

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA EN LOS LABORATORIOS Y SEÑALIZACIÓN LUMINOSA LED EN LAS VÍAS DE EVACUACIÓN DE LA ESFOT.

TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA

MAURICIO ALEXANDER QUIZHPE DÍAZ

mauricio.quizhpe@epn.edu.ec

CRISTIAN ALEXANDER HIDALGO RODRÍGUEZ

cristian.hidalgo01@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. ADRIÁN FABRICIO LLUMIQUINGA SORIA

adrian.llumiquinga@epn.edu.ec

CODIRECTOR: ING. WILSON LEOPOLDO MORAN FLORES

wilson.moran@epn.edu.ec

Quito, diciembre, 2018

DECLARACIÓN

Nosotros, Mauricio Alexander Quizhpe Díaz y Cristian Alexander Hidalgo Rodríguez declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Sin perjudicar de los derechos reconocidos en el primer párrafo del artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación –COESC-, somos titulares de la obra en mención y otorgamos una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva de uso con fines académicos a la Escuela Politécnica Nacional. Entregaremos toda la información técnica pertinente. En el caso de que hubiese una explotación comercial de la obra por parte de la EPN, se negociara los porcentajes de los beneficios conforme lo establece la normativa nacional vigente.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

Mauricio Alexander Quizhpe Díaz

Cristian Alexander Hidalgo Rodríguez

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Mauricio Alexander Quizhpe Díaz y Cristian Alexander Hidalgo Rodríguez, bajo mi supervisión.

Ing. Adrián Fabricio Llumiquinga

DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. Wilson Moran Leopoldo

CODIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por la bendición de la vida, por guiarme en el arduo camino hacia el éxito, ser mi apoyo y fortaleza en los momentos de mayor dificultad y debilidad, brindándome paciencia y sabiduría para terminar con éxito las metas propuestas.

A mis queridos padres, Luciano y María, por ser los principales motivadores para el cumplimiento de mis sueños, por confiar y creer en mis habilidades, por los consejos, valores y principios que supieron inculcarme, por ser fundamentalmente el pilar de mi vida pese a los percances e inconvenientes que se supieron presentar, también a mi hermano Edison quien confió en mis conocimientos y habilidades, a quien no podría defraudar para que siga mi ejemplo y luche por sus sueños a pesar de las adversidades que se presenten, así dándome fuerzas para estudiar.

Agradezco a los diferentes ingenieros de la Escuela de Formación de Tecnólogos, por compartir sus conocimientos a lo largo de mi formación profesional, con mayor gratitud, al Ing. Adrián Fabricio Llumiquinga director de nuestro proyecto integrador, que con su experiencia me ayudo a orientarme a lo largo de la implementación del proyecto, quien supo guiarme con paciencia y sabiduría.

Agradezco al Ing. Wilson Leopoldo por su cooperación y aporte para culminar el presente proyecto.

Agradezco a mi novia Gabriela que con sus consejos supo darme fuerza en los momentos de difíciles, que con su cariño evito que me rindiera y siguiera adelante para poder alcanzar mi meta y culminar con mi carrera.

Mauricio Quizhpe Díaz

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedicamos principalmente a mis padres, Luciano y María por ser la inspiración y darme fuerza para continuar en el proceso de obtener uno de mis anhelos más deseados, por su amor, trabajo y sacrificios en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy, son los mejores padres.

A mi hermano por estar presente, acompañándome y por su apoyo moral que me brindo a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todas las personas que han creído en mí, que me han apoyado y han permitido que este sueño se realice con éxito y en especial a las personas que me abrieron sus puertas y me ayudaron con sus conocimientos para que cada día crezca y sea mejor.

Mauricio Quizhpe Díaz

AGRADECIMIENTO

El más profundo agradecimiento a mis padres, hermanos por su apoyo y afecto incondicional, por su constancia en los momentos eclipsados de mis estudios.

Al Ing. Adrián Llumiquinga por su guía y contribución en la realización del proyecto.

Al Ing. Wilson Morán por su colaboración y asistencia en la elaboración del proyecto.

A la Ing. Gabriela Araujo por su valioso aporte de conocimientos y colaboración a mi formación como profesional.

A la ESFOT por permitirnos usar sus instalaciones y equipos durante la realización del proyecto.

Cristian Hidalgo Rodríguez

DEDICATORIA

A Dios por darme la fuerza e inteligencia necesaria para sortear todas las dificultades y conflictos, la fortaleza para enfrentar los agravios, obstáculos que se han presentado.

Les dedico este proyecto a mis padres Marcelo y Celia, por su ayuda a lo largo de mi carrera universitaria, presentes ante todo en las dificultades, por su cariño y amor constante todos estos años.

A mi hermana Nathaly presente en los momentos de mayor dificultad.

A mi primo Santiago verdadero mentor, guía en mi vida estudiantil, realmente un hermano gracias a su aporte en mi vida personal y formación profesional.

A mis tíos Hernán y Esther presentes en un punto imprevisto de mi vida, supieron brindarme soporte necesario en el inicio de mi carrera universitaria.

Finalmente, a mi amigo y colega Mauricio, compañero constante estos años.

Cristian Hidalgo Rodríguez

INDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción del problema	1
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1 Objetivo General.....	2
1.2.2 Objetivos Específicos	2
1.3. Justificación.....	2

CAPITULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	4
2.1. Oficinas.....	4
2.2. ¿Qué es una vía de evacuación?	4
2.3. Sistema de iluminación de emergencia	5
2.3.1. Uniformidad lumínica.....	6
2.3.2. Iluminancia o iluminación	6
2.4. Casos de actuación de la iluminación de emergencia	6
2.5. Normas del sistema de iluminación de emergencia.....	6
2.6. Señalización de iluminación de emergencia	7
2.6.1 Colores de señalización	7
2.6.2 Requisitos de las señales de salida.....	8
2.6.3 Lugares de instalación de luminaria de emergencia	8
2.6.4 Clases de luminarias de emergencia.....	10
2.6.5 Modos de funcionamiento	10
2.6.6 Forma de conexión.....	11
Instalación a fase general	11
2.7. Programas de cálculo para iluminación de emergencia	11
2.7.1. Daisalux.....	11
2.8. Lux y lumen	12
2.8.1 Lux.....	12

2.8.2 Lumen.....	12
2.9. Señalética de salida	12
2.9.1 Composición.....	12
2.9.2 Dimensiones	13
2.9.3 Características técnicas	13
2.10. Lámpara de emergencia	14
2.10.1 Composición.....	14
2.10.2 Dimensiones.....	14
2.10.3 Características técnicas	14
2.11. Luxómetro.....	15
2.12. Cable eléctrico.....	16
2.12.1 Partes de cable eléctrico.....	16
2.12.2 Tipos de conductores eléctricos	16
2.12.3 Colores cables eléctricos	17
2.13. Regleta de conexión eléctrica.....	17
2.13.1 Partes de regleta de conexión eléctrica.....	17

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA.....	18
3.1. Tipo de investigación	18
3.2. Pasos metodológicos	18
3.3. Estudio técnico, diseño sistema de iluminación de emergencia en laboratorios de la ESFOT.....	20
3.3.1 Implementación y diseño de planos eléctricos AUTOCAD	20
3.3.2 Diseño plano luminotécnico Daisalux	21
3.3.3 Identificación de componentes para instalación de iluminación de emergencia	22
3.3.4 Elementos para instalación de luminaria de emergencia.....	26
3.3.5 Selección de conductores para instalación de acometida eléctrica.....	27
3.3.6 Diseño de diagrama unifilar	28
3.3.7 Instalación de acometida eléctrica.....	28

3.3.8 Prueba de funcionamiento de sistema de iluminación de emergencia y señalización luminosa led	29
3.3.9 Diseño de mapas de riesgo, recursos y evacuación de laboratorios de la ESFOT	31
3.3.10 Condiciones para el retorno seguro a los laboratorios de la ESFOT.....	31

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1. Posicionamiento de las lámparas y letreros led de emergencia	32
4.2. Mediciones obtenidas en los laboratorios	33
4.3. Error absoluto y relativo	34
4.4. Prueba de funcionamiento	35
4.5. Simulacro de evacuación.....	36
4.5.1 Simulacro de evacuación laboratorio de tecnología industrial	36
4.5.2 Simulacro de evacuación laboratorio 22-B.....	39
4.5.3 Checklist de cumplimiento de normativa	42

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
5.1. Conclusiones	44
5.2. Recomendaciones	45
6. BIBLIOGRAFÍA.....	46

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Vías de Evacuación. (Legrand, 2019)	4
Figura 2.2. Puertas de emergencia. (Legrand, 2019).....	8
Figura 2.3. Escaleras. (Legrand, 2019).....	9
Figura 2.4. Extintores y alarmas. (Legrand, 2019).....	9
Figura 2.5. Puestos de primeros auxilios. (Legrand, 2019).....	9
Figura 2.6. Tableros locales. (Legrand, 2019)	10
Figura 2.7. Clases de luminarias. (Normagrup, 2019).....	10
Figura 2.8. Conexión de iluminación de emergencia. (Legrand, 2019).....	11
Figura 2.9. Icono aplicación Daisalux. (Daisalux, 2019).....	11
Figura 2.10. Composición de la señal de salida. (Sylvania, 2019).....	12
Figura 2.11. Dimensión del letrero. (FEILO SYLVANIA, 2016)	13
Figura 2.12. Composición de la lámpara. (Sylvania, 2019).....	14
Figura 2.13. Dimensión de la lámpara. (FEILO SYLVANIA, 2018)	14
Figura 2.14. Luxómetro. (Comofunciona, 2019)	15
Figura 2.15. Partes cable eléctrico (Arévalo, 2019).....	16
Figura 2.16. Partes regleta de conexión eléctrica (SCAME, 2019).....	17
Figura 3.1. Plano Eléctrico AutoCAD Laboratorio de Tecnología Industrial. (Fuente: Propia)	20
Figura 3.2. Curvas Isolux Laboratorio de Tecnología Industrial. (Fuente: Propia)	21
Figura 3.3. Curva Lux/metro en vía de evacuación. (Fuente: Propia).....	22
Figura 3.4. Proforma 1 Insumos Eléctricos. (Fuente: Propia).....	24
Figura 3.5. Proforma 2 Insumos Eléctricos. (Fuente: Propia).....	25
Figura 3.6. Proforma 3 Insumos Eléctricos. (Fuente: Propia).....	26
Figura 3.7. Diagrama Unifilar Laboratorio de Tecnología Industrial. (Fuente: Propia)	28
Figura 3.8. Conexión en paralelo tablero de distribución secundario. (Fuente: Propia)	29
Figura 3.9. Letrero de salida led. (Fuente: Propia)	30
Figura 3.10. Luminaria de emergencia Led. (Fuente: Propia).....	30
Figura 4.1. Estados de funcionamiento del laboratorio de Tecnología Industrial. (Fuente: Propia).....	35
Figura 4.2. Salida por las vías de evacuación. (Fuente: Propia).....	37
Figura 4.3. Salida a un área abierta y segura. (Fuente: Propia)	37
Figura 4.4. Salida de emergencia. (Fuente: Propia).....	38
Figura 4.5. Reingreso al laboratorio de Tecnología Industrial. (Fuente: Propia)	38
Figura 4.6. Retomo de las actividades. (Fuente: Propia)	39
Figura 4.7. Simulacro de evacuación laboratorio 22-B. (Fuente: Propia)	39

Figura 4.8. Aglomeración en la puerta. (Fuente: Propia).....	40
Figura 4.9. Obstaculización de la salida. (Fuente: Propia).....	40
Figura 4.10. Reingreso parcialmente en orden y en silencio. (Fuente: Propia).....	41
Figura 4.11. Reingreso al laboratorio 22-B. (Fuente: Propia).....	41
Figura 4.12. Checklist laboratorio de Tecnología Industrial. (Fuente: Propia).....	42
Figura 4.13. Checklist laboratorio 22-B. (Fuente: Propia)	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Características Mínimas de Operación de los Sistemas de Alumbrado de Emergencia.	5
Tabla 2.2. Figuras geométricas, colores de seguridad y colores de contraste para señales de seguridad.	8
Tabla 2.3. Características técnicas del letrero.	13
Tabla 2.4. Características técnicas de las lámparas led.	15
Tabla 2.5. Características técnicas del Luxómetro.	16
Tabla 3.1. Elementos, cantidad y precio de insumos eléctricos.	26
Tabla 4.1. Número de lámparas, letreros y modificaciones.	33
Tabla 4.2. Medición de luxes en los laboratorios de la ESFOT.	34
Tabla 4.3. Error absoluto, relativo y porcentaje de incertidumbre.	35
Tabla 4.4. Funcionamiento de lámparas y letreros led de emergencia y duración de batería.	36

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del problema

Todas las edificaciones están en riesgo de enfrentar un evento adverso, sea natural o provocado por el hombre. De acuerdo con la Secretaría de Gestión de Riesgos, en el informe de Situación Actual por Evento Adverso, desde el año 2016 se han registrado 7 eventos sísmicos de magnitud superior a 5 grados, además de inundaciones, época lluviosa fuerte e incendios forestales. (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2018).

De acuerdo con la National Fire Protection Association (NFPA) es necesaria que la vía de evacuación de las personas este correctamente señalizada para guiar a las personas a los sitios seguros o puntos de encuentro y, si el evento ocurre en la noche, que exista iluminación de emergencia en las vías de evacuación y sitios de concentración masiva de personas, con la finalidad de que la evacuación no ocasione más daños a las personas que tratan de salir de las edificaciones. (NFPA 101, 2010).

Finalmente, la Ordenanza Metropolitana 470 en Materia de Prevención de Incendios vigente en el Distrito Metropolitano de Quito, señala en su Regla Técnica Metropolitana 3 (RTQ 3) que todas las ocupaciones concurridas por personas deben tener un sistema de iluminación de emergencia. Así también, en la Regla Técnica Metropolitana 5 (RTQ 5) se describen todos los requisitos de iluminación que los medios de egreso deben tener.

Se puede observar, en general, que las instalaciones de la Escuela Politécnica Nacional no cumplen con la mayoría de los requerimientos en Materia de Prevención de Incendios, el Cuerpo de Bomberos de Quito observa para dar el permiso de funcionamiento u ocupación, por lo que con este proyecto se espera coadyuvar a que las instalaciones reduzcan su riesgo de producir daños a las personas que evacue por un evento adverso natural o antrópico.

Finalmente, la ESFOT (Escuela de Formación de Tecnólogos) no cuenta con un sistema de iluminación de emergencia en sus espacios de concentración masiva ni en las vías de evacuación. Los laboratorios, oficinas y pasillos no poseen la iluminación que la regla técnica (RTQ 5) solicita para centros de enseñanza, ni tampoco se ha implementado la señalización para salir de forma ordenada y clara hacia los puntos de encuentro.

Para mejorar la situación actual se plantea el proyecto de IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA EN LOS LABORATORIOS Y SEÑALIZACIÓN LUMINOSA LED EN LAS VÍAS DE EVACUACIÓN DE LA ESFOT.

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Implementar un sistema de iluminación de emergencia en los laboratorios y señalización luminosa led en las vías de evacuación de la ESFOT.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar los requerimientos exigidos por las normativas locales e internacionales de iluminación de emergencia aplicable a instituciones educativas.
- Diseñar el sistema de iluminación de emergencias en los laboratorios y el sistema de señalización luminosa led de las vías de evacuación.
- Instalar las lámparas de emergencia en los laboratorios y la señalización luminosa led en las vías de evacuación de la ESFOT.
- Realizar las pruebas de funcionamiento de las lámparas y de la señalización.
- Elaborar los mapas de riesgos, recursos y evacuación de la ESFOT.

1.3. Justificación

En los últimos años ocurrieron incendios en instituciones educativas nacionales, por ejemplo, se tiene el incendio en el año 2017 en la Unidad Educativa María de Nazaret, centro de Quito, el incendio estructural en el Instituto Salesiano de Cuenca, incendio ocurrido en el instituto de artes y oficios “Cornelio Merchán Tapia”, entre otros. Dichos incendios ocasionaron pérdidas materiales incuantificables y la modificación de las actividades de docencia. (El Mercurio, 2017).

Por consiguiente, es importantísimo contar con lámparas de emergencia en los lugares donde existe gran concurrencia de público, como son, por ejemplo: laboratorio de electricidad, laboratorios de computación, laboratorio de instalaciones eléctricas, laboratorio de control o auditorios, debido primordialmente, a la distribución de los puestos de trabajo y por los materiales con los cuales se trabaja. Estos dos factores pueden ocasionar accidentes a los estudiantes, al personal docente y personal administrativo cuando traten de evacuar del lugar sin ningún tipo de iluminación (Trujillo, 2009).

Además, se debe implementar lámparas de emergencia en los laboratorios de la ESFOT, teniendo en cuenta que es un requisito mínimo que exige la Ordenanza Metropolitana 470 en la Regla Técnica Metropolitana RTQ 3. Esta regla técnica establece que las ocupaciones de Educación y Oficinas deben tener instalada iluminación de emergencia en escaleras y corredores interiores que conduzcan a una salida, también en espacios de uso común y para reuniones públicas y, finalmente, en partes interiores donde no hay ventanas (OM470, 2015).

El alumbrado de emergencia permitió una evacuación apropiada dentro de los laboratorios

cuando se produzca la falla del alumbrado normal, mientras que la señalización y vías de evacuación se obtuvo un desalojo del personal administrativo y estudiantes de una forma ordenada, previniendo accidentes.

Se realizó la instalación para los 9 laboratorios ubicados en las instalaciones de la ESFOT, los cuales inician su jornada laboral de 7:00 AM, a 8:00 PM, esta implementación permitió beneficiar al personal administrativo, estudiantes y académico de la ESFOT, que involucra un promedio de 1800 personas, permitiendo su evacuación de las instalaciones de forma segura y su ubicación en los puntos de encuentro. También se instaló señalización luminosa led, esto guío a las personas a los puntos de encuentro en caso de que se tenga que evacuar en el día o en la noche.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

En el presente capítulo, se detalla las normas estudiadas para la instalación de señalética e iluminación de emergencia (LED), elementos empleados en el cableado e instalación eléctrica, software aplicado en el diseño de las vías de evacuación, características físicas y técnicas, además de nociones básicas que componen un sistema de iluminación de emergencia.

2.1. Oficinas

Ocupación destinada a actividades de gestión administrativa, técnica o educación superior sean de carácter privado o público. Se consideran ocupaciones de oficinas, entre otras las siguientes edificaciones:

- Oficinas en general
- Salas de reunión con aforo menor a 50 personas
- Oficinas Públicas y Privadas
- Oficinas Técnicas
- Laboratorios educativos
- Universidades (Cuerpo de Bomberos DMQ, 2019)

2.2. ¿Qué es una vía de evacuación?

Una vía de evacuación se considera el recorrido iluminado que debe seguir una persona para ir desde cualquier punto de origen de evacuación hacia la salida de la edificación como se puede visualizar en la Figura 2.1. (Legrand, 2019)

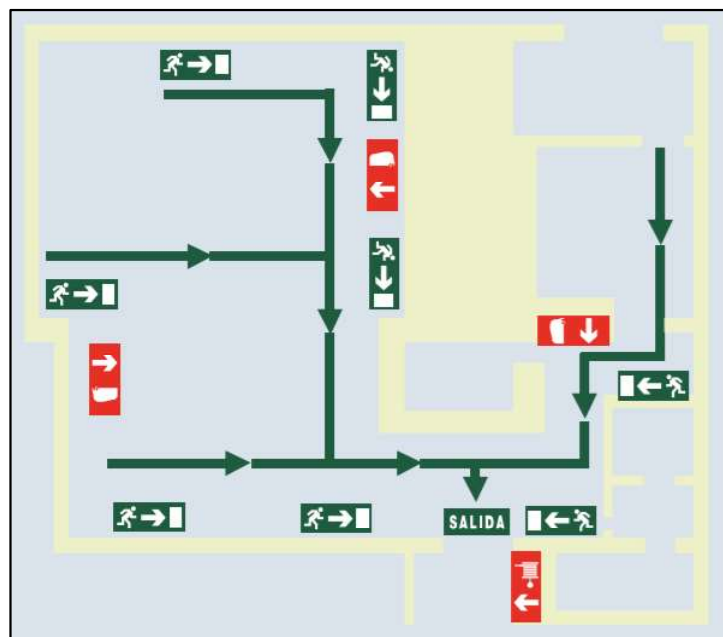


Figura 2.1 Vías de Evacuación. (Legrand, 2019)

2.3. Sistema de iluminación de emergencia

La iluminación de emergencia tiene como objetivo iluminar las rutas de evacuación, a las personas que en una condición adversa (emergencia) se vean obligadas abandonar la locación en la que se encuentre. Las normativas indican las condiciones necesarias, aseguran condiciones de visibilidad, identificación de vías de salida en establecimientos que se requiera la facilidad de evacuación.

La iluminación de emergencia permitirá la evacuación del personal administrativo, docentes y estudiantes hacia las zonas seguras en caso de una falla en el alumbrado general.

El sistema de iluminación de emergencia actuará de forma automática al producirse un fallo en el alumbrado general.

El sistema de iluminación de emergencia debe ser capaz de funcionar de forma repetitiva y automáticamente sin la intervención manual, utilizando únicamente baterías recargables para su correcto mantenimiento y carga adecuada. (Normagrup, 2019)

El sistema de iluminación de emergencia podrá ser totalmente independientes de los circuitos normales e incluso permanecer apagados mientras no existan fallas, o bien podrán formar parte de los circuitos normales y operar en modo similar a los circuitos de fuerza de emergencia. (MIDUVI, 2019)

Las condiciones que deben cumplir los sistemas de alumbrado de seguridad se muestran en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Características Mínimas de Operación de los Sistemas de Alumbrado de Emergencia.

Tipo de iluminación	Iluminación mínima	Razón I_{max} / I_{min} o uniformidad	Autonomía	Tiempo recuperación
Evacuación	1 lux, a nivel de suelo en zona central.	$I_{max} / I_{min} = 40$	1.5 hora	50 % de iluminación en 5 segundos, 100% en 60 segundos.
Antipánico	0.5 lux, a nivel de suelo.	$I_{max} / I_{min} = 40$	1.5 hora	50 % de iluminación en 5 segundos, 100% en 60 segundos.
Trabajos Peligrosos	10 % de la iluminación normal, con un mínimo de 15 lux.	$U = 0.1$	Un mínimo de 3 horas.	Mantener 100% de iluminación. Si no es posible, tiempo máximo 0.5 segundos.

U = uniformidad lumínica

I_{max} = iluminancia máxima

I_{min} = iluminancia mínima

2.3.1. Uniformidad lumínica

Es la iluminancia suministrada sobre una superficie de referencia, esta varía con el tiempo debido a factores ambientales a los que se encuentran expuestas las lámparas.

2.3.2. Iluminancia o iluminación

Es la iluminación que produce un lumen la cual incide sobre una superficie de un metro cuadrado, se determina mediante el luxómetro.

2.4. Casos de actuación de la iluminación de emergencia

La iluminación de emergencia debe ser capaz de proporcionar automáticamente la iluminación requerida en los diferentes casos:

- Interrupción de la iluminación general con el fallo del suministro público u otro suministro.
- Apertura de un switch o circuito.
- Cualquier intervención manual como la apertura de conmutadores de la iluminación general. (National Fire Protection Association (NFPA), 2019)

2.5. Normas del sistema de iluminación de emergencia

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

- “En el sistema de iluminación de emergencia no se deberá colocar enchufes ni conectar otro tipo de consumo, podrán ser totalmente independientes de los circuitos normales y permanecer apagados mientras no se produzca una falla.
- En general las luminarias de emergencia se instalarán a no menos de 2 m sobre el nivel del suelo, el cumplimiento de las exigencias de los parámetros se verificará por medición de las características establecidas en fichas técnicas entregadas por los fabricantes y junto a esta iluminación será exigible el aviso de SALIDA.
- La sección de los conductores de los circuitos derivados de iluminación será mínimo No. 14 AWG, y en circuitos de fuerza, calefacción o combinación de estos consumos será mínimo No. 12 AWG.
- Los sistemas de emergencia alimentados por baterías podrán funcionar con un voltaje de servicio distinto de la del sistema normal.
- La capacidad y características de la batería deberán ser tales como para mantener el 87,5% de su voltaje nominal durante 90 minutos, a plena carga. Las unidades deberán montarse fijas en su ubicación, no removibles sin uso de herramientas y podrán ser alimentadas desde los circuitos normales de alumbrado.” (MIDUVI, 2019)
- “Las luminarias de emergencia deben estar instaladas a distancias no mayores de 30 metros.” (Cuerpo de Bomberos DMQ, 2019)

- “La iluminación de emergencia debe proporcionar un período de 60 minutos en caso de pérdida de energía.
- Debe proporcionar una iluminación inicial de 10 lux y un mínimo en cualquiera de los puntos del área a nivel del suelo de 1 lux hasta el final de su operación.” (MIES, 2019)
- “La continuidad de iluminación de los medios de egreso debe permanecer de manera constante durante la edificación continúe ocupada.
- La demora permisible del encendido de la iluminación de emergencia no debe ser más de 10 segundos.
- La iluminación de emergencia permitirá que sus niveles bajen a no menos de 0.6 lux al final de la duración de la iluminación de emergencia.
- Se debe realizar pruebas de funcionamiento en luminarias activadas por baterías una vez cada 30 días por la duración de 30 segundos y se debe realizar una prueba anual de 1 hora y media de duración.” (National Fire Protection Association (NFPA), 2019)

2.6. Señalización de iluminación de emergencia

La señalización debe indicar de forma permanente la salida de la edificación durante el tiempo que permanece con público y alimentada por una fuente propia que funcione por determinados periodos de tiempo. (MIES, 2019)

Las señales de medios de egreso deben ser fácilmente visibles por la cual no se permitirá decoraciones, mobiliaria o equipos que dificulten observar la señal de salida.



Las señales deben ser legibles en idioma español e iluminada de forma continua, la ubicación de las señales no debe ser mayor a 30 metros de cualquier punto del área instalada y debe indicar la salida. (Cuerpo de Bomberos DMQ, 2019)

2.6.1 Colores de señalización

La función de los colores de seguridad y señalética de seguridad es llamar la atención y situaciones que incidan en la seguridad y salud, además obtener una comprensión rápida de la señal de seguridad. (Instituto Ecuatoriano de Normalización(INEN), 2019)

La descripción general asignado a cada señal, color se presenta en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2. Figuras geométricas, colores de seguridad y colores de contraste para señales de seguridad.

Figura Geométrica	Significado	Color de Seguridad	Color de Contraste al Color de Seguridad	Color del Símbolo Gráfico	Uso
	Condición Segura	Verde	Blanco	Blanco	Primeros auxilios Salida de emergencia Punto de encuentro
	Equipo contra incendio	Rojo	Blanco	Blanco	Extintor de incendios Equipo contra incendios

2.6.2 Requisitos de las señales de salida

- Los avisos de SALIDA deberán contar con fuentes de iluminación propia.
- Los avisos de SALIDA deberán funcionar de forma permanente, es decir cuando la iluminación normal funcione o cuando falle.
- Los avisos de SALIDA deben poseer una autonomía de 90 minutos en ausencia de alimentación eléctrica.
- Los avisos de SALIDA deberán estar en español y de fácil interpretación. (MIES, 2019)

2.6.3 Lugares de instalación de luminaria de emergencia

Se exige la instalación sobre las puertas de salida de emergencia como se puede visualizar en la Figura 2.2. (Legrand, 2019)



Figura 2.2. Puertas de emergencia. (Legrand, 2019)

Se exige la instalación cerca de las escaleras de modo que reciban la iluminación adecuada como se visualiza en la Figura 2.3. (Legrand, 2019)



Figura 2.3. Escaleras. (Legrand, 2019)

Se exige la instalación cerca de los equipos de extinción o de alarmas de incendios como se visualiza en la Figura 2.4. (Legrand, 2019)



Figura 2.4. Extintores y alarmas. (Legrand, 2019)

Se exige la instalación cerca de los puestos de primeros auxilios como se visualiza en la Figura 2.5. (Legrand, 2019)



Figura 2.5. Puestos de primeros auxilios. (Legrand, 2019)

Se exige la instalación en lugares donde se ubiquen los tableros eléctricos locales como se visualiza en la Figura 2.6. (Legrand, 2019)



Figura 2.6. Tableros locales. (Legrand, 2019)

2.6.4 Clases de luminarias de emergencia

No permanente: luminarias que solo están encendidas cuando falla la alimentación de alumbrado normal.

Permanente: luminarias que permanecen encendidas tanto en presencia de la red eléctrica o en ausencia de esta.

Combinada: luminarias que contienen 2 o más lámparas en la cual una está encendida en presencia del suministro eléctrico, con la pérdida de este se enciende la otra lámpara de reserva, como se visualiza en la

Figura 2.7. (Normagrup, 2019)

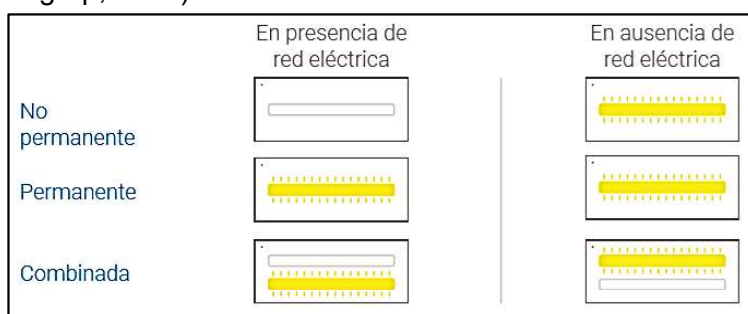


Figura 2.7. Clases de luminarias. (Normagrup, 2019)

2.6.5 Modos de funcionamiento

La luminaria de emergencia posee tres modos de funcionamiento:

Alerta: La iluminación de emergencia se encuentra a la espera del fallo del suministro eléctrico para encenderse.

Emergencia: estado en el que un aparato autónomo de alumbrado de emergencia proporciona iluminación por medio de su fuente de energía interna una vez que el suministro eléctrico falla.

Reposo: estado en la cual la luminaria de emergencia que ha sido apagada intencionalmente durante la falla de la alimentación normal o que ha pasado la duración asignada y no se

restablece la alimentación normal y en caso del regreso de la alimentación normal, vuelve de manera automática al estado de alerta. (Normagrup, 2019).

2.6.6 Forma de conexión

Instalación a fase general

La forma de conexión de las luminarias de emergencia y señalización será la misma fase del alumbrado normal como se visualiza en la Figura 2.8.



Figura 2.8. Conexión de iluminación de emergencia. (Legrand, 2019)

2.7. Programas de cálculo para iluminación de emergencia

2.7.1. Daisalux

Software desarrollado para elaborar proyectos de iluminación de emergencia con gran precisión. Este programa prioriza la eficiencia y cumple con total seguridad las normativas vigentes.

Este programa supone un importante avance en el diseño de proyectos, permitiendo un considerable ahorro de tiempo. Facilita la adecuada distribución de luminarias de emergencia, optimizando el coste del proyecto.

El software Daisalux está diseñado específicamente para cálculos de iluminación de emergencia y expresar la relación de uniformidad.

Los requisitos mínimos que debe cumplir cada proyecto pueden ser modificados en el software Daisalux para proporcionar soporte internacional.

El programa de cálculo Daisalux permite importar planos en formato DXF y trabajar sobre los planos originales. Además, se pueden añadir rutas de evacuación sobre estos planos e incluso definir los puntos de seguridad y los cuadros eléctricos del proyecto, su icono se puede visualizar en la Figura 2.9. (Daisalux, 2019)



Figura 2.9. Icono aplicación Daisalux. (Daisalux, 2019)

2.8. Lux y lumen

2.8.1 Lux

El lux (lx) es la unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades para la iluminancia o nivel de iluminación. Equivale a un lumen /m². Se usa en la fotometría como medida de la luminancia, tomando en cuenta las diferentes longitudes de onda según la función de luminosidad, un modelo estándar de la sensibilidad a la luz del ojo humano. (DOS20 ILUMINACIÓN, 2019).

2.8.2 Lumen

El lumen (símbolo: lm) es la unidad del Sistema Internacional de Medidas para medir el flujo luminoso, una medida de la potencia luminosa emitida por la fuente. (DOS20 ILUMINACIÓN, 2019).

2.9. Señalética de salida

2.9.1 Composición

1. Perno de expansión
2. Tornillo
3. Soporte
4. Cubierta lateral.

Las diferentes partes se podrán visualizar en la Figura 2.10.

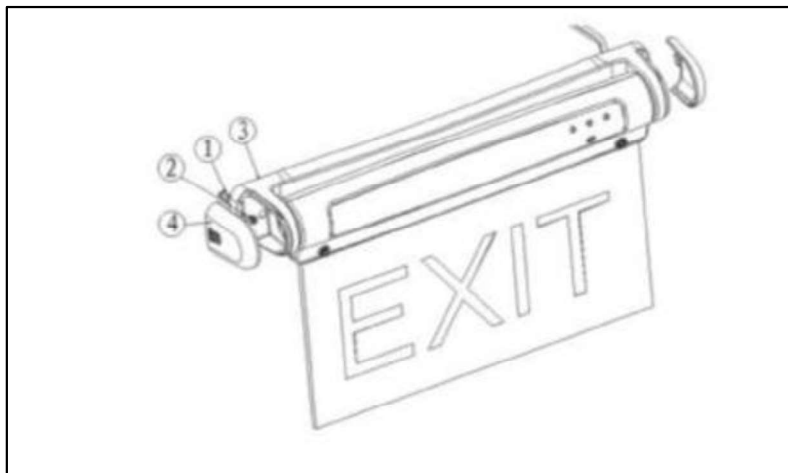


Figura 2.10. Composición de la señal de salida. (Sylvania, 2019)

2.9.2 Dimensiones

Las dimensiones de los letreros led se pueden visualizar en la Figura 2.11.

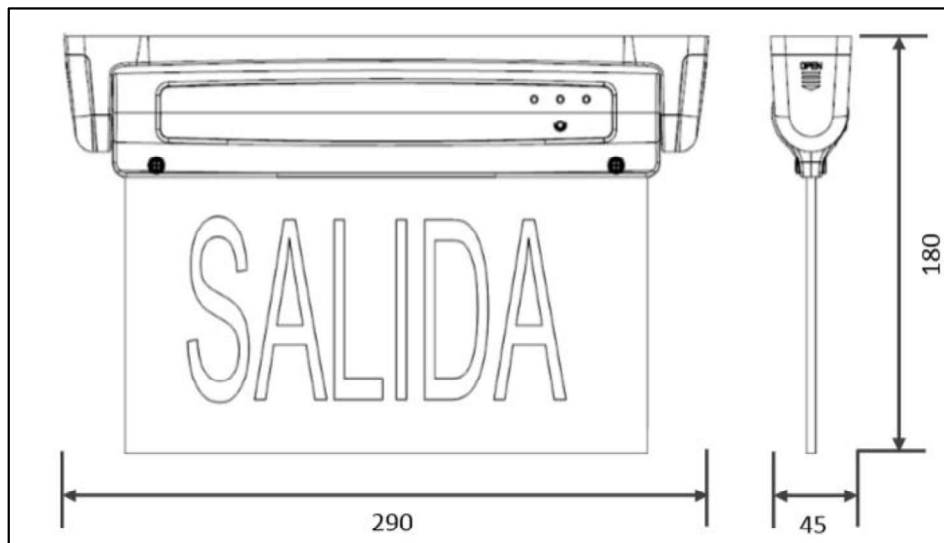


Figura 2.11. Dimensión del letrero. (FEILO SYLVANIA, 2016)

2.9.3 Características técnicas

La verificación será realizada por análisis de las características de los equipos establecidos en las fichas técnicas entregadas por los fabricantes, en la Tabla 2.3 se visualizará los datos ópticos, físicos y eléctricos de los letreros led. (Sylvania, 2019)

Tabla 2.3. Características técnicas del letrero.

DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	Luz verde	Acabado	Letras verdes	Potencia de entrada	1.8 (W)
Flujo luminoso	8 (lm)	Grado de protección	IP20	Tensión de operación	110-130 (V)
		Dimensiones	180*290*45(m m)	Frecuencia	50/60 (HZ)
		Tipo de montaje	Sobreponer	Corriente de entrada	0.15 (A)
		Chasis	Carcasa termo plástica	Factor de potencia	0.9
		Material óptico	PMMA	Batería	Ni-Cd 3.6(V) 500 (maH)
		Temperatura de operación	0-40 (°C)	Tiempo de carga	24 horas
				Tiempo de autonomía	90 minutos

2.10. Lámpara de emergencia

2.10.1 Composición

1. Luminaria led.
2. Botón de test.
3. Indicador de funcionamiento.
4. Chasis.
5. Regulador de posición de luminaria.
6. Leds.

Las diferentes partes se podrán visualizar en la Figura 2.12.

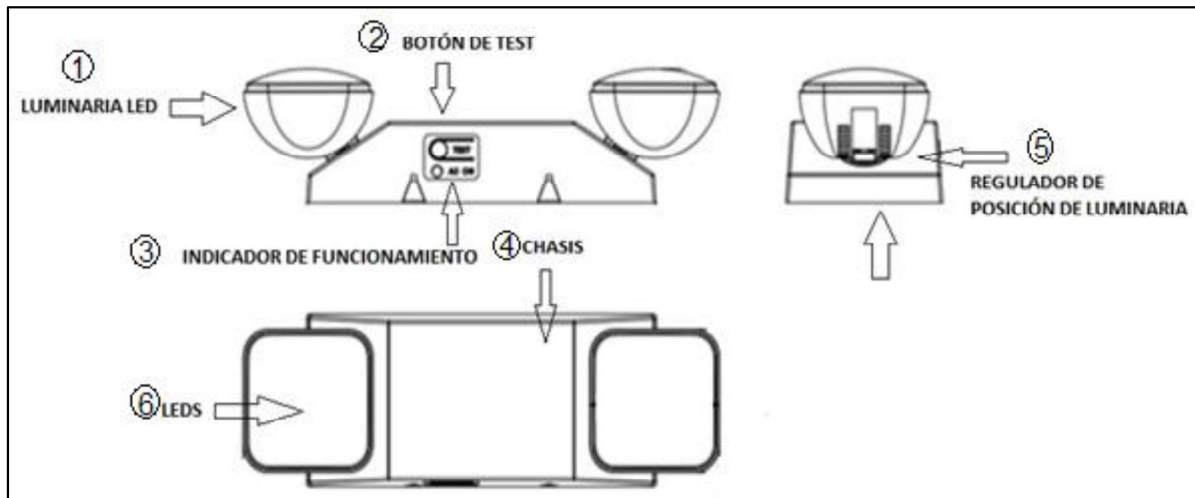


Figura 2.12. Composición de la lámpara. (Sylvania, 2019)

2.10.2 Dimensiones

Las dimensiones de las lámparas led se pueden visualizar en la Figura 2.13.

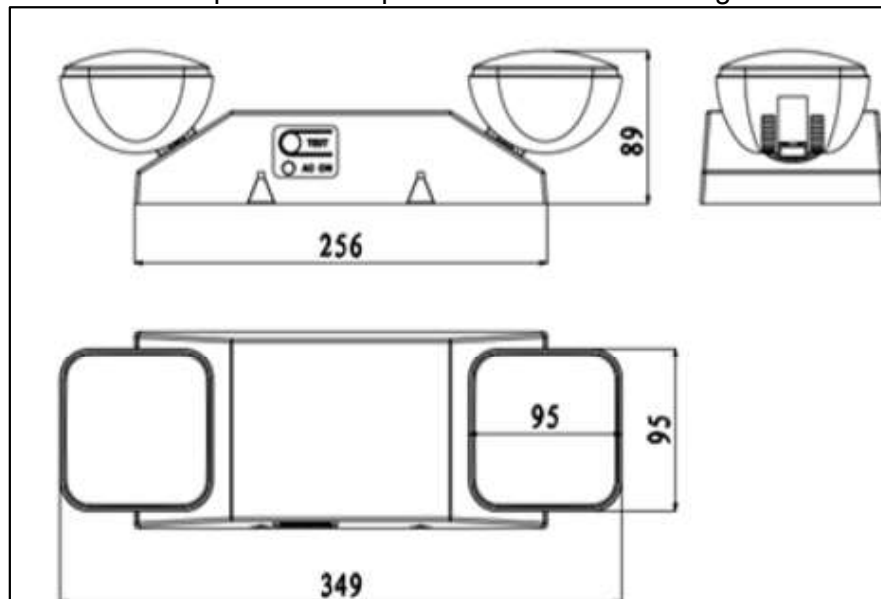


Figura 2.13. Dimensión de la lámpara. (FEILO SYLVANIA, 2018)

2.10.3 Características técnicas

En la Tabla 2.4 se visualizará los datos ópticos, físicos y eléctricos de las lámparas led. (Sylvania, 2019)

Tabla 2.4. Características técnicas de las lámparas led.

DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	6500 (K)	Acabado	Gris	Potencia de entrada	Max 2.5 (W)
Flujo luminoso	2 x 75 (lm)	Grado de protección	IP20	Tensión de operación	120V o 277 (V)
Ángulo de apertura	120°	Dimensiones	89*349*105 (mm)	Frecuencia	50/60 (HZ)
Potencia Spot LED	2x1.2 (w)	Tipo de montaje	Sobreponer	Corriente de entrada	Max 0.02 (A)
		Chasis	Carcasa termo plástica	Factor de potencia	0.6
		Material óptico	PMMA	Batería	Ni-Cd 3.6 (V) 1000 (maH)
		Temperatura de operación	0-40(°C)	Tiempo de carga	24 horas

2.11. Luxómetro

EL luxómetro es un medidor de precisión para medir lux y FC (unidad de pie de candela), como se muestra en la Figura 2.14. El luxómetro sirve para la medición de luz en la industria, la agricultura y la investigación. Siempre es conveniente a la hora de medir la luz tener en cuenta las condiciones previas. Así, se debería fijar la distancia y el ángulo entre el luxómetro y el objeto a medir para obtener resultados con una reproducibilidad alta, sus características técnicas se muestran en la Tabla 2.5. (PCE Instruments, 2019)



Figura 2.14. Luxómetro. (Comofunciona, 2019)

Tabla 2.5. Características técnicas del Luxómetro.

Especificaciones Técnicas	
Pantalla	Pantalla LCD
Rango	0.1-200000 (LUX) o 0.01-20000 (Fc)
Resolución	0.1 (LUX) / 0.01(Fc)
Exactitud	+4%
Unidades	(Lux & Fc)
Funciones	Retención, Rango automático y manual
Apagado automático	Después de 15 minutos
Fuente de alimentación	Batería de 9 (V)
Entorno operativo	-10 a 50(°C)
Dimensiones	145*67*32 (mm)
Peso	170 (gr)

2.12. Cable eléctrico

Es un componente fabricado para la conducción de electricidad, constituido en su mayor parte por cobre (alto grado de conductividad).

2.12.1 Partes de cable eléctrico

Se visualizan los elementos que componen el cable eléctrico Figura 2.15. (Arévalo, 2019)

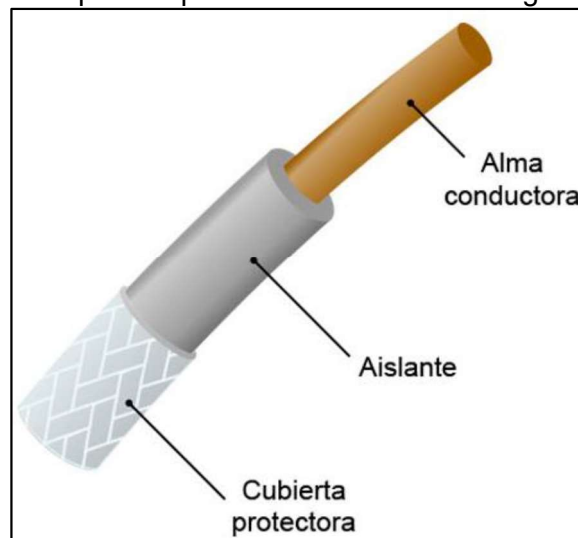


Figura 2.15. Partes cable eléctrico (Arévalo, 2019)

2.12.2 Tipos de conductores eléctricos

Conductor de alambre desnudo: Alambre sólido, no flexible sin recubrimiento, utilizado para conexión a tierra.

Conductor de alambre aislado: Alambre sólido, con recubrimiento de material aislante.

Conductor de cable flexible: Alambre de múltiples filamentos, maleable cuentan con recubrimiento de material aislante.

Conductor de cordón: Formado por más de un alambre, envueltos de forma conjunta y cuenta un aislamiento externo único conjunto. (MasVoltaje, 2019).

2.12.3 Colores cables eléctricos

- Conductor de fase azul, negro o rojo
- Conductor neutro blanco
- Conductor de tierra verde
- Conductor de retorno cualquier color (MIDUVI, 2019)

2.13. Regleta de conexión eléctrica

Elemento utilizado para conexiones, derivaciones interiores entre conductores eléctricos. (SCAME, 2019)

2.13.1 Partes de regleta de conexión eléctrica

Se visualizan los elementos que componen la regleta de conexión eléctrica en la Figura 2.16. (SCAME, 2019)

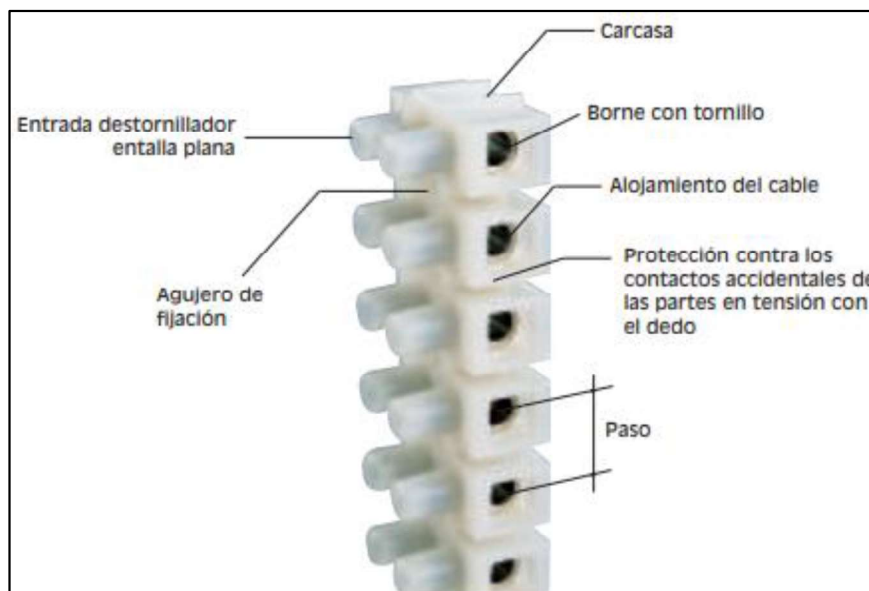


Figura 2.16. Partes regleta de conexión eléctrica (SCAME, 2019)

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

La elaboración del proyecto se definió frente a los riesgos de enfrentar un evento adverso, natural o provocado. Por tal motivo el proyecto elaborado se realizó a base de la metodología aplicada, en el cual se empleó destrezas y conocimientos adquiridos. La metodología de investigación aplicada recibe el nombre de “investigación práctica o empírica”, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. La aplicación del conocimiento organizado, sistemático junto a los resultados de la investigación da como resultado el entendimiento de la realidad. “En general, a aquel tipo de estudios científicos orientados a resolver problemas de la vida cotidiana o a controlar situaciones prácticas, haciendo dos distinciones:

La que incluye cualquier esfuerzo sistemático y socializado por resolver problemas o intervenir situaciones.

En ese sentido, se concibe como investigación aplicada tanto la innovación técnica, artesanal e industrial como la propiamente científica” (Vargas & Rosas, 2019)

3.2. Pasos metodológicos

Se realizó un diseño técnico, que indica el área que ocupan los diversos laboratorios de la ESFOT con sus diferentes características constructivas. Se tomó medidas de estos ambientes (lugares de ensayos) para realizar los planos y generar la proyección lumínica en el software especializado Daisalux.

Se elaboró los planos en AutoCAD de las áreas de los laboratorios de la ESFOT, mediante estos planos se ingresó la plantilla para el diseño lumínico en Daisalux.

Se diseñó la iluminación de emergencia con el software Daisalux, mediante el cual se obtienen informes de luminotecnia determinando los materiales necesarios para la instalación de la iluminación de emergencia en función de los parámetros ingresados por el usuario.

Se efectuó una búsqueda de los elementos en el mercado con la obtención de proformas en diferentes locales comerciales, posterior se selecciona el mejor de ellos con las características de relación calidad-precio.

La selección del calibre de conductor se realizó mediante el uso de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) para instalación electromecánica del Ecuador, tomando en cuenta los diversos factores operativos de la lámpara de emergencia led, letreros led y su consumo eléctrico.

Se realizó un diagrama unifilar para definir el elemento de maniobra que opera a las

luminarias led, letreros led en los diferentes laboratorios de la ESFOT, como se ejecutaran las conexiones que conforman el sistema de iluminación de emergencia.

Mediante el plano lumínico obtenido, diagrama unifilar se realizó la instalación aplicando las normativas vigentes RTQ-5, NEC de la acometida eléctrica con los elementos propuestos lámparas de emergencia led, letreros led.

Subsiguiente, se ejecutó una prueba al sistema de iluminación para verificar su funcionamiento, se des energizó cada del tablero de distribución principal de los laboratorios de la ESFOT, se comprobó el encendido de las lámparas led y letrero led. En este procedimiento se tomó mediciones de luxes en las vías de evacuación para realizar una comparación con los valores establecidos por norma en la RTQ-5.

Se diseñó mapas de riesgo, recursos y evacuación para la familiarización de los estudiantes, docentes frente a un evento adverso.

Se efectuó una lista de condiciones para el retorno seguro a los laboratorios de la ESFOT.

Se preparó un manual de uso, el cual describe cada parte del sistema instalado detalladamente y como debe efectuarse el mantenimiento de este. El manual especifica detalles eléctricos, físicos de los elementos, para una fácil comprensión y entendimiento del sistema de iluminación de emergencia.

3.3. Estudio técnico, diseño sistema de iluminación de emergencia en laboratorios de la ESFOT.

3.3.1 Implementación y diseño de planos eléctricos AUTOCAD

El sistema de iluminación está desarrollado por el software especializado Daisalux, mediante el diseño previo de los planos en AutoCAD en el cual se especifica el área ocupada por cada laboratorio de la ESFOT. En la Figura 3.1 se observa un plano 2D de cómo se efectuó el diseño del plano eléctrico junto al posicionamiento de las luminarias de emergencia led y letrero led. Además, se detalla los planos eléctricos de todos los laboratorios implementados en el proyecto en la sección de **Anexo 2**.

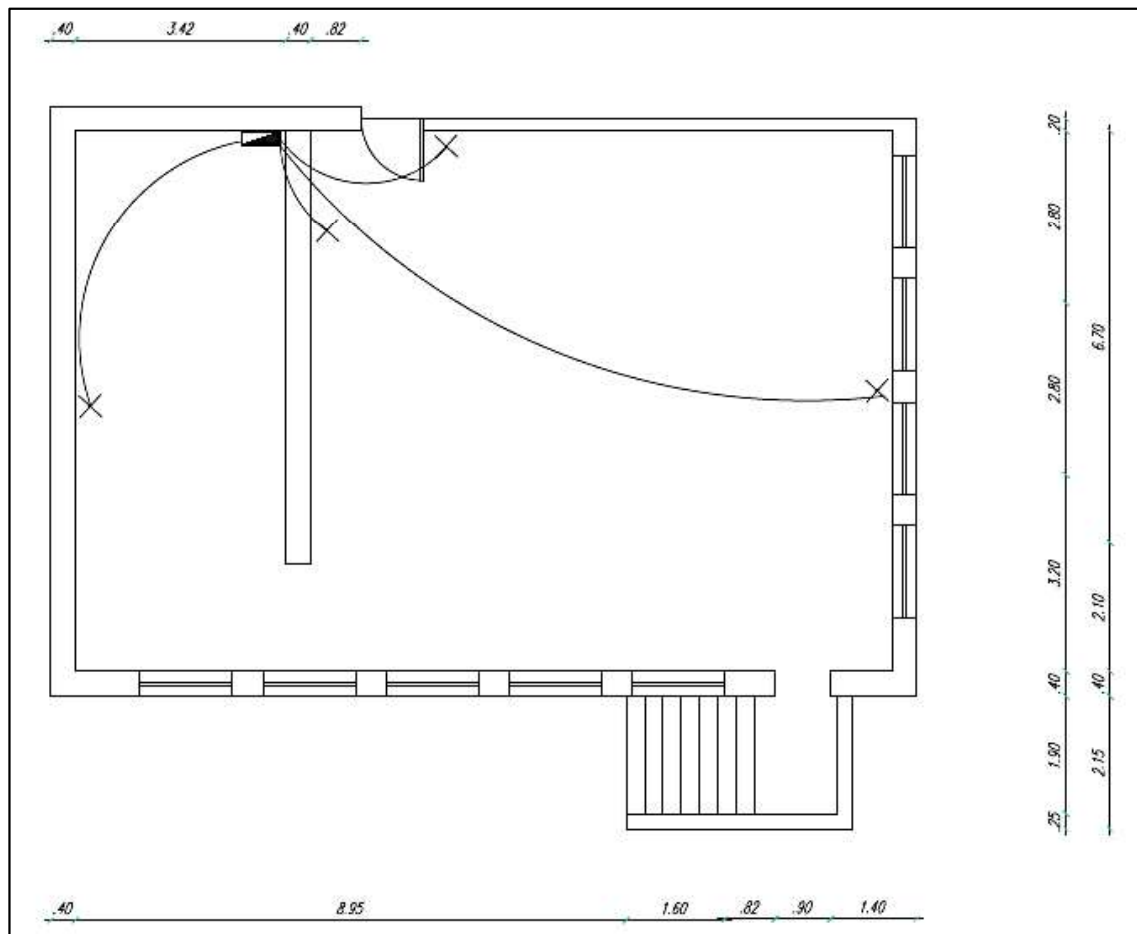


Figura 3.1. Plano Eléctrico AutoCAD Laboratorio de Tecnología Industrial. (Fuente: Propia)

Las luminarias se posicionaron a una altura de 2.80 (m) y los letreros led a 2.30 (m) respecto al piso para evitar la manipulación de estudiantes, docentes y personal administrativo, la posición de cada elemento fue diseñada por el programa Daisalux en el cual se detallará las características tomadas en cuenta para su instalación.

3.3.2 Diseño plano luminotécnico Daisalux

En el Software Daisalux se implementó el diseño lumínico de cada laboratorio de la ESFOT, esta herramienta provee de características necesarias para el diseño de planos luminotécnicos como se observa en la Figura 3.2 con el ingreso del plano formato DXF. Las curvas Isolux que representan el valor de lúmenes obtenidos a una determinada altura además de las curvas de luxes/metros que muestra cómo se realiza la distribución en las vías de evacuación del área ocupada por los laboratorios obtenido de Daisalux.

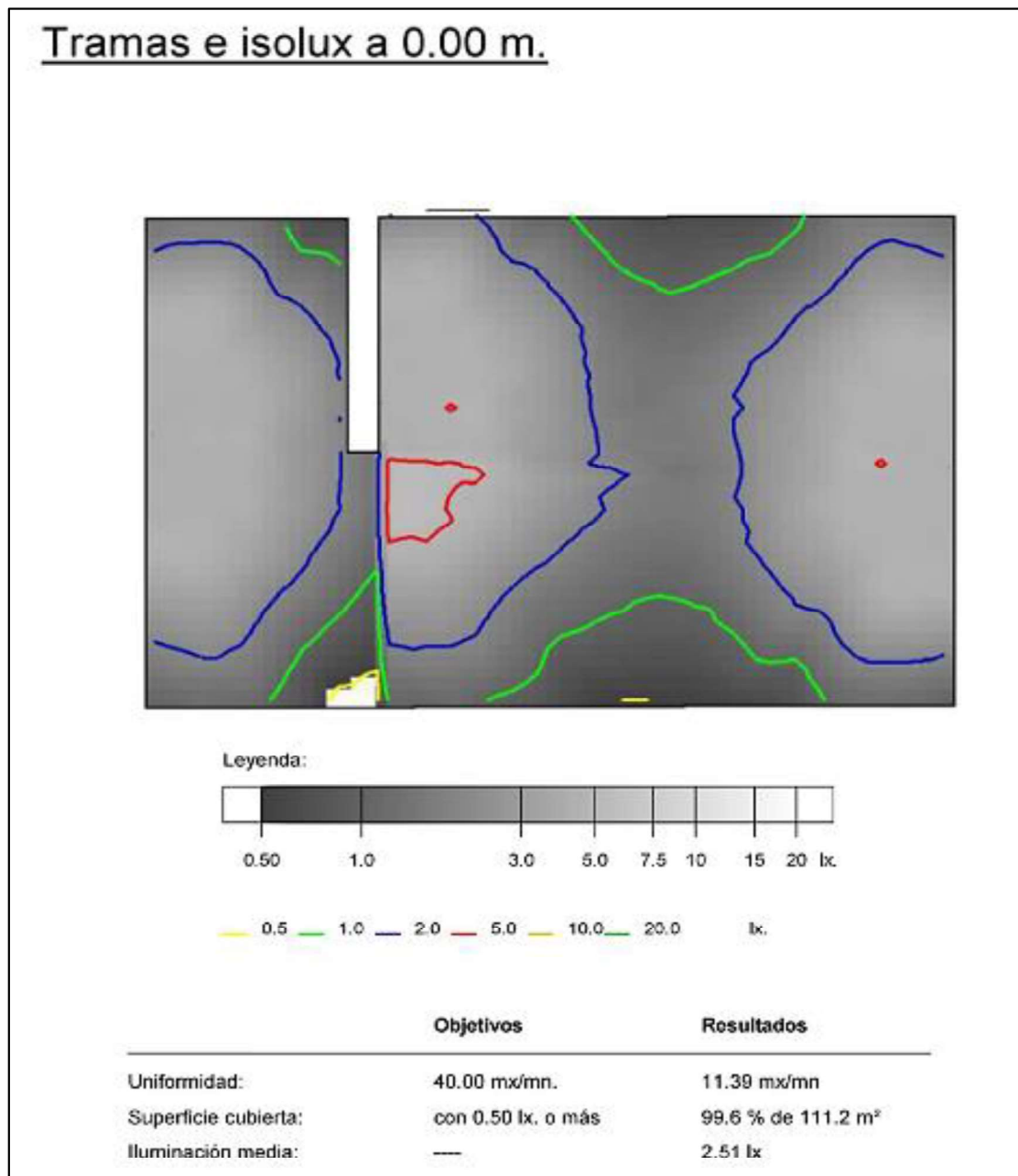


Figura 3.2. Curvas Isolux Laboratorio de Tecnología Industrial. (Fuente: Propia)

Se observa la distribución de luxes en el área determinada del laboratorio y como en varios espacios existe una atenuación debido a la distancia del mismo.

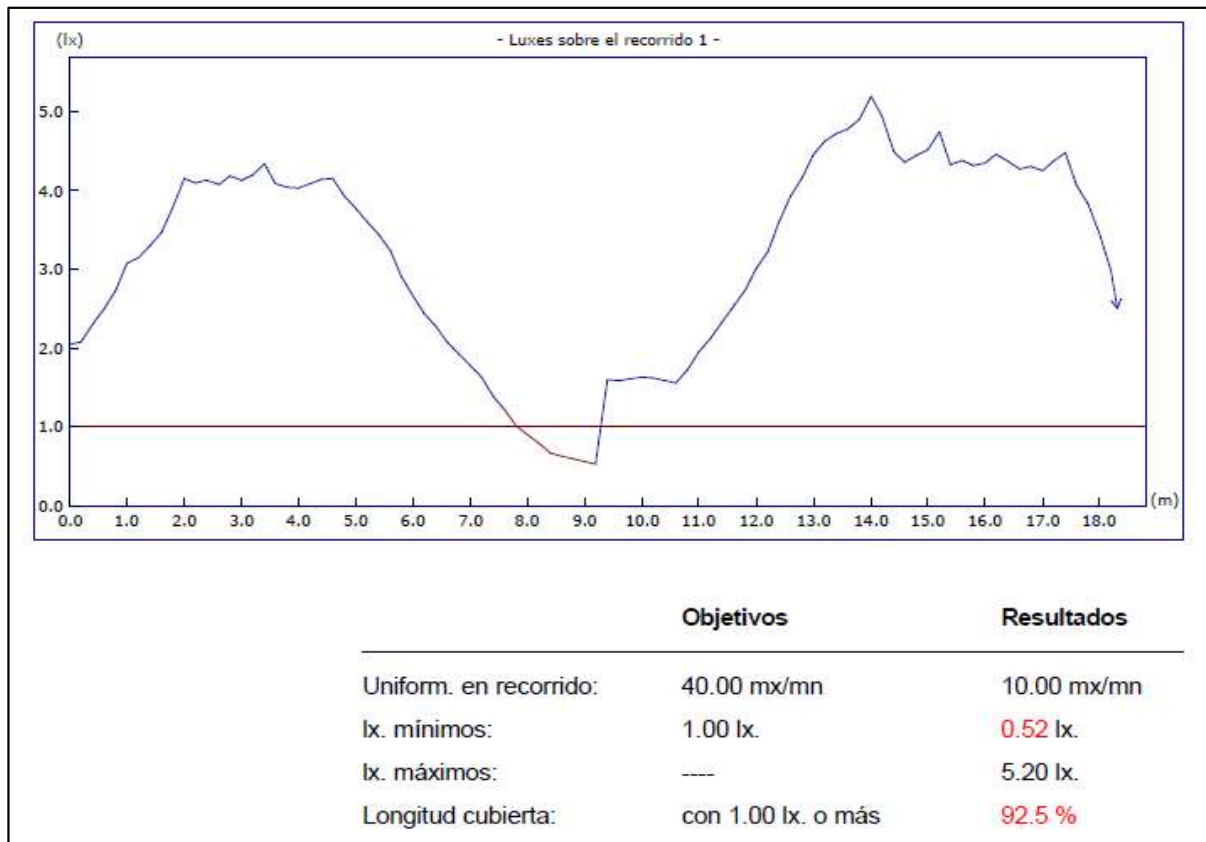


Figura 3.3. Curva Lux/metro en vía de evacuación. (Fuente: Propia)

Esta curva relaciona el aspecto luxes/metros en una vía de evacuación definida en Daisalux y como la luz se distribuye a lo largo de esta distancia.

3.3.3 Identificación de componentes para instalación de iluminación de emergencia

Mediante los informes obtenidos en Daisalux se recopiló, realizó una lista de los elementos y herramientas necesarias para la implementación del proyecto, la cual se presenta a continuación.

Elemento	Cantidad
• Luminaria de emergencia Sylvania	20
• Letrero de salida led Sylvania	11
• Canaleta Dexon 20x12	5
• Taípe	6
• Luxómetro	1
• Taladro	1
• Linterna frontal	1

• Casco de seguridad	1
• Rollo de Cable 14 FLEX	4
• Regleta de Borneras	2
• Tacos para pernos	50
• Pernos	50
• Broca de pared	1
• Destornillador estrella	1
• Destornillador plano	1
• Extensión eléctrica	2
• Pinza de corte	2
• Alicates	2
• Cortadora de cable	1
• Multímetro	1
• Voltímetro	1
• Nivel de burbuja	2
• flexómetro	2

A partir de la lista de componentes se consultó en diferentes distribuidores eléctricos con el resultado de proformas, en el cual se ejecutó una comparación para seleccionar la idónea en relación calidad-precio, como se observa en las Figuras 3.4, 3.5 y 3.6 el elemento y el precio definido por el distribuidor.

COMERCIAL KYWI S.A.
RUC 1790041220001

AUTOIMPRESORES AUTORIZACION S.R.I. 1114158369 DEL 16/ENE/2014
CONTRIBUYENTE ESPECIAL-RESOL. SRI 5368

Matriz : AV. 10 DE AGOSTO N24-59 Y LUIS CORDERO
QUITO Telf: 023987900

Telf: 023987900 022221833

PROFORMA DOLARES
DOCUMENTO SIN VALOR COMERCIAL

Senor(es): CRISTIAN HIDALGO

Codigo: 88885-000000

Direccion: SAN BARTOLO

Ciudad : QUITO

Telf. : 002688266

RUC : 1725748956

Vend: JOSE GUALSAQUI

Fecha de Emision 12/NOV/2018

PAG. 1/1

CODIGO	DESCRIPCION	CANT.	P.UNITARIO	TOTAL
272094	CABLE GEMELO 14 AWG C/M INCABLE	40	0,68	27,20
311979	CANALETA AUTOA20X12 BLANCA S/D DEXSON	10	3,20	32,00
611484	LAMPARA LED SALIDA LETRAS VERDES	11	22,40	246,40
756407	LAMPARA D/EMERGENCIA LED AUTOM 120V-220V	20	24,65	493,00

SUBTOTAL 798,60

DESCUENTO 0,00

TOTAL 798,60

Vta.tarifa 12%	Vta.tarifa 0%	Total Vta.Neta	IVA Tar. 12%	IVA Tar. 0%	TOTAL A PAGAR
713,04	0,00	713,04	85,56	0,00	798,60

Esta proforma tiene validez solo con el nombre, firma del vendedor y sello de COMERCIAL KYWI S.A.
En el caso de existir cambios de precios por nuestros proveedores y/o modificaciones cambiarias
oficiales que afecten al costo de la mercaderia, nos veremos obligados a actualizar precios en el
momento de la facturacion previo su conocimiento.

Los precios unitarios de esta proforma ** SI incluyen I.V.A. **
QUITO , 12 de NOV 2018

CRISTIAN HIDALGO

FIRMA : 
ESTABLECIMIENTO

FIRMA : _____
CLIENTE

Figura 3.4 Proforma 1 Insumos Eléctricos. (Fuente: Propia)



Luminarias fluorescentes, decorativas y alumbrado público
 Alambres en todo número de cobre y aluminio
 Tubos Conduit EMT, tubo BX
 Accesorios para instalación eléctrica
 Iluminación LED

PROFORMA
51494

RUC:1700863010001

DE: ROBALINO JACOME ANGEL ENRIQUE
 Av. 10 de Agosto N23-95 y Mercadillo Telfs: 2544510
 2224673 Fax: 2225418 e-mail: info@robalinojacome.com

CLIENTE	HIDALGO CRISTIAN	TELF.	*
DIRECCION	SAN BARTOLO	FECHA	12/noviembre /201
RUC	1725748956		

CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	MARCA	UNIDAD	UNITARIO	ESCUENTO	TOTAL
HH01906	20.00	LAMP EMERGENCIA 2FAROS LED LAT	SYLVANIA	UNIDAD	18.5714	0.00	371.43
HH01926	11.00	LAMP INDICADORA DE SALIDA	SYLVANIA	UNIDAD	14.2857	0.00	157.14
CC00402	40.00	CABLE GEMELO #14	VARIOS	METRO	0.6339	0.00	25.36
XX08628	5.00	CANALETA PL BLAN 20X12 C/ADH	DEXSON	UNIDAD	2.1964	0.00	10.98

Observación:

	SUBTOTAL 12	564.91
	SUBTOTAL 0%	0.00
ISRAEL DAVID CARLOZAMA CA	IVA 12	67.79
<u>VENDEDOR</u>	TOTAL	632.70

Figura 3.5. Proforma 2 Insumos Eléctricos. (Fuente: Propia)

ELECTRO COMERCIAL MEJIA					
HOYOS MEJIA ANDREA VALERIA AV. MALDONADO S19-110 Y EL TABLON QUITO-ECUADOR TELEFAX 2683-300 2683-299 3081-655 3081-655 ventas-guajala@grupocmejia.com R.U.C. 1713169181001					
				PAG. 1 2018/11/12 15:58:15	
PROFORMA No. 023027					
Cliente : HIDALGO CRISTIAN - 1C000 Dirección : SAN BARTOLO R.U.C. : 1725748956 Atención a :		Validez : 8 DIAS		Fecha : NOVIEMBRE 12 DEL 2018 Forma de Pago : CONTADO Teléfono : 2688266 Vendedor : DINA REDROBAN	
CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	% DES	VALOR TOTAL
0 SYLL4197-36	SYLV.LAMP.EMERGENCIA 24LED 2FOCOS R-1 24197-36	20.00	19.000	10	380.00
0 SYLL718-19	SYLV.LETRERO "SALIDA" ACRIL.LED VERDE 33718-19	11.00	16.350	10	179.85
0 DEXCP-1109	DEXSON CANALETA 20x12 BLANCA C/A (50unid)p-110	5.00	2.100	10	10.50
1 BC14-1-BLA	CABLE THHN-FLEX 14 AWG 600V 90GR BLANCO	200.00	0.280	10	56.00
ELABORADO	VTO.BNO.	CLIENTE	SUBTOTAL		626.35
			DESCTO.		62.64
			I.V.A.		67.65
			TOTAL		631.36

Figura 3.6. Proforma 3 Insumos Eléctricos. (Fuente: Propia)

Se realizó una comparación de los elementos consultados en los diferentes distribuidores en el cual se encontró una relación en lámparas de emergencia led y letreros led, los cuales provenían del mismo fabricante, pero se comercializan a precios diferentes, esto se tomó en cuenta para la selección del distribuidor y la adquisición del material eléctrico, en el cual Electro Comercial Mejía tiene la mejor relación calidad- precio.

3.3.4 Elementos para instalación de luminaria de emergencia

Se efectuó la adquisición del material eléctrico previamente consultado, en la Tabla 3.1 se detalla los elementos adquiridos, cantidad, precio.

Tabla 3.1. Elementos, cantidad y precio de insumos eléctricos.

Elemento	Cantidad	USD Unitario	USD Final
Luminaria de emergencia led Sylvania	20	19,00	380,00
Letrero de salida led Sylvania	11	16,35	179,35
Canaleta Dexon 20x12	5	2,10	10,50
Rollo de Cable 14 THNN-FLEX	4	28,00	112,00
Regleta de Borneras	2	1,50	3,00

3.3.5 Selección de conductores para instalación de acometida eléctrica.

Para la selección del calibre se siguió las normas establecidas por la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC) y normas de seguridad de la National Fire Protection Association (NFPA). En el cual se define para circuitos de alumbrado de iluminación interior, fijando una carga máxima por circuito se emplea como conductor cable # 14 AWG tipo THHN, define una caída de tensión máxima del 3% de la tensión nominal, desde el tablero de distribución respectivo hasta el elemento de señalización, el cálculo se efectuó mediante la ecuación 1 como se puede observar.

Caída de tensión lámpara emergencia led

$$E = \frac{2 \times P \times L}{C \times S \times U} \quad \text{Ec. 1}$$

E = Caída de tensión (V)

P = Potencia (w)

L = Longitud (metros)

C = Conductividad ($\frac{\text{metros}}{\Omega \times \text{mm}^2}$)

S = Sección (mm^2)

U = Tensión (V)

$$E = \frac{2 \times 2.4 \times 15}{56 \times 2.08 \times 127}$$

$$E = 4.8 \text{ (mV)}$$

Caída de tensión letrero led

$$E = \frac{2 \times P \times L}{C \times S \times U} \quad \text{Ec. 1}$$

$$E = \frac{2 \times 1.6 \times 5.7}{56 \times 2.08 \times 127}$$

$$E = 4.86 \text{ (mV)}$$

Al diseñar y realizar los cálculos para la máxima distancia de cada elemento se obtuvo como resultado voltajes de 4.8 (mV), 4.86 (mV) estos valores son inferiores al 3% de la tensión nominal que es 3.81 [V].

3.3.6 Diseño de diagrama unifilar

Se efectuó una conexión en paralelo de los elementos hacia un mismo breaker limitador como se observa en la Figura 3.7, el sistema se activa cuando se acciona el breaker a posición OFF o existe pérdida del suministro eléctrico, también puede operar de manera directa con el botón Auto Test que poseen las luminarias led, en el **Anexo 3** se detalla los esquemas unifilares de los laboratorios de la ESFOT.

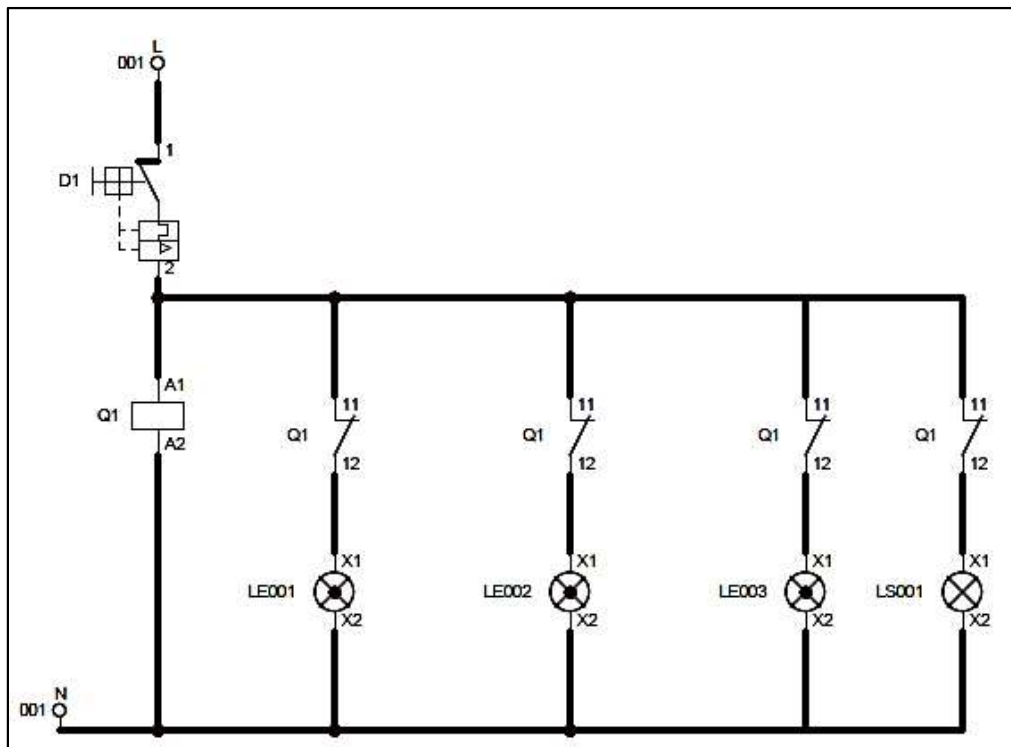


Figura 3.7. Diagrama Unifilar Laboratorio de Tecnología Industrial. (Fuente: Propia)

3.3.7 Instalación de acometida eléctrica

En este punto se describe el procedimiento de instalación de la acometida eléctrica en el sistema de iluminación de emergencia, previamente realizado el diseño en AutoCAD, Daisalux.

Se realizó el posicionamiento de las luminarias de emergencia led a 2.80 metros y letreros led a 2.30 metros desde el nivel del suelo, las conexiones del conductor se efectuaron a través del cielo raso mediante la regleta de borneras en la parte externa, se conectó en paralelo hasta un punto común del tablero de distribución principal de cada laboratorio.

Fue necesario realizar el procedimiento por 2 técnicos, un técnico se encargó de la conexión eléctrica en el área interior del laboratorio, mientras otro técnico realizó el tendido eléctrico en el cielo raso a través de las tuberías y estructuras hasta el tablero de distribución secundario ubicado en la parte superior del cielo raso conectando en paralelo los conductores eléctricos en una regleta de borneras como se muestra en la Figura 3.8.

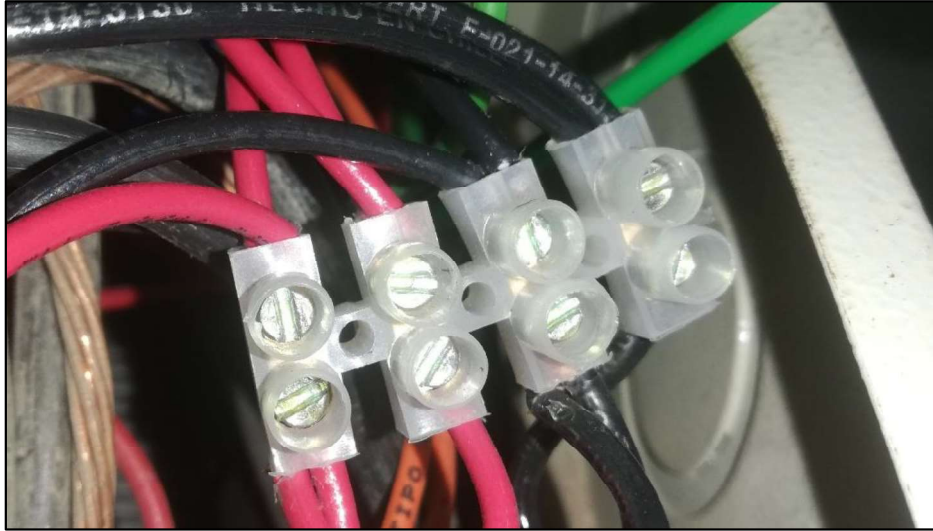


Figura 3.8. Conexión en paralelo tablero de distribución secundario. (Fuente: Propia)

Cada laboratorio posee un diseño constructivo distinto, razón por la cual en determinados laboratorios se utilizó canaletas para cubrir los cables de alimentación hasta los tableros de distribución principal.

Se determinó para la fase el conductor color rojo #14 AWG THHN y para el neutro el conductor color negro #14 AWG THHN.

3.3.8 Prueba de funcionamiento de sistema de iluminación de emergencia y señalización luminosa led

Para la prueba de funcionamiento del sistema en cada laboratorio, se cambió de posición (ON-OFF) a todos los disyuntores del tablero de distribución principal, esto simuló la pérdida de energía en las instalaciones de la ESFOT, al efectuar este procedimiento las lámparas y letreros led se activaron, esto verificó el funcionamiento del mismo, los letreros led se caracterizan al recibir un pulso por flanco de bajada se activan permanente, mientras las luminarias de emergencia led cambian de estado solo si existe desenergización del sistema este elemento de señalización permanecerá activo como se observa en las Figuras 3.9 y 3.10.



Figura 3.9. Letrero de salida led. (Fuente: Propia)



Figura 3.10. Luminaria de emergencia Led. (Fuente: Propia)

Se visualiza el funcionamiento del sistema de iluminación de emergencia presente en el Laboratorio de Tecnología Industrial de la ESFOT, simulando un estado de emergencia.

3.3.9 Diseño de mapas de riesgo, recursos y evacuación de laboratorios de la ESFOT

Mediante los planos realizados en AutoCAD de las instalaciones se efectuó un diseño de mapas de riesgo para cada uno de los laboratorios teniendo en cuenta los elementos existentes, se identificó extintores, botiquines, tableros de distribución eléctrico principal, luminaria de emergencia led, letrero de salida led y las vías de evacuación, se expresó estas características en los mapas que se detallan en el **Anexo 4**.

3.3.10 Condiciones para el retorno seguro a los laboratorios de la ESFOT

Se determina a través de una lista de condiciones para el retorno seguro de los estudiantes, docentes a los laboratorios de la ESFOT.

- Mantener la calma.
- Verificar que los estudiantes, docentes no han sufrido heridas.
- Brigadas debe realizar un conteo de los estudiantes.
- Personal designado debe realizar una inspección visual de las instalaciones y cerciorarse que no existan fugas de agua, gas, fracturas o grietas en la infraestructura de los laboratorios.
- Ordenar el reingreso del personal evacuado cuando se ha verificado que el peligro ha pasado.
- No correr y seguir una fila ordenada en el retorno hacia los laboratorios.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Posicionamiento de las lámparas y letreros led de emergencia

Las lámparas y letreros led de emergencia fueron colocados según las normativas vigentes en el Ecuador como Regla Técnica Metropolitana (RTQ), Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, La Norma de Instalación Electromecánica (NEC), medidas a partir del nivel del suelo y la separación que debe haber entre cada una de ellas.

La instalación de las lámparas de emergencia se realizó cumpliendo la normativa RTQ5, teniendo en cuenta que la normativa permitía instalar a partir de los 2 metros. Si se instala a esta altura eran de fácil manipulación, permitiendo que estudiantes llegaran a las mismas pudiendo provocar daños. La separación que existe entre lámparas fue diseñada mediante el programa DAISALUX y de acuerdo a las normativas del Cuerpo de Bomberos de Quito.

La cantidad de lámparas que tenían que ser instaladas de acuerdo con el DAISALUX en el Laboratorio ET-16 inicialmente fue de 1 lámpara y en el Laboratorio Marcelo Dávila fue inicialmente de 2 lámparas, pero se modificaron, ya que no brindaba la suficiente iluminación para una evacuación segura, por lo cual se procedió a incrementar 1 lámpara en cada uno, instalando al final 2 lámparas en el Laboratorio ET-16 y 3 lámparas en el Laboratorio Marcelo Dávila.

La instalación de la lámpara del laboratorio de Dispositivos Digitales ET-20 no se realizó a causa de un proyecto semestral ya se había instalado previamente, por lo cual sólo se procedió a posicionar los faros led de forma que indicara adecuadamente la vía de evacuación e instalar su respectivo letrero de salida led.

Por otro lado, tampoco se llegó a instalar en todas las paredes de los laboratorios ya que de acuerdo con la RTQ-5 las lámparas deben estar instaladas a distancias no mayores a 30 metros ni tener zonas oscuras a lo largo de las vías de evacuación por lo que se instalaron las luminarias necesarias en cada uno de los laboratorios.

Mientras que los letreros led de emergencia se instalaron a una altura de 2.30 metros a partir del suelo teniendo en cuenta que todas las puertas de los laboratorios de la ESFOT tenían una altura de 2.20 metros y la normativa indica que deben ser instalados encima del marco de las puertas o cercana a estas, permitiendo que los mismos sean de fácil comprensión y visualización para los estudiantes y docentes de los laboratorios, se pueda realizar una evacuación con facilidad, se instaló únicamente en las puertas que indican la salida hacia áreas abiertas, por lo cual en las puertas secundarias tanto del laboratorio de potencia y microprocesadores que dan hacia un pasillo que no tiene bifurcaciones no se realizó la instalación de los letreros led ya que es la única alternativa para realizar la evacuación y no se va a producir un error en la dirección de evacuación de los estudiantes y docentes al estar

familiarizados con los laboratorios y normativa indicada, no es necesario la instalación de letreros de salida en áreas menores a 50 metros cuadrados.

La cantidad de lámparas y letreros que se instalaron en cada uno de los laboratorios y sus modificaciones se pueden visualizar en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1. Número de lámparas, letreros y modificaciones.

	Laboratorio	Número de lámparas		Número de letreros	
		Diseño inicial	Instaladas	Diseño inicial	Instaladas
1	Tecnología Industrial	2	2	1	1
2	Instrumentación Indus.	1	1	0	0
3	Laboratorio 22-A	1	1	1	1
4	Laboratorio 22-B	1	1	1	1
5	Laboratorio ET-14	1	1	1	1
6	Laboratorio ET-15	1	1	1	1
7	Laboratorio ET-16	1	2	1	1
8	Esfot-17	2	2	1	1
9	Dispositivos digitales ET-20	1	0	1	1
10	Microprocesadores	2	2	1	1
11	Potencia	1	1	0	0
12	Marcelo Dávila	2	3	1	1
	Total	16	17	10	10

4.2. Mediciones obtenidas en los laboratorios

Las mediciones realizadas se basaron en el ángulo de apertura de 45° a 60°, de cada lámpara led para la iluminación de las vías de evacuación, por lo cual se realizó tres mediciones mínima, intermedia y máxima, tomadas a partir del suelo.

Las mediciones realizadas se tomaron en la tarde (18:30), por lo cual se tuvo que tapar las ventanas con plástico negro para simular la noche e impedir que la luz entre para una mejor exactitud en las mediciones.

Las mediciones tuvieron un promedio mínimo de 4.5 y un máximo de 7.61 lux, el cual no llegaron a lo que pedía la normativa RTQ-5, teniéndose que tomar en cuenta el factor de error del luxómetro por su calibración de fábrica, por lo cual se tomó en cuenta otros reglamentos vigentes en el Ecuador como el Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, el Código de Seguridad Humana NFPA 101, la Norma de Instalaciones Electromecánicas NEC y dos normas internacionales la Guía Básica de Alumbrado de Emergencia de Normagrup y la Guía de Iluminación de Emergencia basada en la Norma chilena Eléctrica 4/2013 del grupo Legrand pide un mínimo de 1 lux a nivel del suelo para las vías de evacuación.

Las mediciones mínimas que se visualizan en la Tabla 4.2 de los laboratorios fueron tomadas en áreas que poseían poca luz, ya que eran las áreas más alejadas de las lámparas, entre más lejos y oscuro sea la zona que se tome las mediciones, menor será la cantidad de luxes,

mientras que las mediciones máximas son realizadas lo más cerca de la lámpara y de su ángulo de apertura siempre teniendo en cuenta que se realizó a nivel del suelo y con las ventanas tapadas provocando que las mediciones realizadas tengan menor cantidad de luxes. Por otra parte, si las mediciones se realizan a nivel de mesas de trabajo los valores arrojados por el luxómetro van a superar los 10 lux, ya que a ese nivel no existen objetos que causen oscuridad.

Las mediciones que se realizaron en los laboratorios y su promedio se pueden visualizar en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2. Medición de luxes en los laboratorios de la ESFOT.

	Laboratorio	Mínimo	Intermedio	Máximo	Unidad
1	Tecnología Industrial	4.30	6.10	7	(Lux)
2	Instrumentación Indus.	4.30	5.50	8	(Lux)
3	Laboratorio 22-A	4.10	5	8.20	(Lux)
4	Laboratorio 22-B	4.90	6.10	10	(Lux)
5	Laboratorio ET-14	4.80	7.50	8	(Lux)
6	Laboratorio ET-15	4.20	5.10	6.30	(Lux)
7	Laboratorio ET-16	4.80	5	7	(Lux)
8	Esfot-17	5.50	6.80	7.80	(Lux)
9	Dispositivos digitales ET-20	4.20	5.40	6.70	(Lux)
10	Microprocesadores	4.50	6.70	8.40	(Lux)
11	Potencia	4.10	5.10	6.50	(Lux)
12	Marcelo Dávila	4.20	5.30	7.50	(Lux)
	Total	53.90	69.60	91.40	(Lux)
	Promedio	4.50	5.80	7.61	(Lux)

4.3. Error absoluto y relativo

$$\text{Error absoluto} = | \text{Valor experimental} - \text{Valor real} | \quad \text{Ec. 2}$$

$$\text{Error Relativo} = \left| \frac{\text{Valor experimental} - \text{Valor real}}{\text{Valor real}} \right| \quad \text{Ec. 3}$$

A continuación, se podrá visualizar en la Tabla 4.3 los errores absolutos y relativos para cada uno de los laboratorios, para así poder definir el porcentaje de incertidumbre de la medición máxima.

Tabla 4.3. Error absoluto, relativo y porcentaje de incertidumbre.

	Laboratorio	Error absoluto	Error relativo	% de incertidumbre
1	Tecnología Industrial	3.0 (lux)	0.30	30%
2	Instrumentación Indus.	2.0 (lux)	0.20	20%
3	Laboratorio 22-A	1.8 (lux)	0.18	18%
4	Laboratorio 22-B	0 (lux)	0	0%
5	Laboratorio ET-14	2.0 (lux)	0.20	20%
6	Laboratorio ET-15	3.7 (lux)	0.37	37%
7	Laboratorio ET-16	3.0 (lux)	0.30	30%
8	Esfot-17	2.2 (lux)	0.22	22%
9	Dispositivos digitales ET-20	3.3 (lux)	0.33	33%
10	Microprocesadores	1.6 (lux)	0.16	16%
11	Potencia	3.5 (lux)	0.35	35%
12	Marcelo Dávila	2.5 (lux)	0.25	25%
	Promedio	2.38 (lux)	0.24	23.8%

4.4. Prueba de funcionamiento

Las pruebas de funcionamiento se realizaron empleando un luxómetro para comprobar la cantidad de luxes a nivel del suelo para la vía de evacuación en cada uno de los laboratorios. Se verifica el funcionamiento de los dos faros led, el letrero de emergencia y con un tiempo de duración de la batería en caso de falla del suministro eléctrico, de mínimo 90 minutos. Después que el suministro eléctrico regresa, las lámparas entran un modo de reposo y carga para entran en funcionamiento en futuros casos como se puede visualizar en la Figura 4.1 el laboratorio de Tecnología Industrial, el resto de los laboratorios se visualiza en **Anexo 1**.



Figura 4.1. Estados de funcionamiento del laboratorio de Tecnología Industrial. (Fuente: Propia)

La revisión de funcionamiento de las lámparas, letreros led y la duración de las baterías se realizó con un cronómetro. Los datos se resumen en la Tabla 4.4 con estos datos se obtiene que la duración de la batería tiene un porcentaje de 166.66% mayor al tiempo especificado por el fabricante, ya que no solo dura los 90 minutos especificados, sino que, posee una

duración promedio de 2 horas y 28 minutos (148 minutos).

Tabla 4.4. Funcionamiento de lámparas y letreros led de emergencia y duración de batería.

	Laboratorio	Función OK Lámpara	Función OK Letrero	Tiempo de duración Lámpara	Tiempo de duración Letrero
1	Tecnología Industrial	X	X	2 horas 40 min.	2 horas 30 min.
2	Instrumentación Indus.	X	X	2 horas 41 min.	2 horas 32 min.
3	Laboratorio 22-A	X	X	2 horas 39 min.	2 horas 34 min.
4	Laboratorio 22-B	X	X	2 horas 44 min.	2 horas 26 min.
5	Laboratorio ET-14	X	X	2 horas 35 min.	2 horas 26 min.
6	Laboratorio ET-15	X	X	2 horas 25 min.	2 horas 31 min.
7	Laboratorio ET-16	X	X	2 horas 39 min.	2 horas 30 min.
8	Esfot-17	X	X	2 horas 40 min.	2 horas 32 min.
9	Dispositivos Digitales ET-20	X	X	2 horas 39 min.	2 horas 28 min.
10	Microprocesadores	X	X	2 horas 40 min.	2 horas 27 min.
11	Potencia	X	X	2 horas 45 min.	2 horas 33 min.
12	Marcelo Dávila	X	X	2 horas 40 min.	2 horas 30 min.
	Promedio			2 horas 35 min.	2 horas 28 min.

4.5. Simulacro de evacuación

El simulacro empleado es una práctica para conocer como los estudiantes actuarían en caso de emergencia ya sea provocado por un temblor, incendio, atentados, entre otros. El simulacro sirve para comprobar el comportamiento de las personas y verificar si las vías de evacuación ofrecerán seguridad para alejarse de los lugares potencialmente peligrosos.

4.5.1 Simulacro de evacuación laboratorio de tecnología industrial

Se corta el suministro de energía eléctrica y se observa el encendido de las lámparas de emergencia. Los estudiantes abandonan las actividades que realizan, sin guardar silencio y recogieron las pertenencias más importantes, esperando las instrucciones del docente a cargo, como se puede visualizar en la Figura 4.2.



Figura 4.2. Salida por las vías de evacuación. (Fuente: Propia)

Durante la evacuación se dirigen a la salida de emergencia de forma ordenada, sin correr, sin gritar y sin empujar en las rutas de evacuación, para llegar a un área abierta libre de peligro, revisar que no falte nadie y todo se encuentre con normalidad para realizar una evaluación de los resultados y ajustar los tiempos de la evacuación, como se puede visualizar en la Figura 4.3 y 4.4.



Figura 4.3. Salida a un área abierta y segura. (Fuente: Propia)



Figura 4.4. Salida de emergencia. (Fuente: Propia)

Teniendo en cuenta que los estudiantes en la salida, como al reingreso del laboratorio, lo deben realizar de forma adecuada sin entrelazar los brazos ni llevar elementos que entorpezcan la evacuación, caminando de una forma natural, ordenada, silenciosa y evitando acciones que pongan en peligro la vida o la correcta ejecución del simulacro, como se puede visualizar en las Figuras 4.5 y 4.6.



Figura 4.5. Reingreso al laboratorio de Tecnología Industrial. (Fuente: Propia)



Figura 4.6. Retomo de las actividades. (Fuente: Propia)

4.5.2 Simulacro de evacuación laboratorio 22-B

Al visualizar el encendido de las lámparas de emergencia los estudiantes abandonan las actividades que realizan, dirigiéndose a la salida de forma ordenada, sin correr, sin gritar y sin empujar para llegar a un área abierta, obstaculizando la salida ya que los estudiantes se quedaron parados en la cercanía de la puerta como se puede visualizar en la Figura 4.7, 4.8 y 4.9.



Figura 4.7. Simulacro de evacuación laboratorio 22-B. (Fuente: Propia)



Figura 4.8. Aglomeración en la puerta. (Fuente: Propia)



Figura 4.9. Obstaculización de la salida. (Fuente: Propia)

De igual manera al reingresar al laboratorio lo hicieron de la misma manera con la diferencia que esta vez se aglomeraron en la puerta impidiendo un ingreso fluido como se puede visualizar en las Figuras 4.10 y 4.11.



Figura 4.10. Reingreso parcialmente en orden y en silencio. (Fuente: Propia)



Figura 4.11. Reingreso al laboratorio 22-B. (Fuente: Propia)

4.5.3 Checklist de cumplimiento de normativa

Se utiliza una lista de verificación (checklist) para comprobar el cumplimiento de la Normativa del Cuerpo de Bomberos de Quito en los simulacros de evacuación. Se generan 2 checklist: Uno para el laboratorio de Tecnología Industrial y otro para el laboratorio 22-B, como se visualizan en la Figura 4.12 y 4.13.

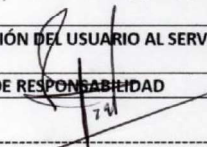
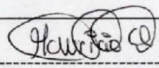

CUERPO DE BOMBEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO											
SISTEMA DE GESTIÓN DEL CALIDAD											
FORMULARIO DE EVALUACIÓN											
DE SIMULACROS											
0000001											
INFORMACIÓN GENERAL											
INSTITUCIÓN: ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNOLOGOS					FECHA: 24/04/2019						
DIRECCIÓN: AV. ISABEL LA CATÓLICA Y ALFREDO MENA CAAMAÑO					TELÉFONO: 2 2976 300						
HORA DE INICIO:	Nº PARTICIPANTES: 16	ALCANCE	X	TOTAL	AVISO	X	TOTAL	SI	PARCIALMENTE	NO VERIFICADO	NO APLICA
16:50											
HORA DE FIN:	EVENTO PRINCIPAL:			PARCIAL			PARCIAL				
17:10	SIMULACRO DE EVACUACIÓN										
TIEMPO: 4:00 min	OCUPACIÓN: CENTRO EDUCATIVO			OTRO			SORPRESIVO				
ACCIONES BÁSICAS EVALUADAS											
ANTES	La entidad cuenta con un plan de emergencia.										X
	Existe un guion o hipótesis del evento a realizar.							X			
	Se tiene establecido un objetivo para el simulacro.							X			
DURANTE	La institución ha delegado evaluadores internos para el simulacro.									X	
	Se realiza notificación a través de medios audibles y/o visibles.							X			
	La notificación audible se escuchó en todas las áreas involucradas.										X
	El personal de la institución colabora rápida y espontáneamente al escuchar la alarma.							X			
	La población evacua de forma ordenada, rápida y con seguridad al punto de encuentro.							X			
	Las vías de evacuación predeterminadas se encuentran señalizadas.										X
	Se utilizaron las vías de evacuación predeterminadas.							X			
	Las vías de evacuación se encuentran libres de obstáculos y permiten una rápida evacuación.							X			
	El responsable de área (brigadista o encargado) verifica que todas las personas hayan evacuado.							X			
	Existe comunicación entre las brigadas y el jefe líder o coordinador de la emergencia.							X			
	Los brigadistas se encuentran identificados.							X			
	Los brigadistas conocen con claridad sus funciones.							X			
	Los brigadistas ejecutan las actividades asignadas de forma efectiva y segura según el evento.							X			
	La población ejecuta las medidas establecidas con seriedad y colaboración.							X			
	Los puntos de encuentro están libres de riesgo y señalizados.							X			
En el punto de encuentro se evidencian orden, organización y colaboración.							X				
En el punto de encuentro se realizó el conteo del personal evacuado.							X				
El jefe, líder o coordinador de la emergencia reporta las novedades a los organismos de socorro.										X	
DESPUÉS	Se realizó en la edificación la evaluación de riesgos provocados por el evento.										X
	El retorno a la edificación se realizó por orden de autoridad institucional u organismo de socorro.										X
	El retorno a la edificación se realizó en orden y con seguridad.							X			
RESULTADO DE LA EVALUACIÓN											
RECOMENDACIONES Se realizó en Lab. Control, ambas puertas sean abiertas en la evacuación, que la puerta derecha se encuentre habilitada, simulacro se realizó con aviso.											
EVALUACIÓN DEL USUARIO AL SERVICIO BRINDADO		MALO		REGULAR		BUENO		MUY BUENO	X		
FIRMAS DE RESPONSABILIDAD											
 Ing. Alan Cuenca		 Mauricio Quizhpe		 Cristian Hidalgo							

Figura 4.12. Checklist laboratorio de Tecnología Industrial. (Fuente: Propia)

El checklist del laboratorio de Tecnología Industrial indica que es necesario que la puerta doble del laboratorio sea de fácil apertura y que la puerta secundaria no utilizada no posea candado y solo emplee una aldaba para su fácil apertura.

El tiempo de duración de la evacuación del Laboratorio de Tecnología Industrial fue menor que la evacuación realizada en el Laboratorio 22-B ya que, al ser un simulacro con previo aviso, los estudiantes salieron sin conversar y de forma medianamente ordenada con la indicación del ingeniero. Mientras que en el Laboratorio 22-B se demoraron más debido a que el simulacro se realizó sin previo aviso y los estudiantes salieron conversando, de forma desorganizada y deteniéndose en la salida del laboratorio obstaculizando la salida de los demás estudiantes.

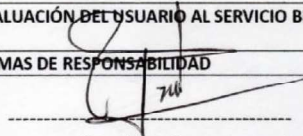
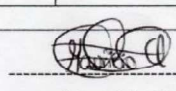
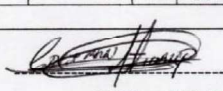
CUERPO DE BOMBEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO											
SISTEMA DE GESTIÓN DEL CALIDAD											
FORMULARIO DE EVALUACIÓN											
DE SIMULACROS											
0000002											
INFORMACIÓN GENERAL											
INSTITUCIÓN: ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNOLOGOS					FECHA: 24/04/2019						
DIRECCIÓN: AV. ISABEL LA CATÓLICA Y ALFREDO MENA CAAMAÑO					TELÉFONO: 2 2976 300						
HORA DE INICIO: 17:20	N° PARTICIPANTES: 16	ALCANCE	X	TOTAL	AVISO	X	TOTAL	SI	PARCIALMENTE	NO VERIFICADO	NO APLICA
HORA DE FIN: 17:40	EVENTO PRINCIPAL: SIMULACRO DE EVACUACIÓN			PARCIAL			PARCIAL				
TIEMPO: 5:00 min	OCUPACIÓN: CENTRO EDUCATIVO			OTRO			SORPRESIVO				
ACCIONES BÁSICAS EVALUADAS											
ANTES	La entidad cuenta con un plan de emergencia.										X
	Existe un guion o hipótesis del evento a realizar.							X			
	Se tiene establecido un objetivo para el simulacro.							X			
DURANTE	La institución ha delegado evaluadores internos para el simulacro.									X	
	Se realiza notificación a través de medios audibles y/o visibles.							X			
	La notificación audible se escuchó en todas las áreas involucradas.										X
	El personal de la institución colaboro rápida y espontáneamente al escuchar la alarma.								X		
	La población evacuo de forma ordenada, rápida y con seguridad al punto de encuentro.								X		
	Las vías de evacuación predeterminadas se encuentran señalizadas.								X		
	Se utilizaron las vías de evacuación predeterminadas.								X		
	Las vías de evacuación se encuentran libres de obstáculos y permiten una rápida evacuación.							X			
	El responsable de área (brigadista o encargado) verifica que todas las personas hayan evacuado.							X			
	Existe comunicación entre las brigadas y el jefe líder o coordinador de la emergencia.							X			
	Los brigadistas se encuentran identificados.							X			
	Los brigadistas conocen con claridad sus funciones.							X			
	Los brigadistas ejecutan las actividades asignadas de forma efectiva y segura según el evento.								X		
	La población ejecuta las medidas establecidas con seriedad y colaboración.								X		
	DESPUÉS	Los puntos de encuentro están libres de riesgo y señalizados.									X
En el punto de encuentro se evidencio orden, organización y colaboración.									X		
En el punto de encuentro se realizó el conteo del personal evacuado.									X		
El jefe, líder o coordinador de la emergencia reporta las novedades a los organismos de socorro.										X	
Se realizo en la edificación la evaluación de riesgos provocados por el evento.										X	
El retorno a la edificación se realizó por orden de autoridad institucional u organismo de socorro.										X	
El retorno a la edificación se realizó en orden y con seguridad.										X	
RESULTADO DE LA EVALUACIÓN											
RECOMENDACIONES Se realizo en Lab. 22 B, personal evacuo ordenadamente, simulacro se realizo sin previo aviso.											
EVALUACIÓN DEL USUARIO AL SERVICIO BRINDADO		MALO		REGULAR		BUENO		MUY BUENO	X		
FIRMAS DE RESPONSABILIDAD											
 Ing. Alan Cuenca			 Mauricio Quizhpe			 Cristian Hidalgo					

Figura 4.13. Checklist laboratorio 22-B. (Fuente: Propia)

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. La Regla Técnica Metropolitana (RTQ5) señala que las vías de evacuación deben mantener una iluminación mínima de 10 luxes, que mediante las pruebas realizadas se calculó una iluminación mínima de 4.5 lux y una iluminación máxima de 7.61 lux llegando a no cumplir la normativa, teniendo que basarse en el Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, La Norma de Instalación Electromecánica (NEC) y las normas internacionales Guía de Alumbrado de Emergencia de Normagrup, Código de Seguridad Humana NFPA 101, que requieren un mínimo de 1 lux a nivel del suelo.
2. La normativa de Instalaciones Electromecánicas (NEC) exige un tiempo mínimo de 90 minutos de autonomía para lámparas y letreros led de emergencia y mediante las pruebas de funcionamiento se evidenció que las lámparas poseen una autonomía de 155 minutos y los letreros una autonomía de 148 minutos superando los 90 minutos que indica la normativa en un porcentaje de 166.66% para la lámpara led y en un porcentaje de 164.44% para los letreros led.
3. La normativa de Instalaciones Electromecánica (NEC) especifica que la caída de voltaje provocada por la corriente que circula en los conductores no debe exceder el 3% del voltaje nominal, por lo cual el conductor empleado cumple con la caída de tensión máxima admisible en instalaciones de lámparas y letreros led al no superar el valor del 3.81 (V) de la fuente nominal de voltaje, estos valores varían desde 4,8 (mV) a 12,3 (mV).
4. Según la Regla Técnica Metropolitana (RTQ5) indica que las lámparas led no deben ser instaladas a una distancia mayor a 30 (m), por lo tanto, no fue necesario instalar lámparas en todas las paredes de los laboratorios de la ESFOT.
5. Mediante la Guía de Iluminación de Emergencia Legrand se especifica los puntos de instalación de la luminaria led de ese modo se colocó las lámparas cerca de los botiquines, extintores y tableros secundarios que existen en los laboratorios de la ESFOT.
6. El Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito en la Regla Técnica Metropolitana (RTQ3) para la emisión de permisos de funcionamiento en oficinas de gestión administrativa, técnica o educación superior solicita un sistema de iluminación de emergencia por lo tanto se implementó el sistema de iluminación de emergencia en los laboratorios y señalización luminosa led en las vías de evacuación.

5.2. Recomendaciones

1. Revisar las regletas de conexión para reajustar las conexiones e impedir que los cables se suelten.
2. Para realizar una instalación correcta de las lámparas de emergencia y letreros led, se efectuó un análisis de carga donde se planteó su instalación.
3. El sistema de iluminación de emergencia puede ser mejorado a través de la centralización del mismo, esto hace posible el control de todo el sistema desde un solo punto además de un mantenimiento y monitoreo más eficiente.
4. Se utilizó regleta de bornes, capuchones facilitando la conexión entre los terminales de lámparas de emergencia led y letreros led.
5. Realizar un ajuste de media vuelta a los tornillos de la regleta de bornes cada trimestre para asegurar su ajuste.
6. Realizar la instalación de letreros Led en los pasillos y demás aulas de la ESFOT, así como en el Edificio Administrativo.
7. Mediante los simulacros de evacuación se comprobó que no existe un procedimiento para evacuar de manera ordenada por consiguiente se recomienda elaborar un procedimiento de evacuación a seguir en condiciones adversas para los laboratorios de la ESFOT.

6. BIBLIOGRAFÍA

- A, H. (20 de Abril de 2019). Obtenido de <https://10tipos.com/tipo-de-cables-electricos/>
- Comofunciona. (10 de Abril de 2019). Obtenido de <https://como-funciona.co/un-luxometro/>
- Cuerpo de Bomberos DMQ. (26 de Marzo de 2019). *Bomberos Quito*. Obtenido de <https://www.bomberosquito.gob.ec/images/stories/rtq3.pdf>
- Cuerpo de Bomberos DMQ. (26 de Marzo de 2019). *Cuerpo de Bomberos*. Obtenido de <https://www.bomberosquito.gob.ec/images/stories/rtq5.pdf>
- Daisalux. (5 de Abril de 2019). *Daisalux*. Obtenido de <https://blog.daisalux.com/programa-calculo-iluminacion-emergencia/>
- DOS20 ILUMINACIÓN. (9 de Abril de 2019). *DOS20*. Obtenido de <http://www.dos20.net/index.php/tecnologia-luminica>
- FEILO SYLVANIA. (. de 12 de 2016). Obtenido de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwiayoKWouLhAhXK5p8KHUhoAYQQFjAAegQIARAC&url=http%3A%2F%2Fwww.sylvaniacolombia.com%2FLiteratureRetrieve.aspx%3FID%3D242917&usg=AOvVaw0C8078u954OscUxTZtRA_C
- FEILO SYLVANIA. (. de 04 de 2018). Obtenido de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjR8Yq4n-LhAhXlvp4KHa1nBbgQFjAAegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Fwww.sylvaniacolombia.com%2FLiteratureRetrieve.aspx%3FID%3D245805&usg=AOvVaw1OYj_Zkp1ISZgrHt61BiFu
- Instituto Ecuatoriano de Normalización(INEN). (28 de Marzo de 2019). *EPMAPS*. Obtenido de <https://www.aguaquito.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/IN-3-NORMA-TECNICA-NTN-INEN-ISO-3864-12013-S%C3%8DDBOLOS-GR%C3%81FICOS-COLORES-DE-SEGURIDAD-Y-SE%C3%91ALES-DE-SEGURIDAD.pdf>
- Legrand. (26 de Marzo de 2019). *Casa Musa Material Eléctrico*. Obtenido de https://www.casamusa.cl/media/pdf/alumbrado_emergencia.pdf
- MasVoltaje. (15 de Abril de 2019). *MasVoltaje*. Obtenido de <https://masvoltaje.com/blog/tipos-de-cables-electricos-que-existen-n12>
- MIDUVI. (26 de Marzo de 2019). *Entidad Colaborativa de Proyectos*. Obtenido de <https://www.ecp.ec/wp-content/uploads/2017/09/NECINSTALACIONESELECTROMECHANICAS2013.pdf>
- MIES. (28 de Marzo de 2019). *Senplades*. Obtenido de

<http://hitcloud.senplades.gob.ec/documents/20182/30660/REGLAMENTODEPREVENCIÓNMITIGACIONYPROTECCIONCONTRAINCENDIOSDELMINISTERIODE.pdf/0b2c1623-b945-484d-8ec9-681cc4ebbd1f>

- National Fire Protection Association (NFPA). (26 de Marzo de 2019). *NPFALA*. Obtenido de <http://www.ms.gba.gov.ar/sitios/psst/files/2016/11/NFPA-101Codigo-de-Seguridad-Humana.pdf>
- Normagrup. (26 de Marzo de 2019). *NORMALUX*. Obtenido de http://www.normalux.com/intranet/uploads/descargas/guia_basica_2018.pdf
- OxyTech. (5 de Abril de 2019). Obtenido de <http://www.legrand.es/documentacion/software>
- PCE Instruments. (10 de Abril de 2019). *PCE Ibérica*. Obtenido de <https://www.pce-iberica.es/manuales/manual-luxometro-pce-172-nuevo.pdf>
- SCAME. (15 de Abril de 2019). *SCAME Soluciones Electricas*. Obtenido de http://www.scame.com/doc/ZP00620-E-20_42.pdf
- Seguridad en Carteles. (15 de Abril de 2019). *FR seguridad en carteles*. Obtenido de <https://www.seguridadencarteles.com.ar/detalle.php?a=salida-de-emergencia---carteles-de-evacuacion&t=5&d=17>
- Sylvania. (15 de Abril de 2019). Obtenido de <http://www.sylvania.com.ec/wp-content/uploads/2018/07/LUMINARIA-DE-EMERGENCIA-R1-MINI-LED.pdf>
- Sylvania. (15 de Abril de 2019). Obtenido de <http://www.sylvania.com.ec/wp-content/uploads/2018/07/LETRERO-DE-SALIDA-LED.pdf>
- UNAM. (15 de Abril de 2019). *UNAM*. Obtenido de <http://www.objetos.unam.mx/fisica/circuitosElectricos/pdf/circuitos.pdf>
- Vargas, C., & Rosas, Z. (23 de Mayo de 2019). *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

