

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN AUTOMÁTICO ZONA 2 PARA LA ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

SISTEMA DE ILUMINACIÓN AUTOMÁTICO

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO SUPERIOR
EN ELECTROMECAÁNICA**

SIMBAÑA CUICHAN SERGIO POLIBIO

DIRECTOR: ABRAHAM ISMAEL LOJA ROMERO

DMQ, marzo 2023

CERTIFICACIONES

Yo, SIMBAÑA CUICHAN SERGIO POLIBIO declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

SIMBAÑA CUICHAN SERGIO POLIBIO

sergio.simbana@epn.edu.ec

simbanasergio8@gmail.com

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por SIMBAÑA CUICHAN SERGIO POLIBIO, bajo mi supervisión.

Abraham Ismael Loja Romero

DIRECTOR

abraham.loja@epn.edu.ec

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmo que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el producto resultante del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales a mí que he contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

SERGIO POLIBIO SIMBAÑA CUICHAN

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES	2
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	3
ÍNDICE DE CONTENIDO	4
RESUMEN.....	5
ABSTRACT	6
1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO.....	7
1.1 Objetivo General.....	7
1.2 Objetivos Específicos	7
1.3 Alcance.....	8
1.4 Marco teórico.....	8
2 METODOLOGÍA.....	13
2.1 Determinar el estado de las instalaciones y requerimientos del sistema.....	13
2.2 Instalar el sistema de iluminación	19
2.3 Construir el sistema de control automático	22
2.4 Pruebas de funcionamiento	23
2.5 Manual de operaciones	33
3 RESULTADOS	33
4 CONCLUSIONES.....	39
5 RECOMENDACIONES.....	41
6 REFERENCIAS BIBGRÁFICAS	43
7 ANEXOS.....	45
ANEXO I. Reporte de Similitud Generado por Turnitin	45
ANEXO II. Certificado de Funcionamiento de Trabajo de Integración curricular	46
ANEXO III. CATÁLOGO DE LUMINARIA.....	47
ANEXO IV. INFORME DEL PROGRAMA DIALUX.....	50
ANEXO V. CIRCUITO DE ILUMINACIÓN REALIZADO POR EL PROGRAMA CADE_SIMU	55

RESUMEN

En el presente proyecto “CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN AUTOMÁTICO ZONA 2 PARA LA ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS” da solución a la deficiente iluminación en horario nocturno, problema latente que tuvieron profesores, alumnos y guardianía al momento de transitar en las instalaciones en horas de la noche en la Escuela de formación de Tecnólogos este proyecto se instaló puntualmente desde el aula número 32 hasta el aula 42 en la parte externa de los pasillos.

Este circuito de iluminación utiliza tecnología LED para la selección de luminarias que tiene como beneficio una alta eficiencia en consumo energético, por otro lado, el costo es relativamente inferior comparado con otro tipo de tecnologías.

En la sección de metodología se redactó la modelación del sistema en el programa DIALux utilizando luminarias LED escogidas de su amplio catálogo; estas, se instalaron en el plano modelado en el mismo programa, al terminar esto, se realizó el informe requerido con los cálculos que arrojó el programa, mismos que serán base fundamental para la construcción física del circuito de fuerza.

En la misma sección se mostró la construcción del circuito de fuerza que está conformado por el montaje tanto de tuberías como luminarias, cableado de conductores, montaje de cajetines e identificación de puntos de conexión. En la misma sección se describe el montaje del sistema de control que consta de un tablero que contiene un termomagnético, fusible, relé de conexión, y un temporizador programable para los horarios de encendido y apagado en los siete días a la semana. Para todo este proceso se realizó los cálculos respectivos como son para: conductor, diámetro de la tubería, selección de gabinete de control, número de puntos de iluminación requerida, todos estos elementos fueron escogidos con base en la normativa NEC de la construcción.

Para el uso adecuado del sistema se realizó un manual de operación y mantenimiento de carácter visual, para que el operador tenga una idea muy clara de cada tarea de mantenimiento.

Por último, como anexo se muestran las hojas técnicas de la luminaria montada en el sistema, y el informe del programa con los cálculos realizados de Iluminancia media en las sub áreas indicadas en el mismo.

PALABRAS CLAVE: Iluminación, ESFOT, pasillos, DIALux, luminaria.

ABSTRACT

In the present project "CONSTRUCTION OF THE AUTOMATIC LIGHTING SYSTEM ZONE 2 FOR THE TECHNOLOGISTS TRAINING SCHOOL" provides a solution to the deficient lighting at night, a latent problem that teachers, students and guardians had when passing through the facilities during business hours. The night at the Technologists Training School punctually from classroom number 32 to classroom 42, so implementing this system is very helpful.

This lighting circuit uses LED technology for the selection of luminaires that has the benefit of high efficiency in energy consumption, on the other hand the cost is relatively lower compared to other types of technologies.

With the support of the DIALux Program, the simulation of the system was carried out using LED luminaires chosen from its extensive catalogue, these were installed LED on the mode LED plane in the same program, at the end of this, the required report was made with the calculations that the program produced, which will be the fundamental basis for the physical construction of the force circuit.

The following section is focused on the power circuit that is satisfied by the assembly of both pipes and lighting, conductor wiring, box assembly and identification of connection points. In the same section, the assembly of the control system is described, which consists of a board containing a thermomagnetic relay, fuse, connection relay and a programmable timer for on and off times seven days a week. For this entire process, the necessary requirements were made, such as: conductor, pipe diameter, selection of control cabinet, number of lighting points required, all these elements were chosen based on the NEC construction regulations.

For the proper use of the system, a visual operation and maintenance manual was created, so that the operator has a very clear idea of each maintenance task.

Finally, as an annex, the technical sheets of the luminaire mounted in the system are shown, and the program report with the calculations made of average illuminance in the indicated subareas.

KEYWORDS: Lighting, ESFOT, simulation, DIALux, luminaire.

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

Circuito de fuerza consta de luminarias de marca LEDVANCE, conductores diferenciados de color rojo, negro y verde para la conexión, L1, L2, y línea de tierra respectivamente enmarcado en la normativa NEC de la construcción, tubería de material galvanizado para resistir al deterioro por condiciones ambientales como: exposición al polvo y agua, adicional se incorporó cajetines de conexión y revisión para realizar mediciones de termografía descritas en el manual de mantenimiento.

Para el circuito de control se escogió un temporizador con programas para activación y desactivación del circuito con sus respectivos elementos de protección tal como fusible relé termomagnético, todos estos elementos dentro de un gabinete ubicado en la parte superior del aula 33 y de fácil acceso para revisión y monitoreo del sistema.

Una ayuda muy importante fue la simulación de iluminación para el área designada como es la zona dos, realizada por el programa DIALux; esta simulación mostró la ubicación exacta de cada luminaria y realizó los cálculos respectivos de iluminancia media en las áreas designadas al exterior de las aulas.

1.1 Objetivo General

El objetivo general de este componente es construir el sistema de iluminación controlado por un temporizador programable en la zona dos de la Escuela de Formación de Tecnólogos.

1.2 Objetivos Específicos

Para cumplir con la construcción del proyecto es necesario seguir los siguientes objetivos.

1. Determinar el estado de las instalaciones y requerimientos del sistema.
2. Instalar el sistema de iluminación en la ESFOT.
3. Construir el sistema de control automático.
4. Realizar pruebas de funcionamiento.
5. Elaborar un manual de uso y mantenimiento.

1.3 Alcance

En el presente proyecto se construyó desde el área exterior del aula 37 hasta la oficina de centro de cultura física.

El cableado fue instalado por un sistema de ductos montados en la parte inferior del techo en los exteriores de las aulas, por estas tuberías se encuentran tres conductores de tipo flexible con calibre AWG # 12. Para el control de las luminarias se utilizó un temporizador programable electrónico de marca SIEMENS, un fusible cerámico de corriente máxima 16 amperios y un relé termo magnético, estos elementos se centralizarán en un tablero accesible al usuario.

En cuanto a las luminarias son controladas por un temporizador que activa y desactiva el circuito en los siguientes horarios: 4h00 a 6h00 y 18h00 ha 22h00 respectivamente.

Este proyecto continúa beneficiando a las autoridades, docentes, estudiantes y personal que brinda servicios en horas nocturnas, para que puedan transitar con mayor facilidad y seguridad a sus oficinas, aulas o lugares de trabajo, además los guardias pueden realizar sus rondas nocturnas precautelando el bienestar de las personas.

1.4 Marco teórico

DIALux es una herramienta profesional para el diseño de la iluminación con productos reales de renombrados fabricantes de luminarias. [1].

La generación de DIALux EVO tiene un potencial prometedor y crea una base para el futuro. Los desarrolladores de este programa han tenido en cuenta los deseos de los usuarios e implementado nuevas ideas, que harán que el trabajo de los usuarios sea más innovador y fácil, han unido la planificación interior y exterior. Esta es una característica fundamentalmente nueva del DIALux EVO en comparación con otros programas actualmente disponibles para simular iluminación. Ahora ha aparecido una posibilidad de simular edificios de varias plantas y mirar a través de ellos por secciones y desde el exterior. También existe la posibilidad de ajustar escenas de luz en línea, para visualizar materiales transparentes directamente en la ventana CAD. También se ha diseñado una interfaz de usuario inteligente, que facilita aún más el trabajo. Estos cambios han elevado los requisitos del sistema de soporte de las computadoras para el funcionamiento de DIALux EVO [3].

Varias formas de análisis para utilizar DIALux como instrumento para simular la iluminación se muestran en los siguientes ejemplos: evaluar la calidad de la integración

de la luz del día en condiciones de cielo despejado y nublado en espacios de oficinas. Simular iluminación artificial para lograr la iluminación estándar requerida en el espacio de trabajo al realizar cambios en el color de la habitación, la mesa de trabajo y el tipo de lámpara

La agrupación de lámparas debe tener en cuenta la iluminancia de la luz natural para lograr un sistema de iluminación energéticamente eficiente. Además, el diseño de iluminación del espacio de usos múltiples debe considerar la tarea dominante en esa área. Siempre que se necesite una iluminancia más alta, puede proporcionarse mediante iluminación de tareas [5].

Luminancia e Iluminancia

La definición de luminancia es la cantidad de luz emitida, que pasa o se refleja en una superficie. Un ejemplo práctico puede ser la lámpara que brilla en una habitación oscura: la luminancia describiría la cantidad de luz que pasa a través de la bombilla [6].

La luminancia a menudo se usa indistintamente con el término brillo. Sin embargo, cuando se trata de luminancia frente a brillo, estas descripciones no son intercambiables. La luminancia es una característica cuantificable y medible. Mientras que el brillo no se puede medir objetivamente, solo se puede percibir. Se conoce que una fuente de luz es brillante o tenue, haciendo que el brillo sea la sensación visual que se diferencia en la luminancia [7].

Cuando se trata de decisiones de color para su negocio, la luminancia también puede describir el brillo percibido de un determinado color. La iluminancia describe la cantidad de luz que cae o ilumina un área de superficie dada. La luminancia es la cantidad de luz reflejada en una superficie iluminada; así es como se convierte la luminancia en iluminancia [8].

La iluminancia calcula la cantidad total de luz que emite una fuente. Este flujo luminoso se mide en lúmenes por metro cuadrado o lux.

La iluminación es un factor esencial a tener en cuenta a la hora de medir el color de algo. Los mismos colores se pueden ver en una variedad de formas bajo diferentes condiciones de iluminación [5].

La luminancia se mide en intensidad de luminancia, que es una medida de cuán brillante es un haz de luz en una dirección particular. Hay una variedad de unidades utilizadas para expresar la luminancia. El Sistema Internacional de Unidades usa candela por

metro cuadrado (cd/m²), mientras que en los EE. UU., la unidad de medida de luminancia más común es el pie Lamberto (fL) [9].

Iluminación

La iluminación natural es la luz que se obtiene de la luz solar directa o indirecta, mientras que la iluminación artificial es la que resulta de otras fuentes, como una lámpara [11]. La iluminación artificial es responsable del consumo de energía en los edificios. Krishna describe la composición porcentual del sector de ventilación e iluminación que alcanza el 45% del consumo total de energía de los edificios. Ambos sistemas de iluminación juegan un papel importante para las necesidades visuales humanas de ver colores, texturas y también la impresión. de un espacio Psicológicamente, el color producido por la luz tiene una fuerte influencia en el estado de ánimo y las emociones humanas, haciendo que la atmósfera sea cálida o fría, provocativa o comprensiva, excitante o tranquilizadora [12]. Por lo tanto, el diseño de iluminación en los edificios debe aplicarse de manera óptima para obtener un buen confort visual. Un edificio puede clasificarse como edificio verde si el uso de la luz natural es óptimo, en donde al menos el 30 % de la superficie del suelo/plano de trabajo tiene suficiente iluminación [5]. Si la habitación tiene suficiente iluminación de luz natural, se puede reducir el consumo de energía para iluminación artificial.

Requisitos de iluminación del estudio de arquitectura y del aula

Una buena iluminación puede ayudar a aumentar la productividad [13]. Basado en SNI 03-6575-2001, la iluminancia óptima de una oficina de dibujo de 750 lux y un salón de clases tiene la iluminancia óptima de 250 lux. Ambos necesitan iluminación artificial con el índice de reproducción cromática (CRI) entre 1 y 2. Hay diferentes actividades y nivel de detalle de trabajo dentro de cada sala, donde la oficina de dibujo se usa para el dibujo técnico a mano, mientras que el aula generalmente se usa para ver audiovisuales, escribir y lectura. La iluminación natural en el aula puede fomentar y crear un ambiente alegre. Además, en relación con la función de las aulas, se ha demostrado que una buena iluminación natural mejora el rendimiento de aprendizaje de los alumnos en clase. En las aulas que utilizan pizarra, se debe asegurar la iluminación para que el reflejo de la luz no cause problemas visuales a los alumnos. Además, la lámpara que se utilice en el aula debe ser preferentemente una luz con un color de luz blanco neutro que combine bien con la luz natural, por lo que se recomienda una lámpara con una temperatura de unos 4000 K [8].

Iluminación artificial

Si bien se recomienda la iluminación natural en un espacio de trabajo, el uso de iluminación artificial es inevitable para lograr la iluminancia requerida. Hay varios tipos de lámparas. En general, las lámparas se clasifican en lámparas incandescentes, lámparas fluorescentes (incluidas las lámparas tubulares), lámparas de halógenos metálicos, lámparas de mercurio y lámparas de sodio. Las lámparas se clasifican según: (i) La construcción y funcionamiento (ii) La calidad y el color de la luz que produce la lámpara (iii) La eficiencia, que generalmente se expresa en la relación entre lúmenes y vatios (iv) Lámpara La lámpara tubular de por vida es el tipo de lámpara más común que se usa en el aula o la oficina. Se clasifica como lámpara fluorescente. Tiene una eficiencia decente, con una eficacia luminosa entre 70-80 lumen/Watt y una duración de hasta 9000 horas. Cada luminaria puede constar de una a cuatro lámparas tubulares [7].

Dimensionamiento de conductores

El cableado y su protección en cada nivel deben cumplir varias condiciones al mismo tiempo para garantizar una instalación segura y fiable, debería:

- Transportar la corriente permanente a plena carga y las sobre corrientes breves normales.
- No provocar caídas de tensión susceptibles que dar lugar a un rendimiento inferior de determinadas cargas, por ejemplo: en instalación de luminarias la caída máxima que debe haber en el circuito es del 3 %.

Además, los dispositivos de protección (disyuntores o fusibles) deben:

- Proteger el cableado y las barras colectoras para todos los niveles de sobre corriente, hasta corrientes de cortocircuito incluidas
- Asegurar la protección de las personas contra riesgos de contacto indirecto (protección contra fallas), particularmente en sistemas conectados a tierra TN e LT, en donde la longitud de los circuitos puede limitar la magnitud de las corrientes de cortocircuito, retrasando así la desconexión automática (recuerde que TT- las instalaciones puestas a tierra están necesariamente protegidas en origen por un dispositivo de protección por corriente residual (RCD), generalmente de 300 mA) [7].
- La carga máxima de un circuito de iluminación es de 15 amperios, y no más de 15 puntos de iluminación.

Para calcular la caída de tensión del circuito y cumplir con la normativa NEC-SB-IE se tiene la siguiente **Ecuación 1.1:**

$$CT = (1 - R_L / (2R_c + R_L)) \cdot 100\%$$

Ecuación 11.1 Caída de tensión

Donde:

CT: Caída de tensión

R_c: Resistencia capacitiva

R_L: Resistencia inductiva

Para determinar la corriente máxima se utiliza la siguiente **Ecuación 1.2:**

$$I_{c_m\acute{a}x} = I_n \times 1.25$$

Ecuación 1.2 Ecuación de corriente máxima

Donde

I_{c_m\acute{a}x}: Corriente máxima

I_n : Corriente nominal.

Protecciones eléctricas

Para resguardar los elementos tanto del circuito de control y circuito de fuerza, se utiliza elementos de protección.

Relé termomagnético, este elemento protege al circuito de sobre cargas y calentamientos que puedan ocurrir al momento que el circuito entra en funcionamiento tanto el de fuerza como el circuito de control.

El temporizador es un dispositivo que tiene un fusible de tipo cerámico, siendo este de fusión de retardada más utilizado para altas corrientes y tensiones de interrupción.

2 METODOLOGÍA

Para la construcción de este proyecto se empleó un enfoque cuantitativo, ya que la recolección de datos y mediciones se registra de forma ordenada, estos se comparan para obtener conclusiones, dando como resultado un estudio descriptivo ya que se analiza conceptos, componentes y variables.

Este trabajo de tipo experimental empleó simulaciones para poder obtener datos y reemplazar elementos de manera más eficiente como son las luminarias. Si bien es cierto el conocimiento empírico es un refuerzo para la construcción del sistema que ayuda a tener conceptos más acertados para la selección de las luminarias, pero con ayuda del simulador DIALUX evo se obtuvo un sistema más eficiente y de mayor vida útil.

Con toda la información levantada se desarrollaron los objetivos a continuación:

2.1 Determinar el estado de las instalaciones y requerimientos del sistema

Con ayuda de una cinta métrica se tomó las medidas exactas del largo, ancho y altura en la parte externa de las casonas como se ve en la **Figura 2.1**



Figura 2.1 Medición de área

Con las medidas que se tomaron anteriormente se continuó con el plano arquitectónico con las medias mostradas en la **Figura 2.2**

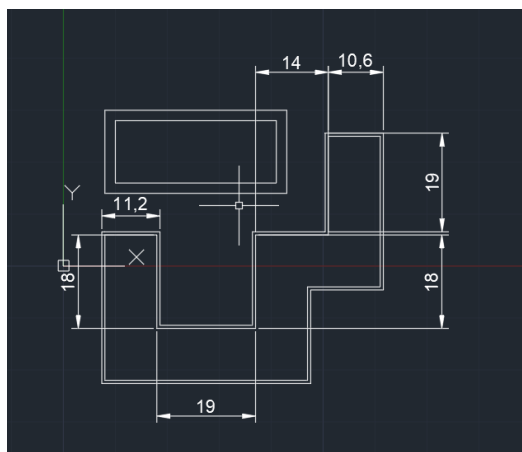


Figura 2.2 Dimensiones de las casonas.

El siguiente paso fue utilizar este plano en el programa DIA lux para comenzar con la simulación del área a iluminar como se modela en la **Figura 2.3**

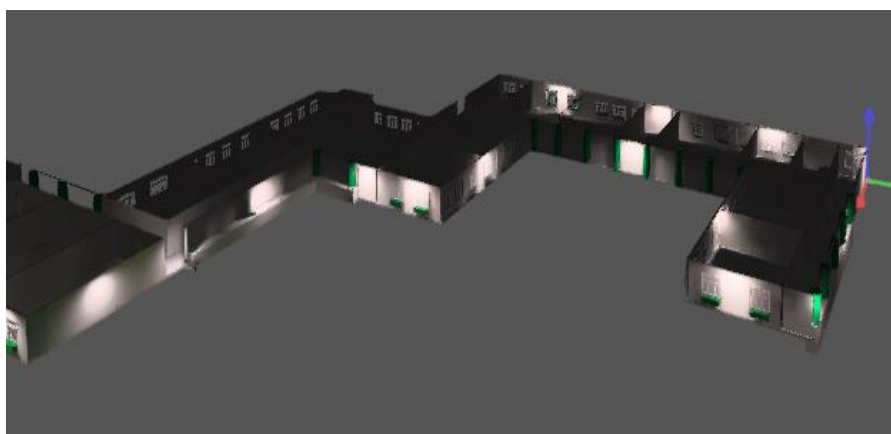


Figura 2.3 Modelado del plano.

Para colocar las luminarias en el área designada según la norma NEC no se debe contener más de 15 puntos en circuitos eléctricos de iluminación. Con base en esta información se distribuyó a lo largo de toda el área una cantidad de 12 puntos de iluminación.

El programa DIALux ayudó con la selección de luminarias en catálogos actualizados con tecnología LED para aplicaciones en áreas exteriores, al final se escogió la siguiente luminaria con las características mostradas en la **Tabla 2.1**.

Tabla 2.1 Datos de luminaria

Variable	Descripción
Fabricante	LEVANCE/OSRAM

Largo (mm)	187 mm
Ancho (mm)	62 mm
Alto (mm)	216 mm
Protección IP	65
Voltaje Nominal (V)	110/220
Potencia Nominal(W)	50
Frecuencia (Hz)	60
Flujo luminoso	4500 lm

Los resultados de la modelación en las áreas delimitadas fueron tabulados para su análisis. La designación de las áreas se ilustra en la **Figura 2.4**.

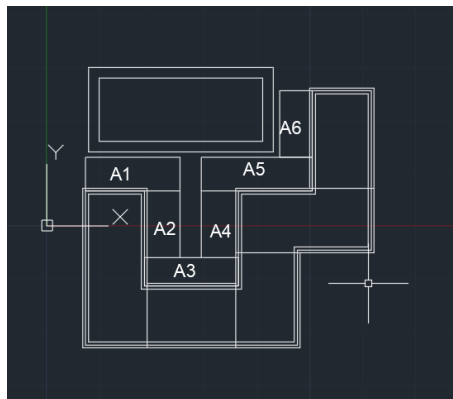


Figura 2.4 Delimitación de áreas zona 2

Los valores de iluminancia en 6 áreas delimitadas en el programa se muestran en la **Tabla 2.2**.

Tabla 2.2 Valores de iluminancia en 6 áreas.

Numero de área	Iluminancia (Lux)
A1	30,2
A2	49,1
A3	43,8
A4	46,7
A5	30,0
A6	47,5

Una vez que se terminó con la modelación se inició con los requerimientos del circuito de fuerza, ubicando la caja térmica que sirvió para la alimentación de todo el circuito de iluminación que consta de un voltaje de línea de 220 (V), esta se encuentra en el aula de laboratorio de Tecnología Industrial en la parte posterior.

Para conectar el circuito a la caja térmica se calculó la potencia total del circuito de fuerza con la siguiente **Ecuación 2.1**.

$$P_T = P_L \times 12$$

Ecuación 2.1 Ecuación para Potencia total de circuito de fuerza.

Donde:

P_T : Potencia total de circuito de fuerza

P_L : Potencia de cada luminaria

12: Numero de luminarias

Con esto se obtiene una potencia total de 600 (W)

Con este resultado obtenido se pudo conectar la carga sin ningún problema.

Por otra parte, para conocer la corriente requerida en el circuito de fuerza se usó la siguiente **Ecuación 2.2**

$$P_T = V_n \times I_n \times fp$$

Ecuación 2.2 Ecuación de Watt

Donde:

P_T : 600(W)

V_n : 220(V)

fp : 0.9

I_n : Corriente nominal

Dando como resultado una corriente nominal de 3.03 (A)

Con el resultado obtenido se dedujo la corriente máxima del circuito utilizando la **Ecuación 1. 2**

Donde:

I_n : 3.03 (A)

1.25: Factor de seguridad

El resultado obtenido fue 3.78(A), que para un cable comercial supondría que un calibre AWG #18 sería suficiente; sin embargo, la NEC considera como mínimo el número AWG #14 para luminarias, que trabaja estable hasta una temperatura ambiente de 60°C y de tipo flexible para facilitar el paso del conductor por tuberías.

Siguiendo con la protección termomagnética para el circuito de iluminación se calculó mediante los datos de la **Ecuación 2.2** y la **Ecuación 1.2**.

Donde:

I_n : 3.03 (A)

$I_{c_m\acute{a}x}$: 3.78(A)

Por lo tanto, se consideró un termomagnético C6 de dos polos de corriente nominal de 6 A, y durabilidad eléctrica de 6000 operaciones.

Una vez obtenidos los requerimientos para el circuito de fuerza, el siguiente paso fue determinar los requerimientos para el circuito de control.

Circuito de control

Para los requerimientos del circuito de control se utilizó una caja general con protección IP65 que cumple con la normativa NEC, en este tablero se alojó varios elementos como son: el temporizador programable, fusible cerámico, protección termomagnética y un relé de 220(V) a 15 (A) que soportó la carga de las luminarias, este último elemento sirve para aislar los circuitos de control y fuerza señalado en la **Figura 2.5**.



Figura 2.5 Relé 220(V) 15(A)

Hay que tener en cuenta que la superficie de los elementos alojados en la caja no supere el 40% de la superficie total de la misma con la siguiente **Ecuación 2.3**.

$$A_{T_e} \leq 40\%A_{T_G}$$

Ecuación 2.3 Ecuación para seleccionar el gabinete eléctrico.

Donde:

A_{T_e} : Área total que ocupa todos los elementos

A_{T_G} : Área total del gabinete eléctrico

El área total de todos los elementos que se alojan en el gabinete es de 22500 mm^2 , que equivale 225 cm^2 , según la norma NEC requiere que la superficie ocupada por los elementos sea un 40% de la superficie total del gabinete. Por lo tanto, $A_{T_G} = 562.5 \text{ cm}^2$, con este dato se pudo escoger un gabinete normalizado de 600 cm^2 de área total.

Una vez obtenido el gabinete, uno de los elementos fundamentales para el control del circuito fue el temporizador que posee las siguientes características mencionadas en la **Tabla 2.3**.

Tabla 2.3 Tabla de características del temporizador.

Variable	Descripción
Voltaje nominal	110/220 (V)
Corriente nominal	15 (A)
Frecuencia	50/60(Hz)
Grado IP	20
Temperatura de operación	-10°C a 45°C
Precisión	+/-1 seg/día
Programas	8

Este temporizador realiza la operación de encendido y apagado de las luminarias en el horario nocturno desde las 18 horas hasta 6 horas de la madrugada durante los 7 días de la semana.

Continuando con las protecciones del circuito de control, se incluyó un fusible específicamente para protección del temporizador, con rango de corriente de 2 (A) y cumplirá la función de abrir definitivamente el circuito de control cuando la intensidad de corriente sea mayor a la corriente necesaria para el temporizador, este fusible es de material de porcelana como se muestra en la **Figura 2.6**.



Figura 2.6 Fusible de porcelana 2(A) 110(V)

2.2 Instalar el sistema de iluminación

Se identificó gráficamente los puntos de conexión de luminaria con ayuda de una tiza industrial, este proceso se ve en la **Figura 2.7**.



Figura 2.7 Identificación de puntos de iluminación.

Luego de conocer la ubicación de luminarias, y una vez terminado con el cálculo de conductor se consultó el área transversal según el calibre AWG mediante la **Tabla 2.4**

Tabla 2.4 Diámetro de conductores.

Calibre AWG	Sección Transversal (mm^2)
14	2,08
12	3,31
10	5,261
8	8,37
6	13,3

Con el área transversal del conductor escogido se calculó el área total de los tres conductores siendo: L1 y L2 más un conductor a tierra con la siguiente **Ecuación 2.4**

$$A_T = A_{L1} + A_{L2} + A_t$$

Ecuación 2.4 Área transversal de 3 conductores.

Donde:

A_T : Sección transversal total

A_{L1} : Área transversal L1

A_{L2} : Área transversal L2

A_t : Área transversal de conductor a tierra.

Los que se obtuvo una sección transversal ocupada de 9.98 mm^2

Este cálculo ayudó al dimensionamiento de la tubería, hay que tener en cuenta que la normativa para cableado dentro de tuberías es de 40% de la sección transversal total. Por lo tanto, la tubería escogida en el mercado fue de tipo CODUIT de media pulgada cumpliendo con la normativa antes mencionada puesto que la sección ocupada es de 9.98 mm^2 , el material seleccionado para esta tubería es metálica ya que cumple la función de proteger de daños mecánicos, altas temperaturas y humedad.

Con la selección de tubería se pudo escoger los cajetines octogonales de entradas de media pulgada para facilitar la conexión de cada luminaria como en la **Figura 2.8**.



Figura 2.8 Instalaciones de cajetines octogonales.

Con ayuda de sujetadores tipo abrazadera se montó la tubería desde el tablero de control hasta la última luminaria señalada con anterioridad como se ve en la **Figura 2.9**.



Figura 2.9 Sujeción de tuberías mediante abrazaderas

Para hacer la unión entre tubos se utilizó uniones y codos a 90 grados para tubería Conduit.

Una vez realizado el montaje de ductos y cajetines se procede con el envío de conductores mediante el uso de un alambre guía de tipo galvanizado cubriendo toda la distancia entre luminarias como se ilustra en la siguiente **Figura 2.10**.



Figura 2.10 Envío de alambre guía por tubería.

Para el paso de tres conductores por la tubería se utilizó el alambre guía uniéndolo mediante un empalme y tirándolo a lo largo de toda la tubería y cajetines. En cada cajetín octogonal de conexión se dejó una prolongación de 0,2 metros de cada conductor, para tener la posibilidad de incorporar la luminaria sin inconvenientes. Estas prolongaciones quedaron en el exterior del cajetín como se muestra en la **Figura 2.11**.

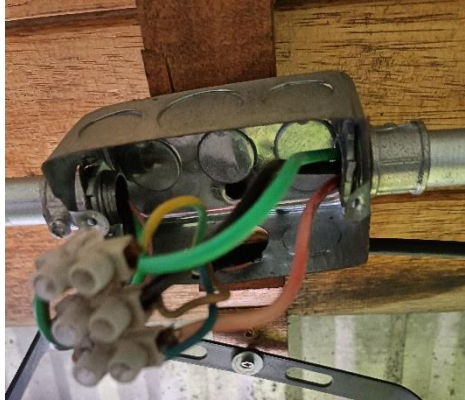


Figura 2.11 Prolongación de conductor fuera del cajetín

Luego de tener los conductores listos para la conexión, la instalación continuó con el montaje de las luminarias

Para cada conexión se utilizó borneras; estas facilitan el montaje y desmontaje de cada luminaria, así como eliminar puntos calientes por empalmes mal realizados, con esto se garantizó que no haya continuidad entre líneas y ductos.

2.3 Construir el sistema de control automático

Para construir el sistema de control se usó el gabinete seleccionado en el punto 2.1 y un tramo de 20 cm de riel din que se muestra de la **Figura 2.12**, que fue sujeto por tornillos a la parte central del gabinete.

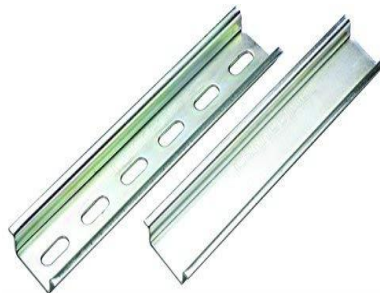


Figura 2.12 Riel de montaje Din

Luego del paso anterior se montó los siguientes elementos: el temporizador, base de fusible, interruptor termomagnético, y relé de conexión para el circuito de fuerza, todos estos elementos se escogieron con base en la necesidad de empotrarlos al riel DIN, adicional se realizó las conexiones requeridas como se muestran en la **Figura 2.13**

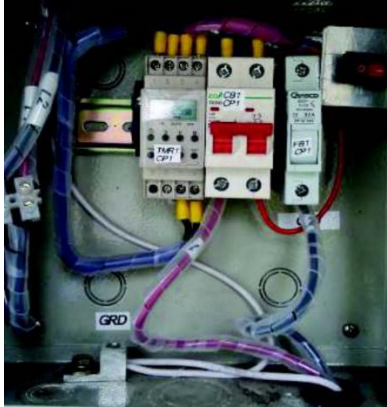


Figura 2.13 Gabinete de control armado.

2.4 Pruebas de funcionamiento

Pruebas de voltaje

Las pruebas de voltaje se realizaron para conocer la caída de tensión que tiene el sistema de iluminación. Los puntos en donde se tomaron las mediciones fueron: en el tablero de alimentación, gabinete de control, y cada una de las luminarias instaladas. Para esta prueba se usó como instrumento de medición el voltímetro.

Para la medición de voltaje en el primer punto se identificó visualmente las líneas de alimentación que ingresan al tablero principal como se muestra en la **Figura 2.14**.



Figura 2.14 Identificación visual de las líneas de alimentación.

Con ayuda de las puntas de pruebas del multímetro se verificó las tres líneas de alimentación, para esto se tomó la punta de prueba común del multímetro en la entrada de un cable alimentador que se lo llamó L1 y la otra punta de prueba al segundo conductor que se lo denominó L2 dando una medición de 220(V), luego se colocó la

punta de prueba en tercer conductor y se realizó una nueva medición de 220(v), a este nuevo conductor se lo denominó L3, finalmente con la punta de prueba en L3 se colocó la punta común en L2 con medición de 220(V), dando como resultado tres mediciones de voltaje de línea como se muestra en la siguiente **Figura 2.15**.



Figura 2.15 Medición de voltaje de línea.

Para la medición de voltaje de fase se tomó la punta de prueba del multímetro en L1 y la punta común en el conductor que se lo denominó L2 ubicado en la parte superior del tablero ilustrado en la **Figura 2.16**.



Figura 2.16 Medición de voltaje de fase.

Una vez identificado el voltaje de línea y voltaje de fase en el tablero principal, el siguiente punto fue las mediciones de voltaje en el gabinete de control.

Para la medición de voltaje en el gabinete se identificó el voltaje entre dos líneas como se muestra en la **Figura 2.17**



Figura 2.17 Voltaje de línea en el gabinete.

Estas dos líneas L1 y L2 se usaron para la alimentación de todo el sistema de iluminación.

Como tercer punto se tomó mediciones en cada una de las luminarias encendidas, las borneras de conexión facilitaron el proceso ya que las puntas de prueba hicieron contacto sin mayor dificultad como se muestra en la **Figura 2.18**.



Figura 2.18 Medición en cada luminaria.

Con estas mediciones, la caída total de voltaje fue del 1.9 %, siendo un porcentaje bajo el 3 % que la norma NEC recomienda para circuitos de iluminación de hasta 15 puntos, este resultado fue muy satisfactorio para este sistema.

Pruebas de continuidad.

Con ayuda de un multímetro se tomó medición de continuidad entre L1 y L2, L1 y T, L2 y T. Como se muestra en la **Figura 2.12**



Figura 2.12 Medición de continuidad.

Fue necesario revisar si existe medición de continuidad en el fusible como se observa en la **Figura 2.13**, esto confirmó el buen estado del fusible.



Figura 2.13 Continuidad en el fusible.

Terminado este proceso el circuito está listo para conectarlo a la red y continuar con la siguiente prueba en el circuito activado.

Pruebas de Corriente

Una vez realizadas las pruebas de voltaje, con ayuda de una pinza amperimétrica se tomaron las medidas de corrientes en los respectivos circuitos tanto de control como de fuerza.

Se inició tomando las mediciones de corriente nominal en las líneas L1 y L2 a la salida del tablero principal, como se observa en la **Figura 2.14**.



Figura 2.14 Medición de corriente en el tablero principal.

La siguiente medición de corriente nominal se tomó en el circuito de control en la conexión del temporizador de la forma como se ilustra en la **Figura 2.15**.



Figura 2.15 Corriente nominal en el circuito de control.

Como tercera medición de corriente nominal se la realizó en cada una de las luminarias, gracias a las prolongaciones de conductor separadas para la conexión en cada cajetín, la medición con la pinza amperimétrica no fue complicada. Además, esto optimizó el tiempo de cada lectura de corriente en el circuito de fuerza.

Como última sección para toma de corriente nominal fue en una de las líneas a la salida del relé ya que en este tramo se tomó la corriente nominal de todo el circuito de fuerza como se muestra en la **Figura 2.16**.



Figura 2.16 Lectura de corriente nominal del circuito de fuerza.

Estas lecturas tanto de corriente y de voltaje de cada una de las luminarias instaladas y del circuito de control ayudaron al monitoreo del consumo energético siendo este de muy bajo impacto para la zona 2.

Medición de iluminancia

Se realizó las mediciones en 4 puntos por cada luminaria una bajo la luminaria dos laterales y una al pasillo. Las tablas se las coloca en resultados, son dos tablas una con 48 lecturas y otra con doce lecturas de valores medios.

Para realizar la medición de iluminancia se marcó cuatro puntos específicos en cada una de las luminarias como se muestra en la **Figura 2.17**.

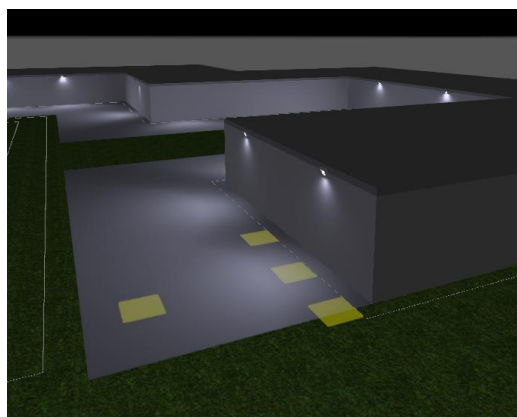


Figura 2.17 Puntos específicos para cada luminaria

La medición de cada punto se realizó con el equipo denominado luxómetro este proceso inició en la luminaria mostrada en la **Figura 2.17** a una altura mínima desde piso como se ilustra en la **Figura 2.18**.



Figura 2.18 Medición con el equipo Luxómetro.

Los valores obtenidos en cada medición fueron registrados y se detallan en la sección de resultados, esta posteriormente se utilizó para hacer una comparación entre los datos medidos, los datos del simulador DIALux y el valor requerido por la NEC.

Pruebas de funcionamiento del temporizador

El tiempo de encendido y apagado de las luminarias es muy importante, y el temporizador realizó ese trabajo, entonces para finalizar las pruebas de funcionamiento se programó el horario de activación y desactivación del circuito.

El horario establecido para la activación fue a las 18 horas con una lectura de iluminancia de 66,4 lux como se muestra en la **Figura 2.19**.



Figura 2.19 Iluminancia a las 18h00.

Para la desactivación de las luminarias se escogió el horario de las 6 horas con una iluminancia de 89,9 ilustrada en la **Figura 2.20**.



Figura 2.20 Iluminancia a las 6h00.

Las mediciones tomadas en este horario fueron de mucha utilidad para configurar el temporizador de una forma técnica y eficiente enfocado en el ahorro energético.

Principales fallas del sistema

Como falla más común se puede nombrar una baja iluminancia de la luminaria. Para ese problema se tomará mediciones de iluminancia en el pasillo anualmente y realizar comparaciones con la **Tabla 4.5** En el caso de tener una medición baja como primer paso se debe revisar voltajes y corrientes en la luminaria afectada adicional a esto se debe realizar la medición de puntos caliente con la cámara termográfica revisando, así como se muestra en la **Figura 2.21**.



Figura 2.21 Medición con cámara termográfica en puntos de conexión.

El rango de seguridad para puntos calientes es de 2 a 3 veces la temperatura ambiente.

Si después de los procedimientos anteriores el problema persiste se debe revisar terminales de conexión, con el circuito desactivado.

En el caso de que los procedimientos anteriores no tengan novedades, se debe reemplazar la iluminaria con las mismas características como se mostró en la **Tabla 2.1**.

Si el problema se orienta en la no activación del circuito, el procedimiento de inspección será en el tablero de control, revisando voltaje nominal en la alimentación, adicional realizar las pruebas de voltaje y corriente como se revisó en el capítulo N°3.

Para mantenimiento preventivo del sistema se tiene las siguientes acciones registradas en la siguiente **Tabla 4.5**.

Tabla 4.5 Tareas de mantenimiento.

Elemento	Tarea	Herramientas	Frecuencia
Tubería	Reajuste de acoples	Destornillador	Anual
Luminaria	Reajuste de sujetadores. Regulación de ángulo de enfoque	Destornillador Llave hexagonal #6	Anual
Tablero de control	Reajuste de tornillos de sujeción. Limpieza superficial externa	Destornillador Paños industriales	Semestral
Borneras de conexión luminarias	Limpieza y reajuste de terminales	Líquido para limpieza de contactos	Anual
Terminales circuito de control	Limpieza y reajuste de terminales	Líquido para limpieza de contactos, destornillador	Anual

Uso y programación del temporizador

En la **Figura 2.22** se observa la mascarilla del temporizador que se usó para la activación y desactivación del circuito de iluminación.

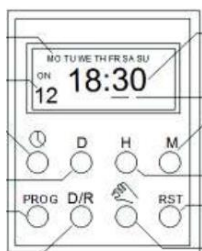


Figura 2.22 Mascarilla del temporizador.

Para realizar la programación se debe realizar los siguientes pasos.

Identificación de botones

Donde:

 : Indicación de reloj

D: Restablecimiento del día.

H: Restablecimiento de la hora.

M: Restablecimiento de minutos.

PROG: Ajuste de programas (12) Cada uno de ON y OFF.

D/R: Eliminar y recordar.

 : *Lock on / Lock off*

Programación del temporizador

- 1.- Presionar "PROG" Para el primer modo encendido.
- 2.- Presionar "D" para configurar fecha de encendido: MO TU WE TH FR SA SU. Estas son las iniciales de los días de la semana en inglés.
- 3.- Presionar "H" para la hora.
- 4.- Presionar "M" para minuto.
- 5.- Para configurar la fecha de apagado presionar "PROG".
- 6.- Realizar los pasos 2,3 y 4.
- 7.- Repetir los pasos del 1 hasta el 7 para programaciones.
- 8.- Para reiniciar la hora actual presionar el ícono de reloj.

9.- Presionar el ícono de forma de mano para seleccionar modo manual y nuevamente para control automático.

10.- Para cancelar cualquier acción presionar “D/R”.

2.5 Manual de operaciones

Para operar el circuito de iluminación de manera más eficiente se grabó un video explicativo en donde se observa la puesta en marcha el circuito, como también la configuración del temporizador y el estado actual del sistema.

A continuación, se adjunta el código QR donde se muestra la construcción y mantenimiento del sistema. **Figura 2.23**



Figura 2.23 Código QR para video demostrativo.

Enlace: https://youtu.be/_MNFdx_53qA

3 RESULTADOS

Las mediciones realizadas tanto en el circuito de fuerza como en el circuito de control se tabularon para verificar los valores nominales.

Las mediciones de voltaje que se obtuvieron en cada punto de conexión de las luminarias fueron registradas en la **Tabla 3.1**

Tabla 3.1 Voltaje medido en cada luminaria.

# Punto	Voltaje (V)
1	217,4
2	217,6
3	
4	216,6
5	216,7
6	217,5
7	217,8
8	218,8
9	218,9
10	218,9
11	
12	218.9

Luego de tomar las mediciones anteriores se verificó que la caída de tensión sea menor o igual que 3%, mediante la **Ecuación 1.1**

El resultado obtenido fue de 1,9 % cumpliendo con la normativa NEC para instalaciones eléctricas.

Del mismo modo se realizaron las mediciones de corriente en cada luminaria, estas fueron tomadas para comprobar el consumo energético real en cada una de ellas y sus valores fueron registrados en la **Tabla 3.2**

Tabla 3.2 Medición de corriente en cada luminaria.

# Punto	Corriente (A)
1	0,2
2	0,2
3	0,2
4	0,2
5	0,2
6	0,2
7	0,2
8	0,2
9	0,2
10	0,2

11	0,2
12	0,2

Para la corriente total del circuito de fuerza la medición se realizó en una línea después del interruptor termomagnético, en este punto el valor de corriente total del circuito de fuerza fue 5.9(A).

Para el circuito de control se realizaron las mediciones de voltaje en dos puntos, estos fueron a la salida del interruptor termomagnético y entrada al temporizador, los valores se encuentran en la siguiente **Tabla 3.3**.

Tabla 3.3 Mediciones de voltaje circuito de control

Puntos	Voltaje (V)
Salida de interruptor termomagnético	221,0
Entrada al temporizador	220.4

Con estos valores, el circuito se encuentra operando 24 horas los 7 días de la semana activándose a las 18h00 horas como se muestra en la **Figura 4.1**.



Figura 3.1 Zona 2 horario 18h00.

Una vez activado el circuito de iluminación se pudo observar la nueva fachada y pasillos iluminados esta imagen se comparó con la simulación realizada en el programa DIALux como se ve en la **Figura3.2**



Figura 3.2 Comparación Zona 2 iluminada.

Al igual como se observa en la **Figura 3.2** se pudo comparar las mediciones de iluminancia.

Las mediciones de iluminancia en cada luminaria tanto del software como del Luxómetro se ordenaron en la **Tabla 3.4**.

Tabla 3.4 Comparativa entre valores tomados con luxómetro y valores de simulación

# Luminaria	Valor Luxómetro (Lux) medio	Valor Programa (Lux) medio
1	46,7	23,9
2	48,9	24,0
3	50,5	45,2
4	51,2	45,3
5	54,6	37,1
6	57,2	35,2
7	50,1	32,4
8	49,5	28,4
9	48,0	17,6
10	45,7	26,2
11	50,4	21,2
12	48,4	15,8

Los puntos pertenecen al frente de cada luminaria ubicado en el pasillo.

Para obtener datos más puntuales se tomaron lecturas en 4 puntos bajo cada luminaria y se registraron en la **Tabla 3.5**.

Tabla 3.5 Valores de iluminancia puntuales.

# Luminaria	Medición luxómetro (Lux)			
	Izquierdo	Derecho	Frente	Inferior
1	50.8	77.3	48,2	46,1
2	46,1	71,7	57,3	33,4
3	33,4	71,7	52,9	35.6
4	48.7	60,9	52.6	36.9
5	41,1	83,4	62,7	66,4
6	66,4	52,1	90,8	73,4
7	73,4	65,8	126,9	50,2
8	50,2	52,7	125,4	71,3
9	71,3	76,4	96,2	75,1
10	75,1	52,2	92,9	60.6
11	46.7	50.7	73.6	45.8
12	45,4	47,6	79,2	50,2

Los puntos en donde se tomaron las medidas se encuentran ilustrados en la **Figura 2.17**.

Con las mediciones anteriores se realizó el cálculo de iluminancia media y los datos calculados se registraron en la **Tabla 3.6**.

Tabla 3.6 Tabla de iluminancia media.

# Punto	Iluminancia media
1	44.25
2	51,75
3	47,75
4	49.43
5	53.56
6	59,45

7	58.78
8	60.78
9	65.78
10	62.45
11	49.56
12	51.13

4 CONCLUSIONES

- En este trabajo se determinó el estado de las instalaciones eléctricas existentes y se identificó cableado que no estuvo conectado a ninguna carga, para ello se realizó una inspección sobre el techo que fue lo más complicado ya que la estructura que sostiene al cielo falso es muy delicada y no soporta mucho peso.
- En la elección de conductores del sistema de fuerza, el resultado para el cableado fue para un conductor 14 AWG sin embargo la normativa NEC 15 considera un cableado mínimo de 12 AWG, el cual fue instalado a lo largo de la tubería y los puntos más críticos al pasar los cables fueron en codos, uniones y cajetines.
- En este proyecto se usó el programa DIALux para la simulación en la selección de iluminarias, el paso más importante del proceso de simulación fue la ubicación del punto de medición de iluminancia y la configuración de la altura de la pared, porque al variar cualquiera de los dos parámetros varían los datos obtenidos en el cálculo de iluminancia que realiza el programa. La altura de la pared fue de 3.2 m y el punto de medición escogido se ubicó bajo la luminaria.
- El programa DIALux es una herramienta que permitió el uso eficiente del tiempo en el diseño del sistema en iluminación, el punto más importante fue simulación en el grado de inclinación de la luminaria considerando la altitud de su instalación, en este proyecto se usó un ángulo de 45° para una altura de 3,2 metros, sin embargo, se consideró el relieve del área ya que hay partes puntuales con alturas que sobrepasan los 3,4 metros ocasionando el cambio de medidas de Iluminancia media.
- Para este sistema de iluminación se instaló luminarias con tecnología LED, este tipo de luminaria se caracteriza por su eficiencia energética, el costo mínimo, vida útil de hasta 70000 horas de trabajo, y su variedad de soportes, dichas luminarias ofrecen grandes beneficios que, en comparación con luminarias halógenas, el consumo es mayor y el costo es elevado.
- Se desmontaron varios tubos del sistema ya que al momento de pasar los conductores hubo dificultades, se identificó limallas causadas por los cortes, estas limallas cortaron el aislamiento del cable y generaron continuidad con el circuito a tierra, para esto se desmontaron los tubos y se rectificó los cortes y se volvieron a colocar el cableado sin más novedades.

- En las pruebas de caídas de voltaje se realizaron las mediciones en cada luminaria, y el dato más relevante que se tomó en cuenta fue la medición de voltaje en la última luminaria, porque con esto se pudo comprobar que la caída de voltaje de 1.9 % estuvo dentro del porcentaje establecido por la norma NEC, que es de hasta 3% de circuitos de iluminación de hasta 15 puntos.
- Existió errores en la configuración de horas tanto de encendido como apagado, según el sistema internacional de unidades el formato debe estar en 24 horas, sin embargo, el modelo del temporizador está en siglas AM y PM que significan, antes del meridiano y pasado el meridiano respectivamente, provocando que el sistema de luminarias no se activará a la hora requerida, se configuró nuevamente las 14 programaciones para tener la activación establecida en el horario de 18h00 hasta 06h00.
- En el video se demostró el funcionamiento del circuito de iluminación en el horario establecido, además se adjuntó la forma correcta de realizar la limpieza de contactos como mantenimiento preventivo y los materiales adecuados para el mismo.
- Se realizó la limpieza de contactos en todas las borneras de conexión, para que dichos puntos estén libres de impurezas y no se generen puntos calientes o a su vez falsos contactos. Todos esto se pudo verificar con la cámara termográfica, con la cual se tomó fotografías en todos los puntos de conexión dando como resultado la temperatura más alta de 16 °C en las borneras de conexión.

5 RECOMENDACIONES

- Usar andamios y escaleras para la inspección del circuito de iluminación puesto que el cableado de del circuito de fuerza esta empotrado en la cornisa del techo y al no usar equipo de seguridad existe la posibilidad de tener algún tipo de accidente.
- Es recomendable leer cada una de las secciones de la normativa NEC para tener referencias técnicas en la instalación, porque bajo cálculos se requiere diámetros de cables menores a los que la norma requiere como mínimos.
- Al momento de instalar un sistema eléctrico de alumbrado público, la necesidad de personal es de mucha importancia, por esto se debería tomar en cuenta la seriedad y puntualidad en las labores designadas a cada persona que interviene en el grupo, del mismo modo, el apoyo para en el montaje de estructuras en este caso de tuberías y cableado, si se cumple con esos requerimientos se puede evitar contratiempos y accidentes.
- Para la medición de iluminancia en campo se debe poner al equipo en este caso el luxómetro completamente sobre el piso y a 0° de inclinación, de no ser así el equipo reflejará valores erróneos como los obtenidos en las primeras mediciones que fueron 120 lux y a una altura de 20 cm del piso, dato que no es válido para realizar comparaciones con el programa.
- Al momento de comprar luminarias estas deben tener las características técnicas similares a las que tiene la luminaria escogida en el programa de simulación en parámetros como: potencia, voltaje, flujo luminoso, temperatura de color, ICR, grado de protección IP, de no tener las mismas características, se deberá reiniciar el procedimiento de cálculo así también de tuberías y accesorios.
- De ser necesario usar herramientas como trozadora o cierra circular para el corte de tubos, ya que el corte de estas herramientas es de mejor calidad sin dejar limallas en los filos de la sección transversal, de usar herramientas como moladoras para cortes, tener a mano limas para eliminar toda clase de imperfecciones de corte y asegurar que el corte sea totalmente recto.
- Es de mucha importancia que las hojas técnicas y los manuales de las luminarias sean los más actuales posibles, ya que a medida que pasa el tiempo existen mejoras en cuanto a ahorro energético y variedad de modelos, características que los usuarios observarán día a día en el sistema de iluminación.

- Es recomendable analizar el horario para hacer uso de otro tipo de controladores como PLC o LOGO, para este caso un temporizador programable está bien ya que cuenta con la memoria suficiente para almacenar los horarios la activación y desactivación del sistema.
- Para el manteamiento preventivo es necesario contar con los equipos de inspección como una cámara termográfica, una pinza amperimétrica; adicionalmente este mantenimiento se lo hará cada año por los componentes utilizados en las condiciones instaladas.
- Para mantenimientos correctivos, se deben usar herramientas como destornilladores apropiados y en buenas condiciones para no causar daños en elementos de ajuste como tornillos, o contactos en los equipos de control. Usar limpia contactos después de manipular el cable para que la superficie del conductor esté lo más limpio posible y libre de partículas corrosivas o grasa al momento de revisar los contactos tanto en el circuito de fuerza como de control.

6 REFERENCIAS BIBGRÁFICAS

- [1] T. Meshkova y V. Budak, «DIALUX 4.10 AND DIALUX EVO - MAIN DIFFERENCES,» *Light and Engineering*, vol. 21, nº 4, pp. 58-63, 2013.
- [2] N. Muhammad y F. Putri, Efficient Lighting Design for Multiuse Architecture Studio Classroom using Dialux Evo 9, Universitas Trisakti, 2021, p. 738.
- [3] D. Handayani, L. Fathimahhayati y S. Suhendrianto, «Analisis Pencahayaan Ruang Kerja: Studi Kasus Pada Usaha Kecil Mikro dan Menengah (UMKM) Batik Tulis di Yogyakarta,» *Din. Rekayasa*, vol. 9, nº 1, pp. 6-9, 2015.
- [4] I. Idrus, «Evaluasi Kondisi Pencahayaan Integrasi Manual Pada Ruang Kantor Menara Balaikota Makassar,» *J. Linears*, vol. 1, nº 1, pp. 1-11, 2019.
- [5] G. Building, «Perangkat Penilaian GREENSHIP (GREENSHIP Rating Tools),» *Greensh. New Build. Versi*, p. 93, 2015.
- [6] K. Phillips, «Luminance vs. Illuminance: What's the Difference,» 16 Octubre 2022. [En línea]. Available: <https://www.hunterlab.com/blog/luminance-vs-illuminance/#:~:text=Illuminance%20describes%20the%20amount%20of,you%20convert%20luminance%20to%20illuminance.>
- [7] L. Heschong, «Public Interest Energy Research Program (PIER), I. New Buildings Institute, and Heschong Mahone Group, "Windows and classrooms : a study of student performance and indoor environment : technical report,» *CLIMA 2007 Wellbeing Indoors*, vol. 2, nº 2, p. 15, 2017.
- [8] A. Mandala y S. Handoko, DAN KREATIVITAS RUANG KERJA (Objek Studi : Ruang Studio Perancangan Arsitektur, Bandung: Universitas Katolik Parahyangan , 2018.
- [9] A. Krishan, Climate responsive architecture: a design handbook for energy efficient buildings, Tata McGraw-Hill Education, 2016.
- [10] M. Kamaruddin, Z. Arief y M. Ahmad, «Energy Analysis of Efficient Lighting System Design for Lecturing Room Using DIALux Evo 3,» *Appl. Mech. Mater*, vol. 818, nº 1, pp. 174-178, 2016.
- [11] M. Fahmi, PERBEDAAN TINGKAT PENCAHAYAAN ALAMI DAN BUATAN RUANG LABORATORIUM KOMPUTER TERHADAP KENYAMANAN SISWA PADA PROSES BELAJAR MENGAJAR, Indonesia: Universitas Pendidikan Indonesia, 2017.
- [12] I. H. Marsya y A. Anggraita, «Studi Pengaruh Warna pada Interior Terhadap Psikologis Penggunaanya, Studi Kasus pada Unit Transfusi Darah Kota X,» *J. Desain Inter*, vol. 1, nº 1, p. 41, 2016.
- [13] N. R. Poursafar, L. L. Devi y R. Rodrigues, «Evaluation of color and lighting preferences in architects' offices for enhancing productivity,» *Int. J. Curr. Res. Rev*, vol. 8, nº 3, pp. 1-6, 2016.

- [14] L. Carvajal, Metodología de la Investigación Científica. Curso general y aplicado, 28 ed., Santiago de Cali: U.S.C., 2006, p. 139.

7 ANEXOS

ANEXO I. Reporte de Similitud Generado por Turnitin

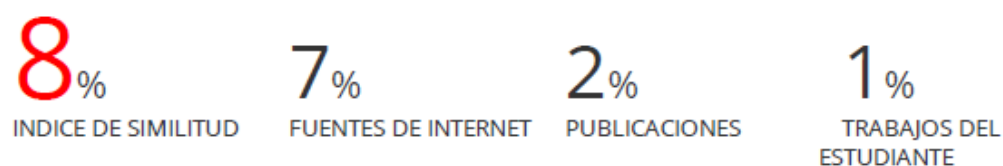
DMQ, 2 de marzo de 2023

Yo, Abraham Ismael Loja Romero, como director del presente Trabajo de Integración Curricular, certifico que el siguiente es el resultado de la evaluación de similitud realizado por la plataforma Turnitin:

Fecha de entrega: 02-mar-2023 03:45p.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2027311563
Nombre del archivo: TIC_Sergio_Simba_a_Turnitin_rev.pdf (1.65M)
Total de palabras: 8096
Total de caracteres: 39621

Tesis_Sergio_Simbaña

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	www.slideshare.net Fuente de Internet	1%
2	es.slideshare.net Fuente de Internet	1%
3	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	1%

DIRECTOR

Ing. Abraham Ismael Loja Romero

ANEXO II. Certificado de Funcionamiento de Trabajo de Integración curricular

DMQ, 2 de marzo de 2023

Yo, Abraham Ismael Loja Romero, docente a tiempo completo de la Escuela Politécnica Nacional y como director de este trabajo de integración curricular, certifico que he constatado el correcto funcionamiento de la CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN AUTOMÁTICO ZONA 2 PARA LA ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS, el cual fue implementado por el estudiante Sergio Polibio Simbaña Cuichán

El proyecto cumple con los requerimientos de diseño y parámetros necesarios para que los usuarios de la ESFOT puedan realizar las instalaciones con seguridad para los equipos y las personas.

DIRECTOR

Ing. Abraham Ismael Loja Romero

Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía | Edificio N. 21 | Oficina 3 | Cubículo 21

Correo: abraham.loja@epn.edu.ec | **Ext:** 2726

ANEXO III. CATÁLOGO DE LUMINARIA



LEDVANCE® FLOODLIGHT 10W / 30W / 50W 100-240V 3000K / 5000K

Luminario LED de alta potencia para iluminación de exteriores. Disponible en dos temperatura de color: Cálida (3000K) y Blanca Fría (5000 K)



Aplicaciones

- Uso residencial
- Fachadas
- Jardines
- Entradas principales
- Estacionamientos
- Áreas recreativas

Beneficios

- Hasta 90% de ahorro de energía
- Vida útil de 30 000 horas
- Garantía de 3 años
- LED SMD: más eficiente y exige menor disipación de calor
- Soporte rotativo 180°
- Difusor antirreflejante con vidrio templado
- Driver integrado
- Fácil instalación
- No requiere el uso de lámparas complementarias
- Certificación NOM



Cumple con: NOM-003-SCFI/2012

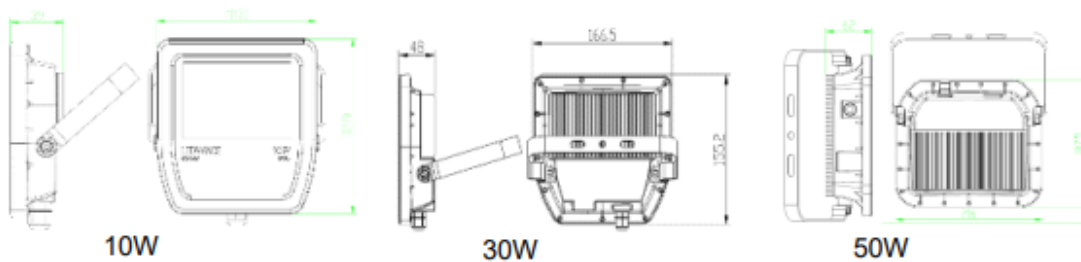


LUZ CÁLIDA / WARM LIGHT 3000K		LUZ FRÍA / COLD LIGHT 5000K		
Fachada Facade	Jardín Garden	Fachada Facade	Accesos Entry	Estacionamientos Parking lots

Características del producto

Potencia Nominal	10W / 30W / 50W
Tensión Nominal	100 - 240 V~
Flujo Luminoso	(10W) 800 lm / (30W) 2 700 lm / (50W) 4 500 lm
Temperatura de Color	3000 K / 5000 K
IRC	>80
Ángulo de Apertura	100°
Vida Útil	30 000 h
Dimeable	NO
IP	IP65
Garantía	3 años

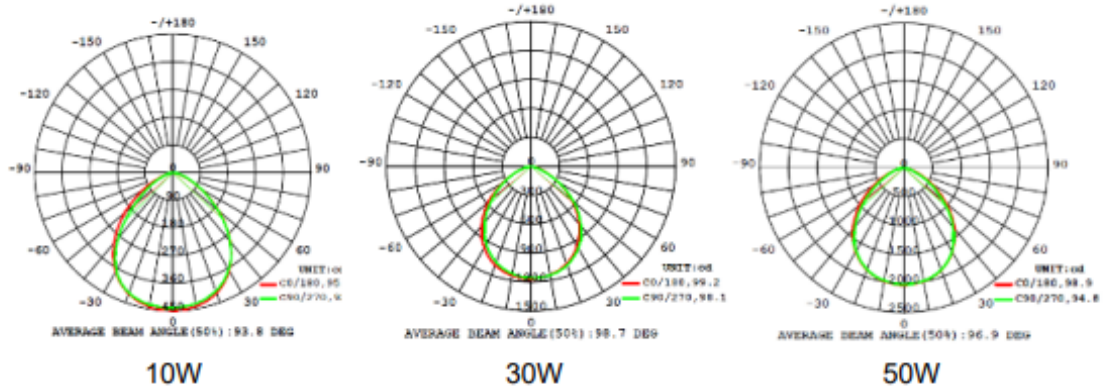
Dimensiones



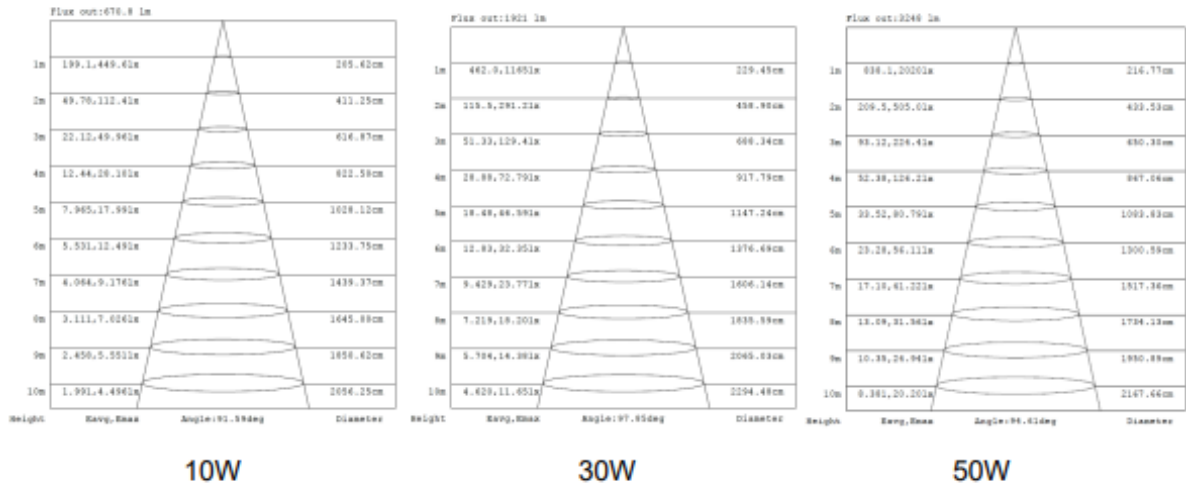
Datos del producto

Clave	Descripción	Pieza Caja	Peso (g)	EAN 10	Dimensiones EAN10 (mm)	Peso EAN 10 (g)	EAN 40	Dimensiones EAN40 (mm)	Peso EAN 40 (g)
82882	LEDVANCE FLOODLIGHT 10W/830	28	400	4052899957213	130.3X44.3X167.3	430	4052899957275	338X290X360	12500
82883	LEDVANCE FLOODLIGHT 10W/850	10	400	4052899957220	130.3X44.3X167.3	430	4052899957282	338X290X360	12500
82884	LEDVANCE FLOODLIGHT 30W/830	28	670	4052899957237	182.3X54.3X192.3	720	4052899957299	412X392X410	21800
82885	LEDVANCE FLOODLIGHT 30W/850	28	670	4052899957244	182.3X54.3X192.3	720	4052899957305	412X392X410	21800
82886	LEDVANCE FLOODLIGHT 50W/830	24	1220	4052899957251	231.3X64.3X216.6	1297	4052899957312	484X421X459	33900
82887	LEDVANCE FLOODLIGHT 50W/850	24	1220	4052899957268	231.3X64.3X216.6	1297	4052899957329	484X421X459	33900

Curvas de Distribución Fotométrica



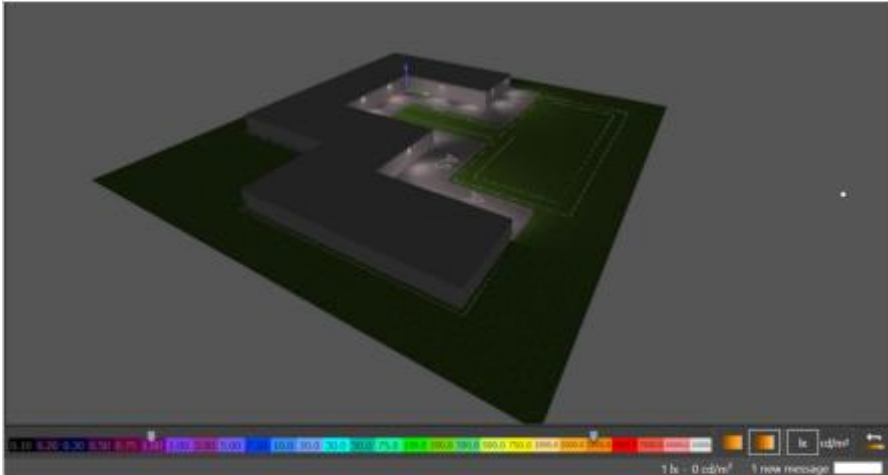
Curvas de Iluminación a Distancia



ANEXO IV. INFORME DEL PROGRAMA DIALUX

Proyecto de Iluminación exterior Zona 2

DIALUX



Description

Este proyecto se muestra los resultados de la implementación de luminarias ubicadas en la zona dos en la Escuela de Formación de Tecnólogos, proyecto que fue parte de un sistema que comprende las instalaciones de la ESPOT y área central.

Simbaña Sergio

Product data sheet

AIRAM Medic IP65 55W/840 DA2 PSMP WH



Article No.	4245222
P	55.0 W
Φ_{Lamp}	6500 lm
$\Phi_{Luminaire}$	6501 lm
η	100.02 %
Luminous efficacy	118.2 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80

A special lighting solution for hospitals, industrial kitchens, and other public-space applications where IP65 protection and additional durability are required. Recessed mounting on a T-grid ceiling. The Medic luminaires have been certified in accordance with ISO 14644-1 standard and they have been granted the ISO 3 cleanroom classification.

Steel housing and opal or micro-prismatic polystyrene diffuser (PSO or PSMP).

White RAL9016.

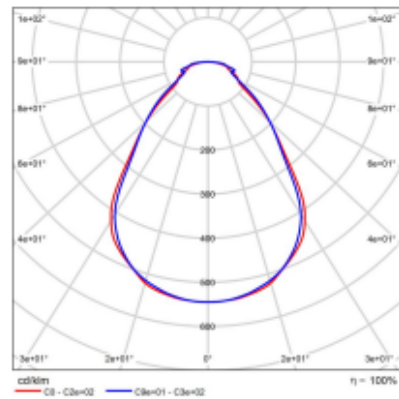
Protection class I.

Recessed mounting.

Linkable, 3/5 x 2.5 mm2

The luminaire comes with IP65-classified connectors.

Installation height: 2-5 m.



Polar LDC

Glare evaluation according to UGR												
Room size X Y	Viewing direction at right angles to lamp axis						Viewing direction parallel to lamp axis					
	75	75	50	50	30	30	75	75	50	50	30	30
μ Ceiling	50	30	50	30	30	30	50	30	50	30	30	30
μ Walls	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
μ Floor	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
2H	24	18.1	17.2	16.4	17.8	17.7	18.3	17.4	16.6	17.7	17.9	17.9
3H	17.2	16.3	17.5	15.5	18.8	17.5	18.5	17.6	16.9	19.9	19.9	19.9
4H	17.5	16.9	16.2	15.2	19.4	18.4	18.4	18.7	16.7	19.9	19.9	19.9
6H	16.6	16.5	16.0	15.8	20.1	19.2	20.1	18.6	20.4	20.7	20.7	20.7
8H	16.6	16.7	16.2	20.9	20.3	19.7	20.5	20.0	20.9	21.2	21.2	21.2
12H	16.0	16.9	16.4	20.2	20.5	20.1	20.9	20.4	21.2	21.5	21.5	21.5
4H	24	18.4	17.4	16.7	17.8	17.8	18.3	17.5	16.8	17.8	18.0	18.0
3H	17.8	18.8	18.2	18.8	19.3	17.9	18.7	18.3	18.1	19.4	19.4	19.4
4H	18.7	18.6	18.1	18.6	20.1	18.6	18.6	18.4	20.1	20.9	20.9	20.9
6H	18.6	20.3	20.0	20.7	21.2	20.0	20.7	20.8	21.1	21.8	21.8	21.8
8H	18.9	20.6	20.4	20.8	21.4	20.8	21.2	21.1	21.6	22.2	22.2	22.2
12H	20.2	20.8	20.8	21.2	21.6	21.2	21.7	21.6	22.1	22.6	22.6	22.6
8H	44	18.6	16.5	16.3	19.9	20.3	19.2	18.6	18.6	20.2	20.6	20.6
6H	20.0	20.5	20.4	20.9	21.3	20.4	20.9	20.8	21.5	21.8	21.8	21.8
8H	20.4	20.6	20.9	21.3	21.8	21.1	21.6	21.6	22.0	22.5	22.5	22.5
12H	20.7	21.1	21.2	21.8	22.1	21.8	22.2	22.3	22.6	23.1	23.1	23.1
12H	49	18.9	18.5	18.4	19.8	20.3	19.2	18.8	18.7	20.2	20.8	20.8
6H	20.0	20.5	20.5	20.9	21.4	20.4	20.9	20.8	21.3	21.8	21.8	21.8
8H	20.5	20.9	21.0	21.3	21.8	21.2	21.6	21.7	22.0	22.5	22.5	22.5
Indicator of the observer position for the luminaires distance E												
S = 1.81	+0.3 / -0.4						+0.3 / -0.2					
S = 1.94	+0.7 / -0.5						+0.3 / -0.5					
S = 2.04	+1.1 / -0.8						+0.7 / -0.8					
Standard table	S406						---					
Correction summand	3.0						---					
Corrected glare indices referring to 0.05lx Total luminous flux												

UGR diagram (SHR: 0.25)

Product data sheet

AIRAM Medic IP65 55W/840 DA2 PSMP WH

Fixed LED: 23-55 W / 3,100-6,500 lm.

Colour temperatures: 3,000 K and 4,000 K CRI > 80 / Ra > 80.

MacAdam 3 SDCM.

IP65.

The standard range includes On/Off and Dali-2 models.

Ambient temperature range: 0 ... 25 °C.

Rated lifetime: L70 100,000 h (Ta 25 °C).

Rated lifetime: L80 65,000 h (Ta25°C).

The luminaire has an integrated power source. Power source lifespan: 100,000 h.

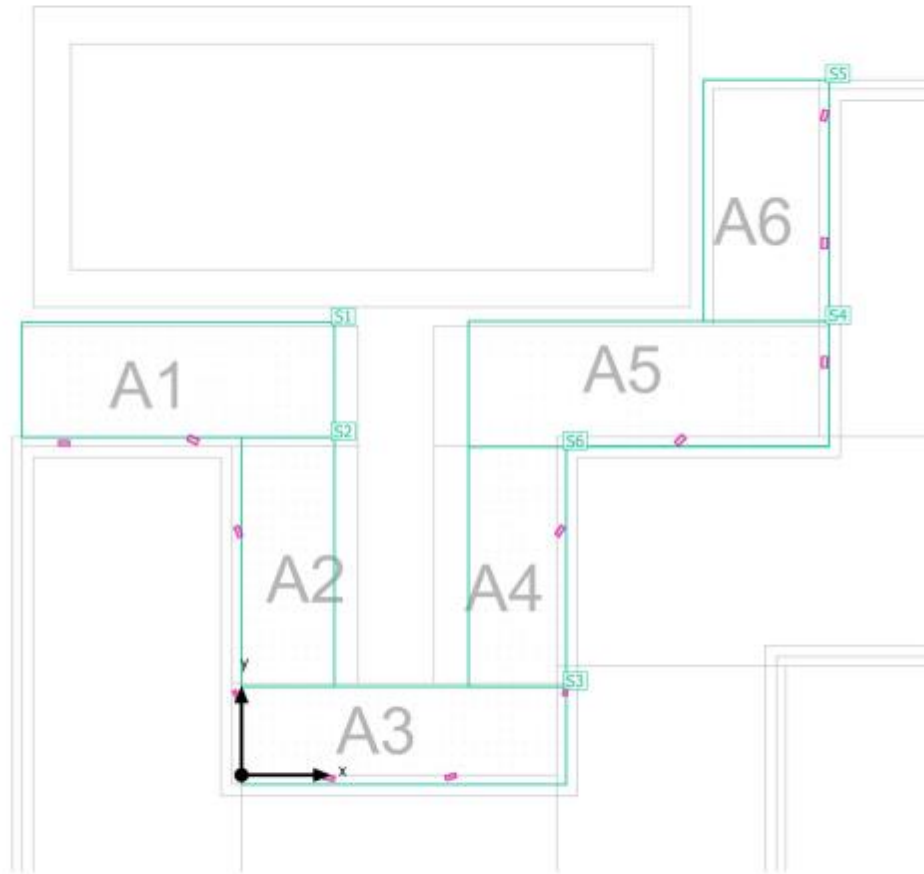
Accessories: surface-mounting frame 600x600/143 mm (4245223) and recessed mounting frame 600x600 mm (4297811).

WH = white, DA2 = Dali-2, PS = polystyrene, O = opal, MP = micro-prismatic optics.

Also available as Casambi, 1-10 V and Switch Dim solutions. The colour temperature options available are: 2,700 K, 5,700 K and 6,500 K as well as Tunable White. CRI > 90 available by special order. Also available with various connecting wire solutions. The product can be customised for different efficacies. A model with 300x1200 mm and with an opal polycarbonate (PCO) diffuser is available by special order.

Site 1

Calculation objects



Site 1

Calculation objects

Calculation surfaces

Properties	E	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Index
Calculation surface 16 Perpendicular illuminance Height: 0.000 m	45.6 lx	10.6 lx	136 lx	0.23	0.078	51
Calculation surface 17 Perpendicular illuminance Height: 0.000 m	59.1 lx	21.3 lx	120 lx	0.36	0.18	52
Calculation surface 18 Perpendicular illuminance Height: 0.000 m	61.3 lx	6.19 lx	132 lx	0.10	0.047	53
Calculation surface 20 Perpendicular illuminance Height: 0.000 m	47.7 lx	7.41 lx	142 lx	0.16	0.052	54
Calculation surface 21 Perpendicular illuminance Height: 0.000 m	55.2 lx	15.4 lx	125 lx	0.28	0.12	55
Calculation surface 22 Perpendicular illuminance Height: 0.000 m	52.2 lx	14.6 lx	117 lx	0.28	0.12	56

Utilisation profile: DIALux presetting, Standard (outdoor transportation area)

ANEXO V. CIRCUITO DE ILUMINACIÓN REALIZADO POR EL PROGRAMA CADE_SIMU

