

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



TESIS

**“SISTEMA DE ILUMINACIÓN LED Y PROPUESTA DE MEJORA
DEL SISTEMA DE ALUMBRADO DE LA PLAZUELA Y ZONAS DE
TRÁNSITO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO”**

**PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRICISTA**

AUTORES:

Bach. BUIZA REYES, JOSE ANTONIO

Bach. HUAMAN ORTIZ, YULINIO

Bach. ZEVALLOS ESTEBAN, ACXEL ANTONY

ASESOR:

Dr. Ing. SANTOS MEJIA, CESAR AUGUSTO













Callao, 2023

PERÚ

Document Information

Analyzed document	TESIS GRUPAL-ZEVALLOS.pdf (D172819890)
Submitted	8/14/2023 10:04:00 PM
Submitted by	JUAN GRADOS GAMARRA
Submitter email	fiee.investigacion@unac.edu.pe
Similarity	7%
Analysis address	fiee.investigacion.unac@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Nacional del Callao / Tesis Final- Jhonathan Castro-Diciembre 2022 (1).pdf Document Tesis Final- Jhonathan Castro-Diciembre 2022 (1).pdf (D154579437) Submitted by: fiee.investigacion@unac.edu.pe Receiver: fiee.investigacion.unac@analysis.arkund.com	 2
SA	1528-Resultados de la investigación-11790-1-2-20220803.docx Document 1528-Resultados de la investigación-11790-1-2-20220803.docx (D152039700)	 5
W	URL: https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/5244/C.Mendoza_Trabajo_de_Suficie... Fetched: 8/14/2023 10:06:00 PM	 4
SA	Trabajo Final Karen Paredes (1) (1).pdf Document Trabajo Final Karen Paredes (1) (1).pdf (D94124762)	 3
SA	Articulo de proyecto iluminación Nancy Final.docx Document Articulo de proyecto iluminación Nancy Final.docx (D107995276)	 2
W	URL: https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/54043/1053814558.2015.pdf?sequence=1&isA... Fetched: 8/14/2023 10:06:00 PM	 8
W	URL: https://united4efficiency.org/wp-content/uploads/2017/04/Lighting-Policy-Guide-Spanish-20180201.pdf . Fetched: 8/14/2023 10:07:00 PM	 6
W	URL: https://www.autopromotores.com/lamparas/ Fetched: 8/14/2023 10:05:00 PM	 4
SA	EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN INTELIGENTE DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL COSTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL CANTÓN LATACUNGA (3).docx Document EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN INTELIGENTE DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL COSTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL CANTÓN LATACUNGA (3).docx (D110800970)	 2
SA	Edgar David Cuaspud Guevara UTELVT ^.pdf Document Edgar David Cuaspud Guevara UTELVT ^.pdf (D17407148)	 2
SA	Proyecto de Tesis (IME) - UNJ (2021) (1).pdf Document Proyecto de Tesis (IME) - UNJ (2021) (1).pdf (D109256512)	 1
SA	Kleiner Esmil Saucedo Segovia y Hilton Coronel Davila-IFT-IC.pdf Document Kleiner Esmil Saucedo Segovia y Hilton Coronel Davila-IFT-IC.pdf (D142053699)	 2

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ACTA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL POR LA MODALIDAD DE
TESIS SIN CICLO DE TESIS

A los 14 días del mes de setiembre del 2023 siendo las 12:00 horas se reunió el Jurado Examinador de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional del Callao, aprobada mediante Resolución Decanal N°138-2023-DFIEE, conformado por los siguientes docentes ordinarios:

Dr. Ing. SANTIAGO LINDER RUBIÑOS JIMÉNEZ	Presidente
Mg. Ing. PEDRO ANTONIO SÁNCHEZ HUAPAYA	Secretario
Mg. Ing. ERNESTO RAMOS TORRES	Vocal
Ing. FREDY ADÁN CASTRO SALAZAR	Suplente


Asimismo el miembro Suplente **Ing. FREDY ADÁN CASTRO SALAZAR**, no asistió; con ello se dio inicio a la exposición de Tesis de los señores Bachilleres **BUIZA REYES, Jose Antonio; HUAMAN ORTIZ, Yulinio y ZEVALLOS ESTEBAN, Axcel Antony**; quienes habiendo cumplido con los requisitos para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electricista tal como lo señalan los Arts. N° 08 al 10 del Reglamento de Grados y Títulos, sustentarán la Tesis Titulada **"SISTEMA DE ILUMINACIÓN LED Y PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE ALUMBRADO DE LA PLAZUELA Y ZONAS DE TRÁNSITO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO"**, con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición, considerando lo establecido en los Art. N° 80 del Reglamento de Grados y Títulos dado por Resolución N° 150-21-CU, en el Sub Capítulo II, corresponde al otorgamiento del Título Profesional con Tesis sin Ciclo de Tesis, efectuadas las deliberaciones pertinentes se acordó:

Dar por Aprobado..... Calificativo..... Buena nota: 14..... a los expositores **BUIZA REYES, Jose Antonio; HUAMAN ORTIZ, Yulinio y ZEVALLOS ESTEBAN, Axcel Antony**; con lo cual se dio por concluida la sesión, siendo las 13:00 horas del día del mes y año en curso.

Es copia fiel del folio N° 231 del Libro de Actas de Sustentación de Tesis de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica – UNAC.


.....
Dr. Ing. SANTIAGO LINDER RUBIÑOS JIMÉNEZ
PRESIDENTE


.....
Mg. Ing. PEDRO ANTONIO SÁNCHEZ HUAPAYA
SECRETARIO


.....
Mg. Ing. ERNESTO RAMOS TORRES
VOCAL

.....
SUPLENTE

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

PRESIDENTE : Dr. Ing. Santiago Linder Rubiños Jimenez
SECRETARIO : Mg. Ing. Pedro Antonio Sánchez Huapaya
VOCAL : Mg. Ing. Ernesto Ramos Torres

ASESOR : Dr. Ing. Cesar Augusto Santos Mejia

INFORMACIÓN BÁSICA

- **FACULTAD**

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

- **UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**

UNIDAD DE PREGRADO

- **TÍTULO**

SISTEMA DE ILUMINACIÓN LED Y PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE ALUMBRADO DE LA PLAZUELA Y ZONAS DE TRANSITO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

- **AUTOR(ES)**

Nombre: BUIZA REYES, JOSE ANTONIO

DNI:75601525

Código ORCID: 0009-0007-5165-250X

Nombre: HUAMAN ORTIZ, YULINIO

DNI:71825565

Código ORCID: 0009-0000-3112-7838

Nombre: ZEVALLOS ESTEBAN, ACXEL

DNI: 71713915

Código ORCID: 0009-0001-1939-7090

- **ASESOR**

Nombre: Mg. Ing. SANTOS MEJIA, CESAR AUGUSTO

DNI:327662244

Código ORCID: 0000-0002-1208-880X

- **LUGAR DE EJECUCIÓN**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

- **UNIDADES DE ANÁLISIS**

MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN CON TECNOLOGÍA LED DE LA PLAZUELA Y LAS ÁREAS DE TRÁNSITO

- **TIPO / ENFOQUE / DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

TIPO APLICADA, ENFOQUE CUANTITATIVO, NIVEL DESCRIPTIVO, DISEÑO NO EXPERIMENTAL – TRANSVERSAL

- **TEMA OCDE**

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

DEDICATORIA

Deseo transmitir mi gratitud hacia mis seres queridos, quienes constantemente me respaldan y me animan a seguir avanzando en mi desarrollo personal.

AGRADECIMIENTOS

Deseo manifestar mi aprecio por el regalo de la vida y quiero agradecer a mi familia por mantener un estado de salud óptimo. El estado de bienestar de mis seres queridos es un estímulo para continuar progresando y mostrar las destrezas que he adquirido a lo largo del tiempo.

Aunque existen dificultades globales, es fundamental valorar a aquellos que nos ofrecen cuidado y protección en nuestro día a día. La presencia de esa persona nos brinda enseñanzas que nos hacen valorar y apreciar aún más cada día, reconociendo su existencia en cada uno de nosotros.

ÍNDICE

	Pág.
INFORMACIÓN BÁSICA.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	3
1.2. Formulación del problema.....	6
1.2.1. Problema General.....	6
1.2.2. Problemas Específicos.....	6
1.3. Objetivos.....	7
1.3.1. Objetivo General	7
1.3.2. Objetivos Específicos.....	7
1.4. Justificación	8
1.4.1. Justificación Teórica.....	8
1.4.2. Justificación Practica.....	9
1.4.3. Justificación Metodológica	11
1.5. Delimitantes de la investigación	13
1.5.1. Teórica.....	13
1.5.2. Temporal.....	13
1.5.3. Espacial	14
II. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. Antecedentes	15
2.1.1. Antecedentes nacionales	15
2.1.2. Antecedentes internacionales	20
2.2. BASES TEÓRICAS.....	26
2.2.1. Alumbrado público	26

2.2.1.1.	Objetivo del alumbrado público.....	27
2.2.1.2.	Tipos de alumbrado público.....	29
2.2.2.	Sistema de Iluminación LED	30
2.2.2.1.	Características de la tecnología LED.....	34
2.2.2.2.	Desempeño típico de la iluminación LED.....	36
2.3.	MARCO CONCEPTUAL	37
2.4.	DEFINICIONES DE TÉRMINOS BÁSICOS.	40
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES	44
3.1.	Hipótesis	44
3.1.1.	Hipótesis General.....	44
3.1.2.	Hipótesis Específicas	44
3.2.	Definición conceptual de variables	45
3.3.	Operacionalización de variables.....	45
IV.	METODOLOGÍA.....	47
4.1.	Tipo y diseño de investigación	47
4.1.1.	Tipo de investigación	47
4.1.2.	Nivel de investigación	47
4.1.3.	Enfoque de investigación	48
4.1.4.	Diseño de investigación	48
4.2.	Método de investigación.....	48
4.3.	Población y muestra.....	49
4.4.	Lugar de estudio	50
4.5.	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información	50
4.6.	Análisis y procesamiento de datos	53
V.	RESULTADOS.....	55
5.1.	Medir los parámetros de iluminación actuales en la plazuela y zonas de tránsito de la UNAC	55
5.1.1.	Sistema de alumbrado de la plazuela y zonas de tránsito de la UNAC ..	58
5.1.1.1.	Parámetros Eléctricos de las Lámparas	58
5.1.1.2.	Parámetros de Iluminación	58
5.1.1.3.	Características de las Luminarias.....	59
5.2.	Características que debe tener el sistema de iluminación basado en tecnología LED para la plazuela y zonas de tránsito de la UNAC	59

5.3. Comparar la propuesta de mejora, con los parámetros actuales de iluminación de la plazuela y zonas de tránsito de la Universidad Nacional del Callao.

61

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	71
6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.....	71
6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares.....	72
6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes.....	76
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
ANEXOS	86

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Características de la tecnología LED	35
Tabla 2 Valores aproximados de rendimiento luminoso.....	36
Tabla 3 Características de la tecnología LED	37
Tabla 4 Comparación en base a la Norma Técnica DGE “Alumbrado de vías públicas en zonas de concesión de distribución”	55
Tabla 5 Aspectos técnicos, de instalación y eléctricos de la luminaria 1	60
Tabla 6 Aspectos técnicos, de instalación y eléctricos de la luminaria 2.....	62
Tabla 7 Aspectos técnicos, de instalación y eléctricos de la luminaria 3.....	64
Tabla 8 Aspectos técnicos, de instalación y eléctricos de la luminaria 4.....	67
Tabla 9 Comparativa usando el programa DIALUX	61
Tabla 10 Comparativa de resultados de las mediciones.....	64
Tabla 11 Costo por equipo y herramienta.....	68
Tabla 12 Costo por mano de obra.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Alumbrado público	27
Figura 2. Tecnología LED	34
Figura 3 Ubicación de luminarias	60
Figura 4. Comparativa usando el programa DIALUX.....	63
Figura 5. Comparativa de resultados de las mediciones.....	68

RESUMEN

El propósito primordial de esta indagación consistió en proponer un sistema de iluminación que se fundamenta en la tecnología LED para mejorar el alumbrado de la plazuela y las zonas de tránsito de la UNAC. El estudio era de naturaleza aplicada, con un enfoque cuantitativo, alcance descriptivo y diseño no experimental de corte transversal. La elección de los participantes se llevó a cabo teniendo en cuenta la propuesta tecnológica, y se emplearon fichas de registro validadas por expertos. Se aplicó una estrategia metodológica que implicó la utilización del método de los lúmenes con el propósito de llevar a cabo cálculos teóricos. Se realizaron cálculos con el fin de realizar una posterior comparación con las simulaciones generadas a través del programa DIALux. Se buscaba lograr una mejora en la iluminación de la plazuela y las zonas de tránsito, al mismo tiempo que se pretendía disminuir los costos operativos y de mantenimiento asociados. En conclusión, se llevó a cabo un proceso en tres etapas para el diseño del sistema de iluminación LED. Como punto de partida, se efectuaron mediciones para evaluar los parámetros de iluminación en su estado actual. Seguidamente, se procedió a examinar detalladamente las especificaciones técnicas del sistema de iluminación con el propósito de identificar la ubicación más adecuada para su instalación. Finalmente, se ejecutó un proceso de adquisición de conocimientos sobre el funcionamiento fundamental de las luminarias, para asegurar un entendimiento completo de su operación.

Palabras claves: Sistema de iluminación, LED, sistema de alumbrado.

ABSTRACT

The main purpose of this investigation consisted of proposing a lighting system that is based on LED technology to improve the lighting of the square and the transit areas of the UNAC. The study was of an applied nature, with a quantitative approach, descriptive scope and non-experimental cross-sectional design. The selection of the participants was carried out taking into account the technological proposal, and registration forms validated by experts were used. A methodological strategy was applied that implied the use of the lumens method with the purpose of carrying out theoretical calculations. Calculations were made in order to carry out a subsequent comparison with the simulations generated through the DIALux program. The aim was to achieve an improvement in the lighting of the square and the transit areas, while at the same time trying to reduce the associated operating and maintenance costs. In conclusion, a three-stage process was carried out for the design of the LED lighting system. As a starting point, measurements were made to assess the lighting parameters in their current state. Next, we proceeded to examine in detail the technical specifications of the lighting system in order to identify the most suitable location for its installation. Finally, a process of acquiring knowledge on the fundamental functioning of the luminaires was carried out, to ensure a complete understanding of their operation.

Keywords: Lighting system, LED, lighting system.

INTRODUCCIÓN

La iluminación adecuada es un aspecto fundamental en la infraestructura de cualquier espacio público o institución educativa. Proporciona seguridad, comodidad y estética, y juega un papel crucial en la vida cotidiana de las personas. En este contexto, la Universidad Nacional del Callao, como una institución comprometida con la excelencia y el bienestar de su comunidad académica, reconoce la importancia de contar con un sistema de iluminación eficiente y sostenible en su plazuela y zonas de tránsito.

La presente investigación, titulada "Sistema de Iluminación LED y Propuesta de Mejora del Sistema de Alumbrado de la Plazuela y Zonas de Tránsito de la Universidad Nacional del Callao", se enfoca en analizar y mejorar el sistema de alumbrado existente en la plazuela y áreas de tránsito de esta prestigiosa institución. El objetivo principal es proponer un plan integral de actualización que incorpore tecnología LED de vanguardia, maximice la eficiencia energética y promueva un ambiente seguro y agradable para estudiantes, docentes, personal administrativo y visitantes.

La investigación abordará aspectos técnicos, económicos y medioambientales, evaluando el estado actual del sistema de iluminación, identificando áreas de mejora y proponiendo soluciones que permitan optimizar el consumo energético y reducir la huella de carbono de la universidad. Además, se considerarán los aspectos estéticos y funcionales para garantizar que la plazuela y las áreas de tránsito sean espacios atractivos y confortables tanto de día como de noche.

La implementación de un sistema de iluminación LED de alta eficiencia no solo contribuirá a la reducción de costos operativos y al cumplimiento de estándares de sostenibilidad, sino que también reforzará el compromiso de la Universidad Nacional del Callao con el bienestar de su comunidad y el cuidado del medio ambiente. Esta investigación representa un paso significativo hacia la modernización y mejora continua de la infraestructura de la universidad, asegurando un entorno más seguro y agradable para todos sus miembros.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

A nivel internacional, la tendencia hacia la adopción de sistemas de iluminación LED como medida de eficiencia energética es innegable. Según informes de la Agencia Internacional de Energía (AIE), más del 50% de la energía consumida en iluminación se desperdicia en forma de calor en sistemas de iluminación tradicionales, lo que representa una carga significativa para la demanda energética global. Esto hace evidente la necesidad de actualizar las infraestructuras de iluminación, no solo en el ámbito educativo sino en todo tipo de instalaciones.

A nivel nacional, en Perú, la situación energética también plantea desafíos notables. Según el Ministerio de Energía y Minas de Perú, el país enfrenta una demanda eléctrica en constante aumento, lo que aumenta la presión sobre la infraestructura energética y la necesidad de fomentar prácticas más eficientes. La migración hacia sistemas de iluminación LED es una estrategia clave para reducir esta carga y promover un consumo responsable de energía.

En el ámbito local, la provincia constitucional del Callao experimenta una serie de preocupaciones adicionales relacionadas con la seguridad y la calidad de vida de sus habitantes. Datos recopilados por las autoridades locales indican un aumento en la incidencia de incidentes delictivos durante las horas nocturnas en áreas insuficientemente iluminadas. Esto tiene un impacto directo en la percepción de seguridad en la comunidad circundante, lo que puede disuadir a

estudiantes y personal universitario de transitar por estas áreas, afectando su calidad de vida y el normal funcionamiento de la institución.

A esta realidad, no es ajena la UNAC que hoy en día no presenta un sistema de iluminación y alumbrado eficiente en la plazuela y zonas de tránsito, conllevando a una serie de consecuencias significativas que afectan tanto a la comunidad universitaria como al entorno local. Este problema se manifiesta de varias maneras: En primer lugar, la seguridad se ve comprometida de manera considerable. La falta de iluminación adecuada en estos espacios públicos aumenta el riesgo de incidentes delictivos, robos y agresiones durante las horas nocturnas. Esto crea un ambiente de inseguridad que puede disuadir a los estudiantes y al personal universitario de transitar por estas áreas, limitando su libertad de movimiento y generando un sentimiento de vulnerabilidad.

Además, la calidad de vida de quienes forman parte de la comunidad universitaria se ve afectada negativamente. La insuficiente iluminación limita las actividades recreativas y sociales en la plazuela, así como la accesibilidad a las instalaciones de la universidad en las horas de menor luz natural. Esto puede tener un impacto en el bienestar emocional y físico de los estudiantes y el personal.

Asimismo, la falta de un sistema de iluminación eficiente conlleva un desperdicio de recursos energéticos. Los sistemas de alumbrado ineficientes consumen más electricidad de la necesaria, lo que no solo aumenta los costos de operación de la universidad, sino que también contribuye a la demanda eléctrica local y nacional, en un momento en que se busca promover la eficiencia energética y reducir la huella de carbono.

La percepción de la imagen y prestigio de la universidad también se ve afectada. La falta de iluminación adecuada en áreas públicas puede proyectar una imagen de abandono y desatención, lo que podría disuadir a potenciales estudiantes, profesores e investigadores de unirse a la institución. Esto podría tener un impacto en la reputación y la competitividad de la UNAC en el ámbito educativo.

Entonces, de una primera aproximación a la realidad concreta del objeto de estudio, pudimos percatarnos que, la iluminación de la plazuela y zonas de tránsito de la UNAC, no cuenta con un sistema de iluminación eficiente; en efecto, a partir de las 6 PM se hace dificultoso poder distinguir los colores de los pabellones circundantes a la plazuela, en las zonas de tránsito se pueden ver zonas casi oscuras, y, las luminarias o lámparas utilizadas son del tipo halógenas y vapor de sodio, las cuales como lo señala la literatura tecnológica; por ejemplo el Ministerio de Desarrollo Social (2014) son deficientes en rendimiento luminoso y son más contaminantes.

Ante la problemática descrita anteriormente, decidimos desarrollar una propuesta de iluminación para el sistema de iluminación de la plazuela y zonas de tránsito de la Universidad Nacional del Callao, que esté sustentada en la iluminación basada en tecnología LED. Esto en razón que, según indicios derivados de la literatura científica y tecnológica presentada con respecto a dicha tecnología, presenta las siguientes ventajas para la iluminación: Las fuentes de luz de mayor eficiencia disponibles en la actualidad presentan los costos de operación más bajos. Asimismo, cuentan con una larga duración, habitualmente excediendo las 20,000 horas de vida útil. Estos dispositivos generan un mayor caudal de luz en espacios reducidos, lo cual resulta ventajoso para el control

óptico. Por otra parte, tienen la capacidad de ofrecer una reproducción de colores destacada, con encendido y reinicio al instante, y permiten ajustar la intensidad lumínica según las necesidades. También, carecen de Hg en su composición (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2016).

Por tanto, la propuesta de implementar un sistema de iluminación LED y mejorar el sistema de alumbrado de la universidad se presenta como una solución integral que no solo contribuiría a la eficiencia energética a nivel internacional y nacional, sino que también abordaría preocupaciones locales relacionadas con la seguridad y la calidad de vida de la comunidad universitaria y de la provincia del Callao en su conjunto. En este contexto, la investigación se erige como una oportunidad imperante para abordar estos desafíos multifacéticos y crear un impacto positivo en diversos aspectos de la sociedad.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿De qué manera el sistema de iluminación LED permitirá la mejora del sistema de alumbrado de la plazuela y zonas de tránsito de la Universidad Nacional del Callao?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuáles son los parámetros de iluminación actuales en la plazuela y zonas de tránsito de la Universidad Nacional del Callao?

- ¿Qué características debe tener el sistema de iluminación basado en tecnología LED para la plazuela y zonas de tránsito de la Universidad Nacional del Callao?
- ¿Cuáles serán las ventajas de la nueva propuesta de iluminación para la Universidad Nacional del Callao?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Proponer un sistema de iluminación LED para mejorar el sistema de alumbrado de la plazuela y zonas de tránsito de la Universidad Nacional del Callao.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Medir los parámetros eléctricos actuales en la plazuela y zonas de tránsito de la Universidad Nacional del Callao que permitan sentar las bases de la propuesta.
- Determinar las características que debe tener el sistema de iluminación basado en tecnología LED para la plazuela y zonas de tránsito de la Universidad Nacional del Callao que permitan estructurar la propuesta.
- Comparar la propuesta de mejora, con los parámetros actuales de iluminación de la plazuela y zonas de tránsito de la Universidad Nacional del Callao que permita sustentar la viabilidad de la propuesta.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Teórica

De acuerdo con Bernal (2010) en el ámbito de la investigación, se identifica una justificación teórica cuando el objetivo primordial del estudio radica en promover el análisis y el diálogo académico en relación al conocimiento preexistente. Esto puede manifestarse a través del cuestionamiento de teorías establecidas, la comparación de resultados o la exploración epistemológica de las bases de conocimiento existentes. Entonces, la investigación se justifica a partir de una sólida base teórica que aborda múltiples dimensiones. En primer lugar, considerando el contexto actual, es ampliamente reconocido que la iluminación juega un papel esencial en la seguridad, el bienestar y la eficiencia en entornos públicos y urbanos. La elección de un sistema de iluminación eficiente y de calidad se alinea con la búsqueda de espacios más seguros y agradables.

Además, en consonancia con el avance tecnológico, la tecnología LED ha emergido como una alternativa destacada y sostenible en la iluminación. Su eficiencia energética y durabilidad la convierten en una opción atractiva, lo que plantea la necesidad de explorar su aplicación en la universidad. La justificación también se sustenta en el compromiso de la institución con la sostenibilidad y la reducción de su huella ambiental.

Adicionalmente, los reglamentos y normativas relacionados con la iluminación pública y la seguridad de los espacios públicos establecen estándares específicos que deben cumplirse. La investigación busca evaluar y garantizar la

conformidad con estos requisitos legales, respaldando así el compromiso de la universidad con la responsabilidad institucional.

En el plano académico, la investigación proporciona una oportunidad valiosa para aplicar y ampliar el conocimiento teórico existente en iluminación y tecnología LED. Además, permite a los estudiantes y profesionales involucrados en el proyecto adquirir experiencia práctica y conocimientos especializados en un campo en constante evolución.

En última instancia, la justificación teórica de esta investigación se apoya en la convergencia de factores relacionados con la calidad de vida, la eficiencia energética, la responsabilidad institucional y el avance tecnológico. La mejora del sistema de alumbrado en la universidad a través de la implementación de iluminación LED se convierte en una empresa necesaria y relevante, que contribuye al bienestar de la comunidad universitaria, a la sostenibilidad y al cumplimiento de estándares legales, al tiempo que ofrece oportunidades de aprendizaje y desarrollo académico.

1.4.2. Justificación Practica

Conforme a lo expresado por Bernal (2010), se puede afirmar que una investigación adquiere una justificación de índole práctica cuando su ejecución se orienta hacia la resolución efectiva de un problema o, al menos, hacia la formulación de enfoques y tácticas que, de aplicarse, brindarían una contribución significativa para su resolución. Por tanto, desde un enfoque práctico, la investigación se justifica de manera práctica por diversas razones que respaldan su relevancia y necesidad.

En primer lugar, se debe considerar la seguridad de la comunidad universitaria y los visitantes. La iluminación adecuada en las áreas públicas, como la plazoleta y las zonas de tránsito, es esencial para prevenir accidentes, reducir los riesgos de vandalismo y mejorar la sensación de seguridad durante las horas de menor luminosidad. Esto no solo beneficia a los estudiantes y el personal, sino que también promueve un ambiente acogedor para eventos y actividades en la universidad.

Además, en términos económicos y de eficiencia, la implementación de iluminación LED representa una oportunidad para reducir los costos de energía y mantenimiento a largo plazo. Las luminarias LED son conocidas por su alta eficiencia energética y larga vida útil, lo que resulta en un menor consumo de electricidad y una disminución de los gastos de reemplazo y mantenimiento. Esta inversión en tecnología LED se traduce en ahorros sustanciales para la institución a lo largo del tiempo.

La sostenibilidad es otra dimensión práctica relevante. La transición a la iluminación LED es una medida respetuosa con el medio ambiente, ya que reduce la huella de carbono de la universidad al disminuir el consumo de energía y, por lo tanto, las emisiones de gases de efecto invernadero. Este enfoque se alinea con las tendencias actuales de responsabilidad ambiental y contribuye al compromiso de la universidad con la sostenibilidad.

La justificación también se basa en la necesidad de cumplir con las regulaciones y estándares legales relacionados con la iluminación pública. El no cumplimiento

de estas normativas podría resultar en sanciones legales y comprometer la imagen de la institución.

Por último, la investigación tiene una dimensión educativa y de desarrollo profesional, ya que brinda una oportunidad valiosa para que los estudiantes y profesionales involucrados adquieran experiencia práctica en la planificación y mejora de sistemas de iluminación.

1.4.3. Justificación Metodológica

Tal como indica Bernal (2010), en investigación científica, la justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto que se va a realizar propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable. Por consiguiente, en cuanto a la justificación metodológica de la investigación se basa en la necesidad de emplear un enfoque riguroso y sistemático para abordar los objetivos de la investigación.

En primer lugar, se debe destacar la complejidad del tema de iluminación y la necesidad de utilizar una metodología adecuada para evaluar de manera integral el sistema de alumbrado existente. Esto implica la recopilación de datos precisos, su análisis y la generación de conclusiones basadas en evidencia sólida. La elección de una metodología adecuada es crucial para garantizar la confiabilidad y validez de los resultados.

En este sentido, se utilizará un enfoque cuantitativo y cualitativo. El enfoque cuantitativo permitirá la medición objetiva de los niveles de iluminación, eficiencia energética y otros parámetros técnicos. Esto se logrará a través de mediciones

directas con luxómetros y análisis de datos numéricos. Por otro lado, el enfoque cualitativo incluirá la evaluación de la percepción de la iluminación por parte de la comunidad universitaria y otros usuarios, lo que ayudará a comprender mejor los aspectos subjetivos de la iluminación.

Para garantizar la representatividad de los datos y la generalización de los hallazgos, se llevará a cabo un muestreo estratificado que abarcará diferentes áreas de la universidad, incluyendo la plazoleta y las zonas de tránsito. Se recopilarán datos durante diferentes momentos del día y en diversas condiciones de iluminación para obtener una imagen completa del sistema de alumbrado.

La metodología también incluirá la revisión exhaustiva de la literatura científica relacionada con la iluminación LED, los estándares de iluminación y la tecnología de eficiencia energética. Esto proporcionará un marco teórico sólido para contextualizar los hallazgos y las recomendaciones de la investigación.

En términos de la recopilación de datos, se utilizarán instrumentos como encuestas y entrevistas estructuradas para obtener información cualitativa relevante sobre la percepción de la iluminación por parte de los usuarios. Además, se aplicarán herramientas de software especializado, como DIALux evo 10.1 y Excel, para el análisis de datos y la evaluación de la eficiencia energética.

La justificación metodológica se basa en la necesidad de combinar enfoques cuantitativos y cualitativos, la representatividad de las muestras y la revisión de la literatura científica para garantizar la solidez de la investigación. Este enfoque metódico y sistemático es esencial para lograr los objetivos de la investigación y

proporcionar recomendaciones fundamentadas y significativas para la mejora del sistema de alumbrado de la Universidad Nacional del Callao.

1.5. Delimitantes de la investigación

1.5.1. Teórica

De acuerdo con Cheverri (2017) este tipo de delimitación se refiere a la definición precisa de los conceptos, teorías o marcos teóricos que se utilizarán en la investigación. Implica establecer los fundamentos teóricos que guiarán el estudio y determinar cómo se entenderán y aplicarán los conceptos clave dentro del contexto de la investigación. La delimitación conceptual ayuda a evitar confusiones y a garantizar que los términos se utilicen de manera consistente a lo largo del estudio. Por consiguiente, no existen limitaciones teóricas que afecten el progreso de esta investigación, ya que se dispone de un amplio conjunto de conocimientos teóricos relacionados con la implementación de sistemas de iluminación LED en entornos universitarios y la adopción de tecnologías de iluminación más eficientes en sustitución de las menos eficaces.

1.5.2. Temporal

Según Chaverri (2017) la delimitación temporal establece el período de tiempo que abarcará la investigación. Esto significa determinar cuándo comenzará y cuándo terminará el estudio. Puede ser una fecha específica, un rango de años o incluso un período histórico. La delimitación temporal es importante para asegurarse de que la investigación sea relevante y se ajuste a un marco temporal definido. Por tanto, El tiempo de desarrollo de la presente investigación se estimó

en 8 meses, iniciando en el mes de mayo del año 2020 y proyectando su conclusión para diciembre del presente año.

1.5.3. Espacial

Tal como indica Chaverri (2017) La delimitación espacial se refiere a la definición de la ubicación geográfica o el espacio físico que será objeto de estudio. Puede ser un lugar específico, una región geográfica, una ciudad, un país o cualquier otro espacio físico con límites claros. La delimitación espacial ayuda a centrar la investigación en un lugar concreto y a evitar la dispersión en áreas geográficas no relevantes. En ese sentido, tanto las unidades de análisis y el recojo de la información se circunscribieron a las instalaciones de la UNAC, ubicado en la provincia constitucional del Callao.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes nacionales

En el estudio llevado a cabo por Alfaro-Herrera (2018) en su tesis titulada "Propuesta de prototipo de alumbrado inteligente y estudio lumínico en exteriores de la Ermita de la Universidad de Piura, utilizando tecnología Light Emitting Diode (LED)," se persigue el objetivo de optimizar la iluminación en los espacios al aire libre de la Ermita de la Universidad de Piura a través de una metodología basada en el diseño de sistemas de iluminación LED. Para llevar a cabo este propósito, se implementó un prototipo de sistema de iluminación inteligente en conformidad con las Normas Técnicas Peruanas vigentes. Los resultados obtenidos en esta investigación revelan un hallazgo significativo: al comparar las luminarias actuales con las propuestas, se evidencia que la luminaria propuesta presenta un consumo nominal de 88W, mientras que la luminaria actual consume 125W. Además, se observa que la luminaria propuesta emite un flujo luminoso de 8800 lm, en contraste con los 6200 lm emitidos por la luminaria actual. A partir de estos resultados, se concluye que la tecnología LED ofrece una amplia gama de productos con una eficiencia lumínica notablemente superior. Esto permite no solo reducir el consumo de energía eléctrica, sino también mejorar las características lumínicas del sistema en cuestión. En consecuencia, se sugiere la adopción de tecnología LED como una alternativa eficiente y sostenible para la iluminación de espacios al aire libre, con beneficios tanto económicos como lumínicos.

El autor Labán (2018), en su tesis titulada "Análisis, diseño y selección de alternativas de iluminación para alumbrado público con nuevas tecnologías," llevó a cabo una exhaustiva evaluación de las condiciones del sistema de alumbrado público en la ciudad de Lima. El objetivo de este estudio era analizar el consumo de energía eléctrica del alumbrado público y examinar las posibles implicaciones de la introducción de tecnologías novedosas en comparación con la tecnología tradicional. En primer lugar, el investigador realizó un análisis minucioso del consumo de energía eléctrica del alumbrado público existente. A partir de los resultados obtenidos, se sugiere una modernización y mejora en el sistema de alumbrado público de la ciudad, empleando tecnologías innovadoras que reemplacen la iluminación convencional. Entre las conclusiones más destacadas de la tesis, se observa que las luminarias LED superan en eficiencia a las luminarias de vapor de sodio, ya que no requieren balastos para funcionar. Además, las luminarias LED generan menos calor a plena carga, lo que se traduce en un uso más eficiente de la energía y en una reducción de las pérdidas eléctricas causadas por el sobrecalentamiento de la lámpara. Se pudo constatar que es viable mejorar el sistema de iluminación en el alumbrado público mediante la sustitución de las lámparas de vapor de sodio de alta presión por lámparas LED. Este cambio permite mantener una iluminancia constante o muy cercana a 2 cd/m^2 para una distancia de 21 metros. En resumen, se concluye que es posible adoptar con éxito una tecnología nueva para el alumbrado público sin necesidad de modificar la infraestructura existente de postes y cables. Como recomendación final, se sugiere la implementación de luminarias LED en el sistema de alumbrado público de Lima, lo que contribuirá a mejorar la eficiencia

energética, reducir los costos operativos y proporcionar una iluminación más efectiva en la ciudad sin necesidad de cambios estructurales significativos.

En su tesis titulada "Análisis técnico - económico para la optimización del sistema de iluminación de la Av. Mártires 4 de noviembre aplicando luminarias con tecnología LED," Hurtado (2017) se enfocó en realizar una investigación de ingeniería centrada en el sistema de iluminación para el alumbrado público. El objetivo principal de este estudio fue examinar las luminarias de vapor de sodio de alta presión que actualmente están instaladas en la Av. Mártires 4 de noviembre en la ciudad de Juliaca, y evaluar cómo sería el cambio a luminarias con tecnología LED. Esto se llevó a cabo con el fin de estimar los beneficios que la migración del sistema actual a la tecnología LED podría aportar a la sociedad. Uno de los hallazgos destacados en la tesis es que la adopción de luminarias LED tuvo un impacto positivo en el consumo mensual de energía, logrando una reducción significativa de 10,928.14 KWh. Esto se tradujo en un ahorro económico mensual de S/. 7,134.98 Soles. Este ahorro representa el 56% del consumo de las luminarias de vapor de sodio de alta presión de 250 W, que tienen un costo de 0.6529 soles por KWh, de acuerdo con los precios de Electro Puno. Además, se estimó que el período necesario para recuperar la inversión realizada en la instalación de las luminarias LED de 112 W es de aproximadamente 2.78 años. En conclusión, el estudio demuestra que la transición de las luminarias de vapor de sodio de alta presión a tecnología LED en la Av. Mártires 4 de noviembre en Juliaca resulta altamente beneficiosa, ya que reduce significativamente el consumo de energía y genera un ahorro económico sustancial. Como recomendación, se sugiere considerar la

implementación de luminarias LED en otros proyectos de iluminación pública con el objetivo de optimizar el consumo energético y los costos operativos.

El estudio llevado a cabo por Mendoza (2021), titulado "Diseño de un sistema de iluminación LED para el taller de material rodante ubicado en el patio de trenes, Línea 1 Metro de Lima," tenía como objetivo principal realizar un proyecto de modernización en las luminarias del taller de material rodante ubicado en Villa El Salvador, parte de la línea 1 del metro de Lima. Este proyecto buscaba mejorar la eficiencia energética y el cumplimiento de los estándares de iluminación en el taller. Para lograr este propósito, se llevó a cabo una evaluación exhaustiva de las lámparas utilizadas en el diseño, optando por luminarias LED de 200W de la marca LUG, seleccionadas mediante el software DIALux, lo que permitió determinar la disposición adecuada de las luminarias, asegurando el cumplimiento de los estándares de iluminación y los aspectos luminotécnicos necesarios. Según los resultados del proyecto, se realizaron modificaciones en un total de 231 luminarias, con una inversión inicial de 75.7 mil dólares. Las luminarias LED instaladas consumen 200 watts, lo que se traduce en un ahorro significativo del 56% en el consumo de energía. Además, se estima que el período de retorno de la inversión será de 17 meses, respaldado por una garantía de 5 años. Esta modificación ha conducido a una notable reducción en las necesidades de mantenimiento correctivo y se prevé un ahorro anual de 30 mil dólares en consumo de energía. En conclusión, el estudio demuestra la viabilidad de mejorar el sistema de iluminación del taller de material rodante mediante la incorporación de lámparas LED de 200 W. Esta mejora garantiza el cumplimiento de los niveles de iluminación establecidos por las normativas, con una intensidad

de al menos 500 lx. Como recomendación, se sugiere considerar la implementación de tecnología LED en otros proyectos de iluminación industrial y de transporte para optimizar el consumo energético y los costos operativos, brindando beneficios tanto económicos como ambientales.

En el estudio "Diseño de un sistema de iluminación LED para reducir costos de consumo de energía en la labor Karina de la Concesión San Luis," llevado a cabo por Pflucker y Linares (2019), se desarrolló un sistema de iluminación LED con el objetivo de reducir los gastos de consumo de energía en el área de trabajo Karina de la Concesión San Luis. La metodología de investigación aplicada se caracteriza por ser de nivel explicativo, empleando un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental. Para llevar a cabo este proyecto, se seleccionó una muestra de 270 metros de iluminación LED en la labor subterránea Karina como objeto de análisis. Se utilizaron instrumentos como una ficha de registro para recopilar las distancias durante el levantamiento topográfico y se contó con las especificaciones detalladas del sistema de iluminación utilizado en el estudio. Basándose en los hallazgos del diagnóstico actual, se identificaron costos relacionados con el cableado y las bombillas de luz tradicional, ascendiendo a un total de 515.07 soles. Se encontraron gastos adicionales relacionados con interruptores, instalación y casquillos de bombillas, que alcanzaron un total de 3,134.00 soles. Además, se identificaron gastos mensuales asociados al sistema de iluminación actual que alcanzan un total de 8,060.00 soles. A partir de esta información, se diseñó un sistema que incorpora la instalación de un circuito solar compuesto por paneles solares, bombillas y farolas LED. El costo total del diseño ascendió a 16,802.55 soles, y se estimó que el mantenimiento requeriría

aproximadamente 500 soles cada seis meses. En conclusión, la implementación de esta sugerencia en la función de Karina permitiría un ahorro mensual de 7,950.00 soles, a excepción del sexto mes, donde el ahorro sería de 7,450.00 soles debido a los gastos de mantenimiento asociados al sistema. Como recomendación, se sugiere la implementación efectiva del sistema de iluminación LED y un adecuado plan de mantenimiento para optimizar los ahorros y garantizar la eficiencia energética a largo plazo.

2.1.2. Antecedentes internacionales

En su tesis titulada "Diseño de un sistema de iluminación para el estadio Valeriano Gavinelli Bovio de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca utilizando tecnología LED y sistemas fotovoltaicos," Guillén (2021) se propuso desarrollar un sistema de iluminación para el Estadio Valeriano Gavinelli Bovio de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, utilizando tecnología LED y energía fotovoltaica. El objetivo de este estudio fue mejorar la eficiencia energética y la calidad de la iluminación en el estadio. La metodología de investigación se basó en un enfoque documental, con un método práctico y un enfoque cuantitativo. Se analizaron dos propuestas de iluminación, una para el escenario competitivo y otra para el entrenamiento, ambas con diseños de iluminación lateral. La primera propuesta consistía en un sistema lateral de 8 postes de iluminación con 40 proyectores LED, mientras que la segunda utilizaba un sistema lateral de 6 postes con 30 proyectores LED. Ambas propuestas fueron evaluadas mediante el uso de DiaLux 4.13 y se aseguró que el cálculo luminotécnico cumpliera con la normativa española UNE-EN 12193. Los resultados de la investigación revelaron que la propuesta 2, que involucraba 6

postes con 30 proyectores LED, era la más adecuada en términos de gasto económico durante su implementación. El Valor Actual Neto (VAN) de la propuesta sin central fotovoltaica (FV) ascendió a \$4,998.73, mientras que con central FV fue de \$2,236.63. Además, la Tasa Interna de Retorno (TIR) de la propuesta sin central FV alcanzó el 12% en el noveno año, en contraste con el 10% en el décimo año con central FV. En conclusión, los resultados respaldan la elección de la propuesta 2 como la más eficiente desde el punto de vista económico, considerando la implementación de tecnología LED y sistemas fotovoltaicos para la iluminación del Estadio Valeriano Gavignelli Bovio. Como recomendación, se sugiere la implementación de esta propuesta y la consideración de una central fotovoltaica para optimizar aún más el rendimiento y los ahorros a largo plazo.

En su investigación titulada "Plataforma IoT de control inteligente de un sistema de iluminación led con suministro eléctrico en corriente continua LVDC," Taipei (2018) se propuso implementar un prototipo de plataforma IoT para el control inteligente de un sistema de iluminación LED con suministro eléctrico en corriente continua LVDC (Voltaje directo de baja tensión). El objetivo de este estudio fue mejorar la eficiencia energética y la calidad de la iluminación en la Facultad de Ingeniería. La metodología de investigación empleada incluyó una revisión bibliográfica, trabajo de campo y experimentación. Dado que la naturaleza del estudio no requería una muestra poblacional, se llevó a cabo sin necesidad de ello. Los resultados del estudio, basados en un diagnóstico previo, revelaron que el sistema de iluminación fluorescente utilizado en la Facultad de Ingeniería era inapropiado, ya que generaba un alto consumo eléctrico y no

cumplía con los parámetros técnicos mínimos establecidos por las normativas de iluminación vigentes. Para abordar esta problemática, se realizó un análisis comparativo entre las luminarias fluorescentes y las LED utilizando el software de diseño y simulación DIALux. Este análisis determinó que las luminarias LED ofrecían una mayor eficiencia energética y lumínica en comparación con las fluorescentes. Las luminarias LED garantizaban un nivel de iluminancia de 300 lux en las diferentes superficies de trabajo, cumpliendo con los estándares definidos por la normativa UNE-EN 12464-1. En conclusión, la implementación de la plataforma IoT permitió la monitorización, gestión y visualización de la información del sistema de iluminación LED. Esta plataforma brindó acceso y gestión de la información desde cualquier dispositivo electrónico con acceso a internet. Como recomendación, se sugiere la continuación de la implementación de tecnología LED y sistemas de control IoT en otros espacios de la Facultad de Ingeniería y considerar la expansión de estas soluciones a otras áreas de la universidad para optimizar el consumo de energía y mejorar la calidad de la iluminación.

En su estudio titulado "Implementación de un sistema de control de iluminación LED mediante la tecnología de microcontroladores en la capilla Cristo del Consuelo del Cantón Jipijapa," Saltos (2017) se propuso analizar la implementación de un sistema de control de iluminación LED utilizando tecnología de microcontroladores para mejorar la iluminación exterior de la Capilla Cristo del Consuelo en el Cantón Jipijapa. El objetivo principal de esta investigación fue modernizar la iluminación de la capilla y lograr un mayor ahorro energético. La metodología de investigación utilizada fue deductiva, de análisis

y bibliográfica. La muestra consistió en 100 participantes que completaron un cuestionario como parte del proceso de investigación. Los resultados del estudio indicaron que la iluminación LED en la capilla resultó ser de gran utilidad, ya que proporcionó una nueva perspectiva del edificio. Además, este proyecto contribuyó significativamente al ahorro energético. El proyecto se desarrolló mediante diferentes procesos de investigación con el objetivo de lograr la iluminación adecuada según la programación de encendido. En conclusión, la implementación de mangueras LED resultó fundamental, ya que se encendían cuando el espacio se utilizaba, siguiendo los horarios establecidos por el microcontrolador. Esto hizo que la capilla se destacara de manera atractiva y eficiente. Como recomendación, se sugiere la continuidad y expansión de proyectos similares de iluminación LED y control a través de microcontroladores en otros espacios públicos para seguir promoviendo el ahorro energético y la mejora estética en la iluminación.

En su estudio titulado "Estudio de factibilidad del sistema de iluminación LED mediante energía solar para la renovación del área deportiva universitaria y de la carrera de Ingeniería en Computación y Redes de la Universidad Estatal del Sur de Manabí," Parrales (2020) se propuso diseñar un sistema de iluminación LED que utilizara energía solar para mejorar el área deportiva de la Carrera de Ingeniería en Computación y Redes. El objetivo principal de esta investigación fue evaluar la viabilidad de implementar un sistema de iluminación LED sustentado en energía solar. El tipo de investigación utilizado fue analítico-descriptivo. Para recopilar datos, se empleó la técnica de la encuesta. Los resultados de esta encuesta revelaron varios aspectos importantes: el 28% de

los encuestados indicaron que las bombillas habían alcanzado su vida útil, el 22% afirmaron que se necesitaba un mantenimiento, un 21% mencionó que el sistema eléctrico estaba en mal estado, y un 8% experimentaba problemas con el suministro eléctrico. En conclusión, el estudio se desarrolló en tres fases. La primera fase involucró un análisis detallado de las características técnicas del sistema de iluminación y su ubicación. La segunda fase se centró en el análisis económico de la implementación del sistema. Finalmente, la tercera fase se dedicó a la operatividad del sistema de luminarias, presentando su funcionamiento básico. Como recomendación, se podría avanzar en la implementación del sistema de iluminación LED mediante energía solar, tomando en consideración las necesidades de mantenimiento y el estado del sistema eléctrico para asegurar su eficacia y durabilidad.

Granja (2017) en su tesis titulada "Evaluación al uso de luminarias de baja eficiencia, que inciden en el consumo energético de la red de alumbrado público de la avenida Tsafiqui de la ciudad de Santo Domingo en el año 2017, diseño de un sistema de iluminación LED", se propuso evaluar el impacto del consumo energético causado por el uso de luminarias de baja eficiencia luminosa en la red de alumbrado público de la Av. Tsafiqui durante el año 2017. Su objetivo principal era diseñar un sistema de iluminación LED con el fin de reducir este consumo significativamente. Para llevar a cabo su investigación, el autor optó por un enfoque metodológico que abarcó tanto la investigación bibliográfica y documental, como la realización de experimentos. En primer lugar, realizó un levantamiento exhaustivo de la infraestructura vial y el equipamiento eléctrico existente en la zona. A continuación, procedió a medir los parámetros eléctricos

y fotométricos pertinentes utilizando una serie de equipos de medición, que incluyeron un medidor eléctrico KV2c, un analizador de calidad de energía AEMC 3945-B, un luxómetro Tenmers TM-204 y un luminancímetro LS-150. La revisión literaria llevada a cabo por el autor le proporcionó una base sólida para desarrollar una metodología apropiada que guiara su trabajo en el diseño del sistema de iluminación LED. Esta metodología se basó en las regulaciones establecidas por la normativa CONELEC 005/14 y el RTE INEN 069, titulado "Alumbrado Público". Para llevar a cabo el diseño del sistema de iluminación LED, el autor utilizó el software Ulysse 3. Tras un análisis detenido, seleccionó la luminaria VOLTANA 5, la cual constaba de 64 LED, operando a 1000 mA, con un flujo luminoso de 21,8 Klm y una potencia nominal de 1829 W. Los resultados de su investigación demostraron la viabilidad de la implementación de un sistema de iluminación LED en la Av. Tsafiqui como una solución eficaz para reducir el consumo energético y mejorar la eficiencia luminosa. Con la implementación de este sistema, se lograría un significativo ahorro de energía. En conclusión, la investigación subraya la importancia de considerar el uso de luminarias de baja eficiencia luminosa en la red de alumbrado público y ofrece una solución concreta al proponer el diseño de un sistema de iluminación LED basado en normativas y análisis técnicos. Como recomendación, se insta a las autoridades y responsables de la infraestructura a considerar la implementación de este sistema para lograr mejoras significativas en la eficiencia energética y la calidad de iluminación en la Av. Tsafiqui y, posiblemente, en otras áreas similares.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Alumbrado público

El alumbrado público, constituye uno de los servicios públicos básicos y fundamentales para el desarrollo de la vida fuera del hogar y del trabajo. El alumbrado público coadyuva la realización de actividades, principalmente relacionadas con el tránsito peatonal y vehicular, pero también coadyuva las actividades de esparcimiento y recreación desarrolladas en las vías públicas. El servicio de alumbrado público consiste o está relacionado con la iluminación de las vías públicas, parques públicos, y demás espacios de libre circulación que no se encuentren a cargo de ninguna persona natural o jurídica de derecho privado o público; en efecto, desde una perspectiva de prestación de servicio, el alumbrado público es un servicio que tiene que ver con:

La iluminación de las vías públicas, parques públicos, y demás espacios de libre circulación que no se encuentren a cargo de ninguna persona natural o jurídica de derecho privado o público, diferente del municipio, con el objeto de proporcionar la visibilidad adecuada para el normal desarrollo de las actividades tanto vehiculares como peatonales. También se incluirán los sistemas de semaforización y relojes electrónicos instalados por el Municipio. Por vías públicas se entienden los senderos peatonales y públicos, calles y avenidas de tránsito vehicular (López, 2015).



Figura 1. Alumbrado público

Fuente: Mercado&Empresas, [sin fecha].

Por su carácter, el alumbrado público se concibe como un servicio público no domiciliario de iluminación, el cual es inherente al servicio de dotación o suministro de energía eléctrica, que se presta con el fin de dar visibilidad al espacio público, bienes de uso público y demás espacios de libre circulación, con tránsito vehicular o peatonal, dentro del perímetro urbano y rural de un municipio o distrito, para el normal desarrollo de las actividades (Municipio de Medellín, 2018).

2.2.1.1. Objetivo del alumbrado público

El alumbrado público tiene como objetivo, proporcionar la visibilidad adecuada para el normal desarrollo de las actividades en áreas o zonas de poca visibilidad, independientemente si es de día o de noche. En efecto, dependiendo de la zona

geográfica, el alumbrado público varía su horario de operación; y es que, en las zonas australes (zona geográfica cercana al polo sur) y boreales (zona geográfica cercana al polo norte), la duración de los días y las noches varían drásticamente en función a las estaciones de verano e invierno. Por su parte, en las zonas cercanas al Ecuador, las variaciones de los días y noches no son tan drásticas, pero si considerablemente como para optar por sensores de luz en vez de temporizadores como medios automáticos de encendidos del alumbrado público.

Por lo general el alumbrado público es un servicio a cargo de los gobiernos locales, regionales o nacionales, luego, son estos quienes se encargan de su instalación y mantenimiento; y es que: Para prestar el servicio de alumbrado público, además de energía, se requiere administración, operación, mantenimiento, modernización, reposición y expansión del sistema; pero lo más importante se necesita conocimiento del lugar a iluminar, este conocimiento hace referencia a todos aquellos factores que influyen a la hora de realizar un diseño lumínico como tipología de la vía, caracterización de la misma, necesidades lumínicas del lugar, actividades a realizar en dicho lugar, nivel de seguridad del lugar, disposición de los mástiles, elección de las luminarias de acuerdo a nivel de potencia y flujo luminoso, dimensiones de las partes que conforman la vía como lo son senderos peatonales, antejardines, zonas verdes, calzadas; etc. (López, 2015).

En síntesis, el alumbrado público tiene como objetivo, proporcionar la visibilidad requerida para el normal desarrollo de las actividades humanas. Por otro lado,

como servicio, el alumbrado público es brindado con el fin de garantizar la visibilidad en áreas o zonas de poca visibilidad, independientemente del horario. Asimismo, el alumbrado público sigue siendo un servicio con mayor presencia en el ámbito urbano y de poca o nula presencia en el ámbito rural.

2.2.1.2. Tipos de alumbrado público.

Antes de la aparición de la tecnología de Diodos Emisores de Luz, LED por sus siglas en inglés, la clasificación de los tipos de alumbrado público solía considerar como parámetro de tipificación el tipo de lámpara utilizada para su cometido; en ese contexto, se contemplaban los siguientes tipos de alumbrado público: con lámparas incandescentes, con lámparas de descarga o halógenas, y, con lámparas fluorescentes.

Debido a la aparición de tecnologías más eficientes para el alumbrado, entre ellas la tecnología LED, la tipificación del alumbrado público, por lo general, suele considerar dos grupos de tecnologías en los proyectos de iluminación de áreas públicas, la tecnología HID y la tecnología LED. Con respecto a dichas tecnologías de iluminación se debe tener en cuenta que no se considera que una tecnología sea mejor que la otra, si no que cada una tiene una aplicación especial (Colegio de Ingenieros Mecánicos y y Electricistas, 2014).

Dado que, en los proyectos de iluminación de áreas públicas se debe optar por utilizar algún tipo de tecnología, en lo que prosigue detallamos algunos aspectos a tenerse en cuenta de las dos tecnologías citadas en el párrafo anterior; en ese contexto tenemos que, para el caso de la tecnología LED los Luminarios LED consisten en la tecnología de ahorro principal, sin embargo, existen variaciones

tecnológicas entre marcas, con las cuales se debe tener cuidado para su selección. Requieren además una estabilidad de tensión mayor que las HID (Colegio de Ingenieros Mecánicos y y Electricistas, 2014).

Por su parte, para el caso de la tecnología HID, se tiene que los luminarios de alta descarga llamados así por la gran cantidad de lúmenes emitidos, sin embargo, su eficacia no llega al desempeño de las LED. No requieren una regulación muy precisa. Básicamente sus tecnologías son VSAP (Vapor de Sodio Alta Presión) y Aditivos Metálicos (MH) (Colegio de Ingenieros Mecánicos y y Electricistas, 2014).

En síntesis, podemos aseverar que, hasta la primera década del presente milenio, los equipos más utilizados para el alumbrado público eran las lámparas de vapor de sodio y vapor de mercurio; pero, a partir de los últimos años, con la aparición de las lámparas LED, esta nueva tecnología ha venido ganando terreno en dicho ámbito. Con respecto a la tecnología LED, es de destacar que la iluminación LED y los nuevos sistemas de control están empezando a integrarse en todas las aplicaciones de uso final. A mediano y largo plazo, muchos esperan que los LED sean la principal fuente de luz en todas las aplicaciones (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2016).

2.2.2. Sistema de Iluminación LED

Desde que se empezó a utilizar la iluminación artificial basada en el consumo de energía eléctrica, la iluminación de áreas públicas o de uso común ha crecido considerablemente, a tal punto que dicha forma de iluminación representa parte importante del consumo total, y, dicho consumo puede representar el 50% de

consumo eléctrico en ciudades de Europa, el 17 % del total de la iluminación en Estados Unidos y el 3% del consumo total eléctrico de Brasil (Chacón-Avilés et al., 2017).

En 2016, en el mundo se consumía 2900 TWh de electricidad al año para iluminación, es decir, el equivalente a cinco veces el consumo total nacional de Alemania durante un año; además, se preveía para las próximas dos décadas que, los servicios de iluminación experimenten un ascenso aproximado del 50 % en relación con los niveles de demanda actuales (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2016).

De lo señalado en el párrafo anterior se infiere que, el consumo eléctrico por concepto de iluminación de espacios y áreas que requieran contar con ciertos niveles de iluminación ira en crecimiento continuo como resultado del desarrollo natural de las sociedades y la industrialización de las mismas; y es que la iluminación se utiliza de forma extensa en nuestra vida cotidiana. Es un factor significativo que contribuye a nuestra calidad de vida y la productividad de los trabajadores. La iluminación artificial aumenta la duración del día productivo y permite que las personas trabajen en casa, oficinas, edificios y fábricas. Sin embargo, los equipos de iluminación consumen recursos. Esto sucede durante su fabricación, pero también, y lo que es más importante, una vez que se han instalado y están operando (es decir, produciendo luz). A medida que nuestras economías crecen y las poblaciones se expanden, la demanda global de iluminación va a aumentar (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2016).

En concordancia con lo acabado de citar, se tiene que, la implementación de sistemas de iluminación eficientes es una necesidad que debe ser cubierta, en ese sentido, el sistema de iluminación basado en Diodos Emisores de Luz, LED por sus siglas en inglés, constituye una alternativa viable y eficiente para la iluminación; en efecto: Para la reducción de la huella de carbono y el costo en iluminación se han comenzado a desarrollar opciones mediante unidades inteligentes de control de iluminación de LED, como en el tráfico vehicular ajustando la intensidad de la iluminación de acuerdo el volumen vehicular. La alta eficiencia luminosa, el alto índice de reproducción cromática o CRI por sus siglas en inglés, su larga vida útil y emisión de luz blanca, la hacen una buena candidata para aplicaciones de iluminación en interiores y muy adecuada para la iluminación pública. La iluminación en exteriores juega un papel importante para el funcionamiento y seguridad en los centros urbanos (Chacón-Avilés et al., 2017).

Tecnología LED

La tecnología basada en Diodos Emisores de Luz – Tecnología LED, es un tipo de tecnología que se utiliza desde hace varias décadas, pero que con el pasar de los años ha evolucionado en cuanto a sus aplicaciones a tal punto que, en la actualidad se le ha dado nuevas y variadas aplicaciones. Inicialmente el Diodo Emisor de Luz - LED, también conocido como Diodo Luminoso, se concebía como un diodo semiconductor que emite Luz y solamente se limitaba su uso como indicadores en muchos dispositivos, pero, últimamente su uso se ha extendido con mucha más frecuencia, hacia el área de la iluminación.

OSRAM (2011) refiriéndose a las luminarias LED señala que estas son extremadamente eficientes y muy flexibles: las luminarias LED [...] están equipadas con la tecnología de iluminación del futuro, ofrecen máxima flexibilidad a electricistas, planificadores de iluminación y arquitectos y ayudan a los usuarios finales a ahorrar energía.

En ese sentido, la tecnología LED se configura como una opción para la iluminación debido a las bondades que ofrece frente a otras opciones de iluminación, en efecto Como alternativa a los paneles solares está la tecnología LED. Más eficientes energéticamente que las bombillas de sodio que hay en la mayoría de calles del planeta, las bombillas LED son regulables en intensidad, lo que permite reducir la cantidad de luz al mínimo durante las horas de la noche, en que apenas hay actividad en la calle (Gómez, 2018).

Por otro lado, en un contexto circunscrito a la tecnología LED como alternativa para el alumbrado público y gestión del mismo, se tiene que la tecnología en cuestión, permite implementar sistemas inteligentes por intermedio del cual se puede monitorear el estado y el control del flujo luminoso de manera puntual y/o remota, reduciendo aún más, los costos de operación y mantenimiento, de la entidad que la gestionan (Osinermin, 2013).

Asimismo, la tecnología LED, principalmente, encuentra su utilización real y práctica a través de las denominadas bombillas LED, las cuales consumen entre un 80% y un 90% menos de electricidad, lo que supone un importante ahorro económico y de energía, traduciéndose en un consumo más sostenible y

responsable de los recursos. Además, estas bombillas son reciclables y tienen menos productos tóxicos entre sus componentes (Gómez, 2018).



Figura 2. Tecnología LED

Fuente: Deco Led VLC, [sin fecha].

2.2.2.1. Características de la tecnología LED

La tecnología LED, principalmente, encuentra su concreción a través de las lámparas LED. Con respecto a dichas lámparas se tiene que estas son concebidas como un diodo que emite luz, (Light Emitting Diode). Los LED emiten luz por “electroluminiscencia”, fenómeno por el cual un material emite luz en forma de fotones, cuando se hace pasar una corriente eléctrica a través de él, debido a electrones que cambian su nivel de energía durante su desplazamiento por un material semiconductor (Lirola, 2020).

Con respecto a las características de las lámparas LED, las cuales como se señaló en el párrafo anterior equivale a decir tecnología LED; es de señalar que,

además de la cantidad de iluminación, es imprescindible tener en cuenta la calidad que brinda dicha iluminación; en efecto, según Lirola (2020) existen dos conceptos importantes que pueden afectar a cómo percibimos los colores en los diferentes tipos de iluminación artificial y que son producto de las características de las lámparas: el índice de reproducción cromática que indica la exactitud en la que la luz muestra los colores de los objetos; y, la temperatura de color, que se define comparando su color dentro del espectro luminoso con el de la luz que emitiría un cuerpo negro calentado a una temperatura determinada.

Complementando lo acabado de señalar, en la Tabla 1 se definen los parámetros que definen las características de una lámpara LED.

Tabla 1
Características de la tecnología LED

Parámetro	Descripción
Color	Rojo, ámbar, verde, azul, blanco, en distintas frecuencias y matices.
Tamaño	El diámetro de la cápsula del LED varía normalmente entre 3 y 10mm.
Transparencia	El encapsulado de los LEDs puede variar desde cristal (transparentes) a difusos.
Ángulo	El ángulo de visibilidad está determinado por la forma de la lente y la transparencia. Varían entre 10° y 60°.
Luminosidad	La luminosidad de los LEDs está determinada por todas las variables antes dichas más la composición y calidad del chip emisor de luz. Se mide usualmente en milicandelas y en carteles varía entre 500 mcd y 7000 mcd.
Duración	Dos LEDs aparentemente iguales en todas las características antes enunciadas pueden tener distintas duraciones. Un LED de calidad construido bajo normas ISO 9000 garantiza una duración bajo circunstancias normales de 100.000 horas; esto es más de diez años manteniendo una luz no inferior al 60% de la que tenía al ser nuevo.

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2015.

2.2.2.2. Desempeño típico de la iluminación LED

En cuanto a desempeño, las lámparas LED ofrecen características únicas que las convierten en una fuente de luz muy interesante; y es que, la potencia luminosa emitida por la fuente en términos de flujo luminoso, expresado en lumen por vatio, ofrecen mejor rendimiento que otras fuentes. En la tabla que prosigue se presentan valores aproximados que indican el rendimiento con que las lámparas, dependiendo del tipo de fuente de luz, convierten la energía eléctrica en luz.

En la Tabla 2 se presentan la comparación entre el desempeño de la iluminación de la tecnología LED con otras tecnologías.

Tabla 2
Valores aproximados de rendimiento luminoso

Tipo de Fuente de Luz	Lúmenes Relativos
Lámparas de Incandescencia	11 Lm/w
Lámparas Halógenas 230v	16 Lm/w
Lámparas Halógenas a 12v	20 Lm/w
Fluorescencia Estándar	74 Lm/w
Fluorescencia T5 (FQ) (FH)	88 Lm/w
Fluorescencia Trifósforo	86 Lm/w
Fluorescencia Compacta	60 Lm/w
Halogenuro Metálico	80 Lm/w
Vapor de Mercurio	52 Lm/w
Sodio Baja Presión	146 Lm/w
Sodio Alta Presión	110 Lm/w
Lámparas Inducción	65 Lm/w
LED	130 Lm/w

Fuente: OLIVA Iluminación, 2018.

Por otro lado, dado que la tecnología LED ofrece una eficiencia energética elevada si medimos el flujo luminoso obtenido con los vatios de electricidad

suministrados, unos 130 lúmenes por vatio. En la tabla que prosigue se presentan especificaciones de desempeño típicas de la iluminación de diodos emisores de luz (LED).

Tabla 3
Características de la tecnología LED

Característica	Valor típico de una lámpara LED	Valor típico de una luminaria LED
Rango de eficacia lumínica (inicial)	60-130 lm/W	80-150 lm/W
Vida útil de la lámpara	15 000-30 000 horas	20 000-60 000 horas
Índice de reproducción cromática (Ra)	70-95	80-95
Temperatura de color correlacionada	2700-6500 K	2700-6500 K
¿Regulación de la intensidad de luz? (Atenuable)	Con controlador regulable	Con controlador regulable

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2016.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

Variable: Sistema de iluminación LED

Es un sistema de iluminación que utiliza dispositivos de diodos emisores de luz (LED, por sus siglas en inglés, Light Emitting Diode) como fuente de luz. Los LED son componentes electrónicos que emiten luz cuando una corriente eléctrica pasa a través de ellos. Estos sistemas son ampliamente utilizados en una variedad de aplicaciones de iluminación debido a sus numerosas ventajas sobre las fuentes de luz convencionales, como las bombillas incandescentes o las lámparas fluorescentes (Fillipo, Cano y Chavez, 2010).

Dimensiones

Parámetros eléctricos de la iluminación

Los parámetros eléctricos de la iluminación se refieren a las características eléctricas que describen el funcionamiento de un sistema de iluminación o una fuente de luz. Estos parámetros son importantes para entender cómo opera un sistema de iluminación y cómo se puede controlar para satisfacer las necesidades específicas de iluminación (energía y sociedad, [sin fecha]).

Característica del sistema de iluminación

Las características de un sistema de iluminación se refieren a las cualidades y propiedades específicas que definen cómo funciona y qué capacidades tiene dicho sistema. Estas características pueden variar dependiendo del tipo de sistema de iluminación que estés considerando, ya sea un sistema de iluminación doméstico, comercial, industrial o público (ACA, [sin fecha]).

Propuesta de iluminación

Una propuesta de iluminación es un documento o plan que describe cómo se llevará a cabo la iluminación de un espacio específico. Esta propuesta se crea generalmente en el contexto de proyectos de diseño de interiores, arquitectura, paisajismo o renovación, y tiene como objetivo proporcionar una visión detallada de cómo se iluminará un área para cumplir con los objetivos estéticos, funcionales y de seguridad del proyecto (Lumínica Proyectos, [sin fecha]).

Variable dependiente: Sistema de alumbrado

Un sistema de alumbrado público es una infraestructura diseñada para proporcionar iluminación en áreas públicas, como calles, carreteras, parques, plazas, y otras zonas de uso común durante las horas de oscuridad. El objetivo principal del alumbrado público es mejorar la seguridad, la visibilidad y la comodidad de las personas que transitan o utilizan estas áreas en la noche (Gobierno de México, 2015).

Parámetros de iluminación

Los parámetros de iluminación son medidas y características que se utilizan para describir y evaluar la calidad y cantidad de la luz presente en un entorno o sistema de iluminación. Estos parámetros son fundamentales para entender cómo la luz afecta la visibilidad, el confort visual y la eficiencia energética en diferentes aplicaciones (Art Crystal Tomes, 2021).

Características del sistema de iluminación

Las características de un sistema de iluminación se refieren a las cualidades y propiedades específicas que definen cómo funciona y qué capacidades tiene dicho sistema. Estas características pueden variar dependiendo del tipo de sistema de iluminación que estés considerando, ya sea un sistema de iluminación doméstico, comercial, industrial o público (ACA, [sin fecha]).

Costo de la propuesta

Los costos de la propuesta de iluminación se refieren a los gastos asociados con la implementación de un proyecto de iluminación específico. Estos costos pueden variar según la escala y la complejidad del proyecto, así como los objetivos y requisitos específicos del diseño de iluminación (Pérez, 2021).

2.4. DEFINICIONES DE TÉRMINOS BÁSICOS.

Alumbrado general. Es un método de iluminación muy extendido y se usa habitualmente en oficinas, centros de enseñanza, etc. Se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo del local, tendiendo a generar una distribución simétrica.

Alumbrado localizado. Se emplea este modelo de alumbrado cuando necesitamos una iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar un trabajo concreto.

Deslumbramiento. Es cuando en nuestro campo de visión observamos con una fuente de luz (directo) o cuando la luminancia de un objeto (reflejado) es superior al conjunto en el cual se encuentra. En este caso sólo percibimos el objeto de mayor intensidad sin poder distinguir bien nuestro entorno debido a la saturación que se produce en nuestros ojos.

Eficiencia luminosa: La eficiencia luminosa es un parámetro que relaciona el flujo luminoso emitido por una luminaria con la potencia eléctrica total consumida por esta, incluyendo sus accesorios (fuentes de regulación, balastros, etc.). Su unidad de medida es el lumen por watt (lm/W).

Flujo luminoso. Es la energía de la luz emitida en todas direcciones por una fuente luminosa por unidad de tiempo. Se mide en lumen (lm) y se representada por Φ .

Grado de uniformidad: Es el parámetro que determina el grado de uniformidad en la distribución de la iluminancia a lo largo de un área o superficie de referencia. Este parámetro es muy importante, ya que los niveles de iluminancia no son uniformes, y el control de su variación determina el confort y la visibilidad.

Iluminancia. También llamado iluminación es el índice representativo de la densidad de flujo luminoso sobre una superficie. Se define como la relación entre el flujo luminoso que índice sobre una superficie y el tamaño de la misma. Su unidad de medida es el lux (lumen/m^2) y está representado por la letra E.

Intensidad luminosa. Es el flujo emitido en una dirección determinada por el ángulo solido que lo contiene. Su unidad es la candela (cd), es la unidad básica de la luminotecnica de esta se derivan todas las demás magnitudes y está representado con la letra I.

Lámpara: Es un dispositivo que transforma una energía eléctrica o química en energía lumínica. Es el dispositivo que produce la luz artificial. La lámpara es un dispositivo que convierte energía eléctrica en energía o radiación lumínica, su funcionamiento está basado en los principios físicos de la termo radiación o la luminiscencia, dependiendo del tipo de fuente y tecnología (Municipio de Medellín, 2018).

Lámpara LED: Es un tipo de lámpara que, corresponde a un dispositivo semiconductor de estado sólido o varios (arreglo matricial), específicamente

diodo emisor de luz (LED) por sus siglas en inglés, el cual convierte energía eléctrica en radiación lumínica bajo el principio físico de la luminiscencia (Municipio de Medellín, 2018).

Luminancia. Es la cantidad de luz emitida en una dirección dada por una superficie luminosa o iluminada. Su unidad de medida es la candela por superficie [cd/m^2] y está representado por la letra L.

Luminarias: Las luminarias son los aparatos que sirven de soporte a los dispositivos que producen la luz, es decir, las lámparas. La luminaria, es el aparato de iluminación que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o más lámparas o bombillas (fuentes luminosas) y que incluye todas las partes necesarias para soporte, fijación y protección de las bombillas, pero no las fuentes luminosas mismas y, donde sea necesario, los circuitos auxiliares con los medios para conectarlos a la fuente de alimentación eléctrica. La luminaria dispone entonces de un conjunto óptico y un conjunto eléctrico (Municipio de Medellín, 2018).

Rendimiento y eficiencia luminosa. En nuestra época es muy importante en el diseño tener la consideración de rendimiento y la eficiencia luminosa de las cargas eléctricas, el rendimiento es la relación entre el flujo luminoso emitido por una luminaria y el flujo luminoso de la lámpara, la eficiencia luminosa es la relación entre del flujo luminoso entregado, en lumen, y la potencia consumida, en vatios (ϕ [lm] / P [W]).

Sistema de iluminación general: Sistema de iluminación general hace referencia al conjunto de componentes que comprende la instalación de

iluminación, así como el esquema de mantenimiento y de operación, necesarios para prestar el servicio de iluminación adecuado para la realización de actividades humanas en los sitios de trabajo o espacios donde puedan permanecer o circular personas o vehículos [...]. Tal sistema estará diseñado y construido con base en luminarias para iluminación general (Municipio de Medellín, 2018).

Vida Útil: La vida útil es el parámetro de las luminarias medido en horas que determina la duración de estas. Este es un parámetro muy importante debido a que por medio de este se podrá determinar la frecuencia de cambio de luminarias en un sistema.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis General

Ho: No es factible, usando tecnología LED, mejorar significativamente el actual sistema de alumbrado de la plazuela y lugares de tránsito de la Universidad Nacional del Callao.

H1: Es factible, usando tecnología LED, mejorar significativamente el actual sistema de alumbrado de la plazuela y lugares de tránsito de la Universidad Nacional del Callao.

3.1.2. Hipótesis Específicas

- La medición de los parámetros eléctricos en la plazuela y zonas de tránsito de la Universidad Nacional del Callao, permite sentar las bases de la propuesta del sistema de alumbrado.
- La determinación de las características que debe tener el sistema de iluminación basado en tecnología LED para la plazuela y zonas de tránsito de la Universidad Nacional del Callao, permite estructurar la propuesta del sistema de alumbrado.
- La comparación entre la propuesta de iluminación con los parámetros actuales de iluminación de la plazuela y zonas de tránsito permite sustentar la viabilidad del sistema de alumbrado.

3.2. Definición conceptual de variables

En la presente investigación se tendrán en cuenta dos variables, una referida a la situación actual del sistema de iluminación de la plazuela y zonas de tránsito de la Universidad Nacional del Callao; y otra, referida a la propuesta de iluminación con tecnología LED de dichos ambientes. En ese sentido, las variables relacionales se definen en los siguientes términos:

Variable Independiente (Variable X): Sistema de iluminación Led, se basa en la tecnología de diodos emisores de luz (LED, por sus siglas en inglés) para producir luz de manera eficiente y duradera. Los LEDs son componentes electrónicos semiconductores que emiten luz cuando una corriente eléctrica pasa a través de ellos. Este sistema de iluminación se ha convertido en una alternativa popular y eficiente a las fuentes de iluminación tradicionales, como las lámparas incandescentes y las bombillas fluorescentes.

Variable Dependiente (Variable Y): Sistema de alumbrado se refiere a la infraestructura y dispositivos utilizados para proporcionar iluminación en un entorno específico, como edificios, carreteras, áreas públicas o industriales. Su objetivo principal es mejorar la visibilidad en situaciones de poca luz o en la oscuridad, lo que contribuye a la seguridad, comodidad y productividad de las personas en ese entorno.

3.3. Operacionalización de variables

Al operacionalizar las variables de estudio, se determinaron las dimensiones (precedidas de guiones) e indicadores (precedidas de asteriscos), de las mismas. Dichas dimensiones e indicadores son los que se detallan a continuación.

Variable Independiente (Variable X): Sistema de iluminación Led.

- Parámetros eléctricos
- Característica del sistema de iluminación.
- Propuesta de iluminación.

Variable Dependiente (Variable Y): Sistema de alumbrado.

- Parámetros de iluminación
- Características del sistema de iluminación
- Costo de la propuesta.

IV.METODOLOGÍA

4.1. Tipo y diseño de investigación

4.1.1. Tipo de investigación

De acuerdo con las palabras expresadas por Lozada (2014), este tipo se enfoca en la producción de conocimiento con fines prácticos y utilitarios en la sociedad o en el ámbito productivo. Dentro de esta situación, su esencia se encuentra en utilizar los conocimientos y saberes existentes para enfrentar de manera eficaz desafíos específicos que repercuten en la sociedad humana. La indagación que llevaremos a cabo se centrará en ofrecer una propuesta innovadora de sistema de iluminación basado en la tecnología LED. Con la finalidad de elevar la calidad lumínica en la plazuela y zonas de circulación de la UNAC.

4.1.2. Nivel de investigación

El alcance de investigación empleado se caracterizó como descriptivo. Conforme a lo señalado por Ochoa-Pachas & Yunkor-Romero (2021) un estudio descriptivo se enmarca en la metodología de investigación cuantitativa y se enfoca en analizar una única variable de estudio, conocida como la variable de interés. Dado que este tipo de investigación se caracteriza por tener un único foco de estudio, es esencial considerar los elementos conexos que influyen en dicho enfoque. Estos elementos, usualmente denominados factores de contextualización, guardan una estrecha relación con la variable central y se derivan de la población objeto de estudio. La cantidad de estos factores de

contextualización a evaluar variará en función de la experiencia del investigador y se fundamenta en enfoques prácticos respaldados por la evidencia.

4.1.3. Enfoque de investigación

El enfoque de investigación seleccionada será de carácter cuantitativo. Según lo destacado por Neill y Cortez (2018), la investigación cuantitativa se centra en la utilización de datos numéricos para explorar, evaluar y verificar la información recolectada. Además, este tipo de enfoque tiene como propósito principal validar de manera lógica las proposiciones que se plantean en la investigación. En este sentido, implica la formulación de hipótesis basadas en la relación entre variables, las cuales posteriormente serán sometidas a un proceso de medición con el fin de confirmar o desestimar dichas hipótesis.

4.1.4. Diseño de investigación

Además, se optó por utilizar un enfoque de diseño de investigación no experimental de tipo transversal. Según lo planteado por Hernández et al. (2014), este tipo de investigaciones se desarrollan sin intervenir en las variables, centrándose en la observación de los fenómenos en su entorno natural con el propósito de analizarlos. En contraste, los estudios transversales consisten en la evaluación de los individuos en un único momento temporal sin seguimiento a lo largo del tiempo. La meta es realizar un análisis minucioso de las variables y estudiar cómo se interrelacionan e influyen mutuamente en un instante determinado (Dagnino, 2014).

4.2. Método de investigación

Ha sido Inductivo. De acuerdo con Bernal (2010), esta metodología se fundamenta en el razonamiento para inferir conclusiones a partir de hechos

particulares que se consideran válidos, con la finalidad de alcanzar conclusiones que sean aplicables en un contexto más amplio. La perspectiva inicia con la evaluación singular de los acontecimientos y circunstancias, luego se derivan conclusiones universales, las cuales se presentan como leyes, principios o fundamentos de una teoría.

4.3. Población y muestra

Población

Según lo señalado por Ñaupas et al. (2018), abarca todas las unidades de estudio, ya sean personas, objetos, conglomerados, hechos o fenómenos, que deben ser considerados como parte del análisis. Por ende, la población se estableció a partir de la propuesta de implementar un sistema de iluminación basado en tecnología LED.

Muestra y muestreo

En oposición a esto, Ñaupas et al. (2018) sostienen que la muestra es una fracción representativa de la población total que muestra las cualidades adecuadas para cumplir con el objetivo de la investigación. Además, con el propósito de reducir la muestra, se optó por el muestreo no probabilístico por conveniencia. Según Ñaupas et al. (2018), en este contexto, la elección de los sujetos no está determinada por la probabilidad, sino que se basa en las particularidades del estudio y en el criterio del investigador, teniendo en cuenta la necesidad directamente observada. Así, el tamaño de la muestra a utilizar es aproximado al tamaño de la población.

4.4. Lugar de estudio

El trabajo de campo, es decir, el recojo de información necesaria se realizó en las instalaciones de la UNAC, situado en el Callao. En relación con la labor de procesamiento, análisis e interpretación de los datos obtenidos, dicho proceso se desarrolló en el lugar de trabajo de uno de los averiguadores.

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

Técnicas

Son utilizados para recopilar datos abarcan una variedad de métodos que facilitan al investigador, obtener la información requerida para abordar la cuestión de indagación planteada (Hernández y Duana, 2020). En el marco de esta investigación, se emplearán la observación y el análisis documental como enfoques para llevar a cabo el estudio.

- A través de observaciones minuciosas, se pudo obtener una visión exhaustiva de las condiciones de las lámparas y luminarias que forman parte del sistema de iluminación actual. Mediante este enfoque, es viable adquirir datos de manera directa en el sitio donde ocurren los fenómenos o eventos, utilizando herramientas como formularios de registro para recopilar la información esencial destinada a evaluar los indicadores bajo estudio.
- Mediante del análisis de documentos, se lograron extraer ideas y conceptos de los textos consultados, artículos de investigación e informes publicados, que estaban relacionados con la creación de un sistema de iluminación utilizando tecnología LED. Estas ideas fueron fundamentales

para la elaboración del marco teórico del estudio. También, se tomaron en cuenta las instrucciones técnicas y las guías facilitadas por los fabricantes. de cada luminaria y lámpara que conformarán el nuevo proyecto, así como los planos de instalaciones del sistema de iluminación actual que servirán de base para el nuevo diseño.

Instrumentos

Hace mención a diversas formas, recursos o dispositivos, ya sea en versión impresa o digital, empleado con el propósito de obtener, almacenar o registrar datos en el transcurso de la investigación (Arias, 2012). En esta indagación, se utilizaron las fichas de registros y bibliográficas como herramientas de recolección de datos. De igual modo, se empleó el luxómetro, también conocido como medidor de luz, es un dispositivo utilizado para medir la cantidad de luz visible en un entorno o en un lugar específico. La unidad de medida que se utiliza en luxómetros es el lux, que representa la iluminancia, es decir, la cantidad de luz que incide en una superficie por unidad de área. Un lux equivale a un lumen por metro cuadrado ($\text{lux} = \text{lm}/\text{m}^2$). El luxómetro tuvo un papel importante al evaluar y mejorar el sistema de iluminación, seguidamente se describe los usos que se realizaron con este instrumento:

- Medición de la iluminación existente: Antes de proponer mejoras en el sistema de iluminación, era fundamental realizar mediciones de la iluminación actual en la plazoleta y las zonas de tránsito. Un luxómetro se utilizaba para medir los niveles de iluminación en diferentes áreas, identificando dónde se necesitaban mejoras y dónde se cumplían con los estándares de iluminación recomendados.

- Evaluación de la uniformidad: El luxómetro podía ayudar a evaluar la uniformidad de la iluminación en las áreas específicas. La uniformidad se refería a la distribución equitativa de la luz en un espacio, y el luxómetro podía medir la variación en los niveles de iluminación en diferentes partes de la plazoleta y las zonas de tránsito.
- Comparación de los niveles de iluminación LED propuestos: Cuando se proponían mejoras en el sistema de iluminación mediante la implementación de luces LED, el luxómetro se usaba para medir y comparar los niveles de iluminación después de la instalación. Esto aseguraba que los nuevos sistemas cumplieran con los requisitos de iluminación y los estándares de eficiencia energética.
- Determinación de la eficiencia energética: El luxómetro se podía utilizar para evaluar la eficiencia energética de las luces LED en comparación con las fuentes de iluminación anteriores. Esto implicaba medir la cantidad de luz producida por cada vatio de energía consumido, lo que era esencial para reducir el consumo de energía y los costos asociados.
- Documentación y cumplimiento: Las mediciones realizadas con un luxómetro debían documentarse en el estudio, lo que permitía respaldar las recomendaciones y decisiones sobre la mejora del sistema de iluminación en la universidad. Además, ayudaba a garantizar el cumplimiento de los estándares y regulaciones de iluminación establecidos.

4.6. Análisis y procesamiento de datos

En un primer paso crucial, el software DIALux evo 10.1 fue implementado para abordar las complejas demandas de la planificación y el análisis de iluminación. Este software se distinguió por su capacidad especializada en la evaluación de sistemas de iluminación en diversos entornos, abarcando tanto espacios interiores como áreas al aire libre. Se destacó por su flexibilidad al ser aplicado en la iluminación de edificios enteros, habitaciones individuales, áreas de estacionamiento e incluso carreteras.

DIALux evo 10.1 ofreció un enfoque integral al permitir la modelación y visualización de la distribución de la luz en escenarios prácticos. Esta característica resultó invaluable al proporcionar una representación gráfica y detallada de cómo se comportaría la iluminación en situaciones concretas. De esta manera, se logró un entendimiento profundo de cómo el sistema de iluminación propuesto cumpliría con los rigurosos estándares de calidad y eficiencia establecidos.

Con los datos recopilados y procesados con la ayuda de DIALux evo 10.1, se estableció un punto de partida sólido para el análisis. No obstante, la fase de análisis se benefició aún más con la transición a la herramienta de procesamiento de datos que sería Excel.

En un segundo paso, los datos obtenidos fueron transferidos y organizados meticulosamente en hojas de cálculo de Excel. Este programa brindó una estructura ordenada y versátil para la manipulación de datos, facilitando la

categorización de información numérica y textual recopilada a través de mediciones y observaciones directas.

La fusión de estas dos herramientas fue fundamental para realizar cálculos específicos destinados al análisis de la iluminación pública. Excel permitió realizar estos cálculos de manera ágil y precisa, aprovechando su capacidad para manejar grandes conjuntos de datos de manera eficiente.

En la etapa de presentación de resultados, se recurrió nuevamente a Excel para crear gráficas de líneas que ofrecieron representaciones visuales claras y efectivas de tendencias, variaciones y comparaciones presentes en los conjuntos de datos analizados. Paralelamente, se construyeron tablas resumen en Excel que presentaron los datos de manera ordenada y fácilmente interpretable. Estas tablas incluyeron valores calculados y resultados clave, como la comparación de parámetros con los estándares establecidos en regulaciones nacionales e internacionales relacionadas con la iluminación pública.

De esta forma, la combinación de DIALux evo 10.1 y Excel resultó esencial para el éxito del estudio, permitiendo una presentación completa y efectiva de los datos procesados. Estas herramientas se complementaron a la perfección en el análisis y procesamiento de datos, allanando el camino para tomar decisiones informadas respaldadas por resultados sólidos y representaciones visuales claras.

V. RESULTADOS

5.1. Medir los parámetros de iluminación actuales en la plazuela y zonas de tránsito de la UNAC

Se comparó en base a la Norma Técnica DGE “Alumbrado de vías públicas en zonas de concesión de distribución”.

Tabla 4
Comparación en base a la Norma Técnica DGE “Alumbrado de vías públicas en zonas de concesión de distribución”

Propiedades	Zona	A nivel de piso (lx)	Iluminancia media (lux)	Observación
PASILLO FRONTIS LAB FIIIE	Z-01	7	>10	No Cumple
PASILLO COSTADO FIIS	Z-02	19	>10	Si Cumple
PASILLO COSTADO FIIS	Z-03	6	>10	No Cumple
PASILLO COSTADO BIBLIOTECA FIME Y CENTRO EXPERIMENTAL TECNOLÓGICO	Z-04	3.2	>10	No Cumple
ESTACIONAMIENTO FRONTIS CENTRO EXPERIMENTAL TECNOLÓGICO	Z-05	10	>10	No Cumple
ESTACIONAMIENTO FRONTIS CENTRO EXPERIMENTAL TECNOLÓGICO	Z-06	10.5	>10	Si Cumple
ESTACIONAMIENTO COSTADO FIME FRONTIS CENTRO EXPERIMENTAL TECNOLÓGICO	Z-07	4.2	>10	No Cumple
FRONTIS FIME PATIO FIME	Z-08	1.5	>10	No Cumple
	Z-09	11	>10	Si Cumple
	Z-10	7	>10	No Cumple
PASILLO COSTADO FIME Y ESPALDA FIIS	Z-11	1.5	>10	No Cumple

FRONTIS FIPA, OBU Y ESPALADA FIME ZONA ENTRE	Z-12	11.8	>10	Si Cumple
COSTADO OBU Y ESPALDA FIME	Z-13	15	>10	Si Cumple
FRONTIS ENTRE FIPA Y OBU	Z-14	6.5	>10	No Cumple
FRONTIS ENTRE FIPA, OBU	Z-15	13.5	>10	Si Cumple
PISTA COSTADO DE ADUNAC	Z-16	8	>10	No Cumple
PISTA FRONTIS ADUNAC	Z-17	6	>10	No Cumple
PISTA ESPALDA ORAA PASILLO COSTADO	Z-18	7	>10	No Cumple
LAB FIEE Y PUERTA DE INGRESO CENTRAL	Z-19	2.3	>10	No Cumple
PISTA ESPALDA ORAA FRONTIS ORAA	Z-20 Z-21	10 41	>10 >10	No Cumple Si Cumple
INGRESO A FCE	Z-22	42	>10	Si Cumple
INGRESO A FCE	Z-23	11	>10	Si Cumple
PASILLO ENTRE FCS Y BANCO	Z-24	16.5	>10	Si Cumple
VEREDA ENTRE FCC Y FCS	Z-25	17	>10	Si Cumple
INGRESO A FCC	Z-26	3	>10	No Cumple
ESQUINA FCS Y BIBLIOTECA	Z-27	12	>10	Si Cumple
ESQUINA FCA Y BIBLIOTECA GENERAL	Z-28	10	>10	No Cumple
PASILLO ENTRE BIBLIOTECA Y	Z-29	10	>10	No Cumple
CANCHA DEPORTIVA COSTADO DERECHO, INGRESO PRINCIPAL	Z-30	2	>10	No Cumple
VEREDA ENTRE PARQUE Y FCS	Z-31	20	>10	No Cumple
VEREDA ENTRE FCS Y BANCO	Z-32	6.8	>10	No Cumple
	Z-33	8.5	>10	No Cumple
PISTA CENTRAL ENTRE FIPA Y FIME	Z-34	6.8	>10	No Cumple
ZONA CENTRAL DE LA PLAZUELA	Z-35	0.3	>10	No Cumple
PLAZUELA FRONTIS FIARN	Z-36	0.5	>10	No Cumple

PLAZUELA FRONTIS FCS	Z-37	0.3	>10	No Cumple
PLAZUELA FRONTIS BIBLIOTECA	Z-38	0.7	>10	No Cumple
PLAZUELA FRONTIS FIME	Z-39	0.9	>10	No Cumple
PLAZUELA ZONA INGRESO CENTRAL	Z-40	0.7	>10	No Cumple

Fuente: Elaboración propia.

La tabla presenta una evaluación de la iluminación en diferentes zonas, utilizando como referencia la iluminancia medida en lux (lx) y la iluminancia media. Estos valores se comparan con un estándar de referencia de "mayor de 10" lux, que se considera necesario para cumplir con los requisitos mínimos de iluminación en las áreas evaluadas. También se proporcionan observaciones sobre si se cumple o no con este estándar.

En general, los resultados muestran que la iluminación en muchas de las áreas evaluadas no cumple con el estándar de "mayor de 10" lux, lo que indica una insuficiencia en la iluminación en esas ubicaciones específicas. Esto puede tener implicaciones en términos de seguridad y comodidad para las personas que transitan por esas áreas, ya que una iluminación inadecuada puede aumentar el riesgo de accidentes y afectar la visibilidad.

Sin embargo, también se observa que algunas zonas, como el "Frontis FIME" (Z-09), "Zona entre Costado OBU y Espalda FIME" (Z-13), "Frontis entre FIPA y OBU" (Z-15), "Frontis ORAA" (Z-21), "Ingreso a FCE" (Z-22), "Ingreso a FCE" (Z-23), "Pasillo entre FCS y Banco" (Z-24), "Vereda entre FCC y FCS" (Z-25), y "Esquina FCS y Biblioteca" (Z-27), cumplen con el estándar de iluminación deseado.

Es importante destacar que las áreas que no cumplen con el estándar requerido pueden necesitar mejoras en la iluminación para garantizar la seguridad y el confort de las personas que las utilizan. Estas evaluaciones pueden servir como base para la toma de decisiones sobre la implementación de medidas correctivas, como la instalación de luminarias adicionales o el ajuste de la iluminación existente.

5.1.1. Sistema de alumbrado de la plazuela y zonas de tránsito de la UNAC

5.1.1.1. Parámetros Eléctricos de las Lámparas

- Tensión nominal 220v.
- Tensión de funcionamiento 220v.
- Corriente nominal 0.68Amp
- Corriente de funcionamiento 0.68Amp.
- Potencia en placa 150W.
- Consumo de energía de las lámparas 6.25 W/h.

5.1.1.2. Parámetros de Iluminación

- Nivel de iluminación
- Dirección de la luz (15°)
- Distribución de la luz
- Temperatura 1750 K

5.1.1.3. Características de las Luminarias

- Distribución espacial (plano).
- Altura 11m.
- Tiempo de vida útil 20 000 hrs.
- Horas de funcionamiento (12h).
- Modelo de las lámparas.

5.2. Características que debe tener el sistema de iluminación basado en tecnología LED para la plazuela y zonas de tránsito de la UNAC

a) Luminaria 1

I. Aspectos técnicos

- Fabricante: LEDVANCE
- Modelo: O BD 500 Lantern 12W3000K GY
- Índice de protección: IP54
- Rendimiento lumínico: 50.8 lm/W
- CCT: 3991K
- CRI: 84

II. Aspectos de instalación

- Altura: 12m
- Longitud pastoral: 1m

III. Aspectos eléctricos

- Tensión de operación: 220V
- Alimentación: Monofásico
- Potencia: 12 W

- Frecuencia: 60Hz

Tabla 5

Aspectos técnicos, de instalación y eléctricos de la luminaria 1

ASPECTOS TÉCNICOS	
Fabricante	LEDVANCE
Modelo	O BD 500 Lantern 12W3000K GY
Índice de protección	IP54
Rendimiento lumínico	50.8 lm/W
CCT	3991K
CRI	84
ASPECTOS DE INSTALACIÓN	
Altura	12 m
Longitud pastoral	1 m
Ubicación de Instalación	Plaza UNAC
ASPECTOS ELÉCTRICOS	
Tensión de operación	220V
Alimentación	Monofásico
Potencia	12W
Frecuencia	60 Hz

Fuente: Elaboración propia.

La tabla proporciona información detallada sobre las características técnicas, de instalación y eléctricas de un conjunto de luminarias LEDVANCE, modelo "O BD 500 Lantern 12W3000K GY", que se han instalado en la "Plaza UNAC". Aquí hay una interpretación de los datos presentados:

En términos de las características técnicas de estas luminarias LEDVANCE, se observa que tienen un índice de protección (IP) de 54, lo que indica una protección moderada contra el polvo y una protección limitada contra la entrada de agua. El rendimiento lumínico de estas luminarias es de 50.8 lm/W, lo que significa que producen 50.8 lúmenes por vatio de potencia consumida. Esto indica una eficiencia moderada en la conversión de energía eléctrica en luz visible. El CCT (temperatura de color correlacionada) de estas luminarias es de 3991K, lo que sugiere una luz de tono blanco cálido. El CRI (índice de

reproducción cromática) es de 84, lo que indica que estas luminarias tienen una capacidad moderada para representar colores de manera precisa en comparación con la luz natural.

En cuanto a los aspectos de instalación, estas luminarias están montadas a una altura de 12 metros sobre el nivel del suelo, con una longitud pastoral de 1 metro. Están ubicadas en la "Plaza UNAC", lo que sugiere que se utilizan para iluminar esta área específica.

En lo que respecta a los aspectos eléctricos, estas luminarias funcionan con una tensión de operación de 220V y se alimentan de manera monofásica. Tienen una potencia de 12W y operan a una frecuencia de 60 Hz. El factor de potencia es un dato que no se proporciona en la tabla, pero es importante tenerlo en cuenta para evaluar la eficiencia energética de estas luminarias.

b) Luminaria 2

I. Aspectos técnicos

- Fabricante: LEDVANCE
- Modelo: FLOODLIGHT PFM 200W 5000K
- Índice de protección: IP55
- Rendimiento lumínico: 127.0 lm/W
- CCT: 3991K
- CRI: 84
- Horas de trabajo: 50 000h

II. Aspectos de instalación

- Altura: 12 m
- Longitud pastoral: 1 m

III. Aspectos eléctricos

- Tensión de operación: 220V
- Alimentación: Monofásico
- Potencia: 197 W
- Frecuencia: 60Hz

Tabla 6

Aspectos técnicos, de instalación y eléctricos de la luminaria 2

ASPECTOS TÉCNICOS	
Fabricante	LEDVANCE
Modelo	FLOODLIGHT PFM 200W 5000K
Índice de protección	IP55
Rendimiento lumínico	127.0 lm/W
CCT	3991K
CRI	84
Horas de trabajo	50 000h
ASPECTOS DE INSTALACIÓN	
Altura	12 m
Longitud pastoral	1 m
Ubicación de Instalación	Plaza UNAC
ASPECTOS ELÉCTRICOS	
Tensión de operación	220V
Alimentación	Monofásico
Potencia	197W
Frecuencia	60 Hz

Fuente: Elaboración propia.

La tabla proporciona información detallada sobre las características técnicas, de instalación y eléctricas de un proyector de luz LEDVANCE, modelo "FLOODLIGHT PFM 200W 5000K", que ha sido instalado en la "Plaza UNAC".

Aquí se presenta una interpretación de los datos presentados:

En cuanto a las características técnicas de este proyector de luz LEDVANCE, se destaca que tiene un índice de protección (IP) de 55, lo que indica una protección adecuada contra el polvo y una protección moderada contra la entrada de agua.

El rendimiento lumínico es de 127.0 lm/W, lo que significa que produce 127.0 lúmenes por vatio de potencia consumida. Esto refleja una eficiencia bastante alta en la conversión de energía eléctrica en luz visible. El CCT (temperatura de color correlacionada) es de 5000K, lo que sugiere una luz de tono blanco frío. El CRI (índice de reproducción cromática) es de 84, lo que indica que este proyector tiene la capacidad de representar colores con precisión en comparación con la luz natural. Además, se especifica que tiene una vida útil de 50,000 horas, lo que sugiere una larga duración y menor necesidad de reemplazo.

En lo que respecta a los aspectos de instalación, este proyector de luz está ubicado a una altura de 12 metros sobre el nivel del suelo, con una longitud pastoral de 1 metro. Su ubicación es la "Plaza UNAC", lo que implica que desempeña un papel importante en la iluminación de este espacio público.

En cuanto a los aspectos eléctricos, este proyector funciona con una tensión de operación de 220V y se alimenta de manera monofásica. Tiene una potencia de 197W, lo que indica que consume una cantidad significativa de energía eléctrica. Opera a una frecuencia de 60 Hz, lo que es estándar en la mayoría de las redes eléctricas.

c) Luminaria 3

I. Aspectos técnicos

- Fabricante: PHILIPS
- Modelo: BRP392 LED136/NW 96W 220-240V DM PSR
- Índice de protección: IP66
- Flujo Luminoso: 13690 lm
- Rendimiento lumínico: 142.6 lm/W

- CCT: 3000 K
- CRI: 100
- Horas de trabajo: 100 000h

II. Aspectos de instalación

- Altura: 12 m
- Longitud pastoral: 1 m

III. Aspectos eléctricos

- Tensión de operación: 220V a 240V
- Alimentación: Monofásico
- Potencia: 96 W
- Factor de potencia: 0.9

Tabla 7

Aspectos técnicos, de instalación y eléctricos de la luminaria 3

ASPECTOS TÉCNICOS	
Fabricante	PHILIPS
Modelo	BRP392 LED136/NW 96W 220-240V DM PSR
Índice de protección	IP66
Flujo Luminoso	13690 lm
Rendimiento lumínico	142.6 lm/W
CCT	3000K
CRI	100
Horas de trabajo	50 000h
ASPECTOS DE INSTALACIÓN	
Altura	12 m
Longitud pastoral	1 m
Ubicación de Instalación	Estacionamiento N°1 Estacionamiento N°2 Estacionamiento N°3 Estacionamiento N°4 Ingreso Lado frontal FISS Lado detrás FISS Lado izquierdo FIME

Pista atrás de laboratorio de química
 Pista atrás de ORAA
 Pista entre FCA y Biblioteca
 Pista entre FCC y Biblioteca
 Pista entre FCC y FCA
 Pista entre FIPA y ADUNAC
 Pista entre FIPA y OBU
 Pista principal
 Plaza UNAC
 Vereda Biblioteca y FCNM
 Vereda dentro de FIPA
 Vereda detrás de FIQ
 Vereda entre Biblioteca y FCA
 Ingreso N°2
 Vereda lado derecha FCS
 Vereda lado frontal FIME
 Vereda principal N° 1
 Vereda principal N° 2

ASPECTOS ELÉCTRICOS	
Tensión de operación	220V
Alimentación	Monofásico
Potencia	96W
Frecuencia	60 Hz
Factor de Potencia	0.90

Fuente: Elaboración propia.

La tabla proporciona detalles importantes sobre las especificaciones técnicas y aspectos de instalación de las luminarias Philips modelo BRP392 LED136/NW 96W 220-240V DM PSR. Estos datos son fundamentales para comprender la capacidad y la ubicación de estas luminarias en un contexto de iluminación urbana.

En cuanto a las especificaciones técnicas, se destaca que estas luminarias tienen un alto índice de protección IP66, lo que significa que son resistentes al polvo y al agua, lo que las hace adecuadas para su uso en diferentes condiciones climáticas. Además, su flujo luminoso es notable, con 13690 lúmenes, lo que indica que proporcionan una iluminación intensa. El rendimiento lumínico de 142.6 lm/W es muy eficiente en términos de consumo energético.

La temperatura de color CCT es de 3000K, lo que sugiere una luz blanca cálida adecuada para espacios exteriores. El índice de reproducción cromática (CRI) de 100 garantiza una representación precisa de los colores. Estas luminarias también tienen una larga vida útil de 50,000 horas, lo que reduce la necesidad de mantenimiento constante.

En cuanto a los aspectos de instalación, estas luminarias están diseñadas para montarse a una altura de 12 metros y requieren una longitud pastoral de 1 metro. Se pueden encontrar en una variedad de ubicaciones, desde estacionamientos hasta pasillos y veredas en diferentes áreas de la universidad. Esto sugiere que se utilizan para proporcionar iluminación en una amplia gama de lugares, lo que puede contribuir a mejorar la seguridad y la comodidad de los usuarios.

En lo que respecta a los aspectos eléctricos, estas luminarias funcionan con una tensión de operación de 220V y utilizan alimentación monofásica a una frecuencia de 60 Hz. Tienen una potencia de 96W y un factor de potencia de 0.90, lo que indica una eficiencia energética considerable.

d) Luminaria 4

I. Aspectos técnicos

- Fabricante: PHILIPS
- Modelo: BRP390 LED68NW 48W 220-240V DM
- Índice de protección: IP66
- Flujo Luminoso Inicial: 6874 lm
- Rendimiento lumínico: 141.7 lm/W
- CCT: 4000 K
- CRI: 100
- Horas de trabajo: 100 000h

II. Aspectos de instalación

- Altura: 12 m
- Longitud pastoral: 1 m

III. Aspectos eléctricos

- Tensión de operación: 220V a 240V
- Alimentación: Monofásico
- Potencia: 48 W
- Factor de potencia: 0.9

Tabla 8
Aspectos técnicos, de instalación y eléctricos de la luminaria 4

ASPECTOS TÉCNICOS	
Fabricante	PHILIPS
Modelo	BRP390 LED68/NW 48W 220-240V DM
Índice de protección	IP66
Flujo Luminoso Inicial	6874 lm
Rendimiento lumínico	142.6 lm/W
CCT	3000K
CRI	100
Horas de trabajo	50 000h
ASPECTOS DE INSTALACIÓN	
Altura	12 m
Longitud pastoral	1 m
Ubicación de Instalación	Vereda atrás de FCN Vereda entre FCS y LAB.QUÍMICA Vereda entre FIME y ESTACIONAMIENTO N°1 Vereda entre FIPA, ADUNAC y ORAA Vereda entre LAB. OPERACIONES UNIT y ORAA. Vereda entre LAB. QUÍMICA, LAB OPERACIONES y FIQ Vereda entre LOSA. DEPORTIVA y BIBLIOTECA. Vereda entre OBU y FIPA. Vereda FIARN. Vereda FIARNM LADO IZQUIERDO Vereda frontal del LAB. FIME Vereda Frontal FCC

Vereda lado detrás FIEE
Vereda lado frontal FIEE

ASPECTOS ELÉCTRICOS	
Tensión de operación	220V
Alimentación	Monofásico
Potencia	48W
Frecuencia	60 Hz
Factor de Potencia	0.90

Fuente: Elaboración propia.

Los aspectos técnicos de la luminaria PHILIPS modelo BRP390 LED68/NW 48W 220-240V DM revelan una serie de características importantes. Esta luminaria cuenta con un alto índice de protección IP66, lo que la hace altamente resistente al polvo y al agua, lo que resulta esencial para su uso en entornos exteriores.

En términos de rendimiento lumínico, la luminaria ofrece un flujo luminoso inicial de 6874 lúmenes, lo que indica una iluminación efectiva y brillante. Además, su eficiencia lumínica es notable, alcanzando 142.6 lúmenes por vatio (lm/W), lo que sugiere un consumo de energía eficiente.

La temperatura de color (CCT) de 3000K proporciona una luz blanca cálida, adecuada para múltiples aplicaciones. Además, su índice de reproducción cromática (CRI) de 100 asegura que los colores sean representados de manera precisa bajo esta luz.

En términos de durabilidad, esta luminaria tiene una vida útil de hasta 50,000 horas de funcionamiento, lo que significa que es una opción de iluminación de larga duración.

En cuanto a los aspectos de instalación, se observa que se puede montar a una altura de hasta 12 metros y tiene una longitud de 1 metro en la parte superior. Su ubicación de instalación abarca diversas áreas de la universidad, desde veredas detrás de edificios académicos hasta zonas de estacionamiento y bibliotecas.

En relación con los aspectos eléctricos, esta luminaria opera con una tensión de 220V en un sistema monofásico y tiene una potencia de 48W. Su frecuencia de operación es de 60 Hz y presenta un factor de potencia de 0.90, lo que indica una eficiencia en la conversión de energía eléctrica en luz. A continuación, se muestra el plano de luminarias que permitirá a la UNAC gestionar eficazmente su sistema de iluminación, mejorar la seguridad, reducir costos y ser más sostenible desde el punto de vista energético y ambiental.

Figura 3
Ubicación de luminarias



Fuente: Elaboración propia.

5.3. Comparar la propuesta de mejora, con los parámetros actuales de iluminación de la plazuela y zonas de tránsito de la Universidad Nacional del Callao.

Tabla 9
Comparativa usando el programa DIALUX

COMPARATIVA USANDO EL PROGRAMA DIALUX				
DESCRIPCIÓN		RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN		Norma
Ítem	Descripción del lugar	Luminarias led	Luminarias vapor de sodio	Lux según RNE (Lux)
1	LADO FRONTAL FISS	39.4	30.2 lx	5
2	VEREDA INGRESO N°2 (costado laboratorio FIEE)	48	34.9 lx	5
3	VEREDA LADO DETRÁS DE LA FIE	9.78	7.91 lx	5
4	Plano útil INGRESO (ingreso principal)	29.7	21.0 lx	5
5	Plano útil ESTACIONAMIENTO N°4	29	4.53 lx	10
6	Plano útil ESTACIONAMIENTO N°1 (costado de la FIME estacionamiento)	29.7	7.05 lx	10
7	Plano útil ESTACIONAMIENTO N°2 (frontis centro experimental tecnológico estacionamiento)	19.7	14.2 lx	10
8	Plano útil (PISTA ATRAS DE LAB DE QUIMICA)	19.5	14.0 lx	10
9	Plano útil (PISTA ENTRE FIPA Y OBU)	21.8	8.78 lx	10
10	Plano útil (VEREDA DENTRO DE FIPA)	16.1	8.80 lx	5
11	Plano útil (VEREDA LADO FRONTAL FIEE)	40.8	21.9 lx	5
12	Plano útil (LADO DETRAS FISS)	24.4	16.3 lx	5
13	Plano útil LADO IZQUIERDO FIME (patio FIME)	24	14.3 lx	5
14	Plano útil VEREDA LADO FRONTAL FIME (frontis biblioteca FIME)	33.5	22.4 lx	5
15	Plano útil (PISTA PRINCIPAL)	24.8	10.1 lx	10
16	Plano útil ESTACIONAMIENTO N°3 (frontis FIME)	23.8	18.6 lx	10
17	Plano útil PISTA ENTRE FCC Y BIBLIOTECA (esquina FCS Y biblioteca)	22	13.0 lx	10
18	PISTA ENTRE FCA Y BIBLIOTECA (zona entre esquina de FCA y biblioteca)	24.9	18.7 lx	10
19	Plano útil (PISTA ATRAS DE ORAA)	19.8	15.9 lx	10
20	Plano útil (PISTA ENTRE FIPA Y ADUNAC)	30.2	9.63 lx	10
21	Plano útil VEREDA PRINCIPAL N°1 (vereda parque frontis FCS)	19.9	6.14 lx	5
22	Plano útil VEREDA PRINCIPAL N°2 (vereda parque frontis biblioteca)	25.6	11.4 lx	5
23	Plano útil (PISTA ENTRE FCC Y FCA)	25.9	12.2 lx	10
24	Plano útil VEREDA BIBLIOTECA Y FCNM (frontis FCNM parque)	37.9	17.4 lx	5
25	Plano útil (VEREDA FIARN)	30.7	14.4 lx	5
26	Plano útil (VEREDA ATRAS DE FCNM)	12.9	10.5 lx	5

27	Plano útil VEREDA FIARNM LADO IZQUIERDO (Costado ingreso y costalo lab. FIEE)	30.5	16.1 lx	5
28	Plano útil (VEREDA ENTRE OBU Y FIPA)	18.4	6.86 lx	5
29	Plano útil (VEREDA ENTRE FIPA, ADUNAC Y ORAA)	26.4	11.9 lx	5
30	Plano útil VEREDA FRONTAL DEL LAB. FIME (FRONTIS CENTRO OPERACIONAL TECNOLOGICO)	17.2	12.9 lx	5
32	Plano útil VEREDA ENTRE LOSA DEPORT. Y BIBLIOTECA	20.6	16.9 lx	5
33	Plano útil VEREDA ENTRE LAB. OPERACIONES UNIT. Y ORAA (frontis ORAA)	23.8	17.5 lx	5
34	Plano útil (VEREDA DETRAS DE FIQ)	12.8	6.01 lx	5
36	Plano útil (VEREDA ENTRE BIBLIOTECA Y FCA) (ESPALDA BIOBLIOTECA)	20.5	16.4 lx	5
37	Plano útil VEREDA FRONTAL FCC (FORNTIS ENTRE FCS Y FCC)	27.1	13.1 lx	5
38	VEREDA ENTRE LAB.QUIMICA Y FCS (INGRESO FCE)	14.1	1.69 lx	5
39	Plano útil VEREDA LADO DERECHO FCS (PASILLO ENTRE FCS Y FCC)	26.9	10.9 lx	5
40	Plano útil (PLAZA UNAC)	35.7	11.8 lx	5

Fuente: Elaboración propia.

Nota 1: Las celdas sombreadas en naranja son los casos donde no cumplen.

Nota 2: La plazuela se ha considerado como una sola área.

La tabla proporciona una comparativa detallada basada en los resultados de una simulación realizada con el programa DIALUX. En esta simulación, se evaluaron diversos lugares y áreas dentro de la universidad en términos de iluminación, y se compararon estos resultados con las normas de iluminación establecidas por la RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones) en función de los lux (lux) requeridos para cada ubicación específica.

Al observar los resultados, se puede notar que, en la mayoría de los lugares analizados, las luminarias LED superan o cumplen con los estándares de iluminación establecidos por la normativa. Por ejemplo, en el "LADO FRONTAL FISS" (Ítem 1), las luminarias LED proporcionan 39.4 lux, lo que supera ampliamente el estándar de 5 lux.

Sin embargo, también se identifican casos (celdas sombreadas en naranja) donde las luminarias LED no cumplen con los estándares. Por ejemplo, en

Tabla 10
Comparativa de resultados de las mediciones

COMPARATIVA DE RESULTADOS DE LAS MEDICIONES								
LUMINARIAS		VAPOR DE SODIO			LED		NORMA	
Descripción del lugar	N° Zonas	A nivel de piso (lx)	Comentario	Observación	A nivel de piso (lx)	Comentarios	Observación	Lux según RNE (Lux)
Pasillo fontis lab FIIE	Z-01	7		NO CUMPLE	15		SI CUMPLE	10
Pasillo costado FIIS	Z-02	19		SI CUMPLE	0.6	Luminarias apagadas	NO SE EVALUA	10
Pasillo costado FIIS	Z-03	6		NO CUMPLE	0.1	Luminarias apagadas	NO SE EVALUA	10
Pasillo costado biblioteca FIME y centro experimental tecnológico	Z-04	3.2		NO CUMPLE	0	Luminarias apagadas	NO SE EVALUA	10
Estacionamiento frontis centro experimental tecnológico	Z-05	10		SI CUMPLE	22		SI CUMPLE	10
Estacionamiento frontis centro experimental tecnológico	Z-06	10.5		SI CUMPLE	26		SI CUMPLE	10
Estacionamiento costado FIME	Z-07	4.2		NO CUMPLE	32		SI CUMPLE	10
Frontis centro experimental tecnológico	Z-08	1.5		NO CUMPLE	0	Luminarias apagadas	NO SE EVALUA	10
Frontis FIME	Z-09	11		SI CUMPLE	0	Luminarias apagadas	NO SE EVALUA	10
Patio FIME	Z-10	7		NO CUMPLE	20		SI CUMPLE	10
Pasillo costado FIME Y espalda FIIS	Z-11	1.5		NO CUMPLE	17		SI CUMPLE	10
Frontis FIPA, OBU Y espalda FIME	Z-12	11.8		SI CUMPLE	0	Luminarias apagadas	NO SE EVALUA	10
Zona entre costado OBU y espalda FIME	Z-13	15		SI CUMPLE	0	Luminarias apagadas	NO SE EVALUA	10
Frontis entre FIPA y OBU	Z-14	6.5		NO CUMPLE	26		SI CUMPLE	10
Frontis entre FIPA, OBU	Z-15	13.5		SI CUMPLE	31		SI CUMPLE	10
Pista costado de ADUNAC	Z-16	8		NO CUMPLE	21		SI CUMPLE	10
Pista frontis ADUNAC	Z-17	6		NO CUMPLE	17		SI CUMPLE	10

Pista espalda ORAA	Z-18	7		NO CUMPLE	17		SI CUMPLE	10
Pasillo costado lab FIEE y puerta de ingreso central	Z-19	2.3		NO CUMPLE	15		SI CUMPLE	10
Pista espalda ORAA	Z-20	10		SI CUMPLE	32		SI CUMPLE	10
Frontis ORAA	Z-21	41		SI CUMPLE	0	Luminarias apagadas	NO SE EVALUA	10
Ingreso a FCE	Z-22	42		SI CUMPLE	17		SI CUMPLE	10
Ingreso a FCE	Z-23	11		SI CUMPLE	17		SI CUMPLE	10
Pasillo entre FCS y Banco	Z-24	16.5		SI CUMPLE	0	Luminarias apagadas	NO SE EVALUA	10
Plano útil (VEREDA FIARN)	Z-25	24		SI CUMPLE	0	Luminarias apagadas	NO SE EVALUA	10
Vereda entre FCC y FCS	Z-26	17		SI CUMPLE	35		SI CUMPLE	10
Ingreso a FCC	Z-27	3		NO CUMPLE	0.1	Luminarias apagadas	NO SE EVALUA	10
Esquina FCS y biblioteca	Z-28	12		SI CUMPLE	0	Luminarias apagadas	NO SE EVALUA	10
Esquina FCA y biblioteca general	Z-29	10		SI CUMPLE	21		SI CUMPLE	10
Pasillo entre biblioteca y cancha deportiva	Z-30	10		SI CUMPLE	22		SI CUMPLE	10
Costado derecho, ingreso principal	Z-31	2		NO CUMPLE	30		SI CUMPLE	10
Vereda entre parque y FCS	Z-32	20		CUMPLE	26		SI CUMPLE	10
Vereda entre FCS y banco	Z-33	6.8		NO CUMPLE	20		SI CUMPLE	10
Pista central entre FIPA Y FIME	Z-34	6.8		NO CUMPLE	0.3	Luminarias apagadas	NO SE EVALUA	10
Zona central de la plazuela	Z-35	0.3	luminarias no operativas	NO CUMPLE	40		SI CUMPLE	10
Plazuela frontis FIARN	Z-36	0.5	luminarias no operativas	NO CUMPLE	70		SI CUMPLE	10
Plazuela frontis FCS	Z-37	0.3	luminarias no operativas	NO CUMPLE	50		SI CUMPLE	10
Plazuela frontis biblioteca	Z-38	0.7	luminarias no operativas	NO CUMPLE	50		SI CUMPLE	10

Plazuela frontis FIME	Z-39	0.9	luminarias no operativas	NO CUMPLE	40		SI CUMPLE	10
Plazuela zona ingreso central	Z-40	0.7	luminarias no operativas	NO CUMPLE	22		SI CUMPLE	10

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Las filas sombreadas corresponden a las mediciones de la plazuela

La tabla presenta una comparativa detallada de los resultados de mediciones de iluminación en diferentes áreas utilizando luminarias de vapor de sodio y luminarias LED, junto con las normas establecidas según el RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones) en términos de lux (lx) requeridos para cada ubicación específica.

En los resultados, se pueden observar varios patrones. En las áreas donde se utilizaron luminarias LED, en su mayoría se cumple con los estándares de iluminación. Por ejemplo, en "Estacionamiento frontis centro experimental tecnológico" (Z-05) y "Estacionamiento costado FIME" (Z-07), las luminarias LED cumplen con los niveles de iluminación requeridos.

Sin embargo, también se identifican áreas donde las luminarias de vapor de sodio superan a las LED en términos de iluminación, como en "Pasillo costado FIIS" (Z-02) y "Pista espalda ORAA" (Z-20).

Es importante destacar que hay lugares donde las luminarias LED no cumplen con las normas, como en "Pasillo fontis lab FIIE" (Z-01) y "Pasillo costado FIIS" (Z-03), donde se requiere una mayor intensidad lumínica.

Además, se señala que en varias ubicaciones se encuentran luminarias apagadas, lo que afecta negativamente la iluminación, y en algunas áreas, las luminarias no están operativas.

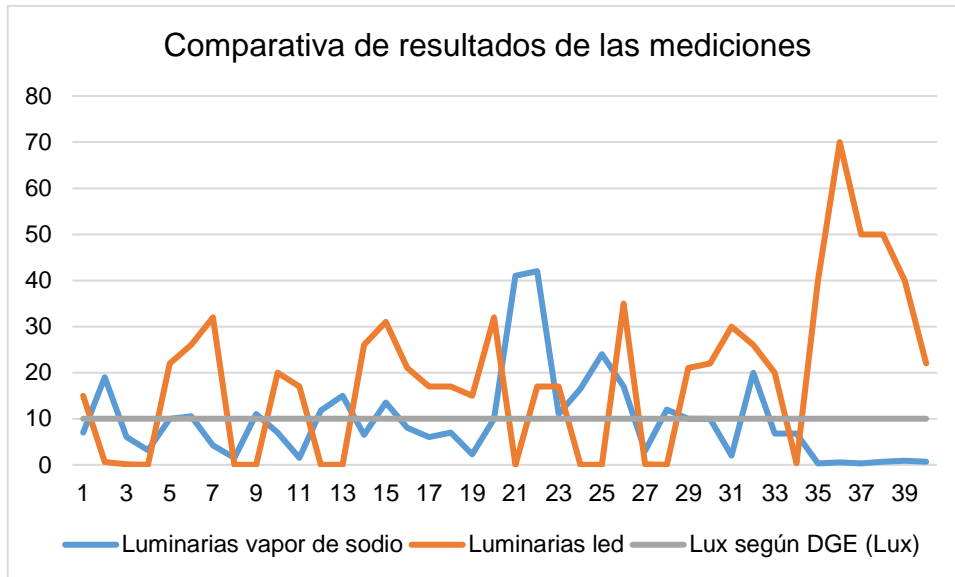


Figura 5. Comparativa de resultados de las mediciones

Fuente: Elaboración propia.

Esta comparativa muestra la importancia de evaluar y mantener adecuadamente las luminarias en diferentes áreas, garantizando que se cumplan los estándares de iluminación necesarios para la seguridad y comodidad de los usuarios. También sugiere la posibilidad de considerar una actualización o mejora de las luminarias en áreas donde no se alcanzan los niveles de iluminación requeridos.

Presupuesto

Estimación de costo

Tabla 11
Costo por equipo y herramienta

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio c/u	Total
1	Luminaria Bollard LED de 12W-220V.	unid.	39	230	S/ 8,970.00
2	Luminarias LED de Alumbrado público 96W-220V.	unid.	68	300	S/ 20,400.00
3	Luminarias LED de Alumbrado público 48W-220V.	unid.	19	250	S/ 4,750.00
4	Reflectores LED de 200W-220V.	unid.	6	350	S/ 2,100.00
5	Interruptor termomagnético 3x30A; 20KA	unid.	4	40	S/ 160.00

6	Contactora 30Amp AC1	unid.	4	90	S/ 360.00
7	Interruptor horario	unid.	4	80	S/ 320.00
8	Pastoral Tipo A F ^o G ^o caliente 1-1/2"Ø	unid.	25	120	S/ 3,000.00
9	Pastoral Tipo B F ^o G ^o caliente 1-1/2"Ø	unid.	19	125	S/ 2,375.00
10	Desmontaje de Postes metálicos de la plaza central	unid.	14	180	S/ 2,520.00
COSTO TOTAL					S/ 44,955.00

Fuente: Elaboración propia.

Se muestran diez elementos diferentes, que van desde luminarias hasta componentes eléctricos y servicios de desmontaje. Se especifica la cantidad necesaria de cada elemento, el precio unitario y se calcula el costo total para cada elemento multiplicando la cantidad por el precio unitario. Finalmente, se muestra el costo total de todos los elementos, que asciende a S/ 44,955.00. Este es el costo total estimado para los elementos y servicios relacionados con el proyecto de instalación eléctrica.

Tabla 12
Costo por mano de obra

Costo por mano de obra						
Ítem	Personal	Cantidad	Ingreso*semana	Semanas	Total	
1.00	Ingeniero residente	1	S/ 1,150.00	7	S/	8,050.00
1.02	Operario	1	S/ 776.00	7	S/	5,432.00
1.03	Oficial	2	S/ 603.00	7	S/	8,442.00
1.04	Peón	2	S/ 547.00	7	S/	7,658.00
COSTO TOTAL					S/	29,582.00

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla, se muestran cuatro tipos de personal: Ingeniero residente, operario, oficial y peón. Se especifica la cantidad de personas en cada puesto, el ingreso semanal de cada uno y el número de semanas que durará el proyecto. Posteriormente, se calcula el costo total para cada tipo de personal y, finalmente,

se suma para obtener el costo total de mano de obra, que asciende a S/
29,582.00.

VI.DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.

Ho: No es factible, usando tecnología LED, mejorar significativamente el actual sistema de alumbrado de la plazuela y lugares de tránsito de la Universidad Nacional del Callao.

H1: Es factible, usando tecnología LED, mejorar significativamente el actual sistema de alumbrado de la plazuela y lugares de tránsito de la Universidad Nacional del Callao.

La contrastación de hipótesis descriptiva en el marco de la investigación se desarrolló para determinar la factibilidad de mejorar significativamente el sistema de alumbrado a través de la tecnología LED. Esta prueba de hipótesis se llevó a cabo mediante un análisis exhaustivo de los datos y una evaluación crítica de los resultados obtenidos.

El propósito fundamental de esta investigación consistió en presentar una alternativa al sistema de iluminación actual, que se basa en lámparas de vapor de sodio a alta presión, con una solución basada en tecnología LED. La principal motivación detrás de esta modificación fue potenciar la eficiencia energética y reducir el consumo de electricidad. Dado el aumento constante en los costos de la electricidad a lo largo del tiempo, la implementación de esta propuesta tendría un impacto económico positivo a largo plazo.

Este ahorro resultante podría ser destinado a la inversión en tecnologías más sostenibles que mejorasen el entorno ambiental y social de la Universidad

Nacional del Callao (UNAC). La adopción de la iluminación LED, además, conllevaría una sensación de mayor seguridad para los estudiantes, al tiempo que reduciría la contaminación lumínica en la plazuela y las áreas de tránsito. Al reemplazar las lámparas de vapor de sodio a alta presión, que contienen sustancias tóxicas como el mercurio y deben ser desechadas cada tres años, se lograría una reducción sustancial en la generación de residuos perjudiciales para el medio ambiente.

Finalmente, se anticipa que la implementación de un sistema de iluminación con luminarias LED resultaría en una disminución del consumo de energía, promoviendo así un uso más eficiente de los recursos disponibles.

En consecuencia, y en línea con las consideraciones expuestas, la hipótesis nula (H_0) de que no es factible mejorar significativamente el sistema de alumbrado mediante la tecnología LED se descarta. La hipótesis de investigación (H_1), que sostenía la factibilidad de esta mejora, se respalda con los resultados y las implicaciones positivas en términos de eficiencia energética, costos, seguridad y sostenibilidad ambiental y económica.

6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares.

Los avances tecnológicos recientes en la tecnología LED han permitido su aplicación en la iluminación industrial de alta potencia, lo cual brinda la oportunidad de optimizar los costos de iluminación al reducir aproximadamente el 50% del consumo energético. En términos medioambientales, la tecnología de iluminación LED tiene un impacto positivo al reducir las emisiones de CO_2 y eliminar la generación de residuos tóxicos, como el mercurio. Esto se debe a que los sistemas LED son más eficientes energéticamente y no requieren de

materiales perjudiciales para su funcionamiento, lo que ayuda a preservar el medio ambiente y promover prácticas sostenibles.

Las características distintivas de las luces LED incluyen la emisión de luz en una sola dirección, lo que reduce considerablemente la dispersión de la luz mediante la parábola reflectora. Esto se traduce en un alto coeficiente de utilización, que aprovecha más del 77% de la luz emitida para proporcionar una iluminación eficiente y direccionada. Esto implica que una luminaria LED de menor eficiencia en la producción de lúmenes por vatio puede generar una mayor cantidad de luz utilizable dentro del cono de proyección o área de iluminación efectiva en comparación con otras fuentes de luz.

En relación con el objetivo específico 1, se midieron los parámetros de iluminación actuales en la plazuela y zonas de tránsito de la UNAC, en base a la NT DGE “Alumbrado de vías públicas en zonas de concesión de distribución”, determinando que las luminarias de 28 zonas no cumplen con la iluminancia media (> 10 lux), mientras que el resto (12 zonas) lo cumplen con lo mínimo. En tal sentido, si las condiciones de iluminación no son las adecuadas, pueden surgir dificultades relacionadas con el deslumbramiento y la incomodidad, ya sea debido a una orientación inadecuada, el tamaño inapropiado de las ventanas o una mala configuración de la iluminación artificial. En consecuencia, en ciertos casos es necesario prescindir de la iluminación natural para evitar este tipo de problemas. Entonces, con el fin de asegurar la seguridad y el bienestar visual de los trabajadores y estudiantes, las regulaciones establecen que los niveles de iluminación promedio no deben ser inferiores a los valores indicados en las tablas correspondientes a cada área de trabajo, sin importar la edad o el estado de la

instalación. Asimismo, se menciona la posibilidad de disminuir la iluminancia en circunstancias excepcionales o aumentarla en situaciones críticas, como en labores de precisión. Este resultado es similar a lo conseguido por Alfaro-Herrera (2018) en base al diagnóstico realizado al sistema de iluminación que se ubica en los exteriores de la Ermita de la Universidad de Piura. Aunque se observa que los tramos analizados cumplen con los requisitos de iluminancia media establecidos en la Norma Técnica DGE "Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución", la mayoría de ellos no cumple con el requisito de uniformidad media. Por lo tanto, recomendaron mejorar el sistema de alumbrado con el fin de proporcionar una mayor sensación de comodidad a los transeúntes de los caminos cercanos a la Ermita.

En correspondencia, al objetivo específico 2 se caracterizaron las 4 luminarias que conformaran el sistema de iluminación basado en tecnología LED para la plazuela y zonas de tránsito de la UNAC. Para la plaza UNAC, se definió el uso de 2 luminarias siendo ambas de la marca LEDVANCE, sin embargo, de diferentes modelos, siendo para el primero O BD 500 Lantern 12W3000K GY y para el segundo FLOODLIGHT PFM 200W 5000K. En los aspectos eléctricos ambos presentan una tensión de operación de 220V, una alimentación monofásica, una frecuencia de 60Hz, aunque en la potencia llega a diferenciarse, siendo para el primero de 12W y el segundo 197W. Por otra parte, las luminarias 3 y 4 comparten la misma marca PHILIPS, pero en el modelo difieren siendo para la 3 BRP392 LED136/NW 96W 220-240V DM PSR, por lo contrario, para el 4 será el modelo BRP390 LED68/NW 48W 220-240V DM. En el aspecto de instalación la luminaria 3 se ubicará en 26 zonas, en cambio la luminaria 4 se

localizará en 14 zonas, ambas a una altura de 12m con una longitud pastoral de 1m. En aspectos eléctricos, tanto la tensión de operación, alimentación, frecuencia, factor de potencia, para ambas luminarias son los mismos, siendo, 220V, monofásico, 60Hz y 0.90 respectivamente, siendo la única variante la potencia para ambas luminarias (96W y 48W, correspondientemente). Estos resultados están en concordancia a lo conseguido por Arcaya (2021) que para diseñar un sistema de iluminación LED para el taller de material rodante localizado en la zona de trenes de la Línea 1, utilizó el programa DIALux que permitió calcular la distribución de luminarias para cumplir con las condiciones luminotécnicas y las normas de iluminación. Los cálculos óptimos realizados nos indican que el flujo luminoso de las lámparas seleccionadas cumple con los 500 lux exigidos, lo que significa que las lámparas LED elegidas mantienen los niveles de iluminación necesarios. La tecnología LED ofrece una eficiencia lumínica de 150 lm/w, en comparación con las lámparas de halogenuro metálico que alcanzan los 88 lm/w. Estos valores demostraron claramente que las lámparas seleccionadas fueron más eficientes para el taller de material rodante. Con relación al objetivo específico 3, se comparó la propuesta de mejora, con los parámetros actuales de iluminación de la plazuela y zonas de tránsito de la UNAC, dando entender que se mejorará considerablemente con el cumplimiento del RNE donde la iluminancia media (lux) es mayor a 10, por lo que la gran parte de las 40 zonas obedecen este requisito. Sin embargo, existen 13 zonas donde no se evaluaron debido a que existían luminarias apagadas. Se espera entonces, que mediante el uso de la iluminación LED la UNAC tenga un rendimiento lumínico más eficiente, menor consumo de energía e iluminación de calidad.

Aunque el costo de una luminaria LED para el alumbrado público puede ser superior al de las lámparas tradicionales de sodio, su instalación ofrece beneficios significativos en términos de eficiencia energética y reducción de costos de mantenimiento de la infraestructura. En cambio, en el trabajo de Parrales (2020) realizó un estudio de factibilidad para determinar si el diseño de iluminación LED por medio de energía solar es viable para la zona deportiva universitaria y para la facultad de Ingeniería en Computación y Redes de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. En el estudio técnico se abordaron los aspectos climáticos, las características de las lámparas y el sistema fotovoltaico, así como su ubicación. Se realizó un análisis de factibilidad económica para evaluar la viabilidad financiera de las luminarias, detallando el costo de cada componente. Asimismo, se llevó a cabo una evaluación de factibilidad operativa que incluyó el diseño final de las lámparas, los componentes del sistema de iluminación, la programación y la ubicación definitiva. Estas tres etapas en conjunto permitieron determinar que el lugar seleccionado es adecuado para aprovechar la energía solar y garantizar un sistema de iluminación óptimo, lo cual beneficia las actividades académicas y mejora la seguridad en el área.

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

Durante la investigación, se ha dado especial atención a los aspectos éticos relacionados con el uso de conceptos y teorías de otros autores para el estudio de variables, dimensiones e indicadores, ya que desempeñan un papel fundamental tanto en el marco teórico como en la propia realización de la investigación. Todos los investigadores mencionados se citarán de acuerdo con las directrices establecidas en la norma ISO 690, con el objetivo de evitar

cualquier forma de plagio intelectual. Además, se ha seguido rigurosamente el reglamento de propiedad intelectual (Res.1206-2019-R) y el código del investigador (Res.260-2019-CU), así como se ha seguido la Directiva N° 004-2022-R para la elaboración de la tesis desarrollada. Todas estas normativas se han tenido en cuenta con el fin de garantizar el cumplimiento de los estándares éticos y legales en el desarrollo de la investigación.

CONCLUSIONES

Se desarrolló el diseño del sistema de iluminación LED, iniciando la primera fase con la medición de los parámetros actuales de iluminación, continuando con la segunda fase del análisis de las características técnicas del sistema de iluminación para su ubicación, y finalmente la tercera fase operativa para dar a conocer el funcionamiento básico de las luminarias en base a una comparación entre la propuesta de mejora y la iluminación actual. El conocimiento obtenido en cada fase fue favorable para dar apertura al proceso de implementación en la plazuela y las áreas de tránsito de la UNAC.

Se realizaron mediciones de los parámetros de iluminación en la plazuela y las áreas de tránsito de la UNAC, siguiendo la norma técnica DGE "Alumbrado de vías públicas en zonas de concesión de distribución". Los resultados revelaron que en 28 zonas las luminarias no cumplen con el nivel de iluminancia media requerido (> 10 lux), mientras que en las restantes 12 zonas sí se cumple con el mínimo establecido. En consecuencia, si las condiciones de iluminación no son apropiadas, pueden surgir problemas relacionados con el deslumbramiento y la incomodidad, ya sea debido a una orientación inadecuada, el tamaño inapropiado de las ventanas o una configuración deficiente de la iluminación artificial.

Se realizó una caracterización de las cuatro luminarias que formarán parte del sistema de iluminación LED en la plazuela y las zonas de tránsito de la UNAC. Para la plaza UNAC, se seleccionaron dos luminarias de la marca LEDVANCE, pero con modelos diferentes. La primera luminaria elegida es el modelo O BD

500 Lantern 12W3000K GY, mientras que la segunda es el modelo FLOODLIGHT PFM 200W 5000K. Ambas luminarias tienen una tensión de operación de 220V, una alimentación monofásica y una frecuencia de 60Hz. Sin embargo, difieren en términos de potencia, siendo 12W para la primera y 197W para la segunda. Por otro lado, las luminarias 3 y 4 son de la marca PHILIPS, pero con modelos distintos. La luminaria 3 es el modelo BRP392 LED136/NW 96W 220-240V DM PSR, mientras que la luminaria 4 es el modelo BRP390 LED68/NW 48W 220-240V DM. En cuanto a la instalación, la luminaria 3 se ubicará en 26 zonas, mientras que la luminaria 4 se colocará en 14 zonas. Ambas luminarias estarán montadas a una altura de 12 metros con una longitud pastoral de 1 metro. En términos eléctricos, ambas luminarias comparten la misma tensión de operación, alimentación, frecuencia y factor de potencia, que son 220V, monofásico, 60Hz y 0.90 respectivamente. La única diferencia radica en la potencia, siendo de 96W para la luminaria 3 y 48W para la luminaria 4.

Se realizó una comparación entre la propuesta de mejora y los parámetros actuales de iluminación en la plazuela y zonas de tránsito de la UNAC. Se encontró que la implementación de la propuesta mejorará significativamente el cumplimiento de los estándares establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), donde se requiere una iluminancia media superior a 10 lux. La mayoría de las 40 zonas evaluadas cumplen con este requisito. Sin embargo, no se pudo evaluar 13 zonas debido a la falta de funcionamiento de algunas luminarias. Se espera que mediante la adopción de la iluminación LED, la UNAC logre un rendimiento lumínico más eficiente, un menor consumo de energía y una iluminación de alta calidad.

RECOMENDACIONES

Se sugiere que el responsable del sistema de control realice un mantenimiento regular para asegurar un realce óptimo y una mayor visibilidad de la iluminación LED en la plazuela y zonas de tránsito de la UNAC.

Se sugiere que la Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica impulse la implementación de nuevos programas de iluminación LED, con el objetivo de brindar a los estudiantes la oportunidad de desarrollar proyectos tecnológicos que generen un mayor impacto en la sociedad.

Se propone mejorar la normativa nacional vigente mediante la promoción del uso de luminarias con tecnologías más eficientes y avanzadas. Asimismo, se sugiere implementar una política de ahorro energético que incentive a las empresas de distribución eléctrica a adoptar estas tecnologías y prácticas.

La incorporación de tecnología innovadora en el alumbrado público también puede incluir la posibilidad de alimentar las lámparas LED mediante sistemas fotovoltaicos, lo cual puede ser un tema de interés para futuros trabajos de tesis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACA, [sin fecha]. Sistemas de iluminación. *Asociación de Ciencias Ambientales* [en línea]. Disponible en:
<https://www.cienciasambientales.org.es/index.php/conoce-la-energia-de-tu-vivienda/sistemas-de-suministro-energetico/sistemas-de-iluminacion>.
- ALFARO-HERRERA, C., 2018. *PROPUESTA DE PROTOTIPO DE ALUMBRADO INTELIGENTE Y ESTUDIO LUMÍNICO EN EXTERIORES DE LA ERMITA DE LA UNIVERSIDAD DE PIURA, UTILIZANDO TECNOLOGÍA LIGHT EMITTING DIODE (LED)*. S.l.: Universidad de Piura.
- ARIAS, F., 2012. *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica* [en línea]. Sexta edic. Caracas: s.n. Disponible en:
<https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigación-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>.
- ART CRYSTAL TOMES, 2021. Parámetros de iluminación. *ORIGINALES LÁMPARAS DE CRISTAL CHECAS* [en línea]. Disponible en:
<https://www.artcrystal.cz/es/n/parametros-de-iluminacion>.
- BERNAL, C., 2010. *Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Tercera ed. Bogotá D.C.: s.n.
- CHACÓN-AVILÉS, R., MEZA-BENAVIDES, C., BRAGA, H., ALMEIDA, P. y CASAGRANDE, C., 2017. Proceso de diseño de sistemas de iluminación LED energéticamente autónomos. *Tecnología en Marcha*, vol. 30, no. 4, pp. 14.
- CHAVERRI, D., 2017. Delimitación y justificación de problemas de investigación en Ciencias Sociales. *Revista de Ciencias Sociales* [en línea], vol. 3, no. 157, pp. 185-193. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/pdf/153/15354681012.pdf>.
- COLEGIO DE INGENIEROS MECÁNICOS Y y ELECTRICISTAS, 2014. *Manual de Alumbrado Público*. . S.l.:
- DAGNINO, J., 2014. TIPOS DE ESTUDIOS. *Revista Chilena de Anestesia*, vol. 43, no. 2, pp. 104-108.
- DECO LED VLC, [sin fecha]. Iluminación LED, seguridad y el medio ambiente.

- deco led valencia* [en línea]. Disponible en:
<https://www.decoledvalencia.com/smartblog/11/iluminacion-led-medio-ambiente.html>.
- ENERGÍA Y SOCIEDAD, [sin fecha]. 1.1. Aspectos básicos de la electricidad. *energía y sociedad* [en línea]. Disponible en:
<https://www.energiaysociedad.es/manual-de-la-energia/1-1-aspectos-basicos-de-la-electricidad/>.
- FILLIPO, V., CANO, H. y CHAVEZ, J., 2010. APLICACIONES DE ILUMINACIÓN CON LEDs. *Scientia Et Technica* [en línea], vol. 16, no. 45, pp. 13-18. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/pdf/849/84917249003.pdf>.
- GOBIERNO DE MÉXICO, 2015. Estados y municipios Alumbrado público. *Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía* [en línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/estados-y-municipios-alumbrado-publico#:~:text=El concepto de alumbrado público,seguridad de peatones y vehículos>.
- GÓMEZ, M., 2018. Tecnologías emergentes que revolucionan la iluminación en las ciudades. *Impacto TIC*.
- GRANJA, R., 2017. *EVALUACIÓN AL USO DE LUMINARIAS DE BAJA EFICIENCIA, QUE INCIDEN EN EL CONSUMO ENERGÉTICO DE LA RED DE ALUMBRADO PÚBLICO DE LA AVENIDA TSAFIQUI DE LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO, EN EL AÑO 2017, DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN LED*. S.I.: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- GUILLÉN, H., 2021. *DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA EL ESTADIO VALERIANO GAVINELLI BOVIO DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA UTILIZANDO TECNOLOGÍA LED Y SISTEMAS FOTOVOLTAICOS*. S.I.: Universidad Politécnica Salesiana.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P., 2014. *Metodología de la investigación*. 6. México: s.n.
- HERNÁNDEZ, S. y DUANA, D., 2020. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del*

- ICEA [en línea], vol. 9, no. 17, pp. 51-53. Disponible en:
<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019>.
- HURTADO, J., 2017. *ANÁLISIS TÉCNICO – ECONÓMICO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE LA AV. MÁRTIRES 4 DE NOVIEMBRE APLICANDO LUMINARIAS CON TECNOLOGÍA LED*. S.I.: Universidad Nacional del Altiplano.
- LABÁN, J., 2018. *ANÁLISIS, DISEÑO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE ILUMINACIÓN PARA ALUMBRADO PÚBLICO CON NUEVAS TECNOLOGÍAS*. S.I.: Universidad Tecnológica del Perú.
- LIROLA, C., 2020. Luces, diferentes tipos de bombillas o lámparas y sus características. *Autopromotores*.
- LÓPEZ, S., 2015. *Iluminación y alumbrado público*. S.I.: Universidad Nacional de Colombia.
- LOZADA, J., 2014. Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *CienciaAmérica* [en línea], no. 3, pp. 34-39. Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749#:~:text=La investigación aplicada busca la,la teoría y el producto>.
- LUMÍNICA PROYECTOS, [sin fecha]. *PROYECTOS DE ILUMINACIÓN. Lumínica Proyectos* [en línea]. Disponible en:
<https://www.luminicaproyectos.com/proyectos-de-iluminacion/#:~:text=Un proyecto de iluminación consiste,un sistema de iluminación eficiente>.
- MENDOZA, C., 2021. *Diseño de un sistema de iluminación LED para el taller de material rodante ubicado en el patio de trenes, Línea 1 Metro de Lima*. S.I.: Universidad Tecnológica del Perú.
- MERCADO&EMPRESAS, [sin fecha]. El alumbrado público es un servicio que debe brindarse a la altura de la demanda de los ciudadanos. *Mercado&Empresas para servicios públicos* [en línea]. Disponible en:
<https://mercadoyempresas.com/web/aporte-tecnico.php?id=59>.
- MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL, 2014. *METODOLOGÍA PARA LA FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS DE REEMPLAZO DE ALUMBRADO EN LA VÍA PÚBLICA*. . S.I.:
- MUNICIPIO DE MEDELLÍN, 2018. Manual de procedimientos de alumbrado

- público del Municipio de Medellín. . Medellín:
- ÑAUPAS, H., VALDIVIA, M., PALACIOS, J. y ROMERO, H., 2018. *Metodología de la investigación: Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis* [en línea]. 5a edición. Bogotá: s.n. ISBN 978-958-762-877-7. Disponible en: http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf.
- NEILL, D. y CORTEZ, L., 2018. *Procesos y fundamentos de la investigación científica* [en línea]. Machala: s.n. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12498/1/Procesos-y-FundamentosDeLainvestiagcionCientifica.pdf>.
- OCHOA-PACHAS, J. y YUNKOR-ROMERO, Y., 2021. El estudio descriptivo en la investigación científica. *ACTA JURIDICA PERUANA*, vol. 2, no. 2, pp. 1-19.
- OLIVA ILUMINACIÓN, 2018. Manual de Iluminación. *OLIVA Iluminación*.
- OSINERGMIN, 2013. Eficiencia y Nuevas Tecnologías en los Sistemas Eléctricos para la Región Ica. Avances Tecnológicos en el Alumbrado Público. . Ica:
- OSRAM, 2011. LEDs OSRAM: Soluciones profesionales para iluminación general. . S.l.:
- PARRALES, M., 2020. *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN LED MEDIANTE ENERGÍA SOLAR PARA LA RENOVACIÓN DEL ÁREA DEPORTIVA UNIVERSITARIA Y DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN Y REDES DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ*. S.l.: Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- PÉREZ, A., 2021. ¿Qué son los costos directos e indirectos de un proyecto? *Business School* [en línea]. Disponible en: [https://www.obsbusiness.school/blog/que-son-los-costos-directos-e-indirectos-de-un-proyecto#:~:text=Los costos son todos aquellos, trabajo o un proyecto determinado.](https://www.obsbusiness.school/blog/que-son-los-costos-directos-e-indirectos-de-un-proyecto#:~:text=Los%20costos%20son%20todos%20aquellos, trabajo%20o%20un%20proyecto%20determinado.)
- PFLUCKER, O. y LINARES, J., 2019. *DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN LED PARA REDUCIR COSTOS DE CONSUMO DE*

- ENERGÍA EN LA LABOR KARINA DE LA CONCESIÓN SAN LUIS*. S.I.: Universidad Privada del Norte.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE, 2016. Aceleración de la adopción mundial de la iluminación energéticamente eficiente. . S.I.:
- SALTOS, V., 2017. *IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ILUMINACIÓN LED MEDIANTE LA TECNOLOGÍA DE MICROCONTROLADORES EN LA CAPILLA CRISTO DEL CONSUELO DEL CANTÓN JIPIJAPA*. S.I.: Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, 2015. Manual de Iluminación Vial. Carreteras, boulevares, entronques, viaductos, pasos a desnivel y túneles. . México, D.F.:
- TAIPE, D., 2018. *PLATAFORMA IoT DE CONTROL INTELIGENTE DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN LED CON SUMINISTRO ELÉCTRICO EN CORRIENTE CONTINUA LVDC*. S.I.: Universidad Técnica de Ambato.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			METODOLOGÍA		
			Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores			
¿De qué manera el sistema de iluminación LED permitirá la mejora del sistema de alumbrado de la plazuela y zonas de tránsito de la Universidad Nacional del Callao?	Proponer un sistema de iluminación LED para mejorar el sistema de alumbrado de la plazuela y zonas de tránsito de la Universidad Nacional del Callao.	Es factible, usando tecnología LED, mejorar significativamente el actual sistema de alumbrado de la plazuela y lugares de tránsito de la Universidad Nacional del Callao.	Sistema de iluminación Led	Parámetros eléctricos	Tensión nominal	El enfoque de la investigación se clasifica como aplicado, lo que significa que se centra en la aplicación práctica del conocimiento para abordar un problema específico. En cuanto al diseño de la investigación, se ha optado por un enfoque no experimental, lo que implica que no se llevaron a cabo experimentos controlados en un entorno de laboratorio, sino que se recopilaban datos de la situación existente.		
					Tensión de funcionamiento			
					Corriente nominal			
					Corriente de funcionamiento			
					Corriente de funcionamiento			
				Consumo de energía de las lámparas	Eficiencia Energética			
				Característica del sistema de iluminación			Durabilidad	La población de estudio se definió en función de la propuesta de implementar un sistema de iluminación basado en tecnología LED. Esto implica que la población consiste en las áreas o lugares que se verán afectados por esta propuesta de cambio.
							Calidad de la Luz	
							Costos de Mantenimiento	
							Sostenibilidad	
					Control de Iluminación			
				Propuesta de iluminación	Distribución espacial de las luminarias		La muestra utilizada para la investigación tiene la misma dimensión que la población, lo que significa que se consideraron todos los lugares y áreas que se verían impactados por la implementación de la tecnología LED. Además, se aplicó un muestreo no probabilístico del tipo intencional, lo que sugiere que se seleccionaron	
					Tiempo de vida de las luminarias			
					Horas de funcionamiento de las lámparas			
					Consumo de energía de las lámparas			
Tiempo de vida de las lámparas								

Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable dependiente	Dimensiones	Nivel de iluminación	Indicadores	<p>deliberadamente los lugares o áreas específicas en función de ciertos criterios predefinidos.</p> <p>Las técnicas de recolección de datos utilizadas incluyeron la observación directa de las áreas y lugares en cuestión, así como el análisis de documentos relacionados con el sistema de iluminación actual y la tecnología LED. Esto proporcionó una visión completa de la situación actual y las posibles mejoras.</p> <p>Los instrumentos de recolección de datos empleados fueron fichas de registro, que permitieron documentar las observaciones y datos relevantes, así como fichas bibliográficas, que recopilaron información de fuentes de referencia relacionadas con la iluminación y la tecnología LED. También para complementar la toma de datos se empleó el luxómetro.</p> <p>En cuanto al procesamiento y análisis de la información, se utilizó el software Microsoft Excel. Esta herramienta permitió la creación de tablas y gráficos que facilitaron la presentación y la interpretación de los datos recopilados, lo que brindó una comprensión más profunda de la situación y respaldó las conclusiones de la investigación. En conjunto, estas decisiones metodológicas han contribuido a un enfoque completo y eficiente en la recopilación y análisis de datos para esta investigación aplicada. También, el software DIALux evo 10.1. diseñado específicamente para la</p>	
					Indicadores			
¿Cuáles son los parámetros eléctricos en la plazuela y zonas de tránsito de la Universidad Nacional del Callao?	Medir los parámetros eléctricos en la plazuela y zonas de tránsito de la Universidad Nacional del Callao que permitan sentar las bases del sistema de alumbrado.	La medición de los parámetros eléctricos en la plazuela y zonas de tránsito de la Universidad Nacional del Callao permite sentar las bases de la propuesta del sistema de alumbrado.	Sistema de alumbrado	Parámetros de iluminación	Nivel de iluminación			<p>deliberadamente los lugares o áreas específicas en función de ciertos criterios predefinidos.</p> <p>Las técnicas de recolección de datos utilizadas incluyeron la observación directa de las áreas y lugares en cuestión, así como el análisis de documentos relacionados con el sistema de iluminación actual y la tecnología LED. Esto proporcionó una visión completa de la situación actual y las posibles mejoras.</p> <p>Los instrumentos de recolección de datos empleados fueron fichas de registro, que permitieron documentar las observaciones y datos relevantes, así como fichas bibliográficas, que recopilaron información de fuentes de referencia relacionadas con la iluminación y la tecnología LED. También para complementar la toma de datos se empleó el luxómetro.</p> <p>En cuanto al procesamiento y análisis de la información, se utilizó el software Microsoft Excel. Esta herramienta permitió la creación de tablas y gráficos que facilitaron la presentación y la interpretación de los datos recopilados, lo que brindó una comprensión más profunda de la situación y respaldó las conclusiones de la investigación. En conjunto, estas decisiones metodológicas han contribuido a un enfoque completo y eficiente en la recopilación y análisis de datos para esta investigación aplicada. También, el software DIALux evo 10.1. diseñado específicamente para la</p>
					. Dirección de la luz			
					Distribución de la luz			
					Temperatura			
					Modelo de las lámparas			
¿Qué características debe tener el sistema de iluminación basado en tecnología LED para la plazuela y zonas de tránsito de la Universidad Nacional del Callao?	Determinar las características que debe tener el sistema de iluminación basado en tecnología LED para la plazuela y zonas de tránsito de la Universidad Nacional del Callao que permitan estructurar la propuesta.	La determinación de las características que debe tener el sistema de iluminación basado en tecnología LED para la plazuela y zonas de tránsito de la Universidad Nacional del Callao, permite estructurar la propuesta del sistema de alumbrado.	Sistema de alumbrado	Características del sistema de iluminación	Distribución espacial	<p>deliberadamente los lugares o áreas específicas en función de ciertos criterios predefinidos.</p> <p>Las técnicas de recolección de datos utilizadas incluyeron la observación directa de las áreas y lugares en cuestión, así como el análisis de documentos relacionados con el sistema de iluminación actual y la tecnología LED. Esto proporcionó una visión completa de la situación actual y las posibles mejoras.</p> <p>Los instrumentos de recolección de datos empleados fueron fichas de registro, que permitieron documentar las observaciones y datos relevantes, así como fichas bibliográficas, que recopilaron información de fuentes de referencia relacionadas con la iluminación y la tecnología LED. También para complementar la toma de datos se empleó el luxómetro.</p> <p>En cuanto al procesamiento y análisis de la información, se utilizó el software Microsoft Excel. Esta herramienta permitió la creación de tablas y gráficos que facilitaron la presentación y la interpretación de los datos recopilados, lo que brindó una comprensión más profunda de la situación y respaldó las conclusiones de la investigación. En conjunto, estas decisiones metodológicas han contribuido a un enfoque completo y eficiente en la recopilación y análisis de datos para esta investigación aplicada. También, el software DIALux evo 10.1. diseñado específicamente para la</p>		
					Altura			
					Tiempo de vida útil			
					Horas de funcionamiento			
					Costo por equipo y herramienta			
¿En qué medida la propuesta de iluminación los parámetros actuales del sistema de iluminación de la plazuela y zonas de tránsito de la Universidad Nacional del Callao?	Comparar la propuesta de iluminación, con los parámetros actuales de iluminación de la plazuela y zonas de tránsito de la Universidad Nacional del Callao que permita sustentar la	La comparación entre la propuesta de iluminación con los parámetros actuales de iluminación de la plazuela y zonas de tránsito permite sustentar la viabilidad del sistema de alumbrado.	Sistema de alumbrado	Costo de la propuesta	Costo por equipo y herramienta		<p>deliberadamente los lugares o áreas específicas en función de ciertos criterios predefinidos.</p> <p>Las técnicas de recolección de datos utilizadas incluyeron la observación directa de las áreas y lugares en cuestión, así como el análisis de documentos relacionados con el sistema de iluminación actual y la tecnología LED. Esto proporcionó una visión completa de la situación actual y las posibles mejoras.</p> <p>Los instrumentos de recolección de datos empleados fueron fichas de registro, que permitieron documentar las observaciones y datos relevantes, así como fichas bibliográficas, que recopilaron información de fuentes de referencia relacionadas con la iluminación y la tecnología LED. También para complementar la toma de datos se empleó el luxómetro.</p> <p>En cuanto al procesamiento y análisis de la información, se utilizó el software Microsoft Excel. Esta herramienta permitió la creación de tablas y gráficos que facilitaron la presentación y la interpretación de los datos recopilados, lo que brindó una comprensión más profunda de la situación y respaldó las conclusiones de la investigación. En conjunto, estas decisiones metodológicas han contribuido a un enfoque completo y eficiente en la recopilación y análisis de datos para esta investigación aplicada. También, el software DIALux evo 10.1. diseñado específicamente para la</p>	
					Costo por mano de obra			

	viabilidad de la propuesta.				planificación y análisis de iluminación, desempeñó un papel crucial al permitir la planificación de la iluminación en una variedad de entornos, tanto interiores como exteriores.
--	-----------------------------	--	--	--	---

Anexo 2. Matriz de Operacionalización de las variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente: Sistema de iluminación LED	Es un sistema de iluminación que utiliza dispositivos de diodos emisores de luz (LED, por sus siglas en inglés, Light Emitting Diode) como fuente de luz. Los LED son componentes electrónicos que emiten luz cuando una corriente eléctrica pasa a través de ellos. Estos sistemas son ampliamente utilizados en una variedad de aplicaciones de iluminación debido a sus numerosas ventajas sobre las fuentes de luz convencionales, como las bombillas incandescentes o las lámparas fluorescentes (Fillipo, Cano y Chavez, 2010).	Parámetros eléctricos	Tensión nominal
			Tensión de funcionamiento
			Corriente nominal
			Corriente de funcionamiento
			Potencia en placa
		Característica del sistema de iluminación	Consumo de energía de las lámparas
			Eficiencia Energética
			Durabilidad
			Calidad de la Luz
			Costos de Mantenimiento
		Propuesta de iluminación	Sostenibilidad
			Control de Iluminación
			Distribución espacial de las luminarias
			Tiempo de vida de las luminarias
			Horas de funcionamiento de las lámparas
Variable dependiente: Sistema de alumbrado	Un sistema de alumbrado público es una infraestructura diseñada para proporcionar iluminación en áreas públicas, como calles, carreteras, parques, plazas, y otras zonas de uso común durante las horas de oscuridad. El objetivo principal del alumbrado público es mejorar la seguridad, la visibilidad y la	Parámetros de iluminación	Consumo de energía de las lámparas
			Tiempo de vida de las lámparas
			Nivel de iluminación
			Nivel de iluminación
			Dirección de la luz
		Características del sistema de iluminación	Distribución de la luz
			Temperatura
			Modelo de las lámparas
			Distribución espacial
			Altura
		Tiempo de vida útil	

	comodidad de las personas que transitan o utilizan estas áreas en la noche (Gobierno de México, 2015).		Horas de funcionamiento
		Costo de la propuesta	Costo por equipo y herramienta
			Costo por mano de obra

Anexo 3. Instrumento de Recolección de Datos

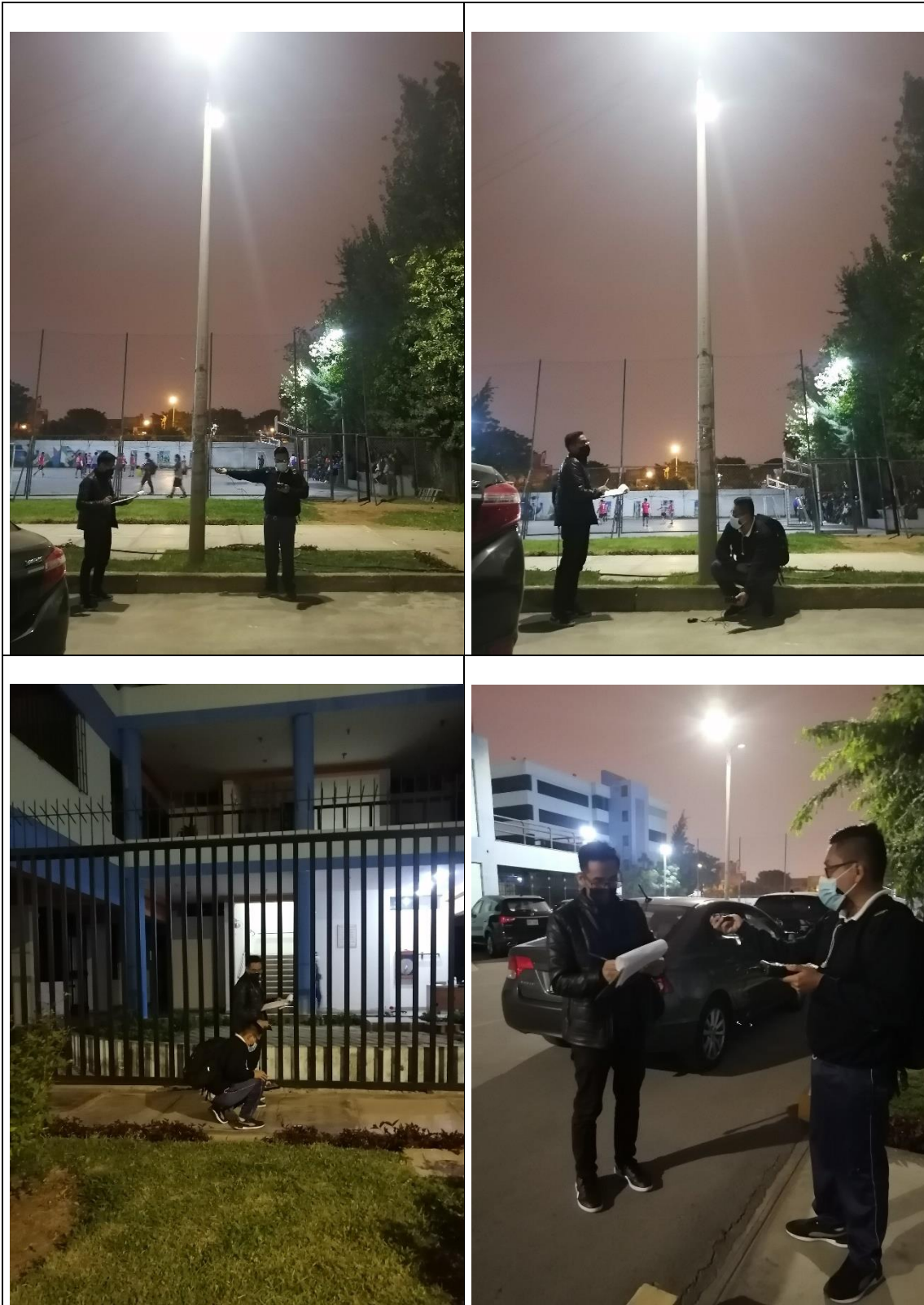
Ficha de registro				
Investigador				
Empresa investigada				
Motivo de investigación				
Fecha de inicio		Fecha final		
Variable				
COMPARATIVA USANDO EL PROGRAMA DIALUX				
Descripción		Resultados de la simulación		Norma
Ítem	Descripción del lugar	Luminarias led	Luminarias vapor de sodio	Lux según RNE (Lux)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

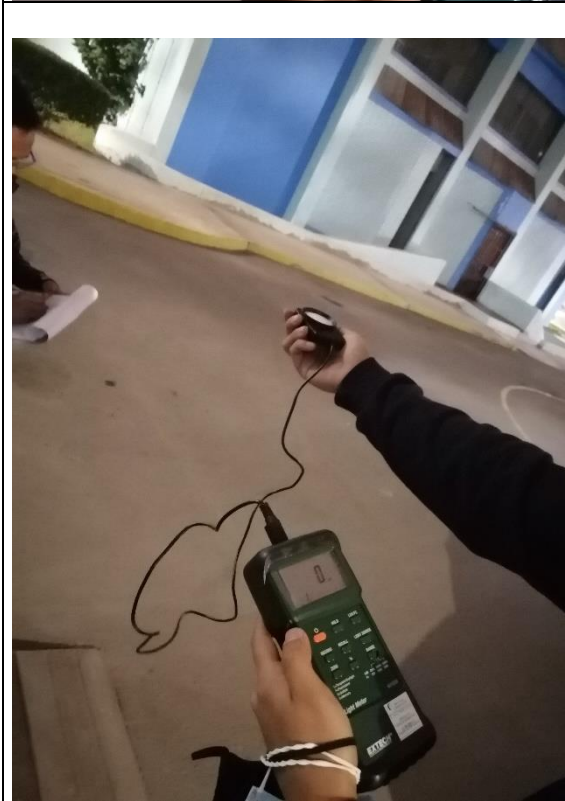
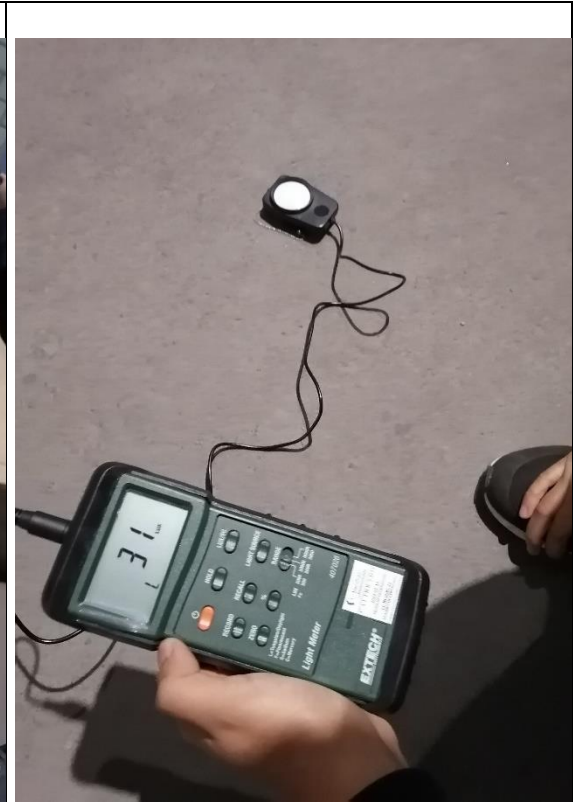
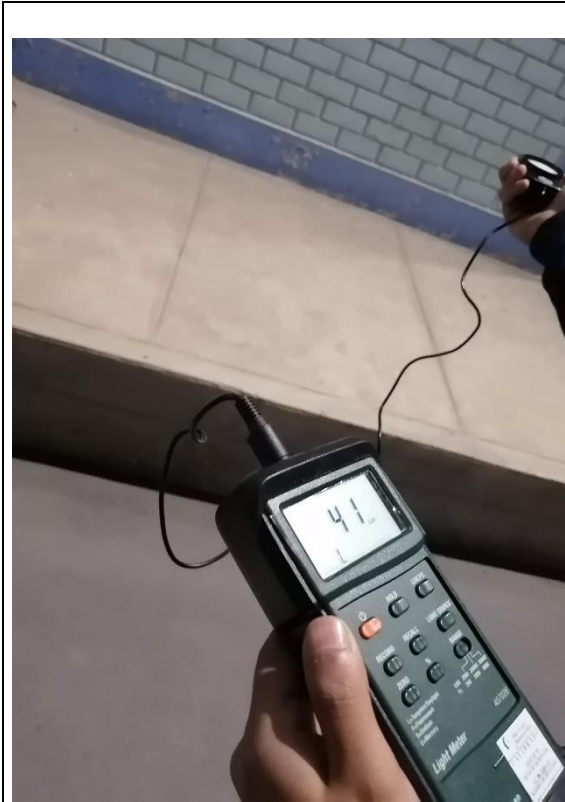
32				
33				
34				
36				
37				
38				
39				
40				

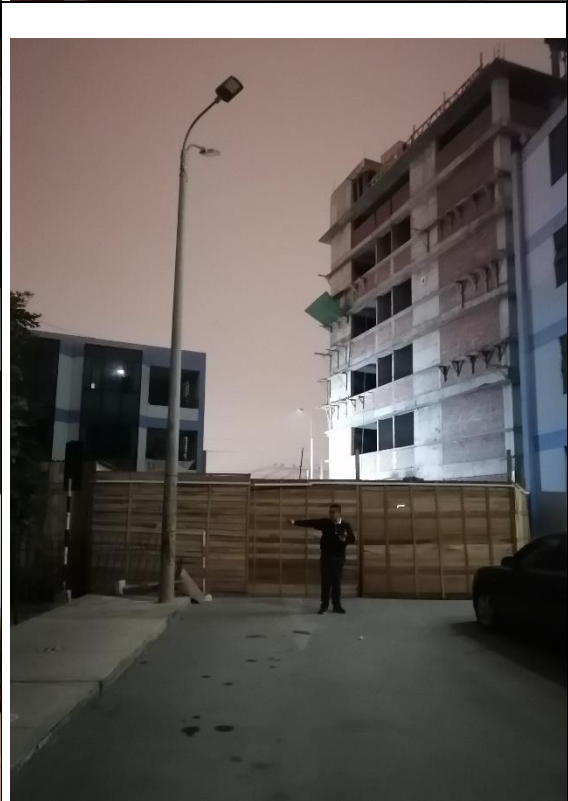
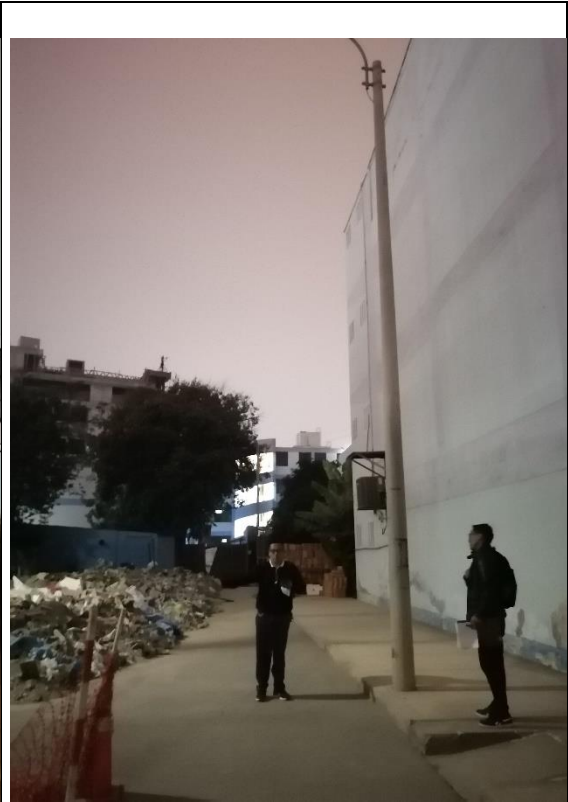
Ficha de registro									
Investigador									
Empresa investigada									
Motivo de investigación									
Fecha de inicio					Fecha final				
Variable									
COMPARATIVA DE RESULTADOS DE LAS MEDICIONES									
Ítem	Luminarias		Vapor de sodio			LED			Norma
	Descripción del lugar	Nº Zonas	A nivel de piso (lx)	Comentario	Observación	A nivel de piso (lx)	Comentario	Observación	Lux según RNE (Lux)
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									

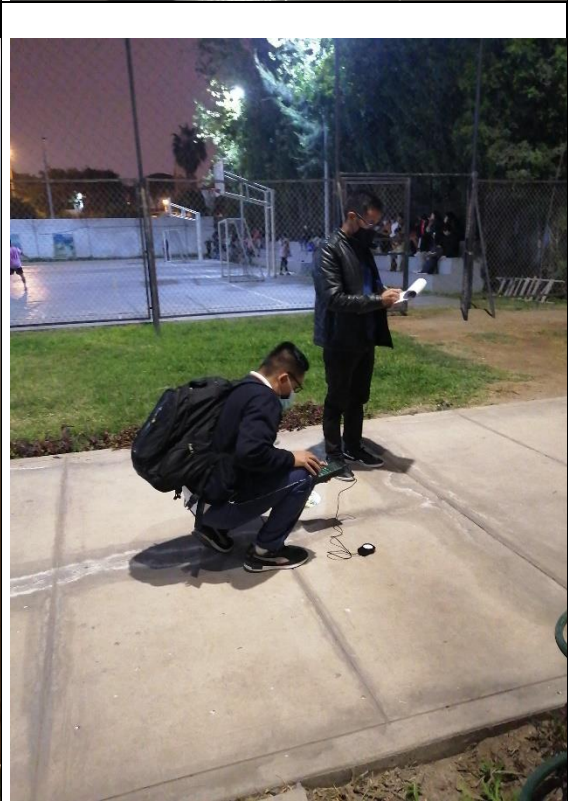
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									

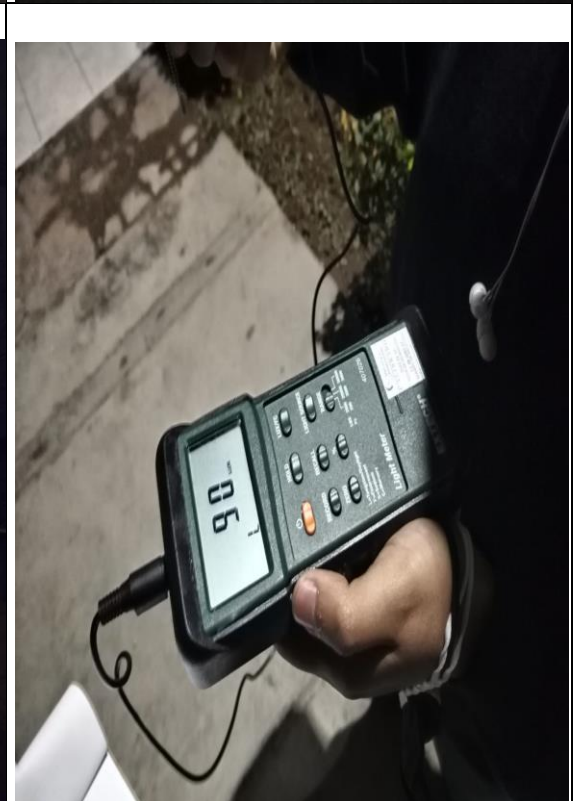
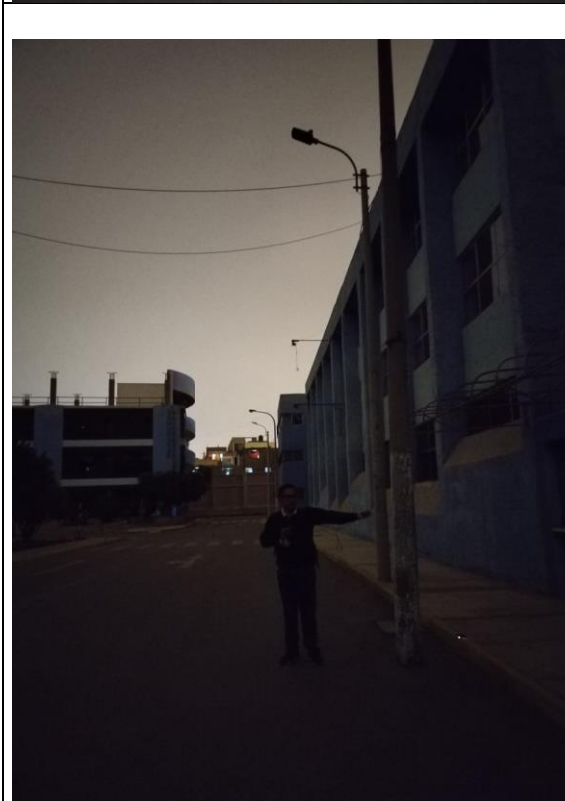
Anexo 4. Registro fotográfico











Anexo 5. Calibración de los instrumentos



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CALIBRATION CERTIFICATE CC-IN-0088-22

Fecha de emisión: 2022-01-17
Issue date

- 1.- SOLICITANTE : TECH PERU INDUSTRIAL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA -TECH PERU INDUSTRIAL S.A.C
Applicant
Dirección : CAL. RICARDO ROSSEL 158 URB. LOS ROSALES ET. UNO INT. 402 LIMA-LIMA-SANTIAGO DE SURCO
Address
- 2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : LUXÓMETRO
Measuring Instrument LIGHT LEVEL METER
- Marca: EXTECH Alcance: 50000 Lux Escala: 1 er rango: 0-2000LUX / Res. 1 Lux
Brand Scope 2 do rango: 2000-20000LUX / Res. 10 Lux
Modelo: 407026 Serie: A.014954 Procedencia: TAIWAN
Model Made in

- 3.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN
Date and place of calibration
El equipo fue recepcionado el día 2022-01-13 y fue calibrado el 2022-01-14 en el Laboratorio de otras magnitudes del Instituto Peruano de Metrología e Innovación.
The equipment was received on day 2022-01-13 and calibrated the 2022-01-14 in the laboratory of other magnitudes of the Instituto Peruano de Metrología e Innovación.

- 4.- MÉTODO DE CALIBRACIÓN
Calibration method
La calibración se efectuó tomando como referencia el PLM-041 "Procedimiento para la calibración de luxómetros" del Instituto Peruano de Metrología e Innovación.
The calibration was carried out taking as a reference the PLM-041 "Procedure for the calibration of luxmeters" of the Peruvian Institute of Metrology and Innovation.

- 5.- INSTRUMENTOS /EQUIPOS DE MEDICIÓN Y TRAZABILIDAD
Instruments / Measuring equipment and traceability

EQUIPO	MARCA	SERIE	NºCERTIFICADO
LUXÓMETRO	SONEL	BM2220	2021/D41088/1
TERMOHIGRÓMETRO	RADIOSHACK	IN-EQ-0114	T-0672-2021

- 6.- RESULTADOS
Results
Los resultados se muestran en la página 02 del presente documento
The results are shown on page 02 of this document
La incertidumbre de la medición ha sido determinada usando un factor de cobertura $k=2$ para un nivel de confianza del 95%
The uncertainty of measurement it has been determined using a coverage factor $k=2$ for a confidence level of 95%

- 7.- CONDICIONES DE CALIBRACIÓN
Calibrations conditions

	Temperatura Ambiente Environment temperature	Humedad Relativa Relative humidity
INICIAL Inicial	22 °C	68 %
FINAL Final	23 °C	69 %

- 8.- OBSERVACIONES
Observations
Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 10 mediciones.
The results are the average of 10 measurements.
Se coloca una etiqueta indicando fecha de calibración y número de certificado.
Place a label indicating calibration date and certificate number.
La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.
The frequency of calibration depends on the use, care and maintenance of the measuring instrument.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario calibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

Instituto Peruano de Metrología e Innovación 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 es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Así mismo, cumplimos con los requisitos de la NTP ISO/IEC 17025:2017 y/o sus equivalencias internacionales.

The results are only valid certificate for the calibration object and refer to the time and conditions under which the measurements were made and should not be used as a certificate of conformity with product standards.

Users are advised to calibrate the instrument at appropriate intervals, which should be chosen based on the characteristics of the work performed, the maintenance, conservation and use of instrument time.

Instituto Peruano de Metrología e Innovación S.A.C. is not responsible for damages that may result from improper use of this instrument or of an incorrect interpretation of calibration results reported here.

This calibration certificate traceable to national or international standards, which made the units according to the international System of Units (SI).

Likewise, we comply with the requirements of the NTP ISO / IEC 17025:2017 and or its international equivalents.



Arturo Elisban Linares Martínez
METROLOGO
Instituto Peruano de Metrología e Innovación.

Lorena Villanueva Linares
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA
Instituto Peruano de Metrología e Innovación.

Jr. German Amezaga N°242 Int. 101,
Zona B – San Juan de Miraflores, Lima – Perú
Celular: 949 850 783 / 933 990 149
Fijo: 01 758 4040 / 01 765 6228

e-mail: innova_gerencia@hotmail.com
gerencia@innovalaboratorio.org
comercial@innovalaboratorio.org
web: www.innovalaboratorio.org

9.- RESULTADOS

Results

9.1 resultados de la calibración

9.1 Calibration results

ILUMINANCIA CONVENCIONALMENTE VERDADERA CONVENTIONALLY TRUE ILLUMINANCE	INDICACIÓN DEL IBC IBC INDICATION	ERROR ERROR	INCERTIDUMBRE UNCERTAINTY
lx	lx	lx	lx
101	96	-5	0
505	436	-69	16
1010	885	-125	32
klx	klx	klx	klx
2,020	1,783	-0,237	0,072
3,028	2,410	-0,618	0,105
4,039	3,250	-0,789	0,137



Nota: El error máximo permitido para este equipo es de $\pm (4\% + 2 d)$ de la escala total.
Note: The maximum permissible error for this equipment is $\pm (4\% + 2 d)$ of full scale.

(FIN DEL DOCUMENTO)
(Document end)