

IMPORTANCIA DE LOS FACTORES PSICOLÓGICOS EN EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN EN CENTROS HOSPITALARIOS

Christian González

Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”. Vicerrectorado
Barquisimeto. Departamento de Ingeniería Eléctrica.

christian.e.gonzalez@gmail.com

RESUMEN: Un diseño adecuado del sistema de iluminación actualmente reconoce el impacto psicológico y fisiológico en los seres humanos y deben incorporarse estas exigencias en las nuevas instalaciones eléctricas de los centros hospitalarios, para tener éxito sobre la salud de las personas y complementar las consideraciones de las necesidades del personal médico y de enfermería para el cumplimiento de sus responsabilidades. En este sentido, el ingeniero de diseño de iluminación tiene como objetivo realizar un entorno visual totalmente diferente a los tradicionales que sirva para la curación y la integridad personal de los pacientes y sus familias y, por supuesto, al ahorro de energía. La presente investigación tiene como objetivo analizar las normas internacionales de instalaciones eléctricas para estos centros, en los tópicos de diseño de sistemas de iluminación, en la investigación se utiliza un enfoque mixto de métodos que se complementan, logrando generalizar, validar resultados y desarrollar nuevos conocimientos. La población estuvo conformada por dos (2) normas del año 1996 y 2007 IEEE Std 602; el tratamiento de la información se realizó con el software Expert Choice, para la recolección de datos se utiliza una matriz de ponderación, que fueran evaluadas por tres (3) expertos de la ciudad. Los resultados demuestran que los factores psicológicos del paciente representan una influencia importante a la hora de aplicar factores de calidad al sistema de iluminación en el momento del diseño e implementación en centros hospitalarios.

Palabras claves: Centros hospitalarios, iluminación, factores de calidad, factores psicológicos, sistemas de iluminación.

IMPORTANCE OF THE PSYCHOLOGICAL FACTORS IN THE SYSTEM DESIGN OF LIGHTING IN HOSPITABLE CENTERS

ABSTRACT. A suitable design of the system of lighting nowadays recognizes the psychological and physiological impact in the human beings and they must incorporate these requirements in the new electrical facilities of the hospitable centers, to be successful on the health of the persons and to complement the considerations of the needs of the medical personnel and of infirmary for the fulfillment of his responsibilities. In this respect, the engineer of design of lighting has as aim realize a visual environment totally different from the traditional ones that it serves for the treatment and the personal integrity of the patients and his families and, certainly, to the saving of energy. The present investigation has as aim analyze the international procedure of electrical facilities for these centers, in the topics of system design of lighting, in the investigation there is in use a mixed approach of methods that complement each other, managing to generalize, to validate results and to develop new knowledge. The population was shaped by two (2) procedure of the year 1996 and 2007 IEEE Std 602; the data processing fulfilled with the software Expert Choice, for the compilation of information there is in use a counterfoil of weighting, which they were evaluated by three (3) experts of the city. The results demonstrate that the psychological factors of the patient represent an important influence at the moment of applying quality factors to the system of lighting in the moment of the design and implementation in hospitable centers.

Key words: hospitable Centers, lighting, factors of quality, psychological factors, systems of lighting.

Este manuscrito fue recibido en Barquisimeto el 1/11/2011 y aprobado para su publicación 12/7/2012. El profesor Christian González es docente del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UNEXPO VR-Barquisimeto. Email: christian.e.gonzalez@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

Los conceptos modernos de iluminación son "tarea/orientación ambiental", es decir, la iluminación debe proporcionar precisamente la luz que se requiere para desempeñar con eficiencia las tareas específicas, manteniendo una proporción aceptable de luminancia para las tareas necesarias [1]. En otras palabras, el ingeniero debe proporcionar un sistema de iluminación que permita el trabajo a realizar, donde la cantidad y calidad de la iluminación no perjudique el éxito de la tarea a terminar. La mayoría de las tareas de cuidado de la salud son por sí difícil, ya que requieren de una gran precisión y velocidad y son realizados por una variedad de personas que poseen grandes variaciones en la agudeza visual. La tarea en sí misma debe ser evaluada por sus requisitos de tamaño, forma, color, grado de dificultad y la prisa con que será el trabajo realizado. Los principios fundamentales del diseño de una buena iluminación se describen brevemente en esta investigación y debe servir para proporcionar directrices y referencias suficientes para ser evaluadas por expertos además, concluyentes en estudios de la aplicación de iluminación para los entorno de atención de salud. Por último, el sistema de iluminación en su conjunto debe integrarse en la esencia del edificio, por lo que las necesidades de mantenimiento, control, eficiencia energética y la sostenibilidad se deben cumplir [2]. Todo el entorno debe ser evaluado y planificado en coordinación con el diseñador de interiores, el arquitecto, el ingeniero mecánico y el personal adecuado (tanto médicos y mantenimiento de edificios). El éxito del diseño de la iluminación no puede ser medido en candelas por pie cuadrado, como lo tenemos evaluados en el capítulo 2 del Código Eléctrico Nacional venezolano CEN [3], sino por por la comodidad del paciente, la eficacia en las tareas y la satisfacción general. No se busca resumir las dos (2) normas revisadas, no es la intención de esta investigación, se busca dar un aporte en materia de diseño e implementación en los sistemas de iluminación tomando en cuenta los factores psicológicos de los pacientes de los centros hospitalarios mediante una evaluación de expertos acerca de nuestras normativas respecto a las normativas internacionales.

2. DESARROLLO

Los factores a considerar en el diseño de un sistema de iluminación en centros hospitalarios se lista a continuación:

2.1 Factores de calidad en la iluminación

Para conseguir un uso óptimo de los sistemas de iluminación considerando el aspecto de calidad, las consideraciones más importantes en el proceso de diseño de iluminación son las siguientes:

2.2 Deslumbramiento directo y reflejado

El nivel de iluminancia diseñado debe ser apropiado para el trabajo visual. Algunos criterios de ingeniería se ejecutarán en el establecimiento del nivel de iluminación partiendo del diseño de la instalación, que deberán ser adaptados a la edad del trabajador y de la dificultad de la tarea visual [4]. Para la selección de luminarias que no causen brillos incómodos es necesario revisar los datos del fabricante en referencia a la probabilidad de confort visual (PCV, por sus siglas en inglés). Es importante señalar que los datos del PCV en sí mismo no garantizan una iluminación sin reflejos. El ingeniero debe ser capaz de revisar y entender los gráficos de las curvas de distribución de candelas y las interacciones de las fuentes de luz con el sitio que se va a iluminar, las superficies y acabados. Por ejemplo, el paciente en una habitación se encuentra con frecuencia acostado de espalda mirando directamente hacia arriba donde está la lámpara del techo, siendo un factor importante y clave en la concepción del diseño [4]. La reflectancia de las superficies del cuarto es un factor importante en la utilización eficiente de la iluminación y, por tanto, en el consumo de energía. También es importante para el confort visual, porque el brillo debe estar dentro de ciertos límites establecidos en las zonas donde las tareas de exigencia visual se llevan a cabo [5].

2.3 Calidad de color

El color es un tema complejo que involucra tanto los parámetros físicos, que se pueden expresar en términos matemáticos, y los factores psicológicos que se relacionan con las interpretaciones individuales del mismo. Ciertos colores son más cálidos (rojo), mientras que otros se consideran más frío (azul) según IESNA RP 29 [12]. El color de la lámpara

fluorescente se expresa en grados Kelvin ($^{\circ}\text{K}$). Una temperatura de color de $2700\text{ }^{\circ}\text{K}$ es similar a la iluminación incandescente en calor. La luz del día es de $6500\text{ }^{\circ}\text{K}$. Normalmente, $3500\text{ }^{\circ}\text{K}$ servirá para la mayoría de las funciones dentro de un hospital [5]. La capacidad de una fuente de luz para mostrar con precisión de color se mide por su rendimiento en índice de color (CRI). El CRI se mide en una escala de 0 a 100. Las fuentes de luz, como la fluorescente, son utilizadas en los hospitales y deben tener un CRI de por lo menos 80.

2.4 Reflexiones de velo, distribución, reflejos y sombras

Las reflexiones de velo en las tareas a diarias en centros de salud se producen cuando una lámpara y la textura del techo, la ventana y el ojo de un espectador se encuentran en el ángulo de la reflexión especular con una porción sobre el campo visual. A menudo son difíciles de "esquivar" al cambiar el ángulo de visión cuando las luminarias (o ventanas) que producen los efectos son de área de tamaño considerable, gran número, y / o distribución de ancho [6]. Si las fuentes de luz se pueden colocar fuera del ángulo reflexión respecto a la tarea que se está realizando y los ojos del espectador es lo ideal y aspectos como la visibilidad y la comodidad se verán reforzados. Este enfoque es frecuente en la práctica en habitaciones de los pacientes [6].

2.5 Zonas a iluminar en centros de salud

El examen a un paciente es una parte crítica de la práctica del cuidado de la salud y se debe facilitar la práctica del mismo y este depende del sistema de iluminación en todos los casos. El ingeniero de diseño debe hacer todo lo posible para determinar estas necesidades en diversos espacios, debe cubrir las suyas durante el diseño y debe adaptarse a cada necesidad, libre de los reflejos, bien distribuidos, de los niveles de iluminación adecuados, con buen color, la tranquilidad y controlabilidad [7]. Otro elemento importante en un área donde se practiquen exámenes es la consistencia en la iluminación, si las lámparas seleccionadas son los fluorescentes, por ejemplo, deben utilizar la misma para que los tonos de la piel del paciente parezcan coherentes en todo momento [8]. En la determinación de los niveles de iluminación se debe recordar que las tareas de exploración son realizadas por las personas con buena o mala capacidad visual [6]. Por lo tanto, la iluminación que hace que la piel luzca gris o amarillenta no se debe utilizar [9]. Una vez más, las lámparas fluorescentes con un alto CRI se deben utilizar para estos cuartos [10].

2.6 Los factores psicológicos de los pacientes

El paciente en el centro de atención de salud es emocionalmente vulnerable, así como la familia del paciente y los amigos. Los pacientes están comprensiblemente asustados o preocupados por lo que se debe diseñar un sistema de iluminación que ayude a los pacientes a tener tranquilidad [1]. Los pacientes a menudo no pueden ajustar su posición o sus alrededores para evitar molestias, tratamientos extraños, incómodos o embarazosos lo cual puede añadir al paciente un trauma adicional y el desafío está en producir un ambiente de iluminación que apoye la comodidad del paciente, el bienestar y la estabilidad emocional. De hecho, hay indicios de que el sistema de iluminación, no sólo minimiza la incomodidad del paciente, sino también en algunos casos ayudar a acelerar su recuperación [11]. El sistema de iluminación no debe inmiscuirse lo menos posible en la conciencia del paciente e, idealmente, debería ayudar a crear un ambiente (por ejemplo, como el de "casa" en la habitación del paciente) que permita al paciente a relajarse, sentirse bien y sanar [7]. Estudios médicos recientes han demostrado que la luz puede ser utilizada con éxito para tratar la depresión estacional y ayuda a calmar los niños hiperactivos [1]. Áreas de procedimientos y tratamientos son los lugares donde se produce más ansiedad en las instalaciones de salud y sus sistemas de iluminación, por lo tanto, deben estar diseñados para reducir al mínimo el estrés del paciente. Las luces en áreas donde se practiquen exámenes, por ejemplo, debe estar fuera de su línea directa de la vista y ser lo más discreto posible y, aún así, cumplir con sus funciones previstas. Muchos espacios, tales como salas de diagnóstico por imagen, no requieren de iluminación directa sobre el paciente en niveles altos y por lo tanto puede ser iluminado con luminarias indirectas y lámparas incandescentes con reguladores para crear una iluminación más tenue, "ambiente relajado" [9]. Lo ideal en estas áreas de imágenes (Tomografías, Mamografías, Resonancia magnética) son luminarias de tipo especular con lámparas fluorescentes compactas de 17 W, por lo que los pacientes no están obligados a tener luz directa [10].

2.7 Aportes de la luz del día

La luz del día es importante para la reducción del consumo diurno de energía atribuible a los sistemas de iluminación. Si la luz del día es considerada, el diseño de un sistema eléctrico de iluminación se debe modificar para integrarlo al sistema total. Los factores de luz del día

(calculados) entre el 2 y el 5% indican que la iluminación se debe diseñar con la luz del día disponible. Esto puede ser logrado usando:

- a) Trabajo o iluminación del ambiente-trabajo (para usar la luz del día para proporcionar la iluminación general del ambiente)
- b) Un alumbrado con un sistema de control con fotocélulas para atenuar automáticamente la iluminación en proporción a la luz del día disponible con el fin de producir una luminancia constante.

La normativa de IESNA RP 29 [12] consideran convenientes las ventanas en las habitaciones de los pacientes. Uno de los beneficios de una ventana, además del punto de vista que ofrece, es una sensación del paso del día y la noche. Esta sensación ayuda al paciente mantener los ritmos cardiacos [1]. En resumen, el ingeniero debe tener cuidado de trabajar con el arquitecto para garantizar una cantidad adecuada de luz para el paciente, además que proporciona un ahorro directo en energía eléctrica [10].

3. Diseño del sistema de iluminación

Las consideraciones más importantes en el proceso de diseño de iluminación son las siguientes:

3.1 Integración con otros sistemas del edificio

En el diseño del sistema de iluminación para un centro de atención de salud, el ingeniero debe tener cuidado de evitar trabajar este sistema por separados de otros que son importante para dicho centro. La iluminación de un centro de atención de salud es crucial y debe integrarse adecuadamente en el edificio en su conjunto. En particular, el ingeniero debe considerar el impacto del diseño sobre los oficios de otros, por ejemplo, el calor generado por las luminarias en el espacio debe ser removido por el aire acondicionado del sistema. La ubicación física y las dimensiones de las luminarias también pueden impactar en la ruta de los ductos de aires acondicionados, tuberías de aguas blancas, los altavoces de megafonía y los sistemas de detección de incendio, etc. El diseño de iluminación afecta dramáticamente el atractivo general de un espacio estético y debe ser coordinada con el arquitecto y diseñador de interiores según IEEE 241[13].

3.2 Energía

Los ingenieros de los hospitales deben estar preocupados con la conservación de la energía en la instalación. En la actual Gaceta 39 .694, publicada el 13 de junio del presente año, obliga a los centros de salud a implementar planes de eficiencia energética en sus instalaciones. Algunas medidas pueden ser adoptadas para reducir la energía consumida de iluminación sin que ello implique la reducción de la eficacia del sistema para su rendimiento visual. Para un uso racional de la energía para la iluminación parte de un buen diseño de iluminación. El ingeniero debe tener cuidado de elegir y ubicar las luminarias necesarias para un correcto desempeño de las tareas en el espacio y no sólo para lograr una "correcta" iluminancia. Debe estar seguro, sin embargo, que la tarea a realizar y los niveles de iluminación en los ambientes deben ser los recomendados.

3.3 Mantenimiento

El mantenimiento del sistema de iluminación mantiene el rendimiento del sistema dentro de los límites básicos de diseño, promueve la seguridad y, cuando se considera en la fase de diseño, puede ayudar a reducir la demanda eléctrica y el costo de capital. Este incluye la sustitución de la lámpara cuando se han deteriorado, balastos, tomas e interruptores y la limpieza de luminarias y superficies de la habitación con la periodicidad adecuada. Finalmente, el ingeniero debe recordar que el sistema se mantendrá en servicio durante mucho tiempo y que el diseño del sistema debe facilitar su mantenimiento según lo establece la norma IEEE 241 [13]. Debe tener cuidado, para facilitar el acceso a las luminarias, ya que las que se van a instalar en techos de paneles de yeso deben ser fácilmente removidas. El saneamiento y la limpieza frecuente resultante requieren luminarias sin grietas o fisuras que pueden albergar suciedad o insalubridad. Las lentes o especulares, especialmente son las de mayor frecuencia de limpieza y deben ser sellada para evitar la entrada de productos de limpieza.

3.4 Necesidad de flexibilidad

Los procedimientos médicos cambian rápidamente, además de la instalación de equipos de altas tecnologías, estos cambios requieren no sólo de las modificaciones en los requisitos de energía para un espacio, sino también en la iluminación del espacio. El sistema debe por tanto, también ser elegidos para permitir modificaciones futuras fácilmente. Luminarias

ajustables, regulables, y reubicables se deben utilizar siempre que sea posible para ayudar a resolver este problema. Un sistemas de cableado flexible permiten fácilmente reubicar y puede ayudar a hacer la tarea de transformar áreas de una función a otra mucho más fácil [14].

3.5 Sustentabilidad

Uno de los desafíos de las políticas públicas de un país es que debe identificar opciones energéticas consistentes con los objetivos del Desarrollo Sustentable, definido por Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo (CMMDA, por sus siglas en inglés) de las Naciones Unidas, el que satisface “*las necesidades de las generaciones presenten sin comprometer las posibilidades de las del futuro de atender sus propias necesidades*”, siendo tres (3) sus pilares: el bienestar social, la rentabilidad económica y la protección al medio ambiente. Éste se fundamenta en que los recursos naturales son limitados y que es necesario establecer otros criterios de crecimiento, cuyos logros reduzcan los problemas medioambientales y sociales mundiales [15]. Según lo establecido en los artículos 107, 128 y 326 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (CRBV, 1999) vigente, Venezuela es uno de los países que se encuentra comprometido con el Desarrollo Sustentable. Siendo imperativo buscar o proponer alternativas en el sistema de iluminación que permitan disminuir consumos sin atentar contra la salud del paciente, de allí que existe un gran deseo de construir edificios que sean eficientes energéticamente, ambientalmente racionales, maximizando así su desarrollo económico y el desempeño ambiental [16].

3.6 Control de la iluminación

El control adecuado de un sistema de iluminación es una de las herramientas más efectivas para ahorrar energía. Las técnicas de control pueden ir desde un simple interruptor instalado en una luminaria individual controlado por un sistema de conmutación diseñado para el funcionamiento del sistema de iluminación de un gran edificio. La instalación de un número apropiado de interruptores suele ser la clave para un control eficaz de la energía por conmutación [8].

4. METODOLOGÍA

Según Hurtado [17] la investigación es un proceso continuo y organizado para conocer algún hecho (características, proceso o situación) ya sea con el fin de encontrar leyes o simplemente obtener respuestas a necesidades determinadas. En la presente investigación se utiliza un enfoque mixto de métodos [18] que se complementan, logrando generalizar, validar resultados y desarrollar nuevos conocimientos. El desarrollo de la investigación se enmarca en tres (3) fases:

Fase 1

Dado que el objetivo del presente estudio, es analizar la importancia del sistema de iluminación en centros hospitalarios relacionado con la salud de las personas, permitió considerar un tipo de investigación descriptiva; documental [19] con un diseño de investigación no experimental, transversal [20] y bibliométrico [21]. La población del presente trabajo de investigación, es de tipo finita y objetiva, dado que la misma está representada por tres (3) normativas, dos (2) Norteamericana y una (1) Venezolana. Para recolectar los datos primarios, se utilizó la técnica de la observación directa.

Fase 2

Esta comprende las siguientes etapas **categorización, estructuración, contrastación** [22]. El análisis cualitativo de datos se presenta atendiendo las siguientes fases: **Categorización** En la teoría anterior se muestran algunos aspectos relevantes del CEN [3], IESNA [12] y la IEEE [13], relacionados con el sistema de iluminación y se subrayan los aspectos relacionados con acciones que contribuyan al logro de la salud de las personas y los resultados esperados, cabe destacar que en el artículo se muestra como los factores de calidad de iluminación se encuentran separado del diseño del sistema de iluminación del marco teórico revisado, siendo esto uno de los aportes fundamentales a los criterios de diseño del sistema de iluminación para centros hospitalarios .

Estructuración: En esta etapa se construyo una estructura jerárquica presentada inicialmente por el autor y luego fue evaluada por dos (2) expertos, el cual fue evaluada y corregida, esta

etapa fue interesante ya que los expertos dieron aportes importantes a la estructura presentada para que luego sea llevada a una matriz de ponderación.

Contrastación: Esta etapa de la investigación consistió en relacionar y contrastar los resultados encontrados en las normativas. Para luego ser llevado a la fase de teorización.

Fase 3

Se cumple la etapa de **Teorización** en el cual se utiliza todos los medios disponibles a su alcance para lograr la síntesis final de un estudio o investigación. Como se requiere que el problema se resuelva con criterios múltiples se adopta el Proceso de Análisis Jerárquico, y está diseñado para resolver problemas complejos. El proceso requiere que quien toma las decisiones proporcione evaluaciones subjetivas respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios y que, después, especifique su preferencia con respecto a cada una de las alternativas de decisión y para cada criterio. En esta fase se adopta el enfoque cuantitativo con la aplicación de la ponderación de expertos, En nuestro caso evaluaremos los resultados de la contrastación con el Software Expert Choice® [23]. Los objetivos de la investigación se alcanzan en la misma, para el caso objeto de estudio, se utiliza un cuestionario que fue aplicado a objeto de validar la información presentada. En la ciudad se lograron contactar dos (2) profesionales que tenían conocimiento, vinculación o experiencia en estas áreas señaladas. Durante el proceso de teorización se llega a la siguiente pregunta ¿Cuáles criterios para la implementación de un sistema de iluminación tienen mayor o menor influencia sobre la salud de las personas?

Para responderla se debe establecer lo siguiente:

Objetivo

Conocer la importancia relativa de los criterios de diseño de la iluminación en recintos de salud respecto a su influencia en la salud de las personas.

Alternativas

Al observar la estructura jerárquica obtenida por la evaluación de los expertos las alternativas se van a dividir en tres evaluaciones:

Evaluación N° 1

- Como es la influencia del **Deslumbramiento** respecto a la influencia en los factores de calidad de la iluminación de:
- Como es la influencia de la **Calidad del color** respecto a la influencia en los factores de calidad de la iluminación
- Como es la influencia de la **Reflexiones** respecto a la influencia en los factores de calidad de la iluminación
- Como es la influencia de las **Zonas a iluminar** las respecto a la influencia en los factores de calidad de la iluminación.
- Como es la influencia de la **Factores Psicológicos** respecto a la influencia en los factores de calidad de la iluminación
- Como es la influencia de las **Aportes de la luz del día** las respecto a la influencia en los factores de calidad de la iluminación.

Evaluación N° 2

- Como es la influencia de la **Integración con otros sistemas del edificio** respecto a la influencia en el diseño del sistema de iluminación
- Como es la influencia de la **Energía** respecto a la influencia en el diseño del sistema de iluminación.
- Como es la influencia de la **Mantenimiento** respecto a la influencia en el diseño del sistema de iluminación.
- Como es la influencia de las **Necesidad de flexibilidad** las respecto a la influencia en el diseño del sistema de iluminación.
- Como es la influencia de las **Sustentabilidad** las respecto a la influencia en el diseño del sistema de iluminación.
- Como es la influencia de las **Control de la iluminación** las respecto a la influencia en el diseño del sistema de iluminación.

Evaluación N° 3

- Como es la influencia del los **Factores de calidad de la iluminación** respecto a la influencia en la salud de las personas.
- Como es la influencia del **Diseño del sistema de iluminación** respecto a la influencia en la salud de las personas.

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este análisis, son varios los factores que inciden en la importancia del sistema de iluminación en centros hospitalarios relacionado con la salud de las personas y que permiten caracterizar el tema para posteriormente centrar el interés del estudio. Una vez recopilada y analizada la información de la aplicación del instrumento, la discusión de los resultados mismos se enfoca desde el punto de vista de la contrastación con aquellos conocimientos teóricos estudiados y los antecedentes tomados como base para el estudio. En primer lugar al analizar el resultado combinado de los expertos demuestran que los factores psicológicos del paciente representan una influencia importante a la hora de aplicar factores de calidad al sistema de iluminación en centros hospitalarios como podemos ver en la figura 1. Este resultado es significativo pues le otorga a un criterio como el de la parte psicológica del paciente un 59.7% del total de los factores, siendo una prioridad a la hora de diseñar un sistema de iluminación en centros hospitalarios.

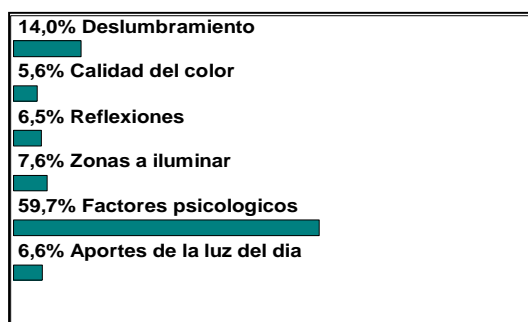


FIGURA 1. Resultado de la combinación de los expertos con respecto a la influencia de algunos factores sobre la calidad de iluminación

En segundo lugar al analizar el resultado combinado de la evaluación de los expertos demuestran datos interesantes ya que la sustentabilidad representa una influencia bastante importante a la hora de realizar un diseño del sistema de iluminación en centros hospitalarios como podemos ver en la figura 2. Este resultado es significativo pues le otorga

a un criterio como el de la sustentabilidad un 53,8% del total de los factores, además cabe destacar que la integración con otro sistema del centro hospitalario representa un 14,7%, siendo una prioridad estos dos factores a la hora de diseñar un sistema de iluminación en centros hospitalarios.

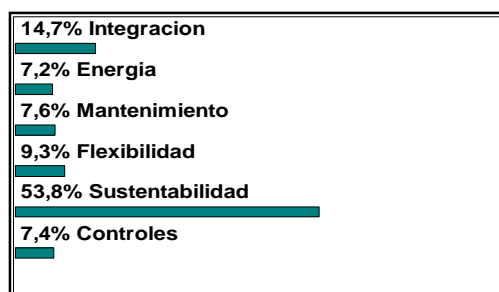


FIGURA 2. Resultado de la combinación de los expertos con respecto a la influencia de algunos factores sobre el diseño del sistema de iluminación de centros hospitalarios

En tercer lugar al analizar el resultado combinado de la evaluación de los expertos demuestran que los factores de la calidad de la iluminación son influyentes en la salud de las personas y representa un 71% de importancia relativa sobre un 29 % que le dan los expertos al diseño propio del sistema de iluminación ver figura 3.

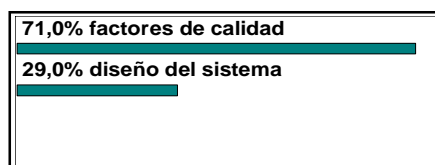


FIGURA 3. Resultado de la combinación de los expertos con respecto a la influencia de factores de diseño del sistema de iluminación de centros hospitalarios sobre la salud de las personas

Este hecho no es sorprendente si se compara con los resultados anteriores donde el factor psicológico es clave en los factores de calidad de iluminación y que impacta directamente sobre la recuperación de los pacientes.

6. CONCLUSIONES

El desarrollo del trabajo de investigación titulado importancia del sistema de iluminación en centros hospitalarios relacionado con la salud de las personas permite, en primer lugar, determinar aquellos criterios prioritarios que los ingenieros de diseño deben tomar en cuenta para brindarle comodidad, seguridad y bienestar a los pacientes en un centro de salud.

Con respecto a las características de los centros hospitalarios se concluye, de forma categórica, que la recuperación del paciente se logra produciendo un ambiente de iluminación que apoye su comodidad, el bienestar y la estabilidad emocional. El ingeniero debe tener cuidado de trabajar con el arquitecto para garantizar una cantidad adecuada de luz para el paciente, además que proporciona un ahorro directo en energía eléctrica.

La parte psicológica del paciente es importante a la hora de tomarse en cuenta en un diseño del sistema de iluminación ya que el estudio reflejó un 59.7% de influencia del total de los factores.

La investigación descriptiva, documental con un diseño no experimental, transversal fue clave como metodología de investigación por los resultados obtenidos.

REFERENCIAS

- [1] Okula, M. *Lighting in Hospitals*. 2007. Pp
- [2] Viola, D. *Designing Lighting Systems for Health Care Facilities*. *Electrical Consultant*. March/April 1985. Pp
- [3] CODELECTRA. Código Eléctrico Nacional Venezolano CEN. 2002. Pp
- [4] Beck, W. *Operating Room Illumination: The Current State of the Art*. American College of Surgeons Bulletin. 1981. Pp
- [5] Gordon, G. and Nuckolls, J. *Interior Lighting for Designers*, Fourth Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2003. Pp
- [6] Inderd, R. and Pankin, S. *Fixtures with Specular Reflective Materials Save Energy*. *Electrical Construction and Maintenance*. November 1989. Pp
- [7] Linn, C. A Place Like Home. *Architectural Lighting*, June 1990. Pp
- [8] Benya, J., McDougall, T. and Rundquist, R. *Lighting Controls: Patrons for Design*. Electric Power Research Institute (EPRI), Palo Alto, CA, 1996. Pp
- [9] Muma, S. *Powerful Magnetic Field a Challenge to Lighting MRI Exam Room*. *Architectural Lighting*, May 1988. Pp
- [10] González, C. *Manual de diseño de instalaciones eléctricas para centros hospitalarios*. III Jornadas de Investigación y Postgrado UNEXPO Barquisimeto. 2008 Pp

- [11] Henkenius, M. *The Right Light, More than Meets the Eye. Practical Homeowner*, December/January 1990. Pp
- [12] IESNA RP 29, *Lighting for Hospitals and Health Care Facilities* (ANSI). Pp
- [13] IEEE Std 241. *IEEE Recommended Practice for Electric Power Systems in Commercial Buildings* (IEEE Gray Book). Pp
- [14] Fong, D. *Principles of Sustainability. Lighting Design & Application*. October 2003. Pp
- [15] Vásquez, C. *Criterios de eficiencias para disminuir las pérdidas debida a la no calidad de la energía eléctrica*. Trabajo presentado ante la UNEXPO como requisito a optar a la categoría de profesora titular. 2011. Pp 65.
- [16] González, C. Edificios inteligentes. Artículo de prensa publicado por el Impulso. Barquisimeto Estado Lara. 2011. P
- [17] Hurtado, J. *El proyecto de investigación, comprensión holística de la metodología y la investigación*. SYPAL, Ediciones Quirón, Caracas, Venezuela. FALTA EL AÑO DE LA PUBLICACIÓN. Pp
- [18] Torres, M. *Contribución de la información en el diseño de una aproximación de la evaluación de la calidad del servicio*. Tesis de grado presentada ante la Dirección de Investigación y Postgrado de la Universidad Nacional experimental Politécnica Antonio José de Sucre, Vicerrectorado Barquisimeto para optar al grado de Doctor en Ciencias de la Ingeniería Mención Productividad. 2011. Pp
- [19] Finol (falta inicial del nombre) y Nava (falta inicial del nombre). *Procesos y productos en la investigación documental*. Segunda Edición. Editorial de la Universidad del Zulia. 1999. Pp
- [20] Hernández (falta inicial del nombre); Fernández (falta inicial del nombre) y Baptista (falta inicial del nombre). *Metodología de la investigación*, cuarta edición McGraw Hill. 2005. Pp
- [21] Alcain, M. *Bibliometría y Ciencias Sociales*. (Documento en línea). 2002. Disponible: <http://www.clio.redinis.es/clionet/articulos/bibliometria.htm>
- [22] Viloría, A. *Contribución al diseño de sistemas de indicadores de gestión en el modelo de evaluación de la productividad de los programas de microcréditos*. Tesis de grado presentada ante la dirección de investigación y postgrado de la Universidad Nacional experimental Politécnica Antonio José de Sucre, Vicerrectorado Barquisimeto para optar al grado de Doctor en ciencias de la ingeniería mención Productividad. 2011. Pp

- [23] Guía Básica de Expert Choice versión 9.5 para WINDOWS. FALTA EL AÑO DE LA PUBLICACIÓN. Pp
- [24] ASHRAE/IESNA 90.1, *Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings* (ANSI). FALTA EL AÑO DE LA PUBLICACIÓN. Pp