

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA



ESTUDIO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA RAMÓN CASTILLA Y
MARQUESADO, JAÉN – CAJAMARCA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

Autor (es): **Bach. Luis Gustavo Sempértegui Rivasplata**
 Bach. Ronad Sánchez Quintos.

Asesor: **Ing. Herless Henyer Alberca Vásquez**

JAÉN-PERÚ, MAYO, 2021



FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 25 de mayo del año 2021, siendo las 16:05 horas, se reunieron de manera virtual los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. Mario Félix Olivera Aldana

Secretario: Mg. Jaime Odar Honorio Acosta

Vocal: Mg. José Luis Piedra Tineo,

para evaluar la Sustentación del Informe Final:

() Trabajo de Investigación

(**X**) Tesis

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

"ESTUDIO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RAMÓN CASTILLA Y MARQUESADO, JAÉN – CAJAMARCA", presentado por los Bachilleres **Luis Gustavo Sempértegui Rivasplata y Ronad Sánchez Quintos**, de la Carrera Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(**X**) Aprobar () Desaprobar (**X**) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

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

Siendo las 17:25 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Presidente

Secretario

Vocal

INDICE GENERAL

RESUMEN	1
ABSTRAC.....	2
I. INTRODUCCION.....	3
1.1. Justificación:.....	4
1.2. Antecedentes:	4
1.3. Problema:	7
1.4. Planteamiento del problema:.....	7
1.5. Marco Teórico:.....	7
II. OBJETIVOS	10
2.1. Objetivo General:	10
2.2. Objetivos Especifico:	10
III. MATERIALES Y METODOS	11
3.1. El objeto de estudio:.....	11
3.2. Población y muestra:	12
3.3. Tipo de investigación:	12
3.4. Materiales:.....	12
3.5. Técnicas:.....	13
3.6. Procedimiento:	14
3.7. Metodología:	15
IV. RESULTADOS	33
4.1. Diagnostico de los consumos y el estado actual del sistema eléctrico de la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado, Jaén – Cajamarca.	33
4.2. Elaborar un inventario energético de las cargas eléctricas instaladas en las áreas de mayor demanda del pabellón N° 1.	33
4.4. Evaluación económica del proyecto.....	39

V. DISCUSIÓN	41
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
6.1. Conclusiones:	44
6.2. Recomendaciones:.....	45
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	46
AGRADECIMIENTO	48
DEDICATORIA	49
DEDICATORIA	50
ANEXOS	51

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estado actual de la red de distribución interior.....	18
Tabla 2 Inventario de cargas eléctricas del pabellón N° 1	19
Tabla 3 Carga total del sistema de iluminación en el pabellón N° 1.....	21
Tabla 4 Nivel de iluminación por ambiente del pabellón N° 1	22
Tabla 5 Datos de las áreas a trabajar	23
Tabla 6 Cálculo del índice “K” para las áreas del pabellón N° 1	25
Tabla 7 Coeficientes de reflexión para todas las áreas del pabellón N° 1.....	25
Tabla 8 Flujo luminoso que se necesita por área.....	26
Tabla 9 Comprobación del nivel de iluminación de los LED por área	27
Tabla 10 Consumo de energía eléctrica por computadoras del pabellón N° 1.....	28
Tabla 11 Compra de suministros, montaje y ensamblaje de equipos	29
Tabla 12 Flujo de caja proyectada.....	30
Tabla 13 Cálculo del Valor Anuel Neto	32
Tabla 14 Tasa Interna Retorno	32
Tabla 15 Cargas eléctricas por área del pabellón N° 1	33
Tabla 16 Comparación de iluminarias, propuesta con existente	35
Tabla 17 Consumo de energía por área en iluminación	36
Tabla 18 Comparación de ordenadores CPU actual con propuesto	38
Tabla 19 Ahorro energético por cambio de ordenadores CPU en pabellón N° 1.....	39
Tabla 20 Formato de registro de equipos eléctricos	57
Tabla 21 Cofeciente de reflexión	58
Tabla 22 Coeficiente de utilización.....	59
Tabla 23 Coeficiente de mantemiento	59
Tabla 24 Iluminación para ambientes al interior.....	60
Tabla 25 Calidad de la iluminación por tipo de tarea visual o actividad.....	61

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación geográfica de la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado.	11
Figura 2 Medidor de consumo eléctrico de la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado	17
Figura 3 Representación de consumos de equipos de iluminación por día	21
Figura 4 Diagrama de consumo eléctrico por área	34
Figura 5 Equipo de medición de luxómetro	53
Figura 6 Certificado de calibración de luxómetro	54
Figura 7 Frontis de la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado	62
Figura 8 Pabellón N° 1 de la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado	62
Figura 9 Mediciones con el instrumento luxómetro	63
Figura 10 Luminarias encontradas en todas las áreas del pabellón N° 1 de la I. E. Ramón Castilla y Marquesado.....	64
Figura 11 Computadoras de mesa encontradas en el pabellón N° 1 de la I. E. Ramón Castilla y Marquesado.	65

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad, conseguir mejorar la eficiencia energética del consumo eléctrico en el pabellón N° 1 de Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado, a lo cual se tomó como objetivos: diagnosticar el consumo y el estado actual del sistema eléctrico, elaborar un inventario de cargas, determinar las áreas de mayor demanda de energía eléctrica y elaborar un plan de acción que contribuya a minimizar el consumo eléctrico. El presente trabajo de investigación se justifica porque existe la necesidad de revelar el estado actual de las instalaciones y equipos eléctricos que lo conforman y también mostrar los niveles de consumo actuales.

En la ejecución de la investigación se realizó: Trabajo de campo y de gabinete para cada punto a determinar. En lo que corresponde al diagnóstico del consumo y estado actual del sistema eléctrico, se desarrolló, mediante una inspección técnica, la elaboración del inventario de cargas se realizó, área por área. Se establece una tabla de registros de equipos existentes; para determinar las áreas de mayor demanda, se tomó y analizó el inventario de cargas totales antes mencionado y respecto a la iluminación, se obtuvo la base de datos utilizando el Luxómetro LIGHTMETER MODELO CA811.

En los resultados obtenidos se determinó que los equipos computacionales generan la mayor demanda de energía eléctrica, ya que son ordenadores CPU antiguos, con consumos nominales de $255W/h$, actualmente las PC modernas rondan un consumo de $78 w/h$ y como tal brindan eficiencia energética. Por otro lado, se encontró equipos de iluminación de tipo convencionales como fluorescentes de $40 W$ y focos ahorradores $16 W$, para la mejora en este aspecto se debe cambiar por equipos de tecnología LED y finalmente se concluye que la investigación es factible técnica y económicamente según la evaluación de los indicadores a favor del pabellón N° 1 de la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado con un VAN S/. 29 441.75 TIR de 22%.

Palabra clave: *Eficiencia energética, sistema eléctrico, equipo eléctrico.*

ABSTRAC

The purpose of this research was to improve the energy efficiency of electricity consumption in pavilion N ° 1, which was taken as objectives: diagnose consumption and the current state of the electrical system, prepare an inventory of loads, determine the areas of higher demand for electricity and develop an action plan that helps to minimize electricity consumption. This research work is justified because there is a need to reveal the current state of the electrical installations and equipment that make it up and also show current consumption levels.

In the execution of the investigation, field work was carried out as a cabinet for each point to be determined, in what corresponds to the diagnosis of consumption and current state of the electrical system, it was developed through a technical inspection; To prepare the cargo inventory, a detailed area-by-area tour was carried out, taking into account a table of existing equipment records; To determine the areas of greatest demand, the aforementioned total cargo inventory was taken and analyzed; Regarding lighting, the database was obtained by taking measurements with the LIGHTMETER MODEL CA811 Luxmeter instrument.

In the results obtained, it was determined that computer equipment generates the highest demand for electrical energy, since they are old CPU computers with nominal consumption of 255W / h, currently modern PCs have a consumption of 78 w / h and as such provide energy efficiency. On the other hand, conventional lighting equipment such as 40 W fluorescent lamps and 16 W energy-saving spotlights were found, for improvement in this aspect it should be changed to LED technology equipment and finally it is concluded that the research is technically and economically feasible according to the evaluation of the indicators in favor of pavilion N ° 1 of the Educational Institution Ramón Castilla y Marquesado with a NPV of S /. 29 441.75 IRR of 22%.

Keyword: Energy efficiency, electrical system, electrical equipment.

I. INTRODUCCION

La presente investigación analiza la eficiencia energética, la cual es una evaluación sistemática y organizada del uso de la energía eléctrica, con la finalidad de obtener posibles acciones que permita un ahorro de la misma.

Según Vintinilla & Eras (2012), la eficiencia energética no solo se limita al sector industrial, tiene aplicación en todas las actividades que ejecutan las personas y requieren de energía para lograrlo, se puede iniciar desde los hogares apagando luminarias equipos eléctricos o computacionales innecesarios durante los horarios picos modificando estos hábitos de consumos y lograr grandes resultados; pues el sector residencial es el mayor componente de la demanda, seguido del industrial.

Según el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) , en el departamento de Cajamarca la producción de energía eléctrica por parte de la C.H Carhuaquero que esta interconectado a la provincia de Jaén por la línea L-1138 a la Subestación Nueva Jaén, fue de 71,07 GWh en el año 2018 y 71,81 GWh en el año 2019. Por lo expuesto, se puede observar que tiene una tendencia de crecimiento en la producción de energía de 0.8 GWh anual, denotando un mayor consumo; ya sea por inadecuadas instalaciones o falta implementación tecnológica. Por tal motivo se está diseñando diferentes estrategias que nos permitan ahorrar energía. (COES, 2019)

Ahorrar energía eléctrica implica reducir consumos sin afectar las labores normales del día. Si hacemos referencia a una institución educativa del país, el estudio de la eficiencia energética estaría relacionada con el factor económico.

Este estudio está enfocado en el diagnóstico de los parámetros eléctricos, en determinar las áreas de mayor consumo, y dar propuestas de solución para el uso eficiente del sistema eléctrico del pabellón N° 1 de la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado, Jaén – Cajamarca.

1.1. Justificación:

- **Técnica:**

El análisis de la eficiencia energética para el sistema eléctrico, permitirá reducir la demanda reflejada en el consumo de energía eléctrica, para lo cual se propone utilizar nuevas tecnologías e implementación de componentes eléctricos y lograr instalaciones eléctricas más eficientes en la I.E Ramón Castilla y Marquesado.

- **Social:**

Se ve reflejada en el uso eficiente de la energía eléctrica por parte del I.E Ramón Castilla y Marquesado, el cual permitirá re-direccionar esta demanda de energía hacia lugares que carecen de este servicio.

- **Económica**

La I.E. Ramón Castilla y Marquesado presenta deficiencias en su sistema eléctrico que repercute en la seguridad de la comunidad educativa y en el consumo de energía eléctrica. Este estudio busca dar la seguridad necesaria a la comunidad de la Institución Educativa de acuerdo a lo que indica el Código Nacional de Electricidad (CNE) y su reglamento, y al mismo tiempo optimizar el consumo de energía eléctrica.

- **Ambiental**

El uso eficiente de la energía eléctrica y la implementación de la mejora en las instalaciones eléctricas de la I.E Ramón Castilla y Marquesado permitirá reducir el impacto de la energía, de las emisiones de (CO₂) y la radiación sobre la comunidad educativa.

1.2. Antecedentes:

Regionales:

Según Escobal (2017), en su tesis “Implementación de una auditoria eléctrica para reducir el consumo de energía eléctrica en el Hospital II de EsSalud Cajamarca, 2017” tuvo como objetivos; diagnosticar el estado actual del consumo eléctrico del hospital II de EsSalud II Cajamarca; calcular el índice del consumo energetico, proponer un plan de gestión de energía eléctrica y realizar la evaluación económica de las propuestas a implementar. En su metodología; realizó un cuestionario que consiste en una serie de preguntas abiertas destinadas a todos los trabajadores del área de mantenimiento para obtener información acerca de las consumos de energía eléctrica mensuales, se buscó información de las distintas normas técnicas nacionales e

internacionales relacionadas con la investigación, posteriormente los datos recolectados fueron analizados en software tales como; Word 2013, Excel 2013 ordenados en cuadros y gráficos con sus respectivas interpretaciones. Por medio de las actividades realizadas en la auditoria energética del Hospital II de EsSalud Cajamarca, se ha podido identificar las oportunidades de ahorro, de energía eléctrica existentes, que a partir de estas oportunidades se pudo establecer el ahorro de energía eléctrica y económico que se podría obtener implantando el plan de mejoras proyectado, en donde se refleja las inversiones y programas que se tienen que realizar además del tiempo de demanda la inversión en función al ahorro económico que se tendría.

Como afirma Chumacero & Paredes (2019), en su investigación “Evaluación mediante auditoría energética del sistema eléctrico en el Campus de la Universidad Nacional de Jaén”, cuyos objetivos fueron: Elaborar un inventario energético de equipos consumidores de energía eléctrica, analizar los consumos eléctricos y el estado actual de las instalaciones eléctricas, proponer las mejoras y medidas de actuación para la eficiencia energética de las instalaciones eléctricas. En su metodología; se realizó la evaluación mediante una auditoria energética del sistema eléctrico, los datos para el inventario de equipos se obtuvieron del área de patrimonio de la universidad, así mismo las facturas de suministro de energía eléctrica, los datos de la energía de potencia diaria se obtuvieron del equipo de analizador de redes instalado en la universidad nacional de Jaén durante una semana (7 días) por parte de Electro Oriente S.A, además los datos de iluminación se obtuvieron mediante la toma de mediciones con el luxómetro. Luego con el programa informático Excel se hizo un análisis de cada uno de los datos obtenidos por los equipos de medición. Una vez realizado el análisis: con los datos obtenidos de las facturas se realizó una evaluación del cambio de opción tarifaria de BT3 a MT2 en iluminación se hizo comparación con la norma EM-010 instalación eléctricas interiores para verificar si el nivel de iluminación es el adecuado en los ambientes de trabajo, con los datos de potencia y energía se verificó el consumo diario de la universidad nacional de Jaén, para luego dar las propuestas de mejoras para lograr reducir el consumo de energía eléctrica. También se realizó la evaluación del sistema de aire acondicionado mediante el software tecno clima v2.0 que se encuentra aprobado en la República de Cuba. Por último se realizó una evaluación económica de las propuestas de mejora para su implementación. Se estableció la propuesta de implementación de mejora para realizar un consumo óptimo de la energía

eléctrica, utilizar tecnología LED para incrementar los niveles de iluminación en los ambientes del campus universitario que presentan deficiencia y disminuir costos económicos.

Nacionales:

Según Delgado (2016), en su investigación “Propuesta de Auditoria Energética para reducir el consumo de energía eléctrica, empresa Agribands Purina, Pimentel 2016” tuvo como objetivos: diagnosticar el consumo actual de energía eléctrica en Agribands Purina; elaborar un inventario de carga para establecer los consumos óptimos; realizar propuestas y medidas que se deben implementar en las instalaciones eléctricas para mejorar el consumo de energía eléctrica; realizar una evaluación económica de la propuesta de auditoria energética, en su metodología; se realizó un análisis que nos llevó a verificar cual es la causa por la que la eficiencia en el sistema eléctrica ha disminuido y esta elevando los costos económicos, se diagnosticó a través de las facturaciones de los últimos 12 meses con el fin de tener un conocimiento previo para poder analizar los distintos parámetros eléctricos, luego se realizó el inventario de cargas electricas de los distintos equipos mediante una inspección técnica, obteniendo dichos parámetros se realizó la evaluación y se implementó mejoras con nuevas tecnologías que nos ayudó a tener resultados en la reducción de costos y una mejor eficiencia. Se estableció propuestas de mejora para realizar un óptimo uso de la energía eléctrica, utilizar equipos de iluminación más eficientes (LED) y menos contaminantes del medio ambiente ya que en iluminación nos da un ahorro anual entre reflectores de 40 158.6 soles flueroscentes 15 886.92 soles de tecnología moderna que garantiza un uso eficiente y una elevada calidad de trabajo generando ahorros económicos.

Según Montero (2016), en su investigación “Propuesta de auditoria energética para reducir el consumo eléctrico en el área de producción de la empresa América, Lima – 2016 tuvo como objetivos; determinar cuáles son los sistemas de mayor consumo energético, determinar los índices de eficiencia energética del sistema eléctrico y proponer un plan de gestión energética. La metodología que se utilizó para los objetivos fue; realizar un diagnóstico sobre el consumo eléctrico; se registro todas las cargas representativas e importantes para conocer la distribución y el consumo de las máquinas y equipos en el área de producción; se aplicó un balance adecuado

estableciendo la distribución del consumo eléctrico e identificando que sectores dentro del área de producción hace un uso extensivo de la energía, finalmente se diseñó un plan de acción de uso eficiente en el consumo eléctrico. Con respecto al inventario de cargas se concluyó que los motores de la máquinas y equipos por su antigüedad, falta de mantenimiento preventivo, forma de operación, han dejado de ser eficientes lo cual no ayuda a mejorar el factor de carga.

Internacionales:

No se encontró información actualizada a la fecha.

1.3. Problema:

La Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado en la actualidad cuenta con infraestructuras antiguas sin ningún tipo de mantenimiento en su sistema eléctrico, según el diagnóstico realizado, no cumple con la normativa del Código Nacional de Electricidad (CNE de utilización) y la norma técnica peruana (NTP). También utilizan luminarias convencionales (fluorescentes) que no cumplen la norma EM - 010 de instalaciones eléctricas interiores, llaves de tipo cuchilla y equipos computacionales que están fuera de su tiempo de vida útil.

La realidad de esta I.E. en cuanto a su sistema eléctrico no ofrece el uso eficiente de este recurso. En su facturación mensual se observa el elevado costo por consumo de energía eléctrica. El presente informe de tesis está enfocada en la mejora de la eficiencia energética del pabellón N° 1.

1.4. Planteamiento del problema:

¿El estudio de la eficiencia energética permitirá minimizar el consumo de energía eléctrica en la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado en la provincia de Jaén - Cajamarca?

1.5. Marco Teórico:

- **Flujo de Caja:** son los ingresos y egresos de dinero en un periodo de tiempo de un proyecto determinado. El flujo de caja se puede evaluar en el periodo de tiempo que se desee, ya sea un mes, un año o mucho más. En este flujo de caja permite

evaluar la liquides que tendrá el proyecto a lo largo del tiempo. (**Brian Fiestas , 2011, pág. 13**)

- **Tasa de Interés:** Es el valor porcentual por que se obtiene del cociente entre el monto que hay que pagar o cobrar por haber cedido dinero en una situación determinada y el monto cedido. Esta tasa de interés puede ser muy variable y depende de la económica del país, del banco, del tiempo en entregar el monto a pagar y sobre todo la posición de la entidad que entrega el dinero. (**Chumacero Castillo & Paredes Hidalgo, 2019, pág. 14**)

a) Indicadores de rentabilidad de un proyecto

Los indicadores de rentabilidad más importantes son:

El Valor Actual Neto (VAN):

El presente indicador permite encontrar los valores calculados en el futuro para así poder establecer una comparación. El valor actual neto se determina por la ecuación.

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

Donde:

VAN: Valor Actual Neto.

K_0 : Inversion o capital inicial.

fc_i : Flujo de caja en el año i.

D : Tasa de descuento.

n : Numero de periodos.

Mediante este indicador podemos calcular cual es el beneficio que nos va a brindar un proyecto, y de esta manera poder tomar la decisión de ejecutar o no. Para tomar esta decisión se asume que:
 $VAN > 0$: El proyecto es rentable, por lo tanto, es aceptado.

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

Tasa Interna de Retorno (TIR):

Para obtener este indicador es necesario que el VAN sea igual a cero. Para que el proyecto de investigación sea económicamente viable, es necesario que el TIR sea mayor a la tasa de interés utilizada en el cálculo del VAN.

La fórmula usada para calcular la Tasa de inversión de Retorno (TIR) es:

$$0 = -K_0 \sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1 + TIR)^i}$$

Para realizar la evaluación económica se a tenido en cuenta los gastos que incurren el proyecto más los costos de equipamiento que incurren en la implementación de la propuesta. Se han evaluado los indicadores antes mencionados con una proyección a mediano plazo.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General:

Determinar la eficiencia energética para minimizar el consumo de energía eléctrica en la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado, Jaén – Cajamarca.

2.2. Objetivos Especifico:

- Diagnosticar los consumos y el estado actual del sistema eléctrico de la I.E Ramón Castilla y Marquesado.
- Elaborar un inventario energético de las cargas eléctricas instaladas en las áreas de mayor demanda del pabellón N° 1.
- Proponer un plan de acción que contribuya a la disminución del consumo de energía eléctrica.
- Realizar una evaluación económica del plan de acción.

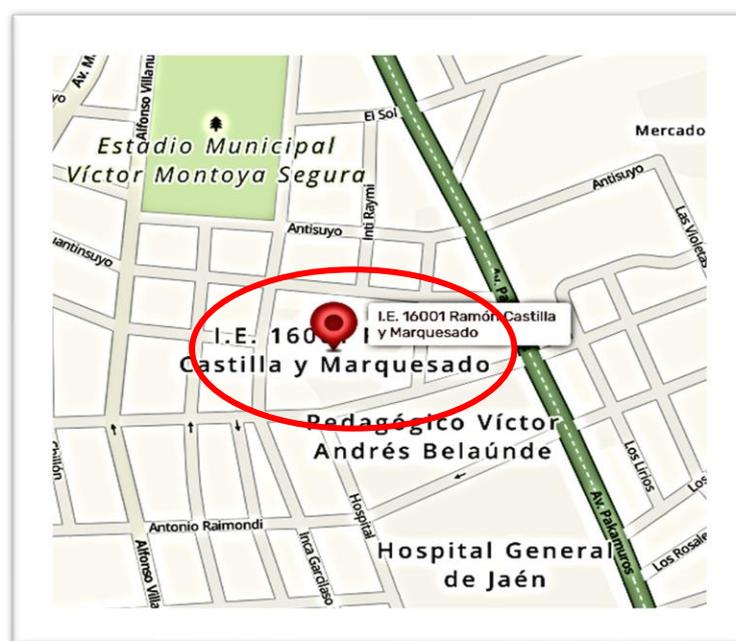
III. MATERIALES Y METODOS

3.1. El objeto de estudio:

El presente trabajo tuvo como objeto de estudio la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado ubicada en la calle Inca Garcilaso de Vega N° 856, de la provincia de Jaén – Departamento de Cajamarca. Según coordenadas: Latitud -5,703, Longitud -78,807.

Figura 1

Ubicación geográfica de la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado.



Fuente: Obtenido de Google maps

3.2. Población y muestra:

Se considera como población y muestra al pabellón N° 1 de la institución educativa Ramón Castilla y Marquesado de la provincia de Jaén.

3.3. Tipo de investigación:

Investigación cuantitativa: Ya que en este trabajo de investigación se recopiló tomando datos de las mediciones, usando estos valores procesandolos y analizandolos mediante software, y así determinar los parametros con los cuales se trabajo.

Aplicada, porque está orientada a resolver un problema que aqueja a muchas entidades públicas y privadas en nuestro país, aplicando la tecnología actual y con el propósito de implementarlos de forma práctica para satisfacción de necesidades puntuales y ofreciendo una solución a problemas de sector social y educativo.

Es descriptiva, ya que sólo se identificó, registró, evaluó y analizó el estado actual de las diferentes áreas y utilización de equipos que forma parte del pabellón N° 1.

Es una investigación de tipo no experimental, en la cual solo se procedió a realizar una inspección técnica visual del estado actual de instalaciones eléctricas y equipos consumidores, no se manipuló ni altero la población donde se realizó el estudio.

3.4. Materiales:

Para alcanzar los objetivos planteados en la presente investigación, se necesitó de los siguientes equipos y materiales.

3.4.1. De campo:

- EPP's:

Tales como: casco, botas dieléctricas, guantes, lentes ya que se trabajo en instalaciones eléctricas de interiores con tensiones de 220 v y hubo peligro de descargas.

3.4.2. De gabinete:

- Internet:

Se usó la Web para buscar información relacionada y relevante al trabajo de investigación, tales como: revistas, proyectos de tesis, libro, artículos y repositorios.

3.4.3. Equipos:

- Cámara fotográfica:

Se hizo uso de la cámara fotográfica SANSUMG A21s para registrar evidencias y capturas de las áreas del objeto de estudio, Pabellon N° 1.

3.4.4. Software:

- Microsoft Office:

Se utilizó el Word para la elaboración del informe final usando sus funciones por el uso de la gramática y ortografía y Excel para procesar la base de datos, cálculos y gráficos, AutoCad para el diseño de los planos que evidencien las distintas distribuciones metrados de las áreas de trabajo.

3.5. Técnicas:

- Observación: Se realizó un recorrido, área por área con la finalidad de conocer el estado actual de las instalaciones eléctricas usando un formato de registro para posteriormente realizar un inventario energético.
- Entrevista: Se realizó una entrevista al representante de la Institución Educativa (Director), mediante preguntas sobre eficiencia energética que tienen relación con el consumo de energía eléctrica, las fallas eléctricas y de equipos, con la finalidad de conocer su opinión y manejo de información sobre el tema.

- Análisis de datos: Se elaboró cuadros comparativos y diagramas en el programa Excel, haciendo cuadros comparativos, para posteriormente ser analizados.
- Análisis documental y otras técnicas necesarias para la investigación: Se utilizó para la investigación, artículos de investigación, revistas, entrevistas e informes de tesis referentes al tema de estudio.

3.6. Procedimiento:

- Se realizó un diagnóstico de los consumos y el estado actual del sistema eléctrico en el pabellón N° 1 de la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado.
- Se realizó un inventario de cargas eléctricas mediante una inspección técnica al pabellón N° 1 de la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado.
- Se elaboró un plano estructural para determinar las medidas de cada área, siendo estas necesarias para cálculos posteriores.
- Se realizó mediciones de los niveles de lux comparando con la normativa vigente del Código Nacional de Electricidad (CNE), asimismo se realizó comparaciones entre equipos computacionales convencionales y de generación actual para establecer las diferencias de consumo.
- Se propuso un plan de acción para disminuir el consumo de energía y una evaluación económica mediante el VAN y la TIR, para ver la viabilidad del proyecto.

3.7. Metodología:

Se realizó el estudio de la eficiencia energética del sistema eléctrico en el pabellón N° 1 de la institución educativa Ramón Castilla y Marquesado, para ello se realizó, en primer lugar, el diagnóstico de los consumos e inventario de cargas del sistema eléctrico mediante la inspección técnica, y de la iluminación mediante la toma de mediciones con el Luxómetro. Posteriormente con el programa Excel se analizó los datos obtenidos por los equipos de medición.

Una vez realizado el análisis en iluminación interpolando según los datos de la tabla 8 $(77 + 58) / 2 = 67,5$, como es un valor en porcentaje el coeficiente de utilización (C_U) sería: $(C_U) = 0,675$, también se realizó una comparativa con la norma EM-010 de instalaciones eléctricas de interiores, para corroborar si el nivel de iluminancia es el adecuado con la premisa: Si el tipo de lámpara escogida cumple con la iluminación mínima recomendada 500 lux según la norma EM - 010 instalaciones eléctricas interiores esta se determina mediante la ecuación.

$$E_m = \frac{(NL * \phi_1 * C_U * C_m)}{S}$$

Además se realizó una comparativa entre los equipos computacionales antiguas existente, en el Pabellón N° 1 con la actual generación, para verificar si el nivel de consumo de energía eléctrica es el óptimo.

Con la base de datos obtenida se verificó el consumo diario del pabellón N° 1 de la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado, para luego plantear propuestas del plan de acción y lograr minimizar el consumo de energía eléctrica. Por último, se realizó una evaluación técnica - económica de la propuesta del plan de acción para su implementación.

3.7.1. Diagnostico de los consumos y el estado actual del sistema eléctrico de la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado, Jaén – Cajamarca.

Se realizó un análisis del consumo y evaluación del estado actual de las instalaciones eléctricas del pabellón N° 1, encontrando luminarias tipo fluorescente empolvadas, y sin vida útil, ennegrecidas y en condiciones de no haber sido cambiadas hace bastante tiempo, por otro lado los equipos de computo se encontraron con exceso de polvo almacenados en sus interiores y en mucho casos sin sus tapas protectoras del CPU, evidenciando también los monitores sin limpieza y en sus conexiones los cables deteriorados, sin ninguna protección contra sobrecorrientes y descargas eléctricas.

Reconocimiento del sistema eléctrico en el pabellón 1 de la I. E. Ramón Castilla y Marquesado:

Descripción del usuario:

- Rubro educativo: Establecimiento destinado para la educación y formación de la población.
- Horario de trabajo: Se realiza en dos turnos; 7:00 am. – 1:00 pm. y de 1:00 pm. – 7:00 pm.
- 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: 12 horas diarias.

Figura 2

Medidor de consumo eléctrico de la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado



Fuente. Autoría propia

Descripción del consumo de energía eléctrica:

El suministro eléctrico es trifásico – aéreo tipo C2.1, tarifa BT5B no residencial con cargo fijo mensual de S/ 0,8653, con número de suministro 30767368, tensión de 220 V y una potencia contratada de 1 kW. Serie del medidor N° 00009046457 en 4 hilos.

Descripción del estado actual del sistema eléctrico:

Tomando en cuenta el código nacional electricidad (CNE), la norma técnica peruana (NTP) EM – 010 de instalaciones eléctricas de interiores y la eficiencia energética que ofrece la tecnología actual, equipos presentan mal estado, debido a que son antiguas y por ende no ofrecen condiciones óptimas de trabajo tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Estado actual de la red de distribución interior.

Ítems	Pabellón 1	Canalizado	Conductor	Conexión	Equipos
					No
1	Computadoras	Deteriorado	Deteriorado	No recomendable	recomendable
					No
2	Laptop	Deteriorado	Deteriorado	No recomendable	recomendable
	Equipo de				No
3	sonido	Deteriorado	Deteriorado	No recomendable	recomendable
					No
4	Búfer	Deteriorado	Deteriorado	No recomendable	recomendable
					No
5	Televisores	Deteriorado	Deteriorado	No recomendable	recomendable
					No
6	Proyector	Deteriorado	Deteriorado	No recomendable	recomendable
	Salidas de				No
7	fuerza	Deteriorado	Deteriorado	No recomendable	recomendable
					No
8	Luminarias	Deteriorado	Deteriorado	No recomendable	recomendable

Fuente. Autoría propia

Entrevista al personal responsable (director) de la institución educativa Ramón Castilla y Marquesado.

A través de un cuestionario de preguntas (ver anexo 1), se realizó la entrevista al responsable de la institución educativa Ramón Castilla y Marquesado (director), llegando a la siguiente conclusión:

- Desconocimiento del uso eficiente de la energía eléctrica.
- No existe un plan de mantenimiento a los equipos e instalaciones eléctricas.
- Falta de personal capacitado para realizar las labores de manteamiento.
- No existe ningún tipo capacitación y concientización del personal con respecto al uso racional de las instalaciones y equipos.

3.7.2. Elaborar un inventario energético de las cargas eléctricas instaladas en las áreas de mayor demanda del pabellón N° 1.

Inventario energético de las cargas eléctricas:

Se realizó una inspección in situ para conocer como están operando las cargas eléctricas en el pabellón N° 1 de la institución educativa Ramón Castilla y Marquesado, Jaén – Cajamarca, véase en la tabla 4

Tabla 2

Inventario de cargas eléctricas del pabellón N° 1

Ítems	Cargas eléctricas	Cant.	Potencia (Watt)	Uso Hora/Día	Potencia Total (KW)	Consumo kW/día
I. Dirección						
1	Computadora	2	268	5	0,536	2,68
2	Ventilador	1	50	4	0,05	0,2
3	Foco ahorrador	3	16	1	0,048	0,048
		Total			0,634	2,928
II. Sala De Computo						
1	Computadora	15	268	3	4,02	12,06
3	Foco ahorrador	12	40	1	0,096	0,096
		Total			4,116	12,156
III. Biblioteca						
1	Proyector	1	280	2	0,28	0,56
	Televisor a color					
2	49"	1	130	2	0,13	0,26
3	Búfer	1	70	1	0,07	0,07
5	Computadora	1	268	3	0,268	0,804
6	Foco ahorrador	8	16	1	0,128	0,128
		Total			0,876	1,822
IV. Sala de profesores						
	Televisor a color					
	24"	1	94	2	0,094	0,188
	Foco ahorrador	2	16	2	0,032	0,064

		Total			0,126	0,252
V. Servicios higiénicos (Profesores)						
1	Foco ahorrador	1	16	1	0,016	0,016
		Total			0,016	0,016
VI. Salones de clase (6)						
1	Televisor LCD 49"	6	250	3	1,5	4,5
2	Foco ahorrador	20	16	1	0,32	0,32
3	tubo Fluorescente	8	40	1	0,32	0,32
		Total			2,14	5,14

Fuente. Autoría propia

3.7.3. Elaboración del plan de acción que contribuya a la disminución del consumo de energía eléctrica:

El plan de acción y las medidas que se deben tomar con respecto a la diagnóstico es:

- Cambio de equipos del sistema de iluminación, ya que mucho de ellos son convencionales y se encuentra inoperativos cubiertos por el polvo.
- Cambio de equipos de computo, ya que se determinó que son equipos de generación antigua que no ofrecen eficiencia energética óptima representando el área de mayor consumo de energía según el diagnóstico realizado.

Evaluación del sistema de iluminación:

Se realizó mediciones en cada área de trabajo del pabellón N° 1 teniendo como base, la norma EM - 010 de las instalaciones eléctricas interiores para verificar si el sistema de distribución de iluminación cumple de acuerdo la norma, como se detalla a continuación.

- **Cargas del sistema de iluminación:**

En la tabla 6 se muestra el valor total de luminarias instalada en el pabellón 1.

Tabla 3

Carga total del sistema de iluminación en el pabellón N° 1

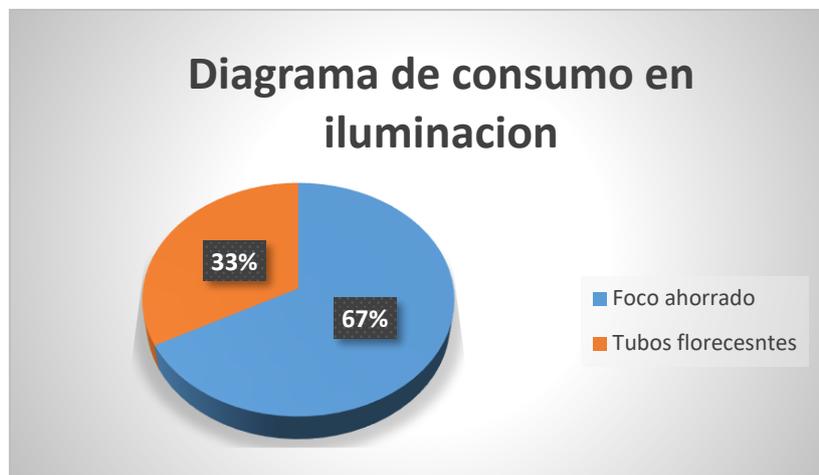
Tipo de luminarias	Cantidad	Potencia total <i>kW/día</i>
Foco ahorrado	39	0,656
Tubos fluorescentes	8	0,32
Total	47	0,976

Fuente. Elaboración propia

Con el valor obtenido en la tabla 6, podemos afirmar que durante un día se llega a consumir 0,976 *kW* en todo el sistema de iluminación del pabellón 1. Finalmente, en el periodo de un año se consume 351,36 *kW* que equivale a costo de 304,03 soles.

Figura 3

Representación de consumos de equipos de iluminación por día



Fuente. Autoría propia

Interpretación:

Como se denota en la figura 5 los focos ahorradores representan el 67% del consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación del pabellón N° 1, y el 15% los fluorescentes.

- **Niveles de iluminancia de los ambientes del pabellón de 1 la I.E Ramón Castilla**

En la tabla que presentamos a continuación se puede verificar la realización de las tomas de mediciones de iluminación de los ambientes del pabellón, para ser cotejadas (comparadas) con el Reglamento Nacional de Edificaciones según en la norma EM-010 Instalaciones Eléctricas Interiores.

Para la realización de las mediciones de iluminación se utilizó un equipo Luxómetro AEMC INSTRUMENTS, modelo CA811.

a. Niveles Iluminación.

En la elaboración de la tabla 7 se obtuvieron las mediciones de iluminación, registradas con el luxómetro anteriormente nombrado para indicar y determinar si cumple el valor recomendado estimado por la norma EM - 010 y poder determinar si los equipos de iluminación son eficientes para mejorar el consumo de energía eléctrica.

Tabla 4

Nivel de iluminación por ambiente del pabellón N° 1

Ítems	Área	Iluminación actual (Lux)	Iluminación según norma (lux)	Valor
1	Dirección	364	500	No cumple
2	Sala de computo	270	500	No cumple
3	Biblioteca	380	500	No cumple
4	Sala de profesores	257	500	No cumple
5	Servicios higiénicos	140	100	Cumple
6	Salones de clase	193	500	No cumple

Fuente. Data obtenida del Luxómetro

Interpretación:

Según la tabla 7, se puede observar que la única área que cumple con los niveles de iluminación establecidos por en la norma EM – 010 son los servicios higiénicos.

b. Cálculo según el método de los lúmenes.

Flujo luminoso:

Para el cálculo del flujo luminoso que necesita un ambiente se determina con la ecuación (E. 3)

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

Donde:

E_m : Nivel de iluminación medido en (lux)

ϕ_T : Flujo luminoso de un determinado local (Lúmenes).

S : Superficie en (m²)

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

C_m : Coeficiente de mantenimiento: es el coeficiente que indica el grado de conservación de una luminaria.

Datos de las áreas a trabajar para el caso de lámparas LED

Tabla 5

Datos de las áreas a trabajar

Áreas	E_m (Lux)	Ancho		Altura
		(m)	Largo(m)	(m)
Dirección	500	7,30	7,90	3,40
Sala de Computo	500	7,30	10,56	3,40
Biblioteca	500	7,30	22,5	3,40
Sala de profesores	500	7,30	5,90	3,40
Salón de clase	500	7,30	8,30	3,40

Fuente. Autoría propia

Datos de la luminaria propuesta

Tipo de lámpara: LED de 8W

Eficiencia: 100 lm/W

Potencia: 70W

$$\phi_1 = \frac{100_{lm}}{W} * 70W = 7\ 000lm$$

Por equipo = 2 x 7000 = 14 000 lm

Donde:

Q_1 : Representa la cantidad de lúmenes por tubo LED

Cálculo del índice del local (k)

Según Montero (2016), para este cálculo se utilizarán las dimensiones de acuerdo al ambiente de iluminación para lo cual se determina con la ecuación (E, 4)

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

Donde:

h' : Diferencia entre la altura total del área y la altura de la mesa

$$h' = 3,40 - 0,75 = 2,65 \text{ m}$$

h : Altura del escritorio

h : 0,75 m

K : Índice del local

Reemplazando datos en la ecuación (E. 4) tenemos:

Tabla 8.

Cálculo del índice "K" para todas las áreas del pabellón

Tabla 6

Cálculo del índice “K” para las áreas del pabellón N° 1

Áreas	Ancho		K
	(m)	Largo(m)	
Dirección	7,30	7,90	0,37
Sala de Computo	8,20	12,30	0,37
Biblioteca	7,30	21,90	0,37
Sala de profesores	7,00	7,30	0,37
Salón de clase	6,64	7,30	0,37

Fuente. Autoría propia

Cálculo del coeficiente de utilización (C_U):

Para determinar el coeficiente de utilización, se necesita saber el coeficiente de reflexión del techo, las paredes y el suelo, estos datos tomaran de la tabla que se encuentra en el anexo 4.

En este caso los coeficientes de reflexión son:

Tabla 7

Coefficientes de reflexión para todas las áreas del pabellón N° 1

Áreas	Techo	Pared	Suelo
	(color)	(color)	(color)
Dirección	0,70 - 0,85	0,50 – 0,75	0,10 – 0,20
Sala de Computo	0,70 - 0,86	0,50 – 0,76	0,10 – 0,21
Biblioteca	0,70 - 0,87	0,50 – 0,77	0,10 – 0,22
Sala de profesores	0,70 - 0,89	0,50 – 0,79	0,10 – 0,24
Salón de clase	0,70 - 0,89	0,50 – 0,79	0,10 – 0,24

Fuente. Autoría propia

Luego de calcular el índice del local ($k = 0,37$) y obtenido los coeficientes de reflexión de las superficies de las áreas, podemos calcular el coeficiente de utilización (C_U).

Determinación del coeficiente de mantenimiento (C_m):

Según la tabla del anexo 5, las áreas del pabellón 1 son ambientes sucios por lo que se toma: $C_m = 0,6$

Cálculo del flujo luminoso necesario

Ha base de los datos obtenidos se calcula el flujo luminoso necesario, lo cual se determina mediante la ecuación (E. 3).

Tabla 8

Flujo luminoso que se necesita por área

Áreas	Ancho (m)	Largo(m)	C_u	C_m	E_m	ϕ_T
Dirección	7,3	7,90	0,675	0,6	500	71197,5
Sala de						
Computo	8,2	12,30	0,675	0,6	500	124518,5
Biblioteca	7,3	21,90	0,675	0,6	500	197370,4
Sala de						
profesores	7	7,30	0,675	0,6	500	63086,4
Salón de clase	6,64	7,30	0,675	0,6	100	59841,9

Fuente. Autoría propia

Comprobación del nivel de iluminación:

Tabla 9

Comprobación del nivel de iluminación de los LED por área

Áreas	Ancho (m)	Largo(m)	C_u	C_m	ϕ_1	NL	E_m
Dirección	7,3	7,90	0,675	0,6	14000	8	786,5
Sala de Computo	8,2	12,30	0,675	0,6	14000	16	899,5
Biblioteca	7,3	21,90	0,675	0,6	14000	14	596,5
Sala de profesores	7	7,30	0,675	0,6	14000	6	665,75
Salón de clase	7,00	7,30	0,675	0,6	14000	8	887,6

Fuente. Autoría propia

Interpretación:

Como se observa en la tabla 12 la lámpara escogida es la correcta por lo tanto cumple con el valor de lux mínimo recomendado por la norma EM-010 instalaciones en interiores.

Evaluación de las computadoras de mesa:

Con la inspección técnica realizada en pabellón N° 1 de la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado se pudo observar que los monitores son de tipo LED de 13 W y que solo los ordenadores (CPU) son de tipo convencionales de 255 W generando un exceso consumo de energía eléctrica, ya que no están diseñados para el uso eficiente de la misma. Por otro lado, también se pudo apreciar una gran cantidad polvo almacenada en su interior. En la tabla 13 se muestra el consumo actual generado solo por computadoras.

Tabla 10

Consumo de energía eléctrica por computadoras del pabellón N° 1

Cargas eléctricas	Cant.	Potencia (Watt)	Uso Hora/Día	Potencia Total (KW)	Consumo kW/día
I. Dirección					
Computadora	2	268	5	0,536	2,68
II. Sala De Computo					
Computadora	15	268	3	4,02	12,06
III. Biblioteca					
Computadora	1	268	3	0,268	0,804
	Total			4,824	15,544

Fuente. Autoría propia

Interpretación:

Según la tabla 15 podemos afirmar que el consumo eléctrico para todas las computadoras que se encuentran en el pabellón N° 1 en un día es de 15,544 kW. Finalmente, en el periodo de un año se consume 5595,84 kW/año generando un costo de 4 842.08 soles.

3.7.4. Realizar una evaluación económica del plan de acción:

Para realizar la evaluación económica se ha tenido en cuenta los gastos que incurren en el proyecto más los costos de equipamiento que incurren en la implementación de la propuesta. Se han analizado los indicadores como el VAN y el TIR y se ha proyectado a mediano plazo. Como ingresos se ha tenido en cuenta el ahorro por cambio de luminarias LED mas el ahorro por cambio de tecnología moderna. A continuación, se evidencia los costos he ingresos en las 16,17,18.

Tabla 11

Compra de suministros, montaje y ensamblaje de equipos

Items	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Subtotal (S/.)
I. Suministro de materiales					
1,1	Tubo LED 8 W	Unid.	51	S/ 17.90	S/ 912.90
1,2	Regleta para tubo LED	Unid.	26	S/ 10.50	S/ 273.00
1,3	Ordenador CPU - Intel Core i3 7100	Unid.	15	S/ 1,050.00	S/ 15,750.00
II. Montaje de equipos eléctricos					
2,1	Desmontaje de luminarias	Unid.	47	S/ 1.00	S/ 47.00
2,2	Montaje de luminarias	Unid.	51	S/ 1.00	S/ 51.00
2,3	Desmontaje de PC (CPU)	Unid.	15	S/ 1.00	S/ 15.00
2,4	Montaje de PC (CPU)	Unid.	15	S/ 1.00	S/ 15.00
III. Servicios					
3.1	Alquiler de Luxómetro	Unid.	1	S/ 100.00	S/ 100.00
			Sub		S/
			Total		17,163.90
			Costo		S/
			total		17,163.90

Fuente. Autoría propia.

Tabla 12

Flujo de caja proyectada

DESCRIPCIÓN	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
A. CAJA INICIAL		S/	-S/	-S/	-S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/
INGRESOS		19,138.95	14,280.88	9,422.81	4,564.74	293.33	5,151.40	10,009.47	14,867.54	19,725.61	24,583.68
Ingresos por cambio de sistema						S/					
LED	S/ 0.00	S/ 161.98	S/ 161.98	S/ 161.98	S/ 161.98	161.98	S/ 161.98	S/ 161.98	S/ 161.98	S/ 161.98	S/ 161.98
Ingresos por cambio de CPU		S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/
	S/ 0.00	3,432.81	3,432.81	3,432.81	3,432.81	3,432.81	3,432.81	3,432.81	3,432.81	3,432.81	3,432.81
B. TOTAL EGRESOS		S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/
		3,594.79	3,594.79	3,594.79	3,594.79	3,594.79	3,594.79	3,594.79	3,594.79	3,594.79	3,594.79
Equipamiento											
1.1. Cámara fotográfica (Celular)	S/ 0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.2. Alquilar de laptop	S/ 0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.3. Casco	S/ 12.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.4. Lentes de seguridad	S/ 5.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.5. Guantes	S/ 3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.6. Zapatos dieléctricos	S/ 45.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7. Útiles de escritorio	S/ 10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.8. Internet	S/ 30.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.9. Fotocopias	S/ 10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1.10. Impresiones	S/ 10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Compra de suministros y montaje eléctrico y ensamblaje de equipos	S/ 17,163.95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Recursos humanos	S/										
1.1. Asesoría	1,000.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.2. Tesistas	S/ 500.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.3. Asistente técnico	S/ 350.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos administrativos											
		S/									
1.1. Pago por servicio de lu	S/ 0.00	6,952.86	6,952.86	6,952.86	6,952.86	6,952.86	6,952.86	6,952.86	6,952.86	6,952.86	6,952.86
		S/									
1.2. Depreciación y otros va	S/ 0.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00
		S/									
C. TOTAL DE EGRESOS	19,138.95	8,452.86	8,452.86	8,452.86	8,452.86	8,452.86	8,452.86	8,452.86	8,452.86	8,452.86	8,452.86
	-S/	S/									
D. SALDO ECONOMICO	19,138.95	4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07
E. AMORTIZACIÓN Y DEUDA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/
F. SALDO NETO	19,138.95	4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07

		-S/	-S/	-S/		S/	S/	S/	S/	S/	S/
SALDO ACUMULADO	S/ 19,138.95	14,280.88	9,422.81	4,564.74	S/ 293.33	5,151.40	10,009.47	14,867.54	19,725.61	24,583.68	29,441.75

Fuente. Autoría propia

Tabla 13

Cálculo del Valor Anuel Neto

AÑO	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
		S/									
Flujo neto de fondos		4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07
Tasa de descuento		S/ 0.00									
		S/									
Flujos actualizados		4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07	4,858.07
		-S/									
(-) Inversión inicial	19,138.95										
VAN DE											
INVERSIONISTA						S/ 29,441.75					

Fuente: Autoría propia.

Tabla 14

Tasa Interna Retorno

INVERSION	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
-S/ 19,138.95	S/ 4,858.07									
TIR=										
										22%

Fuente: Autoría propia

IV. RESULTADOS

4.1. Diagnostico de los consumos y el estado actual del sistema eléctrico de la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado, Jaén – Cajamarca.

a. Resumen del diagnostico realizado.

Con el diagnóstico realizado bajo la Norma Técnica peruana (NTP), el Código Nacional de Electricidad (CNE Utilización) se evidenció la abundante carencia de mantenimiento y la falta de inspección técnica hacia las instalaciones y equipos eléctricos que operan en la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado tal como se muestra en la tabla 1.

Este resultado es corroborado por Montero (2016), donde concluyendo que las instalaciones eléctricas muchas veces son deficientes por estar instaladas inadecuadamente o por falta de mantenimiento.

4.2. Elaborar un inventario energético de las cargas eléctricas instaladas en las áreas de mayor demanda del pabellón N° 1.

a. Resumen del inventario de las cargas eléctricas.

Tabla 15

Cargas eléctricas por área del pabellón N° 1

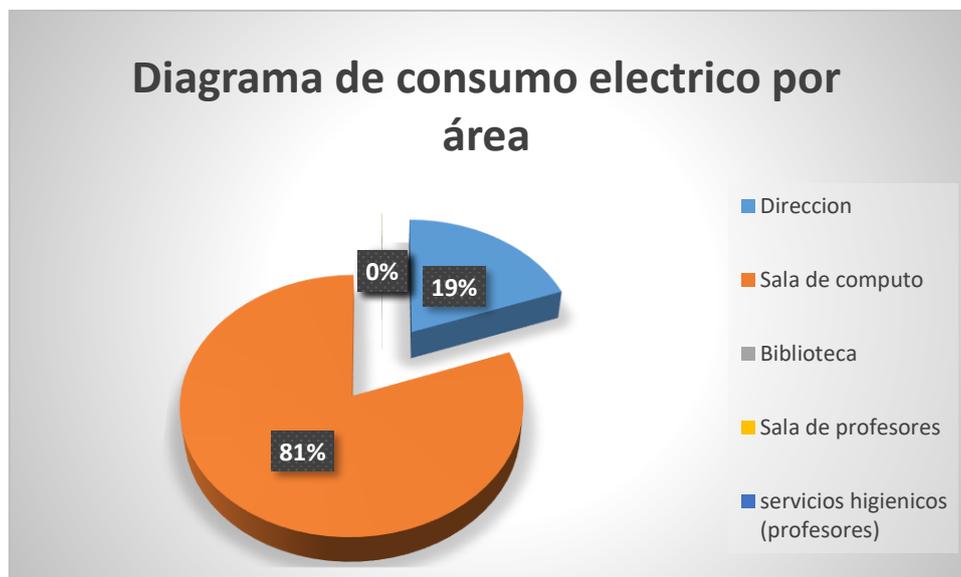
Cargas eléctricas en pabellón 1	Potencia total (kW/Día)
Dirección	2,928
Sala de computo	12,156
Biblioteca	1,828
Sala de profesores	0,252
servicios higiénicos (profesores)	0,016
Salones de clase	5,14
Total	22.32

Fuente. Autoría propia

Con el valor obtenido en la tabla 5 podemos afirmar que durante un día se llega a consumir 22.32 kW/día en todo el pabellón N° 1. Finalmente, en el periodo de un año se consume 8035.2 kW generando un costo de 6952.86 nuevo soles.

Figura 4

Diagrama de consumo eléctrico por área



Fuente. Autoría propia

Interpretación:

Según se observa en la figura 4, el área que refleja mayor consumo de energía eléctrica en kW/día es la sala de cómputo con aproximado de 81%.

Este resultado es corroborado por Tello Guevara (2016), donde concluye que es necesario realizar un inventario de cargas eléctricas para establecer los niveles de consumo energético.

4.3. Proponer un plan de acción que contribuya a la disminución del consumo de energía eléctrica.

a. Evaluación del sistema de iluminación.

Recomendaciones para implementar este sistema de iluminación con tecnología LED.

Para el desarrollo en las diferentes actividades, la iluminación mantiene un rol importante. Gracias a los adelantos tecnológicos en este apartado, existe la posibilidad de mejora tanto en eficiencia energética como en

ahorro económico, por ello es sumamente necesario implementar estas mejoras tecnológicas en el sistema de iluminación para poder lograr el confort del estudiantado y personal administrativo y así poder mejorar el desarrollo de sus actividades.

Tabla 16

Comparación de iluminarias, propuesta con existente

Descripción	Tubo LED - Luminarias de vapor de sodio			
	Propuesta	Propuesta #2	Luminaria Existente	
	Tubo LED Philips	Foco LED -	Ahorrador espiral	Fluorescent e
Potencia	8 W	20 W	16 W	40 W
Tensión	220-240 - 50/60	220-240 50/60	220-240 - 50/60	220-240 - 50/60
Corriente	HZ	HZ	HZ	HZ
Flujo luminoso	1 250lm	2200lm	740 lm	1050 lm
Eficiencia luminosa	104 lm/W	120 lm/W	50 lm/W	58 lm/W
FP	>0,5	>0,5	- >0,4	- >0,75
Indicé de reproducción Cromática	70	70	70	
Vida útil	10 000 horas	50 000 horas	6000 horas	13000 Horas
Color	6 500K	6 500K	6 500K	6200K
Base	E27	-	E27	G13
T° a (°C)	15,00		-20C° - +45C°	20C° - +45C°

Fuente. Autoría propia

Tipo de lámpara:

Tubo fluorescente LED 600mm - 8W

Eficiencia: 100 lm/W

Potencia: 70W

$$\phi_1 = \frac{100_{lm}}{W} * 70W = 7\ 000lm$$

Por equipo = 2 x 7000 = 14 000 lm

Donde:

Q_1 : Representa la cantidad de lúmenes por tubo LED

- **Ahorro energético:**

En base a la propuesta de implementación de luminarias LED en la tabla 14, se presenta el ahorro de energía eléctrica del pabellón 1.

Tabla 17

Consumo de energía por área en iluminación

Cargas eléctricas	Cant.	Potencia (Watt)	Uso Hora/Día	Potencia Total (KW)	Consumo kWh/día
I. Dirección					
Fluorescente Tubo					
LED	3	8	1	0,024	0,024
II. Sala De Computo					
Fluorescente Tubo					
LED	6	8	1	0,048	0,048
III. Biblioteca					
Fluorescente Tubo					
LED	8	8	1	0,064	0,064
IV. Sala de profesores					
Fluorescente Tubo					
LED	6	8	2	0,048	0,096
VI. Salones de clase (6)					
Fluorescente Tubo					
LED	20	8	1	0,16	0,16

Fluorescente Tubo					
LED	8	8	1	0,064	0,064
	Total			0,408	0,456

Fuente. Autoría propia.

Interpretación:

Según el valor obtenido en la tabla 14 podemos afirmar que durante un día se llega a consumir 0,456 *kW* en todo el sistema del pabellón 1. Finalmente, en el periodo de un año se consume 164,16 *kW*, que equivale a un costo de 142,05 soles.

Por lo tanto, con el plan de acción propuesto el ahorro por consumo de energía eléctrica en el sistema de iluminación del pabellón N° 1 en el lapso de un año es de 187.2 *kW/año* que equivale a un costo de 161.98 soles.

b. Evaluación de las computadoras de mesa.

Recomendaciones para implementar Ordenadores CPU de generación actual.

Una de las herramientas más indispensables para desarrollar las diferentes actividades de trabajo hoy en día esta enmarcado en un equipo de computo, ya que estos permiten acrecentar la eficiencia, aumentar la productividad y el desempeño de una persona. Gracias a los avances tecnológicos en este apartado, existe la posibilidad de mejora tanto en eficiencia energética como en ahorro económico, por tal motivo es sumamente necesario implementar este plan de acción para poder maximar el desarrollo de las actividades y por ende el rendimiento del personal y estudiantado.

Tabla 18

Comparación de ordenadores CPU actual con propuesto

ORDENADOR CPU		
Descripción	Propuestas	Existente
Tamaño	factor de forma mini-Barebone	Factor de forma mini ATX
Voltaje de alimentación	100V - 240 VAC	100V - 240 VAC
Modelo	BRIX GBi3HA-7100	MINI ATX DP/N OV3171
Sistema operativo no incluye	No incluye	Windows 7
Procesador	Intel Core i3 7100 - 2.40 GHZ	Intel Core i3 4000 - 2.2 GHZ
Potencia incluida monitor	78 W	255 W
Generación	7 ta	4 ta
Marca	GIGABYTE	DELL

Fuente. Autoría propia

Ahorro energético:

En base a la propuesta de cambio de ordenadores (CPU) de 78 W, en la tabla 16 se presenta el ahorro energético total por las computadoras de mesa del pabellón N° 1, tomando en cuenta que el monitor LED se considera el mismo con una potencia de 13 W.

Tabla 19

Ahorro energético por cambio de ordenadores CPU en pabellón N° 1

Cargas eléctricas	Cant.	Potencia (Watt)	Uso Hora/Día	Potencia Total (KW)	Consumo kW/día
I. Dirección					
Computadora	2	78	5	0,156	0,78
II. Sala De Computo					
Computadora	15	78	3	1,17	3,51
III. Biblioteca					
Computadora	1	78	3	0,078	0,234
	Total			1,404	4,524

Fuente. Autoría propia

Interpretación:

Tal como se muestra en la tabla 15, el consumo de energía eléctrica en las computadoras del pabellón 1 en el lapso de un día es de 4,524 kW. Finalmente, en el periodo de un año el consumo es de 1628.64 kW/año, generando un costo de 1409.26 soles.

Por lo tanto, con el plan de acción propuesto el ahorro por consumo de energía eléctrica en las computadoras del pabellón N° 1 en el lapso de un año es de 3 967.2 kW/año que tiene un costo de 3432.81 soles.

4.4. Evaluación económica del proyecto:

Como ingresos se ha tenido en cuenta el ahorro por cambio de sistema de iluminación y cambio de ordenadores CPU para las computadoras del área de computo. En las tablas 12, 13 y 14 de los indicadores de la rentabilidad de la auditoria energética.

Para la ejecución del proyecto se demando una inversión de S/. 1975, para cubrir gastos por servicios, recursos humanos e imprevistos; el gasto compra de suministros y montaje de equipos eléctricos para el plan de acción es de S/. 17 163,9, sumando un total de S/. 19 138,95; en relación a este valor se a realizado la evaluación económica, desarrollado el flujo de caja proyectado y teniendo en cuenta el ahorro que produciría el plan de acción. Los resultados del VAN S/. 29 441,75 y un TIR de 22%.

Estos resultados son corroborados por Fiestas (2011) que afirma que los flujos de caja son los ingresos y egresos del dinero de un proyecto determinado. Además, se puede evaluar en el período de tiempo que se desee ya sea un mes, año o muchos mas. Y para Montero (2016) este indicador permite traer al presente valores calculados en el futuro.

V. DISCUSIÓN

Bajo el estudio de la eficiencia energética en la institución educativa Ramón Castilla y Marquesado Jaén, Cajamarca, se logró determinar y Describir alternativas factibles para la reducción del consumo de energía eléctrica del pabellón N° 1. Este análisis tendrá como primer paso realizar un diagnóstico de los consumos y estado actual de las instalaciones eléctricas, dentro del cual se determinaron los siguientes parámetros: descripción del usuario, descripción del consumo de energía eléctrica, descripción del estado actual del sistema eléctrico, cuestionario de preguntas, entre otros de gran importancia que nos servirán para elaborar el estudio.

Mediante una inspección técnica se recogió la información requerida utilizando algunos instrumentos de medición; los datos obtenidos se han evaluado utilizando el software Excel, para posteriormente con los resultados analizar técnicamente el plan de acción para la institución educativa Ramón Castilla y Marquesado.

En la tesis de:

Chumacero & Paredes (2019). Titulada “Evaluación mediante auditoria energética del sistema eléctrico en el campus de la Universidad Nacional de Jaén”

Dice:

La evaluación económica del proyecto se realizó a corto plazo, los indicadores económicos indican que es viable y aceptable económicamente la ejecución de la presente propuesta en base a una inversión inicial de S/. 78 307,00 de los cuales S/. 13 588,89 son gastos del proyecto y S/. 64 717,13 gastos de equipamiento para la propuesta; los resultados son: VAN S/. 107 029,59 TIR S/. de 38%.

Con respecto a esta conclusión en nuestra investigación, la evaluación económica se realizó a mediano plazo, arrojando indicadores económicos viables y aceptables para la ejecución de nuestro plan de acción en base a una inversión propuesta inicial de S/. 19 138,95 de los cuales S/. 1 975 son gastos del proyecto y S/. 17 163,95 gastos de equipamiento para la propuesta; los resultados obtenidos son: VAN S/. 29 441,75 TIR 22%.

En la investigación de:

Montero (2016). Titulada “Propuesta de auditoría energética para reducir el consumo eléctrico en el área de producción de la empresa América, Lima 2016”.

Dice:

Con respecto al inventario de cargas se concluyó que los motores de las máquinas y equipos por su antigüedad, falta de mantenimiento preventivo, forma de operación, han dejado de ser eficientes lo cual no ayuda a mejorar el factor de carga.

Con respecto a esta conclusión; con el inventario de cargas en nuestra investigación se determinó que los equipos existentes dada su antigüedad, falta de mantenimiento preventivo y uso inadecuado, no ofrecen un uso eficiente de la energía eléctrica generando un mayor consumo.

En su tesis de:

Delgado (2016). Titulada “Propuestas de auditoría energética para reducir el consumo de energía eléctrica, empresa AGRIBRANDS PURINA, Pimentel 2016”.

Dice:

Se establecieron propuestas de mejora para realizar un óptimo uso de la energía eléctrica, utilizar equipos de iluminación más eficientes y menos contaminantes del medio ambiente ya que en iluminación nos da un ahorro anual entre reflectores de 40 158.6 soles fluorescentes 15 886.92 soles de tecnología moderna que garantizará un uso eficiente y una elevada calidad de trabajo generando ahorros económicos.

Con respecto a esta conclusión; en nuestra investigación coincidimos con esta propuesta de mejora en cuanto a la implementación de equipos de iluminación más eficientes (Tecnología LED) para realizar un óptimo uso de energía eléctrica. Representando un ahorro de S./ 161.98 soles anuales solamente en el pabellón N° 1.

En su tesis de:

Escobal (2017). Titulada “Implementación de una Auditoría eléctrica para reducir el consumo de energía eléctrica en el Hospital II de EsSalud Cajamarca, 2017”.

Dice:

Por medio de las actividades realizadas en la auditoria energética del Hospital II de EsSalud Cajamarca, se ha podido identificar las oportunidades de ahorro, de energía eléctrica existentes, que a partir de estas oportunidades se pudo establecer el ahorro de energía eléctrica y económico que se podría obtener implantando el plan de mejoras proyectado, en donde se refleja las inversiones y programas que se tienen que realizar además del tiempo de demanda la inversión en función al ahorro económico que se tendría.

Con respecto a esta conclusión; en nuestra tesis se realizó un estudio de la eficiencia energética en el pabellón N° 1 de la I. E. Ramón Castilla y Marquesado, donde también se pudo identificar las oportunidades de ahorro de energía eléctrica mediante la implementación del plan de acción proyectado que se busca establecer para reducir el consumo de eléctrico, en donde se refleja las inversiones a realizar, además del tiempo de inversión en función al ahorro.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones:

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

Se realizó un Diagnóstico del consumo y estado actual del sistema eléctrico del pabellón N° 1 en la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado; donde se determinó que el incremento por consumo de energía se debe al uso inadecuado de equipo eléctricos, a la falta de mantenimiento y a la poca eficiencia que ofrecen; ya que son equipos obsoletos y de antigua generación.

Se desarrolló el inventario de consumo eléctrico en el pabellón N° 1 de la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado y se determinó que las áreas de mayor por consumo son; la dirección con un total del 19% y la sala de computo con un total de 81% del consumo.

Se estableció la propuesta del plan de acción para disminuir el consumo y ahorro de la energía eléctrica, utilizando tecnología LED, e incrementar los niveles de iluminación en todas las áreas que conforman el pabellón N° 1 de la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado, además de implementar ordenadores CPU de generación actual en el área de mayor consumo eléctrico, ofreciendo un uso más eficiente de energía eléctrica.

Con la implementación del plan de acción se obtendrá un ahorro de S./ 161.98 soles anuales en iluminación y S/. 3432.81 soles anuales en equipos de computo con tecnología actual ofreciendo una mejor eficiencia energética en el pabellón N° 1.

La evaluación económica del proyecto es viable y aceptable economicamente. La ejecución de la propuesta tiene una inversión inicial de S/. 19 138.95 de los cuales S/. 1 975 son gastos del proyecto y S/ 17 163.95 gastos de equipamiento siendo los resultados del VAN S/. 29 441.75 y del TIR 22%.

6.2. Recomendaciones:

1. Se recomienda una evaluación más detallada, realizando un levantamiento estructural del edificio ya que según los estudios realizados y la base de datos obtenida, se determinó que el edificio no cuenta con ningún tipo de plano ni diagramas eléctricos.
2. Se propone realizar un rediseño de la red eléctrica de distribución interior, ya que según la inspección técnica realizada se pudo determinar que la institución educativa Ramón Castilla y Marquesado cuenta con un suministro trifásico y en la actualidad esta acondicionada para operar de manera monofásica
3. Se recomienda replantear el sistema de protección e implementar puestas a tierra, ya que según los estudios realizados se pudo corroborar que dichas instalaciones no cuentan con protección para el cuidado y la preservación de los equipos, luminarias y lo más importante proteger la vida ante cualquier descarga eléctrica no planeada.
4. Realizar un estudio que permita desarrollar un plan de mantenimiento anual de los equipos e instalaciones eléctricas, con la finalidad de ofrecer un uso más eficiente de la energía eléctrica y por ende salvaguardar la vida útil de los mismos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Brian Fiestas , F. (Abril de 2011). *Ahorro Energetico en el Sistema Electrico de la Universidad de Piura - Campus Piura*. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1861/MAS_IME_007.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Chumacero Castillo , J., & Paredes Hidalgo, A. P. (2019). *Evaluacion mediante auditoria energetica del sistema electrico en el campus de la universidad nacional de jaén*. Obtenido de http://m.repositorio.unj.edu.pe/bitstream/handle/UNJ/98/Chumacero_CJ_Paredes_HAP.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Delgado Rojas, J. O. (2016). *Propuesta de auditoria energetica para reducir el consumo de energia electrica, empresa AgribRANDS Purina, Pimentel 2016*. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/8860/delgado_rj.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- EM-010 N.T. (2019). *Norma técnica em.010 instalaciones electricas interiores del reglamento nacional de edificaciones*. Obtenido de http://dataonline.gacetajuridica.com.pe/gaceta/admin/elperuano/1232019/12-03-2019_SE_RM-083-2019-VIVIENDA.pdf
- Escobal Díaz, M. J. (2017). *Implementacion de una auditoria electrica para reducir el consumo de energia electrica en el hospital II de Essalud Cajamarca, 2017*. Obtenido de file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/escobal_dm.pdf
- Fiestas Farfán , B. (2011). *Repositorio Institucional de la Universidad de Piura*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad de Piura: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1861>
- Irigoin Sánchez, E. A. (2016). *Auditoría Energética para reducir el consumo electrico en la empresa automotores Pakatnamu*. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/8902/irigoin_se.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Martínez Antón , A., Castilla Cabanes, N., Blanca Giménez, V., & Pastor Villa, R. M. (2009). *Luminotecnica: Cálculo según el método de los lúmenes*. Obtenido de [e%20C%C3%A1lculo%20m%C3%A9todo%20de%20los%20l%C3%BAmenes.pdf](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/8902/irigoin_se.pdf)

- Montero Mejía, M. J. (2016). *Propuesta de auditoría energética para reducir el consumo eléctrico en el área de producción de la empresa América, Lima 2016*. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/8913/montenegro_mm.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- NTP 370.304. (2009). *Instalaciones eléctricas en edificios*. Obtenido de <https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/1/349/387/422/432/2336.pdf>
- Portillo, J. P. (Marzo de 2012). *Eficiencia Energética en los Edificios de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador*. Obtenido de http://ri.ues.edu.sv/2046/1/Eficiencia_energ%C3%A9tica_en_los_edificios_de_la_Facultad_de_Ingenier%C3%ADa_y_Arquitectura_de_la_Universidad_de_El_Salvador.pdf
- Saldaña Vargas, R. J. (2016). *Repositorio digital institucional Universidad Cesar Vallejo*. Recuperado el 08 de Noviembre de 2018, de Repositorio digital institucional Universidad Cesar Vallejo: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/10084>
- Tápia Gonzáles, L. I., & Gonzáles Sánchez, J. F. (2017). *Reducción del índice del consumo energético en una fábrica de hielo en la ciudad de Chiclayo*. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/9130/gonzales_sj.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Tello Guevara, J. A. (2016). *Modelo de auditoría energética para reducir el consumo de energía eléctrica en SENATI-PIURA, 2016*. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/10090/tello_gj.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vintinilla Córdova, E. V., & Paladines Eras, P. I. (Marzo de 2012). *Auditoría eléctrica a la fábrica de cartones nacionales cartopel*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1924/12/UPS-CT002358.pdf>

AGRADECIMIENTO

Ante todo, dar gracias a DIOS por la vida, la salud y por darnos esta oportunidad de superación personal, y terminar nuestro proyecto de tesis.

A la universidad Nacional de Jaén por el forjamiento académico y competitivo en especial a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica que nos encamino hacer mejores seres humanos con actitudes que resaltan las buenas enseñanzas para trasmitirlas a la sociedad.

A la institución educativa Ramón Castilla Y Marquesado por habernos brindado todas las facilidades para hacer posibles este proyecto de tesis.

A nuestro asesor el Ing. Herless Henyer Alberca Vásquez ya que con su apoyo constante pudimos lograr tan esperado resultado.

A nuestros asesores por parte del SEISIGRA; el Ing. Stalin Tamara Tamariz y el Ing. Yoandro Rodríguez Ponce, ya que su orientación y asesoría pudimos realizar el objetivo trazado.

A todas personas que de una u otra manera aportaron con ideas muy importantes y concretas para llevar a cabo este trabajo de investigación.

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación lo dedico a Dios, que a pesar los días difíciles que estamos atravesando nos brindó salud y vida, a mis padres GREGORIO SÁNCHEZ TORRES y REQUILDA QUINTOS CARRERO por brindarme su apoyo incondicional día a día, a mis hermanos que siempre estuvieron apoyándome económica y emocionalmente y a todas las personas que confiaron en mí y brindaron su apoyo para hacer realidad este trabajo de investigación.

Ronad Sánchez Quintos.

DEDICATORIA

Siempre a Dios, ya que sus lineamientos son perfectos, dándome vida para forjarme en ella, a mi Madre y hermanos que con sus consejos dieron cabida a las decisiones oportunas y debidas, a mi Padre que, con su impulso, su confianza y paciencia en mi dieron rienda a mi desenvolvimiento en la universidad y la vida, a mi pareja L.G.L, que supo ser mi apoyo y la compañía perfecta para lograr mis objetivos.

Luis Gustavo Sempértegui Rivasplata.

ANEXOS

Anexo 1. Entrevista.

ENTREVISTA

1. Con el tiempo que usted lleva a cargo como director en la institución Ramón Castilla y Marquesado, ¿El estado peruano por medio del ministerio de educación ha realizado alguna inversión importante en el sistema eléctrico o equipos consumidores?

Con el tiempo que llevo como director el estado no a destinado dinero para el mantenimiento, conservación y mucho menos aplicar ayuda para la habilitación de nuestros mabientes tanto eléctricos (equipos de computo, luminarias) como estructuralmente, nosotros con el apoyo de los padres de familia en la APAFA, hemos destinado recursos para compra de focos y uno que otro apoyo técnico de electricista para estos cambios.

2. ¿Qué problemas aquejan con frecuencia en la institución educativa con respecto al sistema eléctrico y como logran solucionarlos?

Como anteriormente lo mencioné, normalmente son los cambios de luminarias, no contamos con protecciones tanto de llaves térmicas y tampoco con protecciones de pozo a tierra, para nuestros equipos de computo y televisores que tenemos en nuestras aulas, en cuestion de protecciones cuidamos nuestros equipos de computo con estabilizadores.

3. En la actualidad, ¿La institución educativa cuenta con un plan de mantenimiento para el sistema eléctrico y equipos consumidores?

No, no contamos con un plan nos lo arreglamos en la andanza conforme van fallando se propone cambios o arreglos que requieren los equipos.

4. Desde su punto de vista, ¿Qué medidas propone para que los equipos eléctricos de la institución educativa tengan un uso más eficiente de la energía eléctrica y por ende mejorar la calidad de enseñanza?

Bueno lo que normalmente se propone para que tengan un uso eficiente es el trabajo por horas de nuestra sala de computo, y estableciendo horarios para su uso de los

alumnos, en cuestión de iluminación tratamos de colocar focos ahorradores para mejorar el consumo.

5. ¿Tiene conocimiento de lo que es el uso eficiente de energía eléctrica?

Supongo que es la mejora en términos de ahorro del consumo eléctrico, usando equipos que ayuden a mejorar dicho consumo.

6. ¿Creé usted que su plana docente, colaboradores y estudiantado tienen conocimiento de lo que es, el uso eficiente o racional de energía eléctrica?

Yo creo que tienen una idea de lo que es, más no lo saben a ciencia cierta ya que no escucho sugerencias de parte de ellos, y no veo tampoco un uso adecuado de las instalaciones se tiene que trabajar en eso.

Anexo 2. Instrumentos de medición luxómetro:

Figura 5 Equipo de medición de luxómetro



Fuente. Autoría propia.

Figura 6 Certificado de calibración de luxómetro



**INGENIERÍA DE CALIDAD
Y METROLOGÍA S.A.C.**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 2040032

Página 1 de 3
Área de Metrología
Laboratorio de Calibración



2040032

I. Datos Generales

Solicitante: **VOLNORT S.A.C.**

Dirección: **Mz. E2, Lt. 01, Urb. Los Sauces, Pimentel, Chiclayo, Lambayeque.**

N° de Expediente: **282**

II. Datos del Objeto de Calibración

Fecha de recepción: **2020-07-27**

Descripción: **MEDIDOR DE ILUMINANCIA (LUXÓMETRO)**

Marca / Fabricante: **AEMC INSTRUMENTS® / No indica**

Modelo: **CA811**

Número de serie: **1027 NJCY**

Identificación: **No indica**

Procedencia: **Taiwan**

Intervalo de indicación: **20,00 lux ; 200,0 lux ; 2000 lux ; 20,00 klux**

Resolución: **0,01 lux ; 0,1 lux ; 1 lux ; 0,01 klux**

III. Condiciones de Calibración

Fecha de calibración: **Del 2020-07-29 al 2020-07-30**

Lugar de calibración: **Laboratorio de Calibración - Área de Metrología
Av. Brasil 3774, Magdalena del Mar, Lima, Lima.**

Temperatura inicial: **22,4 °C** Humedad relativa inicial: **62,4 %**

Temperatura final: **22,2 °C** Humedad relativa final: **61,4 %**

IV. Método de Calibración

Determinación de los errores de indicación por el método de comparación directa entre los valores de indicación del instrumento bajo calibración y los valores dados por un instrumento de referencia.

V. Patrones de Referencia

Patrón utilizado	Número de certificado / informe	Trazabilidad de referencia
Medidor de Iluminancia	LE-024-2017 Febrero 2017	Instituto Nacional de Calidad Dirección de Metrología
	F8035024 Septiembre 2019	FLUKE®
Multímetro de 6 1/2 dígitos	LE-006-2020 Febrero 2020	Instituto Nacional de Calidad Dirección de Metrología

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

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

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

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

La incertidumbre expandida de la medición que se presenta está basada en una incertidumbre estándar multiplicada por un factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BPM (GUM:1995) OIML 8006, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

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

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

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez

Sello



Firmas autorizadas

**SALVADOR LEONIDAS
MOGROVEJO BARRERA**
INGENIERO FÍSICO
Reg. CIP N° 147694

Ing. Salvador Leonidas Mogrovejo Barrera
Gerencia del Servicio de Metrología

Fecha de emisión

2020-07-30

40F02 12 2010 00

Ingeniería de Calidad y Metrología S.A.C. - ICYM S.A.C.
Web: www.icymsac.com.pe

Oficina Comercial: Av. Brasil 3774, Magdalena del Mar, Lima, Lima. Teléfono: (01) 620 4683
Email: icymsac@icymsac.com.pe



VI. Resultados de Calibración

Con luz fluorescente

Rango de medición: 20,00 lux

Indicación del Luxómetro (lux)	Corrección (lux)	I.C.V. (lux)	Incertidumbre (lux)
0,00	0,01	0,01	0,02
2,06	0,21	2,27	0,18
8,84	0,40	9,24	0,66
12,01	0,43	12,44	0,89
19,07	1,22	20,29	1,41

Rango de medición: 200,0 lux

Indicación del Luxómetro (lux)	Corrección (lux)	I.C.V. (lux)	Incertidumbre (lux)
21,0	1,0	22,0	1,7
87,6	1,0	88,6	6,6
123,2	6,0	129,2	9,2
193,9	7,3	201,2	14,4

Rango de medición: 2000 lux

Indicación del Luxómetro (lux)	Corrección (lux)	I.C.V. (lux)	Incertidumbre (lux)
218	18	236	17
890	98	988	84
1206	62	1268	90
2047	4	2051	151

Rango de medición: 20,00 klux

Indicación del Luxómetro (klux)	Corrección (klux)	I.C.V. (klux)	Incertidumbre (klux)
2,01	0,17	2,18	1,5
4,21	0,02	4,23	1,7

I.C.V.: Iluminancia Convencionalmente Verdadera = Indicación del luxómetro + Corrección





Con luz incandescente

Rango de medición: 20,00 lux

Indicación del Luxómetro (lux)	Corrección (lux)	I.C.V. (lux)	Incertidumbre (lux)
0,00	0,01	0,01	0,02
2,04	0,09	2,13	0,16
8,11	0,89	9,00	0,81
12,39	0,73	13,12	0,82
20,24	1,58	21,82	1,50

Rango de medición: 200,0 lux

Indicación del Luxómetro (lux)	Corrección (lux)	I.C.V. (lux)	Incertidumbre (lux)
20,4	0,4	20,8	1,8
80,3	7,7	88,0	6,0
133,0	11,1	144,1	9,9
202,1	5,7	207,8	15,0

Rango de medición: 2000 lux

Indicación del Luxómetro (lux)	Corrección (lux)	I.C.V. (lux)	Incertidumbre (lux)
215	9	224	17
824	15	839	62
1291	45	1336	96
2034	78	2112	150

Rango de medición: 20,00 klux

Indicación del Luxómetro (klux)	Corrección (klux)	I.C.V. (klux)	Incertidumbre (klux)
2,06	0,14	2,22	1,5
4,07	0,20	4,27	1,7

I.C.V. : Iluminancia Convencionalmente Verdadera = Indicación del luxómetro + Corrección

VII. Observaciones

Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

FIN DEL DOCUMENTO



40102 12/2010 05

Anexo 3. TES de registro de quipos eléctricos.

Tabla 20

Formato de registro de equipos eléctricos

Formato de registro de equipos consumidores					
Ítems	Equipo	Marca	Potencia	Cant.	Horas de uso
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					

Fuente. Autoría propia

Anexo 4. Tablas de evaluación del sistema de iluminación

Tabla 21

Cofeciente de reflexión

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

Fuente. Elaborado por Martínez, Blanca, Castilla, & Pastor (2009).

Tabla 22

Coefficiente de utilización

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

Fuente. Elaborado por Martínez, Blanca, Castilla, & Pastor (2009).

Tabla 23

Coefficiente de mantenimiento

Ambiente	Coefficiente de Mantenimiento
Limpio	0,8
Sucio	0,6

Fuente. Elaborado por Martínez, Blanca, Castilla, Pastor (2009)

Anexo 5. Iluminación recomendada según norma EM-010 del RNE.

Tabla 24

Iluminación para ambientes al interior

Ambientes	Iluminancia en servicio (lux)	Calidad
Áreas generales en edificios		
Pasillo, corredores	100	D-E
Baños	100	C-E
Almacenes en tiendas	100	D-E
Escaleras	150	C-E
Oficinas		
Archivos	200	C-D
Salas de conferencia	300	A-B
Oficinas generales y salas de computo	500	A-B
Oficinas con trabajo intenso	750	A-B
Salas de diseño	1000	A-B
Centro de enseñanza		
Salas de lectura	300	A-B
Salones de clase, laboratorios, talleres, gimnasio	500	A-B

Fuente. Elaborado por EM-010 N.T.(2019)

Tabla 25

Calidad de la iluminación por tipo de tarea visual o actividad

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

Fuente. Elaborado por EM-010 N.T.(2019)

Anexo 6. Evidencias fotográficas.

Figura 7

Frontis de la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado



Fuente. Autoría propia

Figura 8

Pabellón N° 1 de la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado



Fuente. Autoría propia

Figura 9

Mediciones con el instrumento luxómetro



Fuente. Autoría propia

Figura 10

Luminarias encontradas en todas las áreas del pabellón N° 1 de la I. E. Ramón Castilla y Marquesado



Fuente. Autoría propia

Figura 11

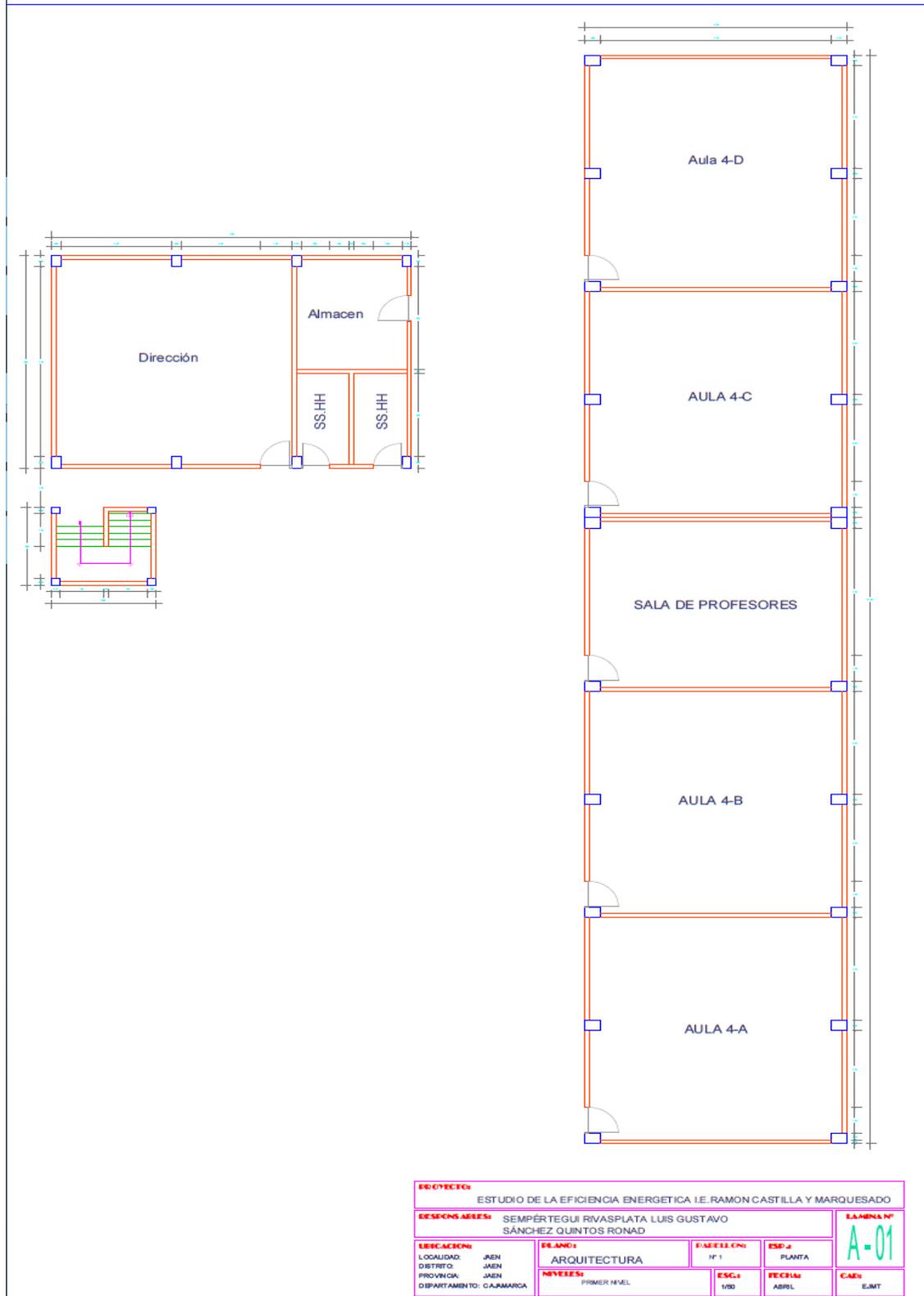
Computadoras de mesa encontradas en el pabellón N° 1 de la I. E. Ramón Castilla y Marquesado.



Fuente. Autoría propia

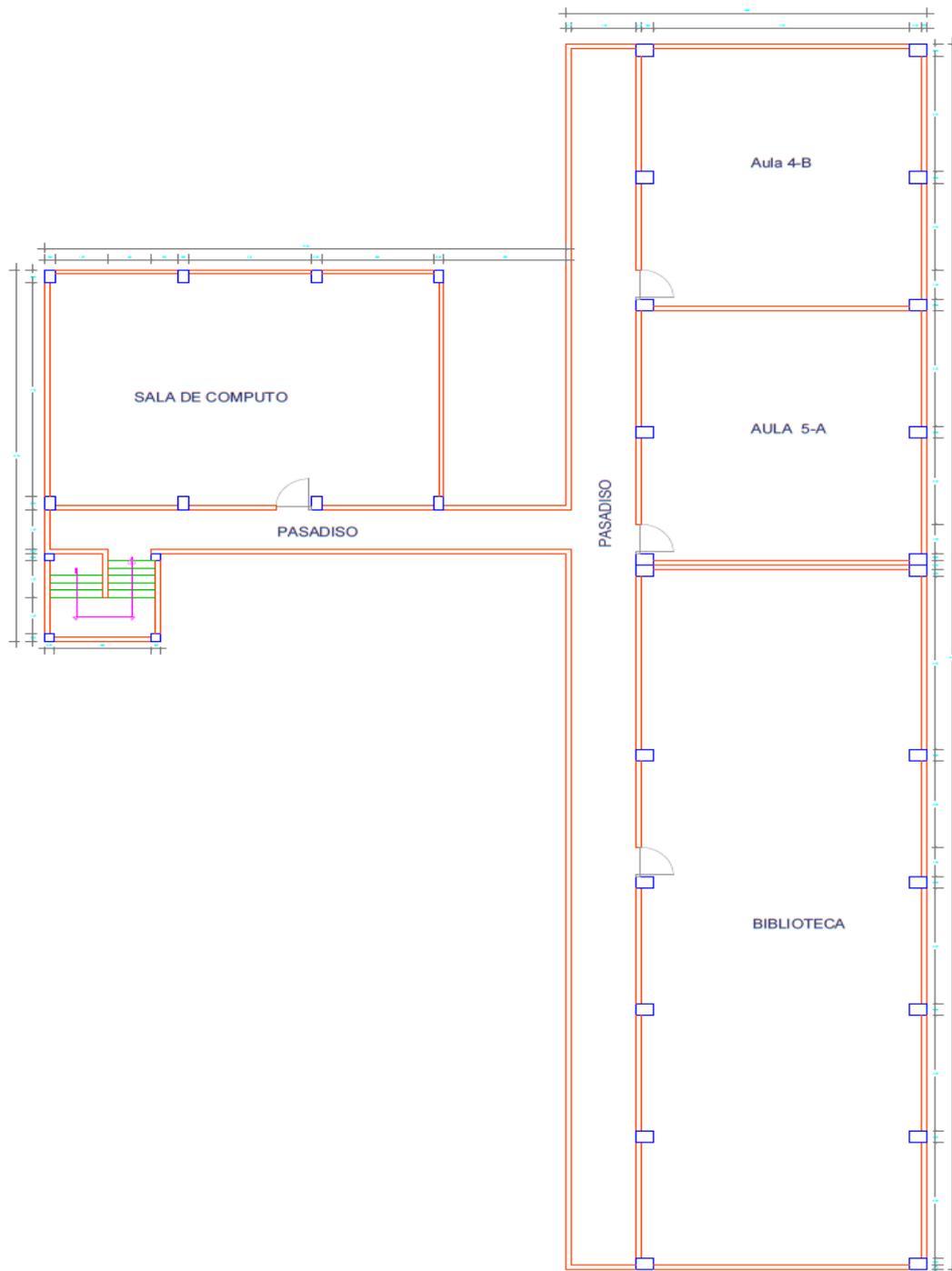
Anexo 7. Plano estructural del pabellón N° 1 de la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado. (Martínez Antón , Castilla Cabanes, Blanca Giménez, & Pastor Villa, 2009)

- **Plano primer piso.**



Fuente. Autoría propia

- **Plano segundo piso:**



PROYECTO: ESTUDIO DE LA EFICIENCIA ENERGETICA I.E. RAMON CASTILLA Y MARQUESADO			
RESPONSABLES: SEMPÉRTEGUI RIVASPLATA LUIS GUSTAVO SÁNCHEZ QUINTOS RONAD			LÁMINA Nº: A-02
UBICACION: LOCALIDAD: JAEN DISTRITO: JAEN PROVINCIA: JAEN DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	PLANO: ARQUITECTURA	FAMILIAR: Nº 1	ESP.: PLANTA
	NIVELES: SEGUNDO NIVEL	ESG: 1/50	FECHA: ABRIL CAE: EJMT

Fuente. Autoría propia