

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

### **SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA Y SEÑALÉTICA EN LAS PUERTA PRINCIPALES DE SALIDAS DE LAS OFICINAS DE LA ESFOT-EPN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA**

**EDISON PAÚL ALVEAR ESPINOSA**

edison.alvear@epn.edu.ec

**DIRECTOR: ING. PABLO ANDRES PROAÑO CHAMORRO, MSC.**

pablo.proano@epn.edu.ec

**CODIRECTOR: ING. WILSON LEOPOLDO MORAN FLORES, MSC.**

wilson.moran@epn.edu.ec

**Quito, noviembre 2021**

# CERTIFICACIÓN

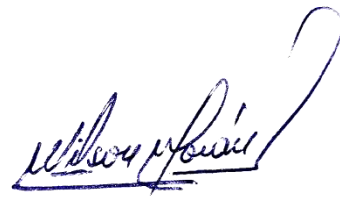
Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por el Sr. Alvear Espinosa Edison Paúl como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA, bajo nuestra supervisión:



---

**Ing. Pablo Proaño Chamorro**

DIRECTOR DEL PROYECTO



---

**Ing. Wilson Moran Flores**

CODIRECTOR DEL PROYECTO

## DECLARACIÓN

Yo, Alvear Espinosa Edison Paúl con CI: 1725998254 declaro bajo juramento que el trabajo 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.

Sin perjuicio de los derechos reconocidos en el primer párrafo del artículo 144 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación – COESC-, soy titular de la obra en mención y otorgo una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva de uso con fines académicos a la Escuela Politécnica Nacional.

Entrego toda la información técnica pertinente, en caso de que hubiese una explotación comercial de la obra por parte de la EPN, se negociará los porcentajes de los beneficios conforme lo establece la normativa nacional vigente.



---

**Edison Paúl Alvear Espinosa**

CI: 1725998254

Teléfono: 0999855108

Correo: edison.alvear@epn.edu.ec

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto lo dedico en primer lugar a Dios por la fortaleza y la sabiduría brindada.

A mis padres, con sus consejos y motivaciones que me supieron guiar de forma correcta e integra durante toda mi vida estudiantil.

A mis hermanos, que siempre me apoyaron en los momentos difíciles y fueron mi gran motivación para alcanzar este objetivo.

A mis abuelitos, que me han brindado su cariño y me han apoyado hasta el último día de sus días.



## **AGRADECIMIENTO**

Agradecimiento fraterno a mis padres, que me brindaron esta gran oportunidad de culminar mis estudios y me demostraron que con trabajo y esfuerzo se llega lejos.

A mi hermana Evelyn, que fue mi apoyo incondicional en los momentos difíciles hasta el día de hoy.

A mi hermano Rafael, con su gran alegría que trasmite, me ha motivado a seguir adelante. A pesar de que no lo vea muy seguido nunca se olvida de mí y está pendiente de la familia.

A mi abuelita María Josefinita, que me cuida desde el cielo le agradezco por los momentos vividos (mi ángel), fuiste un gran ejemplo para mí, demostraste ser una mujer con grandes valores y principios que inculcaste a toda tu familia “la unión, el amor y el respeto”, ahora que estás en el cielo te digo “vuela palomita” como lo sabias decir.

A mis amigos, gracias por formar parte de mi vida, fueron momentos gratos e inolvidables.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	Introducción .....	1
1.1	Objetivo general.....	2
1.2	Objetivos específicos .....	2
2	Metodología.....	3
2.1	Descripción de la metodología usada .....	3
3	Resultados y Discusión.....	5
3.1	Normativas nacionales como internacionales .....	5
3.2	Diseño y simulación del sistema de iluminación de emergencia. ....	6
	Diseño de planos eléctricos .....	6
	Selección de luminarias de emergencia.....	6
	Simulación del bloque de la Subdirección.....	9
	Simulación del bloque de la oficina 2 .....	11
	Simulación del bloque de la oficina 3 .....	15
	Simulación del bloque de la oficina 4 .....	18
	Número total de luminarias de emergencia y señalética led.....	19
3.3	Selección de elementos eléctricos y mecánicos. ....	20
	Selección de conductor eléctrico .....	20
	Protección eléctrica de las luminarias de emergencia.....	20
	Cálculo de la caída de voltaje .....	22
	Diagrama eléctrico.....	24
	Lista de materiales eléctricos y mecánicos .....	26
	Conexión de luminarias de emergencia .....	26
3.4	Manual de Mantenimiento e Implementación.....	28
4	Conclusiones y Recomendaciones .....	29
4.1	Conclusiones .....	29
4.2	Recomendaciones.....	30
5	Referencias Bibliográficas .....	31

ANEXOS.....	33
ANEXO 1: CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE DISEÑO .....	i
ANEXO 2: LUMINARIAS DE EMERGENCIA – DIALUX 4.13 .....	iii
ANEXO 3: SIMULACIÓN DE LOS BLOQUES .....	v
ANEXO 4: PLANOS ELÉCTRICOS DE LOS BLOQUES .....	xxii
ANEXO 5: DIAGRAMAS ELÉCTRICOS DE LOS BLOQUES .....	xxvii

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b>	Diagrama de simulación 3D de la Subdirección realizado en Dialux 4.13....	4
<b>Figura 3.1</b>	Luminaria de emergencia Paco T-20 .....	7
<b>Figura 3.2</b>	Curva fotométrica de la luminaria de emergencia Paco T-20. ....	7
<b>Figura 3.3</b>	Señalética Beghelli 19313 Indica Led 20 (Tipo 1).....	8
<b>Figura 3.4</b>	Curva fotométrica de la señalética Beghelli 19313 Indica Led 20.....	8
<b>Figura 3.5</b>	Distribución de la luminosidad de Subdirección.....	9
<b>Figura 3.6</b>	Vías de evacuación de la Subdirección.....	10
<b>Figura 3.7</b>	Ubicación de las luminarias de emergencia de la Subdirección. ....	11
<b>Figura 3.8</b>	Distribución de la luminosidad de la Oficina 2. ....	12
<b>Figura 3.9</b>	Vías de evacuación de la Oficina 2. ....	13
<b>Figura 3.10</b>	Ubicación de las luminarias de emergencia de la Oficina 2. ....	14
<b>Figura 3.11</b>	Distribución de la luminosidad de la Oficina 3. ....	15
<b>Figura 3.12</b>	Vías de evacuación de la Oficina 3. ....	16
<b>Figura 3.13</b>	Ubicación de las luminarias de emergencia de la Oficina 3.....	17
<b>Figura 3.14</b>	Distribución de la luminosidad de la Oficina 4. ....	18
<b>Figura 3.15</b>	Vías de evacuación de la Oficina 4. ....	18
<b>Figura 3.16</b>	Ubicación de las luminarias de emergencia de la Oficina 4. ....	19
<b>Figura 3.17</b>	Diagrama eléctrico de la Subdirección - ESFOT .....	25
<b>Figura 3.18</b>	Conexión de las luminarias de emergencia. ....	27
<b>Figura 3.19</b>	Enlace del manual de mantenimiento e implementación. ....	28

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 3.1</b>	Datos ópticos de la luminaria de emergencia Paco T-20. ....	7
<b>Tabla 3.2</b>	Datos eléctricos de la luminaria de emergencia Paco T-20.....	8
<b>Tabla 3.3</b>	Datos ópticos y eléctricos de la señalética Beghelli 19313 Indica Led 20. ....	9
<b>Tabla 3.4</b>	Resultado de la Iluminancia del plano útil de la Subdirección. ....	10
<b>Tabla 3.5</b>	Resultados de las vías de evacuación de la Subdirección. ....	10
<b>Tabla 3.6</b>	Número de luminarias de emergencia de la Subdirección.....	11
<b>Tabla 3.7</b>	Resultado de la Iluminancia del plano útil de la Oficina 2.....	12
<b>Tabla 3.8</b>	Resultados de las vías de evacuación de la Oficina 2.....	13
<b>Tabla 3.9</b>	Número de luminarias de emergencia de la Oficina.....	14
<b>Tabla 3.10</b>	Resultado de la Iluminancia del plano útil de la Oficina 3.....	16
<b>Tabla 3.11</b>	Resultados de las vías de evacuación de la Oficina 3.....	17
<b>Tabla 3.12</b>	Número de luminarias de emergencia de la Oficina 3. ....	18
<b>Tabla 3.13</b>	Resultado de la Iluminancia del plano útil de la Oficina 4.....	18
<b>Tabla 3.14</b>	Resultados de las vías de evacuación de la Oficina 4.....	19
<b>Tabla 3.15</b>	Número de luminarias de emergencia de la Oficina 4. ....	19
<b>Tabla 3.16</b>	Número total de luminarias de emergencia.....	19
<b>Tabla 3.17</b>	Potencia total de los cuatro bloques de la ESFOT. ....	21
<b>Tabla 3.18</b>	Corriente de protección eléctrica.....	22
<b>Tabla 3.19</b>	Protecciones eléctricas estándar de la marca Schneider .....	22
<b>Tabla 3.20</b>	Caída de voltaje del conductor eléctrico – Luminaria de emergencia. ....	23
<b>Tabla 3.21</b>	Caída de voltaje del conductor eléctrico - Señalética led. ....	24
<b>Tabla 3.22</b>	Lista de materiales eléctricos y mecánicos. ....	26

## RESUMEN

En el presente proyecto se desarrolló la simulación de un sistema de iluminación de emergencia y señalética en las puertas principales de salida de las oficinas de la Escuela de Formación de Tecnólogos ESFOT, las cuales constan de cuatro bloques. El proyecto se encuentra encaminado en simular la iluminación de los pasillos que conducen a la salida de emergencia, asegurando los niveles adecuados de iluminación que permitan en situaciones de riesgo una evacuación ordenada, para lo cual se tomaron en cuenta las normativas técnicas de seguridad contra incendios nacionales como internacionales.

La sección uno aborda la introducción del proyecto. Se describe la ejecución y simulación de este. Además, detallan los objetivos que permitirán el cumplimiento de las metas establecidas.

La sección dos consiste en presentar la metodología usada en el desarrollo del sistema de simulación de emergencia.

La sección tres muestra los resultados, la discusión obtenida y la simulación del sistema usando los programas Dialux 4.13 y AutoCAD eléctrico. También se seleccionó el tipo, cantidad de luminaria y señalética. Adicionalmente, se presentó un plano eléctrico, en el cual se especifica la ubicación y la altura de todos los dispositivos involucrados. Para concluir se desarrolló un manual de mantenimiento e implementación que permitirá el manejo del sistema.

Para finalizar, en la sección cuatro se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas tras finalizar el proyecto.

**PALABRAS CLAVE:** iluminación, simulación, evacuación, emergencia, señalización.

## **ABSTRACT**

In this project we developed the simulation of an emergency lighting system and signage in the main exit doors of the offices of the School of Technologist Training ESFOT, which consist of four blocks. The project is aimed at simulating the lighting of the corridors leading to the emergency exit, ensuring adequate lighting levels that allow an orderly evacuation in risk situations, for which national and international technical fire safety regulations were taken into account.

Section one deals with the introduction of the project. It describes the execution and simulation of the project. In addition, it details the objectives that will allow the fulfillment of the established goals.

Section two presents the methodology used in the development of the emergency simulation system.

Section three shows the results, the discussion obtained and the simulation of the system using Dialux 4.13 and AutoCAD electrical programs. The type, number of luminaires and signage were also selected. Additionally, an electrical plan was presented, which specifies the location and height of all the devices involved. Finally, a maintenance and implementation manual was developed to manage the system.

Finally, section four presents the conclusions and recommendations obtained at the end of the project.

**KEY WORDS:** lighting, simulation, evacuation, emergency, signaling.

# 1 INTRODUCCIÓN

Todas las edificaciones están en riesgo de enfrentar daños en la red eléctrica, comúnmente ocasionados por fallas técnicas en temporadas de lluvia, eventos naturales o condiciones atmosféricas, es por ello por lo que la iluminación de emergencia es una de las componentes de vital importancia de los sistemas de seguridad de las edificaciones.

El Código de Seguridad Humana NFPA 101, requiere que se provea iluminación de emergencia en determinados espacios que conduzcan hacia una salida en ocupaciones de reuniones sociales, educativas, hoteles y actividades comerciales. Por otro lado, la Ordenanza Metropolitana vigente en el Distrito Metropolitano de Quito indica en su Reglamento Técnico Metropolitano RTQ 3 que todas las ocupaciones concurridas por personas deben tener un sistema de iluminación de emergencia, así como la RTQ 5 muestra los requisitos de iluminación que se deben cumplir y finalmente la Norma Ecuatoriana de la Construcción – Instalaciones Eléctricas NEC indica los requerimientos para la instalación segura de equipos eléctricos [1] - [2].

Por esta razón surge una gran preocupación por la inexistencia de un sistema de iluminación de emergencia en las instalaciones de las oficinas de la ESFOT. Debido a esto, el personal puede presentar dificultades al encontrar las salidas en una situación de emergencia por la falta de iluminación en los pasillos que conducen a la salida. Con base en lo señalado, el presente proyecto identifica la necesidad de la simulación de un sistema de iluminación de emergencia y señalética que proporcione un nivel mínimo de visibilidad ante una situación de riesgo.

El sistema de Iluminación de emergencia propuesto se ubica en los pasillos que conducen a las salidas de emergencia como son: subdirección, oficina 2, oficina 3 y oficina 4. La iluminancia se distribuye uniformemente en todos los pasillos y se verifica que el nivel de iluminancia no sea menor a 10 (lux) a lo largo de la línea de evacuación.

El diseño de planos en 2D y la creación de efectos luminosos verdaderos en el área requerida fueron realizados por medio del programa Dialux 4.13. Además, se presentan un plano eléctrico y un circuito de emergencia que está alimentado por una fuente de voltaje ( $V_{AC}$ ) que está derivado del alumbrado normal, el sistema actúa como un controlador de encendido y apagado [3]. El proyecto fue validado por el director de proyecto de titulación en el cual se comprueba que la simulación se encuentra correctamente diseñada según la normativa. Ver ANEXO 1.



## **1.1 Objetivo general**

Simular un sistema de iluminación de emergencia y señalética en los puntos de salida de las oficinas de la ESFOT

## **1.2 Objetivos específicos**

- Investigar las normativas vigentes tanto nacionales como internacionales para ser aplicado en el sistema de iluminación de emergencia y señalética en los puntos de salida de la ESFOT.
- Simular el sistema de iluminación de emergencia por medio de los programas Dialux y AutoCAD.
- Determinar los elementos eléctricos y mecánicos que se consideren necesarios en el sistema de iluminación de emergencia.
- Realizar un manual de mantenimiento e implementación para el sistema de iluminación de emergencia.

## **2 METODOLOGÍA**

### **2.1 Descripción de la metodología usada**

Las normas RTQ 5 y la NFPA 101 muestran los criterios que se debe considerar tanto en la señalética de salida led como en la iluminación de emergencia. Además, la Norma INEN 3864-6 establece los colores de identificación de seguridad y los principios de diseño para las señales de seguridad a ser utilizadas en lugares de trabajo y áreas públicas con fines de prevenir accidentes.

Por otra parte, el programa Dialux 4.13 se utiliza para comprobar que el sistema de iluminación de emergencia cumpla con las normativas establecidas en las instalaciones.

Gracias al uso de este programa y a las normativas anteriormente mencionadas, se identificaron las áreas en donde se deben colocar los dispositivos de seguridad y señalética para salvaguardar la integridad del personal y que se pueda facilitar la salida de forma inmediata.

El programa AutoCAD eléctrico permitió realizar los planos arquitectónicos de los cuatro bloques de las oficinas de la ESFOT, posteriormente, se delimitó las áreas en donde existe mayor afluencia de personas como lo son las salidas principales de las oficinas de la ESFOT. Adicionalmente, se verificó el cumplimiento de la ordenanza RTQ5 y la normativa técnica internacional NFPA 101 [2].

A través del programa Dialux 4.13, se determinan 21 luminarias de emergencia para cada uno de los bloques que comprenden las oficinas, ya que cumplen con el valor promedio general. Dicha Iluminancia debe proporcionar una iluminación inicial no menor a un promedio de 10 (lux) en cualquier punto y un mínimo de 1 (lux) medido a lo largo del camino de salida a nivel del suelo [1].

Por otro lado, se seleccionó la marca Beghelli, ya que sus luminarias cumplen con los requerimientos de luminosidad de 162 (lm) y potencia de 3.12 (W). Además, se comprobó que el fabricante tiene puntos de distribución en la ciudad de Quito [4].

La simulación del bloque en 3D de las oficinas de la ESFOT se muestra la Figura 2.1.



**Figura 2.1** Diagrama de simulación 3D de la Subdirección realizado en Dialux 4.13.

Una vez dimensionadas las luminarias de emergencia y diseñados los planos eléctricos correspondientes a las áreas de las oficinas de la ESFOT mediante el programa AutoCAD eléctrico, se realizó el listado de materiales requeridos, los cuales se listan a continuación:

- 21 luminarias de emergencia marca Beghelli Paco T-20.
- 4 leds de emergencia aviso de salida marca Beghelli (19313 indica led 20).
- 1 luxómetro.
- Cable THHN 14 AWG.

Adicionalmente, se realizó una cotización de luminarias de emergencia y señaléticas leds en cinco locales comerciales, donde se eligió la de menor costo.

Una vez comprobado que la simulación cumple con las normativas vigentes a través del programa Dialux 4.13, se procedió a realizar un manual de mantenimiento e implementación que se indica en la siguiente sección.

### **3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La simulación del sistema de iluminación de emergencia y señalética led se realizó en los bloques de las ESFOT que comprenden: la subdirección, oficinas 2, oficinas 3 y oficinas 4. Consecutivamente, se efectuó la simulación por medio del programa Dialux 4.13 y se obtuvo un total de 21 luminarias de emergencia y 4 señaléticas led. Las cuáles fueron distribuidas en todos los pasillos que conducen a las salidas de emergencia, teniendo en cuenta las normativas vigentes en Ecuador como la Regla Técnica Metropolitana RTQ junto con la normativa internacional NFPA 101.

Por último, se diseñó un plano eléctrico considerando que la instalación se encuentra en derivación al alumbrado normal siguiendo las normativas NEC.

#### **3.1 Normativas nacionales como internacionales**

Se debe tener en cuenta las siguientes normas para la instalación de la iluminación de emergencia:

- El sistema de iluminación de emergencia debe estar instalado en los pasillos, escaleras, rampas de nivel, pasadizos de baja luminosidad, intersecciones y puentes cubiertos donde exista mayor aglomeración de personas con el fin de ser conducidos a la salida de emergencia según la NFPA 101 [2] y RQT 5 [1].
- La iluminación de emergencia debe suministrar una iluminación inicial no inferior al valor promedio de 10 (lux) y en cualquier punto, no inferior de 1 (lux), medido a lo largo del camino de salida a nivel del piso. Además, la relación de iluminación máxima con respecto a la mínima no debe sobrepasar el rango de 40 a 1 según la NFPA-101 [2] y RQT 5 [1].
- La instalación de las luminarias puede ocasionar una variación en la iluminación de las lámparas de emergencia, estas pueden descender a un valor no menor en promedio a 6 (lux) y en cualquier punto, el camino de salida debe tener un valor no menor a los 0.6 (lux) durante el tiempo que dure la iluminación que es aproximadamente noventa minutos según la NFPA-101 [2] y RQT 5 [1].
- El tendido eléctrico del sistema de iluminación de emergencia no debe permitir que existan otro tipo de conexiones como interruptores, tomacorrientes y otro tipo de carga que realice una función distinta a lo requerido [5].
- La señalética led de salida debe estar encendida de forma continua sin importar que el alumbrado principal se encuentre funcionando de manera normal o exista

un corte de energía eléctrica en el sistema. Además, el anuncio de salida debe ser fácil de lectura y escrito en español [6].

- La señalética de salida led debe ser de marco cuadrado, el color de seguridad establecido es verde, el contraste y los símbolos de color blanco. Además, debe estar colocado siempre en los puntos de salida de emergencia, establecida en la normativa del Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN [6].
- La altura a la que debe ser instalada una lámpara de emergencia debe ser superior a los 2 (m) considerando desde el nivel del piso y se debe variar máximo hasta 3 (m), ya que al sobrepasar este nivel disminuirá la intensidad luminosa. Por otro lado, esto también evitará que exista manipulación por terceros y daños en las lámparas de emergencia [7].

### **3.2 Diseño y simulación del sistema de iluminación de emergencia.**

#### **Diseño de planos eléctricos**

El dimensionamiento del sistema de iluminación de emergencia está desarrollado por el programa Dialux 4.13, mediante el diseño previo de los planos en AutoCAD. Adicionalmente, se realizaron las respectivas mediciones en todos los pasillos y se identificaron los tableros de distribución eléctricos de cada bloque de las oficinas de la ESFOT.

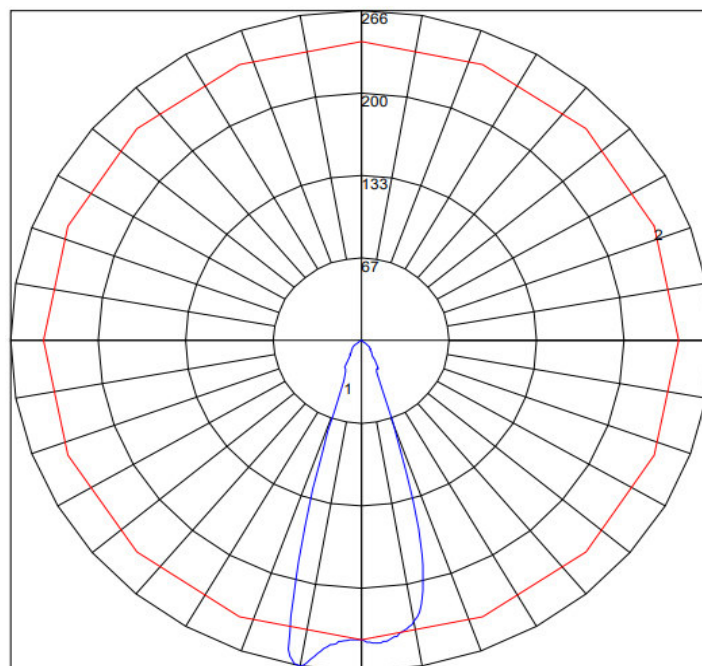
#### **Selección de luminarias de emergencia**

Para determinar el tipo de luminaria de emergencia y señalética de salida led se consideró marcas reconocidas, que cumplan con las normativas vigentes en Ecuador e internacionales y por último que estén disponibles en el mercado. Se seleccionó la marca Beghelli Ecuador que cumple con todas las características antes mencionadas.

En la simulación del programa Dialux 4.13 se seleccionó la luminaria Paco T-20 que se muestra en la Figura 3.1. Además, en la Figura 3.2 se presenta su curva fotométrica que es la representación gráfica del comportamiento de la luz y muestra características relacionadas con la naturaleza de la fuente, el tipo de reflector y el diseño de las luminarias [4] - [8].



**Figura 3.1** Luminaria de emergencia Paco T-20 [4].



**Figura 3.2** Curva fotométrica de la luminaria de emergencia Paco T-20 [8].

A continuación, se especifica las características principales de las luminarias de emergencia seleccionadas. En la Tabla 3.1 se exponen los datos ópticos y en la Tabla 3.2 los datos eléctricos [4].

**Tabla 3.1** Datos ópticos de la luminaria de emergencia Paco T-20 [4].

Datos ópticos	valor
Lúmenes por lámpara led	81 (lm)
Lúmenes totales por lámpara led	162 (lm)
Eficiencia total luminaria led	N.A
Eficiencia de la luminaria (LER)	48 (lm)
Tiempo de encendido	90 (min)

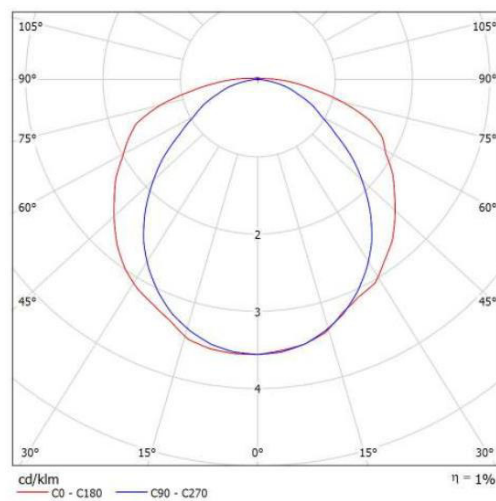
**Tabla 3.2** Datos eléctricos de la luminaria de emergencia Paco T-20 [4].

Datos eléctricos	Valor
Potencia por luminaria	1.56 (W)
Factor de balasto	1.00
Potencia AC	3.12 (W)
Voltaje AC	120 (V)
Corriente AC	0.05 (A)
Voltaje DC	3.6 (V)
Corriente DC	0.94 (A)
Potencia DC	3.4 (W)

Posteriormente, se seleccionó la señalética led igualmente de marca Beghelli que se muestra en la Figura 3.3. Además, en la Figura 3.4 se presenta su curva fotométrica.



**Figura 3.3** Señalética Beghelli 19313 Indica Led 20 (Tipo 1) [9].



**Figura 3.4** Curva fotométrica de la señalética Beghelli 19313 Indica Led 20 [9].

En la Tabla 3.3 se especifica las características principales de la señalética Beghelli seleccionada.

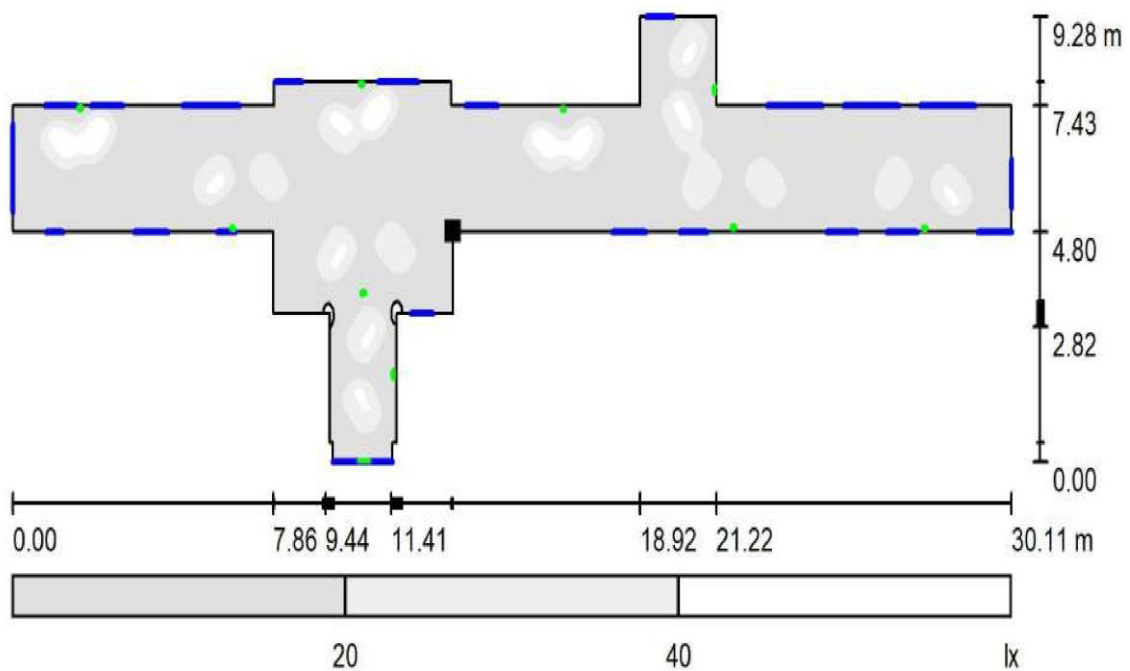
**Tabla 3.3** Datos ópticos y eléctricos de la señalética Beghelli 19313 Indica Led 20 [9].

Datos ópticos	Valor
Flujo luminoso (lámpara)	10 (lm)
Eficiencia total luminaria led	N.A
Tiempo de encendido	90 (min)
Datos eléctricos	
Potencia por luminaria	1.8 (W)
Factor de balasto	1.00
Voltaje	120 (V)

La luminaria y señalética de emergencia seleccionadas desde el programa Dialux 4.13 se muestran en detalle en el ANEXO 2.

### Simulación del bloque de la Subdirección

La Figura 3.5 muestra el resultado de la simulación a través del programa Dialux 4.13. Los valores que se obtienen se exponen en la Tabla 3.4, los cuales corresponden al plano útil.



**Figura 3.5** Distribución de la luminosidad de Subdirección.



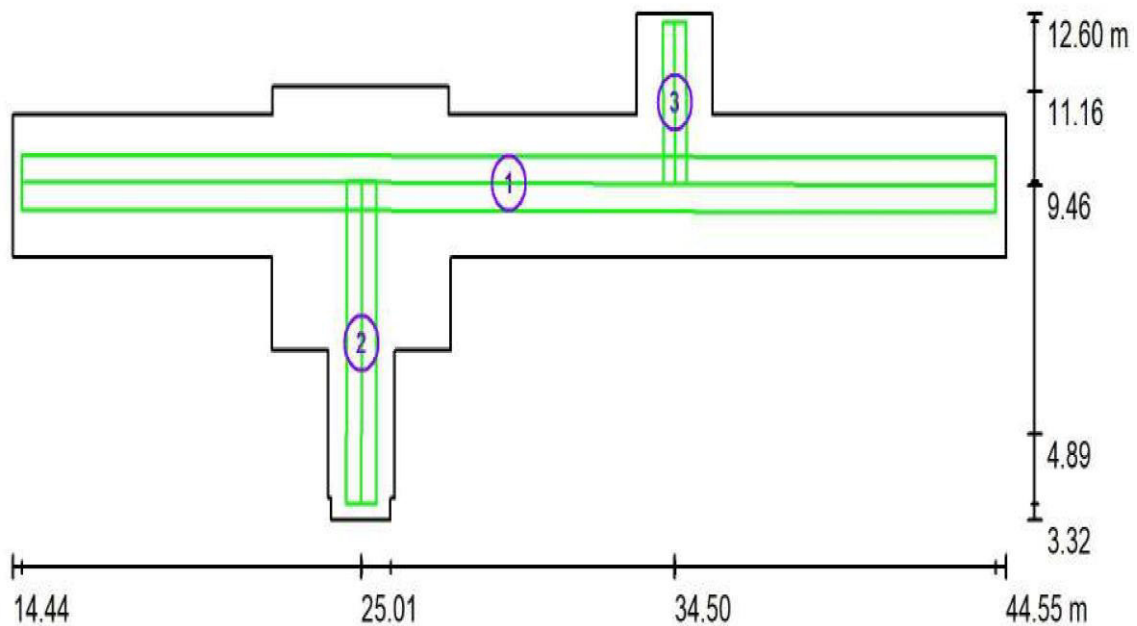
**Tabla 3.4** Resultado de la Iluminancia del plano útil de la Subdirección.

Superficie	$E_m (l_x)$	$E_{min} (l_x)$	$E_{max} (l_x)$	$E_{min}/E_{max}$
Plano útil	10	0.02	66	0.000

Donde:

- $E_m(l_x)$  : Nivel de iluminación media
- $E_{min}(l_x)$  : Nivel de iluminación mínima
- $E_{max}(l_x)$  : Nivel de iluminación máxima
- $E_{min}/E_{max}$  : Relación de nivel de iluminación

En la Figura 3.6 se expone el plano donde se establecen las vías de evacuación de emergencia. El valor total de iluminación de la línea media de evacuación se muestra en la Tabla 3.5.



**Figura 3.6** Vías de evacuación de la Subdirección.

**Tabla 3.5** Resultados de las vías de evacuación de la Subdirección.

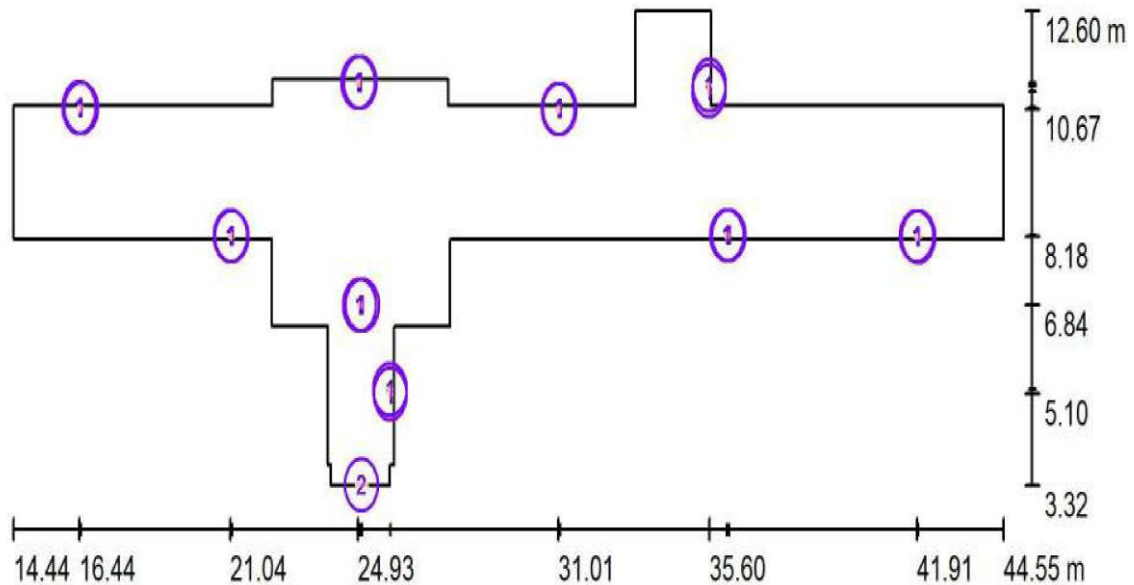
Superficie	$E_{min} (l_x)$ Línea media	$E_{min}/E_{max}$ Línea media
Vías de evacuación	1.74	0.06 (1:18)

Donde:

$E_{\min}(l_x)$  : Nivel de iluminación mínima de la línea media

$E_{\min}/E_{\max}$  : Relación de nivel de iluminación de la línea media

Se determinan los puntos de ubicación de las luminarias de emergencia en el plano de la Figura 3.7 y el número total de luminarias requeridas se muestra en la Tabla 3.6.



**Figura 3.7** Ubicación de las luminarias de emergencia de la Subdirección.

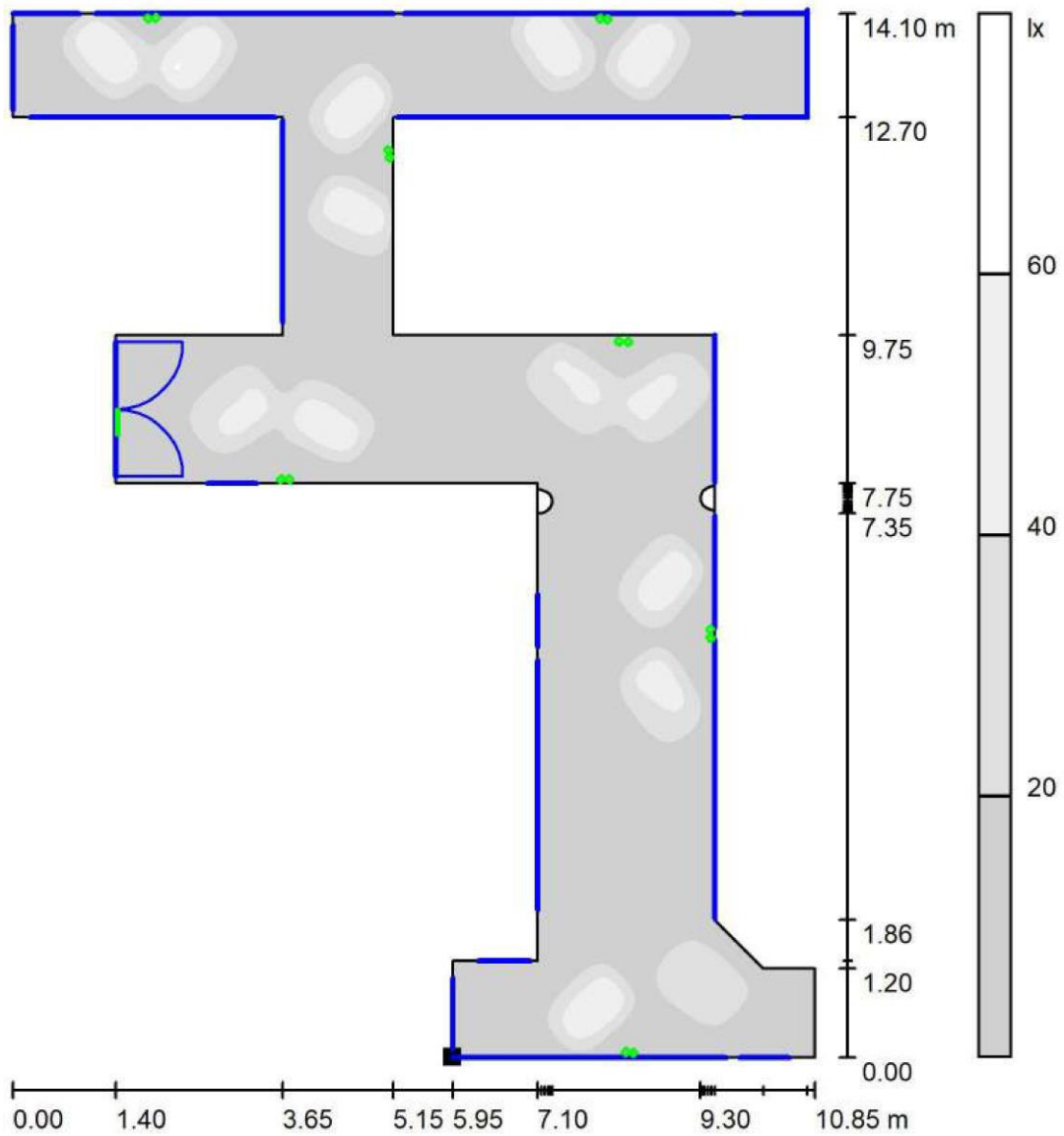
**Tabla 3.6** Número de luminarias de emergencia de la Subdirección.

N°	Luminaria	Designación
1	1	Señalética led
2	9	Luminaria led de emergencia

La simulación de la subdirección completa se la puede ver en el ANEXO 3.

### Simulación del bloque de la oficina 2

El resultado de la simulación realizada a través del programa Dialux 4.13 se presenta en la Figura 3.8 y los valores obtenidos que corresponden al plano útil se muestran en la Tabla 3.7.

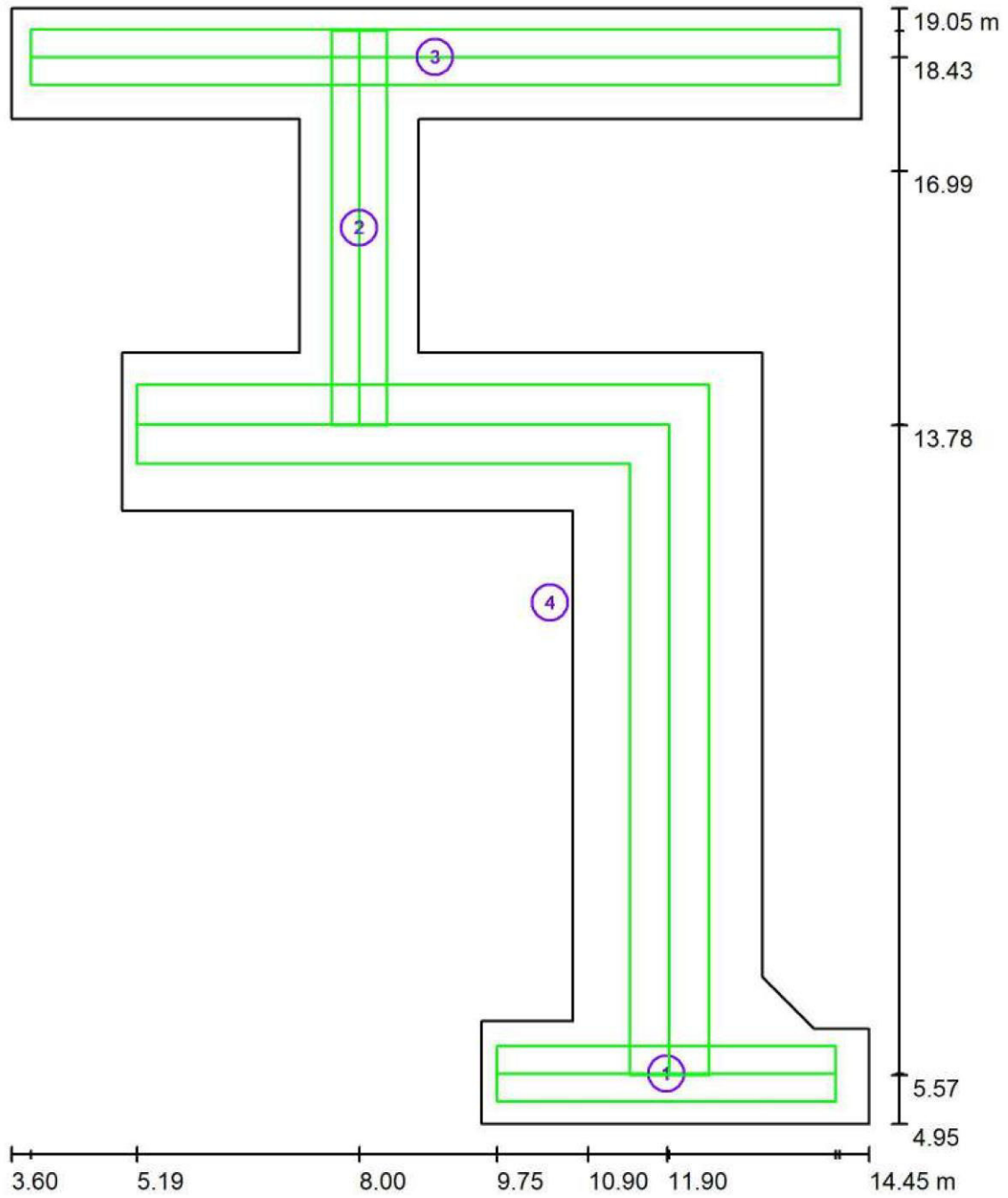


**Figura 3.8** Distribución de la luminosidad de la Oficina 2.

**Tabla 3.7** Resultado de la Iluminancia del plano útil de la Oficina 2.

Superficie	$E_m (lx)$	$E_{min} (lx)$	$E_{max} (lx)$	$E_{min}/E_{max}$
Plano útil	13	0.29	63	0.023

Se establecen las vías de evacuación de emergencia en el plano de la Figura 3.9 y el valor total de iluminación de la línea media de evacuación se muestra en la Tabla 3.8.

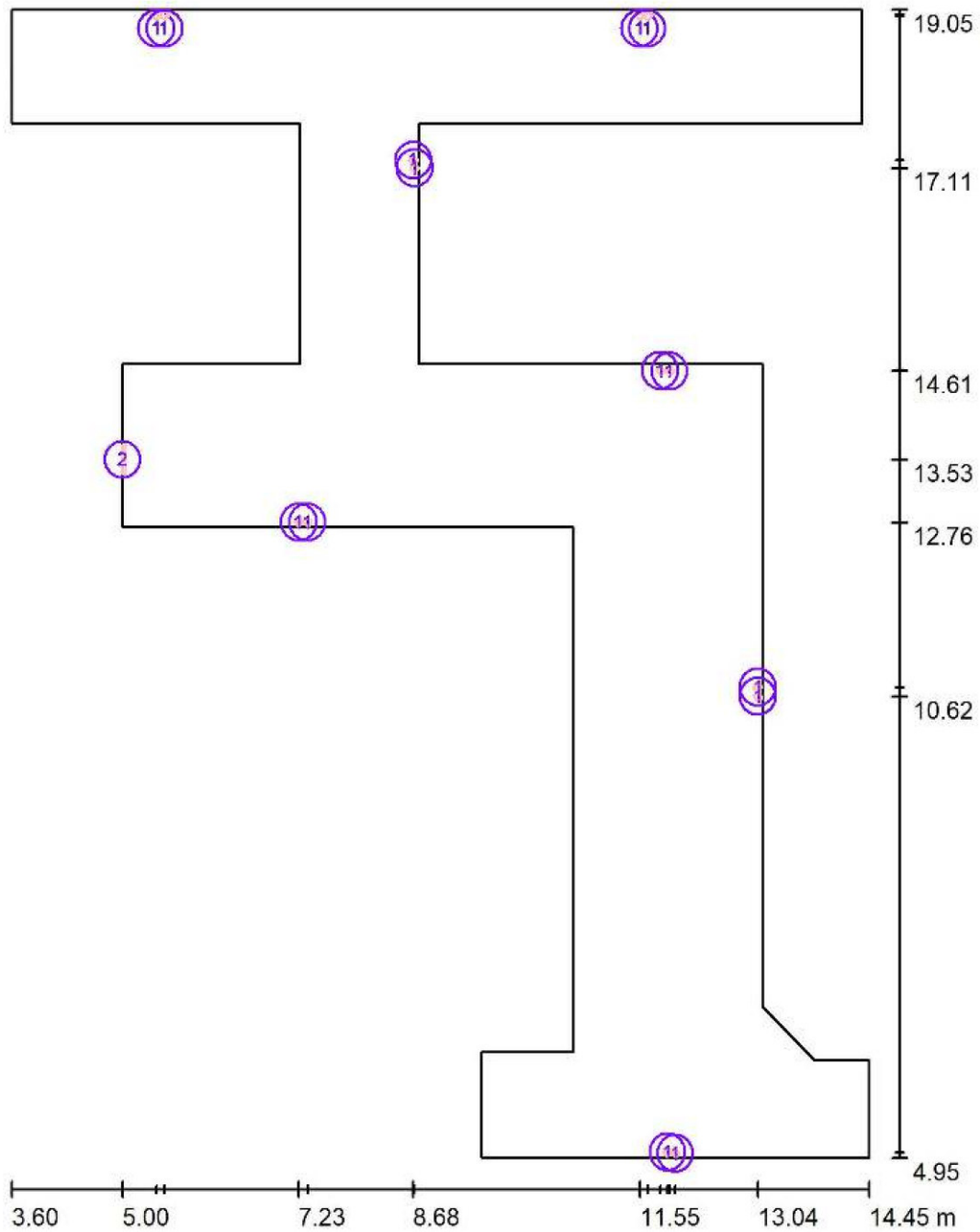


**Figura 3.9** Vías de evacuación de la Oficina 2.

**Tabla 3.8** Resultados de las vías de evacuación de la Oficina 2.

Superficie	$E_{min} (I_x)$ Línea media	$E_{min}/E_{max}$ Línea media
Vías de evacuación	1.48	0.05 (1:18)

Se determinan los puntos de ubicación de las luminarias de emergencia en el plano de la Figura 3.10 y el número total de luminarias requeridas en la Tabla 3.9.



**Figura 3.10** Ubicación de las luminarias de emergencia de la Oficina 2.

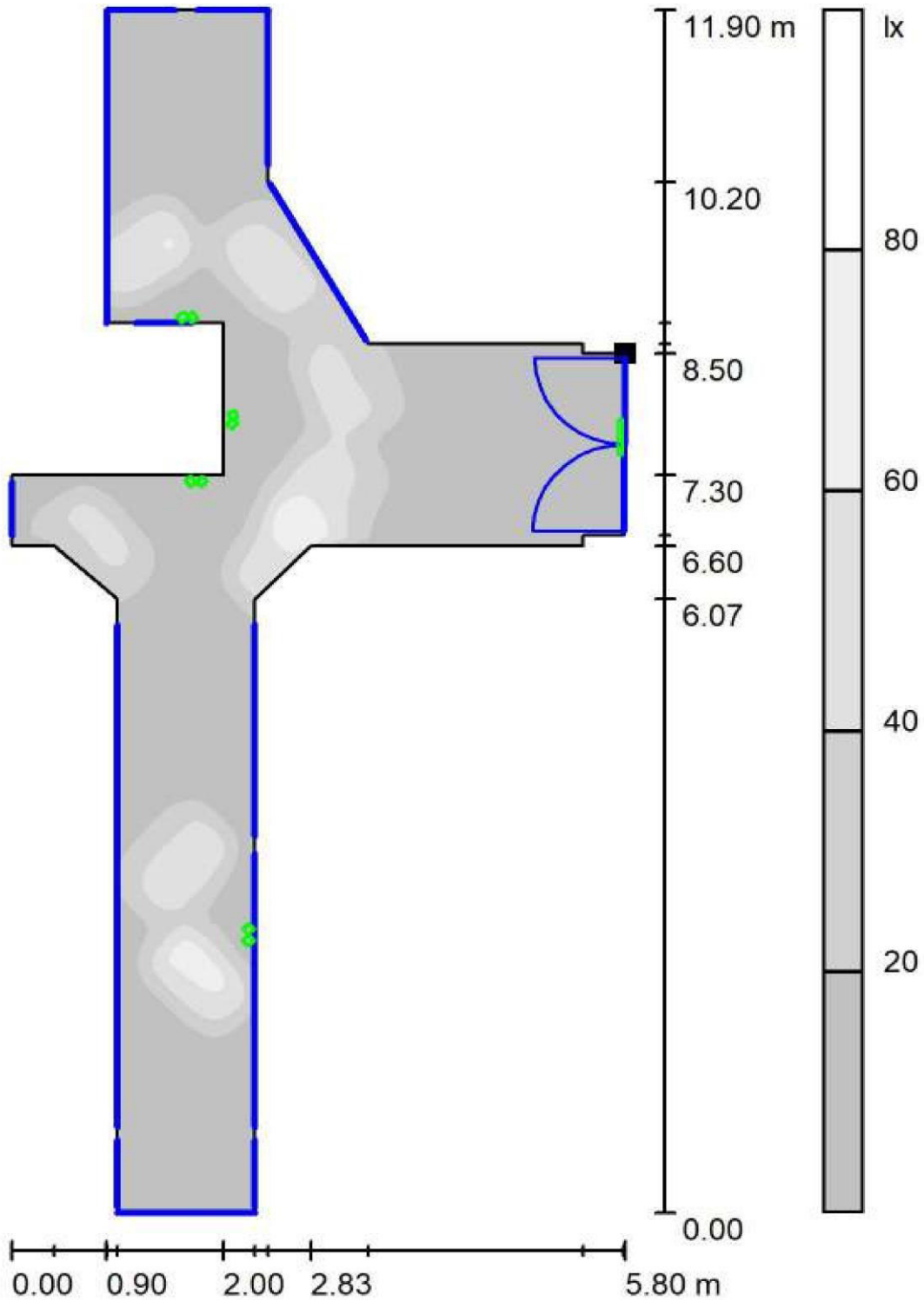
**Tabla 3.9** Número de luminarias de emergencia de la Oficina.

N°	Luminaria	Designación
1	1	Señalética led
2	7	Luminaria led de emergencia

La simulación completa realizada de la oficina 2 se la puede ver en el ANEXO 3.

### Simulación del bloque de la oficina 3

El resultado de la simulación realizada a través del programa Dialux 4.13 se presenta en la Figura 3.11 y los valores obtenidos que corresponden al plano útil se muestran en la Tabla 3.10.

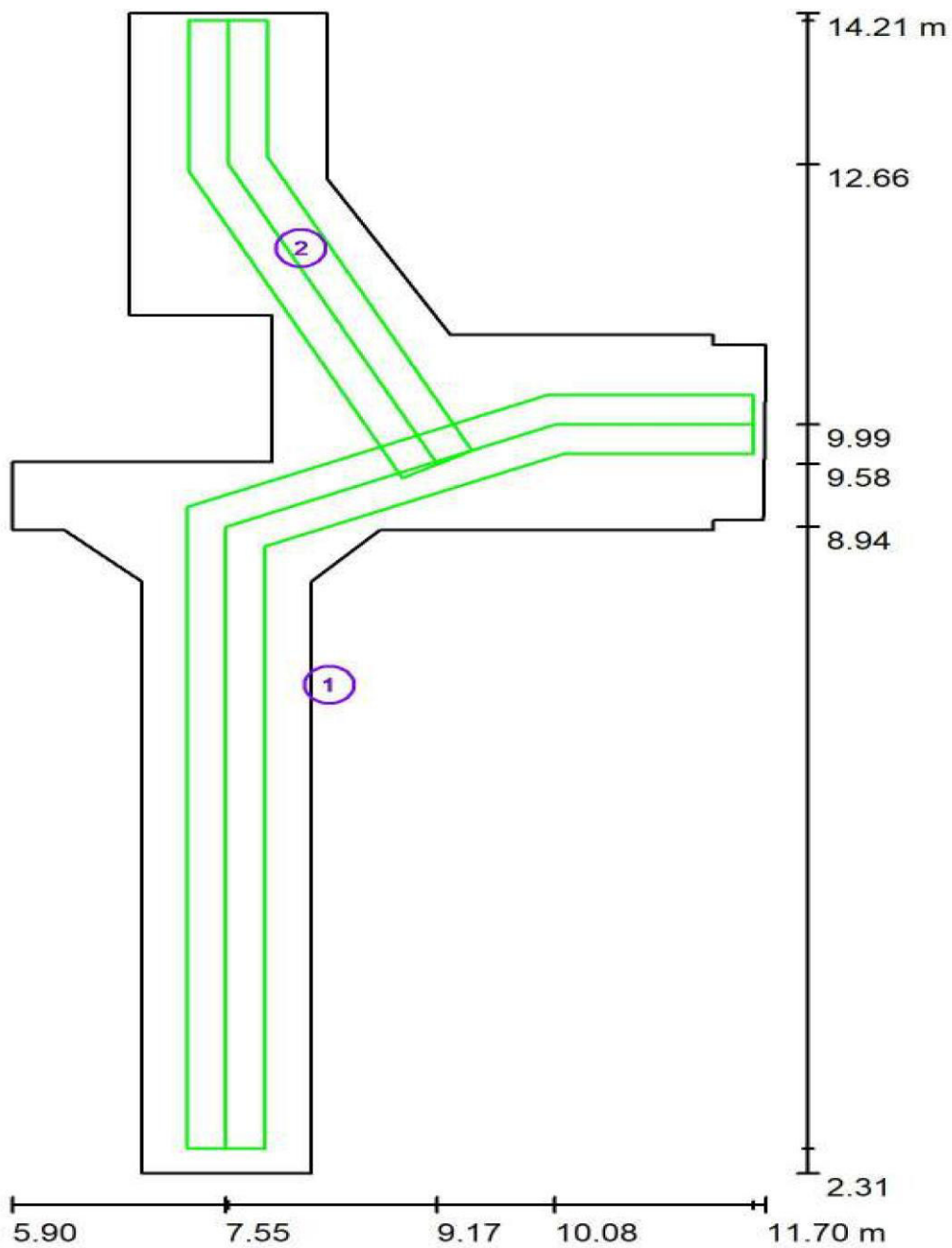


**Figura 3.11** Distribución de la luminosidad de la Oficina 3.

**Tabla 3.10** Resultado de la Iluminancia del plano útil de la Oficina 3.

Superficie	$E_m (l_x)$	$E_{min} (l_x)$	$E_{max} (l_x)$	$E_{min}/E_{max}$
Plano útil	16	0.18	82	0.011

En el plano de la Figura 3.12 se establecen las vías de evacuación de emergencia y el valor total de la iluminación de la línea media de evacuación se muestra en la Tabla 3.11.

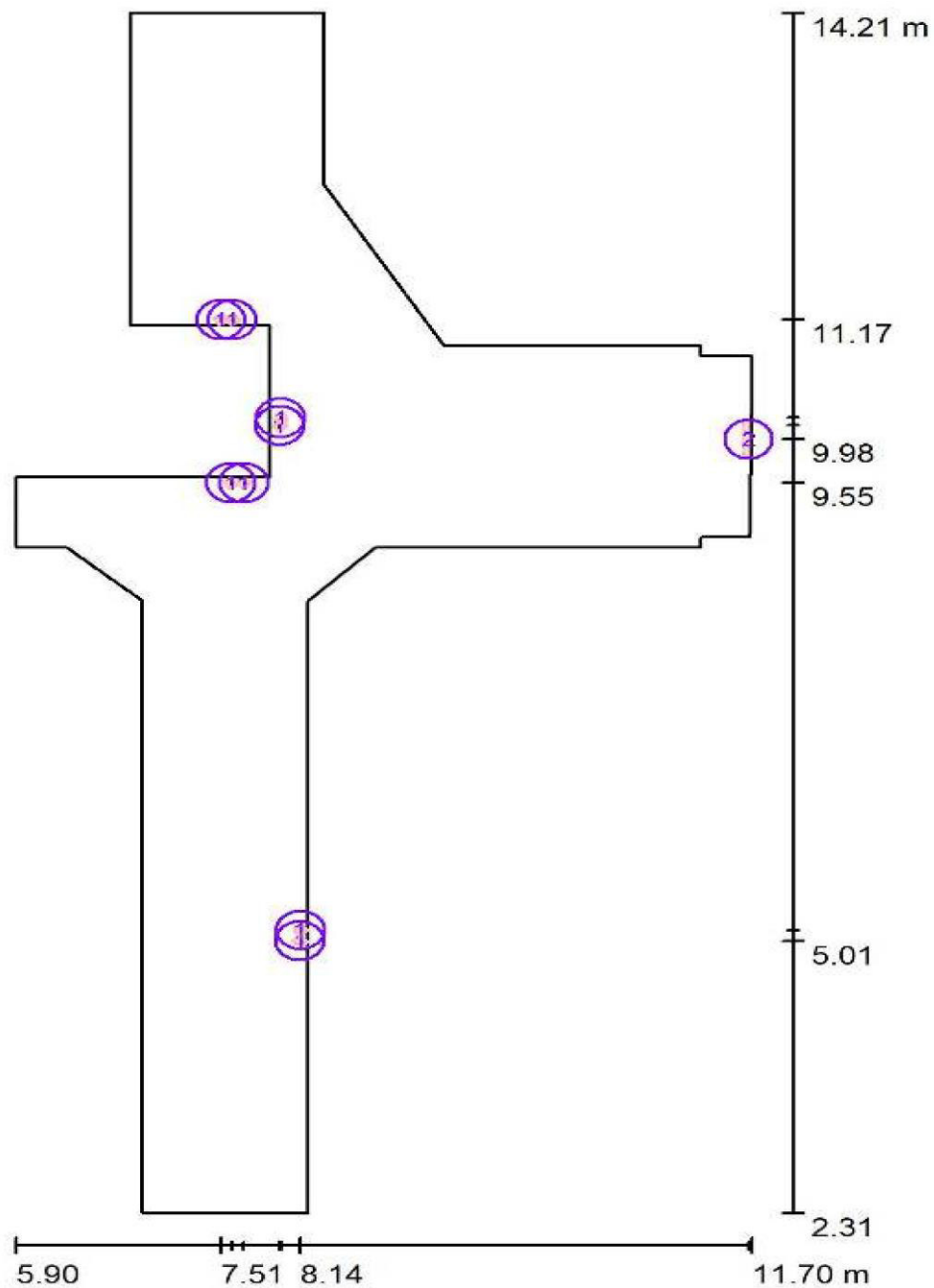


**Figura 3.12** Vías de evacuación de la Oficina 3.

**Tabla 3.11** Resultados de las vías de evacuación de la Oficina 3.

Superficie	$E_{\min}$ ( $I_x$ ) Línea media	$E_{\min}/E_{\max}$ Línea media
Vías de evacuación	1.12	0.04 (1:25)

Se determinan los puntos de ubicación de las luminarias de emergencia en el plano de la Figura 3.13 y el número total de luminarias requeridas se muestra en la Tabla 3.12.



**Figura 3.13** Ubicación de las luminarias de emergencia de la Oficina 3.



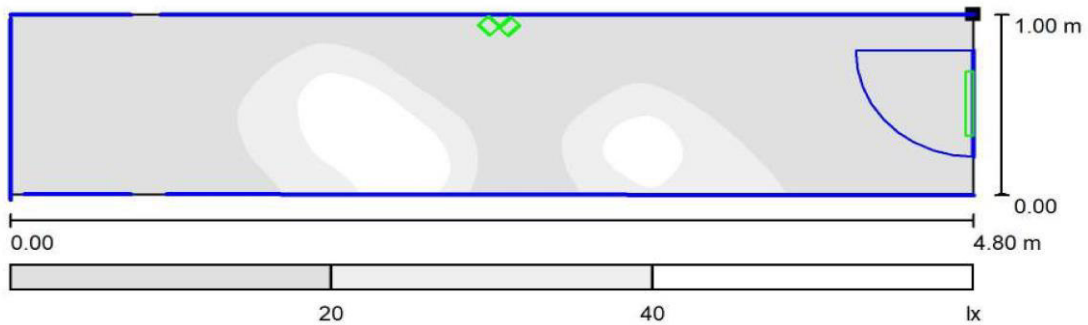
**Tabla 3.12** Número de luminarias de emergencia de la Oficina 3.

N°	Luminaria	Designación
1	1	Señalética led
2	4	Luminaria led de emergencia

La simulación completa realizada de la oficina 3 se la puede ver en el ANEXO 3.

### Simulación del bloque de la oficina 4

El resultado de la simulación realizada a través del programa Dialux 4.13 se presenta en la Figura 3.14 y los valores obtenidos se muestran en la Tabla 3.13 los cuales corresponden al plano útil.

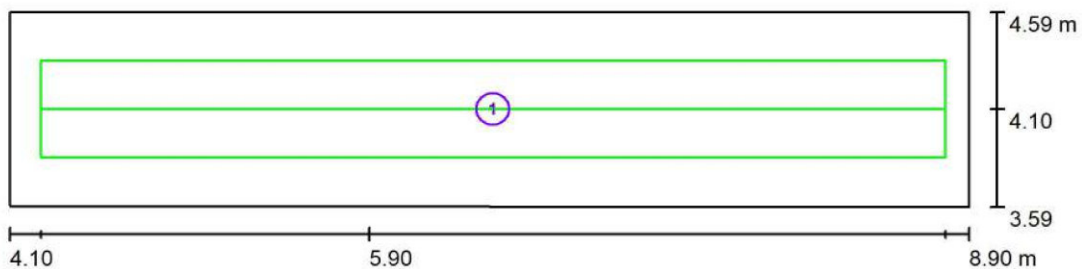


**Figura 3.14** Distribución de la luminosidad de la Oficina 4.

**Tabla 3.13** Resultado de la Iluminancia del plano útil de la Oficina 4.

Superficie	$E_m (lx)$	$E_{min} (lx)$	$E_{max} (lx)$	$E_{min}/E_{max}$
Plano útil	14	0.57	54	0.041

En la Figura 3.15 se establecen las vías de evacuación de emergencia y el valor total de la iluminación de la línea media de evacuación se muestra en la Tabla 3.14.

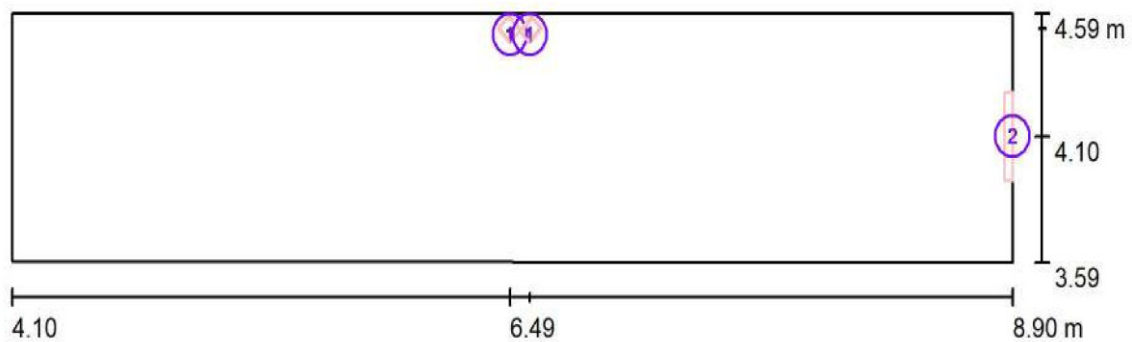


**Figura 3.15** Vías de evacuación de la Oficina 4.

**Tabla 3.14** Resultados de las vías de evacuación de la Oficina 4.

Superficie	$E_{\min} (I_x)$ Línea media	$E_{\min}/E_{\max}$ Línea media
Vías de evacuación	1.30	0.08 (1:12)

Se determinan los puntos de ubicación de las luminarias de emergencia en el plano de la Figura 3.16 y el número total de luminarias requeridas se muestra en la Tabla 3.15.



**Figura 3.16** Ubicación de las luminarias de emergencia de la Oficina 4.

**Tabla 3.15** Número de luminarias de emergencia de la Oficina 4.

N°	Luminaria	Designación
1	1	Señalética led
2	1	Luminaria led de emergencia

La simulación completa realizada de la oficina 4 se la puede ver en el ANEXO 3.

### Número total de luminarias de emergencia y señalética led

La Tabla 3.16 muestra el número total de luminarias de emergencia y señalética led de las respectivas edificaciones que componen las oficinas de los profesores.

**Tabla 3.16** Número total de luminarias de emergencia.

Planta	N° Letrero led	N° Luminarias
Subdirección	1	9
Oficina 2	1	7
Oficina 3	1	4
Oficina 4	1	1
Total	4	21

La altura a la que se debe ubicar las luminarias de emergencia es de 2.5 (m) y la altura de la señalética led es de 2 (m).

### 3.3 Selección de elementos eléctricos y mecánicos.

#### Selección de conductor eléctrico

Se tomó en cuenta el Código Eléctrico Nacional NEC para determinar el tipo de conductor que se requiere en la instalación de las luminarias de emergencia. Este código especifica que las derivaciones del alumbrado de emergencia deben usar el conductor calibre 14 AWG con un aislante de tipo THHN, que soporta una temperatura aproximada a 90 (°C) con una corriente máxima de 25 (A) [10] - [11].

#### Protección eléctrica de las luminarias de emergencia

A continuación, se presenta el cálculo de la potencia total del sistema de iluminación de emergencia y señalética led que comprenden el área de la subdirección.

$$P_T = P_L \cdot N_L + P_S \cdot N_S$$

**Ecuación 3.1** Potencia total [12].

Donde:

- $P_T$  : (W) potencia total
- $P_L$  : 3.12 (W) potencia de las luminarias de emergencia
- $P_S$  : 1.8 (W) potencia de las señaléticas led
- $N_L$  : 9 número total de las luminarias de emergencia
- $N_S$  : 1 número total de las señaléticas led

Por lo tanto:

$$P_T = 29.88 \text{ (W)}$$

La corriente total de la carga se expresa como:

$$I = \frac{P_T}{V \cdot F_p}$$

**Ecuación 3.2** Corriente total [12].

Donde:

- $P_T$  : 29.88 (W) potencia total
- $V$  : 127 (V) voltaje de la fuente
- $I$  : (A) corriente total
- $F_p$  : 1 factor de potencia

Por lo tanto:

$$I = 0.23(A)$$

La corriente de la protección eléctrica se expresa como:

$$I_B = I \cdot F_s$$

**Ecuación 3.3** Corriente de protección eléctrica [12].

Donde:

- $I_B$  : (A) corriente de protección
- $I$  : 0.23 (A) corriente total
- $F_s$  : 1.15 factor de seguridad

Por lo tanto:

$$I_B = 0.26(A)$$

Usando la Ecuación 3.1, se obtiene los resultados de la potencia total de cada bloque, la misma que se muestra en la Tabla 3.17.

**Tabla 3.17** Potencia total de los cuatro bloques de la ESFOT.

Bloque	$P_L$ (W)	$P_S$ (W)	$N_L$	$N_S$	$P_T$ (W)
Subdirección	3.12	1.8	9	1	29.88
Oficina 2	3.12	1.8	7	1	23.64
Oficina 3	3.12	1.8	4	1	14.28
Oficina 4	3.12	1.8	1	1	4.92

Usando el voltaje de la fuente y la potencia total cada bloque conseguido en el procedimiento anterior se obtiene la corriente total de la carga a través de la Ecuación 3.2. Adicional, la Ecuación 3.3 permite encontrar la corriente de protección eléctrica. Los resultados se muestran en la Tabla 3.18.

**Tabla 3.18** Corriente de protección eléctrica.

Bloque	V (V)	P <sub>T</sub> (W)	I(A)	F <sub>s</sub>	I <sub>B</sub> (A)
Subdirección	127	29.88	0.23	1.15	0.26
Oficina 2	127	23.64	0.18	1.15	0.21
Oficina 3	127	14.28	0.11	1.15	0.12
Oficina 4	127	4.92	0.03	1.15	0.03

La Tabla 3.19 muestra el número de polos; la corriente nominal de los dispositivos de marca Schneider permiten seleccionar la protección eléctrica más adecuada.

**Tabla 3.19** Protecciones eléctricas estándar de la marca Schneider [13].

Número de polos	Corriente nominal (A)
1	0.5
1	1
1	2
1	3

El dispositivo de protección eléctrica que posee la corriente nominal de 0.5 (A) es el que más se acerca a los requerimientos para los cuatro bloques que conforman las oficinas.

### **Cálculo de la caída de voltaje**

Las normas técnicas para el diseño de las instalaciones eléctricas recomiendan que la máxima caída de voltaje no debe exceder el 3% del voltaje de suministro en la fuente, en este caso no debe sobrepasar de 3.8 (V<sub>AC</sub>), es por ello que se seleccionó el conductor de mayor longitud para realizar este cálculo [5] - [14].

A continuación, se presenta la ecuación que permite encontrar la caída de voltaje del conductor de mayor longitud del sistema de iluminación de emergencia y señalética led, que en este caso corresponde al área de la subdirección.

$$E = \frac{2 P \cdot L}{U \cdot C \cdot S}$$

**Ecuación 3.4** Caída de voltaje de un conductor [5].

Donde:

- L : 40 (m) longitud del conductor
- U : 127 (V) voltaje de la fuente
- S : 2.08 (mm<sup>2</sup>) sección transversal del conductor 14 AWG
- E : (V) caída de voltaje del conductor
- P : 3.12 (W) potencia de la luminaria de emergencia led
- C : 56  $\left(\frac{\text{m}}{\Omega \times \text{mm}^2}\right)$  conductibilidad del cobre

Por lo tanto:

$$E = 16.87 \text{ e} - 3 \text{ (V)}$$

Usando la Ecuación 3.4 se calcula también la caída de voltaje de los conductores de las luminarias de emergencia de los bloques restantes de las oficinas de los profesores.

Los resultados se muestran en la Tabla 3.20.

**Tabla 3.20** Caída de voltaje del conductor eléctrico – Luminaria de emergencia.

Bloque	P (W)	L (m)	U (V)	C $\left(\frac{\text{metros}}{\Omega \times \text{mm}^2}\right)$	S (mm <sup>2</sup> )	E (V)
Subdirección	3.12	40	127	56	2.08	16.87e-3
Oficina 2	3.12	19	127	56	2.08	8.01e-3
Oficina 3	3.12	11	127	56	2.08	4.64e-3
Oficina 4	3.12	5	127	56	2.08	2.10e-3

Usando la Ecuación 3.4, también se calcula la caída de voltaje de la señalética led que comprende el área de la subdirección.

Donde:

- L : 13 (m) longitud del conductor
- U : 127 (V) voltaje de la fuente
- S : 2.08 (mm<sup>2</sup>) sección transversal del conductor 14 AWG
- E : (V) caída de voltaje del conductor
- P : 1.8 (W) potencia de señalética led
- C : 56  $\left(\frac{\text{m}}{\Omega \times \text{mm}^2}\right)$  conductibilidad del cobre

Por lo tanto:

$$E = 3.16 \text{ e} - 3 \text{ (V)}$$

Usando la Ecuación 3.4 se calcula la caída de voltaje de los conductores de las señaléticas leds restantes en los cuatro bloques que comprenden las oficinas de los profesores como se muestra en la Tabla 3.21.

**Tabla 3.21** Caída de voltaje del conductor eléctrico - Señalética led.

Bloque	P (W)	L (m)	U (V)	C $\left(\frac{\text{metros}}{\Omega \times \text{mm}^2}\right)$	S (mm <sup>2</sup> )	E (V)
Subdirección	1.8	13	127	56	2.08	3.16 e-3
Oficina 2	1.8	2	127	56	2.08	4.86 e-4
Oficina 3	1.8	1.5	127	56	2.08	3.65 e-4
Oficina 4	1.8	1	127	56	2.08	2.43 e-4

### Diagrama eléctrico

El diagrama eléctrico de la Figura 3.17 es la representación gráfica del sistema de iluminación de emergencia y señalética led de la Subdirección, el cual indica el número total de luminarias de emergencia requeridas y el tipo de cable seleccionado.

En el ANEXO 4 se muestra los planos eléctricos y en el ANEXO 5 los diagramas eléctricos de los cuatro bloques de las oficinas de la ESFOT.

## Bloque Subdirección - ESFOT

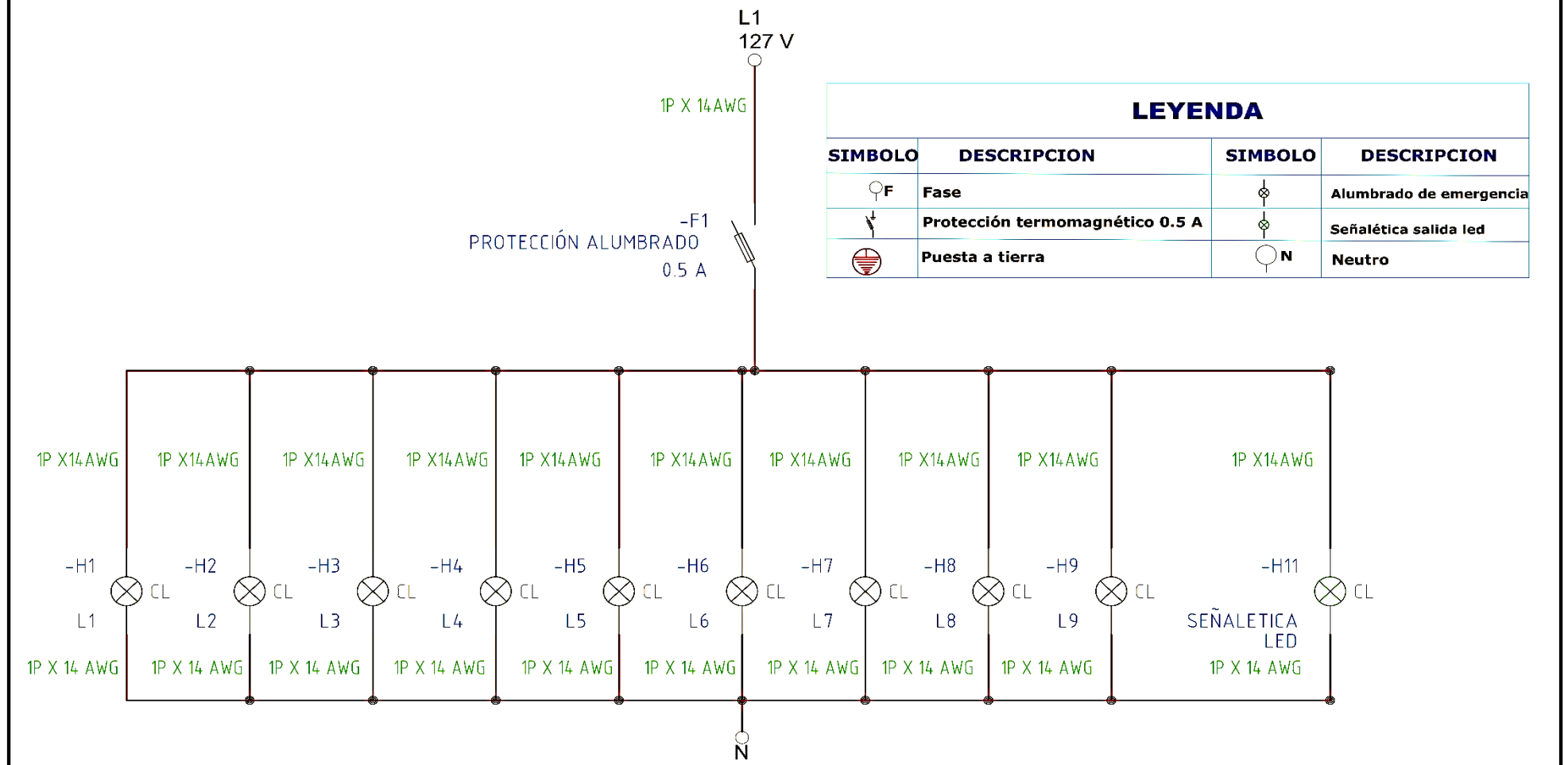


Figura 3.17 Diagrama eléctrico de la Subdirección - ESFOT



## Lista de materiales eléctricos y mecánicos

Se seleccionaron los materiales y herramientas gracias a la información recopilada a través de la simulación por medio del programa Dialux 4.13 y los planos eléctricos realizados en el programa AutoCAD eléctrico.

El listado de estos materiales se indica en la Tabla 3.22.

**Tabla 3.22** Lista de materiales eléctricos y mecánicos.

N°	Descripción	Cantidad	Precio – unitario (USD)	Total (USD)
1	Luminarias de Emergencia	21	16.50	336.00
2	Señalética led de salida	4	9.50	38.00
3	Cinta aislante	1	0.25	0.50
4	Luxómetro	1	30	40.00
5	Rollo de cable 14 AWG	4	20	80.00
6	Flexómetro	1	1.50	1.50
7	Canaleta 20x12	5	1.50	7.50
8	Regleta bornera	5	1.50	7.50
10	Pinza eléctrica	1	3.00	3.00
11	Cuchilla de corte	1	1.00	1.00
12	Multímetro	1	15.00	15.00
13	Taladro eléctrico	1	25.00	25.00
14	Regla de nivel de burbuja	1	5.00	5.00
15	Taco Fisher	60	0.50	3.00
16	Tornillos de pared	60	0.60	6.00
17	Destornillador	1	1.50	1.50
Precio total				570.50

## Conexión de luminarias de emergencia

El sistema de iluminación de emergencia es un circuito auxiliar que va conectado de forma directa a la misma fase del circuito de alumbrado principal como se indica en la Figura 3.18, además, en el circuito auxiliar solo se permitirá la conexión de luminarias de emergencia y señalética led [7].

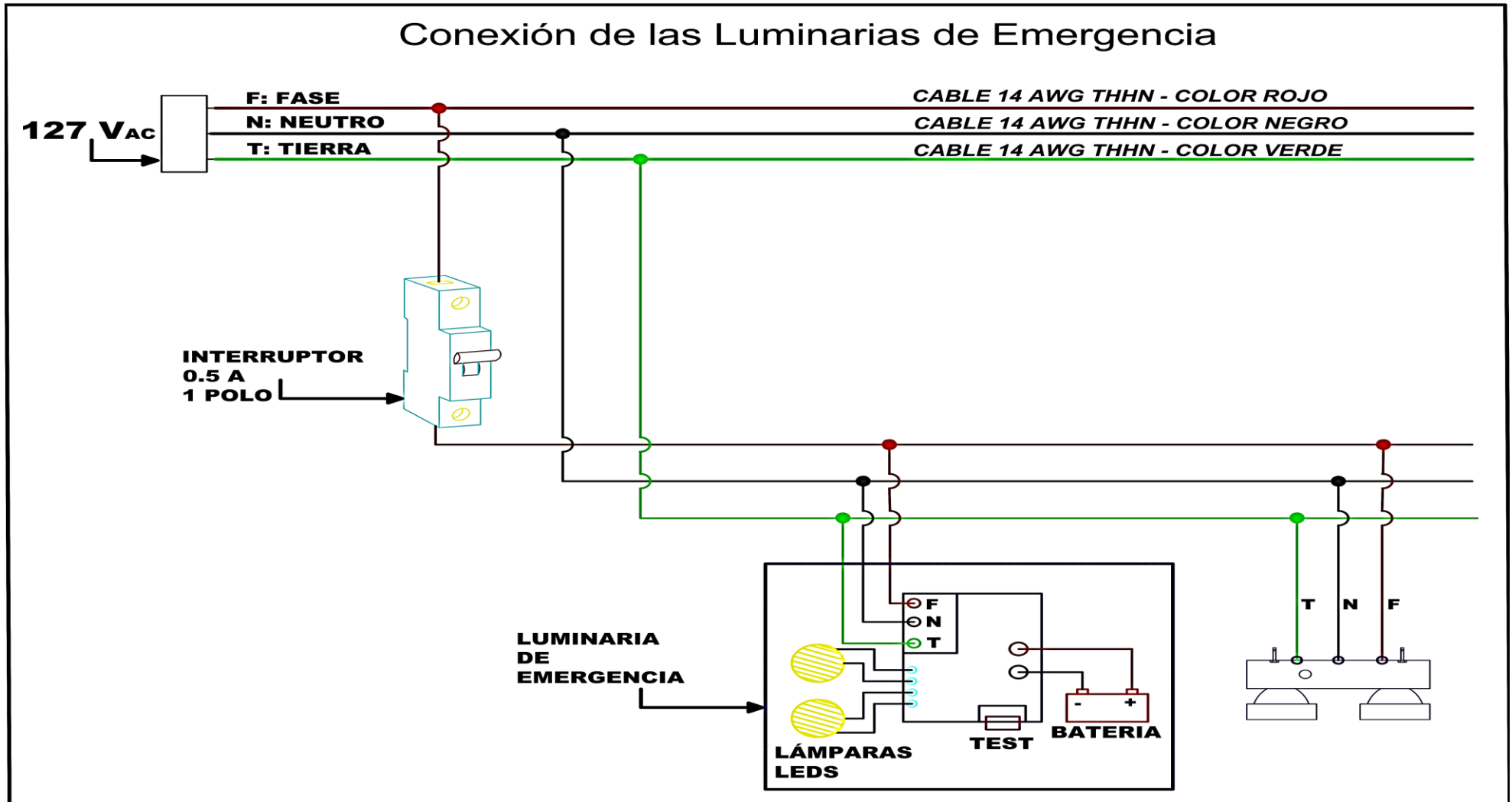


Figura 3.18 Conexión de las luminarias de emergencia.

### 3.4 Manual de Mantenimiento e Implementación

En la Figura 3.19 se muestra el código QR del manual escrito, donde se detalla el procedimiento a realizar para la implementación y el mantenimiento preventivo del sistema de iluminación de emergencia.



**Figura 3.19** Enlace del manual de mantenimiento e implementación.

## 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- Por medio del programa Dialux 4.13 se determinó un total de 21 luminarias de emergencia de la marca Beghelli Paco -T20. Las mismas que deberían estar ubicadas a una altura de 2.5 (m) con una luminancia de 162 (lm). Estas deben estar distribuidas de la siguiente forma: nueve en la oficina de la subdirección, siete en la oficina dos, cuatro en la oficina tres y una en la oficina cuatro.
- La simulación del sistema de emergencia mediante el programa Dialux 4.13 presentó una iluminancia de 10 (lux) a lo largo de la línea de evacuación y 1 (lux) entre la distancia media de las luminarias de emergencia. Cumpliendo así con lo que establecen las normas NFPA 101 y RTQ 5.
- El diseño de las vías de evacuación realizado en los cuatro bloques de las oficinas de la ESFOT permitirá al personal trasladarse de forma rápida y segura del lugar ante una situación de riesgo.
- Pese a que el programa Dialux 4.13 tiene una vasta línea de catálogos de luminarias disponibles en el mercado, fue complicado encontrar una curva fotométrica (DX) adecuada para el proyecto, debido que la mayoría de los fabricantes de Ecuador consideran a las luminarias de emergencia como una luz guía por lo tanto no se encuentran disponible en las páginas web como: Sylvania, Ledex y Maviju.
- En los cuatro bloques de las oficinas de profesores se comprobó que existe una salida de emergencia en cada una de ellas, por lo cual se dispondrá de cuatro señaléticas de salida marca Beghelli 19305 Indica Led 20, con un valor de luminosidad de 8 (lm), las mismas que serán colocadas a una altura de 2 (m) en la parte superior de la puerta de emergencia y funcionarán de forma ininterrumpida.
- Por medio del programa AutoCAD eléctrico se realizó el diseño de planos eléctricos y diagramas unifilares que permiten tener una mejor visualización de la distribución de las luminarias del sistema de iluminación de emergencia que conforman los cuatro bloques de las oficinas de la ESFOT.
- El sistema de luminarias de emergencia usa un conductor de calibre 14 AWG, el cual está diseñado para soportar una corriente de 25 ( $A_{AC}$ ) y 127 ( $V_{AC}$ ). Además, en el interior de la luminaria viene incorporado un transformador reductor y un circuito rectificador de AC a DC para la carga de la batería.

- Las luminarias de emergencia deben ir instaladas en la misma fase del circuito de alumbrado normal ya que estas actuarán como luminarias auxiliares en caso de existir un corte de energía eléctrica en el lugar.
- Se estima el valor de 570.50 (USD) para la implementación del sistema de iluminación de emergencia. Este valor puede variar dependiendo del local comercial elegido.

## **4.2 Recomendaciones**

- En caso de no encontrar la curva fotométrica de la luminaria de emergencia se recomienda buscar directamente en la página web Beghelli, Phillips, Legrand o de la marca que se va a implementar.
- Utilizar lámparas led ya que tienen un bajo consumo y un mayor tiempo de vida útil, además, son amigables con el medio ambiente.
- Verificar que la luminaria de emergencia seleccionada esté disponible en el mercado, caso contrario buscar otra luminaria de emergencia que tenga las mismas características de la que se recomienda en este proyecto.
- Al instalar el programa Dialux 4.13 se debe actualizar los catálogos de las luminarias con el fin de mejorar el repertorio de las luminarias actuales.
- Establecer un Plan de Evacuación para las Oficinas de la ESFOT, el mismo que debe ser dado a conocer a todo el personal, para que en una situación de emergencia los trabajadores puedan evacuar las instalaciones de una manera adecuada y ordenada.
- Los pasillos deben estar correctamente señalizados y libres de obstrucción para que las personas puedan salir de una manera ordenada en el caso de una evacuación de emergencia.
- Descargar el programa Daisalux - luminarias de emergencia, en caso de tener problemas de funcionamiento o no encontrar los dispositivos requeridos en el programa Dialux 4.13. Éste programa también es gratuito y además permite visualizar de manera gráfica la iluminancia con respecto a la distancia.
- Usar un telecomando para verificar el funcionamiento de las luminarias de emergencia sin necesidad de desconectar la alimentación. Ya que este dispositivo permite monitorear el estado de las luminarias de manera automática.
- Seleccionar la luminaria de emergencia "Pluraluce Beguelli" si requiere que los dispositivos estén empotrados en el techo, brindándole así una mejor estética del lugar.

## 5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. B. Olguin, "ORDM\_470\_RES\_A022," Quito, p. 13, 2015.
- [2] G. E. Harrington, *NFPA 101 Código de Seguridad Humana*, 11th ed. NY: 2018, 2018.
- [3] A. D. S. Unamuno, *Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC*, vol. 0, no. 0. Quito: febrero 2018, 2018.
- [4] Beghelli, "PAC0-T20," *Beghelli S. A*, 2018. .
- [5] M. A. Quizhpe Díaz and C. A. Hidalgo Rodríguez, "Implementación del sistema de iluminación de emergencia en los laboratorios y señalización luminosa LED en las vías de evacuación de la ESFOT," 2018, Quito, 2018.
- [6] N. T. E. N. I.-I. 3864-1:2013, "SÍMBOLOS GRÁFICOS. COLORES DE SEGURIDAD Y SEÑALES DE SEGURIDAD. PARTE 1: PRINCIPIOS DE DISEÑO PARA SEÑALES DE SEGURIDAD E INDICACIONES DE SEGURIDAD," *INEN*, vol. PRIMERA ED, no. 0, p. 8, 2013, [Online]. Available: <https://www.aguaquito.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/IN-3-NORMA-TECNICA-NTN-INEN-ISO-3864-12013-SÍMBOLOS-GRÁFICOS-COLORES-DE-SEGURIDAD-Y-SEÑALES-DE-SEGURIDAD.pdf>.
- [7] S. L. LEGRAND GROUP ESPAÑA, "Gestión de iluminación y luminaria de emergencia," *LEGRAND*, Madrid, p. 160, 2012.
- [8] B. Fotometría, "Page 1," *Toolbox, Photometric Edition, Professional Analysts, Lighting Methods, I E S*, 2015. .
- [9] B. señalética Led, "Montaje tipo bandera," *Beghelli S. A*, 2017. .
- [10] Electro cable, "Electrocables C.A.," *Electro cable*, 2018. .
- [11] A. Cajamarca and S. Morales, "Diseño e implementación de un sistema de Iluminación exterior programable, para la casona principal de la escuela de formación de tecnólogos," Quito mayo 2018, Quito, 2018.
- [12] J. Guaman, "Implementación de un sistema de iluminación automático para el campus ESFOT (Zona3)," Escuela Politécnica Nacional, 2018.
- [13] Schneider, "Schneider Electric.Compania," *FSC*, 2015. .

- [14] A. D. F. Rivera, "Implementación de un sistema de iluminación automática para el área de instalaciones Eléctricas Del Laboratorio LTU-IE-ESFOT," Escuela Politécnica Nacional, 2021.

## **ANEXOS**



## **ANEXO 1: CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE DISEÑO**



# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Campus Politécnico "J. Rubén Orellana R"

Quito, 21 de septiembre de 2021

## CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE DISEÑO

Yo, Pablo Proaño Chamorro, docente a tiempo completo de la Escuela Politécnica Nacional y como director de este trabajo de titulación, certifico que he constatado el correcto diseño del Sistema de Iluminación de Emergencia y Señalética led en la ESFOT – EPN para las oficinas de profesores, el cual fue realizado por el estudiante Edison Alvear.

El proyecto cumple con los requerimientos de diseño y parámetros necesarios para que el sistema pueda implementarse en un futuro siguiendo las normas de seguridad eléctrica y de circulación.

**DIRECTOR**

Ing. Pablo Proaño Chamorro, Msc.

## **ANEXO 2: LUMINARIAS DE EMERGENCIA – DIALUX 4.13**

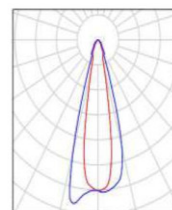


Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

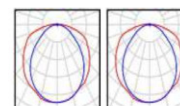
## Proyecto 1 / Lista de luminarias

- 2 Pieza BEGHELLI PEH -T20 & PEH-T20-RC - MOLDED WHITE PLASTIC HOUSING WITH 2 MOLDED WHITE PLASTIC SWIVEL HEAD ASSEMBLIES, EACH HEAD ASSEMBLY CONSISTS OF: ONE CIRCUIT BOARD WITH 12 LEDS, MOLDED PLASTIC REFLECTOR WITH SPECULAR FINISH AND 1 APERTURE PER LED, CLEAR RECTANGULAR PRISMATIC PLASTIC LENS. BOTH SWIVEL HEAD ASSEMBLIES WERE ILLUMINATED FOR THIS TEST. ONLY ONE LIGHT HEAD WAS MEASURED FOR LIGHT OUTPUT. LENS PRISMS IN.
- N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 81 lm, 1.7 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 92 98 100 100 100  
Lámpara: 12 x TWELVE WHITE LIGHT EMITTING DIODES (LEDS), VERTICAL BASE-UP POSITION. (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



- 1 Pieza BEGHELLI 19313 Indica Led 20  
N° de artículo: 19313  
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 10 lm  
Potencia de las luminarias: 3.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 98  
Código CIE Flux: 44 75 93 98 01  
Lámpara: 2 x 1 x exit (Factor de corrección 1.000).



## **ANEXO 3: SIMULACIÓN DE LOS BLOQUES**

# Bloque subdirección - ESFOT

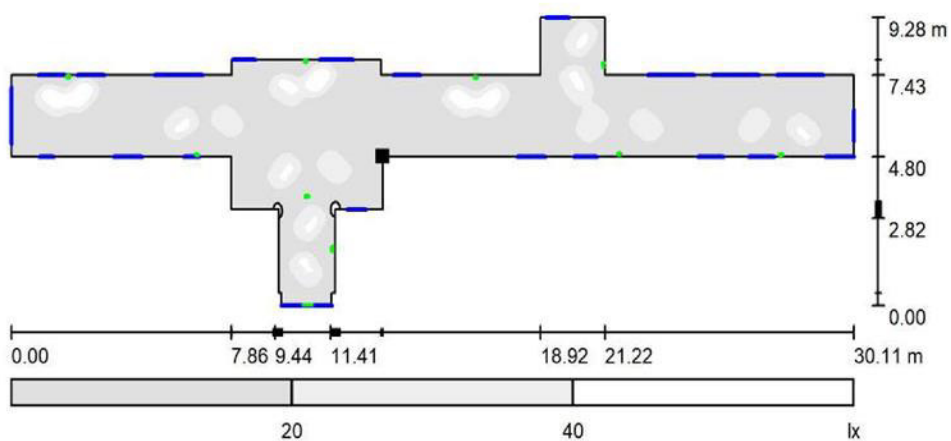
Proyecto 1



**DIALux**  
23.07.2021

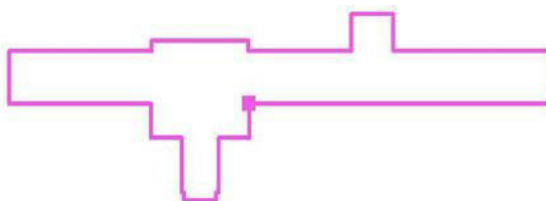
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Local 1 / Escena de luz 1 / Plano útil / Gama de grises (E)



Escala 1 : 216

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(27.720 m, 8.120 m, 0.850 m)

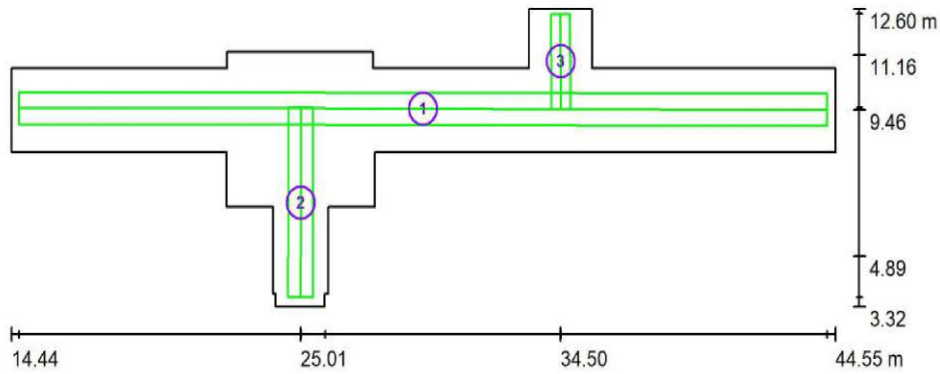


Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
10	0.02	66	0.002	0.000

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Local 1 / Escena de luz 1 / Vías de evacuación (sumario de resultados)**



Escala 1 : 216

**Lista de vías de evacuación**

N°	Designación	Trama	$E_{min}$ [lx]	$E_{min} / E_{max}$	$E_{min}$ [lx] (Línea media)	$E_{min} / E_{max}$ (Línea media)
1	Vía de evacuación 6	128 x 32	1.68	0.056	1.74	0.06 (1 : 16)
2	Vía de evacuación 7	64 x 16	4.06	0.197	5.65	0.29 (1 : 3.51)
3	Vía de evacuación 8	64 x 16	6.84	0.223	8.19	0.27 (1 : 3.74)

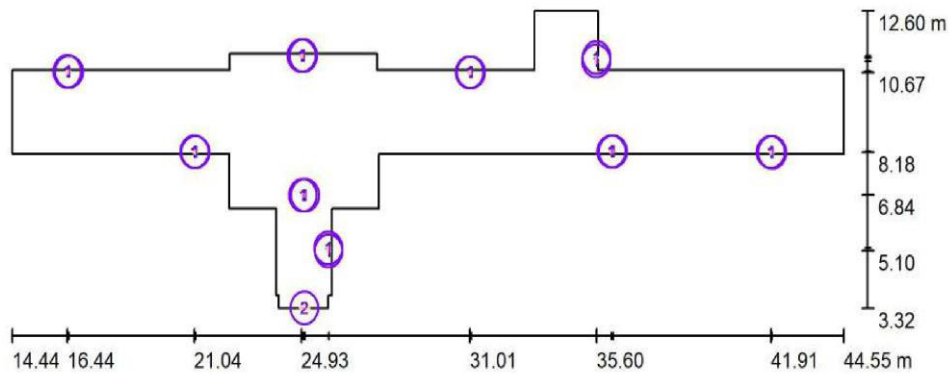
**Resumen de los resultados:**

$E_{min}$ : 1.68 lx,  $E_{min} / E_{max}$ : 0.05,  $E_{min}$  (Línea media): 1.74 lx,  $E_{min} / E_{max}$  (Línea media): 0.06 (1 : 18)



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Local 1 / Luminarias (ubicación)**



Escala 1 : 216

**Lista de piezas - Luminarias**

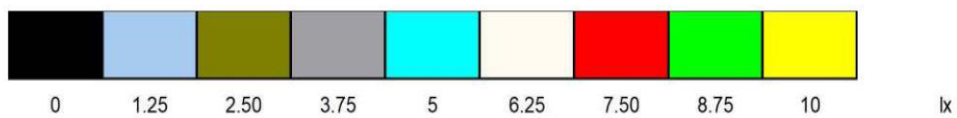
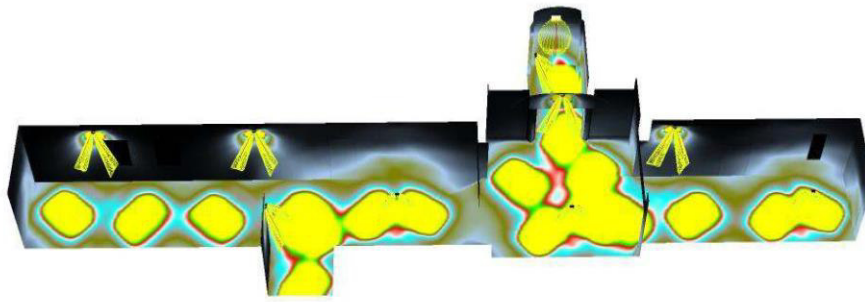
N°	Pieza	Designación
1	18	BEGHELLI PEH -T20 & PEH-T20-RC - MOLDED WHITE PLASTIC HOUSING WITH 2 MOLDED WHITE PLASTIC SWIVEL HEAD ASSEMBLIES, EACH HEAD ASSEMBLY CONSISTS OF: ONE CIRCUIT BOARD WITH 12 LEDS, MOLDED PLASTIC REFLECTOR WITH SPECULAR FINISH AND 1 APERTURE PER LED, CLEAR RECTANGULAR PRISMATIC PLASTIC LENS. BOTH SWIVEL HEAD ASSEMBLIES WERE ILLUMINATED FOR THIS TEST. ONLY ONE LIGHT HEAD WAS MEASURED FOR LIGHT OUTPUT. LENS PRISMS IN.
2	1	BEGHELLI 19313 Indica Led 20





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Local 1 / Escena de luz 1 / Rendering (procesado) de colores falsos**



## Bloque 2 - ESFOT

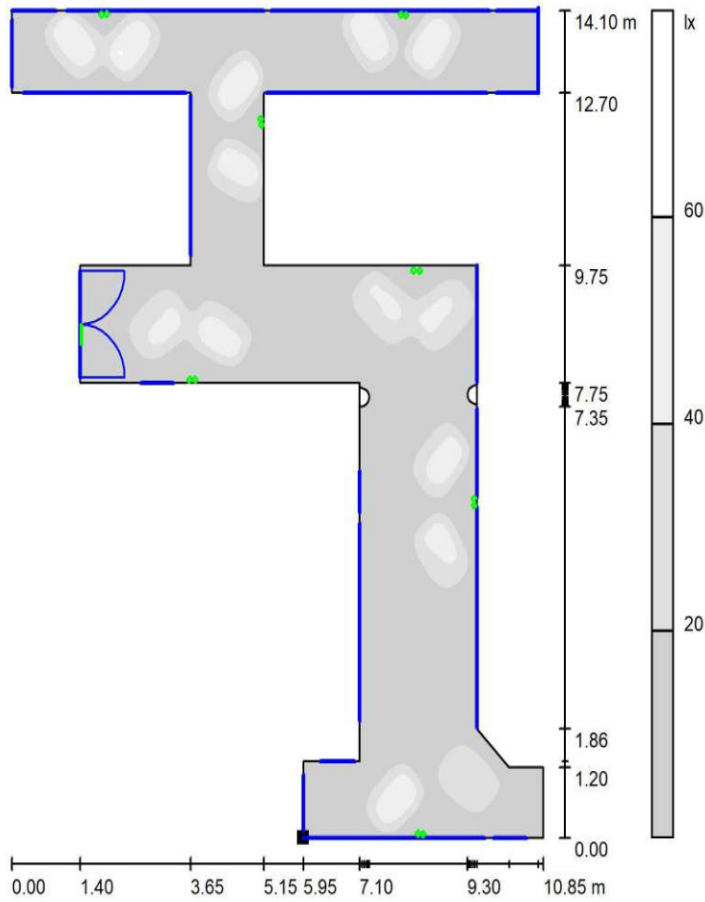
Proyecto 1



**DIALux**  
23.07.2021

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Local 1 / Escena de luz 1 / Plano útil / Gama de grises (E)



Escala 1 : 111

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

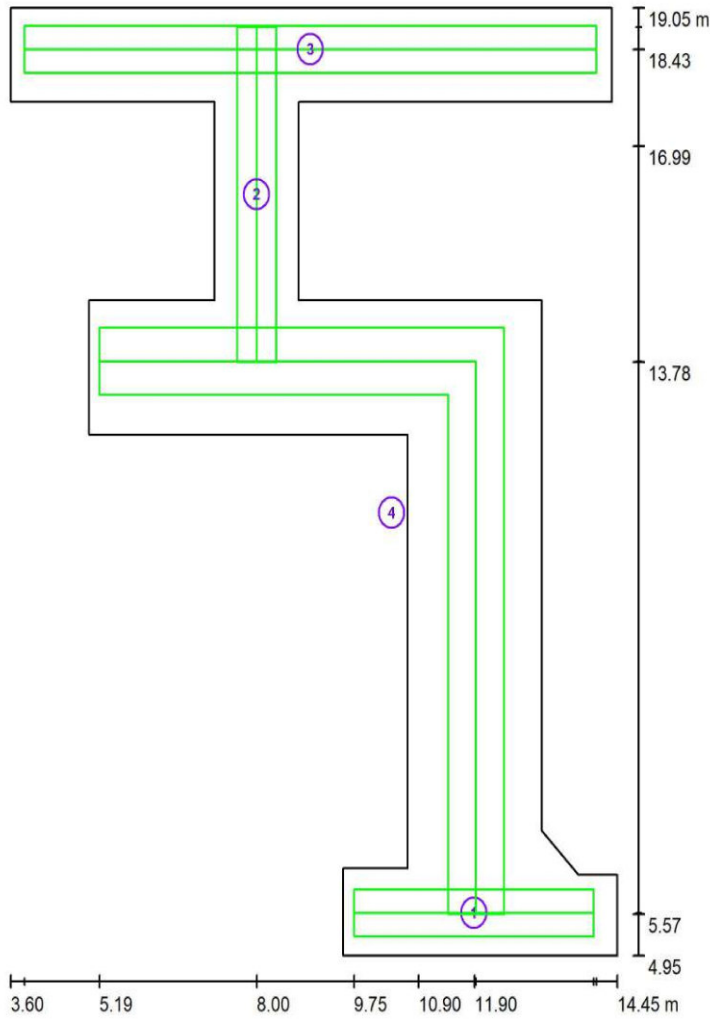
(9.550 m, 4.950 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
13	0.29	63	0.023	0.005

**Local 1 / Escena de luz 1 / Vías de evacuación (sumario de resultados)**



Escala 1 : 96

**Lista de vías de evacuación**

N°	Designación	Trama	$E_{min}$ [lx]	$E_{min} / E_{max}$	$E_{min}$ [lx] (Línea media)	$E_{min} / E_{max}$ (Línea media)
1	Vía de evacuación 1	64 x 16	1.46	0.057	2.28	0.09 (1 : 11)
2	Vía de evacuación 3	64 x 16	6.02	0.223	6.72	0.25 (1 : 3.99)
3	Vía de evacuación 4	128 x 32	1.24	0.045	1.48	0.05 (1 : 18)
4	Vía de evacuación 6	128 x 128	2.00	0.074	2.98	0.12 (1 : 8.21)

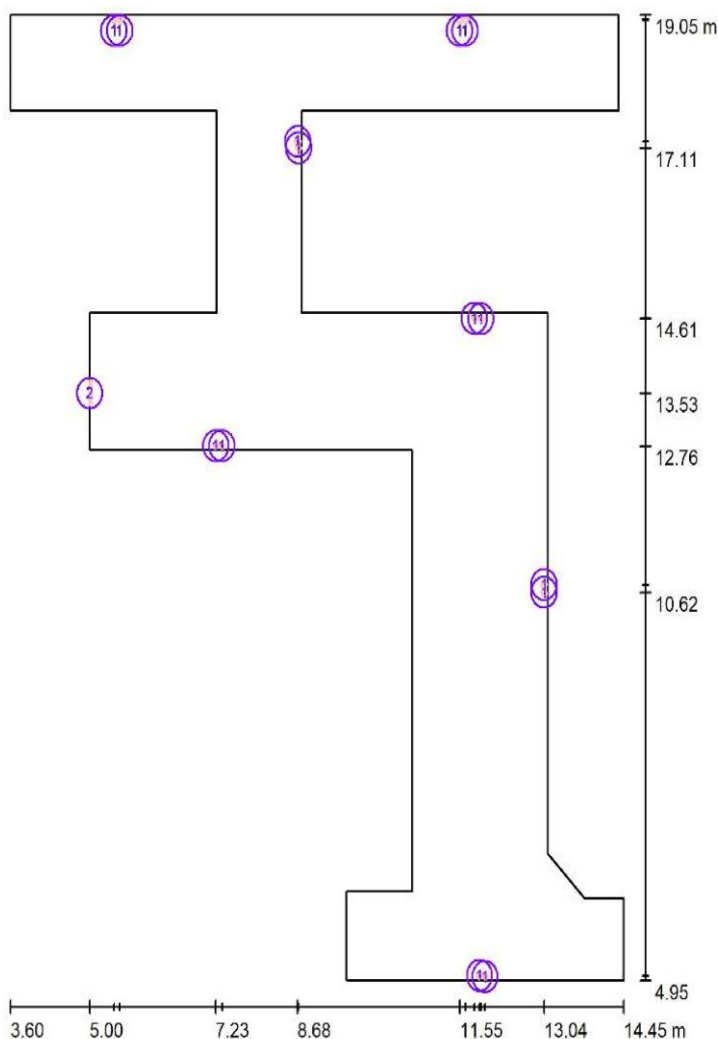
**Resumen de los resultados:**

$E_{min}$ : 1.24 lx,  $E_{min} / E_{max}$ : 0.05,  $E_{min}$  (Línea media): 1.48 lx,  $E_{min} / E_{max}$  (Línea media): 0.05 (1 : 18)



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Local 1 / Luminarias (ubicación)**



Escala 1 : 96

**Lista de piezas - Luminarias**

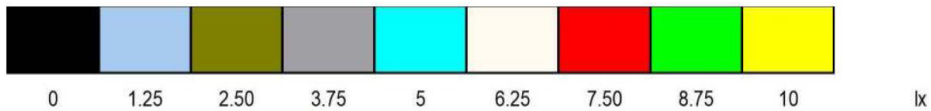
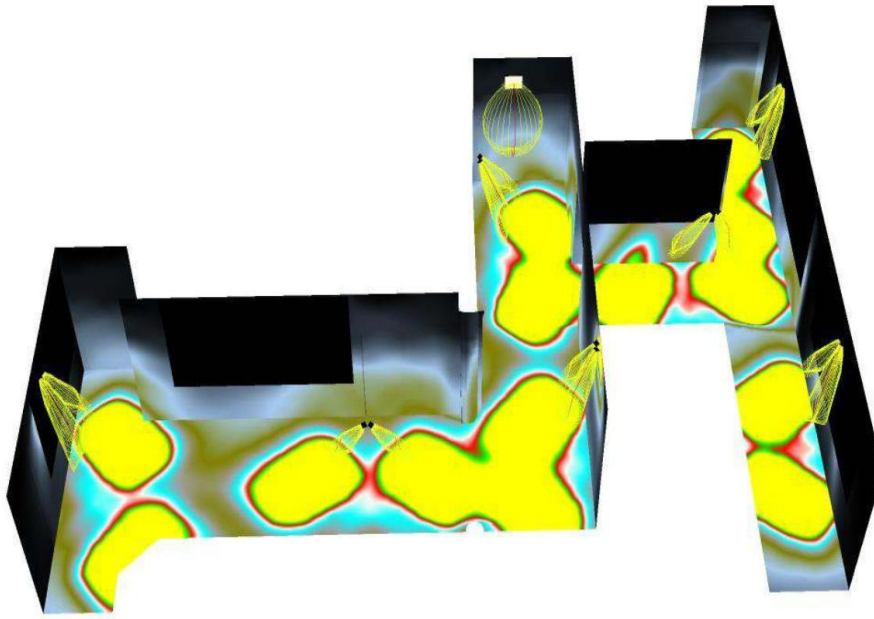
N°	Pieza	Designación
1	14	BEGHELLI PEH -T20 & PEH-T20-RC - MOLDED WHITE PLASTIC HOUSING WITH 2 MOLDED WHITE PLASTIC SWIVEL HEAD ASSEMBLIES, EACH HEAD ASSEMBLY CONSISTS OF: ONE CIRCUIT BOARD WITH 12 LEDS, MOLDED PLASTIC REFLECTOR WITH SPECULAR FINISH AND 1 APERTURE PER LED, CLEAR RECTANGULAR PRISMATIC PLASTIC LENS. BOTH SWIVEL HEAD ASSEMBLIES WERE ILLUMINATED FOR THIS TEST. ONLY ONE LIGHT HEAD WAS MEASURED FOR LIGHT OUTPUT. LENS PRISMS IN.
2	1	BEGHELLI 19313 Indica Led 20 (Tipo 1)*

\*Especificaciones técnicas modificadas



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Local 1 / Escena de luz 2 / Rendering (procesado) de colores falsos**



# Bloque 3 - ESFOT

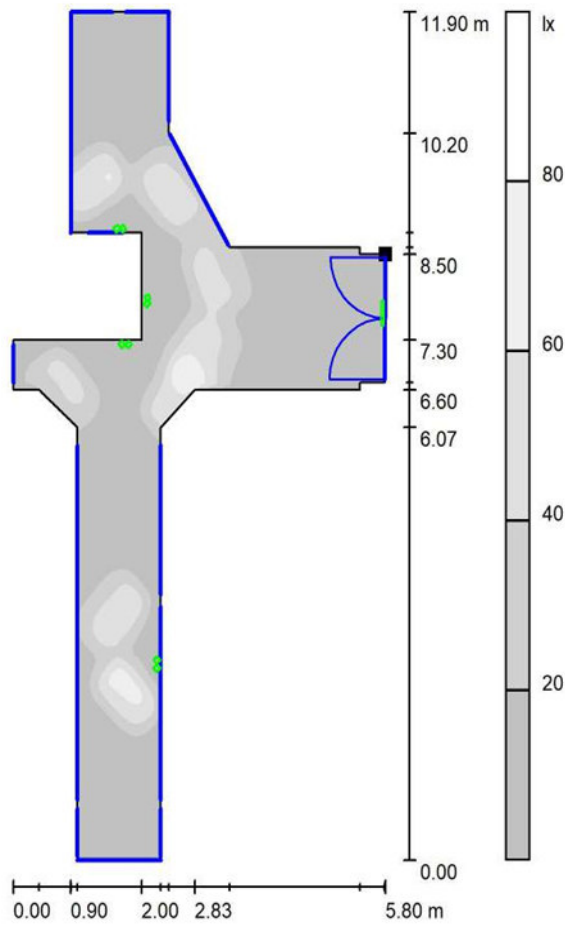
Proyecto 1



**DIALux**  
23.07.2021

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Local 1 / Escena de luz 2 / Plano útil / Gama de grises (E)



Escala 1 : 94

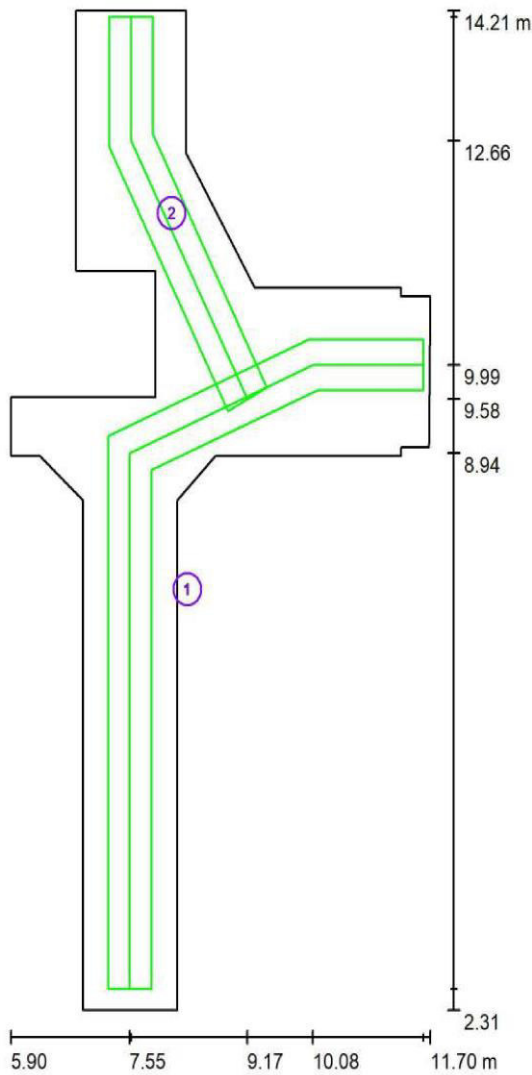
Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(11.700 m, 10.810 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
16	0.18	82	0.011	0.002

**Local 1 / Escena de luz 2 / Vías de evacuación (sumario de resultados)**



Escala 1 : 81

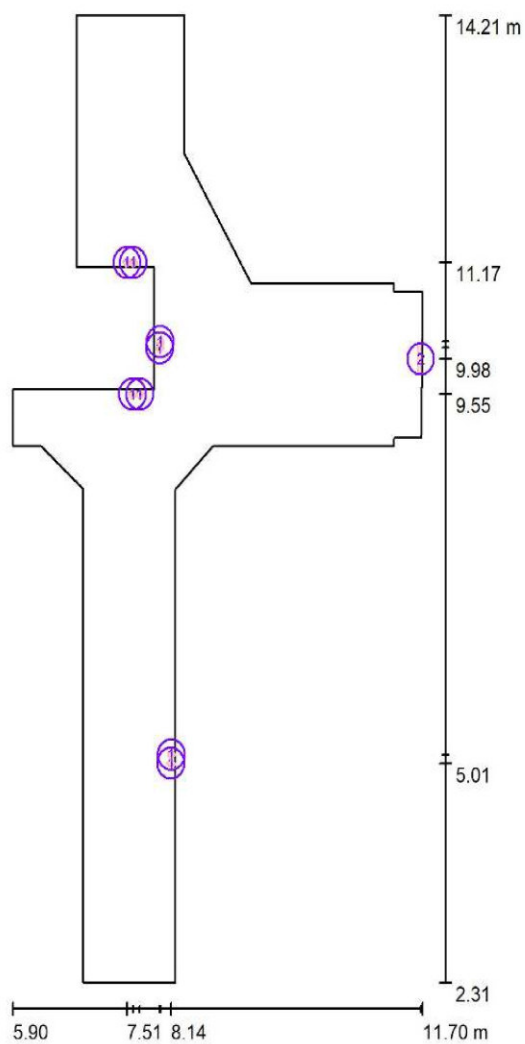
**Lista de vías de evacuación**

Nº	Designación	Trama	$E_{min}$ [lx]	$E_{min} / E_{max}$	$E_{min}$ [lx] (Línea media)	$E_{min} / E_{max}$ (Línea media)
1	Vía de evacuación 6	128 x 128	0.95	0.031	1.12	0.04 (1 : 25)
2	Vía de evacuación 7	128 x 32	1.05	0.039	1.22	0.07 (1 : 15)

**Resumen de los resultados:**

$E_{min}$ : 0.95 lx,  $E_{min} / E_{max}$ : 0.03,  $E_{min}$  (Línea media): 1.12 lx,  $E_{min} / E_{max}$  (Línea media): 0.04 (1 : 25)

**Local 1 / Luminarias (ubicación)**



Escala 1 : 81

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación
1	8	BEGHELLI PEH -T20 & PEH-T20-RC - MOLDED WHITE PLASTIC HOUSING WITH 2 MOLDED WHITE PLASTIC SWIVEL HEAD ASSEMBLIES, EACH HEAD ASSEMBLY CONSISTS OF: ONE CIRCUIT BOARD WITH 12 LEDS, MOLDED PLASTIC REFLECTOR WITH SPECULAR FINISH AND 1 APERTURE PER LED, CLEAR RECTANGULAR PRISMATIC PLASTIC LENS. BOTH SWIVEL HEAD ASSEMBLIES WERE ILLUMINATED FOR THIS TEST. ONLY ONE LIGHT HEAD WAS MEASURED FOR LIGHT OUTPUT. LENS PRISMS IN.
2	1	BEGHELLI 19313 Indica Led 20 (Tipo 1)*

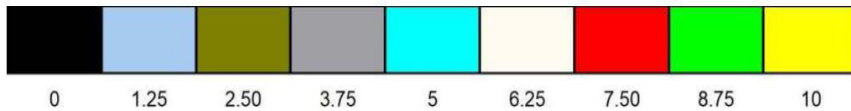
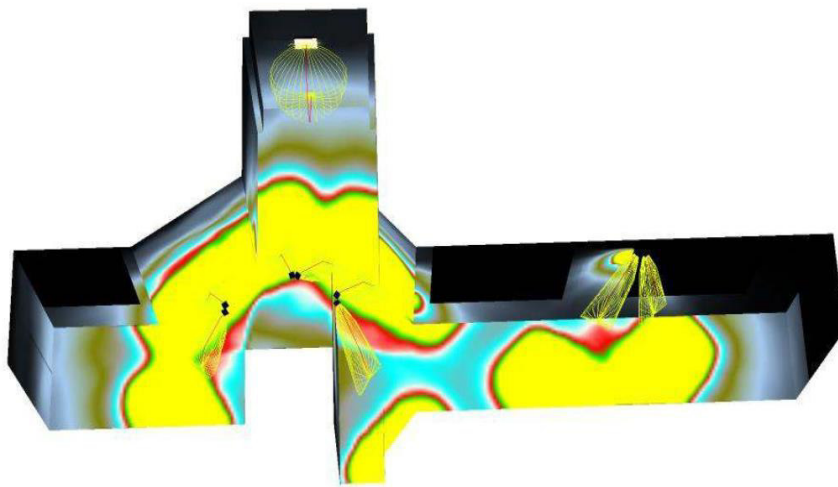
\*Especificaciones técnicas modificadas





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Local 1 / Escena de luz 2 / Rendering (procesado) de colores falsos**



lx

## Bloque 4 - ESFOT

Proyecto 1

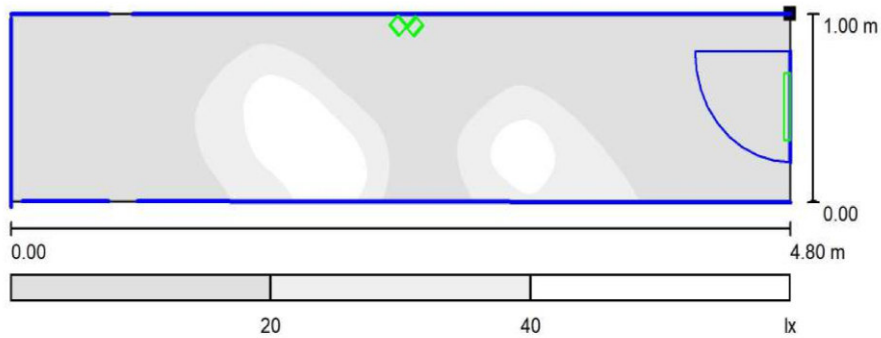


**DIALux**

17.08.2021

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Local 1 / Escena de luz 1 / Plano útil / Gama de grises (E)



Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(8.900 m, 4.593 m, 0.850 m)

Escala 1 : 35



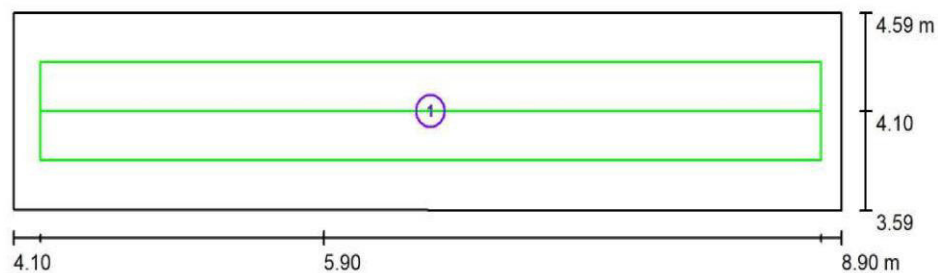
Trama: 128 x 32 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
14	0.57	54	0.041	0.011



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Local 1 / Escena de luz 1 / Vías de evacuación (sumario de resultados)**



Escala 1 : 35

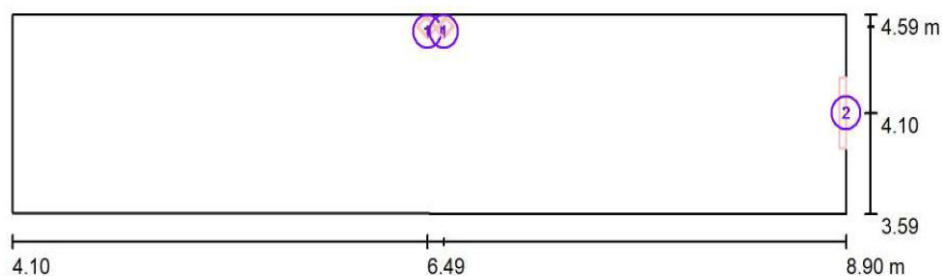
**Lista de vías de evacuación**

N°	Designación	Trama	$E_{min}$ [lx]	$E_{min} / E_{max}$	$E_{min}$ [lx] (Línea media)	$E_{min} / E_{max}$ (Línea media)
1	Vía de evacuación 1	128 x 16	1.30	0.058	1.62	0.08 (1 : 12)



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Local 1 / Luminarias (ubicación)**



Escala 1 : 35

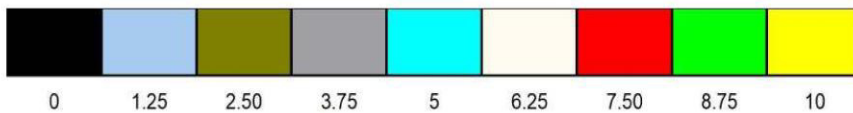
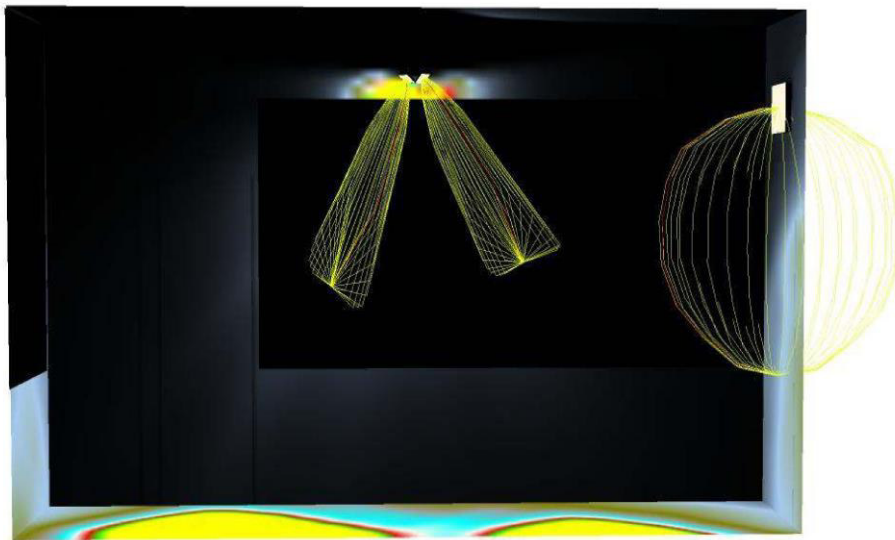
**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación
1	2	BEGHELLI PEH -T20 & PEH-T20-RC - MOLDED WHITE PLASTIC HOUSING WITH 2 MOLDED WHITE PLASTIC SWIVEL HEAD ASSEMBLIES, EACH HEAD ASSEMBLY CONSISTS OF: ONE CIRCUIT BOARD WITH 12 LEDS, MOLDED PLASTIC REFLECTOR WITH SPECULAR FINISH AND 1 APERTURE PER LED, CLEAR RECTANGULAR PRISMATIC PLASTIC LENS. BOTH SWIVEL HEAD ASSEMBLIES WERE ILLUMINATED FOR THIS TEST. ONLY ONE LIGHT HEAD WAS MEASURED FOR LIGHT OUTPUT. LENS PRISMS IN.
2	1	BEGHELLI 19313 Indica Led 20



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

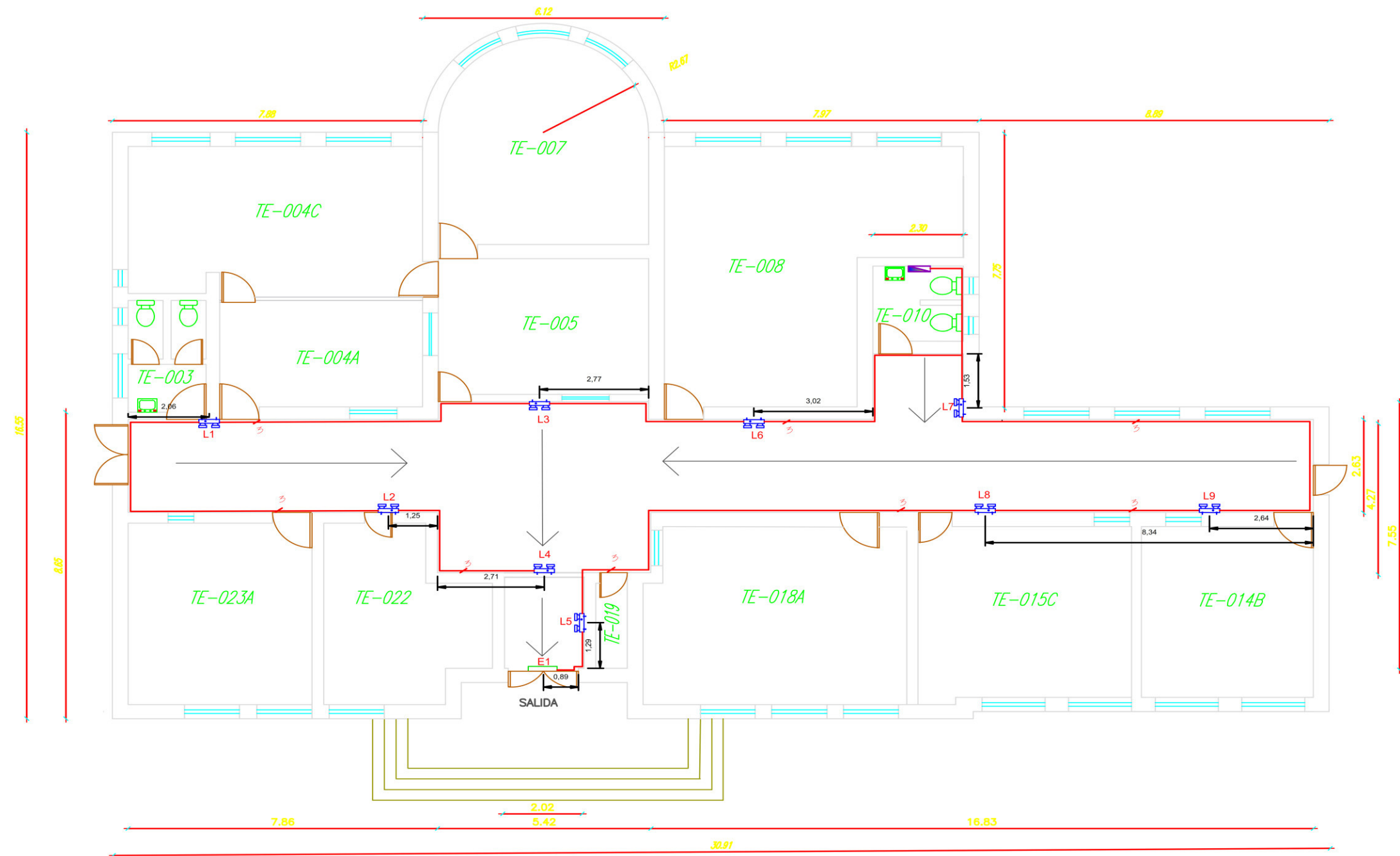
**Local 1 / Escena de luz 1 / Rendering (procesado) de colores falsos**



lx

## **ANEXO 4: PLANOS ELÉCTRICOS DE LOS BLOQUES**

# Bloque Subdirección - ESFOT



LEYENDA			
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	Circuito empotrado por el techo THHN 3X14AWG		Alumbrado de emergencia h=2.50 mt
	Tablero de distribución secundario		Señalética salida led h= 2.00 mt
	Puesta a tierra		Salida

EPN

Plano 1

Título:

Distribución de luminarias de emergencia - ESFOT

Realizado por: Edison Alvear

Fecha: 31/08/2021

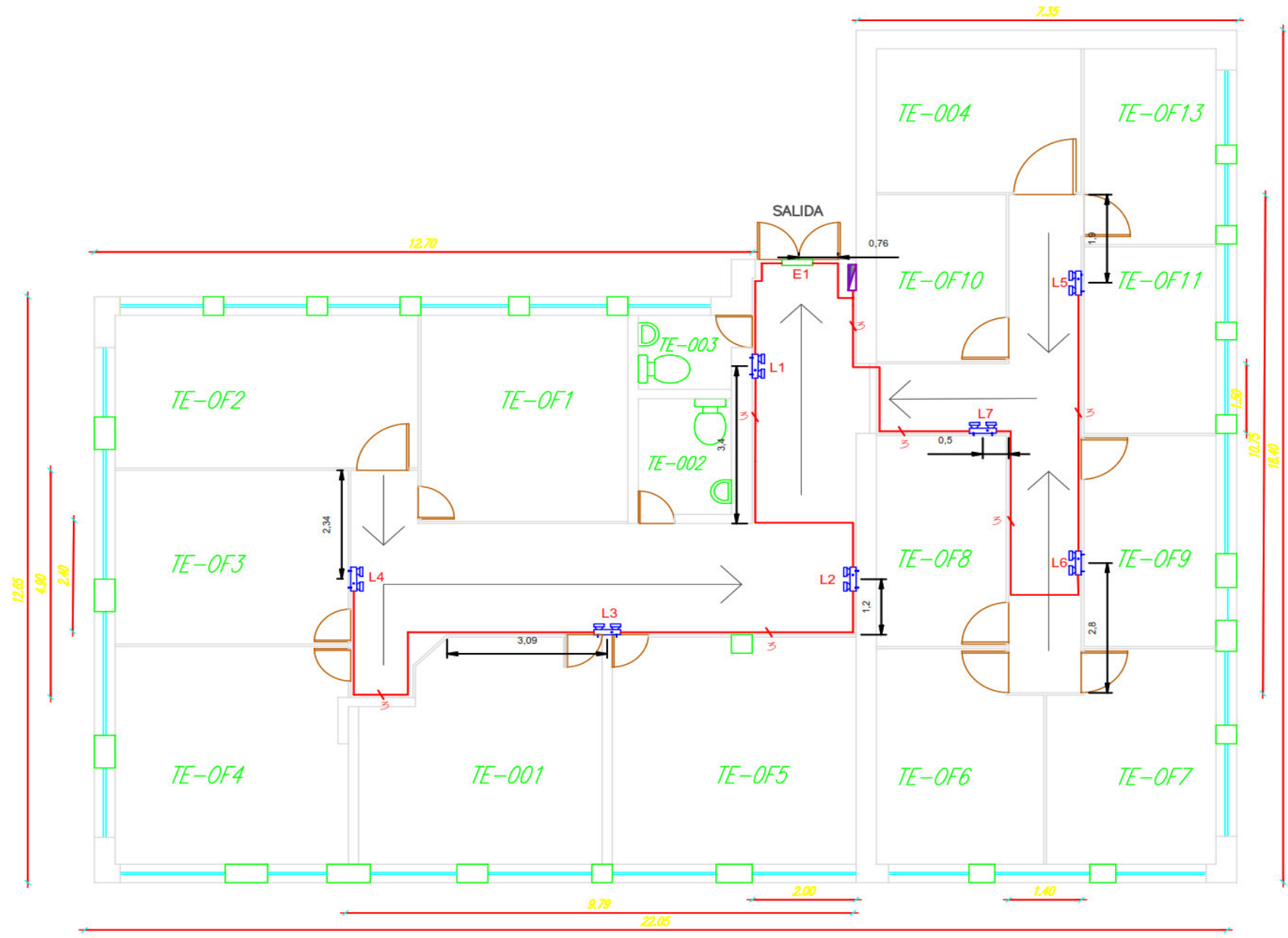
ESFOT 2021-A

Escala:

1:1

Escuela de Formación de Tecnólogos

# Bloque Oficina 2 - ESFOT

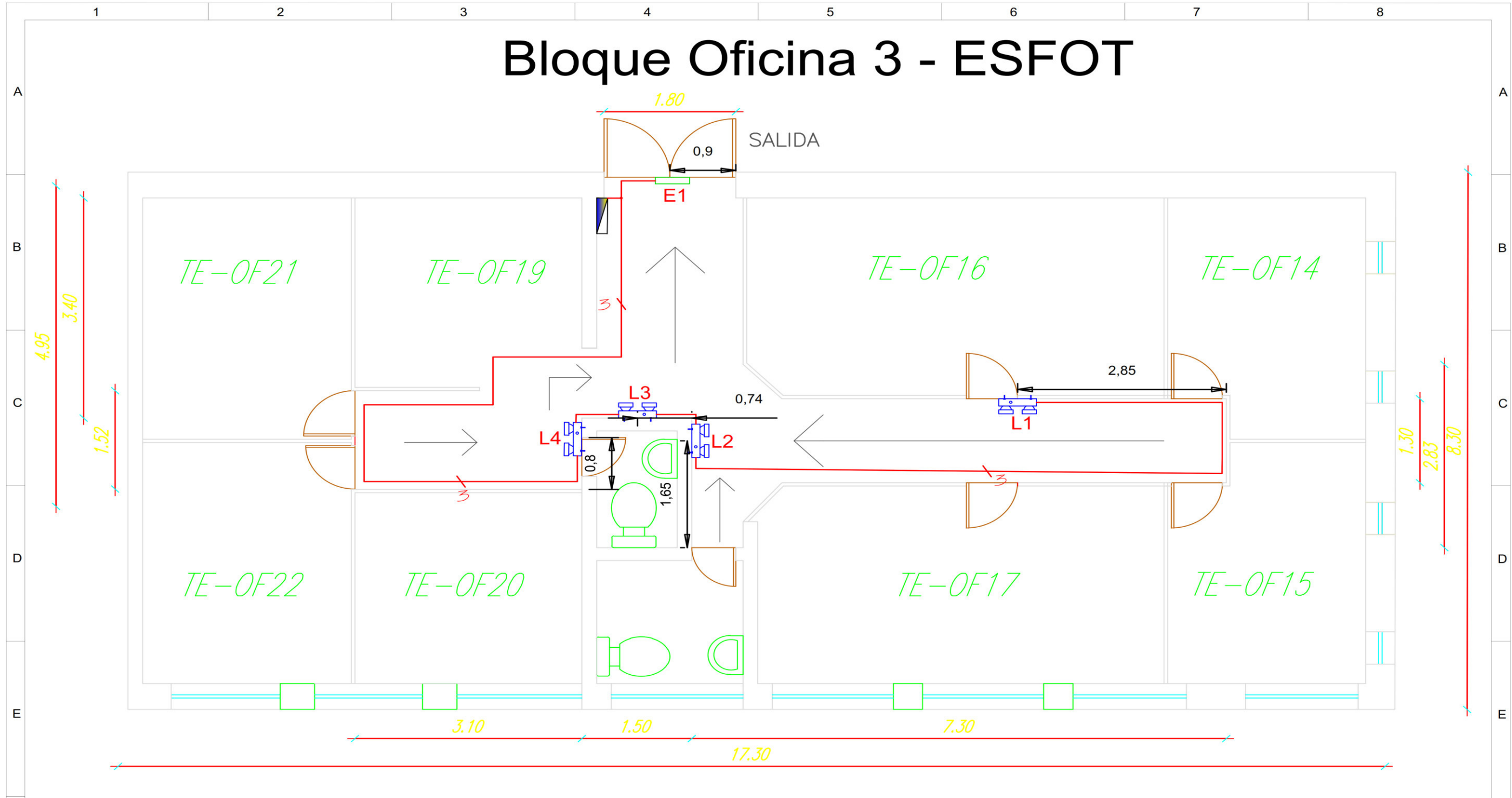


LEYENDA			
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	Circuito empotrado por el techo THHN 3X14AWG		Alumbrado de emergencia h=2.50 mt
	Tablero de distribución secundario		Señalética salida led h= 2.00 mt
	Puesta a tierra		Salida

<b>EPN</b>	Plano 2	Título:
Realizado por: Edison Alvear		Distribución de luminarias de emergencia - ESFOT
Fecha: 31/08/2021		ESFOT 2021-A
Escala:	1:1	Escuela de Formación de Tecnólogos



# Bloque Oficina 3 - ESFOT



LEYENDA			
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	Circuito empotrado por el techo THHN 3X14AWG		Alumbrado de emergencia h=2.50 mt
	Tablero de distribución secundario		Señalética salida led h= 2.00 mt
	Puesta a tierra		Salida

EPN

Plano 3

Título:

Distribución de luminarias de emergencia - ESFOT

Realizado por: Edison Alvear

Fecha: 31/08/2021

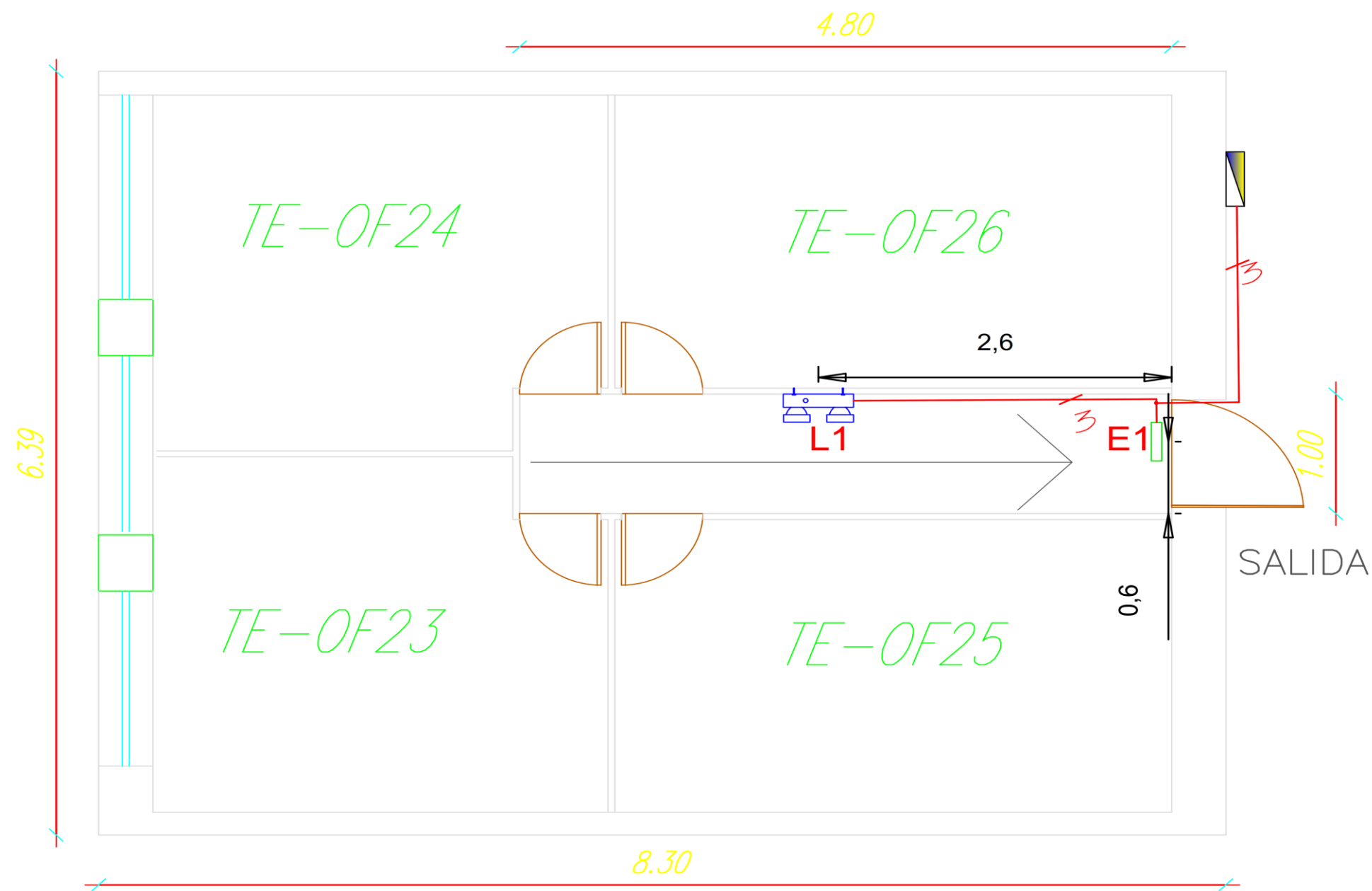
ESFOT 2021-A

Escala:

1:1

Escuela de Formación de Tecnólogos

# Bloque oficina 4 - ESFOT



LEYENDA			
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	Circuito empotrado por el techo THHN 3X14AWG		Alumbrado de emergencia h=2.50 mt
	Tablero de distribución secundario		Señalética salida led h= 2.00 mt
	Puesta a tierra		Salida

EPN

Plano 4

Título:

Distribución de luminarias de emergencia - ESFOT

Realizado por: Edison Alvear

Fecha: 31/08/2021

ESFOT 2021-A

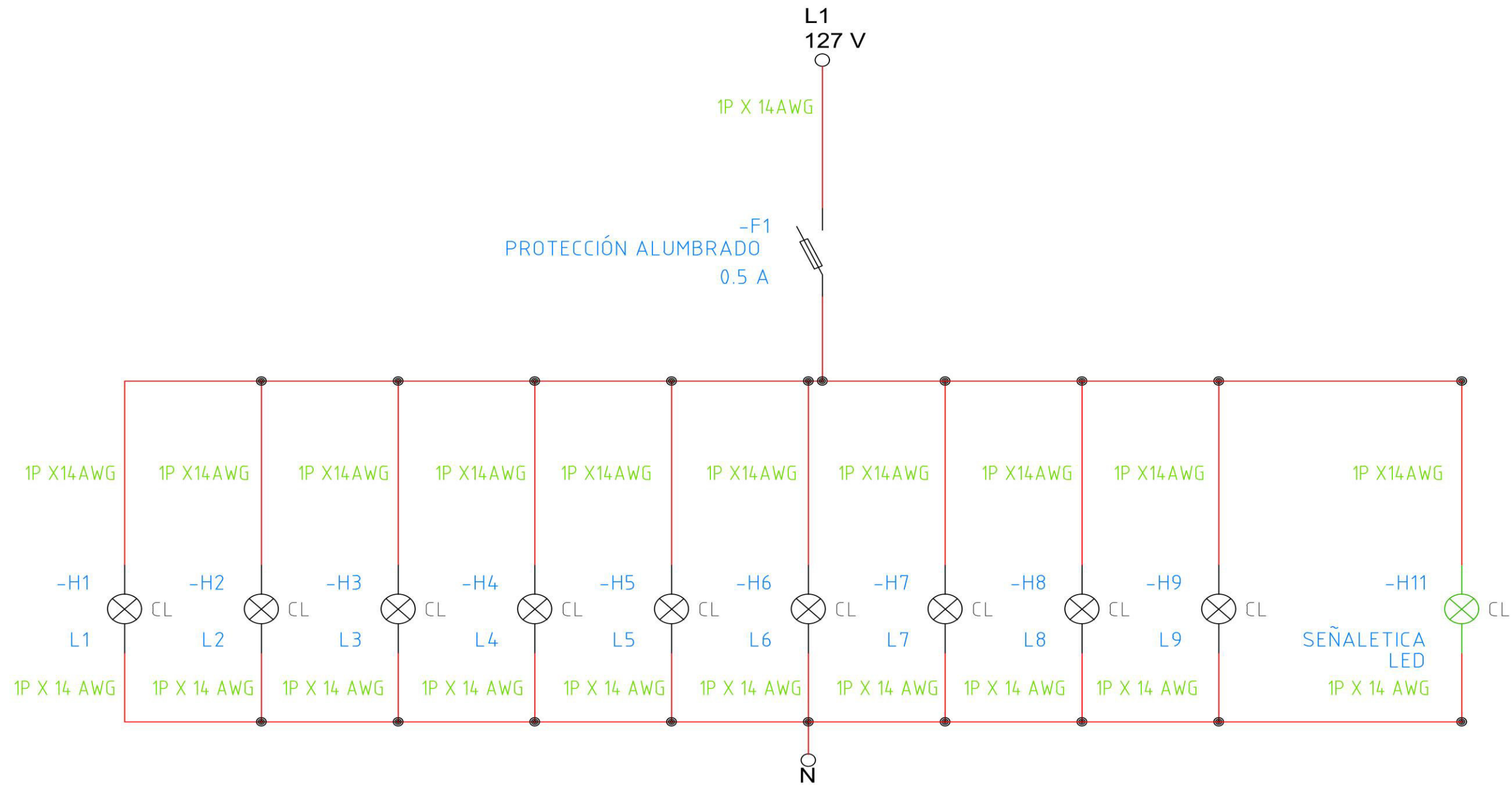
Escala:

1:1

Escuela de Formación de Tecnólogos

## **ANEXO 5: DIAGRAMAS ELÉCTRICOS DE LOS BLOQUES**

# Bloque Subdirección - ESFOT



LEYENDA			
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	Fase		Alumbrado de emergencia
	Protección termomagnético 0.5 A		Señalética salida led
	Puesta a tierra		Neutro

EPN

Plano 5

Título:

Diagrama eléctrico luminarias de emergencia - ESFOT

Realizado por: Edison Alvear

Fecha: 31/08/2021

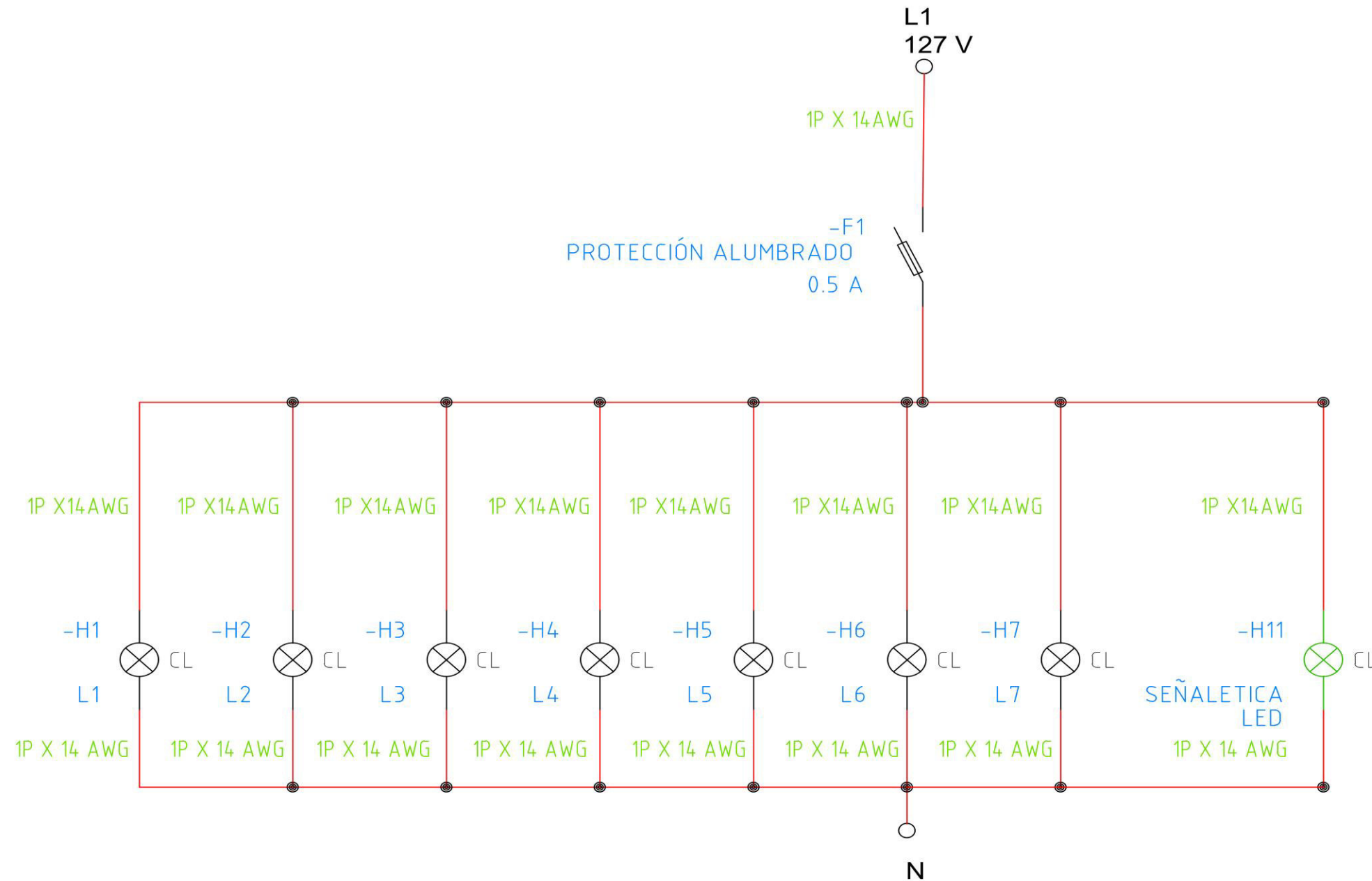
ESFOT - 2021 A

Escala:

1:1

Escuela de Formación de Tecnólogos

# Bloque Oficina 2 - ESFOT



LEYENDA			
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	Fase		Alumbrado de emergencia
	Protección termomagnético 0.5 A		Señalética salida led
	Puesta a tierra		Neutro

EPN

Plano 6

Título:

Diagrama eléctrico luminarias de emergencia - ESFOT

Realizado por: Edison Alvear

Fecha: 31/08/2021

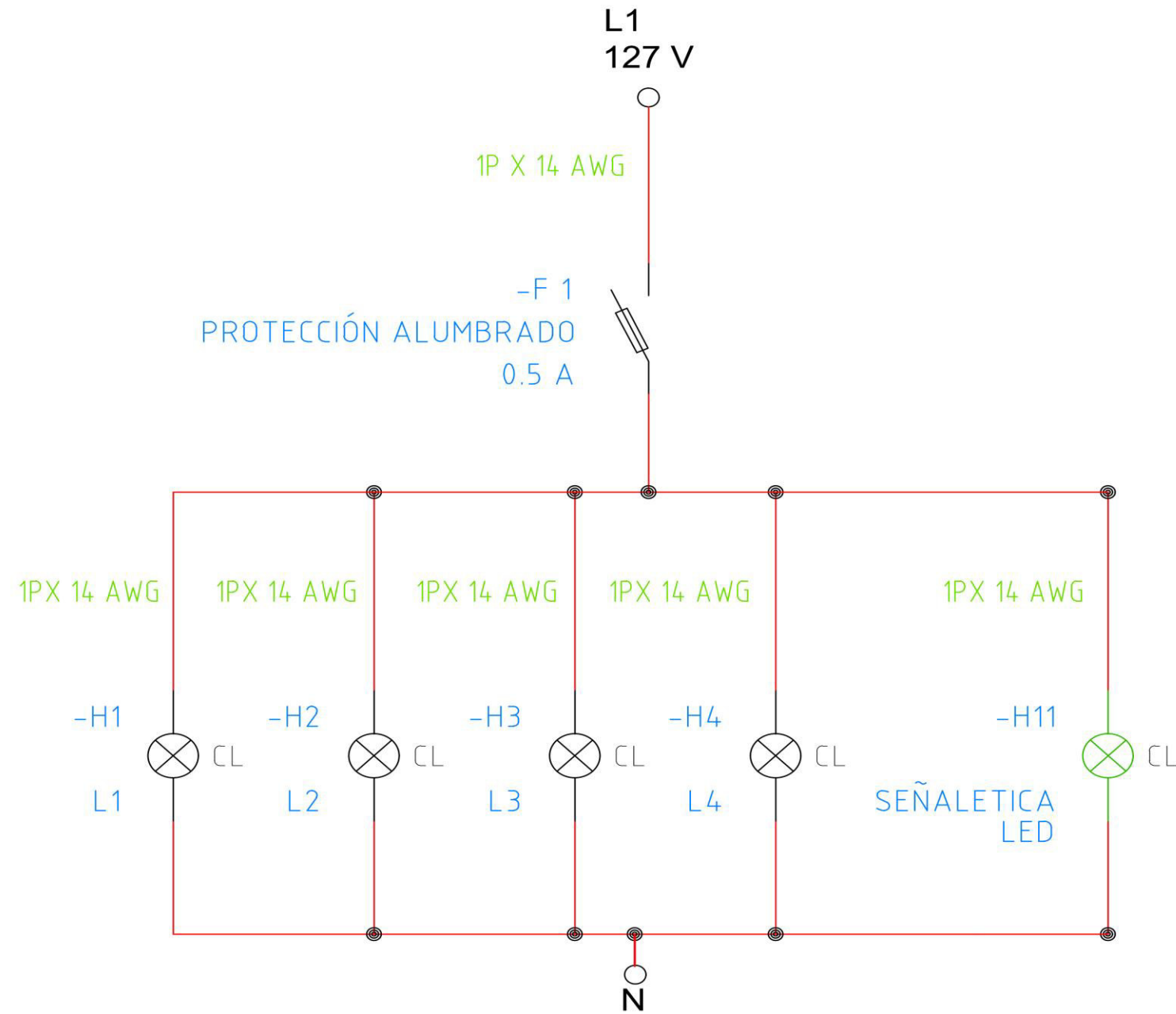
ESFOT - 2021 A

Escala:

1:1

Escuela de Formación de Tecnólogos

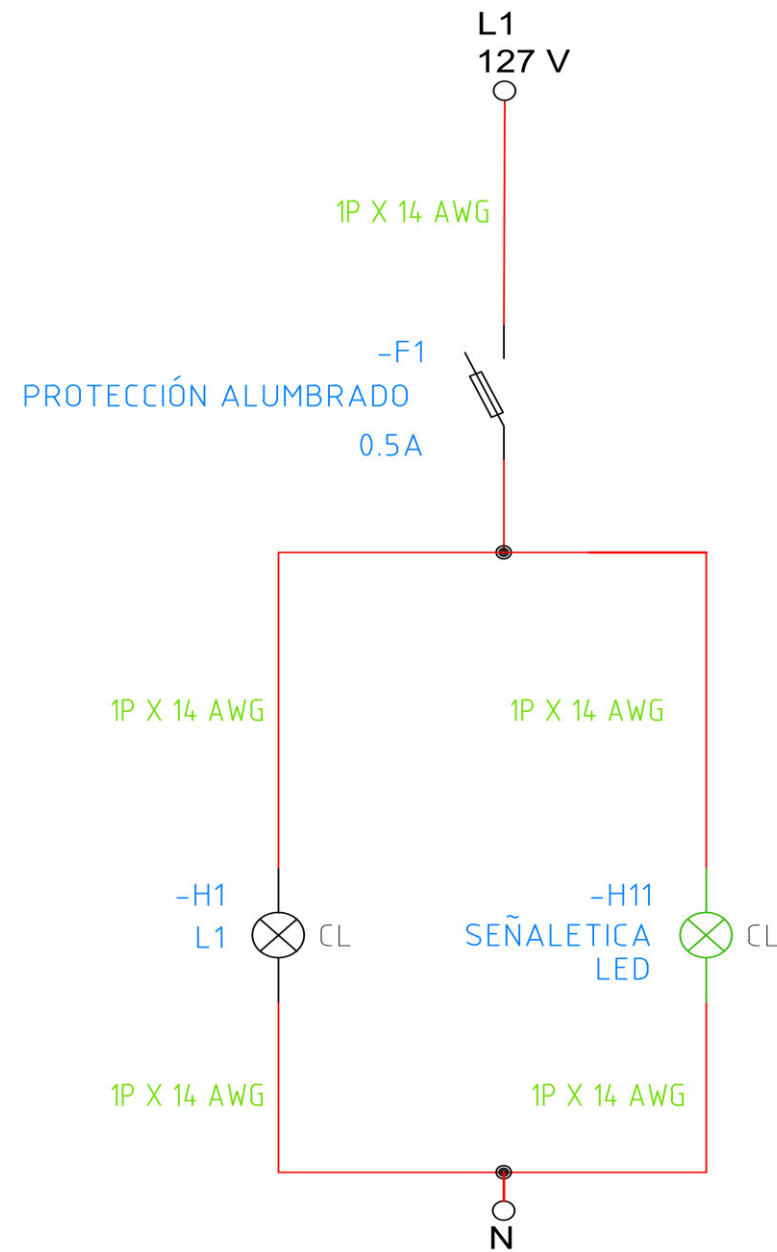
# Bloque Oficina 3 - ESFOT



LEYENDA			
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	Fase		Alumbrado de emergencia
	Protección termomagnético 0.5 A		Señalética salida led
	Puesta a tierra		Neutro

<b>EPN</b>	Plano 7	Título:
Realizado por: Edison Alvear		Diagrama eléctrico luminarias de emergencia - ESFOT
Fecha: 31/08/2021		ESFOT - 2021 A
Escala:	1:1	Escuela de Formación de Tecnólogos

# Bloque Oficina 4 - ESFOT



LEYENDA			
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	Fase		Alumbrado de emergencia
	Protección termomagnético 0.5 A		Señalética salida led
	Puesta a tierra		Neutro

<b>EPN</b>	Plano 8	Título:
Realizado por: Edison Alvear		Diagrama eléctrico luminarias de emergencia - ESFOT
Fecha: 31/08/2021		ESFOT - 2021 A
Escala:	1:1	Escuela de Formación de Tecnólogos