consumo de energía reactiva exceda el 30% de la energía activa total mensual, la facturación se efectuará sobre el exceso de la energía reactiva. Se determinó a partir de la ecuación 7 utilizada para calcular la facturación por energía reactiva en la opción tarifaria MT2 y se obtuvo un costo de S/ 686,36.

$$FER = ER_L - 0,3EAT$$

$$CER = (24 635,42 - 0,3 * 28 663,60) \text{ kVARh} * 0,0428\text{S//kVARh} = \text{S/ 686,36}$$

Tabla 12

Facturación de la opción tarifaria MT3.

Concepto	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Cargo fijo mensual	6,92	6,9	6,9	6,84	6,9	6,9
Cargo por energía activa en punta	0	0,38	240,28	318,58	608,99	709,83
Cargo por energía activa fuera de punta	4,58	8,25	2 146,20	2 785,39	6 453,93	6 118,78
Cargo por potencia activa de generación para usuarios						
Presentes en punta						
Presentes fuera de punta	4,24	4,25	5 300,31	4 662,46	5 234,26	5 132,68
Cargo por potencia activa de redes de distribución para usuarios						
Presentes en punta						

Presentes en fuera de punta	2 848,56	2 817,1	2 963,44	3 186,76	3 371,22	3 371,22
Cargo por energía reactiva que exceda el 30% del total de energía activa	0,44	0,91	295,66	429,118	708,91	686,35
Total	2 864,75	2 837,8	1 0952,8	11 389,1	16 384,23	16 025,79

Fuente: Autoría propia. Data: Pliegos tarifarios OSINERGMIN.

En la tabla 12 se muestran los resultados correspondientes a las facturaciones que se hubieran realizado si el usuario tuviera la opción tarifaria MT3 en donde se observa que en junio hubiera tenido el mayor costo por consumo de energía de S/ 16 384,23.

- **Cálculos justificativos para la opción tarifaria MT4.**

“Esta opción tarifaria está dirigida para aquellos usuarios cuyos consumos de energía es intensivo en el periodo de horas punta” (MINEM, 2011). Para realizar los cálculos se tomó los datos presentados en la tabla 7.

- ✓ **Facturación de la energía activa.**

La facturación de energía activa está en función al consumo de energía activa total registrado y su costo unitario (expresado en S/ /kWh). Se calculó mediante la ecuación 11.

$$FEA = EAT * C. U \quad (11)$$

Donde:

FEA : Facturación de la energía activa (S// mes).

EAT : Energía activa total (kWh).

C. U : Costo unitario (S//kWh).

$$FEA = 28 663,60 \text{ kWh} * 0,2478 \text{ S//kWh} = \text{S/ } 7 102,84$$

- ✓ **Calificación tarifaria.**

Se determinó mediante la ecuación 8, la misma que se empleó para la opción tarifaria MT3. Por lo tanto, también se encuentra presenta en fuera de punta.

$$CT = \frac{EAHP_{mes}}{MD_{mes} * \# HP_{mes}}$$

$$CT = \frac{2\,447,72 \text{ kWh}}{162,27 \text{ kW} * 130 \text{ h}} = 0,12$$

✓ **Cargo por potencia activa de generación.**

La potencia activa de generación a facturar está en función a la máxima demanda mensual y el costo unitario de potencia activa de generación presente en fuera de punta. Para ello de empleó la ecuación 9, en la cual se obtuvo un costo de S/5 132,68.

$$FPAG = MD_{mes} * C. U$$

$$FPAG = 162,27 \text{ kW} * 31,63 \text{ S//kW} = \text{S/5 132,68}$$

✓ **Facturación por potencia por uso de las redes de distribución.**

La FPURD está en función del promedio de las dos más altas máximas demandas de los últimos seis meses en horas punta o fuera de punta, incluyendo el mes que se facturó y su costo unitario. Se calculó a partir de la ecuación 10 y se obtuvo un resultado de S/ 3 371,226.

$$FPURD = \frac{MD_1 + MD_2}{2}$$

$$FPURD = \frac{170,045 \text{ kW} + 166,90 \text{ kW}}{2} * 20,01 \text{ S//kW} = \text{S/ 3 371,23}$$

✓ **Facturación por energía reactiva.**

Si el consumo de energía reactiva exceda el 30% de la energía activa total mensual, la facturación se efectuará sobre el exceso de la energía reactiva. Se utilizó la ecuación 2, en donde se obtuvo un resultado de S/ 686,36.

$$FER = ER_L - 0,3EAT$$

$$FER = (24\,635,43 - 0,3 * 28\,663,60) \text{ kVARh} * 0,0428 \text{ S//kVARh} = \text{S/ 686,36}$$

Tabla 13

Facturación de la opción tarifaria MT4.

Concepto	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Cargo fijo mensual	6,92	6,9	6,9	6,84	6,9	6,9
Cargo por energía activa	4,86	9,09	2 484,85	3 228,91	6 759,60	7 102,84
Cargo por potencia activa de generación para usuarios						
Presentes en punta						
Presentes fuera de punta	4,24	4,25	5 300,31	4 662,46	5 234,26	5 132,68
Cargo por potencia activa de redes de distribución para usuarios						
Presentes en punta						
Presentes en fuera de punta	2 848,56	2817,1	2 963,44	3 203,18	3 371,22	3 371,68
Cargo por energía reactiva que exceda el 30% del total de energía activa	0,44	0,9102	295,669	429,12	708,92	686,35
Total	2 865	2 838,26	11 051,1	11 530,5	16 080,9	16 300

Fuente: Autoría propia. Data: Pliegos tarifarios de OSINERGMIN.

En la tabla 13 se muestran los resultados correspondientes a las facturaciones que se hubieran realizado si el usuario tuviera la opción tarifaria MT4, en donde se observa que en el mes de julio hubiera pagado S/ 16 300.

3.4.3.2. Evaluación del sistema de iluminación.

Se realizó 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.

A. Carga total del sistema de iluminación.

En la tabla 14 se muestra el total de luminarias instaladas en el sistema de iluminación en la planta procesadora de café OVM S.A.C.

Tabla 14

Equipos de iluminación.

Tipo de luminaria	Cantidad	Potencia U. (W)	Potencia (kW)
Foco ahorrador espiral	12	42	0,50
Reflector con tempo	2	400	0,80
Fluorescentes lineales 1x36 W	12	36	0,43
Fluorescentes lineales 2x40 W	34	80	2,72
Fluorescentes circulares	25	32	0,80
Reflector led	3	300	0,90
Foco led	1	15	0,02
Total			6,17

Fuente: Autoría propia.

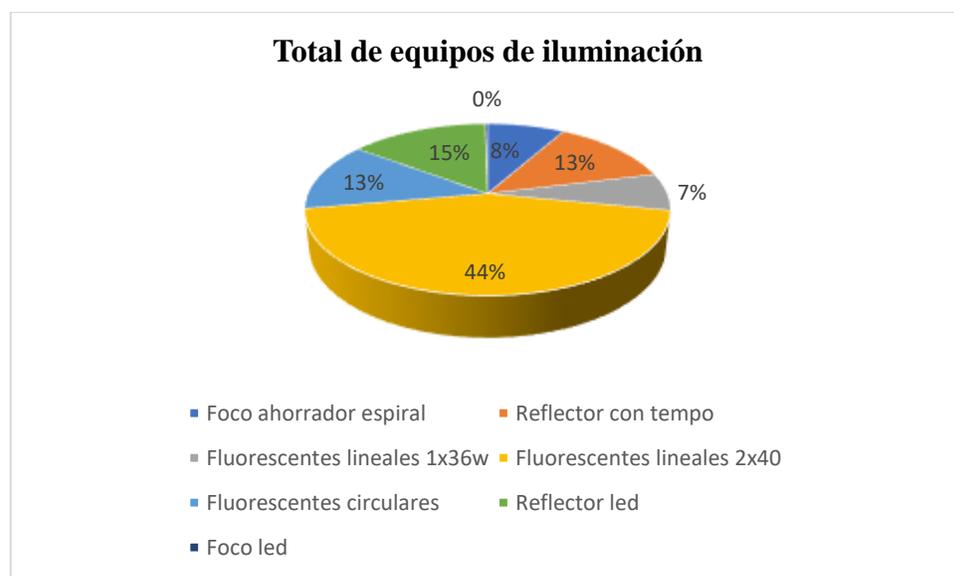


Figura 2. Potencia instalada en equipos de iluminación.

Fuente: Autoría propia.

Como se observa en la tabla 14 y figura 1, los fluorescentes lineales 2x40 W representan un 44% del total de caga instalado en el sistema de iluminación, fluorescentes lineales 1x36 W un 7%, reflector de 400 W un 13%, foco ahorrador espiral de 42 W un 8%, foco led de 15 W un 0%, reflector led de 300 W un 15% y las fluorescentes circulares de 32 W un 13%.

B. Niveles de iluminación en las diferentes áreas.

En la tabla 15 se muestran las mediciones realizadas con el luxómetro, para determinar si el valor medido se ajusta al valor determinado por la norma EM-010.

Tabla 15

Niveles de iluminación.

Ítem	Áreas	Iluminación registrada (lux)	Iluminación según la norma (lux)	Valor
1	Oficinas administrativas	158,3	500	No cumple
2	Sala de catación de café	93,5	500	No cumple
3	Oficina catación	52,5	500	No cumple
4	Baño de varones	113,2	100	Cumple
5	Baño de mujeres	115	100	Cumple
6	Almacén	25,1	150	No cumple
7	Planta de proceso	25,2	300	No cumple
8	Gravimétricas	874	750	Cumple
9	Selección de grano por color	86,9	750	No cumple
10	Campo deportivo	220	----	-----
11	Pasadizo	47	100	No cumple
12	Secado artificial	18,3	150	No cumple
13	Caseta de vigilancia	64	300	No cumple
14	Exterior	120	-----	-----

Fuente: Autoría propia. Data: luxómetro digital.

En la tabla 15, se verificó que la iluminación de los baños y las máquinas gravimétricas están cumpliendo con los niveles mínimos de iluminación de 100 y 750 lux respectivamente, recomendados por la norma EM- 010. En cambio, las demás áreas no lo están cumpliendo, esto ocasiona que el personal que trabaja no pueda desarrollar sus actividades de manera eficiente. Las causas de la baja iluminación se deben a que sus equipos tienen bastante tiempo de uso, los cuales pierden luminosidad y también por el bastante polvo que se emite en dicho proceso.

C. Cálculo según el método de lúmenes.

Según Castilla, Blanca, Martínez y Pastor (2009), el método de los lúmenes es una forma muy práctica y sencilla de calcular el nivel medio de la iluminancia en una instalación de alumbrado general. Proporciona una iluminancia media con un error de $\pm 5\%$ y nos da una idea muy

aproximada de las necesidades de iluminación. Para la evaluación de las diferentes áreas de la planta procesadora de café OVM SAC se tomó en cuenta las dimensiones del local, el tipo de luminaria, además se verificó si el nivel de iluminación (lux) es el adecuado o no.

- **Cálculo del flujo luminoso total necesario.**

Para calcular el flujo luminoso necesario para el almacén, se empleó la ecuación 12.

$$\Phi_T = \frac{E_m * S}{C_u * C_m} \quad (12)$$

Donde:

Φ_T : Flujo luminoso de un determinado local (LÚMENES).

E_m : Nivel de iluminación mínimo (LUX).

S : Superficie del local a iluminar (m^2).

C_u : Coeficiente de utilización.

C_m : Coeficiente de mantenimiento.

- **Datos del local a iluminar (almacén).**

Para realizar el cálculo según el método de lúmenes, se utilizó los siguientes datos del local: Ancho (A) de 30 m, largo (L) de 30m, alto (H) de 7 m, la altura de trabajo (h') de 0,85 m, iluminación mínima (E_m) de 150 lux, luminaria tubo de led T8 2x16 W, flujo luminoso de 2500 lm, eficiencia de 156 lm/W y una potencia de 32 W.

- **Altura de suspensión de las luminarias.**

Cuando un local tiene una altura considerable, la altura de suspensión óptima de la luminaria se calcula de acuerdo a la ecuación 13.

Tabla 16

Altura de suspensión de las luminarias.

Locales con iluminación	Mínimo	Óptimo
Directa, semidirecta y difusa.	$h = \frac{2}{3} \cdot (H - h')$	$h = \frac{4}{5} \cdot (H - h')$
Indirecta.	$d' \approx \frac{1}{5} \cdot (H - h')$	$h \approx \frac{3}{4} \cdot (H - h')$

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

Asimismo, en la tabla 16 se muestran las ecuaciones para encontrar la altura de suspensión de las luminarias, en este caso se escogió una altura óptima, para un local con iluminación semidirecta, según la ecuación 13.

$$h = \frac{4}{5} * (H - h') \quad (13)$$
$$h = \frac{4}{5} * (7 - 0,85) = 4,92 \text{ m}$$

- **Cálculo del índice del local (K).**

Para este cálculo se utilizaron las dimensiones de acuerdo al local a iluminar, el cálculo se realizó mediante la ecuación 14, obteniéndose un índice de 3,05.

$$K = \frac{S}{h(A + L)} \quad (14)$$
$$K = \frac{30 * 30}{4,92(30 + 30)} = 3,05$$

- **Cálculo del coeficiente utilización.**

Castilla, Blanca, Martínez y Pastor (2009), el coeficiente de utilización, se encuentra tabulado y es un dato que se obtiene del fabricante. En donde se obtiene para cada tipo de luminaria, los diversos factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local.

- **Coefficientes de reflexión.**

Se determinaron los coeficientes de reflexión para techos, paredes y suelo. Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado.

Tabla 17

Coefficiente de reflexión.

	Color	Factor de reflexión (ρ)
Techo	Blanco o muy claro	0,7
	Claro	0,5
	Medio	0,3
Paredes	Claro	0,5
	Medio	0,3
	Oscuro	0,1
Suelo	Claro	0,3
	Oscuro	0,1

Fuente: (Irigoin, 2016).

Tabla 18

Reflectancias (%) para techo, paredes y plano de trabajo.

	Reflectancias (%) para techo, paredes y plano de trabajo										
Índice de habitación K	0,80	0,80	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,3	0,3	0
	0,50	0,50	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,1	0,3	0,1	0
	0,30	0,10	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0
0,6	0,43	0,41	0,42	0,41	0,4	0,32	0,31	0,26	0,29	0,25	0,22
0,8	0,53	0,50	0,51	0,49	0,48	0,4	0,38	0,33	0,37	0,32	0,28
1	0,61	0,56	0,59	0,57	0,55	0,47	0,45	0,4	0,43	0,38	0,34
1,25	0,69	0,63	0,66	0,64	0,61	0,54	0,51	0,46	0,48	0,44	0,4
1,5	0,75	0,68	0,72	0,69	0,66	0,59	0,56	0,51	0,53	0,49	0,44
2	0,85	0,76	0,81	0,77	0,73	0,67	0,64	0,59	0,6	0,56	0,51
2,5	0,91	0,81	0,87	0,82	0,78	0,73	0,69	0,65	0,65	0,62	0,56
3	0,96	0,84	0,92	0,89	0,82	0,77	0,73	0,69	0,69	0,66	0,6
4	1,02	0,89	0,97	0,91	0,86	0,82	0,77	0,74	0,73	0,71	0,65
5	1,06	0,91	1,01	0,95	0,89	0,85	0,81	0,78	0,76	0,74	0,68

Fuente: Base de datos de Philips.

Según la tabla 17 se escogió un coeficiente de reflexión de 0,5 para techo, 0,3 paredes y 0,1 para el suelo y para encontrar el coeficiente de utilización se interpoló en la tabla 18, como se muestra a continuación.

$$C_u = \frac{0,73 + 0,69 + 0,77 + 0,74}{4} = 0,73$$

- **Coeficiente de mantenimiento.**

Dependerá, del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. En este caso se escogió 0,6 por ser un lugar en donde hay bastante polvo.

Tabla 19

Coeficiente de mantenimiento.

Ambiente	Coeficiente de mantenimiento
Limpio	0,8
Sucio	0,6

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

- **Cálculo del flujo luminoso que se necesita en el local.**

Una vez encontrado el coeficiente de mantenimiento y de utilización, se procedió a calcular el flujo luminoso total necesario para iluminar el local, según la ecuación 12.

$$\phi_T = \frac{E_m * S}{C_u * C_m}$$

$$\phi_T = \frac{150 * 30 * 30}{0,7325 * 0,6} = 307\ 167,23 \text{ lumenes}$$

- **Cálculo del número de luminarias.**

Luego de encontrar el flujo luminoso total, se procedió a calcular el número total de luminarias, teniendo en cuenta el número de lámparas que tiene cada luminaria (n) y el flujo luminoso de las mismas (ϕ_l), mediante la ecuación 15.

$$N_l = \frac{\phi_T}{n * \phi_l} \quad (15)$$

Donde:

N_l : Número de luminarias.

ϕ_T : Flujo total luminoso.

n : Número de lámparas de cada luminaria.

ϕ_l : Flujo luminoso de cada luminaria, según catálogo.

$$N_l = \frac{307\,167,23}{2 * 2\,500} = 61,43 \cong 62 \text{ luminarias}$$

- **Comprobación de la elección de la luminaria.**

Una vez determinado el número de luminarias, se verificó, si las luminarias escogidas cumplían con la iluminación mínimo recomendada 150 lux según la norma EM-010 instalaciones eléctricas interiores, mediante la ecuación 16.

$$E_m = \frac{N_l * n * \phi_l * C_u * C_m}{s} \quad (16)$$
$$E_m = \frac{62 * 2 * 2\,500 * 0,73 * 0,6}{900} = 151,38 \text{ lux} \geq 150 \text{ lux}$$

Se comprobó que el tubo led escogido es el correcto, por lo tanto, cumple con el lux mínimo requerido por la norma EM-010 instalaciones eléctricas en interiores.

D. Ahorro energético y económico en el sistema de iluminación.

Los ahorros energéticos y económicos están en función, de los ingresos que se generan al implementar un sistema de iluminación led. Para realizar los cálculos, en primer lugar, se realizó una comparación entre las luminarias existentes y las propuestas, como se muestran en las tablas 20, 21 ,22 y 23. Luego teniendo en cuenta el tiempo de funcionamiento y los costos de energía se procedió a realizar los cálculos respectivos, como se muestran en las tablas 24, 25, 26 y 27.

Tabla 20

Cuadro comparativo de luminaria de tubo fluorescente - led.

Tipo de luminaria	Tubo fluorescente	Tubo led
Modelo	TL RS 40W/54-765	Master led tube universal 16W840T8
Tamaño	T8/1 213 mm	T8/1 213 mm
Potencia	40 W	16 W
Temperatura de color	6 200 K	4 000 K
Flujo luminoso	2 500 lm	2 500 lm
Eficiencia luminosa	62,5 lm/W	156,25 lm/W
Vida útil(horas)	13 000	60 000
Base	G 13	G 13
Eficiencia de energía	B	A
Factor de potencia	0,75	0.9

Fuente: Autoría propia. Data: Base de datos Philips.

En la tabla 20 se muestra la comparación de un tubo fluorescente con un led, en donde se observa que emiten el mismo flujo luminoso de 2500 lm, pero la diferencia es que el led tiene una potencia de 16 W y el fluorescente de 40 W además de un tiempo de vida de 60 000 y 13 000 horas respectivamente.

Tabla 21

Cuadro comparativo de foco ahorrador espiral - bulbo led.

Tipo de luminaria	Foco ahorrador espiral	Led Bulb
Tamaño	16cm de alto y 10cm de diámetro	15,4cm de alto y 8 cm de diámetro
Potencia	42 W	19 W
Temperatura de color	6 500 K	6 500 K
Flujo luminoso	2 730 lm	2 300 lm
Eficiencia luminosa	65 lm/W	121 lm/W
Vida útil(horas)	8 000	50 000
Base	E 27	E 27
Eficiencia de energía	A	A

Fuente: Autoría propia. Data: Base de datos Philips.

En la tabla 21 se muestra la comparación de foco ahorrador espiral con led bulb, en donde se observa que el foco ahorrador emite un flujo luminoso de 2 730 lm y el flujo luminoso del led bulb es 2 300 lm, pero con la diferencia que el led bulb tiene una potencia de 19 W y el foco ahorrador de 42 W, además de un tiempo de vida de 50 000 y 8 000 horas respectivamente.

Tabla 22

Cuadro comparativo de reflector contempo L ASIM HPI – reflector led.

Tipo de luminaria	Reflector contempo L ASIM HPI	Reflector GTLED
Potencia	400 W	200 W
Temperatura de color	2 000 K	6 400 K
Flujo luminoso	43 200 lm	28 000 lm
Eficiencia luminosa	108 lm/W	140 lm/W
Vida útil(horas)	20 000	30 000
Factor de potencia	0,8	0,978
Eficiencia de energía	NA	A

Fuente: Autoría propia. Data: Base de datos Philips.

En la tabla 22 se muestra la comparación de un reflector contempo con un reflector led, en donde se observa que el reflector contempo emite mayor flujo luminoso de 43 200 lm y reflector led 28 000 lm, pero con la diferencia que el reflector led tiene una potencia de 200 W y el reflector contempo de 400 W, además de un tiempo de vida de 30 000 y 20 000 horas respectivamente.

Tabla 23

Cuadro comparativo de fluorescente circular – tubo circular led.

Tipo de luminaria	Tubo fluorescente circular	Tubo circular led
Tamaño	29 cm de diámetro	23 cm de diámetro
Potencia	32 W	24 W
Temperatura de color	6 200 K	6 500 k
Flujo luminoso	1750 lm	2 400 lm
Eficiencia luminosa	57 lm/W	100 lm/W
Vida útil(horas)	9 000	20 000
Eficiencia de energía	B	A

Fuente: Autoría propia. Base de datos Philips y Lightech.

En la tabla 23 se muestra la comparación de un fluorescente circular con un tubo circular led en donde se observa que tubo circular emite mayor flujo luminoso de 2 400 lm y fluorescente circular 1 750 lm, con la diferencia que el led tiene una potencia de 24 W y el fluorescente de 32 W, además de un tiempo de vida de 20 000 y 9 000 horas respectivamente.

Tabla 24

Parámetros para el cálculo de consumo de energía actual en el sistema de iluminación.

Tipo de luminaria	Cantidad de equipos	P. total (kW)	Número de horas diarias		Costo de energía S//mes		Número de días
			HP	HFP	HP	HFP	
			Tubo fluorescente T8-2X40W	34	2,72	5	
Tubo fluorescente T8-1X36W	12	0,43	5	7	0,29	0,23	26
Fluorescentes circulares de 32w	12	0,38	5	7	0,29	0,23	26
Reflector	13	0,42	2	0	0,29	0,23	26
Ahorrador espiral de 42 W	2	0,8	5	7	0,29	0,23	30
	12	0,50	2	0	0,29	0,23	22

Fuente: Autoría propia.

En la tabla 24 se muestran los datos, para realizar los cálculos de consumo de energía y el costo de la misma, en el sistema de iluminación actual.

Tabla 25

Consumo y gastos de energía en equipos de iluminación actual.

Tipo de luminaria	Consumo de energía (kWh/mes)		Costo por consumo (S//mes)	
	HP	HFP	HP	HFP
Tubo fluorescente T8-2X40 W	353,6	495,04	102,54	115,53
Tubo fluorescente T8-1X36 W	56,16	78,26	16,28	18,26
Fluorescentes circulares de 32 W	49,40	69,16	14,32	16,14
Reflector de 400W	21,84	0,00	6,33	0,00
Ahorrador espiral 42 W	120,00	145,60	34,80	33,98
	22,00	0,00	6,38	0,00
Sub total	623,00	787,46	180,67	183,91
Total	1 410,46		364,58	

Fuente: Autoría propia.

En la tabla 25 se muestra el consumo de energía eléctrica que asciende a 1 410,46 kWh/mes y un costo 364,91 S//mes en el sistema de iluminación convencional actual.

Tabla 26

Facturación total en el sistema de iluminación actual.

Conceptos de facturaciones	Máxima demanda kW		Consumo de energía kWh		Consumo de energía reactiva kVARh	Facturación S//mes
	HP	HFP	HP	HFP		
Energía activa en HP	00,00	00,00	623,00	00,00	00,00	180,67
Energía activa en HFP	00,00	00,00	0,00	787,46	00,00	183,91
Potencia de generación	5,25	4,33	0,00	0,00	00,00	361,09
Uso de redes de distribución	5,25	4,33	0,00	0,00	00,00	94,24
Exceso de potencia	5,25	4,33	0,00	0,00	00,00	0
Energía reactiva	0,00	0,00	0,00	0,00	1057,46	15,73
Total						819,91

Fuente: Autoría propia.

En la tabla 26 se muestra la facturación total por suministro de energía eléctrica, en el sistema de iluminación actual, el cual asciende a 819,91 S//mes.

Tabla 27

Parámetros para el cálculo de consumo de energía propuesto en el sistema de iluminación.

Tipo de luminaria	Cantidad de equipos	P. total (kW)	Número de horas diarias		Costo de Energía S//mes		Número de días
			HP	HFP	HP	HFP	
Tubo led T8-2X16 W	70	2,24	5	7	0,29	0,23	26
Tubo led circulares de 24 W	12	0,29	5	7	0,29	0,23	26
	13	0,31	2	0	0,29	0,23	26
Reflector led de 200W	2	0,4	5	7	0,29	0,23	30
Bulbo led de 19W	12	0,23	2	0	0,29	0,23	22

Fuente: Autoría propia.

En la tabla 27 se muestran los datos, para realizar los cálculos de consumo de energía y el costo de la misma, en el sistema de iluminación led propuesta.

Tabla 28

Consumo y gastos de energía en equipos de iluminación propuestos.

Tipo de luminaria	Consumo de energía (kWh/mes)		Gasto por consumo (S/ /mes)	
	HP	HFP	HP	HFP
Tubo led T8-2X16 W	291,20	407,68	84,39	95,15
Tubo led circulares de 24 W	37,44	52,78	10,86	12,32
Reflector led de 200 W	16,12	0,00	4,70	0,00
Bulbo led de 19 W	60,00	84,00	17,40	19,60
Subtotal	414,88	544,46	120,28	127,07
Total	959,34		247,35	

Fuente: Autoría propia.

En la tabla 28 se muestra el consumo de energía eléctrica que asciende a 959,34 kWh/mes y un costo de 247,35 S//mes en el sistema de iluminación con tecnología led propuesta.

Tabla 29

Facturación total en el sistema de iluminación propuesto.

Conceptos de facturaciones	Máxima demanda Kw		Consumo de energía kWh		Consumo de energía reactiva kVARh	Facturación S//mes
	HP	HFP	HP	HFP		
Energía activa en HP	00,00	00,00	414,88	00,00	00,00	120,28
Energía activa en HFP	00,00	00,00	0,00	544,46	00,00	127,07
Potencia de generación	3,47	2,93	0,00	0,00	00,00	238,66
Uso de redes de distribución	3,47	2,93	0,00	0,00	00,00	62,28
Exceso de potencia	3,47	2,93	0,00	0,00	00,00	0
Energía reactiva	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total						548,29

Fuente: Autoría propia.

En la tabla 29 se muestra la facturación total por suministro de energía eléctrica, en el sistema de iluminación propuesta, el cual asciende a 548,29 S//mes.

- **Ahorro energético del sistema de iluminación.**

El ahorro energético está dado por la diferencia de energía activa total actual y la energía que se consumiría al realizar el cambio de luminarias, se calculó según la ecuación 17. Como resultado se tiene un ahorro de 451,12 kWh/mes.

$$AE = EAA - EAP \quad (17)$$

Donde:

AE : Ahorro energético kWh // mes

EAA : Energía activa total actual.

EAP : Energía activa total propuesta.

$$AE = (1\,410,46 - 959,34) = 451,12 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}} * 12 \text{ mes} = 5\,413,44 \text{ kWh/año}$$

- **Ahorro económico del sistema de iluminación.**

El ahorro económico está determinado por la diferencia de gastos actuales y los gastos que se generarían al realizar el cambio de luminarias. Se calculó según la ecuación 18, utilizando los datos registrados en las tablas 26 y 29.

$$AE = GA - GP \quad (18)$$

Donde:

AE : Ahorro económico (S//año).

GA : Gasto total actual (S//mes).

GP : Gasto total propuesto (S//mes).

$$AE = (819,91 - 548,29) = 271,62 \text{ S//mes} * 12 \text{ mes} = 3\,259,44 \text{ S/ /año}$$

Al realizar un cambio de luminarias convencionales por tecnología led, en el sistema de iluminación, se tendría un ahorro económico de 3 259,44 S/ /año.

3.4.3.3. Compensación de la energía reactiva.

A. Cálculo del factor de potencia mediante los recibos facturados.

MINEM (2011), la facturación por energía reactiva se da cuando existe un factor de potencia menor a 0,96. Para determinar el F.P del suministro eléctrico, se contó con la información de consumo de energía activa y reactiva de un año, según tabla 30. Para determinar el factor de potencia se determinó mediante la ecuación 19 y los resultados se muestran en la tabla 30.

$$F. P = \cos \left(\arctg \left(\frac{ER_L}{EAT} \right) \right) \quad (19)$$

Donde:

F.P : Factor de potencia.

ER_L : Energía reactiva leída (kVARh).

EAT : Energía activa total (kWh).

Tabla 30

Cálculo promedio del factor de potencia.

Meses	Energía total activa (kWh)	Energía reactiva (kVARh)	F. P
Jul-18	39 162,90	41 115,00	0,69
Ago-18	30 674,30	32 670,0	0,68
Sep-18	37 072,50	36 355,20	0,71
Oct-18	45 625,20	42 620,70	0,73
Nov-18	35 991,30	31 317,80	0,75
Dic-18	10 685,20	9 649,20	0,74
Ene-19	21,80	21,80	0,71
Feb-19	20,40	16,40	0,78
Mar-19	38,20	32,70	0,76
Abr-19	10 431,80	10 037,70	0,72
May-19	14 211,80	14 360,40	0,70
Jun-19	29 751,80	25 489,10	0,76
Jul-19	28 663,60	24 635,40	0,76
Promedio			0,74

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

En la tabla 30, se muestra el factor de potencia con un valor máximo ocurrido en el mes de febrero del 2019 de 0,78 y un mínimo de 0,68 en el mes de agosto del 2018, además en promedio se obtuvo 0,74.

Tabla 31

Factor de potencia registrado por el analizador de redes MI2892.

Fecha	Factor de potencia
7/08/2019	0,68
8/08/2019	0,70
9/08/2019	0,81
10/08/2019	0,77
11/08/2019	0,59
12/08/2019	0,72
13/08/2019	0,76
Promedio	0,72

Fuente: Autoría propia. Data: Analizador de redes.

En la tabla 31, se muestra el factor de potencia promedio registrado durante 7 días por el analizador de redes. Para realizar el cálculo de la compensación de energía reactiva se ha tomado el promedio de factor de potencia de las facturaciones por ser datos registrados por más periodo de tiempo y para determinar el factor de potencia que se desea alcanzar, se igualó a cero la energía reactiva facturada, mediante la ecuación 20.

$$FER = ER_L - 0,3 * EAT \quad (20)$$

$$ER_L = 0,3 * EAT$$

$$\frac{ER_L}{EAT} = 0,3$$

Reemplazando

$$F. P = \text{COS}(\text{Arctg}(\frac{ER_L}{EAT}))$$

$$F. P = \text{COS}(\text{Arctg}(0,3))$$

$$F. P = 0,96$$

Entonces, se obtuvo un factor de potencia de 0,74 y el factor que desea alcanzar después de la compensación de la energía reactiva es de 0,96 ya que a partir de este valor en adelante se eliminará el costo por facturación de energía reactiva.

B. Determinación del factor k.

Luego de haber obtenido el factor de potencia promedio de la empresa OVM S.A.C, de 0,74 y con el factor de potencia deseado que se requiere alcanzar de 0,96, se seleccionó el factor k de la tabla que se encuentra en el anexo 6. Obteniendo un factor k de 0,66 intersectando $Cos\phi$ inicial antes de compensar con el $Cos\phi$ final deseado.

C. Cálculo de la energía reactiva a compensar mediante los recibos facturados.

Tabla 32

Máxima demanda facturada.

Meses	Demanda leída (kW)	
	HP	HFP
Ago -18	42,00	127,50
Sep -18	43,71	130,23
Oct -18	56,55	155,19
Nov -18	45,09	130,65
Dic -18	44,12	130,81
Ene -19	0,00	0,14
Feb -19	0,00	0,14
Mar -19	0,14	0,14
Abr -19	66,55	170,04
May -19	57,27	158,32
Jun -19	62,18	166,91
Jul -19	60,41	162,27

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

La carga reactiva a compensar, está en función de la máxima demanda leída de 170,05 kW registrada en el mes abril del 2019 por un año presentada en la tabla 32 y el factor “k” que se encuentra en el anexo 6. Para ello se utilizó la ecuación 21.

$$Q_C = MD * k \quad (21)$$

Donde:

Q_C : Potencia reactiva a compensar (kVAR).

MD : Máxima demanda (kW).

k : Factor

$$Q_C = 170,05 * 0,66$$

$$Q_C = 112,23 \text{ kVAR}$$

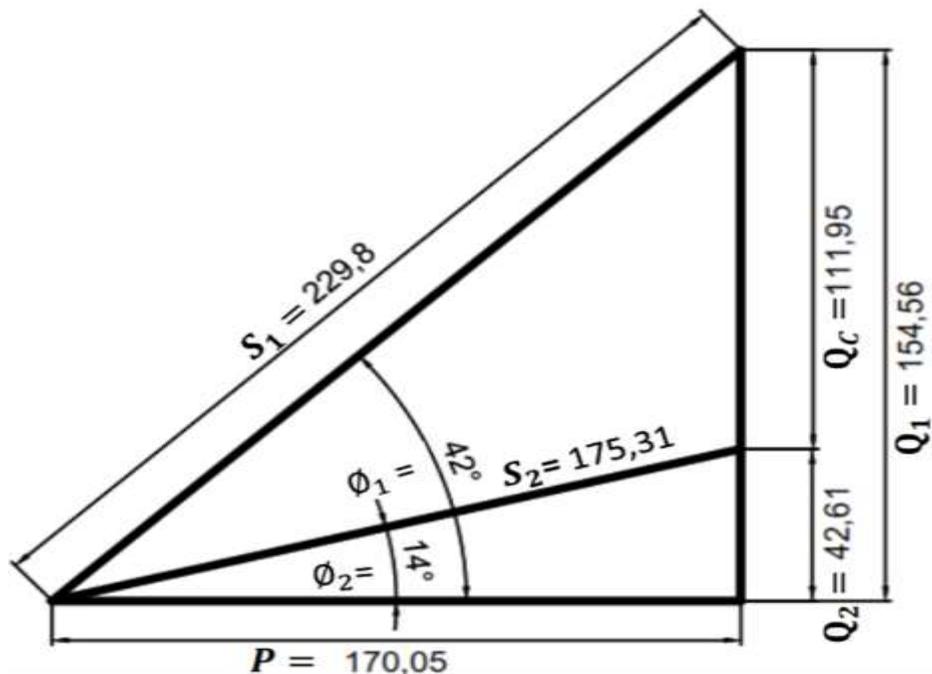


Figura 3. Diagrama analítico de la compensación de energía reactiva.

Fuente: autoría propia.

Entonces la potencia reactiva a compensar será 112,23 kVAR. Obteniéndose un ahorro económico anual de S/ 6 621,45 según datos registrados en la tabla 43.

D. Selección del banco de condensadores.

Para seleccionar el banco de condensadores ideal, se ha optado por una compensación central ya que cuenta en su gran mayoría con cargas pequeñas por lo que no es necesario realizar una compensación individual o parcial.

Se ha seleccionado un banco automático de condensadores de la marca Schneider Electric ya que ofrece más comodidad, fiabilidad y rentabilidad en una amplia gama de equipos y aplicaciones, con un diseño y una fabricación meticulosa, donde la calidad de sus componentes, le permiten disponer de un largo tiempo de vida útil en sus equipos de compensación.

E. Dimensionamiento del banco de condensadores.

El presente banco de condensadores esta dimensionado para compensar un factor de potencia inicial de 0.74 hasta 0.97. A partir de la máxima potencia activa registrada en los recibos por un año, que es de 170.05 kW. El presente banco de condensadores, está compuesto por los siguientes equipos, debidamente dimensionados:

- **Interruptor termomagnético general.**

Según el manual de Schneider electric, se utilizó un interruptor con protección termomagnética del tipo C60N/H, con un calibre de protección de 1,43 veces de la corriente nominal del banco, el cual es el encargado de proteger contra sobrecargas y cortocircuitos a sus elementos aguas abajo. se calculó mediante la ecuación 22.

$$I_N = \frac{Q}{\sqrt{3} * V_N} \quad (22)$$

$$I_N = \frac{135 * 10^3}{\sqrt{3} * 380}$$

$$I_N = 205,11 \text{ amp}$$

$$I_{\text{interruptor principal}} = 1,43 * 205,11 \text{ amp}$$

$$I_{\text{interruptor principal}} = 293,309 \text{ amp}$$

- **Conductor general.**

Conductor empleado para alimentar desde el termomagnético general hasta los interruptores termomagnéticos secundarios de los condensadores. Se dimensionó para soportar una corriente de 1.30 veces la corriente nominal, obteniéndose como resultado 266,64 amp para lo cual se seleccionó un conductor de 70 mm^2 y se calculó según la ecuación 23.

$$I_{\text{conductor}} = 1.3 * I_N \quad (23)$$

$$I_{\text{conductor}} = 1.3 * 205,11 \text{ amp}$$

$$I_{\text{conductor}} = 266,64 \text{ amp}$$

- **Interruptor termomagnético, contactor y conductor para el condensador de 15 kVAR.**

✓ **Interruptor termomagnético.**

Dispositivo de protección contra sobrecarga y cortocircuito para el condensador, se seleccionó con un calibre de protección de 1,43 veces la corriente nominal del condensador.

$$I_N = \frac{15 * 10^3}{\sqrt{3} * 380}$$

$$I_N = 22,79 \text{ amp}$$

$$I_{\text{interruptor}} = 1,43 * 22,79 \text{ amp}$$

$$I_{\text{interruptor}} = 32,589 \text{ amp}$$

✓ **Contactor.**

Se utiliza para conectar y desconectar el condensador, para que de esa forma entregue solo la energía reactiva necesaria para la planta. Se seleccionó para una sobrecorriente de 2 veces la corriente nominal. Se calculó según la ecuación 24

$$I_{\text{contactor}} = 2 * I_N \quad (24)$$

$$I_{\text{contactor}} = 45,58 \text{ amp}$$

✓ **Conductor.**

Se utiliza para alimentar desde el interruptor hasta el condensador. Se seleccionó para una sobrecorriente de 1.30 veces la corriente nominal. Y según el resultado se seleccionó un conductor de 4mm^2

$$I_{\text{conductor}} = 1.3 * I_N$$

$$I_{\text{conductor}} = 1.3 * 22,79 \text{ amp}$$

$$I_{\text{conductor}} = 29.62 \text{ amp}$$

- **Interruptor termomagnético, contactor y conductor para el condensador de 30 kVAR.**

- ✓ **Interruptor termomagnético.**

$$I_N = \frac{30 * 10^3}{\sqrt{3} * 380}$$

$$I_N = 45,58 \text{ amp}$$

$$I_{\text{interruptor}} = 1,43 * 45,58 \text{ amp}$$

$$I_{\text{interruptor}} = 65,17 \text{ amp}$$

- ✓ **Contactor.**

$$I_{\text{contactor}} = 2 * I_N$$

$$I_{\text{contactor}} = 2 * 45,58 \text{ amp}$$

$$I_{\text{contactor}} = 91,16 \text{ amp}$$

- ✓ **Conductor.** Se seleccionó un conductor de 6mm^2

$$I_{\text{conductor}} = 1.3 * I_N$$

$$I_{\text{conductor}} = 1.3 * 45,58 \text{ amp}$$

$$I_{\text{conductor}} = 59,25 \text{ amp}$$

- **Interruptor termomagnético, contactor y conductor para el condensador de 60 kVAR.**

- ✓ **Interruptor termomagnético.**

$$I_N = \frac{60 * 10^3}{\sqrt{3} * 380}$$

$$I_N = 91,16 \text{ amp}$$

$$I_{\text{interruptor}} = 1,43 * 91,16 \text{ amp}$$

$$I_{\text{interruptor}} = 130,35 \text{ amp}$$

- ✓ **Contactor.**

$$I_{\text{contactor}} = 2 * I_N$$

$$I_{\text{contactor}} = 2 * 91,16 \text{ amp}$$

$$I_{\text{contactor}} = 182,32 \text{ amp}$$

- ✓ **Conductor.** Se seleccionó un conductor de 16mm^2

$$I_{\text{conductor}} = 1.3 * I_N$$

$$I_{\text{conductor}} = 1.3 * 91,16 \text{ amp}$$

$$I_{\text{conductor}} = 118,51 \text{ amp}$$

- **Regulador de energía reactiva VPL06N.**

Miden permanentemente el factor de potencia de la instalación y controlan la conexión y desconexión de los contactores de los distintos escalones para llegar en todo momento al factor de potencia deseado.

Para evitar la sobrecompensación y carga de energía reactiva capacitiva al sistema, se requiere de un ajuste de sensibilidad (c/k), el cual enviará una señal al contactor del escalón más bajo para que se conecte cuando exista energía reactiva. Para lo cual se tiene que tener en cuenta la relación de transformación de corriente y la carga del primer condensador de 300/5 y 15 kVAR respectivamente. Este ajuste se calculó mediante la ecuación 25:

$$\frac{C}{K} = \frac{Q_1}{\sqrt{3} * V * TC} \quad (25)$$

$$\frac{C}{K} = \frac{15 * 10^3}{\sqrt{3} * 380 * (300/5)}$$

$$\frac{C}{K} = 0.379$$

entonces el primer escalón entrara cuando se necesite una energía reactiva de $0.379 * 15 \text{ kVAR} = 5,69 \text{ kVAR}$. En el anexo 9 se muestra el diagrama de conexión del banco.

3.4.4. Analizar la viabilidad económica del proyecto.

Para realizar la viabilidad económica del proyecto se ha tenido en cuenta la inversión económica y los ahorros que se tendría al llevar a cabo para la ejecución de la evaluación, la cual será analizada para un periodo de corto y mediano plazo de 5 años.

Tabla 33

Resumen de ahorro económico.

Descripción	Ahorro económico (S/)
Mejoramiento del sistema de iluminación	3 259,44
Compensación de energía reactiva	6 621,45
Total	9 880,89

Fuente: Autoría propia.

En la tabla 33 se muestra el ahorro económico anual por cada propuesta de mejoramiento del sistema de iluminación con tecnología led y compensación de energía reactiva, cuyos montos ascienden a S/ 3 259,44 y S/ 6 621,45 respectivamente haciendo un total de S/ 9 880,89

Tabla 34

Presupuesto referencial de equipos.

Ítems	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario (S/)	Sub total (S/)
I	Suministro de materiales				
1.1	Tubo led T8-2X16W	unid.	70	S/ 27,00	S/ 1890,00
1.2	Tubo led circular de 24W	unid.	25	S/ 30,00	S/ 750,00
1.3	Reflector led de 200W	unid.	2	S/ 250,00	S/ 500,00
1.4	Bulbo led 19W	unid.	12	S/ 25,00	S/ 300,00
1.5	Banco de condensadores	unid.	1	S/ 15 351,67	S/ 15 351,67
II	Montaje electromecánico				
2.1	Desmontaje de sistema de iluminación	unid.	109	S/ 7,00	S/ 763,00
2.2	Montaje de sistema de iluminación	unid.	109	S/ 6,00	S/ 654,00
2.3	Montaje de banco de condensadores	unid.	1	S/ 500,00	S/ 500,00
			Sub total		S/ 20 708,67
			IGV (18%)		S/ 3 727,56
			Costo total		S/ 24 436,23

Fuente: Autoría propia.

En la tabla 34 se muestra un presupuesto de suministro de material y montaje electromecánico de equipos, obteniendo un sub total de S/ 20 708,67 y un costo total incluido IGV S/ 24 436,23.

dd

Tabla 35

Flujo de caja económico.

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
CAJA INICIAL		-S/ 31 905,54	-S/ 23 420,20	-S/ 14 934,87	-S/ 6 449,53	S/2 035,81
I. INGRESOS						
1.1 Ingresos por cambio de iluminación led		S/ 3 259,44	S/ 3 259,44	S/ 3 259,44	S/ 3 259,44	S/ 3 259,44
1.2 Ingresos por compensación de energía		S/ 6 621,45	S/ 6 621,45	S/ 6 621,45	S/ 6 621,45	S/ 6 621,45
Total		S/ 9 880,89	S/ 9 880,89	S/ 9 880,89	S/ 9 880,89	S/ 9 880,89
II. EGRESOS						
1.1 Equipamiento						
a. Casco	S/ 40,00	-	-	-	-	-
b. Lentes	S/ 20,00	-	-	-	-	-
c. Guantes dieléctricos	S/ 100,00	-	-	-	-	-
d. Zapatos dieléctricos	S/ 200,00	-	-	-	-	-
e. Útiles de escritorio	S/ 10,00	-	-	-	-	-
f. Internet	S/ 80,00	-	-	-	-	-
1.2 Compra de suministros y montaje mecánico de equipos	S/ 24 436,23					
1.3 Recursos humanos						
a. Asesoría	S/ 3 000	-	-	-	-	-
b. Tesistas	S/ 2 000	-	-	-	-	-
c. Asistente técnico	S/ 500	-	-	-	-	-
1.4 Gastos administrativos						
a. Depreciación		S/ 1 395,55	S/ 1 395,55	S/ 1 395,55	S/ 1 395,55	S/ 1 395,55
Total	S/ 30 386,23	S/ 1 395,55	S/ 1 395,55	S/ 1 395,55	S/ 1 395,55	S/ 1 395,55
III SALDO ECONÓMICO	S/ 30 386,23	S/ 8 485,34	S/ 8 485,34	S/ 8 485,34	S/ 8 485,34	S/ 8 485,34
1.1 Imprevistos	S/ 1 519,31	-	-	-	-	-
IV AMORTIZACIÓN Y DEUDA	-	-	-	-	-	-
V SALDO NETO	-S/ 31 905,54	S/ 8 485,34	S/ 8 485,34	S/ 8 485,34	S/ 8 485,34	S/ 8 485,34
SALDO ACUMULADO	-S/ 31 905,54	-S/ 23 420,20	-S/ 14 934,87	-S/ 6 449,53	S/2 035,81	S/ 10 521,15

Fuente: Autoría propia.

3.4.4.1. Valor actual neto (VAN).

Mete (2014), es el valor presente de los flujos de efectivo netos de una propuesta, o sea la diferencia entre los ingresos y los egresos periódicos. Se calculó mediante la ecuación 26.

$$VAN = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{Fc_i}{(1 + TD)^i} \quad (26)$$

VAN: Valor Actual Neto.

I_0 : Inversión o capital inicial.

Fc_i : Flujo de caja en el año i .

TD : Tasa de descuento.

n : Número de periodos.

Tabla 36

Valor actual neto.

Año	0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo neto de caja		S/ 8 485,34	S/ 8 485,34	S/ 8 485,34	S/ 8 485,34	S/ 8 485,34
Tasa de descuento		-	-	-	-	-
Flujos actualizados		S/ 8 485,34	S/ 8 485,34	S/ 8 485,34	S/ 8 485,34	S/ 8 485,34
Inversión inicial (-)	-S/ 31 905,54					
VAN				S/ 10 521,15		

Fuente: Autoría propia.

En la tabla 36 se verifica que proyecto es rentable porque recupera su inversión inicial de S/ 31 905,54 en 5 años y además obtiene utilidades positivas por un valor de S/ 10 521,15. La inversión es autofinanciada por OVM S.A.C, por lo que la tasa de descuento es igual acero.

3.4.4.2. Tasa interna de retorno (TIR).

Mete (2014), afirma que el TIR es la igualdad del valor presente de los ingresos de un proyecto con el valor presente de los egresos. Para determinar la tasa interna de retorno, el VAN se igualó a cero, mediante la ecuación 27.

$$0 = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1 + TIR)^i} \quad (27)$$

Tabla 37

Tasa interna de retorno.

Inversión	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
-S/31 905,54	S/ 8 485,34				
TIR	10%				

Fuente: Autoría propia.

En la tabla 37 se muestra la tasa interna de retorno con un valor de 10%, por lo que es proyecto es aceptable, debido a que es mayor a la tasa de descuento equivalente a cero.

3.4.4.3. Relación beneficio costo.

Indica las ganancias que se va a tener por cada sol de inversión y es igual a la suma del valor actual neto más la inversión sobre la inversión, según como se muestra la ecuación 28.

$$RBC = \frac{VAN+I}{I} \quad (28)$$

Donde:

RBC : Relación beneficio costo.

VAN : valor actual neto.

I : Inversión inicial.

$$RBC = \frac{10 521,15 + 31 905,54}{31 905,54}$$

$$RBC = 1,33$$

Este indicador muestra que del proyecto se obtendrán 33 centavos de ganancia por cada sol invertido, lo que hace viable la inversión, ya que, bajo este criterio, se confirma la recuperación de la inversión más la rentabilidad de la misma.

3.4.4.4. Tiempo de recuperación de la inversión.

Canales (2015) para encontrar el periodo recuperación con flujos de ingresos anuales uniforme. Consistió en dividir el valor de la inversión inicial entre el flujo de ingreso anual, según la ecuación 29.

$$TR = \frac{I}{F} \quad (29)$$

Donde:

TR : Tiempo de recuperación (años).

I : Inversión inicial (S/).

F : Flujo de caja (S/).

$$TR = \frac{S/ 31\ 905,54}{S/ 8\ 485,34}$$

$$TR = 3,76 \text{ años} = 3 \text{ años y } 9 \text{ meses}$$

IV. RESULTADOS

4.1. Inventario de los equipos consumidores de energía eléctrica.

4.1.1. Resumen de la potencia instalada en la planta procesadora de café.

Tabla 38

Resumen de potencia instalada por áreas.

Ítems	Área	Potencia (kW)
1	Área administrativa	14,60
2	Área de secado	10,67
3	Área de proceso	171,99
4	Iluminación planta	5,20
5	Área catación de café	10,75
Total		213,21

Fuente: Autoría propia.

En la tabla 38, se muestra el resumen de la potencia instalada en la planta procesadora de café, en donde se observa que en el área de proceso existe la mayor carga instalada con 171,99 kW.

4.1.2. Identificación de la potencia instalada por áreas.

En la figura 2 se muestra la potencia total instalada por áreas de la planta procesadora de café OVM S.A.C. en porcentajes. Donde se aprecia que el área de proceso tiene mayor incidencia de consumo energético 81%.

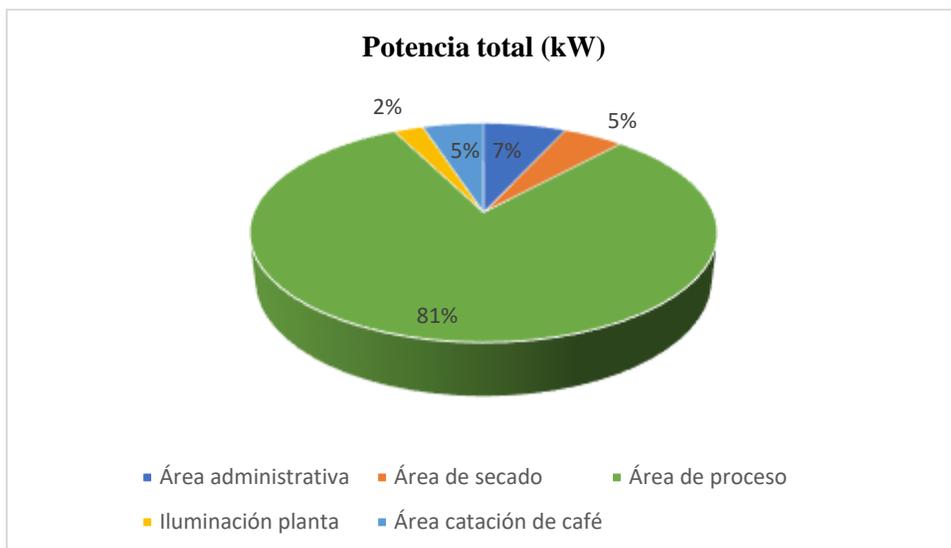


Figura 4. Potencia instalada por áreas en %.

Fuente: Autoría propia.

4.2. Análisis del consumo de energía.

4.2.1. Máxima demanda y consumo de energía registrado por el analizador de redes.

La energía consumida por la planta procesadora de café OVM S.A.C, se determinó en función a la potencia consumida por el tiempo de funcionamiento de los equipos. En la tabla 39 se tiene un resumen de la máxima potencia y consumo de energía registrada por día durante una semana.

Tabla 39

Resumen de máxima demanda y consumo de energía.

Días	Máxima demanda (kW)	Energía (kWh)
7/08/2019	170,53	1 805,92
8/08/2019	161,61	1 346,44
9/08/2019	168,70	2 973,58
10/08/2019	156,12	2 112,10
11/08/2019	162,23	963,12
12/08/2019	172,89	1 839,12
13/08/2019	147,75	1 083,32

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

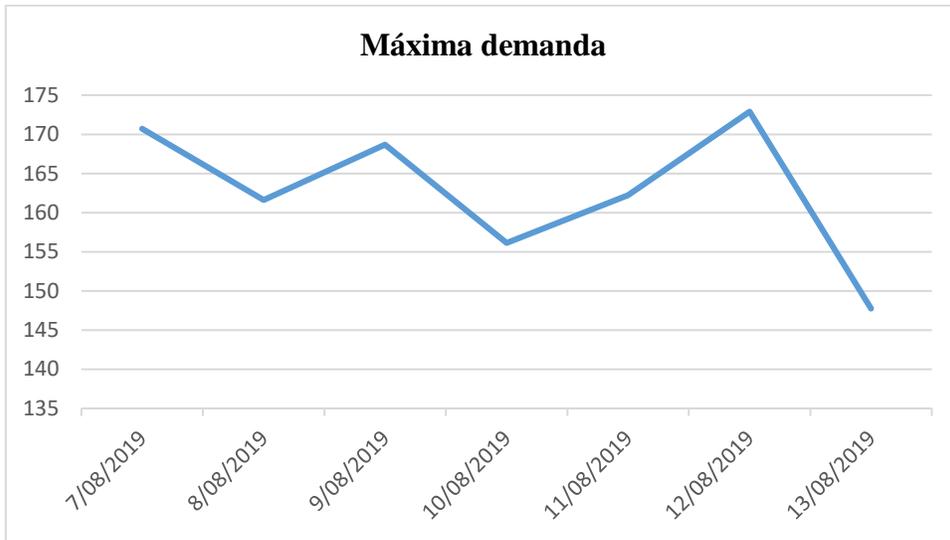


Figura 5. Diagrama de carga durante 7 días horas.

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

En la figura 3, se muestran los consumos de potencia reales registrados por el analizador de redes por un periodo de 7 días en donde se observa que el día 12/08/2019 se obtuvo la máxima demanda de 172,89 kW.

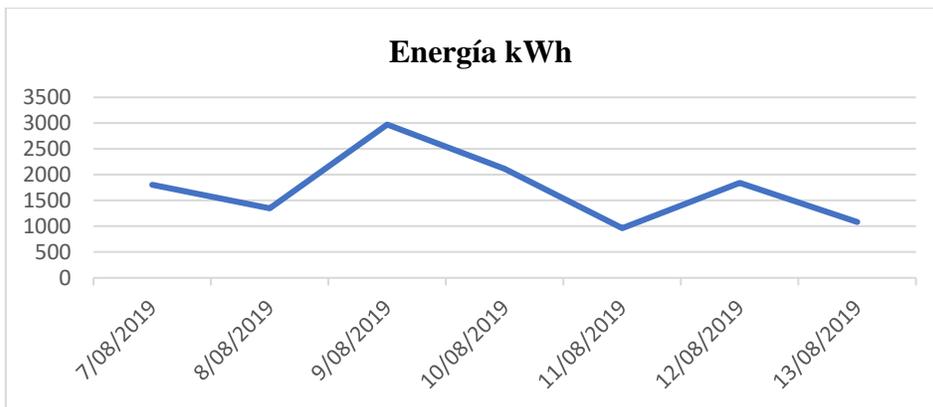


Figura 6. consumo de energía por 7 días.

Fuente: Autoría propia. Data: Analizador de redes.

En la figura 4 se muestra el consumo de energía por un periodo de 7 días registrada por el analizador de redes en el cual se observa que el día 9/08/2019 se obtuvo el mayor consumo de energía de 2 973,58kWh.

4.2.2. Consumo de energía eléctrica según los recibos emitidos por Electro Oriente S.A

El consumo histórico, se obtuvo de los recibos emitidos por la concesionaria desde agosto del 2018 hasta julio del 2019, mostrados en la tabla 40.

Tabla 40

Registro de máxima demanda y consumo de energía.

Meses	Demanda leída (kW)		Energía activa (kWh)		Total	Energía reactiva (kVARh)	Costo S/
	HPP	HFP	HP	HFP			
	Ago -18	42	127,5	2 414,32			
Sep -18	43,70	130,23	2 457,27	34 615,22	37 072,48	36 355,22	14 439,92
Oct -18	56,55	155,19	3 515,91	42 109,24	45 625,16	42 620,69	17 558,48
Nov -18	45,09	130,65	2 789,32	33 202,00	35 991,32	31 317,81	14 229,09
Dic -18	44,12	130,81	730,98	9 954,17	10 685,16	9 649,17	8 323,88
Ene -19	0,00	0,14	1,36	20,45	21,81	21,83	2 796,80
Feb -19	0,00	0,14	0,00	20,44	20,44	16,36	2 796,80
Mar -19	0,14	0,14	1,36	36,83	38,20	32,72	2 796,21
Abr -19	66,55	170,05	859,09	9 572,72	10 431,81	10 037,71	10 091,65
May -19	57,27	158,32	1 195,91	13 015,88	14 211,79	14 360,44	10 933,08
Jun -19	62,18	166,91	2 099,99	27 651,80	29 751,80	25 489,06	15 304,61
Jul-19	60,41	162,27	2 447,72	26 215,88	28 663,60	2 463,43	14 961,26

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

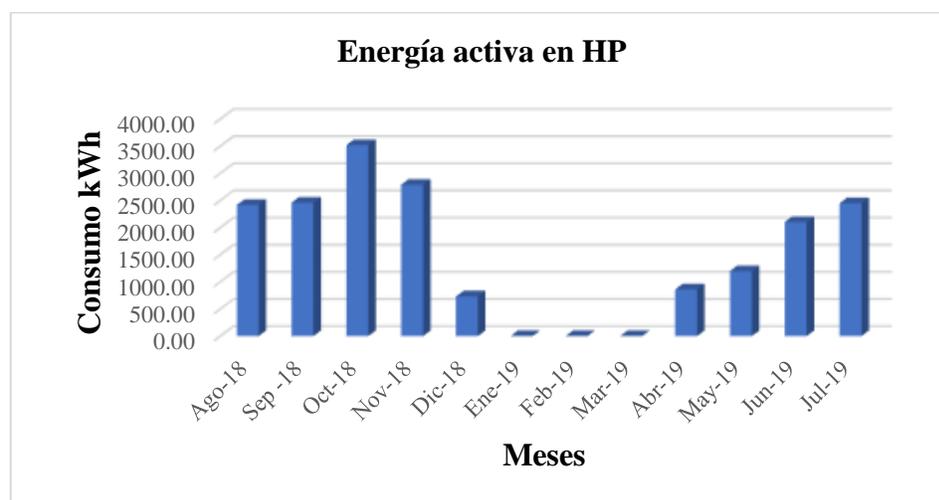


Figura 7. Consumo de energía activa HP.

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

En la figura 5 se muestra la tendencia del consumo de energía activa presente en horas punta, entre los meses de agosto 2018 y julio del 2019, en el cual se observa que en octubre del 2018 se produjo el mayor consumo de energía, equivalente a 3 515,91 kWh.

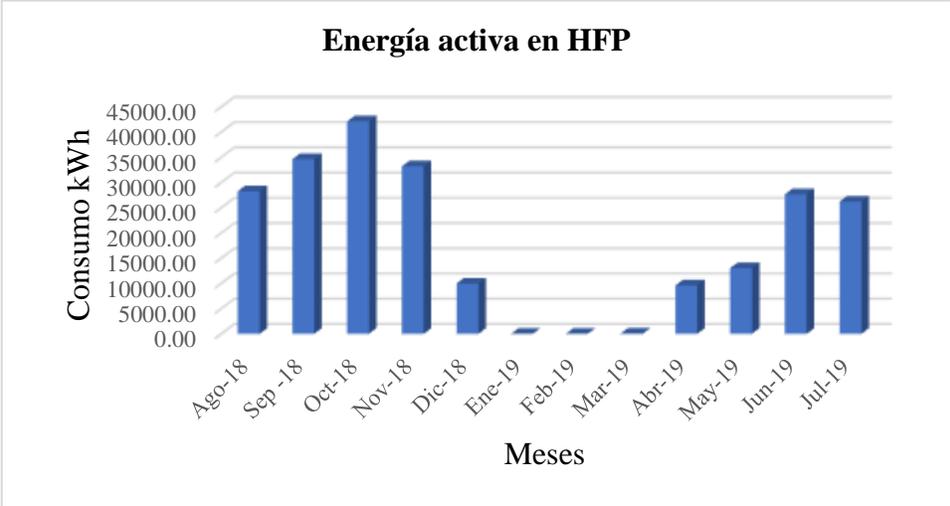


Figura 8. Consumo de energía activa en horas fuera de punta.

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

En la figura 6 se muestra la tendencia del consumo de energía activa presente en horas fuera de punta, entre los meses de agosto 2018 y julio del 2019, en donde se puede observar que en octubre del 2018 se produjo el mayor consumo de energía, equivalente a 42 109,24 kWh.

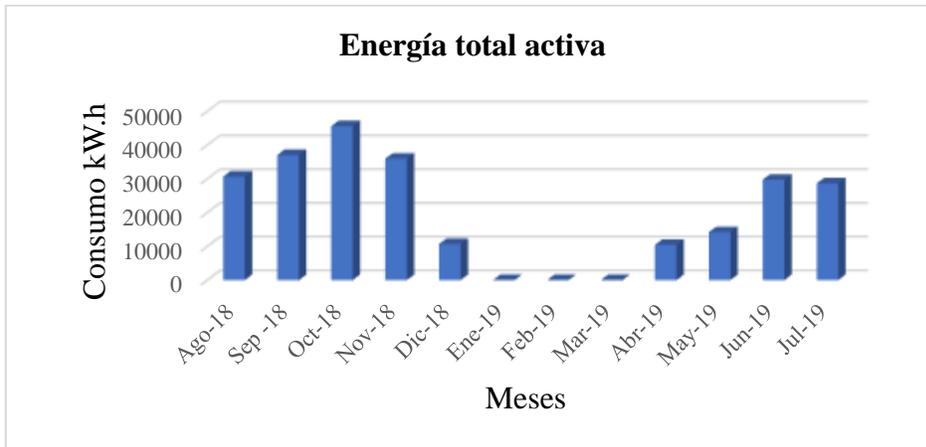


Figura 9. Consumo de energía activa total.

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

En la figura 7 se muestra el consumo total de energía activa entre los meses de agosto 2018 y julio del 2019, donde se observa que en octubre del 2018 se obtuvo el mayor consumo, equivalente a 45 625,16 kWh.

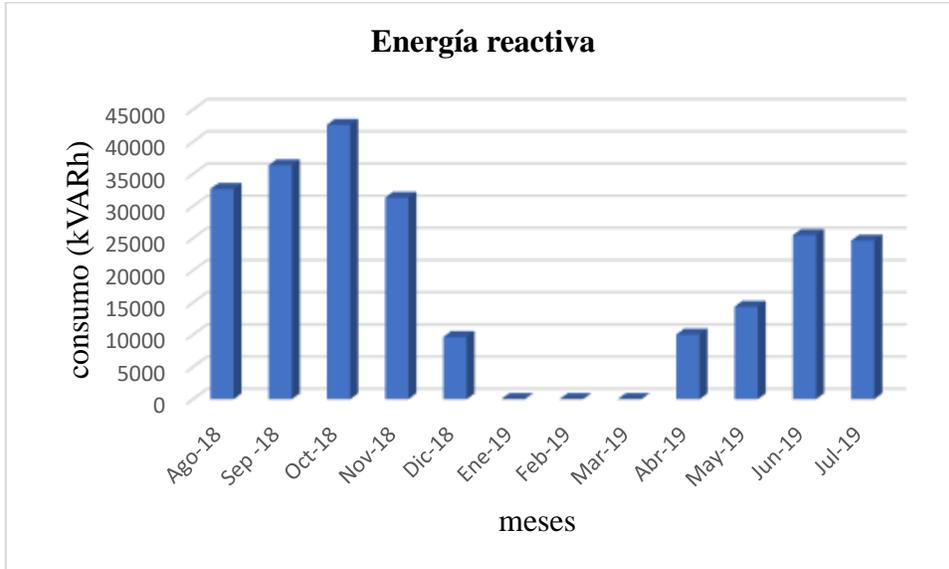


Figura 10. Consumo de energía reactiva.

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

En la figura 8 se muestra el consumo de energía reactiva desde agosto del 2018 hasta julio del 2019, en el cual se observa que su máximo consumo fue en octubre 2018, con un valor de 42 620,69 kVARh.

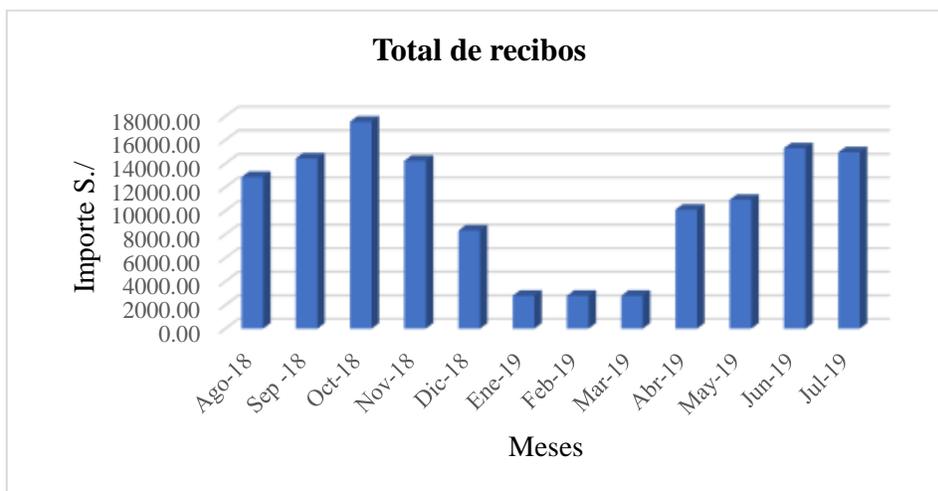


Figura 11. Facturación total.

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

En la figura 9 se muestra las facturaciones mensuales que emite la concesionaria eléctrica a la planta procesadora de café OVM S.A.C. Se observa que en octubre del 2018 se obtuvo la mayor facturación del pliego tarifario llegando a un monto de S/ 17 558,42.

4.3. Proponer acciones que contribuyan a la mejora de la eficiencia energética.

4.3.1. Evaluación de la tarifa MT2, comparando con las opciones MT3 y MT4.

Tabla 41

Comparación de las facturaciones de las tarifas en MT.

Mes	MT2	MT3	MT4
Febrero	2 796,21	2 864,75	2 865,04
Marzo	2 779,27	2 837,80	2 838,26
Abril	10 091,66	10 952,82	11 051,18
Mayo	10 933,08	11 389,18	11 530,53
Junio	15 304,62	16 384,24	16 080,92
Julio	14 961,26	16 025,79	16 300,01
Total	56 866,09	60 454,59	60 665,94

Fuente: Autoría propia.

En la tabla 41 se muestra una comparación con los diferentes costos por facturaciones de tarifas en media tensión desde febrero hasta julio del 2019. Obteniéndose un monto en MT2 de S/ 56 866,09 en MT3 S/ 60 454,59 y en MT4 S/ 60 665,94. Siendo la MT2 la tarifa más económica, por lo que no es necesario realizar un cambio de pliego tarifario.

4.3.2. Evaluación del sistema de iluminación.

Tabla 42

Inversión económica para mejorar el sistema de iluminación.

Tipo de luminaria	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Tubo led T8-2X16 W	70	27	1890
Tubo led circulares de 24 W	25	30	750
Reflector led de 200 W	2	250	500
Bulbo led de 19 W	12	25	300
Instalación de equipos	109	13	1 417
	Sub total		4 857
	IGV		874,26
	Total		5 731,26

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 42, para realizar el cambio de las luminarias convencionales por luminarias led se estaría invirtiendo S/ 5 731,26.

4.3.2.1. Propuestas del sistema de iluminación.

- Para el tubo fluorescente TL RS40W/54-765 se sugiere optar por el tubo fluorescente Master led tube 16W840T8.
- Para foco ahorrador espiral 42 W se sugiere optar por el LEDBULB de 19 W.
- Para reflector contempo L ASIM HPI 400 W se sugiere optar por reflector led GTLED 200 W.
- Para fluorescente circular 32 W se sugiere optar por el tubo fluorescente circular led 24 W.

4.3.3. Compensación de la energía reactiva.

Para compensar la energía reactiva se calculó un banco de condensadores tipo automático de una potencia reactiva de 112,23 kVAR, pero por diseño se seleccionó de 135 kVAR/400Vac. Al compensar la energía reactiva, se reduce también las pérdidas de potencia en los conductores y transformador.

Tabla 43

Resumen de gastos por facturación de energía reactiva.

Mes 2018-2019	Energía reactiva S/
Ago-18	1 004,42
Set-18	1 079,99
Oct-18	1 238,34
Nov-18	892,64
Dic-18	280,94
Ene-19	0,67
Feb-19	0,45
Mar-19	0,91
Abr-19	295,67
May-19	432,15
Jun-19	708,92
Jul-19	686,36
Total	6 621,45

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

En la tabla 43 y figura 10 se muestran los datos de facturación mensual por consumo de energía reactiva de los últimos 12 meses, en donde se observa que en el mes de octubre del 2018 se realizó la mayor facturación con un valor de S/ 1 238,34 y que, al hacer la suma de todas las facturaciones, hace un total de S/ 6 621,45. monto que se ahorraría al colocar el banco de condensadores.

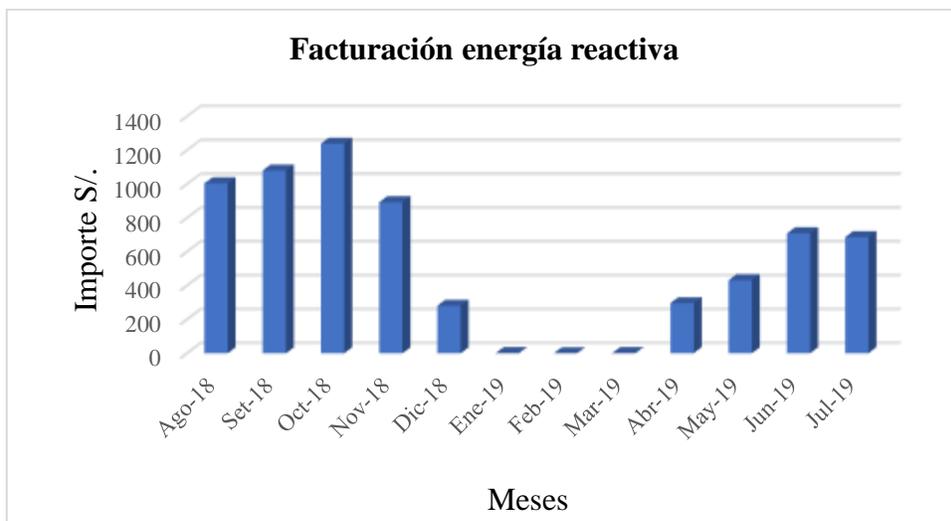


Figura 12. Facturación de la energía reactiva.

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

4.3.3.1. Inversión económica compensación de la energía reactiva.

La cotización del banco de condensadores se realizó mediante Siel ELECTRIC S.R.L, compañía de la empresa SCHNEIDER ELECTRIC, según como se muestra en el anexo 8 y en la tabla 44

Tabla 44.

Inversión económica para la compensación de energía reactiva.

Cantidad	Descripción	Costo S/
1	Banco de condensadores	15 351,67
	Costo de instalación	500,00
1	IGV	2 853,30
	Total	18 704,97

Fuente: Autoría propia. Data: Siel ELECTRIC S.R.L.

4.4. Análisis de la viabilidad económica del proyecto.

Tabla 45

Resumen del análisis económico.

Descripción	Valor
Inversión	S/ 31 905,54
Flujo de caja	S/ 8 485,34
Valor actual neto	S/ 10 521,15
Tasa interna de retorno	10 %
Relación b/c	1,33
Tiempo de recuperación	3 años y 9 meses

Fuente: Autoría propia.

En la tabla 45 se tiene un resumen del análisis económico, los cuales se describen a continuación: Una inversión de S/ 31 905,54 para cubrir gastos por servicios, recursos humanos e imprevistos, compra de suministros y montaje mecánico de equipos. Como flujo de caja o ingreso por año se obtuvo S/ 8 485,34. Los resultados del VAN de S/ 10 521,15, la tasa interna de retorno TIR de 10%, la relación beneficio costo de 1,33 significa que se está esperando S/ 1,33, el cual incluye la recuperación de la inversión más su rentabilidad y el tiempo de recuperación de la inversión es de 3 años 9 meses.

V. DISCUSIONES

Capitán (2018), realizó una auditoría energética para reducir la facturación por consumo de energía eléctrica en la industria arrocera Molinera del Centro S.R.L, evaluó las opciones tarifarias para 12 meses. Obteniéndose en MT2 un monto de S/ 349 979,28 en MT3 S/ 310 428,78 y en MT4 S/ 316 889,34 concluyendo que la empresa Molinera del Centro S.R.L, se encuentra en la mejor opción tarifaria MT3. Lo mismo se concluyó en la presente investigación, que OVM S.A.C se encuentra en la mejor opción tarifaria MT2, pero en diferente pliego tarifario.

Según Díaz (2018), realizó una propuesta estratégica para mejorar el índice de consumo energético eléctrico en la procesadora de arroz CRISTO MORADO S.A.C. En donde sostuvo, que, cambiando las líneas de distribución de energía eléctrica, utilizando motores eficientes, compensando la energía reactiva y colocando un sistema de iluminación eficiente, se producirá un ahorro de energía y económico anual de 34 309,77 kWh y de S/ 10 819,7. En la investigación realizada, al instalar un banco de condensadores automático y realizar el cambio de luminarias convencionales por led se obtendrá un ahorro de energía y económico anual de 5 413,44 kWh y S/ 8 485,34 respectivamente.

Delgado (2016), realizó una propuesta de auditoría energética para reducir el consumo de energía eléctrica en la empresa Agribrands Purina, con una inversión de S/150 833,83. Obteniéndose un VAN de S/ 256 658,07 y un TIR de 48%, con una tasa de descuento de 10%, durante diez años y para la ejecución de las propuestas realizadas en la presente tesis, se tiene una inversión de S/ 31 905,54. Obteniéndose un VAN de S/ 10 521,15 y un TIR de 10 %, con una tasa de descuento de 0%, esto indica que será realizada con propios recursos de OVM en comparación con la de Delgado que es financiado con un 10%.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Del inventario realizado, a los equipos consumidores de energía eléctrica, se determinó, que la mayor potencia instalada está en el área de proceso seguido por el área de administrativa con una carga instalada de 171,99 kW y 14,602kW respectivamente.
- Del análisis de los consumos de energía eléctrica en la planta procesadora de café OVM S.A.C. Se obtuvo que el índice de consumo eléctrico promedio es de 1,99 kWh/saco de café pilado. Además, se verificó que la máxima facturación por consumo de energía, se dio en octubre del 2018 de, con un monto de S/ 17 558,42.
- El usuario se encuentra en la mejor opción tarifaria MT2. En iluminación, se obtuvo un consumo de energía de 1 410,46 kWh/mes y una facturación total de S/ 819,91 y con la iluminación led se tendrá un consumo de energía de 959,34 kWh/mes y una facturación de S/ 548,29, obteniéndose un ahorro energético de 5 413,44 kWh/año y S/ 3 259,44 anual respectivamente. Para la compensación de la energía reactiva se calculó un banco de condensadores de 112,23 kVARh.
- De la evaluación económica para verificar la viabilidad del proyecto, se obtuvo: una inversión de S/ 31 905,54 para cubrir gastos por servicios, recursos humanos e imprevistos, compra de suministros y montaje mecánico de equipos, flujo de caja o ingreso por año se obtuvo S/ 8 485,34 VAN de S/ 10 521,15, la tasa interna de retorno de 10%, la relación beneficio costo de 1,33 significa que se está esperando S/ 1,33, el cual incluye la recuperación de la inversión más su rentabilidad y el tiempo de recuperación de la inversión es de 3 años 9 meses.

- Se recomienda realizar mantenimiento preventivo tanto a las instalaciones eléctricas como los diversos equipos, con el fin de evitar posibles fallas en el funcionamiento de los equipos.
- Se recomienda la implementación de banco de condensadores para compensar la energía reactiva facturada e implementación de tecnología led en el sistema de iluminación.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Alcalde, P. (2010). *Electrónica aplicada*. Madrid. España. Ed. Paraninfo.
- Auli, J. (2012). *Sostenibilidad Energética en Edificios*. Barcelona. España Ed. CEAC.
- Balcells, J. Autonell, J. Barra. Brossa, J. Fornieles, F. García, B. Ros, J y Serra, J (2011). *Eficiencia en el uso de energía eléctrica*. Cataluña, España: Ed. Graficas Días Tuduri.
- Borges, D., Pérez, I., y león, V. (2011). *Modelación de los efectos de la compensación de potencia reactiva en sistemas de suministro eléctrico*, 20(2), 160-169. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052012000200003.
- Capitán, A. (2018). *Auditoría energética para reducir la facturación por consumo de energía eléctrica en la industria arrocera Molinera del Centro (tesis de pregrado)*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.
- Canales (2015). *Criterios para la toma de decisión de inversiones*, 3(5), 101-117. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es>.
- Castilla, N., Blanca, V., Martínez, A., & Pastor, R. (2009). *Luminotecnia: Cálculo según el método de los lúmenes. Construcciones Arquitectónicas*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12833/art%C3%ADculo%20docente%20%C3%A1lculo%20m%C3%A9todo%20de%20los%20l%C3%BAmenes.pdf>.
- Coba, M., Vargas, L., Salcedo, E., y Pinto, A. (2017). *Evaluación Energética y Propuesta de Mejoras Tecnológicas en un Secadero de Ladrillos*, 22(1), 24-46. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6018646>.
- Días, M. (2018). *Propuesta estratégica para mejorar el índice de consumo energético eléctrico en la procesadora de arroz Cristo Morado SAC (tesis de pregrado)*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú

- EM-010, N. T. (2019). *Norma técnica EM.010 instalaciones eléctricas interiores del reglamento nacional de edificaciones*. Obtenido de http://dataonline.gacetajuridica.com.pe/gaceta/admin/elperuano/1232019/12-03-2019_SE_RM-083-2019-VIVIENDA.pdf.
- Escudero, J. (2003). *Manual de energía eólica*. Madrid. España. Ed. Mundo prensa.
- Hernández, C. Izquierdo, G. Falcón, P. García, R. Díaz, M y Cabrera, D (2008, p.125). *Energías renovables y eficiencia energética*. Canarias. Obtenido de <https://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>.
- Mete (2014). *Valor actual neto y tasa de retorno: su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación de proyectos de inversión*, 7, 67-85. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2014000100006.
- Ministerio de energía y minas (2011). *Guía de orientación para la selección de la tarifa eléctrica para usuarios en media tensión*. Lima, Perú. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/archivos/prepublicacion-zmz7973zz4.PDF>.
- Talla, E. (2015). *Ahorro de energía eléctrica en una industria cervecera como estrategia de excelencia operativa (tesis de pregrado)*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, lima, Perú.
- Tapia, L y Gonzáles, (2017). *Reducción del índice del consumo energético en una fábrica de hielo (tesis de pregrado)*. Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo, Perú.
- Toledo, Y., García, E., Pérez, S., y Rodríguez, L. (2017). *Evaluación energética de una planta de helados*, 38(1), 42-53. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012017000100006.
- Delgado, J. (2016). *Propuesta de auditoria energética para reducir el consumo de energía eléctrica, en la empresa agribands purina (tesis de pregrado)*. Universidad Cesar Vallejo, Pimentel, Perú.

Triviño y Moreno, J (2015). *Modelo para la aplicación de gestión eficiente de energía para grandes superficies (supermercados y almacenes) (tesis de pregrado)*. Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.

OSINERGMIN. Pliego Tarifario Máximo del Servicio Público de Electricidad. Obtenido de <https://www.osinergmin.gob.pe/Tarifas/Electricidad/PliegosTarifariosUsuarioFinal.aspx?Id=10000>.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis mi Dios por darme la vida para poder culminar esta investigación y especialmente mis padres, Santos Paredes Rodríguez y Flor Quispe Quispe por brindarme todo su apoyo incondicional, a mis hermano(as) Osbaldo; Yolanda; Luciana y Elisa por sus mejores consejos, a mi novia Lisbany Peña Alarcón quien estuvo conmigo en todo momento dándome las fuerzas para seguir adelante para culminar mi carrera.

Elmer Paredes Quispe

Esta tesis va dedicada a Dios por ser mi guía y fortaleza en mi vida. A mis padres Alfonso Chumacero Huamán y Marleny Jaimes Pintado por su amor, trabajo, sacrificio y apoyo incondicional en todos estos años, quienes inculcaron en mí, el ejemplo del esfuerzo y la valentía para poder convertirme en lo que soy. A mis hermanos(as) Norvil, Euder, Saraí, Esteiner, Walmer, Danilo y Dayana, por su apoyo moral y palabras de aliento. A mi novia Ángela Roxana Chasquero Terrones por su apoyo y mis amigos con quienes compartí los triunfos y las derrotas.

Videner Chumacero Jaimes.

AGRADECIMIENTO

A nuestra alma mater, la Universidad Nacional de Jaén, docentes que nos enseñaron en la formación académica, con principios y valores y al Ing. Eduar Jamis Mejía Vásquez, por haber aceptado ser nuestro asesor, quién con su conocimiento y experiencia nos ha orientado en el desarrollo de la presente tesis de investigación, denominado “evaluación del sistema energético para reducir el índice de consumo eléctrico en la planta procesadora de café OVM S.A.C, provincia de Jaén-Cajamarca.”.

Al administrador Mauricio Pierre Ramón Dalion Mas, subgerente de la planta procesadora de café OVM S.A.C, por habernos brindado la autorización para poder desarrollar el presente proyecto de tesis en su empresa.

ANEXOS

ANEXO 1. Medición de potencia y energía por día.

Para la realización de la evaluación energética, se necesitó verificar, cómo se está desempeñando la carga durante una semana como mínimo. Para realizar estas mediciones se utilizó un analizador de redes METREL MI2892 que fue instalado en el medidor de la planta procesadora de café OVM S.A.C y tomo los parámetros eléctricos con una prioridad de 10 min, durante 7 días de la semana, los datos registrados se muestran en las tablas, así como los gráficos generados por cada tabla mostrando la evolución de la potencia y energía por cada día.

Tabla 46

Máxima demanda y consumo de energía 06/08/2019.

Hora	Potencia total kW	Energía total (kWh)
11:30:00	66,24	11,00
11:40:00	103,6	17,20
11:50:00	127,91	21,32
12:00:00	137,88	22,97
12:10:00	50,24	8,23
12:20:00	27,24	4,45
12:30:00	87,81	14,62
12:40:00	12,49	20,72
12:50:00	125,07	20,84
13:00:00	138,58	23,09
13:10:00	142,8	23,79
13:20:00	161,63	26,93
13:30:00	159,71	26,61
13:40:00	160,81	26,80
13:50:00	158,87	26,48
14:00:00	158,71	26,45
14:10:00	158,42	26,39
14:20:00	159,18	26,54
14:30:00	162,88	27,15
14:40:00	161,43	26,90
14:50:00	158,39	26,39
15:00:00	160,62	26,77

15:10:00	165,52	27,58
15:20:00	168,95	28,17
15:30:00	170,01	28,32
15:40:00	161,92	26,98
15:50:00	160,99	26,83
16:00:00	161,53	26,92
16:10:00	160,87	26,82
16:20:00	161,67	26,94
16:30:00	160,97	26,82
16:40:00	164,68	27,45
16:50:00	163,6	27,26
17:00:00	163,61	27,27
17:10:00	165,55	27,60
17:20:00	169,19	28,19
17:30:00	166,54	27,75
17:40:00	161,78	26,95
17:50:00	80,56	13,53
18:00:00	62,07	10,35
18:10:00	57,33	9,53
18:20:00	56,67	9,44
18:30:00	54,75	9,12
18:40:00	56,06	9,35
18:50:00	55,99	9,35
19:00:00	54,66	9,11
19:10:00	51,33	8,54
19:20:00	48,04	8,00
19:30:00	37,74	6,27
19:40:00	7,81	1,30
19:50:00	8,18	1,35
20:00:00	6,54	1,08
20:10:00	5,41	0,90
20:20:00	4,56	0,76
20:30:00	4,12	0,68
20:40:00	5,09	0,84
20:50:00	5,09	0,84
21:00:00	4,79	0,79
21:10:00	4,42	0,73
21:20:00	3,95	0,65
21:30:00	4,62	0,76
21:40:00	4,19	0,70
21:50:00	4,02	0,66
22:00:00	4,56	0,76

22:10:00	4,26	0,71
22:20:00	4,26	0,71
22:30:00	4,14	0,68
22:40:00	4,08	0,68
22:50:00	4,44	0,74
23:00:00	4,41	0,73
23:10:00	4,58	0,76
23:20:00	4,21	0,70
23:30:00	4,11	0,68
23:40:00	3,92	0,65
23:50:00	3,8	0,63

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

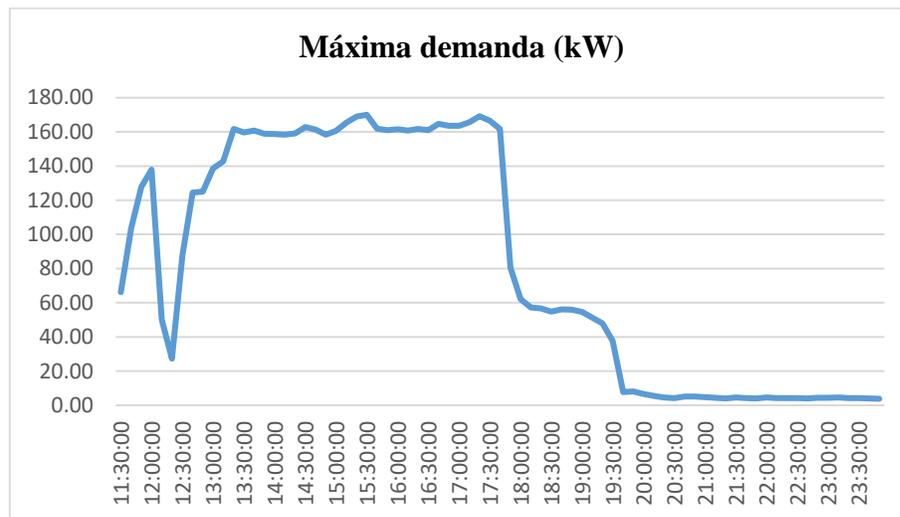


Figura 13. Diagrama de máxima demanda del día 06/08/2019

Fuente: Autoría propia. Data del analizador de redes.

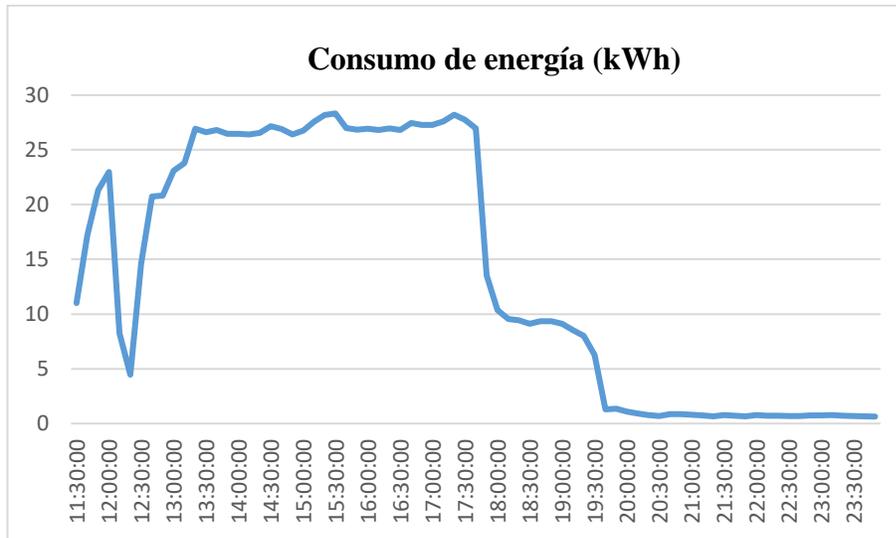


Figura 14. Diagrama de consumo de energía del día 06/08/2019

Fuente: Autoría propia. Data del analizador de redes.

Tabla 47

Máxima demanda y consumo de energía 07/08/2019.

Hora	Potencia total kW	Energía total (kWh)
00:00:00	3,94	0,65
00:10:00	4,04	0,67
00:20:00	3,85	0,64
00:30:00	3,86	0,64
00:40:00	3,88	0,64
00:50:00	3,85	0,64
01:00:00	3,91	0,65
01:10:00	4,00	0,66
01:20:00	3,93	0,65
01:30:00	3,94	0,65
01:40:00	3,95	0,65
01:50:00	3,94	0,65
02:00:00	3,93	0,65
02:10:00	3,98	0,66
02:20:00	3,92	0,65
02:30:00	3,94	0,65
02:40:00	3,92	0,65
02:50:00	4,00	0,66

03:00:00	4,02	0,66
03:10:00	4,00	0,66
03:20:00	4,05	0,67
03:30:00	4,06	0,67
03:40:00	4,01	0,66
03:50:00	4,25	0,71
04:00:00	4,18	0,69
04:10:00	4,10	0,68
04:20:00	4,11	0,68
04:30:00	4,10	0,68
04:40:00	4,23	0,70
04:50:00	4,28	0,71
05:00:00	4,17	0,69
05:10:00	4,06	0,68
05:20:00	3,34	0,56
05:30:00	2,10	0,35
05:40:00	2,38	0,39
05:50:00	2,37	0,39
06:00:00	2,28	0,37
06:10:00	2,36	0,39
06:20:00	2,17	0,35
06:30:00	2,22	0,37
06:40:00	2,34	0,38
06:50:00	2,27	0,37
07:00:00	2,93	0,48
07:10:00	65,04	10,77
07:20:00	154,54	25,75
07:30:00	162,6	27,09
07:40:00	162,4	27,07
07:50:00	166,65	27,77
08:00:00	167,73	27,95
08:10:00	142,12	23,68
08:20:00	118,56	19,73
08:30:00	100,51	16,77
08:40:00	101,83	16,99
08:50:00	115,11	19,28
09:00:00	151,22	25,2
09:10:00	160,13	26,70
09:20:00	161,01	26,85
09:30:00	163,32	27,22
09:40:00	163,96	27,32
09:50:00	159,34	26,55

10:00:00	160,08	26,67
10:10:00	162,62	27,11
10:20:00	165,88	27,64
10:30:00	168,84	28,13
10:40:00	170,53	28,42
10:50:00	170,14	28,36
11:00:00	159,54	26,54
11:10:00	156,55	26,06
11:20:00	142,04	23,68
11:30:00	143,22	23,88
11:40:00	160,08	26,72
11:50:00	167,25	27,86
12:00:00	163,39	27,22
12:10:00	159,59	26,60
12:20:00	157,60	26,23
12:30:00	148,81	24,81
12:40:00	156,45	26,08
12:50:00	163,66	27,27
13:00:00	166,69	27,77
13:10:00	164,72	27,46
13:20:00	161,21	26,87
13:30:00	159,22	26,54
13:40:00	159,58	26,60
13:50:00	158,53	26,42
14:00:00	158,49	26,41
14:10:00	157,30	26,21
14:20:00	157,93	26,32
14:30:00	155,16	25,85
14:40:00	155,89	25,97
14:50:00	158,14	26,35
15:00:00	163,04	27,19
15:10:00	163,24	27,20
15:20:00	162,97	27,17
15:30:00	168,33	28,06
15:40:00	166,6	2,76
15:50:00	167,88	27,99
16:00:00	166,42	27,74
16:10:00	156,69	26,12
16:20:00	157,37	26,23
16:30:00	157,89	26,31
16:40:00	157,47	26,24
16:50:00	159,18	26,53

17:00:00	161,77	26,96
17:10:00	166,95	27,81
17:20:00	162,22	27,05
17:30:00	160,76	26,78
17:40:00	158,53	26,40
17:50:00	157,98	26,34
18:00:00	87,63	14,58
18:10:00	62,51	10,43
18:20:00	57,96	9,66
18:30:00	55,68	9,28
18:40:00	55,16	9,19
18:50:00	47,94	7,99
19:00:00	15,88	2,62
19:10:00	10,11	1,68
19:20:00	6,97	1,16
19:30:00	7,02	1,17
19:40:00	6,96	1,16
19:50:00	6,88	1,15
20:00:00	7,19	1,20
20:10:00	7,01	1,16
20:20:00	6,78	1,13
20:30:00	7,52	1,25
20:40:00	7,38	1,23
20:50:00	7,24	1,20
21:00:00	6,88	1,15
21:10:00	6,82	1,14
21:20:00	6,51	1,09
21:30:00	6,59	1,09
21:40:00	6,79	1,13
21:50:00	6,10	1,01
22:00:00	4,90	0,81
22:10:00	4,87	0,81
22:20:00	4,86	0,80
22:30:00	4,45	0,74
22:40:00	4,63	0,77
22:50:00	4,44	0,73
23:00:00	4,38	0,73
23:10:00	4,31	0,71
23:20:00	4,92	0,82
23:30:00	4,46	0,74
23:40:00	4,53	0,75
23:50:00	4,32	0,72

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

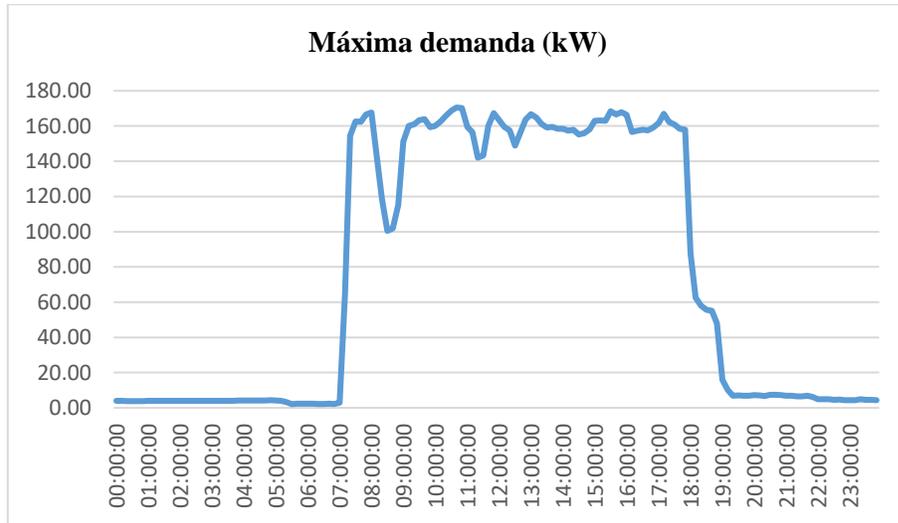


Figura 15. Diagrama de máxima demanda del día 07/08/2019.

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

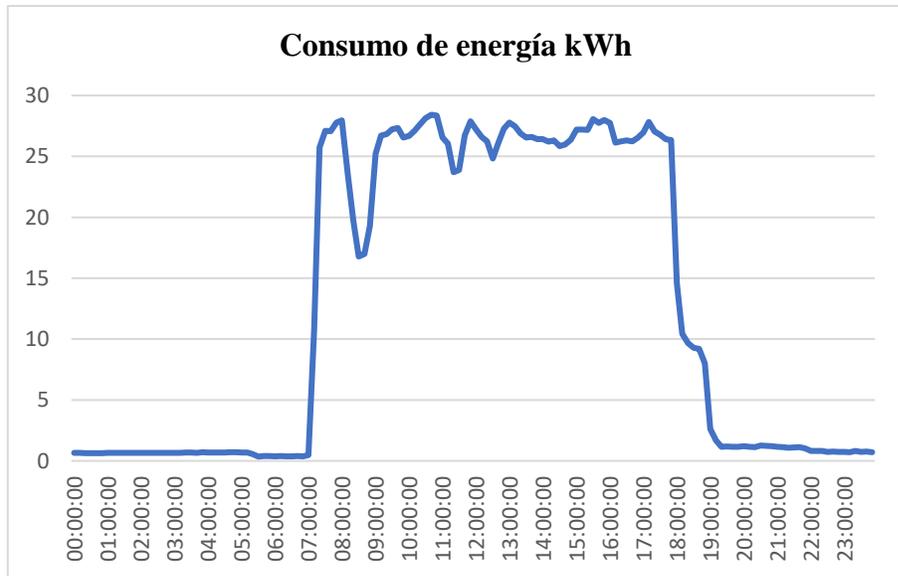


Figura 16. Diagrama de consumo de energía del día 07/08/2019.

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

Tabla 48

Máxima demanda y Consumo de energía 08/08/2019.

Hora	Potencia total (kW)	Energía total(kWh)
00:00:00	4,47	0,74
00:10:00	4,44	0,74
00:20:00	4,12	0,68
00:30:00	4,24	0,70
00:40:00	4,09	0,68
00:50:00	3,96	0,66
01:00:00	3,94	0,65
01:10:00	4,02	0,66
01:20:00	4,02	0,66
01:30:00	4,14	0,68
01:40:00	3,95	0,65
01:50:00	3,76	0,62
02:00:00	3,77	0,63
02:10:00	3,86	0,64
02:20:00	3,97	0,66
02:30:00	4,03	0,67
02:40:00	3,95	0,66
02:50:00	3,94	0,66
03:00:00	3,94	0,66
03:10:00	3,92	0,65
03:20:00	4,03	0,67
03:30:00	4,08	0,67
03:40:00	4,02	0,66
03:50:00	3,93	0,65
04:00:00	3,93	0,65
04:10:00	4,07	0,67
04:20:00	4,36	0,72
04:30:00	4,28	0,71
04:40:00	4,29	0,71
04:50:00	4,27	0,71
05:00:00	4,24	0,71
05:10:00	4,36	0,73
05:20:00	3,44	0,57
05:30:00	2,77	0,46
05:40:00	2,93	0,48
05:50:00	3,82	0,63
06:00:00	2,56	0,43

06:10:00	2,44	0,41
06:20:00	2,54	0,42
06:30:00	2,18	0,36
06:40:00	2,13	0,35
06:50:00	2,94	0,48
07:00:00	2,54	0,42
07:10:00	24,9	4,14
07:20:00	87,63	14,60
07:30:00	133,56	22,27
07:40:00	130,26	21,70
07:50:00	132,00	22,03
08:00:00	138,30	23,05
08:10:00	140,65	23,43
08:20:00	142,21	23,69
08:30:00	140,80	23,46
08:40:00	140,92	23,48
08:50:00	142,37	23,72
09:00:00	144,58	24,10
09:10:00	145,97	24,32
09:20:00	154,33	25,72
09:30:00	157,02	26,16
09:40:00	135,71	22,71
09:50:00	107,06	17,85
10:00:00	107,97	18,00
10:10:00	106,38	17,74
10:20:00	102,71	17,11
10:30:00	89,49	14,90
10:40:00	70,69	11,77
10:50:00	52,47	8,73
11:00:00	50,81	8,46
11:10:00	50,55	8,43
11:20:00	48,75	8,14
11:30:00	46,93	7,81
11:40:00	53,10	8,85
11:50:00	53,59	8,92
12:00:00	52,93	8,82
12:10:00	54,64	9,12
12:20:00	53,47	8,92
12:30:00	53,61	8,93
12:40:00	52,99	8,83
12:50:00	54,72	9,12
13:00:00	52,39	8,74

13:10:00	46,37	7,73
13:20:00	46,12	7,69
13:30:00	48,56	8,11
13:40:00	50,08	8,35
13:50:00	52,29	8,71
14:00:00	45,19	7,54
14:10:00	42,60	7,10
14:20:00	43,33	7,20
14:30:00	40,87	6,81
14:40:00	40,79	6,81
14:50:00	43,53	7,22
15:00:00	91,91	15,34
15:10:00	96,32	16,06
15:20:00	96,98	16,14
15:30:00	100,28	16,73
15:40:00	101,26	16,87
15:50:00	102,17	17,10
16:00:00	101,45	16,91
16:10:00	108,38	18,06
16:20:00	136,99	22,82
16:30:00	140,07	23,36
16:40:00	139,74	23,28
16:50:00	134,62	22,44
17:00:00	130,39	21,71
17:10:00	137,92	22,99
17:20:00	142,54	23,76
17:30:00	137,81	22,95
17:40:00	63,88	10,63
17:50:00	48,81	8,15
18:00:00	43,41	7,21
18:10:00	43,06	7,17
18:20:00	44,06	7,36
18:30:00	42,77	7,11
18:40:00	45,82	7,64
18:50:00	52,72	8,77
19:00:00	54,15	9,01
19:10:00	53,70	8,96
19:20:00	60,73	10,12
19:30:00	61,89	10,31
19:40:00	62,17	10,35
19:50:00	60,74	10,13
20:00:00	57,62	9,61

20:10:00	51,04	8,49
20:20:00	45,52	7,61
20:30:00	53,66	8,94
20:40:00	48,25	8,04
20:50:00	54,26	9,04
21:00:00	37,18	6,19
21:10:00	7,33	1,22
21:20:00	7,72	1,28
21:30:00	6,07	1,01
21:40:00	5,84	0,97
21:50:00	5,86	0,97
22:00:00	5,91	0,98
22:10:00	5,80	0,96
22:20:00	5,46	0,91
22:30:00	5,48	0,91
22:40:00	5,43	0,90
22:50:00	5,51	0,91
23:00:00	38,59	6,23
23:10:00	140,18	23,39
23:20:00	152,88	25,47
23:30:00	153,64	25,60
23:40:00	158,21	26,36
23:50:00	161,61	26,94

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

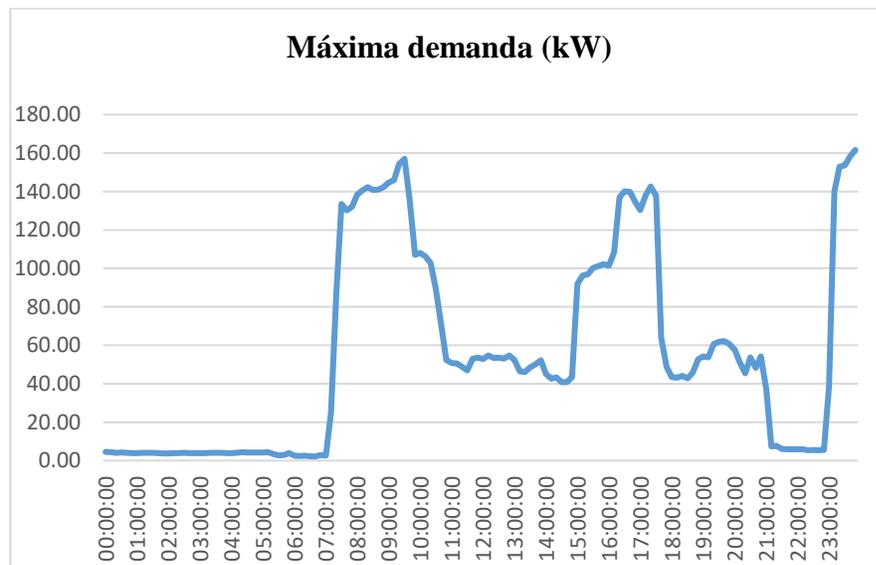


Figura 17. Diagrama de máxima demanda del día 08/08/2019.

Fuente: Autoría propia. Data del analizador de redes.

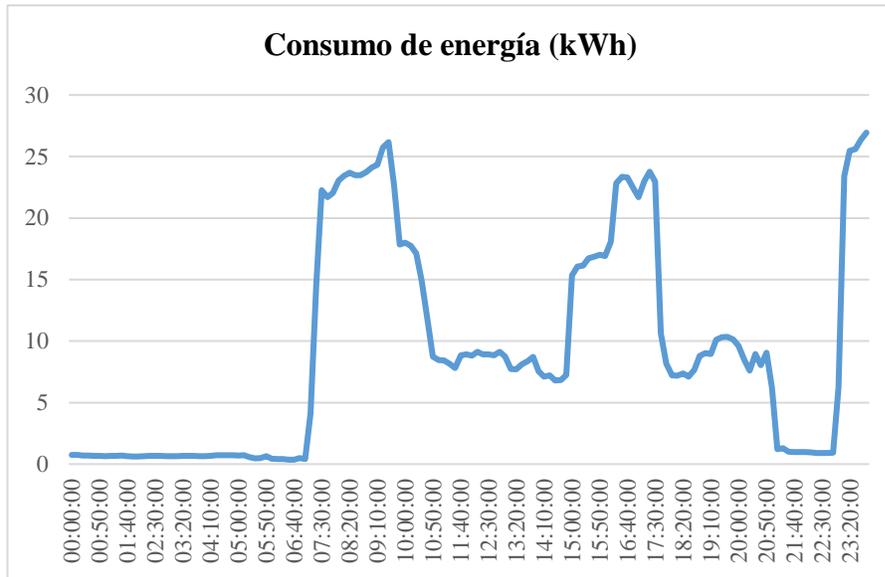


Figura 18. Diagrama de consumo de energía del día 08/08/2019.

Fuente: Autoría propia. Data del analizador de redes.

Tabla 49

Máxima demanda y consumo de energía 09/08/2019.

Hora	Potencia total (kW)	Energía (kWh)
00:00:00	160,39	26,73
00:10:00	159,97	26,65
00:20:00	159,62	26,60
00:30:00	162,83	27,15
00:40:00	160,67	26,78
00:50:00	162,84	27,14
01:00:00	160,67	26,78
01:10:00	161,11	26,85
01:20:00	160,13	26,69
01:30:00	160,34	26,73
01:40:00	161,23	26,85
01:50:00	160,60	26,75
02:00:00	161,01	26,83
02:10:00	163,96	27,32
02:20:00	161,95	26,98
02:30:00	161,42	26,90
02:40:00	162,81	27,14

02:50:00	164,66	27,43
03:00:00	164,53	27,42
03:10:00	162,82	27,13
03:20:00	162,61	27,09
03:30:00	162,88	27,15
03:40:00	162,88	27,14
03:50:00	162,31	27,06
04:00:00	160,63	26,76
04:10:00	162,06	26,99
04:20:00	160,41	26,73
04:30:00	130,52	21,77
04:40:00	105,39	17,55
04:50:00	103,58	17,28
05:00:00	102,64	17,11
05:10:00	67,08	11,21
05:20:00	67,20	11,22
05:30:00	54,41	9,11
05:40:00	50,91	8,48
05:50:00	51,45	8,56
06:00:00	51,54	8,57
06:10:00	44,27	7,35
06:20:00	45,98	7,65
06:30:00	51,46	8,58
06:40:00	51,56	8,59
06:50:00	51,58	8,59
07:00:00	75,18	12,58
07:10:00	108,09	18,02
07:20:00	108,06	18,01
07:30:00	140,14	23,36
07:40:00	156,21	26,00
07:50:00	157,06	26,17
08:00:00	154,36	25,72
08:10:00	156,83	26,13
08:20:00	156,86	26,13
08:30:00	162,05	27,00
08:40:00	161,15	26,84
08:50:00	162,57	27,09
09:00:00	155,60	25,95
09:10:00	155,25	25,87
09:20:00	159,01	26,51
09:30:00	163,35	27,22
09:40:00	168,29	28,04

09:50:00	171,60	28,59
10:00:00	171,47	28,59
10:10:00	166,43	27,71
10:20:00	157,47	26,25
10:30:00	161,18	26,85
10:40:00	168,70	28,11
10:50:00	165,61	27,61
11:00:00	164,54	27,41
11:10:00	166,14	27,71
11:20:00	165,13	27,52
11:30:00	163,82	27,31
11:40:00	164,38	27,38
11:50:00	163,28	27,19
12:00:00	163,19	27,19
12:10:00	165,71	27,62
12:20:00	165,41	27,58
12:30:00	166,56	27,75
12:40:00	164,17	27,35
12:50:00	166,75	27,78
13:00:00	162,82	27,13
13:10:00	161,60	26,94
13:20:00	163,94	27,33
13:30:00	164,91	27,48
13:40:00	164,97	27,49
13:50:00	160,18	26,68
14:00:00	165,88	27,64
14:10:00	165,25	27,52
14:20:00	160,95	26,83
14:30:00	156,32	26,05
14:40:00	155,39	25,90
14:50:00	155,41	25,89
15:00:00	151,73	25,29
15:10:00	155,61	25,94
15:20:00	158,06	26,36
15:30:00	147,10	24,52
15:40:00	153,77	25,62
15:50:00	155,17	25,85
16:00:00	152,38	25,39
16:10:00	155,93	25,97
16:20:00	155,68	25,95
16:30:00	152,84	25,46
16:40:00	145,63	24,29

16:50:00	151,43	25,22
17:00:00	157,09	26,15
17:10:00	159,29	26,54
17:20:00	161,82	26,96
17:30:00	147,66	24,63
17:40:00	106,12	17,66
17:50:00	60,31	10,08
18:00:00	54,07	9,02
18:10:00	52,37	8,72
18:20:00	50,01	8,34
18:30:00	43,80	7,29
18:40:00	41,19	6,86
18:50:00	41,27	6,88
19:00:00	41,81	6,97
19:10:00	47,56	7,91
19:20:00	51,66	8,61
19:30:00	53,80	8,97
19:40:00	53,32	8,89
19:50:00	53,31	8,88
20:00:00	52,25	8,71
20:10:00	50,50	8,42
20:20:00	47,64	7,93
20:30:00	51,11	8,53
20:40:00	51,76	8,65
20:50:00	53,64	8,92
21:00:00	47,96	7,99
21:10:00	48,60	8,08
21:20:00	51,18	8,53
21:30:00	48,84	8,14
21:40:00	52,54	8,75
21:50:00	52,81	8,78
22:00:00	53,10	8,84
22:10:00	54,01	8,99
22:20:00	51,25	8,53
22:30:00	49,56	8,26
22:40:00	47,29	7,86
22:50:00	42,91	7,14
23:00:00	53,22	8,86
23:10:00	99,08	16,52
23:20:00	127,68	21,22
23:30:00	158,75	26,44
23:40:00	155,28	25,86

23:50:00

156,18

26,03

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

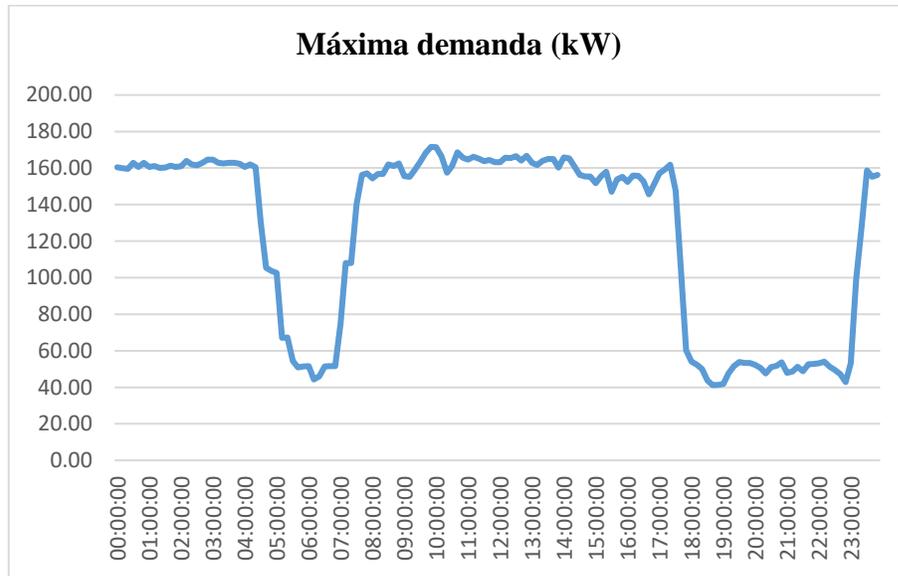


Figura 19. Diagrama de máxima demanda del día 09/08/2019.

Fuente: Autoría propia. Data del analizador de redes.

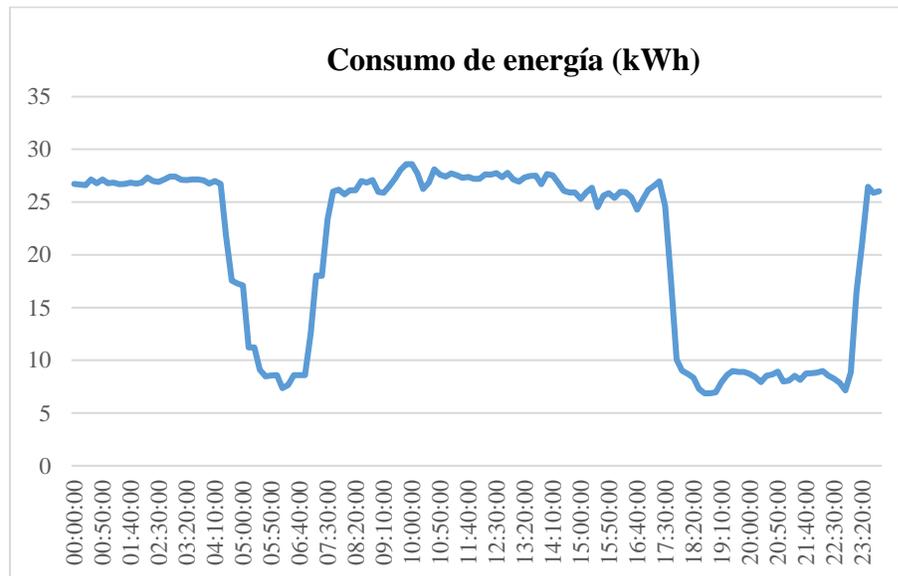


Figura 20. Diagrama de consumo de energía del día 09/08/2019.

Fuente: Autoría propia. Data del analizador de redes.

Tabla 50

Máxima demanda y consumo de energía 10/08/2019.

Hora	Potencia total (kW)	Energía (kWh)
00:00:00	156,12	26,03
00:10:00	141,99	23,74
00:20:00	149,22	24,87
00:30:00	156,48	26,07
00:40:00	139,19	23,16
00:50:00	121,75	20,29
01:00:00	115,69	19,30
01:10:00	108,73	18,11
01:20:00	110,02	18,33
01:30:00	104,71	17,44
01:40:00	97,07	16,20
01:50:00	107,08	17,82
02:00:00	112,72	18,83
02:10:00	93,98	15,69
02:20:00	99,45	16,54
02:30:00	94,30	15,70
02:40:00	68,53	11,50
02:50:00	43,79	7,31
03:00:00	41,00	6,86
03:10:00	25,09	4,18
03:20:00	25,03	4,16
03:30:00	24,72	4,08
03:40:00	24,49	4,10
03:50:00	23,80	3,96
04:00:00	24,49	4,07
04:10:00	23,77	3,98
04:20:00	24,53	4,10
04:30:00	24,78	4,13
04:40:00	24,40	4,09
04:50:00	23,97	3,98
05:00:00	24,25	4,03
05:10:00	26,71	4,40
05:20:00	68,17	11,36
05:30:00	86,9	14,54
05:40:00	125,31	20,85
05:50:00	143,92	24,00
06:00:00	148,14	24,69

06:10:00	151,09	25,18
06:20:00	153,04	25,52
06:30:00	150,06	25,00
06:40:00	150,54	25,08
06:50:00	151,27	25,21
07:00:00	151,27	25,22
07:10:00	150,22	25,04
07:20:00	146,93	24,46
07:30:00	149,87	24,97
07:40:00	145,57	24,27
07:50:00	147,65	24,60
08:00:00	147,81	24,63
08:10:00	146,69	24,43
08:20:00	147,54	24,60
08:30:00	147,61	24,60
08:40:00	148,24	24,70
08:50:00	149,56	24,94
09:00:00	151,04	25,18
09:10:00	150,66	25,10
09:20:00	149,66	24,94
09:30:00	150,90	25,14
09:40:00	149,46	24,91
09:50:00	150,34	25,04
10:00:00	149,47	24,91
10:10:00	147,85	24,65
10:20:00	148,21	24,72
10:30:00	147,04	24,51
10:40:00	145,66	24,27
10:50:00	153,38	25,55
11:00:00	153,41	25,56
11:10:00	152,57	25,42
11:20:00	132,53	22,11
11:30:00	101,85	16,97
11:40:00	102,77	17,13
11:50:00	105,91	17,65
12:00:00	96,64	16,09
12:10:00	62,69	10,41
12:20:00	54,72	9,13
12:30:00	54,64	9,09
12:40:00	52,88	8,79
12:50:00	52,89	8,80
13:00:00	55,97	9,33

13:10:00	54,04	9,02
13:20:00	43,99	7,32
13:30:00	47,06	7,84
13:40:00	48,29	8,06
13:50:00	50,21	8,37
14:00:00	50,28	8,4
14:10:00	52,03	8,67
14:20:00	51,29	8,53
14:30:00	52,57	8,77
14:40:00	54,35	9,05
14:50:00	53,18	8,85
15:00:00	50,43	8,41
15:10:00	44,87	7,47
15:20:00	58,36	9,70
15:30:00	98,47	16,39
15:40:00	103,22	17,18
15:50:00	96,71	16,12
16:00:00	90,28	15,05
16:10:00	109,54	18,26
16:20:00	124,58	20,75
16:30:00	127,08	21,17
16:40:00	122,73	20,45
16:50:00	127,24	21,22
17:00:00	124,43	20,73
17:10:00	142,93	23,83
17:20:00	146,32	24,40
17:30:00	149,56	24,93
17:40:00	143,42	23,97
17:50:00	73,00	12,14
18:00:00	72,83	12,13
18:10:00	54,67	9,11
18:20:00	54,95	9,15
18:30:00	55,9	9,32
18:40:00	56,66	9,44
18:50:00	56,92	9,47
19:00:00	55,76	9,30
19:10:00	55,20	9,20
19:20:00	56,14	9,35
19:30:00	54,62	9,11
19:40:00	54,80	9,14
19:50:00	55,33	9,22
20:00:00	49,95	8,32

20:10:00	42,69	7,14
20:20:00	44,20	7,35
20:30:00	43,75	7,31
20:40:00	53,05	8,86
20:50:00	53,76	8,96
21:00:00	47,99	8,00
21:10:00	43,08	7,18
21:20:00	48,09	8,01
21:30:00	46,75	7,79
21:40:00	22,62	3,70
21:50:00	10,06	1,68
22:00:00	10,06	1,68
22:10:00	7,16	1,19
22:20:00	6,80	1,13
22:30:00	6,85	1,14
22:40:00	6,75	1,12
22:50:00	6,72	1,12
23:00:00	7,24	1,21
23:10:00	37,40	6,23
23:20:00	56,88	9,48
23:30:00	87,96	14,69
23:40:00	143,22	23,85
23:50:00	153,73	25,63

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

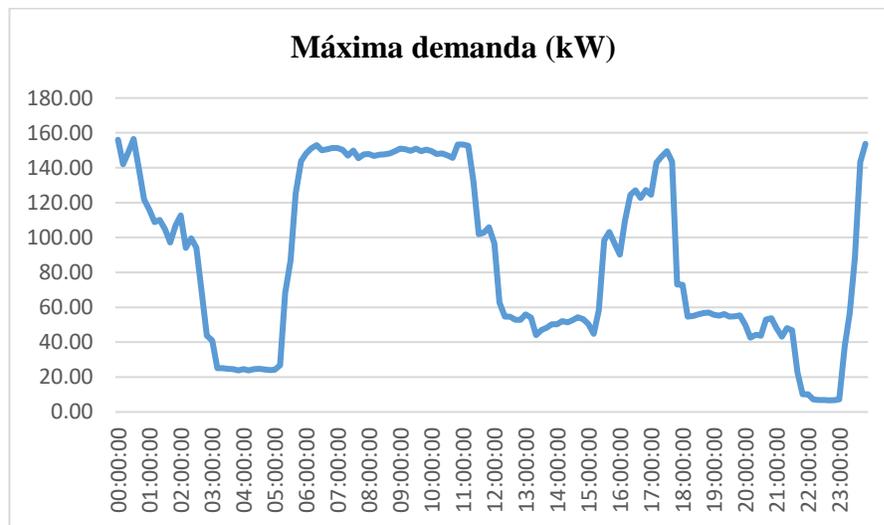


Figura 21. Diagrama de máxima demanda del día 10/08/2019.

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

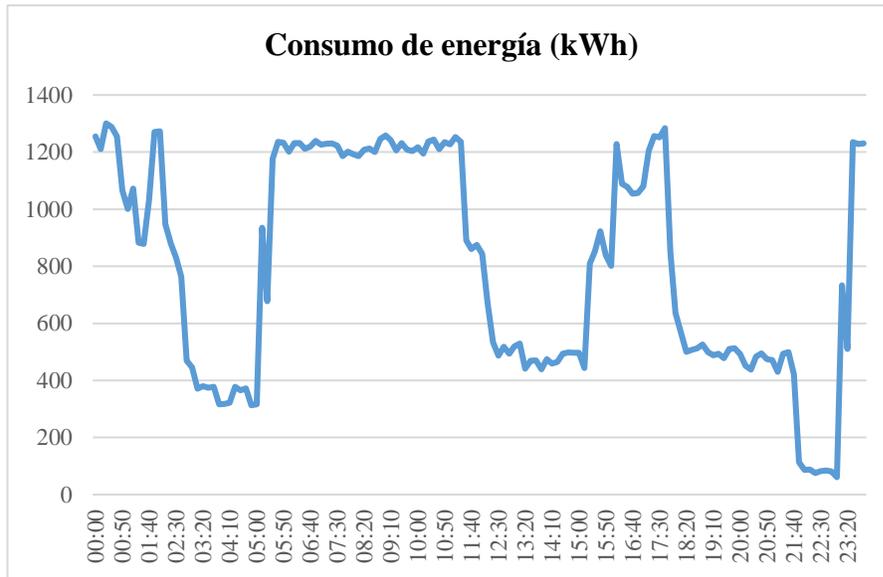


Figura 22. Diagrama de consumo de energía del día 10/08/2019.

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

Tabla 51

Máxima demanda y Consumo de energía 11/08/2019.

Hora	Potencia total (kW)	Energía (kWh)
00:00:00	155,5	25,93
00:10:00	156,92	26,16
00:20:00	157,79	26,29
00:30:00	160,74	26,78
00:40:00	164,12	27,36
00:50:00	156,57	26,10
01:00:00	145,95	24,32
01:10:00	153,27	25,56
01:20:00	155,63	25,93
01:30:00	159,54	26,61
01:40:00	152,37	25,40
01:50:00	156,72	26,12
02:00:00	156,31	26,04
02:10:00	156,68	26,11
02:20:00	159,45	26,57
02:30:00	160,43	26,74

02:40:00	159,70	26,62
02:50:00	155,36	25,89
03:00:00	160,48	26,76
03:10:00	160,29	26,71
03:20:00	161,07	26,85
03:30:00	160,85	26,79
03:40:00	161,14	26,87
03:50:00	151,71	25,25
04:00:00	152,86	25,48
04:10:00	132,16	22,08
04:20:00	162,23	27,03
04:30:00	157,77	26,33
04:40:00	161,59	26,93
04:50:00	160,89	26,80
05:00:00	156,24	26,01
05:10:00	129,20	21,53
05:20:00	115,55	19,28
05:30:00	71,13	11,90
05:40:00	42,33	7,08
05:50:00	42,49	7,06
06:00:00	50,50	8,42
06:10:00	50,23	8,39
06:20:00	50,55	8,43
06:30:00	50,58	8,43
06:40:00	50,32	8,39
06:50:00	43,04	7,15
07:00:00	21,27	3,49
07:10:00	5,55	0,93
07:20:00	2,98	0,49
07:30:00	1,96	0,33
07:40:00	1,84	0,31
07:50:00	1,98	0,33
08:00:00	2,03	0,34
08:10:00	2,10	0,35
08:20:00	2,06	0,34
08:30:00	1,89	0,31
08:40:00	1,87	0,31
08:50:00	2,01	0,34
09:00:00	2,16	0,36
09:10:00	2,15	0,36
09:20:00	1,99	0,33
09:30:00	1,84	0,31

09:40:00	1,84	0,31
09:50:00	2,02	0,34
10:00:00	2,16	0,36
10:10:00	2,11	0,35
10:20:00	1,96	0,33
10:30:00	1,87	0,31
10:40:00	1,91	0,32
10:50:00	2,12	0,36
11:00:00	2,10	0,35
11:10:00	2,32	0,39
11:20:00	3,50	0,58
11:30:00	3,48	0,58
11:40:00	2,12	0,36
11:50:00	2,11	0,35
12:00:00	2,16	0,36
12:10:00	2,40	0,34
12:20:00	1,98	0,33
12:30:00	1,99	0,33
12:40:00	1,93	0,32
12:50:00	2,15	0,36
13:00:00	3,01	0,50
13:10:00	3,80	0,63
13:20:00	2,99	0,49
13:30:00	2,27	0,38
13:40:00	2,18	0,36
13:50:00	2,13	0,36
14:00:00	2,31	0,38
14:10:00	2,20	0,37
14:20:00	2,16	0,36
14:30:00	2,14	0,36
14:40:00	2,14	0,36
14:50:00	2,89	0,48
15:00:00	2,38	0,40
15:10:00	3,12	0,52
15:20:00	1,93	0,32
15:30:00	2,24	0,37
15:40:00	2,25	0,38
15:50:00	2,87	0,48
16:00:00	2,10	0,35
16:10:00	2,09	0,35
16:20:00	1,97	0,33
16:30:00	3,57	0,60

16:40:00	3,90	0,65
16:50:00	2,22	0,37
17:00:00	2,25	0,38
17:10:00	2,06	0,34
17:20:00	2,05	0,34
17:30:00	2,10	0,35
17:40:00	2,33	0,39
17:50:00	2,33	0,39
18:00:00	3,31	0,55
18:10:00	4,25	0,71
18:20:00	5,52	0,92
18:30:00	3,01	0,50
18:40:00	3,54	0,59
18:50:00	4,04	0,67
19:00:00	5,04	0,84
19:10:00	6,56	1,10
19:20:00	5,51	0,92
19:30:00	5,65	0,94
19:40:00	4,87	0,82
19:50:00	6,67	1,11
20:00:00	6,61	1,10
20:10:00	6,51	1,09
20:20:00	6,54	1,09
20:30:00	7,68	1,28
20:40:00	5,47	0,92
20:50:00	4,44	0,74
21:00:00	5,24	0,87
21:10:00	5,77	0,96
21:20:00	5,89	0,98
21:30:00	5,26	0,88
21:40:00	4,43	0,74
21:50:00	5,53	0,92
22:00:00	6,08	1,00
22:10:00	7,23	1,20
22:20:00	6,08	1,01
22:30:00	6,66	1,11
22:40:00	5,11	0,85
22:50:00	4,96	0,83
23:00:00	5,21	0,87
23:10:00	5,25	0,87
23:20:00	5,69	0,95
23:30:00	5,90	0,99

23:40:00	5,41	0,90
23:50:00	5,66	0,94

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

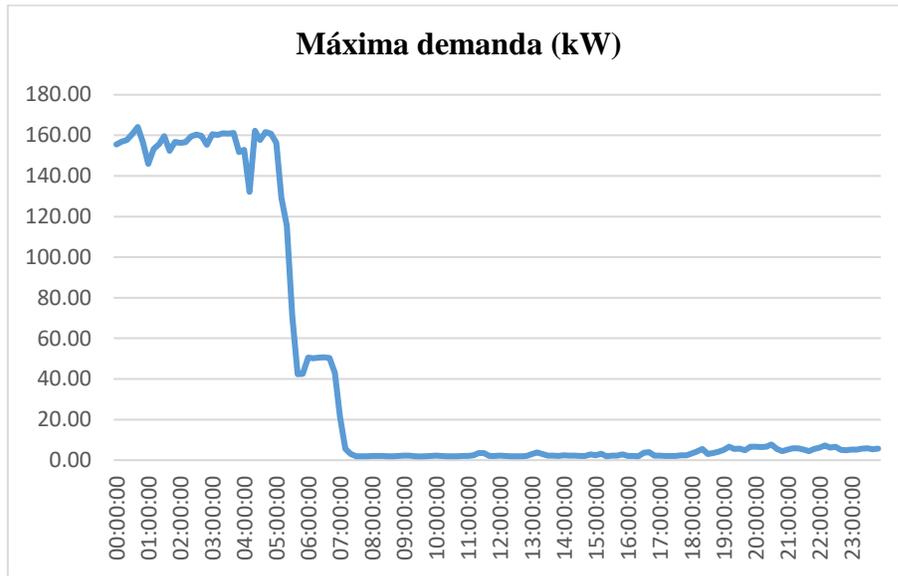


Figura 23. Diagrama de máxima demanda del día 11/08/2019.

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

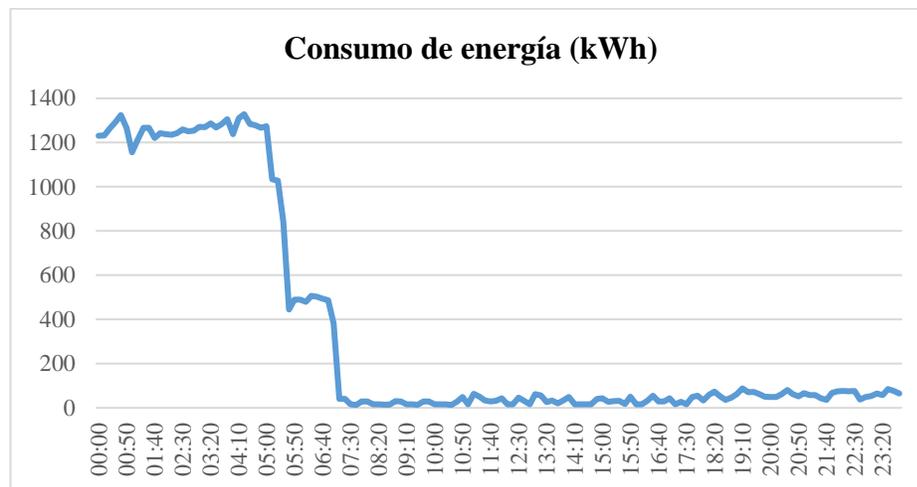


Figura 24. Diagrama de consumo de energía del día 11/08/2019.

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

Tabla 52

Máxima demanda y consumo de energía 12/08/2019.

Hora	Potencia total (kW)	Energía (kWh)
00:00:00	5,32	0,88
00:10:00	5,65	0,94
00:20:00	5,79	0,97
00:30:00	5,47	0,91
00:40:00	5,36	0,89
00:50:00	5,66	0,94
01:00:00	5,18	0,86
01:10:00	5,40	0,90
01:20:00	5,62	0,93
01:30:00	5,65	0,94
01:40:00	5,31	0,89
01:50:00	5,44	0,91
02:00:00	5,37	0,89
02:10:00	5,28	0,88
02:20:00	5,25	0,87
02:30:00	5,29	0,88
02:40:00	5,39	0,90
02:50:00	5,15	0,86
03:00:00	5,15	0,86
03:10:00	5,27	0,88
03:20:00	5,20	0,87
03:30:00	4,71	0,79
03:40:00	4,60	0,77
03:50:00	4,56	0,76
04:00:00	4,73	0,79
04:10:00	4,76	0,79
04:20:00	4,50	0,75
04:30:00	4,51	0,75
04:40:00	4,53	0,75
04:50:00	4,62	0,77
05:00:00	4,78	0,80
05:10:00	4,82	0,80
05:20:00	5,26	0,87
05:30:00	7,46	1,24
05:40:00	7,19	1,20
05:50:00	7,56	1,25
06:00:00	3,58	0,61

06:10:00	2,30	0,38
06:20:00	2,16	0,36
06:30:00	2,11	0,35
06:40:00	2,07	0,34
06:50:00	2,35	0,39
07:00:00	17,71	2,83
07:10:00	36,14	6,03
07:20:00	44,83	7,47
07:30:00	46,35	7,74
07:40:00	46,87	7,80
07:50:00	47,03	7,82
08:00:00	47,66	7,94
08:10:00	49,37	8,25
08:20:00	51,27	8,54
08:30:00	54,66	9,10
08:40:00	55,24	9,21
08:50:00	52,42	8,75
09:00:00	85,81	14,28
09:10:00	110,13	18,35
09:20:00	121,86	20,32
09:30:00	132,24	22,08
09:40:00	137,59	22,93
09:50:00	151,38	25,22
10:00:00	155,31	25,89
10:10:00	160,90	26,83
10:20:00	152,99	25,49
10:30:00	156,87	26,15
10:40:00	157,77	26,29
10:50:00	160,84	26,81
11:00:00	155,25	25,88
11:10:00	154,25	25,73
11:20:00	156,05	26,02
11:30:00	156,91	26,15
11:40:00	156,11	26,03
11:50:00	152,34	25,38
12:00:00	147,71	24,62
12:10:00	146,24	24,38
12:20:00	143,33	23,90
12:30:00	144,13	24,02
12:40:00	144,74	24,11
12:50:00	142,19	23,68
13:00:00	142,17	23,70

13:10:00	143,82	23,99
13:20:00	141,36	23,56
13:30:00	145,28	24,22
13:40:00	145,02	24,17
13:50:00	142,36	23,73
14:00:00	145,42	24,25
14:10:00	153,84	25,64
14:20:00	158,19	26,39
14:30:00	156,50	26,10
14:40:00	158,82	26,49
14:50:00	160,75	26,78
15:00:00	164,36	27,44
15:10:00	165,89	27,68
15:20:00	165,84	27,64
15:30:00	165,46	27,59
15:40:00	172,89	28,81
15:50:00	171,98	28,68
16:00:00	166,45	27,73
16:10:00	171,90	28,64
16:20:00	162,73	27,13
16:30:00	158,86	26,47
16:40:00	158,19	26,37
16:50:00	162,65	27,12
17:00:00	160,74	26,78
17:10:00	158,09	26,35
17:20:00	158,07	26,35
17:30:00	155,11	25,85
17:40:00	156,76	26,14
17:50:00	125,40	20,92
18:00:00	67,73	11,29
18:10:00	63,73	10,65
18:20:00	55,53	9,25
18:30:00	61,26	10,21
18:40:00	60,74	10,12
18:50:00	58,65	9,79
19:00:00	59,35	9,89
19:10:00	57,72	9,63
19:20:00	51,61	8,59
19:30:00	53,99	8,99
19:40:00	52,47	8,74
19:50:00	53,41	8,90
20:00:00	52,79	8,80

20:10:00	53,64	8,93
20:20:00	53,78	8,97
20:30:00	49,90	8,30
20:40:00	49,19	8,21
20:50:00	44,97	7,49
21:00:00	44,02	7,31
21:10:00	49,72	8,29
21:20:00	49,35	8,22
21:30:00	47,94	8,00
21:40:00	40,00	6,65
21:50:00	43,05	7,17
22:00:00	47,39	7,89
22:10:00	46,59	7,75
22:20:00	47,64	7,92
22:30:00	47,53	7,91
22:40:00	45,65	7,61
22:50:00	45,35	7,57
23:00:00	44,02	7,33
23:10:00	43,36	7,21
23:20:00	48,32	8,08
23:30:00	80,87	13,46
23:40:00	118,8	19,77
23:50:00	121,52	20,35

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

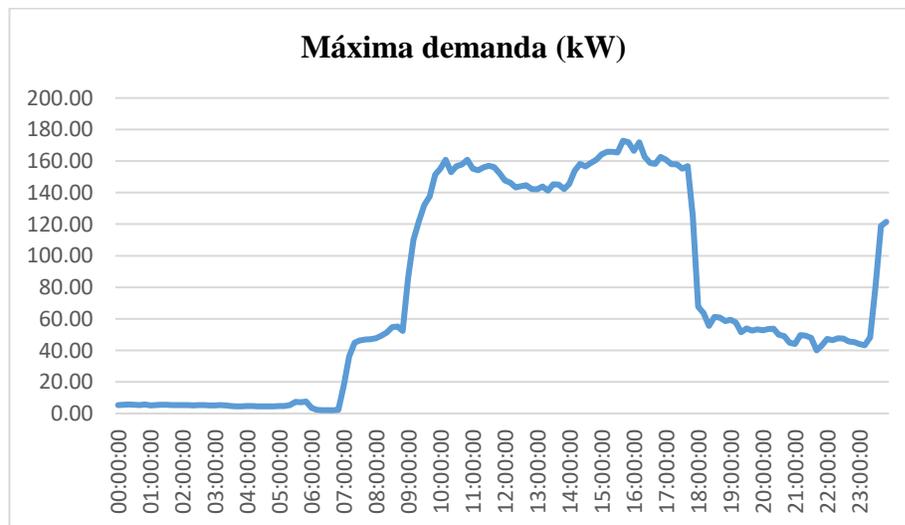


Figura 25. Diagrama de máxima demanda del día 12/08/2019.

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

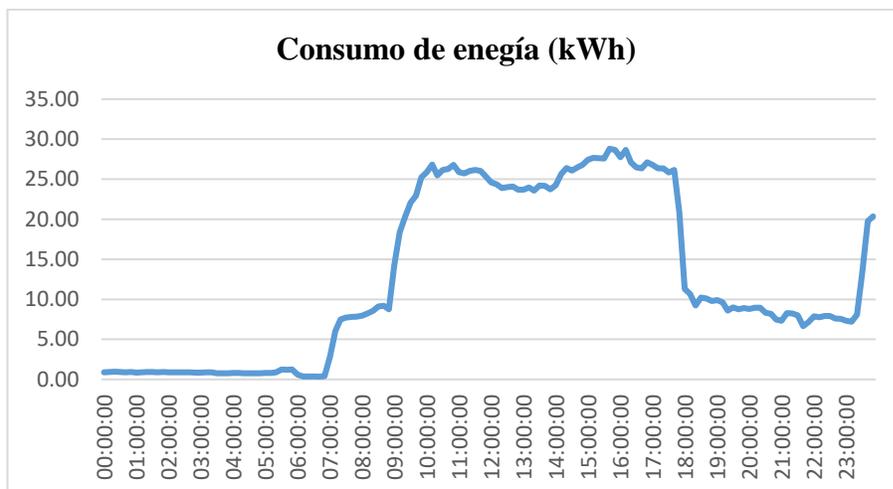


Figura 26. Diagrama de consumo de energía de 12/08/2019.

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

Tabla 53

Máxima demanda y consumo de energía 13/08/2019.

Hora	Potencia total (kW)	Energía (kWh)
00:00:00	93,53	15,60
00:10:00	74,46	12,47
00:20:00	51,63	8,60
00:30:00	52,13	8,71
00:40:00	47,50	7,90
00:50:00	47,91	7,97
01:00:00	49,00	8,15
01:10:00	49,90	8,30
01:20:00	63,32	10,58
01:30:00	89,34	14,90
01:40:00	90,13	15,03
01:50:00	87,46	14,61
02:00:00	82,68	13,75
02:10:00	107,25	17,79
02:20:00	134,30	22,37
02:30:00	143,01	23,84
02:40:00	143,12	23,86
02:50:00	144,09	24,01
03:00:00	143,13	23,85
03:10:00	143,78	23,96

03:20:00	143,81	23,99
03:30:00	142,93	23,82
03:40:00	143,63	23,94
03:50:00	143,47	23,91
04:00:00	142,95	23,84
04:10:00	143,45	23,92
04:20:00	145,33	24,22
04:30:00	144,71	24,12
04:40:00	146,37	24,39
04:50:00	145,23	24,21
05:00:00	146,61	24,43
05:10:00	140,27	23,39
05:20:00	116,27	19,38
05:30:00	100,82	16,77
05:40:00	96,26	16,03
05:50:00	96,53	16,09
06:00:00	87,38	14,57
06:10:00	83,54	13,95
06:20:00	70,10	11,65
06:30:00	46,64	7,77
06:40:00	46,04	7,67
06:50:00	7,13	1,18
07:00:00	4,33	0,72
07:10:00	3,56	0,60
07:20:00	3,3	0,55
07:30:00	4,02	0,67
07:40:00	4,49	0,74
07:50:00	10,77	1,77
08:00:00	61,28	10,20
08:10:00	63,94	10,68
08:20:00	72,84	12,15
08:30:00	83,87	13,99
08:40:00	90,37	15,08
08:50:00	91,72	15,29
09:00:00	91,20	15,19
09:10:00	91,75	15,28
09:20:00	90,56	15,10
09:30:00	91,86	15,29
09:40:00	91,70	15,28
09:50:00	95,10	15,87
10:00:00	135,31	22,52
10:10:00	138,28	23,07

10:20:00	137,92	22,98
10:30:00	135,78	22,61
10:40:00	120,37	20,05
10:50:00	123,92	20,68
11:00:00	145,01	24,14
11:10:00	145,90	24,31
11:20:00	147,75	24,61

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

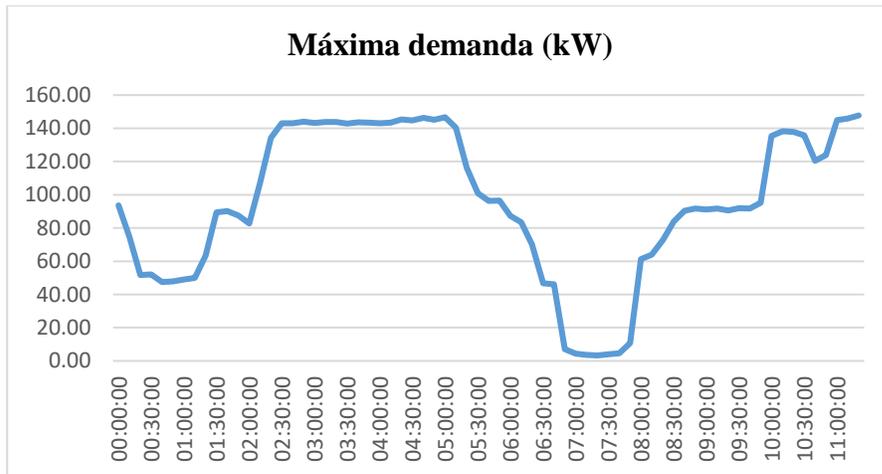


Figura 27. Diagrama de máxima demanda del día 13/08/2019.

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

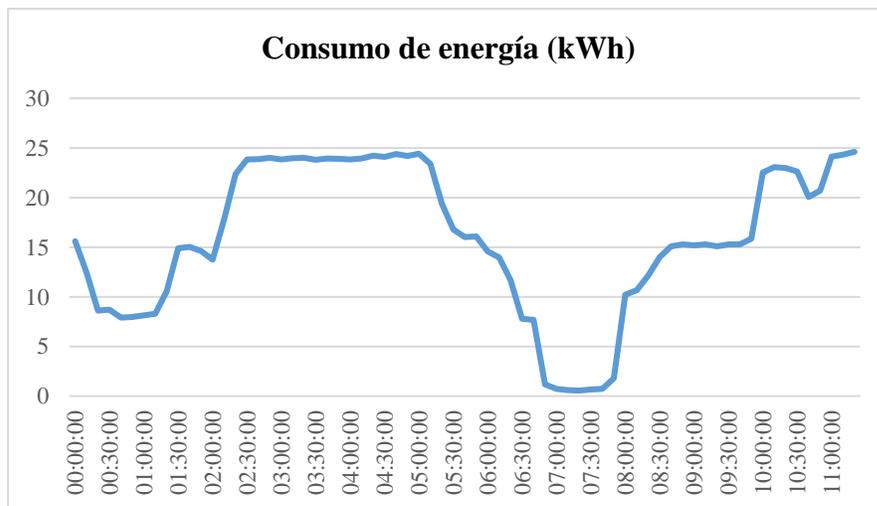


Figura 28. Diagrama de consumo de energía del día 13/08/2019.

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

ANEXO 2. Panel fotográfico de trabajo de campo.



Instalación del analizador de redes.



Analizador de redes.



Almacén.



Retiro del analizador.

ANEXO 3. Certificado de calibración del luxómetro digital.

Área de Metrología
Laboratorio de Luminosidad

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO LLXI-00070-2019

Expediente N° 00039-IM-2019

Página 1 de 2

Fecha de recepción:	18 de julio de 2019
Objeto de Calibración:	LUXÓMETRO DIGITAL
Marca / Fabricante:	TENMARS
Modelo:	TM-202
N° de Serie / I.D.:	190200312 / No indica
Código:	No indica
Procedencia:	TAIWAN
Ubicación:	No indica
Alcance de indicación:	0 lux a 20 lux; 0 lux; 0 lux a 2 000 lux; 0 lux a 20 000 lux; 0 lux a 200 000 lux
División mínima:	0,01 lux; 0,1 lux; 1 lux; 10; 100 lux

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

El usuario está en la obligación de recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado y el tiempo de uso del instrumento.

INMETRO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito del laboratorio que lo emite.

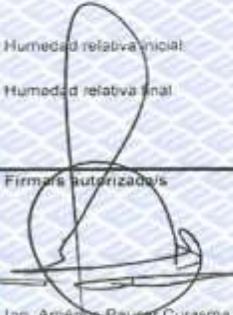
El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Solicitante: **PALOMINO SANCHEZ CARLOS ENRIQUE**
Dirección: **CALLE IQUITOS Nro. 930**

Fecha de calibración: **19 de julio de 2019**
Lugar de calibración: **Laboratorio de Luminosidad - Área de Metrología
Jr. Antisuyo 280, Urb. Zarate, San Juan de Lurigancho, Lima**
Método de calibración: **La calibración se realizó por el método de comparación directa con patrones calibrados con trazabilidad nacional trazable al DM-INACAL.**

Condiciones ambientales

Temperatura inicial:	20,1 °C	Humedad relativa inicial:	73,1 %
Temperatura final:	23,3 °C	Humedad relativa final:	70,9 %

Sello	Firma autorizada/s	Fecha de emisión
	 Ing. Américo Ravelo Curasma Gerencia del Servicio de Metrología	20 de julio de 2019

ESTE DOCUMENTO SOLO PUEDE SER IMPRIMIDO COMPLETAMENTE Y SIN MODIFICACIONES. LOS EXTRACTOS O MODIFICACIONES REQUEREN LA AUTORIZACION DE INMETRO.

Jr. ANTISUYO Nro. 280 - ZARATE - S.J.L. - Lima 36, Teléfono: (511) - 4598856 / Nextel: 2*1068 / RPM: #999997006 / Celular: 995263350
Web: www.inmetro.sac.com / e-mail: calibraciones@inmetro.sac.com / ventas@inmetro.sac.com / inmetro.sac@gmail.com

Área de Metrología
Laboratorio de Luminosidad

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO LLXI-00070-2019

Expediente: N° 00039-IM-2019

Página 2 de 2

Patrones de referencia

INSTRUMENTO PATRON	N° de Certificado	Trazabilidad
Standard Reference Illuminance Meter	LFO-007-2019	DM - INACAL

Resultados de Medición

Ensayo realizado con luz blanca (LUZ FLUORESCENTE 6500° K)

Rango	Valor Patrón	UNID	Valor medido por el equipo	ERROR	INCERTIDUMBRE	E.M.P. ±
200 LUX	0.00	Lux	0.0	0.0	0.1	0.0
2000 LUX	250.1	Lux	259	9	7	16
	500.2	Lux	517	17	13	31
	999.8	Lux	1028	28	26	62
	1499	Lux	1553	64	44	94
20000 LUX	2005	Lux	2090	85	55	125
	3939	Lux	4060	121	102	244

E.M.P.: Error máximo Permitido

Observaciones

Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

Incertidumbre

La incertidumbre expandida de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO



ESTE DOCUMENTO SOLO PUEDE SER DIFUNDIDO COMPLETAMENTE Y SIN MODIFICACIONES, LOS EXTRACTOS O MODIFICACIONES REQUIEREN LA AUTORIZACIÓN DE INMETRO.

Jr. ANTISUYO Nro. 280 - ZARATE - S.J.L. - Lima 36, Teléfono: (511) - 4596856 / Nextel: 2*1068 / RPM: #969997005 / Celular: 995363358
Web: www.inmetrosac.com / e-mail: calibraciones@inmetrosac.com / ventas@inmetrosac.com / inmetro.sac@gmail.com

ANEXO 4. Certificado de calibración del analizador de redes.

 LOGYTEC Calle Isidoro Suarez 236, San Miguel. Lima 32 Teléf.: (511) 452 3111 / (511) 561 0684 e-mail: calibraciones@logytec.com.pe - www.logytec.com.pe	LABORATORIO DE CALIBRACION
CERTIFICADO DE CALIBRACION : 183600	Página 1 de 2

Lima, 10 de agosto de 2018.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

1) **DATOS**

Equipo : Analizador de RED Trifásico
Marca : **METREL**
Modelo : **MI2892**
Nº de Serie : **18200330**

Fecha de Calibración : 10 de agosto de 2018.
Fecha de Emisión : 10 de agosto de 2018.

2) **METODOLOGIA**

Para proceder a la calibración del equipo, se siguió el procedimiento interno N° PCL-032 de Logytec. Se informa las diferencias obtenidas en base a patrones certificados.

Patrones Utilizados	Marca	Modelo	Nº de Certificado
Multímetro Digital	TIME ELECTRONICS	5075	0402380 (*)
Fuente de Potencia ficticia	KINGSINE	KS833	LE - 1016 - 2017 (**)

(*) Con certificado de calibración N°: 0402380. Trazable por ABSOLUTE CALIBRATION LIMITED (UKAS) el 2016 / 03 / 09.

(**) Con certificado de calibración N°: LE - 1016 - 2017. Trazable por INACAL el 2017/ 09 / 14


Téc. **Percy Oyolo A.**
Laboratorista
LOGYTEC S.A.


Eduardo Fernández U.
Responsable Laboratorio
LOGYTEC S.A.

Toda reproducción de este documento deberá ser integral y sin ninguna alteración

 LOGYTEC Calle Isidoro Suarez 236, San Miguel. Lima 32 Teléf.: (511) 452 3111 / (511) 561 0684 e-mail: calibraciones@logytec.com.pe - www.logytec.com.pe	LABORATORIO DE CALIBRACION

3) RESULTADOS

3.1 Tensión Medida:

Nominal(V)	Patrón(V)	Equipo(V)		Desvío Relativo	Incertidumbre %
110,00	110,004	Canal 1	109,99	-0,01	0,01
		Canal 2	110,00	0,00	0,01
		Canal 3	110,00	0,00	0,01
220,00	220,013	Canal 1	219,9	-0,05	0,01
		Canal 2	219,9	-0,05	0,01
		Canal 3	219,9	-0,05	0,01
380,00	380,025	Canal 1	379,9	-0,03	0,01
		Canal 2	379,9	-0,03	0,01
		Canal 3	379,9	-0,03	0,01

3.2 Potencia Medida:

Tensión(V)	Corriente(A)	F.P	Patrón (kW)	Equipo (kW)	Desvío Relativo %	Incertidumbre %
220	100	1	66,000	66,23	0,36	0,31
220	20	1	13,200	13,24	0,36	0,31
220	20	0,5	6,600	6,63	0,47	0,47

3.3 Distorsión Armónica Total THD (%):

% de THD	Canal 1	Desvío Relativo %	Canal 2	Desvío Relativo %	Canal 3	Desvío relativo %
8,211	8,21	-0,01	8,22	0,11	8,22	0,11
10,005	10,0	-0,05	10,0	-0,05	10,0	-0,05

La incertidumbre de medición expandida, fue calculada multiplicando la incertidumbre estándar combinada por un factor de seguridad $k=2$ que corresponde a un nivel aproximado de confianza del 95% bajo distribución normal.

4) OBSERVACIONES

- Temperatura Ambiente: $(21 \pm 1) ^\circ \text{C}$
- Humedad Relativa: $(60 \pm 5) \%$
- Donde no se menciona, las pruebas fueron hechas a 220V constante a una frecuencia de 60Hz.


LOGYTEC s.a.
 LABORATORIO - CALIBRACIONES

5) CONCLUSIONES

De las mediciones realizadas se concluye que el equipo se encuentra calibrado, los valores medidos se encuentran dentro del rango normal de operación.

ANEXO 5. Recibo de facturación emitido por la concesionaria Electro Oriente S.A.



Electro Oriente
Generando Progreso

EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PUBLICO
DE ELECTRICIDAD DEL ORIENTE S.A.
J.R. DOS DE MAYO N° 437 - CHACHAPOYAS
R.U.C. 20103795631

Cod.Ruta 7210837-000351 Salida: -SS.EE-1244010
Contrato 31017738 R.M.C. 00479720133
Señores OVM SAC
Direc.Legal Carr. CHAMAYA - JAEN K13.8 AA.HH.FILA ALTA
Localidad MAYORES
Inscripción Nro. 02817558 EN 4 Nios

CONSUMO FACTURADO
JUL-2019
RECIBO N° 103-05116279

Emisión 21-AGO-2019
Vencimiento 21-AGO-2019

Pot.Cont.HP. 3.000 Tensión KV. 0.220
Pot.Cont.FP. 29.000 Conex. C5.1 Trifásico-Aéreo (51070)
Demanda Max. 162.27 Calificac. de Potencia 0.0000
Numero Horas Punta 0

Conceptos	Lectura		Diferencia	Factor	Consumo	Consumo Facturado	Precio Unitario	Importe Parcial S/.
	Anterior	Actual						
	30/06/2019	31/07/2019						
Cargo Fijo Mensual						1.0000	4.3000	6.90
Energía Activa horas fuera de punta (kWh)	9034.4100	8244.9400	132.2500	134.2615	26215.8629	86215.8629	0.2334	-6118.79
Energía Activa en horas punta (kWh)	823.4900	841.4430	17.9530	136.3650	2447.7248	2447.7248	0.2900	-709.84
Exceso de Potencia fuera de punta (kW)		1.1900	1.1900	136.3650	163.2728	104.1138	20.4500	2129.12
Energía Reactiva (kVar.h)	10365.070	10561.730	180.6600	136.3635	24435.4299	16036.3478	0.0478	686.36
Potencia de Generación en horas punta (kW)						60.4090	68.7200	4151.31
Potencia de Distribución en horas punta (kW)		0.4430	0.4430	136.3635	80.4030	44.3634	17.9500	1155.33

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

TARIFA: MT2 MT

Parcial consumos mes 14957.65

DETALLES DE PAGOS ESPECIALES

Alumbrado Público 584.75
Interés Compensatorio 2.48

80	Aporte Escotill/Rana	1/1	240.77
82	Ajuste Tarifario (Saldo S)	1/1	-2.39
83	Compensar Tensión (Saldo S)	1/1	-614.78
87	Detalle	1/1	10284.50



Otros 9978.24
Redondeo Mes Anterior -0.04
Redondeo Mes Actual -0.08
Total del Mes 25523.00

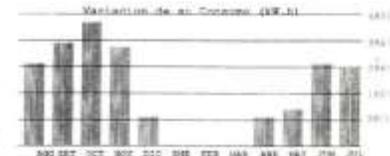
ULTIMO DIA DE PAGO: 21-AGO-2019

Total Recibo S/ ***25523.00

Son : VEINTE y CINCO MIL, QUINIENTOS VEINTE y TRES con 00/100

MENSAJES AL CLIENTE

	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
EAHP	244	247	316	276	71	1	1	1	89	116	238	346
EAFP	2046	1461	1219	3332	954	29	30	17	871	1016	1763	2426
MDHP	42	44	48	47	44	11	11	11	47	37	42	69
MDFP	129	139	131	131	131	11	11	11	176	138	147	162
ER	10071	9115	8261	11118	3649	22	26	11	3669	4294	2749	2447
Soles	0.547530 0.148511											



"FELICES FIESTAS PATRIAS", le desea la familia ELECTRO ORIENTE.

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

Estimado Cliente, los comunicados y avisos de interés, los encontrará en nuestros canales digitales oficiales: www.elor.com.pe
Facebook: Electro Oriente Oficial

Contrato 31017738



No ESCRIBIR ni SELLAR en esta zona del recibo

Cons_Fact. JUL-2019
Vencimiento 21-AGO-2019
Cod_Ruta 721-08-37-000351
Tarifa MT2 MT
RECIBO N° 103-05116279

TOTAL S/ ***25523.00

Electro Oriente R.U.C. 20103795631

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

ANEXO 6. Factor k para la compensación de energía reactiva.

Antes de la compensación		Especificación de kVARh de una batería de condensadores que se van a instalar por kW de carga para mejorar $\cos \phi$ (el factor de potencia) o $\tan \phi$ con un valor determinado													
$\tan \phi$	$\cos \phi$	$\tan \phi$	0,75	0,59	0,48	0,46	0,43	0,40	0,36	0,33	0,29	0,25	0,20	0,14	0,0
		$\cos \phi$	0,80	0,86	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1
2,29	0,40		1,557	1,691	1,805	1,832	1,861	1,895	1,924	1,959	1,998	2,037	2,085	2,146	2,288
2,22	0,41		1,474	1,625	1,742	1,769	1,798	1,831	1,840	1,896	1,935	1,973	2,021	2,082	2,225
2,16	0,42		1,413	1,561	1,681	1,709	1,738	1,771	1,800	1,836	1,874	1,913	1,961	2,022	2,164
2,10	0,43		1,356	1,499	1,624	1,651	1,680	1,713	1,742	1,778	1,816	1,855	1,903	1,964	2,107
2,04	0,44		1,290	1,441	1,558	1,585	1,614	1,647	1,677	1,712	1,751	1,790	1,837	1,899	2,041
1,98	0,45		1,230	1,384	1,501	1,532	1,561	1,592	1,628	1,659	1,695	1,737	1,784	1,846	1,988
1,93	0,46		1,179	1,330	1,446	1,473	1,502	1,533	1,567	1,600	1,636	1,677	1,725	1,786	1,929
1,88	0,47		1,130	1,278	1,397	1,425	1,454	1,485	1,519	1,532	1,588	1,629	1,677	1,758	1,881
1,83	0,48		1,076	1,228	1,343	1,370	1,400	1,430	1,464	1,497	1,534	1,575	1,623	1,684	1,826
1,78	0,49		1,030	1,179	1,297	1,326	1,355	1,386	1,420	1,453	1,489	1,530	1,578	1,639	1,782
1,73	0,50		0,982	1,232	1,248	1,276	1,303	1,337	1,369	1,403	1,441	1,481	1,529	1,590	1,732
1,69	0,51		0,936	1,087	1,202	1,230	1,257	1,291	1,323	1,357	1,395	1,435	1,483	1,544	1,686
1,64	0,52		0,894	1,043	1,160	1,188	1,215	1,249	1,281	1,315	1,353	1,393	1,441	1,502	1,644
1,60	0,53		0,850	1,000	1,116	1,144	1,171	1,205	1,237	1,271	1,309	1,349	1,397	1,458	1,600
1,56	0,54		0,809	0,959	1,075	1,103	1,130	1,164	1,196	1,230	1,268	1,308	1,356	1,417	1,559
1,52	0,55		0,769	0,918	1,035	1,063	1,090	1,124	1,156	1,190	1,228	1,268	1,316	1,377	1,519
1,48	0,56		0,730	0,879	0,996	1,024	1,051	1,085	1,117	1,151	1,189	1,229	1,277	1,338	1,480
1,44	0,57		0,692	0,841	0,958	0,986	1,013	1,047	1,079	1,113	1,151	1,191	1,239	1,300	1,442
1,40	0,58		0,665	0,805	0,921	0,949	0,976	1,010	1,042	1,076	1,114	1,154	1,202	1,263	1,405
1,37	0,59		0,618	0,768	0,884	0,912	0,939	0,973	1,005	1,039	1,077	1,117	1,165	1,226	1,368
1,33	0,60		0,584	0,733	0,849	0,878	0,905	0,939	0,971	1,005	1,043	1,083	1,131	1,192	1,334
1,30	0,61		0,549	0,699	0,815	0,843	0,870	0,904	0,936	0,970	1,008	1,048	1,096	1,157	1,299
1,27	0,62		0,515	0,665	0,781	0,809	0,836	0,870	0,902	0,936	0,974	1,014	1,062	1,123	1,265
1,23	0,63		0,483	0,633	0,749	0,777	0,804	0,838	0,870	0,904	0,942	0,982	1,030	1,091	1,233
1,20	0,64		0,450	0,601	0,716	0,744	0,771	0,805	0,837	0,871	0,909	0,949	0,997	1,058	1,200
1,17	0,65		0,419	0,569	0,685	0,713	0,740	0,774	0,806	0,840	0,878	0,918	0,966	1,007	1,169
1,14	0,66		0,388	0,538	0,654	0,682	0,709	0,743	0,775	0,809	0,847	0,887	0,935	0,996	1,138
1,11	0,67		0,358	0,508	0,624	0,652	0,679	0,713	0,745	0,779	0,817	0,857	0,905	0,966	1,108
1,08	0,68		0,329	0,478	0,595	0,623	0,650	0,684	0,716	0,750	0,788	0,828	0,876	0,937	1,079
1,05	0,69		0,299	0,449	0,565	0,593	0,620	0,654	0,686	0,720	0,758	0,798	0,840	0,907	1,049
1,02	0,70		0,270	0,420	0,536	0,564	0,591	0,625	0,657	0,691	0,729	0,769	0,811	0,878	1,020
0,99	0,71		0,242	0,392	0,508	0,536	0,563	0,597	0,629	0,663	0,701	0,741	0,783	0,850	0,992

0,96	0,72	0,213	0,364	0,479	0,507	0,534	0,568	0,600	0,634	0,672	0,712	0,754	0,821	0,963
0,94	0,73	0,186	0,336	0,452	0,480	0,507	0,541	0,573	0,607	0,645	0,685	0,727	0,794	0,936
0,91	0,74	0,159	0,309	0,425	0,453	0,480	0,514	0,546	0,580	0,618	0,658	0,700	0,767	0,909
0,88	0,75	0,132	0,82	0,398	0,426	0,453	0,487	0,519	0,553	0,591	0,631	0,673	0,740	0,882
0,86	0,76	0,105	0,255	0,371	0,399	0,426	0,460	0,492	0,526	0,564	0,604	0,652	0,713	0,855
0,83	0,77	0,079	0,229	0,345	0,373	0,400	0,434	0,466	0,500	0,538	0,578	0,620	0,687	0,829
0,80	0,78	0,053	0,202	0,319	0,347	0,374	0,408	0,440	0,474	0,512	0,552	0,594	0,661	0,803
0,78	0,79	0,026	0,176	0,292	0,320	0,347	0,381	0,413	0,447	0,485	0,525	0,567	0,634	0,776
0,75	0,80		0,150	0,266	0,294	0,321	0,355	0,387	0,421	0,459	0,499	0,541	0,608	0,750
0,72	0,81		0,124	0,240	0,268	0,295	0,329	0,361	0,395	0,433	0,473	0,515	0,582	0,724
0,70	0,82		0,098	0,214	0,242	0,269	0,303	0,335	0,369	0,407	0,447	0,489	0,556	0,698
0,67	0,83		0,072	0,188	0,216	0,243	0,277	0,309	0,343	0,381	0,421	0,463	0,530	0,672
0,65	0,84		0,046	0,162	0,190	0,217	0,251	0,283	0,317	0,355	0,395	0,437	0,504	0,645
0,62	0,85		0,020	0,136	0,164	0,191	0,225	0,257	0,291	0,329	0,369	0,417	0,478	0,620
0,59	0,86			0,109	0,140	0,167	0,198	0,230	0,264	0,301	0,343	0,390	0,450	0,593
0,57	0,87			0,083	0,114	0,141	0,172	0,204	0,238	0,275	0,317	0,364	0,424	0,567
0,54	0,88			0,054	0,085	0,112	0,143	0,175	0,209	0,246	0,288	0,335	0,395	0,538
0,51	0,89			0,028	0,059	0,086	0,117	0,149	0,183	0,230	0,262	0,309	0,369	0,512
0,48	0,90				0,031	0,058	0,089	0,121	0,155	0,192	0,234	0,281	0,341	0,484

Fuente: Schneider electric.

ANEXO 7. Norma EM-010 de instalaciones eléctricas interiores.

Ambientes	Iluminación en servicio(lux)
Oficinas administrativas	500
Baños	100
Almacenes	150
Plantas de proceso	300
Trabajo con máquinas	500
Inspección control de calidad	1000
Pasadizos	100
Secado artificial	150
Salas de lectura	300

Fuente: EM-010 (2019).

ANEXO 8. Cotización del banco de condensadores.

ITEM	CANT	DESCRIPCION	Precio Unit.	Total S/
1	1	Tablero de Banco de Condensadores Automático de 135Kvar/400Vac (Pasos 15-30-30-60). Incluye :		
	1	Tablero modular autosoportado 2000 x 600 x 600mm, IP55, Color RAL7035, marca Schneider	S/. 3,616.11	S/. 3,616.11
	1	Interruptor termomagnético Regulable NSX. 3 x 400A, Schneider	S/. 1,508.72	S/. 1,508.72
	1	Regulador de Energia Reactiva, VPL06N Schneider	S/. 1,349.53	S/. 1,349.53
	1	Condensador Trifásico 15Kvar/400v, Schneider	S/. 257.55	S/. 257.55
	4	Condensador Trifásico 30Kvar/400v, Schneider	S/. 447.91	S/. 1,791.64
	1	Contactador Para Condensador 15Kvar/400Vac, Schneider	S/. 247.41	S/. 247.41
	2	Contactador Para Condensador 30Kvar/400Vac, Schneider	S/. 508.56	S/. 1,017.12
	1	Contactador Para Condensador 60Kvar/400Vac, Schneider	S/. 989.20	S/. 989.20
	1	Interruptor termomagnético 3x30A, modelo EZCN, Schneider	S/. 206.76	S/. 206.76
	2	Interruptor termomagnético 3x60A, modelo EZCN, Schneider	S/. 206.76	S/. 413.52
	1	Interruptor termomagnético 3x125A, modelo EZCN, Schneider	S/. 348.74	S/. 348.74
	1	Juego de Barras de Cu para 400A, y aisladores portabarras 1/40.	S/. 1,016.95	S/. 1,016.95
	1	Ventilador de 350m3/hr + rejilla de salida, Schneider	S/. 794.43	S/. 794.43
	1	Transformador de Corriente 300 / 5A	S/. 94.00	S/. 94.00
	1	Varios (Micas, señalizaciones, planos eléctricos)	S/. 200.00	S/. 200.00
	1	Accesorios Adicionales para armado de Tablero (Cables GPT y THW, canaletas, terminales, soportes, aisladores, pernos, etc.)	S/. 600.00	S/. 600.00
	1	Mano de Obra de Armado de Tablero	S/. 900.00	S/. 900.00
			Sub-Total =	S/. 15,351.67
			IGV =	S/. 2,763.30
			TOTAL =	S/. 18,114.98



CONDICIONES COMERCIALES

Forma de Pago: Contado

Tiempo de Entrega: En aprox. 07 días utiles.

Garantía: 01 año contra defecto de fabricacion.

Precios: Nuestros precios están dados en Soles.

Validez de la Oferta : diez (10) días.

Atentamente

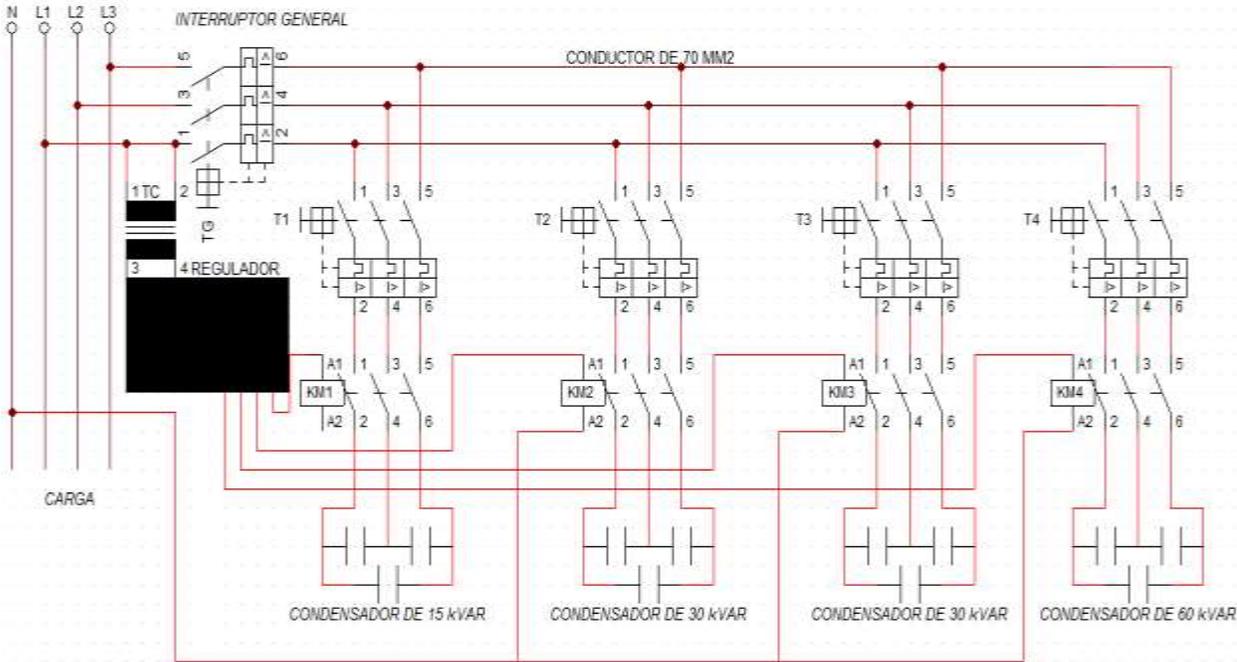
SIEL ELECTRIC S.R.L.

 Aldo A. Magaña Zamora
 GERENTE



Nros. Cuenta SIEL ELECTRIC SRL:
 BCP: 305-1201546-0-35
 CONTINENTAL: 0011-0285-0100084342-43
 SCOTIABANK: 000-9064621

ANEXO 9. Diagrama de conexión del banco de condensadores.



ANEXO 10. Diagrama del proceso de producción.

