

TECNOLOGÍAS DE ILUMINACIÓN QUIRÚRGICA HOSPITALARIA EN PANAMÁ: PERCEPCIÓN DE LOS PROFESIONALES DE LA SALUD Y CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA IEC 60601-2-41 EN HOSPITALES DEL ÁREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE PANAMÁ

TECHNOLOGIES OF HOSPITAL SURGICAL LIGHTING IN PANAMA: PERCEPTION OF HEALTH PROFESSIONALS, AND COMPLIANCE WITH NORM IEC 60601-2-41 IN HOSPITALS OF THE METROPOLITAN AREA OF THE CITY OF PANAMA

AUTOR: ROSELYN HUDSON¹, ERNESTO IBARRA^{2,3}

¹ Estudiante de la Escuela de Ingeniería Biomédica de la Universidad Latina de Panamá ² Docente de la Escuela de Ingeniería Biomédica de la Universidad Latina de Panamá, ³ Miembro de la IEEE, Capítulo Panamá

Correo: roselyn.h29@hotmail.com ; ernestoibarra@ulatina.edu.pa

Recibido: 17 de marzo de 2021

Aceptado: 22 de abril de 2021

Resumen

PALABRAS CLAVE:

Halógenas, LED, iluminación, quirófanos, centros médicos.

La iluminación quirúrgica es una herramienta primordial para los profesionales de la salud que trabajan en los quirófanos, la misma brinda un campo de trabajo óptimo para la visualización de los objetos pequeños, grandes profundidades, cavidades, incisiones y órganos del cuerpo. Actualmente en Panamá existen dos tecnologías para la iluminación quirúrgica: tipo halógena, y por diodo emisor de luz o LED (por sus siglas en inglés). Donde la primera en utilizarse fue la iluminación quirúrgica halógena, sin embargo, al avanzar la tecnología se creó e introdujo en el mercado la tecnología de iluminación quirúrgica LED. La presente investigación tiene el objetivo de conocer la percepción de los usuarios sobre las tecnologías de iluminación quirúrgica existentes en hospitales del área metropolitana de la ciudad de Panamá, así como si dichos sistemas cumplen con los niveles de luminancias establecidos en la normativa IEC 60601-2-41. Como se puede analizar, se estará estudiando primero un aspecto subjetivo (percepción) y otro objetivo (nivel de luminancia) sobre las tecnologías de iluminación quirúrgica en Panamá.



Este artículo está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

KEYWORDS:

Halogens, LED, lighting, operating rooms, medical centers

Abstract

Surgical lighting is a primary tool for health professionals who work in operating rooms, it provides an optimal field of work for the visualization of small objects, great depths, cavities, incisions and organs of the body. Currently in Panama there are two technologies for surgical lighting: halogen type, and by light emitting diode or LED (for its acronym in English). Where the first to be used was halogen surgical lighting, however, by advancing technology, LED surgical lighting technology was created and introduced into the market. The present investigation is aimed at knowing the perception of users on surgical lighting technologies in hospitals in the metropolitan area of the city of Panama, as well as if such systems comply with the levels of luminance established in the norm IEC 60601-2-41. As can be analyzed, a subjective aspect (perception) and another objective will be first (luminance) on surgical lighting technologies in Panama.

INTRODUCTION

La iluminación quirúrgica es una herramienta primordial para los profesionales de la salud que trabajan en los quirófanos. Actualmente existen dos tecnologías para la iluminación quirúrgica: tipo halógena y por diodo emisor de luz o LED (por sus siglas en inglés). En los hospitales de Panamá se le ha dado muy poca importancia al proceso de selección de iluminación quirúrgica. Uno de los puntos más importantes al seleccionar el sistema de iluminación es la intensidad lumínica adecuada y la no emisión de un alto nivel de calor que pueda afectar la labor del cirujano y de los profesionales de la salud que lo acompañan en la cirugía. La iluminación en los quirófanos tiene el objetivo de brindar un campo de trabajo óptimo para la visualización de los objetos pequeños, grandes profundidades, cavidades, incisiones y órganos del cuerpo. Basados en esta premisa, evaluaremos la percepción que tienen los profesionales de la salud de algunos hospitales públicos y privados, en cuanto a los sistemas de iluminación quirúrgica e iluminancia.

Diseñaremos, y aplicaremos una encuesta para determinar la comodidad que experimentan los profesionales de la salud, especialmente los cirujanos, al trabajar con los sistemas de iluminación quirúrgica.

Determinaremos los niveles de iluminancia de los quirófanos mediante la utilización de un luxómetro. Los valores de iluminancia obtenidos serán comparados con la norma IEC 60601-2-41 de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC, por sus siglas en inglés) para el tipo de iluminación en estudio.

Desarrollo

Evaluación de los niveles de iluminación

Las normas de iluminación en Panamá fueron establecidas por la Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura (JTIA), del Ministerio de Obras Públicas (MOP), en la Ley 15 del 26 de enero de 1959, las mismas se volvieron de estricto cumplimiento mediante su publicación en la Gaceta Oficial N°.22,263 del 14 de abril de 1993. Dicha norma tiene más de 60 años de haberse formulado y ha sido la base de los niveles de iluminación utilizado en los diseños de edificaciones en nuestro país. Prueba de ello es la norma de iluminación 2600SEG293 de la Autoridad del Canal de Panamá (ACP), la cual incluye niveles de iluminación en diversas áreas. Por su parte, la Comisión Electrotécnica Internacional⁷ (IEC) creó en el año 2000 la Norma IEC 60601-2-41 correspondiente a requisitos particulares para la seguridad de las iluminarias quirúrgicas y luminarias para el diagnóstico médico siendo la norma vigente en la actualidad. La misma modifica y complementa la Norma IEC 60601-1 establecida en 1988 titulada como “equipos electro médicos – parte 1: requisitos generales para la seguridad”.

La Norma IEC 60601-2-41 define luminaria para cirugía mayor como una iluminación central, es decir, que ilumina localmente el cuerpo del paciente, y a su vez también define la luminaria para cirugía menor la cual está destinada para su uso en salas de operaciones para el diagnóstico y tratamiento del paciente. Ambas cuentan con una iluminación central desde 40,000 lux a 160,000 lux. La IEC realiza la creación de esta norma con el fin de garantizar la seguridad del paciente y que los niveles de iluminación sean utilizados de acuerdo con la norma establecida.

Por otra parte, también mencionamos la norma técnica DGNTI-COPANIT ISO 5149-3:2014 del Ministerio de Comercio e Industrias, Dirección General de Normas y Tecnología Industrial (DGNTI) que regula la iluminación en espacios fijos y los sistemas de iluminación de emergencia portables o fijos (Proyecto Norma Técnica DGNTI-COPANIT ISO 5149-3:2014)

Confort lumínico

El confort lumínico es aquella captación a través del sentido de la vista. Refiriéndose a los aspectos físicos, fisiológicos y psicológicos relacionados con la luz. En el mismo intervienen parámetros como el color de la luz, el deslumbramiento y la percepción del ojo humano que son definidos a continuación:

Color de la luz: Para obtener una buena reproducción del color, la luz ha de tener energía suficiente en todas ellas. La sensibilidad más alta del ojo humano corresponde al color amarillo-verdoso.

Deslumbramiento: Es provocado por el excesivo contraste en un espacio entre las energías radiadas por los cuerpos en función de lo iluminados que estén.

Percepción del ojo humano: A través del contraste definido como la diferencia cualitativa o cuantitativa de luz percibida en un campo visual, el ojo puede percibir los objetos. Es decir, que es necesario que existan diferencias de color, iluminación, luz y sombra para poder percibir cualquier objeto.

Iluminación quirúrgica halógena

Una luz halógena funciona como un bombillo incandescente, en su núcleo descansa un filamento de tungsteno en el centro de la cubierta de cuarzo llena de gas halógeno. A medida que se alimenta más electricidad, el bombillo de luz halógena brilla más y el carácter de la luz generada se vuelve más blanco. Mientras más blanca sea la luz, más claramente podrán ver en este caso los médicos cirujanos o el personal que se encuentre en los quirófanos de la superficie iluminada (Corporation, 2017).

En el quirófano la iluminación es proporcionada a través de tubos fluorescentes en el techo y lámparas quirúrgicas móviles. Las lámparas halógenas, brindan una mayor temperatura de color que las lámparas incandescentes, esto significa que emiten luz con un tinte blanco azulado muy intenso. La mayor parte de la energía que emite la iluminación halógena se da como luz y no como calor, lo cual indica que es más seguro cerca de los tejidos.

Iluminación quirúrgica LED

La iluminación quirúrgica es una de las herramientas de trabajo más importante para el personal que opera en los quirófanos, ya que ofrece una representación del color donde el modelo es perfectamente homogéneo, sin efecto arco iris. La cromática es esencial para una cantidad de procedimientos quirúrgicos, facilitando la identificación de diferentes tejidos y vasos (Lámparas Quirúrgicas XLED). Su diseño modular sofisticado proporciona una solución relevante para cada necesidad, como un simple cabezal para sala de evaluación con una iluminación de 160,000 Lux cada uno. Algunas de las características de contar con iluminación quirúrgica LED dentro de los quirófanos son las siguientes:

- **Eficiencia:** Para su funcionamiento, la iluminación quirúrgica LED requiere de menos energía que la iluminación quirúrgica halógena.
- **Flexibilidad de diseño:** Las lámparas LED presentan mayor versatilidad para las configuraciones de montaje.
- **Confiabilidad:** La vida útil de la iluminación quirúrgica LED es mucho más larga. El promedio de luz LED de 30,000 a 50,000 horas.

La temperatura de color se define como el predominio de alguno de los colores del espectro lumínico en las luces blancas, alterando el color blanco hacia tonos cálidos o a tonos fríos en el espectro. Es medida en grados Kelvin (°K). La IEC sugiere que la temperatura de color esté en el rango de 3,000°K a 6,700°K tanto para cirugías de luminarias menor como cirugía de luminaria mayor. está basado en una escala de 0 a 100, que expresa la capacidad de las luces para alcanzar el rendimiento de un iluminador estándar de referencia de una temperatura de color específica (LED Box)

MÉTODO

Para nuestro trabajo escogimos una muestra de cuatro hospitales, dos del sector público y dos del sector privado, a continuación, mencionados:

- Hospital Santo Tomás (HST).
- Complejo Hospitalario Metropolitano Dr. Arnulfo Arias Madrid (CHMDrAAM).
- Centro Médico Paitilla (CMP).
- Hospital Nacional (HN).

En los mismos utilizamos dos instrumentos: una encuesta y un luxómetro. La encuesta fue realizada a cuarenta y cuatro (44) profesionales de la salud, dentro de estos dieciséis (16) médicos cirujanos porque son aquellos que trabajan de forma directa con las lámparas quirúrgicas, por ende, sus opiniones subjetivas dentro de la encuesta son consideradas como alta. Por otro lado, también se aplicó la encuesta a veinte (20) enfermeros quirúrgicos cuyo trabajo es considerado como moderado alto ya que brindan el apoyo a los médicos durante las intervenciones quirúrgicas. Por último, se encuentra un total de ocho (8) ingenieros biomédicos quienes no trabajan de manera directa con las lámparas quirúrgicas, sin embargo, son aquellos que brindan el soporte y mantenimiento a las mismas de modo que su trabajo se considera como moderado bajo.

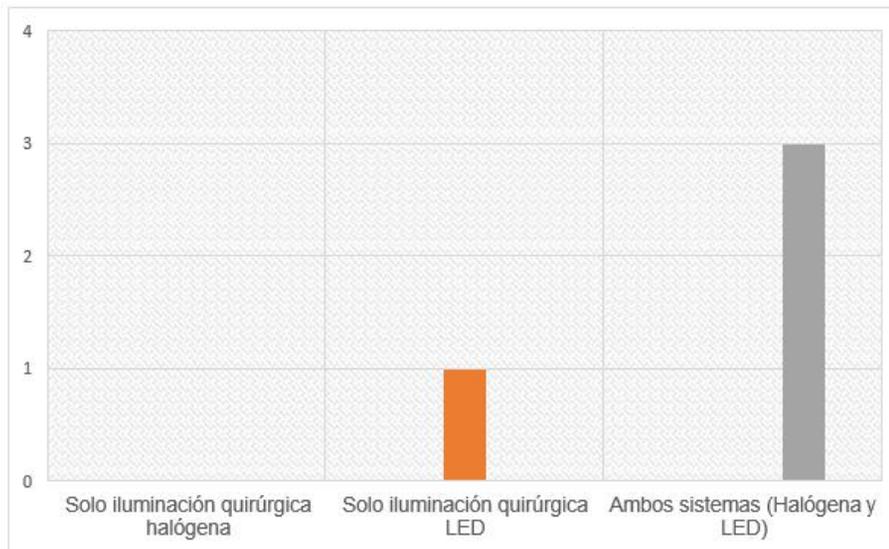
El luxómetro digital fue utilizado para medir la intensidad lumínica dentro de los quirófanos de los hospitales ya mencionados, el cual puede medir en un rango de 0.1 hasta 200,000 Lux con el fin de comprobar que la iluminación cumple con la normativa IEC 60601-2-41 para ese tipo de área. El mismo tiene como función verificar el nivel de luminancia, la medida de la cantidad de luz que cae sobre una superficie dada. Fueron tomados dos puntos de referencia, el primer punto a una altura máxima de 100 centímetros (cm) y el segundo punto a una altura media de 70 cm.

El trabajo fue dividido en dos secciones, la primera es sobre la percepción de los profesionales de la salud encuestados acerca de los sistemas de iluminación existente en los

quirófanos de las instituciones en las cuales laboran; y la segunda sección abarca la medición de la iluminancia en los quirófanos de los hospitales contemplados en la muestra, con el objetivo de determinar si los mismos cumplen con las normas de iluminación establecida para este tipo de área.

RESULTADOS

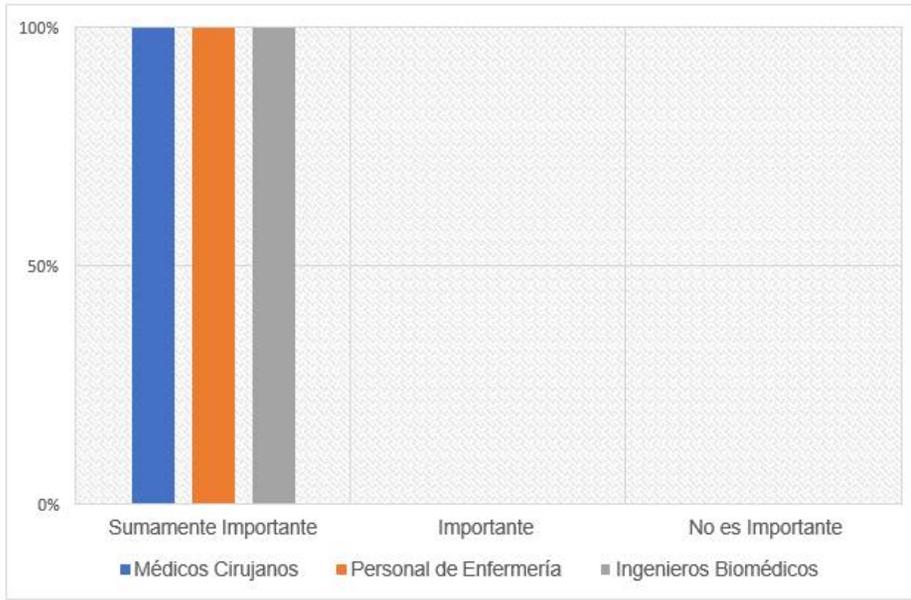
Como primera parte de nuestro trabajo, debemos identificar qué tipo de iluminación quirúrgica hay actualmente en los cuatro hospitales de la muestra. Como se puede observar en la gráfica 1, el 75% de la muestra (conformado por HST, CMP y CHMDRAAM) cuentan con iluminación quirúrgica LED y halógena, es decir que en sus quirófanos cuentan con ambas tecnologías, mientras que el 25% restante que corresponde HN, solamente cuenta con iluminación quirúrgica LED dentro de sus siete quirófanos.



Gráfica 1. Sistema de iluminación existente en los hospitales de la muestra.

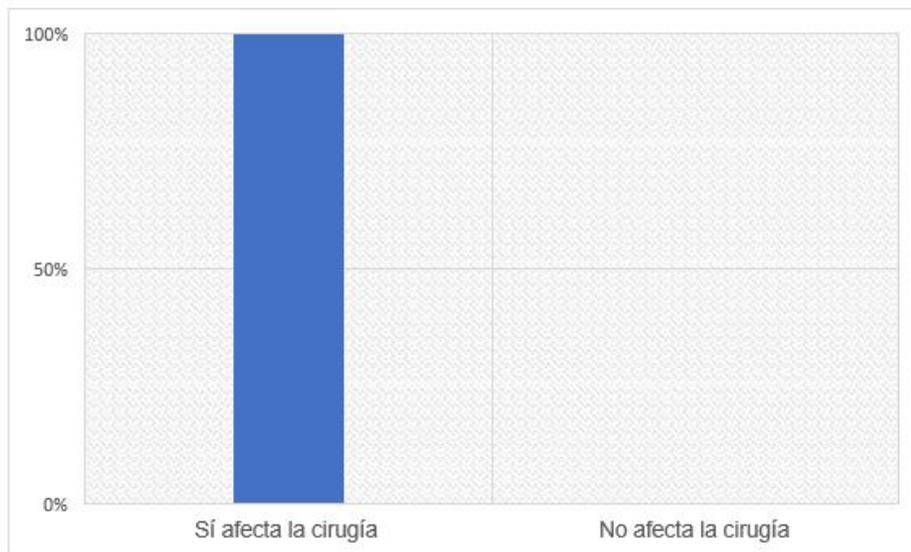
De lo anterior, se puede observar que ninguno de los cuatro hospitales de la muestra cuenta con iluminación quirúrgica halógena solamente, pero el 100% de los hospitales encuestados posee iluminación quirúrgica LED.

Para tratar de comprender este hecho, se encuestó a profesionales de la salud cuyo trabajo estuviera relacionado con la iluminación quirúrgica. Basado en esto, la gráfica 2 muestra la percepción de los médicos cirujanos, personal de enfermería y personal de ingeniería biomédica sobre la importancia que ellos le dan a la iluminación en los quirófanos.



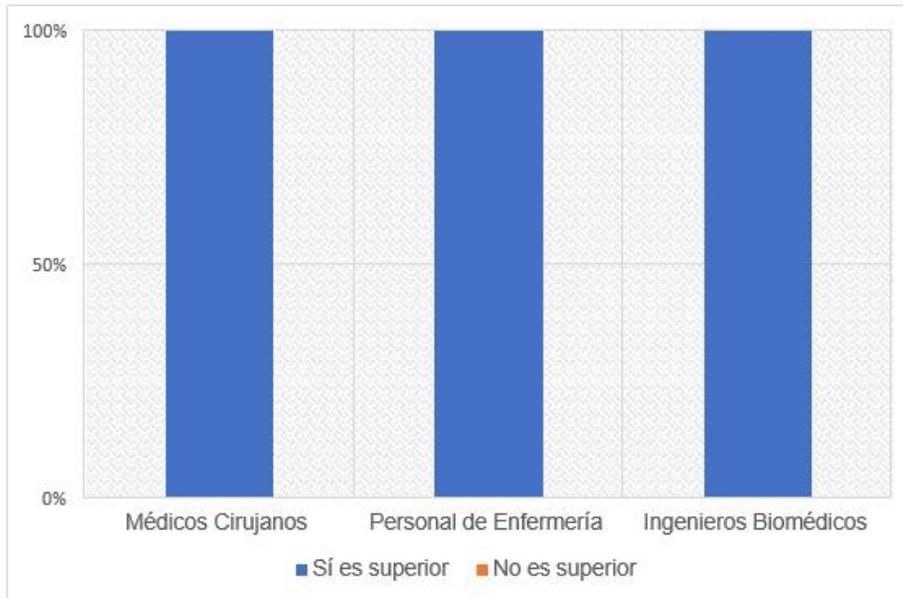
Gráfica 2. Percepción de la importancia de la iluminación en los quirófanos por los profesionales de la salud encuestados.

Como se pudo observar el 100% de los profesionales de salud encuestados piensan que la iluminación quirúrgica es sumamente importante (Ver tabla 5). Basado en lo anterior, se les consultó a los médicos cirujanos si una mala iluminación podría afectar los resultados de la cirugía. Como se puede observar en la gráfica 3 el 100% de los médicos cirujanos están convencidos de que una mala iluminación afecta negativamente los resultados de la cirugía.



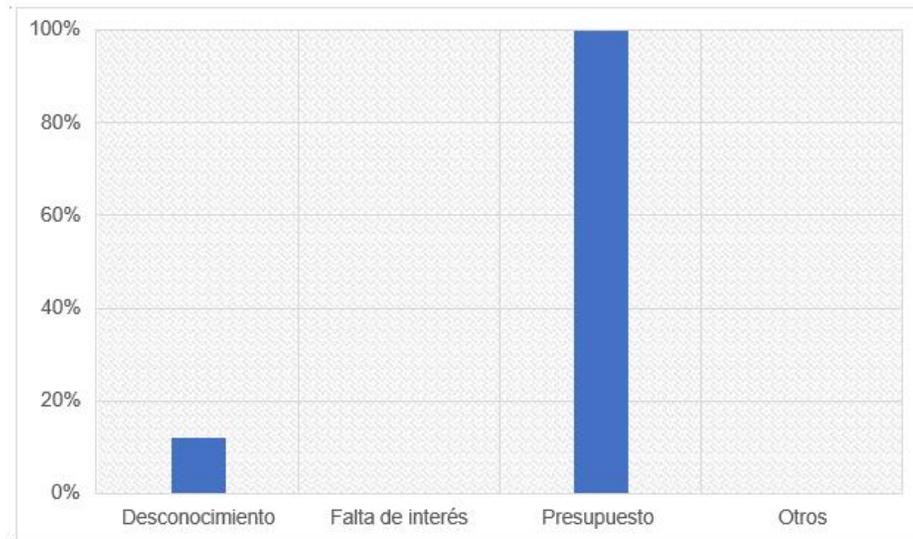
Gráfica 3. Afirmación de la mala iluminación de acuerdo con los médicos cirujanos encuestados

En cuanto a los tipos de iluminación quirúrgica, se les consultó a los profesionales de la salud (médicos cirujanos, personal de enfermería e ingenieros biomédicos) si la iluminación LED es superior a la iluminación halógena durante una cirugía.



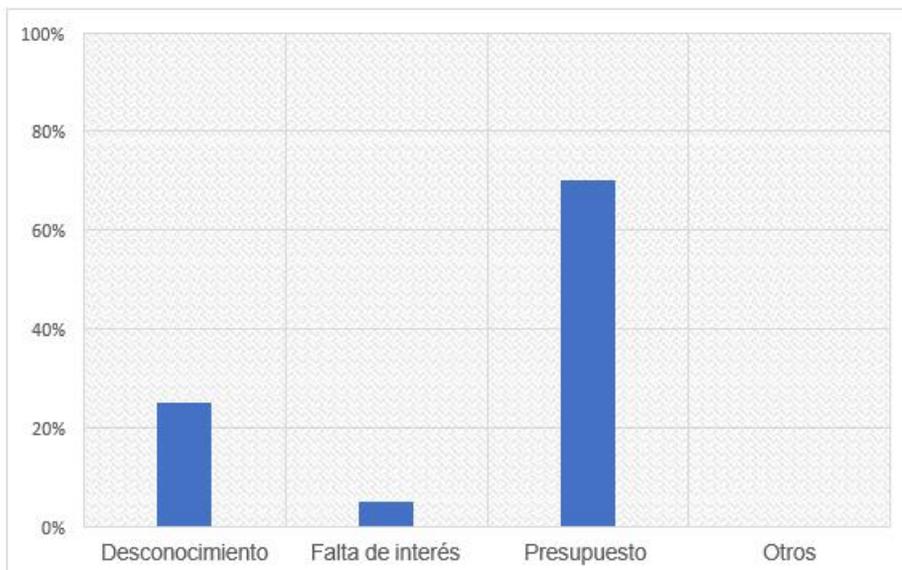
Gráfica 4. Percepción de la iluminación quirúrgica LED por los encuestados

Como se puede observar en la gráfica, el 100% de los profesionales de la salud coinciden en que la iluminación quirúrgica LED es superior en comparación a la iluminación quirúrgica halógena. Tomando en cuenta este hecho, le consultamos a los médicos cirujanos sobre cuál pensaban que era la razón de la utilización de la iluminación halógena en los quirófanos. Como resultado se obtuvo que el 88% de los médicos cirujanos opinan que la falta de presupuesto es la causa principal de que todavía se sigan utilizando la iluminación halógena (Ver gráfica 5).

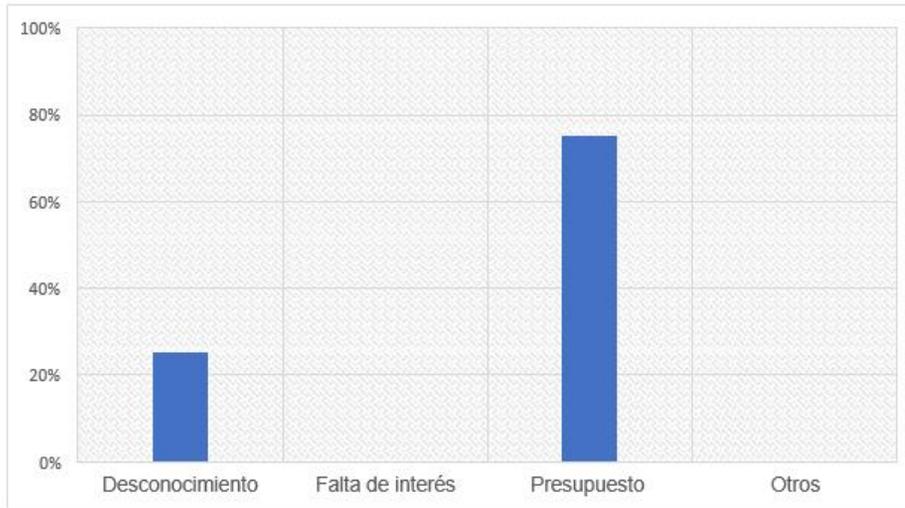


Gráfica 5. Apreciación según los médicos cirujanos del uso de iluminación quirúrgica halógena en las instituciones

Igualmente, se le consultó al personal de enfermería y al de ingeniería biomédica sobre el por qué todavía se utiliza la iluminación halógena en los quirófanos, los cuales coincidieron, con los médicos cirujanos en un 70% y 75% respectivamente, que la falta de presupuesto era la causa principal (Ver gráfica 6 y 7)

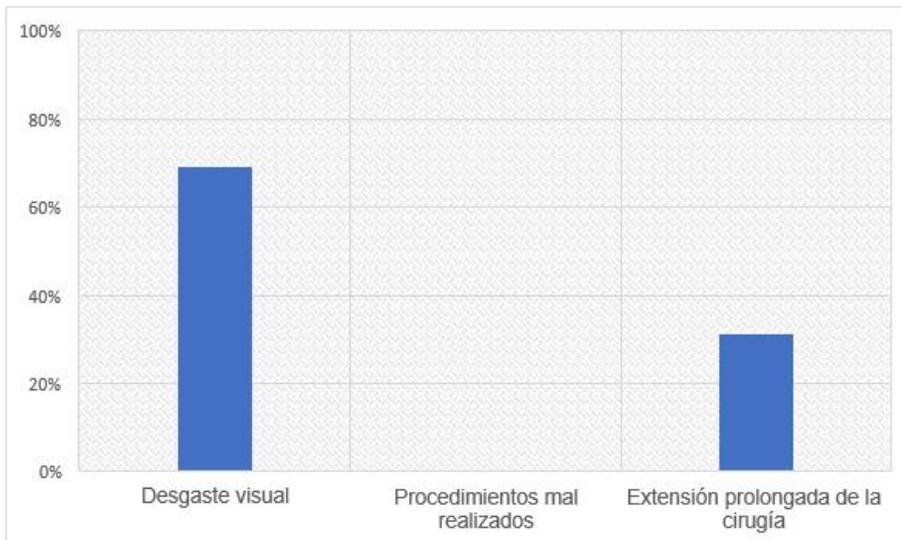


Gráfica 6. Apreciación por parte del personal de enfermería del uso de iluminación quirúrgica halógena en las instituciones



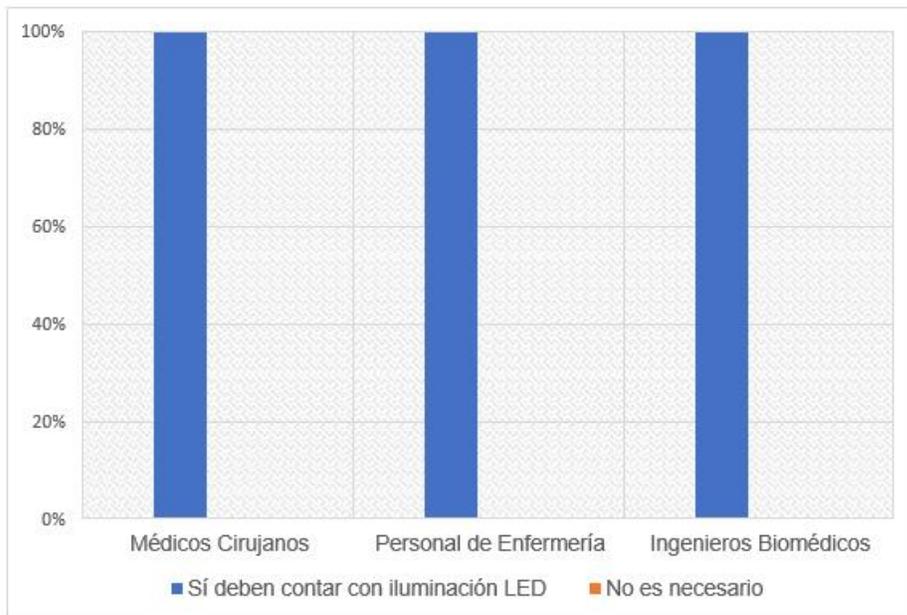
Gráfica 7. Apreciación por parte de los ingenieros biomédicos del uso de iluminación quirúrgica halógena en las instituciones

En la gráfica 8 se puede observar la respuesta de los médicos cirujanos sobre las desventajas de la utilización de la iluminación quirúrgica halógena. En dicha gráfica se muestra que el 31% destaca la extensión prolongada de la cirugía, mientras que el 69% de los encuestados señaló el desgaste visual como principal desventaja.



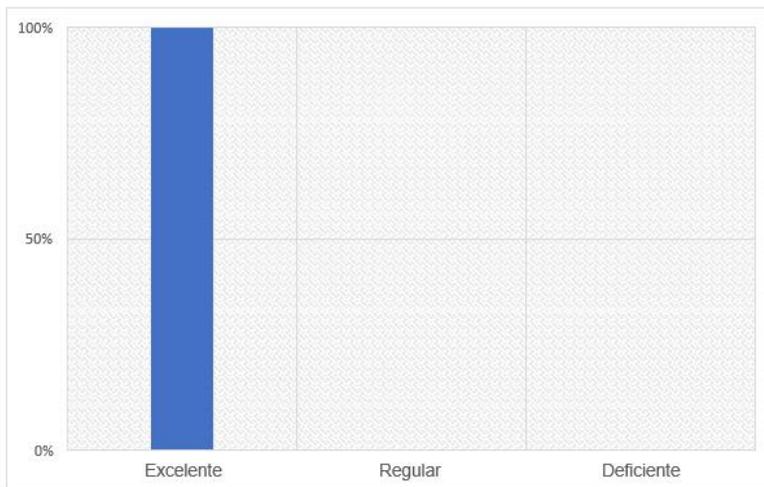
Gráfica 8. Desventajas de la iluminación quirúrgica halógena según los médicos cirujanos encuestados

Continuando con nuestra investigación, le consultamos a los profesionales de la salud sobre su opinión del cambio de tecnología quirúrgica halógena por LED. En la gráfica 9 se aprecia que el 100% de los profesionales encuestados indicaron que el cambio de tecnología es necesario.



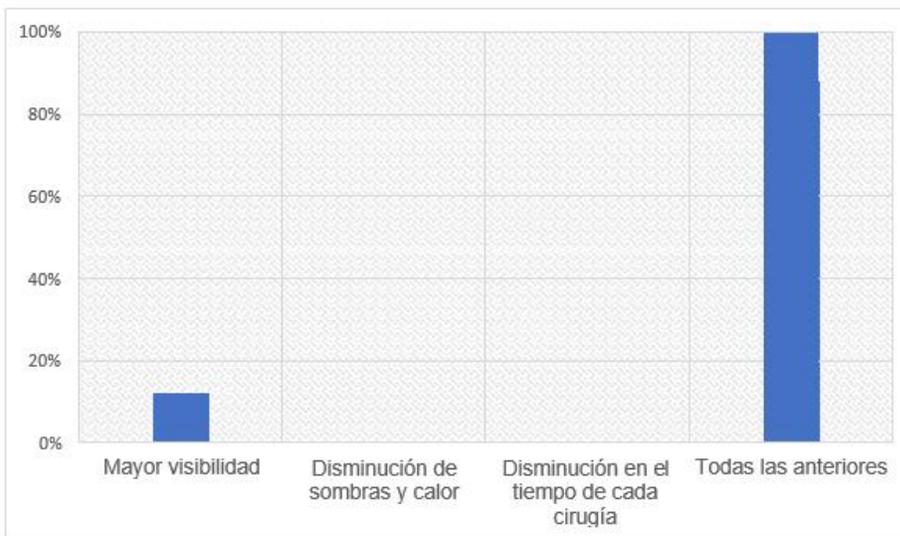
Gráfica 9. Implementación de Iluminación quirúrgica LED en las instituciones hospitalarias de acuerdo con el personal encuestado

Al consultarle a los médicos cirujanos sobre su experiencia con la iluminación quirúrgica LED, el 100% señaló que han tenido una excelente experiencia con dicho sistema (ver gráfica 10)



Gráfica 10. Experiencia con la iluminación quirúrgica LED de acuerdo con los médicos cirujanos encuestados

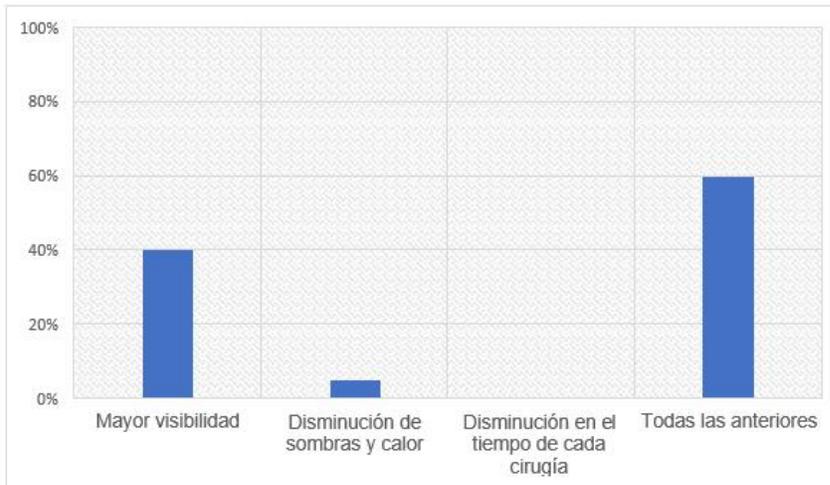
La gráfica 11 muestra los resultados de la encuesta realizada a los médicos cirujanos sobre los beneficios de la iluminación quirúrgica LED. El 88% opinó que la iluminación quirúrgica LED aporta mayor visibilidad en el campo de trabajo, disminución de sombras, calor y disminución en el tiempo de cada cirugía.



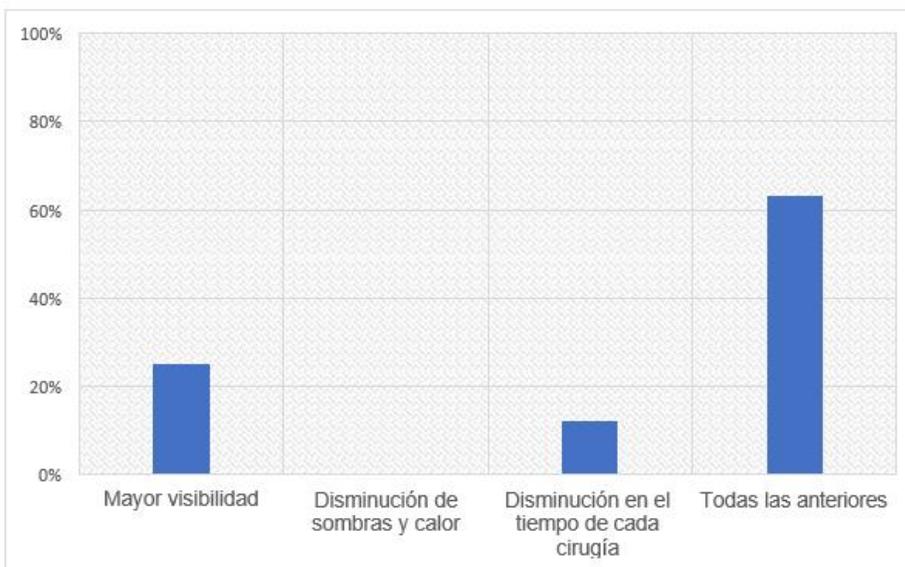
Gráfica 11. Beneficios de la iluminación quirúrgica LED según los médicos cirujanos encuestados

Igualmente, se le consultó al personal de enfermería y al de ingeniería biomédica acerca de los beneficios de la iluminación quirúrgica LED, los cuales coincidieron con los médicos

cirujanos en 60% y 63% respectivamente, que aporta mayor visibilidad en el campo de trabajo, disminución de sombras, calor y disminución en el tiempo de cada cirugía (Ver gráfica 12 y 13).



Gráfica 12. Beneficios de la iluminación quirúrgica LED según el personal de enfermería encuestada



Gráfica 13. Beneficios de la iluminación quirúrgica LED según los ingenieros biomédicos encuestados

Medición de la iluminancia en los quirófanos de los hospitales contemplados en la muestra

Medidas en el Hospital Nacional, Lámparas LED

El Hospital Nacional, es un hospital privado del área metropolitana de la ciudad de Panamá, que cuenta únicamente con iluminación quirúrgica LED. Para la ejecución de las medidas se utilizó el quirófano número 1, el cual cuenta con una lámpara de dos cabezales marca: Drager; modelo Polaris 600. A continuación, mostramos los resultados en la siguiente tabla:

Tabla 1. *Medidas de la intensidad lumínica LED.*

Altura	Intensidad lumínica	Norma IEC 60601-2- 41	¿Cumple o no cumple con la norma?
100 cm	150,000 Lux	40,000 – 160,000 Lux	Cumple
70 cm	71,000 Lux	40,000 – 160,000 Lux	Cumple

Datos obtenidos en las mediciones realizadas

Medidas en el Centro Médico Paitilla, Lámpara Halógena y LED

El Centro Médico Paitilla, es un hospital privado ubicado en el área metropolitana de la ciudad de Panamá, en sus quirófanos cuenta con ambos sistemas de iluminación, sin embargo, predomina el sistema de iluminación quirúrgica halógena. El quirófano 4 y 6 fueron los utilizados para realizar las mediciones correspondientes, ya que uno cuenta con lámpara halógena y el otro con LED. Cabe recalcar que ambas lámparas ubicadas en los quirófanos son marca: Steris modelo; Harmony La500 y Harmony 500.

A continuación, se mostrarán las medidas tomadas tanto con la lámpara quirúrgica LED como la halógena:

Lámpara quirúrgica halógena

Tabla 2. Medidas de la intensidad lumínica halógena.

Altura	Intensidad lumínica	Norma IEC 60601-2- 41	¿Cumple o no cumple con la norma?
100 cm	86,000 Lux	40,000 – 160,000 Lux	Cumple
70 cm	68,000 Lux	40,000 – 160,000 Lux	Cumple

Datos obtenidos en las mediciones realizadas
Lámpara quirúrgica LED

Tabla 3. Medidas de la intensidad lumínica LED.

Altura	Intensidad lumínica	Norma IEC 60601-2- 41	¿Cumple o no cumple con la norma?
100 cm	100,000 Lux	40,000 – 160,000 Lux	Cumple
70 cm	92,000 Lux	40,000 – 160,000 Lux	Cumple

Datos obtenidos en las mediciones realizadas

Medidas en el Hospital Santo Tomás, Lámpara Halógena y LED

El Hospital Santo Tomás, es un hospital público ubicado en el área metropolitana de la ciudad de Panamá, cuenta con aproximadamente 11 quirófanos de los cuales 5 tienen iluminación quirúrgica LED, el resto utiliza iluminación quirúrgica halógena. Ambas lámparas de los quirófanos utilizados son marca: Steris

A continuación, se mostrarán las medidas tomadas tanto con la lámpara quirúrgica LED como la halógena:

Lámpara quirúrgica halógena

Tabla 4. Medidas de la intensidad lumínica halógena.

Altura	Intensidad lumínica	Norma IEC 60601-2- 41	¿Cumple o no cumple con la norma?
100 cm	90,000 Lux	40,000 – 160,000 Lux	Cumple
70 cm	42,000 Lux	40,000 – 160,000 Lux	Cumple

Datos obtenidos en las mediciones realizadas

Lámpara quirúrgica LED

Tabla 5. Medidas de la intensidad lumínica LED

Altura	Intensidad lumínica	Norma IEC 60601-2- 41	¿Cumple o no cumple con la norma?
100 cm	140,000 Lux	40,000 – 160,000 Lux	Cumple
70 cm	123,000 Lux	40,000 – 160,000 Lux	Cumple

Datos obtenidos en las mediciones realizadas

Complejo Hospitalario Metropolitano Dr. Arnulfo Arias Madrid

El Complejo Hospitalario es un hospital público ubicado en el área metropolitana de la ciudad de Panamá. Los quirófanos utilizados para realizar las medidas fueron el quirófano 6 y 9. Ambas lámparas de los quirófanos utilizados son marca: Steris, modelo Harmony LC la lámpara halógena y Harmony Air la lámpara quirúrgica LED. A continuación, se mostrarán las medidas tomadas tanto con la lámpara quirúrgica LED como la halógena:

Lámpara quirúrgica halógena

Tabla 6. Medidas de la intensidad lumínica Halógena.

Altura	Intensidad lumínica	Norma IEC 60601-2-41	¿Cumple o no cumple con la norma?
100 cm	43,000 Lux	40,000 – 160,000 Lux	Cumple
70 cm	40,000 Lux	40,000 – 160,000 Lux	Cumple

Datos obtenidos en las mediciones realizadas

Lámpara quirúrgica LED

Tabla 7. Medidas de la intensidad lumínica LED.

Altura	Intensidad lumínica	Norma IEC 60601-2-41	¿Cumple o no cumple con la norma?
100 cm	137,000 Lux	40,000 – 160,000 Lux	Cumple
70 cm	108,000 Lux	40,000 – 160,000 Lux	Cumple

Datos obtenidos en las mediciones realizadas

CONCLUSIONES

El presente trabajo de investigación se centró en conocer la percepción de los profesionales de salud sobre las tecnologías de iluminación halógena y LED en los quirófanos; y determinar si las lámparas quirúrgicas actualmente instaladas en las instituciones hospitalarias escogidas cumplen con la normativa IEC 60601-2-41 de iluminancia. Donde hemos concluido lo siguiente:

La falta de presupuesto por parte de los hospitales es la principal razón por la cual aún contamos con iluminación quirúrgica halógena, cuando hoy en día existe una tecnología más avanzada como lo es la iluminación LED.

La iluminación quirúrgica LED se destaca por encima de la iluminación quirúrgica halógena. Mejora el campo quirúrgico, logrando mayor visibilidad, obteniendo así mejor precisión durante el procedimiento quirúrgico.

El personal de enfermería y los ingenieros biomédicos coinciden con los médicos cirujanos en cuanto que la iluminación quirúrgica LED es superior a la iluminación quirúrgica halógena.

Los hospitales donde las mediciones fueron realizadas, cumplen con la normativa IEC 60601-2-41 para los niveles de iluminancia, tanto lámparas halógenas como lámparas LED, donde se recomienda un rango de iluminancia de 40,000 hasta 160,000 Lux.

El Hospital Nacional presentó un rango de 71,000 a 150,000 Lux, el Centro Médico Paitilla un rango de 68,000 a 100,000 Lux, el Hospital Santo Tomas un rango de 42,000 a 140,000 Lux y el Complejo Hospitalario Metropolitano Dr. Arnulfo Arias Madrid un rango de 40,000 a 137,000 Lux.

Como conclusión general, se observa que la iluminación quirúrgica LED tiene mayor aceptación referente a la iluminación quirúrgica halógena. De acuerdo con los hospitales encuestados, durante cada año se tiene como proyección la migración o el cambio de iluminación quirúrgica halógena a iluminación quirúrgica LED en los quirófanos.

Consideraciones Especiales

De acuerdo con la encuesta realizada a los profesionales de salud (médicos cirujanos, personal de enfermería e ingenieros biomédicos) que laboran en los quirófanos, se obtuvieron las siguientes recomendaciones:

- Educar a los profesionales de la salud, principalmente, a los médicos cirujanos que aún no utilizan o no están en constante contacto con la iluminación LED por medio de las docencias para aprovechar el uso máximo de esta tecnología en las salas de cirugía.
- Considerar la aprobación de un Comité de Bioética en Panamá, donde se resalte la importancia de tener en el campo quirúrgico una iluminación apropiada, en este caso iluminación LED.

- A través del Departamento de Biomédica del hospital, ya que en la mayoría de los casos son aquellos quienes gestionan la compra, emitir un informe requiriendo el cambio de tecnología de iluminación halógena a LED en sus quirófanos, donde se muestren las ventajas que ofrece y la opinión propia de los profesionales de salud que laboran en esta área.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adriana, V., Julio, F., & Enrique, R. (2005). Guía Tecnológica No. 14 Lámparas Quirúrgicas . *Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud* , 9-10. Obtenido de http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/biomedica/guias_tecnologicas/14_gt_lamparasquirurgicas.pdf

Bovie.medical corporation . (2017). Obtenido de The Difference Between Halogen and LED Lights in Surgical Rooms: <http://www.boviemedical.com/2016/08/01/the-difference-between-halogen-and-led-lights-in-surgical-rooms/>

Caja de Seguro Social. (11 de febrero de 2015). Obtenido de CSS ADQUIERE LÁMPARAS TIPO LED PARA SALONES DE OPERACIÓN PARA EL HOSPITAL DRA. SUSANA JONES CANO: <http://www.css.gob.pa/web/11-feb-2015susanajones.html> *Caja de Seguro Social*.

HISTÓRICA DEL COMPLEJO HOSPITALARIO “DR. ARNULFO ARIAS MADRID”: <http://www.css.gob.pa/web/1-junio-2017chdaam.html>

Crestanello, D. F. (2011). *Historia de la Medicina* . Obtenido de La iluminación del campo operatorio en cirugía general : <http://www.scielo.edu.uy/pdf/rmu/v27n3/v27n3a08.pdf>

Ecu Red. (2018). Obtenido de Quirofano: <https://www.ecured.cu/Quir%C3%B3fano>

Efecto LED . (2017). Obtenido de Que es el angulo de apertura LED?: <https://www.efectoled.com/blog/es/angulo-apertura-led/>

El hospital. (agosto de 2007). Obtenido de Lámparas quirúrgicas: <http://www.elhospital.com/temas/Lamparas-quirurgicas+8057613>

- Farras, J. (s.f.). Tipo de Lámpara e Iluminación. *Iluminación*, 46.2.
- FISIC . (s.f.). Obtenido de Origen de la Luz : <https://www.fisic.ch/contenidos/ondas-y-luz/origen-de-la-luz/>
- Frenk, D. J. (2005). *Guía Tecnológica No. 14*. Obtenido de Lámparas Quirúrgicas Descripción General:
http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/biomedica/guias_tecnologicas/14_gt_lamparasquirurgicas.pdf
- Frenk, D. J. (s.f.). *Guía Tecnológica No. 14 Lámparas Quirúrgicas*. Obtenido de http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/biomédica/guias_tecnologicas/14_gt_lamparasquirurgicas.pdf
- Fuller, J. K. (2007). *Instrumentación Quirúrgica Teórica* . Madrid : Medica Panoamericana S.A.
- Fundamento de la Iluminación Quirúrgica . (2013). *Manual de Iluminación Quirúrgica* , 3-5.
- Griera, M. O., & Casals, A. (26 de junio de 2017). Obtenido de Sistema de iluminación inteligente para quirófanos <http://hospitecnia.com/instalaciones/sistema-de-iluminacion-inteligente-para-quiroyfanos/>
- Heager, K. (2014). *The Illustrated History of Surgery* . Nueva York : Routledge .
- Hernández, J. (2014). *Evaluación de los niveles de iluminación en las áreas de trabajo del Laboratorio de Alta Tecnología de Xalapa*. Veracruz. Obtenido de https://www.uv.mx/cosustenta/files/2014/06/ANALISIS-LATEX_VERSION-FINAL.pdf
- Institute, E. (2012). Obtenido de https://www.who.int/medical_devices/innovation/hospt equip_17.pdf
- Lámparas Quirúrgicas XLED . (s.f.). Obtenido de <https://sterislatamp.wordpress.com/cirugia/lampara-quirurgica-xled/>

Listado de Instalaciones de Salud . (2015). *Ministerio de Salud Direccion de Planificacion*, 4. Obtenido de http://minsa.b-cdn.net/sites/default/files/publicacion-general/listado_de_instalaciones_de_salud_ano_2019.pdf

Corporation, B. M. (2017). *The Diffence Between Halogen and LED Lights ins Surgical Rooms*. Obtenido de <http://www.boviemedical.com/2016/08/01/the-difference-between-halogen-and-led-lights-in-surgical-rooms/>

Lámparas Quirúrgicas XLED. (s.f.). Obtenido de <https://sterislatamp.wordpress.com/cirugia/lampara-quirurgica-xled/> sistema de iluminación

LED Box. (s.f.). Obtenido de Temperatura de color en las luces LED : <https://blog.ledbox.es/informacion-led/temperatura-de-color-en-las-luces-led>

Proyecto Norma Técnica DGNTI-COPANIT ISO 5149-3:2014. (s.f.). *MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS*, 5-6.