

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA



**Eficiencia Energética del Sistema Eléctrico para el Centro de
Salud Morro Solar, provincia de Jaén-Cajamarca**

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

AUTORES : Bach. Pierre Warner Córdova Castro
Bach. Erikson Vicente Guerrero

ASESOR : Msc. Ing. Lenin Franchescoleth Núñez Pintado

JAÉN-PERÚ, DICIEMBRE, 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 16 de diciembre del año 2019, siendo las 18:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente : Mg. José Andrés Fernández Mera

Secretario : Mg. Mario Felix Olivera Aldana

Vocal : Mg. Jaime Odar Honorio Acosta, para evaluar la Sustentación de:

() Trabajo de Investigación

() Tesis

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: " Eficiencia Energética del Sistema Eléctrico para el Centro de Salud Morro Solar, Provincia de Jaén – Cajamarca" presentado por los Bachilleres Pierre Warner Córdova Castro y Erikson Vicente Guerrero de la Carrera Profesional de Ingeniería Mecánica y eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

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

Con la siguiente mención:

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

Siendo las 19:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Presidente

Secretario

Vocal

ÍNDICE GENERAL

| | | |
|-------------|--|----------|
| I. | INTRODUCCION..... | 1 |
| 1.1 | Antecedentes..... | 2 |
| 1.2 | problemática..... | 3 |
| 1.3 | Planteamiento de Problema..... | 3 |
| 1.4 | Hipótesis..... | 3 |
| 1.5 | Justificación..... | 4 |
| II. | OBJETIVOS..... | 5 |
| 2.1 | Objetivo general..... | 5 |
| 2.2 | Objetivos específicos..... | 5 |
| III. | MATERIAL Y METODOS..... | 6 |
| 3.1 | El objeto de estudio..... | 6 |
| 3.2 | Ubicación de área de estudio..... | 6 |
| 3.2.1 | Ubicación geográfica..... | 6 |
| 3.3 | Tipo de investigación..... | 7 |
| 3.4 | Técnicas y procedimientos..... | 7 |
| 3.4.1 | Diagnóstico del sistema eléctrico del Centro de Salud Morro Solar-Jaén (CSMS)..... | 7 |
| 3.4.1.1 | Descripción del usuario..... | 7 |
| 3.4.1.2 | Descripción del suministro de energía eléctrica..... | 7 |
| 3.4.1.3 | Descripción de energía eléctrica interior..... | 8 |
| 3.4.1.4 | Descripción de energía activa..... | 8 |
| 3.4.1.5 | Potencia activa..... | 9 |
| 3.4.1.6 | Descripción de energía reactiva..... | 10 |
| 3.4.1.7 | potencia reactiva..... | 11 |
| 3.4.1.8 | Descripción de energía aparente y factor de potencia..... | 12 |
| 3.4.1.9 | Descripción de la distorsión armónica total (THD) y distorsión de demanda total (TDD)..... | 14 |
| 3.4.1.10 | Descripción de eventos de tensión..... | 18 |
| 3.4.2 | Descripción de las cargas eléctricas..... | 19 |
| 3.4.2.1 | Sistema de iluminación de CSMS..... | 19 |
| 3.4.2.2 | Equipos de aire acondicionado..... | 25 |
| 3.4.2.3 | Equipos de oficina..... | 26 |

| | | |
|---------|--|----|
| 3.4.2.4 | Equipos biomédicos y refrigeradoras | 28 |
| 3.4.2.5 | Cámaras de seguridad, Tv, ventiladores. | 29 |
| 3.4.3 | Propuesta de mejora en el sistema eléctrico del Centro De Salud Morro Solar-Jaén. 31 | |
| 3.4.3.1 | Evaluación Tarifaria según suministro existente. | 31 |
| 3.4.3.2 | Propuesta para implementación de luminarias LED's. | 36 |
| 3.4.3.3 | Propuesta renovación de los equipos eléctricos antiguos..... | 46 |
| 3.4.4 | Análisis económico del proyecto. | 54 |
| 3.4.4.1 | Evaluación de inversiones..... | 54 |
| 3.4.4.2 | Evaluación de ahorro energético y económico..... | 56 |
| 3.4.4.3 | Indicadores de rentabilidad del proyecto de investigación..... | 58 |
| 3.4.4.4 | Análisis de flujo de caja, VAN y TIR para proyecto de investigación..... | 59 |
| IV. | RESULTADOS..... | 61 |
| 4.1 | Diagnóstico de las causas principales del excesivo consumo del sistema eléctrico. 61 | |
| 4.1.1 | Resumen del diagnóstico realizado en el sistema eléctrico en el CSMS. | 61 |
| 4.1.2 | Sistema de iluminación y Equipos eléctricos del CSMS. | 63 |
| 4.2 | Propuesta de alternativas para mejorar la eficiencia energética del centro de salud morro solar- Jaén de acuerdo al diagnóstico realizado..... | 63 |
| 4.2.1 | Cambio de opción tarifario..... | 63 |
| 4.2.2 | Implementación de luminarias LEDs. | 64 |
| 4.2.3 | Renovación de equipos en mal estado..... | 65 |
| 4.3 | Evaluación la factibilidad económica de la implementación de las propuestas de mejora..... | 66 |
| V. | DISCUSIÓN..... | 67 |
| VI. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 68 |
| 6.1 | Conclusiones | 68 |
| 6.2 | Recomendaciones | 69 |
| VII. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 70 |
| VIII. | ANEXOS..... | 72 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Energía y potencia activa promedio diario en el Centro de Salud Morro Solar-Jaén. | 10 |
| Tabla 2 Promedio de energía y potencia reactiva..... | 11 |
| Tabla 3 Promedio de potencia aparente (kVA)..... | 13 |
| Tabla 4 Promedio del factor de potencia..... | 13 |
| Tabla 5 Promedio de variación de frecuencia. | 15 |
| Tabla 6 Promedio THD de corriente y tensión. (%)..... | 16 |
| Tabla 7 Promedio de distorsión de demanda total (TDD)..... | 17 |
| Tabla 8 Caídas de tensión registradas. | 18 |
| Tabla 9 Sobretensiones registradas. | 19 |
| Tabla 10 Inventario de luminarias y su potencia instalada..... | 20 |
| Tabla 11 Análisis de la iluminación registrada según norma EM-010. | 21 |
| Tabla 12 Promedio de flicker en Plt y Pst. | 25 |
| Tabla 13 Inventario de aires acondicionados. | 26 |
| Tabla 14 Inventario de computadoras e impresoras. | 26 |
| Tabla 15 Inventario de equipos biomédicos..... | 28 |
| Tabla 16 Inventario de ventiladores, televisor, cámaras de seguridad. | 30 |
| Tabla 17 Porcentaje de energía activa en HP y HFP de la energía total. | 34 |
| Tabla 18 Facturación con datos de recibo. (Abril/2019)..... | 35 |
| Tabla 19 Facturación con los mismos valores del recibo facturado..... | 35 |
| Tabla 20 Comparación de características de las fuentes de luz actualmente más usadas en iluminación..... | 36 |
| Tabla 21 Flujo luminoso de los ambientes del CSMS. | 37 |
| Tabla 22 Características de luminarias LED propuestas..... | 39 |
| Tabla 23 Calculo de flujo luminoso por luminaria..... | 40 |
| Tabla 24 Calculo de potencia instalada de luminarias LEDs propuestas..... | 44 |
| Tabla 25 Consumo energético de luminarias actuales. | 45 |
| Tabla 26 Consumo energético de luminarias propuestas. | 45 |
| Tabla 27 Estimación de vida útil y porcentaje del costo en relación a la inversión inicial de los componentes de un establecimiento de salud..... | 47 |
| Tabla 28 Propuestas de renovación equipos eléctricos en mal estado. | 47 |
| Tabla 29 Consumo energético de equipos actuales en mal estado..... | 52 |
| Tabla 30 Consumo energético de equipos eléctricos propuestos. | 53 |
| Tabla 31 Inversión del cambio de opción tarifaria..... | 54 |
| Tabla 32 Precio de luminarias LEDs propuestas..... | 54 |
| Tabla 33 Inversión de implementación de luminarias..... | 55 |
| Tabla 34 Inversión de renovación de equipos eléctricos..... | 55 |
| Tabla 35 Diferencias de facturación y ahorro económico..... | 56 |
| Tabla 36 Ahorro energético y económico luminarias LEDs..... | 57 |
| Tabla 37 Ahorro energético y económico equipos eléctricos. | 58 |
| Tabla 38 Flujo de caja del informe de investigación..... | 59 |
| Tabla 39 Resumen de mediciones del sistema eléctrico en el CSMS. | 61 |
| Tabla 40 Resultado según cumplimiento de NTCSE. | 62 |
| Tabla 41 Resumen de ahorro económico con tarifa propuesta BT5A..... | 64 |
| Tabla 42 Resumen de análisis económico..... | 66 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Mapa de ubicación de área de estudio. | 6 |
| Figura 2. Medidor de consumo eléctrico del CSMS. | 7 |
| Figura 3. Tablero Eléctrico general del CSMS | 8 |
| Figura 4. Consumo de energía activa. | 9 |
| Figura 5. Consumo potencia activa. | 10 |
| Figura 6. Consumo energía reactiva. | 10 |
| Figura 7. Consumo de potencia reactiva. | 11 |
| Figura 8. Diagrama vectorial del factor de potencia. | 12 |
| Figura 9. Consumo de energía aparente. | 12 |
| Figura 10. Variación de factor de potencia. | 13 |
| Figura 11. Variación de frecuencia. | 14 |
| Figura 12. THD de corriente en línea 1. | 15 |
| Figura 13. THD de tensión en línea 1. | 16 |
| Figura 14. TDD de línea 1. | 17 |
| Figura 15. TDD de neutro. | 17 |
| Figura 16. Esquema tipo de iluminación. | 21 |
| Figura 17. Data de Flicker (Pst) de analizador de redes. | 24 |
| Figura 18. Data de Flicker (Plt) del analizador de redes. | 25 |
| Figura 19. Consumo de energía activa en el día 1. | 31 |
| Figura 20. Consumo de energía activa en el día 2. | 32 |
| Figura 21 Consumo de energía activa en el día 3. | 32 |
| Figura 22 Consumo de energía activa en el día 4. | 32 |
| Figura 23 Consumo de energía activa en el día 5. | 33 |
| Figura 24 Consumo de energía activa en el día 6. | 33 |
| Figura 25. Potencia instalada. | 63 |
| Figura 26. Comparación de coste energético de luminarias. | 65 |
| Figura 27 Comparación de CO2/kg vertido a la atmosfera de luminarias. | 65 |
| Figura 28. Comparación de coste energético en la renovación de equipos eléctricos. | 66 |
| Figura 29 Revisión de tablero general. | 81 |
| Figura 30 Presentación de luxómetro. | 81 |
| Figura 31 Diagnostico del sistema eléctrico. | 82 |
| Figura 32 Instalación de analizador de redes. | 82 |

RESUMEN

El presente informe de tesis tiene como finalidad buscar la mejora de la eficiencia energética del sistema eléctrico para el Centro de Salud Morro Solar-Jaén, para ello se trazó como objetivos; realizar un diagnóstico en general al sistema eléctrico, contemplando propuestas de solución a la problemática del Centro de Salud Morro Solar. Además de realizar una evaluación económica para visualizar la factibilidad del estudio.

En el diagnóstico realizado por una semana con un equipo analizador de redes marca metrel modelo MI 2892, se describió el tipo de suministro y datos del usuario, se efectuaron mediciones de energía activa, potencia activa, energía reactiva, potencia reactiva, potencia aparente y factor de potencia. Asimismo, se obtuvo mediciones de la distorsión armónica total y la distorsión armónica de demanda total, y de los eventos de tensión (caída de tensión y sobretensiones). Además se realizó inventarios de los equipos eléctricos y luminarias, identificando su potencia instalada.

Dentro de las propuestas se optó por un cambio de opción tarifaria que presenta una facturación menor a la actual y de implementar de luminarias LEDs demostrándose las ventajas con respecto a las luminarias actuales, Además se propuso el cambio de algunos equipos eléctricos (biomédicos, ofimáticos, entre otros) logrando ahorros productivos.

En esta investigación se realizó una evaluación económica para determinar la viabilidad del proyecto investigativo realizado en el Centro de Salud Morro solar Jaén, y así sugerir su implementación.

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

ABSTRACT

The thesis report consists in seeking the improvement of the energy efficiency of the electrical system for the Morro Solar-Jaén Health Center, to arrive at the result and learn about the improvements, as objectives, to carry out a diagnosis in general to the electrical system, according to the diagnosis made, proposals are proposed that, with engineering knowledge, will solve this problem, an economic evaluation was carried out to visualize the feasibility of the project.

In the diagnosis made for a week with a network analyzer equipment brand metrel model MI 2892, the type of supply and user data are described, the measurement of active energy, active power, reactive energy, reactive power, apparent power and power factor Similarly, measurements of total harmonic distortion and harmonic distortion of total demand were obtained, voltage events (voltage drop and overvoltages) were detailed. In addition to the diagnosis, inventories of electrical equipment and luminaires were carried out, identifying their installed power.

The first proposal consists of opting for a change of tariff option that presents a lower turnover than the current one, as a second proposal we have the implementation of LED luminaires demonstrating the advantages with respect to the current luminaires, finally the change of some electrical equipment was proposed (biomedical, office automation, among others) achieving productive savings.

In the research work an economic evaluation was carried out to determine the feasibility of the research project carried out at the Morro Solar Jaén Health Center, and thus suggest its implementation.

Keywords: Energy efficiency, electrical system, electrical energy.

I. INTRODUCCION

En la actualidad el mundo vive una crisis energética, ambiental y económica, ya que nuestra sociedad crece tecnológicamente a un ritmo muy acelerado y no se ha tomado en cuenta el medio ambiente, frente a ello debemos buscar como contribuir a la sostenibilidad de nuestro planeta.

Hoy en día se están realizando diversas investigaciones y estrategias de implementación de medidas de eficiencia energética, para reducir el impacto ambiental y proteger el medio ambiente. Al hablar de eficiencia energética estamos comprometidos al ahorro energético, lo cual también está ligado a una reducción en la facturación.

El consumo de energía eléctrica residencial tiene una tendencia de crecimiento, por lo que se están diseñando diferentes estrategias que nos permitan ahorrar energía. El consumo de electricidad dentro de instituciones públicas como los hospitales se encuentra dividido en iluminación, aire acondicionado, entre otros equipos. Existen algunos criterios para reducir en cierto porcentaje los consumos eléctricos, pero requiere de cierta inversión y análisis general de todo el sistema.

Ahorrar energía es reducir su consumo y que esto no afecte en las labores normales del día, ya sea en una institución privada o pública. Si hablamos de una entidad privada la eficiencia estaría relacionada con la economía, en cambio si hablamos de eficiencia en una entidad pública nos encaminamos al buen servicio a la población.

Esta tesis está encaminado al diagnóstico de los parámetros eléctricos para lograr un consumo eficiente del sistema eléctrico del Centro de Salud Morro Solar – Jaén, en el cual se propondrá algunas alternativas para mejorar la eficiencia energética según el diagnóstico realizado. También se tendrá en cuenta la evaluación de factibilidad de la implementación de las propuestas de mejora.

1.1 Antecedentes.

Internacionales

Consuegra, Alonso, Oteiza, y Cuervo, (2014) en su investigación realizada análisis y propuesta de mejoras para la eficiencia energética del edificio principal del Instituto c.c. Eduardo Torroja-CSIC (IETcc). Proponen mejoras para la eficiencia energética del edificio tomando en cuenta las directivas europeas. Las cuales deben de hacerse de forma escalonada, comenzando por medidas pasivas para reducir sus necesidades energéticas y medidas activas como la mejora del rendimiento de las instalaciones. Además proponen el uso de fuentes de generación de energías renovables, como resultado los investigadores infieren que la calificación energética del estado actual del edificio es desfavorable y para mejorarlo se necesita elaborar un plan de mejora y rehabilitación del IETcc, innovador y experimental.

Arellano (2015), en su tesis denominada “Estudio y análisis de eficiencia energética del sistema eléctrico del hospital IESS – Ibarra”, concluyo que con ciertas medidas como; determinar los sistemas de mayor consumo energético, determinar los índices de eficiencia energética del sistema eléctrico, realizar modelos de comportamiento del sistema eléctrico y proponer un plan de gestión energética. Se puede ahorrar hasta 29,89 % que representa unos 257,06 MWh que representa un ahorro anual de 12853 dólares.

Nacionales

Tapia y Gonzáles, (2017) en su tesis de pregrado “Reducción del Índice del Consumo Energético en una Fábrica de Hielo en la Ciudad de Chiclayo”, evaluaron los indicadores para determinar el estado situacional energético de la fábrica de hielo Sarita Colonia SAC. En lo cual para determinar el índice de consumo, es necesario aplicar una auditoría energética, y así identificar los consumos de energía eléctrica y la máxima demanda, para luego plantear estrategias que permitan lograr la excelencia energética. Por lo cual se obtiene un ahorro económico de S/. 68401,00 un VAN de S/. 141157,73; TIR de 96% y una Relación Beneficio Costo de 3,11.

Díaz, (2018) en su investigación denominada “Propuesta Estratégica Para Mejorar el Índice de Consumo Energético Eléctrico en la Procesadora de Arroz Cristo Morado SAC”. Propuso estratégicamente que para generar ahorro económico a la empresa, es necesario realizar un diagnóstico energético eléctrico para luego identificar las mejoras. Las mejoras identificadas, consisten en cambiar las líneas de distribución de energía eléctrica, empleo de

motores eficientes, compensación de energía reactiva, sistema de iluminación eficiente. Esto producirán un ahorro de energía anual de 34 309,77 kW-h y de S/. 10 819,76; esto contribuirá a mejorar la eficiencia energética eléctrica, permitiendo disminuir el índice de consumo energético eléctrico (kWh/ Saco) de 2,97 a 2,75 que representa un 7,40% a lo largo de la implementación del proyecto.

Gonzales, (2014) en su estudio de “Diagnóstico Energético Para la Elaboración del Plan de Ahorro de Energía Eléctrica en Edificios Públicos” – Lima. Su investigación se realizó mediante un diagnóstico energético en la cual se emplearon instrumentos eléctricos así como análisis estadísticos, metodología establecida por ASHRAE (Sociedad Estadounidense de ingenieros de calefacción, refrigeración y aire acondicionado) para el análisis tipo "Level 1-Walk Through Analysis", También se utilizó la metodología del análisis tipo "Level 11-"Survey and Analysis", luego de finalizar el diagnóstico se demostró que el ahorro anual obtenido es de 170,000 kWh/año.

1.2 Problemática.

El Centro de Salud Morro Solar se encuentra con una opción tarifaria de tipo monofásica, además de tener luminarias antiguas, algunos equipos eléctricos que ya sobrepasaron su tiempo de vida útil, equipos biomédicos que no son tecnología reciente, sino tradicionales que consumen una mayor cantidad de energía frente los nuevos equipos de última generación. La realidad de este centro en cuanto a su sistema eléctrico no asegura un eficiente uso de este recurso. En su facturación mensual se puede observar el elevado costo por su consumo de energía eléctrica, por esto la presente investigación toma en cuenta la mejora de la eficiencia energética del sistema eléctrico.

1.3 Planteamiento de Problema.

¿La evaluación energética del sistema eléctrico mejorará la eficiencia de su uso y de la reducción de su facturación del Centro de Salud Morro Solar?

1.4 Hipótesis.

El consumo eficiente de energía eléctrica en el Centro de Salud Morro Solar, es necesario realizar un diagnóstico del sistema eléctrico para identificar la tarifa apropiada, sustituir luminarias actuales por luminarias LEDs y realizar una renovación de equipos eléctricos, sustituyendo equipos antiguos por equipos nuevos y más eficientes.

1.5 Justificación.

La eficiencia energética genera ahorro de energía, por lo cual es un aporte económico que contribuye al desarrollo de un país. Hernández, et al., (2017) concluyeron que el uso racional y la eficiencia energética, requiere de planes estratégicos que son propios de cada país en virtud de las características locales políticas, económicas, sociales, entre otras.

En el Perú, el Plan Energético Nacional 2014-2025 impulsa la política de eficiencia energética dirigida a la disminución de la dependencia externa, el aumento de la competitividad del sector energía, menores impactos ambientales y mejora en el acceso de energía. El efecto de esta política en materia de reducción del gasto y/o costos operativos de los consumidores en todos nivel, residencial, industrial, público y transporte, es significativo y contribuye de esta manera a aumentar su ingreso disponible y competitividad. La reducción del gasto y/o costos operativos se logra disminuyendo el consumo final de electricidad y diésel mediante el uso de tecnologías más eficientes tales como luminarias LED, termas solares, cocinas a leña mejorada, cogeneración y la sustitución de calderos y motores eléctricos por otros de mayor eficiencia. (Saavedra, Rey, y Luyo, 2016).

El uso de la energía es un problema para el medio ambiente, por lo cual la eficiencia energética contribuiría para disminuir el calentamiento global. Según Duarte, (2007) mediante un artículo concluyo, el incremento de la eficiencia y la reducción de los impactos negativos sobre el medio ambiente es una tarea colectiva, en la que participan ciudadanos, empresas y administraciones públicas.

La energía eléctrica es fuente de salud al momento que se utiliza en el funcionamiento de los equipo para salvar la vida de pacientes, por esta razón es muy importante que los centros de salud contribuyan con el uso eficiente de la energía en el sistema eléctrico y más importante aún, que el personal sea consciente de las medidas tomadas entre salud - energía y sean los responsables del ahorro energético.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Evaluar la eficiencia energética del sistema eléctrico del centro de salud morro solar, en la provincia de Jaén-Cajamarca.

2.2 Objetivos específicos.

- Diagnosticar los parámetros eléctricos e identificar las cargas instaladas del sistema eléctrico en el Centro de Salud Morro Solar.
- Proponer alternativas para mejorar la eficiencia energética del centro de salud morro solar- Jaén de acuerdo al diagnóstico realizado.
- Evaluar la factibilidad económica de la implementación de las propuestas de mejora.

III. MATERIAL Y METODOS

3.1 El objeto de estudio

La eficiencia del sistema eléctrico del Centro de Salud Morro Solar, tiene como elementos principales el sistema de iluminación, selección de una posible tarifa adecuada y cambio de equipos eléctricos antiguos o poco eficientes.

3.2 Ubicación de área de estudio.

3.2.1 Ubicación geográfica

El Centro de Salud Morro Solar está ubicado en la calle Alfredo Bastos N° 630, de la provincia de Jaén - departamento de Cajamarca. Según coordenadas: latitud -5.715523 , longitud -78.807827 .



Figura 1. Mapa de ubicación de área de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Tipo de investigación.

El tipo de investigación es cuantitativa y aplicada, en un nivel de investigación descriptiva y no experimental.

3.4 Técnicas y procedimientos.

3.4.1 Diagnóstico del sistema eléctrico del Centro de Salud Morro Solar-Jaén (CSMS).

La energía eléctrica está tomada de la red de distribución eléctrica que posee la compañía Electro Oriente S.A. en la zona urbana objeto del estudio.

3.4.1.1 Descripción del usuario

Rubro comercial: Establecimiento destinado para la atención y asistencia a enfermos.

Horario de trabajo: Las 24 horas de los 7 días de la semana.

Ubicación geográfica: En la ciudad de Jaén, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca.

Tipo de clima: Clima caluroso todo el año.

Tiempo de operación del sistema eléctrico: Las 24 horas de los 7 días de la semana.

3.4.1.2 Descripción del suministro de energía eléctrica

En el Centro de Salud Morro Solar posee un suministro eléctrico monofásico-aéreo tipo C1.1, tarifa BT5B no residencial, tensión de 220V y una potencia contratada de 1kW. Serie del medidor N° 02018153327 en dos hilos.



Figura 2. Medidor de consumo eléctrico del CSMS.
Fuente: Elaboración propia.

3.4.1.3 Descripción de energía eléctrica interior

Cuenta con un tablero general con barras de cobre de la cual parten 15 circuitos que alimentan distintos ambientes del edificio. Se encontró conductores sólidos y cableados de marca indeco tipo Thermoplastic Building Wire Moisture (TW) canalizados en tubos de policloruro de vinilo (PVC) y entre otros circuitos con canaletas. Para realizar este estudio se ha dividido el edificio en cuatro pabellones más dos ambientes pequeños, en los cuales tenemos equipos eléctricos de oficina, equipos biomédicos, luminarias y aires acondicionados como las cargas principales de dicho centro de salud.



Figura 3. Tablero Eléctrico general del CSMS
Fuente: Elaboración propia.

3.4.1.4 Descripción de energía activa

La energía activa es aprovechada por los equipos y luminarias del edificio en un determinado tiempo, su unidad de medida es Wh. Mediante el analizador de redes marca METREL modelo MI 2892 (ver anexo 2) y el software Metrel PowerView, se obtuvo valores de energía activa que nos indican el estado del sistema eléctrico, lo cual tiene como principio la ecuación (1):

$$E = P * t \quad (1)$$

Donde:

E : Energía activa (Wh)

P : Potencia activa (W)

t : Tiempo (h)

A continuación, mostramos una gráfica del consumo de energía activa durante 7 días en el Centro de Salud Morro Solar-Jaén, en cual se aprecia que el máximo consumo fue de 537,7 Wh el día 12/10/2019, a las 8 horas con 10 minutos.

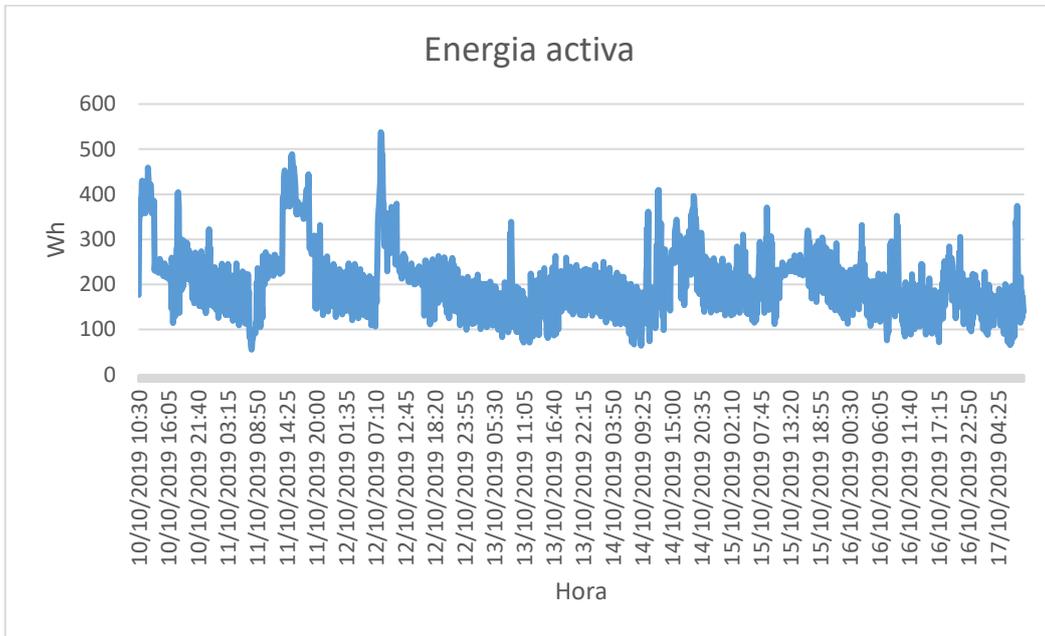


Figura 4. Consumo de energía activa.
Fuente: Elaboración propia. Data del analizador de redes.

3.4.1.5 Potencia activa

Mediante el equipo analizador de redes instalado en el CSMS, se obtuvo los datos de una semana del 10 de octubre del 2019 hasta el 17 de octubre del mismo año. Para medir la potencia activa el equipo tuvo como base a la ecuación (2):

$$P_{activa} = V \cdot I \cdot \cos\phi \quad (2)$$

Donde:

- P_{activa} : Potencia activa (W)
- V : Tensión (V)
- I : Corriente (A)
- $\cos\phi$: Factor de potencia

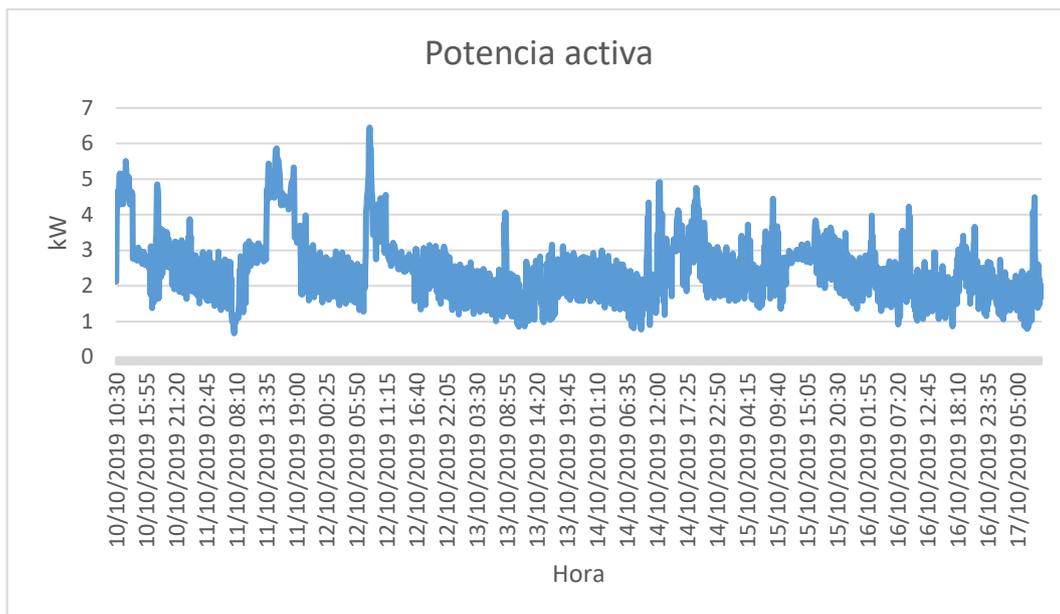


Figura 5. Consumo potencia activa.
Fuente: Elaboración propia. Datos del analizador de redes.

Tabla 1

Energía y potencia activa promedio diario en el Centro de Salud Morro Solar-Jaén.

| | Día 1 | Día 2 | Día 3 | Día 4 | Día 5 | Día 6 | Día 7 |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| E. Activa(W-h) | 221,99 | 266,07 | 189,82 | 165,13 | 222,96 | 207,57 | 165,03 |
| P. Activa(kW) | 4,13 | 4,58 | 3,65 | 3,85 | 4,34 | 3,96 | 4,03 |

Fuente: Elaboración propia. Datos del analizador de redes

3.4.1.6 Descripción de energía reactiva

Las concesionarias eléctricas penalizan en factura, el consumo de energía reactiva a partir de un cierto valor (30% de energía total). Por lo cual el Centro de Salud Morro Solar registra consumos de energía reactiva inferiores a lo que indica la concesionaria en algunas opciones tarifarias.

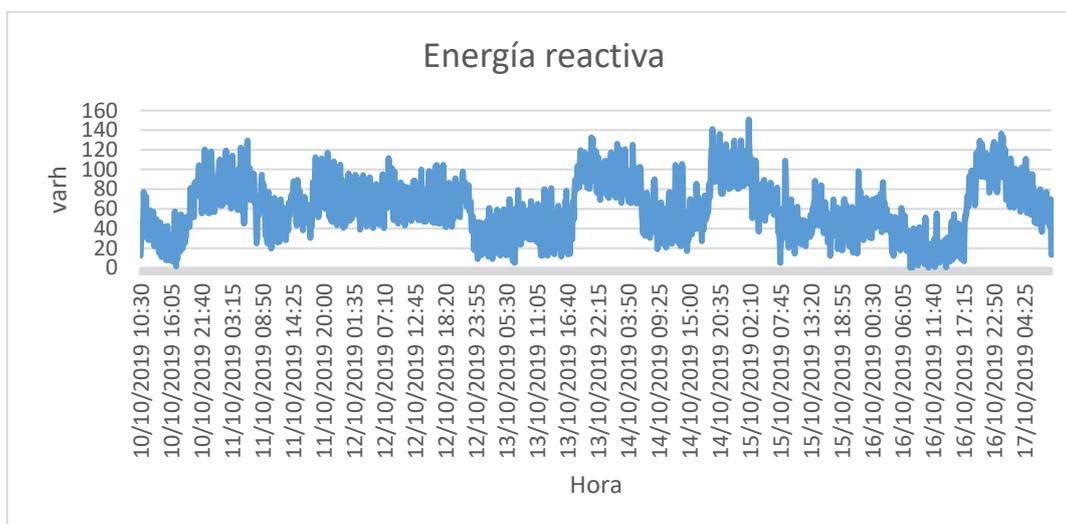


Figura 6. Consumo energía reactiva.
Fuente: Elaboración propia. Datos del analizador de redes.

La concesionaria Electro oriente SA, especifica en su pliego tarifario que la tarifa BT5B no tiene ningún cargo por energía reactiva.

3.4.1.7 Potencia reactiva

A continuación se muestra los valores de potencia reactiva en la cual el equipo analizador tiene como base la ecuación (3):

$$Q = V.I.sen(\phi) \tag{3}$$

Donde:

Q : Potencia reactiva (kVAr)

V : Tensión (V)

I : Corriente (A)

Φ : Angulo de desfase

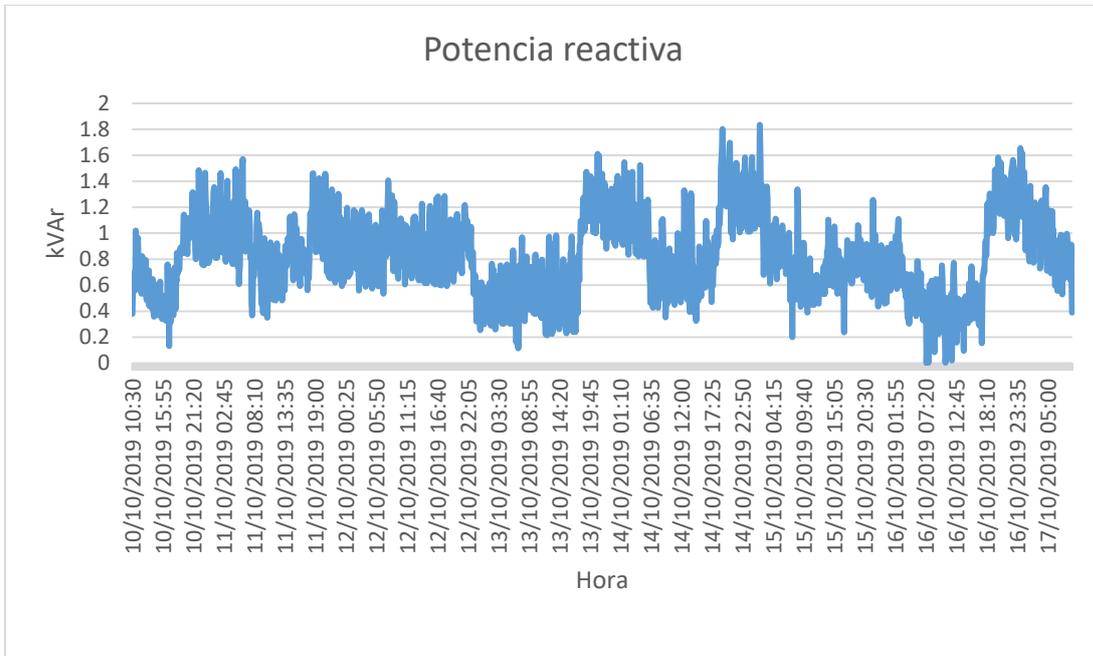


Figura 7. Consumo de potencia reactiva.
Fuente: Elaboración propia. Datos del analizador de redes.

Tabla 2

Promedio de energía y potencia reactiva.

| | Día 1 | Día 2 | Día 3 | Día 4 | Día 5 | Día 6 | Día 7 |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| E. Reactiva(kVArh) | 59,2 | 51,8 | 65,7 | 51,4 | 46,0 | 16,4 | 10,5 |
| P. Reactiva(kVAr) | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,4 | 0,3 |

Fuente: Elaboración propia. Datos del analizador de redes.

3.4.1.8 Descripción de energía aparente y factor de potencia.

La energía aparente consumida por los equipos y luminarias del Centro de Salud Morro Solar en un tiempo de 7 días, Esta dado por la suma vectorial de la energía activa más la energía reactiva.

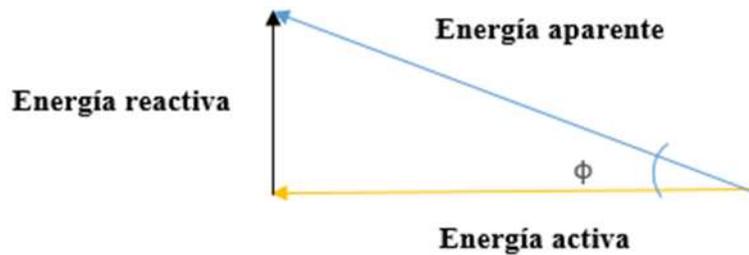


Figura 8. Diagrama vectorial del factor de potencia.
Fuente: Elaboración propia.

La potencia aparente lo podemos deducir con la ecuación (4):

$$\text{Energía aparente} = \sqrt{(\text{energía activa})^2 + (\text{energía reactiva})^2} \quad (4)$$

A continuación mostramos la gráfica de consumo de energía aparente para 7 días en el CSMS.

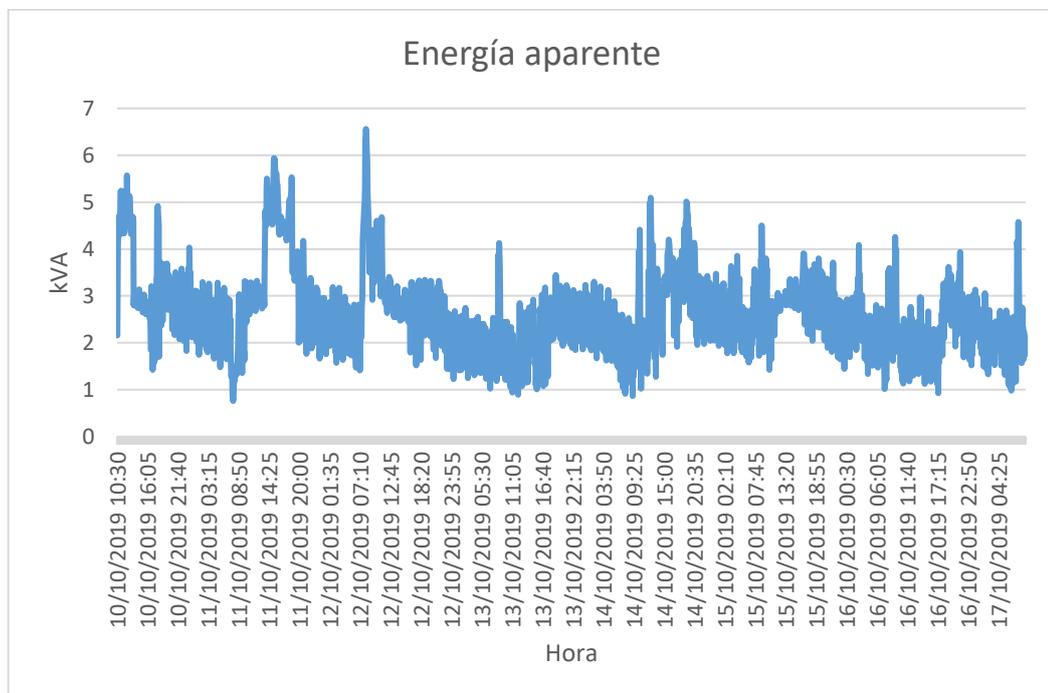


Figura 9. Consumo de energía aparente.
Fuente: Elaboración propia. Datos del analizador de redes.

Tabla 3

Promedio de potencia aparente (kVA).

| | Día 1 | Día 2 | Día 3 | Día 4 | Día 5 | Día 6 | Día 7 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P. Aparente | 4,8 | 5,1 | 4,3 | 4,8 | 5,1 | 4,6 | 5,0 |

Fuente: Elaboración propia. Datos del analizador de redes

a) Factor de potencia

El factor de potencia nos permite observar la eficiencia del consumo eléctrico en el CSMS, como lo mostramos en la figura n° 10, la cual fue registrada por el equipo analizador que tiene como base a la ecuación (5):

$$\text{Cos}(\phi) = \frac{E.\text{activa}}{E.\text{aparente}} \quad (5)$$

En el gráfico de factor de potencia podemos apreciar que el día 6 hubo una mala utilización de la energía, donde el mínimo sería un $\text{Cos}(\phi) = 0.001$ y los demás días estarían entre 0.8 y 0.9

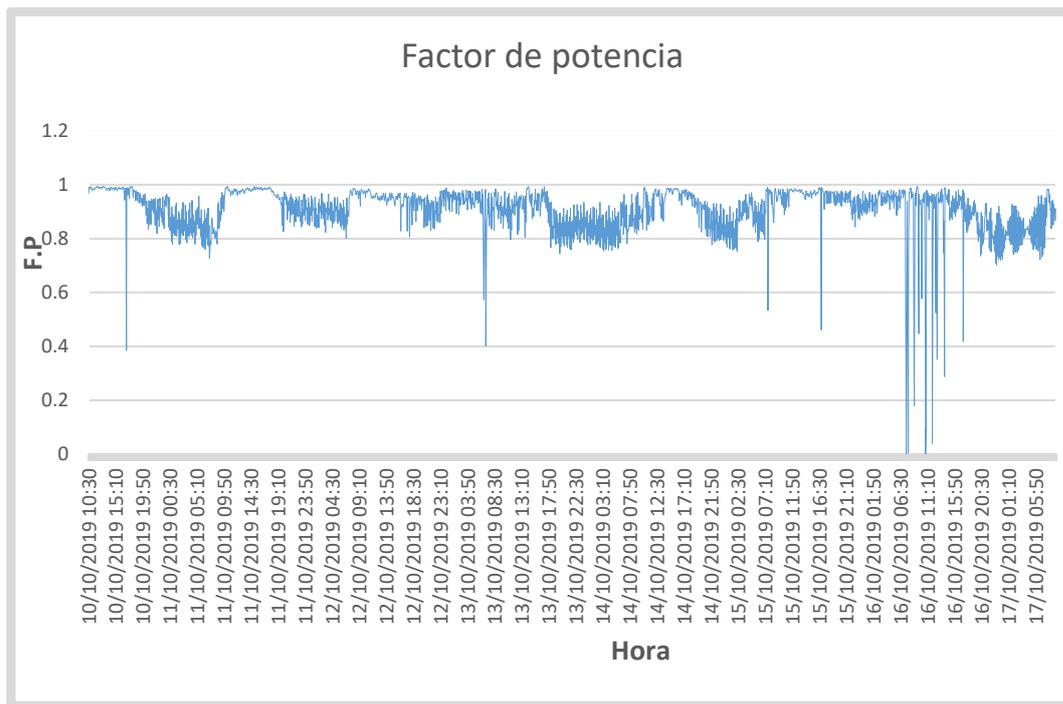


Figura 10. Variación de factor de potencia.
Fuente: Elaboración propia. Datos del analizador de redes.

Tabla 4

Promedio del factor de potencia

| | Día 1 | Día 2 | Día 3 | Día 4 | Día 5 | Día 6 | Día 7 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| F.P | 0,92 | 0,94 | 0,93 | 0,88 | 0,91 | 0,93 | 0,85 |

Fuente: Elaboración propia. Datos del analizador de redes

3.4.1.9 Descripción de la distorsión armónica total (THD) y distorsión de demanda total (TDD).

(Ríos, 2014) En su artículo describe, los armónicos de voltaje y corrientes sinusoidales con frecuencia que son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental del sistema, usualmente de 50 Hz o 60 Hz. Las ondas distorsionadas pueden ser descompuestas en una sumatoria de la frecuencia fundamental y los armónicos. El orden armónico se obtiene por la ecuación (6):

$$h = \frac{f_h}{f_1} \quad (6)$$

Donde:

- h :orden armónico.
- fn :razón de la frecuencia de un armónico
- f1 : frecuencia fundamental.

a) Variación de frecuencia del sistema eléctrico del Centro Médico Morro Solar - Jaén.

Estas pueden ser originadas por la planta generadora, como también dentro la instalación eléctrica del cliente cuando se produce averías en equipos con controladores de velocidad también provoca este problema.

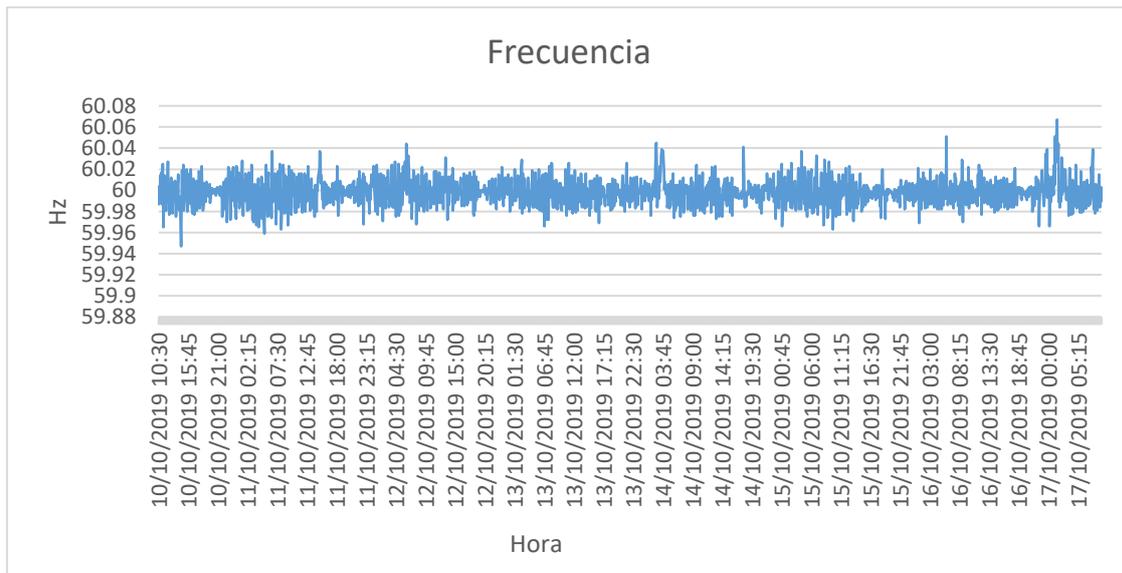


Figura 11. Variación de frecuencia.

Fuente: Elaboración propia. Data del analizador de redes.

Tabla 5

Promedio de variación de frecuencia.

| | Día 1 | Día 2 | Día 3 | Día 4 | Día 5 | Día 6 | Día 7 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Frecuencia | 60,02 | 60,01 | 60,00 | 59,99 | 59,99 | 59,99 | 60,00 |

Fuente: Elaboración propia. Datos del analizador de redes.

b) Medidas de distorsión en corriente y tensión.

Para lograr un mejor diagnóstico del sistema eléctrico en CSMS, se obtuvo las mediciones de las distorsiones armónicas en THD y TDD, por lo cual señalamos las ecuaciones que el equipo analizador toma como base para registrar las medidas.

Los valores se obtienen por las ecuaciones (7) y (8)

$$THD \text{ corriente} = \frac{\sqrt{\sum_{h=1}^{\infty} I_h^2}}{I_1} \times 100\% \tag{7}$$

$$THD \text{ voltaje} = \frac{\sqrt{\sum_{h=1}^{\infty} V_h^2}}{V_1} \times 100\% \tag{8}$$

- h : Orden armónico.
- I_h y V_h : Magnitud de armónica individual.
- I_1 : Corriente fundamental de carga.
- V_1 : Tensión fundamental de carga.

A continuación se muestra unos gráficos obtenidos del analizador de redes, el análisis se realizó en el periodo de siete días.

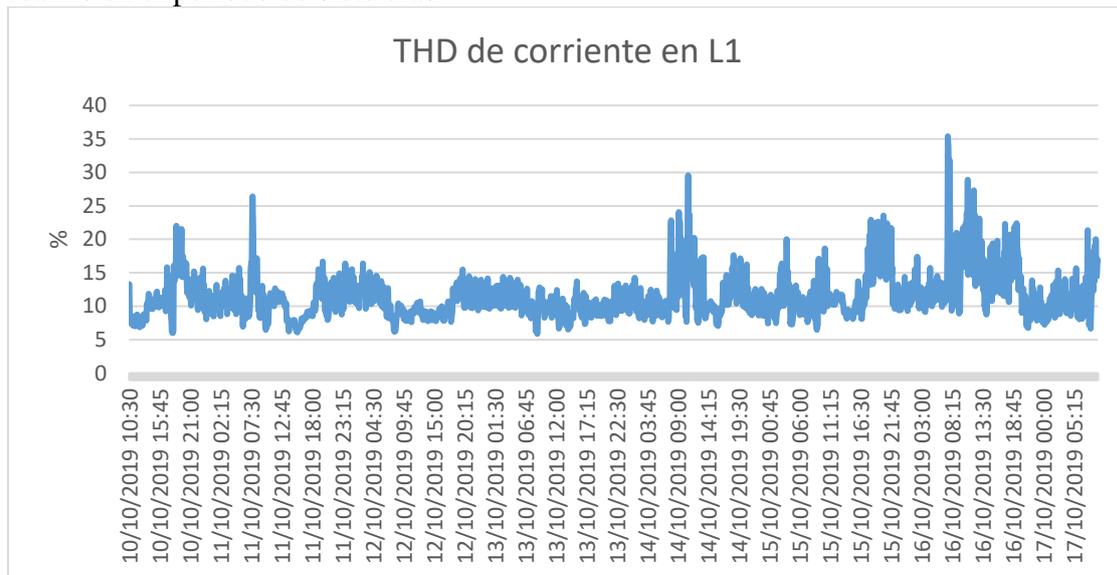


Figura 12. THD de corriente en línea 1.
Fuente: Elaboración propia. Datos del analizador de redes.

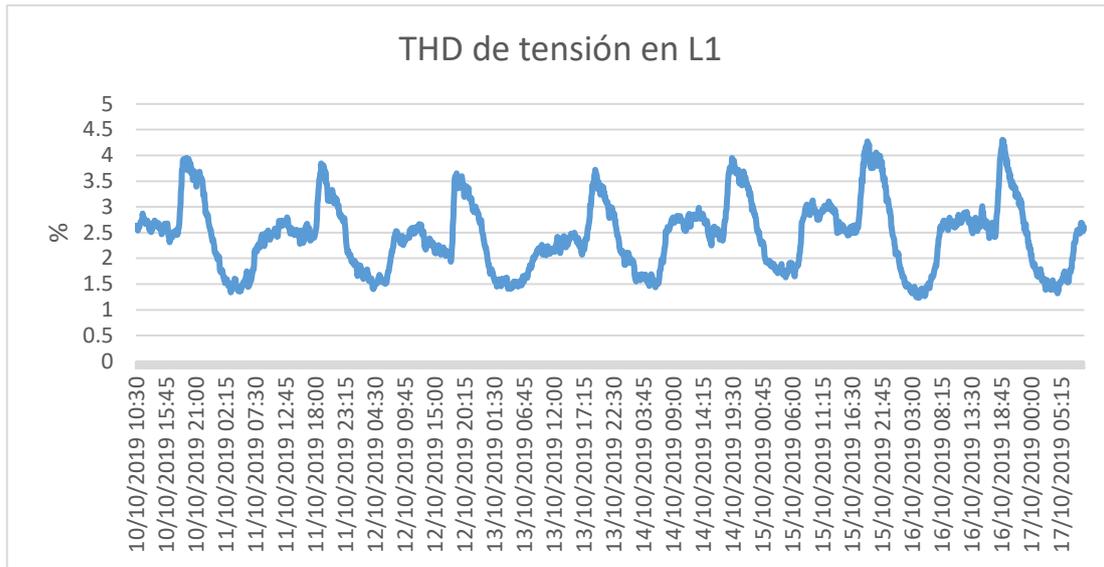


Figura 13. THD de tensión en línea 1.

Fuente: Elaboración propia. Datos del analizador de redes.

Tabla 6

Promedio THD de corriente y tensión. (%)

| | Día 1 | Día 2 | Día 3 | Día 4 | Día 5 | Día 6 | Día 7 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tensión | 2.54 | 2.44 | 2.30 | 2.46 | 2.72 | 2.75 | 2.67 |
| Corriente | 10.95 | 9.52 | 9.07 | 20.12 | 13.14 | 13.91 | 22.90 |

Fuente: Elaboración propia. Datos del analizador de redes.

c) Distorsión de demanda total

Para obtener una mejor visualización en el diagnóstico con respecto a las distorsiones armónicas, se plasmó las mediciones registradas de la distorsión de demanda total (TDD). La TDD nos da un mejor entendimiento sobre cuánto impacto de distorsión armónica hay en nuestro sistema eléctrico. Supongamos que podríamos tener THD muy alta pero la carga del sistema es baja. En este caso el impacto sobre el sistema también es bajo. Su cálculo está dado por la ecuación (9):

$$TDD = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_L} \times 100\% \quad (9)$$

Donde:

I_h : Magnitud de la armónica individual

h : orden armónico.

L : demanda máxima de la corriente fundamental de carga, que se calcula como el promedio máximo mensual de demanda de corriente de los últimos meses o puede estimarse.

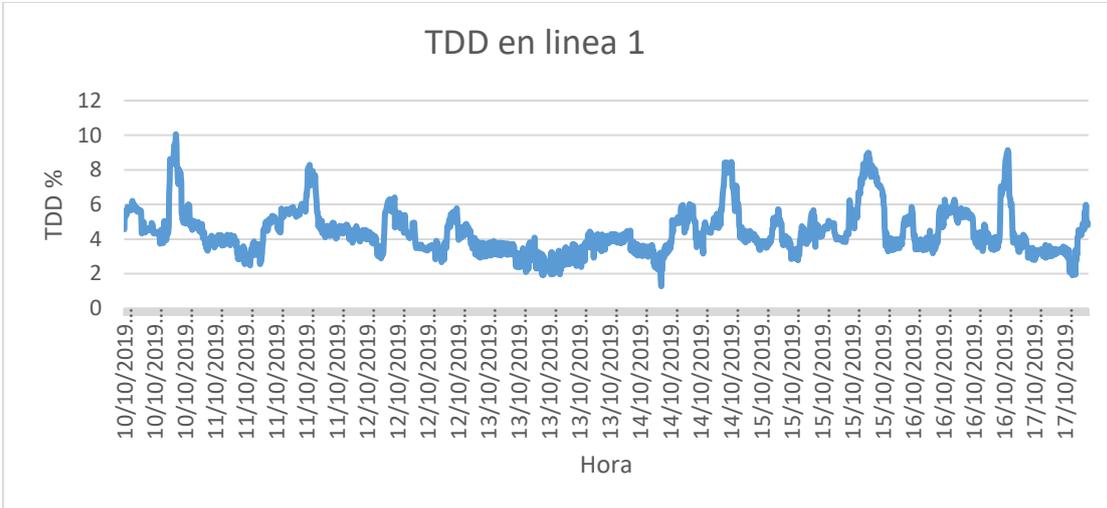


Figura 14. TDD de línea 1.

Fuente: Elaboración propia. Datos del analizador de redes.

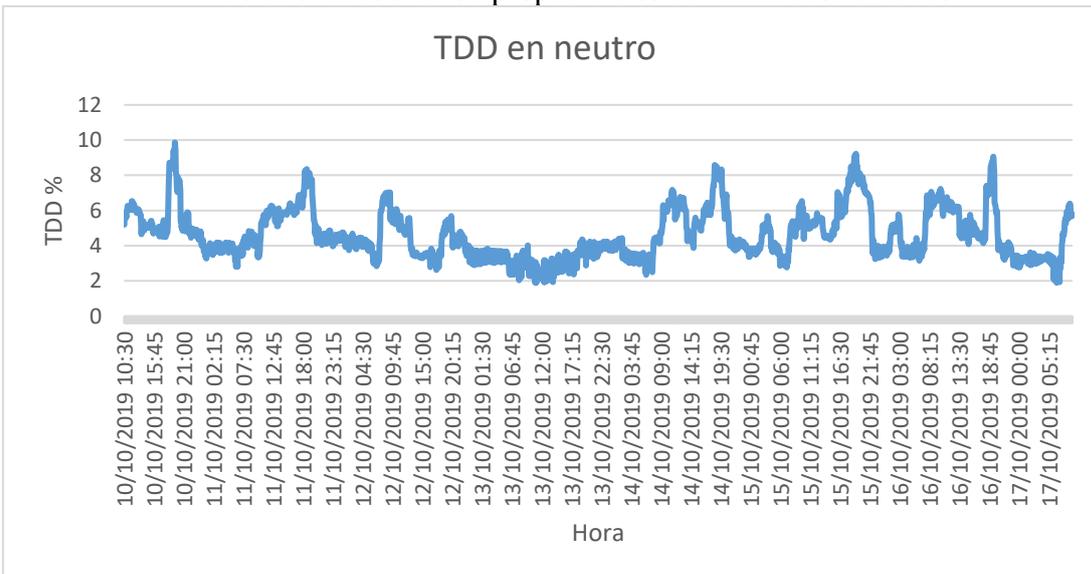


Figura 15. TDD de neutro.

Fuente: Elaboración propia. Datos del analizador de redes.

Tabla 7

Promedio de distorsión de demanda total (TDD).

| | Día 1 | Día 2 | Día 3 | Día 4 | Día 5 | Día 6 | Día 7 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| LINEA | 4,21 | 4,94 | 4,12 | 3,66 | 5,08 | 4,88 | 5,29 |
| NEUTRO | 4,84 | 5,55 | 4,10 | 4,27 | 6,04 | 5,75 | 6,20 |

Fuente: Elaboración propia. Datos del analizador de redes

3.4.1.10 Descripción de eventos de tensión

Se registró los eventos de tensión realizados durante la semana que se instaló el equipo analizador, con el fin de observar la calidad y la eficiencia del sistema eléctrico.

En un artículo científico, Astorga (2013), afirma que la caída de tensión para un sistema monofásico, es la corriente que circula por un alimentador monofásico, KR y KX son factores de corrección que dependen del grado de utilización de la corriente que circula por el neutro, R es la resistencia del conductor (en Ω/Km), X es la reactancia del conductor (Ω/Km), θ es el ángulo de la impedancia del conductor (en grados) y L es la longitud del conductor (en Km).

Del concepto de caída de tensión monofásica de autor anterior se deduce que está dada por la siguiente ecuación (10).

$$\Delta V = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot P}{V \cdot S} \quad (10)$$

Donde:

ΔV : Caída de tensión

ρ : coeficiente de resistividad del material

L : longitud

P : Potencia activa

V : tensión

S : sección del conductor.

Tabla 8

Caídas de tensión registradas.

| Tipo de evento | Hora de inicio | Hora final | Duración | Fase | Valor residual | Unidad |
|-----------------------|-----------------------|-------------------|-----------------|-------------|-----------------------|---------------|
| Caída | 10:49,5 | 10:49,5 | 00:00,0 | L1 | 197,5872 | V |
| Caída | 07:07,1 | 07:07,4 | 00:00,3 | L1 | 188,9469 | V |
| Caída | 03:59,8 | 03:59,8 | 00:00,1 | L1 | 197,4466 | V |
| Caída | 02:24,5 | 02:24,5 | 00:00,1 | L1 | 193,4523 | V |
| Caída | 40:09,4 | 40:09,5 | 00:00,1 | L1 | 162,0254 | V |
| Caída | 40:04,3 | 40:04,5 | 00:00,2 | L1 | 124,9325 | V |
| Caída | 50:37,8 | 50:37,8 | 00:00,0 | L1 | 193,1247 | V |
| Caída | 22:11,7 | 22:11,8 | 00:00,1 | L1 | 192,5514 | V |
| Caída | 21:10,0 | 21:10,0 | 00:00,1 | L1 | 196,1877 | V |
| Caída | 37:09,9 | 37:09,9 | 00:00,1 | L1 | 195,1839 | V |
| Caída | 37:08,9 | 37:08,9 | 00:00,0 | L1 | 197,5863 | V |

Fuente: Elaboración propia. Datos del analizador de redes

De lo contrario las sobretensiones son la elevación del voltaje, en nuestro caso sería cuando la tensión está por encima de 220V, bien puede ser permanente o transitoria pero de igual forma causa daños en los equipos de oficina y biomédicos.

Tabla 9
Sobretensiones registradas.

| Tipo de evento | Hora de inicio | Hora final | Duración | Fase | Valor residual | Unidad |
|-----------------------|-----------------------|-------------------|-----------------|-------------|-----------------------|---------------|
| Sobretensión | 12:40:04,6 | 12:40:09,1 | 00:04,4 | L1 | 234,0331 | V |
| Sobretensión | 12:40:09,5 | 12:41:12,5 | 01:02,9 | L1 | 236,4487 | V |

Fuente: Elaboración propia. Datos del analizador de redes

3.4.2 Descripción de las cargas eléctricas.

Se llevó a cabo la recolección de datos de las principales cargas eléctricas del Centro de Salud Morro Solar, en la cual tomamos en cuenta:

- Sistema de iluminación.
- Sistema de aire acondicionado.
- Equipos de oficina.
- Equipos biomédicos.
- Cámaras de seguridad, tv y ventiladores.

3.4.2.1 Sistema de iluminación de Centro de Salud Morro Solar.

La iluminación de las diferentes ambientes del edificio (oficinas, consultorio, laboratorio, sala de espera, farmacia, baños, auditorio, sala de pacientes y pasadizos), está dado por fluorescentes, focos ahorradores y dicroicos LEDs. Hemos dividido el edificio según lo especificado anteriormente, para contabilizar las luminarias y poder calcular el consumo máximo. Se ha encontrado focos ahorradores de 27W, 30W y 75 W, tubos fluorescentes tipo T5 de 110W y un foco incandescente de la cual medimos la iluminancia de los ambientes mediante un luxómetro, y se verificamos a base de la norma EM-010 de instalaciones interiores. A continuación se describe la carga total del sistema de iluminación del Centro de Salud Morro Solar-Jaén.

a) **Carga de iluminación.**

Tabla 10
Inventario de luminarias y su potencia instalada.

| Luminarias | Potencia(Watts) | Cantidad | Potencia total (Watts) |
|-------------------------------|------------------------|-----------------|-------------------------------|
| Pabellón 1 | | | |
| Foco ahorrador | 27 | 79 | 2133 |
| Tubo Fluorescentes | 110 | 20 | 2200 |
| Pabellón 2 | | | |
| Foco ahorrador | 27 | 32 | 864 |
| Foco ahorrador | 75 | 10 | 750 |
| Tubo Fluorescentes | 110 | 9 | 990 |
| Pabellón 3 | | | |
| Foco ahorrador | 27 | 9 | 243 |
| Tubos Fluorescentes | 110 | 4 | 440 |
| Pabellón 4 | | | |
| Foco ahorrador | 27 | 33 | 891 |
| Foco ahorrador | 30 | 7 | 210 |
| Tubos Fluorescentes | 110 | 2 | 220 |
| Foco incandescente | 100 | 1 | 100 |
| Caseta de vigilancia. | | | |
| Foco ahorrador | 30 | 1 | 30 |
| Plataforma del usuario | | | |
| Dicroicos Led | 5 | 2 | 10 |
| Foco ahorrador | 30 | 1 | 30 |
| Total | | | 9111 W |

Fuente: Elaboración propia. Datos del CSMS

Sumando un total de todas las cargas de los diferentes ambientes del edificio obtenemos un total de 9,111KW de potencia instalada en luminarias. En el siguiente gráfico se muestra la distribución de luminarias por tipo.

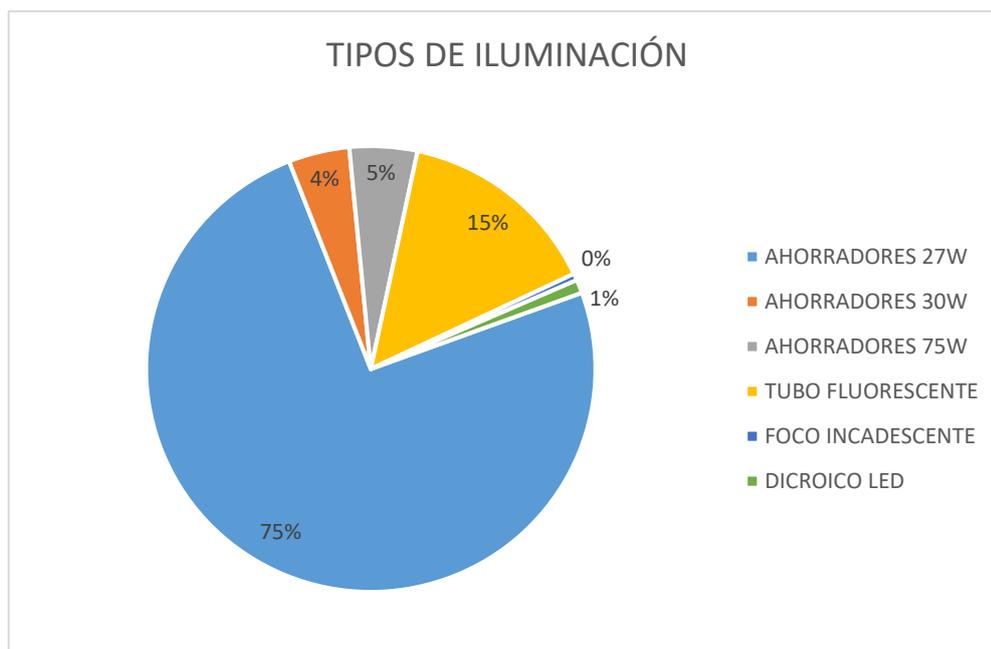


Figura 16. Esquema tipo de iluminación.
Fuente: Elaboración propia

b) Niveles de iluminación del CSMS por ambientes.

Para medir la luminancia de los diferentes ambientes del edificio, nos hemos guiado a base del Reglamento Nacional de Edificaciones y utilizamos un luxómetro marca EXTECH INSTRUMENTS modelo 407026 (ver anexo 3).

Tabla 11

Análisis de la iluminación registrada según norma EM-010.

| Ambiente | Iluminación registrada (lux) | Iluminación según norma | Análisis |
|--|-------------------------------------|--------------------------------|-----------------|
| Pabellón 1 | | | |
| Piso 1 | | | |
| Consultorio médico N°3 | 52 | 500 | No cumple |
| Star de enfermería personal de hospitalización | 42 | 500 | No cumple |
| Área de descanso de personal de guardia | 35 | 300 | No cumple |
| Puerperio | 51 | 300 | No cumple |
| Área de pacientes hospitalizadas | 37 | 500 | No cumple |
| Pediatría | 48 | 500 | No cumple |
| Área de paciente en observación | 49 | 100 | No cumple |
| Monitoreo fetal y dilatación | 61 | 300 | No cumple |
| Sala de espera | 30 | 200 | No cumple |

| | | | |
|---|-----|-----|-----------|
| Sala de parto | 72 | 300 | No cumple |
| Ambiente del personal | 25 | 500 | No cumple |
| Área de esterilización | 54 | 300 | No cumple |
| SS.HH de paciente | 65 | 200 | No cumple |
| Corredor 1 | 19 | 50 | No cumple |
| Corredor 2 | 24 | 50 | No cumple |
| Piso 2 | | | |
| Servicio de admisión | 56 | 500 | No cumple |
| Consultorio de enfermería crecimiento y desarrollo | 28 | 500 | No cumple |
| Consultorio de obstetricia | 41 | 500 | No cumple |
| Consultorio de enfermería del escolar y adolescente | 32 | 500 | No cumple |
| Consultorio de odontología | 28 | 500 | No cumple |
| Promoción de salud | 21 | | No cumple |
| SS.HH de usuarios | 68 | 200 | No cumple |
| Salón (cadena de frio) | 30 | 500 | No cumple |
| Consultorio de enfermería inmunizaciones | 50 | 500 | No cumple |
| Consultorio de nutrición | 26 | 500 | No cumple |
| Corredor 1 | 12 | 50 | No cumple |
| Corredor 2 | 35 | 50 | No cumple |
| Pabellón 2 | | | |
| Piso 1 | | | |
| Tópico | 65 | 500 | No cumple |
| Consultorio de Febriles | 124 | 500 | No cumple |
| Sala de Emergencia | 54 | 500 | No cumple |
| Sala de Consultorio Médico 1 | 62 | 500 | No cumple |
| Consultorio Dental | 40 | 500 | No cumple |
| Laboratorio Clínico | 80 | 500 | No cumple |
| Consultorio Médico 2 | 87 | 500 | No cumple |
| Corredor | 34 | 50 | No cumple |
| Sala de Espera | 28 | 200 | No cumple |
| Baño | 49 | 50 | No cumple |
| Piso 2 | | | |
| Jefatura de Personal | 87 | 500 | No cumple |
| Centro de Emergencias y Desastres | 63 | 500 | No cumple |
| Logística | 21 | 500 | No cumple |
| Contabilidad | 36 | 500 | No cumple |
| Estadística y Unidad de Seguras | 25 | 500 | No cumple |
| Gerencia | 47 | 500 | No cumple |
| Corredor | 30 | 200 | No cumple |
| Sala de Espera | 40 | 200 | No cumple |
| Baño | 63 | 50 | Si cumple |

| Piso 3 | | | |
|---|-----|-----|-----------|
| Auditorio | 69 | 500 | No cumple |
| Baño | 38 | 50 | No cumple |
| Pabellón 3 | | | |
| Servicio de obstetricia | | | |
| Consultorio de Obstetricia 1 | 130 | 500 | No cumple |
| Consultorio de Obstetricia 2 | 67 | 500 | No cumple |
| Farmacia | 80 | 500 | No cumple |
| Estrategia TBC | 78 | 500 | No cumple |
| Sala de Espera | 54 | 200 | No cumple |
| Pasillos | 35 | 200 | No cumple |
| Bodega | 42 | 500 | No cumple |
| Pabellón 4 | | | |
| Oficina de Salud Ambiental zoonosis | 58 | 500 | No cumple |
| Consultorio de Psicología 1 | 86 | 500 | No cumple |
| Consultorio del Adulto Mayor y de Enfermedades no Transmisibles | 94 | 500 | No cumple |
| Oficina de Epidemiología (Enfermedades Metaxenicas) | 82 | 500 | No cumple |
| Consultorio 1 | 58 | 500 | No cumple |
| Consultorio 2 | 69 | 500 | No cumple |
| Consultorio 3 | 52 | 500 | No cumple |
| Archivo | 50 | 300 | No cumple |
| Consultorio de Psicología 2 | 80 | 500 | No cumple |
| Área de Microbiología | 83 | 500 | No cumple |
| Sala de Espera | 37 | 200 | No cumple |
| Baño de Personal | 21 | 50 | No cumple |
| Baños Usuario | 10 | 50 | No cumple |
| Caseta de Vigilancia | 100 | 300 | No cumple |
| Plataforma del Usuario | 85 | 500 | No cumple |

Fuente: Elaboración propia. Datos de luxómetro

c) **Determinación del flicker en el Centro de Salud Morro Solar**

Con el equipo analizador se registró el flicker durante la semana que se instaló, para tener un concepto claro sobre el flicker mencionamos al autor que mostramos a continuación.

En un estudio del flicker, Pila y Zambrano (2010) afirmaron que el flicker o parpadeo de la luz se define como “la impresión subjetiva de fluctuación de la luminancia”, de acuerdo con la CEI-555-1 (Comisión de Electrotecnia Internacional). Es un fenómeno de origen fisiológico, visual que presenta en los usuarios de lámparas alimentadas por una fuente común a los circuitos de iluminación y también a algún tipo de carga. El flicker produce

cierta molestia en la vista de los seres humanos, que se manifiesta principalmente en las lámparas que operan con baja tensión, sin embargo, las llamadas fuentes perturbadoras, que producen el fenómeno de parpadeo, se pueden encontrar conectadas en cualquier nivel de tensión. El flicker se presenta en función en dos parámetros adimensionales: Pst (corta duración) y Plt (larga duración).

Definición del Pst

El valor del Pst se calcula con un algoritmo multipunto, que usa 5 puntos denominados $P_{0,1}$, P_1 , P_3 , P_{10} y P_{50} , leídos de la curva de probabilidad acumulativa, el valor del Plt se obtiene a partir de varios valores de Pst. El Pst se evalúa sobre un periodo de 10 minutos y el Plt se calcula para 12 valores del Pst en un periodo de 2 horas. (Pila & Zambrano, 2010). Su cálculo está dado por la ecuación (11):

$$Pst = [K_{0,1}P_{0,1} + K_1P_1 + K_3P_3 + K_{10}P_{10} + K_{50}P_{50}]^{1/2} \quad (11)$$

Donde:

P_n : Nivel de las curvas de probabilidad acumuladas que tienen una probabilidad $n\%$ de ser superadas.

K_n : Coeficiente de ponderación dados en la norma española CEI-868

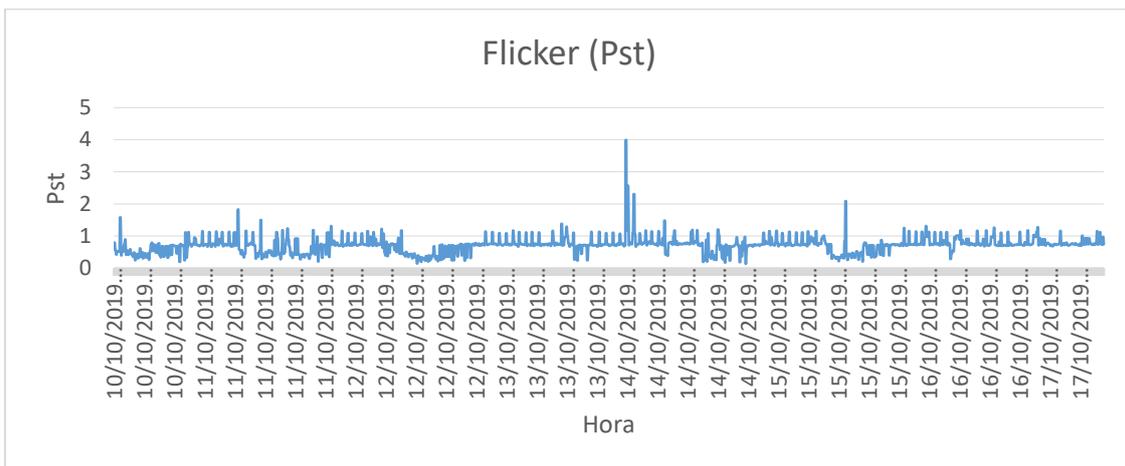


Figura 17. Data de Flicker (Pst) de analizador de redes.

Fuente: Elaboración propia.

Definición del Plt.

Es deducida del Pst a través de la ecuación (12):

$$Plt = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^N Pst_i^3}{N}} \tag{12}$$

Donde:

Pst i (i=1, 2, 3,...) : son los valores consecutivos de Pst.

El orden de magnitud del límite tolerable es de Plt= 0,74

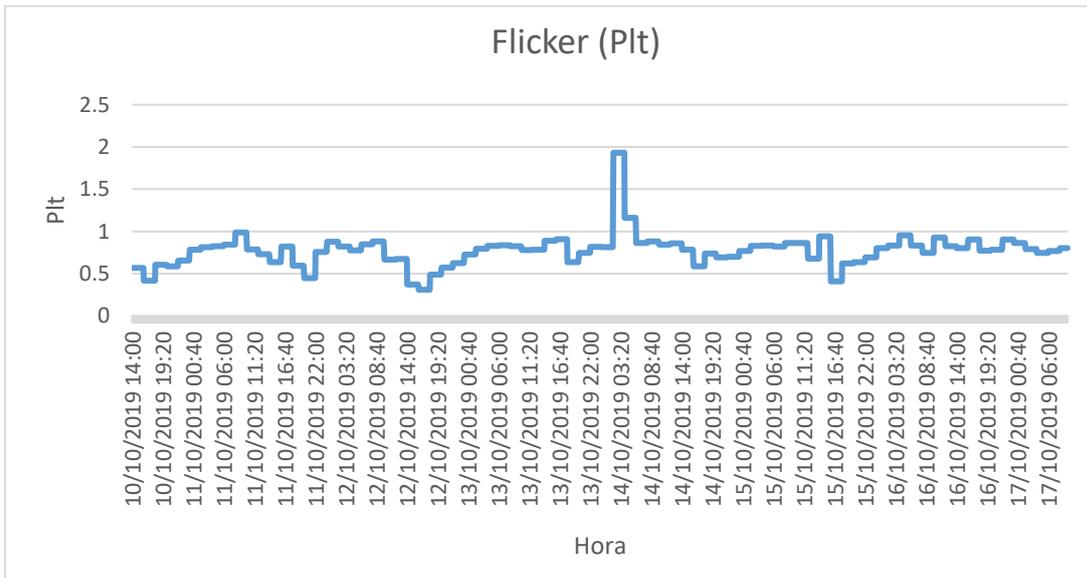


Figura 18. Data de Flicker (Plt) del analizador de redes.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12

Promedio de flicker en Plt y Pst.

| | Día 1 | Día 2 | Día 3 | Día 4 | Día 5 | Día 6 | Día 7 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Plt1 | 0.79 | 0.73 | 0.72 | 0.81 | 0.85 | 0.90 | 0.87 |
| Pst1 | 0.30 | 0.62 | 0.61 | 0.75 | 0.76 | 0.59 | 0.74 |

Fuente: Elaboración propia. Datos del analizador de redes

3.4.2.2 Equipos de aire acondicionado

Quadri, (2001) nos afirma en su libro que una instalación típica de aire acondicionado para confort, que consiste en una unidad para el tratamiento del aire del tipo central, que está alejada del espacio que se acondiciona y el aire llega al mismo, distribuido por una red de conductos que sirve tanto para refrigerar como para calefaccionar.

El Centro de Salud Morro Solar cuenta con 9 equipos de aire acondicionado, de las cuales encontramos algunas en mal estado, describiremos todas e indicaremos su potencia instalada.

Tabla 13 *Inventario de aires acondicionados.*

| Aires acondicionados | Potencia instalada (watts) |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| York PTC36 | 3960 |
| Innovair VWM10H25 | 149,4 |
| Innovair VWM10H26 | 1491,4 |
| Innovair VWM10H25 | 1491,4 |
| York YOEA24FS-ADT | 908,7 |
| lennox KF25-09C-GW-E | 2150 |
| Innovair VWM10H25 | 745,7 |
| York YOEA24FS-ADT | 908,7 |
| Midea MSMA-24CRN1 | 3400 |
| Total | 16547,3 |

Fuente: Elaboración propia. Datos del manual del fabricante

En todo el sistema de climatización contamos con una potencia instalada de 16,5473 kW, la mayoría funciona a partir de las 3 de la tarde hasta las 6 pm, excepto el aire acondicionado que está ubicado en el aula de cadena de frio donde se conservan las vacunas, esta se encuentra encendida casi todo el día.

3.4.2.3 Equipos de oficina.

El Centro de Salud Morro Solar cuenta con un total de 21 computadoras, 18 impresoras y una fotocopidora. En equipos eléctricos de oficina tenemos una potencia nominal instalada de 20,173 kW, dentro de los equipos eléctricos mencionados la mayoría se encuentra en muy buen estado. A continuación lo detallamos en la tabla 14.

Tabla 14
Inventario de computadoras e impresoras.

| Equipos | Potencia instalada (Watts) |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Pabellón 1 | |
| Impresoras | |
| HP LaserJet P1006 | 638 |
| HP Laser Dest 1536 dnf MFP | 40 |
| HP Laser Jet P1102W | 1560 |
| HP Laser Jet P1102W | 1560 |
| Computadoras (CPU + Monitor) | |
| VIEWSONIC VA1912M | 220 |

| | |
|-------------------------------------|------|
| HP LV 2011 | 262 |
| Samsung SyncMaster 2253BW | 245 |
| DELL P2717H | 255 |
| HP LV 2011 | 224 |
| 192T Samsung SyncMaster 19 | 245 |
| Pabellón 2 | |
| Impresoras | |
| HP Laser Jet P1102W | 1560 |
| HP Color LaserJet Pro M479fdw | 550 |
| Fotocopiadora | |
| Bizhub 423 | 1500 |
| Computadoras (CPU + Monitor) | |
| LG FLaTRON W1943s | 221 |
| LG FLATRON L1753T | 230 |
| SAMSUMG S22D300NY | 222 |
| LG FLATRON E1941-BN | 224 |
| HP LV2011 | 224 |
| HP LV2011 | 224 |
| LENOVO I5-6400T | 230 |
| HP V223 | 225 |
| Pabellón 3 | |
| Impresoras | |
| Laser jet P1006 | 638 |
| Laser jet Pro M203dw | 682 |
| EPSON LQ-590 | 42 |
| EPSON LX-300 | 66 |
| EPSON LX-350 | 27 |
| Computadoras (CPU + Monitor) | |
| Lenovo Thinkvision E2054 | 220 |
| LG 29WK600-W 29" IPS LED | 232 |
| HP LV2011 | 262 |
| Pabellón 4 | |
| Impresoras | |
| HP Jet pro M203DW | 682 |
| HP laser Jet M1132 MFP | 365 |
| Epson LQ-590 | 42 |
| HP Laser Jet P1006 | 638 |
| Computadoras (CPU + Monitor) | |
| HP LV2011 | 224 |
| Samsung SyncMaster 633NW | 245 |

| | |
|--------------------------|--------------|
| Samsung SyncMaster B2230 | 245 |
| LG Flatron E1941S | 224 |
| Total | 20173 |

Fuente: Elaboración propia. Data del manual del fabricante

3.4.2.4 Equipos biomédicos y refrigeradoras

Encontramos equipos que son muy antiguos como también encontramos equipos modernos, por lo que se propone un cambio de aquellos equipos biomédicos que consumen mucho más que un moderno. Estos equipos tienen una vida útil de 7 años, sumando el consumo de los equipos biomédicos, tenemos una potencia instalada de 51,937kW.

Tabla 15 *Inventario de equipos biomédicos.*

| Equipos | Potencia instalada (watts) |
|--|-----------------------------------|
| pabellón 1 | |
| refrigeradora philips | 2000 |
| monitor de latidos fetales | 99 |
| bomba de infusión volumétrica | 31,5 |
| medifusión di-2000/di-2200 | |
| color doppler ultrasound system | 175 |
| cialitica loner lcr1-4b | 300 |
| aspirator medi-pump 1243 | 529 |
| aspirator medi-pump 1633 | 322 |
| cuna radiante hkn-2000 | 765 |
| cuna radiante hkn-2000 | 765 |
| cuna radiante hkn-90 | 540 |
| steam sterilizer lx-b100ldigital | 4500 |
| steam sterilizer ls-b50ldigital | 3000 |
| yco-010 esterilizador de aire caliente | 900 |
| congeladora vestfrost mk 304 | 3200 |
| pabellón 2 | |
| ultrasonido diagnostic system | 180 |
| destructor de agujas hipodérmicas daheco 101 | 0,153 |
| ray-x toshiba d0712 | 900 |
| horno de calentamiento y secado memmert | 1600 |
| horno de calentamiento y secado memmert | 1600 |
| compresor de aire | 680 |

| | |
|--|-------------------|
| raspador dental de ultrasonidos uds-j2 led | 33 |
| centrifuga boeco h-240 | 230 |
| biological microscope cx21led/cx21 | 18 |
| unico l-rt30 °c-e digital rotator | |
| refrigerador lg | 1200 |
| mindray bc-3000plus | 60 |
| refrigerador coldex | 1900 |
| erba diagnostics maiwnheim chemv3 | 40 |
| biobase fume hood fh1500-x | 500 |
| pantalla rayos x | 20 |
| pabellón 3 | |
| refrigeradora coldex | 1900 |
| refrigeradora samsung | 1900 |
| pabellón 4 | |
| horno memmert | 1600 |
| lab incubador in-601 | 700 |
| incucell mmm | 800 |
| universal centrifuga dlc-012 h | 170 |
| ketan-autoclaves & sterilizers | 9000 |
| centrifuga c885e | 180 |
| total | 51,937,653 |

Fuente: Elaboración propia. Datos del manual del fabricante.

3.4.2.5 Cámaras de seguridad, TV, ventiladores.

Para obtener un mejor análisis, hemos tomado en cuenta las cámaras de seguridad, televisores y los ventiladores, porque son equipos que tienen un consumo de energía eléctrica aunque no se vean muy identificados en el centro de salud, estas estaban operativas, la potencia instalada en este módulo es de 1,073kW.

Tabla 16

Inventario de ventiladores, televisor, cámaras de seguridad.

| Equipos | Potencia instalada (Watts) |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| Ventiladores | |
| Bossko BK-8230VTE | 90 |
| Nex Ventilador Box 12" VBX-1210 | 45 |
| IMACO VENTILADOR FSM652G | 60 |
| Ventilador orange | 40 |
| Orbegozo BF 0150 | 80 |
| Ventilador FS2623E | 220 |
| Televisor | |
| Tv Philips 21 pulgadas | 250 |
| Cámaras de seguridad | |
| Hikvisión Full Hd 1080p | 18 |
| Total | 1073 |

Fuente: Elaboración propia. Data del manual del fabricante

En general de todos los equipos eléctricos obtenemos un total de **98,84 kW** de potencia instalada en el Centro De Salud Morro Solar-Jaén, siendo una cantidad significativa en comparación con las luminarias 9,111 kW.

3.4.3 Propuesta de mejora en el sistema eléctrico del Centro De Salud Morro Solar-Jaén.

3.4.3.1 Evaluación Tarifaria según suministro existente.

El objetivo es buscar la tarifa y suministro más adecuado a las cargas y al consumo eléctrico que se presentó en la sección anterior, y de esta manera tener una alta eficacia y eficiencia en la implementación de las mejoras. No detallamos la potencia instalada, ya que se sabe que no todas funcionan en el mismo tiempo, pero si hemos tomado en cuenta el consumo de energía en watts-hora y el consumo de potencia en kW, para analizar si realmente estamos en la tarifa apropiada y observamos el consumo de meses anteriores para analizar su incremento de consumo.

El consumo durante las 24 horas es casi similar, no se tiene un mayor consumo representativo en hora punta o fuera de punta, de lo cual opciones tarifarias con estos cargos no sería la adecuada. A continuación, detallamos las siguientes gráficas.

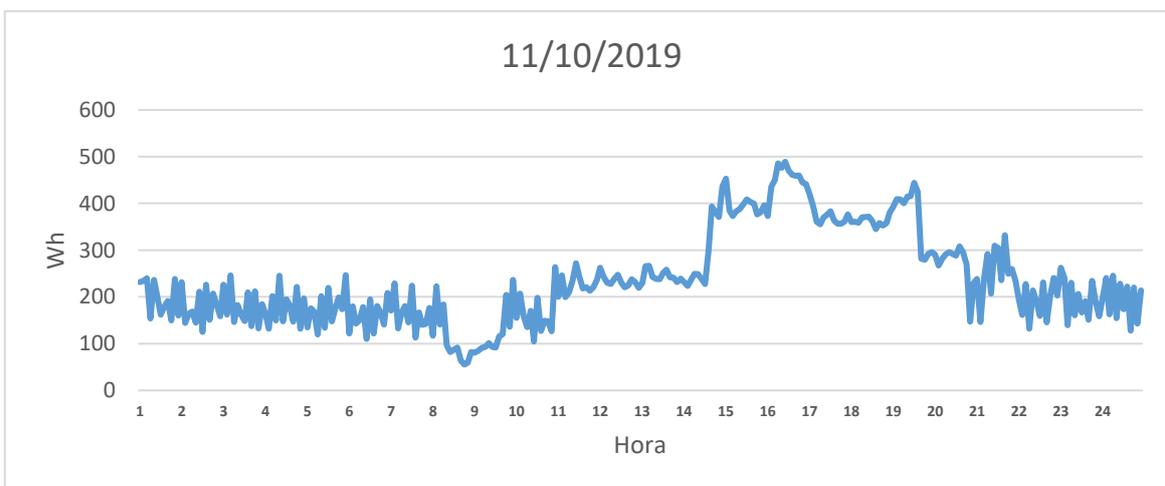


Figura 19. Consumo de energía activa en el día 1.

Fuente: Elaboración propia.

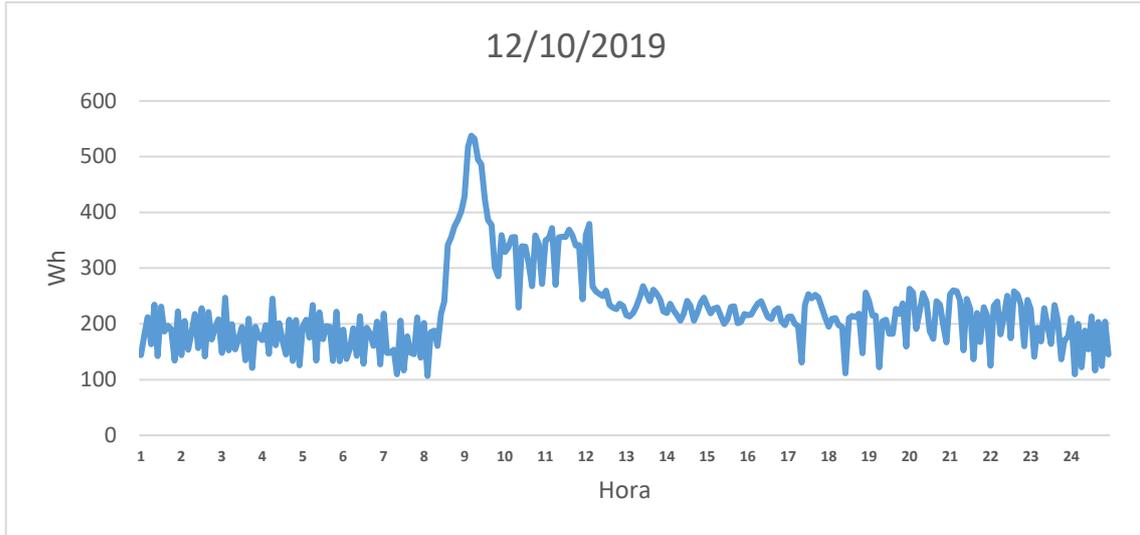


Figura 20. Consumo de energía activa en el día 2.
Fuente: Elaboración propia.

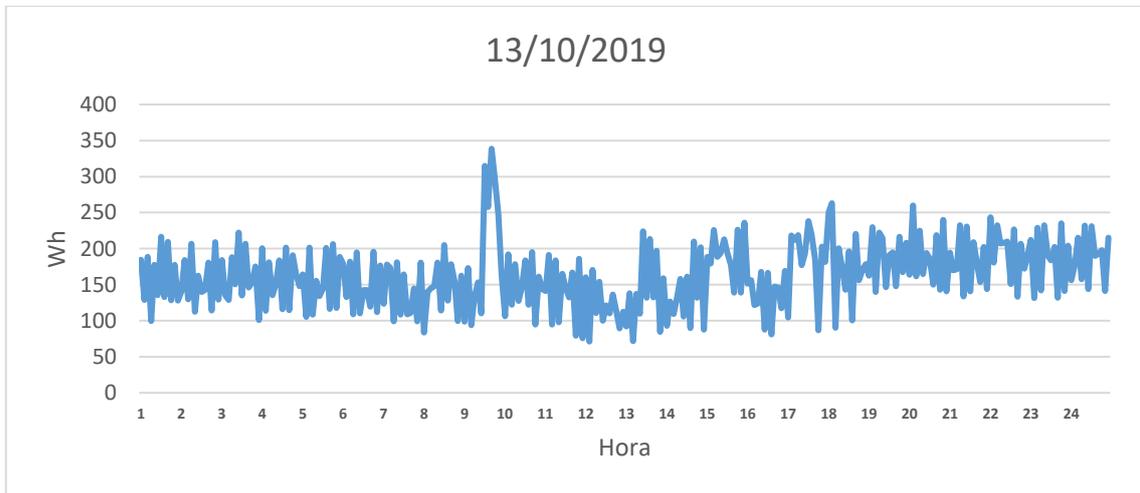


Figura 21 Consumo de energía activa en el día 3.
Fuente: Elaboración propia.

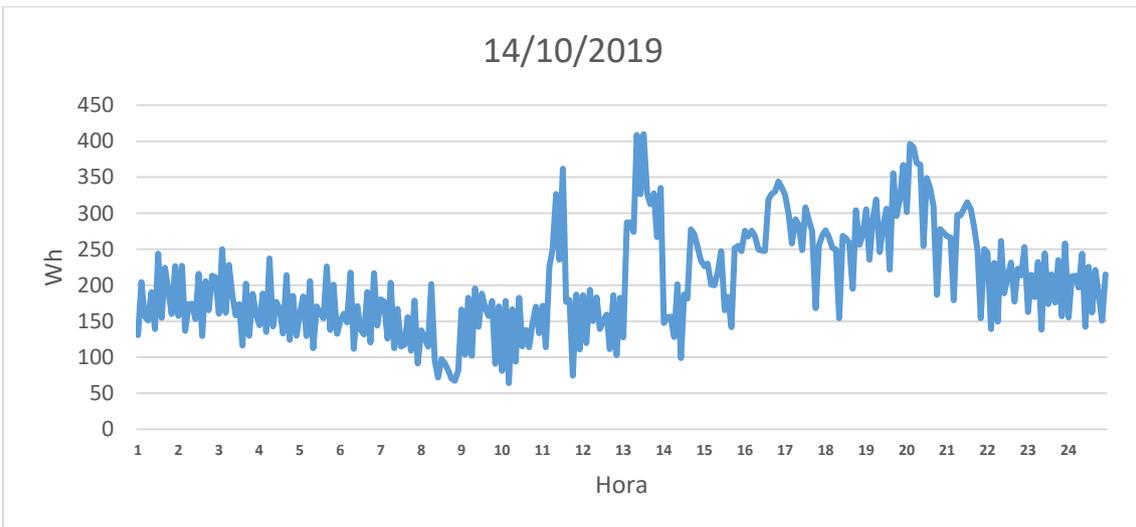


Figura 22 Consumo de energía activa en el día 4.

Fuente: Elaboración propia.

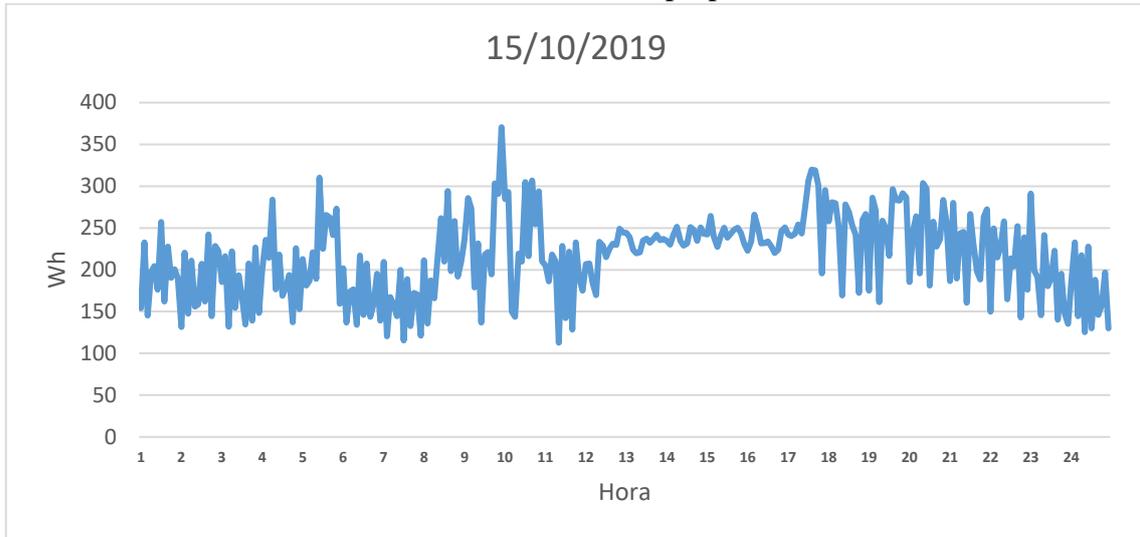


Figura 23 Consumo de energía activa en el día 5.

Fuente: Elaboración propia.

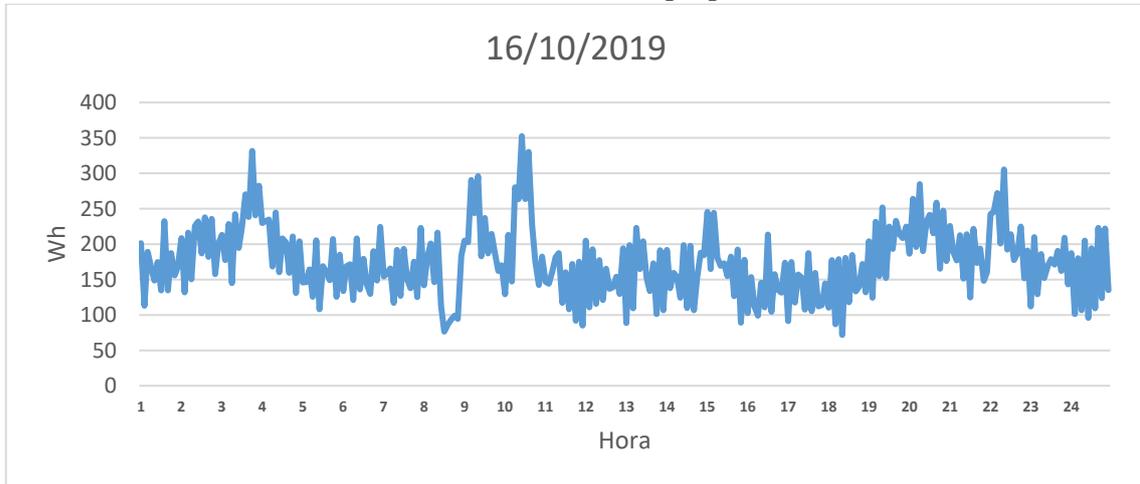


Figura 24 Consumo de energía activa en el día 6.

Fuente: Elaboración propia.

En las figuras 19,20,21,22,23 y 24 se observa que el consumo en un día normal del CSMS es irregular, no encontramos un alto consumo en horas punta o fuera de hora punta, en lo cual la tarifa adecuada seria con cargo en fuera de punta (HFP) y hora punta (HP). Mediante el analizador de redes que se instaló por una semana, del consumo diario se analizó el porcentaje de energía activa en HP y HFP con respecto a la energía activa total consumida. A continuación, lo detallamos con una tabla 17.

Tabla 17

Porcentaje de energía activa en HP y HFP de la energía total.

| Día | Consumo | kWh | % del total |
|------------|----------------|------------|--------------------|
| 1 | en HFP | 50.43932 | 74 |
| | en HP | 17.72308 | 26 |
| 2 | en HFP | 50.05131 | 77 |
| | en HP | 14.44098 | 23 |
| 3 | en HFP | 33.52336 | 72 |
| | en HP | 13.13818 | 28 |
| 4 | en HFP | 45.4414 | 76 |
| | en HP | 14.10652 | 24 |
| 5 | en HFP | 48.56477 | 77 |
| | en HP | 14.03851 | 23 |
| 6 | en HFP | 36.80552 | 75 |
| | en HP | 11.90952 | 25 |

Fuente: Elaboración propia.

Al promediar el porcentaje de los consumos diarios en HP y HFP, obtenemos que un 75% del consumo total es consumida en hora fuera de punta y un 25 % es consumida en hora punta. Con este criterio podemos comparar la tarifa actual con la propuesta y analizar su facturación con los mismos valores.

a) Tarifa actual

Opción tarifaria BT5B

Solo podrán elegir esta opción tarifaria los usuarios alimentados en BT (baja tensión) con una demanda máxima mensual de hasta 20 kW en horas punta y fuera de punta o con una demanda máxima mensual de hasta 20 kW en horas punta y de hasta 50 kW en horas fuera de punta.

Para la facturación del consumo de energía activa, se tomará el consumo registrado del mes, multiplicándose por el respectivo precio unitario. En esta opción, solo se factura energía activa. (Ministerio de Energía y Minas, 2011).

Tabla 18

Facturación con datos de recibo. (Abril/2019)

| BT5B | Consumo de energía (kW-h) | Precio unitario (s./kWh) | Subtotal (s/.) |
|------------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------|
| Cargo fijo mensual | 0 | 3.31 | 3.31 |
| Cargo por energía | 4776 | 0.7408 | 3538.0608 |
| Alumbrado público | 0 | 68.43 | 68.43 |
| Mantenimiento de conexión | 0 | 0.97 | 0.97 |
| Reposición de conexión | 0 | 0.23 | 0.23 |
| Interés compensatorio | 0 | 6.66 | 6.66 |
| Aporte Electrificación rural | 0 | 40.12 | 40.12 |
| Comp. ntcse Tensión | 0 | 83.23 | 83.23 |
| Total a facturar | | S/. | 3,574.55 |

Fuente: Autoría propia. Data obtenida de facturación. (Ver anexo 4)

b) Tarifa propuesta

Opción tarifaria BT5A

Solo podrán optar por esta opción tarifaria los usuarios alimentados en BT con una demanda máxima mensual de hasta 20 kW en horas punta y fuera de punta, o con una demanda máxima mensual de hasta 20 kW en horas de punta y de hasta 50 kW en horas fuera de punta.

La concesionaria podrá solicitar al usuario que instale un limitador de potencia o un limitador de corriente equivalente con la finalidad de garantizar que su demanda no exceda el límite de la potencia contratada. En el caso de usuarios que posean equipos de medición instalados tales que permitan la lectura de las potencias activas en horas de punta y fuera de punta, la empresa distribuidora de electricidad calculará el exceso de potencia en horas fuera de punta con los datos de potencias activas registradas en horas de punta y fuera de punta, del mencionado equipo de medición, y con el cargo por exceso de potencia en horas fuera de punta. El exceso de potencia será aplicable, sólo cuando la diferencia entre la potencia registrada en horas fuera de punta y la potencia registrada en horas de punta sea mayor que cero. (Ministerio de Energía y Minas, 2011)

El suministro debe ser trifásico para balancear cargas y evitar sobre calentamiento en los conductores, caídas de tensiones y parpadeos de luminarias.

Tabla 19 *Facturación con los mismos valores del recibo facturado.*

| BT5A | Consumo de energía (kWh) | Consumo de potencia (kW) | Precio unitario (s./Kw.) | Subtotal (s/.) |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| Cargo fijo mensual | 0 | | 6.95 | 6.95 |
| Cargo por energía activa en HP | 1194 | | 1.967 | 2348.598 |
| Cargo por energía activa en HFP | 3582 | | 0.2464 | 882.6048 |
| Cargo por exceso de potencia en HFP y HP | 0 | 99.5 | 0.7522 | 74.8439 |
| Mantenimiento de conexión | 0 | | 0 | 0.97 |
| Reposición de conexión | 0 | | 0.23 | 0.23 |
| Interés compensatorio | 0 | | 6.66 | 6.66 |
| Aporte Electrificación rural | 0 | | 40.12 | 40.12 |
| Comp. ntcse Tensión | 0 | | 83.23 | 83.23 |
| Total a facturar | | | | S/.3,276.78 |

Fuente: Elaboración propia. Datos del analizador y facturación anterior

3.4.3.2 Propuesta para implementación de luminarias LEDs.

Se propuso la tecnología LED por eficacia que presenta con respecto a luminarias tradicionales (focos ahorradores, fluorescentes, etc.). En la sección anterior observamos que las luminarias encontradas en los ambientes del Centro de Salud Morro Solar, no cumplen con la eficacia para iluminar correctamente como lo detalla la norma EM-010 de instalaciones interiores. A continuación presentamos un cuadro que nos permite visualizar la eficacia de las luminarias LED.

Tabla 20

Comparación de características de las fuentes de luz actualmente más usadas en iluminación.

| Tipo de lámpara | Eficacia(lm/W) | Tiempo de vida (h) | IRC |
|--------------------|----------------|--------------------|-----|
| Halógena | 20 | 1200 | 100 |
| Halógenos | | | |
| Metálicos | 70-108 | 15000 | 90 |
| Fluorescente | 60-100 | 8000 | 80 |
| Sodio baja presión | 120-200 | 16000 | 25 |
| Sodio alta presión | 95-130 | 28000 | 45 |
| LED | 90-120 | >50000 | >75 |

Fuente: (Herranz, Carlos; Olle, Josep; Jáuregui, Fernando;, s.f)

a) Cálculo de lúmenes por ambiente.

Para poder seleccionar el modelo de luminaria indicada, se necesita saber el flujo luminoso por cada ambiente, lo calculamos en base del nivel de iluminancia que señala la norma EM-010 de instalaciones interiores. El flujo luminoso está dado por la ecuación (13)

$$\Phi = E \times A \quad (13)$$

Donde:

- Φ : Flujo luminoso, su unidad es lm
- E : Iluminancia, su unidad es lx
- A : Área del ambiente, su unidad es m^2

El Centro de Salud Morro Solar-Jaén, cuenta con un total de 210 luminarias de diferentes modelos que hemos mencionado anteriormente. A continuación, mostramos un cuadro donde se establece el flujo luminoso requerido por cada ambiente.

Tabla 21
Flujo luminoso de los ambientes del CSMS.

| Ítem | Ambiente | Iluminación según norma(lux) | Área (m2) | Flujo luminoso requerido(lm) |
|------|--|------------------------------|-----------|------------------------------|
| 1 | Consultorio medico | 500 | 12 | 6000 |
| 2 | Star de enfermería personal de hospitalización | 500 | 24 | 12000 |
| 3 | Área de descanso de personal de guardia | 300 | 27 | 8100 |
| 4 | Puerperio | 300 | 12 | 3600 |
| 5 | Área de pacientes hospitalizadas | 500 | 36 | 18000 |
| 6 | Pediatría | 500 | 12 | 6000 |
| 7 | Área de paciente en observación | 100 | 12 | 1200 |
| 8 | Monitoreo fetal y dilatación | 300 | 12 | 3600 |
| 9 | Sala de espera | 200 | 21 | 4200 |
| 10 | Sala de parto | 300 | 18 | 5400 |
| 11 | Ambiente del personal | 500 | 12 | 6000 |
| 12 | Área de esterilización | 300 | 21 | 6300 |
| 13 | SS.HH de paciente | 50 | 2.5 | 125 |
| 14 | Corredor 1 | 50 | 12 | 600 |
| 15 | Corredor 2 | 50 | 16 | 800 |
| 16 | Servicio de admisión | 500 | 24 | 12000 |

| | | | | |
|----|---|-----|------|-------|
| 17 | Consultorio de enfermería crecimiento y desarrollo | 500 | 12 | 6000 |
| 18 | Consultorio de obstetricia | 500 | 24 | 12000 |
| 19 | Consultorio de enfermería del escolar y adolescente | 500 | 12 | 6000 |
| 20 | Consultorio de odontología | 500 | 12 | 6000 |
| 21 | Promoción de salud | 300 | 12 | 3600 |
| 22 | SS.HH de usuarios | 200 | 2.5 | 500 |
| 23 | Salón (cadena de frio) | 500 | 18 | 9000 |
| 24 | Consultorio de enfermería inmunizaciones | 500 | 12 | 6000 |
| 25 | Consultorio de nutrición | 500 | 12 | 6000 |
| 26 | Corredor 1 | 50 | 30 | 1500 |
| 27 | Corredor 2 | 50 | 8 | 400 |
| 28 | Tópico | 500 | 12 | 6000 |
| 29 | Consultorio de Febriles | 500 | 12 | 6000 |
| 30 | Sala de Emergencia | 500 | 24 | 12000 |
| 31 | Sala de Consultorio Médico 1 | 500 | 12 | 6000 |
| 32 | Consultorio Dental | 500 | 12 | 6000 |
| 33 | Laboratorio Clínico | 500 | 32 | 16000 |
| 34 | Consultorio Médico 2 | 500 | 12 | 6000 |
| 35 | Corredor | 50 | 12 | 600 |
| 36 | Sala de Espera | 200 | 14 | 2800 |
| 37 | Baño | 50 | 3.75 | 187,5 |
| 38 | Jefatura de Personal | 500 | 20 | 10000 |
| 39 | Centro de Emergencias y Desastres | 500 | 24 | 12000 |
| 40 | Logística | 500 | 12 | 6000 |
| 41 | Contabilidad | 500 | 12 | 6000 |
| 42 | Estadística y Unidad de Seguras | 500 | 12 | 6000 |
| 43 | Gerencia | 500 | 24 | 12000 |
| 44 | Corredor | 200 | 16 | 3200 |
| 45 | Sala de Espera | 200 | 16 | 3200 |
| 46 | Baño | 50 | 3.75 | 187,5 |
| 47 | Auditorio | 500 | 120 | 60000 |
| 48 | Baño | 50 | 2.5 | 125 |
| 49 | Consultorio de Obstetricia 1 | 500 | 12 | 6000 |
| 50 | Consultorio de Obstetricia 2 | 500 | 24 | 12000 |
| 51 | Farmacia | 500 | 32 | 16000 |
| 52 | Estrategia TBC | 500 | 15 | 7500 |
| 53 | Sala de Espera | 200 | 10 | 2000 |
| 54 | Pasillos | 200 | 16 | 3200 |
| 55 | Bodega | 500 | 15 | 7500 |
| 56 | Oficina de Salud Ambiental zoonosis | 500 | 12 | 6000 |
| 57 | Consultorio de Psicología 1 | 500 | 15 | 7500 |
| 58 | Consultorio del Adulto Mayor y de Enfermedades | 500 | 12 | 6000 |
| 59 | Oficina de Epidemiología | 500 | 12 | 6000 |

| | | | | |
|-----------|-----------------------------|-----|------|-------|
| 60 | Consultorio 1 | 500 | 12 | 6000 |
| 61 | Consultorio 2 | 500 | 12 | 6000 |
| 62 | Consultorio 3 | 500 | 12 | 6000 |
| 63 | Archivo | 300 | 24 | 7200 |
| 64 | Consultorio de Psicología 2 | 500 | 12 | 6000 |
| 65 | Área de Microbiología | 500 | 12 | 6000 |
| 66 | Sala de Espera | 200 | 24 | 4800 |
| 67 | Baño de Personal | 50 | 3.75 | 187,5 |
| 68 | Baños Usuario | 50 | 3.75 | 187,5 |
| 69 | Caseta de Vigilancia | 300 | 3.75 | 1125 |
| 70 | Plataforma del Usuario | 500 | 12 | 6000 |

Fuente: Elaboración propia. Datos flujo luminoso por ambiente.

b) Selección de modelo de luminaria.

Mediante los datos obtenidos del flujo luminoso y teniendo en cuenta la cantidad de puntos de luminarias por ambiente, podemos obtener el flujo luminoso de cada luminaria para satisfacer a la norma EM-010 de instalaciones interiores. A continuación, presentamos un cuadro donde se muestra el modelo luminaria seleccionada de marca PHILIPS y sus características.

Tabla 22 *Características de luminarias LED propuestas.*

| Tipo de luminaria | Potencia(W) | Flujo luminoso(lm) |
|--|--------------------|---------------------------|
| MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 830 T8 | 14 | 2000 |
| MAS LEDtube VLE 1500mm HO 20W 865 T8 | 20 | 3100 |
| MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 840 T8 | 14 | 2100 |
| CorePro LEDtube UN 1200mm HO 18W830 T8 | 18 | 1850 |
| MAS LEDtube 1200mm HO 26W 830 T5 | 26 | 3600 |
| MASTER LED ExpertColor LED 3.9GU10 940 25D | 3.9 | 300 |
| MAS LEDtube 900mm HO 12W 840 T8 | 12 | 1575 |
| MAS LEDtube VLE 600mm HO 8W 830 T8 | 8 | 1100 |
| Corepro LEDspot 2.7 GU10 830 36D | 2.7 | 250 |
| Corepro LEDspot 4.6w GU10 830 36D | 4.6 | 375 |
| MAS LEDtube HF 1500mm UO 30W 865 T5 | 30 | 6000 |
| Corepro LEDspot 550lm GU10 830 120D | 5 | 600 |
| MAS LEDtube HF 1200mm HO 26W 840 T5 | 26 | 4000 |
| CorePro LEDspot ND1.4w R50 E14 827 36D | 1.4 | 105 |

Fuente: Elaboración propia. Data del manual del fabricante.

c) Flujo luminoso por luminaria.

Lo calcularemos en base del flujo luminoso de la habitación o ambiente y la cantidad de puntos de luminaria que se encuentran en los ambientes. Se da por la ecuación (14).

$$\text{Flujo luminoso por luminaria} = \frac{\text{Flujo luminoso requerido del ambiente}}{\text{Cantidad de puntos de luminaria en cada ambiente}} \quad (14)$$

El cuadro anterior nos muestra el flujo luminoso de cada luminaria seleccionada, en el siguiente cuadro podremos justificar el tipo de luminaria propuesta de acuerdo al flujo luminoso por luminaria y la potencia de cada luminaria propuesta, cabe resaltar que los ambientes están en relación del ítem del cuadro n° 21.

Tabla 23
Calculo de flujo luminoso por luminaria.

| Ítem | Flujo luminoso requerido (lm) | Cantidad de luminarias/ ambiente | Flujo luminoso por luminaria | Tipo de luminaria Propuesta | Potencia /Lampara (W) |
|------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------|--|-----------------------|
| 1 | 6000 | 3 | 2000 | MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 830 T8 | 14 |
| 2 | 12000 | 4 | 3000 | MAS LEDtube VLE 1500mm HO 20W 865 T8 | 20 |
| 3 | 8100 | 4 | 2025 | MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 840 T8 | 14 |
| 4 | 3600 | 2 | 1800 | CorePro LEDtube UN 1200mm HO 18W830 T8 | 18 |
| 5 | 18000 | 5 | 3600 | MAS LEDtube 1200mm HO 26W 830 T5 | 26 |
| 6 | 6000 | 4 | 1500 | MAS LEDtube 900mm HO 12W 840 T8 | 12 |
| 7 | 1200 | 4 | 300 | MASTER LED ExpertColor 3.9GU10 940 25D | 3.9 |
| 8 | 3600 | 4 | 900 | MAS LEDtube VLE 600mm HO 8W 830 T8 | 8 |
| 9 | 4200 | 3 | 1400 | MAS LEDtube 900mm HO 12W 840 T8 | 12 |
| 10 | 5400 | 3 | 1800 | CorePro LEDtube UN 1200mm HO 18W830 T8 | 18 |
| 11 | 6000 | 2 | 3000 | MAS LEDtube VLE 1500mm HO 20W 865 T8 | 20 |
| 12 | 6300 | 4 | 1575 | MAS LEDtube 900mm HO 12W 840 T8 | 12 |

| | | | | | |
|-----------|-------|---|-----------|---|-----|
| 13 | 125 | 2 | 62,5 | Corepro LEDspot 2.7 GU10 830 36D | 2.7 |
| 14 | 600 | 4 | 150 | Corepro LEDspot 2.7 GU10 830 36D | 2.7 |
| 15 | 800 | 4 | 200 | Corepro LEDspot 2.7 GU10 830 36D | 2.7 |
| 16 | 12000 | 4 | 3000 | MAS LEDtube VLE 1500mm HO 20W 865 T8 | 20 |
| 17 | 6000 | 4 | 1500 | MAS LEDtube 900mm HO 12W 840 T8 | 12 |
| 18 | 12000 | 4 | 3000 | MAS LEDtube VLE 1500mm HO 20W 865 T8 | 20 |
| 19 | 6000 | 3 | 2000 | MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 830 T8 | 14 |
| 20 | 6000 | 4 | 1500 | MAS LEDtube 900mm HO 12W 840 T8 | 12 |
| 21 | 3600 | 3 | 1200 | MAS LEDtube 900mm HO 12W 840 T8 | 12 |
| 22 | 500 | 2 | 250 | Corepro LEDspot 2.7 GU10 830 36D | 2.7 |
| 23 | 9000 | 5 | 1800 | CorePro LEDtube UN 1200mm HO 18W830 T8 | 18 |
| 24 | 6000 | 4 | 1500 | MAS LEDtube 900mm HO 12W 840 T8 | 12 |
| 25 | 6000 | 4 | 1500 | MAS LEDtube 900mm HO 12W 840 T8 | 12 |
| 26 | 1500 | 4 | 375 | Corepro LEDspot 4.6w GU10 830 36D | 4.6 |
| 27 | 400 | 6 | 66,666667 | Corepro LEDspot 2.7 GU10 830 36D | 2.7 |
| 28 | 6000 | 2 | 3000 | MAS LEDtube VLE 1500mm HO 20W 865 T8 | 20 |
| 29 | 6000 | 2 | 3000 | MAS LEDtube VLE 1500mm HO 20W 865 T8 | 20 |
| 30 | 12000 | 2 | 6000 | MAS LEDtube HF 1500mm UO 30W 865 T5 | 30 |
| 31 | 6000 | 2 | 3000 | MAS LEDtube VLE 1500mm HO 20W 865 T8 | 20 |
| 32 | 6000 | 2 | 3000 | MAS LEDtube VLE 1500mm HO 20W 865 T8 | 20 |
| 33 | 16000 | 3 | 5333,3333 | MAS LEDtube HF 1500mm UO 30W 865 T5 | 30 |
| 34 | 6000 | 2 | 3000 | MAS LEDtube VLE 1500mm HO 20W 865 T8 | 20 |

| | | | | | |
|-----------|-------|----|-----------|---|-----|
| 35 | 600 | 1 | 600 | Corepro LEDspot 550lm GU10 830 120D | 5 |
| 36 | 2800 | 2 | 1400 | MAS LEDtube 900mm HO 12W 840 T8 | 12 |
| 37 | 187.5 | 1 | 187.5 | Corepro LEDspot 2.7 GU10 830 36D | 2.7 |
| 38 | 10000 | 3 | 3333,3333 | MAS LEDtube 1200mm HO 26W 830 T5 | 26 |
| 39 | 12000 | 3 | 4000 | MAS LEDtube HF 1200mm HO 26W 840 T5 | 26 |
| 40 | 6000 | 1 | 6000 | MAS LEDtube HF 1500mm UO 30W 865 T5 | 30 |
| 41 | 6000 | 2 | 3000 | MAS LEDtube VLE 1500mm HO 20W 865 T8 | 20 |
| 42 | 6000 | 3 | 2000 | MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 830 T8 | 14 |
| 43 | 12000 | 3 | 4000 | MAS LEDtube HF 1200mm HO 26W 840 T5 | 26 |
| 44 | 3200 | 2 | 1600 | MAS LEDtube 900mm HO 12W 840 T8 | 12 |
| 45 | 3200 | 2 | 1600 | MAS LEDtube 900mm HO 12W 840 T8 | 12 |
| 46 | 187.5 | 2 | 93,75 | CorePro LEDspot ND1.4w R50 E14 827 36D | 1.4 |
| 47 | 60000 | 10 | 6000 | MAS LEDtube HF 1500mm UO 30W 865 T5 | 30 |
| 48 | 125 | 1 | 125 | Corepro LEDspot 2.7 GU10 830 36D | 2.7 |
| 49 | 6000 | 2 | 3000 | MAS LEDtube VLE 1500mm HO 20W 865 T9 | 20 |
| 50 | 12000 | 2 | 6000 | MAS LEDtube HF 1500mm UO 30W 865 T5 | 30 |
| 51 | 16000 | 3 | 5333,3333 | MAS LEDtube HF 1500mm UO 30W 865 T5 | 30 |
| 52 | 7500 | 2 | 3750 | MAS LEDtube HF 1200mm HO 26W 840 T5 | 26 |
| 53 | 2000 | 1 | 2000 | MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 830 T8 | 14 |
| 54 | 3200 | 1 | 3200 | MAS LEDtube VLE 1500mm HO 20W 865 T8 | 20 |
| 55 | 7500 | 2 | 3750 | MAS LEDtube HF 1200mm HO 26W 840 T5 | 26 |
| 56 | 6000 | 4 | 1500 | MAS LEDtube 900mm HO 12W 840 T8 | 12 |

| | | | | | |
|----|-------|---|-------|---|-----|
| 57 | 7500 | 4 | 1875 | CorePro LEDtube UN 1200mm HO 18W830 T8 | 18 |
| 58 | 6000 | 4 | 1500 | MAS LEDtube 900mm HO 12W 840 T8 | 12 |
| 59 | 6000 | 4 | 1500 | MAS LEDtube 900mm HO 12W 840 T8 | 12 |
| 60 | 6000 | 3 | 2000 | MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 830 T8 | 14 |
| 61 | 6000 | 4 | 1500 | MAS LEDtube 900mm HO 12W 840 T8 | 12 |
| 62 | 6000 | 3 | 2000 | MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 830 T8 | 14 |
| 63 | 7200 | 4 | 1800 | CorePro LEDtube UN 1200mm HO 18W830 T8 | 18 |
| 64 | 6000 | 4 | 1500 | MAS LEDtube 900mm HO 12W 840 T8 | 12 |
| 65 | 6000 | 2 | 3000 | MAS LEDtube VLE 1500mm HO 20W 865 T8 | 12 |
| 66 | 4800 | 3 | 1600 | MAS LEDtube 900mm HO 12W 840 T8 | 12 |
| 67 | 187.5 | 2 | 93,75 | CorePro LEDspot ND1.4w R50 E14 827 36D | 1.4 |
| 68 | 187.5 | 2 | 93,75 | CorePro LEDspot ND1.4w R50 E14 827 36D | 1.4 |
| 69 | 1125 | 1 | 1125 | MAS LEDtube VLE 600mm HO 8W 830 T8 | 8 |
| 70 | 6000 | 3 | 2000 | MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 830 T8 | 273 |

Fuente: Elaboración propia. Datos del manual del fabricante.

d) Potencia instalada de luminarias propuestas.

De acuerdo a los datos obtenidos en los cuadros anteriores, calcularemos la potencia instalada de las luminarias LEDs y se podrá observar la diferencia con la potencia instalada de las luminarias actuales.

Tabla 24

Calculo de potencia instalada de luminarias LEDs propuestas.

| Tipo de luminaria | Potencia(W) | Cantidad por tipo | Potencia total (W) |
|--|--------------------|--------------------------|---------------------------|
| MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 830 T8 | 14 | 19 | 266 |
| MAS LEDtube VLE 1500mm HO 20W 865 T8 | 20 | 31 | 620 |
| MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 840 T8 | 14 | 4 | 56 |
| CorePro LEDtube UN 1200mm HO 18W830 T8 | 18 | 18 | 324 |
| MAS LEDtube 1200mm HO 26W 830 T5 | 26 | 8 | 208 |
| MASTER LED ExpertColor LED 3.9GU10 940 25D | 3,9 | 4 | 15,6 |
| MAS LEDtube 900mm HO 12W 840 T8 | 12 | 59 | 708 |
| MAS LEDtube VLE 600mm HO 8W 830 T8 | 8 | 5 | 40 |
| Corepro LEDspot 2.7 GU10 830 36D | 2.7 | 20 | 54 |
| Corepro LEDspot 4.6w GU10 830 36D | 4.6 | 4 | 18,4 |
| MAS LEDtube HF 1500mm UO 30W 865 T5 | 30 | 21 | 630 |
| Corepro LEDspot 550lm GU10 830 120D | 5 | 1 | 5 |
| MAS LEDtube HF 1200mm HO 26W 840 T5 | 26 | 10 | 260 |
| CorePro LEDspot ND1.4w R50 E14 827 36D | 1.4 | 6 | 8.4 |
| Total | | | 3213,4 |

Fuente: Elaboración propia.

La nueva potencia instalada de luminarias es de 3,213 kW con un total de 210 luminarias, comparando con la potencia instalada actual de 9,111kW observamos que tendríamos un ahorro de 5,8976kW.

e) Calculo de ahorro energético con luminarias LED.

Para determinar el ahorro energético que se genera al implementar luminarias LED, mediante unas tablas especificamos la energía eléctrica que se consume con luminarias actuales en comparación de las luminarias propuestas. A continuación se muestra la tabla donde obtenemos el consumo energético de luminarias actuales que se tendría en un año.

Tabla 25

Consumo energético de luminarias actuales.

| Tipo de Luminaria | Unidades | Vatios | Horas de Uso | W total día | DIAS semana | KW/Año | S/. AL AÑO |
|--------------------------|-----------------|---------------|---------------------|--------------------|--------------------|-----------------|-------------------|
| FOCO AHORRADOR | 153 | 27 | 12 | 49572 | 7 | 18044,20 | 13352,71 |
| FOCO AHORRADOR | 9 | 30 | 12 | 3240 | 7 | 1179,36 | 872,72 |
| TUBOS FLUORESCENTES | 35 | 110 | 12 | 46200 | 7 | 16816,8 | 12444,43 |
| FOCO INCANDESCENTE | 1 | 100 | 12 | 1200 | 7 | 436,8 | 323,23 |
| FOCO AHORRADOR | 10 | 75 | 12 | 9000 | 7 | 3276 | 2424,24 |
| DICROICO LED | 2 | 5 | 12 | 120 | 7 | 43,68 | 32,32 |
| TOTALES | 210 | 347 | 72 | 109332 | 42 | 39796,84 | 29449,66 |

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestra el consumo energético de las luminarias propuestas.

Tabla 26

Consumo energético de luminarias propuestas.

| Tipo de Luminaria | Unidades | Vatios | Horas de Uso | W total día | DIAS semana | KW/Año | S/.AL AÑO |
|---------------------------------------|-----------------|---------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------|------------------|
| MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 830 T8 | 19 | 14 | 12 | 3192 | 7 | 1161,88 | 859,79 |
| MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 830 T9 | 31 | 20 | 12 | 7440 | 7 | 2708,16 | 2004,03 |
| MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 830 T10 | 4 | 14 | 12 | 672 | 7 | 244,60 | 181 |
| MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 830 T11 | 18 | 18 | 12 | 3888 | 7 | 1415,23 | 1047,27 |
| MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 830 T12 | 8 | 26 | 12 | 2496 | 7 | 908,54 | 672,32 |
| MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 830 T13 | 4 | 3.9 | 12 | 187.2 | 7 | 68,14 | 50,42 |

| | | | | | | | |
|---|------------|--------------|------------|----------------|-----------|-----------------|-----------------|
| MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 830 T14 | 59 | 12 | 12 | 8496 | 7 | 3092,54 | 2288,48 |
| MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 830 T15 | 5 | 8 | 12 | 480 | 7 | 174,72 | 129,29 |
| MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 830 T16 | 20 | 2.7 | 12 | 648 | 7 | 235,87 | 174,54 |
| MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 830 T17 | 4 | 4,6 | 12 | 220,8 | 7 | 80,37 | 59,47 |
| MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 830 T18 | 21 | 30 | 12 | 7560 | 7 | 2751,84 | 2036,36 |
| MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 830 T19 | 1 | 5 | 12 | 60 | 7 | 21,84 | 16,16 |
| MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 830 T20 | 10 | 26 | 12 | 3120 | 7 | 1135,68 | 840,40 |
| MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 830 T21 | 6 | 1,4 | 12 | 100,8 | 7 | 36,69 | 27,15 |
| TOTALES | 210 | 185,6 | 168 | 38560,8 | 98 | 14036,13 | 10386,73 |

Fuente: Elaboración propia.

Restando el consumo energético de luminarias actuales entre el propuesto, obtenemos el ahorro energético que se genera.

$$\text{Ahorro energetico anual} = 39\,796,84 \text{ kW} - 14\,036,13 \text{ kW}$$

$$\text{Ahorro energético anual} = 25\,760,71 \text{ kW}$$

3.4.3.3 Propuesta renovación de los equipos eléctricos en mal estado.

a) Equipos eléctricos de oficina.

Actualmente las computadoras son una herramienta indispensable para el trabajo de cualquier profesional, en la sección anterior hemos podido apreciar todos los equipos de oficina que cuenta el CENTRO DE SALUD MORRO SOLAR, la mayoría se encuentra en buen estado, uno que otro necesita ser reemplazado por el motivo de su antigüedad o por las averías que presenta.

b) Equipos biomédicos

Dentro de los factores que influyen en la vida útil de un equipo biomédico está el nivel de conservación, el cual está relacionado con las actividades de mantenimiento que le han sido realizadas. Al respecto, en el documento “Procedimiento para la Formulación, Aprobación y Evaluación del Plan Anual de Mantenimiento Hospitalario”, aprobado mediante Resolución de la Gerencia Central de Proyectos de Inversión N°02-GCPI-ESSALUD2018; señalando la vida útil de los equipos médicos, expresada en años y agrupadas según nivel de criticidad. (EsSalud, 2019).

Tabla 27

Estimación de vida útil y porcentaje del costo en relación a la inversión inicial de los componentes de un establecimiento de salud.

| Componente | Vida útil | % en relación al costo de la inversión inicial |
|-------------------|------------------|---|
| Equipos móviles | 5-8 años | 5% |
| Equipos fijos | 15-20 años | 15% |
| Obra civil | 40-50 años | 30% |
| Instalaciones | 20 años | 50% |

Fuente: Mantenimiento de los Establecimientos de Salud

Sabemos que los equipos biomédicos y de oficina son muy caros, por lo que solo se ha tomado en cuenta con los equipos en mal estado con colaboración de la empresa “consultora y servicios generales J.C” (ver anexo 6), y también equipos muy antiguos con poca eficiencia energética.

Tabla 28

Propuestas de renovación equipos eléctricos en mal estado.

| Equipos eléctricos | consumo eléctrico (watts) | Estado | Propuesta | Consumo eléctrico (watts) | precio |
|---------------------------|----------------------------------|---------------|------------------|----------------------------------|---------------|
| Pabellón 1 | | | | | |
| Impresoras | | | | | |
| HP Ioserjet P1006 | 638 | bueno | | 638 | |
| HP Laser Dest 1536 dnf | | | | | |
| MFP | 40 | bueno | | 40 | |

| | | | | | |
|--|------|-------|-----------------------------------|------|----------------|
| HP Laser Jet P1102W | 1560 | malo | HP Color LaserJet Pro M176n | 300 | S/ 1,161.00 |
| HP Laser Jet P1102W | 1560 | malo | HP Color LaserJet Pro M176n | 300 | S/ 1,161.00 |
| Computadoras | | | | | |
| VIEWSONIC VA1912M | 220 | bueno | | 220 | |
| HP LV 2011 | 262 | malo | HP V193f | 217 | S/ 1,800.00 |
| Samsung SyncMaster 2253BW | 245 | malo | Samsung sf355h | 215 | S/ 2,200.00 |
| DELL P2717H | 255 | malo | Dell 19 E1916H | 214 | S/ 2,300.00 |
| HP LV 2011 | 224 | bueno | | 224 | |
| 192T Samsung SyncMaster 19 | 245 | Malo | Samsung B1930N | 220 | S/ 2,150.00 |
| Equipos medicos | | | | | |
| Refrigeradora PHILIPS | 2000 | malo | Samsung RT29K500JS8 | 723 | S/ 1,500.00 |
| Monitor de latidos fetales | 99 | bueno | | 99 | |
| BOMBA DE INFUSIÓN VOLUMÉTRICA MEDIFUSIÓN DI- 2000/DI-2200 | 31.5 | bueno | | 31.5 | |
| Color Doppler Ultrasound System | 175 | bueno | | 175 | |
| Cialitica LONER lcr1-4B | 300 | malo | NEXUS OL- 01 | 110 | S/ 120.00 |
| Aspirator MEDI-PUMP 1243 | 529 | bueno | | 529 | |
| Aspirator MEDI-PUMP 1633 | 322 | bueno | | 322 | |
| Cuna radiante HKN- 2000 | 765 | bueno | | 765 | |
| Cuna radiante HKN- 2000 | 765 | bueno | | 765 | |
| Cuna radiante HKN-90 | 540 | bueno | | 540 | |
| Steam sterilizer Lx- B100Ldigital | 4500 | malo | Steam sterilizer LS- B50L | 3000 | |
| Steam sterilizer Ls- B50Ldigital | 3000 | bueno | | 3000 | |

| | | | | | |
|---|--------|-------|---|--------|--------------|
| YCO-010 Esterilizador de aire caliente | 900 | malo | Esterilizador por calor seco Gimette 28 | 500 | S/. 4,500.00 |
| Congeladora vestfrost MK 304 | 3200 | bueno | | 3200 | |
| Congeladora vestfrost MK 304 | 3200 | bueno | | 3200 | |
| Congeladora vestfrost MK 304 | 3200 | bueno | | 3200 | |
| Congeladora vestfrost MK 304 | 3200 | bueno | | 3200 | |
| Aires acondicionados | | | | | |
| York PTC36 | 3960 | malo | innovair VWM10H25 | 1491.4 | S/. 2,500.00 |
| innovair VWM10H25 | 1491.4 | bueno | | 1491.4 | |
| innovair VWM10H26 | 1491.4 | bueno | | 1491.4 | |
| innovair VWM10H25 | 1491.4 | bueno | | 1491.4 | |
| Pabellón 2 | | | | | |
| Impresoras | | | | | |
| | | | HP Color LaserJet Pro M176n | | S/. |
| HP Laser Jet P1102W | 1560 | malo | | 300 | 1,161.00 |
| HP Laser Jet P1102W | 1560 | bueno | | 1560 | |
| HP Laser Jet P1102W | 1560 | bueno | | 1560 | |
| HP Laser Jet P1102W | 1560 | bueno | | 1560 | |
| HP Color LaserJet Pro M479fdw | 550 | bueno | | 550 | |
| Fotocopiadora bizhub 423 | 1500 | bueno | | 1500 | |
| Computadora LG FLATRON W194355 | 232 | bueno | | 232 | |
| LG FLATRON L1753T | 232 | bueno | | 232 | |
| SAMSUNG Sync Master 520B300 | 245 | bueno | | 245 | |
| LG FLATRON E1941-BN | 232 | bueno | | 232 | |
| HP LV2011 | 262 | malo | HP V193f | 217 | |
| HP LV2011 | 262 | bueno | | 262 | S/. 1,800.00 |
| LENOVO I5-6400T | 220 | bueno | | 220 | |
| HP V223 | 240 | bueno | | 240 | |
| Equipos medicos Ultrasonido Diagnostic System | 180 | bueno | | 180 | |

| | | | | | |
|--|-------|-------|------------------------|-------|--------------|
| Destructor de Agujas Hipodérmicas DAHECO | | | | | |
| 101 | 0.153 | bueno | | 0.153 | |
| Ray-x toshiba D0712 | 900 | bueno | | 900 | |
| Horno MEMMERT | | | | | |
| | 1600 | bueno | | 1600 | |
| Horno MEMMERT | | | | | |
| Compresor de aire | 680 | bueno | | 680 | |
| Raspador dental ultrasonido UDS-J2 LED | | | | | |
| | 33 | bueno | | 33 | |
| Centrifuga BOECO H-240 | | | | | |
| | 230 | bueno | | 230 | |
| Biological Microscope CX21LED/CX21 | | | | | |
| | 18 | bueno | | 18 | |
| Unico l-rt30 °C-e Digital Rotator | | | | | |
| | | bueno | | | |
| Refrigerador LG Mindray BC-3000plus | | | | | |
| | 1200 | bueno | | 1200 | |
| Refrigerador coldex ERBA DIAGNOSTICS MAIVNHEIM CHEMV3 | | | | | |
| | 60 | bueno | | 60 | |
| BIOBASE Fume hood FH1500-X | | | | | |
| | 1990 | bueno | | 1990 | |
| | 40 | bueno | | 40 | |
| | 500 | bueno | | 500 | |
| Pantalla rayos x | 20 | malo | pantalla rayos X JD-01 | 15 | S/. 300.00 |
| Aire acondicionado York YOE24FS-ADT | | | | | |
| | 908.7 | bueno | | 908.7 | |
| lennox KF25-09C-GW-E | | | | | |
| | 2,150 | bueno | | 2,150 | |
| Pabellón 3 | | | | | |
| Impresoras | | | | | |
| Laser jet P1006 | | | | | |
| | 638 | Bueno | | 638 | |
| Laser jet Pro M203dw | | | | | |
| | 682 | Bueno | | 682 | |
| EPSON LQ-590 | | | | | |
| | 42 | Bueno | | 42 | |
| EPSON LX-300 | | | | | |
| | 66 | Bueno | | 66 | |
| EPSON LX-350 | | | | | |
| | 27 | Bueno | | 27 | |
| Computadoras | | | | | |
| Lenovo Thinkvision E2054 | | | | | |
| | 220 | bueno | | 220 | |
| LG 29WK600-W 29" IPS LED | | | | | |
| | 232 | malo | LG 22M38A-B 21.5" LED | 220 | S/. 2,100.00 |
| HP LV2011 | | | | | |
| | 262 | malo | HP V193f | 217 | S/. 1,800.00 |

| | | | | | |
|--|-------|-------|-----------------------------------|-------|-----------------|
| Ventiladores | | | | | |
| Orbegozo BF 0150 | 80 | malo | BOXFAN CA-12BOX | 40 | |
| Ventilador FS2623E | 220 | malo | Imaco FS1631 | 45 | |
| Refrigeradores | | | | | |
| Coldex x 244lt | 1200 | bueno | | 1200 | |
| Samsung 450lt | 1500 | bueno | | 1500 | |
| Aire acondicinado | | | | | |
| innovair VWM10H25 | 745.7 | bueno | | 745.7 | |
| Midea MSMA-24CRN1 | 3400 | malo | innovair VWM10H25 | 1491 | S/. 2,500.00 |
| Ambiente 4 | | | | | |
| | | | HP Color LaserJet Pro M176n | 300 | S/. 1,161.00 |
| HP Jet pro M203DW | 682 | malo | | | |
| HP laser Jet M1132 MFP | 365 | bueno | | 365 | |
| Epson LQ-590 | 42 | bueno | | 42 | |
| HP Laser Jet P1006 | 638 | bueno | | 638 | |
| Computadoras | | | | | |
| HP LV2011 | 224 | bueno | | 224 | |
| Samsung SyncMaster 633NW | 245 | bueno | | 245 | |
| Samsung SyncMaster B2230 | 245 | bueno | | 245 | |
| LG Flatron E1941S | 245 | bueno | | 245 | |
| Ventiladores | | | | | |
| Bossko BK-8230VTE | 90 | bueno | | 90 | |
| Nex Ventilador Box 12" VBX-1210 | 45 | bueno | | 45 | |
| IMACO VENTILADOR FSM652G 60W | 60 | bueno | | 60 | |
| Equipos medicos | | | | | |
| Horno Memmert LAB INCUBADOR IN- 601 | 1600 | bueno | | 1600 | |
| INCUCCELL MMM UNIVERSAL CENTRIFUGA DLC- 012 H | 700 | bueno | | 700 | |
| KETAN- AUTOCLAVES & STERILIZERS | 800 | bueno | | 800 | |
| Centrifuga C885E | 9000 | bueno | | 9000 | |
| Aire acondicionado | 180 | bueno | | 180 | |
| York YOE24FS-ADT | 908.7 | bueno | | 908.7 | |

| | | | |
|--------------|-----------------|------------------|-------------------------|
| total | 98841,3w | 75919.35w | S/ 30,214.00 |
|--------------|-----------------|------------------|-------------------------|

Fuente: Elaboración propia. Datos del CSMS

Mediante el cuadro anterior podemos observar que para cambiar los equipos que hemos seleccionado se invertirá s/. 30214,00 y la potencia instalada bajaría a un 75,91935kW, es decir la diferencia es de 22,92195kW que sería el ahorro de potencia instalada.

c) **Calculo de ahorro de energía**

En la siguiente tabla se muestra el consumo de los equipos eléctricos actuales, en lo cual se especifica su potencia nominal y las horas que se mantienen encendidas.

Tabla 29

Consumo energético de equipos actuales en mal estado.

| Equipo eléctrico actual | Unidades | Vatios | Horas de Uso | W total día | DIAS semana | KW/Año | S/. AL AÑO |
|--|-----------------|---------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------|-------------------|
| Impresora HP laser jet P1102w | 3 | 1560 | 2 | 9360 | 6 | 2920,32 | 2161,03 |
| Impresora HP laser jet M203DW | 1 | 682 | 2 | 1364 | 6 | 425,568 | 314,92 |
| Computadora Samsung SyncMaster 2253BW | 1 | 262 | 8 | 2096 | 6 | 653,952 | 483,92 |
| Computadora DELL P2717H | 1 | 255 | 8 | 2040 | 6 | 636,48 | 470,99 |
| Computadora Samsung SyncMaster 192T | 1 | 245 | 8 | 1960 | 6 | 611,52 | 452,52 |
| Computadora HP LV 2011 | 3 | 262 | 8 | 6288 | 6 | 1961,856 | 1451,77 |
| Computadora LG 29WK600-W 29" | 1 | 232 | 8 | 1856 | 6 | 579,072 | 428,51 |
| Refrigeradora PHILIPS | 1 | 2000 | 8 | 16000 | 6 | 4 992 | 3694,08 |
| Cialitica LONER | 1 | 300 | 2 | 600 | 6 | 187,2 | 138,52 |
| Steam strilizer B100L | 1 | 4500 | 12 | 54000 | 6 | 16 848 | 12467,52 |
| Esterilizador de aire caliente YCO-010 | 1 | 900 | 8 | 7200 | 6 | 2246,4 | 1662,36 |
| Pantalla rayos x | 1 | 20 | 2 | 40 | 6 | 12,48 | 9,23 |
| Ventilador Orbegozo BF 0150 | 1 | 80 | 8 | 640 | 6 | 199,68 | 147,76 |
| Ventilador FS2623E | 1 | 220 | 8 | 1760 | 6 | 549,12 | 406,34 |
| York PTC36 | 1 | 3960 | 8 | 31680 | 6 | 9884,16 | 7 314,27 |

| | | | | | | | |
|-------------------|-----------|--------------|-----------|---------------|-----------|-----------------|------------------|
| Midea MSMA-24CRN1 | 1 | 3400 | 8 | 27200 | 6 | 8 486,4 | 6 279,93 |
| TOTALES | 20 | 18878 | 74 | 164084 | 96 | 32062,36 | 23 726,15 |

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestra el consumo de energía de los equipos eléctricos propuestos.

Tabla 30

Consumo energético de equipos eléctricos propuestos.

| Equipo eléctrico propuesto | Unidades | Vatios | Horas de Uso | W total día | DIAS semana | KW/Año | S/.AL AÑO |
|--------------------------------------|-----------|-------------|--------------|--------------|-------------|------------------|---------------|
| Impresora HP laser jet pro M176n | 4 | 300 | 3 | 3600 | 6 | 1123,2 | 831,16 |
| Computadora Samsung sf355h | 1 | 217 | 8 | 1736 | 6 | 541,63 | 400,80 |
| Computadora Dell 19 E1916H | 1 | 214 | 8 | 1712 | 6 | 534,14 | 395,26 |
| Computadora Samsung B1930 | 1 | 220 | 8 | 1760 | 6 | 549,12 | 406,34 |
| Computadora HP V193f | 3 | 217 | 8 | 5208 | 6 | 1624,89 | 1202,42 |
| Computadora LG 22M38A | 1 | 220 | 8 | 1760 | 6 | 549,12 | 406,34 |
| Refrigeradora Samsung | 1 | 723 | 8 | 5784 | 6 | 1804,60 | 1335,40 |
| Cialitica NEXUS OL-01 | 1 | 110 | 2 | 220 | 6 | 68,64 | 50,79 |
| Steam strilizer B50L | 1 | 3000 | 8 | 24000 | 6 | 7488 | 5541,12 |
| Esterilizador por calor seco Gimette | 1 | 500 | 8 | 4000 | 6 | 1248 | 923,52 |
| Pantalla rayos XJD-01 | 1 | 15 | 2 | 30 | 6 | 9,36 | 6,92 |
| Ventilador BOXFAN | 1 | 40 | 8 | 320 | 6 | 99,84 | 73,88 |
| Ventilador Imaco FS1631 | 1 | 45 | 8 | 360 | 6 | 112,32 | 83,11 |
| Innovair VWM10H25 | 2 | 1491 | 8 | 23856 | 6 | 7443,07 | 5 507,87 |
| TOTALES | 20 | 7312 | 95 | 74346 | 84 | 23 195,95 | 17 165 |

Fuente: Elaboración propia.

Restando el consumo de los equipos actuales seleccionados con los equipos propuestos obtenemos el ahorro energético que se genera.

$$\text{Ahorro energetico anual}_{\text{equipos}} = 42\ 707,80\ \text{kW} - 23\ 195,95\ \text{kW}$$

$$\text{Ahorro energético anual}_{\text{equipos}} = 19\,511.85$$

3.4.4 Análisis económico del informe de tesis.

Es importante conocer la factibilidad del proyecto, para esto tomaremos en cuenta las inversiones, los ingresos (ahorro energético) y ciertos parámetros financieros como el VAN y TIR.

3.4.4.1 Evaluación de inversiones.

a) Evaluación tarifaria según suministro existente.

Para la instalación de un nuevo medidor se requiere de ciertos costos, de acuerdo al tipo de opción tarifaria establecida por OSINERGMIN.

Tabla 31

Inversión del cambio de opción tarifaria.

| Acción | Inversión | |
|---------------------------------------|------------------|----------------|
| Gestión de cambio de opción tarifaria | S/. | 10,00 |
| Conexión medidor BT5A trifásico | S/. | 2017,00 |
| Total | S/. | 2027,00 |

Fuente: Elaboración propia.

b) Implementación de luminarias LEDs.

Las luminarias LEDs tienen un costo elevado en el mercado internacional, esto se debe a su alta eficacia. A continuación presentaremos dos cuadros donde se observará la inversión de que se realizara al utilizar luminarias LEDs.

Tabla 32

Precio de luminarias LEDs propuestas.

| Tipo de luminaria | Precio | Cantidad por tipo | Total |
|--|---------------|--------------------------|--------------|
| MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 830 T8 | S/ 60.00 | 19 | S/ 1140,00 |
| MAS LEDtube VLE 1500mm HO 20W 865 T8 | S/ 110.00 | 31 | S/ 3410,00 |
| MAS LEDtube VLE 1200mm HO 14W 840 T8 | S/ 119.00 | 4 | S/ 476,00 |
| CorePro LEDtube UN 1200mm HO 18W830 T8 | S/ 62.00 | 18 | S/ 1116,00 |
| MAS LEDtube 1200mm HO 26W 830 T5 | S/ 122.00 | 8 | S/ 976,00 |
| MASTER LED ExpertColor LED 3.9GU10 940 25D | S/ 57.00 | 4 | S/ 228,00 |
| MAS LEDtube 900mm HO 12W 840 T8 | S/ 59.00 | 59 | S/ 3481,00 |
| MAS LEDtube VLE 600mm HO 8W 830 T8 | S/ 57.00 | 5 | S/ 285,00 |

| | | | | | |
|--|-----|--------|------------|------------|-----------------|
| Corepro LEDspot 2.7 GU10 830 36D | S/. | 28.00 | 20 | S/. | 560,00 |
| Corepro LEDspot 4.6w GU10 830 36D | S/. | 28.00 | 4 | S/. | 112,00 |
| MAS LEDtube HF 1500mm UO 30W 865 T5 | S/. | 79.00 | 21 | S/. | 1659,00 |
| Corepro LEDspot 550lm GU10 830 120D | S/. | 12.00 | 1 | S/. | 12,00 |
| MAS LEDtube HF 1200mm HO 26W 840 T5 | S/. | 128.00 | 10 | S/. | 1280,00 |
| CorePro LEDspot ND1.4w R50 E14 827 36D | S/. | 20.00 | 6 | S/. | 120,00 |
| Total | | | 210 | S/. | 14855,00 |

Fuente: Elaboración Propia. Datos del manual de fabricación.

Tabla 33

Inversión de implementación de luminarias.

| Acción | | Inversión |
|--------------------------------|------------|------------------|
| Adquisición de luminarias LEDs | S/. | 14 855,00 |
| Instalación de luminarias LEDs | S/. | 4 200,00 |
| Total | S/. | 19 055,00 |

Fuente: Elaboración propia

c) Renovación de equipos eléctricos.

Solo analizaremos la inversión de los equipos eléctricos seleccionados o en otras palabras los que encontramos en mal estado, debido a que la mayoría de equipos eléctricos están en buenas condiciones y no sería rentable cambiarlos a todos.

Tabla 34

Inversión de renovación de equipos eléctricos.

| Acción | | Inversión |
|---|------------|------------------|
| Adquisición de equipos eléctricos seleccionados | S/. | 30 214,00 |
| Instalación de aires acondicionados | S/. | 5 000,00 |
| Instalación de equipos biomédicos | S/. | 5 000,00 |
| Instalación de equipos eléctricos de oficina | S/. | 2 000,00 |
| Total | S/. | 42,214.00 |

Fuente: Elaboración propia

d) Inversión total de la tesis.

$$Inversión\ total = S/.2,027.00 + S./19,055.00 + S/.42,21400$$

$$Inversión\ total = S/. 63\ 296, 00$$

3.4.4.2 Evaluación de ahorro energético y económico.

a) Evaluación tarifaria según suministro existente.

La diferencia entre la facturación entre las dos opciones tarifarias, vendría a ser el ahorro económico, como lo detallamos en la tabla 31.

Tabla 35 *Diferencias de facturación y ahorro económico.*

| Fecha | | BT5A | | BT5B | | Ahorro mensual |
|--------------|----|-------------|----|-------------|----|-----------------------|
| ene-17 | S/ | 2,314.79 | S/ | 2,441.12 | S/ | 126,33 |
| feb-17 | S/ | 2,364.63 | S/ | 2,493.68 | S/ | 129,05 |
| mar-17 | S/ | 2,364.63 | S/ | 2,493.68 | S/ | 129,05 |
| abr-17 | S/ | 2,509.30 | S/ | 2,646.25 | S/ | 136,95 |
| may-17 | S/ | 2,489.92 | S/ | 2,625.81 | S/ | 135,89 |
| jun-17 | S/ | 2,695.51 | S/ | 2,842.62 | S/ | 147,11 |
| jul-17 | S/ | 2,753.65 | S/ | 2,903.94 | S/ | 150,29 |
| ago-17 | S/ | 2,307.10 | S/ | 2,433.02 | S/ | 125,91 |
| sep-17 | S/ | 3,139.64 | S/ | 3,310.99 | S/ | 171,35 |
| oct-17 | S/ | 3,357.20 | S/ | 3,540.43 | S/ | 183,23 |
| nov-17 | S/ | 3,818.71 | S/ | 4,027.12 | S/ | 208,41 |
| dic-17 | S/ | 3,565.08 | S/ | 3,759.65 | S/ | 194,57 |
| ene-18 | S/ | 3,413.62 | S/ | 3,599.92 | S/ | 186,30 |
| feb-18 | S/ | 3,315.53 | S/ | 3,496.48 | S/ | 180,95 |
| mar-18 | S/ | 3,210.80 | S/ | 3,386.03 | S/ | 175,23 |
| abr-18 | S/ | 2,949.55 | S/ | 3,110.53 | S/ | 160,98 |
| may-18 | S/ | 3,003.96 | S/ | 3,167.91 | S/ | 163,95 |
| jun-18 | S/ | 2,812.01 | S/ | 2,965.48 | S/ | 153,47 |
| jul-18 | S/ | 3,091.94 | S/ | 3,260.69 | S/ | 168,75 |
| ago-18 | S/ | 2,675.92 | S/ | 2,821.96 | S/ | 146,04 |
| sep-18 | S/ | 2,641.38 | S/ | 2,785.53 | S/ | 144,16 |
| oct-18 | S/ | 3,047.36 | S/ | 3,213.68 | S/ | 166,32 |
| nov-18 | S/ | 3,445.11 | S/ | 3,633.14 | S/ | 188,02 |
| dic-18 | S/ | 2,975.17 | S/ | 3,137.54 | S/ | 162,37 |
| ene-19 | S/ | 2,238.64 | S/ | 2,360.82 | S/ | 122,18 |
| feb-19 | S/ | 2,960.63 | S/ | 3,122.21 | S/ | 161,58 |
| mar-19 | S/ | 3,014.62 | S/ | 3,179.15 | S/ | 164,53 |
| abr-19 | S/ | 3,306.05 | S/ | 3,486.48 | S/ | 180,43 |
| may-19 | S/ | 3,252.75 | S/ | 3,430.27 | S/ | 177,52 |
| jun-19 | S/ | 3,148.22 | S/ | 3,320.04 | S/ | 171,82 |
| jul-19 | S/ | 3,115.69 | S/ | 3,285.73 | S/ | 170,04 |
| ago-19 | S/ | 3,092.15 | S/ | 3,260.91 | S/ | 168,76 |
| sep-19 | S/ | 3,292.89 | S/ | 3,472.61 | S/ | 179,72 |

Fuente: Elaboración propia.

Anualmente se tendría un ahorro diferente todos los años: en 2017 un ahorro de S/ 1 838,15, en 2018 un ahorro de S/ 1 996,55 y en lo que va del 2019 un ahorro de S/ 1 496,58. Para cálculos utilizaremos el menor resultado del año 2017.

b) Implementación de luminarias LEDs.

Para evaluar el ahorro energético de las luminarias actuales y los LEDs, se tuvo en cuenta las horas de consumo de las luminarias y el costo de la energía, obteniendo el ahorro anual al utilizar luminarias LEDs, hay que tener en cuenta que si analizamos más años consideraríamos un incremento anual de 5% en costo en la facturación.

Tabla 36
Ahorro energético y económico luminarias LEDs.

| Ahorro energético y económico luminarias LEDs | | |
|--|----------------|------------------|
| Luminaria Actual | | |
| kW/año 365 | W x S./ kW Año | |
| 39796.848 | S/. | 29 449,67 |
| Luminaria LED | | |
| kW/año 365 | W x S./ kW Año | |
| 14036.1312 | S/. | 10 386,74 |
| Ahorro energético | | |
| kW/año 365 | W x S./ kW Año | |
| 25760.7168 | S/. | 19 062,93 |

Fuente: Elaboración propia.

c) Renovación de equipos eléctricos.

Se buscó el reemplazo equipos eléctricos con casi las mismas características, pero teniendo en cuenta su eficiencia. En el cuadro siguiente se especifica su ahorro energético y económico de equipos actuales y propuestos.

Tabla 37

Ahorro energético y económico equipos eléctricos.

| Ahorro energético y económico equipos eléctricos | | |
|---|----------------|------------------|
| Equipos E. actuales | | |
| kW/año 365 | W x S./ kW Año | |
| 42707,808 | S/. | 31 603,78 |
| Equipos E. Propuesto | | |
| kW/año 365 | W x S./ kW Año | |
| 23195,952 | S/. | 17 165,00 |
| Ahorro energético | | |
| kW/año 365 | W x S./ kW Año | |
| 19511,856 | S/. | 14 438,77 |

Fuente: Elaboración propia.

d) Ahorro energético total del proyecto

$$\text{Ahorro energético total}_{\text{anual}} = S/ 1,838.15 + S/.19,062.93 + S/.14,438.77$$

$$\text{Ahorro energético total}_{\text{anual}} = S/. 35339, 85$$

$$\text{Ahorro energético total}_{\text{mensual}} = S/. 2994, 98$$

3.4.4.3 Indicadores de rentabilidad del proyecto de investigación.

a) El valor actual neto (VAN):

Es el parámetro que se utiliza para determinar la factibilidad del proyecto, según el capital obtenido en un determinado tiempo. En otras palabras mide la ganancia obtenida en el tiempo establecido por el inversionista. El VAN está dada por la ecuación (15):

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} \quad (15)$$

En donde:

V_t : El flujo de caja en cada período t.

n : Número de períodos considerados.

k : Tasa de interés considerada.

b) La tasa interna de retorno (TIR):

Es el beneficio o pérdida que se tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto. El TIR está dada por la ecuación (16).

$$\sum_{t=0}^n \frac{V_t}{(1+TIR)^t} - I = 0 \tag{16}$$

Donde:

V_t : El flujo de caja en cada período t.

n : Número de períodos considerados.

i : Valor de la inversión inicial.

I : Inversión o capital inicial.

3.4.4.4 Análisis de flujo de caja, VAN y TIR para proyecto de investigación.

Una vez definido la inversión, los ingresos que se obtendrá anualmente y los indicadores financieros, analizaremos el flujo de caja, teniendo en cuenta el costo de mantenimiento de S/. 1000 mensuales. Para el VAN se utilizó cero tasa de interés y el análisis se hizo por 5 años. A continuación mostramos un cuadro del flujo de caja y cálculos de VAN y TIR.

Tabla 38 *Flujo de caja del informe de investigación.*

| Año | Inversión | Costo (Mtto) | Ingresos | Flujo de Caja | FC act | FC Acum |
|-----|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------------|
| 0 | S/. 63,296.00 | | | S/. -63,296.00 | S/. -63,296.00 | S/. -63,296.00 |
| 1 | | S/. 12,000.00 | S/. 35,339.85 | S/. 23,339.85 | S/. 23,339.85 | S/. -39,956.15 |
| 2 | | S/. 12,000.00 | S/. 35,339.85 | S/. 23,339.85 | S/. 23,339.85 | S/. -16,616.30 |
| 3 | | S/. 12,000.00 | S/. 35,339.85 | S/. 23,339.85 | S/. 23,339.85 | S/. 6,723.55 |
| 4 | | S/. 12,000.00 | S/. 35,339.85 | S/. 23,339.85 | S/. 23,339.85 | S/. 30,063.40 |
| 5 | | S/. 12,000.00 | S/. 35,339.85 | S/. 23,339.85 | S/. 23,339.85 | S/. 53,403.25 |

Fuente: Elaboración Propia.

Cálculo de VAN:

$$VAN = \frac{S/. 23,339.85}{(1 + 0)^1} + \frac{S/. 23,339.85}{(1 + 0)^2} + \frac{S/. 23,339.85}{(1 + 0)^3} + \frac{S/. 23,339.85}{(1 + 0)^4} + \frac{S/. 23,339.85}{(1 + 0)^5}$$

$$VAN = \mathbf{S/. 53,403.25}$$

En cinco años se recuperará S/. 53,403.25

Cálculo de TIR:

$$0 = \frac{S/. 23,339.85}{(1 + TIR)^1} + \frac{S/. 23,339.85}{(1 + TIR)^2} + \frac{S/. 23,339.85}{(1 + TIR)^3} + \frac{S/. 23,339.85}{(1 + TIR)^4} + \frac{S/. 23,339.85}{(1 + TIR)^5} - S/.53,403.25$$

$$TIR = 25 \%$$

La inversión inicial se recupera en 2,71 años.

IV. RESULTADOS

4.1 Diagnóstico de las causas principales del excesivo consumo del sistema eléctrico.

4.1.1 Resumen del diagnóstico realizado en el sistema eléctrico en el CSMS.

De acuerdo al diagnóstico realizado con el analizador de redes marca Metrel modelo MI2892 en el Centro de Salud Morro Solar – Jaén, se mostraron que las medidas tomadas en función al cumplimiento de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE) y la norma EM-010.

Tabla 39

Resumen de mediciones del sistema eléctrico en el CSMS.

| Resumen de medición | | | | |
|----------------------------|---|-----------|-----------|---------------|
| Símbolo | Nombre | L1 | LN | Unidad |
| Valores de fase | | | | |
| U | Tensión | 215,12 | 7.1995 | V |
| I | Corriente | 11,767 | 13.289 | A |
| f | Frecuencia | 59,956 | --- | Hz |
| THD U | THD de tensión | 5,4717 | 5,3121 | V |
| THD U | THD de tensión | 2,5445 | 109,39 | % |
| THD I | THD de corriente | 1,5615 | 1,9366 | A |
| THD I | THD de corriente | 13,394 | 14,737 | % |
| CFu | Factor de cresta de tensión | 1,3765 | --- | |
| CFi | Factor de cresta de la corriente | 1,7224 | 1,7582 | |
| Valores pico | | | | |
| Umin1/2 | Tensión RMS min de ciclo sencillo (desde reset) | 0,0665 | --- | V |
| Umax1/2 | Tensión RMS max de ciclo sencillo (desde reset) | 589,43 | --- | V |
| UpicoRms | Pico max de tensión (desde reset) | 296,11 | --- | V |
| Imin1/2 | Corriente RMS min medio ciclo (desde reset) | 9,523 | --- | A |
| Imax1/2 | Corriente RMS max medio ciclo (desde reset) | 43,379 | --- | A |
| IpicoRms | Corriente pico max (desde reset) | 20,267 | 23.364 | A |

| Medidas de potencia | | | | |
|------------------------------|--|--------|-----|-------|
| P | Potencia activa | 2,493 | --- | kW |
| N | Potencia reactiva | 0,4367 | --- | kvar |
| S / Se | Potencia aparente de fase/Potencia aparente efectiva total | 2,5312 | --- | kVA |
| PF | Factor de potencia por fase/ Factor de potencia total efectivo | 0,985 | --- | |
| Qfund / Q+ | Potencia reactiva fundamental por fase/ Potencia reactiva total positiva | 0,2194 | --- | kvar |
| Sfund / S+ | Potencia aparente fundamental por fase/ Potencia aparente total positiva | 2,5069 | --- | kVA |
| DPF / DPF+ | Desplazamiento de fase/ Desplazamiento de fase total efectivo | 0,996 | --- | |
| Pfund / P+ | Potencia activa fundamental por fase/ Potencia activa total positiva | 2,493 | --- | kW |
| SN | Potencia aparente no activa | 0,3419 | --- | kVA |
| D1 | Distorsión de corriente de potencia no activa | 0,3358 | --- | kVA |
| Dv | Potencia no activa por distorsión de tensión | 0,0638 | --- | kVA |
| SH | Potencia armónica aparente | 0,0085 | --- | kVA |
| DH | Potencia no activa por distorsión armónica | 0,0075 | --- | kVA |
| PH | Potencia activa armónica | 0,004 | --- | kW |
| HP | Polución armónica | 13,638 | --- | % |
| Mediciones de Energia | | | | |
| Ep+ | Energía activa consumida | 690,99 | --- | mWh |
| Ep- | Energía activa generada | 0 | --- | mWh |
| Eq+ | Energía reactiva fundamental consumida | 60,596 | --- | mvarh |
| Eq- | Energía reactiva fundamental generada | 0 | --- | mvarh |

Fuente: Elaboración Propia. Datos del analizador de redes.

Tabla 40

Resultado según cumplimiento de NTCSE.

| Resumen de cumplimiento según NTCSE | |
|---|----------------|
| Δf - Variación de la frecuencia instantánea (15min) | Pasa |
| VSF - Variación de la frecuencia momentánea (1min) | Pasa |
| VDF - Variaciones de la frecuencia diaria | No pasa |
| ΔV - Variaciones de tensión de alimentación (15min) | Pasa |
| Pst - Severidad del Flicker (10min) | Pasa |
| Armónicos de tensión y THD | pasa |
| Interrupciones | Pasa |
| Total | No pasa |

Fuente: Elaboración propia. Datos del analizador de redes.

4.1.2 Sistema de iluminación y Equipos eléctricos del CSMS.

El Centro de Salud Morro Solar cuenta con 210 puntos e iluminación en todo el edificio, en lo cual como hemos podido observar que estas luminarias actuales, no cumplen con la luminancia correspondiente como lo plasma la con la norma EM-010 de instalaciones eléctricas interiores.

Los equipos eléctricos mencionados están totalmente activos, algunos son antiguos y otros presentan fallas, existen algunos equipos que no se tomaron en cuenta por la razón que están totalmente inoperativos. Del 100 % de la carga instalada del CSMS, las potencias están repartidas como lo indica la figura n° 25.

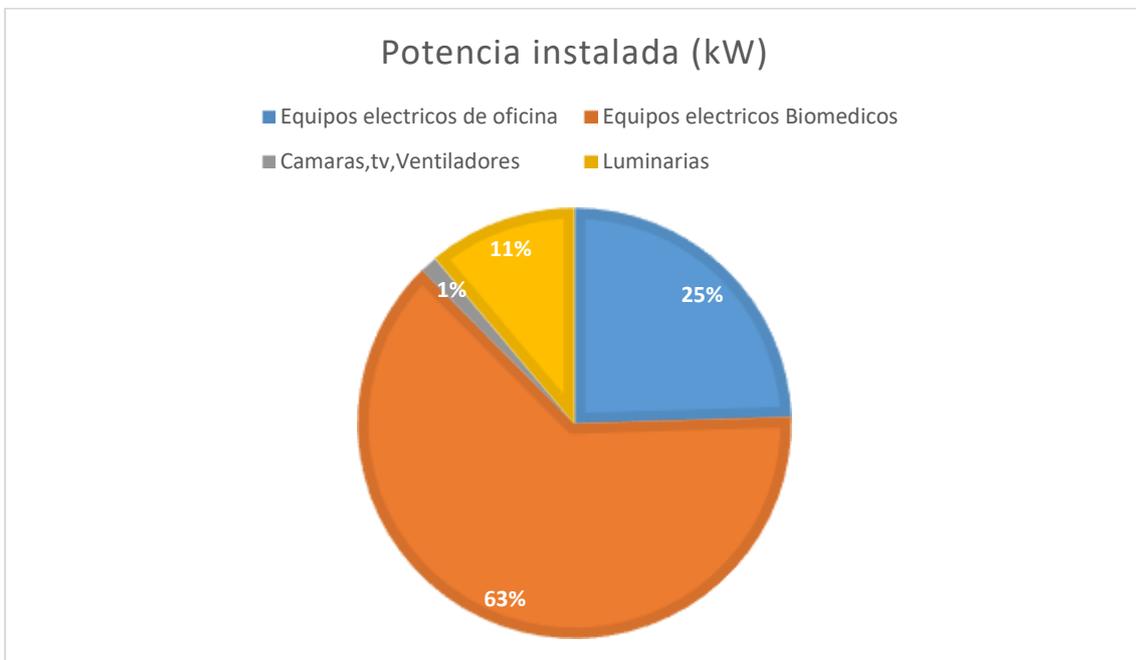


Figura 25. Potencia instalada.
Fuente: Elaboración propia.

4.2 Propuesta de alternativas para mejorar la eficiencia energética del Centro de Salud Morro Solar- Jaén de acuerdo al diagnóstico realizado.

4.2.1 Cambio de opción tarifario.

De acuerdo a las normas eléctricas de calidad de los servicios eléctricos, publicado en el decreto supremo N° 020-97-EM por el Ministerio de Justicia, la empresa está obligada a

valorizar los consumos con la opción tarifaria solicitada por el Cliente. La opción tarifaria que hemos encontrado con una facturación mínima, es la BT5A, el suministro debe ser trifásico para evitar sobre sobrecargas y poder balancear las cargas principales.

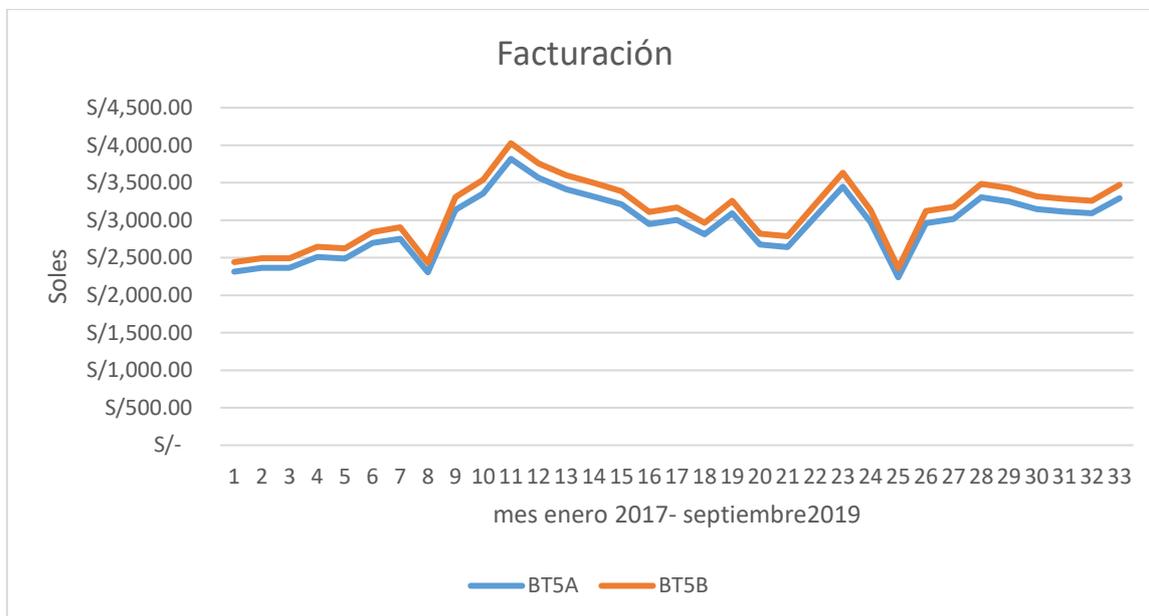


Tabla 41 *Resumen de ahorro económico con tarifa propuesta BT5A.*

| Ahorro económico con tarifa propuesta BT5A | |
|--|-------------|
| Ahorro 2017 | S/ 1 838,15 |
| Ahorro 2018 | S/ 1 996,55 |
| Ahorro 2019 | S/ 1 496,58 |

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Implementación de luminarias LEDs.

Con la implementación de luminarias LEDs se obtendrá un ahorro energético de 25760,7168 kW al año, las ventajas que presentan las luminarias LEDs propuestas con respecto a las luminarias actuales, son de gran aporte económico y a la reducción del impacto ambiental. La diferencia de costos que genera en 5 años la luminaria actual y los LEDs, es grande como lo podemos visualizar en las siguientes gráficas. A continuación presentamos el coste energético anual con 5% incremento progresivo.

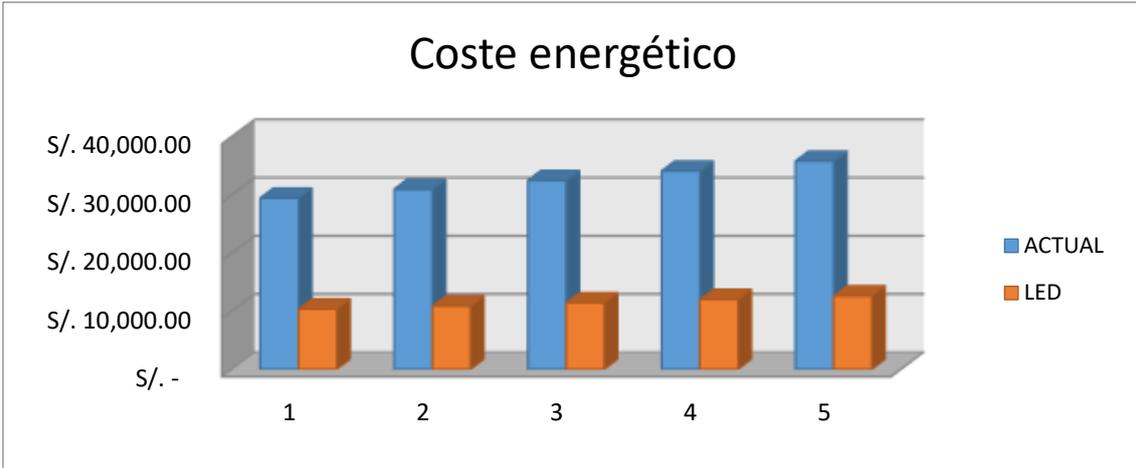


Figura 26. Comparación de coste energético de luminarias.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación presentamos dos graficas de coste energéticos y coste de CO2 invertido a la atmosfera.

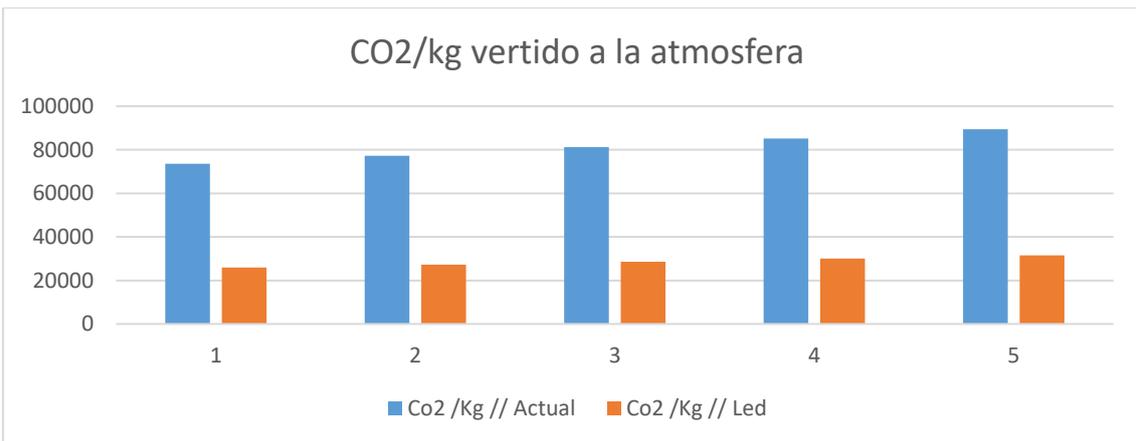


Figura 27 Comparación de CO2/kg vertido a la atmosfera de luminarias.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Renovación de equipos en mal estado.

La mayoría de equipos eléctricos en el CSMS, se encuentran en un estado aun operativo, es por la razón que hemos seleccionado los equipos eléctricos en mal estado o muy antiguos. De los equipos seleccionados para reemplazarlos por unos más eficientes se obtuvo un ahorro energético de 19511,856kW al año y la cantidad de coste energético generan por año lo detallamos a continuación en una tabla con el 5% incremento progresivo.

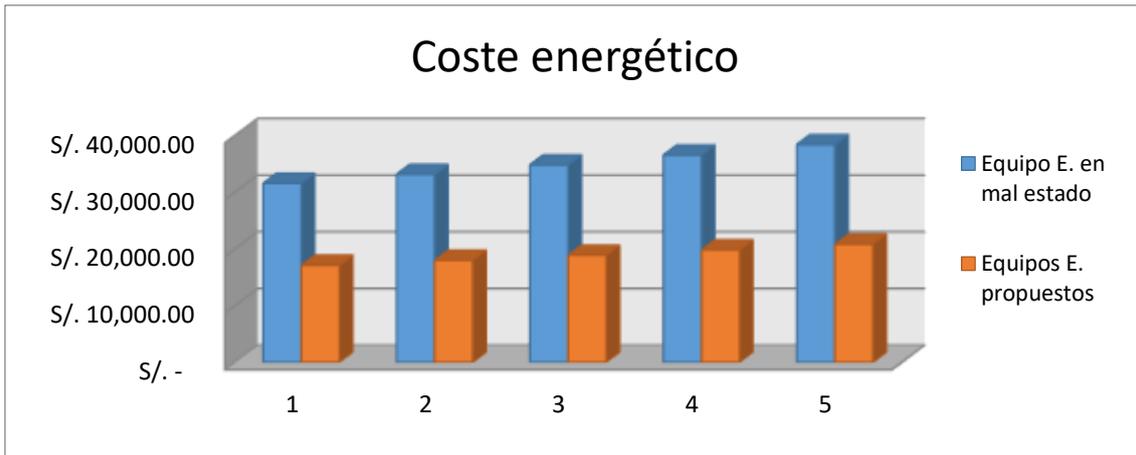


Figura 28. Comparación de coste energético en la renovación de equipos eléctricos.
Fuente: Elaboración propia.

4.3 Evaluación la factibilidad económica de la implementación de las propuestas de mejora.

Sumando todos los costos necesarios que se generarían al ejecutar las propuestas para mejorar la eficiencia energética en el sistema eléctrico del Centro de Salud Morro Solar-Jaén, obtuvimos un monto de S/. 63296,00, que sería nuestra inversión. Como ingresos tenemos el ahorro económico de la opción tarifaria propuesta, y el ahorro energético de luminarias y equipos seleccionados que sumarian S/.35339,85.

Teniendo en cuenta los ingresos y el monto de la inversión, se calcularon parámetros financieros. Cabe resaltar que se sumó un costo de mantenimiento mensual de S/. 1000, se trabajó con una tasa de interés de 0% por ser entidad pública y se proyectó a 5 años por la vida útil de luminarias y equipos.

Tabla 42 *Resumen de análisis económico.*

| Indicador financiero | Resultado |
|-----------------------------|------------------|
| VAN | S/. 53 403,25 |
| TIR | 25% |
| Payback | 2,71 |

Fuente: Elaboración propia

A los 5 años se tendrá una recuperación de S/. 53 403,25 y la inversión se recuperará en 2,71 años. Podemos decir que el proyecto de investigación es factible.

V. DISCUSIÓN.

Comparando nuestro análisis económico de nuestro proyecto de investigación, con otro proyecto similar de tesis (Arellano, 2015) quien obtuvo un costo de inversión de \$ 45 298,46 y un flujo neto de \$ 13 768,62, su resultado es factible y en cinco años logra recuperar la mitad de su inversión inicial. Teniendo en cuenta que sus ingresos económicos de ahorro energético fueron similares a nuestros ingresos con respecto al costo de inversión, en la cual fue de S/.23 339,85 recuperando en 5 años el doble de lo invertido.

Tapia y Gonzáles, (2017) en su tesis de pregrado “Reducción del Índice del Consumo Energético en una Fábrica de Hielo en la Ciudad de Chiclayo” en lo cual se obtiene un ahorro económico de S/. 68401,00 un VAN de S/. 141157,73; TIR de 96%. Obteniéndose con una metodología similar a la nuestra donde sus resultados fueron viables, en la cual obtuvimos un VAN de 53 403,25 y un TIR de 25% en un periodo de 5 años.

Díaz, (2018) en su investigación propuso estratégicamente que para generar ahorro económico a la empresa, es necesario realizar un diagnóstico energético eléctrico para luego identificar las mejoras produciendo un ahorro de energía anual de 34 309,77 kW-h y de S/. 10 819,76; esto contribuirá a mejorar la eficiencia energética eléctrica, permitiendo disminuir el índice de consumo energético eléctrico. Comparando su metodología con la nuestra y los valores obtenidos, se reafirma lo dicho por el autor, mencionando la necesidad del diagnóstico energético eléctrico como inicio de la investigación para lograr un consumo eficiente.

Gonzales, (2014) en su estudio similar al nuestro denominado “Diagnostico Energético Para la Elaboración del plan de Ahorro de Energía Eléctrica en Edificios Públicos”, demostró que el ahorro anual obtenido es de 170 000 kWh/año, el autor mostro una metodología diferente a la de nosotros, en la cual obtuvimos como resultado un ahorro anual de 45 271,85 kWh/año, dando buenas cifras de ahorro en ambas tesis.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Realizado el diagnóstico en el sistema eléctrico del Centro de Salud Morro Solar (CSMS), se concluye la importancia para realizar una evaluación de consumo eficiente de energía eléctrica logrando ahorros energéticos.
- Con las propuestas plasmadas en la tesis, se logrará tener un ahorro energético de 45 272,5728 kW/año que significa un ahorro económico de S/. 52 854,54 de soles.
- La evaluación económica del proyecto de investigación se realizó a medio plazo, donde se obtuvo un VAN de S/. 53,403.25 y un TIR de 25%, en lo cual la inversión se recuperará en 2,71 años. Comprobando su pertinencia y viabilidad del proyecto se concluye su factibilidad.
- Con el cambio de opción tarifario de BT5B a BT5A, podemos reducir en un 8% la facturación de consumo de energía eléctrica.

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda al personal del Centro de Salud Morro Solar-Jaén, dar un buen uso de la energía eléctrica y utilizar correctamente los equipos eléctricos y las luminarias.
- Se recomienda aplicar las propuestas dadas en el desarrollo del proyecto, de esta manera estaría ahorrando económicamente y contribuyendo con la reducción de impacto ambiental.
- Se recomienda al cambio de opción tarifaria BT5A regulado por el OSINERGMIN, con suministro trifásico 380VCA/220VCA, para lograr una mejor gestión eléctrica.
- Se recomienda a todas las instituciones públicas o privadas, diagnosticar sus sistemas eléctricos a través de un analizador de redes e instalado por un técnico profesional, para determinar la calidad de energía eléctrica y descubrir si la facturación está en la tarifa adecuada.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arellano Bastidas, O. (2015). *Estudio y analisis de eficiencia energetica del sistema electrico del hospital IESS-Ibarra*. Universidad de las fuerzas armadas, Sangolqui. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/12484/T-ESPE-049717.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Astorga, J. (2013). Análisis estadístico de la caída de tensión en un sistema eléctrico de baja tensión. *34(2)*, 119-127. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012013000200007
- Consuegra, M., Oteiza, I., Alonso, C., Cuervo, T., & Frutos, B. (2014). Análisis y propuesta de mejoras para la eficiencia energética del edificio principal del Instituto c.c. Eduardo Torroja-CSIC. *Consejo superior de investigaciones científicas*, *66(536)*. Obtenido de <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/3636/4107>
- Herranz, Carlos; Olle, Josep; Jáuregui, Fernando; (s.f). La iluminación con led y el problema de contaminación lumínica. 36-43. Obtenido de [file:///C:/Users/usuario/Downloads/Sin%20t%C3%ADtulo%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/Sin%20t%C3%ADtulo%20(2).pdf)
- Ministerio de Energía y Minas. (2011). *Guía de orientación para la selección de la tarifa eléctrica a usuarios finales en baja tensión*. Perú. Obtenido de <file:///C:/Users/usuario/Downloads/prepublicacion-z4wn17w0x26z77784cz.PDF>
- Miranda, R. S. (2014). *APLICACIÓN DESARROLLADA EN MATLAB SELECCIÓN DE TARIFA ELÉCTRICA DE EMPRESAS DE LA REGIÓN PIURA*. Universidad de Piura, Piura, Perú. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2729/IME_180.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pila, H. R., & Zambrano, M. I. (2010). *Estudio del flicker en una instalación eléctrica*. Universidad politécnica salesiana, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2142/14/UPS-GT000154.pdf>
- Quadri, N. (2001). *Sistemas de aire acondicionado* (1 ed.). Buenos Aires: Librería y editorial alsina. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=J-iWDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=aire+acondicionado&ots=n4ePkll7cr&sig=o7HPmOa262b_7CP279dU6MkpdDQ#v=onepage&q=aire%20acondicionado&f=false
- Ríos, R. (Diciembre de 2014). Incidencias de Cargas No Lineales en Transformadores de distribución. *Revista científica de la UCSA*, *1(1)*, 33-51. Obtenido de <http://scielo.iics.una.py/pdf/ucsa/v1n1/v1n1a05.pdf>

- Seguro Social de Salud. (2019). *Vida útil de los equipos médicos*. Perú. Obtenido de http://www.essalud.gob.pe/ietsi/BOLETINES_TECNOLOGICOS/pdf/boletin_tecnologico_04_2019.pdf
- Tapia Gonzáles, L., & Gonzáles Sanchez, J. (2017). *REDUCCIÓN DEL ÍNDICE DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN UNA FÁBRICA DE HIELO EN LA CIUDAD DE CHICLAYO*. Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Perú. Obtenido de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/9130/gonzales_sj.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vargas, C. G. (2014). *"DIAGNOSTICO ENERGÉTICO PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EDIFICIOS PÚBLICOS - LIMA*. Universidad Nacional del Callao, Callao, Perú. Obtenido de http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/338/CarlosEnrique_Tesis_tituloprofesional_2014.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Zurita, M. A. (2018). *PROPUESTA ESTRATÉGICA PARA MEJORAR EL INDICE DE CONSUMO ENERGÉTICO ELÉCTRICO EN LA PROCESADORA DE ARROZ CRISTO MORADO SAC*. Universidad Nacional Pedro Rúiz Gallo, Lambayeque, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/2341/BC-TES-TMP-1217.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VIII. ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Medición de potencia y energía activa por hora..... | 71 |
| Anexo 2. Ficha técnica del analizador de redes..... | 75 |
| Anexo 3. Ficha técnica de luxómetro. | 77 |
| Anexo 4. Recibo facturación de energía eléctrica emitido por la concesionaria Electro Oriente S.A | 78 |
| Anexo 5. Panel fotográfico de campo | 79 |
| Anexo 6. Inventario justificativo de equipos en mal estado..... | 83 |

Anexo 1. Resultado de medición de potencia y energía activa por hora.

| Hora [UTC] | Ep1-(Med) [Wh] | P1-(Med) [kW] |
|--------------------------|-----------------------|----------------------|
| 10/10/2019 10:30:00 a,m, | 176,64 | 2,121 |
| 10/10/2019 11:30:00 a,m, | 427,87 | 5,134 |
| 10/10/2019 12:30:00 p,m, | 376,34 | 4,516 |
| 10/10/2019 01:30:00 p,m, | 230,36 | 2,764 |
| 10/10/2019 02:30:00 p,m, | 256,42 | 3,077 |
| 10/10/2019 03:30:00 p,m, | 232,2 | 2,786 |
| 10/10/2019 04:30:00 p,m, | 211,36 | 2,537 |
| 10/10/2019 05:30:00 p,m, | 132,69 | 1,593 |
| 10/10/2019 06:30:00 p,m, | 289,34 | 3,472 |
| 10/10/2019 07:30:00 p,m, | 215,6 | 2,588 |
| 10/10/2019 08:30:00 p,m, | 236,1 | 2,833 |
| 10/10/2019 09:30:00 p,m, | 226,36 | 2,717 |
| 10/10/2019 10:30:00 p,m, | 166,04 | 1,992 |
| 10/10/2019 11:30:00 p,m, | 192,46 | 2,309 |
| 11/10/2019 12:30:00 a,m, | 162,25 | 1,947 |
| 11/10/2019 01:30:00 a,m, | 125,53 | 1,507 |
| 11/10/2019 02:30:00 a,m, | 148,54 | 1,782 |
| 11/10/2019 03:30:00 a,m, | 194,54 | 2,334 |
| 11/10/2019 04:30:00 a,m, | 219,67 | 2,635 |
| 11/10/2019 05:30:00 a,m, | 194,89 | 2,339 |
| 11/10/2019 06:30:00 a,m, | 224,53 | 2,694 |
| 11/10/2019 07:30:00 a,m, | 87,22 | 1,047 |
| 11/10/2019 08:30:00 a,m, | 91,54 | 1,099 |
| 11/10/2019 09:30:00 a,m, | 197,98 | 2,375 |
| 11/10/2019 10:30:00 a,m, | 244,21 | 2,93 |
| 11/10/2019 11:30:00 a,m, | 230,04 | 2,76 |
| 11/10/2019 12:30:00 p,m, | 251,61 | 3,019 |
| 11/10/2019 01:30:00 p,m, | 227,87 | 2,734 |
| 11/10/2019 02:30:00 p,m, | 408,37 | 4,9 |
| 11/10/2019 03:30:00 p,m, | 470,24 | 5,643 |
| 11/10/2019 04:30:00 p,m, | 383,45 | 4,601 |
| 11/10/2019 05:30:00 p,m, | 362,2 | 4,346 |
| 11/10/2019 06:30:00 p,m, | 444,31 | 5,332 |
| 11/10/2019 07:30:00 p,m, | 288,03 | 3,456 |
| 11/10/2019 08:30:00 p,m, | 304,56 | 3,655 |
| 11/10/2019 09:30:00 p,m, | 159,31 | 1,912 |
| 11/10/2019 10:30:00 p,m, | 166,82 | 2,001 |
| 11/10/2019 11:30:00 p,m, | 173,35 | 2,08 |
| 12/10/2019 12:30:00 a,m, | 230,86 | 2,77 |
| 12/10/2019 01:30:00 a,m, | 228,16 | 2,738 |
| 12/10/2019 02:30:00 a,m, | 194,26 | 2,331 |
| 12/10/2019 03:30:00 a,m, | 170,18 | 2,043 |

| | | |
|--------------------------|--------|-------|
| 12/10/2019 04:30:00 a,m, | 172,38 | 2,069 |
| 12/10/2019 05:30:00 a,m, | 128,2 | 1,539 |
| 12/10/2019 06:30:00 a,m, | 116,43 | 1,397 |
| 12/10/2019 07:30:00 a,m, | 240 | 2,88 |
| 12/10/2019 08:30:00 a,m, | 423,82 | 5,086 |
| 12/10/2019 09:30:00 a,m, | 338,39 | 4,061 |
| 12/10/2019 10:30:00 a,m, | 355,75 | 4,269 |
| 12/10/2019 11:30:00 a,m, | 259,59 | 3,115 |
| 12/10/2019 12:30:00 p,m, | 253,69 | 3,044 |
| 12/10/2019 01:30:00 p,m, | 241,26 | 2,895 |
| 12/10/2019 02:30:00 p,m, | 208,1 | 2,497 |
| 12/10/2019 03:30:00 p,m, | 212,02 | 2,544 |
| 12/10/2019 04:30:00 p,m, | 253,29 | 3,039 |
| 12/10/2019 05:30:00 p,m, | 210,25 | 2,523 |
| 12/10/2019 06:30:00 p,m, | 182,52 | 2,19 |
| 12/10/2019 07:30:00 p,m, | 186,67 | 2,239 |
| 12/10/2019 08:30:00 p,m, | 227,05 | 2,725 |
| 12/10/2019 09:30:00 p,m, | 174,07 | 2,09 |
| 12/10/2019 10:30:00 p,m, | 163,74 | 1,964 |
| 12/10/2019 11:30:00 p,m, | 213,29 | 2,559 |
| 13/10/2019 12:30:00 a,m, | 216,76 | 2,601 |
| 13/10/2019 01:30:00 a,m, | 140,13 | 1,682 |
| 13/10/2019 02:30:00 a,m, | 134,84 | 1,619 |
| 13/10/2019 03:30:00 a,m, | 115,87 | 1,391 |
| 13/10/2019 04:30:00 a,m, | 144,82 | 1,738 |
| 13/10/2019 05:30:00 a,m, | 142,4 | 1,709 |
| 13/10/2019 06:30:00 a,m, | 164,27 | 1,971 |
| 13/10/2019 07:30:00 a,m, | 204,99 | 2,459 |
| 13/10/2019 08:30:00 a,m, | 315,01 | 3,78 |
| 13/10/2019 09:30:00 a,m, | 183,89 | 2,207 |
| 13/10/2019 10:30:00 a,m, | 146,14 | 1,754 |
| 13/10/2019 11:30:00 a,m, | 121,42 | 1,457 |
| 13/10/2019 12:30:00 p,m, | 132,02 | 1,585 |
| 13/10/2019 01:30:00 p,m, | 161,35 | 1,936 |
| 13/10/2019 02:30:00 p,m, | 193,87 | 2,326 |
| 13/10/2019 03:30:00 p,m, | 166,64 | 1,999 |
| 13/10/2019 04:30:00 p,m, | 238,32 | 2,86 |
| 13/10/2019 05:30:00 p,m, | 196,1 | 2,353 |
| 13/10/2019 06:30:00 p,m, | 190,97 | 2,291 |
| 13/10/2019 07:30:00 p,m, | 186,16 | 2,234 |
| 13/10/2019 08:30:00 p,m, | 140,62 | 1,688 |
| 13/10/2019 09:30:00 p,m, | 151,08 | 1,814 |
| 13/10/2019 10:30:00 p,m, | 183,62 | 2,203 |
| 13/10/2019 11:30:00 p,m, | 231,04 | 2,772 |
| 14/10/2019 12:30:00 a,m, | 243,66 | 2,924 |

| | | |
|--------------------------|--------|-------|
| 14/10/2019 01:30:00 a,m, | 215,83 | 2,59 |
| 14/10/2019 02:30:00 a,m, | 173,56 | 2,083 |
| 14/10/2019 03:30:00 a,m, | 167,65 | 2,012 |
| 14/10/2019 04:30:00 a,m, | 160,68 | 1,928 |
| 14/10/2019 05:30:00 a,m, | 138,32 | 1,66 |
| 14/10/2019 06:30:00 a,m, | 114,68 | 1,376 |
| 14/10/2019 07:30:00 a,m, | 97,52 | 1,17 |
| 14/10/2019 08:30:00 a,m, | 188,17 | 2,257 |
| 14/10/2019 09:30:00 a,m, | 115,33 | 1,384 |
| 14/10/2019 10:30:00 a,m, | 361,75 | 4,341 |
| 14/10/2019 11:30:00 a,m, | 151,22 | 1,814 |
| 14/10/2019 12:30:00 p,m, | 409,76 | 4,916 |
| 14/10/2019 01:30:00 p,m, | 187,29 | 2,247 |
| 14/10/2019 02:30:00 p,m, | 165,31 | 1,983 |
| 14/10/2019 03:30:00 p,m, | 247,41 | 2,969 |
| 14/10/2019 04:30:00 p,m, | 307,99 | 3,696 |
| 14/10/2019 05:30:00 p,m, | 265,27 | 3,183 |
| 14/10/2019 06:30:00 p,m, | 306,34 | 3,676 |
| 14/10/2019 07:30:00 p,m, | 349,02 | 4,188 |
| 14/10/2019 08:30:00 p,m, | 314,97 | 3,78 |
| 14/10/2019 09:30:00 p,m, | 212,71 | 2,552 |
| 14/10/2019 10:30:00 p,m, | 173,81 | 2,086 |
| 14/10/2019 11:30:00 p,m, | 225,7 | 2,707 |
| 15/10/2019 12:30:00 a,m, | 257,15 | 3,086 |
| 15/10/2019 01:30:00 a,m, | 207,07 | 2,485 |
| 15/10/2019 02:30:00 a,m, | 168,39 | 2,021 |
| 15/10/2019 03:30:00 a,m, | 168,94 | 2,027 |
| 15/10/2019 04:30:00 a,m, | 224,92 | 2,699 |
| 15/10/2019 05:30:00 a,m, | 145,9 | 1,751 |
| 15/10/2019 06:30:00 a,m, | 115,39 | 1,385 |
| 15/10/2019 07:30:00 a,m, | 209,83 | 2,518 |
| 15/10/2019 08:30:00 a,m, | 218,12 | 2,617 |
| 15/10/2019 09:30:00 a,m, | 304,73 | 3,657 |
| 15/10/2019 10:30:00 a,m, | 142,11 | 1,706 |
| 15/10/2019 11:30:00 a,m, | 214,92 | 2,579 |
| 15/10/2019 12:30:00 p,m, | 237,36 | 2,848 |
| 15/10/2019 01:30:00 p,m, | 231,6 | 2,779 |
| 15/10/2019 02:30:00 p,m, | 238,22 | 2,859 |
| 15/10/2019 03:30:00 p,m, | 233,74 | 2,805 |
| 15/10/2019 04:30:00 p,m, | 306,91 | 3,683 |
| 15/10/2019 05:30:00 p,m, | 268,91 | 3,227 |
| 15/10/2019 06:30:00 p,m, | 216,64 | 2,6 |
| 15/10/2019 07:30:00 p,m, | 181,11 | 2,173 |
| 15/10/2019 08:30:00 p,m, | 266,61 | 3,199 |
| 15/10/2019 09:30:00 p,m, | 213,59 | 2,562 |

| | | |
|--------------------------|--------|-------|
| 15/10/2019 10:30:00 p,m, | 189,35 | 2,272 |
| 16/10/2019 12:30:00 a,m, | 134,64 | 1,616 |
| 16/10/2019 01:30:00 a,m, | 187,12 | 2,245 |
| 16/10/2019 02:30:00 a,m, | 223,49 | 2,681 |
| 16/10/2019 03:30:00 a,m, | 207,96 | 2,495 |
| 16/10/2019 04:30:00 a,m, | 168,89 | 2,027 |
| 16/10/2019 05:30:00 a,m, | 179,15 | 2,15 |
| 16/10/2019 06:30:00 a,m, | 193,17 | 2,318 |
| 16/10/2019 07:30:00 a,m, | 76,44 | 0,917 |
| 16/10/2019 08:30:00 a,m, | 236,99 | 2,843 |
| 16/10/2019 09:30:00 a,m, | 263,53 | 3,163 |
| 16/10/2019 10:30:00 a,m, | 160,54 | 1,927 |
| 16/10/2019 11:30:00 a,m, | 165,25 | 1,982 |
| 16/10/2019 12:30:00 p,m, | 152,21 | 1,827 |
| 16/10/2019 01:30:00 p,m, | 110,04 | 1,321 |
| 16/10/2019 02:30:00 p,m, | 154,79 | 1,857 |
| 16/10/2019 03:30:00 p,m, | 213,42 | 2,561 |
| 16/10/2019 04:30:00 p,m, | 187,43 | 2,249 |
| 16/10/2019 05:30:00 p,m, | 118,11 | 1,418 |
| 16/10/2019 06:30:00 p,m, | 224,73 | 2,696 |
| 16/10/2019 07:30:00 p,m, | 241,32 | 2,896 |
| 16/10/2019 08:30:00 p,m, | 124,82 | 1,498 |
| 16/10/2019 09:30:00 p,m, | 214,18 | 2,57 |
| 16/10/2019 10:30:00 p,m, | 178,61 | 2,144 |
| 16/10/2019 11:30:00 p,m, | 194,06 | 2,329 |
| 17/10/2019 12:30:00 a,m, | 204,76 | 2,457 |
| 17/10/2019 01:30:00 a,m, | 121,28 | 1,455 |
| 17/10/2019 02:30:00 a,m, | 88,41 | 1,061 |
| 17/10/2019 03:30:00 a,m, | 135,05 | 1,62 |
| 17/10/2019 04:30:00 a,m, | 165,31 | 1,984 |
| 17/10/2019 05:30:00 a,m, | 174,66 | 2,096 |
| 17/10/2019 06:30:00 a,m, | 187,08 | 2,245 |
| 17/10/2019 07:30:00 a,m, | 172,7 | 2,072 |
| 17/10/2019 08:30:00 a,m, | 135,04 | 1,62 |

Anexo 2. Especificaciones técnicas del analizador de redes.

MI 2892 Power Master



NUEVO
PowerMaster

Clase A
Analizador de
calidad de energía

El nuevo MI 2892 Power Master es un analizador de redes trifásico portátil Clase A, que dispone de display gráfico y a color de grandes dimensiones fácil de leer y que permite al usuario detectar armónicos, anomalías de la forma de onda y muchos otros fenómenos en la red con solo conectar el dispositivo. El equipo ha sido diseñado para poder registrar datos por periodos prolongados de tiempo además de para detectar problemas en instalaciones monofásicas y trifásicas. El avanzado software PowerView3 permite un análisis pormenorizado de los datos grabados y la creación automática de informes profesionales.

FUNCIONES DE MEDICIÓN:

- Tensión: TRMS, pico, factor de cresta (4 canales).
- Corriente: TRMS, pico, factor de cresta (4 canales).
- Potencia (activa, reactiva, aparente).
- Medidas de potencia según IEC/EN 1459 (activa, no activa, fundamental, armónicos, desequilibrio de cargas).
- Desequilibrio, medición de flicker (50 Hz).
- Análisis de armónicos hasta el armónico 50, medición de la THD.
- Energía (activa, reactiva, generada, consumida).
- Captura y registro de eventos en el suministro eléctrico (desconexiones, interrupciones, subidas, caídas).
- Monitorización y registro de corrientes de arranque.
- Presentación, instantánea y registro de formas de onda.
- Registro de sobretensiones transitorias.
- Análisis de la calidad de la energía según la normativa EN 50160.
- Registro de hasta 10 alarmas ajustables.
- Medición de la temperatura.

CARACTERÍSTICAS CLAVE DE PRODUCTO

- 4 canales de tensión con una amplia escala de medición: 0 ... 1000 Vrms (CAT III / 1000 V);
- 4 canales de corriente con reconocimiento automático de las pinzas y selección de la escala "en el instrumento";
- Detección automática de pinzas Smart Clamp;
- Cumplimiento con la normativa de calidad de la energía IEC 61000-4-30 Clase A;
- Análisis completo de la calidad de la energía según la normativa EN 50160, incluida la señalización y los interarmónicos;
- Soporta tarjetas microSD (tarjeta de 8GB suministrada con el equipo), hasta 32GB;
- Terminales de entrada con código de colores y etiquetas en los terminales para personalizar el equipo según la zona geográfica;
- Menú principal intuitivo e iconos grandes que hacen que el equipo sea muy fácil de navegar y configurar;
- El potente software informático PowerView 3 permite la descarga, visualización y el análisis de los datos registrados, así como la creación de informes profesionales;
- Pinzas flexibles (sin alimentación adicional) incluidas en el equipo estándar;
- Comunicación remota a través de Ethernet (Sincronización horaria por GPS - opcional).

APLICACIÓN:

- Evaluación de la calidad de energía y resolución de problemas en sistemas eléctricos de baja y media tensión;
- Comprobación del rendimiento de los equipos de corrección de potencia
- Análisis a largo plazo;
- Mantenimiento predictivo;
- Verificación de la capacidad del sistema eléctrico antes de agregar cargas.

NORMAS:

Seguridad:
EN 61010-1
EMC: EN 61326

Mediciones:
IEC/EN 61000-4-30, Clase A;
IEC/EN 61557-12;
IEC/EN 61000-4-7, Clase I;
IEC/EN 61000-4-15;
EN 50160;
IEEE 1449;
IEEE 1459



Especificaciones técnicas

Entradas de tensión

Número de entradas: 5
 Rango de tensión nominal (L - N): 50 + 1000 VRMS
 Línea (L-L): 50 + 1700 VRMS
 Rango de medida: 10% + 150% de la tensión nominal
 Precisión: IEC 61000-4-30 Clase A, ±0.1% de la tensión nominal
 Presencia de muestreo: 5.120 k Muestras por segundo a 50/60 Hz, se sincronizan con Pres. de red
 Rango de frecuencia de la red: 40 + 70 Hz ±10 mHz

Entradas de corriente

Cantidad de entradas: 4
 Rango de medida: 3 + 6000 ARMS a 1.5% de mv.
 (con pinzas flexibles A 1227)
 (con pinzas rígidas A1281)

Funciones

| Funciones | Rango de medida | Precisión |
|----------------------------------|--|--|
| Potencia (P, Q, S, cos φ, PF...) | Depende de la tensión y las pinzas seleccionadas | IEC 61067-12 Clase 1 |
| Energía | Depende de la tensión y las pinzas seleccionadas | Activo IEC 62053-21 Clase 1 Reactivo IEC 62059-23 Clase 2 |
| Armónicos (DC + 50th) | 0 + 20% de tensión nominal | IEC 61000-4-7 Clase 1 |
| Interarmónicos (1 + 50th) | 0 + 20% de tensión nominal | IEC 61000-4-7 Clase 1 |
| Flicker | 0.2 + 10 | IEC 61000-4-15 Clase B |
| Señalización básica | 0 + 15% de tensión nominal | IEC 61000-4-30 Clase A |
| Desequilibrio | Tensión: 0 + 5% Corriente: 0 + 17% | |
| Temperatura | -10 + 85 °C | ±0.5°C |
| Cargas, Aumentos | 10 + 150% de tensión nominal | ±0.2% de tensión nominal a 1 ciclo |
| Interrupciones | 0 + 10% de tensión nominal | a 1 ciclo |

Grabación

Memoria: 8 GB microSD, posibilidad de hasta 32 GB

Grabación general

Período de integración: 1s ... 1h
 Señales grabadas: > 1000 (tensiones, corriente, armónicos, potencia...)
 - Valores mínimo, máximo y promedio por intervalo
 - Eventos de tensión
 - Alarmas personalizadas
 Duración: >1 año (depende del tamaño de la tarjeta SD)

Grabación de forma de onda

Duración: hasta 20 segundos de tensión y la forma de onda de corriente
 Disparo: Manual, eventos de tensión, alarmas personalizadas, nivel de tensión o corriente (bajo consumo)

Grabación de transitorios

Presencia de muestreo: > 50 km muestras/sec
 Duración: Hasta 50 ciclos de tensión y la onda de corriente
 Disparo: Manual, al sobre tensión o nivel

General

Pantalla: 4.3 pulgadas TFT a color (480 x 272)
 Comunicación: USB, Ethernet, RS-232
 Sincronización en tiempo real: Receptor GPS (A 1365)
 Puerto de alimentación: 110 + 240 Vac o 6x NiMH batería recargable, tamaño AA
 Categoría: CAT IV / 600V o CAT III / 1000V
 Peso: 1 kg
 Dimensiones: 230 x 140 x 80 mm

MI 2892

Conjunto estándar



- Equipo Power Master
- Pinza monofásica flexible de corriente 3000/300/30 A (A 1227), 4 uds.
- Punta de prueba (caja), negro, gris, verde, azul, 5 uds.
- Codo de Punta de prueba (caja), negro, gris, verde, azul, 5 uds.
- Cable para medida de tensión (caja), negro, gris, verde, azul, 5 uds.
- Sonda de temperatura, la tarjeta de memoria microSD, Software para PC PowerView3, Cables RS232 y USB, Adaptador de corriente, 1.2 V NiMH baterías recargables, 6 uds. Funda de transporte, Manual de instrucciones, Certificado de calibración.

Accesorios Opcionales:

| Foto | Info. para pedidos | Descripción |
|------|--------------------|--|
| | A 1020 | Funda de transporte pequeña |
| | A 1033 | Pinza de corriente 1000 A / 1 V |
| | A 1037 | Transformador de corriente 5 A / 1 V |
| | A 1039 | Cable de conexión para pinza de corriente |
| | A 1069 | Mini pinza de corriente 100 A / 1 V |
| | A 1122 | Mini pinza de corriente 5 A / 1 V |
| | A 1179 | Pinza de corriente flexible trifásica 2000 / 200 / 20 A / 1 V |
| | A 1257 | Pinza de corriente flexible trifásica 3000 / 300 / 30 A / 1 V |
| | A 1281 | Pinza de corriente 0,5 / 5 / 100 / 1000 A / 1 V |
| | A 1287 | Pinza de corriente flexible monofásica 3000 / 300 / 30 A / 1 V |
| | A 1365 | Receptor GPS |
| | A 1458 | SanDisk microSD card reader |
| | S 2014 | Adaptador para fusibles de seguridad, 3 uds. |
| | S 2015 | Pinza plana de seguridad, 4 uds. |

Nota: Las fotografías del catálogo pueden diferir ligeramente de los instrumentos en el momento de entrega. Sujeto a modificaciones técnicas sin previo aviso.



Measuring and Regulation Equipment Manufacturer

METREL d. d.
 Ljubljanska 77, SI-1364 Hojki
 Tel: +386 (0)1 75 58 200
 Fax: +386 (0)1 75 49 226
 E-mail: metrel@metrel.si
 http://www.metrel.si

Anexo 3. Especificaciones técnicas de luxómetro.



Heavy Duty Light Meter with PC Interface

 **Simultaneous display of Foot Candles or Lux**
 Plus four lighting types - now includes Sodium light measurements

Features:

- Microprocessor assures maximum accuracy plus special functions
- Fc Range: 200.0, 2000, 5000Fc
 Lux Range: 2000, 20,000, 50,000Lux
- Basic accuracy of $\pm 4\%$ FS
- Large 1.4" (1999 count) LCD display
- % displays differential from reference point
- "ZERO" Re-Calibration
- Utilizes precision photo diode and color correction filter
- Cosine and color corrected measurements
- $\pm 4\%$ accuracy is enhanced by selecting lighting type (Tungsten/Daylight, Fluorescent, Sodium, Mercury)
- Record/Recall MIN, MAX and AVG readings
- Data Hold plus Auto shut off
- Built-in RS-232 serial interface, optional software
- Dimensions: 7 x 2.9 x 1.3" (178 x 74 x 33mm);
 Weight: 1.6lbs. (726g)
- Complete with 9V battery, light sensor with 45" (1.1m) cable, protective cover, and holster with stand

Interface Options:

- Optional Windows® Data Acquisition Software and serial cable enable user to display and capture readings on a PC, and set time intervals and alarms
- Optional battery operated Datalogger module stores over 8000 readings for later transfer to a PC



Ordering Information:

- 407026Foot Candles/Lux Meter
- 407026-NIST407026 with NIST Certificate
- 156119117V AC Adaptor
- 156221220V AC Adaptor
- 409997Large Soft Vinyl Pouch Carrying Case
- 140001Hard Vinyl Case with Handle (for Heavy Duty Series)
- 407001Data Acquisition Software & Serial Cable
- 407001-USBUSB Adaptor for 407001
- 380340Battery Operated Datalogger Module



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

GRACIAS POR SER UN CLIENTE PUNTUAL

Electro Oriente
GOBIERNO PROGRESO
 EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO
 DE ELECTRICIDAD DEL ORIENTE S.A.
 JR. DOS DE MAYO N° 437 - CHACHAPOYAS
 R.U.C. 20163789631
 RECIBO N° 350-04750039
 SALIDA - SS.EE. R: A2405 - E240065

SUMINISTRO **030814833**
 codruta RUTA 711-08-12-011420
 RUC: 20188742499
 DIRECCION SUB REGIONAL DE SALUD I JAEN
 Ca ALFREDO BASTOS 9630 Sec. MORRO SOLAR
 RUTA 02

DATOS DE SUMINISTROS Y CONSUMO

Tarifa BT5B No Resiliencia P.C. 1.000 kW
 Opc. Tarif. Resol. 296-2013-OSCD del 14.10.2013
 Tipo Cl. Monofase-Aereo Tensión 220 V
 Serie medidor N° 02016153321 EN 2 hilos
 Lectura Actual 16642 31/03/2019
 Lectura Anterior 11966 29/02/2019
 Diferencia entre lecturas 4776
 Factor del medidor 1.0000
 Consumo a facturar 4776.00 kWh
 Precio unitario R./kWh 0.7400

Consumo en kWh por Mes (2019)

| Mes | Consumo (kWh) |
|-----|---------------|
| ENE | 4100 |
| FEB | 4200 |
| MAR | 4776 |

DETALLES DE LOS IMPORTES FACTURADOS

| | |
|---------------------------|---------|
| Cargo Fijo Mensual | 7.31 |
| Cargo por Energía | 3518.00 |
| Alumbrado Público | 68.43 |
| Mantenimiento de Conexión | 0.97 |
| Reposición de Conexión | 0.23 |
| Morosa Compensatorio | 6.66 |

Recargo FOSE: 129.55

SUBTOTAL **3617.65**

Aporte Electr. Rural 1 48.12
 Compens. Tension -43.29

TOTAL FACTURADO 3574.50

Retorno Mes Anterior 0.02
 Retorno Mes Actual -0.07

Mensajes al Cliente

CONSUMO MAR-2019

FECHA EMISION 05-ABR-2019
 FECHA VENCIMIENTO 24-ABR-2019

Cancele su recibo puntualmente y ante el pago de intereses y moras
 LAS TARIFAS DE ELECTRICIDAD SON FIJADAS POR GOBIERNO

Estimado Cliente, las comunicaciones y alertas de internet, las encuentras en nuestros canales digitales oficiales: www.eor.com.ec
 Facebook: Electro Oriente Oficial

SON: TRES MIL, QUINIENTOS SETENTA Y CUATRO con 50/100 Soles

TOTAL S/ *3574.50**

Suministro : 030814833

Consumo MAR-2019

codruta 711-08-12-011420
 Tarifa BT5B Cl.1
 Recibo 04750039

TOTAL S/ *3574.50**

Anexo 5. Panel fotográfico de campo.



Figura 29 Revisión de tablero general.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 30 Presentación de luxómetro
Fuente: Elaboración propia



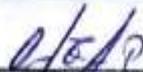
Figura 31 Diagnostico del sistema eléctrico
Fuente: Elaboración propia



Figura 32 Instalación de analizador de redes.
Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Inventario justificativo de equipos eléctricos en mal estado.

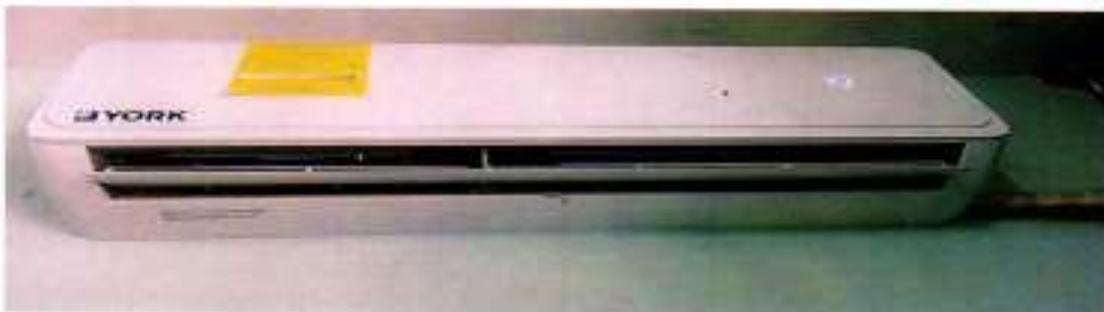
| J.C *CONSULTORA Y SERVICIOS GENERALES JC* S.A.C | | Inventario de equipos eléctricos en mal estado en el Centro de Salud Morro Solar - Jaén | | |
|--|--------------------|---|-----------------------|--------|
| N° de orden | Equipo | Marca | Modelo | Estado |
| 1 | Impresora | HP | Laser Jet P1102W | malo |
| 2 | Impresora | HP | Laser Jet P1102W | malo |
| 3 | Computadora | Hp | HP LV 2011 | malo |
| 4 | Computadora | Samsung | SyncMaster 2253BW | malo |
| 5 | Computadora | P2717H | DELL P2717H | malo |
| 6 | Computadora | Samsung | 192T SyncMaster | malo |
| 7 | Refrigeradora | PHILIPS | Sin serie | malo |
| 8 | Cialitica | LONER | lcr1-4B | malo |
| 9 | Esterilizador | Lx | B100Ldigital | malo |
| 10 | Esterilizador | YCO | 10 | malo |
| 11 | Esterilizador | Gimette | 28 | malo |
| 12 | Aire acondicionado | York | PTC38 | malo |
| 13 | Impresora | HP Laser Jet P1102W | HP Laser Jet P1102W | malo |
| 14 | Computadora | HP | LV2011 | malo |
| 15 | Pantalla rayos x | Sin marca | sin serie | malo |
| 16 | Impresora | LG | 29WK600-W 29" IPS LED | malo |
| 17 | Computadora | HP | LV2011 | malo |
| 18 | Ventilador | Orbegozo | BF 0152 | malo |
| 19 | Ventilador | Imacolmaco | FS2623E | malo |
| 20 | Aire acondicionado | Midea | MSMA-24CRN3 | malo |
| 21 | Impresora | HP | M203DW | malo |


Julio C. Talledo Piedra
 ING. MECÁNICO ELECTRICISTA

Ing. Mecánico y eléctrico


Claudia Bulcazar Quispe
 JEFE DE LOGÍSTICA

Responsable Logística Centro de Salud morro solar



Julio C. Talleo Flores
Julio C. Talleo Flores
ING. MECÁNICO ELÉCTRICISTA

Claudia Balcezar Quispe
Claudia Balcezar Quispe
ING. DE LOGÍSTICA