

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y**  
**ELÉCTRICA**



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**DE JAÉN**

**EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN**  
**LA I.E.S.M. JOSÉ OLAYA, DISTRITO DE PIMPINGOS -**  
**CAJAMARCA.**

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

**AUTORES:**

**BACH. CORONEL DÁVILA HILTON.**

**BACH. SAUCEDO SEGOVIA KLEINER ESMIT.**

**ASESOR:**

**ING. KEVIN ARTURO MEDINA QUIROZ**

**JAÉN – PERÚ, NOVIEMBRE, 2022**

**Kevin Arturo Medina Quiroz**  
**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**  
**C.I.P. N° 235585**

## FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 17 de noviembre del año 2022, siendo las 08.30 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. Jaime Odar Honorio Acosta

Secretario: Mg. Walter Linder Cabrera torres

Vocal: Dra. Zadith Nancy Garrido Campaña, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

( ) Trabajo de Investigación

( X ) Tesis

( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

“EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA I.E.S.M. JOSÉ OLAYA, DISTRITO DE PIMPINGOS-CAJAMARCA”, presentado por los bachilleres **Hilton Coronel Dávila** y **Kleiner Esmil Saucedo Segovia**, 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 ò menos | ( )    |

Siendo las 09.30 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

ÍNDICE GENERAL.....	ii
ÍNDICE DE TABLAS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Justificación.....	2
1.2. Antecedentes de la investigación.....	3
1.3. Realidad Problemática.....	5
1.4. Formulación del problema.....	5
II. OBJETIVOS.....	6
2.1. Objetivo General.....	6
2.2. Objetivos específicos.....	6
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
3.1. Objeto de Estudio.....	7
3.2. Ubicación Geográfica.....	7
3.3. Población y Muestra.....	8
3.4. Tipo de Investigación.....	8
3.5. Materiales.....	8
3.6. Técnicas.....	9
3.7. Procedimiento.....	10
3.8. Metodología.....	10
IV. RESULTADOS.....	58



Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

4.1. Elaboración de un Inventario Energético de los Equipos Eléctricos Instalados .....	58
4.2. Determinación del Estado Actual de las Instalaciones Eléctricas de la institución educativa José Olaya .....	59
4.3. Proponer un Plan de Mejoras .....	62
4.4. Diseño del Sistema Iluminación y Protección Eléctrica de la Losa Deportiva .....	70
4.5. Análisis de la Viabilidad Económica .....	76
V. DISCUSIÓN .....	79
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	81
6.1. Conclusiones .....	81
6.2. Recomendaciones.....	82
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
DEDICATORIA.....	87
DEDICATORIA.....	88
AGRADECIMIENTO.....	89
VIII. ANEXOS .....	90

Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Inventario Energético de la Institución Educativa José Olaya .....	11
Tabla 2 Estado actual de los componentes de la instalación eléctrica interior .....	14
Tabla 3 Carga Total del Sistema de Iluminación .....	15
Tabla 4 Niveles de iluminación registrados .....	17
Tabla 5 Datos de áreas a iluminar .....	19
Tabla 6 Calculo de índice " k" de cada una de las áreas de trabajo.....	20
Tabla 7 Factor de reflexión de las áreas de trabajo .....	21
Tabla 8 Coeficiente de utilización de cada área de la institución educativa .....	22
Tabla 9 Coeficiente de mantenimiento.....	23
Tabla 10 Flujo luminoso de cada área de trabajo .....	24
Tabla 11 Cálculo de número de lámparas de áreas de trabajo.....	25
Tabla 12 Comprobación del nivel de iluminación de las lámparas LED por área. ....	26
Tabla 13 Datos de lámparas propuestas .....	27
Tabla 14 Datos de lámparas propuestas .....	27
Tabla 15 Inventario de los equipos de cómputo existentes en la institución educativa .....	28
Tabla 16 Valores de iluminación media recomendada.....	35
Tabla 17 Valores del factor de mantenimiento para luminarias.....	36
Tabla 18 Datos de conductores eléctricos .....	43
Tabla 19 Parámetros para la selección de interruptores termomagnéticos.....	44
Tabla 20 Cálculos eléctricos de los circuitos 3 y 4.....	45
Tabla 21 Parámetros para la selección de interruptores termomagnéticos C3 y C4 .....	46
Tabla 22 Parámetros para el cálculo de consumo de energía actual en el sistema de iluminación.....	47




  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

Tabla 23 Consumo de energía en equipos de iluminación actual.....	47
Tabla 24 Consumo de energía en equipos de iluminación propuestos.....	48
Tabla 25 Comparación de los equipos de cómputo.....	49
Tabla 26 Parámetros para el cálculo de consumo de energía actual en la sala de cómputo.....	49
Tabla 27 Consumo de energía de los equipos de la sala de cómputo actuales.....	50
Tabla 28 Parámetros del consumo de energía del equipo propuesto.....	50
Tabla 29 Consumo y facturación del equipo propuesto .....	50
Tabla 30 Resumen de ahorro económico .....	52
Tabla 31 Presupuesto referencial de equipos y montaje mecánico .....	52
Tabla 32 Flujo de caja económico.....	54
Tabla 33 Valor actual neto.....	56
Tabla 34 Tasa interna de retorno .....	56
Tabla 35 Comparación de resultados método de Lúmenes y el software Dialux.....	69
Tabla 36 _Ahorro energético del sistema de iluminación utilizando lámparas led.....	70
Tabla 37 Ahorro energético por cambio de ordenadores .....	70
Tabla 38 Equipos de protección Eléctrica .....	73
Tabla 39 Ahorro económico y energético de la institución educativa .....	76
Tabla 40 Resumen del análisis económico.....	78
Tabla 41 Cuadro comparativo del tubo fluorescente - tubo led Propuesto .....	97
Tabla 42 Cuadro comparativo de foco ahorrador espiral - Bombilla led Bulbo .....	99
Tabla 43 Rendimiento de local.....	101
Tabla 44 Plan de mantenimiento predictivo del tablero eléctrico general .....	105
Tabla 45 Plan de mantenimiento Predictivo de tablero eléctrico de distribución .....	106
Tabla 46 Número máximo de conductores en tubos PVC.....	110

Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Ubicación Geográfica de la Institución Educativa José Olaya .....	7
<b>Figura 2</b> Medidor monofásico prepago de la Institución Educativa José Olaya .....	13
<b>Figura 3</b> Representación Gráfica del Consumo de Iluminación.....	15
<b>Figura 4</b> Medición de iluminancia media.....	16
<b>Figura 5</b> Inicio del software DIALux .....	29
<b>Figura 6</b> Selección de lámparas del catálogo Philips .....	30
<b>Figura 7</b> Parámetros de entrada, según norma EM-010 .....	31
<b>Figura 8</b> Disposición Automática para Áreas.....	32
<b>Figura 9</b> Valores de Iluminación y Curvas Isolux.....	33
<b>Figura 10</b> Representación grafica 3D .....	33
<b>Figura 11</b> Representación fotorrealista en colores falsos .....	34
<b>Figura 12</b> Representación en colores falsos de una aula .....	34
<b>Figura 13</b> Altura de las luminarias .....	36
<b>Figura 14</b> Ubicación y direccionamiento de luminarias.....	37
<b>Figura 15</b> Vista de la losa en 3D .....	38
<b>Figura 16</b> Lista de coordenadas.....	38
<b>Figura 17</b> Ubicación de las luminarias del circuito 1, en el lado A de la losa deportiva .....	39
<b>Figura 18</b> Ubicación de las luminarias del circuito 2, en el lado B de la losa deportiva.....	40
<b>Figura 19</b> Circuito eléctrico de las luminarias de 154 W del C1 y C2.....	41
<b>Figura 20</b> Ubicación de las luminarias del C3 y C4, en el lado A y B de la losa deportiva.....	45
<b>Figura 21</b> Demanda máxima actual por área.....	58
<b>Figura 22</b> Tablero eléctrico general en mal estado.....	59
<b>Figura 23</b> Interruptor en mal estado .....	60



  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

<b>Figura 24</b>	Tablero de distribución sin interruptor diferencial .....	60
<b>Figura 25</b>	Tablero General con interruptores térmicos trifásicos .....	61
<b>Figura 26</b>	Medida de resistividad del puesta a tierra .....	61
<b>Figura 27</b>	Iluminación con tubo fluorescente y foco ahorrador .....	62
<b>Figura 28</b>	Plano eléctrico del primer piso.....	63
<b>Figura 29</b>	Plano eléctrico segundo piso.....	64
<b>Figura 30</b>	Diagrama unifilar del tablero de distribución eléctrica.....	65
<b>Figura 31</b>	Resumen del cálculo de iluminación de la losa deportiva .....	71
<b>Figura 32</b>	Curva de niveles de iluminación (Isolineas) de la losa deportiva.....	72
<b>Figura 33</b>	Representación de la iluminación de la losa deportiva con colores falsos .....	72
<b>Figura 34</b>	Diagrama Unifilar del sistema de protección eléctrica de losa deportiva.....	74
<b>Figura 35</b>	Vista en 3D de la losa deportiva iluminada .....	75
<b>Figura 36</b>	Comparación del consumo de energía eléctrica del sistema actual y propuesto .....	77
<b>Figura 37</b>	Norma Técnica Peruana de Instalaciones Eléctricas Interiores EM-010.....	92
<b>Figura 38</b>	Datos Técnicos del Luxómetro digital VICTOR 1010A .....	94
<b>Figura 39</b>	Certificación de calibración del Luxómetro VICTOR 1010A.....	95
<b>Figura 40</b>	Certificación de calibración del Luxómetro VICTOR 1010A (PG.2 de 2) .....	96
<b>Figura 41</b>	Ficha técnica del tubo led que se va a utilizar.....	98
<b>Figura 42</b>	Ficha técnica del foco led que se va a utilizar.....	98
<b>Figura 43</b>	Factor de reflexión .....	100
<b>Figura 44</b>	Vista 3D en colores falsos del colegio .....	102
<b>Figura 45</b>	Ficha Técnica de WAWA Laptop.....	103
<b>Figura 46</b>	Plan de mantenimiento de los tableros eléctricos de la institución.....	104
<b>Figura 47</b>	Niveles de iluminación para locales deportivo según norma DGE 017-AI-1/1982 .....	107

Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585




<b>Figura 48</b> Dimensiones de la losa deportiva.....	108
<b>Figura 49</b> Características de los proyectores propuestos.....	108
<b>Figura 50</b> Plano eléctrico de la losa deportiva.....	109
<b>Figura 51</b> Recibo prepago residencial de la I.E. José Olaya. ....	111
<b>Figura 52</b> I.E. José Olaya .....	112
<b>Figura 53</b> Tablero eléctrico general de la institución educativa José Olaya .....	112
<b>Figura 54</b> Luminaria tubo fluorescente en mal estado .....	113
<b>Figura 55</b> Tomacorriente en mal estado .....	113
<b>Figura 56</b> Inspeccionando como se encuentra el tablero eléctrico general .....	114
<b>Figura 57</b> Caja del pozo tierra en mal estado .....	114
<b>Figura 58</b> Verificando las características de las computadoras.....	115
<b>Figura 59</b> Malas conexiones eléctricas.....	115
<b>Figura 60</b> Vista panorámica del colegio José Olaya .....	116
<b>Figura 61</b> Representación 3D del colegio Jose Olaya.....	116

Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

## RESUMEN

La evaluación del consumo de energía eléctrica, se desarrolló en la I.E.S.M. José Olaya, Distrito de Pimpingos-Cutervo. En dicha institución sus instalaciones eléctricas no están siendo utilizadas correctamente, su sistema de iluminación es deficiente, su loza recreativa y otros ambientes no cuentan con iluminación eléctrica. El objetivo fue realizar la evaluación del sistema eléctrico para optimizar el consumo energético y mejorar su iluminación eléctrica. Para ello se procedió a diagnosticar el sistema eléctrico de la institución educativa, determinar las áreas de mayor consumo, diseñar el sistema de iluminación de la losa deportiva y proponer un plan de mejoras cumpliendo lo escrito en el CNE y la norma EM. 010. Instalaciones eléctricas de interiores del Reglamento Nacional de Edificaciones. Como resultado se realizó la propuesta del plan de acción para su implementación. Así mismo se realizó una comparativa entre los equipos de iluminación con los que actualmente cuenta la institución educativa y los equipos propuestos (tecnología LED) para determinar el ahorro energético. Finalmente se resolvió que los equipos propuestos mejorarían los niveles de iluminación, generarían mayor ahorro energético con indicadores económicos favorables de un VAN 18 331.98, un TIR de 16% y tiempo de recuperación a los 4 años 2 meses.

**Palabras claves:** sistema eléctrico, eficiencia energética, tecnología LED, diseño eléctrico.




Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

## ABSTRACT

The evaluation of electrical energy consumption will be carried out at the I.E.S.M. José Olaya, Pimpingos-Cutervo District. In said institution, its electrical installations are not being used correctly, its lighting system is deficient, its recreational pottery and other environments do not have electric lighting. The objective was to carry out the evaluation of the electrical system to optimize energy consumption and improve its electrical lighting. For this, the electrical system of the educational institution was demonstrated, determining the areas of greatest consumption, designing the lighting system of the sports slab and proposing an improvement plan complying with what is written in the CNE and the EM standard. 010. Interior electrical installations of the National Building Regulations. As a result, the proposal of the action plan for its implementation was made. Likewise, a comparison was made between the lighting equipment that the educational institution currently has and the proposed equipment (LED technology) to determine energy savings. Finally, it was resolved that the proposed equipment would improve lighting levels, greater energy savings, and all its environments would be illuminated. With favorable economic indicators of a VAN 18 331.98, an IRR of 16% and a recovery time of 4 years 2 months.

**Keywords:** electrical system, energy efficiency, LED technology, electric fuel.



Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

## I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación analiza el consumo energético, de forma sistemática y organizada, con la finalidad de obtener posibles mejoras y permita la optimización del mismo.

Según Zapata Benites (2020) cuando se quiere mejorar los niveles de eficiencia energética puede seguirse dos vías: la primera es realizar una mejor administración de la energía con pocas inversiones, esto se logra implementando un sistema de gestión energética adecuado; y la segunda es hacer mejoras tecnológicas al cambiar equipos y los sistemas por otros más eficientes.

En la actualidad la demanda eléctrica deriva de alguna necesidad por servicios primarios, en tal sentido la iluminación fue el servicio primario de mayor uso, registrando un porcentaje constante cercano al 97%. Otro indicador importante es la tenencia de bombillas o focos ahorradores con un crecimiento sostenido de 82% a 95% (Osinergmin, 2016).

Bustamante V. & Hernandez M (2013) con la elaboración del análisis de cargas, se identifica las áreas de mayor consumo de energía eléctrica, la misma que permite controlar y contribuir al ahorro de energía y disminuir los gases emitidos a la atmósfera.

El ahorro energético implica utilizar menor cantidad de energía eléctrica por medio del uso de nuevas tecnologías eficientes y cambio de hábitos. En el Perú existen planes de eficiencia energética en instituciones públicas y privadas para el uso adecuado y racional del recurso eléctrico, sin embargo, existen instituciones en zonas rurales que dichos proyectos no llegan.

Este estudio está enfocado en diagnosticar el estado del sistema eléctrico, determinar los ambientes de mayor consumo y proponer soluciones para optimizar el uso eficiente del sistema eléctrico de la I.E.S. José Olaya – distrito de Pimpingos, Cajamarca.



Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

## **1.1. Justificación**

### **1.1.1. Justificación Técnica**

La evaluación del sistema eléctrico de la I.E.S.M. José Olaya, mejorará las condiciones de iluminación y seguridad eléctrica cumpliendo con las normativas del CNE y ayudando a reducir el consumo de energía, a través del uso de nuevas tecnologías (tecnología LED) con una buena eficiencia en la iluminación y protección eléctrica.

### **1.1.2. Justificación Social**

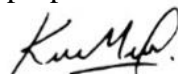
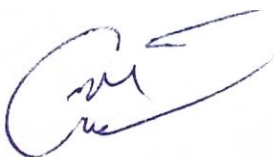
En la I.E. José Olaya no se ha realizado ninguna evaluación de su sistema eléctrico e implementado la iluminación de sus áreas con tecnología LED, por lo que marcaría un hito importante en la Institución Educativa y en otras instituciones rurales que tienen el sistema eléctrico antiguo (iluminación con tubos fluorescentes y focos ahorradores). Con este proyecto mejoraría los niveles de iluminación y protección eléctrica en todos sus ambientes de la I.E., creando satisfacción y seguridad contra posibles fallos y accidentes eléctricos en la comunidad estudiantil, ya que se obtendrá un eficiente sistema eléctrico.

### **1.1.3. Justificación Ambiental**

La evaluación del consumo de energía eléctrica en la Institución Educativa José Olaya permitirá tener un sistema eléctrico eficiente y amigable con el medio ambiente, con la implementación de tecnología led el sistema de iluminación brindará mejores niveles de iluminación para el confort de la comunidad estudiantil. Por este motivo la investigación es necesario, porque la mayoría de áreas son iluminadas con tubos fluorescentes y focos ahorradores los cuales emiten gases tóxicos para el medio ambiente, bajo nivel de iluminación, alto consumo eléctrico. Ante estos problemas se propone utilizar la iluminación con tecnología led.

### **1.1.4. Justificación Económica**

El proyecto justifica su rentabilidad debida que la Institución Educativa José Olaya cuenta con un sistema de energía eléctrica convencional con componentes que sobrepasan la vida útil y carecen de mantenimiento, generando un alto costo en energía y aumentando la interrupción del servicio eléctrico. En cambio, las mejoras que se propone tienen una inversión



Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

alta, pero posterior a su ejecución del mismo genera alto ahorro energético y bajo costo por mantenimiento. Además, todos sus ambientes contarían con iluminación de acuerdo a las normas eléctricas establecidas en el CNE, la comunidad estudiantil tendría un mejor confort visual y se sentirían más seguros.

## 1.2. Antecedentes de la investigación

Espinal P. (2019) en su tesis “Optimización en la Iluminación, con tecnología Led, Caso: Planta Concentradora C2 – SMCV”, Tuvo como objetivos; Evaluar técnica y económica el reemplazo de las luminarias de tecnología existente y tradicionales con las de tecnología LED; analizar y evaluar los beneficios de ahorro energético por el uso de luminarias LED; analizar y evaluar la conservación del medio ambiente por uso de luminarias LED. En su metodología; realizó la recopilación de información del sistema de iluminación, análisis históricos y recientes; posteriormente evalúa la iluminación por cada área y las mejoras con iluminación LED, finalmente llegaron a la conclusión que la luminaria LED, en comparación con las luminarias existentes, no tienen pérdidas por reflexión, transmisión ni absorción, optimizando los niveles de iluminación, siendo mucho más eficientes que las luminarias tradicionales manteniendo la calidad de iluminación LED en el tiempo, con una disminución del 10% en más de 50 000 horas. Lo que no ocurre con las lámparas de sodio de alta presión y 170 halogenuros metálicos, que se deprecian rápidamente a tasas elevadas, 28% en más de 21 000 horas. Lo que afecta a la seguridad por temas de iluminación. La iluminación LED posee mejor iluminación, mejora el confort y ambiente de trabajo.

Urrutia B. (2019), en su tesis “Diseño de Iluminación Led con Control Domótica para el Ahorro de Energía Eléctrica y su Implementación en las Oficinas Corporativas del Edificio Torre Begonias”. Tiene como objetivo: Demostrar numéricamente el consumo de electricidad con la iluminación tradicional, documentar los beneficios económicos y calcular las luminarias con el método del flujo total. En su metodología; efectúa el análisis y selección de las lámparas de alumbrado interior con nuevas tecnologías; se consideró una planta típica con 160 luminarias con tecnología convencional en las oficinas corporativas del edificio Torre Begonias en el Distrito de San Isidro y Provincia de Lima, con el criterio de abarcar el 4,34% de todas las oficinas. Los resultados teóricos obtenidos se realizaron utilizando el Método del flujo total, los cuales serán comparados con el resultado obtenido de la simulación efectuadas con el software

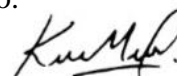
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

DIALux; el estudio demostró que al utilizar la tecnología convencional consume 39 244.80 kWh / año y al realizar el cambio a una nueva tecnología el consumo se reduce a 20 380.14 kWh/año, lo que representa una reducción de 51.9 % de consumo de energía, este ahorro energético se aprecia en la disminución del costo de facturación anual en las oficinas corporativas.

Davila T. (2018) desarrolló un sistema de iluminación LED que permitió reducir el consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación de la zona céntrica de Morales, proponiendo un cambio de sistema de iluminación de las lámparas de vapor de sodio a alta presión por uno basado en tecnología LED, a fin de hacer más eficiente el consumo de energía eléctrica; demostrando que los ahorros aproximados al cabo de 12 años por concepto de energía después de la recuperación de la inversión son de S/.28 946.52, debido a la adopción del sistema de iluminación vial a base de LED se reducirá en un 53% el consumo de electricidad, lo cual se traduce en una más eficiente utilización de los recursos y en una mayor conservación de los mismos.

Rodríguez V. (2016) en su tesis “ Desarrollo de un plan estrategico de ahorro y uso eficiente de la energia para el centro de enseñanza para extranjeros, CEPE” realizó un trabajo de investigación para reducir el uso y consumo de energía en el centro de enseñanza para extranjeros mediante el análisis del sistema de iluminación y aire acondicionado, así mismo determinó áreas donde era posible el ahorro de energía eléctrica utilizando sensores, termostato y cambio de lámparas tradicionales por iluminación LED permitiendo reducir la carga eléctrica hasta en un 47% y un 54% en facturación logrando disminuir la emisión de 12.15 toneladas de CO<sub>2</sub> anualmente.

Reyes P. (2016) en su tesis “Propuesta para una Iluminación Eficiente en el Edificio de Ciencias Forenses y Medicina Legal de San Joaquín De Flores, Heredia”. Tuvo como objetivos; proponer un sistema de iluminación eficiente, evaluar los niveles de iluminación, estimar el consumo eléctrico anual que tienen las luminarias y proponer un diseño de iluminación eficiente para el ahorro y la eficiencia en el uso de la energía en el edificio, en su metodología; realizó un inventario de las luminarias para el muestro con los datos, luego realiza el diagnóstico basado en la medición de la iluminación, recolecta datos de la iluminación por medio de un luxómetro determinando la cantidad de lux de cada área. Finalmente concluye que utilizando lámparas LED se reducen el consumo energético y las emisiones de CO<sub>2</sub> entre un 25% a 50%, creando una mejor eficiencia energética en el consumo interno del edificio.



Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

### 1.3. Realidad Problemática


La infraestructura eléctrica de la Institución Educativa José Olaya carece de mantenimiento, según el diagnóstico realizado, no cumple con la normativa vigente del (CNE-Utilización, 2006) y la (Norma Técnica [EM-010], 2019); la institución hace uso de un sistema de iluminación Convencional (fluorescentes y bombillas de bajo consumo) y algunos ambientes no cuentan con iluminación, el sistema de tomacorrientes carece de derivación desde el tablero general hacia las cargas especiales , no cuenta con sistema de protección eléctrica e iluminación del centro deportivo.

En la actualidad la Institución Educativa no hace uso eficiente del sistema eléctrico, el presente informe de tesis está enfocado en la mejora de la eficiencia eléctrica y el diseño del sistema de protección e iluminación del campo deportivo.

### 1.4. Formulación del problema

¿La evaluación del consumo de energía eléctrica permitirá mejorar la eficiencia energética en la I.E.S.M. José Olaya, distrito de Pimpingos-Cajamarca?



  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585



## II. OBJETIVOS


### 2.1. Objetivo General

Realizar la evaluación del sistema eléctrico para optimizar el consumo energético en la I.E.S.M. José Olaya, distrito de Pimpingos- Cajamarca.

### 2.2. Objetivos específicos.

- Elaborar un inventario energético de los equipos eléctricos instalados en las áreas de la institución educativa.
- Determinar el estado actual de las instalaciones eléctricas de la institución educativa José Olaya.
- Proponer un plan de mejoras que contribuya a la optimización del sistema eléctrico.
- Diseñar el sistema de iluminación y protección eléctrica de la losa deportiva.
- Evaluar la viabilidad económica del plan de mejoras.



  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Objeto de Estudio

La implementación de la tecnología led en el sistema de iluminación y el uso de nuevos ordenadores; influyen en la optimización energética de la Institución Educativa José Olaya, distrito de Pimpingos- Cajamarca.

#### 3.2. Ubicación Geográfica

Esta investigación se realizó en la Institución Educativa José Olaya del Centro Poblado Menor Casa Blanca, del distrito de Pimpingos, provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, la institución se dedica a la educación secundaria de menores, cuenta con 10 profesores y 120 alumnos. Está situada en las coordenadas -6.04985, -78.82797.

**Figura 1**

*Ubicación Geográfica de la Institución Educativa José Olaya*



Nota. Esta figura es una toma satelital obtenido de Google Earth.

Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

### 3.3. Población y Muestra

La población y la muestra del estudio estará conformada por todos los equipos y componentes del sistema electroenergético de la institución educativa José Olaya en el distrito de Pimpingos, provincia de Cutervo-Cajamarca.

- **Muestreo**

El tipo de muestreo que presenta el proyecto de tesis es no probabilístico ya que se considerará la totalidad de los equipos y componentes del sistema electroenergético.

### 3.4. Tipo de Investigación

#### 3.4.1. *Investigación Cuantitativa*

Los datos se obtienen mediante mediciones que corresponden al sistema de iluminación, protección y tomacorrientes, para luego ser procesados y analizados mediante software y así determinar los parámetros con los cuales se trabajó.

#### 3.4.2. *Aplicada*

Se evaluó y diseño un sistema eléctrico eficiente, con el propósito que al ser implementado se obtendrá niveles de iluminación adecuados y se iluminaran ambientes que no estuvieron con iluminación eléctrica.

#### 3.4.3. *Descriptiva*

Se identificaron, registraron y evaluaron el sistema eléctrico en los diferentes ambientes de la institución educativa.


### 3.5. Materiales

Para alcanzar los objetivos planteados de la investigación, se utilizaron los siguientes equipos y materiales.

#### 3.5.1. *De Campo*

- **EPP'S**

Tales como: casco, botas dieléctricas, guantes y lentes, el trabajo se realizó en instalaciones eléctricas de interiores con tensiones de 220V y posibles descargas eléctricas.

  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

### 3.5.2. Gabinete

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

### 3.5.3. Equipos

Los Equipos de medición que se utilizaron para este trabajo de investigación son los siguientes:

- **Pinza Amperimétrica**

Se utilizó para medir las intensidades de las cargas eléctricas.

- **Luxómetro**

El luxómetro es el aparato más adecuado y simple para medir los niveles de iluminación de un área determinada. Este instrumento se utiliza para realizar medidas y corroborar con los niveles mínimos de iluminación requeridos por las normativas vigentes. Y fue utilizado para medir los niveles de iluminación (Lux) de toda las áreas iluminadas de la Institucion Educativa “Jose Olaya”

- **Software utilizado para el Análisis de la información**

**Microsoft Excel:** Es un software empleado para la realización de cálculos matemáticos y gráficos estadísticos: funciones matemáticas, fórmulas matemáticas, almacenar datos numéricos y graficar fue de gran ayuda para la realización de nuestra investigación.

**AutoCAD:** Para el diseño de los planos que evidencien las distintas distribuciones metrados de las áreas de trabajo.

**DIALux:** Para diseño y cálculos de iluminación, requeridos según el (CNE- Utilización, 2006).

## 3.6. Técnicas

### 3.6.1. Observación

Verificar el área a intervenir, los diferentes tipos de luminarias e instalaciones, para conseguir sus características técnicas y diagnosticar el estado en que se encuentran.

  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

### 3.6.2. *Medición*

Debido a que se va a tomar en cuenta los diferentes parámetros (voltaje, corriente, resistividad, lúmenes) para diagnosticar el estado en que se encuentran.

### 3.6.3. *Ficha Técnica*

Se elabora un formato para almacenar la información obtenida de la observación y las mediciones eléctricas de los ambientes de la Institución Educativa José Olaya, se considerarán informes, revistas, tesis, páginas web, etc.

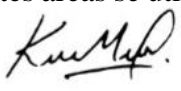
### 3.7. **Procedimiento**

- Se elaboró un inventario energético de los equipos eléctricos instalados en las áreas de la institución educativa José Olaya.
- Se determinó el estado en que se encuentra las instalaciones eléctricas de la institución educativa José Olaya.
- Se realizó mediciones de iluminancia comparando con la norma EM-010 y para establecer la diferencia de consumo se comparó los equipos de la institución con equipos de generación actual.
- Se propuso un plan de mejoras para optimización el sistema eléctrico, se diseñó y simuló el sistema eléctrico de la institución educativa por medio del software DIALux.
- Se diseñó el Sistema de Iluminación y Protección Eléctrica de la Losa Deportivo y posteriormente se realizó la evaluación económica del plan de mejoras.

### 3.8. **Metodología**

Para realizar el análisis energético de las instalaciones eléctricas de la institución educativa fue necesario ejecutar el inventario de cargas eléctricas mediante la inspección técnica y determinar el consumo, luego se procede a la medición de los parámetros de iluminación mediante el luxómetro y posteriormente se analizaron los datos valores obtenidos a través del Excel.

Para verificar el cumplimiento de los parámetros de iluminación definidos por la Norma (EM-010, 2019) y el (CNE - Utilización, 2006). Se utilizó el método de Lúmenes, el cual permite calcular el número de luminarias y para su ubicación en las diferentes áreas se utilizó el software

  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

DIALux. Se realizó la propuesta de un plan de mejoras, a través de una comparativa entre los equipos actuales y propuestos para reducir los consumos de electricidad y mejorar el estado técnico de las instalaciones eléctricas que permitió evaluar los ahorros obtenidos a través de la ecuación 1.

$$A_E = E_{AA} - E_{AP} \quad (1)$$

Se elaboró los presupuestos implicando las propuestas de mejoras antes abordadas y se procedió al cálculo de los indicadores económicos para la evaluación de la factibilidad de cada propuesta acorde a los criterios que aportan el Valor actual neto (VAN) y la Tasa interna de retorno (TIR).

### 3.8.1. *Elaborar un Inventario Energético de los Equipos Eléctricos Instalados en las Áreas de la Institución Educativa*

Con finalidad de lograr el objetivo se realizó la inspección in situ, recolectando la información de todos los equipos eléctricos y posteriormente se elaboró el inventario de cargas eléctricas de la institución educativa José Olaya, véase la tabla 1.

**Tabla1**

*Inventario Energético de la Institución Educativa José Olaya*

Cargas eléctricas	Cantidad	potencia (Watt)	Uso (Hora/Día)	Potencia Total (kW)	Consumo (kW/Día)	Consumo (kW/Mes)
<b>I Dirección</b>						
fotocopiadora	1.00	300.00	0.50	0.30	0.15	3.30
Computadora	1.00	265.00	4.50	0.27	1.19	26.24
Fluorescente 2x40W	2.00	80.00	3.00	0.16	0.48	10.56
			<b>Sub total</b>	0.73	1.82	40.10
<b>II Sala de profesores</b>						
Fluorescente 2x40W	2.00	80.00	3.00	0.16	0.48	10.56
			<b>Sub total</b>	0.16	0.48	10.56
<b>III Aulas</b>						
Fluorescente 2x40W	20.00	80.00	3.00	1.60	4.80	105.60
			<b>Sub total</b>	1.60	4.80	105.60
<b>IV Sala de computo</b>						
Fluorescente 2x40W	4.00	80.00	3.00	0.32	0.96	21.12
Computadora	12.00	265.00	4.00	3.18	12.72	279.84

Cargas eléctricas	Cantidad	potencia (Watt)	Uso (Hora/Día)	Potencia Total (kW)	Consumo (kW/Día)	Consumo (kW/Mes)
equipo de sonido	1.00	16.00	0.50	0.02	0.01	0.18
			<b>Sub total</b>	3.52	13.69	301.14
<b>V Biblioteca</b>						
Fluorescente 2x40W	4.00	80.00	3.00	0.32	0.96	21.12
			<b>Sub total</b>	0.32	0.96	21.12
<b>VI Laboratorio</b>						
Fluorescente 2x40W	4.00	80.00	3.00	0.32	0.96	21.12
			<b>Sub total</b>	0.32	0.96	21.12
<b>VII Comedor</b>						
Fluorescente 2x40W	4.00	80.00	3.00	0.32	0.96	21.12
			<b>Sub total</b>	0.32	0.96	21.12
<b>VIII Talleres</b>						
Fluorescente 2x40W	4.00	80.00	3.00	0.32	0.96	21.12
			<b>Sub total</b>	0.32	0.96	21.12
<b>IX Quiosco</b>						
Foco ahorrador	2.00	41.00	3.00	0.082	0.246	5.41
			<b>Sub total</b>	0.082	0.246	5.41
<b>X SSHH</b>						
Fluorescente 2x40W	4.00	80.00	3.00	0.32	0.96	21.12
			<b>Sub total</b>	0.32	0.96	21.12
<b>XI Pasadizo</b>						
Fluorescente 2x40W	24.00	80.00	3.00	1.92	5.76	126.72
			<b>Sub total</b>	1.92	5.76	126.72
<b>XII Escalera</b>						
Fluorescente 2x40W	1	80.00	3.00	0.08	0.24	5.28
			<b>Sub total</b>	0.08	0.24	5.28
<b>Total</b>				<b>9.692</b>	<b>31.84</b>	<b>700.41</b>

*Nota:* Esta tabla muestra el consumo diario y mensual de los equipos eléctricos que existen en la institución educativa, para saber las horas de consumo diario se realizó una entrevista (ver anexo 1) al director de la I.E.S.M. JOSE OLAYA.

Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

### 3.8.2. *Determinar el Estado Actual de las Instalaciones Eléctricas de la Institución*

#### *Educativa José Olaya*

Para lograr el objetivo se realizó el análisis del consumo y la evaluación del estado de las instalaciones eléctricas, encontrando los equipos de iluminación en condiciones de no haber recibido mantenimiento, ennegrecidas, fluorescentes empolvados y puntos de iluminación sin lámparas; también se encontró que el área de cómputo y los tableros eléctricos carecían de alguna protección de sobre corrientes y descargas eléctricas.

#### - **Descripción del Consumo de Energía Eléctrica.**

Actualmente la Institución Educativa José Olaya cuenta con una red monofásica – Aérea C1-1, con una tarifa BT7 Pre Pago Residencial con cargo fijo mensual de S/ 0,8060, con número de suministro 36825155, tensión de 220 V y una potencia contratada de 1 kW. Serie del medidor N° 000024310442959 (2H), de la Empresa Electro Norte S.A. del Grupo Distriluz.

#### **Figura 2**

*Medidor monofásico prepago de la Institución Educativa José Olaya*



Nota. La figura 2 muestra una foto tomada al medidor del colegio José Olaya.

Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585



- **Descripción del Estado Actual de las Instalaciones Eléctricas**

De acuerdo al (CNE- Utilización, 2006) y la Norma (EM-010, 2019), los equipos de protección de los tableros eléctricos se encuentran deteriorados y no son los adecuados; en el sistema de iluminación algunas lámparas pasaron su tiempo de vida útil.

**Tabla 2**

*Estado actual de los componentes de la instalación eléctrica interior*

<b>Componentes</b>	<b>Estado</b>	<b>Descripción</b>	<b>Observación</b>
<b>I. Tablero eléctrico General / Distribución</b>			
Interruptor termomagnético	con polvo, suciedad y humedad	falta de mantenimiento	No recomendable
Borneras	sulfatadas	falta de mantenimiento	No recomendable
Terminal eléctrico	sulfatado	falta de mantenimiento	No recomendable
<b>II. Conductores eléctricos</b>			
NH-80 2.5 mm	en buen estado	-----	Recomendable
NH-80 4.0 mm	en buen estado	-----	Recomendable
<b>III. Tomacorrientes / interruptores</b>			
Tomacorriente schuko	con polvo y suciedad	falta de mantenimiento	Recomendable
Interruptor simple	con polvo y suciedad	falta de mantenimiento	Recomendable
interruptor Doble	con polvo y suciedad	falta de mantenimiento	Recomendable
interruptor de conmutación	con polvo y suciedad	falta de mantenimiento	Recomendable
<b>IV. Sistema de iluminación</b>			
Fluorescentes	con polvo y suciedad	falta de mantenimiento	No recomendable
Focos Ahorradores	con polvo y suciedad	falta de mantenimiento	No recomendable

Fuente: Autoría propia.

*Nota.* La tabla 2, muestra el estado en que se encuentran los equipos eléctricos de la institución educativa José Olaya.

Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

### 3.8.3. Proponer un plan de mejoras que contribuya a la optimización del sistema eléctrico

A continuación, se detalla las medidas que se ha determinado para optimizar las instalaciones eléctricas de la institución educativa José Olaya.

#### - Evaluación del sistema de iluminación.

Se evaluó las diferentes áreas de trabajo, tomando como referencia la norma EM-010 de instalaciones eléctricas interiores (ver anexo 2) para verificar si el sistema de iluminación cumple de acuerdo a la norma.

**Tabla 3**

*Carga Total del Sistema de Iluminación*

Tipo de Lámpara	Cantidad	Potencia unitaria (W)	Potencia (kW)	Porcentaje
Fluorescente lineal 2x40 W	73	80	5.84	99%
Focos ahorradores	2	41	0.082	1%
<b>Total</b>			<b>5.922</b>	<b>100%</b>

*Nota.* La tabla 3 muestra que las lámparas fluorescentes representan el 99% del consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación y el 1% a focos ahorradores.

**Figura 3**

*Representación Gráfica del Consumo de Iluminación*



*Nota.* La figura 3, se muestra una representación gráfica el porcentaje de consumo eléctrico en las luminarias fluorescente y foco ahorrador.

Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

- **Niveles de iluminación en los ambientes de la institución educativa José Olaya.**

Se realizó las mediciones de iluminación en los ambientes de la institución educativa, para ser comparadas con el reglamento nacional de edificaciones según norma EM-010 instalaciones eléctricas interiores.

Para la realización de las mediciones de iluminación se utilizó un luxómetro (VICTOR 1010). Sus características y certificado de calibración están descritas en el anexo 2.

**Figura 4**

*Medición de iluminancia media*



*Nota.* En la figura 4, se muestra la medición del nivel de iluminación del área de cómputo por medio del luxómetro VICTOR 1010A.

Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

**Tabla 4***Niveles de iluminación registrados*

	Área	Iluminación registrada (Lux)	Iluminación según norma (Lux)	Valores
1	Dirección	288	500	No cumple
2	Sala de computo	233	300	No cumple
3	Sala de profesores	250	300	No cumple
4	Laboratorio	363	500	No cumple
5	Aulas de clase	250	500	No cumple
6	Talleres	220	300	No cumple
7	Comedor	200	300	No cumple
8	Biblioteca	257	500	No cumple
9	Servicios higiénicos	253	300	No cumple
10	Almacén	100	100	Si cumple
11	Pasillos	100	100	Si cumple
12	Escalera	100	150	No cumple
13	Quiosco	100	150	No cumple

Fuente: Autoría propia.

*Nota.* La tabla 4, muestra los datos registrados de las medidas de iluminación con el luxómetro, donde se determina si cumple con la norma EM – 010 y analizar si los equipos de iluminación son eficientes.

#### - Método de los lúmenes.

Según Colmenar Santos, A y Hernández Martín, J. (2014), el método de Lúmenes es una forma práctica y muy sencilla de calcular. Permite obtener una iluminancia con un error de  $\pm 5\%$  y nos da una idea muy aproximada de las necesidades de iluminación.

Para la evaluación de las áreas de la institución educativa se tomó en cuenta las dimensiones del local y el tipo de luminaria, de tal modo que no solamente se calcule el número de lámparas sino también evaluar si ofrecen el nivel de iluminancia requerido.

  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

- **Flujo luminoso por áreas**

“Es la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa (lámpara) en la unidad del tiempo (segundos), la unidad de medida del flujo luminoso es el lumen (lm)” (Enriquez Harper, 2004).

Para realizar el cálculo el flujo luminoso que necesita un área, se determina mediante la ecuación (2).

$$\Phi_T = \frac{E_m * S}{C_u * C_m} \quad (2)$$

Donde:

$E_m$  : Nivel de iluminación media (lux)


$\Phi_T$  : Flujo luminoso de un determinado local (Lúmenes).

$S$ : Superficie en (m<sup>2</sup>)

$C_u$  : Coeficiente de utilización.

$C_m$ : Coeficiente de mantenimiento.

Para encontrar el flujo luminoso, es necesario realizar los siguientes cálculos.

  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

**- Datos de las áreas a trabajar**

**Tabla 5**

*Datos de áreas a iluminar*

Áreas	$E_m$ (Lux)	Ancho (m)	Largo (m)	Altura (m)
Dirección	500	6.3	3.85	3.1
Sala de computo	300	6.3	8.15	3.1
Sala de profesores	300	6.3	3.85	3.1
Laboratorio	500	6.3	8.15	3.1
Aulas de clase	500	6.3	8.15	3.1
Talleres	300	6.3	3.85	3.1
Comedor	300	6.65	4.80	3.1
Biblioteca	500	6.3	8.15	3.1
Servicios higiénicos	300	6.3	2.80	3.1
Almacén	100	6.3	6.35	3.1
Pasillo 1.1	100	2.15	21.25	3.1
Pasillo 1.2	100	2.15	32.05	3.1
Pasillo 2.1	100	2.15	21.25	3.1
Pasillo 2.2	100	2.15	25.35	3.1
Escalera	150	6.3	4.00	4.8
Quiosco	150	1.27	3.50	2.3

Nota. La tabla 5 muestra los datos de cada área a iluminar y los valores de iluminación media ( $E_m$ ) que recomienda la norma E.M. 010 instalaciones eléctricas de interiores del reglamento nacional de edificaciones.

• **Cálculo del índice del local a iluminar (k).**

Según (Martínez & Mora, 2018), “el índice de local es un código numérico que representa la geometría del local que se está diseñando la cantidad de lámparas, considerando el plano de trabajo y el plano de las luminarias”. El sistema de iluminación de las lámparas será iluminación directa, la cual se determinará con la ecuación 3

Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

$$K = \frac{\text{Largo} \times \text{Ancho}}{h' \times (\text{Largo} + \text{Ancho})} \quad (3)$$

Donde:

$K$ : Índice del local.

$h'$  = altura de la superficie a la mesa de trabajo.

$h' = 3.10 - 0.8 = 2.30$  metros

**Tabla 6**

*Calculo de índice "k" de cada una de las áreas de trabajo*

Áreas	Ancho (m)	Largo (m)	Altura (m)	k
Dirección	6.3	3.85	2.3	1.04
Sala de computo	6.3	8.15	2.3	1.54
Sala de profesores	6.3	3.85	2.3	1.04
Laboratorio	6.3	8.15	2.3	1.54
Aulas de clase	6.3	8.15	2.3	1.54
Taller	6.3	8.15	2.3	1.54
Comedor	6.3	4.8	2.3	1.18
Biblioteca	6.3	8.15	2.3	1.54
Servicios higiénicos	6.3	2.8	3.1	0.63
Almacén	6.3	6.35	2.3	1.37
Pasillo 1.1	2.15	21.25	2.3	0.85
Pasillo 2.1	2.15	32.05	2.3	0.89
Pasillo 1.2	2.15	21.25	2.3	0.85
Pasillo 2.2	2.15	25.35	2.3	0.88
Escalera	6.3	4.0	4.0	0.61
Quiosco	1.27	3.5	1.45	0.64

Fuente: Autoría propia

Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

- **Cálculo del factor de reflexión.**

Los valores del factor de reflexión que se muestran en la tabla 7, fueron obtenidos de la figura 29 que se encuentra en el anexo 2

**Tabla 7**

*Factor de reflexión de las áreas de trabajo*

<b>Áreas</b>	<b>Techo (color Blanco)</b>	<b>Pared (color claro)</b>	<b>Suelo (color claro)</b>
Dirección	0.8	0.5	0.3
Sala de computo	0.8	0.5	0.3
Sala de profesores	0.8	0.5	0.3
Laboratorio	0.8	0.5	0.3
Aulas de clase	0.8	0.5	0.3
Taller	0.8	0.5	0.3
Comedor	0.8	0.5	0.3
Biblioteca	0.8	0.5	0.3
Servicios higiénicos	0.8	0.5	0.3
Almacén	0.8	0.5	0.3
Pasillo 1.1	0.8	0.5	0.3
Pasillo 1.2	0.8	0.5	0.3
Pasillo 2.1	0.8	0.5	0.3
Pasillo 2.2	0.8	0.5	0.3
Escalera	0.8	0.5	0.3
Quiosco	0.8	0.5	0.3

*Nota.* El factor de reflexión, son valores porcentuales de luz que se refleja, se encuentran tabulados de acuerdo al tipo de material, superficie y acabado de cada ambiente a iluminar.

Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585



- **Cálculo del coeficiente de utilización ( $C_u$ ).**

Luego de calcular el índice del local ( $k$ ) y obtenido el grado de reflexión para las superficies de los ambientes a iluminar (tabla 7), podemos identificar el coeficiente de utilización ( $C_U$ ). Para obtener los resultados del coeficiente de utilización tenemos que interpolar los valores en la tabla 41 del anexo 2.

*Ejemplo:*

Interpolación de datos para obtener el coeficiente de utilización de la sala de cómputo.

$$0.78 + \left[ \frac{(1.54 - 1.50)}{(2 - 1.5)} \right] x (0.89 - 0.78) = 0.79$$

Por lo tanto:  $C_u = 0.79$

**Tabla 8**

*Coeficiente de utilización de cada área de la institución educativa*

Áreas	k	Cu
Dirección	1.04	0.63
Sala de computo	1.54	0.79
Sala de profesores	1.04	0.63
Laboratorio	1.54	0.79
Aulas de clase	1.54	0.79
Taller	1.04	0.63
Comedor	1.18	0.69
Biblioteca	1.54	0.79
Servicios higiénicos	0.63	0.41
Almacén	1.37	0.74
Pasillo 1.1	0.85	0.47
Pasillo 2.1	0.89	0.49
Pasillo 1.2	0.85	0.47
Pasillo 2.2	0.88	0.48
Escalera	0.61	0.40
Quiosco	0.64	0.42

Fuente: Autoría propia.

Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

- **Determinación del coeficiente de mantenimiento ( $C_m$ ):**

Se considerará el coeficiente de mantenimiento un valor de 0,8. Porque las luminarias no estarán en la intemperie, todas estarán bajo un techo y no existen exposición al polvo.

**Tabla 9**

*Coeficiente de mantenimiento*

Áreas	Ancho (m)	Largo (m)	K	$C_u$	$C_m$
Dirección	6.3	3.85	1.04	0.63	0.8
Sala de computo	6.3	8.15	1.54	0.79	0.8
Sala de profesores	6.3	3.85	1.04	0.63	0.8
Laboratorio	6.3	8.15	1.54	0.79	0.8
Aulas de clase	6.3	8.15	1.54	0.79	0.8
Talleres	6.3	3.85	1.04	0.63	0.8
Comedor	6.65	4.8	1.18	0.69	0.8
Biblioteca	6.3	8.15	1.54	0.79	0.8
Servicios higiénicos	6.3	2.8	0.63	0.41	0.8
Almacén	6.3	6.35	1.37	0.74	0.8
Pasillo 1.1	2.15	21.5	0.85	0.47	0.8
Pasillo 1.2	2.15	32.05	0.89	0.49	0.8
Pasillo 2.1	2.15	21.25	0.85	0.47	0.8
Pasillo 2.2	2.15	25.35	0.88	0.48	0.8
Escalera	6.3	4	0.61	0.40	0.8
Quiosco	1.27	3.5	0.64	0.42	0.8

*Nota.* En la tabla 9 se muestra todos los parámetros calculados como el índice de local, coeficiente de utilización y el coeficiente de mantenimiento.

Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

- **Cálculo del flujo luminoso necesario.**

El flujo luminoso necesario se determina en función de los datos obtenidos y mediante la ecuación 2.

**Tabla 10**

*Flujo luminoso de cada área de trabajo*

Áreas	superficie (m <sup>2</sup> )	Cu	Cm	$E_m(\text{lux})$	$\Phi_T (\text{lm})$
Dirección	24.255	0.63	0.8	500	24 062.5
Sala de computo	51.345	0.79	0.8	300	24 372.63
Sala de profesores	24.255	0.63	0.8	300	14 437.5
Laboratorio	51.345	0.79	0.8	500	40 621.04
Aulas de clase	51.345	0.79	0.8	500	40 621.04
Talleres	24.255	0.63	0.8	300	14 437.5
Comedor	31.92	0.69	0.8	300	17 347.83
Biblioteca	51.345	0.79	0.8	500	40 621.04
Servicios higiénicos	17.64	0.41	0.8	300	16 134.15
Almacén	40.005	0.74	0.8	100	6 757.6
Pasillo 1.1	45.687	0.47	0.8	100	12 150.8
Pasillo 1.2	68.907	0.49	0.8	100	17 578.32
Pasillo 2.1	45.687	0.47	0.8	100	12 150.8
Pasillo 2.2	54.502	0.48	0.8	100	14 193.23
Escalera	25.2	0.40	0.8	150	11 812.5
Quiosco	4.445	0.42	0.8	150	1 984.4

*Nota.* En esta tabla se muestra la cantidad de lúmenes que debe tener cada área a iluminar.

Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

- **Cálculo del flujo luminoso de la lámpara ( $\Phi_L$ ).**

(Soledad, 2019) , para el cálculo del número de luminarias de un ambiente se determina por la ecuación (4).

$$\Phi_L = \frac{\Phi_T}{n \times N_L} \quad (4)$$

Donde:

$N$ : número de luminarias.

$\Phi_T$ : flujo luminoso total.

$\Phi_L$ : flujo luminoso de la lámpara

$n$  : número de lámparas por luminaria.

**Tabla 11**

*Cálculo de número de lámparas de áreas de trabajo*

Áreas	$\Phi_L$	$n$	$\Phi_T$	$N_L$
Dirección	6 015.63	2	24 062.5	2
Sala de computo	3 046.58	2	24 372.63	4
Sala de profesores	3 609.38	2	14 437.5	2
Laboratorio	5 077.63	2	40 621.04	4
Aulas de clase	5 077.63	2	40 621.04	4
Talleres	3 609.38	2	14 437.5	2
Comedor	4 336.96	1	17 347.83	4
Biblioteca	5 077.63	2	40 621.04	4
Servicios higiénicos	4 033.54	2	16 134.15	2
Almacén	1 689.40	1	6 757.6	4
Pasillo 1.1	2 430.16	1	12 150.8	5
Pasillo 1.2	2 197.30	1	17 578.32	8
Pasillo 2.1	2 430.16	1	12 150.8	5
Pasillo 2.2	2 365.54	1	14 193.23	6
Escalera	5 906.25	2	11 812.5	1
Quiosco	992.20	1	1 984.4	2

Fuente: Autoría propia

Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

- **Comprobación si cumple parámetros.**

Para determinar si el tipo de lámpara escogido cumple con la iluminación mínima recomendada en la norma EM-010 Instalaciones Eléctricas Interiores, se determina con la ecuación (5).

$$E_m = \frac{N \times n \times \Phi_L \times f_m \times f_u}{S} \geq E_{\text{tabla NTP (EM.010)}} \quad (5)$$

**Tabla 12**

*Comprobación del nivel de iluminación de las lámparas LED por área.*

Áreas	superficie (m <sup>2</sup> )	C <sub>U</sub>	C <sub>m</sub>	n	Φ <sub>L</sub>	N <sub>L</sub>	E <sub>m</sub>
Dirección	24.255	0.63	0.8	2	6 015.63	2	500.0
Sala de computo	51.345	0.79	0.8	2	3 046.58	4	300.0
Sala de profesores	24.255	0.63	0.8	2	3 609.38	2	300.0
Laboratorio	51.345	0.79	0.8	2	5 077.63	4	500.0
Aulas de clase	51.345	0.79	0.8	2	5 077.63	4	500.0
Talleres	24.255	0.63	0.8	2	3 609.38	2	300.0
Comedor	31.92	0.69	0.8	1	4 336.96	4	300.0
Biblioteca	51.345	0.79	0.8	2	5 077.63	4	500.0
Servicios higiénicos	17.64	0.41	0.8	2	4 033.54	2	300.0
Almacén	40.005	0.74	0.8	1	1 689.40	4	100.0
Pasillo 1 – 1	45.687	0.47	0.8	1	2 430.16	5	100.0
Pasillo 2 – 1	68.907	0.49	0.8	1	2 197.30	8	100.0
Pasillo 1 – 2	45.67	0.47	0.8	1	2 430.16	5	100.0
Pasillo 2 – 2	54.502	0.48	0.8	1	2 365.54	6	100.0
Escalera	25.2	0.40	0.8	2	5 906.25	1	150.0
Quiosco	4.445	0.42	0.8	1	992.20	2	150.0

*Nota.* Esta tabla muestra los niveles de iluminación que tendrán cada ambiente, comprobando que con la cantidad de luminarias y el flujo luminoso que tiene cada lámpara, si cumplen la norma EM-010 instalaciones eléctricas interiores.

Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

- **Datos de la lámpara propuesta áreas de trabajo.**

Las lámparas que vamos a utilizar tienen los siguientes datos:

**Tabla 13**

*Datos de lámparas propuestas*

<b>Modelo</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Flujo Luminoso (Lm)</b>
MASTER LEDtube UN 1200mm UO 16.5W865 T5 EU	16.5	2 500
MASTER LEDtube UN 1500mm UO 20W865 T5	20	3100
MASTER LEDtube UN 1500mm UO 26W865 T5	26	4050
MASTER LEDtube UN 1500mm UO 36W865 T5	36	5600
MASTER LEDtube UN 1500mm UO 39W865 T5	39	6100

*Nota.* En la tabla 13 se muestra los datos obtenidos del fabricante Philips (ver anexo 2) de las lámparas tubo led que se van a utilizar en los ambientes cerrados como aulas, dirección, biblioteca, baños, talleres, sala de profesores, sala de cómputo, cocina.

**Tabla 14**

*Datos de lámparas propuestas*

<b>Modelo</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Flujo Luminoso (Lm)</b>
CorePro LEDBulbND 10W E27 865	10	1 055
CorePro LEDBulbND 120W E27 A67 865 FR G	13	2 000
CorePro LEDBulbND 267W E27 A67 865 FR G	29	4 500

*Nota.* En esta tabla se muestra los datos (obtenidos del fabricante Philips) de las lámparas tipo bulbo que se van a utilizar en los ambientes cerrados y abiertos como pasillos, almacén, quiosco. Ver anexo 2.

Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

- **Evaluación de los equipos de cómputo.**

A través de la inspección técnica in situ (ver figura 59), se evaluó que la tecnología de los equipos de cómputo sobrepasa el tiempo de vida útil recomendado por los fabricantes, con niveles de obsolescencia que imposibilitan su eficiencia y el acceso a las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC) que limitan el desarrollo de la educación.

En la tabla 15 se muestra el inventario de los equipos de cómputo existentes en la institución educativa.

**Tabla 15**

*Inventario de los equipos de cómputo existentes en la institución educativa*

<b>Cargas eléctricas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Potencia (kW)</b>
<b>I. Dirección</b>			
Computadora	1	265	0.265
<b>II. Sala de computo</b>			
Computadora	12	265	3.18
<b>Total</b>			<b>3.445</b>

Fuente: Autoría propia.

- **Diseño del sistema de iluminación de las diferentes áreas de la institución educativa mediante DIALux.**

El software DIALux permite trabajar con diferentes formatos como el AutoCAD facilitando el proceso de diseño; otras de las aplicaciones de DIALux es hacer diseños fotorrealistas con mayor facilidad a través de representaciones graficas por medio de colores.

Para los sistemas de iluminación en interiores tiene como función diseñar diferentes áreas por ejemplos salas, escaleras, pasillos, laboratorios, talleres, etc. Para la cual posee herramientas que permite el diseño característico de cada proyecto. A si mismo cuenta con catálogo de fabricantes de lámparas, facilitando el cálculo de los niveles de iluminación.

  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

- **Cálculos de calidad del sistema de iluminación con DIALux propuesta.**

Para este caso se propone lámparas led de diferentes potencias, de la marca Philips modelo MASTER LED tube; esta propuesta genera ahorro de costos y energía; las características se visualizan en el anexo 2. Esta lámpara cumplirá con los niveles iluminación establecidos en la norma EM-010.

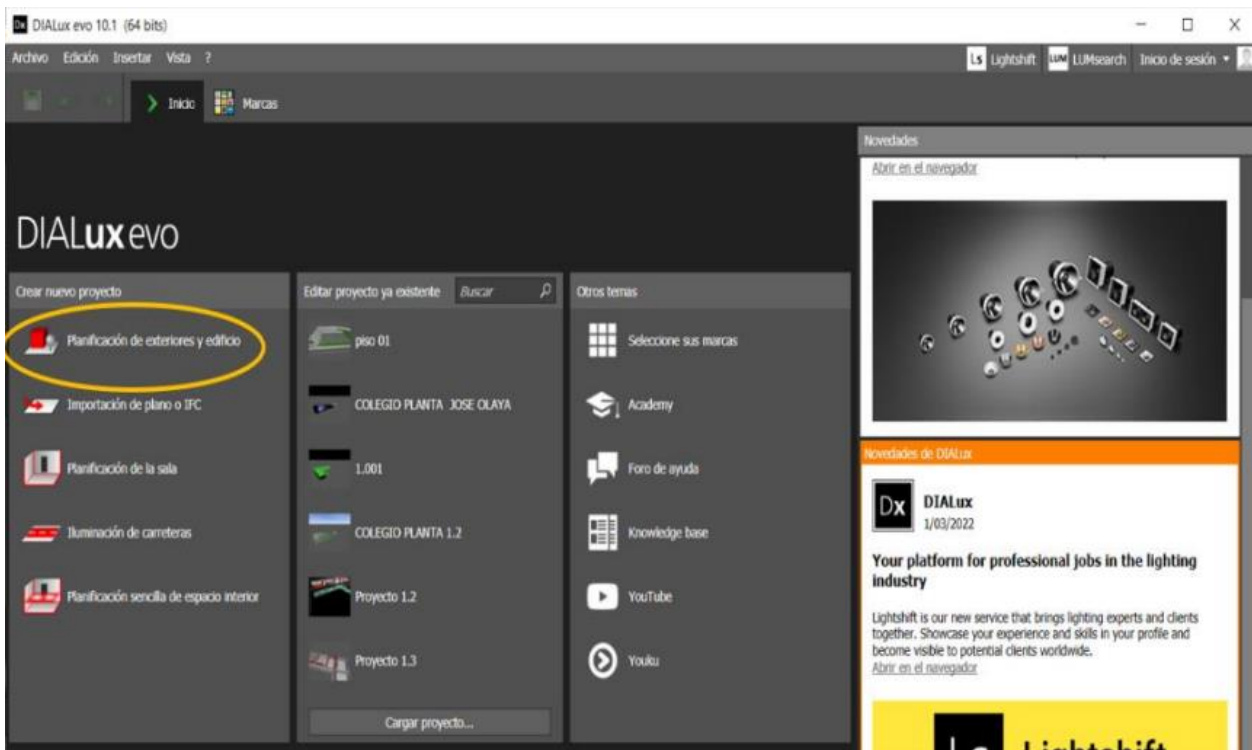
A continuación, mediante el software DIALux se realizó la simulación de la iluminación de la institución educativa y la distribución de las luminarias LED para obtener los niveles de iluminación, uniformidad media, iluminancia e índice de deslumbramiento.

### **Paso 1.**

Seleccionamos el tipo de proyecto a diseñar; el proyecto de investigación es de iluminación en interiores por lo que se seleccionó la opción planificación de edificio y exterior.

### **Figura 5**

*Inicio del software DIALux*



Fuente: Autoria propia, Data: Software DIALux.

**Kevin Arturo Medina Quiroz**  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

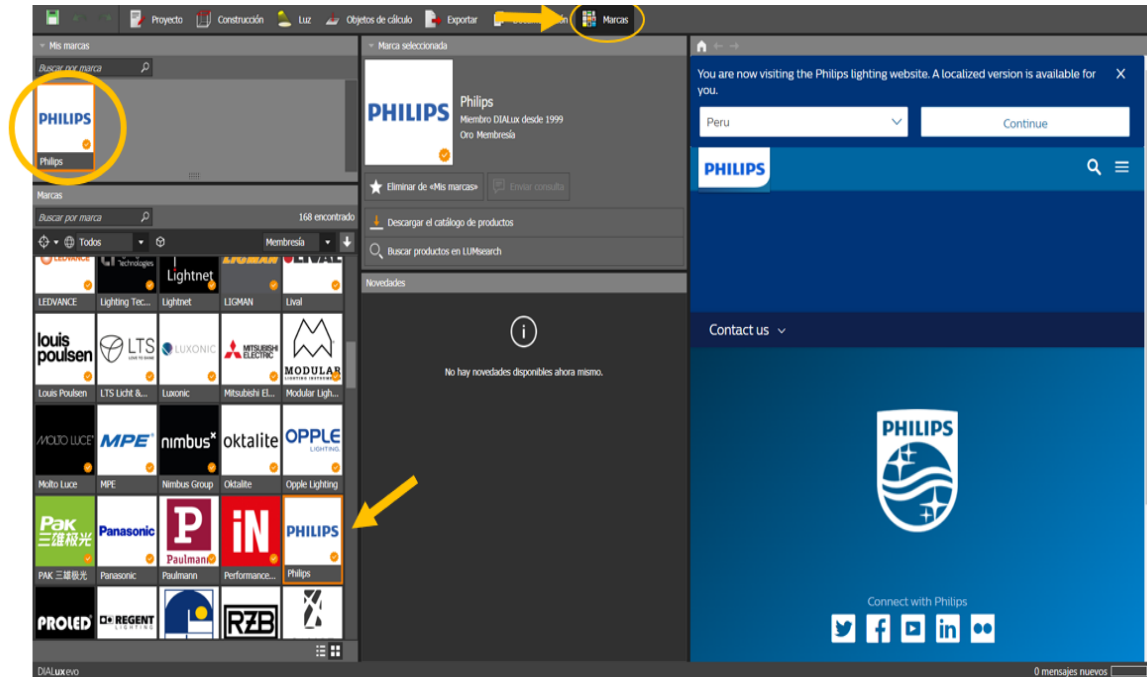


## Paso 2.

Descargamos el catálogo de la marca a utilizar (Philips).

### Figura 6

Selección de lámparas del catálogo Philips



Fuente: Autoria propia, Data: Software DIALux.

## Paso 3

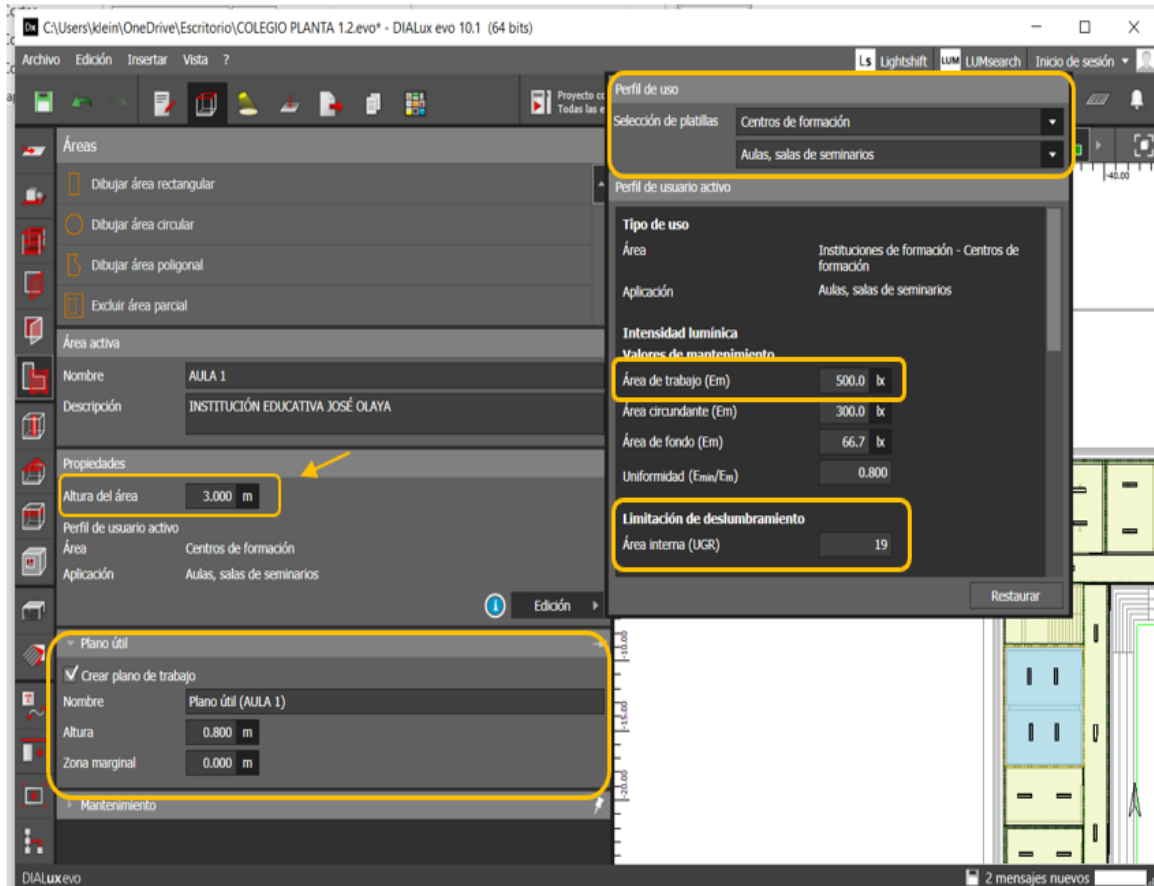
Insertamos los parámetros para la simulación de la iluminación de la institución educativa José Olaya.

- **Altura del plano de trabajo:** 0.8m
- **Zona marginal:** 0.00m
- **Nivel de Iluminación del local:** Según la Norma EM-010, la cantidad de luminancia adecuada es de  $E_m = 500$  lux
- **Tipo de Iluminación:** Directa.
- **Tipo de lámpara:** Philips MASTER LEDtube UN T5, CorePro LEDBulbND ND E27 en el anexo 2 se muestran sus principales características.

Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

**Figura 7**

*Parámetros de entrada, según norma EM-010*



Fuente: autoría propia.

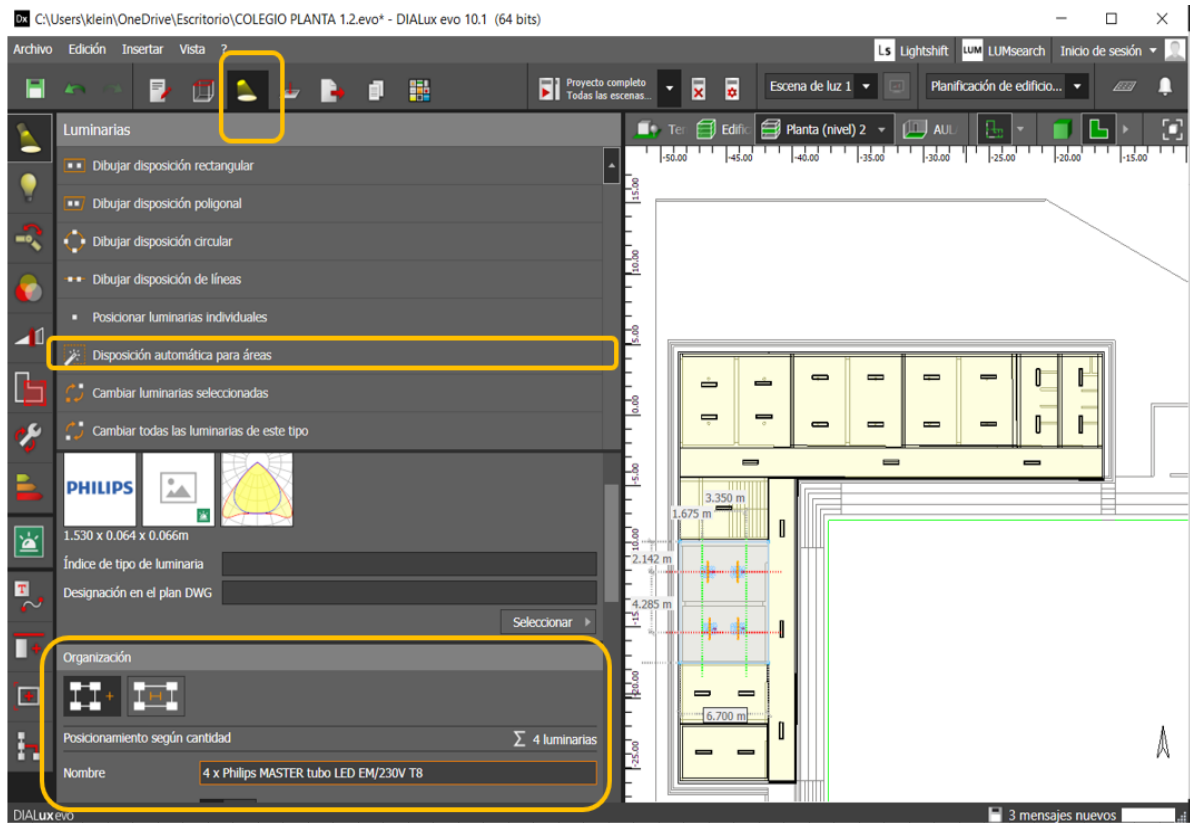
#### **Paso 4.**

Posteriormente seleccionamos el icono de “luz” para insertar la “disposición automática para áreas”, esto permite que el software DIALux automáticamente calcule cuantas lámparas necesita cada área.

**Kevin Arturo Medina Quiroz**  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

**Figura 8**

*Disposición Automática para Áreas*



Fuente: Autoria propia, Data: Software DIALux.

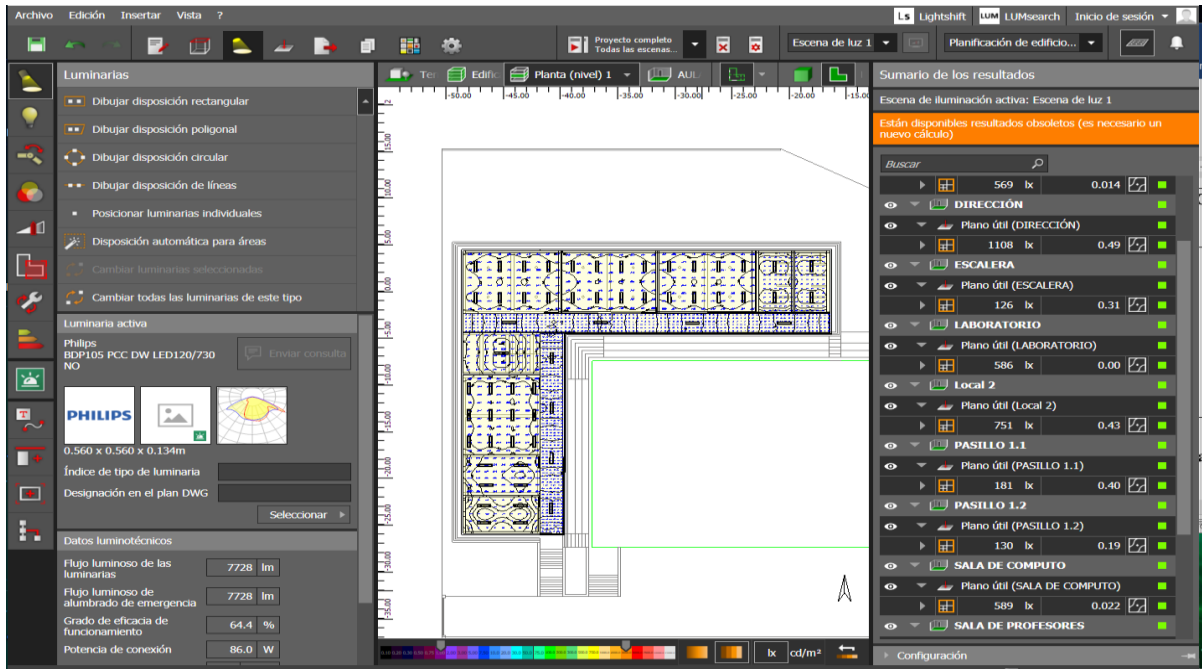
**Paso 5.**

Luego de ingresar los datos antes mencionados en el Software DIALux, se obtuvieron los valores de luminancia, iluminancia, uniformidad media, índice de deslumbramiento y gráficas de luminancia que se muestran a continuación en las figuras 9,10 y 11, también se muestra los valores de la luminancia expresadas en curvas, además se muestra la configuración de acuerdo a iluminación en 2D y 3D.

Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

**Figura 9**

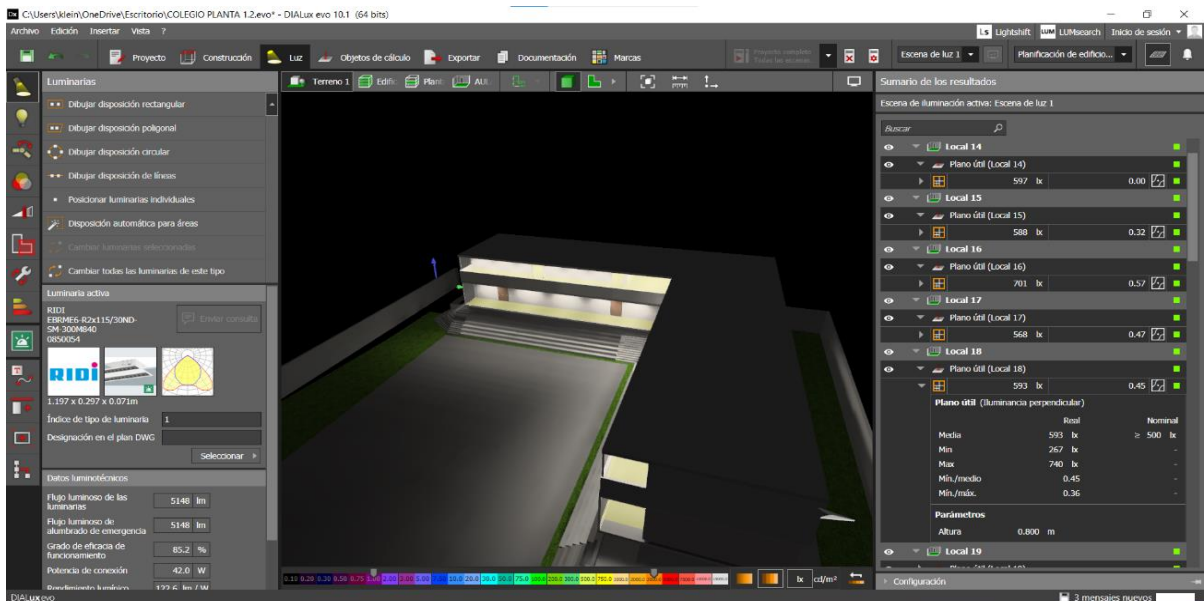
*Valores de Iluminación y Curvas Isolux*



Fuente: Autoria propia, Data: Software DIALux.

**Figura 10**

*Representación grafica 3D*

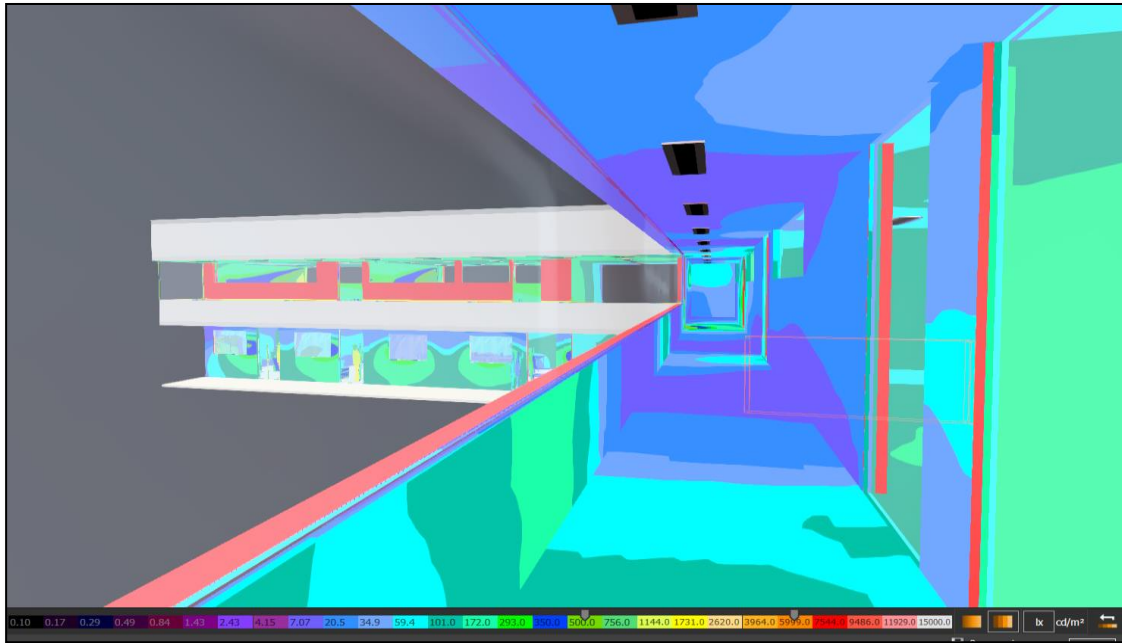


Autoria propia, Data: Software DIALux

**Kevin Arturo Medina Quiroz**  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

**Figura 11**

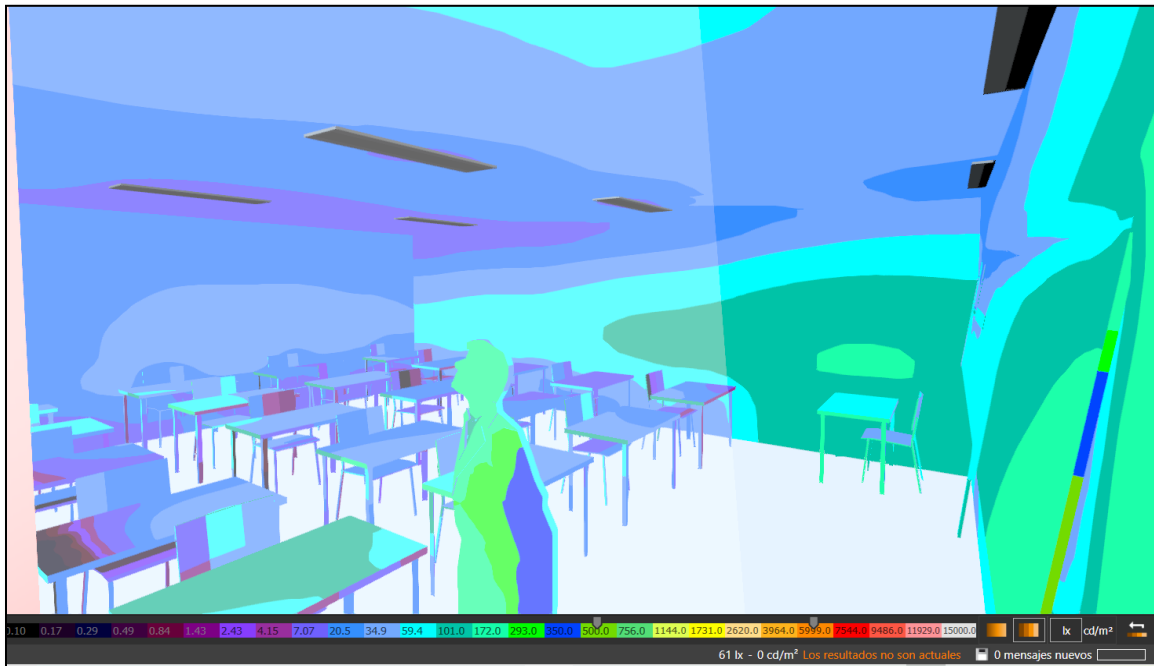
*Representación fotorrealista en colores falsos*



Nota: la figura muestra los niveles de iluminación representado en colores falsos.

**Figura 12**

*Representación en colores falsos de una aula*



Fuente: Autoría propia, Data: software DIALux

*Kevin Med*  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

### 3.8.4. Diseño del Sistema de Iluminación y Protección Eléctrica de la Losa Deportiva.

#### - Diseño del Sistema de Iluminación Eléctrica de la Losa Deportiva

El diseño del sistema de iluminación de la losa deportiva se realizó a través del software DIALux, de acuerdo a los parámetros establecidos en la norma de “Alumbrado de Interiores y Campos Deportivos DGE 017- AI-1/1982”. (ver anexo 3).

Para diseñar en el software DIALux es necesario desarrollar los siguientes parámetros:

- **Área.**

Su área de la losa deportiva es de 36m de largo y 20m de ancho, como se muestra en el anexo 3 Se consideró como una area de fulbito, basquetbol, voleibol. Asi poder cumplir con la iluminacion recomendada en la norma (DGE 017-AI-1/1982).

**Tabla 16**

*Valores de iluminación media recomendada*

TIPO DE LOCAL DEPORTIVO	Iluminacion nominal horizontal		Uniformidad $E_{min}/E_{med}$	
	Entrenamiento LUX	Competencia LUX	Entrenamiento LUX	Competencia LUX
Fulbito,basquetbol,voleibol	80	300	----	----
Exterior	100	200	1:2	1:1.5

*Nota.* La tabla 16, es tomada de la norma DGE 017-AI-1/1982, donde muestra los valores de iluminación y la uniformidad que debe tener la losa deportiva.

- **Ubicación de postes para la distribución de las luminarias.**

La cantidad de postes que se desea poner son 6, para una mejor distribución de las luminarias y exista una uniformidad de acuerdo a la norma.

$$\text{Distancia entre los postes} = \frac{36}{3} = 12m$$

$$\text{Distancia de la esquina del campo al poste} = \frac{12}{3} = 4 m$$

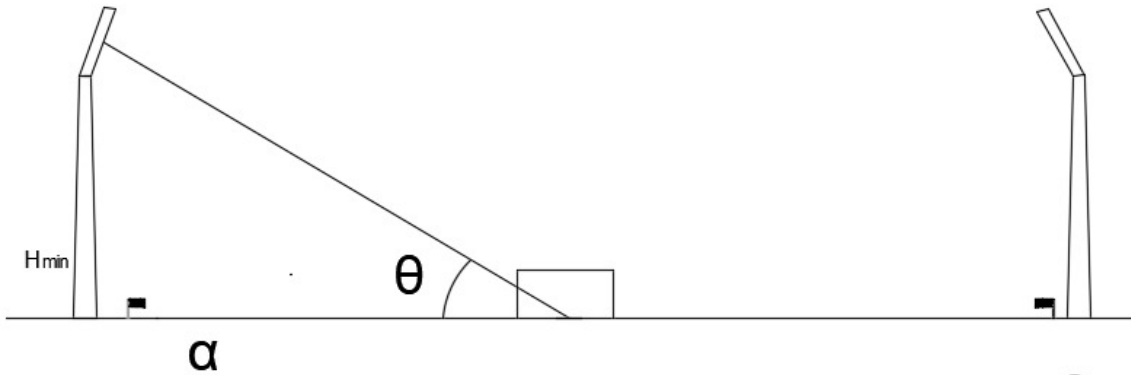
Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

- **Altura de montaje.**

La altura de montaje de las luminarias se calcula para poder aprovechar más la iluminación de la lámpara y así utilizar lámparas de menos potencia y más económicas (Ferrer Salat, 1987).

**Figura 13**

*Altura de las luminarias*



Fuente: autoría propia.

$$tg_{\theta} = \frac{\text{cateto opuesto } (H_{min})}{\text{cateto adyacente } \alpha} \quad (5)$$

$$\text{cateto opuesto} = tg_{\theta}(\text{cateto adyacente})$$

$$\text{cateto opuesto } (H_{min}) = tg_{\theta}(30) \times 10 = 5.77 = \mathbf{6 \text{ metros}}$$

La altura para la ubicación de las luminarias será de 6 metros.

- **Factor de mantenimiento.**

**Tabla 17**

*Valores del factor de mantenimiento para luminarias*

Características del ambiente	Luminaria abierta	Luminaria cerrada
Limpia	0.75	<b>0.80</b>
Media	0.68	0.70
Sucia	0.65	0.68

Nota. El factor de mantenimiento es de **0.8**, esta tabla fue obtenida de (Enriquez Harpez, 2003).

Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

- **Elección de luminarias.**

Para la elección de las luminarias se tomó en cuenta la marca PHILIPS (ver anexo 3), porque es una marca con mayor garantía de durabilidad y su iluminación es más efectiva.

Las luminarias que se van a utilizar son las siguientes:

PHILIPS BVP130 1 xLED210-4S/740 S

PHILIPS BVP130 1 xLED260-4S/740 S

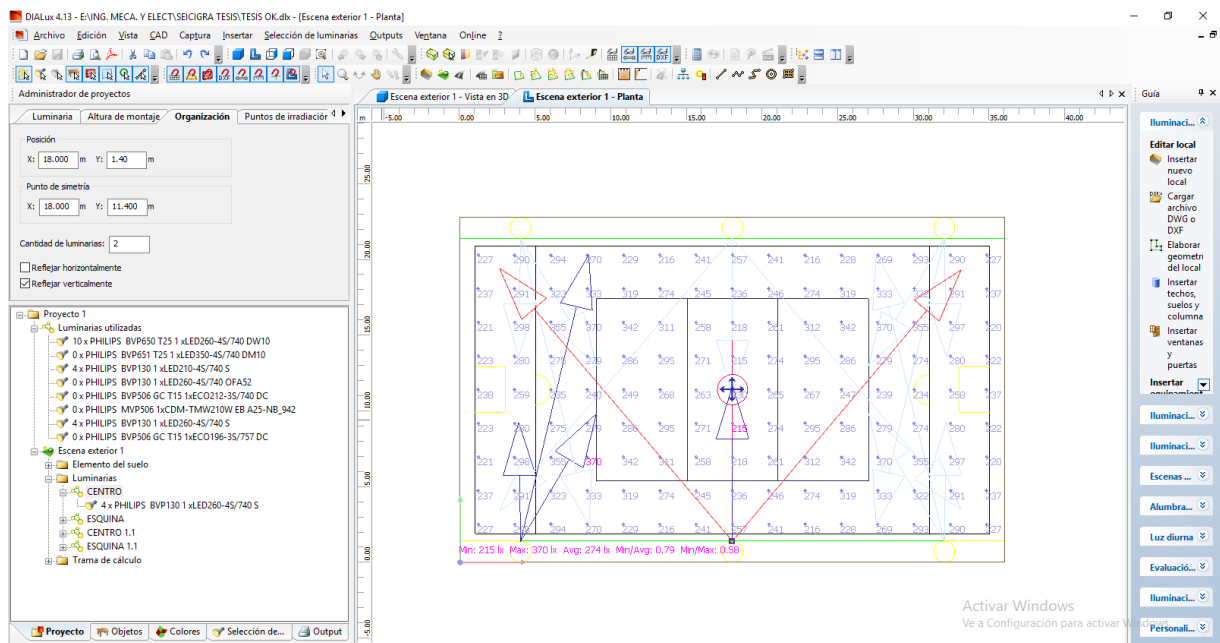
PHILIPS BVP650 725 1 xLED260-4S/740 DW10

- **Procedimiento de cálculo en el software.**

- Ubicación de las luminarias y direccionamiento de la iluminación.

**Figura 14**

*Ubicación y direccionamiento de luminarias*



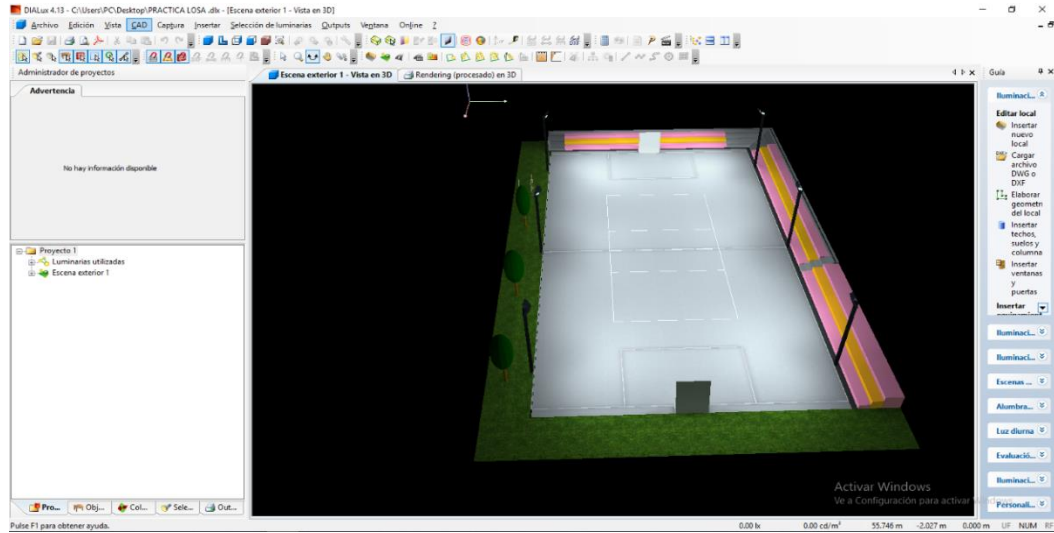
*Nota.* En la figura14, se muestra la ubicación y direccionamiento de las luminarias, las líneas de color rojo y azul indican la dirección y que zonas van iluminar las luminarias.



- Vista de la losa recreativa en 3D

**Figura 15**

Vista de la losa en 3D



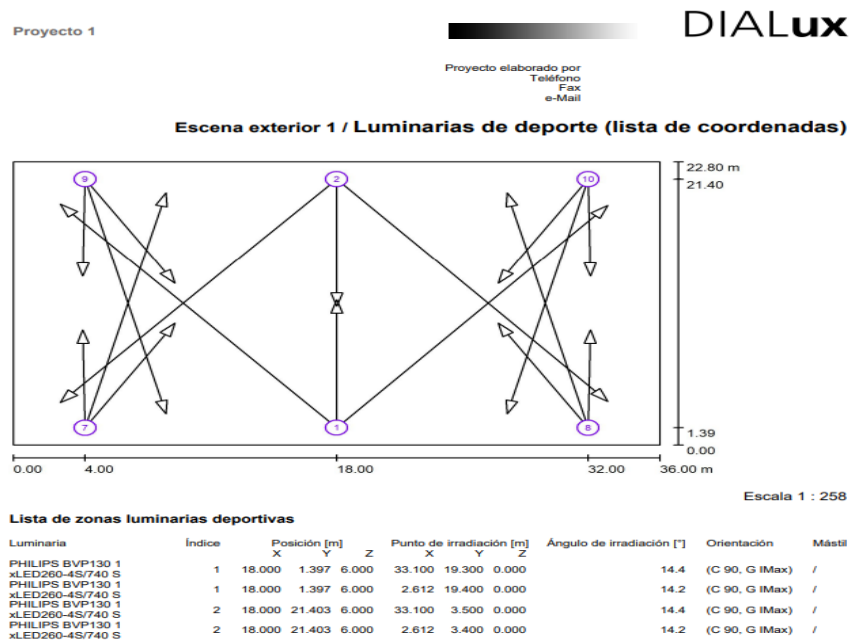
Fuente: Autoría propia, Data: software DIALux

- Trama de cálculo.

Ubicación de los postes y direccionamiento de las luminarias:

**Figura 16**

Lista de coordenadas



Fuente: Autoría propia, Data: software DIALux

**Kevin Arturo Medina Quiroz**  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

- **Diseño de protección eléctrica de la losa deportiva.**

Para diseñar el sistema de protección eléctrica de la losa deportiva, se dividieron en 4 circuitos de iluminación.

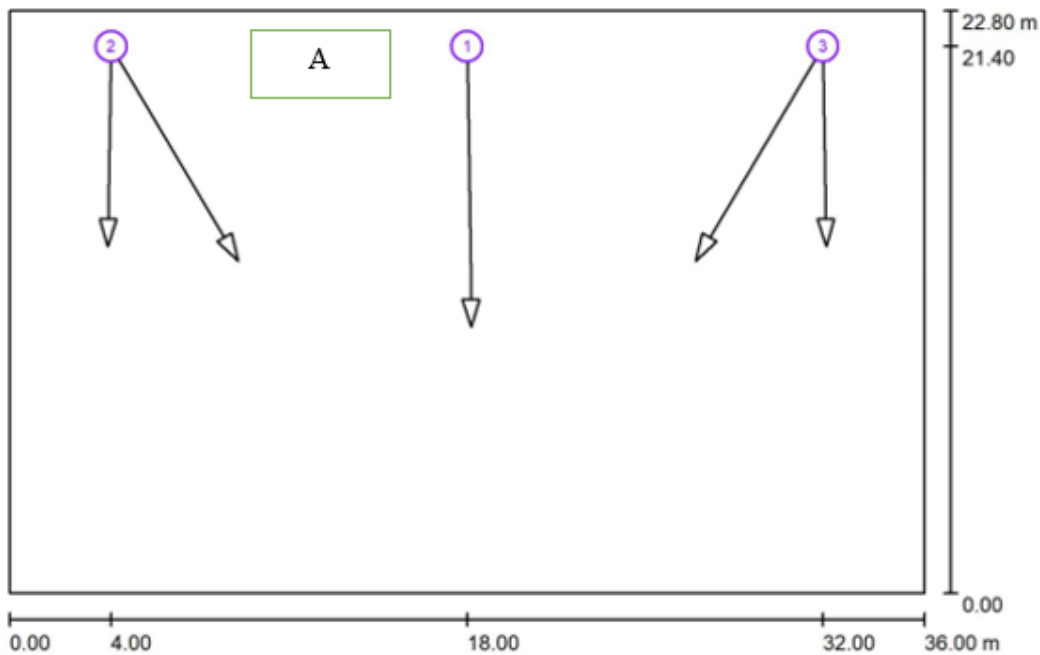
- **Circuito 1 y 2.**

Comprende la iluminación del lado A y lado B de la losa deportiva con las luminarias de menor potencia, como se muestra en la figura 17 y 18.

Cada circuito consta de 5 luminarias con una potencia de 154W c/u y una entrada de voltaje de 220V

**Figura 17**

*Ubicación de las luminarias del circuito 1, en el lado A de la losa deportiva*

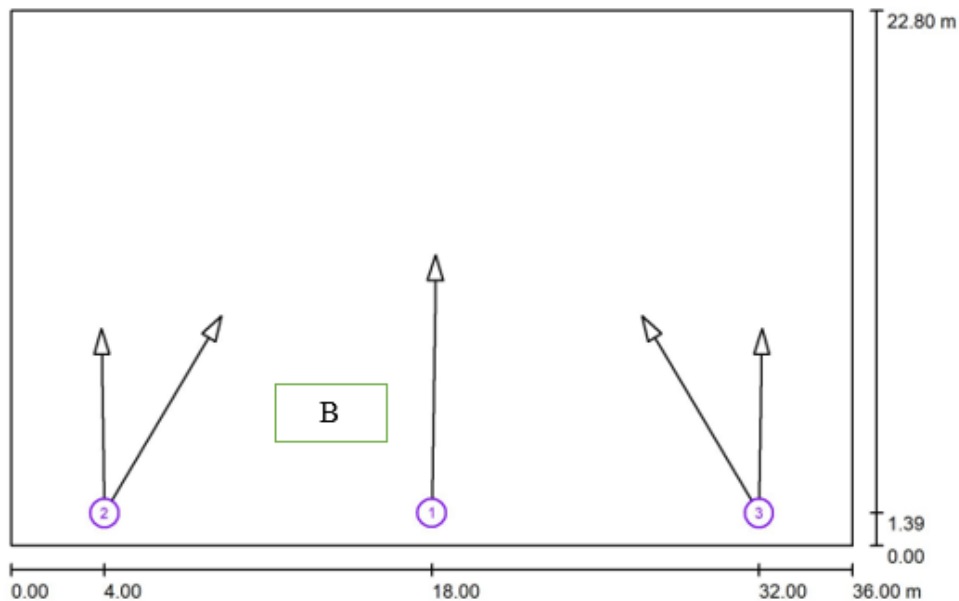


*Fuente: Autoría propia, Data: software DIALux.*

Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

**Figura 18**

*Ubicación de las luminarias del circuito 2, en el lado B de la losa deportiva*



*Fuente: Autoría propia, Data: software DIALux.*

Para el cálculo del sistema de protección del circuito se utilizará las siguientes ecuaciones:

$$V = I \times R \quad (6)$$

$$P = V \times I \quad (7)$$

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 \quad (8)$$

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 \quad (9)$$

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}} \quad (10)$$

$V$  : voltaje

$I$  : corriente eléctrica.

$R$  : resistencia eléctrica.

$P$  : potencia.

$P_T$ : potencia total.

$I_T$ : corriente total.

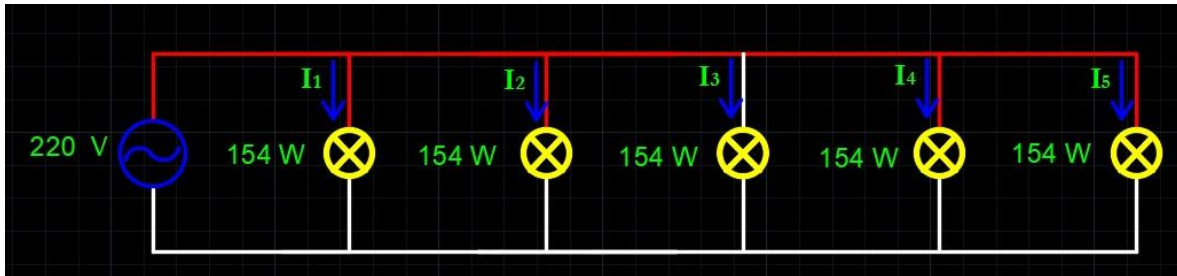
$R_T$ : resistencia total.

Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

- **Cálculo de corriente 1.**

**Figura 19**

*Circuito eléctrico de las luminarias de 154 W del C1 y C2*



Fuente: Autoría Propia.

Las distribuciones de las luminarias estarán en circuito paralelo.

$$I_1 = \frac{P_1}{V} \rightarrow I_1 = \frac{154}{220} = 0.7 \text{ A}$$

Nota: Las luminarias tienen la misma potencia, por lo que tendrán el mismo valor de corriente.

- **Calculamos la corriente total del circuito.**

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5$$

$$I_T = 0.7 + 0.7 + 0.7 + 0.7 + 0.7$$

$$I_T = 3.5 \text{ A}$$

- **Cálculo de la potencia total del circuito.**

$$P_T = 154 + 154 + 154 + 154 + 154$$

$$P_T = 770 \text{ W}$$

- **Cálculo de la potencia aparente.**

$$S = V \times I \tag{11}$$

$$S = 220 \times 3.5$$

$$S = 770 \text{ VA}$$

*Kevin Arturo Medina Quiroz*  
 Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

- **Cálculo del factor de potencia.**

$$\cos \phi = \frac{P}{S} \quad (12)$$

$$\cos \phi = \frac{770}{770} = 1$$

- **Corriente de diseño.**

De acuerdo al CNE, Se aplica el factor de seguridad de carga de 25%

$$I_D = 1.25 \times I_T \quad (13)$$

$$I_D = 1.25 \times 3.5 \text{ A}$$

$$I_D = \mathbf{4.375 \text{ A}}$$

La corriente que circulará por el circuito será de **4.375 A**.

- **Caída de tensión.**

Según el (CNE- Utilización, 2006), las caídas de tensión para cargas de alumbrado deberán ser no mayores del 2.5%.

En función a la corriente de diseño se elige el cable de **4 mm<sup>2</sup>** . sus características se muestran en la tabla 18 proporcionada por el fabricante.

Para calcular la caída de tensión del C1 y C2, utilizamos las ecuaciones 14 y 15.

$$R_C = \varphi \cdot \frac{2 \times L}{S} \quad (14)$$

$R_C$  = resistividad del conductor.

$\varphi$  = coeficiente del material del que está hecho el conductor (cobre).

L = longitud del conductor.

S = sección del conductor.

$U_C$  = caída de voltaje del conductor.

$$R_C = 0.0175 \times \frac{2 \times 70}{4}$$

$$R_{C1} = \mathbf{0.61 \Omega}$$

$$R_{C2} = \mathbf{0.61 \Omega}$$

Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

$$U_C = R_C \times I_D \quad (15)$$

$$U_C = 0.61 \times 4.375$$

$$U_{C1} = 2.67 \text{ V}$$

$$U_{C2} = 2.67 \text{ V}$$

La caída de tensión es de **2.67 V** menor que 5.5V, por lo que si cumple con la norma.

**Tabla 18**

*Datos de conductores eléctricos*

CABLES ELÉCTRICOS		INDECO				
THW-90 AWG MENOR O IGUAL A 8 AWG			KOLLER			
<b>Características de uso</b>						
Temperatura máxima del conductor en corto-circuito			250 °C			
<b>DATOS ELÉCTRICOS</b>						
ITEM	Calibre (AWG)	Nº total alambres	Diam. Conductor [mm]	Min. espes. Aislam. [mm]	Diam. Nom. Exterior [mm]	Peso aprox. [kg/km]
01	8	7	3,33	1,1	5,6	97
02	10	7	2,78	0,8	4,5	59
03	12	7	2,2	0,8	3,9	40
04	14	7	1,75	0,8	3,4	27
<b>DATOS ELÉCTRICOS</b>						
ITEM	Calibre (AWG)	Max. DC Resist. Cond. 20°C [Ohm/km]	Amperaje aire 30°C [A]	Amperaje ducto 30°C [A]		
01	8	2,231	70	50		
02	10	3,547	50	35		
03	12	5,65	35	25		
04	14	8,97	30	20		
<b>LISTA DE PRODUCTOS</b>						
Ref. Nexans	Nombre	Calibre (AWG)	Diam. Conductor [mm]	Min. espes. Aislam. [mm]	Diam. Nom. Exterior [mm]	Peso aprox. [kg/km]
🔧 P00000945-5	THW-90 14 AWG	14	1,75	0,8	3,4	27
🔧 P00000105-3	THW-90 12 AWG	12	2,2	0,8	3,9	40
🔧 P00000944-2	THW-90 10 AWG	10	2,78	0,8	4,5	59
🔧 P00014407-1	THW-90 8 AWG	8	3,33	1,1	5,6	97
🔧 = Realizar pedido, 🛠️ = Reservar stock						

Fuente :Obtenido de (Nexans , 2021).

*Kevin Arturo Medina Quiroz*  
**Kevin Arturo Medina Quiroz**  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

➤ **Selección de interruptores termomagnéticos**

Para la selección del interruptor termomagnético se verificó que la tensión de la red es igual o mayor a la tensión del interruptor termomagnético y que la corriente nominal de corte del interruptor termomagnético sea mayor o igual a la corriente máxima que circulará en situación de trabajo y menor que la corriente admisible por el conductor, mostrado en la tabla 19.

**Tabla 19**

*Parámetros para la selección de interruptores termomagnéticos*


	Tensión (V)	Corriente de trabajo (IB)	corriente nominal (IN)	corriente admisible por el conductor (IZ)
Interruptor termomagnético	220 - 240	-----	16	-----
Instalación del sistema de iluminación	220	4.375	-----	34

Fuente: Autoría propia

- **Circuito 3 y 4.**

Cada circuito consta de 2 luminarias (ver figura 18), con una potencia de 217W c/u y 2 luminarias de 162 W c/u, con una entrada de voltaje de 220V.

El circuito 3 se ubica al lado A de la losa deportiva, el circuito 4 se ubica al lado B de la losa deportiva.

  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

**Tabla 20**

*Cálculos eléctricos de los circuitos 3 y 4*

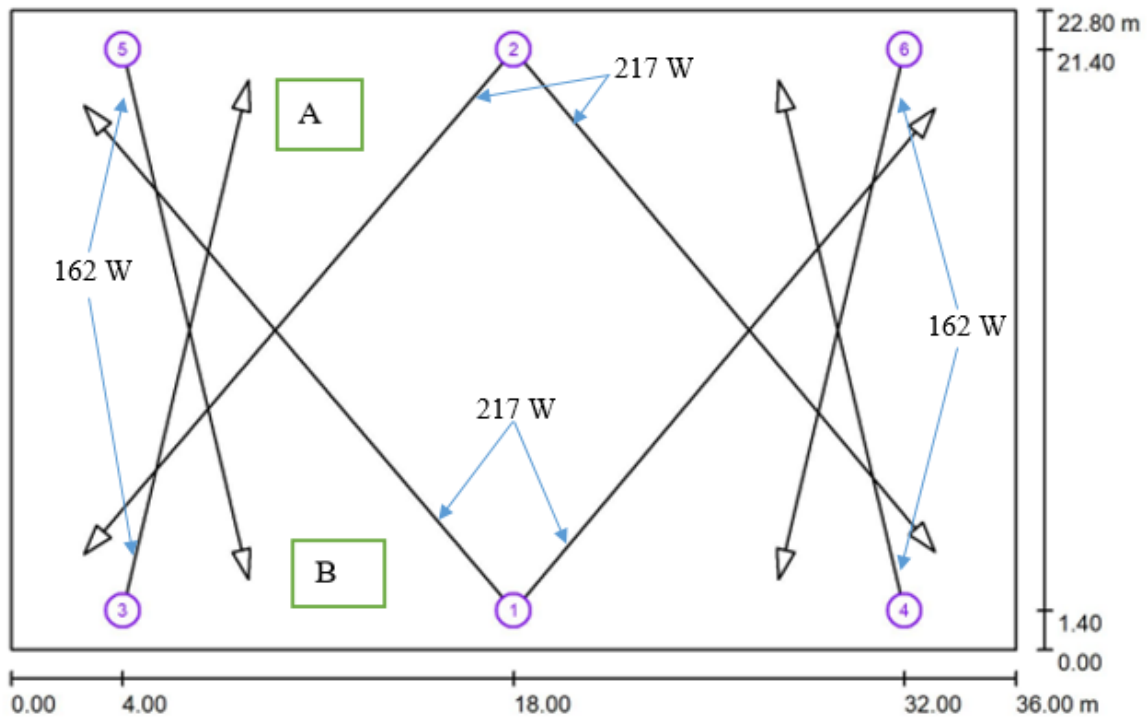
T D	Corriente Total ( $I_T$ )	Potencia Total ( $P_T$ )	Potencia Aparente ( $S$ )	Factor de Potencia ( $\cos \phi$ )	Corriente de Diseño ( $I_D$ )	Sección del conductor	Longitud (L)	Resistencia del Conductor ( $R_C$ )	Caída de Tensión ( $U_C$ )
C3	3.46 A	758 W	761.2 VA	0.99	4.325 A	4 mm <sup>2</sup>	70 m	0.61 Ω	2.64 V
C4	3.46 A	758 W	761.2 VA	0.99	4.325 A	4 mm <sup>2</sup>	70 m	0.61 Ω	2.64 V

Fuente: Autoría propia.

Nota. En la tabla 20 muestra todos cálculos de los parámetros eléctricos para la selección de cable e interruptor de protección.

**Figura 20**

*Ubicación de las luminarias del C3 y C4, en el lado A y B de la losa deportiva*



Nota: En la figura 20, muestra las luminarias del lado A que corresponden al C3 y las luminarias del lado B corresponde al C4.

*Kevin Medina*  
 Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585



➤ **Selección de interruptores termomagnéticos para el C3 y C4**

**Tabla 21**

*Parámetros para la selección de interruptores termomagnéticos C3 y C4*

	<b>Tensión (V)</b>	<b>Corriente de trabajo (IB)</b>	<b>corriente nominal (IN)</b>	<b>corriente admisible por el conductor (IZ)</b>
Interruptor termomagnético	220 - 240	-----	16	-----
Instalación del sistema de iluminación C3	220	4.325	-----	34
Instalación del sistema de iluminación C4	220	4.325	.....	34

Fuente: Autoría propia

**3.8.5. Evaluación Económica del Proyecto**

Para realizar la evaluación económica del proyecto se ha tenido en cuenta la inversión económica y los ahorros que se tendría al implementar la propuesta recomendada, la cual será analizada para un periodo de mediano y largo plazo de 10 años.

- **Ahorro energético**

Los ahorros energéticos y económicos están en función, de los ingresos que genera el ahorro al implementar sistemas más eficiente, técnica y económicamente. Para realizar los cálculos, se realizó una comparación entre las tecnologías existentes y las propuestas, de acuerdo al tiempo de funcionamiento, costos de energía y la inversión inicial para la obtención de la tecnología.

- **Ahorro energético del sistema de iluminación**

El ahorro del sistema de iluminación se determinó en función a las especificaciones de cada uno de los equipos actuales y existentes descritos en el anexo 4 y el tiempo de uso diario que se realizó a través de una entrevista al director de la institución educativa, ver anexo 1.

Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

**Tabla 22***Parámetros para el cálculo de consumo de energía actual en el sistema de iluminación*

Tipo de luminaria	Cantidad de equipos	Potencia total (kW)	Número de horas diarias	Número de días//mes	Número de meses//año
Tubo fluorescente TL RS 40W/54-765	73	5.84	3	22	10
Foco ahorrador espiral Osram	2	0.082	3	22	10

*Nota.* En la tabla 22 se muestran los datos, para realizar los cálculos de consumo y costo de la energía, en el sistema de iluminación actual.

**Tabla 23***Consumo de energía en equipos de iluminación actual*

Tipo de luminaria	Costo	Potencia total		costo por consumo	
	(S//kW)	(kW/mes)	(kW/año)	(S/mes)	(S/año)
Tubo fluorescente TL RS 40W/54-765	0.806	385.44	3,854.4	310.66	3 106.65
Foco ahorrador espiral Osram	0.806	5.412	54.12	4.36	43.62
Total		390.852	3 908.52	315.02	3 150.27

*Nota.* En la tabla 23, se visualiza el consumo de energía del sistema de iluminación actual que asciende a 3 908.52 kW/año, generando un costo de 3 150.27 Soles//año. El costo (S/kW) se obtuvo del pliego tarifario BT7 Pre Pago Residencial, ver anexo 4

*Kevin Arturo Medina Quiroz*  
 Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

**Tabla 24***Consumo de energía en equipos de iluminación propuestos*

Tipo de luminaria	Cantidad de equipos	Costo (S/kW)	Potencia total		Costo por consumo	
			(kW/mes)	(kW/año)	(Soles/mes)	(Soles/año)
MASTER LEDtube 1200mm HE 16.5W865 T5 EU	24	0.806	26.136	261.36	21.07	210.70
MASTER LEDtube 1500mm HO 20W865 T5	8	0.806	10.56	105.6	8.51	85.11
MASTER LEDtube 1500mm UO 26W865 T5	20	0.806	34.32	343.2	27.66	276.60
MASTER LEDtube 1500mm UO 36W865 T5	56	0.806	133.06	1 330.6	107.25	1 072.50
MASTER LEDtube 1500mm UO 39W865 T5	6	0.806	15.444	154.44	12.45	124.50
CorePro LEDBulbND 10W E27 865	2	0.806	1.32	13.2	1.06	10.64
CorePro LEDBulbND 120W E27 A67 865 FR G	4	0.806	3.432	34.32	2.766	27.66
CorePro LEDBulbND 267W E27 A67 865 FR G	4	0.806	7.656	76.56	6.171	61.71
<b>Total</b>			<b>231.928</b>	<b>2 319.28</b>	<b>186.94</b>	<b>1 869.42</b>

*Nota.* En la tabla 24, se muestran el consumo de energía en el sistema de iluminación propuesto que asciende a 2 319.28 kW/año, representando 1 869.42 Soles/año.

Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

- **Ahorro energético de los equipos de cómputo.**

**Tabla 25**

*Comparación de los equipos de cómputo*

<b>Descripción</b>	<b>Existente</b>	<b>Propuesta</b>
Voltaje de alimentación	100V - 240 VC	5V/3.1A - 220V
Modelo	Flatron E2251	-----
Sistema operativo	Windows 7	Linux y/o Android
Procesador	Intel Core i3 4100 2.20 GHZ	Broadcom BCM2711, Coryex-A72 (ARM v8) 64-bit
Potencia	255W	25 W
Generación	4ta Generación	Versión 2.5
Marca	LG	WAWA

*Nota.* En la tabla 25, se muestra la comparación de los equipos de cómputo existente con un equipo actualizado y eficiente, el equipo existente consume 255 W, el equipo propuesto consume 25 W alimentándose este último, por medio de corriente alterna y corriente continua, a través de un panel solar.

**Tabla 26**

*Parámetros para el cálculo de consumo de energía actual en la sala de cómputo*

<b>Tipo de Equipos</b>	<b>Cantidad de equipos</b>	<b>P. total (kW)</b>	<b>Número de horas diarias</b>	<b>Número de días</b>	<b>Número de meses//año</b>
PC LG	12	3.18	4	22	10
PC LG	1	0.268	5	22	10

*Nota.* En la tabla 26, se muestra los parámetros para realizar cuanto consumen los equipos de cómputo existentes.

Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

**Tabla 27***Consumo de energía de los equipos de la sala de cómputo actuales*

Tipo de Equipo	Costo(S//kW)	Potencia total		Costo por consumo	
		(kW/mes)	(kW//año)	(Soles//mes)	(Soles//año)
PC LG	0.806	279.84	2 798.40	225.55	2 225.50
PC LG	0.806	29.15	291.50	23.49	234.90
<b>Total</b>		<b>308.99</b>	<b>3 089.90</b>	<b>249.04</b>	<b>2 490.00</b>

*Nota.* En la tabla 27, se realizó el cálculo el consumo de energía eléctrica y el gasto económico que genera los equipos de cómputo.

**Tabla 28***Parámetros del consumo de energía del equipo propuesto*

Tipo de Equipos	Cantidad de equipos	Potencia total (kW)	Número de horas diarias	Número de días	Número de meses//año
WAWA laptop	12	0.3	4	22	10
WAWA laptop	1	0.025	5	22	10

*Nota.* En la tabla 28 se muestra los parámetros del equipo propuesto.

**Tabla 29***Consumo y facturación del equipo propuesto*

Tipo de Equipos	Costo(S//kW)	Potencia total		Costo por consumo	
		(kW/mes)	(kW//año escolar)	(Soles//mes)	(Soles//año)
WAWA laptop	0.806	26.40	264.00	21.27	212.70
WAWA laptop	0.806	2.75	27.5	2.21	22.10
<b>Total</b>		<b>29.15</b>	<b>291.50</b>	<b>23.48</b>	<b>234.80</b>

*Nota.* En la tabla 29, se muestra el consumo de los equipos de cómputo de la propuesta con un consumo de energía de 291.50 kW/año y una facturación económica de 234.80 S//año.

*Kevin Arturo Medina Quiroz*  
 Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

### 3.8.6. Evaluar la Viabilidad Económica del Plan de Mejoras

#### - Ahorro económico y energético del sistema de iluminación.

El ahorro energético de los equipos de iluminación está en función de la energía activa actual y la energía que se consumirá al realizar el cambio de equipos, ecuación 16.

$$A_{E \text{ mes}} = E_{AA} - E_{AP} \quad (16)$$

$$A_{E \text{ mes}} = \left( 390.852 \frac{kWh}{mes} \right) - \left( 231.928 \frac{kWh}{mes} \right)$$

$$A_{E \text{ mes}} = 158.924 \frac{kWh}{mes}$$

$$A_{E \text{ año}} = \left( 3\,908.52 \frac{kWh}{año} \right) - \left( 2\,319.28 \frac{kWh}{año} \right)$$

$$A_{E \text{ año}} = \mathbf{1\,589.24 \frac{kWh}{año}}$$

Como resultado se obtiene un ahorro energético de  $1\,584.24 \text{ kWh/año}$ , y un ahorro económico de  $1\,280.93 \text{ Soles/año}$

#### - Ahorro energético de los equipos de cómputo.

El ahorro energético de los equipos de cómputo está en función de la energía activa actual y la energía que se consumirá al realizar el cambio de equipos, para eso utilizamos la ecuación (16).

$$A_{E \text{ mes}} = E_{AA} - E_{AP}$$


$$A_{E \text{ mes}} = \left( 308.99 \frac{kWh}{mes} \right) - \left( 29.15 \frac{kWh}{mes} \right)$$

$$A_{E \text{ mes}} = \mathbf{279.84 \frac{kWh}{mes}}$$

$$A_{E \text{ año}} = \left( 3\,089.9 \frac{kWh}{año} \right) - \left( 291.5 \frac{kWh}{año} \right)$$

$$A_{E \text{ año}} = \mathbf{2\,798.40 \frac{kWh}{año}}$$

Como resultado se obtiene un ahorro energético de  $2\,798.40 \frac{kWh}{año}$ , y un ahorro económico de  $2\,255.51 \frac{S/}{año}$

  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

- **Resumen de ahorro económico.**

**Tabla 30**

*Resumen de ahorro económico*

<b>Descripción</b>	<b>Ahorro económico (S//año)</b>
Mejoramamiento del sistema de iluminación	1 280.93
Mejoramamiento de los equipos de computo	2 255.51
<b>Total</b>	<b>3 536.44</b>

*Nota.* En la tabla 30 se muestra el ahorro económico anual por cada propuesta de mejoramiento del sistema de iluminación con tecnología LED y Mejoramiento de los equipos de cómputo, cuyos montos ascienden a **S/ 1 280.93** y **S/ 2 255.51**, respectivamente haciendo un total de **S/ 3 536.44**

**Tabla 31**

*Presupuesto referencial de equipos y montaje mecánico*

<b>ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Sub total</b>
<b>L</b>	<b>Suministro de materiales</b>				
1.1	Soporte T5 1200mm + Tubo LED 1 x 16.5W	unid.	24	S/ 19.70	S/ 472.80
	Soporte doble T5 1500mm + Tubo LED 2 x20W	unid.	4	S/ 25.45	S/ 101.80
	Soporte doble T5 1500mm + Tubo LED 2 x26W	unid.	10	S/ 29.30	S/ 293.00
	Soporte doble T5 1500mm + Tubo LED 2 x36W	unid.	28	S/ 37.37	S/ 1 046.36
	Soporte doble T5 1500mm + Tubo LED 2 x39W	unid.	3	S/ 43.90	S/ 131.70
1.2	LEDBulbND E27 10W	unid.	2	S/ 6.95	S/ 13.90
	LEDBulbND E27 13W	unid.	4	S/ 10.39	S/ 41.56
	LEDBulbND E27 29W	unid.	4	S/ 21.49	S/ 85.96

**Kevin Arturo Medina Quiroz**  
**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**  
**C.I.P. N° 235585**

ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total
1.3	Laptop WAWA	unid.	12	S/ 950.00	S/ 11 400.00
<b>L1 Montaje electromecánico</b>					
2.1	Desmontaje de sistema de iluminación	unid.	96	S/ 4.00	S/ 384.00
2.2	Montaje del sistema de iluminación	unid.	96	S/ 6.00	S/ 576.00
2.3	Desmontaje de pc (CPU)	unid.	12	S/ 4.00	S/ 48.00
2.4	Montaje de Laptop Wawa	unid.	12	S/ 1.00	S/ 12.00
<b>Costo total</b>					<b>S/ 14 607.08</b>

*Nota.* En la tabla 31, se muestra un presupuesto de suministro de material y montaje electromecánico de equipos, obteniendo un costo total de **S/ 14 607.08**

Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585



**Tabla 32**

*Flujo de caja económica.*

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
<b>CAJA INICIAL</b>		S/ 17 032.42	-S/ 13 495.98	-S/ 9 959.54	-S/ 6 423.10	S/ 2 886.66	S/ 649.78	S/ 4 186.22	S/ 7 722.66	S/ 11 259.10	S/ 14 795.54
<b>A. INGRESOS</b>											
a. Ingresos por cambio de iluminación LED		S/ 1 280.93	S/ 1 280.93	S/ 1 280.93	S/ 1 280.93	S/ 1 280.93	S/ 1 280.93	S/ 1 280.93	S/ 1 280.93	S/ 1 280.93	S/ 1 280.93
b. Ingresos por cambio de Laptop WAWA		S/ 2 255.51	S/ 2 255.51	S/ 2 255.51	S/ 2 255.51	S/ 2 255.51	S/ 2 255.51	S/ 2 255.51	S/ 2 255.51	S/ 2 255.51	S/ 2 255.51
Total		S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 660.42
<b>B. EGRESOS</b>											
2.1 Equipamiento											
a. Casco	S/ 15.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
b. Lentes	S/ 8.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
c. Guantes dieléctricos	S/ 12.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
d. Zapatos dieléctricos	S/ 80.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
e. Útiles de escritorio	S/ 10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
f. Internet	S/ 50.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.2 Compra de suministros y montaje y desmontaje mecánico de equipos	S/ 14 607.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.3 Recursos Humanos											
a. Asesoría	S/ 1 000.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
b. Tesistas	S/ 500.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
c. Asistente técnico	S/ 250.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.3 Gastos administrativos											
a. Depreciación y otros valores	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/
	16 532.08	3 536.44	3 536.44	3 536.44	3 536.44	3 536.44	3 536.44	3 536.44	3 536.44	3 536.44	3 536.44
<b>III. SALDO ECONOMICO</b>	<b>S/</b>	<b>S/</b>	<b>S/</b>	<b>S/</b>	<b>S/</b>	<b>S/</b>	<b>S/</b>	<b>S/</b>	<b>S/</b>	<b>S/</b>	<b>S/</b>
	<b>16 532.08</b>	<b>3 536.44</b>	<b>3 536.44</b>	<b>3 536.44</b>	<b>3 536.44</b>	<b>3 536.44</b>	<b>3 536.44</b>	<b>3 536.44</b>	<b>3 536.44</b>	<b>3 536.44</b>	<b>3 536.44</b>
a. Imprevistos	S/ 500.34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>IV. AMORTIZACIÓN Y DEUDA</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>V. SALDO NETO</b>	-S/	-S/	-S/	-S/	-S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/
	17 032.42	13 495.98	9 959.54	6 423.10	2 886.66	649.78	4 186.22	7 722.66	11 259.10	14 795.54	18 331.98
saldo acumulado	-S/	-S/	-S/	-S/	-S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/
	<b>17 032.42</b>	<b>13 495.98</b>	<b>9 959.54</b>	<b>6 423.10</b>	<b>2 886.66</b>	<b>649.78</b>	<b>4 186.22</b>	<b>7 722.66</b>	<b>11 259.10</b>	<b>14 795.54</b>	<b>18 331.98</b>

Fuente: Autoría propia.

- **Valor actual neto (VAN).**

Según Guevara Burgos (2018), el VAN es el valor actual que tendrían los flujos de efectivo a partir de una inversión, es decir es la diferencia de los ingresos entre los egresos periódicos. Se calculó mediante la ecuación (17)

$$VAN = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{Fc_i}{(1+TD)^i} \quad (17)$$

Donde:

$I_0$  : Inversión o capital inicial.

$Fc_i$ : Flujo de caja en el año 1.

TD: Tasa de descuento.

n: Número de periodos.

Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

**Tabla 33**

*Valor actual neto*

	año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Flujo neto de caja		S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44
Tasa de descuento		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flujos actualizados		S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44
Inversión inicial (-)	-S/ 17 032.42										
<b>VAN</b>											<b>S/ 18 331.98</b>

**- Tasa interna de retorno (TIR).**

Según Guevara Burgos (2018), afirma que el TIR es aquella tasa de descuento que iguala el valor presente de los ingresos del proyecto con el que presentan los egresos. Para determinar la tasa interna de retorno, el VAN se igualó a cero, mediante la ecuación 18.

$$0 = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{Fc_i}{(1 + TD)^i} \quad (18)$$

**Tabla 34**

*Tasa interna de retorno*

Inversión	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
-S/ 17 032.42	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44	S/ 3 536.44
<b>TIR</b>		<b>16%</b>								

Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

- **Tiempo de recuperación de la inversión.**

Canales S. (2015) para encontrar el periodo recuperación con flujos de ingresos anuales uniforme. Consistió en dividir el valor de la inversión inicial entre el flujo de ingreso anual, según la ecuación 19.

$$TR = \frac{I}{F} \quad (19)$$

Donde:

TR: Tiempo de recuperación (años).

I: Inversión inicial (S/).

F: Flujo de caja (S/).

$$TR = \frac{17\ 032.42}{3\ 536.44}$$

**TR = 4 años y 58 días.**



  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

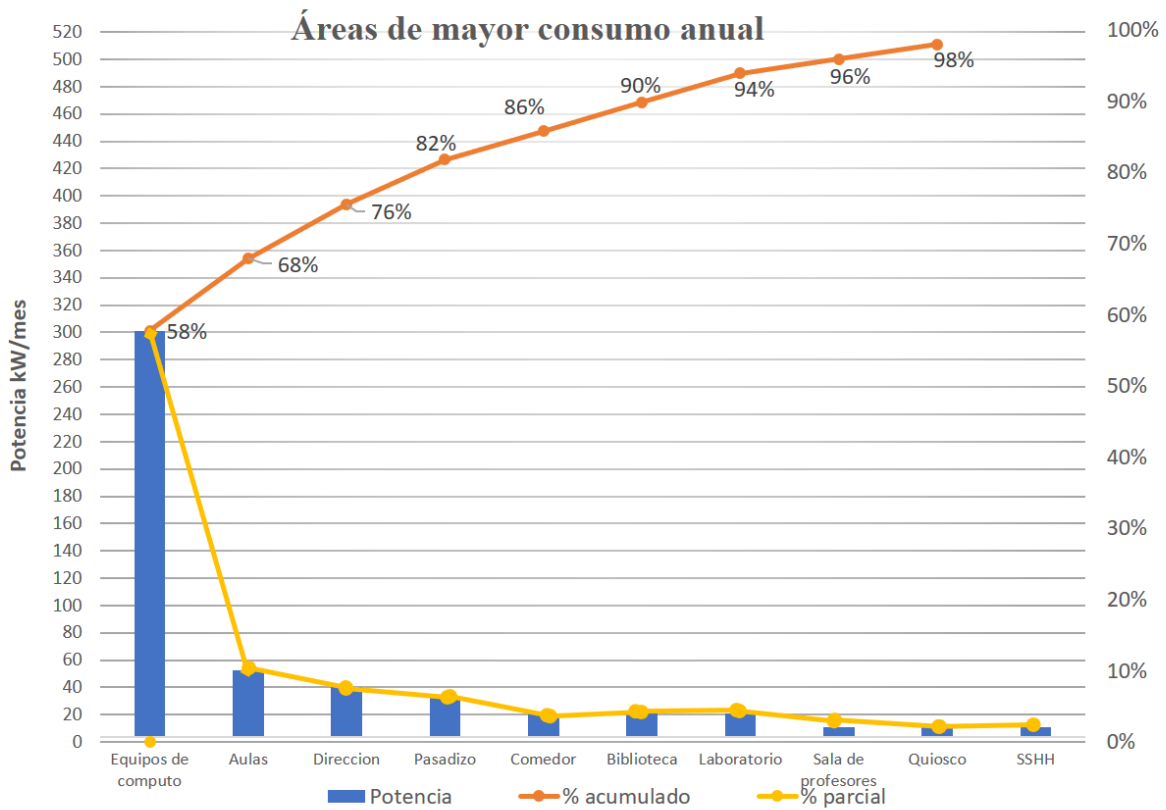
## IV. RESULTADOS

### 4.1. Elaboración de un Inventario Energético de los Equipos Eléctricos Instalados

Con los valores obtenidos en la tabla 1 y a través de la figura 21, podemos afirmar que el área donde consume mayor energía es el aula de cómputo que representa el 58% de la potencia total consumida.

**Figura 21**

*Demanda máxima actual por área*



Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

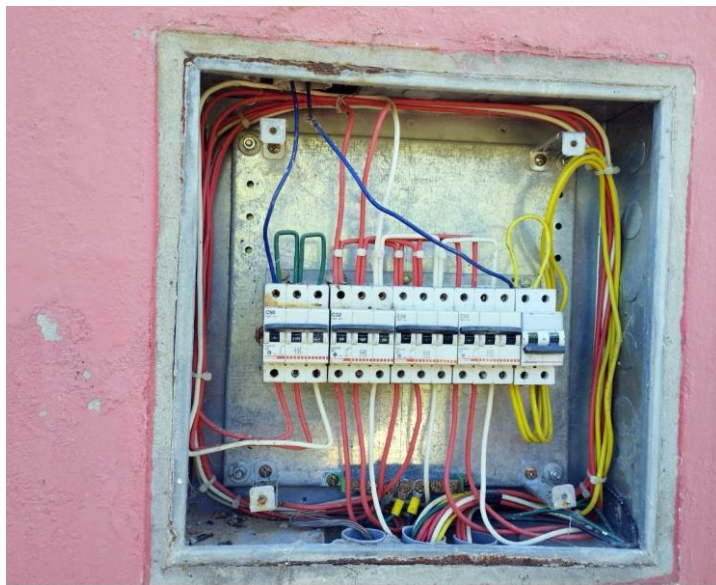
#### 4.2. Determinación del Estado Actual de las Instalaciones Eléctricas de la institución educativa José Olaya

Se realizó la evaluación del estado de las instalaciones eléctricas de la institución educativa, lo cual se reveló las siguientes deficiencias.

- Tableros eléctricos están en mal estado técnico por falta de mantenimientos periódicos.

##### **Figura 22**

*Tablero eléctrico general en mal estado*



- Los conductores eléctricos no están dimensionados con respecto a sus protecciones contra sobrecargas y cortocircuito, tomacorriente e interruptores se encuentra en mal estado

Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

**Figura 23**

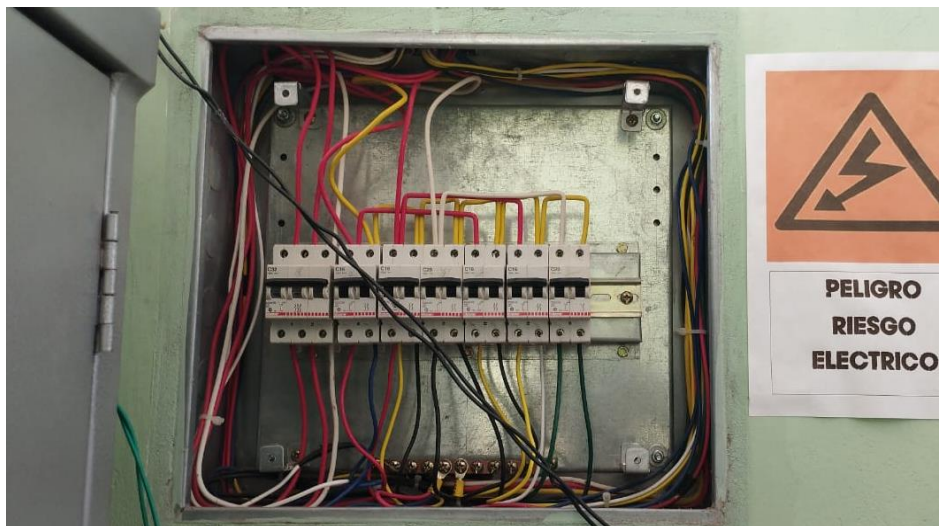
*Interruptor en mal estado*



- Tablero de distribución no cuenta con interruptores diferenciales.

**Figura 24**

*Tablero de distribución sin interruptor diferencial*

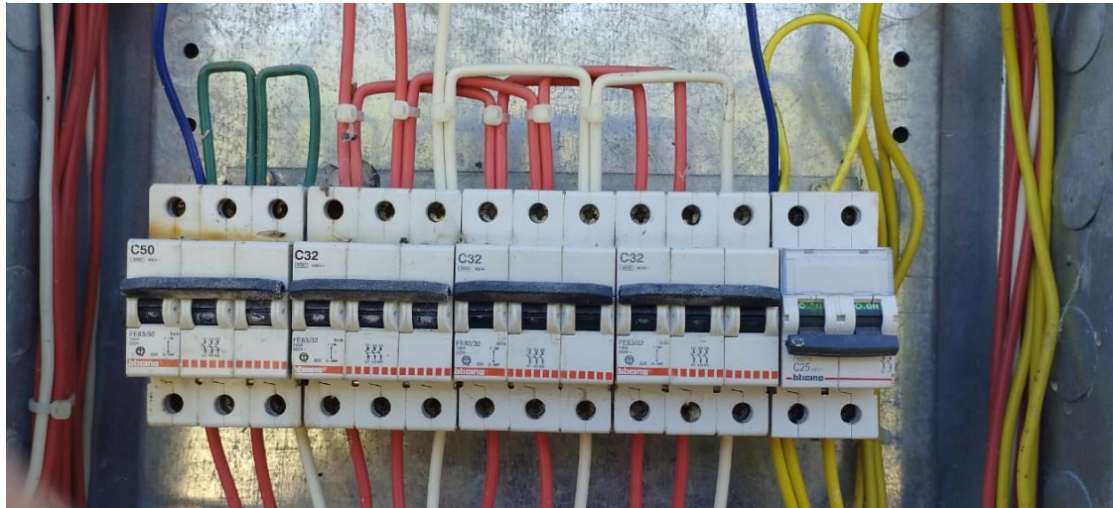


*Kevin Medina Quiroz*  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

- Los equipos de protección eléctrica no son los adecuados, debido a que están sobredimensionados y no son acorde para el sistema eléctrico de la institución educativa.

**Figura 25**

*Tablero General con interruptores térmicos trifásicos*



- En la puesta tierra donde se realizó la medición con el Telurómetro UNI-T (UT522), se obtuvo como resultado una resistencia de 33.00  $\Omega$ , se sugiere realizar el mantenimiento respectivo para disminuir la resistividad a un valor menor de 25 $\Omega$ , establecido en el CNE-utilización sección 060-712.

**Figura 26**

*Medida de resistividad del puesta a tierra*



Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585



- Al inspeccionar el sistema de iluminación se encontró que existen dos tecnologías de iluminación: Focos ahorradores y fluorescentes, de las cuales algunas lámparas están en mal estado.

**Figura 27**

*Iluminación con tubo fluorescente y foco ahorrador*



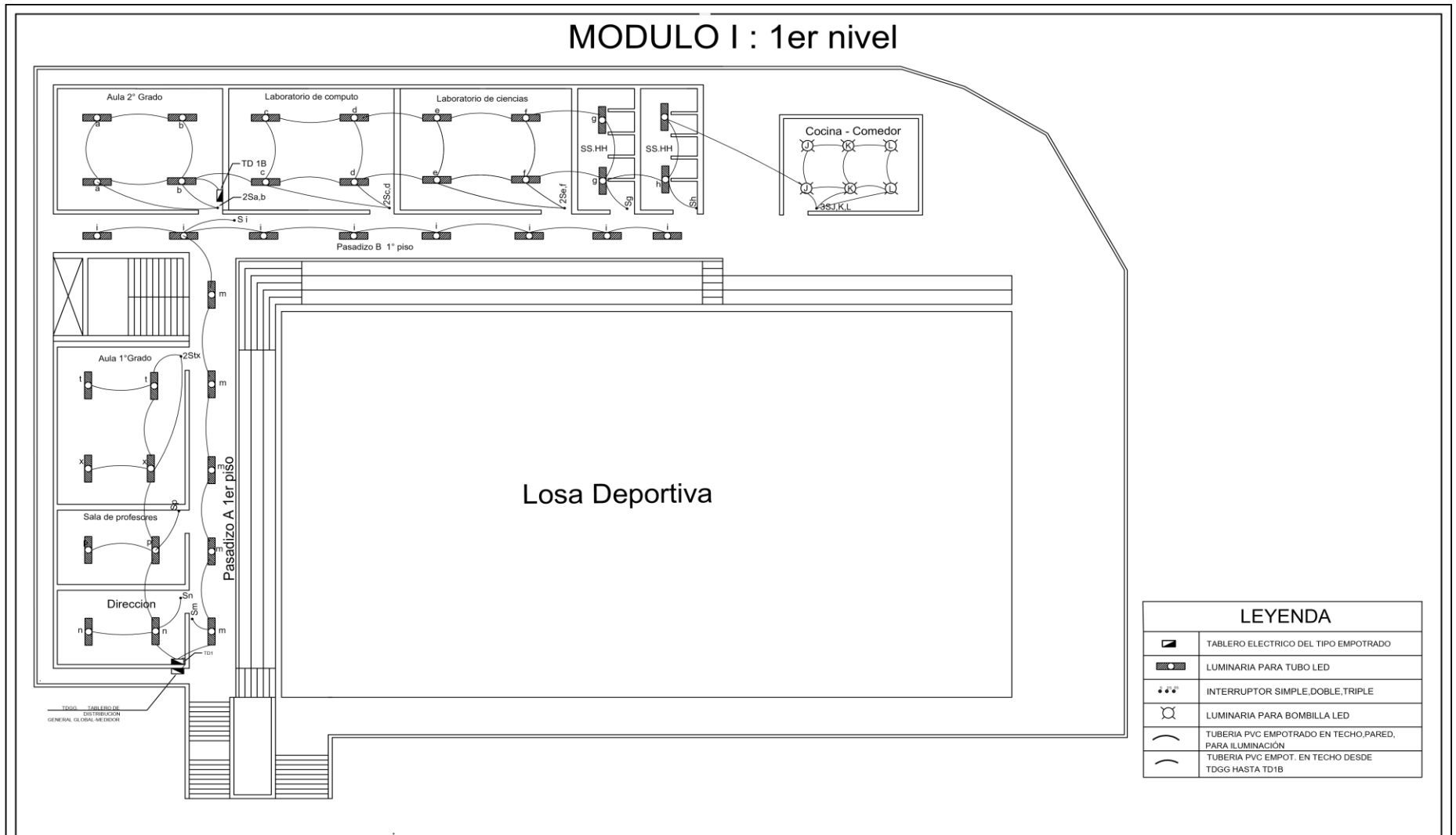
### 4.3. Proponer un Plan de Mejoras

La I.E. José Olaya en la actualidad no cuenta con los planos eléctricos, por ello se está planteando el rediseño del sistema eléctrico detallados en las figuras 30,31,32.

#### 4.3.1. Planos eléctricos de la I.E.S. JOSÉ OLAYA

Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

**Figura 28**  
*Plano eléctrico del primer piso*



LEYENDA	
	TABLERO ELECTRICO DEL TIPO EMPOTRADO
	LUMINARIA PARA TUBO LED
	INTERRUPTOR SIMPLE, DOBLE, TRIPLE
	LUMINARIA PARA BOMBILLA LED
	TUBERIA PVC EMPOTRADO EN TECHO, PARED, PARA ILUMINACION
	TUBERIA PVC EMPOT. EN TECHO DESDE TDGG HASTA TD1B



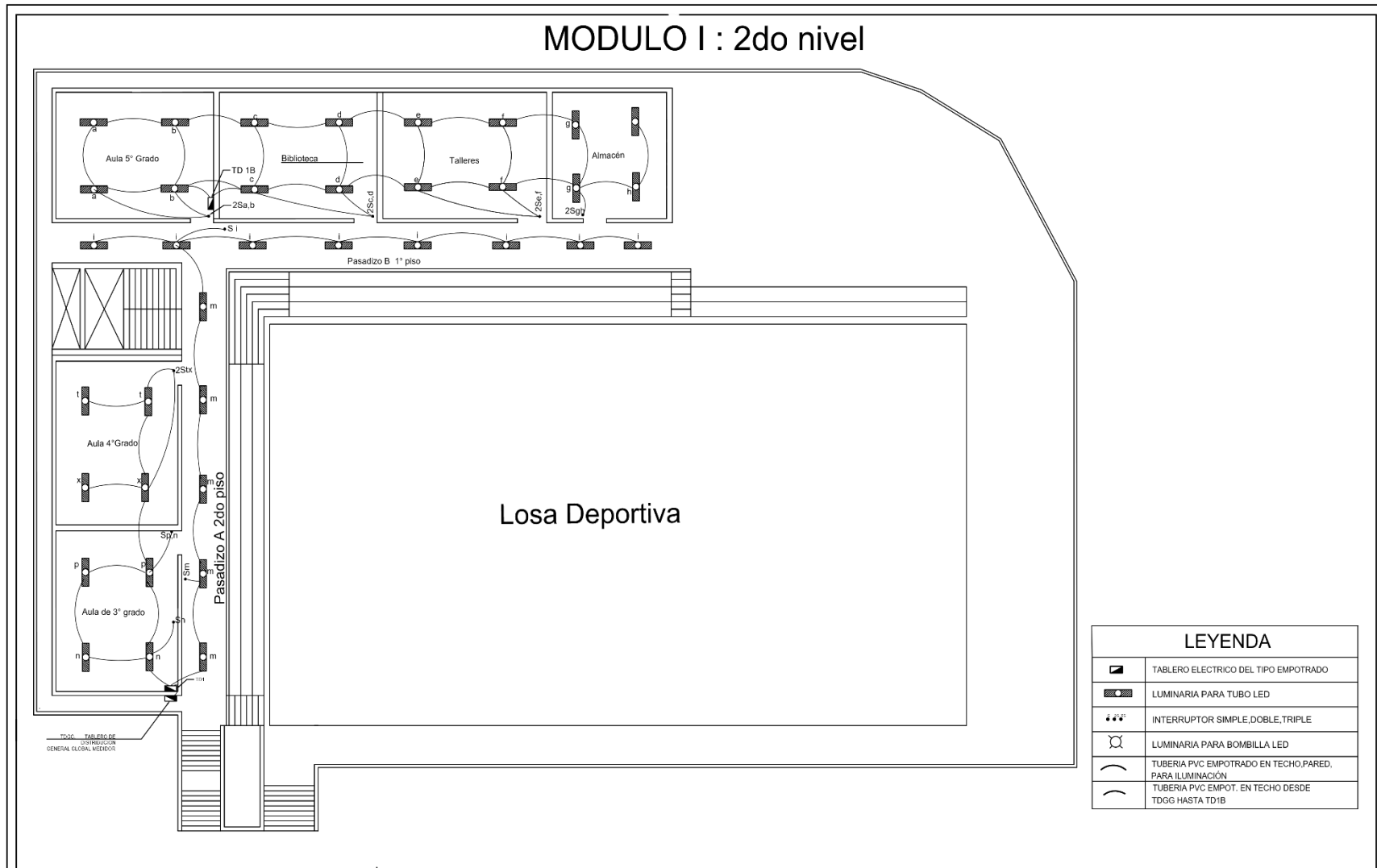
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

NOMBRE DE TESIS	UBICACIÓN	TESISTAS	DESCRIPCIÓN DEL PLANO	ESCALA	LAMINA
EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA L.E.S.M. JOSÉ OLAYA, DISTRITO DE PIMPINGOS-CAJAMARCA	LUGAR : CASA BLANCA DISTRITO : PIMPINGOS PROVINCIA : CUTERVO REGIÓN : CAJAMARCA	Bach. CORONEL DAVILA HILTON Bach. SAUCEDO SEGOVIA KLEINER ESMIT	PLANO DE ILUMINACIÓN MODULO I - 1ER PISO	INDICADA FECHA 25/11/2021	<b>IE-01</b>

**Kevin Arturo Medina Quiroz**  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

**Figura 29**

*Plano eléctrico segundo piso*

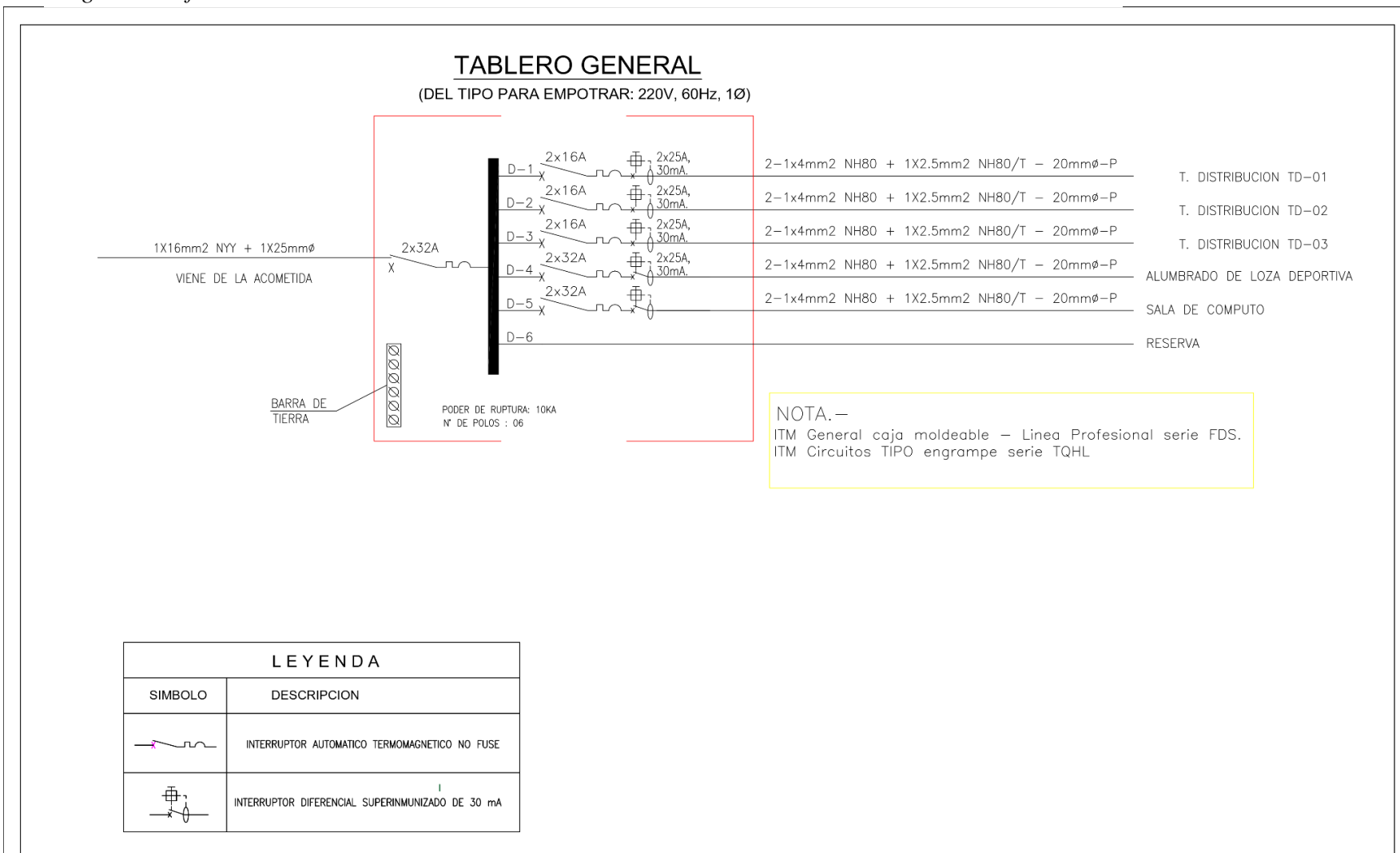


<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN</b> FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA</p>	<b>NOMBRE DE TESIS</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>TESISTAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PLANO</b>	<b>ESCALA</b>	<b>LAMINA</b>  <b>IE-02</b>
	EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA I.E.S.M. JOSÉ OLAYA, DISTRITO DE PIMPINGOS-CAJAMARCA	LUGAR : CASA BLANCA	Bach. CORONEL DAVILA HILTON	PLANO DE ILUMINACIÓN MODULO I - 2DO PISO	INDICADA	
		DISTRITO : PIMPINGOS	Bach. SAUCEDO SEGOVIA KLEINER ESMIT		FECHA	
		PROVINCIA : CUTERVO			25/11/2021	
		REGIÓN : CAJAMARCA				

Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

**Figura 30**

*Diagrama unifilar del tablero de distribución eléctrica*



<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN</b> FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA</p>	<b>NOMBRE DE TESIS</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>TESISTAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PLANO</b>	<b>ESCALA</b>	<b>LAMINA</b>
	EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA LE.S.M. JOSÉ OLAYA, DISTRITO DE PIMPINGOS-CAJAMARCA	LUGAR : CASA BLANCA	Bach. CORONEL DAVILA HILTON Bach. SAUCEDO SEGOVIA KLEINER ESMIT	DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ OLAYA	INDICADA	<b>IE-03</b>
		DISTRITO : PIMPINGOS			FECHA	
		PROVINCIA : CUTERVO			25/11/2021	
		REGIÓN : CAJAMARCA				

Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

### 4.3.2. Resumen del Diseño de Iluminación con Tecnología LED Mediante el Software

DIALux.

DIALux

I.E.S.M JOSÉ OLAYA PIMPINGOS - CUTERVO

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

#### Objetos de cálculo

Planos útiles Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	Emín	Emáx	Uo	Índice
Plano útil (DIRECCION) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	510 lx (≥ 500 lx) ✓	351.9 lx	533.9 lx	0.69	WP1
Plano útil (SALA DE PROFESORES) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	341 lx (≥ 300 lx) ✓	306.9 lx	349.65 lx	0.90	WP2
Plano útil (AULA N° 01) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	554 lx (≥ 500 lx) ✓	493.06 lx	578.5 lx	0.89	WP3
Plano útil (ESCALERA) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	158 lx (≥ 150 lx) ✓	129.56 lx	166.8 lx	0.82	WP4
Plano útil (AULA N° 02) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	554 lx (≥ 500 lx) ✓	493.06 lx	578.5 lx	0.89	WP5
Plano útil (SALA DE COMPUTO) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	309 lx (≥ 300 lx) ✓	262.65 lx	316.45 lx	0.85	WP6
Plano útil (LABORATORIO) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	554 lx (≥ 500 lx) ✓	493.06 lx	578.5 lx	0.89	WP7
Plano útil (PASILLO 1.2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	106 lx (≥ 100 lx) ✓	89.04 lx	123.3 lx	0.84	WP8

Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

Plano útil (PASILLO 1.1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	106 lx (≥ 100 lx) ✓	91.16 lx	158.47 lx	0.86	WP9
Plano útil (SS HH MUJERES) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	305 lx (≥ 300 lx) ✓	265.35 lx	345.54 lx	0.87	WP10
Plano útil (SS HH VARONES) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	305 lx (≥ 300 lx) ✓	265.35 lx	345.54 lx	0.87	WP11
Plano útil (QUIOSCO) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	163 lx (≥ 150 lx) ✓	128.77 lx	525.8 lx	0.79	WP7
Plano útil (COMEDOR) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	315 lx (≥ 300 lx) ✓	280.35 lx	382 lx	0.89	WP10

**Kevin Arturo Medina Quiroz**  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585


I.E.S.M JOSÉ OLAYA PIMPINGOS - CUTERVO

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 (Escena de luz 1)

## Objetos de cálculo

### Planos útiles

Propiedades	Ē (Nominal)	Emín	Emáx	Uo	Índice
Plano útil (TALLER N°01)	341 lx	306.9 lx	350 lx	0.90	WP1
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	(≥ 300 lx)				
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✓				
Plano útil (TALLER N°02)	341 lx	306.9 lx	350 lx	0.90	WP2
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	(≥ 300 lx)				
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✓				
Plano útil (AULA N° 03)	554 lx	493.06 lx	578.5 lx	0.89	WP3
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	(≥ 500 lx)				
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✓				
Plano útil (AULA N° 04)	554 lx	493.06 lx	578.5 lx	0.89	WP5
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	(≥ 500 lx)				
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✓				
Plano útil (AULA N° 05)	554 lx	493.06 lx	578.5 lx	0.89	WP6
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	(≥ 500 lx)				
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✓				
Plano útil (BIBLIOTECA)	554 lx	493.06 lx	578.5 lx	0.89	WP7
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	(≥ 500 lx)				
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✓				
Plano útil (ALMACEN)	123 lx	82.41 lx	130 lx	0.67	WP7
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	(≥ 100 lx)				
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✓				

  
**Kevin Arturo Medina Quiroz**  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

Plano útil (PASILLO 2.2)	109 lx	98.1 lx	118 lx	0.90	WP8
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	( $\geq 100$ lx)				
Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	✓				
Plano útil (PASILLO 2.1)	118 lx	101.48 lx	135 lx	0.86	WP9
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	( $\geq 100$ lx)				
Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	✓				

### 4.3.3. Comparación del Método Lúmenes y el Software DIALux.

**Tabla 35**

*Comparación de resultados método de Lúmenes y el software Dialux*

Áreas	DIALux ( $E_m$ )	METODO LUMENES
		( $E_m$ )
Dirección	510	507.01
Sala de computo	309	305.26
Sala de profesores	341	336.62
Laboratorio	554	551.44
Aulas de clase	554	551.44
Talleres	341	336.62
Comedor	315	311.28
Biblioteca	554	551.44
Servicios higiénicos	305	301.22
Almacén	123	118.39
Pasillo 1 – 1	106	102.87
Pasillo 2 – 1	118	113.78
Pasillo 1 – 2	106	102.87
Pasillo 2 – 2	109	105.68
Escalera	158	154.92
Quiosco	163	159.50

Nota. La tabla 35 muestra los resultados de iluminación con los equipos propuestos, calculados con el método de lúmenes y por el software DIALux.

Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585



#### 4.3.4. Resumen del ahorro energético del sistema de iluminación utilizando tecnología led.

**Tabla 36**

*Ahorro energético del sistema de iluminación utilizando lámparas led*

Descripción	kW/ mes	Ahorro energético (kW/mes)	Ahorro energético ( % )
Sistema de iluminación existente	390.85	0	0%
Sistema de iluminación propuesto	231.92	158.93	41%

#### 4.3.5. Resumen del Ahorro Energético por Cambio de Ordenadores.

Las características y especificaciones del equipo propuesto se encuentran en el anexo 2.

**Tabla 37**

*Ahorro energético por cambio de ordenadores*

	Equipos de Computo	
	Equipo actual	Equipo Propuesto
Consumo (kW / año)	3 089.9	291.5
Total (S// año)	2 490.46	234.95
<b>Disminución del consumo</b>	<b>----</b>	<b>90.57%</b>

*Fuente:* Autoría propia.

*Nota:* Con el plan de acción propuesto el consumo de energía eléctrica en las computadoras se reduce en un 90.57%, debido a que los equipos propuestos son más eficientes y se pueden alimentar indistintamente con energía de la red y energía solar.

### 4.4. Diseño del Sistema Iluminación y Protección Eléctrica de la Losa Deportiva

#### 4.4.1. Diseño del Sistema de Iluminación de la Losa Deportiva

Se diseñó el sistema de iluminación del campo deportivo con software DIALux, ello permitió la selección, determinación del número de luminarias y su distribución bajo los parámetros establecidos por la Norma (DGE 017-AI-1982).

Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

- **Ubicación de los postes.**

Se ubicarán 6 postes, para una mejor repartición de las luminarias.

Distancia entre los postes serán de 12m

Distancia de la esquina del campo al poste será de 4m.

- **Altura de montaje.**

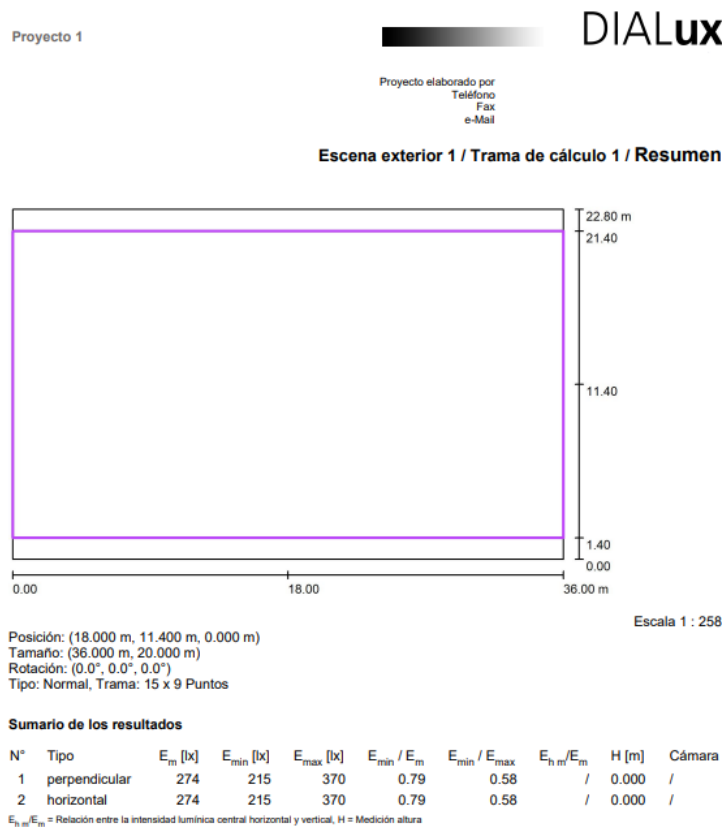
La altura de montaje será de 6 m.

- **Resultado del diseño en Dialux.**

La ubicación de las luminarias permitió obtener las curvas de nivel y la simulación con colores falsos fotorrealistas de la iluminación de la losa deportiva obteniendo una iluminación media ( $E_m = 274 \text{ Lux}$ ) y una uniformidad de  $U_0 = 0.790$  como se muestran en las siguientes figuras.

**Figura 31**

*Resumen del cálculo de iluminación de la losa deportiva*

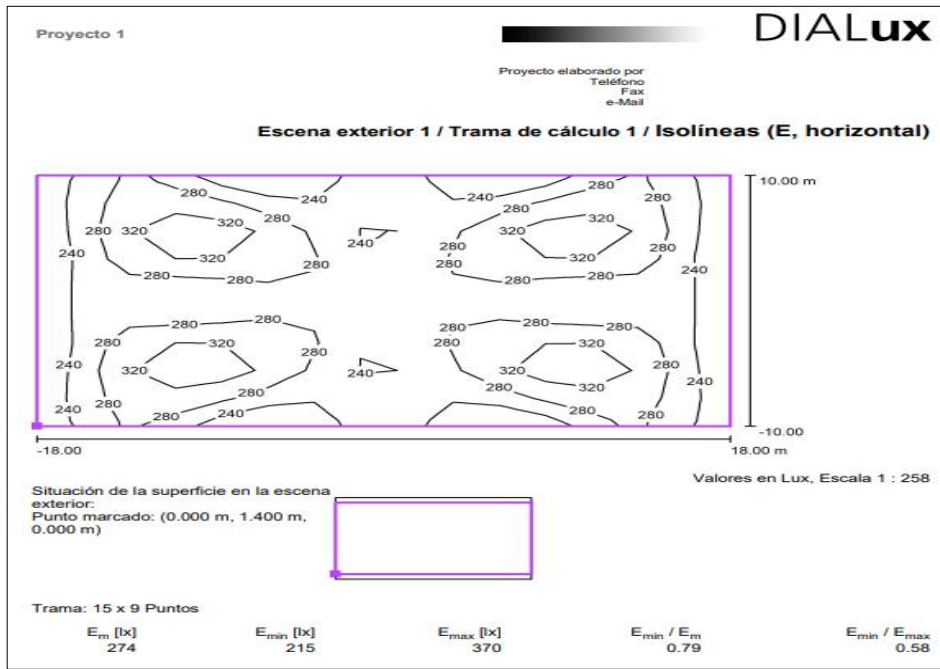


Fuente: Autoría propia, Data: software DIALux

**Kevin Arturo Medina Quiroz**  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

**Figura 32**

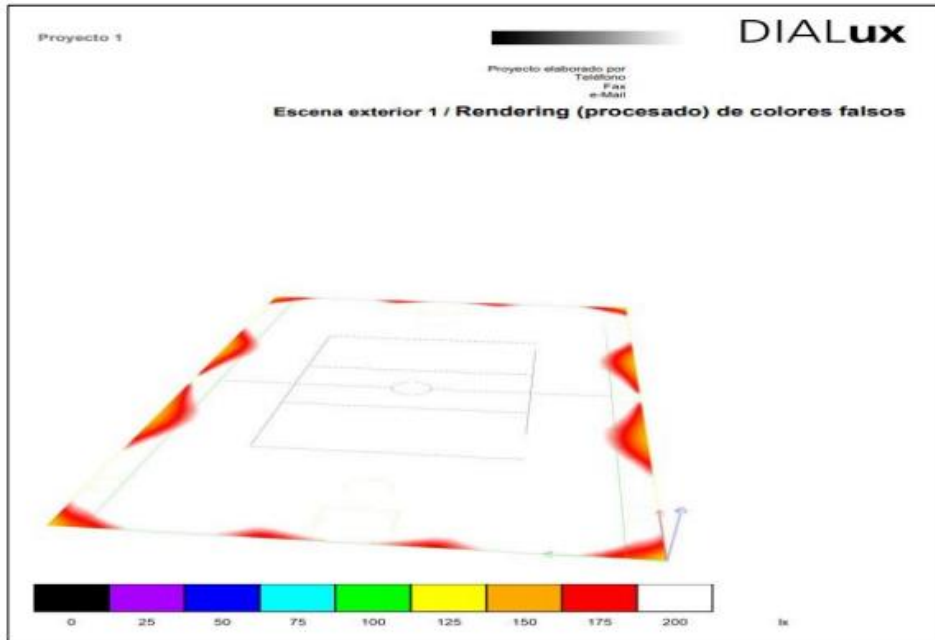
*Curva de niveles de iluminación (Isolneas) de la losa deportiva*



Fuente: Autoría propia, Data: software DIALux

**Figura 33**

*Representación de la iluminación de la losa deportiva con colores falsos*



Fuente: Autoría propia, Data: software DIALux

Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

#### 4.1.2 Diseño del Sistema de Protección.

La losa deportiva contará con 4 circuitos independientes, los interruptores termomagnéticos y diferencial se seleccionaron teniendo en cuenta la corriente de diseño y corriente de trabajo del conductor, respetando lo establecido en CNE.

La tubería PVC 20mm se propone de acuerdo a lo establecido en el CNE (anexo 3).


**Tabla 38**

*Equipos de protección Eléctrica*

Circuitos	Potencia Total $P_T$	Potencia Aparente $S$	Factor De Potencia $\cos\phi$	Corriente De Diseño $I_D$	Calibre Del Cable THW-90	Interruptor termico
C1	770 W	770 VA	1	4.375 A	4 mm <sup>2</sup>	16A
C2	770 W	770 VA	1	4.375 A	4 mm <sup>2</sup>	16A
C3	758 W	761.2 VA	1	4.325 A	4 mm <sup>2</sup>	16 A
C4	758 W	761.2 VA	1	4.325 A	4 mm <sup>2</sup>	16 A
Todos Encendidos	3056 W	3608 VA	1	18.00 A	4 mm <sup>2</sup>	25 A

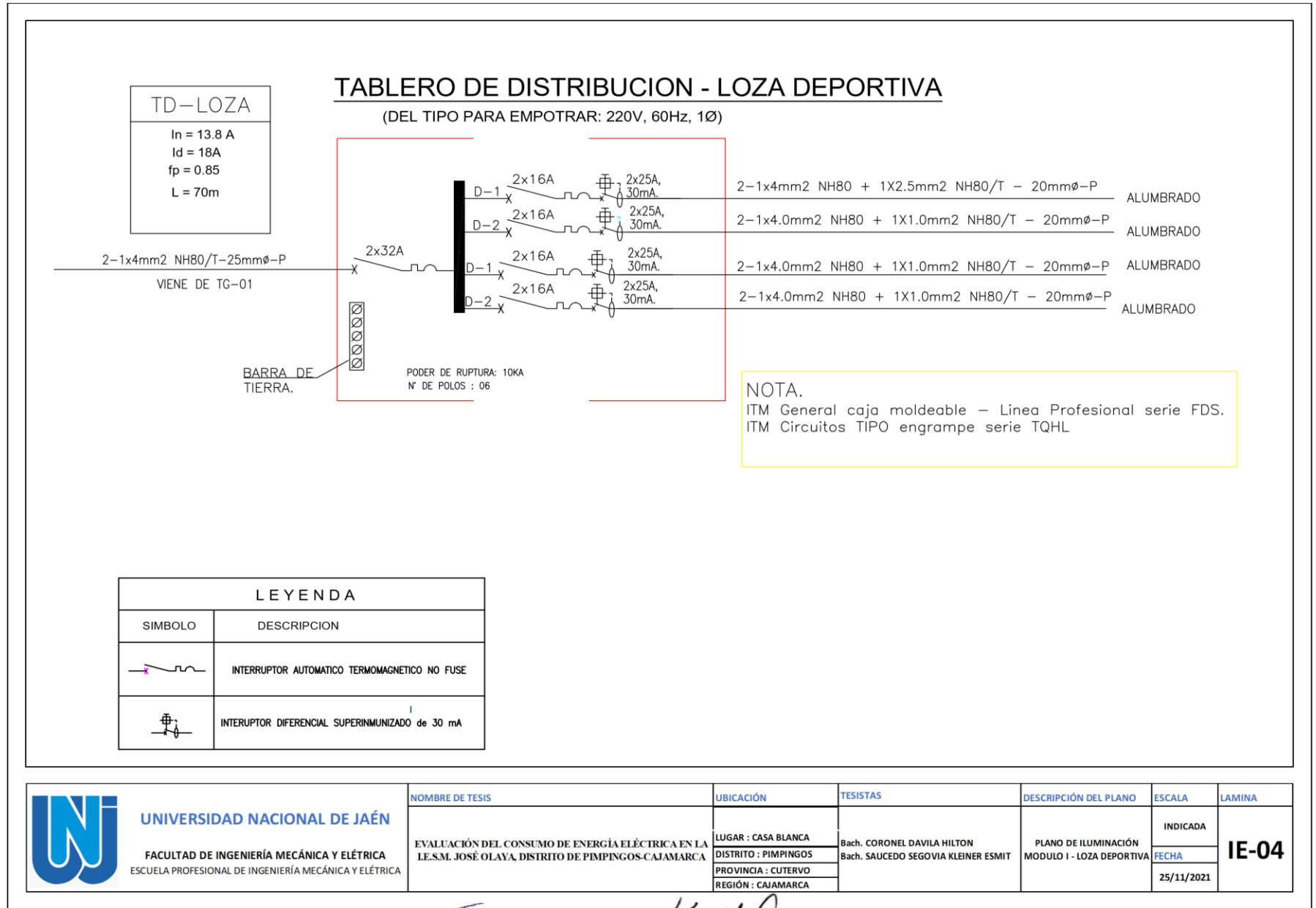
*Fuente:* autoría propia.

*Nota.* En la tabla 38 indica todos los interruptores térmicos que se deben utilizar para proteger la iluminación de la losa deportiva, el interruptor diferencial será de **25 A**.

  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

**Figura 34**

*Diagrama Unifilar del sistema de protección eléctrica de losa deportiva*



Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

**Figura 35**

*Vista en 3D de la losa deportiva iluminada*



*Fuente:* autoria propia.

*Nota.* En la figura 35 se muestra la representación de la losa deportiva iluminada.

Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

## 4.5. Análisis de la Viabilidad Económica

### 4.5.1. Ahorro Económico y Energético de la Institución


El ahorro energético está dado por la diferencia de la energía activa actual y la energía activa del sistema propuesto. La tabla 39 representa el ahorro energético y económico del sistema.

**Tabla 39**

*Ahorro económico y energético de la institución educativa*

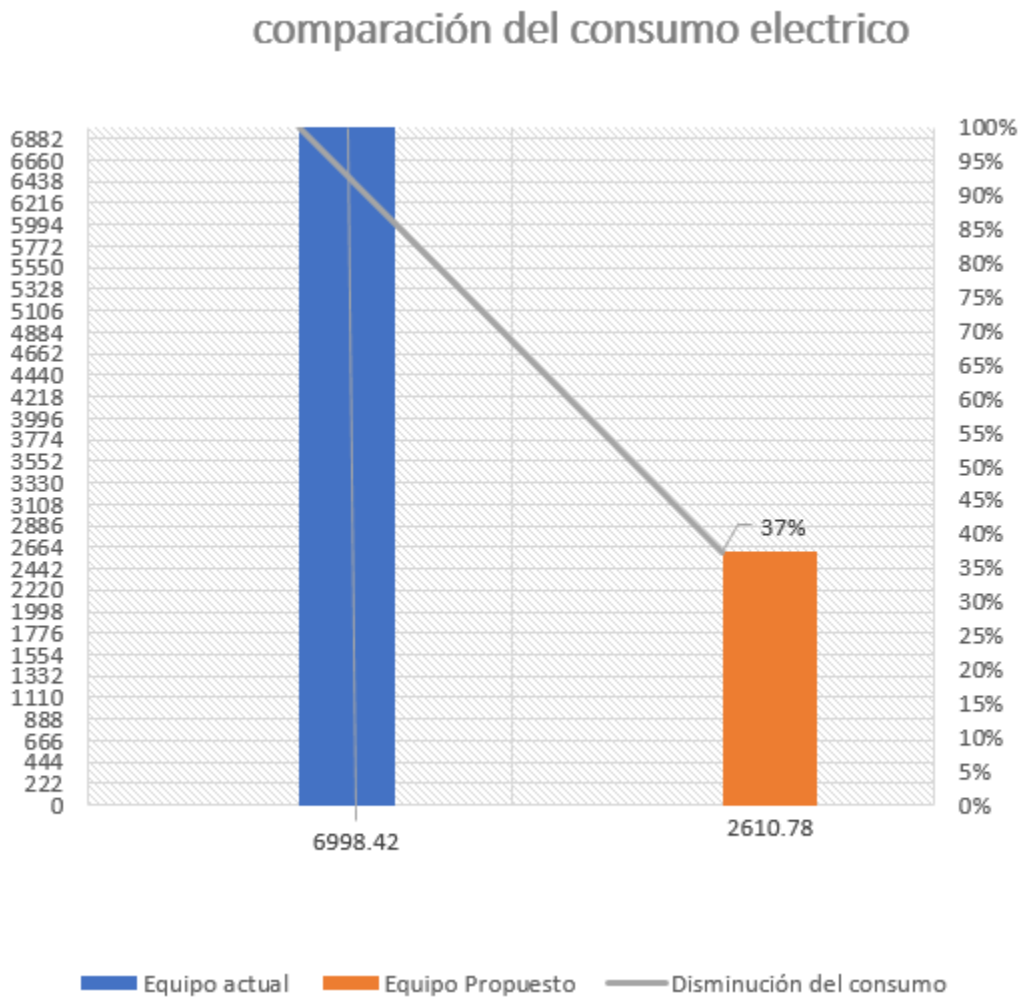
	Sistema actual		Sistema propuesto	
	Iluminación	Equipos de computo	Iluminación	Equipos de computo
Consumo energético (kW/año escolar)	3 908.52	3 089.90	2 319.28	291.50
<b>Consumo total (kW/año escolar)</b>		<b>6 998.42</b>		<b>2 610.78</b>
<b>Costo total (Soles//año escolar)</b>		<b>5 640.73</b>		<b>2 104.29</b>
Ahorro energético (kW/año escolar)		----		4 387.64
Ahorro económico (S//año escolar)		----		3 536.44
<b>Porcentaje de ahorro económico</b>		----		<b>63%</b>

*Nota.* En función a la tabla 39, afirmamos que la propuesta genera un ahorro del 63% de consumo energético y económico.

  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

**Figura 36**

*Comparación del consumo de energía eléctrica del sistema actual y propuesto*



*Nota.* La figura 37, representa el consumo de electricidad a partir de la implementación de las mejoras con nuevas tecnologías en el sistema de iluminación y de cómputo lo cual implica un ahorro en el consumo del 63%, lo que refuerza la validez de las propuestas para el logro de una mejor eficiencia energética.

Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585



#### 4.5.2. Resumen de la Vialidad Económica del Proyecto


**Tabla 40**

*Resumen del análisis económico*

<b>Descripción</b>	<b>valor</b>
Inversión	S/ 17 032.42
Flujo de caja	S/ 3 536.44
Valor actual neto	S/ 18 331.98
Tasa interna de retorno	16%
Tiempo de recuperación	4.81 años

*Nota.* En la tabla 41, se tiene un resumen del análisis económico, los cuales se describen una inversión de **S/ 17 032.42** para cubrir gastos compra de suministros, montaje mecánico de equipos, servicios, recursos humanos e imprevistos. Como flujo de caja o ingreso por año se obtuvo **S/ 3 536.44**. Los resultados del VAN son de **S/ 18 331.98**, la tasa interna de retorno TIR de **16 %** y el tiempo de recuperación de la inversión es de **4 años 9 meses 26 días**.



  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

## V. DISCUSIÓN

En el presente estudio de investigación, tiene la finalidad de evaluar la optimización energética de la institución educativa José Olaya, distrito de Pimpingos, Cajamarca. Se logró describir y determinar alternativas viables para mejorar la eficiencia del sistema eléctrico monofásico. Se elaboró un inventario energético de los diferentes ambientes de la institución educativa dentro del cual se determinaron la cantidad de equipos, la potencia y el tiempo de trabajo que nos permitirá realizar la evaluación. Se realizó una inspección técnica utilizando instrumentos de medición, los datos recogidos fueron evaluados mediante el software Excel y DIALux con la finalidad de obtener resultados que permitan realizar las mejoras correspondientes en la institución educativa José Olaya.

Al elaborar el inventario energético se determinó las áreas que representan el mayor consumo son la sala de cómputo con un consumo de 301.14 kW/mes y las aulas de clase con un consumo de 105.60 kW/mes, representando el 68% del consumo total de energía mostrado en la tabla 1 y figura 21, fue posible demostrar mediante cálculos estadísticos. Estos datos se corroboran con la investigación de Cruzado V. y Lucero R. (2021) donde realizaron un inventario de los equipos energéticos de mayor consumo, concluyendo que el sistema de Refrigeración consume 8.5 kW representando un 70 % del consumo total, el sistema de cómputo consume 2.6 kW representa el 21% y sistema de iluminación 1.1 kW que representa el 9%.


De acuerdo a la evaluación realizada se determinó que los equipos de protección de los tableros eléctricos poseen un incorrecto dimensionamiento como se muestra en la figuras 22,24 y 25; también se evaluó el sistema de iluminación existente (tubos fluorescentes, focos ahorradores) y se determinó cambiar por tecnología led, obteniendo una mejor iluminación y un bajo consumo energético de 158.93 kW/mes, representando un 41% de ahorro energético, mostrado en la tabla 24, estos datos concuerdan con lo realizado en la tesis de investigación de Neto D. & Zatta D. (2018), comprobando que el sistema de iluminación existente de los ambientes del laboratorio de ingeniería electrónica consume una potencia 16.152,12 W y

  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

utilizando la tecnología LED se consumiría una potencia de 4800 W, obteniendo un ahorro de energía del 29.71%.

De la **evaluación del consumo de energía eléctrica en la I.E. José Olaya, distrito de Pimpingos-Cajamarca**, el centro de cómputo consume 3 089.9 kW/año y un costo de 2 490.40 soles/año; con el cambio de ordenadores convencionales por equipos híbridos (alimentación a través de paneles solares y red eléctrica alterna) se estima un ahorro energético del 90.5%. Análogo a nuestra investigación que busca oportunidades de ahorro energético y económico con finalidad de optimizar el sistema eléctrico, es el trabajo de tesis de Parrales V. & Sanchez C. (2018 - 2019), donde se encontró que el centro de cómputo de la FIEC tiene un consumo eléctrico diario de aproximadamente 300.54kWh diarios y una tarifa eléctrica de \$8,798.93 anuales. En caso de darse la implementación del SFV para abastecer a la carga se puede llegar a ahorrar más de \$30 890.00 en gastos de electricidad.

La evaluación económica de la investigación se obtuvo un ahorro energético de 4 387.64 kW/año con una inversión de S/ 17 032.42, un ahorro anual de S/ 3 536.44, un retorno de inversión a los 4 años y 58 días, con un VAN de S/ 18 331.98 y un TIR del 16%, estos resultados tienen concordancia con lo investigado por Sempértegui & Sánchez (2021), teniendo 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 para la propuesta; obteniendo un VAN de S/ 29 4441.75 y un TIR de 22%.




Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 6.1. Conclusiones

- El inventario energético de los equipos eléctricos en la Institución Educativa José Olaya arrojó que el mayor consumo se encuentra en la sala de cómputo y las aulas representando el 68% del total.
- Se evaluó el estado actual del sistema eléctrico en la institución educativa José Olaya, determinando que los equipos eléctricos se encuentran en mal estado por falta de mantenimiento, sus sistemas no son los adecuados, sus equipos ofrecen poca eficiencia ya son de generación antigua.
- Se rediseño del sistema eléctrico de acuerdo a las normas del CNE, se propuso cambiar su tecnología de iluminación convencional a tecnología led y sustituir las computadoras actuales a laptops de generación actual.
- Se realizó el diseño del sistema de iluminación y protección eléctrica de la losa deportiva con el software AutoCAD y DIALux, cumpliendo las normas del CNE.
- La evaluación económica del proyecto es viable. La ejecución de la propuesta tiene una inversión inicial de S/ 17 032.42, corresponden a gastos del proyecto S/2 250.34 y S/ 14 782.08 a equipamiento, a partir de lo cual el tiempo de recuperación de la inversión es de 4 años y 58 días, con una tasa del 16 %.




  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

## 6.2. Recomendaciones

- Implementar las propuestas de mejoras de la I.E. José Olaya determinadas en la investigación.
- Realizar mantenimiento preventivo tanto a las instalaciones eléctricas como los diversos equipos, con el fin de evitar posibles fallas en el funcionamiento.
- Replantear los diferentes tableros eléctricos, ya que según los estudios realizados se pudo corroborar que los equipos de protección instalados pertenecen a un sistema trifásico, los mismos no garantizan seguridad al sistema eléctrico monofásico.
- Implementar el sistema de iluminación y protección eléctrica del campo deportivo, con el fin de mejorar el estilo de vida y el desarrollo de las actividades escolares.



  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bustamante V., C. E., & Hernandez M, C. (2013). *Análisis energético y propuesta de ahorro para la Universidad Tecnológica de Salamanca*. Centro de Investigacion en Materisles Avanzados,S.C. Posgrado, Chihuahua, Chihuahua, Mexico. <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/488/1/Tesis%20Claudia%20Bustamante%20Vasquez%2C%20Carlos%20Hern%20C3%A1ndez%20Mosqueda.pdf>
- Canales Salinas, R. J. (15 de Abril de 2015). Criterios para la Toma de D. *Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas*, 17. [http://www.accioneduca.org/admin/archivos/clases/material/periodo-de-recuperacion\\_1563978353.pdf](http://www.accioneduca.org/admin/archivos/clases/material/periodo-de-recuperacion_1563978353.pdf)
- Colmenar Santos, A., & Hernandez Martin, J. L. (2014). *Instalaciones Electricas en Baja Tension* (2da ed.). Madrid, España: RA-MA.
- Cruzado Vasquez, J. L., & Lucero Reyes, J. (2021). Auditoria Energetica en el Centro de Salud Magllanal,Jae-Cajamarca.2021. *Auditoria Energetica en el Centro de Salud Magllanal,Jae-Cajamarca.2021*. Universidad Nacional de Jaen, jaen, jaen, Peru. [http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/300/1/Cruzado\\_VJL\\_Lucero\\_RJ.pdf](http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/300/1/Cruzado_VJL_Lucero_RJ.pdf)
- D. Czajkowski, J. (abril de 2016). *INSTALACIONES 2. ARQUINSTAL*: [http://www.arquinstal.com.ar/2016/n2\\_04\\_2016\\_luminotecnia.pdf](http://www.arquinstal.com.ar/2016/n2_04_2016_luminotecnia.pdf)
- Davila T., M. (2018). Sistema de iluminación LED que permita reducir el consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación de la zona céntrica de Morales, 2018. *Sistema de iluminación LED que permita reducir el consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación de la zona céntrica de Morales, 2018*. Universidad Cesar Vallejo, Tarapoto, Peru. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27098/Davila\\_TM.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27098/Davila_TM.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- DIALux. (s.f.). [www.dialux.com](http://www.dialux.com). Retrieved 2022, from [www.dialux.com](http://www.dialux.com): <https://www.dialux.com/es-ES/>



  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

- Enriquez Harper, G. (2004). *El ABC del Alumbrado y las Instalaciones Eléctricas en Baja Tension* (2da ed.). Mexico, Mexico: LIMUSA.
- Enriquez Harpez, G. (2003). *Manual Practico del Alumbrado* (Primera ed.). Mexico, Mexico: LIMUSA S.A. recursos.citcea.upc.edu.
- Espinal Prado, J. M. (2019). Optimizacion en la Iluminacion, con Tecnologia Led, Caso: Planta Concentradora C2- SMCV. *Optimizacion en la Iluminacion, con Tecnologia Led, Caso: Planta Concentradora C2- SMCV*. Universidad Nacional San Agustin de Arequipa, Arequipa, Peru.  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/10198/UPesprjm.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ferrer Salat, C. (1987). *Instalaciones Deportivas*. Barcelona: Editores Tecnicos Asociados.
- Luminotecnico. (16 de octubre de 2017). *Factores de Reflexion de colores y materiale*. Factores de Reflexion de colores y materiale:  
<https://luminotecnico.blogspot.com/2017/10/factores-de-reflexion-de-colores-y.html>
- Martínez, E. I., & Mora, O. A. (2018). *Cálculo del Número de Luminarias para un Espacio Arquitectónico por el Método de Lúmenes. Unidades de Apoyo para el Aprendizaje*.  
[http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:UU8p\\_iDOJbYJ:132.248.48.64/repositorio/moodle/pluginfile.php/1731/mod\\_resource/content/11/contenido/index.html+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=pe](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:UU8p_iDOJbYJ:132.248.48.64/repositorio/moodle/pluginfile.php/1731/mod_resource/content/11/contenido/index.html+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=pe)
- Neto Diaz, S., & Zatta Davila, C. A. (2018). Diseño y simulación de un Sistema de Iluminación Inteligente para disminuir el consumo de energía en el laboratorio de Ingeniería Electrónica – Unprg. *Diseño y simulación de un Sistema de Iluminación Inteligente para disminuir el consumo de energía en el laboratorio de Ingeniería Electrónica – Unprg*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Peru.  
<https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/2273/BC-TES-TMP-1147.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Nexans . (23 de SETIEMBRE de 2021). INDECO. INDECO:  
[https://grupokoller.com.pe/catalogos/INDECO\\_CATALOGO.pdf](https://grupokoller.com.pe/catalogos/INDECO_CATALOGO.pdf)
- Norma Técnica [EM-010]. (2019). *Norma Técnica EM.010 “Instalaciones eléctricas interiores” Reglamento Nacional de Edificaciones*. Perú.

[http://dataonline.gacetajuridica.com.pe/gaceta/admin/elperuano/1232019/12-03-2019\\_SE\\_RM-083-2019-VIVIENDA.pdf](http://dataonline.gacetajuridica.com.pe/gaceta/admin/elperuano/1232019/12-03-2019_SE_RM-083-2019-VIVIENDA.pdf)

Osinermin. (2016). *La industria de la electricidad en el Perú*. (J. Tamayo, J. Salvador, & A. y. Vilches, Edits.) Lima: Gráfica biblos S.A.

Parrales Vasquez, H. J., & Sanchez Cuenca, C. O. (2018 - 2019). Análisis del uso eficiente de la energía eléctrica en un centro de cómputo por medio de un sistema de respaldo utilizando la red eléctrica pública y paneles fotovoltaicos. *Análisis del uso eficiente de la energía eléctrica en un centro de cómputo por medio de un sistema de respaldo utilizando la red eléctrica pública y paneles fotovoltaicos*. Escuela Politecnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.  
<http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/47494/D-CD106642.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Quispe Mera, A., & Tonato Velasco, M. (2021). Analisis Economico de la eficiencia energetica por la utilizacion de tecnologia LED en el consumo electrico residencial. *RES NON VERBA REVISTA CIENTÍFICA*, 11(1).73-91.  
<https://revistas.ecotec.edu.ec/index.php/rnv/article/view/423>

Ramirez Ch., D., & Rivera T., R. A. (2019). Iluminación led y el consumo de energía en las viviendas de Huánuco y Moyobamba – 2019. *Iluminación led y el consumo de energía en las viviendas de Huánuco y Moyobamba – 2019*. Universidad Cesar Vallejo, Tarapoto, Peru.  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/39739/Ram%c3%adrez\\_CDD-Rivera\\_TRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/39739/Ram%c3%adrez_CDD-Rivera_TRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Reyes Perez, P. (2016). Propuesta Para Una Iluminación Eficiente En El Edificio De Ciencias Forenses Y Medicina Legal De San Joaquín De Flores, Heredia. *Propuesta para una iluminación eficiente en el edificio de Ciencias Forenses y Medicina Legal de San Joaquín de Flores, Heredia*. Universidad Nacional Costa Rica, Heredia, Costa Rica.  
<https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/13663/tesis%20completa%20Paola%20Reyes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rodriguez V., R. (2016). Desarrollo de un plan estratégico de ahorro y uso eficiente de la energía para el Centro de Enseñanza para Extranjeros, CEPE. *Desarrollo de un plan estratégico de ahorro y uso eficiente de la energía para el Centro de Enseñanza para Extranjeros*,

Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585



CEPE. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México.  
<http://132.248.9.195/ptd2016/junio/0745925/0745925.pdf>


Sempertigüe Rivasplata, L. G., & Sánchez Quintos, R. (2021). Estudio de la Eficiencia Energética en la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado, Jaén – Cajamarca. *Estudio de la Eficiencia Energética en la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado, Jaén – Cajamarca*. Universidad Nacional de Jaén, Jaén.  
[https://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/221/1/Semp% c3% a9rtigui\\_RLG\\_S% c3% a1nchez\\_QR.pdf](https://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/221/1/Semp%c3%a9rtigui_RLG_S%c3%a1nchez_QR.pdf)

Soledad, A. Q. (2019). Diseño del Sistema de Iluminación para la obtención de certificación LEED de edificio Plaza República 2. *Programa Especial de Titulación: Diseño del Sistema de Iluminación para la obtención de certificación LEED de edificio Plaza República 2*. Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú.  
[https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2619/Sandra%20Apcho\\_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional\\_Titulo%20Profesional\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2619/Sandra%20Apcho_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional_Titulo%20Profesional_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Urrutia Bones, J. (2019). Diseño de iluminación led con control domótico para el ahorro de energía eléctrica y su complementación en las oficinas corporativas del edificio Torre Begonias. *Diseño de iluminación led con control domótico para el ahorro de energía eléctrica y su complementación en las oficinas corporativas del edificio Torre Begonias*. Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú.  
[https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2468/Job%20Urrutia\\_Tesis\\_Titulo%20Profesional\\_2019.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2468/Job%20Urrutia_Tesis_Titulo%20Profesional_2019.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

WAWA Laptop. (2021). WAWA Laptop. <http://www.wawaperu.org/>

Zapata Benites, L. E. (2020). *Mejoramiento de la Eficiencia Energética Eléctrica de la Empresa Piladora Doña Carmela SAC Aplicando la Norma ISO 50001*. Chiclayo, Perú.  
[https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2619/1/TL\\_ZapataBenitesLeonel.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2619/1/TL_ZapataBenitesLeonel.pdf)

  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

## DEDICATORIA

Esta investigación va dedicada a mis padres, a mis hermanos por sus enseñanzas positivas que siempre me han brindado, sus consejos para salir adelante, su apoyo incondicional, fueron el pilar fundamental para la construcción de mi vida profesional. Gracias Dios por concederme una hermosa familia la cual amo mucho.

También va dedicado para mis abuelitos, tíos, primos, amigos, por su apoyo y sus consejos que me ayudaron bastante para terminar mi carrera profesional.

**Hilton coronel Dávila.**



Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

## DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico a mis padres VALENTIN SAUCEDO URIARTE y TOMASA SEGOVIA QUISPE que con su amor, paciencia y esfuerzo me han logrado inculcar en mí el ejemplo de perseverancia y valentía. A mis hermanas por ser mi apoyo incondicional y por tener su entera confianza en cada reto que se me presenta, a todos con mucho cariño.

**Kleiner Esmil Saucedo Segovia.**



---

Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

## AGRADECIMIENTO

Agradecer a dios por brindarnos la vida y permitirnos culminar nuestro proyecto de investigación y hacer realidad una de nuestras metas propuestas.

Agradecer a nuestros familiares por su apoyo, comprensión eh inculcarnos los buenos valores. También agradecer a la Universidad Nacional de Jaén a través de ella a los profesionales que nos brindaron sus conocimientos, para ser personas competitivas y de buenos valores.

Agradecer a nuestro asesor Kevin Arturo Medina Quiroz, Por sus aportes que nos ayudaron a desarrollar de la mejor manera nuestro informe de tesis de investigación.



---

Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1

- **Elaborar un Inventario Energético de los Equipos Eléctricos Instalados en las Áreas de la Institución Educativa.**

#### *Entrevista al director de la I.E. José Olaya.*

Con motivo de desarrollar la tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con el tema: “EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA I.E.S.M. JOSÉ OLAYA DISTRITO DE PIMPINGOS – CAJAMARCA”.

Se le solicita y se le agradece su colaboración. Es fundamental que sus respuestas sean fundamentadas en la verdad.

OBJETIVO: recoger información para: evaluar el consumo de energía eléctrica en la institución educativa. Surge de la necesidad de crear una situación para así poder identificar el uso y administración que se le hace a la energía eléctrica.

#### **De su opinión. ¿Qué es para usted eficiencia energética?**

Por lo que he leído, eficiencia energética trata de crear estrategias para consumir menos energía eléctrica, sin perjudicar la comodidad de los que utilizan dicho servicio eléctrico.

#### **En la calidad de director. ¿Usted cree que en la institución educativa se hace un uso adecuado de la energía eléctrica? ¿Por qué?**

Por lo general no hacemos el adecuado uso de la energía eléctrica, por motivo que, en toda la zona del centro poblado de Casa Blanca, hasta el momento no ha existido alguna charla o política de ahorro energético por parte de las autoridades competentes que tienen conocimiento de la electricidad.

Incluso escuchado que existe una política del ministerio de educación, para que las instituciones educativas cambien todo su sistema eléctrico, pero por acá no llega aún.

#### **¿Qué problemas se presentan en el sistema eléctrico de la institución educativa y que hacen para solucionarlos?**

Los problemas que se presentan es que los fluorescentes algunos se queman, ya que desde que se instaló por primera vez la electricidad no hacemos ninguna mejora. Además, estos


  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

fluorescentes están prendidos por lo menos 3 horas diarias, las cuchillas no se ha dado el mantenimiento respectivo, el sistema puesto a tierra no existe, las computadoras y otros equipos que tenemos en uso no están protegidas correctamente, ya que las computadoras le utilizamos 3 a 4 horas diarias mayormente por las tardes, por último, sería importante que nuestra loza deportiva este correctamente iluminada.

Para dar solución a estos problemas algunos fluorescentes son cambiados por focos ahorradores, las computadoras y otros equipos están protegidos por estabilizadores que vienen así de fábrica, la losa deportiva lo iluminamos con reflectores conectados con extensiones.

**Desde su punto de vista. ¿cuál sería la solución para mejorar el sistema eléctrico y de iluminación, para así estar más seguros y cómodos durante su uso?**

Desde mi perspectiva la solución sería: cambiar todos los fluorescentes y focos ahorradores, por fluorescentes que consuman menos energía pero que iluminen igual o mejor, bueno ahora están de moda focos led, creo que los computadores ya son un poco viejas sería necesario cambiarlos. En cuanto a la seguridad eléctrica seria hacer el pozo a tierra y evaluar las cuchillas de los tableros eléctricos están en buen estado y de no ser así cambiarlas.



Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

## ANEXO 2

- Proponer un plan de mejoras que contribuya a la optimización del sistema eléctrico.

### Figura 37

Norma Técnica Peruana de Instalaciones Eléctricas Interiores EM-010

#### REQUISITOS MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN

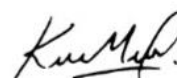
1. VIVIENDA						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>L</sub>	U <sub>o</sub>	R <sub>L</sub>	Requisitos específicos
<b>1.1</b>	<b>Zona privada</b>					
	Dormitorio	50				
	Baño	100				
	Baño (zona de espejo)	500				
	Cocina	300				
	Sala, Sala de estar	100				
	Comedor	100				
	Estudios, almacenes, depósitos, walking closet, cuartos de trabajo doméstico (planchado, lavandería y similares)	500				
	Patios, zonas abiertas	20				
	Estacionamientos bajo techo	50				
<b>1.2</b>	<b>Zonas comunes (aplicable a zonas comunes de cualquier tipo de edificación)</b>					
	Vestibulos de entrada	100	22		60	
	Salas de estar (pública)	200	22		80	
	Áreas de circulación y pasillos	100	28	0,40	40	1 Iluminancia al nivel del suelo 2 Ra y UGR similares a áreas adyacentes 3 150 lux si hay vehículos en el recorrido 4 El alumbrado de salidas y entradas debe proporcionar una zona de transición para evitar cambios repentinos en iluminancia entre interior y exterior de día o de noche 5 Debe evitarse el deslumbramiento de conductor y peatones
	Escaleras, escaleras mecánicas y transportadores (de personas)	150	25	0,40	40	Requiere contraste mejorado sobre los escalones
	Ascensores, montacargas	100	25	0,40	40	El nivel de iluminación en frente del montacargas debe ser al menos Em = 200 lx
	Rampas/andenes/patios de carga	150	25	0,40	40	

2. EDUCACIÓN						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>L</sub>	U <sub>o</sub>	R <sub>L</sub>	Requisitos específicos
	Sala de juegos	300	22	0,40	80	Debe evitarse altas luminancias en las direcciones de visión desde abajo mediante la utilización de coberturas difusas

Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

2. EDUCACIÓN						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>L</sub>	U <sub>0</sub>	R <sub>s</sub>	Requisitos específicos
	Guarderías	300	22	0,40	80	Debe evitarse altas luminancias en las direcciones de visión desde abajo mediante la utilización de coberturas difusas
	Sala de manualidades	300	19	0,60	80	
	Aulas de profesores	300	19	0,60	80	La iluminación debe ser controlable
	Aulas para clases nocturnas y de educación de adultos	500	19	0,60	80	La iluminación debe ser controlable
	Salas de lectura	500	19	0,60	80	La iluminación debe ser controlable para colocar varias A/V necesarias
	Zona de pizarra	500	19	0,70	80	Deben evitarse las reflexiones especulares El presentador/profesor debe iluminarse con la iluminancia vertical adecuada
	Mesa de demostraciones	500	19	0,70	80	En salas de lectura 750 lx
	Locales de artes y oficios	500	19	0,60	80	
	Locales de artes (en escuelas de arte)	750	19	0,70	90	5 000 K ≤ T <sub>CP</sub> < 6 500 K
	Salas de dibujo técnico	750	16	0,70	80	
	Locales de prácticas y laboratorios	500	19	0,60	80	
	Aulas de manualidades	500	19	0,60	80	
	Taller de enseñanza	500	19	0,60	80	
	Locales de prácticas de música	300	19	0,60	80	
	Locales de prácticas de computación	300	19	0,60	80	
	Laboratorio de idiomas	300	19	0,60	80	
	Locales y talleres de preparación	500	22	0,60	80	
	Vestibulo de entrada	200	22	0,40	80	
	Áreas de circulación, pasillos	100	25	0,40	80	
	Escaleras	150	25	0,40	80	
	Locales comunes de estudiantes y salas de reuniones	200	22	0,40	80	
	Locales de maestros	300	19	0,60	80	
	Biblioteca: estanterías	200	19	0,60	80	
	Biblioteca: áreas de lectura	500	19	0,60	80	
	Almacenes de material de profesores	100	25	0,40	80	
	Salas deportivas, gimnasios y piscinas	300	22	0,60	80	En caso de no existir norma internacional véase la Norma EN 12193 para las condiciones de entrenamiento
	Cocina	500	22	0,60	80	







**Figura 38**

*Datos Técnicos del Luxómetro digital VICTOR 1010A*

www.victorperu.com.pe



## Luxómetro Digital

VICTOR 1010A



### Características

- Respuesta espectral de acuerdo con las normas internacionales CIE, Asociación de Iluminación
- Rango de medición : 0.1 Lux ~100 X 500 Lux
- Alta precisión, rápida respuesta
- Rango automático, cuando el valor medido este por encima ó sea inferior a los 4 dígitos del rango, el rango cambiara automáticamente al siguiente o anterior, respectivamente.
- Función de medición de picos (MAX.)
- Medición de valores relativos
- Sin señal de entrada, el valor vuelve a cero
- Autoapagado luego de 10 minutos
- Pantalla de gran tamaño, permite su facilidad de lectura de datos para el usuario

VICTOR 1010A

### Datos técnicos

Rango	Resolución	Exactitud
0.1 ~ 200 Lux	0.1 Lux	±3%RDG + 3Lux
200 ~ 2 000 Lux	1 Lux	±2%RDG + 2Lux
2 000 ~ 20 000 Lux (Lectura x 100)	10 Lux	±3%RDG + 8Lux
20 000 ~ 50 000 Lux (Lectura x 100)	100 Lux	±4%RDG + 10Lux
>50 000 Lux (Lectura x 100)		Solo como referencia

Funciones Básicas	VICTOR 1010A
Pantalla	19 mm
Componentes fotográficos	Batería de silicio de película de filtros
Calibración	Plano de calibración estandar
Batería	9 V (6F22)
Tamaño	135 x 74 x 30 mm
Detector óptico	106 x 54 x 28 mm
Longitud de detector	150 cm
Peso	~138 g (No incluye batería)

Dirección: Jirón Acángaro 1028 Esq. Franklin Roosevelt - Cercado De Lima - Lima - Perú  
 Correo: Ventas@electronicosgenerales.com.pe / SoporteTecnico@electronicosgenerales.com.pe  
 Teléfonos: (01)-4258917 / (01)-4288646



*Nota.* La figura 39 muestra las características del Luxómetro extraído de [www.victorperu.com.pe](http://www.victorperu.com.pe).




  
**Kevin Arturo Medina Quiroz**  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

Figura 39

Certificación de calibración del Luxómetro VICTOR 1010A

**INMETRO**  
Instrumentación y Gestión en Metrología S.A.C.

ISO/IEC 17025

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
NÚMERO LLXI-00004-2022  
Expediente: N° 00033-IM-2022  
Página 1 de 2

---

**Área de Metrología**  
Laboratorio de Luminosidad

Fecha de recepción:	12 de enero de 2022
Objeto de calibración:	LUXÓMETRO DIGITAL
Marca / Fabricante:	VICTOR
Modelo:	1010 A
N° Serie / Código:	No indica / No indica
Identificación:	No indica
Procedencia:	TAIWAN
Ubicación:	No indica
Alcance de indicación:	200 Lux, 2 000 Lux, 20 000Lux, 50 000 Lux
División mínima:	0.1 Lux, 1 Lux, 10 Lux, 100 Lux

---

Solicitante: DIOMER GUEVARA CUBAS

Dirección: Calle Jaime Vasquez N° 169, Urb. La Primavera  
Provincia de Jaén - Cajamarca.

---

Fecha de calibración: 14 de enero de 2022

Lugar de calibración: Laboratorio de Luminosidad - Área de Metrología  
Jr. Antisuyo 280, Urb Zarate, San Juan de Lurigancho, Lima.

Método de calibración: La calibración se realizó por comparación directa con patrones calibrados con trazabilidad internacional trazable al DM- INACAL - Según ISO/IEC 17025.

Condiciones ambientales:

Temperatura inicial:	22,1 °C	Humedad relativa inicial:	72,5 %
Temperatura final:	20,8 °C	Humedad relativa final:	71,2%

---

Sello  Firma/s autorizada/s  Fecha de emisión  15 de febrero de 2022

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

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

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

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

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

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



Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

Figura 40

Certificación de calibración del Luxómetro VICTOR 1010A (PG.2 de 2)

**INMETRO**  
Instrumentación y Gestión en Metrología S.A.C.

ISO/IEC 17025

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
NÚMERO LLXI-00004-2022  
Expediente: N° 00033-IM-2022  
Página 2 de 2

**Área de Metrología**  
Laboratorio de Luminosidad

**Patrones de referencia**

INSTRUMENTO PATRÓN	N° de Certificado	Trazabilidad
Standard Illuminance Meter Reference	LFR-018-2020	INACAL

**Resultados de Medición**

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

RANGO	Valor Patrón	UNID	Valor medido por el equipo	ERROR	INCERTIDUMBRE	E.M.P. ±
2000 LUX	0,00	LUX	0	0	1	82
	250,9	LUX	219	-32	7	82
	500,1	LUX	439	-61	13	82
	1000,0	LUX	921	-79	26	82
20000 LUX	2290	LUX	2000	-290	53	820
	4030	LUX	3690	-340	102	820

E.M.P.: Error máximo Permitido

**Observaciones**

Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".  
Cada vez que el equipo sea prendido se deberá hacer el ZEREO, para ello el sensor deberá estar tapado por completo.

**Incertidumbre**

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

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

FIN DEL DOCUMENTO



  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

**Tabla 41***Cuadro comparativo del tubo fluorescente - tubo led Propuesto*

<b>Tipo de luminaria</b>	<b>Iluminación Actual (Tubo Fluorescente)</b>	<b>Iluminación propuesta (Tubo led)</b>
Modelo	TL RS 40W/54-765	MASTER LEDtube 1500mm UO 36W 865T5
Tamaño	T8/1 213mm	T8/1 500mm
Potencia	40 W	36 W
Temperatura de color	6 200 K	6500 K
Flujo luminoso	2 500 lm	5600 lm
Eficiencia luminosa	62.3 lm/W	155 lm/W
Vida útil (Horas)	13 000	50 000
Base	G 13	G5
Eficiencia de energía	B	D
Factor de potencia	0.75	0.9

*Nota.* En la tabla 41 se muestra la comparación del tubo fluorescente existente con un tubo led, en donde se observa que el tubo led es más eficiente.

Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

## Figura 42

Ficha técnica del foco led que se va a utilizar





### Corepro Glass High Lumen bulbs

**CorePro LEDBulbND 120W E27 A67 865 FR G**

Featuring a classic heritage design, these filament CorePro LED bulbs combine the familiar shapes of classic incandescent bulbs with the benefits of the long-lasting LED technology. A very easy choice for people who are looking for a retrofit LED replacement, these high lumen LED bulbs provide 90% energy savings compared with conventional light bulbs. CorePro LED High Lumen bulbs provide excellent quality of light. Energy-saving LED lighting that offers a lifetime of 15,000 hours to reduce maintenance costs.

Product data		Operating and electrical	
<b>General information</b>		<b>Operating and electrical</b>	
Cap Base	E27 (E27)	Input Frequency	50 to 60 Hz
EU RoHS compliant	Yes	Power (Nom)	120 W
Nominal Lifetime (Nom)	15000 h	Lamp Current (Nom)	120 mA
Switching Cycle	20000x	Wattage Equivalent	120 W
Flux measurement reference	Sylvania	Starting Time (Nom)	0.5 s
<b>Light technical</b>		<b>Warm Up Time to 60% Light (Nom)</b>	
Color Code	865 (CCT of 6500K)	Power Factor (Nom)	0.95
Luminous Flux (Nom)	2000 lm	Voltage (Nom)	220-240 V
Color Description	Cool-White	<b>Temperature</b>	
Correlated Color Temperature (Nom)	6500 K	T-Case Maximum (Nom)	60 °C
Luminous Efficacy (rated) (Nom)	153.00 lm/W	<b>Controls and dimming</b>	
Color Consistency	+6	Dimmable	No
Color Rendering Index (Nom)	80	<b>Mechanical and housing</b>	
LLMF At End Of Nominal Lifetime (Nom)	70 %	Bulb Finish	Frosted

Fuente: Obtenido del fabricante Philips.

## Figura 41

Ficha técnica del tubo led que se va a utilizar





### MASTER tubo LED T5 directo a red

**MASTER LEDtube 1500mm UO 36W 865 T5**

Tubo Philips MASTER LED T5 directo a red es una solución LED de alto rendimiento ideal para la sustitución de lámparas fluorescentes T5 en instalaciones directas a red. Este producto proporciona un efecto de iluminación uniforme para su uso en iluminación general, así como eficiencia energética instantánea que lo hace respetuoso con el medio ambiente. Philips MASTER LEDtube T5 es la solución ideal para los clientes que necesitan más flujo luminoso y desean maximizar el valor durante la vida útil. El excepcional ahorro de energía y la mayor vida útil se traducen en buenos tiempos de amortización y ventajas en relación con el coste total de propiedad.

Datos del producto		Indice de reproducción cromática -CRI (nom.)	
<b>Información general</b>		80	
Base de conexión	G5 (G5)	LLMF al fin de vida útil nominal (nom.)	
Conforme con EU RoHS	Si	70 %	
Vida útil nominal (nom.)	50000 h	<b>Operativos y eléctricos</b>	
Ciclo de conmutación	200.000x	Frecuencia de entrada	50 a 60 Hz
Flujo luminoso	36 lm/W	Power (Rated) (Nom)	36 W
Referencia de medición de flujo	Sylvania	Corriente de lámpara (nom.)	160 mA
<b>Datos técnicos de la luz</b>		Hora de inicio (nom.)	
Código de color	865 (CCT de 6500 K)	0.5 s	
Ángulo de haz (nom.)	200 °	Tiempo de calentamiento hasta el 60 % flujo	
Flujo luminoso (nom.)	6500 lm	0.5 s	
Designación de color	Luz Día Frío	lum. (nom.)	
Temperatura del color con correlación (nom.)	6500 K	Factor de potencia (nom.)	
Eficacia luminosa (nominal) (nom.)	150 lm/W	0.9	
Consistencia del color	+6	Voltage (nom.)	
		220-240 V	
		<b>Temperatura</b>	
		T ambiente (máx.)	
		-45 °C	
		T ambiente (mín.)	
		-20 °C	





**Kevin Arturo Medina Quiroz**  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

**Tabla 42***Cuadro comparativo de foco ahorrador espiral - Bombilla led Bulbo*

<b>Tipo de luminaria</b>	<b>Iluminación Actual</b>	<b>Iluminación propuesta</b>
	<b>Foco ahorrador espiral</b>	<b>Bombilla Led</b>
Modelo	Osram 210-230V 41W	CorePro LEDBulbND 120W E27 A67 865 FR G
Tamaño	16 cm de alto y 10 cm de diámetro	121mm de alto y 70mm de diámetro
Potencia	41 W	13 W
Temperatura de color	6 500 K	6500K
Flujo luminoso	2 730 lm	2000 lm
Eficiencia luminosa	66.5 lm/ W	153 lm/W
Vida útil (Horas)	8 000	15 000
Base	E 27	E 27
Eficiencia de energía	A	D

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

Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

**Figura 43**

*Factor de reflexión*






Factores de reflexión para diversos colores y materiales iluminados con luz blanca			
Color	Factor de reflexión	Material	Factor de Reflexión
Blanco	0.70 - 0.85	Mortero claro	0.35 - 0.55
Techo acústico blanco, con orificios	0.50 - 0.65	Mortero oscuro	0.20 - 0.30
Grís claro	0.40 - 0.50	Hormigon claro	0.30 - 0.50
Grís oscuro	0.10 - 0.20	Hormigon 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 - 0.40
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 anonizado y abrigantado	0.80 - 0.85
		Acero pulido	0.55 - 0.65
		Cobre	0.48 - 0.50
		Cromo pulido	0.60 - 0.70
		Cromo mate	0.52 - 0.55
		Madera clara de abedul y arce	0.55 - 0.65
		Madera de roble, laqueada clara	0.40 - 0.50
		Madera de roble, laqueada oscura	0.15 - 0.40
		Madera de caoba o nogal	0.15 - 0.40

Nota. Obtenido de (Luminotecnico, 2017).

Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

**Tabla 43**

*Rendimiento de local*

LUMINARIA	Techo p1	0.8			0.5			0.8			0.5			0.3
	Pared p2	0.8	0.5	0.3	0.5	0.3	0.8	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3		
	Suelo p3	0.3						0.1						
Indice del local	K													
 Intensiva 0° - 30°	0.6	0.6	0.55	0.54	0.6	0.55	0.61	0.56	0.78	0.69	0.56	0.68		
	0.8	0.69	0.54	0.64	0.7	0.65	0.7	0.65	0.87	0.72	0.66	0.75		
	1	0.75	0.7	0.7	0.76	0.71	0.77	0.71	0.93	0.79	0.72	0.8		
	1.25	0.81	0.76	0.75	0.82	0.77	0.83	0.78	0.97	0.86	0.79	0.84		
	1.5	0.84	0.79	0.79	0.86	0.81	0.87	0.82	0.99	0.9	0.83	0.87		
	2	0.89	0.85	0.84	0.91	0.86	0.93	0.88	1.02	0.97	0.9	0.9		
	2.5	0.92	0.88	0.87	0.94	0.9	0.97	0.92	1.04	1.02	0.96	0.93		
	3	0.94	0.91	0.9	0.97	0.93	1	0.95	1.05	1.06	1	0.95		
	4	0.97	0.93	0.94	0.99	0.97	1.04	1	1.06	1.11	1.05	0.97		
	5	0.99	0.96	0.95	1	0.98	1.06	1.02	1.06	1.14	1.09	0.98		
 Semi-Intensiva 30° - 40° Extensivamente 40° - 50°	0.6	0.93	0.74	0.7	0.74	0.69	0.89	0.73	0.7	0.72	0.68	0.82		
	0.8	1.01	0.82	0.77	0.81	0.76	0.94	0.78	0.77	0.8	0.76	0.93		
	1	1.05	0.88	0.82	0.86	0.82	0.98	0.83	0.82	0.84	0.81	1		
	1.25	1.1	0.93	0.88	0.91	0.87	1.01	0.9	0.86	0.88	0.85	1.06		
	1.5	1.13	0.97	0.92	0.94	0.9	1.03	0.93	0.89	0.92	0.88	1.09		
	2	1.17	1.03	0.97	0.99	0.95	1.05	0.97	0.93	0.95	0.92	1.14		
	2.5	1.2	1.07	1.01	1.03	0.98	1.05	0.99	0.96	0.97	0.94	1.17		
	3	1.21	1.1	1.05	1.05	1	1.06	1	0.98	0.98	0.96	1.2		
	4	1.24	1.15	1.1	1.08	1.03	1.06	1.02	1	1	0.98	1.23		
	5	1.25	1.17	1.13	1.1	1.06	1.07	1.03	1.01	1.01	0.99	1.24		
 Semi-Extensiva 50° - 60°	0.6	0.72	0.48	0.42	0.47	0.42	0.68	0.47	0.41	0.47	0.41	0.4		
	0.8	0.85	0.61	0.54	0.59	0.53	0.8	0.59	0.53	0.58	0.53	0.52		
	1	0.94	0.69	0.62	0.67	0.61	0.87	0.67	0.61	0.65	0.6	0.59		
	1.25	1.01	0.78	0.71	0.75	0.69	0.92	0.75	0.68	0.73	0.68	0.66		
	1.5	1.05	0.83	0.75	0.8	0.74	0.96	0.8	0.73	0.77	0.72	0.71		
	2	1.11	0.91	0.84	0.87	1.81	1	0.86	0.8	0.84	0.79	0.78		
	2.5	1.15	0.97	0.9	0.92	1.87	1.02	0.91	0.85	0.88	0.83	0.82		
	3	1.18	1.02	0.96	0.96	1.91	1.04	0.94	0.89	0.91	0.87	0.86		
	4	1.21	1.09	1.02	1.02	1.96	1.05	0.97	0.94	0.95	0.91	0.9		
	5	1.23	1.12	1.06	1.04	1	1.06	1	0.96	0.97	0.94	0.92		
 Extensiva 60° - 70°	0.6	0.63	0.39	0.33	0.39	0.33	0.61	0.38	0.34	0.37	0.33	0.32		
	0.8	0.78	0.53	0.45	0.51	0.45	0.74	0.51	0.45	0.5	0.45	0.44		
	1	0.88	0.62	0.54	0.6	0.54	0.82	0.6	0.53	0.58	0.53	0.52		
	1.25	0.95	0.71	0.63	0.68	0.62	0.88	0.68	0.62	0.66	0.6	0.6		
	1.5	1.02	0.78	0.7	0.76	0.69	0.93	0.75	0.68	0.72	0.68	0.66		
	2	1.1	0.89	0.81	0.85	0.78	0.98	0.83	0.77	0.8	0.77	0.74		
	2.5	1.14	0.96	0.88	0.91	1.85	0.01	0.89	0.83	0.85	0.82	0.8		
	3	1.17	1.01	0.94	0.95	1.89	0.03	0.92	0.87	0.88	0.86	0.84		
	4	1.21	1.07	1.01	1	1.95	0.04	0.96	0.92	0.93	0.9	0.89		
	5	1.23	1.12	1.06	1.03	1.98	0.05	0.99	0.95	0.96	0.93	0.92		
 Marginal-Intensiva 70° - 80°	0.6	0.61	0.36	0.29	0.35	0.29	0.58	0.33	0.29	0.35	0.29	0.28		
	0.8	0.74	0.47	0.39	0.45	0.38	0.69	0.46	0.39	0.45	0.38	0.37		
	1	0.82	0.55	0.46	0.52	0.45	0.77	0.53	0.45	0.51	0.44	0.45		
	1.25	0.9	0.63	0.54	0.61	0.53	0.82	0.61	0.53	0.59	0.53	0.51		
	1.5	0.95	0.69	0.6	0.66	0.59	0.87	0.67	0.59	0.64	0.57	0.56		
	2	1.02	0.79	0.7	0.75	0.68	0.92	0.75	0.67	0.72	0.65	0.64		
	2.5	1.08	0.87	0.78	0.81	0.74	0.96	0.81	0.73	0.77	0.72	0.7		
	3	1.13	0.93	0.84	0.86	0.79	0.99	0.85	0.78	0.81	0.76	0.75		
	4	1.17	1.01	0.92	0.94	0.87	1.02	0.9	0.85	0.88	0.83	0.81		
	5	1.18	1.04	0.96	0.95	0.9	1.02	0.93	0.87	0.89	0.85	0.83		

Nota. Esta tabla es obtenido de (D. Czajkowski, 2016).





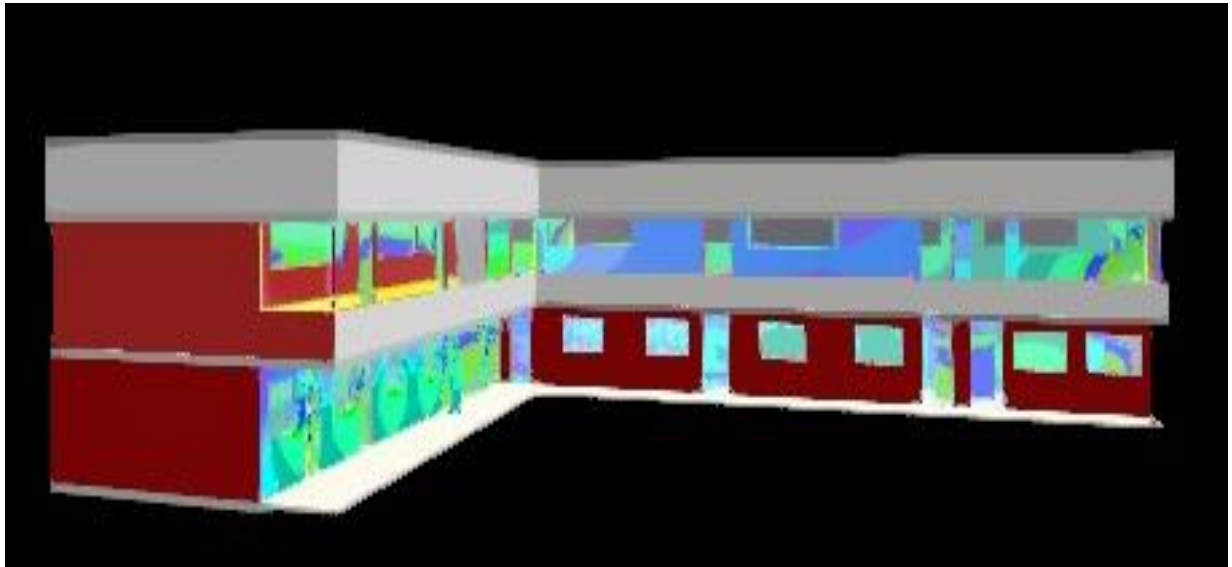
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585



- Diseño del Sistema de iluminación de las diferentes áreas de la Institución Educativa mediante DIALux.

**Figura 44**

*Vista 3D en colores falsos del colegio*



Fuente: Autoría propia, Data: software DIALux

  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

- Recomendaciones para implementar ordenadores de generación actual.

**Figura 45**

*Ficha Técnica de WAWA Laptop*



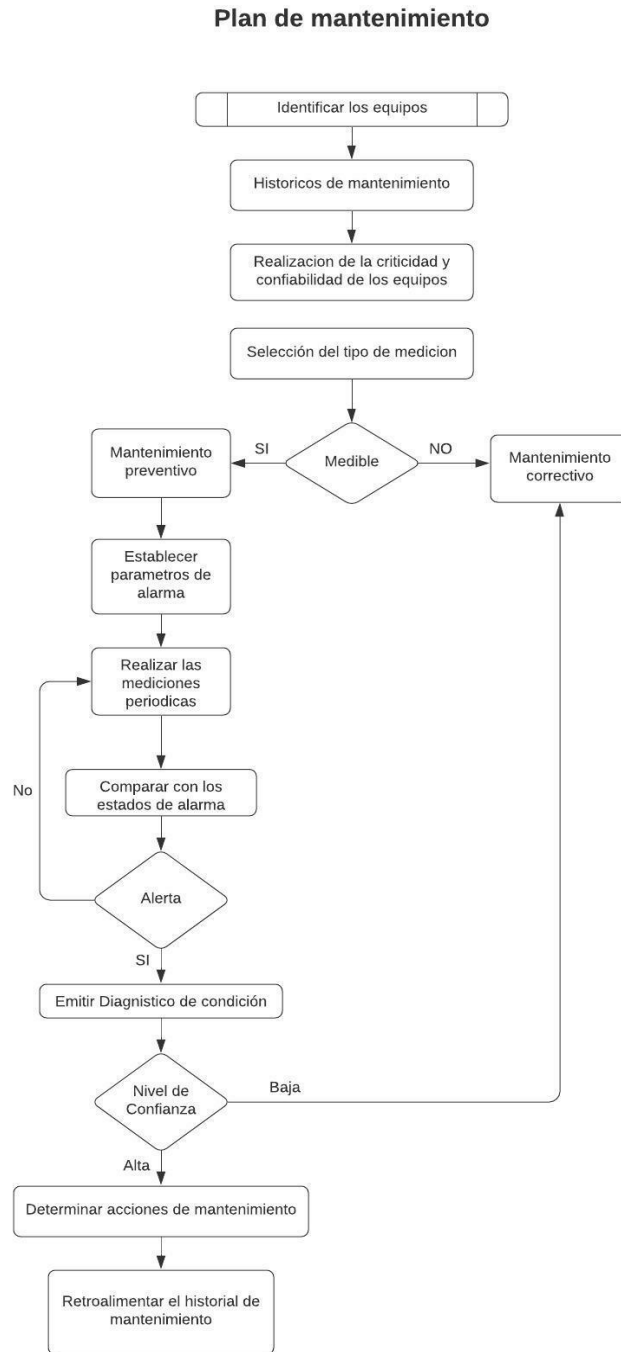
CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN	VERSION 2.5
Procesador	Tipo de procesador	Broadcom BCM2711, Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit SoC @ 1.5GHz
Memoria	Tipo de memoria RAM	4Gb LPDDR4 SDRAM
Wireless	Función inalámbrica integrada	802.11ac
Bluetooth	Función Bluetooth integrada	5.0
USB	3 puertos 2.0	●
Almacenamiento	Tipo de memoria de almacenamiento	64 Gb
Cámara	Tipo de Cámara	5Mp
Pantalla	10.1 pulgadas + gorilla glass	●
Sonido	Speakers	●
Sistema de Energía	Energía convencional y/o cargador Solar (power bank solar)	5V/3.1A
Sistema Operativo	Software Libre : Linux y/o Android	●
Teclado	Genérico	●
Mouse	Genérico	●

*Nota.* La figura 46 muestra la ficha técnica de la laptop propuesta, obtenido de (WAWA Laptop, 2021).

*Kevin Medina*  
**Kevin Arturo Medina Quiroz**  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

**Figura 46**

*Plan de mantenimiento de los tableros eléctricos de la institución*



Fuente: Autoría Propia.

Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

**Tabla 44**

*Plan de mantenimiento predictivo del tablero eléctrico general*

Plan de mantenimiento predictivo														
Hora de inicio de actividades:		Firma del trabajador												
Hora de fin de actividades:		Firma del trabajador												
Cronograma	Mes													
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre		
Verificación y Actividades frecuentes	Limpieza del interior		Reapriete		Verificación de falsos contactos		Verificación del estado de cables		Medición de voltaje					
	R	S	R	S	R	S	B	M	Entrada			Salida		
Actividad/ Tablero General														
Interruptor general														
Interruptor de alimentación a tablero de distribución														
Interruptor de pasillos														
Interruptor del área de laboratorio														
Interruptor del área de computo														
observaciones														

Referencias: R= realizado, S = sin realizar, B = buen estado, M= mal estado, F = fase

Fuente: Autoría propia.

Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

**Tabla 45**

*Plan de mantenimiento Predictivo de tablero eléctrico de distribución*

Plan de mantenimiento predictivo														
Hora de inicio de actividades:								Firma del						
Hora de fin de actividades:								trabajador:						
Cronograma	Mes													
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre		
Verificación y Actividades frecuentes	Limpieza del interior		Reapriete		Verificación de falsos contactos		Verificación del estado de cables		Medición de voltaje					
	R	S	R	S	R	S	B	M	Entrada			Salida		
Actividad/ Tablero General														
Interruptor general de distribución.														
Alumbrado, dirección, sala de profesores y aulas del primer piso.														
Tomacorrientes de dirección, sala de profesores y aulas de primer piso.														
Alumbrado de aulas y talleres de segundo piso.														
Alumbrado de galería de segundo piso.														
Tomacorriente de segundo piso.														
observaciones														
Referencias: R= Realizado, s= Sin realizar , B= Buen estado, M= Mal estado, F = Fase														

Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

ANEXO 3

- Diseño del Sistema de Iluminación y Protección de la Losa Deportiva.

Figura 47

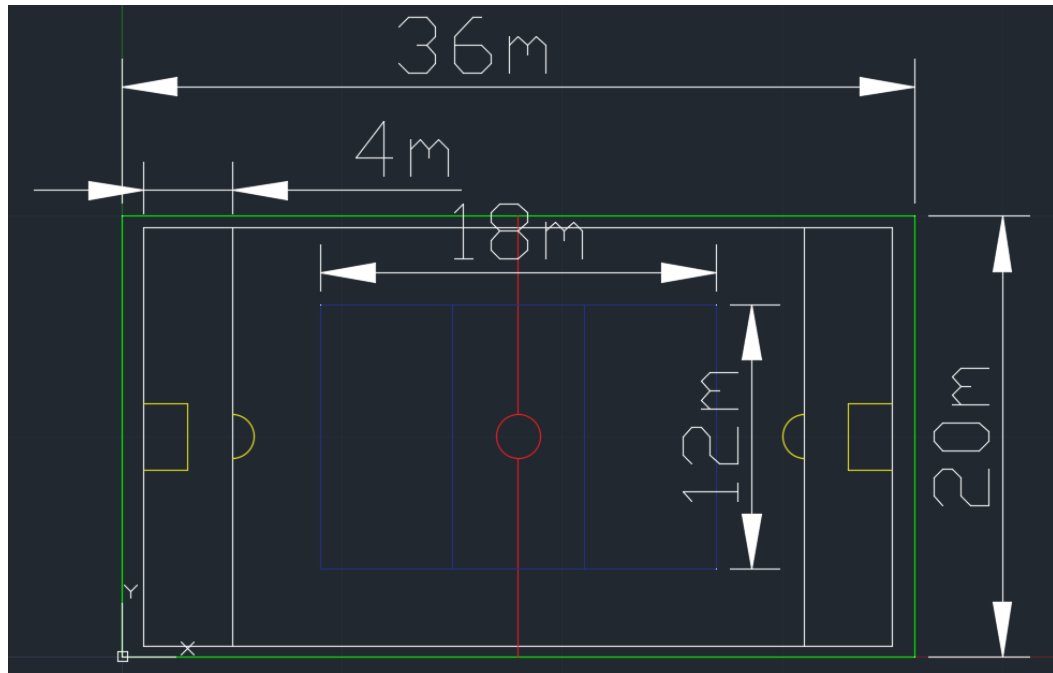
Niveles de iluminación para locales deportivo según norma DGE 017-AI-1/1982

Tabla VII  
ILUMINACIÓN RECOMENDADA PARA LOCALES DEPORTIVOS

1	2		3		4		5
	Iluminación Nominal horizontal		Uniformidad $G_h = E_{min}/E_n$		Tipo de lámpara		
	Entrenamiento Lux	Competencia Lux	Entrenamiento Lux	Competencia	Entrenamiento Lux	Competencia	
Fútbol, atletismo (exterior) Distancia del espectador al deportista hasta: 120 m 160 m 200 m	100 - - -	- 200 300 500	1:3 - - -	- 1:2 1:1.5 1:1.5	a,c,d,e - - -	- a,d a,d a,d	<p><b>Al exterior</b> Disposición de las lámparas a lo largo de los lados fuera del campo deportivo La altura de las fuentes de luz se deben fijar tomando en consideración el deslumbramiento y la distribución de la iluminación. La altura para el tenis debe ser no menor de 9m para un campo y de 12m para dos campos deportivos.</p> <p><b>Al Interior</b> Techo claro con un grado de reflexión mayor a 0.70, es exigible. Para los límites de deslumbramiento se debe considerar el punto 4.4 para las instalaciones se debe seleccionar la clase de calidad. 1.</p> <p>Para el tenis la disposición de las lámparas desde ser a lo largo de los lados del campo deportivo.</p> <p>*alumbrado adicional sólo para el ring.</p>
Fulbito, basquetbol, voleibol - Exterior - Interior	100 200	200 400	1:2 1:2	1:1.5 1:1.5	a,c,d,e a,b,d,e	a,d a,b,d	
Tenis, Badminton - Exterior - Interior	200 200	400 400	1:2 1:2	1:1.5 1:1.5	a,c,d,e a,b,d,e	a,d a,b,d	
Tenis de mesa, esgrima (int.)	300	500	1:2	1:1.5	a,b,d,e	a,b,d	
Boxeo (interior)	300	1500*	1:2	1:1.5	a,b,d,e	a,d *	
Lucha, Judo, Karate, Levantamiento de pesas, ciclismo (interior)	200	400	1:2	1:1.5	a,b,d,e	a,b,d	

**Figura 48**

*Dimensiones de la losa deportiva*



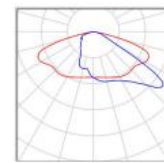
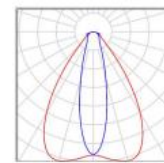
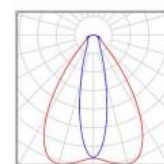
*Nota.* La figura 49 muestra el área de la losa deportiva, graficada en AutoCAD.

**Figura 49**

*Características de los proyectores propuestos*

**Escena exterior 1 / Lista de luminarias**

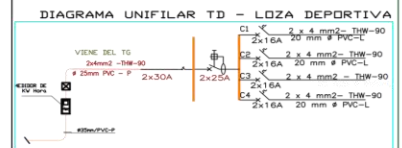
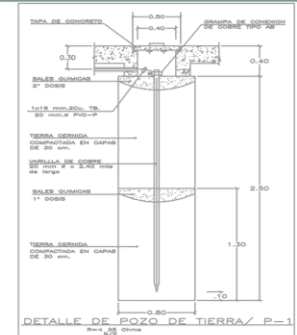
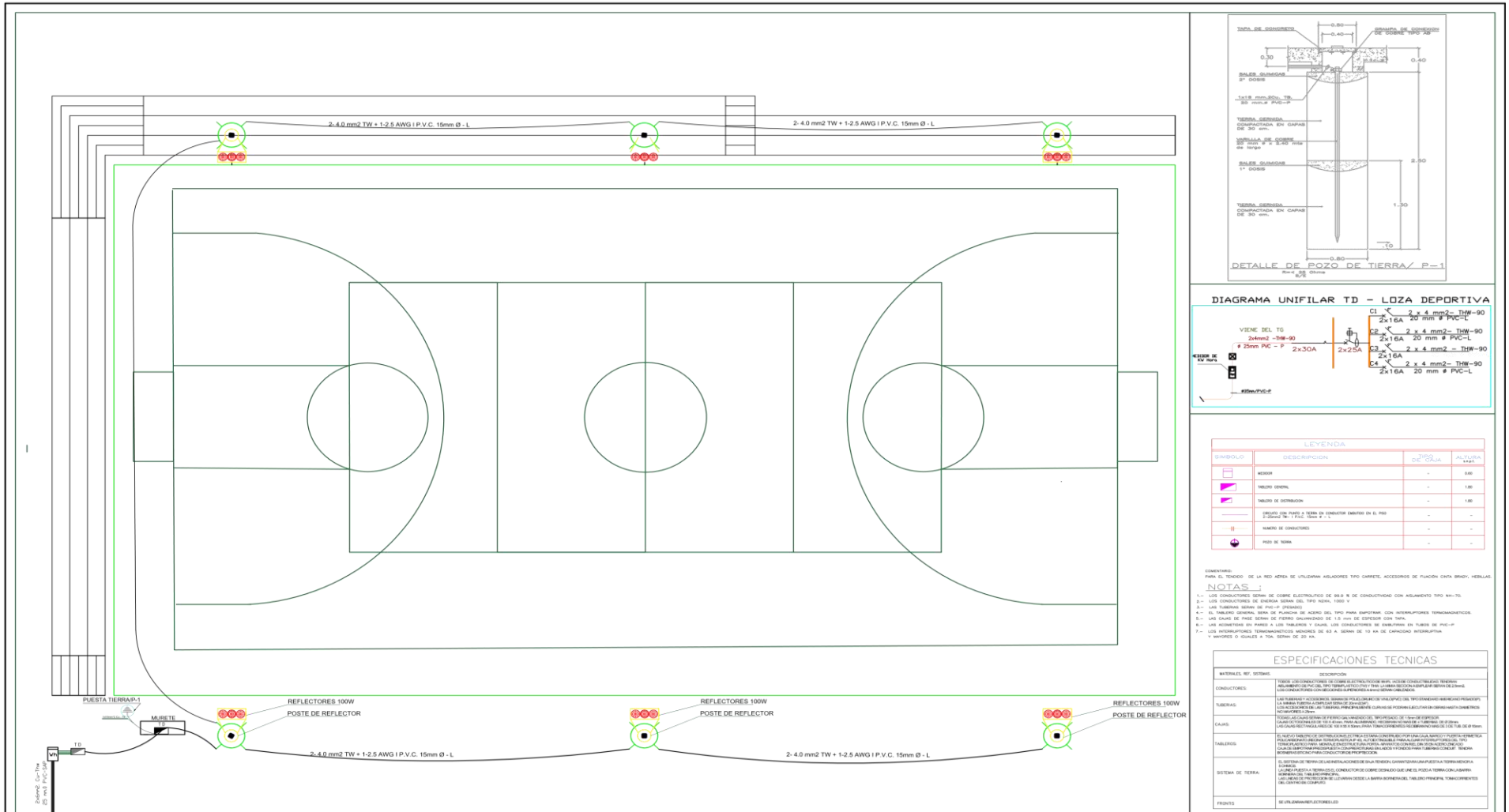
- |          |   |
|----------|---|
| 4 Pieza  | <p>PHILIPS BVP130 1 xLED210-4S/740 S<br/>                 N° de artículo:<br/>                 Flujo luminoso (Luminaria): 21000 lm<br/>                 Flujo luminoso (Lámparas): 21000 lm<br/>                 Potencia de las luminarias: 162.0 W<br/>                 Clasificación luminarias según CIE: 100<br/>                 Código CIE Flux: 76 91 98 100 100<br/>                 Lámpara: 1 x LED210-4S/740 (Factor de corrección 1.000).</p>       |
| 4 Pieza  | <p>PHILIPS BVP130 1 xLED260-4S/740 S<br/>                 N° de artículo:<br/>                 Flujo luminoso (Luminaria): 26000 lm<br/>                 Flujo luminoso (Lámparas): 26000 lm<br/>                 Potencia de las luminarias: 217.0 W<br/>                 Clasificación luminarias según CIE: 100<br/>                 Código CIE Flux: 76 91 98 100 100<br/>                 Lámpara: 1 x LED260-4S/740 (Factor de corrección 1.000).</p>       |
| 10 Pieza | <p>PHILIPS BVP650 T25 1 xLED260-4S/740 DW10<br/>                 N° de artículo:<br/>                 Flujo luminoso (Luminaria): 22880 lm<br/>                 Flujo luminoso (Lámparas): 26000 lm<br/>                 Potencia de las luminarias: 154.0 W<br/>                 Clasificación luminarias según CIE: 100<br/>                 Código CIE Flux: 33 71 97 100 88<br/>                 Lámpara: 1 x LED260-4S/740 (Factor de corrección 1.000).</p> |



**Kevin Arturo Medina Quiroz**  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

**Figura 50**

*Plano eléctrico de la losa deportiva*



LEYENDA			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ALTAURA
[Symbol]	REFLECTOR	-	500
[Symbol]	VALOR CABLE	-	1.50
[Symbol]	VALOR DE BOMBAS	-	1.50
[Symbol]	SEÑAL DE TIERRA A TIERRA DE CONEXIÓN FABRICA EN EL PISO	-	-
[Symbol]	SEÑAL DE TIERRA P-1 P.V.C. 15mm Ø-L	-	-
[Symbol]	NÚMERO DE CONECTORES	-	-
[Symbol]	POZO DE TIERRA	-	-

- NOTAS:**
- 1.- LOS CONDUCTORES SEÑAL DE COBRE ELECTROLITICO DE 99.9 % DE CONDUCTIVIDAD CON AISLAMIENTO TIPO NH-10.
  - 2.- LOS CONDUCTORES DE POTENCIA SEÑAL DEL TIPO NH-1000 V.
  - 3.- LAS TUBERIAS SEÑAL DE PVC-P (PREMIUM).
  - 4.- AL TRABAJAR CON LOS TUBOS DE PLUMBAGO DE ACERO DEL TIPO PARA BOMBAS CON INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS.
  - 5.- LAS UNAS DE FASE SEÑAL DE FIERRO GALVANIZADO DE 1.5 mm DE ESPESOR CON TAPA.
  - 6.- LAS BOMBAS SEÑAL DE TIPO VALVULAS Y SEÑAL LOS CONDUCTORES DE BOMBAS EN TUBOS DE PVC-P.
  - 7.- LOS INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS SEÑAL DE TIPO KA DE CAPACIDAD INTERRUPTORA Y SEÑAL DE TIPO KA DE 20 KA.

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
MATERIALES REF. SISTEMA	DESCRIPCION
CONDUCTORES:	SEÑAL DE TIERRA DE TIPO NH-1000 V. SEÑAL DE POTENCIA DE TIPO NH-1000 V. SEÑAL DE POTENCIA DE TIPO NH-1000 V. SEÑAL DE POTENCIA DE TIPO NH-1000 V.
TUBERIAS:	SEÑAL DE TIERRA DE TIPO PVC-P (PREMIUM). SEÑAL DE POTENCIA DE TIPO PVC-P (PREMIUM). SEÑAL DE POTENCIA DE TIPO PVC-P (PREMIUM).
VALVULAS:	SEÑAL DE TIERRA DE TIPO VALVULAS Y SEÑAL LOS CONDUCTORES DE BOMBAS EN TUBOS DE PVC-P.
INTERRUPTORES:	SEÑAL DE TIERRA DE TIPO KA DE 20 KA. SEÑAL DE TIPO KA DE 20 KA. SEÑAL DE TIPO KA DE 20 KA.
SISTEMA DE TIERRA:	SEÑAL DE TIERRA DE TIPO NH-1000 V. SEÑAL DE POTENCIA DE TIPO NH-1000 V. SEÑAL DE POTENCIA DE TIPO NH-1000 V.
PROYECTO:	SEÑAL DE TIERRA DE TIPO NH-1000 V. SEÑAL DE POTENCIA DE TIPO NH-1000 V. SEÑAL DE POTENCIA DE TIPO NH-1000 V.

<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN</b>                  FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA                  ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA</p>	<b>NOMBRE DE TESIS</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>TESISTAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PLANO</b>	<b>ESCALA</b>	<b>LAMINA</b>
	EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA L.E.S.M. JOSÉ OLAYA, DISTRITO DE PIMPINGOS-CAJAMARCA	LUGAR : CASA BLANCA	Bach. CORONEL DAVILA HILTON Bach. SAUCEDO SEGOVIA KLEINER ESMIT	PLANO DE ILUMINACIÓN MÓDULO I - LOZA DEPORTIVA	INDICADA FECHA	IE-05
		PROVINCIA : CUTERVO				
		REGIÓN : CAJAMARCA				
				25/11/2021		

*Kevin Arturo Medina Quiroz*  
**Kevin Arturo Medina Quiroz**  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585



**Tabla 46**

*Número máximo de conductores en tubos PVC*

**TABLA 4-VIII**  
**NÚMERO MÁXIMO DE CONDUCTORES EN TUBOS METÁLICOS Y TUBOS**  
**DE PVC DE DIÁMETROS NOMINALES**  
 (Basado en la Tabla 4-XXXIII)

Tipos de conductores	Diámetro mm (pulg) Sección mm <sup>2</sup>	13	15	20	25	35	40	50	65	80	90	100	115	130	150
		(5/8) *	(1/2) **	(3/4) ***	(1)	(1 1/2)	(1/2)	(2)	(2 1/2)	(3)	(3 1/2)	(4)	(4 1/2)	(5)	(6)
WTW, XHHW ó similares	1.5	7	9	16	27	47	64	105	150						
	2.5	5	7	13	21	37	51	84	120	185					
	4	4	5	10	16	28	39	64	91	141	190				
	6	1	2	4	7	13	18	30	43	67	90	115			
RHW y RHH (Sin cubierta externa), THHW, THW ó similares	1.5	4	6	10	17	30	41	67	96	148	199				
	2.5	4	5	8	14	25	34	56	80	123	166				
	4	3	4	7	11	20	28	46	66	101	136	175			
	6	1	1	3	6	10	14	24	34	52	70	90	113	142	
TW, THW, THHW, FEPB, RHW Y RHH (sin cubierta externa o similares)	10	1	1	3	5	9	12	20	29	45	60	78	91	123	
	16	1	1	1	4	7	9	15	22	34	45	58	73	92	133
	25	1	1	1	2	4	6	11	15	24	32	41	52	65	94
	35		1	1	2	4	5	9	13	20	27	34	43	54	78
	50			1	1	2	3	5	8	12	17	22	27	34	50
	70			1	1	1	2	4	6	10	14	18	22	28	41
	95			1	1	1	1	3	5	7	10	13	17	21	31
	120				1	1	1	2	4	6	8	10	13	16	24
	150				1	1	1	1	3	5	7	9	11	14	20
	185					1	1	1	3	4	6	8	10	13	18
	240					1	1	1	1	3	4	6	7	9	14
	300						1	1	1	3	4	5	6	7	11
400							1	1	1	3	4	5	6	9	
THWN, THHN, FEP, FEPB, XHHW ó similares	2.5	8	11	20	33	57	78	128	183						
	4	5	7	12	20	36	49	81	116	179					
	6	2	3	6	10	17	24	40	57	88	118	151			
	10		2	4	7	12	17	28	39	61	82	106			
	16		1	3	5	9	12	21	30	46	62	80	100	125	
	25		1	1	3	6	8	14	20	31	41	53	67	84	122
	35		1	1	3	5	7	11	16	25	33	43	54	67	97
	50			1	1	3	4	7	10	16	21	28	35	44	63
	70			1	1	2	3	5	8	12	17	21	27	34	49
	95				1	1	2	4	6	10	13	17	21	27	39
	120				1	1	1	3	5	7	10	13	16	21	30
	150				1	1	1	3	4	6	8	11	13	17	24
185					1	1	1	3	5	7	9	11	14	21	
240					1	1	1	2	4	5	7	9	11	16	
300					1	1	1	1	3	4	5	7	9	13	
400							1	1	2	3	4	5	7	10	
XHHW ó similar	16		1	3	4	8	11	18	26	41	55	71	89	112	162
	300				1	1	1	1	3	4	5	7	9	13	
	400					1	1	1	2	3	4	5	7	10	

Kevin Arturo Medina Quiroz  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

## ANEXO 4

### - Evaluación Económica del Proyecto.

**Figura 51**

*Recibo prepago residencial de la I.E. José Olaya.*

05/2018

**RECIBO PREPAGO N° - 10800122194**

Suministro: 39625155  
 Nombre: Unidad De Gestion Educativa, Loc  
 Dirección: Carr. Pingüinos-Casa Blanca N° 0  
 Doc: DNI-83196315  
 Tarifa: BT7 - Pre Pago Residencial

Período Comercial: 201805  
 Fecha y Hora de Emisión: 09/05/2018 10:27:34  
 N° de Compras en el Año: 7  
 Fecha de Última Compra: 02/05/2018

Tensión: 220 V - BT  
 SubEstación: D-266358  
 Sistema Eléctrico: Catenario Ser  
 Tipo de Conexión: Monofásica - Área C1.1  
 Medidor N°: 000024310442958 (2f) Monocuerpo  
 Tecnología de Recarga: Tarjeta  
 Consumo promedio (CPMEA): 42.2704 Kwh  
 Inicio de Contrato: 09/03/2018  
 Potencia Contratada: 1.0000 KW  
 Aporte FOSE: 65.56

**EVOLUCION DE CONSUMO PROMEDIO (CPMEA)**

Concepto	Cantidad	Costo Unit.(S/.)	Costo Total(S/.)
Energía (S/ 12.0000 + 0.8060 x 66.340Kwh)	96,3400	0,8060	65,5600
Cargo Energía Ley MCTER 30468	1,0000	-18,1600	-18,1600
Imp. Gral. a las Ventas	1,0000	11,8000	11,8000
Aporte Ley Nro. 28749	96,3400	0,0083	0,8000
<b>Total Venta</b>			<b>60,0000</b>

Periodo	Cargo Comercial	Alumbrado Público	Cargo por Reposición	Cargo por Mantenimiento	Fecha de Venta	KWh	Hrs. Inter
201805	0,00	0,00	0,00	0,00	06/04/2018	12,2400	0
201804	0,00	0,00	0,00	0,00	28/04/2018	22,8900	0
201803	0,00	0,00	0,00	0,00	02/05/2018	32,4400	0
201802	0,00	0,00	0,00	0,00			
201801	0,00	0,00	0,00	0,00			
201712	0,00	0,00	0,00	0,00			
201711	0,00	0,00	0,00	0,00			
201710	0,00	0,00	0,00	0,00			
201709	0,00	0,00	0,00	0,00			
201708	0,00	0,00	0,00	0,00			
201707	0,00	0,00	0,00	0,00			
201706	0,00	0,00	0,00	0,00			

Ruta: 5114 - 53137 - 32

**0929-2769-6766-3789-5124**

UNSERVICIO  
 OFICINA CUERPO  
 ATENCION AL CLIENTE  
 09 MAYO 2018  
 CAJA 1  
 CANCELADO

*Nota.* Esta figura muestra un recibo Prepago de electricidad, este recibo es obtenido por el director luego de hacer una recarga al medidor.

**Kevin Arturo Medina Quiroz**  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 C.I.P. N° 235585

## ANEXO 5

### - Evidencias fotográficas

#### Figura 52

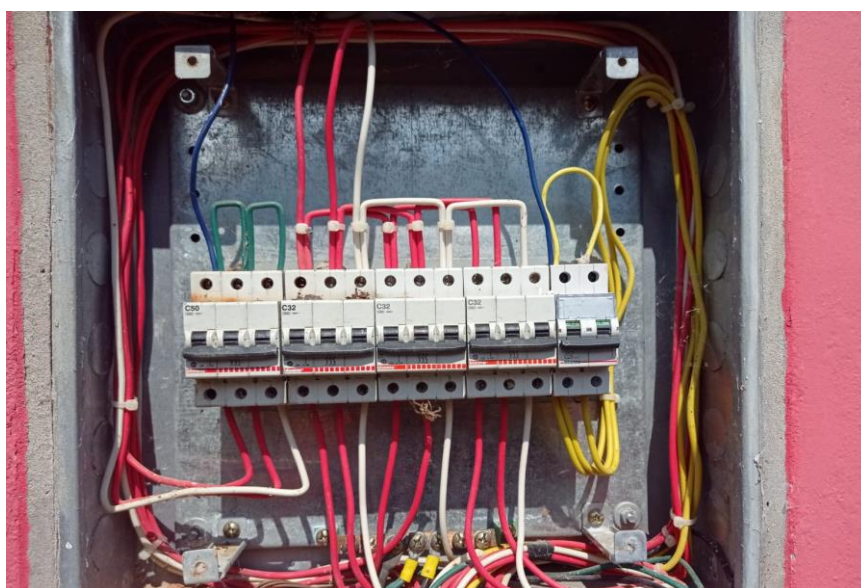
*I.E. José Olaya*



*Fuente: Autoría propia*

#### Figura 53

*Tablero eléctrico general de la institución educativa José Olaya*



*Fuente: Autoría propia*

Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

**Figura 54**

*Luminaria tubo fluorescente en mal estado*



*Fuente: Autoría propia*

**Figura 55**

*Tomacorriente en mal estado*



*Fuente: Autoría propia*

*Kevin Medina Quiroz*  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

**Figura 56**

*Inspeccionando como se encuentra el tablero eléctrico general*



*Fuente: Autoría propia*

**Figura 57**

*Caja del pozo tierra en mal estado*

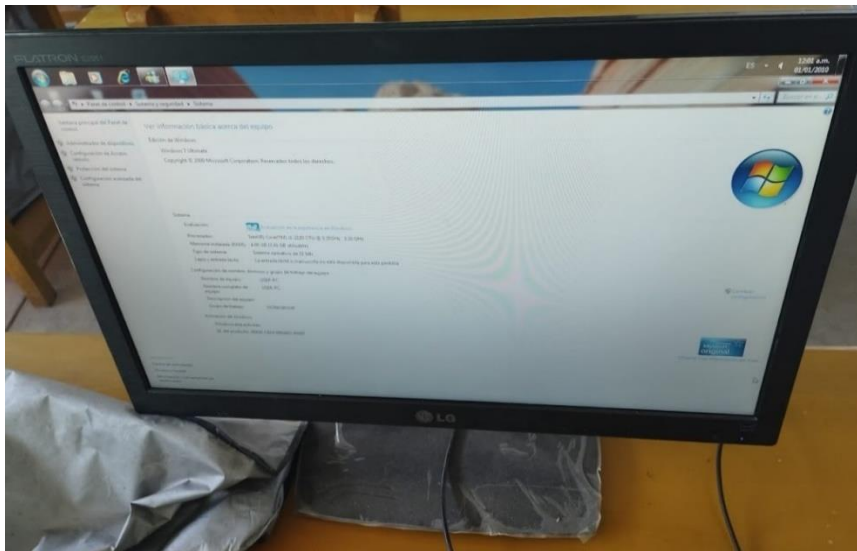


*Fuente: Autoría propia.*

*Kevin Arturo Medina Quiroz*  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

### Figura 58

*Verificando las características de las computadoras*



*Fuente: Autoría propia*

### Figura 59

*Malas conexiones eléctricas*



*Fuente: Autoría propia.*

*Kevin Medina*  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585

**Figura 60**

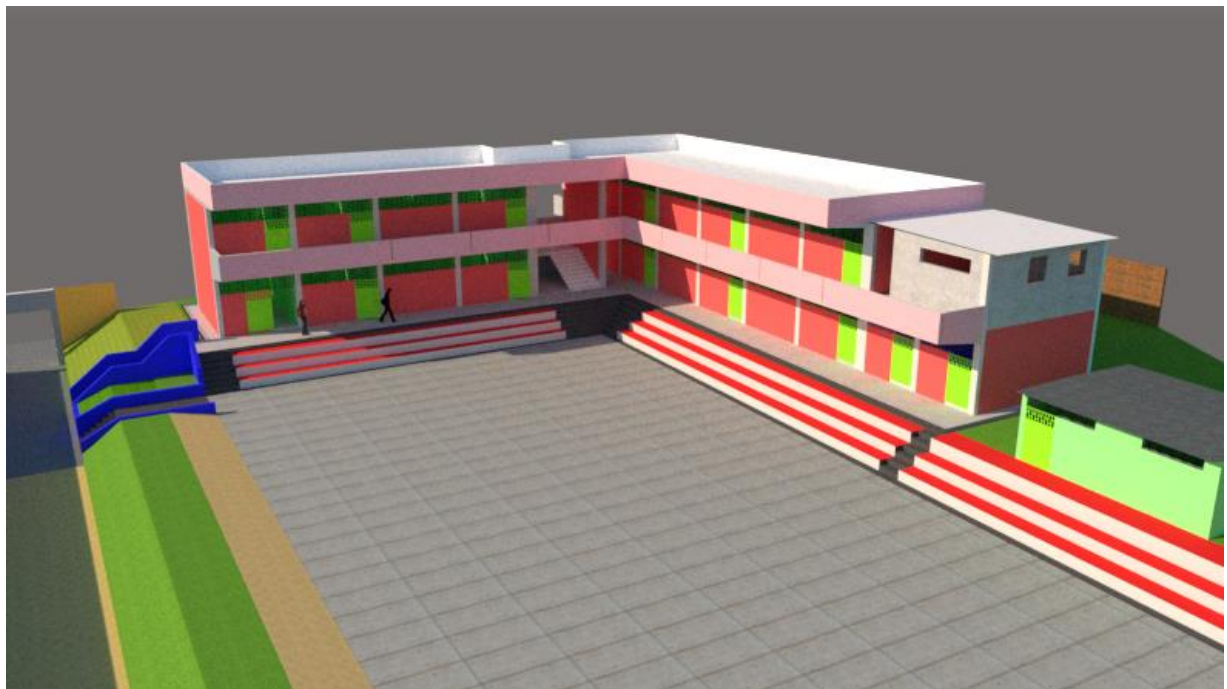
*Vista panorámica del colegio José Olaya*



*Fuente: Autoría propia*

**Figura 61**

*Representación 3D del colegio Jose Olaya*



*Fuente: Autoría propia*

*Kevin Medina Quiroz*  
Kevin Arturo Medina Quiroz  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.I.P. N° 235585