



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE ELECTRICIDAD

**PROPUESTA PARA LA REGULARIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS
INTERIORES EN CENTROS HOSPITALARIOS, CASO DE ESTUDIO EN LA CLÍNICA
DE ESPECIALIDADES GUADALUPE**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Eléctrico

AUTORES: KEVIN DANIEL ALVAREZ CAJAMARCA
JOSELINE DANIELA SALGADO MORALES
TUTOR: ING. FLAVIO ALFREDO QUIZHPI PALOMEQUE, Mgtr.

Cuenca - Ecuador
2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Kevin Daniel Alvarez Cajamarca con documento de identificación N° 0106391071 y Joseline Daniela Salgado Morales con documento de identificación N° 0150250744; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 10 de febrero del 2024

Atentamente,



Kevin Daniel Alvarez Cajamarca

0106391071



Joseline Daniela Salgado Morales

0150250744

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Kevin Daniel Alvarez Cajamarca con documento de identificación N° 0106391071 y Joseline Daniela Salgado Morales con documento de identificación N° 0150250744, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: "Propuesta para la regularización de las instalaciones eléctricas interiores en centros hospitalarios, caso de estudio en la Clínica de Especialidades Guadalupe", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 10 de febrero del 2024

Atentamente,



Kevin Daniel Alvarez Cajamarca

0106391071



Joseline Daniela Salgado Morales

0150250744

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Flavio Alfredo Quizhpi Palomeque con documento de identificación N° 0102257482, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: PROPUESTA PARA LA REGULARIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES EN CENTROS HOSPITALARIOS, CASO DE ESTUDIO EN LA CLINICA DE ESPECIALIDADES GUADALUPE, realizado por Kevin Daniel Alvarez Cajamarca con documento de identificación N° 0106391071 y Joseline Daniela Salgado Morales con documento de identificación N° 0150250744, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 10 de febrero del 2024

Atentamente,



Ing. Flavio Alfredo Quizhpi Palomeque, Mgtr.

0102257482

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios por ser mi constante guía a lo largo de este camino, permitiéndome alcanzar este nuevo capítulo en mi vida. Mi gratitud hacia mi familia es infinita; siempre han sido mi mayor fuente de inspiración, brindándome un ejemplo vivo de perseverancia, humildad y sacrificio. Su apoyo incondicional es fundamental para perseverar muchos más logros en mi carrera y en mi crecimiento personal.

Agradezco a mi tutor de tesis el Mgtr. Flavio Quizhpi, cuya constancia y paciencia fueron fundamentales para hacer posible este logro. De igual manera, agradezco a mi compañera de tesis, Joseline Salgado, quien estuvo presente desde el inicio hasta el final de este camino.

Finalmente, expreso mi más sincero agradecimiento a mis amigos, compañeros y docentes de la Universidad Politécnica Salesiana, quienes a lo largo de mi carrera me han brindado un apoyo incondicional, así como sus valiosos conocimientos y sabios consejos.

Kevin Daniel Alvarez Cajamarca

Quiero dedicar unas palabras de profundo agradecimiento a las personas que han sido pilares fundamentales en mi trayectoria académica y personal. En primer lugar, a mi amada madre, Jeimmy Morales, y a mis queridos hermanos, Josue y Sofia, quienes han sido mi sostén y mi inspiración a lo largo de este viaje. Su amor incondicional, su apoyo constante y su aliento han sido la fuerza que me ha impulsado a superar obstáculos y alcanzar mis metas.

Además, deseo expresar mi más sincero agradecimiento al Mgtr. Flavio Quizhpi, mi tutor, quien ha trascendido su rol para convertirse en un compañero y amigo durante este trayecto académico. Su sabiduría, orientación y apoyo han sido fundamentales en mi proceso de formación. Sin su guía experta y aliento constante, no habría sido posible alcanzar este logro.

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a mi compañero de tesis, Daniel Álvarez, por su valiosa colaboración y apoyo en este crucial paso de nuestra carrera.

A todas estas personas, mi gratitud eterna por su presencia en mi vida y su contribución a mi éxito.

Joseline Daniela Salgado Morales

Dedicatoria

Con profunda gratitud hacia mis amados padres, Milton Alvarez y Martha Cajamarca, quienes a lo largo de su vida me han inculcado los valores del trabajo y educación. Valorar su esfuerzo y dedicación constante para garantizar mi educación es un regalo que aprecio profundamente. Este trabajo de titulación también está dedicado a mis hermanos, David y Samuel Alvarez, quienes junto con mi enamorada han sido mis guías para seguir adelante, cuyo apoyo y compañía han sido fundamentales en mi camino hacia este logro.

Kevin Daniel Alvarez Cajamarca

A mi madre, quien con su amor y sacrificio ha sido mi mayor inspiración y apoyo incondicional a lo largo de mi vida. A mis hermanos, mi pareja y familia por su constante aliento y comprensión en cada paso de este camino. A mis amigos, por brindarme su amistad y compañía en los momentos buenos y difíciles. A mis maestros y mentores, por su guía y sabiduría que han enriquecido mi aprendizaje. A todos aquellos que han dejado una huella en mi camino, esta tesis está dedicada a ustedes, en reconocimiento y agradecimiento por su influencia en mi crecimiento personal y profesional.

Joseline Daniela Salgado Morales

Resumen

La construcción de instalaciones hospitalarias se enfrenta a desafíos críticos, destacando la falta de normalización en las conexiones eléctricas, la escasez de personal capacitado y la ausencia de un ente regulador. La carencia de estándares claros puede llevar a riesgos eléctricos, afectando la seguridad de personas e infraestructura. La presente propuesta aborda de manera integral las problemáticas relacionadas con las instalaciones eléctricas hospitalarias, proponiendo la recopilación de normativas específicas con el objetivo primordial de asegurar tanto la seguridad como la calidad del servicio. La implementación de estándares uniformes se ve obstaculizada por la ausencia de una autoridad competente, lo que destaca la necesidad urgente de establecer un marco normativo claro y eficiente en este ámbito.

El proyecto busca beneficiar a ingenieros eléctricos, universidades y empresas, proponiendo estándares que mejoren la fiabilidad de las instalaciones eléctricas hospitalarias. El trabajo revisa normativas internacionales como NFPA y IEC y propone objetivos específicos, incluyendo la certificación de instalaciones eléctricas en hospitales. La infraestructura hospitalaria debe cumplir con estándares técnicos, actualizarse y planificarse a largo plazo. La propuesta busca minimizar peligros, estableciendo condiciones que prevengan incidentes. Se destaca la importancia de contar con profesionales familiarizados con las normativas y su difusión entre responsables del mantenimiento eléctrico en hospitales.

Palabras claves: *instalaciones hospitalarias, conexiones eléctricas, estandarización, ente regulador, certificación, normativas internacionales.*

Abstract

The construction of hospital facilities faces critical challenges, highlighting the lack of standardization in electrical connections, a shortage of qualified personnel, and the absence of a regulatory body. The absence of clear standards can lead to electrical risks, impacting the safety of individuals and infrastructure. This proposal comprehensively addresses issues related to hospital electrical installations, suggesting the compilation of specific regulations with the primary goal of ensuring both safety and service quality. The implementation of uniform standards is hindered by the absence of a competent authority, emphasizing the urgent need to establish a clear and efficient regulatory framework in this field.

The project aims to benefit electrical engineers, universities, and companies by proposing standards to enhance the reliability of hospital electrical installations. The work reviews international regulations such as NFPA and IEC, outlining specific objectives, including the certification of electrical installations in hospitals. Hospital infrastructure must adhere to technical standards, undergo regular updates, and be planned for the long term. The proposal seeks to minimize risks by establishing conditions to prevent incidents. Emphasis is placed on the importance of professionals familiar with regulations and their dissemination among those responsible for electrical maintenance in hospitals.

Keywords: *hospital facilities, electrical connections, standardization, regulatory body, certification, international regulations.*

Índice

I	INTRODUCCIÓN	8
1.1	Justificación	8
1.2	Alcance	9
1.3	Estado del Arte	9
1.4	Objetivos	12
1.4.1	Objetivo General	12
1.4.2	Objetivo Específicos	12
II	Marco Teórico	13
III	Metodología	16
IV	Normativa aplicada para el cumplimiento de las áreas de la clínica	18
4.1	Área de Servicio	18
4.1.1	Cocina	18
4.1.2	Vestuarios	19
4.1.3	Lencería	20
4.1.4	Bodega	22
4.2	Área de Administración	23
4.2.1	Administración	23
4.3	Área del Usuario y Personal	24
4.3.1	Vestíbulo general	24
4.3.2	Escaleras	26
4.3.3	Baño	27
4.4	Área de Tratamiento y Diagnóstico	29
4.4.1	Laboratorio	29
4.4.2	Cirugía	30
4.4.3	Farmacia	32
4.5	Áreas de Hospitalización	33
4.5.1	Consultas externas	33
4.5.2	Hospitalización	34
4.6	Área de Generador	35
4.6.1	Generador	35
V	Criterios de Cumplimiento de la Normativa Propuesta	37

5.1	Áreas de Servicio	37
5.1.1	Cocinas	37
5.1.2	Vestuarios	38
5.1.3	Lencería	38
5.1.4	Bodega	39
5.2	Áreas de Administración	40
5.2.1	Administración	40
5.3	Áreas del Usuario y Personal	40
5.3.1	Vestíbulo general	40
5.3.2	Escaleras	41
5.3.3	Baño	42
5.4	Área de Tratamiento y Diagnóstico	43
5.4.1	Laboratorio	43
5.4.2	Cirugía	44
5.4.3	Farmacia	45
5.5	Áreas de Hospitalización	46
5.5.1	Consultas externas	46
5.5.2	Hospitalización	47
5.6	Área de Generación	47
5.6.1	Generador	47
VI	Presentación de resultados del proyecto.	48
6.1	Recopilación de Datos	48
6.2	Análisis de Datos	52
6.3	Valoración de zonas críticas	54
6.4	Porcentaje de cumplimiento en la clínica.	55
6.5	Diagnostico final de las Instalaciones Sanitarias	58
6.6	Estrategias a mejorar para la recopilación de datos	60
VII	Conclusiones y Recomendaciones	62
7.1	Conclusiones	62
7.2	Recomendaciones	63
VIII	Anexo	65
8.1	Anexo	65

Índice de figuras

1	Diagrama de flujo	17
2	Referencia de la norma aplicada en el área de la cocina	18
3	Referencia de la norma aplicada en el área de vestuario	19
4	Referencia de la norma aplicada en el área de lencería	21
5	Referencia de la norma aplicada en el área de bodega	22
6	Referencia de la norma aplicada en el área de administración	23
7	Referencia de la norma aplicada en el área de vestíbulo general	24
8	Referencia de la norma aplicada en el área de escaleras	27
9	Referencia de la norma aplicada en el área del baño	28
10	Referencia de la norma aplicada en el área del laboratorio	29
11	Referencia de la norma aplicada en el área de cirugía	31
12	Referencia de la norma aplicada en el área de farmacia	32
13	Referencia de la norma aplicada en el área de consulta externa	33
14	Referencia de la norma aplicada en el área de hospitalización	34
15	Porcentaje de cumplimiento por subáreas.	55
16	Porcentaje de cumplimiento por áreas.	56
17	Resumen de Evaluación.	57
18	Vestíbulo en el área de hospitalización	65
19	Señalización tipo estampado en el área de las escaleras	66
20	Generador	66
21	Interruptor en mal estado	67
22	Interruptor con la altura requerida	67
23	Tomacorriente según la norma	68
24	Tomacorriente sobre el mezon en el área de la cocina	68
25	Tomacorriente sobrepuesto en mal estado	69
26	Tomacorriente sin adecuada protección	69
27	Ventilación del baño tipo rejilla	70
28	Timbre de llamada a enfermería	70
29	Tomacorriente sin conexión a tierra	71
30	Tomacorriente con altura correcta, sin embargo no cuenta con la protección contra la intemperie en el área de lencería	71
31	Ventilación tipo rejilla en el área de laboratorio	72
32	Cableado sin ninguna seguridad en el área de farmacia	72

Índice de tablas

1	Calificación de los ítem propuestos para el área de servicio. . .	48
2	Calificación de los ítem propuestos para el área de administración.	49
3	Calificación de los ítem propuestos para el área de usuario y personal.	49
4	Calificación de los ítem propuestos para el área de tratamiento y diagnóstico.	50
5	Calificación de los ítem propuestos para el área de hospitalización.	51
6	Calificación del ítem propuesto para el área de generador. . . .	51
7	Porcentaje de cumplimiento en el área de servicio.	52
8	Porcentaje de cumplimiento en el área de administración	52
9	Porcentaje de cumplimiento en el área de usuario y personal. .	53
10	Porcentaje de cumplimiento en el área de tratamiento y diagnóstico.	53
11	Porcentaje de cumplimiento en el área de hospitalización. . . .	54
12	Porcentaje de cumplimiento en el área de generador.	54
13	Porcentaje de cumplimiento por áreas.	56
14	Resumen de Evaluación.	57
15	Criterio de Evaluación según la NFPA	58

I INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación

Es fundamental considerar que al construir un centro de atención médica, se enfrentan tres problemas primordiales en relación con las instalaciones eléctricas internas del hospital. Estos problemas incluyen:

- La falta de normalización que regule las conexiones eléctricas en hospitales [1].
- Carencia de personal capacitado para implementar las normativas propuestas.
- La ausencia de un ente regulador que supervise y aplique las normativas.

Múltiples empresas de energía eléctrica utilizan dentro de sus procesos un reglamento que define la forma en cómo se deben efectuar las actividades dentro del sistema eléctrico. El objetivo es controlar la seguridad del personal y evitar fallas en los sistemas eléctricos, evaluando los riesgos y estableciendo responsabilidades[2]. Como menciona la constructora HOSPISERVSA S.A., no hay una norma en especial, este es el problema más significativo, ya que la falta de estándares claros puede llevar a riesgos eléctricos y afectar la seguridad de las personas y la infraestructura.

Es fundamental contar con profesionales debidamente entrenados que puedan garantizar la correcta instalación y mantenimiento de los sistemas eléctricos en los centros de salud, asegurando así la seguridad y el buen funcionamiento de las instalaciones [3].

La falta de una autoridad competente encargada de regular y hacer cumplir las normas eléctricas dificulta la implementación de estándares uniformes y consistentes en los centros de salud [4]. En el año 2004, la región sufrió las consecuencias de un sismo que ocasionó daños significativos en las infraestructuras hospitalarias de Manta, Jipijapa, entre otras localidades. En respuesta a esta situación, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y el Ministerio de Salud Pública (MPS) coordinaron el envío de técnicos para llevar a cabo una evaluación de las instalaciones afectadas, abarcando tanto la infraestructura como las redes eléctricas correspondientes.

Con el objetivo de abordar estos desafíos, se propone establecer una normalización para las instalaciones eléctricas en los centros de salud. Esta iniciativa busca crear un marco normativo que garantice la seguridad eléctrica y la calidad del servicio en los hospitales. Es fundamental contar con un organismo regulador encargado de supervisar y hacer cumplir estas normas, así como formar al personal adecuadamente para su implementación efectiva.

Además, los resultados obtenidos en este proyecto pueden ser utilizados como base y referencia para futuros proyectos en el ámbito de las instalaciones eléctricas en centros de salud. El conocimiento y la experiencia adquiridos serán valiosos para el desarrollo de nuevas iniciativas y mejoras en el campo, contribuyendo así al avance y la seguridad de las instalaciones eléctricas en el sector de la salud.

1.2 Alcance

El presente proyecto se orienta a beneficiar a diversos actores, entre los que se incluyen ingenieros eléctricos, universidades, empresas y usuarios interesados en colaborar en la elaboración de normativas para las instalaciones eléctricas en centros de salud, con un enfoque particular en los propios hospitales. La propuesta normativa desarrollada tendrá un impacto positivo al proporcionar pautas para la construcción de instalaciones eléctricas más fiables, beneficiando tanto a la infraestructura hospitalaria como a los pacientes.

Es esencial que los profesionales del ámbito eléctrico estén plenamente familiarizados con esta propuesta normativa, dado que su implementación y ejecución serán necesarias en proyectos relacionados. Asimismo, se hace necesario difundir y socializar este enfoque normativo con los responsables del mantenimiento eléctrico en los centros de salud, asegurando una comprensión integral y una aplicación efectiva en el ámbito hospitalario.

1.3 Estado del Arte

Este estudio se fundamentó en la búsqueda de información afín, siendo relevante citar las observaciones de Guamán S. y Huilca J., quienes destacaron la carencia de normativas locales en cuanto a eficiencia energética, especialmente en el ámbito público y de la salud. Esta ausencia local motiva la referencia a normativas internacionales.

El trabajo se gestó a partir de una investigación colaborativa entre el grupo de investigación en energías y las carreras de Electricidad y Biome-

dicina de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca. La esencia de la propuesta radica en la estandarización de las instalaciones eléctricas en centros hospitalarios, con el propósito de obtener la certificación de calidad del servicio proporcionado

Hoy en día, una de las construcciones más importantes son los hospitales, *“definidos como el espacio en el que se desarrollan todo tipo de servicios vinculados a la salud. En estos recintos, por lo tanto, se diagnostican enfermedades y se realizan distintos tipos de tratamientos para restablecer la salud de los pacientes”* [5].

El hospital cuenta con todos los servicios necesarios para brindar atención médica, hospitalización y servicios de emergencia en especialidades básicas y subespecialidades. Algunas de estas especialidades incluyen cardiología, neumología, gastroenterología, neurología, dermatología, endocrinología, hematología, psiquiatría, fisioterapia, genética, nefrología, cirugía general, ortopedia, otorrinolaringología, oftalmología, urología, cirugía pediátrica, neurocirugía, cirugía plástica, entre otras. Además, el hospital brinda atención en cuidados críticos para adultos, pediatría y neonatología, incluyendo la atención de partos y cesáreas de alta complejidad. También cuenta con laboratorio e imagenología de alta complejidad, servicios odontológicos especializados y terapias de apoyo para la rehabilitación funcional [5].

Dada la coyuntura generada por la pandemia del virus SARS-CoV-2, se evidenció un aumento notable en el consumo de energía en los hospitales designados para la atención de pacientes con diagnóstico positivo de COVID-19., según Beraún *fue en aumento, debido a la alta demanda de equipos médicos como respiradores mecánicos, lectores de signos vitales, purificadores de aire, etc., sin embargo, establecer cuanto fue ese aumento resulta difícil debido a las políticas actuales de ingreso a los centros médicos*[6]. Por el mismo hecho de un mayor consumo de energía se debería haber realizado una instalación que sea fiable y segura, garantizando la respectiva seguridad tanto al médico como al paciente.

El objetivo primordial de esta iniciativa es mitigar los riesgos tanto para las personas que acuden a los hospitales como para la infraestructura en sí. En este sentido, se persigue la minimización de peligros mediante el establecimiento de condiciones que prevengan incidentes como incendios y/o explosiones, abarcando específicamente la salvaguarda de los equipos eléctricos empleados en los centros hospitalarios, cuales con los últimos avances tecnológicos han permitido mejorar la efectividad de los tratamientos, así como lo menciona Rodríguez Morocho [7].

En condiciones normales, la seguridad o el evitar un accidente eléctrico por contacto, por ejemplo, se logra a través del cumplimiento de las medidas de protección y seguridad inherentes al equipo que se está utilizando, o del propio sistema eléctrico en cuestión [8].

El Riesgo eléctrico, se manifiesta como un incidente eléctrico a través de una descarga eléctrica, un cortocircuito, una sobrecarga, un principio de incendio, emanaciones de gases tóxicos, etc. y en el peor de los casos como un accidente que puede ser aleatorio, provocando la pérdida de un ser querido [9].

En cuanto a los riesgos para las personas, se busca establecer condiciones que eviten accidentes causados por el contacto directo o indirecto con partes energizadas, lo cual puede resultar en descargas eléctricas y quemaduras [10].

Con la normalización de las instalaciones eléctricas en los hospitales, se busca garantizar un entorno más seguro tanto para el personal médico como para los pacientes, así como para preservar la integridad de la infraestructura hospitalaria.

La infraestructura no cumple con los requisitos técnicos de instalación debido a la falta de conocimiento por parte del constructor profesional, la limitada asignación presupuestaria para el mantenimiento y la falta de conocimiento del profesional encargado del establecimiento [11].

Según lo expuesto por el autor Raúl López del libro en detalle *por lo tanto, la infraestructura eléctrica se destaca como uno de los sistemas más delicados, complejos y esenciales que debe estar presente en cualquier centro de salud. Garantizar la calidad de la energía eléctrica suministrada es un factor crucial. Para lograrlo, es esencial que estas edificaciones se mantengan actualizadas en cuanto a las normativas vigentes para minimizar al máximo los imprevistos eléctricos*[12].

De acuerdo con las afirmaciones de Luis Otero en su artículo detallado, se discuten aspectos importantes, incluyendo *el propósito principal del proyecto consistió en establecer y describir tanto las consideraciones técnicas como las cuestiones legales necesarias para llevar a cabo la instalación eléctrica en un entorno hospitalario. El objetivo fundamental de estas acciones era garantizar un nivel óptimo de comodidad para los usuarios y consumidores del sistema*[13].

De igual manera tomando como idea el texto anterior del señor López destaca que *es importante destacar que los resultados de las evaluaciones en diferentes hospitales pueden variar significativamente. El cumplimiento de las disposiciones del código actual y la ejecución adecuada de las actividades*

de mantenimiento son fundamentales. La infraestructura hospitalaria debe mantenerse actualizada, y la planificación a largo plazo puede ser un enfoque efectivo para lograrlo, tal como lo describe la NFPA en sus códigos, ya que la infraestructura se puede actualizar conforme se realizan los mantenimientos[12].

Es bueno destacar que el autor Jesus Acosta en su libro hace mencion que *en los centros de salud, los equipos que funcionan con suministro eléctrico desempeñan un papel crítico en la atención médica. Además, se deben considerar los efectos de las corrientes eléctricas en los pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos. La ausencia de energía eléctrica o la falta de un sistema de respaldo adecuado en áreas críticas del hospital representan un alto riesgo en cualquier procedimiento médico y quirúrgico [14].*

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Formular una propuesta de normalización que contemple los requisitos mínimos de seguridad en instalaciones eléctricas en los centros hospitalarios, utilizando para este fin la evaluación de un centro piloto.

1.4.2 Objetivo Específicos

- Analizar los distintos estándares y normativas utilizadas en el Ecuador y otros países para las instalaciones eléctricas en hospitales.
- Comparar los métodos aplicados para realizar una auditoría de evaluación de las instalaciones eléctricas dentro de un centro hospitalario piloto.
- Establecer los requerimientos necesarios para la certificación de la instalación eléctrica en centros hospitalarios

II Marco Teórico

Para llevar a cabo el análisis de las diversas normativas que serán relevantes para el desarrollo del proyecto, se tomarán en consideración las normas americanas NFPA y la norma IEC Europea. Es importante destacar que la NFPA ejerce una gran influencia en los países de habla hispana, como México, Perú, Guatemala, Ecuador, Costa Rica, Panamá y Colombia, entre otros [15].

Estas normativas abarcan propuestas específicas para las instalaciones eléctricas en centros hospitalarios y tienen como objetivo principal prevenir los riesgos eléctricos de cualquier tipo.

A continuación, se sintetiza el objetivo de cada una de las normas:

1. Norma NFPA 72
2. Norma NFPA 70
3. Norma NFPA 99
4. Norma IEC 60364-7-710: 2021
5. Norma IEC 610034
6. Norma IEC 610024
7. Norma IEC 6100430
8. Norma IEC 62305-2

Especificación de las normas mencionadas y sus variaciones:

Norma NFPA 72

Abarca la aplicación, instalación, desempeño y mantenimiento de los sistemas de alarma de incendio y sus componentes. Esta norma establece los medios para iniciar, transmitir, notificar y anunciar señales, así como los niveles de desempeño y confiabilidad de los diferentes tipos de sistemas de alarma de incendio. El código clasifica los sistemas de alarma de incendio y requiere que cuenten con al menos dos fuentes de suministro de energía independientes y confiables: una fuente primaria y una secundaria. Cada una de estas fuentes debe tener la capacidad adecuada para su aplicación [16].

Norma NFPA70

Prácticas de trabajo seguras para proteger al personal al reducir la exposición a riesgos eléctricos importantes. Originalmente desarrollado a pedido de OSHA [15].

Norma NFPA 99

Establece criterios para los niveles de los servicios o sistemas de atención médica en función del riesgo para los pacientes, el personal o los visitantes en los centros de atención médica para minimizar los peligros de incendio, explosión y electricidad [17].

Norma IEC 60364-7-710

Se aplica a las instalaciones eléctricas en lugares médicos para brindar seguridad a los pacientes y al personal médico. Estos requisitos se refieren a: hospitales y clínicas o instituciones equivalentes (incluidas ubicaciones móviles y transportables equivalentes); también puede incluir: sanatorios y clínicas de salud; ubicaciones dedicadas en hogares para personas mayores[18].

Norma IEC 6100034

Establece el límite de emisión de corrientes armónicas en un sistema eléctrico de baja tensión para equipos de corriente nominal que sea mayor a 16A por fase, los dispositivos conectados a la red de baja tensión son los siguientes:

- Voltaje nominal hasta 240V monofásica de dos o tres cables.
- Voltaje nominal hasta 600V trifásico de tres o cuatro cables.
- Voltaje, frecuencia nominal de 50 Hz o 60 Hz en el sistema [19].

Norma IEC 6100024

Es aplicable a redes de distribución en bajo voltaje que operan a 50 y 60 Hz. Esta norma establece niveles de compatibilidad para perturbaciones industriales existentes. Algunos de los parámetros que define incluyen la forma de onda, la frecuencia y el equilibrio de fases, entre otros. Para estar en conformidad con esta normativa, es necesario llevar a cabo la clasificación de los equipos en una clase específica, la cual debe ser debidamente identificada.

Se requiere determinar la clase a la que pertenecen los equipos:

- Clase 1: Equipos extra sensibles a perturbaciones en el suministro de energía Eléctrica.

- Clase 2: Relacionados a puntos de conexión común y puntos de conexión interior en el entorno de la industria.
- Clase 3: Esta clase aplica, para alimentaciones a través de convertidores, máquinas de gran consumo de energía o motores grandes con arranques frecuentes [20].

Norma IEC 61000430

Aborda los métodos de medición de parámetros de calidad en el suministro de energía eléctrica, así como la interpretación adecuada de los resultados. Esta norma establece métodos de medición sin establecer umbrales de voltaje, entre otros parámetros. El método estándar define cómo se evalúan y detectan los huecos de voltajes, los sobrevoltajes temporales y las interrupciones en el suministro [21].

Norma IEC 62305-2

Las normas para hospitales tienen límites basados en un aterrizado a tierra específico. Los valores aproximados se encuentran entre 15Ω y 0.2Ω . [22].

III Metodología

El proyecto de titulación utilizó el método científico aplicado a la ingeniería como un proceso cuantitativo que comenzó con un análisis exhaustivo de la información existente y una búsqueda de nuevas fuentes bibliográficas relevantes. Posteriormente, se analizaron las normativas y estándares aplicables al tema del proyecto. Finalmente, se llevó a cabo la discusión y validación de los parámetros obtenidos en las etapas anteriores del proyecto.

1. Etapa investigativa: Se llevó a cabo una recopilación exhaustiva de información acerca de las normativas y estándares eléctricos aplicables a centros de salud o residencias.
2. Etapa de desarrollo de la herramienta para la auditoría: Se elaboró un modelo destinado a facilitar la auditoría, proponiendo la utilización de un formato sugerido por el grupo de investigación en energías para recopilar la información en el caso de estudio.
3. Etapa de levantamiento de información: Se realizó la recopilación exhaustiva de datos relevantes para el proyecto en el caso de estudio presentado. Esta etapa fue fundamental para garantizar que se contara con información precisa y suficiente para realizar un análisis adecuado y tomar decisiones informadas.
4. Etapa de análisis de información: Se desarrolló el proceso de revisión, organización y evaluación crítica de la información recopilada durante la etapa de levantamiento de información. Esta fase implicó el uso de herramientas como Excel para verificar estadísticas, así como el método cualitativo para examinar y sintetizar los datos obtenidos.
5. Etapa de discusión y validación: Se realizó una discusión sobre los hallazgos, comparándolos con los estándares y normativas eléctricas aplicables a los centros o casas de salud. Además, se verificó que los parámetros obtenidos fueran coherentes y consistentes con la información recopilada y los estándares aplicables. En esta etapa, se realizaron ajustes o modificaciones en el diseño eléctrico propuesto, si se consideró necesario para cumplir con los estándares y normativas aplicables.

En la Fig. 1, se presenta el diagrama de flujo correspondiente al proceso de investigación que se llevó a cabo para proponer una normativa aplicable a la normalización eléctricas de sistemas hospitalarios en Ecuador.

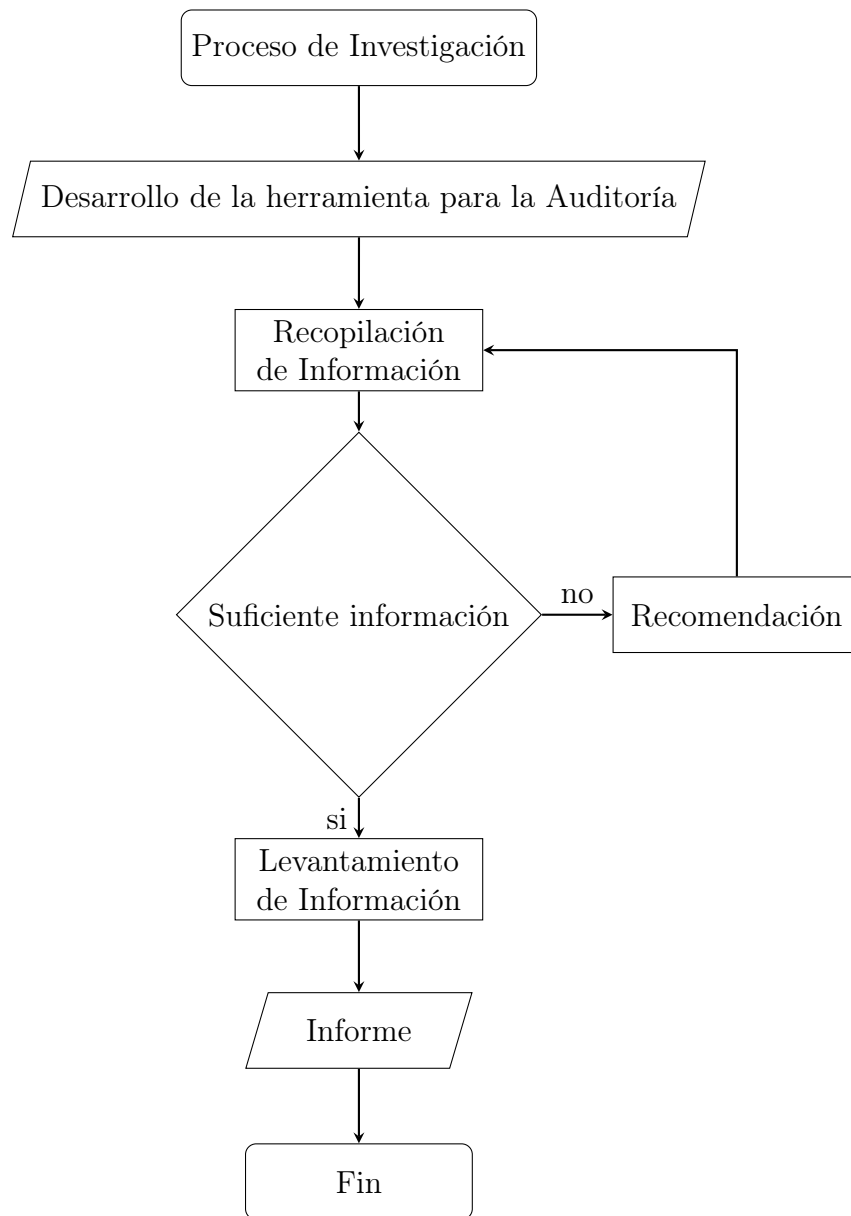


Figura 1: Diagrama de flujo

IV Normativa aplicada para el cumplimiento de las áreas de la clínica

Se proporciona una descripción detallada de las áreas del hospital, junto con las normativas correspondientes que debían tenerse en cuenta.

4.1 Área de Servicio

El área de servicio se definen como aquella que proveen al hospital con los materiales, productos y complementos necesarios para su funcionamiento. Entre las principales áreas se encuentran:

4.1.1 Cocina

Los alimentos destinados a los pacientes hospitalizados y al personal de turno son preparados en las instalaciones.

Las posiciones, conforme a la normativa posteriormente detallada para el ámbito de la cocina, se reflejan en la Figura 2

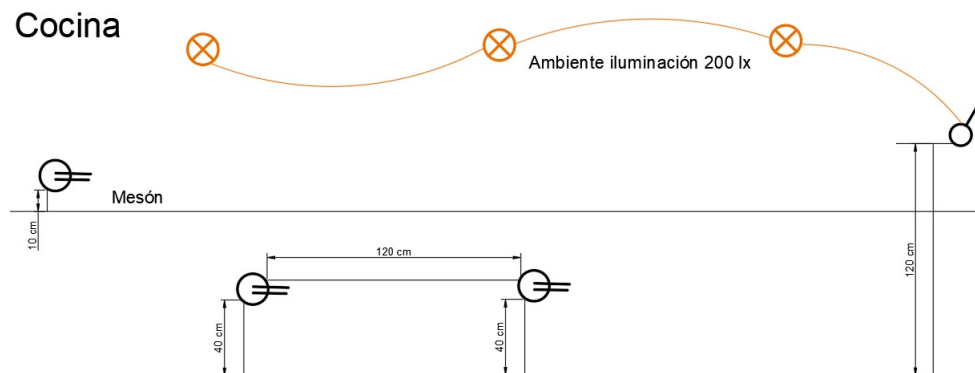


Figura 2: Referencia de la norma aplicada en el área de la cocina

Ítem 1.-Interruptores:

Para interruptores, conmutadores y pulsadores; la altura de instalación sobre el nivel de piso debe ser de 1,2 metros del lado de la apertura de la puerta y estos operativamente deben desconectar el conductor de fase [23].

Ítem 2.-Tomacorrientes:

Tomacorrientes, de uso general, deben colocarse a 0,40 m del piso terminado, salvo casos especiales como en baños y/o cocinas que pueden ser colocados sobre mesones a 0,10 m[23].

El circuito que va desde el tablero de distribución hasta la cocina eléctrica debe utilizar, como mínimo, conductor de cobre calibre 8 AWG por fase y 10 AWG para la tierra con aislamiento THHN [23].

Ítem 3.-Iluminación:

En el contexto de la cocina, se establece que la iluminación mínima requerida es de 100 lux, aunque se considera óptimo alcanzar los 200 lux , lo cual está en consonancia con la Norma Ecuatoriana de la Construcción del 2018 [?]. Además, se aconseja mantener un nivel de protección de tipo IP54 [24].

4.1.2 Vestuarios

El área designada para que el personal del hospital se equipe con la indumentaria apropiada, tanto para la evaluación de los pacientes como para llevar a cabo procedimientos quirúrgicos.

Las posiciones, de acuerdo con la normativa posteriormente mencionadas en el área del vestuario, quedan representadas en la Figura 3

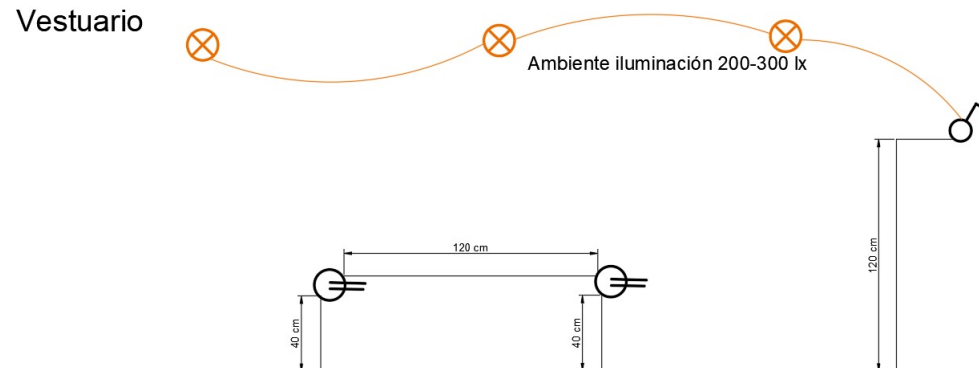


Figura 3: Referencia de la norma aplicada en el área de vestuario

Ítem 4.-Interruptores:

La altura de instalación sobre el nivel de piso debe ser de 1,2 metros del lado de la apertura de la puerta y estos operativamente deben desconectar el conductor de fase [23].

Ítem 5.Tomacorrientes:

Los tomacorrientes se montarán en las cajas correspondientes de acuerdo a las especificaciones requeridas por el equipamiento en el sitio dependiendo del área en el que serán montados; todos los conductores quedarán conectados a los tableros y tomacorrientes; el punto quedará en funcionamiento.Los tomacorrientes, de uso general, deben colocarse a 0,40 m del piso terminado [23].

Ítem 6.-Iluminación:

La cantidad de luz necesaria en un vestuario puede variar según el tamaño del espacio, pero generalmente se recomienda una intensidad luminosa adecuada para garantizar que las personas puedan ver claramente y realizar tareas como cambiarse de ropa de manera segura. Puedes considerar una iluminación general con al menos 200-300 lux [25]. Para la temperatura de color se recomienda una luz blanca y natural (entre 4000K y 5000K) para garantizar la reproducción fiel del color y crear un ambiente más vibrante.

Las luminarias de alumbrado general en habitaciones, sala de espera, pasillos, vestíbulos etc., no necesitan de un grado de estanquidad elevado, al tratarse de luminarias abiertas. Solamente las luminarias destinadas a instalaciones específicas, tales como quirófanos, laboratorios, UCI´s, dispensarios de farmacias y cocinas, exigirán un grado de estanquidad determinado, por ejemplo IP54 [24].

4.1.3 Lencería

Se trata de un servicio directo que involucra al hospital, al personal médico y a los pacientes, que implica la provisión de vestimenta adecuada para cada una de las partes dentro del entorno hospitalario. Este aspecto guarda una estrecha relación con el área de lavandería, ya que esta última es el punto crítico de potencial contaminación debido al contacto directo con los pacientes enfermos.

Las disposiciones, de acuerdo con la normativa brevemente explicada en los

ítem 7, 8 y 9 en el ámbito de la lencería, están representadas en la figura 4.

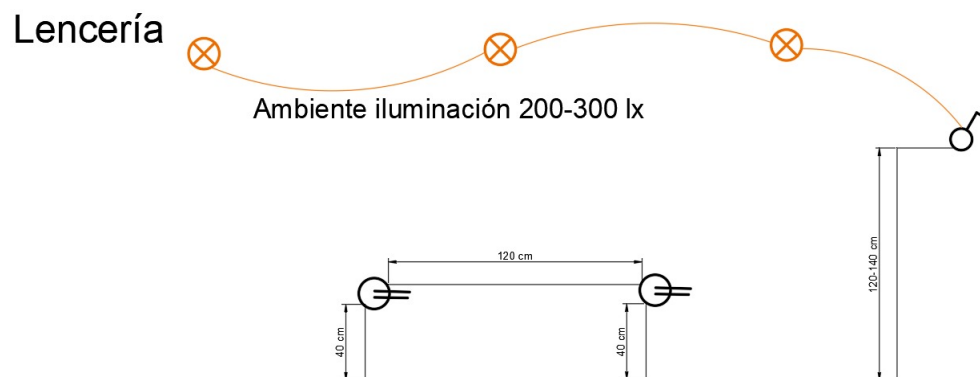


Figura 4: Referencia de la norma aplicada en el área de lencería

Ítem 7.-Interruptores:

En general, la altura estándar para la instalación de interruptores en entornos accesibles a todos, incluidas personas con discapacidades, es de aproximadamente 1.20 a 1.40 metros sobre el nivel del suelo, adicional es necesario colocar interruptores cerca de las entradas y salidas del área puede ser práctico para facilitar el encendido y apagado de las luces al entrar o salir[1].

Ítem 8.-Tomacorriente:

En el apartado actual los tomacorrientes se manejan de igual manera que los vestuarios, es decir todos los conductores quedan conectados y colocados a una sola altura [1].

Ítem 9.-Iluminación:

El enfoque de la iluminación en las habitaciones se gestiona de manera análoga al de los vestuarios, dado que comparten el mismo entorno y están ubicados en proximidad. Por ende, tanto la iluminación del vestuario como la de lencería no demandan una uniformidad rigurosa. Esto se debe a su ubicación en espacios abiertos, como se ha señalado previamente, [25].

4.1.4 Bodega

Generalmente se refiere a un espacio destinado para el almacenamiento de suministros y equipos médicos. Estas bodegas son esenciales para garantizar un flujo eficiente de materiales necesarios para la atención médica y la operación diaria del hospital. En una bodega hospitalaria, se pueden almacenar productos farmacéuticos, material quirúrgico, ropa médica, dispositivos médicos, y otros suministros esenciales.

Las disposiciones, de acuerdo con la normativa brevemente explicada en los ítem 10, 11 y 12 en el área de bodega, están representadas en la figura 5

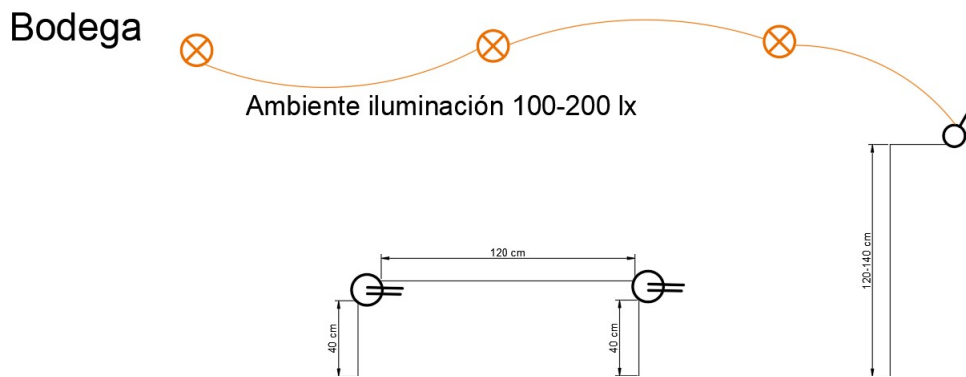


Figura 5: Referencia de la norma aplicada en el área de bodega

Ítem 10.-Interruptores:

En dicho apartado se menciona que se debe colocar los interruptores cerca de las entradas para facilitar el encendido y apagado de las luces al entrar o salir. Se distribuye interruptores uniformemente para un control eficiente en todo el espacio, con respecto a las distancias del colocado se debe ubicar a 1.20 a 1.40 metros sobre el nivel del suelo [26].

Ítem 11.-Tomacorriente:

Se distribuye tomacorrientes estratégicamente para garantizar que haya suficientes puntos de acceso a la electricidad según las necesidades del espacio. Se considera la ubicación de equipos eléctricos o dispositivos que puedan necesitar alimentación [26]. Los tomacorrientes, de uso general, deben colocarse a 0,40 m del piso terminado [23].

Ítem 12.-Iluminación:

Los niveles de iluminación pueden variar según la función específica de la bodega. Para tareas generales, se recomiendan al menos 100-200 lux [25].

4.2 Área de Administración

Se refieren a las secciones del programa que tienen un carácter administrativo o que brindan apoyo integral al funcionamiento del hospital.

4.2.1 Administración

Llevan a cabo actividades que contribuyen al adecuado funcionamiento del hospital, tanto en aspectos económicos como estructurales. La parte administrativa del hospital se ubica de manera análoga a una pequeña oficina aislada de los pasillos.

Las posiciones, de acuerdo con la normativa posteriormente explicada en los ítem 13, 14 y 15 en el área de administración, están representadas en la figura 6.

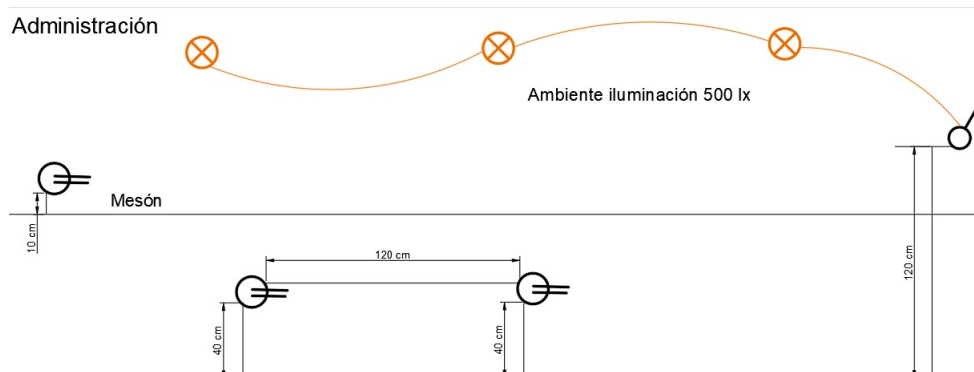


Figura 6: Referencia de la norma aplicada en el área de administración

Ítem 13.-Interruptores:

Para interruptores, conmutadores y pulsadores; la altura de instalación sobre el nivel de piso debe ser de 1,2 metros del lado de la apertura de la puerta y estos operativamente deben desconectar el conductor de fase [23].

Ítem 14.-Tomacorrientes:

Los tomacorrientes, de uso general, deben colocarse a 0,40 m del piso terminado, salvo casos especiales como en baños y/o cocinas que pueden ser colocados sobre mesones a 0,10 m [23].

Los tomacorrientes, de uso general, deben ser polarizados para la instalación del cable de protección a tierra [23].

Ítem 15.-Iluminación:

Conforme a la Normativa Europea, se sugiere un nivel promedio de iluminación de 500 lux. para entornos de oficina, considerando la medición de todas las fuentes de luz al nivel del suelo [25].

4.3 Área del Usuario y Personal

Se trata de las áreas del edificio destinadas a la atención de pacientes y a la acogida de visitantes.

4.3.1 Vestíbulo general

Estos espacios, comúnmente referidos como pasillos, son áreas de circulación que permiten el acceso a los consultorios médicos y proporcionan espacio para la espera de las citas médicas.

Las ubicaciones, de acuerdo con las regulaciones posteriormente detalladas en el sector del vestíbulo general, se visualizan en la figura 7.

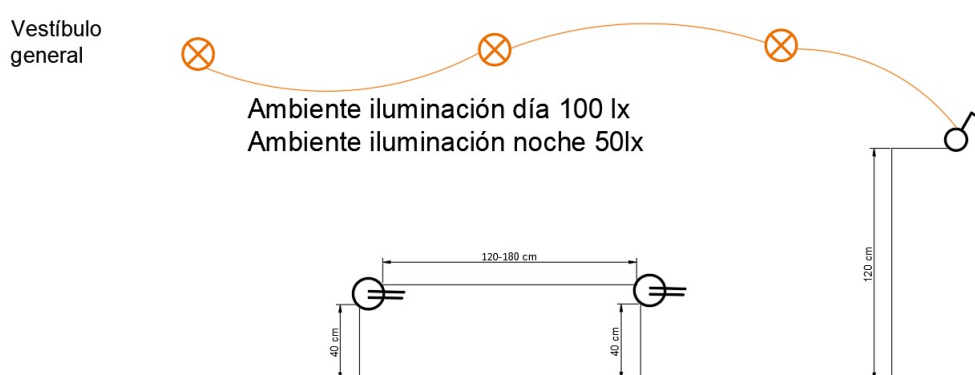


Figura 7: Referencia de la norma aplicada en el área de vestíbulo general

Ítem 16.-Interruptores:

Los interruptores deben colocarse en lugares estratégicos para facilitar el acceso y garantizar una fácil operación en caso de emergencia, adicional se debe considerar la altura de montaje para garantizar que sean accesibles para personas de diferentes alturas, incluidas aquellas con discapacidades.

Por último los interruptores en pasillos de hospitales suelen estar vinculados a sistemas de iluminación de emergencia. Deben diseñarse para permitir un fácil acceso durante cortes de energía y por ultimo los interruptores deben estar claramente identificados para indicar su función y el área que controlan. Esto es especialmente importante en entornos hospitalarios donde la orientación rápida es crucial [27].

Para interruptores, conmutadores y pulsadores; la altura de instalación sobre el nivel de piso debe ser de 1,2 metros del lado de la apertura de la puerta y estos operativamente deben desconectar el conductor de fase [23].

Ítem 17.-Tomacorrientes:

Debe instalarse tomacorrientes de modo que ninguna ubicación se encuentre a una distancia horizontal superior a 1.8 metros de cualquier tomacorriente [1].

Ítem 18.-Iluminación:

En iluminación se recomienda que durante el día sea de 100 lux, sin embargo para la noche se recomienda un promedio de 50 lux [25]. Además, estas habitaciones también funcionan como lugares de trabajo para el personal médico, lo que requiere equipos técnicos integrados y una iluminación adecuada para llevar a cabo sus tareas.

Tres factores influyen en el confort de los pacientes:

- Luminosidad de las superficies:
Para crear un ambiente espacioso y luminoso, se requieren al menos 30 cd/m² en paredes y techos, logrados con una iluminación de 200 lux en la mayoría de las superficies. La luminancia del techo es especialmente importante ya que los pacientes suelen mirar hacia arriba.
- Diseño de las luminarias:
El aspecto de las luminarias contribuye a crear un ambiente acogedor, mejorando el bienestar del paciente.
- Evitar objetos brillantes en el campo de visión:

La presencia de luminarias con fuentes de luz no apantalladas puede causar fatiga visual y estrés. El paciente no debe estar expuesto a luminancias superiores a 750 cd/m^2 . La iluminación directa puede deslumbrar al paciente y crear contrastes incómodos, mientras que la iluminación indirecta evita el deslumbramiento y proporciona contrastes más cómodos.

Ítem 19.-Señalización:

La señalización en un hospital es crucial para proporcionar información clara y precisa a pacientes, visitantes y personal. A continuación, se proporciona algunas pautas generales sobre cómo colocar la señalización en un hospital, teniendo en cuenta las normativas comunes:

- **Consistencia en el diseño:** Se debe mantener la consistencia en el diseño de la señalización para garantizar una apariencia clara y profesional. Esto incluye el uso de colores estándar, fuentes legibles y símbolos reconocibles.
- **Altura y Ubicación:** Se coloca las señales a una altura visible y accesible para todas las personas, incluyendo aquellas con discapacidades. La altura estándar suele ser de 1.40 a 1.70 metros sobre el nivel del suelo, adicional el contraste entre el fondo y el texto o símbolos para mejorar la legibilidad. Utiliza colores contrastantes y evita combinaciones que puedan dificultar la lectura [26].

4.3.2 Escaleras

Las colocaciones, conforme a las pautas establecidas en el ámbito de escalera, se representan en la figura 8.

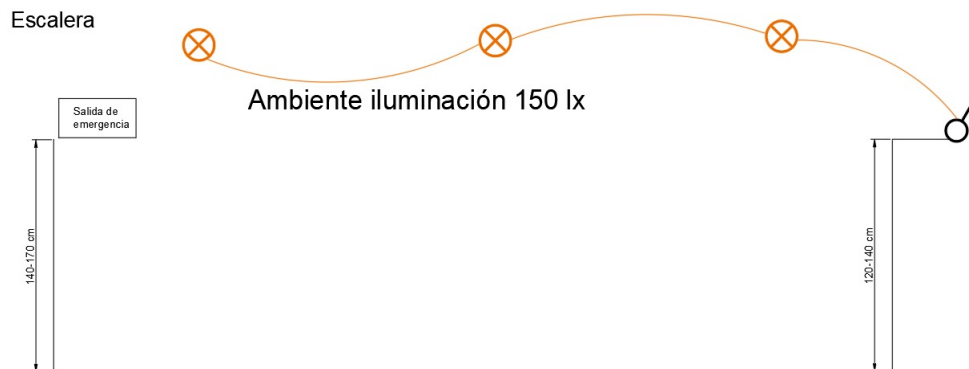


Figura 8: Referencia de la norma aplicada en el área de escaleras

Ítem 20.-Interruptores:

Se debe ubicar los interruptores entre una altura de 1.20 y 1.40 sobre el nivel del suelo, adicional se debe tener presente colocar los interruptores de emergencia cerca de la escalera, especialmente si estas son rutas de evacuación [23].

Ítem 21.-Iluminación:

El valor adecuado para una buena luminancia debe ser de 150 Lx [25]. Por lo menos una salida de iluminación controlada con un interruptor de pared[15].

Ítem 22.-Señalización:

Se requiere que cuente, como mínimo, con una salida de alumbrado, de igual manera colocar señales que indiquen la dirección de las escaleras, tanto para subir como para bajar. Esto es especialmente importante para situaciones de emergencia, deben ser ubicadas entre 1.40 y 1.70 metros sobre el nivel del suelo [26].

4.3.3 Baño

Las disposiciones, siguiendo las normas mencionadas en los posteriores ítem en el área del baño, quedan reflejadas en la figura 9.

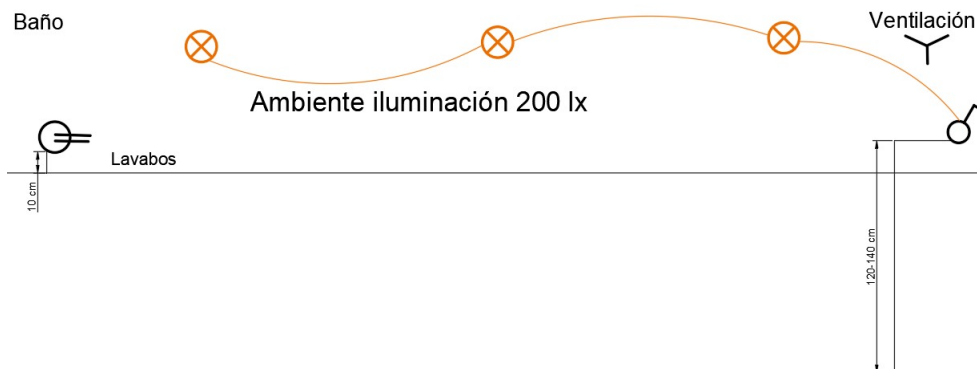


Figura 9: Referencia de la norma aplicada en el área del baño

Ítem 23.-Interruptores:

Se debe colocar los interruptores de iluminación cerca de la entrada del baño para facilitar el encendido y apagado de las luces. Asegúrate de que sean accesibles y visibles, de igual manera se considera la instalación de interruptores de emergencia cerca de la entrada del baño en caso de cortes de energía [23].

Ítem 24.-Tomacorrientes:

Se debe colocar los tomacorrientes cerca de los lavabos para permitir la conexión de dispositivos eléctricos utilizados en el baño, como secadores de manos eléctricos. Tomacorrientes, de uso general, deben colocarse a 0,40 m del piso terminado, salvo casos especiales como en baños y/o cocinas que pueden ser colocados sobre mesones a 0,10 m [23].

Ítem 25.-Iluminación:

Se debe mantener una iluminación adecuada en todo el baño para mejorar la visibilidad y la seguridad, por lo que se recomienda que cuente con 200 lux [25].

Ítem 26.-Ventilación:

En dicho apartado se puede clasificar la ventilación en ventanas o extractores mecánicos, si es posible, se debe instalar ventanas con aberturas para permitir la entrada de aire fresco, las mismas puedan abrirse y cerrarse según sea necesario.

Instalación de extractores de aire eficientes para eliminar la humedad y los

lores del baño, estos deben cumplir con las normativas locales sobre extracción de aire en instalaciones hospitalarias y por ultimo se coloca los extractores de aire en lugares estratégicos, como cerca de la ducha o bañera, para eliminar la humedad de manera efectiva[17].

4.4 Área de Tratamiento y Diagnóstico

Cuando se lleva a cabo la evaluación del diagnóstico del paciente, se determina si es necesario realizar una intervención quirúrgica, un procedimiento obstétrico u otro tratamiento que no implique cirugía.

4.4.1 Laboratorio

Este espacio se utiliza para llevar a cabo estudios de patologías, los cuales varían según el tipo de examen que se deba realizar, con el propósito de evaluar el estado de salud del paciente y, de esta manera, poder diseñar un tratamiento efectivo.

Las alineaciones, según las reglas establecidas en el ámbito del vestuario, se presentan en la figura 10.

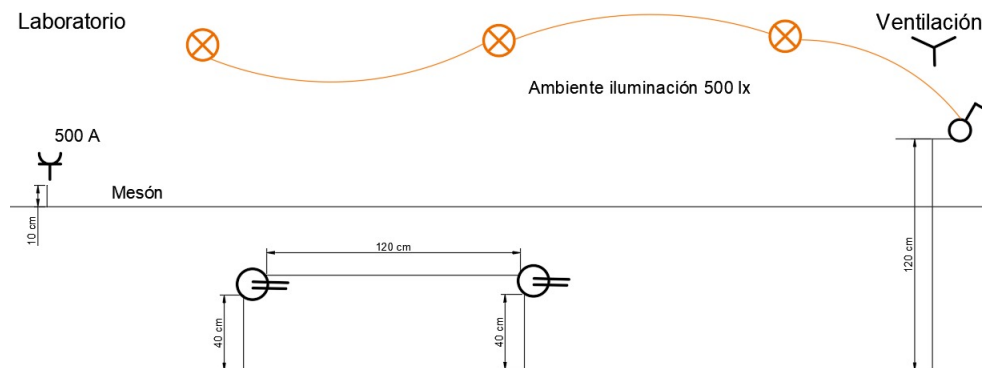


Figura 10: Referencia de la norma aplicada en el área del laboratorio

Lo principal a tener en cuenta al momento de hacer las instalaciones eléctricas es:

Ítem 27.-Interruptores:

Para la posición de los interruptores se toma en cuenta la norma NEC-SB[23].

Ítem 28.-Tomacorrientes:

Los aparatos suministrados por sistemas que no sean monofásicos de 120 V deben usar el enchufe (tapa) del tipo de conexión a tierra apropiado para el sistema eléctrico en particular [17].

La ubicación de los tomacorrientes se tomara en cuenta según la norma NEC-SB [23], esta recomendación es especialmente relevante dado que, habitualmente, los equipos de laboratorio se ubican sobre mesones. Como guía, se recomienda 500 A como fuga máxima permitida. Límite actual para equipos de laboratorio.

Ítem 29.-Iluminación:

Los laboratorios y dispensarios requieren de una iluminación adecuada, con un nivel de 500 lux y una reproducción cromática del grupo 1B. Es importante que las estanterías también estén bien iluminadas [24]. Además, es importante tener en cuenta que la norma UNE coincide con esta cantidad de lux como estándar para este tipo de espacios [25].

Ítem 30.Ventilación:

Los sistemas de extracción para la ventilación de los laboratorios se dispondrán con motores y ventiladores situados en el extremo de descarga de los sistemas, y con el aire de escape descargado por encima del techo de manera que no sea aspirado por ninguna toma de aire ni soplado hacia las ventanas [17].

4.4.2 Cirugía

El área quirúrgica comprende los espacios esenciales destinados a llevar a cabo intervenciones quirúrgicas, las cuales pueden ser realizadas en pacientes ingresados, pacientes ambulatorios, pacientes de urgencias o pacientes obstétricos.

Las disposiciones, conforme a las directrices en el ámbito de cirugía, se evidencian en la figura 11.

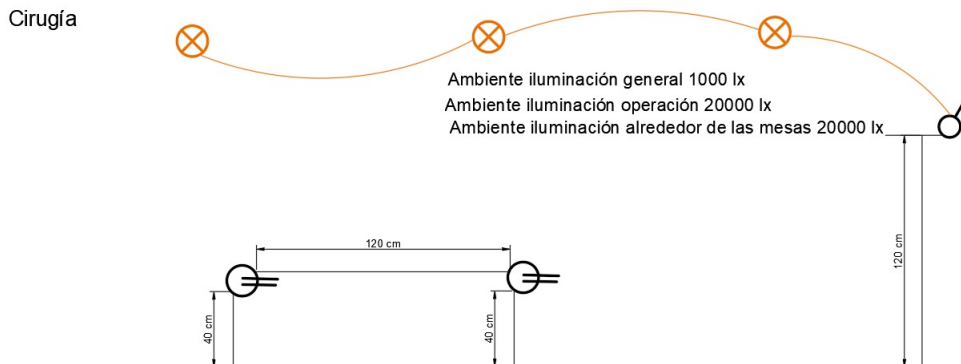


Figura 11: Referencia de la norma aplicada en el área de cirugía

Ítem 31.-Interruptores:

Para la posición de los interruptores se toma en cuenta la norma NEC-SB[23].

Ítem 32.-Tomacorrientes:

Los dispositivos eléctricos (por ejemplo, tomacorrientes e interruptores) se instalarán a una distancia de por lo menos 0,2 m horizontalmente (centro a centro) desde cualesquiera salida de gases médicos, de modo que minimice el riesgo de ignición de los gases inflamables[18].

Ítem 33.-Iluminación:

Los niveles recomendados de iluminación son los siguientes: 1000 lux para el área general, 20000 lux para mesas de operación, 2000 lux alrededor de las mesas, 500 lux para lavabos y 300 lux para pasillos, según la referencia [28].

Asimismo, se establece que la temperatura de color de las lámparas debe oscilar entre 4000 K y 5000 K, y el índice de reproducción cromática debe ser superior a 90, categoría 1A. Con el objetivo de prevenir una exposición excesiva de los tejidos del paciente al calor, se especifica que la eficacia luminosa en el área iluminada no debe exceder los 170 lm/W, garantizando así una irradiancia máxima de 600 W/m² para una iluminación de 100,000 lux, según las pautas descritas en [24]. Además, la Norma Europea UNE 12464.1 respalda estas recomendaciones [25].

En cuanto a las luminarias instaladas, se requiere que sean completamente estancas, con un índice de protección (IP) mínimo de 65. Para la iluminación

general, se sugiere que las luminarias tengan baja luminancia para evitar reflejos en los monitores, según las indicaciones de [24].

4.4.3 Farmacia

La Farmacia Hospitalaria es una especialidad farmacéutica que se ocupa de servir a la población en sus necesidades farmacéuticas, a través de la selección, preparación, adquisición, control, dispensación, información de medicamentos y otras actividades orientadas a conseguir una utilización apropiada, segura y costo-efectiva de los medicamentos y productos sanitarios, en beneficio de los pacientes atendidos en el hospital y en su ámbito de influencia. Las posiciones, siguiendo las regulaciones en el ámbito de farmacia, se observan en la figura 12.

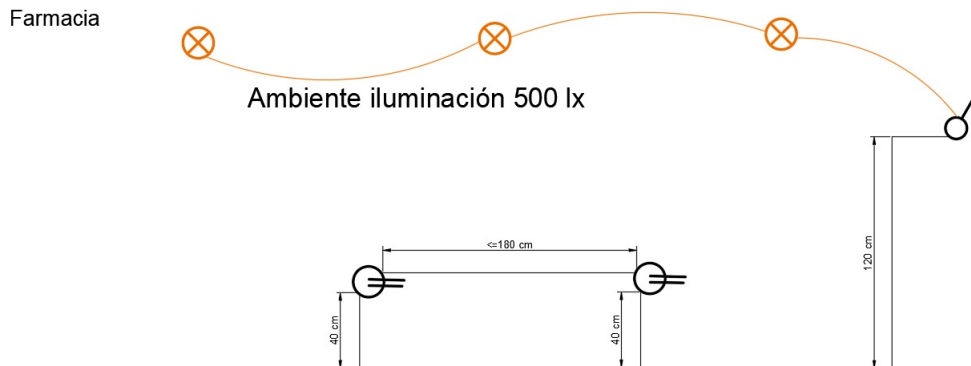


Figura 12: Referencia de la norma aplicada en el área de farmacia

Ítem 34.-Interruptores:

Interruptores cerca de la entrada principal y en áreas de atención al cliente son esenciales, se puede considerar dividir la iluminación en diferentes zonas controladas por interruptores separados para permitir un mayor control y eficiencia energética.

Para la posición de los interruptores se toma en cuenta la norma NEC-SB [23].

Ítem 35.-Tomacorrientes:

Instalar suficientes tomacorrientes para satisfacer las necesidades de la farmacia, considerando equipos médicos, computadoras y otros dispositivos electrónicos, además colocar tomacorrientes estratégicamente cerca de mostradores,

áreas de trabajo y puntos de venta para facilitar el acceso. La ubicación de los tomacorrientes se tomara en cuenta según la norma NEC-SB [23].

Ítem 36.-Iluminación:

Debe ser suficiente para proporcionar una iluminación adecuada en todas las áreas de la farmacia, además se suelen utilizar luces blancas y brillantes para garantizar una buena visibilidad y crear un ambiente profesional, el área de atención al cliente, mostradores y estanterías deben contar con iluminación específica para resaltar productos y facilitar la lectura de etiquetas.

El nivel recomendado de iluminación es de 500 lux para el área general [25].

4.5 Áreas de Hospitalización

4.5.1 Consultas externas

Estas oficinas están designadas para llevar a cabo consultas especializadas y constituyen un área de alto tráfico, lo que subraya la importancia de disponer de un espacio adecuado tanto para la atención como para la movilidad de los pacientes y el personal médico.

as posiciones, en conformidad con las normas mencionadas en los ítems detallados posteriormente en el área de consultas externas, están representadas en la figura 13.



Figura 13: Referencia de la norma aplicada en el área de consulta externa

Ítem 37.-Interruptores:

Como se menciona en los ítem anteriores los interruptores se manejan de la

misma manera dando comodidad al paciente, se debe colocar en un lugar visible a un altura promedio de fácil acceso, incluso hasta para las personas de capacidades diferentes.

Ítem 38.-Tomacorriente

ECUN-415-2012: Los tomacorrientes y/o equipos de consultorios deben estar debidamente conectados a tierra o tener un doble aislamiento [29].

ECUN-414-2012 Los tomacorrientes localizados en los consultorios y demás localidades pediátricas, deben ser resistentes a la apertura o tener una cobertura o un sistema especial para que los niños no los puedan abrir [29].

Ítem 39.-Iluminación:

Control personal de la iluminación de la cama: Los pacientes deben tener la capacidad de ajustar la iluminación del cabecero de la cama para la lectura de forma fácil y accesible. Se recomienda un nivel mínimo de 300 lux para la iluminación de lectura. Asimismo, la norma UNE sugiere que la iluminación alcance los 500 lux[25].

4.5.2 Hospitalización

Este espacio alberga dormitorios destinados a los pacientes que requieren una supervisión constante tras un tratamiento médico o que necesitan reposo tras una cirugía u otro procedimiento similar.

Las posiciones, siguiendo las regulaciones en el ámbito de hospitalización, se evidencian en la figura 14.

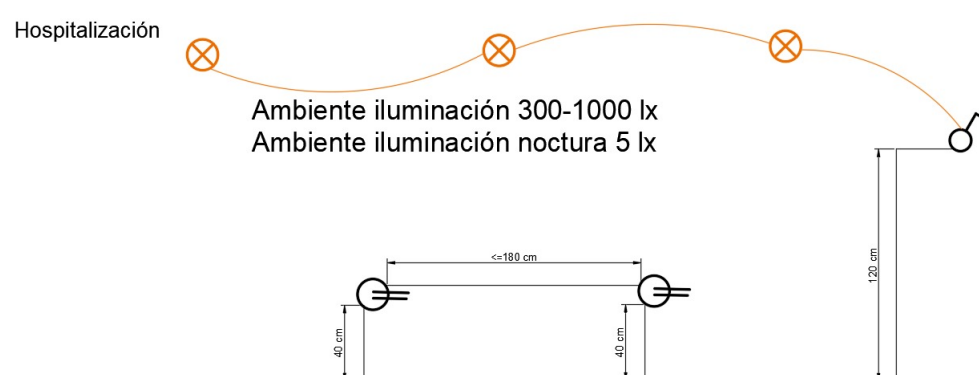


Figura 14: Referencia de la norma aplicada en el área de hospitalización

Ítem 40.-Interruptores:

Para la posición de los interruptores se toma en cuenta la norma NEC-SB[23].

Ítem 41.-Tomacorriente: El NEC requiere que se indiquen los tomacorrientes de grado hospitalario en las ubicaciones de camas para pacientes de las áreas de cuidado general. Se debe proporcionar un mínimo de cuatro de tales tomacorrientes[23].

Ítem 42.-Iluminación:

Dos factores clave relacionados con la iluminación para el personal médico son:

- Iluminación adicional para reconocimiento y tratamiento: Esta iluminación puede ser proporcionada por las luminarias ubicadas en el cabecero de la cama o mediante luminarias portátiles. Se recomienda un nivel mínimo de 1000 lux según la norma UNE 12464 (aunque otras normativas, como la DIN 5035, requieren solo 300 lux), sin embargo se tomará en cuenta la normativa UNE [25].
- Iluminación de vigilancia nocturna: Debe permitir el movimiento del personal médico durante la noche y el monitoreo continuo de los pacientes. Se recomienda un nivel de 5 lux en la habitación. Para lograr esto, se sugiere el uso de luminarias empotradas en las paredes a una altura baja, equipadas con lámparas fluorescentes compactas y distribución de luz amplia.

Ítem 43.-Timbre de emergencia:

El dispositivo de llamado a enfermería debe ser instalado en una ubicación estratégica que garantice accesibilidad desde la camilla del paciente, según las especificaciones técnicas correspondientes.

4.6 Área de Generador

4.6.1 Generador

Ítem 44.-Los sistemas de emergencia son aquellos sistemas legalmente obligatorios y clasificados como de emergencia por las autoridades municipales, estatales, distritales, departamentales o por otros códigos u otros organismos

gubernamentales competentes[30].

Requisitos generales: El suministro de corriente debe ser tal que, si falla el suministro normal a la edificación o grupo de edificaciones afectadas, o dentro de ellas, el suministro de fuerza de emergencia, el alumbrado de emergencia o ambos, estarán disponibles dentro del tiempo necesario para esas aplicaciones, pero no debe demorar más de 10 segundos[30].

Diesel Kipor KDE6700T de 5kVA es ideal para obtener energía al menor costo debido a que cuenta con un motor de alimentación diésel, comparado con un generador a gasolina. Puede colocarlo donde lo necesite debido a su facilidad para el transporte.

Para el área de generadores y transformadores se debe realizar un sistema de malla a tierra que maneje un valor menor a 5Ω como lo recomienda la norma, a esta malla se deben conectar cada uno de los generadores para limitar las corrientes de cortocircuito en caso de falla, cuyo valor lo debe recomendar el fabricante.

Especificaciones del generador instalado:

Modelo: KDE6700T

Nombre: Generador Diesel Insonorizado 5.000W

Potencia máxima: 5kW/5kVA

Potencia continua: 4,5kW/4,5kVA

Voltaje/Frecuencia: 230V/50Hz

Carga batería: 12V/8,3A

Velocidad motor: 3000rpm

Combustible: Diesel

Tanque combustible: 15L

Autonomía: 6h

Monofásico

Partida eléctrica

Refrigeración por aire

Incluye: cargador de batería

Incluye: AVR

Dimensiones (LAH): 92 x 54 x 74cm

Peso: 170kg.

V Criterios de Cumplimiento de la Normativa Propuesta

En este capítulo se detallarán los criterios que se consideraron para asignar una calificación a cada ítem. Este proceso se llevó a cabo mediante la aplicación de un rango que abarcó: 0 % - 25 %, 26 % - 50 %, 51 % - 75 %, 76 % - 100 %.

Los ítems de iluminación se asignaron según la medida proporcionada por el luxómetro, y este valor se relacionó con un rango porcentual, siendo el valor de referencia el 100 %, de acuerdo con la normativa establecida para cada una de las áreas que fueron analizadas. El valor obtenido por el luxómetro fue calculado por el método de la cuadratura, según la Resolución N° 84/12 - Guía Práctica [31], la cual fue tomada como referencia para este trabajo.

Los ítems de tomacorrientes e interruptores se valoraron según la cantidad de equipos que estuvieron dentro de la normativa propuesta. Posteriormente, se hizo una relación porcentual sobre el 100 % para cada una de las áreas que fueron analizadas.

5.1 Áreas de Servicio

5.1.1 Cocinas

Ítem 1.-Interruptores:

- 0 % - 25 %: la altura es $< 0.60\text{m}$ sobre el piso.
- 26 % - 50 %: la altura es $0.60\text{m} \leq x < 0.90\text{m}$ sobre el piso.
- 51 % - 75 %: la altura es $0.90\text{m} \leq x < 1.2\text{m}$ sobre el piso.
- 76 % - 100 %: La altura es a $1.20\text{m} \leq x \leq 1.50\text{m}$ sobre el piso.

Ítem 2.-Tomacorrientes:

2.1.- Desde el piso:

- 0 % - 25 %: la altura es $< 0.20\text{m}$ sobre el piso.
- 26 % - 50 %: la altura es $0.20\text{m} \leq x < 0.30\text{m}$ sobre el piso.
- 51 % - 75 %: la altura es $0.30\text{m} \leq x < 0.40\text{m}$ sobre el piso.
- 76 % - 100 %: la altura es $0.40\text{m} \leq x \leq 0.50\text{m}$ sobre el piso.

2.2.- Sobre el mesón:

- 0 % - 50 %: la altura es $< 0.10\text{m}$ ó $> 0.10\text{m}$ sobre el mesón.

- 51 % - 100 %:La altura es = 0.1m sobre el mesón.

Ítem 3.-Iluminación:

- 0 % - 25 %:La iluminación es <52 lx.
- 26 % - 50 %: La iluminación es $52 \text{ lx} \leq x < 102$ lx.
- 51 % - 75 %:La iluminación es $102 \text{ lx} \leq x < 152$ lx.
- 76 % - 100 %:La iluminación es $152 \text{ lx} \leq x \leq 200$ lx.

5.1.2 Vestuarios

Ítem 4.-Interruptores:

- 0 % - 25 %:la altura es <0.60 m sobre el piso.
- 26 % - 50 %:la altura es $0.60\text{m} \leq x < 0.90\text{m}$ sobre el piso.
- 51 % - 75 %: la altura es $0.90\text{m} \leq x < 1.2\text{m}$ sobre el piso.
- 76 % - 100 %:La altura es a $1.20\text{m} \leq x \leq 1.50\text{m}$ sobre el piso.

Ítem 5.-Tomacorrientes: Desde el piso

- 0 % - 25 %:la altura es <0.20 m sobre el piso.
- 26 % - 50 %:la altura es $0.20\text{m} \leq x < 0.30\text{m}$ sobre el piso.
- 51 % - 75 %:la altura es $0.30\text{m} \leq x < 0.40\text{m}$ sobre el piso.
- 76 % - 100 %:la altura es $0.40\text{m} \leq x \leq 0.50\text{m}$ sobre el piso.

Ítem 6.-Iluminación:

- 0 % - 25 %:La iluminación es <78 lx.
- 26 % - 50 %: La iluminación es $78 \text{ lx} \leq x < 153$ lx.
- 51 % - 75 %:La iluminación es $153 \text{ lx} \leq x < 228$ lx.
- 76 % - 100 %:La iluminación es $228 \text{ lx} \leq x \leq 300$ lx.

5.1.3 Lencería

Ítem 7.-Interruptores:

- 0 % - 25 %:la altura es <0.60 m sobre el piso.
- 26 % - 50 %:la altura es $0.60\text{m} \leq x < 0.90\text{m}$ sobre el piso.
- 51 % - 75 %: la altura es $0.90\text{m} \leq x < 1.2\text{m}$ sobre el piso.
- 76 % - 100 %:La altura es a $1.20\text{m} \leq x \leq 1.50\text{m}$ sobre el piso.

Ítem 8.-Tomacorrientes:

8.1.-Polarización:

- 0 % - 50 %: Los tomacorrientes y/o equipos de consultorios NO están debidamente conectados a tierra o no tienen un doble aislamiento.
- 51 % - 100 %: Los tomacorrientes y/o equipos de consultorios están debidamente conectados a tierra o tienen un doble aislamiento.

8.2.-Desde el piso

- 0 % - 25 %: la altura es $< 0.20\text{m}$ sobre el piso.
- 26 % - 50 %: la altura es $0.20\text{m} \leq x < 0.30\text{m}$ sobre el piso.
- 51 % - 75 %: la altura es $0.30\text{m} \leq x < 0.40\text{m}$ sobre el piso.
- 76 % - 100 %: la altura es $0.40\text{m} \leq x \leq 0.50\text{m}$ sobre el piso.

Ítem 9.-Iluminación:

- 0 % - 25 %: La iluminación es $< 52\text{ lx}$.
- 26 % - 50 %: La iluminación es $52\text{ lx} \leq x < 102\text{ lx}$.
- 51 % - 75 %: La iluminación es $102\text{ lx} \leq x < 152\text{ lx}$.
- 76 % - 100 %: La iluminación es $152\text{ lx} \leq x \leq 200\text{ lx}$.

5.1.4 Bodega

Ítem 10.-Interruptores:

- 0 % - 25 %: la altura es $< 0.60\text{m}$ sobre el piso.
- 26 % - 50 %: la altura es $0.60\text{m} \leq x < 0.90\text{m}$ sobre el piso.
- 51 % - 75 %: la altura es $0.90\text{m} \leq x < 1.2\text{m}$ sobre el piso.
- 76 % - 100 %: La altura es a $1.20\text{m} \leq x \leq 1.50\text{m}$ sobre el piso.

Ítem 11.-Tomacorrientes: Desde el piso

- 0 % - 25 %: la altura es $< 0.20\text{m}$ sobre el piso.
- 26 % - 50 %: la altura es $0.20\text{m} \leq x < 0.30\text{m}$ sobre el piso.
- 51 % - 75 %: la altura es $0.30\text{m} \leq x < 0.40\text{m}$ sobre el piso.
- 76 % - 100 %: la altura es $0.40\text{m} \leq x \leq 0.50\text{m}$ sobre el piso.

Ítem 12.-Iluminación:

- 0 % - 25 %: La iluminación es $< 52\text{ lx}$.
- 26 % - 50 %: La iluminación es $52\text{ lx} \leq x < 102\text{ lx}$.
- 51 % - 75 %: La iluminación es $102\text{ lx} \leq x < 152\text{ lx}$.
- 76 % - 100 %: La iluminación es $152\text{ lx} \leq x \leq 200\text{ lx}$.

5.2 Áreas de Administración

5.2.1 Administración

Ítem 13.-Interruptores:

- 0 % - 25 %:la altura es $<0.60\text{m}$ sobre el piso.
- 26 % - 50 %:la altura es $0.60\text{m} \leq \mathbf{x} < 0.90\text{m}$ sobre el piso.
- 51 % - 75 %: la altura es $0.90\text{m} \leq \mathbf{x} < 1.2\text{m}$ sobre el piso.
- 76 % - 100 %:La altura es a $1.20\text{m} \leq \mathbf{x} \leq 1.50\text{m}$ sobre el piso.

Ítem 14.-Tomacorrientes

14.1.- Desde el piso:

- 0 % - 25 %:la altura es $<0.20\text{m}$ sobre el piso.
- 26 % - 50 %:la altura es $0.20\text{m} \leq \mathbf{x} < 0.30\text{m}$ sobre el piso.
- 51 % - 75 %:la altura es $0.30\text{m} \leq \mathbf{x} < 0.40\text{m}$ sobre el piso.
- 76 % - 100 %:la altura es $0.40\text{m} \leq \mathbf{x} \leq 0.50\text{m}$ sobre el piso.

14.2.- Sobre el mesón:

- 0 % - 50 %:la altura es $<0.10\text{m}$ ó $>0.10\text{m}$ sobre el mesón.
- 51 % - 100 %:La altura es $= 0.1\text{m}$ sobre el mesón.

14.3.- Polarizados:

- 0 %:No están polarizados.
- 100 %:Están polarizados.

Ítem 15.-Iluminación:

- 0 % - 25 %:La iluminación es $<130\text{ lx}$.
- 26 % - 50 %: La iluminación es $130\text{ lx} \leq \mathbf{x} < 255\text{ lx}$.
- 51 % - 75 %:La iluminación es $255\text{ lx} \leq \mathbf{x} < 380\text{ lx}$.
- 76 % - 100 %:La iluminación es $380\text{ lx} \leq \mathbf{x} \leq 500\text{ lx}$.

5.3 Áreas del Usuario y Personal

5.3.1 Vestíbulo general

Ítem 16.-Interruptores:

- 0 % - 25 %:la altura es $<0.60\text{m}$ sobre el piso.
- 26 % - 50 %:la altura es $0.60\text{m} \leq \mathbf{x} < 0.90\text{m}$ sobre el piso.
- 51 % - 75 %: la altura es $0.90\text{m} \leq \mathbf{x} < 1.2\text{m}$ sobre el piso.

- 76 % - 100 %:La altura es a $1.20\text{m} \leq x \leq 1.50\text{m}$ sobre el piso.

Ítem 17.-Tomacorrientes

17.1.-Desde el piso:

- 0 % - 25 %:la altura es $<0.20\text{m}$ sobre el piso.
- 26 % - 50 %:la altura es $0.20\text{m} \leq x <0.30\text{m}$ sobre el piso.
- 51 % - 75 %:la altura es $0.30\text{m} \leq x <0.40\text{m}$ sobre el piso.
- 76 % - 100 %:la altura es $0.40\text{m} \leq x \leq 0.50\text{m}$ sobre el piso.

17.2.-Para la distancia entre tomacorrientes en un área de mas de 3m de distancia de manera horizontal:

- 0 % - 50 %:Se encuentre a una distancia $<1.8\text{m}$ ó $>1.8\text{m}$ entre tomacorrientes.
- 51 % - 100 %:Se encuentre a una distancia = 1.8m entre tomacorrientes.

Ítem 18.-Iluminación

18.1.-Durante el día:

- 0 % - 25 %:La iluminación es $<26\text{ lx}$.
- 26 % - 50 %: La iluminación es $26\text{ lx} \leq x <51\text{ lx}$.
- 51 % - 75 %:La iluminación es $51\text{ lx} \leq x <76\text{ lx}$.
- 76 % - 100 %:La iluminación es $76\text{ lx} \leq x \leq 100\text{ lx}$.

18.2.-Durante la noche:

- 0 % - 25 %:La iluminación es $<13\text{ lx}$.
- 26 % - 50 %: La iluminación es $13\text{ lx} \leq x <25.5\text{ lx}$.
- 51 % - 75 %:La iluminación es $25.5\text{ lx} \leq x <38\text{lx}$.
- 76 % - 100 %:La iluminación es $38\text{ lx} \leq x \leq 50\text{ lx}$.

Ítem 19.-Señalización:

- 0 %: No hay señalización de emergencia de ninguna manera.
- 50 % Hay señalización de emergencia como letreros.
- 100 % Hay señalización de emergencia letreros y luces.

5.3.2 Escaleras

Ítem 20.-Interruptores

20.1.-Interruptores:

- 0 % - 25 %:la altura es $<0.60\text{m}$ sobre el piso.

- 26 % - 50 %: la altura es $0.60\text{m} \leq x < 0.90\text{m}$ sobre el piso.
- 51 % - 75 %: la altura es $0.90\text{m} \leq x < 1.2\text{m}$ sobre el piso.
- 76 % - 100 %: La altura es a $1.20\text{m} \leq x \leq 1.50\text{m}$ sobre el piso.

20.2.-Conmutadores:

- 0 %: La iluminación no está controlada por lo menos con un interruptor de pared.
- 100 % La iluminación está controlada por lo menos con un interruptor de pared.

Ítem 21.-Iluminación:

- 0 % - 25 %: La iluminación es $< 39\text{ lx}$.
- 26 % - 50 %: La iluminación es $39\text{ lx} \leq x < 76.5\text{ lx}$.
- 51 % - 75 %: La iluminación es $76.5\text{ lx} \leq x < 114\text{ lx}$.
- 76 % - 100 %: La iluminación es $114\text{ lx} \leq x \leq 150\text{ lx}$.

Ítem 22.-Señalización:

- 0 %: No hay señalización de emergencia de ninguna manera.
- 50 % Hay señalización de emergencia como letreros.
- 100 % Hay señalización de emergencia letreros y luces.

5.3.3 Baño

Ítem 23.-Interruptores:

- 0 % - 25 %: la altura es $< 0.60\text{m}$ sobre el piso.
- 26 % - 50 %: la altura es $0.60\text{m} \leq x < 0.90\text{m}$ sobre el piso.
- 51 % - 75 %: la altura es $0.90\text{m} \leq x < 1.2\text{m}$ sobre el piso.
- 76 % - 100 %: La altura es a $1.20\text{m} \leq x \leq 1.50\text{m}$ sobre el piso.

Ítem 24.-Tomacorrientes:

Sobre el lavamanos

- 0 % - 50 %: la altura es $< 0.10\text{m}$ ó $> 0.10\text{m}$ sobre el lavamanos.
- 51 % - 100 %: La altura es $= 0.1\text{m}$ sobre el lavamanos.

Ítem 25.-Iluminación:

- 0 % - 25 %: La iluminación es $< 52\text{ lx}$.
- 26 % - 50 %: La iluminación es $52\text{ lx} \leq x < 102\text{ lx}$.
- 51 % - 75 %: La iluminación es $102\text{ lx} \leq x < 152\text{ lx}$.

- 76 % - 100 %: La iluminación es $152 \text{ lx} \leq x \leq 200 \text{ lx}$.

Ítem 26.-Ventilación:

- 0 % : No hay ventilación de ninguna manera.
- 50 % : Se tiene rejillas para la ventilación.
- 100 %: Tienen ventilación de manera eléctrica.

5.4 Área de Tratamiento y Diagnóstico

5.4.1 Laboratorio

Ítem 27.-Interruptores:

- 0 % - 25 %: la altura es $< 0.60\text{m}$ sobre el piso.
- 26 % - 50 %: la altura es $0.60\text{m} \leq x < 0.90\text{m}$ sobre el piso.
- 51 % - 75 %: la altura es $0.90\text{m} \leq x < 1.2\text{m}$ sobre el piso.
- 76 % - 100 %: La altura es a $1.20\text{m} \leq x \leq 1.50\text{m}$ sobre el piso.

Ítem 28.-Tomacorrientes

28.1.-Seguridad:

- 0 % - 50 %: Sistemas que no sean monofásicos de 120 V, NO usan el enchufe con tapa.
- 51 % - 100 %: Sistemas que no sean monofásicos de 120 V, usan el enchufe con tapa.

28.2.-Desde el piso:

- 0 % - 25 %: la altura es $< 0.20\text{m}$ sobre el piso.
- 26 % - 50 %: la altura es $0.20\text{m} \leq x < 0.30\text{m}$ sobre el piso.
- 51 % - 75 %: la altura es $0.30\text{m} \leq x < 0.40\text{m}$ sobre el piso.
- 76 % - 100 %: la altura es $0.40\text{m} \leq x \leq 0.50\text{m}$ sobre el piso.

28.3.- Sobre el mesón:

- 0 % - 50 %: la altura es $< 0.10\text{m}$ ó $> 0.1\text{m}$ sobre el mesón.
- 51 % - 100 %: La altura es $= 0.1\text{m}$ sobre el mesón.

Ítem 29.-Iluminación:

- 0 % - 25 %: La iluminación es $< 130 \text{ lx}$.
- 26 % - 50 %: La iluminación es $130 \text{ lx} \leq x < 255 \text{ lx}$.
- 51 % - 75 %: La iluminación es $255 \text{ lx} \leq x < 380 \text{ lx}$.

- 76 % - 100 %:La iluminación es $380 \text{ lx} \leq x \leq 500 \text{ lx}$.

Ítem 30.Ventilación:

- 0 % : No hay ventilación de ninguna manera.
- 50 % : Se tiene rejillas para la ventilación.
- 100 %: Tienen ventilación de manera eléctrica.

5.4.2 Cirugía

Ítem 31.-Interruptores:

- 0 % - 25 %:la altura es $<0.60\text{m}$ sobre el piso.
- 26 % - 50 %:la altura es $0.60\text{m} \leq x <0.90\text{m}$ sobre el piso.
- 51 % - 75 %: la altura es $0.90\text{m} \leq x <1.2\text{m}$ sobre el piso.
- 76 % - 100 %:La altura es a $1.20\text{m} \leq x \leq 1.50\text{m}$ sobre el piso.

Ítem 32.-Tomacorrientes:

- 0 % - 50 %:Cumple menos de la mitad de la normativa.
- 51 % - 100 %:Cumple mas de la mitad de la normativa.

Ítem 33.-Iluminación

33.1.- Área general:

- 0 % - 25 %:La iluminación es $<260\text{lx}$.
- 26 % - 50 %:La iluminación es $260 \text{ lx} \leq x <510 \text{ lx}$.
- 51 % - 75 %:La iluminación es $510 \text{ lx} \leq x <760 \text{ lx}$.
- 76 % - 100 %:La iluminación es $760 \text{ lx} \leq x \leq 1000 \text{ lx}$.

33.2.-Mesas de operación:

- 0 % - 25 %:La iluminación es $<5200\text{lx}$.
- 26 % - 50 %:La iluminación es $5200 \text{ lx} \leq x <10200 \text{ lx}$.
- 51 % - 75 %:La iluminación es $10200 \text{ lx} \leq x <15200 \text{ lx}$.
- 76 % - 100 %:La iluminación es $15200 \text{ lx} \leq x \leq 20000 \text{ lx}$.

33.3.-Alrededor de las mesas:

- 0 % - 25 %:La iluminación es $<520\text{lx}$.
- 26 % - 50 %:La iluminación es $520 \text{ lx} \leq x <1020 \text{ lx}$.
- 51 % - 75 %:La iluminación es $1020 \text{ lx} \leq x <1520 \text{ lx}$.
- 76 % - 100 %:La iluminación es $1520 \text{ lx} \leq x \leq 2000 \text{ lx}$.

33.4.-Lavabos:

- 0 % - 25 %:La iluminación es $<130\text{lx}$.
- 26 % - 50 %:La iluminación es $130\text{ lx} \leq x <255\text{ lx}$.
- 51 % - 75 %:La iluminación es $255\text{ lx} \leq x <380\text{ lx}$.
- 76 % - 100 %:La iluminación es $380\text{ lx} \leq x \leq 500\text{ lx}$.

33.5.-Pasillos:

- 0 % - 25 %:La iluminación es $<78\text{lx}$.
- 26 % - 50 %:La iluminación es $78\text{ lx} \leq x <153\text{ lx}$.
- 51 % - 75 %:La iluminación es $153\text{ lx} \leq x <228\text{ lx}$.
- 76 % - 100 %:La iluminación es $228\text{ lx} \leq x \leq 300\text{ lx}$.

33.6.-Temperatura de color:

- 0 % - 50 %:Es $<4000\text{ K}$.
- 51 % - 100 %:Es $4000\text{ K} \leq x \leq 5000\text{ K}$.

5.4.3 Farmacia

Ítem 34.-Interruptores:

- 0 % - 25 %:la altura es $<0.60\text{m}$ sobre el piso.
- 26 % - 50 %:la altura es $0.60\text{m} \leq x <0.90\text{m}$ sobre el piso.
- 51 % - 75 %: la altura es $0.90\text{m} \leq x <1.2\text{m}$ sobre el piso.
- 76 % - 100 %:La altura es a $1.20\text{m} \leq x \leq 1.50\text{m}$ sobre el piso.

Ítem 35.-Tomacorrientes

35.1.-Desde el piso:

- 0 % - 25 %:la altura es $<0.20\text{m}$ sobre el piso.
- 26 % - 50 %:la altura es $0.20\text{m} \leq x <0.30\text{m}$ sobre el piso.
- 51 % - 75 %:la altura es $0.30\text{m} \leq x <0.40\text{m}$ sobre el piso.
- 76 % - 100 %:la altura es $0.40\text{m} \leq x \leq 0.50\text{m}$ sobre el piso.

35.2.- Sobre el mesón:

- 0 % - 50 %:la altura es $<0.10\text{m}$ ó $>0.1\text{m}$ sobre el mesón.
- 51 % - 100 %:La altura es $= 0.1\text{m}$ sobre el mesón.

Ítem 36.-Iluminación:

- 0 % - 25 %:La iluminación es $<130\text{lx}$.
- 26 % - 50 %:La iluminación es $130\text{ lx} \leq x <255\text{ lx}$.

- 51 % - 75 %:La iluminación es $255 \text{ lx} \leq \mathbf{x} < 380 \text{ lx}$.
- 76 % - 100 %:La iluminación es $380 \text{ lx} \leq \mathbf{x} \leq 500 \text{ lx}$.

5.5 Áreas de Hospitalización

5.5.1 Consultas externas

Ítem 37.-Interruptores:

- 0 % - 25 %:la altura es $<0.60\text{m}$ sobre el piso.
- 26 % - 50 %:la altura es $0.60\text{m} \leq \mathbf{x} < 0.90\text{m}$ sobre el piso.
- 51 % - 75 %: la altura es $0.90\text{m} \leq \mathbf{x} < 1.2\text{m}$ sobre el piso.
- 76 % - 100 %:La altura es a $1.20\text{m} \leq \mathbf{x} \leq 1.50\text{m}$ sobre el piso.

Ítem 38.-Tomacorrientes

38.1.-Desde el piso:

- 0 % - 25 %:la altura es $<0.20\text{m}$ sobre el piso.
- 26 % - 50 %:la altura es $0.20\text{m} \leq \mathbf{x} < 0.30\text{m}$ sobre el piso.
- 51 % - 75 %:la altura es $0.30\text{m} \leq \mathbf{x} < 0.40\text{m}$ sobre el piso.
- 76 % - 100 %:la altura es $0.40\text{m} \leq \mathbf{x} \leq 0.50\text{m}$ sobre el piso.

38.2.-Polarización:

- 0 % - 50 %:Los tomacorrientes y/o equipos de consultorios NO están debidamente conectados a tierra o no tienen un doble aislamiento.
- 51 % - 100 %:Los tomacorrientes y/o equipos de consultorios están debidamente conectados a tierra o tienen un doble aislamiento.

38.3.-Protección contra niños:

- 0 % - 50 %: NO son resistentes a la apertura o tienen una cobertura o un sistema especial para que los niños no los puedan abrir.
- 51 % - 100 %:Tiene resistencia a la apertura o tiene una cobertura o un sistema especial para que los niños no los puedan abrir.

Ítem 39.-Iluminación

- 0 % - 25 %:La iluminación es $<130\text{lx}$.
- 26 % - 50 %:La iluminación es $130 \text{ lx} \leq \mathbf{x} < 255 \text{ lx}$.
- 51 % - 75 %:La iluminación es $255 \text{ lx} \leq \mathbf{x} < 380 \text{ lx}$.
- 76 % - 100 %:La iluminación es $380 \text{ lx} \leq \mathbf{x} \leq 500 \text{ lx}$.

5.5.2 Hospitalización

Ítem 40.-Interruptores:

- 0 % - 25 %: la altura es $<0.60\text{m}$ sobre el piso.
- 26 % - 50 %: la altura es $0.60\text{m} \leq x < 0.90\text{m}$ sobre el piso.
- 51 % - 75 %: la altura es $0.90\text{m} \leq x < 1.2\text{m}$ sobre el piso.
- 76 % - 100 %: La altura es a $1.20\text{m} \leq x \leq 1.50\text{m}$ sobre el piso.

Ítem 41.-Tomacorriente:

Al alcanzar el cumplimiento normativo, se asigna un puntaje del 100 % a cada habitación; posteriormente, se llevará a cabo una relación porcentual con respecto al total de las habitaciones.

Ítem 42.-Iluminación:

42.1.-Área general:

- 0 % - 25 %: La iluminación es $<1.3\text{lx}$.
- 26 % - 50 %: La iluminación es $1.3\text{ lx} \leq x < 2.55\text{ lx}$.
- 51 % - 75 %: La iluminación es $2.55\text{ lx} \leq x < 3.80\text{ lx}$.
- 76 % - 100 %: La iluminación es $3.80\text{ lx} \leq x \leq 5.00\text{ lx}$.

42.2.-Iluminación adicional para reconocimiento y tratamiento:

- 0 % - 25 %: La iluminación es $260 < \text{lx}$.
- 26 % - 50 %: La iluminación es $260\text{ lx} \leq x < 510\text{ lx}$.
- 51 % - 75 %: La iluminación es $510\text{ lx} \leq x < 760\text{ lx}$.
- 76 % - 100 %: La iluminación es $760\text{ lx} \leq x \leq 1000\text{ lx}$.

Ítem 43.-Timbre de Emergencia:

Al alcanzar el cumplimiento normativo, se asigna un puntaje del 100 cada habitación; posteriormente, se llevará a cabo una relación porcentual con respecto al total de las habitaciones.

5.6 Área de Generación

5.6.1 Generador

Ítem 44.- Generador:

- 0 %: No se adapta a los requerimientos establecidos.
- 100 %: Se adapta a los requerimientos establecidos.

VI Presentación de resultados del proyecto.

6.1 Recopilación de Datos

Tras una exhaustiva revisión de cada espacio en la Clínica de Especialidades Guadalupe, se logró obtener un levantamiento de información detallado, que arrojó los siguientes resultados:

En la Tabla 1, presenta un desglose del cumplimiento porcentual en el área de servicio, incluyendo las observaciones correspondientes a cada ítem.

ÁREA DE SERVICIO				
Subárea	Nº Ítem	Descripción	Observación	% Ítem
Cocina	1	Interruptores	Fuera del área	100
	2.1	Tomacorrientes: piso	Sin Novedad	100
	2.2	Tomacorrientes: mesón	Sin Novedad	100
	3	Iluminación	76 Lx	38
Vestuario	4	Interruptores	Sin Novedad	100
	5	Tomacorrientes	Sin Novedad	100
	6	Iluminación	148 Lx	49
Lencería	7	Interruptores	Sin Novedad	100
	8.1	Tomacorrientes Polarizados.	No cumple	0
	8.2	Tomacorrientes: piso.	Sin Novedad	100
	9	Iluminación	58 Lx	29
Bodega	10	Interruptores	Sin Novedad	100
	11	Tomacorrientes	Sin Novedad	100
	12	Iluminación	93 Lx	46,5

Tabla 1: Calificación de los ítem propuestos para el área de servicio.

En la Tabla 2, se presenta un análisis detallado del área de administración, desglosando las observaciones relacionadas con cada ítem y proporcionando los correspondientes porcentajes de cumplimiento para dicha área.

ÁREA DE ADMINISTRACIÓN				
Subárea	Nº Ítem	Descripción	Observación	% Ítem
Administración	13	Interruptores	Sin Novedad	100
	14.1	Tomacorrientes: piso	Sin Novedad	100
	14.2	Tomacorrientes: mesón	Sin Novedad	100
	14.3	Tomacorrientes polarizados.	Sin Novedad	100
	15	Iluminación	290 Lx	58

Tabla 2: Calificación de los ítem propuestos para el área de administración.

En la Tabla 3, se exhibe un análisis exhaustivo del sector de usuario y personal, donde se desglosan las observaciones asociadas a cada ítem, acompañadas de los respectivos porcentajes de cumplimiento para esta área.

ÁREA DEL USUARIO Y PERSONAL				
Vestíbulo	16	Interruptores	Sin Novedad	100
	17.1	Tomacorrientes: piso	Sin Novedad	100
	17.2	Tomacorrientes distantes entre si.	No todos estan de acuerdo a la norma.	75
	18.1	Iluminación en el día.	167 Lx	100
	18.2	Iluminación en la noche.	75 Lx	100
	19	Señalización	Estampado	50
Escaleras	20.1	Interruptores	Sin Novedad	100
	20.2	Conmutadores	Sin Novedad	100
	21	Iluminación	370 Lx	100
	22	Señalización	Estampado	50
Baño	23	Interruptores	1 en mal estado	98
	24	Tomacorrientes	Sin Novedad	100
	25	Iluminación	440 Lx	100
	26	Ventilación	Rejillas	50

Tabla 3: Calificación de los ítem propuestos para el área de usuario y personal.

La Tabla 4, se ofrece un desglose detallado del área de tratamiento y diagnóstico, presentando las observaciones correspondientes a cada ítem, junto

con sus respectivos porcentajes de cumplimiento conforme a las normativas propuestas para dicha área.

ÁREAS DE TRATAMIENTO Y DIAGNÓSTICO				
Subárea	Nº Ítem	Descripción	Observación	% Ítem
Laboratorio	27	Interruptores	Sin Novedad	100
	28.1	Tomacorrientes sistemas no monofásicos	Sin Novedad	100
	28.2	Tomacorrientes: piso.	Sin Novedad	100
	28.3	Tomacorrientes: mesón	Sin Novedad	100
	29	Iluminación.	510 Lx	100
	30	Ventilación.	Rejillas	50
Cirugía	31	Interruptores	Sin Novedad	100
	32	Tomacorrientes	Están a la altura sobre mesón, solo cuentan con tomas de 110V	100
	33.1	Iluminación: Área General.	342 Lx	45
	33.2	Iluminación: Mesa de Operación.	29200 Lx	100
	33.3	Iluminación: Alrededor de mesas.	890 Lx	44,5
	33.4	Iluminación: Lavabos.	220 Lx	44
	33.5	Iluminación: Pasillos.	480 Lx	100
33.6	Temperatura de Color	5000K	100	
Farmacia	34	Interruptores	Sin Novedad	100
	35	Tomacorrientes	Están solo utilizando regletas y con los cables a la vista.	50
	36	Iluminación	165 Lx	33

Tabla 4: Calificación de los ítem propuestos para el área de tratamiento y diagnóstico.

En la Tabla 5, se expone un análisis detallado del área de hospitalización, desglosando las observaciones relacionadas con cada ítem y proporcionando sus respectivos porcentajes de cumplimiento correspondientes.

ÁREAS DE HOSPITALIZACIÓN				
Subárea	Nº Ítem	Descripción	Observación	% Ítem
Consulta Externo	37	Interruptores	Sin Novedad	100
	38.1	Tomacorrientes	Sin Novedad	100
	38.2	Tomacorrientes Polarizados.	Sin Novedad	100
	38.3	Tomacorrientes: Protección.	Sin Novedad	100
	39	Iluminación	200 Lx	100
Hospitalización	40	Interruptores	Sin Novedad	100
	41	Tomacorrientes	4/10 habitaciones	40
	42.1	Iluminación: Área General.	30 Lx	100
	42.2	Iluminación reconocimiento y tratamiento.	380 Lx	38
	43	Timbre de Emergencia	8/10	80

Tabla 5: Calificación de los ítem propuestos para el área de hospitalización.

En la Tabla 6, se muestra un análisis del área del generador, detallando observaciones específicas para cada ítem y sus respectivos porcentajes de cumplimiento.

ÁREA DEL GENERADOR				
Subárea	Nº Ítem	Descripción	Observación	% Ítem
Generador	44	Generador	Sin Novedad	100

Tabla 6: Calificación del ítem propuesto para el área de generador.

6.2 Análisis de Datos

En este espacio, se detallará minuciosamente el porcentaje de cumplimiento de cada ítem, el porcentaje del parámetro y, por último, el porcentaje total del área.

En la Tabla 7, se detallan los porcentajes asociados a cada subárea, junto con la valoración porcentual correspondiente al área en su totalidad.

ÁREA DE SERVICIO				
Subárea	Nº Ítem	% Cumplimiento	% Parámetro	% Área
Cocina	1	100 %	79,3 %	74,58 %
	2	100 %		
	3	38 %		
Vestuario	4	100 %	83,0 %	
	5	100 %		
	6	49 %		
Lencería	7	100 %	59,7 %	
	8	50 %		
	9	29 %		
Bodega	10	100 %	76,3 %	
	11	100 %		
	12	29 %		

Tabla 7: Porcentaje de cumplimiento en el área de servicio.

En la Tabla 8, se detallan los porcentajes asociados a cada subárea, junto con la valoración porcentual correspondiente al área en su totalidad.

ÁREA DE ADMINISTRACIÓN				
Subárea	Nº Ítem	% Cumplimiento	% Parámetro	% Área
Adminis- tración	13	100 %	86,0 %	86,0 %
	14	100 %		
	15	58 %		

Tabla 8: Porcentaje de cumplimiento en el área de administración

En la Tabla 9, se detallan los porcentajes asociados a cada subárea, junto con la valoración porcentual correspondiente al área en su totalidad.

ÁREA DE USUARIO Y PERSONAL				
Subárea	Nº Ítem	% Cumplimiento	% Parámetro	% Área
Vestíbulo	16	100 %	71,875 %	80,74 %
	17	87,5 %		
	18	100 %		
	19	50 %		
Escalera	20	100 %	83,3 %	
	21	100 %		
	22	50 %		
Baño	23	98 %	87 %	
	24	100 %		
	25	100 %		
	26	50 %		

Tabla 9: Porcentaje de cumplimiento en el área de usuario y personal.

En la Tabla 10, se detallan los porcentajes asociados a cada subárea, junto con la valoración porcentual correspondiente al área en su totalidad.

ÁREA DE TRATAMIENTO Y DIAGNÓSTICO				
Subárea	Nº Ítem	% Cumplimiento	% Parámetro	% Área
Laboratorio	27	100 %	100 %	83,92 %
	28	100 %		
	29	100 %		
	30	100 %		
Cirugía	31	100 %	90,75 %	
	32	100 %		
	33	72,25 %		
Farmacia	34	100 %	61,0 %	
	35	50 %		
	36	33 %		

Tabla 10: Porcentaje de cumplimiento en el área de tratamiento y diagnóstico.

En la Tabla 11, se detallan los porcentajes asociados a cada subárea, junto con la valoración porcentual correspondiente al área en su totalidad.

ÁREA DE HOSPITALIZACIÓN				
Subárea	Nº Ítem	% Cumplimiento	% Parámetro	% Área
Consulta	37	100 %	88,9 %	80,57 %
Externas	38	66,67 %		
	39	100 %		
Hospitalización	40	100 %	72,25 %	
	41	40 %		
	42	69 %		
	43	80 %		

Tabla 11: Porcentaje de cumplimiento en el área de hospitalización.

En la Tabla 12, se detallan los porcentajes asociados a cada subárea, junto con la valoración porcentual correspondiente al área en su totalidad.

ÁREA DEL GENERADOR				
Subárea	Nº Ítem	% Cumplimiento	% Parámetro	% Área
Generador	44	100 %	100 %	100 %

Tabla 12: Porcentaje de cumplimiento en el área de generador.

6.3 Valoración de zonas críticas

La figura 15 ilustra el porcentaje asignado a cada subárea de la Clínica de Especialidades Guadalupe. Se observa que las subáreas con los porcentajes más altos son el laboratorio y el generador, ambos con un 100 %. Por otro lado, aquellas con porcentajes más bajos son la lencería, con un 59.70 %, y la farmacia, con un 61.00 %.

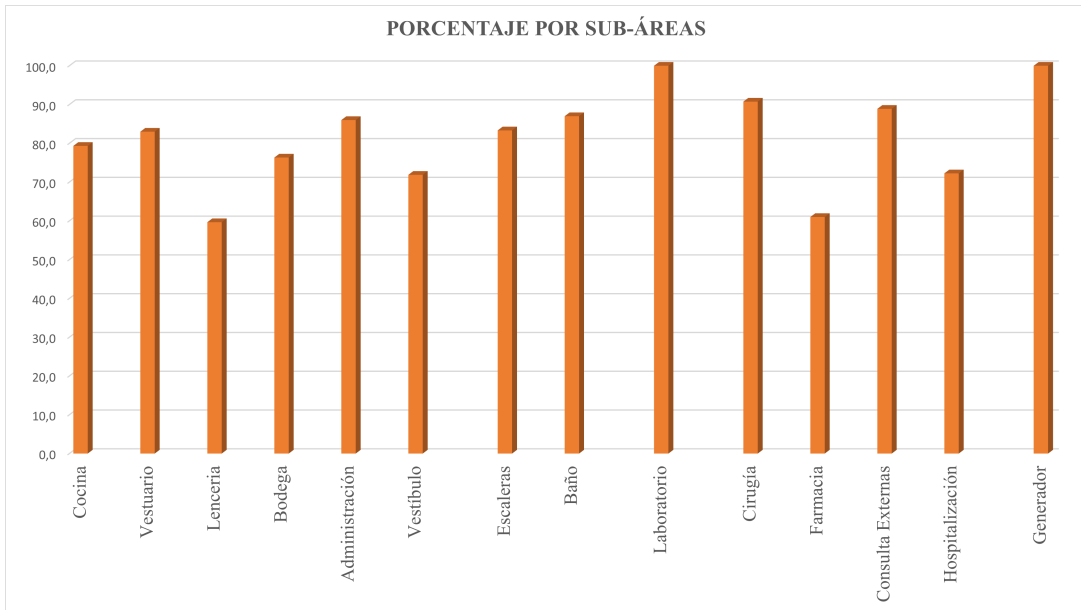


Figura 15: Porcentaje de cumplimiento por subáreas.

6.4 Porcentaje de cumplimiento en la clínica.

En la Tabla 13 como en la Figura 16, se muestra el porcentaje asignado a cada área de la Clínica de Especialidades Guadalupe. Se destaca que el área de Generador registra el porcentaje más alto, con un 100 %, mientras que el área de Servicio muestra el porcentaje más bajo, alcanzando el 74.58 %. Estos datos indican que la Clínica de Especialidades tiene un índice global del 84.30/100 %.

Áreas	Porcentaje de Áreas
Área de Servicio	74,58 %
Área de Administración	86,0 %
Área del Usuario y Personal	80,74 %
Área de Tratamiento y Diagnostico	83,92 %
Área de Hospitalización	80,57 %
Área del Generador	100 %
Cumplimiento de la clínica por áreas	84,30 %

Tabla 13: Porcentaje de cumplimiento por áreas.

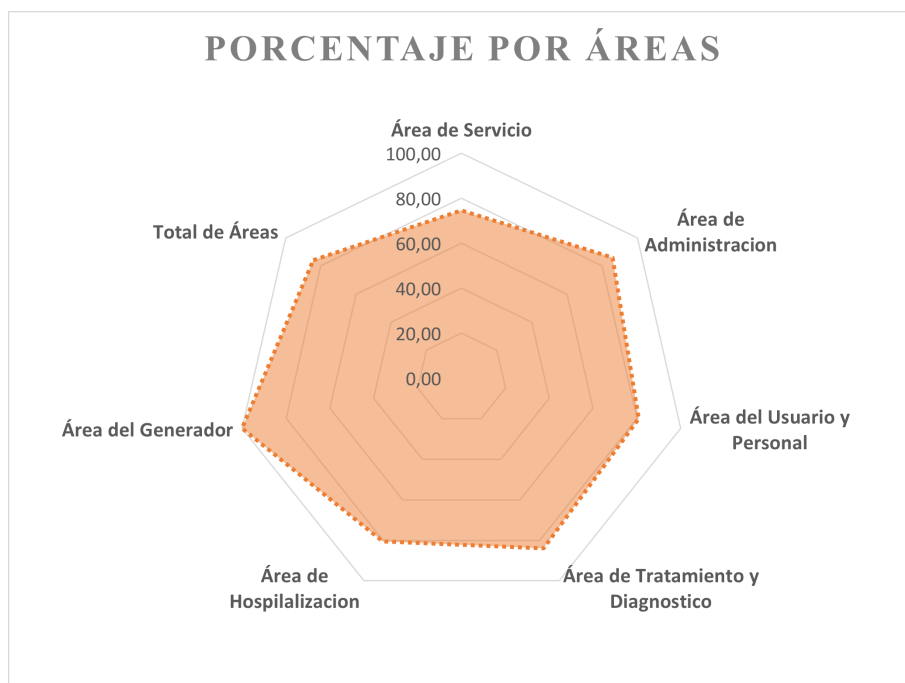


Figura 16: Porcentaje de cumplimiento por áreas.

En la Tabla 14, se presentan los porcentajes correspondientes al cumplimiento de normativa de la clínica. En la Figura 17, se ilustra el porcentaje

asignado al cumplimiento de normativa en la Clínica de Especialidades Guadalupe. Estos datos indican que la Clínica de Especialidades tiene un índice global de cumplimiento de normativa de un 87.59/100 %.

Resumen de la evaluación	
Interruptores	99,85 %
Tomacorrientes	82,03 %
Iluminación	63,63 %
Ventilación	75,00 %
Señalización	25,00 %
Timbre de Emergencia	80,00 %
Generador	100,00 %
Total	87,59 %

Tabla 14: Resumen de Evaluación.

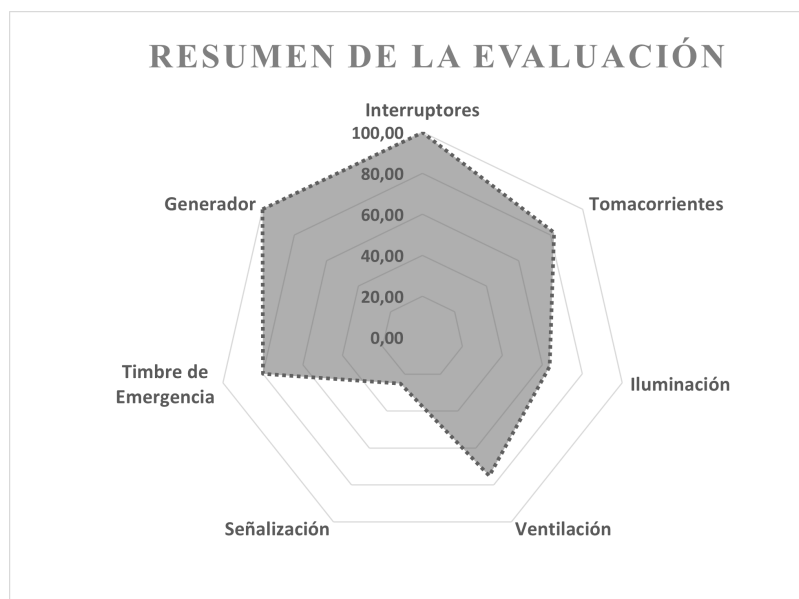


Figura 17: Resumen de Evaluación.

6.5 Diagnostico final de las Instalaciones Sanitarias

Criterio de Evaluación	Calificación Ítem	Nota de Parámetro y Establecimiento
No Cumple	0 %	0 %
Asiste Escasamente	20 %	$0 \% < x \leq 25 \%$
Asiste Parcialmente	40 %	$25 \% < x \leq 50 \%$
Asiste Medianamente	60 %	$50 \% < x \leq 75 \%$
Asiste Mayormente	80 %	$75 \% < x < 100 \%$
Cumple	100 %	100 %

Tabla 15: Criterio de Evaluación según la NFPA

La NFPA establece los criterios de evaluación junto con sus respectivos porcentajes para los centros sanitarios como se presenta en la tabla 15. Al realizar una auditoría por áreas de la clínica, se obtiene un porcentaje del 84.30 %, y al llevar a cabo una auditoría basada en el cumplimiento de normativas, se alcanza un 87.59 %. Ambos porcentajes se sitúan en el rango de $75 \% < x < 100 \%$, lo que se traduce en una calificación del ítem del 80 %. Este puntaje corresponde al criterio de evaluación **Asiste Mayormente**.

Las infraestructuras eléctricas en establecimientos de atención médica desempeñan un rol crucial en la salvaguarda de la seguridad, tanto para pacientes como para personal y equipos médicos. Algunas naciones han promulgado normativas específicas que deben observarse durante la ejecución de tales instalaciones, con la finalidad de resguardar a los usuarios de dichos centros.

En referencia a la propuesta de regularización implementada para llevar a cabo una auditoría en la Clínica de Especialidades Guadalupe, se ha constatado, a través de datos concretos, la existencia de áreas que no cumplen con los parámetros establecidos en la normativa propuesta. Este hallazgo subraya la necesidad imperante de implementar medidas correctivas para garantizar la conformidad de todas las áreas de la clínica con los estándares de seguridad eléctrica preceptuados.

En el análisis detallado de estas áreas, se han identificado deficiencias específicas que demandan intervención inmediata. En el sector de servicio, se evidencian insuficiencias lumínicas en la cocina, atribuibles a la carencia

de un número adecuado de lámparas, comprometiendo así la calidad de la iluminación. Asimismo, en los vestuarios, se observa una iluminación deficiente, afectando negativamente las condiciones lumínicas en dichos espacios. Además, la subárea de lencería presenta la ausencia de tomacorrientes polarizados, con una iluminación también considerada inapropiada.

Adicional, se detectan inconvenientes análogos en la bodega, caracterizados por la carencia de una iluminación apropiada. Estas observaciones enfatizan la necesidad imperante de realizar mejoras en la infraestructura eléctrica y de iluminación en estos segmentos específicos, con el propósito de asegurar condiciones laborales seguras y eficientes para el personal destinado en dichos espacios.

En el ámbito de la administración, se han constatado deficiencias lumínicas que demandan una atención inmediata y la implementación de soluciones adecuadas.

En la sección designada para usuarios y personal, se evidencian deficiencias en la disposición espacial de los tomacorrientes en el vestíbulo, revelando insuficiencias en la distribución eléctrica. Paralelamente, la señalización en las escaleras se encuentra desprovista de componentes integrados al circuito de emergencia, lo cual resulta crítico para garantizar la seguridad en escenarios de crisis. Además, se propone la incorporación de extractores de olores en los baños, situados en entornos confinados, como medida para mejorar las condiciones ambientales.

En la zona de tratamiento y diagnóstico, se ha reconocido la imperiosa necesidad de optimizar las condiciones en los laboratorios. Resulta esencial implementar la instalación de extractores de olores que incorporen sistemas de seguridad destinados a prevenir la entrada de bacterias procedentes del entorno exterior. La exclusiva presencia de rejillas en un ambiente cerrado amplía significativamente el riesgo de contaminación con otras áreas de la clínica.

En la subárea destinada a cirugía, se hace imperativa una mejora sustancial en el sistema de iluminación, tanto en el área general como en las proximidades de las mesas quirúrgicas y los lavabos. La iluminación actual se encuentra por debajo de los estándares necesarios, representando menos del 50% de la iluminación requerida para llevar a cabo procedimientos quirúrgicos de manera segura. En la subárea de la farmacia, se torna crucial implementar ajustes en el entorno, dado que los tomacorrientes y el cableado se encuentran expuestos, generando un potencial riesgo para la seguridad del personal. Además, la insuficiente iluminación en la farmacia repercute en la

capacidad eficiente de búsqueda de medicamentos.

En la subárea específica de hospitalización, a pesar de su condición crítica, se ha constatado una deficiencia significativa en el sistema de iluminación, tanto en el área general de las habitaciones como en la zona destinada al reconocimiento y tratamiento. Se destaca, además, la falta de accesibilidad de los timbres de emergencia para los pacientes internos. Estos hallazgos subrayan la necesidad urgente de abordar estas problemáticas a fin de garantizar condiciones operativas seguras y eficientes en la totalidad de las áreas del centro de salud

6.6 Estrategias a mejorar para la recopilación de datos

Para las personas interesadas en potenciar el desarrollo detallado de su documento de investigación, se sugiere la adquisición de los libros de pago proporcionados por la NFPA. Esta medida permitirá obtener una comprensión más nítida de las instalaciones eléctricas específicas en entornos hospitalarios. Mediante el análisis de dicho material, se pueden derivar múltiples ideas fundamentales para estructurar de manera sistemática la auditoría, focalizando especialmente la atención en aspectos como interruptores, tomacorrientes e iluminación.

Adicionalmente, se propone a la gerencia de la clínica para una mejora notoria a nivel global la inversión en equipos de última tecnología destinados a la medición de lúmenes. La utilización de instrumentos más avanzados resulta particularmente beneficiosa, ya que optimiza significativamente el proceso, proporcionando mediciones precisas y una representación gráfica directa de la iluminación en la habitación, lo cual se vuelve especialmente práctico en situaciones donde el tiempo es un factor crucial.

Finalmente, se sugiere perfeccionar los resultados mediante la implementación de una tabla de porcentajes que reduzca el margen de error. Este enfoque implica la presentación sistemática de fallos hospitalarios, permitiendo una identificación más exhaustiva y completa de las áreas problemáticas. La incorporación de esta metodología de evaluación contribuirá a la eficacia global de la auditoría y mejorará la calidad de los resultados obtenidos.

La capacitación adecuada del personal encargado de la auditoría constituye un factor clave para asegurar una recopilación de datos precisa y completa. La presencia de profesionales debidamente capacitados contribuirá a la efectividad del proceso y a la identificación de posibles riesgos o deficiencias.

Como extensión a este trabajo de titulación, se sugiere considerar investigaciones futuras que aborden la calidad de la energía en un entorno hospitalario. Asimismo, valorar la realización de una evaluación de los circuitos vinculados al generador, con el propósito de optimizar su rendimiento y garantizar la continuidad del suministro eléctrico en situaciones críticas. Estas adiciones podrían redundar en mejoras sustanciales en la seguridad y eficiencia eléctrica en ambientes hospitalarios.

VII Conclusiones y Recomendaciones

7.1 Conclusiones

En conclusión, la evaluación de las infraestructuras eléctricas en la clínica, siguiendo los criterios establecidos por la NFPA y expresados en porcentajes, revela un desempeño positivo. Tanto la auditoría por áreas como la basada en el cumplimiento de normativas arrojan porcentajes específicamente 84.30 % y 87.59 % respectivamente. Estos resultados conducen a una calificación del ítem del 80 %, situándose en la categoría "Asiste Mayormente" según el criterio de evaluación. Esto sugiere que, aunque existen áreas de mejora identificadas durante la auditoría, la clínica generalmente cumple de manera sustancial con los estándares establecidos, respaldando así la seguridad eléctrica en el entorno médico.

Adicionalmente, el estudio detallado de las infraestructuras eléctricas en el establecimiento de atención médica, específicamente en la Clínica de Especialidades Guadalupe, revela deficiencias significativas que requieren una atención inmediata. La auditoría realizada ha identificado áreas críticas en las que no se cumplen los estándares de seguridad eléctrica propuestos, poniendo en riesgo la seguridad de pacientes, personal médico y equipos.

Las áreas específicas de preocupación incluyen la iluminación insuficiente en la cocina, vestuarios, lencería, bodega y otras secciones, lo que afecta negativamente las condiciones laborales y la eficiencia del personal. En el ámbito administrativo, se destacan deficiencias lumínicas que necesitan soluciones adecuadas. Además, en zonas clave como el vestíbulo y las escaleras, se observan problemas en la disposición de los tomacorrientes y la falta de componentes integrados al circuito de emergencia, lo cual es crítico en situaciones de crisis.

En el área de tratamiento y diagnóstico, se subraya la necesidad de mejorar las condiciones en los laboratorios, incorporando extractores de olores con sistemas de seguridad para prevenir la contaminación. La subárea de cirugía demanda una mejora sustancial en el sistema de iluminación, mientras que en la farmacia se requieren ajustes para evitar riesgos potenciales para el personal. En la zona de hospitalización, la deficiencia en el sistema de iluminación y la falta de accesibilidad a los timbres de emergencia son aspectos críticos que deben abordarse con urgencia.

Desde una perspectiva global, la tesis sobre la normativa de instalaciones

eléctricas en centros hospitalarios demuestra un compromiso con la mejora del impacto ambiental y social, así como con la consideración de factores económicos. En lo que respecta al impacto social, el cumplimiento de normativas actualizadas no solo promueve la seguridad en el entorno hospitalario, sino que también fortalece las relaciones comunitarias al generar confianza en la calidad de los servicios de salud. La previsión de accidentes eléctricos se convierte en una medida proactiva que beneficia a pacientes, personal médico y visitantes, creando un entorno hospitalario más seguro y confiable.

Desde la perspectiva ambiental, la implementación de normativas eléctricas no solo cumple con estándares de seguridad, sino que también contribuye significativamente a la eficiencia energética y la reducción de emisiones contaminantes. Al abogar por tecnologías más eficientes y sostenibles, la tesis busca ir más allá de los beneficios locales al abordar preocupaciones ambientales a nivel global. Este enfoque no solo mejora la calidad del entorno inmediato del hospital, sino que también responde a la necesidad urgente de prácticas más sostenibles y responsables en el sector de la salud, alineándose con un panorama global enfocado en la preservación del medio ambiente.

En cuanto al factor económico, el cumplimiento de las normativas eléctricas no solo se traduce en beneficios sociales y ambientales, sino que también puede ofrecer ventajas económicas. La prevención de accidentes eléctricos y la eficiencia energética no solo reducen los costos asociados con posibles reparaciones y multas, sino que también pueden generar ahorros a largo plazo mediante el uso eficiente de recursos y la adopción de prácticas sostenibles. En última instancia, la tesis no solo aborda los aspectos específicos de las instalaciones eléctricas en centros hospitalarios, sino que también destaca la interconexión de estos aspectos con el contexto global, garantizando un análisis integral y una contribución significativa en términos de impacto social, ambiental y económico.

7.2 Recomendaciones

Es esencial tener en consideración la normativa específica según la ubicación, dada la existencia de variaciones sustanciales en las regulaciones aplicables. Identificar los requisitos fundamentales para cada área donde se llevarán a cabo instalaciones eléctricas, destinadas tanto al uso de usuarios como al

personal, reviste una importancia crítica, dado que estos actores serán los encargados de manipular dichas instalaciones.

La investigación y aplicación de normativas actualizadas para las instalaciones eléctricas en centros hospitalarios puede tener un impacto económico positivo. Establecer estándares de seguridad y eficiencia puede reducir los costos asociados con interrupciones en el suministro eléctrico, reparaciones frecuentes y el consumo de energía. Además, el cumplimiento normativo puede facilitar la obtención de seguros y la aprobación regulatoria, contribuyendo a la sostenibilidad financiera de los hospitales.

Adicionalmente, las sugerencias a considerar para futuros proyectos podrían abarcar el examen detallado de las regulaciones locales, la identificación de requisitos específicos para áreas particulares, la evaluación económica de las normativas más recientes, la propuesta de estándares para mejorar la seguridad y eficiencia, y un análisis comparativo de experiencias en hospitales similares. Para una comprensión más profunda del tema abordado, se recomienda adquirir las normativas NFPA 99, NFPA 101, así como las normativas IEC para contar con un enfoque completo y actualizado.

VIII Anexo

8.1 Anexo



Figura 18: Vestíbulo en el área de hospitalización



Figura 19: Señalización tipo estampado en el área de las escaleras



Figura 20: Generador



Figura 21: Interruptor en mal estado

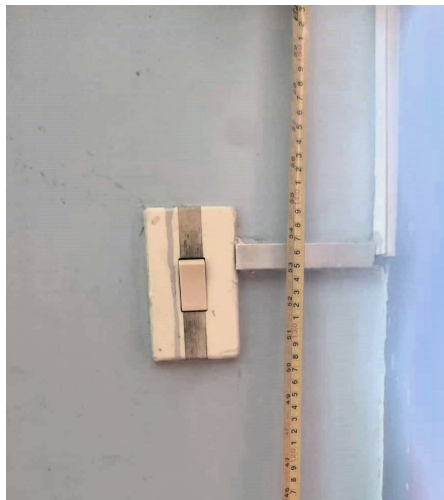


Figura 22: Interruptor con la altura requerida



Figura 23: Tomacorriente según la norma



Figura 24: Tomacorriente sobre el mezon en el área de la cocina



Figura 25: Tomacorriente sobrepuesto en mal estado



Figura 26: Tomacorriente sin adecuada protección



Figura 27: Ventilación del baño tipo rejilla



Figura 28: Timbre de llamada a enfermería



Figura 29: Tomacorriente sin conexión a tierra



Figura 30: Tomacorriente con altura correcta, sin embargo no cuenta con la protección contra la intemperie en el área de lencería



Figura 31: Ventilación tipo rejilla en el área de laboratorio

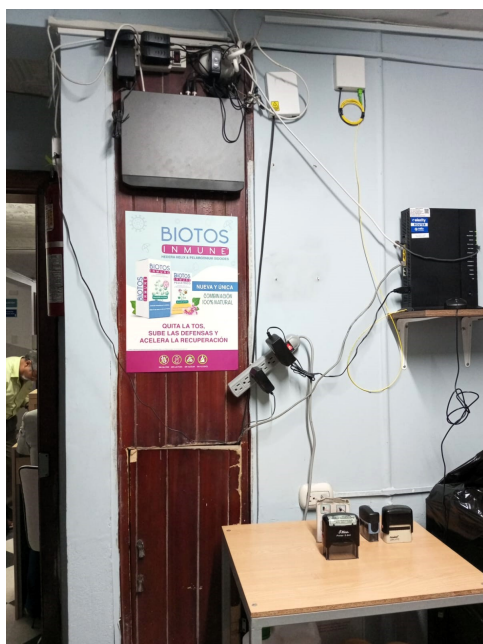


Figura 32: Cableado sin ninguna seguridad en el área de farmacia

Referencias

- [1] H. S. Consultora, “Especificaciones técnicas hosnag,” 2021.
- [2] C. A. Muñoz Chacón, “Estudio de accidentes eléctricos y peligro del arco eléctrico: Introducción a un programa de seguridad eléctrica,” *Ciencia y Trabajo*, vol. 17, no. 53, pp. 122–127, agosto 2015.
- [3] D. Moya, R. Torres, and S. Stegen, “Analysis of the ecuadorian energy audit practices: A review of energy efficiency promotion,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 62, pp. 289–296, 2016.
- [4] Organización Panamericana de la Salud, “En ecuador se evalúan los daños a la infraestructura hospitalaria por el terremoto,” 2021.
- [5] M. G. Echeverri and J. A. L. Montoya, “Guía de diagnóstico en instalaciones eléctricas hospitalarias en áreas críticas conforme la regulación colombiana,” *Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín*, 2013.
- [6] M. Beraún Espíritu, “La eficiencia energética en tiempos de pandemia basado en el consumo energético en hospitales del Perú,” *Visionarios En Ciencia y Tecnología*, pp. 91–125, 2021.
- [7] R. M. G. Alejandro, “Análisis de calidad y confiabilidad de la energía eléctrica en el iess hospital de especialidades carlos andrade marín,” *Universidad Politécnica de Salesiana*, 2020. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18564/1/UPS%20-%20ST004493.pdf>
- [8] M. Castro, “La seguridad eléctrica y los sistemas eléctricos,” *Ingeniería Energética*, vol. XXXI, no. 1, pp. 10–18, 2010.
- [9] M. Maduri, “Normas de eficiencia energética y seguridad eléctrica,” *Extensionismo, Innovación y Transferencia Tecnológica*, vol. 1, p. 95, 2014.
- [10] “Manual de prevención de riesgos,” *Ministerio de Obras Publicas, Santiago de Chile*, 2005.
- [11] J. Dyro, “Clinical engineering handbook,” *Elsevier, The Biomedical Engineering Series*, 2004.

- [12] L. O. R. Andrés, “Propuesta procedimental para ejecutar auditorías eléctricas en infraestructuras hospitalarias,” *Universidad Politécnica de Salesiana*, 2021. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20431/1/UPS-GT003262.pdf>
- [13] L. O. Casas, “Diseño de la instalación de un hospital: Memoria – presupuesto,” Barcelona, Mayo 2017.
- [14] J. A. Acosta, “Estudio de diseño de las instalaciones eléctricas del hospital san rafael de leticia y su cumplimiento con el retie,” Bogotá, 2021.
- [15] National Fire Protection Association, EE.UU., *NFPA 70: National Electrical Code 2017*. Quincy, Massachusetts: National Fire Protection Association, 2017.
- [16] —, *NFPA 72: National Fire Alarm and Signaling Code*. Quincy, Massachusetts: National Fire Protection Association, 2013.
- [17] —, *NFPA 99: Health Care Facilities*. Quincy, Massachusetts: National Fire Protection Association, 2021.
- [18] “Instalaciones eléctricas en edificaciones —parte 7-710: Requisitos para instalaciones especiales o locales medicos,” Cuba, 2005.
- [19] “Technical specification, Std. IEC 6100034,” *IEC 6100034, EE.UU.*, p. 29, 1998 - 2024.
- [20] “Técnicas de ensayo y medición,” *IEC 6100024, EE.UU.*, 1997.
- [21] “Métodos de medición de la calidad de la energía,” *IEC 61000430, EE.UU.*, 2015.
- [22] O. I. Sánchez, C. A. Torres, and F. Santamaría, “Comparación de las normas NTC 4552 de 2008 e IEC 62305 de 2010 para el análisis de riesgo,” *Tecnura*, vol. 18, no. 40, pp. 103–114, abril-junio 2014.
- [23] Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), *NEC-SB-Instalaciones-Eléctricas*, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), Febrero 2018, edición Técnica.

- [24] I. para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) y Comité Español de Iluminación (CEI), “Guía técnica de eficiencia energética en iluminación. hospitales y centros de atención,” marzo 2001.
- [25] C. de Normalizacion Europea, *Norma Europea sobre la iluminación para interiores*, 2016.
- [26] A. B. Galeano, “Diseño de una instalación eléctrica de un hospital,” Septiembre 2019, curso 2016-2017.
- [27] I. H. Seguros, *Índice de Seguridad Hospitalaria: Guía de Evaluadores*, Protección de la Salud de las Personas frente a Emergencias y Desastres, Washington DC, 2018.
- [28] H. C. J. R. Guamán Montalvo Susana Margarita, “Auditoría electrica en el hospital de especialidades de las fuerzas armadas n.1,” marzo 2017.
- [29] Álvarez Borrero Iván Alejandro. (2013) Auditoría eléctrica del centro de especialidades médicas. [Online]. Available: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/12076/1/%C3%81lvarez%20Borrero%2C%20Iv%C3%A1n%20Alejandro.pdf>
- [30] I. colombiano de normas técnicas y certificación, *Norma Técnica Colombiana*, 2020.
- [31] A. G. Nacional, “Guía práctica sobre iluminación en el ambiente laboral,” Resolución SRT N° 84/12, 2012.