

Libro de Resúmenes **LUZ 2019**

XIV Jornadas Argentinas de Luminotecnia
Paraná, Argentina

CiN

REUN

Red de Editoriales
de Universidades Nacionales
de la Argentina



edUTecNe





XIV Jornadas Argentinas de Luminotecnia

LUZ 2019

Paraná, Argentina

Libro de Resúmenes

edUTecNe

Buenos Aires, 2019

Libro de resúmenes y memorias de las XIV Jornadas Argentinas de Luminotecnia / Santiago José Martínez Larrosa ... [et al.] ; compilado por Fabio Miguel Vincitorio ... [et al.] ; editado por Fernando Cejas ; Carlos Busqued.

1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : edUTecNe, 2019.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-4998-26-2

1. Iluminación. 2. Desarrollo Sustentable. 3. Nuevas Tecnologías. I. Martínez Larrosa, Santiago José. II. Vincitorio, Fabio Miguel, comp. III. Cejas, Fernando, ed. IV. Busqued, Carlos, ed.
CDD 621.32

Diseño de tapa e interior: Carlos Busqued, Fernando Cejas



Universidad Tecnológica Nacional – República Argentina

Rector: Ing. Hector Eduardo Aiassa

Vicerrector: Ing. Haroldo Avetta

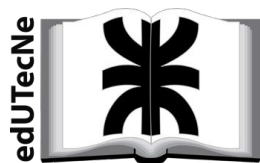
Secretaria Académica: Ing. Liliana Raquel Cuenca Pletsch



Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Paraná

Decano: Prof. Mg. Ing. Alejandro Carrere

Vicedecano: Ing. Alejandro Jerichau



edUTecNe – Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional

Coordinador General a cargo: Fernando H. Cejas

Área de edición y publicación: Carlos Busqued

Director Colección Energías Renovables, Uso Racional de Energía,

Ambiente: Dr. Jaime Moragues.

<http://www.edutecne.utn.edu.ar>

edutecne@utn.edu.ar

Queda hecho el depósito que marca la Ley N° 11.723

© edUTecNe, 2019

Sarmiento 440, Piso 6 (C1041AAJ)

Buenos Aires, República Argentina

Publicado Argentina – Published in Argentina



ISBN 978-987-4998-26-2



Reservados todos los derechos. No se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros) sin autorización previa y por escrito de los titulares del copyright. La infracción de dichos derechos puede constituir un delito contra la propiedad intelectual.

Auspiciantes



MUNICIPALIDAD
DE PARANÁ



Índice

Iluminación saludable

Luz y Salud: importancia de la Luz natural en unidades de cuidados intensivos

Iluminación sustentable y eficiencia energética en iluminación.

Clasificación de la eficiencia energética en instalaciones de alumbrado público

Comparación de los métodos normativos de medición de flujo luminoso en lámparas LEDs para
Argentina y la Región

Impacto de la tecnología LED en el consumo de energía eléctrica de Argentina. Periodo 2016-2018

La eficiencia luminotécnica en tipologías para la educación y su relación con el diseño
arquitectónico. Estudio de caso: Aulas FAUD - Ciudad Universitaria-UNC

Ventajas técnico-económicas de las luminarias exteriores con alimentación solar fotovoltaica y
acumulación en baterías

Bases para el Etiquetado de Eficiencia Global de Luminarias a LEDs

La iluminancia sobre el plano de trabajo: es una métrica apropiada para diseñar iluminación?

Sistema de alumbrado público Ciudad de Paraná: “desafíos y expectativas en post de la
optimización”

Luz, sociedad y medio ambiente

Iluminación pública sustentable por autogeneración renovable para municipios grandes usuarios
de energía

Nuevas tecnologías y aplicaciones de la luz

Identificación de defectos en madera aserrada mediante técnicas de visión hiperespectral

La luz, el color y las nuevas tecnologías en la arquitectura actual. Posibilidades y desafíos.

Los moduladores espaciales de luz, tecnología emergente en el mundo de la iluminación

Métodos de documentación y visualización: Reconstrucción virtual de Ibatín, Tucumán

Tecnologías disruptivas y nuevos paradigmas en iluminación y diseño.

Relevamiento de causas de descarte en lámparas LED E27

Evaluación del desempeño de un registrador de iluminancia y temperatura instalado en el túnel
subfluvial Uranga - Silvestre Begnis

Evaluación y Caracterización Cromática de Luminarias LED para Tareas Visuales de Altas Exigencias

Uso de la termografía y la interferometría holográfica digital para el análisis termomecánico de
reflectores de tipo LED SMD en placa

Sistemas de alumbrado público urbano

El efecto de la edad en la percepción de la luminosidad

Telegestión de luminarias LED

Eco-Eficiencia y Sostenibilidad Urbana en Servicios de Iluminación Pública. El caso de la Ciudad de
Cuenca, Ecuador

Control de la formación de biofilms sobre edificios históricos y arquitecturas singulares a través de
la iluminación pública: Presente y futuro del proyecto Light4Heritage

Análisis y Evaluación de la Reconversión de Instalaciones de Alumbrado Público con Luminarias a
LEDs

Evaluación de Luminancias en Autopista

Luz y Salud: importancia de la luz natural en unidades de cuidados intensivos

María del Milagro ELORRIAGA¹, Graciela TONELLO²

^{1,2}Universidad Nacional de Tucumán, Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión (CONICET) Depto. de Luminotecnia, Luz y Visión (FACET - UNT) – Tucumán, Argentina (melorriaga@herrera.unt.edu.ar)

Área Temática: Iluminación saludable

1. INTRODUCCIÓN

Las unidades de cuidados intensivos (UCI) son ambientes que se caracterizan por tener equipamiento especial e instalaciones específicas. Pueden ser espacios poco iluminados naturalmente, con un ruido ambiental que no debería superar los 10 dB de día y los 20 dB de noche según el Committee on Environmental Health y la Organización Mundial de la Salud, por lo que habría que promover una cultura de silencio ambiental limitando todos los inputs generadores de ruido ambiental. Monitorizar continuamente la iluminación y el ruido ambiental podría mejorar el nivel de concientización del personal de enfermería sobre la importancia de estos factores ambientales en la atención al paciente crítico y promover, de esta manera, una disminución de los mismos [1]. Resultados de estudios comparativos entre unidades de cuidados críticos con diferentes condiciones de iluminación muestran que la iluminación es considerada como un factor específicamente relacionado a la función de visibilidad de la tarea del personal en detrimento del confort del paciente [2].

En ambientes hospitalarios, la iluminación debe garantizar las óptimas condiciones para desarrollar las tareas pertinentes y contribuir a una atmósfera en la que el paciente se sienta confortable, mediante la regulación de los sistemas de iluminación artificial acorde a la contribución de la luz natural [3]. Las unidades de cuidados intensivos constituyen un ejemplo paradigmático de la importancia de la misma debido al aumento de las tasas de delirio asociado con débiles ritmos circadianos [4]. Las alteraciones del sueño y las alteraciones del ritmo circadiano afectan negativamente la recuperación de los pacientes en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) [5]. La luz del día es el estímulo más importante para sincronizar el ritmo circadiano mediante la supresión de la producción de melatonina. Por lo tanto, la luz podría usarse terapéuticamente para mejorar la respuesta de los pacientes [6].

El objetivo general de este estudio consiste en investigar la importancia de la luz natural en parámetros psicológicos (rendimiento, satisfacción, percepción) en el personal de enfermería de unidades de cuidados intensivos.

La Percepción de la Calidad Ambiental es el constructo elegido para comprender la interacción entre las personas y el ambiente hospitalario, mediante el establecimiento de relaciones entre las mediciones objetivas y subjetivas.

Palabras clave: *diseño centrado en el paciente, iluminación hospitalaria, calidad ambiental, unidades de cuidado crítico, luz natural.*

2. METODOLOGÍA

La muestra consistió de personal de enfermería de unidades de cuidados intensivos en dos hospitales públicos de Tucumán. Se seleccionaron tres unidades de terapia –intensiva, intermedia y unidad coronaria- de un hospital de la capital, y la terapia intensiva de un hospital del interior, para comparar sus respuestas evaluativas de las características ambientales de las salas, específicamente el aporte de luz natural.

La metodología consistió de registros fotométricos (iluminancia e irradiancia espectral), ruido, temperatura, y humedad, así como el diseño arquitectónico y organizacional. Las evaluaciones psicológicas, llevadas a cabo mediante encuestas al personal de enfermería, involucraron aspectos de rendimiento, satisfacción ambiental y percepción del espacio.

Sitios

El hospital 1 cuenta con tres terapias: intensiva (UTI) e intermedia (UTIn) y coronaria (UCO).

La UTI alberga 12 camas, 2 de ellas separadas para casos en los que el paciente necesita aislamiento. La iluminación está realizada con lámparas fluorescentes recubiertas por un panel opaco. Cada sala mide 10 x 8 metros. Cuentan con ventilucos hacia el sur, los cuales tienen vidrios esmerilados que permiten el paso de la luz natural sin perder privacidad, ya que desbordan a un corredor del Hospital. El office de enfermería se encuentra en el medio de la sala.

La UTIn posee 8 camas, 2 aisladas, y con su office en el centro de la sala. Los ventilucos superiores poseen vidrios polarizados y están ubicados hacia el sur. La iluminación de la misma consiste en lámparas fluorescentes recubiertas de un material opaco.

La UCO, de 19 x 6 metros, cuenta con 7 camas. Los respaldos de las mismas se ubican hacia la pared sur. Ésta posee un ventanal de 10 metros de ancho y desde el suelo al cielorraso, por donde ingresa luz natural y da hacia un patio ajardinado privado. El office se sitúa enfrente de las camas, de cara al patio exterior verde.

El hospital 2 alberga una UTI de 14 x 8 metros, cuenta con 6 camas. El office de enfermería se encuentra hacia el lado norte, centrado con respecto a la sala. En la cara sur, se encuentra un ventanal de 14 metros de ancho con vidrios translúcidos que permiten el paso de la luz natural, en donde se ubican los respaldos de las camas de los pacientes. Las ventanas dan hacia un área verde de dimensiones considerables. La iluminación de la sala está realizada con lámparas fluorescentes recubiertas de un material opaco.

3. RESULTADOS

Para Unidades de Cuidados Intensivos, tanto la norma argentina (IRAM AADL J 2006:2017) como la europea (Norma Europea UNE 12464.1) recomiendan un valor de iluminancia de 1000 lx a nivel de la cama.

En el hospital 1, las unidades de Terapia Intensiva e Intermedia muestran un promedio de iluminancia a la altura del paciente de aproximadamente 100 lx y 300 lx, respectivamente. En la sala de Unidad Coronaria se observan tres condiciones lumínicas diferentes según la cercanía del sector con los ventanales de la pared Sur. En este sector de pared vidriada se observan valores de iluminación natural superiores a la artificial tanto para el nivel del suelo (100 lx) como a nivel de las camas (140 lx). A medida que la iluminación natural disminuye se observan valores promedios de iluminación artificial sobre el suelo de 120 lx y sobre camas de 300 lx.

En el hospital 2, Los valores obtenidos a nivel de la cama del paciente se encuentran muy por debajo de lo recomendado por las normas, sin embargo, el personal evalúa estos valores como aceptables para ejecutar las tareas debido a la alta contribución de luz natural que posee la sala.

El análisis de varianza para la evaluación del grado de satisfacción con determinados factores ambientales, muestra diferencias estadísticamente significativas para la contribución de luz natural, vista al exterior, temperatura ambiente, limpieza y control de estas variables. No obstante en todas las unidades el personal evaluó la iluminación como aceptable para realizar la tarea, se muestran diferencias significativas en la percepción del nivel de iluminación, y en características perceptuales referidas a

calificadores del espacio como natural-artificial, relajante-estresante, uniforme-no uniforme, funcional-no funcional, agradable-desagradable, amplia estrecha.

Las evaluaciones positivas, en término de satisfacción ambiental y calificadores del espacio, se asocian con los lugares con mayor contribución de luz natural

Así también, la percepción del nivel de iluminación más alto se dio en las unidades con mayor nivel de iluminación artificial (UTI_n) y la UTI del hospital 2 (mayor contribución de luz natural).

REFERENCIAS

- [1] Bosch A, Falcó A, Santaolalla M, Dominguez MC, Jordan I. (2017). Factores ambientales de luz y ruido en las unidades de cuidados intensivos. *AnPediatr (Barc)*. 86:227–228
- [2] Tonello G. & Díaz Ganin M. B. 2014. Influencia de la Luz Natural en el Bienestar de Pacientes de Unidades de Cuidados Intensivos. *Anais Luxamerica 2014: XII Conferência Panamericana de Iluminação, Brasil*. ISBN 978-85-86923-36-4.
- [3] Barroso A., den Brinker B. (2013). Boosting circadian rhythms with lighting: A model drive approach. *Lighting Research and Technology* 45: 197.
- [4] Ayllón Garrido N, Álvarez González M, González García M. (2007). Factores ambientales estresantes percibidos por los pacientes de una Unidad de Cuidados Intensivos. *EnfermeríaIntensiva* 18 (4): 159-167.
- [5] Ulrich RS. (1984). View from a window may influence recovery from surgery. *Science* 224: (4647) 420-421.
- [6] Luetz A., Piazena H., Weiss B., Finke A., Willemeit T., Spies C. (2016) Patient-centered lighting environments to improve healthcare in the intensive care unit. Editorial Office, WHO-CC Clinical Health Promotion Centre. Health Sciences, Lund University, Sweden

Clasificación de la eficiencia energética en instalaciones de alumbrado público

Pablo IXTAINA, Agustín PUCHETA, Carlos COLONNA

Laboratorio de Acústica y Luminotecnia – Comisión de Investigaciones Científicas – LAL CIC (pixtaina@gmail.com)

Área Temática.

- Iluminación sustentable y eficiencia energética en iluminación.

El trabajo retoma el estudio del índice de Densidad de Potencia Normalizada en iluminancia, P_{NE} [1], coeficiente que permite una rápida calificación de la eficiencia energética de una instalación de alumbrado público. El índice combina en un indicador único, la eficacia de la luminaria (lm/W) y el rendimiento de la luminaria sobre la instalación de alumbrado. Se pondera así el desempeño de la fotometría sobre la geometría de la instalación (altura de montaje, ancho de calzada, vano, etc.).

La idea central es avanzar con una clasificación de eficiencia energética de instalaciones, tal como la presentada en [2] y que se adapte a nuestra normativa IRAM [3].

1. INTRODUCCIÓN

Para el caso del alumbrado de vías urbanas, categorías C, D y menores de la clasificación IRAM [3], se propone la adaptación del concepto de potencia normalizada, aplicándolo a iluminancia. La incorporación del P_{NE} en pliegos y especificaciones técnicas sería complementario e incluso superador de la exigencia de una eficacia mínima para la luminaria propuesta para el sistema de alumbrado.

Para la aplicación concreta del índice, resta establecer los límites de esta nueva clasificación. Los estudios anteriores, realizados sobre la base de instalaciones reales evaluadas por el LAL, indican que debería rondar entre 0,0110 y 0,0160 W/m^2lx como máximos admisibles. El estudio desarrollado en el presente trabajo permite ampliar la base de datos como camino para una mejor clasificación de la instalación.

Palabras clave: Alumbrado público, eficiencia, iluminación LED.

2. METODOLOGÍA

Mediante simulaciones usando Dialux®, se calcularon los parámetros de calidad de diversas geometrías de iluminación, todas bajo el modelo de alumbrado urbano sobre la base de manzanas de 80 / 100 m. Como fuente se emplearon luminarias LEDs, tomando como modelos fotometrías (archivos IES) medidos en el LAL en los últimos tres años. Los resultados obtenidos fueron revisados a fin de seleccionar solo aquellas áreas de evaluación que cumplieran con los parámetros de uniformidad G1 y G2 [3], de acuerdo con el tipo de calzada simulada. Esto permitió adquirir un conjunto P_{NE} con valores posibles de lograr para el estado actual de la técnica.

Finalmente, se propone un sistema de clasificación apto para calificar y definir la eficiencia energética en el alumbrado vial.

Referencias

- [1] Ixtaina P., Bannert B., Bufo N. (2017). Eficiencia energética en reconversiones LED del alumbrado público. Memorias de las XIII Jornadas Argentinas de Luminotecnia. Pág. 59-62. ISBN 978-987-1896-83-7. Los Reyunos, Argentina 9 y 10 noviembre 2017.
- [2] Pracki, P (2011). A proposal to classify road lighting energy efficiency, Lighting Res. And Technol. Vol 43, pp.271-280.
- [3] Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. (2011). IRAM AADL J 2022-2, Alumbrado Público, Vías de Tránsito – Clasificación y Niveles de Iluminación. Buenos Aires.

Comparación de los métodos normativos de medición de flujo luminoso en lámparas LEDs para Argentina y la Región

Ing. Juan Marcos BANEGAS¹, Esp. Ing. Javier ACOSTA², Ing. Pablo MACOR³, Tec. Nicolás POCHETTINO⁴

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Departamento de Ing. Eléctrica, Centro I+D en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE) - Laboratorio de Mediciones y Ensayos (LAMYEN), Argentina

1- jmbanegas@frsf.utn.edu.ar

2- jaacosta@frsf.utn.edu.ar

3- pmacor@frsf.utn.edu.ar

4- npochettino@frsf.utn.edu.ar

Área Temática: Iluminación sustentable y eficiencia energética en iluminación.

1. INTRODUCCIÓN

El flujo luminoso es un factor determinante en los sistemas de iluminación. Puntualmente cuando se evalúan lámparas LED este parámetro permite valorar la eficacia del sistema, dado por la unidad lm/W y que corresponde al cociente entre el flujo luminoso emitido en lúmenes (lm) y la potencia eléctrica consumida cuya unidad es el Watt (W), estableciendo la capacidad del producto para transformar la energía eléctrica consumida en energía luminosa.

Esta determinación permite hacer valoraciones entre distintos tipos de lámparas, por ello el método utilizado para esta determinación es fundamental para obtener un parámetro confiable para la evaluación.

En la República Argentina se encuentra vigente la norma IRAM 62404-3 [1], que estipula como se evalúa la eficiencia energética de una lámpara LED y para ello basa las mediciones en normativa internacional, lo mismo ocurre en la República Oriental del Uruguay UNIT 12189 [2]. Si bien ambos estándares hacen referencia a normativa Internacional, IEC 62612 [3], para la determinación del rendimiento; y para la medición del flujo se aplica el método de la CIE 84 [4]. Además internacionalmente se encuentran disponibles normativas IES LM 79 [5] y la CIE S 025 [6], que también hace referencia a la evaluación de equipos LED.

Al realizar evaluaciones de las normas IRAM y UNIT se encontraron diferencias en cuanto a la forma de aplicar el método enunciado por CIE. El objetivo del trabajo es comparar a partir de mediciones realizadas con la esfera de Ulbricht sobre ítems similares, las diferencias que podrían presentarse aplicando los criterios de las distintas normativas.

Palabras clave: Lámparas, métodos, normas, Led.

2. METODOLOGÍA

Para la realización de las mediciones se evaluaron los métodos de medición de flujo luminoso en lámparas LED, establecidas por las normas CIE84, IES LM-79 y CIE S-025, orientándolas según como utilizan en las normas IRAM 62404-3 y UNIT 1218, utilizando la esfera de Ulbricht.

En cuanto a las normativas internacionales se observa que la CIE 84 coincide con la CIE S-025, y se encuentra que la IES LM-79, establece una diferencia en la determinación del flujo en lo que respecta al factor de corrección de la responsividad de la pintura.

Luego en relación a las normativas nacionales, la UNIT aplica directamente la CIE 84, en cambio la IRAM si bien aplica esta norma, realiza una modificación en el método de medición para lámparas directas cuando se utiliza la esfera.

En lo que respecta al método de medición se utilizó la esfera integradora de Ulbricht y en cuanto a las condiciones de ensayo se implementaron los siguientes, sin corrientes de aire, según CIE 121 [7] a una temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, una humedad relativa menor al 65% y con un funcionamiento en estado estable de la lámpara LED establecido por la norma IEC 62612.

La alimentación de los equipos se realizó con una fuente que cumple con los lineamientos del anexo A de IEC 61000-3-2 [8] (Forma de onda, estabilidad, THD), requerido por IEC 62612 para ensayos de lámparas, a la cual se le registraron y controlaron los valores de estabilidad de tensión y la distorsión armónica de la misma.

Las variables eléctricas se registraron con un vatímetro Yokogawa modelo WT310 junto con el software, WTVIEWER que permite la visualización instantánea y el registro de datos para tratamiento posterior.

Todos los elementos utilizados cuentan con sus respectivos certificados de calibración trazables.

Para la evaluación se utilizaron lámparas LED de referencia omnidireccionales y direccionales, calibradas por INTI, junto a otras dos lámparas LED utilizadas como Device Under Test (DUT), calibradas internamente. Concretamente las lámparas utilizadas fueron dos Led de casquillo E27, de 230V, 12W, 50Hz como Omnidireccionales, y dos de casquillo LGU-8007-65, de 220-240V, 7W, 50Hz como lámparas direccionales.

Las pruebas consistieron en realizar determinaciones de flujo luminoso utilizando la esfera integradora de Ulbricht, variando la posición de las lámparas de Referencia y DUT entre el centro de la esfera, referido como método 4π , ver figura 1, y el puerto lateral de la misma, pensado para lámparas direccionales, referido por las normas como método 2π , ver figura 2. En el caso de la norma IRAM, el anexo A modifica esta disposición, y utiliza el método de 4π para lámparas direccionales (Se debe ubicar la lámpara en el centro de la esfera integradora con el casquillo hacia arriba).

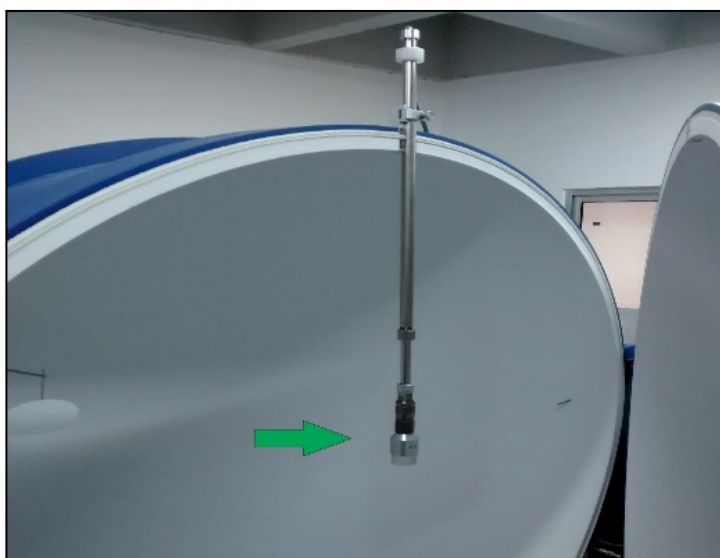


Fig. 1. Puerto central en la esfera integradora de Ulbricht para medición con método 4π

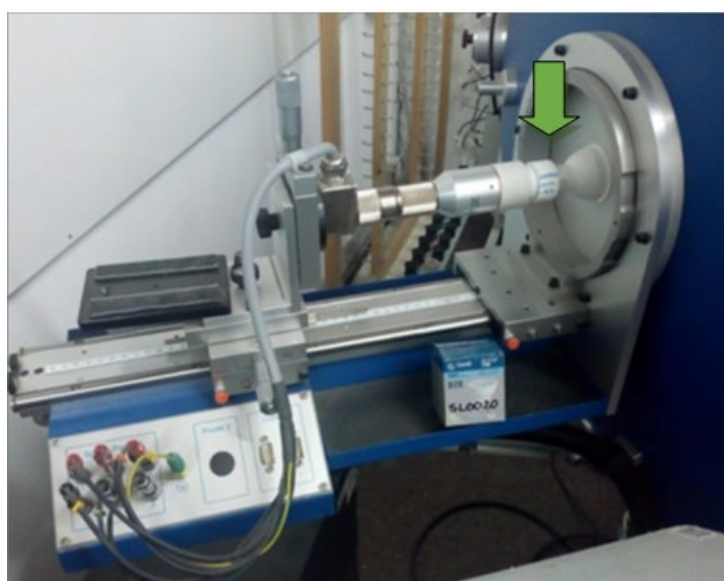


Fig. 2. Puerto lateral en la esfera integradora de Ulbricht para medición con método 2π

3. RESULTADOS

En las evaluaciones preliminares se encontraron diferencias en los valores obtenidos para los distintos métodos. Actualmente se están evaluando los impactos en las determinaciones de los parámetros relacionados.

REFERENCIAS

- [1] Instituto Argentino de Normalización y Certificación. IRAM 62404-3: Etiquetado de eficiencia energética de lámparas eléctricas para iluminación general. Parte 3 - Lámparas LED. Primera edición. 2017.
- [2] Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. UNIT 1218: Eficiencia energética –Lámparas LED –Especificaciones y etiquetado. 2018.
- [3] International Electrotechnical Commission. IEC 62612: Self-ballasted LED lamps for general lighting services with supply voltages > 50 V - Performance requirements. Edición 1.1. 2015.
- [4] International Commission on Illumination. CIE 84: Medición del flujo luminoso (Commission Internationale de l'Éclairage). Edición.1989.
- [5] Illuminating Engineering Society. IES LM 79: Approved Method: Optical and Electrical Measurements of Solid-State Lighting Products. 2008.
- [6] International Commission on Illumination. CIE S 025/E: Test Method for LED Lamps, LED Luminaires and LED Modules. 2015.
- [7] International Commission on Illumination. CIE 121: The photometry and goniophotometry of luminaires. Primera edición. 1996.
- [8] International Electrotechnical Commission. IEC 61000-3-2: Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-7: Limits – Assessment of emission limits for the connection of fluctuating installations to MV, HV and EHV power systems. Edición 2.0. 2008.

Impacto de la tecnología LED en el consumo de energía eléctrica de Argentina. Periodo 2016-2018

Miguel ESTEVEZ¹, Leonardo ASSAF^{2,3}

- 1- Departamento de Electricidad, Electrónica y Computación, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología- Universidad Nacional de Tucumán, Argentina (mestevez@herrera.unt.edu.ar)
- 2- Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión (DLLyV), Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina
- 3- Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión (ILAV). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) (lassaf@herrera.unt.edu.ar)

- Área Temática: Iluminación sustentable y eficiencia energética en iluminación.

1. INTRODUCCIÓN

Se muestra un análisis del impacto en el consumo de energía debido a la penetración de las tecnologías LED y SSL (Luz de estado sólido) en los circuitos de alumbrado de la Argentina, para los años 2016 al 2018. Para su elaboración se ha recurrido a diferentes fuentes; (a) importación de productos registrados por la Administración Nacional de Aduana; (b) base de datos NOSIS; (c) relevamientos de instalaciones y (d) ensayos sobre lámparas y equipos de mercado realizados en el Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión “Herberto C. Bühler”.

Se utiliza el “modelo de consumo por lámpara”, que considera que la cantidad de lámparas absorbidas anualmente por el mercado, en sus diferentes tipos y potencias y la vida-media de cada tipo, determinan la energía absorbida por todos los circuitos de iluminación de ese año. Se estudia el impacto de la tecnología LED en la energía despachada por el SIN (sistema Interconectado Nacional) y facturado por la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A. – CAMMESA, que para los años estudiados da un consumo promedio de 133 TWh. Se determina el porcentaje de remisión de energía por año, respecto de los años anteriores, atribuible a la introducción de estas tecnologías.

Palabras clave: LED, energía, demanda

2. METODOLOGÍA

El consumo de energía eléctrica puede desagregarse en diferentes sectores. En nuestro país, la Secretaría de Energía y CAMMESA, proveen datos 10 sectores de consumo; cada uno está conformado por diferentes usos, entre los cuales se encuentra la iluminación. Para determinar el consumo en un solo tipo de uso final se utiliza un método de estimación, como el “modelo de consumo por lámpara” que se basa en la asociación del consumo con la reposición de lámparas en las instalaciones y que se aplicará en este trabajo.

El consumo nacional de lámparas está abastecido por la importación, de manera que la primera fuente son los datos registrados por la Administración Nacional de Aduanas (ANA) que fiscaliza los ingresos de productos desde el exterior. Conociendo la cantidad de lámparas que ingresan anualmente a la Argentina es posible aplicar el modelo de cálculo de consumo descripto.

La información de la ANA era de acceso público hasta Julio del 2017 fecha en la que se suspendió la entrega de informes, de manera que se tuvo que recurrir a bases de datos privadas y despachantes de aduana. La forma de clasificación adoptada, basado en el Nomenclador de Bruselas y el nomenclador común del MERCOSUR no es muy explícita ni tiene una buena correlación técnica con los productos lo cual dificulta la identificación de las diferentes partidas, por lo que hubo que consultar a especialistas de la ANA para establecer las correspondientes Posiciones Arancelarias. Se tomó las partidas de interés que corresponden al capítulo 85 de la sección XVI del nomenclador aduanero para obtener los datos del mercado de lámparas correspondientes al periodo 2016-2018.

3. RESULTADOS

Como resultado preliminar se observa que el consumo de energía eléctrica se incrementó en promedio un 2 % anual en el período considerado. Sin embargo, en el mismo período, la participación de la iluminación experimentó una disminución importante, superior al 8%. Esta disminución es atribuible a la introducción de las tecnologías mencionadas que energéticamente son más eficientes. Los datos que conforman el conjunto de importaciones de los productos abarcados en este estudio son difíciles de recabar, y están aún en la etapa preliminar de análisis. El procesamiento final seguramente permitirá obtener una información más detallada de cómo la matriz de eficiencia en iluminación, está siendo modificada por la paulatina introducción de lámparas LEDs.

La eficiencia luminotécnica en tipologías para la educación y su relación con el diseño arquitectónico.

Estudio de caso: Aulas FAUD - Ciudad Universitaria-UNC

Miriam María AGOSTO¹

1-Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Argentina (arqagosto@hotmail.com)

Área Temática:

- Iluminación sustentable y eficiencia energética en iluminación.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo corresponde al avance de mi Trabajo Final de la Especialidad en Tecnología Arquitectónica, carrera de posgrado de la facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la UNC.

El mismo pretende analizar aquellos aspectos del diseño arquitectónico y las variables que entran en juego para lograr un diseño luminotécnico eficiente, marcando la importancia que tiene la consideración de un proceso de proyecto que contemple la concurrencia de ambos (diseño arquitectónico y luminotécnico) desde la etapa inicial, con la finalidad de lograr edificios que sean de calidad, confortables y eficientes.

En tipologías de tipo institucionales es posible analizar la prioridad que, desde la toma de decisiones, se le da a aspectos ligados a la respuesta tecnológica y al adecuado mantenimiento de estos edificios, en detrimento de la calidad de la iluminación artificial que requieren los espacios de estas características. La elección de un ejemplo o caso para la realización de este trabajo, permitirá detectar problemas que permitan establecer aspectos válidos para la investigación.

Entre los objetivos planteados para este trabajo, se definen los siguientes:

-Aportar al diseño luminotécnico eficiente desde el estudio de las decisiones del proyecto arquitectónico y su afectación en tipologías institucionales.

-Identificar criterios y premisas en relación al diseño luminotécnico en tipologías institucionales.

-Determinar los aspectos del diseño arquitectónico y el grado de incidencia de los mismos en la definición de un diseño luminotécnico eficiente según normativas.

-Sistematizar la información proveniente del estudio realizado y elaborar conclusiones que puedan ser recomendaciones -insumos que aportarán a la formulación de normativa que garantice un diseño luminotécnico eficiente.

Para desarrollar esta investigación se ha realizado un análisis de algunos estudios referidos a la eficiencia luminotécnica por un lado y su relación estrecha con el diseño arquitectónico.

Como lo expresamos, en todo proyecto -especialmente de obra pública- que se inicie, el diseño universal incorporando una iluminación de calidad debe ser algo deseable e incorporado desde el primer momento. Los cambios en la estructura de la población, llevará indefectiblemente a un aumento de usuarios que necesitarán mejores condiciones en el medio ambiente construido. Por ejemplo, las normativas de iluminación vigentes expresan solamente niveles de iluminación recomendados en función de la tarea y/o características del espacio a ser iluminado, pero las mismas no tienen en cuenta que los niveles que proponen pueden variar perceptualmente según el tipo de iluminante, según la temperatura de color del mismo o afectar negativamente los potenciales problemas visuales de los usuarios. [1]

El diseño de iluminación ha sido abordado desde siempre sobre el análisis de los siguientes aspectos: las actividades a desarrollar, el espacio arquitectónico que alberga la actividad, los requerimientos y exigencias normativas para el desarrollo aceptable de las tareas, la selección de las luminarias más convenientes, la aplicación de los métodos de cálculos y sus verificaciones que permiten arribar a los resultados esperados dando respuesta al problema de diseño.

Hoy el diseño de iluminación aborda claramente otras necesidades y está siendo entendido desde dos aspectos:

- Desde la percepción del espacio iluminado: en términos de calidad, confort y satisfacción del usuario
- La elección de fuentes eficientes de luz, ya que en nuestros días es casi imposible pensar en calidad y confort sin eficiencia.

Las tareas visuales fueron cambiando en los últimos años y por lo tanto ciertos estándares están obsoletos ya que el diseño debe estar orientado no sólo al cumplimiento de un valor de iluminancia sobre la tarea sino lograr que el ambiente sea calificado positivamente. [2]

En cuanto a la justificación del tema y la relevancia del trabajo, el mismo resulta de importancia ya que:

- Apela a trabajar sobre nuevos paradigmas que deben instalarse en el diseño actual y fundamentalmente en el diseño luminotécnico. Estos paradigmas son la eficiencia y las nuevas tecnologías.
- Propone plantear o exponer la importancia de desarrollar criterios de diseño integrales.
- Concientiza respecto de la importancia del diseño de iluminación y el ahorro energético, el confort y la calidad de los espacios iluminados

Para la realización de este trabajo se decidió trabajar en cuatro etapas básicas:

- 1) Antecedentes: en esta etapa será fundamental estudiar por un lado los requerimientos de diseño arquitectónico y luminotécnico establecidos para el tipo de edificio a estudiar (tipología educativa).
- 2) Estudio de los aspectos Normativos específicos sobre el tema.
- 3) Estudio de caso: esta etapa debe abordar el relevamiento de la obra elegida como caso de estudio desde los aspectos arquitectónicos, características luminotécnicas propias y opinión de los usuarios. Para ello es fundamental el relevamiento físico y fotográfico del caso seleccionado.
- 4) Sistematización de los datos y Análisis de los mismos: en esta etapa se ordenará la información, se analizará y se obtendrán conclusiones preliminares del trabajo.
- 5) Conclusiones –recomendaciones: finalmente se realizará la evaluación final y la definición de recomendaciones o propuesta de mejora.

Se sabe la importancia que adquiere la confluencia de la diversidad de los aspectos del diseño en el proyecto arquitectónico y en la toma de decisiones a los fines de lograr proyectos eficientes. Es por ello que este trabajo pretende demostrar, hacia el final de su desarrollo, que el diseño concurrente definido por la incorporación del diseño luminotécnico en la etapa de desarrollo de proyecto de tipologías institucionales, favorece la síntesis proyectual y la materialización de espacios funcionales con adecuada eficiencia lumínica.

En este momento, el trabajo se encuentra en la etapa inicial de estudio del caso que se ha seleccionado y los elementos a exponer en esta presentación pretenden ser la exposición del avance de un trabajo aún en proceso de investigación, comprobación y demostración de la hipótesis establecida.

Palabras clave: *diseño arquitectónico– eficiencia luminotécnica –tipologías educativas*

REFERENCIAS

[1] Santillán ,J. Loyo Montoya, A .Iluminación LED y usuarios con baja visión . XIV Congreso Panamericano de Iluminación LUXAMÉRICA 2018 – Córdoba, Argentina

[2] Soruco ,A., Martin A.,O'Donell ,B. Un nuevo desafío: Diseño de iluminación orientado a la percepción del espacio iluminado .XIV Congreso Panamericano de Iluminación LUXAMÉRICA 2018 – Córdoba, Argentina

Ventajas técnico-económicas de las luminarias exteriores con alimentación solar fotovoltaica y acumulación en baterías

Diego M. FERREYRA¹, Germán PESCE²

1-Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco, Argentina (dferreyra@sanfrancisco.utn.edu.ar)

2-Pampa Solar, Carlos Pesce SA, San Francisco, Argentina (info@pampasolar.com)

Área Temática: Iluminación sustentable y eficiencia energética en iluminación

1. INTRODUCCIÓN

En nuestro país, el incremento anual del consumo de energía eléctrica se mantuvo en una media del 4 % en 25 años [1]. Debido a las exigencias que esta sostenida tendencia creciente plantea sobre las redes eléctricas, se han generado tanto a nivel nacional como jurisdiccional diferentes iniciativas 1) para hacer más eficiente el uso de la energía en los puntos de consumo y 2) para fomentar la implementación de medios alternativos de generación de energía eléctrica conectados a la red. Una muestra de esto último es la legislación generada a nivel nacional [2], o bien en el ámbito de la provincia de Córdoba [3]. En consonancia con la tendencia mundial, esto lleva a un formato de generación distribuida, donde medios de generación de pequeña potencia unitaria alimentan cargas locales y tienen la posibilidad de inyectar energía a las redes eléctricas.

Como alternativa, dado el estado de desarrollo de las baterías [4], se plantea la posibilidad de implementar medios autónomos de generación de energía eléctrica basados en fuentes renovables, es decir, desconectados de la red eléctrica, en combinación con baterías y acoplados directamente a sus elementos de consumo [5].

El objetivo del presente trabajo es clasificar y describir las ventajas de un medio autónomo de generación y uso de energía eléctrica, concretamente una familia de luminarias con alimentación solar y acumulación en baterías, denominadas en adelante como "*luminarias solares*". Específicamente, se hace un análisis técnico de proyectos de iluminación exterior con luminarias solares, en comparación con proyectos con luminarias tradicionales, alimentadas desde la red. La finalidad es aportar elementos que permitan ponderar de manera integral el impacto técnico-económico y la conveniencia del uso de luminarias solares.

Las luminarias analizadas [6] incluyen una lámpara LED, un panel solar fotovoltaico, un regulador de carga y un paquete de baterías, además de sensores y circuitos electrónicos de control. Por su formato, dimensiones e intensidad y distribución lumínicas, están previstas para iluminación exterior en patios, espacios recreativos, estacionamientos, explotaciones agropecuarias, etc. Básicamente, su funcionamiento es el siguiente:

- 1) En horario diurno, con la lámpara apagada, el panel fotovoltaico genera energía eléctrica a partir de la radiación solar. La energía así generada durante el día se almacena en las baterías del equipo.
- 2) En horario nocturno, la lámpara se enciende automáticamente haciendo uso de la energía almacenada en las baterías que, de esta manera, se descarga durante la noche.

Palabras clave: *iluminación exterior, energía solar fotovoltaica, luminarias solares.*

2. METODOLOGÍA

Para el análisis comparativo que se desarrolla en el presente trabajo, se evaluó material académico y normativo, y pautas propuestas en publicaciones de la industria. Entre otros, se destacan los siguientes:

- Cuadro tarifario de la Empresa Provincial de Energía Eléctrica (EPEC) de la provincia de Córdoba [7]
- Normativa aplicable de la AEA (Asociación Electrotécnica Argentina) [8]
- Clasificación de mano de obra eléctrica sugerida por la industria [9]
- Especificaciones de luminarias exteriores con alimentación solar y acumulación en baterías [6]

3. ENUMERACIÓN DE VENTAJAS DE LAS LUMINARIAS SOLARES

Ventajas económicas según la tarificación horaria de cada usuario

Según [7], los usuarios del servicio de energía eléctrica pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- 3) un tipo de usuarios sin diferenciación horaria en sus tarifas de energía:
 - usuarios residenciales (T1)
 - usuarios generales y de servicios (T2)
 - gobierno nacional, provincial y municipal y otros usuarios especiales (T5)
 - usuarios de alumbrado (T6)
 - usuarios rurales (T8)
- 4) un tipo de usuarios sujeto a tarifas con diferenciación horaria en cuanto a energía consumida o a potencia demandada:
 - grandes consumos (T3 en baja, media o alta tensión, incluidos parques industriales): *diferenciación horaria en el costo de la energía y en el costo de la potencia demandada*
 - servicio de agua (T7): *solo diferenciación horaria en el costo de la energía*

Se omite en este análisis el caso de las cooperativas eléctricas (T4) considerando que, ante la distribuidora, constituyen un consumo que combina diversos usuarios de todos los perfiles aquí detallados. A su vez, tales cooperativas trasladan a sus usuarios un esquema tarifario equiparable al aquí detallado.

Para cada tipo de usuario, la conveniencia de implementar luminarias solares implica distintas ventajas:

- 1) Para usuarios *sin* diferenciación horaria en sus tarifas, el ahorro de energía en iluminación exterior tiene el mismo impacto económico que el ahorro equivalente que se logre en cualquier otro tipo de carga eléctrica y que se produzca en cualquier otro rango horario.
- 2) Para usuarios cuyas tarifas tienen diferenciación horaria, el hecho de evitar un consumo en iluminación exterior implica a) energía evitada en el horario de mayor costo, y b) para los grandes consumos (T3), menor potencia en el horario en que la demanda resulta más costosa.

Ventajas de la instalación frente a las luminarias tradicionales

Para la implementación de un proyecto nuevo de iluminación exterior, pueden enumerarse las siguientes consideraciones a fin de comparar el uso de luminarias solares con el uso de luminarias tradicionales [8] [9]:

- 1) Medios de montaje: las ménsulas o columnas de montaje involucran aspectos de mantenimiento y de resistencia mecánica que son comunes a ambos casos. Con una visión conservadora, puede admitirse que las luminarias solares no presentan ventajas notorias en este aspecto.
- 2) Mantenimiento: la vida útil de las lámparas LED de las luminarias solares puede asemejarse a la de las lámparas LED de las luminarias tradicionales. Se debe considerar la vida útil de las baterías de las luminarias solares, por lo que estas no agregan mayores ventajas en este sentido, salvo por el hecho de que toda tarea de mantenimiento se realiza a niveles de tensión de seguridad.
- 3) Cableado eléctrico: este es el aspecto más ventajoso para las luminarias solares, ya que su uso evita el tendido de cables de alimentación desde la red, con todo lo que esto implica:
 - acometida desde el tablero seccional más cercano
 - medios de comando y protección
 - tendido de cables, por lo general de tipo subterráneo, con la consiguiente necesidad de zanqueo, o bien dispuestos sobre bandejas o medios similares de sujeción
 - puesta a tierra local de la columna de montaje y de todo elemento conductor no activo del sistema de soporte de la luminaria, salvo que se provea conexión a tierra desde el tablero seccional por las mismas canalizaciones de alimentación (lo cual de todos modos implica el tendido de un conductor adicional entre dicho tablero seccional y la luminaria)

Ventajas asociadas a consideraciones normativas

Al implementar luminarias solares, se evita agregar un punto de consumo a la instalación eléctrica fija. Esto implica que el uso de luminarias solares evita la necesidad de cumplir con requisitos de la AEA [8] o de otras normativas jurisdiccionales. A lo sumo, puede haber requisitos locales sobre el tipo de montaje y la resistencia y durabilidad de los medios de sujeción de la luminaria. Para las luminarias aquí evaluadas, se verifica el cumplimiento en origen de la normativa aplicable [10, 11], comprobado por ensayos voluntarios locales [6].

Adicionalmente, teniendo en cuenta la vigencia de normativas como [12], el hecho de evitar la expansión o modificación de una instalación eléctrica fija implica evitar las gestiones y los costos de certificación obligatorios asociados a la seguridad eléctrica.

Ventajas asociadas a consideraciones funcionales

Además de su función específica, las luminarias solares aquí consideradas incluyen otras funciones [6]:

- 1) El encendido y apagado automático de las luminarias solares según el nivel de iluminación ambiente (día/noche) representa un automatismo muy favorable para el usuario. En luminarias tradicionales, esta función suele implementarse con medios electromecánicos, a veces con una opción de encendido manual que omita dicho automatismo [13].
- 2) Ante ausencia de movimiento en el entorno de las luminarias solares, se produce una atenuación automática de la lámpara a un orden del 30 % de la potencia. Con esto, se gestiona eficientemente la energía solar captada durante el día, y se logra una función adicional antimerodeo que, en luminarias tradicionales, requeriría un automatismo adicional con sensores de movimiento [14].

4. RESULTADOS

Dadas las ventajas comparativas aquí detalladas, se identifica una serie de consideraciones preliminares para ponderar la conveniencia de las luminarias solares en comparación con las luminarias tradicionales. En principio, tales ventajas se consideran más notorias en la evaluación de proyectos de iluminación exterior nuevos que en el caso de la repotenciación o reforma de instalaciones eléctricas existentes.

REFERENCIAS

- [1] Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico SA, CAMMESA (2018). Informe anual 2017. CABA, Argentina, 27/06/2018.
- [2] Poder Ejecutivo Nacional (2017). Ley nro. 27424: Régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica pública. CABA, Argentina, 30/11/2017.
- [3] Legislatura de la Provincia de Córdoba (2018). Ley nro. 10604: Adhesión a Ley Nacional nro. 27424. Córdoba, Argentina, 19/12/2018.
- [4] Instituto Nacional de Tecnología Industrial (2016). Gestión de pilas y baterías eléctricas en Argentina. Editor: INTI, CABA, Argentina. Online: ISBN 978-950-532-282-4.
- [5] Algburi S., Sivakuma S. (2016). Energy Science & Technology Vol. 6: Solar Engineering. Chapter 5 Stand-Alone Photovoltaic System (pp. 141-163). Editor: Studium Press LLC. Houston, EE. UU., ISBN 1-626990-62-X.
- [6] Carlos Pesce SA (2017). Pampa Solar: Soluciones en iluminación solar para exterior. <http://pampasolar.com/> (consultada el 22/03/2019).
- [7] Ente Regulador de los Servicios Públicos, ERSeP (2019). Resolución general nro. 01, Anexo 1: Cuadro tarifario (aplicable por la EPEC a partir del 01/02/2019). Córdoba, Argentina, 06/02/2019.
- [8] Asociación Electrotécnica Argentina, AEA (2016). Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles. Viviendas, oficinas y locales (unitarios), AEA 90364-7-771. CABA, Argentina, 2016.

- [9] Electroinstalador (2019). Costos de mano de obra.
<https://www.electroinstalador.com/contenidos/costos-mano-obra.html> (consultada el 22/03/2019).
- [10] International Electrotechnical Commission (2014). IEC 60598-1:2014. Luminarias. Parte 1: Requisitos generales y ensayos. Ginebra, Suiza, 26/05/2014.
- [11] Instituto Argentino de Normalización y Certificación (2016). IRAM AADL-J 2028-2-3:2016. Luminarias. Parte 2-3 - Requisitos particulares. Luminarias para alumbrado público. CABA, Argentina, 30/09/2016.
- [12] Legislatura de la Provincia de Córdoba (2015). Ley nro. 10281: Ley de seguridad eléctrica para la provincia de Córdoba. Córdoba, Argentina, 6/07/2015.
- [13] United States Environmental Protection Agency. Office of Air and Radiation (2006). ENERGY STAR Building Upgrade Manual Chapter 6: Lighting. Washington, EE. UU., 11/2006.
- [14] Schneider Electric (2016). ARGUS movement detectors, Rueil-Malmaison, Francia, ISC01221_09_2016_EN.

Bases para el Etiquetado de Eficiencia Global de Luminarias a LEDs

Alberto CABELLO¹, Sophía HEREDIA¹

1-Universidad Nacional de Tucumán, Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión, Argentina
(acabello@herrera.unt.edu.ar) (Sophia.heredia@hotmail.com)

Área Temática: Iluminación sustentable y eficiencia energética en iluminación.

1. INTRODUCCIÓN

Existe actualmente en el mercado argentino un amplio espectro de artefactos que se conectan a la red eléctrica (lámparas, heladeras, lavarropas, acondicionadores de aire, etc.) cuya eficiencia respecto del consumo en [W] está tipificada mediante una etiqueta con una escala de la A (más eficiente) hasta la F o G (menos eficiente). Alguno de éstos además poseen un doble etiquetado donde además de la eficiencia energética se considera también la calidad del servicio que prestan (ej. Eficacia del lavado en el caso de lavarropas).

En el campo de la luminotecnia, solamente existe el etiquetado de eficiencia energética de lámparas de uso general (incandescentes halogenadas y fluorescentes de bajo consumo) y más recientemente de lámparas a LED con rosca E27 [1]. Todavía no se aplica a luminarias LEDs de interiores ni de exteriores.

Se presenta en este trabajo una propuesta que desarrolla una metodología que permite caracterizar luminarias con tecnología de Estado Sólido (LEDS) de manera integral, esto es, no sólo desde el punto de vista de la eficiencia energética (evaluación del consumo respecto de la cantidad de luz emitida [Lm/W], sino también desde el punto de vista de la calidad de la iluminación, teniendo en cuenta parámetros fotométricos tales como la amplitud y forma de la distribución de intensidades luminosas (nivel de iluminación y uniformidades), lo cual influye sobre la cantidad N de luminarias que se necesitan por unidad de área o longitud [2],[3].

El objetivo es establecer pautas de calidad de iluminación por parte de las luminarias a LEDs para agregar a la etiqueta de eficiencia energética una etiqueta adicional que indique al potencial usuario una escala de calidad lumínica que minimice la cantidad necesaria de luminarias para cumplir con los niveles de iluminación establecidos por las normas.

Palabras clave: eficiencia energética, calidad de iluminación.

2. METODOLOGÍA

En la primera etapa de este análisis se dispone de un conjunto de luminarias LEDs para uso en interiores clasificadas en dos Grupos:

- I) para uso industrial
- II) para uso público (comercios, oficinas, salones de venta, aulas, etc.)

Se tomaron en consideración 15 luminarias en el Grupo I y 18 en el Grupo II.

En la segunda etapa se dispone de un conjunto de luminarias LEDs para uso en Alumbrado Público clasificadas en dos Tipos de Instalación:

- I) luminarias con $P > 150W$
- II) luminarias con $P < 150W$

Se tomaron en consideración 21 luminarias en Instalación Tipo I y 31 luminarias en Instalación Tipo II.

Luminarias LEDs para interiores

Se utiliza un recinto de referencia de 10 m x 10m (superficie de 100 m²) en el cual se disponen N luminarias a dos alturas diferentes, 7 m para uso industrial y 3,5 m para uso público. El recinto de referencia posee reflectancias del 80% para el techo, de 50% en paredes y del 20% en piso. Como indicador para el análisis se utiliza el concepto de **Potencia Específica de Iluminación (Pei)** de una

instalación de Alumbrado, expresada como los Watts disipados por el Sistema por unidad de Superficie y por cada 100 lux de iluminancia horizontal [$W/m^2 \cdot 100lx$] [5],[6].

A partir de este indicador de calidad se obtiene un indicador relacionado que minimice la **cantidad N** de luminarias necesarias para alcanzar un nivel de iluminancia **$E_m \geq 100 \text{ lux}$** además de un grado de uniformidad **$g = E_{min}/E_{med} \geq 0.6$** (condición simultánea).

Indicador QLP para Luminarias LEDs de interiores

$$QLP = fp \cdot QL = fp \cdot (Pei / N) \quad (1)$$

Donde **fp** es un factor de ponderación que considera la actualización tecnológica permanente de los dispositivos de estado sólido LEDs. En la actualidad se considera aceptable para un recambio tecnológico una eficacia ε de luminaria LED $\geq 100 \text{ lm/W}$, por lo tanto el factor de ponderación a aplicar será $fp = 1.1$ si $\varepsilon > 105 \text{ lm/W}$ y $fp = 0.9$ si $\varepsilon < 105 \text{ lm/W}$.

Luminarias LEDs para Alumbrado Público

Los esquemas referenciales para el análisis describen a continuación, según el rango de potencia de la luminaria:

Instalación Tipo I ($P_{Lum} > 150W$): Altura de montaje $H = 10 \text{ m}$; ancho de calzada $B = 10 \text{ m}$; penetración de luminaria en calzada $p = 2,5 \text{ m}$; inclinación de pescante $\alpha = 0^\circ$; longitud del Área Ar de referencia $L = 100 \text{ m}$; por lo tanto el área de referencia es $Ar = 1000 \text{ m}^2$.

Para esta instalación se considera de cumplimiento obligatorio tanto el nivel de iluminancia media inicial E_m como el grado de uniformidad $G1$ establecidos para vía de tránsito Clase C por la Norma IRAM-AADL j2022-2 [4], esto es, $E_m \geq 40 \text{ lux}$ y $G1 \geq 0,5$.

Instalación Tipo II ($P_{Lum} < 150W$): Altura de montaje $H = 7 \text{ m}$; ancho de calzada $B = 7 \text{ m}$; penetración de luminaria en calzada $p = 1,75 \text{ m}$; inclinación de pescante $\alpha = 0^\circ$; longitud del Área Ar de referencia $L = 70 \text{ m}$; por lo tanto el área de referencia es $Ar = 490 \text{ m}^2$.

Del mismo modo, para esta instalación los parámetros de cumplimiento obligatorio corresponden a los establecidos para vía de tránsito Clase D [4], o sea $E_m \geq 27 \text{ lux}$ y $G1 \geq 0,33$.

Por lo tanto, la metodología de análisis para ambos tipos de instalación (I y II) consiste en calcular la cantidad mínima N de luminarias de modo tal que se cumplan simultáneamente E_m y $G1$. El resultado a obtener entonces será la cantidad mínima N de cada tipo de luminaria que permita cumplir con los parámetros mínimos de iluminancia y uniformidad, lo cual permite una comparación adecuada entre luminarias, siendo el número N un indicador de la calidad lumínica, pues aquellas luminarias con mejor distribución de flujo luminoso sobre el área de referencia serán necesarias en menor cantidad para cumplir con los parámetros de referencia.

Indicador QLP para Luminarias LEDs de Alumbrado Público

$$IQL = 1/N = (FU \cdot \phi_{Lum}) / (E_m \cdot Ar) \quad (2)$$

Donde ϕ_{Lum} es el flujo luminoso total de la luminaria y FU es el factor de utilización obtenido de las Curvas del Factor de Utilización FU del flujo luminoso de la luminaria, repartido entre lado calzada y lado vereda en la instalación.

El indicador definitivo de calidad proviene de aplicar al índice IQL dos factores de ponderación, entonces el primer factor se puede obtener del cociente entre la uniformidad $G1L$ obtenida por cada luminaria bajo análisis sobre el área Ar, o sea $FG = G1L / G1$; y el otro factor asumirá un valor de penalización $FE = 0,9$ si $\varepsilon_L < 105 \text{ lm/W}$ o un valor de ponderación $FE = 1,1$ si $\varepsilon_L \geq 105 \text{ lm/W}$. Por lo tanto el índice de calidad para luminarias LEDs de Alumbrado Público puede escribirse como:

$$IQLP = IQL \cdot FG \cdot FE \quad (3)$$

3. RESULTADOS

Para luminarias de interiores se propone la siguiente escala del indicador QLP:

Tabla I: Escalas de Calidad Lumínica

Clases de Eficiencia Lumínica de luminarias para interiores	
Clase	Rangos de QLP
A	$1 \leq \text{QLP} < 1.5$
B	$0.75 \leq \text{QLP} < 1$
C	$0.38 \leq \text{QLP} < 0.75$
D	$0.19 \leq \text{QLP} < 0.38$
E	$\text{QLP} < 0.19$

Para luminarias de Alumbrado Público la propuesta es:

Tabla II: Escalas de Calidad Lumínica

Clases de Eficiencia Lumínica de luminarias para Alumbrado público	
Clase	Rangos de IQLP
A ⁺⁺	$\text{IQLP} \geq 1.1$
A ⁺	$0.7 \leq \text{IQLP} < 1.1$
A	$0.5 \leq \text{IQLP} < 0.7$
B	$0.3 \leq \text{IQLP} < 0.5$
C	$0.1 \leq \text{IQLP} < 0.3$
D	$\text{IQLP} < 0.1$

Se presentan dos ejemplos de luminarias a las que se aplicó la metodología descrita:

Luminaria LED de interior

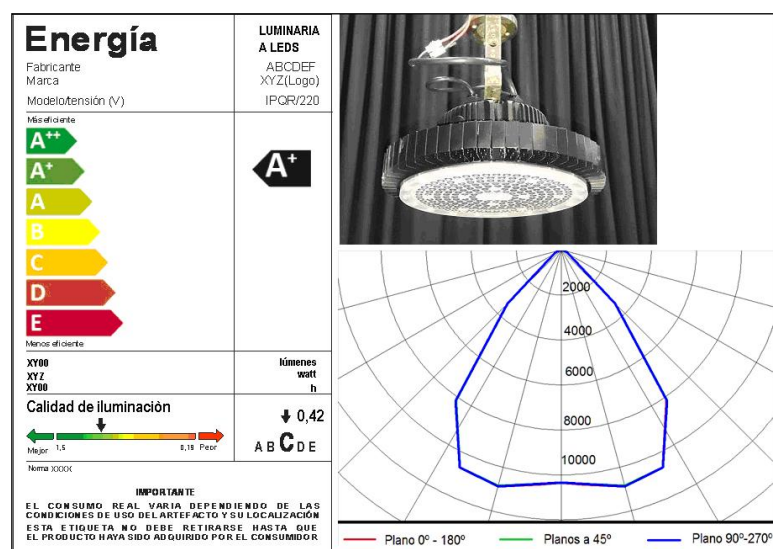


Fig.1: Luminaria GI-4, Grupo I - Luminarias de uso industrial.

Luminaria LED de alumbrado público

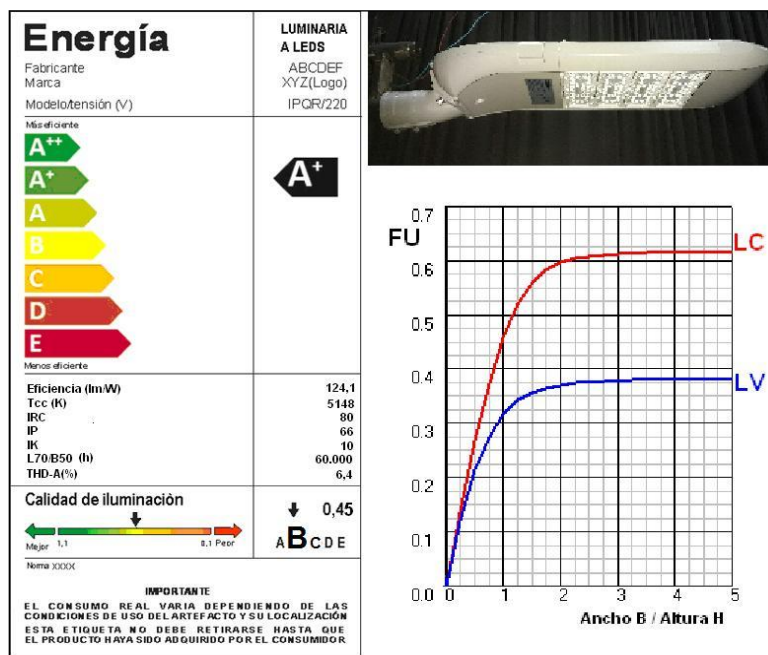


Fig.2: Luminaria TI-3. P>150W. FU=0,51.

REFERENCIAS

- [1] Norma IRAM 62404-3(2017). "Etiquetado de eficiencia energética de lámparas eléctricas para iluminación general – Lámparas LED". Buenos Aires.
- [2] Cabello A., Heredia S., Raitelli M.,(2018). "Propuesta de Etiquetado Global de Eficiencia Energética y Fotométrica de Luminarias LEDs para Interiores". Revista Luminotecnia N° 141, pp.44-51. ed. AADL., Marzo/Abril 2018.
- [3] Cabello A., Heredia S., Manzano E.,(2019). "Propuesta de Etiquetado de Eficiencia Global de Luminarias LEDs para Alumbrado Vial". Revista Luminotecnia N° 144, pp.42-49. ed. AADL., Noviembre/Diciembre 2018.
- [4] Norma IRAM AADL J 2022-2 (1995). Alumbrado Público. Vías de tránsito. Clasificación y niveles de iluminación. Buenos Aires

La iluminancia sobre el plano de trabajo: es una métrica apropiada para diseñar iluminación?

Mario RAITELLI

Universidad Nacional de Tucumán, Departamento de Luminotecnia Luz y Visión, Argentina
(mraitelli@herrera.unt.edu.ar)

Área Temática: Iluminación sustentable y eficiencia energética en iluminación.

RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo del diseño de iluminación se ha basado -esencialmente- en asumir que la principal función de la luz es posibilitar la visión. Una evidencia de esto son las normas cuyo objetivo primordial es optimizar el rendimiento visual; para lo cual adoptan, por lo general, la iluminancia sobre el plano de trabajo como métrica para relacionar la dificultad visual con las condiciones de iluminación. Además y por razones de simplicidad seguramente, dicho plano se considera horizontal, ignorando que la mayoría de las actividades humanas actuales involucra distintos tipos de tareas visuales que se realizan en diferentes áreas del campo visual (Fig. 1). En la República Argentina, las normas de iluminación reflejan estos criterios, pero además son obsoletas (la más reciente data de 1974) por lo cual resultan de poca utilidad -



cuando no frustrantes- para diseñar iluminación en interiores.

Fig. 1: Las modalidades actuales de trabajo (derecha) demandan interacciones visuales mucho más variadas que hace 50 años (izquierda) cuando toda la actividad se concentraba, prácticamente, en el plano de trabajo.

Por otro lado, el avance tecnológico y los nuevos modos de trabajo han restado protagonismo al rendimiento visual como criterio para diseñar iluminación. Por ejemplo en ámbitos comerciales, la otrora dificultosa tarea de leer la descripción de un producto fue sustituida por lectores de código de barra que muestran la información en pantalla de forma tal que garantiza su correcta lectura; o cuando se requiere la visión de detalles pequeños, como en cirugía, donde ahora se puede monitorear el campo operatorio con micro cámaras que facilitan el trabajo visual. No es descabellado entonces, afirmar que la tecnología actual ofrece medios más eficientes que la iluminación para optimizar el rendimiento visual. Esto ha permitido incluir otros criterios de diseño y evaluación que tienen en cuenta la apreciación del usuario respecto de cuán adecuada resulta la apariencia de un espacio [1], [2].

En este trabajo, se cuestiona la validez de la iluminancia como criterio de diseño. El objetivo es promover el debate sobre la pertinencia de incluir, en las recomendaciones y normas Argentinas, nuevas métricas que permiten evaluar la apreciación de objetos y personas, y que ya han sido adoptadas en otros países [1]; como la iluminancia cilíndrica, el factor de modelado y la emitancia media de las superficies del local (M_{Smed}). Esta última magnitud se define como el flujo luminoso promedio reflejado por todas las superficies de un recinto; de modo que si se determina en la pupila de un usuario constituye una valoración de la cantidad de luz que ingresa a sus ojos y por lo tanto, podría correlacionarse con los parámetros perceptuales que definen la calidad de la iluminación.

Palabras clave: Iluminación interior, diseño, cálculo, evaluación, calidad en iluminación

2. METODOLOGÍA

En el trabajo se presenta una metodología para diseñar iluminación en interiores adoptando los parámetros propuestos antes citados. Se brindan también lineamientos para realizar estimaciones de los mismos mediante mediciones con luxómetros, así como cálculos utilizando los conocidos programa de diseño de iluminación, como Relux o Dialux; que pueden obtenerse gratuitamente en la Internet.

REFERENCIAS

- [1] Norma europea sobre iluminación EN12464-1:2011. Luz e iluminación - Parte 1: Iluminación de puestos de trabajo interiores.
- [2] Cuttle C. 2011. Perceived Adequacy of Illumination: A new basis for lighting Practice. Actas de la 3º PLDC, Madrid; 81-83.
- [3] Cuttle C. 2013. A new direction for general lighting practice. Lighting Research and Technology; 45: 22–39.

Sistema de alumbrado público Ciudad de Paraná: “desafíos y expectativas en post de la optimización”

Ing. Carlos A.VANDEVOORDE¹

1-Dirección de Alumbrado Público-Municipalidad de Paraná (carlosvandevoorde@yahoo.com.ar)

Área Temática: Iluminación sustentable y eficiencia energética en iluminación.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo corresponde a una memoria, vista desde alguien que participó desde su génesis, de la transformación y evolución del sistema de iluminación pública en la Ciudad de Paraná a lo largo de los últimos 40 años, enumerando detalles de metas planteadas y mostrando los cambios logrados en el mismo, marcando puntos de inflexión, analizando datos y parámetros para dimensionar esas transformaciones. Destacando también las dificultades de llevar adelante programas de largo aliento en esferas públicas, cuando habitualmente las metas de trabajos están limitadas al periodo político de la gestión del intendente de turno (4 años). Además resaltar la importancia de los cuadros técnicos especializados y concientizados de cuáles son los objetivos, con lo cual adquiere relevancia las pequeñas acciones que en pos de esos fines cotidianamente se puedan ir llevando a cabo.

Palabra clave: *lámpara tipo, optimización energética.*

2. PROGRAMA DE OPTIMIZACION Y AHORRO ENERGETICO

2.1 ETAPA 1

El inicio del estudio se remonta a una fecha clave, mediados del año 1979, cuando las instalaciones de alumbrado público que hasta ese momento pertenecían a Agua y Energía Eléctrica son transferidas a la Municipalidad de Paraná, cuya responsabilidad hasta allí se limitaba a realizar solo las nuevas instalaciones de alumbrado.

Esta circunstancia provocó una transformación en el incipiente Departamento de Alumbrado Público, hoy Dirección, por lo cual debió ampliar su capacidad técnica y operativa. Por esta razón se incorporan un grupo de técnicos e ingenieros, que pasaron a conformar el Departamento Técnico, como así también un grupo de operarios que ingresaron para realizar trabajos en las cuadrillas externas.

Como primera acción de esta transformación, se procedió a analizar la característica global del sistema, para lo cual se relevaron y registraron en planos todos los puntos de luz existentes, y a su vez se determinó la composición real del sistema. Se incorporó el concepto de lámpara tipo, que corresponde a la lámpara que en función de la característica en estudio, representa el promedio. De esta forma se evaluaban periódicamente la potencia y el flujo de esta lámpara en representación de la evolución del sistema.

Se determinaron los costos operativos, verificándose entonces que el gasto más relevante correspondía a erogación por la energía eléctrica demandada por el sistema, prácticamente el 50% de las lámparas eran de filamento.

Otra cuestión de análisis fue la complicación que presentaban en el mantenimiento las luminarias con lámparas de filamento, las cuales naturalmente tienen escasa vida útil (aprox. 1000 horas), la que se veía aún más disminuida por el sistema de montaje (suspendidas en el centro de calzada). Esta condición de funcionamiento, producía después de cada inclemencia atmosférica (viento, lluvia, etc.), un alto porcentaje de luminarias fuera de servicio.

Estas consideraciones indujeron la idea de que se debía implementar una variante para brindar mejor servicio y provocar reducción de costos operativos: es decir buscar una alternativa para disminuir luminarias en faltas y una reducción en la demanda de energía.

La primera mejora implementada fue el reemplazo progresivo de todas las lámparas de filamento de 200W, las que fueron sustituidas por lámparas a vapor de mercurio de 125W. Además, toda instalación de

sistemas de alumbrado de envergadura que se realizara en avenidas o calles importantes, se debía concretar mediante luminarias dispuestas en columnas equipadas con sodio alta presión 250 o 400W según la característica de la arteria a intervenir.

Como consecuencia de las innovaciones planteadas con la renovación de instalaciones fue necesario establecer un procedimiento para conocer el estado de elementos retirados de la vía pública, tales como: lámparas, balastos, ignitores, fotointerruptores, etc. Fue por ello que se instaló un laboratorio-taller donde se verificaban mediante ensayos el estado de estos materiales. Se pudo conocer a través de esta práctica, la performance de las distintas marcas, principalmente de balastos que por esa época había un importante espectro de marcas y calidades. También se usó este recinto para realizar ensayos a muestras representativas de los balastos e ignitores que se adquirían. De lámparas y fotointerruptores se ensayaban las partidas completas.

A mediados del año 1986, a iniciativa de la Dirección de Alumbrado Público, el Honorable Concejo Deliberante de la Ciudad de Paraná promulgó la Ordenanza Municipal Nº 6889 y Decreto Reglamentario Nº 1093/86, donde se reglamenta las características que deberán presentar las instalaciones de alumbrado público a realizar por terceros en el ámbito del ejido urbano, se estable allí el uso obligatorio de columnas metálicas exclusivas para el sistema, y el cálculo lumínico respectivo, estableciéndose los parámetros lumínicos y clasificación de vías de tránsito reglamentada en norma IRAM-AADL J-2022-2 (1).

Al final del primer trimestre del año 1988, se erradicaron totalmente las lámparas de filamento, la consecuencia directa de esta transformación fue la reducción en 50W la potencia de la lámpara tipo.

2.2 ETAPA 2 (1989-2013)

Habiéndose finalizado la sustitución de las lámparas de menor rendimiento lumen/watt (filamento), en el año 1989 se comenzó con el reemplazo de lámparas de mercurio, realizándose de la siguiente forma:

Mercurio 400W por sodio alta presión 250W

Mercurio 250W por sodio alta presión 150W

Mercurio 125W por sodio alta presión 100 y 150W

Además se comenzó con un plan de obra pública por administración, para instalación de luminarias con lámparas a vapor de sodio alta presión de 150W en columnas rectas, para eliminar las luminarias suspendidas en calles residenciales, sumadas a las que ya se venían ejecutando en accesos, avenidas y calles principales.

Por otro lado, en el marco Ordenanza Nº 7667 que reglamenta el sistema de iniciativa privada para concesiones de obras y servicios públicos, se contrató la ejecución de una relevante obra en el sector céntrico de la Ciudad. En un área de aproximadamente 300 manzanas se instalaron alrededor de 4000 puntos de luz, el 100% de ellos dispuestos en columnas, con luminarias dotadas con lámparas de sodio alta presión de 250 y 400W y toda la alimentación eléctrica en forma subterránea.

Los beneficios directos de esta mejora fueron: excelente calidad lumínica (valores de iluminancia y uniformidad), reducción sustancial de las tareas de mantenimiento principalmente porque se trataba de instalaciones nuevas, pero además, al eliminarse el cableado aéreo no había incidentes por conductores cortados, instalaciones más seguras, etc. El aspecto negativo de la intervención fue el provocado por la conexión individual de las luminarias a la red (por su alto costo no se pudieron concretar circuitos dedicados a través de líneas subterráneas), esto hace que se deban disponer de fotointerruptores, los cuales agregan elemento adicional de falla, por cuestiones de mantenimiento o fallas de estos elementos suelen aparecer un número elevado de lámparas encendidas durante el día. Otro inconveniente lo representa la interferencia con el arbolado, provocando en varias situaciones sectores de calles, y principalmente aceras donde no "llega la luz".

En el año 2004, con el fin de continuar con el plan de obras mediante la instalación de luminarias en columnas, se lanzó un programa de ayuda mutua entre vecinos y municipio, mediante el cual los vecinos aportaban las columnas y la municipalidad adquiría las luminarias y demás elementos y realizaba la obra. De esta forma se instalaron en los primeros 4 años 3500 luminarias.

En el año 2005, se comenzaron a utilizar las lámparas a vapor de sodio de alta performance, con lo cual se reemplazaron las lámparas de sodio 250W estándar por 150W alta performance, y 150 por 100W.

A fines del año 2011 el proceso de sustitución de lámparas de mercurio por sodio, estaba cumplimentado en un 85%. En el transcurso de ese año la Municipalidad de Paraná, adhirió al Programa Nacional Uso Racional Energía Eléctrica (PRONUREE), dirigidos a municipios, mediante el cual financiaba proyecto de recambio de sus lámparas y/o luminarias obsoletas por otras más eficientes, a través de este

programa se instalaron 3200 luminarias con lámparas de sodio alta presión de alta performance de 70, 100, 150 y 250W en reemplazo de lámparas de mercurio de 125, 250 y 400W.

2.3 ETAPA 3 (2013-2019)

En abril del 2013 se habilitó una sala para tratamiento de lámparas de descarga, sodio y mercurio agotadas, se estableció un protocolo de reducción y almacenamiento de cámaras de descarga, las cuales son alojadas en recipientes de plásticos los cuales se disponen en un recinto seguro con acceso restringido al personal.

A mediados del año 2013, a raíz de las múltiples visitas realizadas a la oficina técnica de proveedores, fabricantes y “seudo vendedores” ofreciendo cada uno de ellos, las “mejores luminarias del led del mercado”, además por el interés puesto de manifiesto de las autoridades a las cuales les comenzaba a llegar la información sobre las bondades de las luminarias con leds, pero primordialmente por la necesidad de comenzar a entender este nuevo desafío; se realizó una prueba piloto (2) para la cual se le brindó a tres firmas distintas la geometría de una instalación dada y la necesidades lumínicas, y se le solicitó en carácter de préstamo (para realizar el ensayo) 4 luminarias a cada una, las que fueron instaladas en tres cuartos consecutivos. Se realizaron las mediciones lumínicas para cada una de ellas, y además se remarcaron algunos detalles que deberían resolverse para mejor practicidad de montaje y alguna otra cuestión de diseño que al entender de los técnicos municipales deberían resolverse, posteriormente una muestra de cada una de esas 3 luminarias fue enviada al Laboratorio de Investigación en Electrónica de Potencia de la UTN Regional Paraná, donde se realizaron distintos ensayos para verificar el comportamiento de los parámetros eléctricos, lumínicos y de temperatura.

Fue tan rica la experiencia, que desde esa fecha hasta la actualidad se siguen realizando ensayos de las distintas luminarias que aparecen en el mercado, y las firmas ofrecen para que sean probadas y ensayadas. Hasta la fecha se han realizado alrededor de 30 experiencias, la mayoría incluye: cálculo lumínico, medición de iluminancia en la vía pública y ensayo en la UTN Regional Paraná.

Como consecuencia de los conocimientos alcanzados en las distintas pruebas y de algunas necesidades concretas de la Municipalidad, a fines del año 2014 con motivo de la “Cumbre del Mercosur” que se realizó en la ciudad, se instalaron las primeras 100 luminarias de led, luego a mediados del año 2017 como consecuencia de otro evento importante, “Tecnopolis Federal en Paraná”, se concretó la instalación de otras 300 luminarias.

A fin año 2017, la provincia de Entre Ríos lanzó un programa provincial de alumbrado público eficiente denominado Mi Ciudad Led, al cual Paraná adhirió y recibió 4700 unidades lumínicas de: 11000, 15000 y 29000 lúmenes.

Estas unidades lumínicas fueron adquiridas para reemplazar parte del parque existente en el cual las columnas estaban diseñadas para luminarias con lámparas de descargas, es decir con brazo o soportes de montajes mayoritariamente a 15º respecto a la horizontal. Por lo tanto existía solo la posibilidad de modificar el ángulo de montaje de la luminaria con algún aditamento incorporado en la cúspide de la columna.

Para ello se realizaron los cálculos lumínicos con el objetivo de verificar la mejor posición de la luminaria determinándose que a 0º se lograba mejorar alrededor del 20% la iluminancia media de la calzada y similares valores para ambas aceras. Estos valores fueron corroborados por mediciones lumínicas realizadas en campo.

Además de estas modificaciones se planteó la incorporación del zócalo de 7pines para instalar en esta etapa el fotointerruptor, y luego en el futuro, el soporte de comunicación para telegestión.

En las instalaciones se incorporó el conductor correspondiente a la descarga de tierra desde la jabalina hasta la bornera de las luminarias.

A mediados del año 2018, se dictó la Ordenanza Nº 9702 por la cual todas las instalaciones de alumbrado que realicen terceros en loteos en el ámbito municipal, deberán contener luminarias de leds.

Composición actual del sistema:

En la presentación del trabajo final se incorporará una tabla con la composición de sistema, un gráfico mostrando la reducción de la potencia en la lámpara tipo, y valorizando el ahorro económico por menor consumo de la energía demandada en el alumbrado público.

2.4 PAUTAS Y METAS PARA SEGUIR OPTIMIZANDO EL SISTEMA Y MEJORAR LA CALIDAD DEL SERVICIO

La tendencia actual es el empleo de luminarias viales de leds, en el caso de la Ciudad de Paraná que todavía tiene un alto porcentaje de luminarias con lámparas de descarga, lo más razonable sería continuar experimentando con las nuevas luminarias que aparecen en el mercado. Debe notarse que en el transcurso de los últimos años se verificaron altas mejoras en los rendimientos, por lo cual quizás se podrían seguir bajando las potencias de las nuevas unidades lumínicas a instalar. También deberá considerarse la reducción de la temperatura de color que se verifica en la actualidad, las primeras unidades instaladas, 3 años atrás, poseían una temperatura de color de 6500°K hoy se instalan de 4000°K.

Se deberá seguir implementando la metodología de verificar las nuevas luminarias que ofrece el mercado mediante mediciones y comparaciones de su comportamiento en la vía pública, reforzados con ensayos en laboratorios de la UTN.

En todas las nuevas instalaciones de alumbrado deberán tener circuitos dedicados para mejorar su control y evitar el uso masivo de fotointerruptores.

Incorporación de reloj astronómico en los tableros de alumbrado, de esta forma acotar el funcionamiento del alumbrado a la necesidad concreta del mismo en toda época del año, sin tener que intervenir como hasta ahora en la corrección de los interruptores horarios estándar usados en la actualidad.

En calles residenciales donde hasta ahora se empleaban columnas rectas, usar columnas con brazo de doble quiebre para alejar la luminaria de la vegetación.

Telegestión, comenzar a implementar mesuradamente una telegestión para facilitar desde la misma el control de encendido-apagado de un importante número de luminarias que actualmente funcionan con fotointerruptor, además contar un reporte de fallas y detalle de potencia y energía demandada.

Sistema de información geográfica GIS, la Municipalidad está avanzando con la implementación de este sistema a todas las áreas de servicio, el desafío es incorporar la actual base de datos del alumbrado en sistema CAD, con ubicación satelital, y establecer un control estadístico de fallas y vida útil de cada punto de luz.

Como una cuestión muy importante que deberá resolverse a la brevedad lo constituye el alto riesgo que ofrecen algunas instalaciones debido a cuestiones propias de mantenimiento y/o factores exógenos como vandalismo, o los “enganches” por parte de terceros para abastecer de energía a puestos ambulantes o para algún otro fin. Estas acciones provocan parte de las instalaciones con tensión queden expuestas al alcance de niños, adultos, y animales. Cabe señalar que en el transcurso de los últimos meses se produjeron 4 incidentes donde niños o adultos habían recibidos una descarga eléctrica por tocar columnas de alumbrado electrificadas.

2.4 CONCLUSION

Como se ha tratado de describir en el presente trabajo, se pueden realizar transformaciones en el área pública en este caso en el sistema de alumbrado de la Ciudad, para lo cual es necesario contar con un diagnóstico claro con el cual poder definir planes de acción, y metas alcanzables con parámetros de control de estos objetivos. Es muy importante contar con un equipo técnico que este persuadido y comprometido con el tema, porque como ya se dijo, estos programas trascienden las gestiones y por lo tanto deberán continuarse en el tiempo.

REFERENCIAS

- [1] Norma IRAM AADL J 2022-2 (1995). Alumbrado Público. Vías de tránsito. Clasificación y niveles de iluminación.
- [1] Primeras experiencias en el uso de luminarias leds para iluminación pública-Ing. Carlos Vandevoorde Mayo 2013

Iluminación pública sustentable por autogeneración renovable para municipios grandes usuarios de energía

Rodrigo M. SCHIERLOH¹, Fabio M. VINCITORIO², José L. GODOY³

1-Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Paraná (rodrigosschierloh@frp.utn.edu.ar)

2-Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Paraná (fisicaelectronica@frp.utn.edu.ar)

3-CONICET - INTEC y Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Paraná (jlgodoy@santafe-conicet.gov.ar)

Área Temática: luz, sociedad y medio ambiente.

1. INTRODUCCIÓN

Conforme a la Ley 27.191 [1], los municipios que son grandes usuarios de electricidad deberán consumir un mínimo de 12% de energía renovable para diciembre de 2019 (y un 20% de su facturación para el 2025). Para cumplir con esta obligación, estos municipios podrán comprar energía en el mercado mayorista, o a un tercero, o auto-generarla. Por otro lado, los recientes incrementos tarifario han impactado en el costo de la energía eléctrica necesaria para abastecer el alumbrado público y los edificios municipales. En consecuencia, una inversión en auto-generación renovable permitiría a los municipios reducir sus costos de energía eléctrica y cumplir rentablemente su obligación de porcentaje mínimo de consumo de energía renovable.

La finalidad del presente trabajo es realizar un análisis de factibilidad tecno-económico para iluminar el balneario municipal ubicado en las cercanías de la localidad de Valle María, Entre Ríos, utilizando auto-generación renovable, en particular a través de una turbina hidrocinética de río de llanura. Este estudio representa la etapa inicial de un proyecto más amplio que tiene por objetivo desarrollar una Micro-Red (MR) en el balneario municipal que gestione de manera óptima los diversos tipos de generación a implantar (turbinas hidrocinética de llanura, de salto, eólicas y paneles solares) y los dispositivos de almacenamiento (baterías) para alimentar el alumbrado y otras cargas que se encuentran instaladas en el balneario, como la bomba de extracción de agua potable de Valle María, el cuerpo de baños, las cabañas, el minimercado y la cantina.

Se pretende proveer al municipio de un ahorro en la factura de energía eléctrica pero también utilizar el balneario como prueba piloto para crear una MR inteligente, aprovechando la disponibilidad y diversidad de recursos energéticos naturales. Se dispone de un brazo del Río Paraná con buen caudal y velocidad, del Arroyo Crespo que posee desniveles de altura posibilitando la utilización de turbinas de salto, y terreno para implantar un parque solar e inclusive implantar turbinas eólicas en las barrancas contra el río.

Durante esta primera etapa de creación de la MR se evalúa implantar una turbina hidrocinética de llanura con capacidad de 5 kW en el Río Paraná con la cual se desea abastecer el circuito de iluminación de las vías de tránsito y el alumbrado de la región de camping y la zona de playa. Entre ambos circuitos, se pretende alimentar un total de 25 luminarias LEDs galponeras de 100 W cada una, por lo que la potencia instalada es de 2,5 kW. En horarios diurnos se dispone de toda la capacidad ociosa a través de la cual es posible alimentar cargas secundarias o bien puede ser comercializada mediante inyección a la red de distribución. Esta gestión de energía y cargas la ejecuta el controlador de MR.

Por otro lado, por tratarse de una región rural con mucha diversidad de flora y fauna es importante atender a cuestiones que preserven dicho ambiente tanto en la selección de la turbina a implantar como en la elección y cantidad de las luminarias. Estudios recientes han demostrado cómo la iluminación artificial puede modificar el ritmo circadiano de plantas y animales [2], los cuales responden principalmente al nivel de luz ambiente de un organismo dado [3]. La modificación de estos ciclos se debe al contenido espectral de las luminarias artificiales y la similitud con la luz solar en las diversas etapas del día. Por tal motivo se decidió utilizar luminarias LED cálidas, de 3000K, la cual se asemeja a la luz crepuscular ya que posee menor cantidad de componente azul y mayor de rojo respecto a la luz fría a fin de minimizar el impacto en los ritmos circadianos [4].

Palabras clave: auto-generación renovable, iluminación pública, turbina hidrocinética.

2. METODOLOGÍA

Como primer paso se relevaron las características de las fuentes de energía renovable disponibles en la región de estudio. En particular, se relevaron los datos del río como velocidad del agua, profundidad en zonas costeras y estadísticas de variaciones estacionales. Para esto se realizaron mediciones utilizando un correntómetro (de diseño propio) y se analizaron los datos fluviales históricos [5]. Por otro lado, se realizó un recuento de la cantidad de postes (con sus alturas) y luminarias disponibles, tipos de luminarias instaladas, potencia total instalada y perfil de variación anual del consumo de energía. En cuanto al cálculo de la distribución del alumbrado, no se realizó ninguna tarea ya que se planificó reutilizar los mismos postes existentes y sólo realizar el recambio pertinente de luminarias.

En base a la información recolectada se selecciona la turbina y se prevé las obras civiles e hídricas que puedan ser necesarias para acelerar el curso de agua y obtener mejores rendimientos en la generación.

Finalmente, utilizando el cuadro tarifario de ENERSA (costo de compra de energía de alumbrado público y precio de venta de un pequeño generador) se realiza el análisis tecno-económico a través del software HOMER Pro. Esta herramienta informática permite dimensionar óptimamente los componentes de una MR y a través de simulaciones obtener información detallada de las variables técnicas y económicas como energía producida por cada componente de la MR, energía total, penetración de energías renovables, energía comprada y vendida a la red, inversión inicial, gastos de operación y mantenimientos, etc. Respecto a la información económica brindada por el software, el costo de la energía (COE) y el costo actual neto (NPC) son los parámetros más importantes a la hora de analizar la inversión. El COE representa el costo promedio del kWh consumido teniendo en cuenta la energía generada, y el NPC representa la suma de todos los costos incurridos durante la vida útil del proyecto menos los beneficios obtenidos, traídos a valor presente [6]. Para el cálculo del NPC se requiere de una tasa de descuento real, la cual se estima a partir de una tasa de descuento nominal y un valor de inflación.

3. RESULTADOS

Las simulaciones realizadas con HOMER Pro brindan resultados alentadores respecto a la implantación de la turbina seleccionada en el brazo del Río Paraná en cercanías del balneario. Si bien las condiciones de velocidad del río son favorables, ya que se midieron velocidades que promediaron 1,6 [m/s] y en ocasiones de creciente supera ampliamente los 2 [m/s], para asegurar el funcionamiento eficiente de la turbina, se requiere velocidades mayores a 2,5 [m/s]. Esto implica la necesidad de obras civiles e hídricas para acelerar el curso de agua, que son de bajo costo ya que generalmente son escolleras realizadas con piedras. Bajo estas condiciones, con una turbina SMART MONOFLOAT de la marca SMART HYDRO POWER es posible abastecer todo el alumbrado del balneario y ciertas cargas secundarias (pequeñas) como los cuerpos de baños. Se trata de una turbina de 5 kW de potencia máxima que incluye inversor, tiene una vida útil de 15 años (igual vida útil que el proyecto) y facilita su instalación ya que incorpora un flotador. Su valor en el mercado es de US\$ 14000.

La producción anual de energía de la turbina es aproximadamente 35840 kWh, de las cuales 23820 kWh es vendida a red y 12019 kWh es consumida por el alumbrado del balneario, lo que representa el 33,5% de lo producido. La penetración de energía renovable en el alumbrado es del 100% ya que no se requiere comprar energía para este fin. La potencia mínima generada por la turbina es de 3,43 kW, la máxima 4,9 kWh y la potencia promedio 4,1 kW conforme las variaciones estacionales de la velocidad del río.

En cuanto al análisis económico, el COE obtenido es de US\$ 0,0185 contra US\$ 0,122 que es el costo por kWh de ENERSA para el alumbrado público. Es decir, el costo obtenido con la implantación de la turbina es aproximadamente el 15% del costo ofrecido por la distribuidora de energía. Teniendo en cuenta el ahorro anual de autoabastecer el alumbrado del balneario en adición del beneficio por inyección a red, la inversión inicial, comprendida por la compra de la turbina más las obras civiles necesarias, se amortizaría en aproximadamente 6 años, lo que implica 9 años de ganancia neta para el municipio.

Es importante mencionar que en las próximas etapas de creación de la MR, el beneficio económico por utilizar turbina será mucho mayor ya que el excedente no se inyecta a red sino que se utiliza, en primera instancia, para cargar baterías, alimentar la bomba de agua y otras cargas locales. La finalidad de la MR inteligente es no comprar energía eléctrica, sino que autoabastecerse e inyectar el pequeño excedente remanente.

Del cuadro tarifario expuesto en la Tabla I se evidencia que la estrategia de gestión de energía más rentable (en Entre Ríos) es consumir toda la potencia disponible, en las distintas cargas del balneario, funcionando en modo isla. Esto se debe a que el precio pagado por ENERSA por inyectar a red, es aproximadamente la mitad del precio de compra. Es decir que, si se consumiera toda la energía generada por la turbina, en las cargas del balneario, la ganancia sería aproximadamente del doble que si se inyectara. Este planteamiento representa la situación ideal, pero por las características de las cargas secundarias, que mayormente son sistemas de iluminación (de los baños, las cabañas, el minimercado y la cantina), no es factible ya que sólo consumen en simultáneo con el alumbrado del balneario. Por tal motivo, se concluye que durante el día se inyecte a red el excedente de energía producida por la turbina y durante la noche se alimente el alumbrado del balneario y pequeñas cargas secundarias.

Tabla I: Cuadro tarifario ENERSA (vigencia 1/02/2019 – 30/04/2019) y EPE

Proveedor de energía	Costo de compra (Alumbrado público)	Costo de venta (Pequeño generador)
Reconocimiento ENERSA	4,9009 \$/kWh	2,3272 \$/kWh
Reconocimiento EPE	0,34749 \$/kWh (3,6703 \$/kWh –Residencial)	6,76 \$/kWh

Para comparación y previsión de cambios tarifarios futuros también se muestra en Tabla 1 los precios de Santa Fe. La provincia de Santa Fe, a diferencia de Entre Ríos, ya se adhirió al programa de fomento de las energías renovables (Ley 27.191), ofreciendo tarifas de reconocimiento atractivas. La tarifa de reconocimiento por la EPE en Tabla 1 corresponde a una potencia instalada hasta 5 kW. La potencia máxima a instalar está delimitada por la relación entre la generación renovable y el consumo energético. Generación renovable anual (kWh) \leq 80% consumo anual (kWh) [7]. Respecto al precio de venta de la EPE, la Tabla 1 muestra la tarifa para alumbrado público (sin reposición de lámparas ni prestaciones de servicios) y entre paréntesis la tarifa para residencial. Por lo tanto, en una provincia adherida al programa de prosumidores la rentabilidad de autogeneración posee dos órdenes de magnitud más.

REFERENCIAS

- [1] Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica.
- Ley 26190. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=123565>
- Ley 27191. Modificación de Ley 26190. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/250000-254999/253626/norma.htm>
- Decreto 531/2016. Reglamentación de Ley 27191.
<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/255000-259999/259883/norma.htm>
- [2] Velez-Ramirez A., Van Leperen W., Vreugdenhil D., Millenaar F. (2011). Plants under continuous light. Trends in Plant Science, volumen 16, pp. 310-318. ISSN 1360-1385.
- [3] National Institute of General Medical Sciences (2017). Circadian Rhythms pp. 1-2, Sept. 2017.
- [4] R. Webb, Ann. (2006). Considerations for lighting in the built environment: Non-visual effects of light. Energy and Buildings, volume 38, pp. 721-727. ISSN: 0378-7788.
- [5] COHIFE (2001). BDHI (Base de Datos Hidrológica Integrada). <http://bdhi.hidricosargentina.gob.ar/>
- [6] Schierloh, R., Godoy, J., Vega, J. (2018). Economic evaluation of micro-grids with renewable generation. IEEE Xplore Digital Library. ISBN CD: 978-9-8746-8590-2, pp. 458-463.
- [7] Decreto provincial 1710/2018. Modificación del Programa Prosumidores.

Identificación de defectos en madera aserrada mediante técnicas de visión hiperespectral

Alicia MORENO¹, Ana J. LÓPEZ¹, Fabio M. VINCITORIO², Alberto RAMIL¹

1-Laboratorio de Aplicaciones Industriales do Láser, Escola Politécnica Superior, Universidade de A Coruña, 15403-Ferrol, Spain (alicia.moreno@udc.es, ana.xesus.lopez@udc.es, alberto.ramil@udc.es)

2-Grupo de Física Aplicada a la Ingeniería, Facultad Regional Paraná, Universidad Tecnológica Nacional, Almagre 1033, CP3100 Paraná, Entre Ríos, Argentina. (fisicaelectronica@frp.utn.edu.ar)

- Nuevas tecnologías y aplicaciones de la luz.

El principal objetivo del trabajo que se presenta es la posible aplicación de la técnica hiperespectral como técnica no destructiva para mejorar la actual clasificación visual de la madera. Para ello se han estudiado piezas de madera de *Eucalyptus globulus* Labill, utilizando una metodología que podría ser aplicada a otras especies de madera, y que permitiría automatizar la tarea de identificación de defectos y su incorporación en la industria de la madera.

1. INTRODUCCIÓN

La identificación de defectos o singularidades de la madera sin dañarla es muy compleja. Hasta la fecha el método que se emplea es el de clasificación visual (CV). Un método subjetivo que requiere de la aplicación de otros ensayos para una evaluación más precisa. Actualmente se aplican otras técnicas para el análisis y evaluación del estado de la madera (el resistógrafo, ultrasonidos, etc.), aunque su fiabilidad y precisión son mejorables. El objetivo es la identificación de las principales singularidades externas de la madera (nudos, grietas, etc.). Dichas singularidades son el principal motivo de descarte de la madera en aserradero.

Por este motivo, en el presente trabajo se examina el posible uso de la técnica hiperespectral como técnica no destructiva para mejorar el método de CV, y así obtener un diagnóstico más preciso que contribuya a la reducción del descarte de la madera aserrada.

A diferencia de las cámaras convencionales, los sistemas hiperespectrales pueden apreciar múltiples bandas, desde el ultravioleta hasta el infrarrojo con muy buena resolución espectral (hasta 2.5 nm entre bandas). Esta versatilidad posibilita a estos sistemas detectar, clasificar e identificar diferentes materiales solventando algunas de las limitaciones de las cámaras que operan en el rango del visible.

La tecnología hiperespectral está ampliamente consolidada en la detección remota [1], de gran importancia en áreas como la geología, la mineralogía y la ecología, entre otras. En la actualidad se aplica en campos de trabajo tan diversos como medicina, bellas artes, o en ámbitos industriales [2, 3]. En este contexto, nuestro grupo de investigación tiene experiencia en el uso de la técnica hiperespectral en el ámbito de la conservación del patrimonio [4, 5] y “en impresión” [6].

Palabras clave: *Sistemas hiperespectrales, firma espectral, automatización, industria de la madera.*

2. METODOLOGÍA Y RESULTADOS

Materiales

Los materiales utilizados son piezas de madera de *Eucalyptus globulus* Labill de dimensiones aproximadas 10cm × 10cm, suministradas por un aserradero. Como se observa en la Fig. 3a, las muestras tienen un diseño angular o veteado debido al corte transversal de los anillos de crecimiento.

Descripción del sistema: adquisición y corrección de la imagen

El sistema hiperespectral empleado en este estudio se compone de una cámara Pulnix TM-1327 GE con sensor CCD (1040 filas, 1392 columnas), y un espectrógrafo ImSpector V10 con un rango espectral

entre 400 y 1000 nm. La resolución espectral de la cámara es de 4.55 nm y el sistema opera en condiciones óptimas de medida en el rango del visible entre 450 y 7000 nm. La fuente de luz es una lámpara incandescente (Schott DCR® III). La luz de la lámpara es conducida por una fibra con una lente cilíndrica en su extremo, siendo el área iluminada similar a una elipse de dimensiones 15cm × 1cm. Este sistema hiperespectral únicamente permite captar una línea horizontal de 1392 píxeles, por este motivo es necesario situar la muestra sobre un desplazador lineal motorizado (Newport ILS-CC) el cual permite barrer, línea a línea, toda la superficie de la muestra obteniendo así una imagen para cada una de las 1040 bandas.

De esta forma, cada píxel de la imagen se encuentra caracterizado por un vector $I(x, y)$, que representa el espectro lumínico reflejado por el material. Para lograr la invarianza respecto a la fuente de luz incidente se realiza una normalización del espectro basándose en el espectro reflejado por superficies consideradas como referencias de cuerpo blanco (W) y cuerpo negro (B):

$$R(\lambda) = \frac{I(\lambda) - B}{W(\lambda) - B}$$

Este vector normalizado está relacionado únicamente con la naturaleza del material, así como de sus propiedades estructurales, por lo que puede ser empleado para la caracterización del mismo.

Clasificación de los espectros

Para determinar el tipo de singularidad presente en la madera (1: nudo y madera clara, 2: grieta y 3: veta oscura), se aplica el Análisis de Componentes Principales (PCA) utilizando como datos de entrada los espectros de cada tipo. Los espectros originales con 380 canales por píxel se reducen a un total de 19 bandas de 20 canales cada una. Con el PCA se agrupan las 19 variables en dos componentes principales, que son las que se utilizan en la clasificación.

Resultados

En la Fig. 1a se observa una de las muestras utilizadas con las zonas seleccionadas para la obtención del espectro de referencia de cada tipo. La Fig. 1b muestra los espectros promedio de cada tipo reducidos a las 19 bandas de 20 canales.

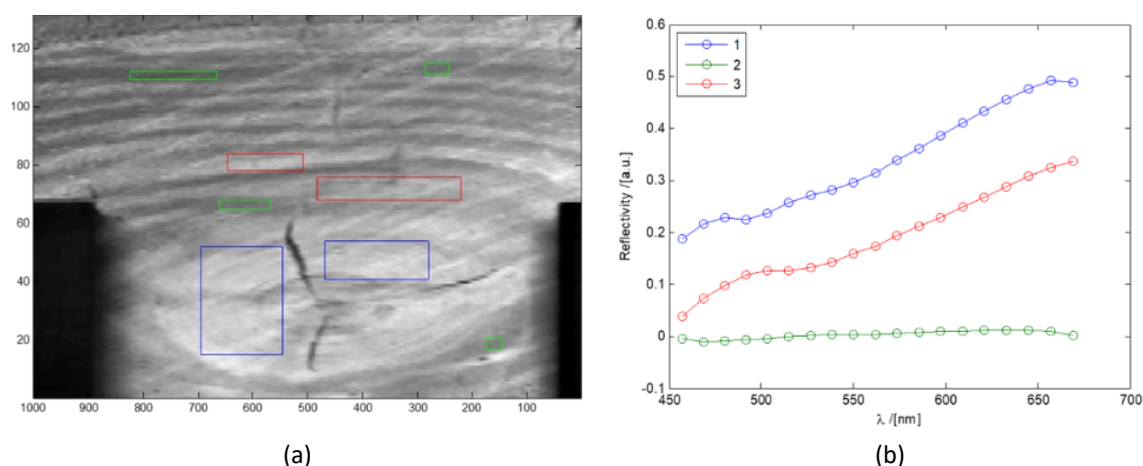


Fig.1. Zonas seleccionas en la muestra M8 y espectros de reflectividad (1: nudo, 2: grieta, 3: veta oscura).

La Fig. 2 muestra los valores de las dos primeras componentes principales para los píxeles de las zonas de referencia de cada tipo. Como se observa, los puntos de cada zona están claramente separados. La clasificación se realiza determinando la distancia para cada píxel de la imagen al baricentro de cada tipo sobre el plano de la figura.

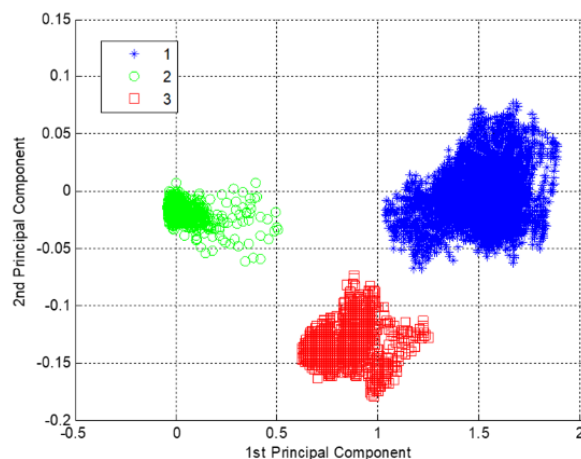


Fig. 2. Representación de los tipos en componentes principales.

En la Fig. 3 pueden observarse los resultados del sistema de clasificación para la muestra M5, obteniéndose una correcta identificación de la grieta, así como de los distintos tipos de madera. También pueden observarse las marcas que produce el aserrado sobre la pieza.

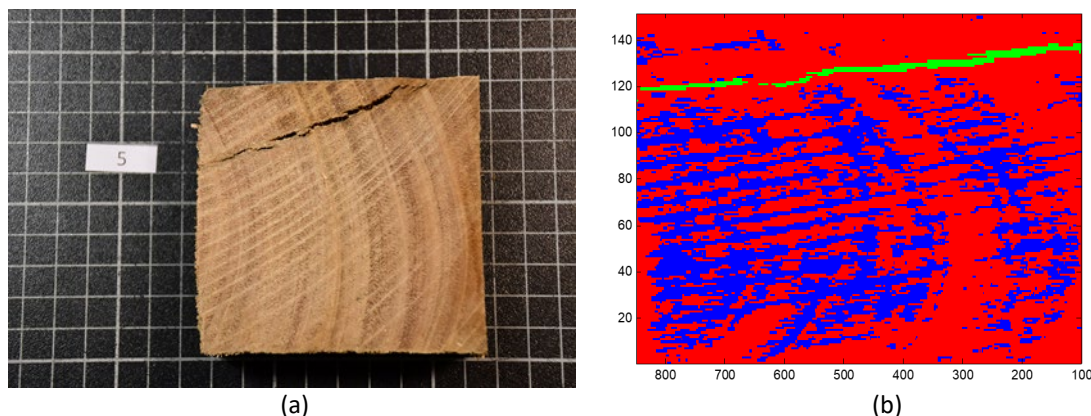


Fig. 3. Clasificación para la muestra M5: 1: madera clara (azul), 2: grieta (verde) y 3: veta oscura (rojo).

Aunque los resultados aquí presentados son preliminares, muestran la potencialidad de esta técnica para la clasificación automática de las singularidades presentes en la madera. En la actualidad, estamos aplicando esta metodología a otras especies de madera y estudiamos la posibilidad de trabajar en otros rangos espectrales a fin de mejorar el sistema de clasificación propuesto.

REFERENCIAS

- [1] Eisman M. T. (2012). Hyperspectral Remote Sensing. Editor: Bellingham, Washington.
- [2] Picón A., Echazarra J., Beciciartua A. (2010). Reciclaje de chatarra electrónica: nuevo algoritmo para su clasificación por imágenes espectrales. Dyna, Vol. 85, Nº 2, pp. 148-157.
- [3] Bonifazi G., Capobianco G., Palmieri R., Serranti S. (2019). Hyperspectral imaging applied to the waste recycling sector. Spectroscopy europe, Vol. 31, Nº 2, pp. 8-11.
- [4] Pozo-Antonio JS, Fiorucci MP, Ramil A, Rivas T, López A.J. (2016). Hyperspectral Imaging as a Non Destructive Technique to Control the Laser Cleaning of Graffiti. Journal of Nondestructive Evaluation, Vol. 35, Nº 3, pp. 35-44.
- [5] López A.J., Ramil A, Pozo-Antonio JS, Fiorucci MP, Rivas T. (2017). Automatic Identification of Rock-Forming Minerals in Granite Using Laboratory Scale Hyperspectral Reflectance Imaging and Artificial Neural Networks. Journal of Nondestructive Evaluation, Vol. 36, Nº 3, pp. 36-52.
- [6] Ramil A., Vázquez-Nion D., Pozo-Antonio J.S., Sanmartín P., Prieto B. (2018). Using Hyperspectral Imaging to Quantify Phototrophic Biofilms on Granite. Journal of Environmental Informatics. doi:10.3808/jei.201800401s.

La luz, el color y las nuevas tecnologías en la arquitectura actual. Posibilidades y desafíos.

Carlos Augusto ZOPPI¹, Raúl Darío SUAREZ¹

1-Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño – Instituto del Color
(arqzoppi@yahoo.com.ar – radasuarez@yahoo.com.ar)

Eje temático:

Nuevas tecnologías y aplicaciones de la luz

1. INTRODUCCIÓN

“Vivimos en una era visual en la que la imagen de la arquitectura es parte de su función. (...) Los vertiginosos avances tecnológicos de los últimos años, unidos a las demandas de una sociedad ávida de sensaciones, han permitido proyectar edificios e interiores de naturaleza interdisciplinar, en los que se entrelazan y fusionan arte, arquitectura y tecnología”. [1]

En el mundo contemporáneo se comprueban importantes cambios en la materialidad de la arquitectura, donde luz y color, como componentes relevantes del diseño arquitectónico urbano, son generadores de nuevas expresiones que posibilitan las tecnologías actuales. Asimismo, tienen la capacidad de informar, sugerir, jerarquizar, desarrollar asociaciones sinestésicas y crear atmósferas, que trascienden la materialidad hacia nuevas dimensiones creativas y perceptivas.

Respecto al diseño lumínico, se han experimentado cambios acompañados de la evolución tecnológica y experiencias interdisciplinarias, los cuales han enriquecido el debate sobre el rol de la iluminación. Lo significativo en la iluminación contemporánea es que se la considera como recurso de diseño espacial y un elemento relevante del paisaje urbano, superando el antiguo concepto del uso de la luz como herramienta funcional.

Entre los cambios que han devenido de la mano de las nuevas tecnologías digitales y los materiales innovadores, encontramos la integración del sistema de iluminación con los elementos formales del objeto arquitectónico. Así, se logran diferentes percepciones de las fachadas, una diurna y otra nocturna dinámica como consecuencia de esa fusión entre tecnología y materialidad, activando de esta manera el espacio público.

Por lo tanto, la consideración de las variables del color y la luz en la arquitectura actual se convierten en una oportunidad para explorar posibilidades y asumir nuevos desafíos. Es conocida la relevancia que la luz y el color han tenido a través del tiempo en la configuración de los espacios y su expresión. La luz revela el color y las formas, nos sitúa temporal y espacialmente, destaca cualidades de los materiales y estimula nuestros comportamientos.

En relación al diseño cromático debe considerarse que la percepción del color resulta de la interacción entre una fuente luminosa, las características de reflectancia y transmitancia de los materiales, y la respuesta visual de un observador. Modificando las características espectrales de emisión de la fuente luminosa, el resultado será diferente respecto al color percibido en el espacio, tanto en aspectos perceptuales como emocionales. Para ello, se debe distinguir entre color pigmento, color luz y luz de color, deteniendo nuestra mirada en el tono, el índice de reproducción cromática (IRC) y el color de la luz.

Según Schindler [2] *“(...) la práctica arquitectónica ha reconocido nuevas y contradictorias posibilidades para el color”*. En este contexto, verificamos esta interacción en intervenciones de espacios interiores, edificios y entornos urbanos internacionales y de la ciudad de Córdoba, Argentina.

En consecuencia, indagar y reflexionar sobre las variables del color y la luz, propicia la realización de lecturas de hechos arquitectónicos y urbanos para interpretar las respuestas a las posibilidades y desafíos de la materialidad y el color en la arquitectura actual en relación a las nuevas tecnologías de iluminación.

Objetivos Generales

Indagar sobre la interacción entre luz, color y nuevas tecnologías en la arquitectura actual.

Reconocer nuevas expresiones e interpretar las posibilidades y desafíos de esta interacción.

Palabras clave: Luz, color, arquitectura

2. METODOLOGÍA

El estudio de la relevancia de la expresión cromática y la iluminación en intervenciones de espacios interiores, edificios y entornos urbanos internacionales y de la ciudad de Córdoba, condujo a indagar y reflexionar sobre las variables de luz y color para verificar las posibilidades y desafíos.

Estudiar la interacción entre el color y la luz implica la consideración del contexto físico espacial además del histórico temporal en el que estos fenómenos acontecen.

Para el desarrollo de este trabajo se llevaron a cabo las siguientes instancias:

1- La *identificación de casos de estudio* se realizó mediante la selección de ejemplos de arquitectura relevantes internacionales [3] y otros en la ciudad de Córdoba, Argentina.

Casos de estudio internacionales:

- Atrium – Universidad de Jussieu (Périphériques Architects. París, Francia. 2006)
- Instituto holandés de medios audiovisuales (Neutelings Riedijk Architecten. Hilversum, Países Bajos, 2006)
- Sede de Métropole Rouen Normandie (Jacques Ferrier Architecture. Rouen, Francia. 2017)
- Uniqa Tower (Neumann + Partners / Andreas Schulz del studio Licht Kunst Licht. Viena, Austria. 2006)
- GreenPix (Simone Giostra & Partners ARchitects. Beijing, China. 2008)
- Torre Agbar (Jean Nouvel y b720. Barcelona, España. 2005)
- One Central Park (Atelier Jean Nouvel. Sydney, Australia. 2014)



Fig. 1 Casos de estudio internacionales

Casos de estudio ciudad de Córdoba, Argentina:

Localizados en áreas con una identidad reconocida: Centro Histórico (área fundacional), área Plaza España (Barrio Nueva Córdoba), Barrio Güemes y Centro Cívico. Además, se consideraron otros ejemplos como edificios institucionales y corporativos, entre otros.



Fig. 2 Casos de estudio en la ciudad de Córdoba (Argentina)

2- En cada caso en particular, se realizó un análisis de: *variables del color* (características del color, materialidad, historicidad, situación diurna y/o nocturna; *variables de la luz*, (luz natural y luz artificial, tono de luz y reproducción cromática en relación a la materialidad).

3- A partir de la relación entre estas variables se interpretaron los *criterios de diseño* utilizados.

4- Finalmente, se definieron las *posibilidades y desafíos* de la materialidad en la arquitectura actual.

3. RESULTADOS

El color y la luz como componentes expresivos del lenguaje arquitectónico urbano, progresivamente han cobrado importancia desde finales del siglo XX. Actualmente los proyectos se convierten en fuentes de luz y color que modifican la expresión y la experiencia espacial.

Por este motivo, distintas configuraciones espaciales revelan el uso de la materialidad tradicional, y también la expresión que la tecnología y los nuevos materiales posibilitan como respuestas a la búsqueda de novedad e innovación.

El estudio de la relevancia de la expresión cromática y de la iluminación en la arquitectura actual corrobora las posibilidades expresivas y significativas de la luz y el color. En los casos internacionales elegidos se reconoce el uso de la interacción entre materialidad, luz y color, cómo también las nuevas tecnologías posibilitan innovar en propuestas de diseño arquitectónico y urbano.

En el caso de Córdoba, exceptuando casos puntuales y significativos en la arquitectura actual, que apelan al uso del color pigmento, las nuevas propuestas de color urbano surgen con la tecnología LED de sistemas RGB. En relación al uso del color predominan el color propio de los materiales y el color aplicado, no reconociéndose salvo excepciones, la exploración sobre materialidad, luz y color como propuestas relacionadas a la problemática de la arquitectura contemporánea.

REFERENCIAS

- [1] Torelló, E. (2015) El espíritu creativo del led. En Sá Lago, A. et al. Aplicaciones del led en diseño de iluminación. pp. 173-178. Editor: Marcombo, S.A. Madrid, España. ISBN: 978-84-267-1805-1
- [2] Schindler V., Cler M. (2017) New color-light-material tendencies in architecture and their impact on urban space. En Environmental colour design: theory and practice. Social Transformations 27. pp.50-67. Editor: Smolensk State University Press, Smolensk, Rusia. ISBN: 978-5-88018-433-0
- [3] Bahamón A., Álvarez A. (2010). Luz, color, sonido. Efectos sensoriales en la arquitectura contemporánea. Editorial Parramón. Barcelona, España. ISBN: 978-84-342-3364-5

Los moduladores espaciales de luz, tecnología emergente en el mundo de la iluminación

Santiago José Martínez Larroza¹, Gustavo Norberto Romero¹, Fabio Miguel Vincitorio¹

1-Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Paraná, grupo GIF (martinezsantiago07@gmail.com)

Área Temática: Nuevas tecnologías y aplicaciones de la luz.

1. INTRODUCCIÓN

Desde hace algunos años empresas como Texas Instruments han venido desarrollando sistemas de modulación de fase para ondas electromagnéticas del espectro visible (luz) [1]. Estos sistemas pensados inicialmente como mecanismos de codificación y manejo de información fueron evolucionando hacia aplicaciones como proyectores de imágenes, video-mapping y otras tan evolucionadas como la reproducción de imágenes tridimensionales (hologramas). Si bien hoy es una tecnología en pleno desarrollo, y por lo tanto de un costo elevado ya se pueden encontrar en el mercado dispositivos de un costo accesible y que permiten desarrollar los conocimientos necesarios para el manejo de esta tecnología. Constructivamente se basan en dos tipos de tecnología, los de transmisión y los de reflexión. En el primer caso normalmente contruidos a partir de sistemas de cristal líquido se encuentra en un grado de evolución y un costo mayor que los del segundo tipo, contruidos a partir de una matriz de micro-espejos de dimensiones cercanas a 5 x 5µm.

Si bien es una tecnología emergente en el campo de la óptica ya existe al menos una patente [2] en la que los moduladores espaciales de luz (SLM) son utilizados para el manejo de la distribución fotométrica de fuentes de luz destinadas a la iluminación. El potencial de aplicaciones, particularmente con la tecnología de iluminación led, es ilimitado. Con esta tecnología sería posible conseguir desde distribuciones de iluminación variable y programable, a la proyección de mensajes viales desde una luminaria de alumbrado público.

En este trabajo se presentan los primeros resultados del manejo de un Procesador digital de luz (DLP) de la familia "DLP2000 0.2nHD DMD"(640x360pix, 60fps, área de pixel 7.56x7.56µm) [3]. Con el objetivo de utilizarlo fundamentalmente en la reproducción de imágenes tridimensionales, como alternativa a esta aplicación se analiza la posibilidad de dirigir patrones de iluminación con fotometrías variables.

Palabras clave: SLM, DLP, holograma, manejo de la luz, tecnología emergente.

2. METODOLOGÍA

Durante el desarrollo de este proyecto se trabajó con un módulo de evaluación de un mini-proyector desarrollado por la empresa DLP® de Texas Instruments Incorporated. Este mini-proyector posee entre sus partes un SLM de reflexión basado en una matriz de micro espejos

El plan de trabajo se centró en el módulo de evaluación "DLP® LightCrafter™ Display 2000 Evaluation Module"[4] el cual consiste en un sistema óptico de proyección de imágenes compacto, la resolución del mismo es de 640 x 360 pixeles y en donde cada pixel es un micro-espejo orientable de 7.56 x 7.56 µm, tiene una frecuencia de refresco [5] de 60Hz. El formato de entrada es configurable por software.

El módulo se complementa con un procesador el cual le suministra la información gráfica a proyectar y la configuración correspondiente. La configuración del módulo se realiza mediante el protocolo de comunicación I²C [6], y el video se transfiere al módulo mediante el protocolo de comunicación DPI (Parallel Display Interface) [7].

En primera instancia se utilizó una plataforma de desarrollo basado en el "micro-controlador STM32F429ZI"[8] de STMicroelectronics el cual tiene hardware dedicado a los protocolos I²C y DPI.

Debido a las dificultades que plantea la plataforma STM32 para su manejo y programación, se decidió cambiar de procesador principal. Se optó por continuar el proyecto utilizando un sistema embebido tipo

"Raspberry Pi 3"[9]. Dispositivo que posee un sistema operativo basado en Linux [10] y drivers específicos para los protocolos I²C y DPI, que fueron usados en los programas de procesamiento y transmisión de imágenes.

En las etapas de implementación, se desarrollaron rutinas que permiten proyectar imágenes de diferente tipo tales como un archivo de texto, imágenes en secuencia de figuras y patrones particulares. El objetivo primario de esta metodología es lograr una "red de difracción"[11] programable.

3. RESULTADOS

De la implementación de rutinas programadas sobre el sistema Raspberry Pi 3, se ha podido determinar la factibilidad de aplicación para la generación de diferentes tipos de imágenes, reproduciéndose diferentes tipos de archivos. Alcanzados los objetivos de manejo general se procedió a desmontar el SLM del DLP para acceder a la reproducción de patrones predefinidos. Realizada esta operación con el uso de fuentes de luz coherente se pudo comprobar el comportamiento de la matriz de espejos en total coincidencia con una red de difracción de fase. Además, pudieron visualizarse los fenómenos de reproducción de frecuencias espaciales de orden superior, efecto que puede resultar negativo en el uso de estos dispositivos como moduladores para la reproducción de curvas fotométricas deseadas.

REFERENCIAS

- [1] "DLP Overview TI". <http://www.ti.com/dlp-chip/overview.html>.
- [2] Gerwin Damber, Anders Ballestad, Us Patent US20160295178A1. Pub. Date: Oct. 6, 2016
- [3] "DLP2000 DLP® 0.2 nHD DMD". <http://www.ti.com/product/DLP2000>.
- [4] "DLP® LightCrafter™ Display 2000 Evaluation Module". <http://www.ti.com/tool/DLPDLCR2000EVM>.
- [5] "I2C Bus Specification". <https://www.i2c-bus.org/specification>.
- [6] "Understanding display interfaces". <https://www.usmicroproducts.com/blog/understanding-display-interfaces>.
- [7] "Nucleo-F429ZI Nucleo-144 board". <https://www.st.com/b/en/evaluation-tools/nucleo-f429zi.html>.
- [8] "Raspberry Pi 3 Model B". <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>.

Métodos de documentación y visualización: Reconstrucción virtual de Ibatín, Tucumán

Mirta PELUFFO^{1,2}, Raúl AJMAT^{1,2,3}, Sofía ROCA³

1- Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión (ILAV). Universidad Nacional de Tucumán (UNT)- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) (mirtapeluffo@hotmail.com)

2-Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología - Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión (DLLyV) (rfajmat@hotmail.com)

3- Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de Tucumán (UNT) (sofiaroca.arq@gmail.com)

Área Temática: Nuevas tecnologías y aplicaciones de la luz.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo propone llevar a cabo una reconstrucción parcial de la ciudad de Ibatín, primera fundación de la ciudad de San Miguel de Tucumán, mediante métodos de virtualización del patrimonio, que se dividen en métodos de documentación y de visualización. Los primeros inician el proceso con la documentación geométrica del bien patrimonial y permiten obtener un modelo digital tridimensional de alta precisión. En todo el trabajo la interacción de la luz con la materia es la base tanto del proceso de documentación como del de virtualización.

La primera fundación de la ciudad de San Miguel de Tucumán se llevó a cabo el 31 de mayo de 1565 en Ibatín, Comuna de León Rougés, Departamento de Monteros. La elección de su emplazamiento respondió a razones estratégicas y económicas, convirtiéndose en un punto de vital importancia para la consolidación y conquista del NOA por los españoles.

Si bien en sus inicios, la ciudad era una aldea fortificada con algunos ranchos de paja adentro, hacia finales del siglo XVI inició un rápido proceso de desarrollo y en las primeras décadas del siglo XVII contaba con elegantes casas, numerosas iglesias pertenecientes a las distintas órdenes religiosas y un ambiente dinámico propio de un centro comercial activo.

En 1685 se traslada la ciudad al sitio de la Toma como consecuencia de numerosas circunstancias: por un lado, los cambios en la corriente del río Tejar y sus sucesivas crecidas arrasaron con todas las viviendas del norte de la ciudad y generaron condiciones insalubres de habitabilidad. Por otra parte, la fundación de la ciudad de Esteco (actual territorio de Salta) generó un nuevo camino que comunicaba el Perú sin pasar por los Valles Calchaquíes. A pesar de esto hacia 1630 Ibatín continuó siendo el centro comercial más importante y paso obligado, pero entre 1656 y 1659 se produjo el tercer y último Gran Levantamiento Diaguita – Calchaquí, que terminó por imponer el nuevo camino comercial definitivamente. La ciudad se convirtió en un lugar malsano, con una mínima actividad económica. Sin perspectivas de cambios, los habitantes empezaron a abandonar la ciudad. La mudanza generó una fuerte controversia entre los bandos que estaban a favor y en contra. En 1680 el rey de España emite una cédula real ordenando el traslado, que se concreta 5 años después por la puja de bandos [1].

El sitio se encuentra actualmente abandonado. Recientemente las ruinas pasaron a manos de la Dirección de Patrimonio Cultural de la provincia de Tucumán y se dispuso la creación en ese lugar del Museo Arqueológico a Cielo Abierto.

La densa vegetación de la Yunga volvió a cubrir nuevamente el sitio fundacional convirtiéndolo en un pequeño monte con una abundante vegetación sin edificaciones visibles. Incluso varias hectáreas fueron usurpadas con fines agrícolas. La escasa infografía en el sitio difícilmente permite al visitante interpretar el pasado. Esto nos lleva a cuestionar el papel de las formas tradicionales de obtención y transmisión de conocimientos, en particular en el caso de la arqueología. La arqueología nos proporciona mucha información sobre el pasado, pero los datos no siempre son fácilmente interpretables. Cada vez se hace más evidente la necesidad del uso de nuevas tecnologías para la difusión del patrimonio de un modo didáctico con el fin de captar el interés del público, despertar su curiosidad y motivar el deseo de conocimiento del mismo [2].

El proceso de virtualización finaliza con la puesta en valor mediante métodos de visualización en diferentes formatos: ilustraciones 2D y 3D, modelos digitales y recorridos interactivos, haciendo uso de tecnologías como la realidad virtual, la realidad aumentada, los motores de juegos, el videomapping, entre otros.

Palabras clave: patrimonio cultural, nuevas tecnologías, virtualización.

2. METODOLOGÍA

El trabajo se divide en tres etapas:

Etapas 1: Investigación preliminar.

En primer lugar se visitó el sitio y se realizó un relevamiento de los restos de fundaciones de edificios que se encuentran descubiertos, los cuales son muy escasos. Después se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica sobre la fundación de Tucumán en Ibatín, a partir de la cual se obtuvieron datos de las dimensiones que tendrían los edificios más importantes. También se cuenta con información de la reconstrucción de una vivienda a partir de una investigación arqueológica [3] y se pudo identificar tres períodos históricos en Ibatín: una etapa fundacional, con pocas construcciones, una etapa de apogeo alrededor de 1630, con importantes edificios e intensa actividad y la tercera etapa de declive a partir de 1660.

También se investigó sobre ciudades contemporáneas a Ibatín para complementar información faltante para las reconstrucciones mediante correlaciones.

A partir de hipótesis de reconstrucción se procede a elaborar gráficos de los edificios: planos, cortes, fotorealismos, definición de materiales, definición de sistemas estructurales, carpinterías, etc.

A los fines de asegurar la transparencia científica de la información que se brinda al visitante, en cada reconstrucción queda claramente registrado el nivel de veracidad de la información mediante el uso de la Tabla Bizantium propuesta por Aparicio Resco y Figueiredo. Consiste en una escala de colores que representan el grado de evidencia histórico-arqueológica de las reconstrucciones virtuales. Los colores fríos denotan bajos niveles de evidencia histórico-arqueológica mientras que los colores cálidos denotan altos niveles de autenticidad. De esta forma la autenticidad de las reconstrucciones virtuales queda perfectamente reflejada [4].

Etapas 2: Métodos de Documentación

Por un lado se puede relevar gráficamente la fisonomía actual de los restos arqueológicos, luego la documentación digital de los edificios y su contexto se lleva a cabo con software de modelado tridimensional.

Etapas 3: Métodos de Visualización

Para la visualización de los resultados se creará un sitio web en donde se podrá acceder a una plataforma virtual recorrible e interactiva.

3. RESULTADOS

Actualmente el trabajo cuenta con resultados preliminares de las reconstrucciones graficas de los edificios que se elaboraron en base a documentación existente de ciudades contemporáneas a la de San Miguel de Tucumán en Ibatín. Estas reconstrucciones se virtualizarán y serán volcadas en el trabajo completo.

REFERENCIAS

- [1] PiossekPrebisch T. (1985). La ciudad en Ibatín - la primera San Miguel de Tucumán: 1565-1685 (1ª edición). Edición del Autor. ISBN 978-950-43-3227-5.
- [2] Borrel Giró, M. (2010). Las nuevas tecnologías, una herramienta al servicio de la presentación del Patrimonio. El caso del Parque Arqueológico Minas de Gavà (Barcelona). Virtual ArchaeologyReview, 1(2), 9–12.
- [3] Noli, Estela et al. (2015). Revisitando Ibatín (1ª edición). Editorial: Universidad Nacional de Tucumán. ISBN 9789877540291
- [4] AparicioResco, P., & Figueiredo, C. (2014). El grado de evidencia histórico-arqueológica de las reconstrucciones virtuales: hacia una escala de representación gráfica. COTARQ 2014, Congreso Internacional Sobre Otras Arqueologías.

Tecnologías disruptivas y nuevos paradigmas en iluminación y diseño.

Carlos ZOPPI¹, Pablo BOBATTO¹, Mariano CORTADI¹, Ana Carla MELACRINO¹, Silvina FIGUEROA¹

1-Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño
(arqzoppi@yahoo.com.ar)

Eje temático:

Nuevas tecnologías y aplicaciones de la luz

1. INTRODUCCIÓN

Esta presentación es un avance del proyecto de investigación que estamos desarrollando a través de la SECyT de la Universidad Nacional de Córdoba. En este proyecto proponemos investigar la información disponible en Argentina referida a la nueva tecnología LED utilizada en iluminación de interiores, de modo de brindar líneas de referencia para su interpretación y actualización de los contenidos específicos para la enseñanza de la Luminotecnia en las carreras vinculadas al diseño de iluminación, como son Arquitectura, Diseño Industrial, Ingeniería y Diseño de Interiores. Asimismo, esta tecnología de la iluminación ha experimentado avances que han provocado cambios sustanciales, tanto en lo tecnológico, lo visual, el color y en consecuencia en aspectos vinculados al diseño.

Este proceso se ha acelerado, con tecnologías disruptivas que han venido a revolucionar y en consecuencia a replantear conceptos, la información fotométrica disponible para interpretar las fuentes luminosas artificiales y han impactado en el diseño cambiando los paradigmas de la iluminación, donde los LEDs (Light Emitting Diode) son los grandes protagonistas de esta evolución. En la actualidad, con frecuencia se habla de las *tecnologías disruptivas* aunque no son un fenómeno reciente, así irrumpe una nueva tecnología para la generación de luz, que está avanzando de forma exponencial y, aunque aún todavía no cubre la sustitución de todas las tecnologías y fuentes de luz, sí que apunta a sustituir la gran mayoría de ellas a medio y largo plazo.

La tecnología disruptiva se puede definir como una innovación que ayuda a crear una nueva red de valor y que eventualmente interrumpe el mercado actual (en unos pocos años o décadas), desplazando una tecnología anterior. El concepto de innovación disruptiva fue acuñado por el profesor de Harvard Business School, Clayton M. Christensen [1] quien en 1997 a partir de su libro *"The Innovator's Dilemma"* (El dilema del innovador) logró que se popularizara el término. Originalmente el término fue utilizado en el ámbito de la economía, pero en la actualidad comienza a tener mucha importancia a la hora de plantear estrategias de desarrollo en los departamentos de I+D de muchas compañías e instituciones académicas, y especialmente cuando se trata de avances tecnológicos, por ello se habla de las *tecnologías disruptivas*.

Para comprender este tema, precisemos dos conceptos: Hay una **innovación evolutiva** y una **disruptiva**. Normalmente las tecnologías disruptivas aparecen mucho tiempo antes de tener su mayor impacto sobre los sectores afectados. Es habitual que exista un fuerte desarrollo teórico en torno a ellas y su aplicación, esperando a que se den las condiciones físicas (costos, precisión de manufactura, procesos de producción) que posibiliten su explotación masiva, más allá de costosos prototipos. Esto es lo que ha ocurrido con la tecnología LED en el campo de la iluminación, especialmente en las aplicaciones para su uso en espacios interiores y alumbrado público. Y por lo tanto, hasta se habla de un cambio de paradigma en el campo de la iluminación y diseño.

En relación a las innovaciones evolutivas y disruptivas, citadas anteriormente, la estrategia que se ha adoptado en el mercado mundial de iluminación se ha dividido en dos etapas: la primera, conocida como **"Retrofit"**, que consiste en el aprovechamiento de las instalaciones existentes y el reemplazo de un producto de tecnología tradicional y reemplazarlo con otro con tecnología LED tratando de adaptarse a los artefactos existentes; y la segunda, denominada **"Ledfit"**, que se basa en el diseño de productos específicos para la tecnología led y en consecuencia llevando a la investigación, exploración proyectual y producción de nuevas luminarias. Actualmente, estamos en esa transición, con productos de ambas etapas y, si bien muchos de los productos aún conservan los formatos conocidos, ya comenzamos a visualizar diseños revolucionarios y de vanguardia. En este contexto tecnológico-productivo, es donde se

propone este proyecto de investigación, tratando de recopilar, sistematizar, interpretar la información para así obtener parámetros de comparación y posibles aplicaciones al campo del diseño.

El mercado, ha salido a irrumpir violentamente con las nuevas tecnologías sin las necesarias y consecuentes actividades de formación del público consumidor, para que los ciudadanos sean capaces de seleccionar adecuado a sus necesidades y requisitos. Además de esa tarea de difusión para su interpretación, el punto débil de los productos ofrecidos, muchos de ellos sin las evaluaciones necesarias en laboratorios especializados, que anteriormente no solo aseguraban productos de calidad e información fotométrica confiable, sino que garantizaban ciertos estándares que en la actualidad son difíciles de obtener.

Por ello, se propone establecer criterios de valoración estudiando productos y para ello el punto de partida es la década del noventa por las grandes disrupciones en este campo, primero brindada por la innovación evolutiva donde las lámparas fluorescentes compactas y las halogenadas comenzaron este camino. En relación al análisis de los artefactos y espacios, se circunscribe el proyecto a la última década, coincidente con las propuestas innovativas en diseño y con la estrategia comercial “ledfit”.

Finalmente, se busca hacer aportes en la actualización de la información fotométrica para su interpretación, y aplicación al campo del diseño en la enseñanza de la iluminación superando los aspectos meramente cuantitativos.

Objetivos Generales

- Reconocer el impacto que las tecnologías disruptivas tienen en la iluminación y el diseño.
- Aportar a la actualización de la información fotométrica para su interpretación y aplicación al diseño.
- Abordar desde una perspectiva integradora los diferentes parámetros que intervienen en el diseño de iluminación en relación a la tecnología LED
- Promover la formación de recursos humanos en investigación, docencia y extensión, divulgando los resultados del proyecto en ámbitos académico-científicos tanto locales como internacionales.
- Definir a partir de los diferentes enfoques disciplinarios estudiados diversas aristas de la temática, tales como color, eficiencia energética, reproducción cromática y otros aspectos que intervienen en los nuevos paradigmas de la iluminación.

Palabras clave: *Tecnologías disruptivas, Iluminación, Diseño*

2. METODOLOGÍA

El trabajo se centra fundamentalmente en el relevamiento de información fotométrica y análisis de casos, en los cuales se contemplan los siguientes aspectos:

- El relevamiento y registro bibliográfico y fotográfico, de información técnica sobre lámparas, artefactos y espacios iluminados con las tecnologías disruptivas.
- Comparación de lámparas incandescentes halogenadas, fluorescentes tubulares y compactas, y particularmente fuentes luminosas LED, a partir de parámetros cuantitativos y cualitativos, como eficiencia, vida útil, reproducción cromática, tono de luz, entre otros, y la influencia que ejercen en la apariencia de los objetos.
- El procesamiento y análisis comparativo de datos extraídos de fuentes primarias y secundarias tanto impresas como virtuales, incluyendo información de catálogos de empresas fabricantes de lámparas y artefactos.
- Elaboración de cuadros o matrices entre productos existentes en nuestro medio, para tener un panorama más claro respecto a la información brindada por los fabricantes y obtener criterios que contribuyan a la toma de decisiones en la definición de proyectos de iluminación.
- Encuestas a usuarios de las nuevas tecnologías, como así también a empresas y diseñadores del medio que permitan obtener información sobre la percepción y la apreciación que tienen ante este cambio tecnológico y la aplicación de las mismas.

Los datos obtenidos se analizarán cuantitativamente y cualitativamente detectando parámetros y datos novedosos en relación a las nuevas tecnologías, los aportes al diseño en términos de innovación, de eficiencia energética, color y versatilidad y como aspectos que influyen en el cambio de los paradigmas de la iluminación.

3. RESULTADOS

Los resultados que se presentan en este trabajo, son de carácter preliminar y al nivel de desarrollo alcanzado, permiten confirmar algunas hipótesis planteadas y constituye un aporte porque son escasos los estudios sobre el tema desde una mirada holística o integradora, esto es que permita relacionar los datos técnicos con la aplicación en el campo del diseño. Las tecnologías disruptivas en iluminación de interiores han producido un impacto sensible y acelerado en el uso y difusión de las mismas, sin la necesaria “alfabetización” del público consumidor. Por otro lado, visualizamos algunas situaciones en las que se encuentra actualmente la aplicación al diseño lumínico interior, como consecuencia de las posibilidades y versatilidad de las nuevas fuentes lumínicas que estimulan nuevos usos, pero que también forman parte de aspectos culturales contemporáneos.

Consideramos que nuestra investigación permitirá completar y procesar información que hoy se encuentra fragmentada y así, generar un registro de datos y estrategias de aplicación en el diseño lumínico. Además, tomar conciencia que esta disrupción no solo implica la sustitución de fuentes luminosas por una nueva tecnología, sino que implica un cambio de paradigma en el diseño lumínico.

REFERENCIAS

- [1] Christensen, C. (1997) The Innovator's Dilemma. Harvard Business School Press Boston, MA, USA. 1st edition. ISBN:0-87584-585-1.

Relevamiento de causas de descarte en lámparas LED E27

Nahuel Berns¹, Mónica Krenz¹, Agustín Chort¹, José L. Frund¹, Fabio Vincitorio¹

1 - GlePi Grupo de Investigación en Electrónica de Potencia en Iluminación, Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Paraná
(monicakrenz@hotmail.com)

Área Temática: Nuevas tecnologías y aplicaciones de la luz – Luz, sociedad y medio ambiente.

1. RESUMEN

Las lámparas de bajo consumo o lámpara fluorescentes compactas, paradigma de la eficiencia energética en iluminación están siendo reemplazadas por lámparas mucho más eficientes y menos contaminantes, construidas sobre la base de tecnología LED y drivers derivados de configuraciones de electrónica de potencia.

En este trabajo se presenta como caso de estudio las lámparas de uso domiciliario con rosca de conexión E27. Las potencias de estas lámparas van desde los 5 W hasta los 15 W. El estudio contempla realizar el relevamiento de la configuración de los drivers usados por cada fabricante así como también la forma de conexión de los LED. Además, al tratarse de lámparas descartadas, se analiza el probable origen de la causa de descarte.

Los resultados muestran una alta incidencia de daños ocasionados por exceso de temperatura, que se refleja fundamentalmente en el estallido de los capacitores electrolíticos del driver. La segunda causa visible se relaciona con los LED utilizados.

2. INTRODUCCIÓN

Las lámparas de bajo consumo o lámpara fluorescentes compactas están siendo reemplazadas por lámparas de LED con potencias que van de 5 W a 15 W. Al igual que las anteriores las lámparas LED adoptan en su mayoría el casquillo E27 como norma de conexión. Para poder adaptarse a esta norma y mejorar la distribución lumínica, han copiado la forma de la lámpara incandescente.

Si bien hay otras alternativas para el reemplazo de la iluminación doméstica (tubo LED o del tipo microica con zócalo GU10), suelen ser las más elegidas debido a que es más común el casquillo E27 y son de reemplazo directo (los tubos LEDs requieren de modificación en el circuito) [1].

Desde la aparición de las primeras lámparas hasta la fecha se han observado cambios notables en la construcción de este tipo de elementos de iluminación [3]. Las primeras se construían sobre disipadores de aluminio o fundición de aluminio de dimensiones y masa notables, mientras que en la actualidad se las construye con disipadores cuya masa de aluminio es 6 veces menor [2]. Sin embargo siguen manejando la misma potencia y los mismos tipos de LED.

Constructivamente se las puede dividir en dos partes bien diferenciadas: el soporte de los LED y un driver o control de corriente. Estas partes pueden venir en dos plaquetas de circuito impreso diferentes o todo en uno. El conjunto es montado dentro de un alojamiento de aluminio recubierto en plástico. Un difusor traslucido es usado para mejorar la distribución luminosa. Cada una de las partes suelen conectarse mediante cables aunque también se usan conectores en PCI (placas de circuito impreso) especiales.

Los LED generalmente son conectados en serie con valores de tensión que van de los 30 V a los 110 V dependiendo de la potencia de la lámpara.

La topología de los drivers puede ser dividida en dos grandes grupos: drivers en configuración auto resonante o drivers en modo de conmutación. En el primero de los casos no suele encontrarse electrónica integrada mientras que en el segundo tipo es normal la utilización de circuitos discretos e integrados del tipo de montaje superficial.

Los LED usados son generalmente LED en el rango de baja y media potencia desde 0,5 W a 1 W y tensiones de operación superiores a los 9 V.

Eléctricamente el consumo depende de la topología implementada en el driver. Si es de tipo resonante o con regulador lineal la corriente suele presentar un alto contenido armónico con factor de distorsión

superior al 120% [4]. Por el contrario si la topología tiene como configuración drivers en modo de conmutación la distorsión se reduce por debajo del 15 % pero presentan contenido de frecuencias elevadas 50 KHz a 150 KHz moduladas en la señal de 50 Hz.

Palabras clave: LED, E27, fallas, causas, desempeño, condiciones de operación.

2. METODOLOGÍA

El objetivo fundamental de esta investigación es determinar las causas que originan el descarte de las lámparas E27 sometidas a diferentes condiciones de funcionamiento. Para ello la metodología se basa en el estudio de ejemplares que han sido descartados por los usuarios por presentar defectos de funcionamiento o falta total de emisión de luz. Las lámparas donadas son clasificadas según el tipo de falla al ser conectadas a la red de alimentación. De esta primera prueba se detectan tres tipos de respuesta:

- a- La lámpara no enciende.
- b- La lámpara enciende a muy baja potencia.
- c- La lámpara parpadea.

Una vez catalogadas se procede con apertura de la lámpara. Inicialmente se retira el difusor y se observa el estado de los LED y de la placa de circuito impreso. Se registra si existen LED que muestren daño o ennegrecimiento. Se observa si la placa que debería ser blanca presenta una tonalidad amarillenta.

Posteriormente se separa la placa de CI (circuito impreso) del resto del disipador de aluminio que forma el cono de la lámpara. Se controla el espesor y la tecnología de montaje.

En este punto se controla si el fusible de protección se ha dañado. Se retira el driver y se observa el estado de la placa de CI, si ha cambiado de color y si los capacitores electrolíticos se encuentran dañados.

Se releva el circuito identificando la topología y se procede con relevamiento del circuito. Se los clasifica según topología:

- a- Resonante.
- b- Modo conmutación.
- c- Lineal.

Se intenta determinar la causa de mal funcionamiento clasificándose el fallo según:

- a- LED dañado.
- b- Alta temperatura.
- c- Capacitor electrolítico dañado.
- d- Circuito integrado dañado.
- e- Bobina dañada.
- f- Cables de conexión dañados.
- g- Falla de origen.
- h- Fallas múltiples.

Cada una de estas clasificaciones es usada como parámetro, los que a su vez serán utilizados estadísticamente para determinar las causas más probables.

En los casos en los que fuera posible intentar una reparación de la lámpara se procede con el reemplazo del componente que se supone dañado, confirmando de esta forma el origen de la falla. Todos los resultados son documentados en planillas de clasificación. En la Tabla I se muestra el formato de clasificación de lámparas recibidas para su análisis.

3. RESULTADOS

Los resultados hasta aquí obtenidos muestran que la principal causa de falla se relaciona directamente con los LED dañados. En la mayor parte de los casos de uno a tres LED se encuentran destruidos, sin embargo no parece ser la causa de fallo sino la consecuencia de quedar sometidos a una sobrecorriente por falla en el driver.

Una observación común en todos los ejemplares es que muestran haber alcanzado altos niveles de temperatura, hecho que se manifiesta en el oscurecimiento de las placas de circuito impreso y en la rotura de la envoltura de los capacitores electrolíticos.

En la Tabla -1 se muestran los datos relevados de una primera serie de treinta lámparas. Cada una de ellas catalogadas de acuerdo con la marca y el modelo, además de la potencia. Como puede observarse la mayoría de las lámparas no muestran sobre el encapsulado los datos técnicos mínimos que permitan definir sus características.

Nº	MARCA	MODELO	POT [w]	Vac [V]	f [Hz] [Hz]	Iac [mA]	fp	Flujo [lm]	TC [°K]
1	General Electric	LED7/A60/830/100	7	100/240	50/60	100	>0,8	470	3000
2	General Electric	LED7/A60/865/100	7	100/240	50/60	100	>0,8	500	6500
3	General Electric	LED7/A60/830/100	7	100/240	50/60	100	>0,8	470	3000
4	General Electric	LED7/A60/865/100	7	100/240	50/60	100	>0,8	500	6500
5	General Electric	LED7/A60/865/100	7	100/240	50/60	100	>0,8	500	6500
6	M&K	LB0090-1W	9	110/240	50/60	68	ND	800	6400
7	M&K	LB0120-1W	12	100/240	50/60	88	ND	1050	6400
8	M&K	LB0120-1W	12	100/240	50/60	88	ND	1050	6400
9	M&K	LB0120-1W	12	100/240	50/60	88	ND	1050	6400
10	M&K	LB0120-1W	12	100/240	50/60	88	ND	1050	6400
11	M&K	LB0120-1W	12	100/240	50/60	88	ND	1050	6400
12	General Electric	LED7/A60/865/100	7	100/240	50/60	100	<0,8	500	6500
13	CROLED	BT-60-14	14	220/240	50/60	105	ND	1400	6500
14	OSRAM	CLASSICA90/830	12	220	50/60	ND	ND	950	3000
15	CROLED	BT-60-14	14	220/240	50/60	105	ND	1400	6500
16	VECTOR LED	L052A	5	110/240	50/60	ND	ND	ND	ND
17	VECTOR LED	L152A	15	110/240	50/60	ND	ND	ND	ND
18	PHILIPS	9290011609	4	220/240	50/60	40	>0,5	350	3000
19	NOVA ELECTRICITY	NLA72765	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
20	NOVA ELECTRICITY	NLA72765	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
21	TBCin	A60-SMD	14	230	50	ND	ND	ND	ND
22	TBCin	A60-SMD	14	230	50	ND	ND	ND	ND
23	ALIC	A7014SLC	14	230	50/60	125	ND	ND	ND
24	TBCin	A60-SMD	12	230	50	ND	ND	ND	ND
25	TBCin	A60-SMD	12	230	50	ND	ND	ND	ND

Nº	MARCA	MODELO	POT [w]	Vac [V]	f [Hz] [Hz]	Iac [mA]	fp	Flujo [lm]	TC [°K]
26	TBCin	A60-SMD	12	230	50	ND	ND	ND	ND
27	VECTOR LED	L152A	15	110/240	50/60	ND	ND	ND	ND
28	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
29	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
30	LEDAR	AA6040A02	7	100/240	50/60	35	ND	ND	6000

Tabla I: Tabla de clasificación de lámparas.

REFERENCIAS

- [1] Elvo Calixto Burini Junior 1, José Carlos Martínez Melero 2, Mario Roberto Raitelli. (2017). Elevação de Temperatura em Luminária Fechada. XIII Jornadas Argentinas de Luminotecnia. Los Reyunos San Rafael Mendoza – Argentino.
- [2] J. Jakovenko, R. Werkhoven, J. Formánek, J. Kunen, P. Bolt and P. Kulha, "Thermal simulation and validation of 8W LED Lamp," 2011 12th Intl. Conf. on Thermal, Mechanical & Multi-Physics Simulation and Experiments in Microelectronics and Microsystems, Linz, 2011, pp. 1/4-4/4. doi: 10.1109/ESIME.2011.5765818.
- [3] M. Franz and J. Nicolics, "Environmental aspects of white LED lighting systems: Energy statistics, study parameters, rare earths," 2015 38th International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE), Eger, 2015, pp. 396-401. doi: 10.1109/ISSE.2015.7248029
- [4] Rincón Triana, César Andrés Muñoz Romero, Javier Andrés. Análisis de Distorsión Armónica Aplicado a Dos Tipos de Drivers Dimerizables para Luminarias LED. Repositorio Institucional Universidad Distrital – RIUD. <http://hdl.handle.net/11349/6046>.

Evaluación del desempeño de un registrador de iluminancia y temperatura instalado en el túnel subfluvial Uranga - Silvestre

Begnis

Mónica Krenz¹, Agustín Chort¹, José Luis Frund¹, Fabio Vincitorio¹

1-Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Paraná - GlePi
(fisicaelectronica@frp.utn.edu.ar)

Área Temática: Nuevas tecnologías y aplicaciones de la luz.

1. INTRODUCCIÓN

Las ciudades de Paraná y Santa Fe en la República Argentina se encuentran unidas por uno de los primeros túneles sub fluviales construidos en el mundo. Este une la costa de la provincia de Entre Ríos con una de las islas sobre la margen correspondiente a la provincia de Santa Fe. El mismo recorre una distancia total de 2937 metros bajo el canal o cauce principal del río Paraná. Su construcción comenzó en el año 1962 y fueron inauguradas en 1969. La obra representó todo un logro de la tecnología disponible en aquellos días. Hoy representa una obra emblemática, no solo por lo que significa desde el punto de vista tecnológico si no porque permitió abandonar definitivamente el aislamiento de la provincia de Entre Ríos. [1]

En agosto de 2016 se reemplazaron íntegramente los equipos auxiliares y los tubos fluorescentes de 3800 luminarias. Para ello, se utilizaron tubos de nueva tecnología LED (Tubos construidos con diodos emisores de luz), los que fueron seleccionados luego de rigurosos ensayos, que solo superaron 5 fabricantes. Los tubos fueron instalados en las mismas luminarias alterando el cableado original (de estas) para compatibilizarlo con los nuevos dispositivos.

Para realizar un análisis de esta instalación inicialmente se diseñó una red de estaciones de sensado uniformemente distribuidas dentro del túnel, conectados a un sistema SCADA. Actualmente se encuentra en desarrollo.

Antes de realizar la implementación final, se realizó una leve modificación a una de las estaciones de sensado para instalarla dentro del túnel y que de forma autónoma pueda realizar mediciones sin necesidad de estar conectada al sistema SCADA y de esta forma poder analizar el comportamiento del equipo.

Las estaciones de sensado inicialmente diseñadas miden temperatura e intensidad de luz con la posibilidad de incorporar sensores de gases como CO y CO₂. Estas mediciones son accesibles por el sistema SCADA.

A uno de estos equipos se lo modifico adicionándole una tarjeta de memoria SD. Se configuro el equipo para adquirir una muestra por minuto y almacenarla en memoria. A cada muestra se la enumero y se adiciono el dato de fecha y hora para poder correlacionar las muestras en el tiempo.

Los datos obtenidos se almacenan en formato de texto en un archivo CSV de fácil lectura. Al extraer la tarjeta de memoria e insertarla en cualquier PC puede ser leído utilizando cualquier software de planilla de cálculo.

El objetivo fundamental de esta etapa es el de definir variables que puedan afectar el funcionamiento de la red de sensado y que inicialmente no hubiesen sido consideradas. Los resultados que se obtengan de este registrador serán analizados y determinarán las mejoras que debe realizarse al proyecto de instalación.

Para el desarrollo de cada una de las estaciones de sensado se utilizaron transductores digitales que fueron debidamente seleccionados. A continuación se describen los transductores seleccionados para el sensado de temperatura e intensidad de luz.

En la tabla I se resumen las especificaciones de los transductores de intensidad de luz. Se optó por utilizar el transductor BH1750 el cual cumple con los requisitos mínimos necesarios para el desarrollo de la red de sensores y se consigue fácilmente en el mercado local.

Para la selección del transductor de temperatura, se compararon 2 posibles transductores seleccionándose el **DS18B20** debido a que satisface las especificaciones de hermeticidad.

Se realizó el armado del equipo y su posterior instalación en un punto estratégico del viaducto para la toma de datos.

Transductor:	OPT101	OPT3001	BH1750
Tipo	Analógico	Digital	Digital
Salida	Voltaje proporcional	Digital I2C	Digital I2C
Rango	0.45V/ μ W $\lambda=650\text{nm}$	0.01/83KLux	1/65535 Lux
Resolución	-	23 bits	16 bits

Tab. I. Comparativa transductores intensidad de luz

Palabras clave: LED, Túnel, Registrador, Análisis, Iluminancia.

2. METODOLOGÍA

Habiendo sido desarrollado un prototipo con capacidades de comunicación y posteriormente uno con capacidad de almacenamiento, se decidió la instalación en condiciones reales. El primer paso en la instalación fue el de seleccionar la posición del dispositivo dentro del viaducto. Como variables de selección se pudieron definir dos: una instalación en el interior del túnel, la segunda en una zona cercana a uno de los ingresos. De las dos opciones se seleccionó la primera de ellas basada en los siguientes criterios:

- Obtener valores de iluminancia y temperatura afectados por condiciones externas (medioambiente exterior).
- Facilidad de ingreso al viaducto para proceder con la descarga de los datos, desde el registrador hacia un PC.
- Determinación de variables imprevistas.

Para la instalación se procedió con la fijación del gabinete de alojamiento de la placa de registro sobre la pared y a una altura de 1,5 m de la vereda de servicio, donde también se ubican los sensores de iluminancia y temperatura. Como metodología de trabajo el registrador será consultado en diferentes períodos de tiempo. Para ello es necesario ingresar con un PC portátil y conectar este a la placa de registro. Una vez obtenido los datos muestreados y almacenados se procede con la conversión de los valores compatibles con un software de planilla de cálculo. Traducido los valores se procede con el control de formatos y adecuación. Con la tabla de valores se obtiene gráficos sobre los que se realiza el análisis de los resultados.

3. RESULTADOS

De la primera serie de datos obtenida entre el 7 de diciembre y el 27 de diciembre de 2018 vemos que el dispositivo funcionó de acuerdo con lo previsto registrando más de 4000 muestras de iluminancia y temperatura. Si bien existieron dos reinicios en la secuencia de captura, posiblemente debidos a huecos de tensión en la línea de alimentación, los valores presentan una adecuada correlación.

Del análisis de los gráficos de la Fig. 1 podemos ver que es posible discriminar correctamente ciclos diurnos y nocturnos tanto en los niveles de iluminancia como de temperatura. Es posible observar una tasa descendente en los niveles de iluminancia relacionado con la deposición de contaminante sobre el sensor. De esta información queda claro que sería necesaria una limpieza semanal de los mismos.

Otro dato relevante es que aparecen puntos pronunciados de descenso en los niveles de iluminancia que podrían ser relacionados con el paso de grandes transportes que ocultan parte de la iluminación proveniente de la acera opuesta. Este efecto disminuye notablemente entre los días 23 y 25 lo que denota una reducción de la densidad de tráfico de camiones dentro del viaducto. También es posible observar, pero en menor medida, picos de iluminancia muy posiblemente relacionado con las luces de los vehículos que circulan por el interior.

Es evidente que el funcionamiento del dispositivo resulta el esperado y que cumple con los objetivos planteados. De estos resultados el más relevante es la forma en que la deposición de contaminantes afecta los valores medidos por lo que deberá especificarse acciones de mantenimiento correctivo una vez realizada la instalación final.

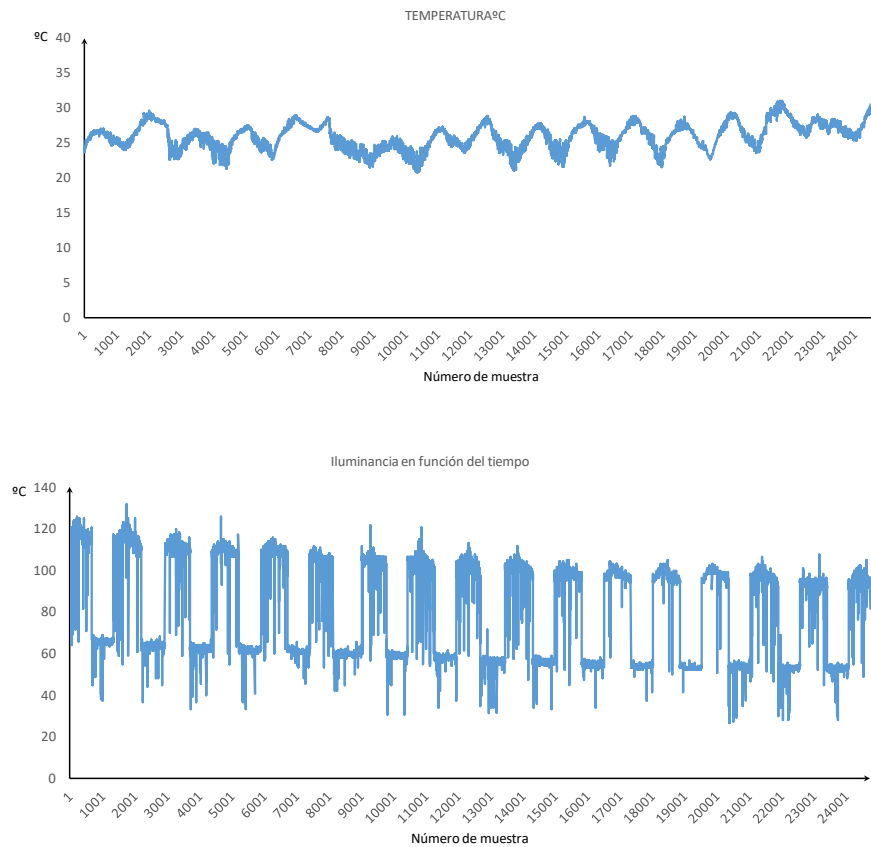


Fig. 1. Curvas de iluminancia y temperatura obtenidas por el sistema de registro instalado.

REFERENCIAS

- [1] J.L. Frund, M.F. KRENZ, A. CHORT, ARTURO M CASSANO, F.M. VINCITORIO. DESARROLLO DE RED DE SENSORES DE ILUMINANCIA Y CALIDAD DEL AIRE CONECTADO A SCADA.

Evaluación y Caracterización Cromática de Luminarias LED para Tareas Visuales de Altas Exigencias

Denis RIQUELME¹, Raúl AJMAT^{2,3}, José SANDOVAL²

1-Universidad Técnica Federico Santa María, Departamento de Electrónica e Informática, Laboratorio de Luminotecnia, Chile (denis.riquelme@usm.cl)

2- Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de Tucumán.
(rfajmat@hotmail.com)

3-Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión (DLLyV), Universidad Nacional de Tucumán
(jsandoval@herrera.unt.edu.ar / rfajmat@hotmail.com)

Área Temática: Nuevas tecnologías y aplicaciones de la luz.

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de este trabajo es caracterizar y evaluar luminarias con tecnología LED para su uso en ámbitos donde las tareas visuales requieran de la apreciación detallada de objetos y su preservación sea una prioridad. Para tal fin se plantea la siguiente hipótesis “Los valores del índice de rendimiento del color en el LED obtenidos en mediciones de laboratorio, no se relacionan directamente con las valoraciones subjetivas obtenidas por observadores”.

Las luminarias de estado sólido LED, es una tecnología relativamente nueva y aún está bajo investigación en cuanto al impacto que provocaría su uso en las tareas visuales de alta exigencia.

La implementación de la iluminación artificial en la realización de diferentes tareas, como la selección de textiles, discriminación de pigmentos, apreciación visual de objetos y espacios, etc; en cada una de estas funciones visuales los LEDs han ganado espacio fundado no siempre en las virtudes de la tecnología sino más bien en las presiones del mercado que aún no conoce todas sus características y efectos secundarios.

La caracterización del comportamiento cromático del Led es uno de los aspectos más complejos a determinar, debido a la falta de estandarización de las fuentes de estado sólido, por lo que las variantes de distribución espectral podrían afectar la percepción visual de los objetos exhibidos, es por ello necesario profundizar los trabajos de investigación que respondan estos interrogantes.

El diseño experimental que se está llevando a cabo, trabaja con dos muestras iguales iluminadas con dos fuentes de luz distintas, una iluminada con fuente patrón y la otra con lámparas LED de igual y distintos tipos de reproducción cromáticas y temperatura de color para ello evalúan mediciones subjetivas de 20 personas de diferentes grupos etarios.

Palabras clave: LED, Evaluación subjetiva, rendimiento de color.

2. METODOLOGÍA

La iluminación artificial es importante para la realización de diferentes tareas, como la selección de textiles, discriminación de pigmentos, apreciación visual de objetos y espacios, etc. En cada una de estas funciones visuales las luminarias LED vienen ganando un campo significativo no siempre fundado en las virtudes de la tecnología sino más bien en las presiones del mercado que aún no conoce todas sus características y efectos secundarios.

Las luminarias usadas comúnmente son del tipo incandescente halógenas y lámparas de descargas. En los últimos años, los enormes progresos en la tecnología de iluminación de estado sólido, especialmente en términos de eficiencia energética, ha incrementado el interés por las luminarias LED

como una alternativa a las fuentes convencionales en aplicaciones de iluminación en general, pero uno de los retos de estas nuevas tecnologías es la calidad del color.

El interés de esta investigación es estudiar la influencia del color en la evaluación subjetiva de los usuarios en tareas de altas exigencias.

Este tema se enmarca dentro del trabajo de investigación PID1704 y en este se hace una descripción de los parámetros que se consideraran para realizar las posteriores mediciones.

La metodología que se utilizará en el desarrollo de la investigación es de tipo experimental, cuyo objeto de estudio está centrado en la incidencia del uso de las luminarias LED para la apreciación detallada y preservación de objetos.

La caracterización del comportamiento cromático del Led es uno de los aspectos más complejos a determinar, debido a la falta de estandarización de las fuentes de estado sólido. Actualmente para el cálculo del color del LED se utiliza el diagrama de cromaticidad CIE 1931 desarrollado por Comisión Internacional de Iluminación. Sin embargo, durante las últimas décadas se ha hecho evidente que el índice de respuesta al color no se correlaciona bien con la interpretación del color visual de fuentes de bandas estrechas como es el LED, por lo anterior en este estudio se utilizará el método de la IES TM-30-15 para evaluar la reproducción cromática de las fuentes de luz

Para evaluar la preferencia de los observadores, se diseñó y montó dos muestras iguales, iluminadas con dos fuentes de luz distintas, una iluminada con fuente patrón (dicróica halógena) y la otra con lámparas LED, con distintos tipos de reproducción cromáticas y temperatura de color correlacionada. Las valoraciones de los observadores se recogieron a través de un cuestionario.



Fig. 1. Metodología experimental

3. RESULTADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos del experimento se puede inferir que efectivamente que los sujetos tienden a preferir el LED por sobre la lámpara patrón halógena. Los valores del índice de rendimiento del color en el LED obtenidos en mediciones de laboratorio, no se relacionan directamente con las valoraciones subjetivas obtenidas por observadores.

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta experiencia, es posible evidenciar que el índice de respuesta al color no se correlaciona bien con la interpretación del color visual de fuentes de bandas estrechas como es el LED.

REFERENCIAS

- [1] CIE Technical Report 127, "Measurements of LEDs", 2nd Edition, International Commission on Illumination, Vienna (2007).
- [2] A. Villamarín, A. Ferrero, A. Pons, J. Campos, A. Rabal, M. L. Hernanz, J. L. Velázquez, A. Corróns, Distribución angular de la intensidad radiante espectral de LEDs blancos de alta luminosidad, Instituto de Óptica Daza de Valdés. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Serrano 144, 28006 Madrid, Spain..
- [3] IES LM-79-08 Electrical and Photometric Measurements of Solid – State Lighting Products, Illuminating Engineering Society, December 31, 2007.
- [4] CIE N° 63-1984, "The Spectroradiometric Measurement of Light Sources", International Commission on Illumination.
- [5] Yoshi Ohno, Spectral Design Considerations for White LED Color Rendering, National Institute of Standards and Technology, 100 Bureau Drive, Gaithersburg, MD, 20899 USA.
- [6] IES TM-30-15, "Método de la IES para evaluar la Reproducción Cromática de las Fuentes de Luz". (2015).
- [7] KAG Smet PhD, J Schanda PhD, L Whitehead PhD and RM Luo PhD, CRI2012: A proposal for updating the CIE colour rendering index. Received 29 October 2012; Revised 6 February 2013; Accepted 12 February 2013.
- [8] Kevin Smet, Wouter R. Ryckaert, Michael R. Pointer, Geert Deconinck, Peter Hanselaer¹, Colour Appearance Rating of Familiar Real Objects, 19 February 2010.
- [9] M Wei MSc, KW Houser PhD, A David PhD and MR Krames PhD, Perceptual responses to LED illumination with colour rendering indices of 85 and 97.
- [10] R Dangol MSc, M Islam MSc, M Hyvärinen LiSc, P Busal DSc, M Piolukka DSc and L Halonen DSc. Subjective preferences and colour quality metrics of LED Light sources.

Uso de la termografía y la interferometría holográfica digital para el análisis termomecánico de reflectores de tipo LED SMD en placa.

Celso Beltrame¹, Gustavo Romero¹, Julio Gervasoni¹, Fabio Vincitorio¹

1-Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Paraná - GIF
(fisicaelectronica@frp.utn.edu.ar)

Área Temática: Nuevas tecnologías y aplicaciones de la luz.

1. INTRODUCCIÓN

La termografía y la interferometría holográfica digital son dos tipos de ensayos que pueden ser considerados independientes. Sin embargo en los últimos años se han presentado una serie de artículos en los que se los consideran como ensayos complementarios [1] [2].

La termografía se basa en la capacidad de ciertos semiconductores de absorber las longitudes de onda del infrarrojo lejano, 10 μm a 25 μm , emitida por cuerpos que se encuentran entre los -20 °C a los 200 °C aproximadamente. Con la construcción de arreglos matriciales de baja integración, por debajo del 1Mpíx, es posible obtener imágenes de la distribución de temperaturas sobre un cuerpo, al igual que se haría con una cámara fotográfica sensible a longitudes de onda del visible. Estos dispositivos reciben el nombre de cámaras termográficas las que han tenido una notable evolución en los últimos 10 años.

Con estas cámaras es posible obtener imágenes que nos muestran la existencia de puntos caliente, defectos en la disipación térmica, la existencia de fracturas o el ingreso de agua en un dispositivo de grado IP, entre otras aplicaciones.

Por otra parte la interferometría holográfica (IH) es una técnica basada en la interferencia de frentes de onda de luz de alta coherencia. Existe un sin número de aplicaciones relacionadas con la IH que van desde el análisis de dilataciones y compresiones hasta la codificación y encriptación de información. Si bien la invención conceptual de la holografía tiene ya más de 50 años, el advenimiento de cámaras digitales de alta resolución y la evolución de computadoras hacia una mayor capacidad de procesamiento ha permitido desarrollar lo que hoy conocemos como interferometría holográfica digital (IHD), una variante de la IH donde la captura, el procesamiento y la reconstrucción de la imagen se realiza en forma electrónica. La IHD permite obtener una gran cantidad de información en un mínimo tiempo, solo limitado por la velocidad de procesamiento [3].

Este trabajo tiene como objetivo evaluar la aplicación complementaria de ambas técnicas en el estudio de tecnología LED en iluminación. Como objeto de estudio se seleccionó un reflector de tipo LED SMD on board.

La tecnología de iluminación por LED tiene a diferencia de las lámparas de descarga limitaciones en cuanto a los niveles de temperatura tolerables en el semiconductor, pero además procesos de dilatación y contracción asociados a materiales que no en todos los casos comparten iguales coeficientes. Así es posible que aparezcan defectos derivados de los procesos de contracción y dilatación tales como fractura en puntos de soldadura de los dispositivos SMD.

Palabras clave: LED, Termografía, interferometría holográfica, análisis.

2. METODOLOGÍA

Para el estudio de tecnología LED de iluminación mediante termografía y IHD se tomó como objeto de estudio un reflector de 10 W SMD on board, al que se le realizaron ensayos de dilatación térmica mediante IHD y de distribución de temperatura por termografía.

Para la calibración de los ensayos de termografía se comenzó determinando el coeficiente de emisividad de diferentes puntos del reflector. Para ello se contrastó la medición de temperatura de un termómetro digital con sonda de temperatura tipo K con la lectura entregada por la cámara termográfica Testo 875. Una vez obtenida la calibración se procedió a la captura de una secuencia de imágenes las que fueron analizadas con el uso del software IR Soft de Testo.

Los ensayos por IHD se plantearon usando el esquema óptico mostrado en la Fig. 1. En éste el reflector es ubicado de manera de poder analizar el comportamiento mecánico (dilatación) con los LED orientados el plano de la imagen.

Para la realización de los ensayos se utiliza una cámara de alta velocidad (75 fps) BlackFly de Point Grey y como software de procesamiento un algoritmo desarrollado en Matlab. La técnica de evaluación es la denominada de doble exposición. Para ello se toma un holograma de referencia con el reflector en condiciones de temperatura ambiente. Posteriormente se realizan la captura de imágenes con el reflector a diferentes temperaturas, alcanzadas mediante el funcionamiento en condiciones normales.

Una vez capturadas las imágenes se procede con la combinación de cada una de ellas con la de referencia, buscando patrones de interferencia que indiquen tensiones entre los componentes y la superficie.

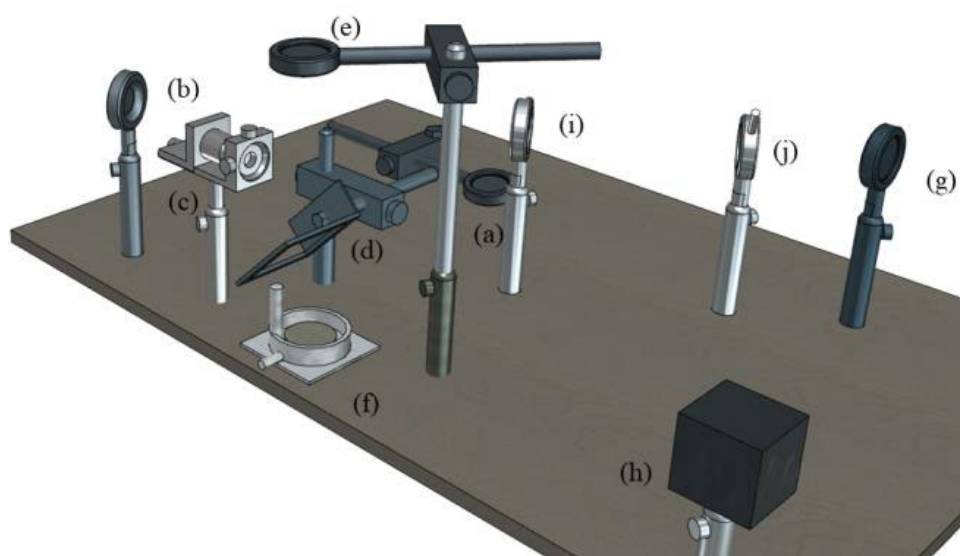


Fig. 1. Esquema óptico utilizado para la captura de imágenes holográficas. (a) Espejo, (b) espejo, (c) filtro espacial, (d) divisor de haz, (e) espejo esférico, (f) punto de posicionamiento del objeto a ser estudiado, (g) espejo, (h) cámara digital, (i) polarizador, (j) analizador.

3. RESULTADOS

De los ensayos realizados con el uso de termografía los resultados muestran la factibilidad de caracterizar el comportamiento térmico de los dispositivos de iluminación. El principal inconveniente encontrado radica en el vidrio de protección que en el análisis termográfico actúa como barrera a la radiación infrarroja generada por la temperatura de los LED.

Los ensayos preliminares por IHD muestran la factibilidad de realizar el análisis termo-mecánico, del dispositivo. Es posible observar el comportamiento del área cubierta por el disipador pero al igual que en el análisis térmico el vidrio no permite comprobar el comportamiento de los componentes electrónicos y el circuito impreso. Para obtener un análisis completo deberá ser retirado el vidrio de cobertura.

REFERENCIAS

- [1]. Marc Georges. Thermography Vs. Holographic Techniques for non destructive testing of composite: similarities, differences, and potential cross fertilization. International conference on processes in combined digital optical and imaging methods applied to mechanical engineering. Ascona Switzerland. (2016).
- [2]. F. Vincitorio, L. Bahuer, M.P. Fiorucci, A.J. López, A. Ramil. Improvement of crack detection on rough materials by digital holographic interferometry in combination with non-uniform thermal loads.
- [3]. PICART P. Use of digital color holography for crack investigation in electronic components", Optics and Lasers in Engineering, Elsevier. vol. 49. (2013).

El efecto de la edad en la percepción de la luminosidad

Oscar Ulises PRECIADO^{1,2}, Eduardo MANZANO^{1,2}, Peter HANSELAER³

1- Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión (ILAV). Universidad Nacional de Tucumán (UNT)- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina (upreciado@herrera.unt.edu.ar)

2- Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología-Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión (DLLyV), Argentina (emanzano@herrera.unt.edu.ar)

3- Light & Lighting Laboratory, KU Leuven, Ghent, Belgium (peter.hanselaer@kuleuven.be)

Área Temática: Sistemas de alumbrado público urbano.

1. INTRODUCCIÓN

Comprender la influencia de la edad en la percepción de la luminosidad en los estímulos visuales es un tema importante para la iluminación de interiores y exteriores. Particularmente, para diseñar especificaciones de alumbrado público que consideren la percepción de seguridad en entornos urbanos, así como para optimizar las tecnologías de las fuentes de luz, es necesario tener en cuenta cómo las personas mayores percibirán la escena visual y la calidad de la iluminación.

La transmitancia espectral del ojo humano no es uniforme con respecto a la longitud de onda a lo largo del espectro visible [1]. El cristalino muestra una mayor absorción en la región de longitud de onda corta, mientras que en las longitudes de onda más largas la transmitancia es superior al 80%. Con el envejecimiento, esta absorción para las longitudes de onda cortas aumenta considerablemente, por ejemplo, a 500 nm, la transmitancia de un ojo humano a los 65 años es un 25% menor que la transmitancia de un ojo de 25 años y un 50% menor a 450 nm [2].

El objetivo de este trabajo es evaluar cómo la percepción de la luminosidad se ve afectada por la edad del observador y si estos cambios pueden explicarse por la reducción de la transmitancia del ojo humano.

Palabras clave: Percepción de luminosidad, transmitancia del ojo, adultos mayores, iluminación urbana.

2. METODOLOGÍA

Se ha establecido un experimento en el que tanto observadores jóvenes como adultos mayores tenían que igualar la luminosidad de un estímulo azul (longitudes de onda corta) con la luminosidad de un estímulo rojo (longitudes de onda largas), ambos presentados en una pantalla LCD. A partir de este experimento, se puede investigar el impacto de la reducción de la transmitancia ocular en la región de la longitud de onda corta con la edad sobre la luminosidad percibida.

En el experimento, se permitió que los participantes utilizaran visión binocular y la tarea puede describirse de la siguiente manera: el experimentador muestra uno de los estímulos en una luminancia de referencia y, a continuación, el observador es capaz, a través de un teclado, de ajustar la luminancia del otro estímulo hasta que el observador juzgue que ambos tienen la misma luminosidad. Cuando se alcanza esta condición, se miden las distribuciones de potencia espectral (SPD) de ambos estímulos para poder calcular sus características fotométricas.

3. RESULTADOS

Los resultados sugieren que existe una diferencia significativa en la percepción de la luminosidad entre el grupo de observadores jóvenes y el de adultos mayores. Las personas de mayor edad presentan una disminución en la percepción de la luminosidad para fuentes con alta emisión de luz en las longitudes de onda cortas.

REFERENCIAS

- [1] J. Pokorny, V. C. Smith, and M. Lutze, "Aging of the human lens," *Applied Optics*, vol. 26, no. 8, p. 1437, 1987.
- [2] CIE, *CIE Publication 203:2012, A computerized approach to transmission and absorption characteristics of the human eye*. Vienna, Austria: CIE Central Bureau, 2012.

Telegestión de luminarias LED

Saverio CARNEVALE¹, Martin GRASSI²

1-Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná, Ingeniería Electrónica, Argentina
(saveriocarnevaleyonzo@gmail.com)

2- Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná, Ingeniería Electrónica, Argentina
(marting_198@hotmail.com)

- Sistemas de alumbrado público urbano.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, es cada vez más imperiosa la necesidad de implementar sistemas de iluminación inteligentes para las grandes ciudades, ya que esto ayuda al ahorro de energía de las mismas, así como también para poder cargar programas especiales a pedido de cada zona.

Es por esto, que este proyecto tuvo como fin la realización de sistemas de luminarias dirigidas por telemando, donde se hicieron tanto los sistemas de control inteligentes de cada luminaria como así también los sistemas que controlan a distancia las mismas.

Consiste en la gestión inalámbrica de luminarias LED para alumbrado público, que incluye la medición de las variables, el control y programación del encendido/apagado, y la variación de la intensidad de luminosidad en cada luminaria, todo accesible a través de una interfaz gráfica y con la posibilidad de acceder a la misma de forma remota a través de internet.

Se utilizaron placas Arduino y módulos Xbee para el control y comunicación inalámbrica de las luminarias. Se utilizó una placa Raspberry Pi 3 para albergar la interfaz gráfica realizada con el software Qt como también para lograr la conexión a internet y posibilitar el acceso remoto.

Se obtuvo un sistema de telegestión capaz de comunicar inalámbricamente una capacidad operativa aproximada de 100 luminarias por coordinador, con posibilidad de acceder al mismo remotamente mediante internet, con el cual se visualizan los datos medidos y se controlan las variables.

Palabras clave: Gestión, Control, Medición, Zigbee, Raspberry.

2. METODOLOGÍA

El desarrollo del proyecto se basó en el “Documento de acuerdo entre socios de CADIEEL (Cámara Argentina de Industrias Electrónicas, Electromecánicas y Luminotécnicas) realizado respecto a los sistemas de telegestión de luminarias, en donde se propuso una topología separada en tres niveles: nivel de gestión, nivel de sector y nivel de luminarias.

La comunicación entre el nivel de luminaria y el nivel de sector es inalámbrica y se realizó utilizando el protocolo Zigbee, basado en el estándar IEEE 802.15.4. Entre el nivel de sector y el nivel de gestión la comunicación se logró a través de internet.

Se puede observar a continuación, en la imagen Fig. 1 una representación de la topología mencionada.

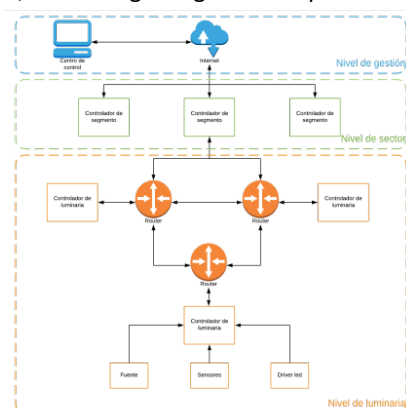


Fig. 1. Diagrama en bloques

Nivel de luminaria

El nivel de luminaria está conformado por los controladores de luminarias, cada uno de los cuales, posee una placa de diseño propio, en conjunto con un Arduino UNO, un módulo Xbee y una fotocélula.

La topología que se utilizó para la comunicación entre controladores es del tipo malla. Cada nodo coopera en la transmisión de la información, la cual tiene tres grandes beneficios: Enrutamiento, creación de redes ad-hoc y auto-sanación.

El protocolo Zigbee define tres tipos de dispositivos, coordinador, router y dispositivo final. Se utilizó el dispositivo del tipo router para los controladores de luminarias.

Cada controlador de luminaria tiene la posibilidad de medir energía, coseno fi, tiempo de encendido y temperatura. A su vez nos permite controlar el encendido y apagado de las luminarias, variar la intensidad lumínica y también permite el funcionamiento autónomo mediante la fotocélula.

Nivel de sector

El nivel de sector está conformado por los controladores de segmento. Cada uno de ellos está constituido por una Raspberry Pi 3, un Arduino UNO y un módulo Xbee.

El controlador de segmento permite por una parte, recibir todos los datos de las luminarias, procesar la información y monitorear esos datos. Por otro lado, permite enviar las acciones que el usuario desea realizar en una o en todas las luminarias.

Para la interfaz con el usuario se realizó un software mediante la herramienta Qt, que se alojó en la Raspberry Pi 3.

Para acceder al software, el controlador de segmento a través de una conexión del tipo Ethernet, se conecta a internet y permite que el usuario pueda acceder de forma remota para hacer uso del mismo.

Nivel de gestión

El nivel de gestión se basa, simplemente, en la utilización de una PC con acceso a internet. Con la cual se accede al software de gestión mencionado en el punto anterior.

A continuación, en la Fig.2, se observa una captura de la interfaz gráfica.



Fig. 2. Software de gestión

Resultados

El objetivo propuesto en el presente proyecto fue: “La realización de un sistema de luminarias dirigidas por telemando, donde se realizaron tanto los sistemas de control inteligentes de cada luminaria como así también los sistemas que controlan a distancia las mismas”.

Los resultados hallados fueron satisfactorios, ya que se logró cumplir con este objetivo, en donde tanto los sistemas de control, como la comunicación inalámbrica funcionaron correctamente y de acuerdo a lo establecido, permitiendo así poder monitorear y controlar en tiempo real un conjunto de luminarias LED.

Las prestaciones del sistema de telegestión desarrollado son las siguientes:

- Comunicación inalámbrica tipo Mesh 2.4 [GHz]
- Ancho de banda = 250 [KBit/s]
- Distancia máxima entre nodos = 300 [m]
- Numero de nodos (luminarias) por controlador de segmento = 100.
- Medición de energía, factor de potencia, tiempo, temperatura y estado de la luminaria.
- Control de encendido/apagado, dimerización y configuración de horario de encendido/apagado.
- Interfaz de dimerización 0-10 [V] o 1-10 [V].
- Interfaz gráfica para monitoreo y control.
- Gestión remota conexión Ethernet (RJ 45).

Eco-Eficiencia y Sostenibilidad Urbana en Servicios de Iluminación Pública. El caso de la Ciudad de Cuenca, Ecuador

Oswaldo SANCHEZ JÚNIOR¹, Hugo Santiago Arévalo PESÁNTEZ², Leonardo Octavio ASSAF^{3,4}

- 1 - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, São Paulo, Brasil (osanchez@ipt.br)
- 2 Superintendente de Alumbrado Público, Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, Cuenca, Ecuador (hsarevalop@gmail.com)
- 3 Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión (DLLyV), Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina
- 4 Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión (ILAV). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) (lassaf@herrera.unt.edu.ar)

Área Temática: Sistemas de alumbrado público urbano o Iluminación sustentable y eficiencia energética en iluminación

RESUMEN

Introducción: los gestores de los servicios públicos urbanos están incorporando gradualmente a la sustentabilidad urbana como elemento de sus decisiones. Una referencia actual es la Agenda 2030 para el Clima, con su objetivo 11: hacer ciudades y asentamientos humanos inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Sin embargo, hay pocas herramientas analíticas para apoyar la decisión de los agentes públicos. En el presente trabajo se presenta una propuesta de aplicación del concepto de ecoeficiencia en la gestión de servicios de iluminación pública, que contribuya al análisis y toma de decisión en el sector.

Objetivo: proponer un modelo analítico que permita decisiones sobre la renovación de la infraestructura de iluminación pública para garantizar una mayor ecoeficiencia en la transición a tecnologías innovadoras, a fin de mitigar los impactos ambientales y sus costos de instalación, operación, mantenimiento y disposición final.

Método: se utilizaron la técnica de Evaluación del Ciclo de Vida (ACV) y la herramienta *GHG Protocol* para evaluar la dimensión ambiental de la ecoeficiencia. La técnica de Evaluación del Costo del Ciclo de Vida (LCC) y las herramientas de Valor Presente Líquido y Tasa Interna de Retorno (*Payback*) se utilizaron para evaluar la dimensión económica de la ecoeficiencia. Esto llevó a una medida de ecoeficiencia asociada a diferentes soluciones presentadas al gestor público. El modelo fue probado para comparar diferentes soluciones iluminación pública en la ciudad de Cuenca, Ecuador.

Resultados: Un método de Análisis fue desarrollado para evaluar de forma integrada el desempeño económico y ambiental (ecoefficiencia) de productos e instalaciones para servicios de Iluminación Pública, demostrando su viabilidad como modelo de toma de decisión en el sector.

Palabras clave: sostenibilidad urbana, ecoeficiencia, iluminación pública, LCA, LCC, protocolo GHG.

Control de la formación de biofilms sobre edificios históricos y arquitecturas singulares a través de la iluminación pública: Presente y futuro del proyecto Light4Heritage

Patricia SANMARTÍN¹, Rafael CARBALLEIRA¹, Justo ARINES², Ana J. LÓPEZ³, Fabio M. VINCITORIO⁴,
Beatriz PRIETO¹

1-Departamento de Edafología e Química Agrícola, Facultade de Farmacia, Universidade de Santiago de Compostela, 15782 Santiago de Compostela, Spain (patricia.sanmartin@usc.es, rafael.carballeira@gmail.com, beatriz.prieto@usc.es)

2-Photonics4Life Group, Applied Physics Department, Faculty of Physics, University of Santiago de Compostela, 15782 Santiago de Compostela, Spain (justo.arines@usc.es)

3-Laboratorio de Aplicacións Industriais do Láser, Escola Politécnica Superior, Universidade de A Coruña, 15403-Ferrol, Spain (ana.xesus.lopez@udc.es)

4-Grupo de Física Aplicada a la Ingeniería, Facultad Regional Paraná, Universidad Tecnológica Nacional, Almafuerie 1033, CP3100 Paraná, Entre Ríos, Argentina. (fisicaelectronica@frp.utn.edu.ar)

- Sistemas de alumbrado público urbano.
- Iluminación saludable.
- Nuevas tecnologías y aplicaciones de la luz.
- Luz, sociedad y medio ambiente.

El proyecto Light4Heritage (2016-2018) es un estudio innovador y multidisciplinar sobre el uso de la iluminación ornamental y urbana en edificios históricos y arquitecturas singulares durante la noche, ámbito donde no existe un marco normativo específico regulador, para controlar la colonización biológica. Como demuestran los resultados del proyecto, el control del desarrollo y color de biopelículas o biofilms subaéreos en el Patrimonio Cultural es perfectamente posible mediante la elección de la iluminación pública adecuada. Los resultados del proyecto son de aplicación global y las potencialidades de ahorro social en limpieza, particularmente para municipios con conjuntos patrimoniales importantes, son evidentes.

Para los próximos tres años se ha planteado una proyección práctica de los resultados, en un nuevo proyecto diseñado para trabajar la aplicación e implementación mediante casos de estudio.

1. INTRODUCCIÓN

Hasta la fecha solo el proyecto Light4Heritage, dirigido por P. Sanmartín, ha examinado el posible uso en conservación preventiva de la iluminación ornamental nocturna (cada vez más frecuente en los centros urbanos) en combinación con la luz natural. Dicho proyecto tiene por objeto desarrollar estrategias basadas en la iluminación pública para controlar la colonización e integrar cromáticamente las biopelículas de los edificios, monumentos y estructuras urbanas. El primer estudio realizado en el marco del proyecto analizó el uso de pantallas de celofán coloreadas para generar diferentes tipos de calidad de luz (mediante la cancelación de ciertas bandas del espectro electromagnético visible, emulando así luces LED monocromáticas), empleando también diferentes densidades de flujo de fotones. Las pantallas de celofán se utilizaron para cubrir cultivos fototróficos, obtenidos a partir de biopelículas naturales tomadas de edificios históricos en granito, con el fin de promover una respuesta fisiológica específica. Se observaron diferencias en cuanto al desarrollo del cultivo, empleando cantidad de biomasa, pigmentos fotosintéticos y exopolisacáridos como proxy, y al color del cultivo, según el color de las pantallas empleadas. Así, la pantalla azul inhibió el crecimiento del cultivo testado, la pantalla roja produjo un enverdecimiento notable, mientras que la pantalla verde aumentó el enrojecimiento de los organismos en el cultivo [1].

Estudios transversales realizados sobre los efectos de los rayos ultravioleta (UV) A y B en la colonización biológica de los edificios y monumentos del patrimonio monumental construido, muy

interesantes en el contexto del cambio global en el que se producirá un aumento de la radiación UVB, también fueron realizados. En uno de ellos se demostró, por primera vez, que la irradiación con UV-B es potencialmente útil para eliminar los biofilms de algas verdes formados sobre sustratos graníticos [2].

Desde 2018, en colaboración con Ferrovial Servicios (un operador de infraestructuras y empresa de servicios municipales) se están realizando estudios en 3 edificios representativos de la ciudad de Santiago de Compostela (Galicia, España, declarada Ciudad Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 1985): San Martiño Pinario (un monasterio), Pazo de Raxoi (edificio del ayuntamiento de la ciudad) y Colexio de San Xerome (un edificio universitario) con prototipos de iluminación derivados de la investigación anterior.

Palabras clave: *iluminación pública, monumentos, luces LED, biodeterioro, biofilm.*

2. METODOLOGÍA Y RESULTADOS

El efecto de la luz pública sobre el desarrollo de biopelículas de fotótrofos en el patrimonio monumental construido se estudió mediante una experiencia previa en laboratorio con cultivos expuestos a luces con diferentes bandas espectrales (roja, verde, azul) y luz blanca y ultravioleta (UV-A, UV-B). Se emplearon dos cultivos multiespecie, uno compuesto exclusivamente por algas verdes (C3), y otro compuesto por algas verdes y cianobacterias (C5), aislados a partir biopelículas formadas sobre el patrimonio monumental construido en roca granítica de la ciudad de Santiago de Compostela (Galicia, NW Spain) según [3]. Ambos cultivos fueron mantenidos en medio líquido y desarrollados como biofilms subaéreos siguiendo el procedimiento descrito en [4]. Membranas de policarbonato (0.22 μm de poro, 25 mm de diámetro, Millipore) esterilizadas durante una hora por ambas caras bajo luz UV-C (Philips TUV F17T8) fueron colocadas en placas Petri sobre 25ml de medio BG11 agarizado y previamente esterilizado (110 °C, 25 minutos). Todas las membranas fueron inoculadas con 250 μL de cultivo con crecimiento en fase exponencial en una cámara de flujo laminar (IndeLab, modelo IDL-48RV), los cultivos fueron empleados separadamente, siendo sus densidades 0,78 g L^{-1} para el cultivo C3 y 1,07 g L^{-1} para el cultivo C5. Por otra parte, los medios agarizados en placa Petri fueron renovados cada 3 días para garantizar el crecimiento óptimo de los biofilms durante el experimento.

Las membranas inoculadas y colocadas en placas Petri fueron introducidas en una cámara de cultivo con 8 compartimentos aislados sometidos a diferentes condiciones de luz. Todos los cubículos se programaron de la misma manera para simular las condiciones ambientales externas, todas las membranas se expusieron a luz diurna durante 16 horas, más 4 horas de tratamiento de luz ornamental, seguidas de 4 horas de oscuridad (ver esquema en la Fig. 1a).

Se utilizaron diferentes tipos de lámparas para iluminar las placas Petri de los cultivos C3 y C5: luz diurna (OSRAM L18 / 865), UV-B (Philips Ultraviolet-B TL -20w / 12RS), LED blanco (Bombilla LED WWW / CW AC86-265V de Mi · Light), LED de color (Lux Light LED spot 5W rojo y verde). Las luces se evaluaron con un espectrómetro (StellarNet, Bluewave Model) con un rango de operación entre 350 y 1050 nm (puntualizar que las lámparas UV se encuentran fuera del rango de operación). El espectrómetro se utilizó para: 1) obtener el espectro de las luces y 2) ajustar la altura de la lámpara con respecto a las muestras para obtener un patrón de iluminación homogéneo con valores PAR (Radiación Solar Fotosintéticamente Activa) similares entre las diferentes lámparas y cubículos.

El desarrollo de los biofilm a partir de ambos cultivos (C3, C5) a lo largo del período de estudio, se determinó cada dos días por gravimetría. El último día del experimento se determinó el color realizando cinco mediciones en cada membrana para la cuantificación de biomasa fototrófica [5; 6]. Las mediciones de color fueron realizadas con un espectrofotómetro portátil (Konica Minolta CM-700D) con el software CM-S100w (Spectra Magic TM NX) en las siguientes condiciones: iluminante D65, observador 2º y área objetivo tipo MAV con 8 mm de diámetro. Los datos obtenidos se representaron en el espacio de color CIELAB o CIE 1976 $L^*a^*b^*$. Posteriormente, los biofilms de cada membrana fueron resuspendidos para cuantificar su biomasa mediante densidad óptica (DO) a 750nm utilizando un espectrofotómetro UV-visible (Varian Cary 100), y determinar su contenido en clorofila-a, -b y carotenoides totales, así como la tasa de feofitinización, según la metodología de la referencia [7].

Los resultados preliminares de la cuantificación de la biomasa algal mediante gravimetría, $\text{DO}_{750\text{nm}}$, color y pigmentos muestran un efecto positivo en el desarrollo del biofilm bajo los LED azules, mientras que los LED verdes y rojos tuvieron efectos biostáticos. Además, los diferentes taxones de fotótrofos respondieron de manera diferente a la exposición a diferentes colores de luz, así los biofilms desarrollados

bajo la luz azul estaban compuestos predominantemente por algas verdes y los expuestas a la luz roja y verde comprendían principalmente cianobacterias. También el cultivo C3, con mayor proporción de cianobacterias, mostró un mayor crecimiento bajo la luz UV-B respecto al cultivo C5. La biomasa de los fotótrofos del cultivo C5 fue menor bajo la combinación de luz roja y luz verde con UV-B.

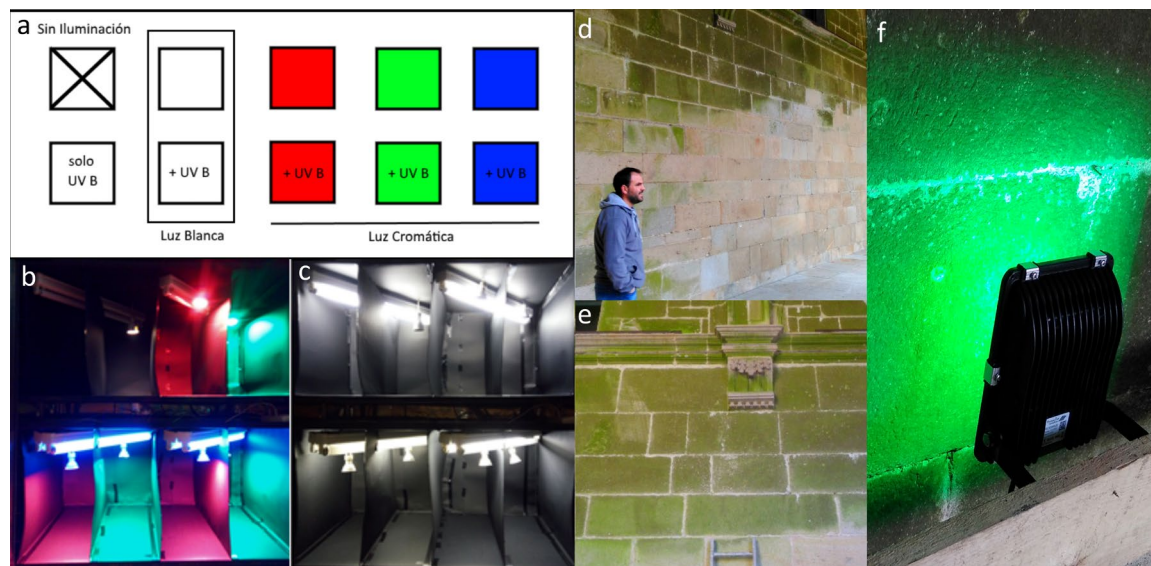


Figura 1. Esquema general con los diferentes tratamientos de luces aplicados a los cultivos algales (C3, C5) bajo condiciones controladas de laboratorio (a) en una cámara de cultivo acondicionada con los diferentes tratamientos con luz (b, c). Seguimiento de la aplicabilidad del esquema lumínico experimental sobre el crecimiento biofilm de los muros del monasterio de San Martín Pinario (Santiago de Compostela, España) (d, e) mediante focos con diferentes luces monocromáticas (f).

El esquema experimental de laboratorio fue reproducido en los muros del Monasterio de San Martín Pinario (Santiago de Compostela, España) mediante la instalación a finales de 2018 de focos que iluminan áreas de 25 cm² para evaluar la aplicabilidad real de los diferentes tratamientos lumínicos en el control del crecimiento de los biofilm sobre el Patrimonio (Fig. 1d-f). Las superficies de estudio fueron limpiadas y sometidas a los tratamientos lumínicos indicados (Fig. 1a) realizando un seguimiento de la recolonización mediante la toma de medidas mensuales de color según las referencias [6, 7], y de fluorescencia empleando un fluorímetro Phyto-PAM (Heinz Walz GmbH) multicanal (470 nm, 520 nm, 645 nm, 665 nm), equipado con una unidad de detector de fibra óptica Phyto-EDF, que permite la medición en superficies a través de una varilla de plexiglás de 50 mm de largo y 4 mm de diámetro. La medición de la fluorescencia se realizó con en oscuridad (Gain 16, PAR 16).

Por tanto, la luz, un parametro clave en el desarrollo de biofilms fototróficos, se muestra como promotor de respuestas fisiológicas específicas en los microorganismos colonizadores del patrimonio construido en piedra. Futuras investigaciones irán encaminadas al ensayo de otras luces coloreadas con diferentes bandas espectrales y el estudio combinado con radiaciones UV-A y UV-B.

REFERENCIAS

- [1] Sanmartín P., Vázquez-Nion D., Arines J., Cabo-Domínguez L. (2017). Controlling growth and colour of phototrophs by using simple and inexpensive coloured lighting: A preliminary study in the Light4Heritage project towards future strategies for outdoor illumination. *International Biodeterioration & Biodegradation* N° 122, pp. 107-115.
- [2] Pozo-Antonio S.J., Sanmartín P. (2018). Exposure to artificial daylight or UV-irradiation (A, B or C) prior to chemical cleaning: an effective combination for removing phototrophs from granite. *Biofouling*, N° 34, pp. 851-869.
- [3] Vázquez-Nion D., Rodríguez-Castro J., López-Rodríguez M.C., Fernández-Silva I., Prieto B. (2016). Subaerial biofilms on granitic historic buildings: microbial diversity and development of phototrophic multi-species cultures. *Biofouling* N° 32(6), pp. 657-669.
- [4] Sanmartín P., Villa F., Silva B., Cappitelli, F., & Prieto, B. (2011). Color measurements as a reliable method for estimating chlorophyll degradation to phaeopigments. *Biodegradation* N° 22 (4), pp. 763-771.
- [5] Prieto B., Rivas, T. Silva, B. (2002). Rapid quantification of phototrophic microorganisms and their physiological state through their colour. *Biofouling* N° 18, pp. 229-236.
- [6] Sanmartín P., Vázquez-Nion D., Silva, B., Prieto, B. (2012). Spectrophotometric color measurement for early detection and monitoring of greening on granite buildings. *Biofouling* N° 28 (3), pp. 329-338.
- [7] Prieto B., Silva B., Lantes O. (2004). Biofilm quantification on stone surfaces: comparison of various methods. *Science of the Total Environment* N° 333, pp. 1-7.

Análisis y Evaluación de la Reconversión de Instalaciones de Alumbrado Público con Luminarias a LEDs

Alberto CABELLO¹, Sophía HEREDIA¹

1-Universidad Nacional de Tucumán, Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión, Argentina
(acabello@herrera.unt.edu.ar) (Sophia.heredia@hotmail.com)

Área Temática: Sistemas de alumbrado público urbano.

1. INTRODUCCIÓN

El avance actual en el desarrollo de luminarias de alumbrado público con LEDs de eficacia de 100 lm/W o más[1], ha provocado un masivo recambio de luminarias con lámparas de Sodio Alta Presión por luminarias a LEDs, en prácticamente todos los municipios del país.

En su mayor parte la reconversión de las instalaciones se está efectuando sobre el sistema de montaje anterior, por lo cual se conservan los mismos parámetros geométricos de la instalación, como ser la altura libre de montaje, la separación entre columnas y longitud e inclinación del brazo pescante. Los mencionados parámetros han sido el resultado de un cálculo previo a la puesta en servicio de la instalación original, el cual ha considerado la información fotométrica de las luminarias originales con lámparas de Sodio de alta presión; y bajo estas condiciones las instalaciones han cumplido oportunamente con los requisitos de valores mínimos recomendados por la Norma IRAM-AADL J2022-2 [2].

Palabras clave: Alumbrado Público, diseño de iluminación.

2. METODOLOGÍA

Mediante simulaciones por computadora de diversas instalaciones de alumbrado urbano de la ciudad de San Miguel de Tucumán, en las que se efectuó el reemplazo de luminarias convencionales equipadas con lámparas de Sodio de alta presión por luminarias de flujo equivalente con tecnología LED, se efectúa una comparación de resultados de iluminancia horizontal promedio Em y grados de uniformidades G1 y G2 antes y después de cada reconversión [3].

Se verifica el cumplimiento de la Norma IRAM-AADL J2022-2 según la clasificación asignada a cada vía, antes y después de la reconversión, efectuando un análisis de causa en los casos de no cumplimiento después de la reconversión.

Adicionalmente se analizan posibles acciones correctivas para subsanar el no cumplimiento de los parámetros especificados en la Norma.

3. RESULTADOS

Se efectúa un análisis de los resultados de los parámetros lumínicos de las instalaciones después de la reconversión, en cuanto al cumplimiento de los parámetros recomendados (luminancia, iluminancia y uniformidades), elaborando conclusiones en cuanto a la conveniencia de la reconversión desde el punto de vista de la performance de la instalación y desempeño de la tarea visual bajo las nuevas condiciones de iluminación.

Se recomiendan una serie de acciones correctivas al montaje de las luminarias para optimizar la uniformidad de iluminancias de cada vía.

REFERENCIAS

- [1] Sanhueza P. et al. (2013). "Luminarias de LEDs, propuesta de ensayos de calidad", Anales XI Jornadas Argentinas de Luminotecnia: LUZ 2013. AADL-Asociación Argentina de Luminotecnia- Regional Noroeste. San Miguel de Tucumán. Argentina.
- [2] Norma IRAM AADL J 2022-2 (1995). Alumbrado Público. Vías de tránsito. Clasificación y niveles de iluminación
- [3] Cabello A., Espín E., Manzano E., Raitelli M. (2016). "Método de Comparación y Ajuste entre Valores Medidos y Calculados en Instalaciones de Alumbrado Vial", Anales XIII Congreso Panamericano de Iluminación: LUXAMERICA 2016. Fundación Chilena de Luminotecnia- La Serena, Chile.

Evaluación de Luminancias en Autopista

Alejandro ARMAS, Pablo IXTAINA, Nicolás BUFO, Agustín PUCHETA, Carlos COLONNA

Laboratorio de Acústica y Luminotecnia – Comisión de Investigaciones Científicas – LAL CIC (pixtaina@gmail.com)

Área Temática.

- Sistemas de alumbrado público urbano.

La evaluación de instalaciones de alumbrado público y vial es de máxima importancia tanto a la hora de verificar nuevas iluminaciones como en el seguimiento de equipos en uso. Este concepto se renueva con la aparición de luminarias LED y su aplicación en la Reconversión Energética de sistemas de alumbrado. El alumbrado vial y principalmente de autopistas constituye un caso especial. Aquí la tabla-r del pavimento aparece mediando entre luminaria y observador e introduce un elemento más (difícil de conocer) que puede incrementar las discrepancias entre proyecto y resultado.

El LAL CIC posee una amplia tradición y experiencia en la evaluación del alumbrado de autopistas por la Técnica de Luminancia. Desde fines de la década de los '90 y junto con la renovación de los principales corredores viales de acceso a la ciudad de Buenos Aires, el LAL fue uno de los laboratorios que contribuyó a la evaluación de las nuevas instalaciones. Las experiencias se multiplicaron con los acuerdos logrados con organismos de contralor (OCRABA, OCCOVI, Vialidad Nacional), lo que permitió convalidar alternativas de medición para este tipo de estudios.

Sobre este punto, el trabajo presenta una alternativa mejoradora de las técnicas de medición normalizadas, que tiene en cuenta las particularidades de las pruebas reales, en las cuales difícilmente se puede interrumpir el tránsito en toda la traza afectada. En estos casos, lo usual es cerrar uno o dos carriles sobre el área de evaluación, mientras la circulación continúa por los carriles aledaños. Esta condición ya había sido tenida en cuenta por IRAM [1], que planteó una modificación al procedimiento original definido por la Comisión Internacional de Alumbrado CIE [2].

1. INTRODUCCIÓN

Para el caso del alumbrado de vías rápidas, rutas y autopistas, categorías A y B de la clasificación IRAM [1], se prescribe la aplicación de la Técnica de Luminancia. En tales casos, la luminancia de la calzada vista desde el punto de vista del conductor (observador) define los parámetros de calidad: luminancia media, uniformidades y control del deslumbramiento. La evaluación impone entonces las dificultades propias de la medición de luminancias de porciones de calzada, para el ángulo de observación estandarizado (muy rasante: $\alpha = 1^\circ$).

La imposibilidad práctica de interrumpir totalmente el tránsito sobre el área de evaluación definido por [1], implica circulación de vehículos en carriles adyacentes a los de medición y, para ciertas posiciones del observador (definidas por [1 y 2]), tráfico sobre los puntos que se está midiendo. Con el fin de acotar errores y agilizar las pruebas, para que la metodología no sea un impedimento para su realización, la Comisión Normalizadora de IRAM, tomando el resultado de investigaciones locales, introdujo modificaciones a la norma original de 1995 (ver, [3], modificación de 2009 de [2]).

En esta línea, el trabajo propuesto se orienta a salvar el inconveniente de puntos de medición sobre el borde externo del carril y que quedan muy cerca del sector con tránsito. Su medición tiene varios inconvenientes: por un lado, la seguridad del operario, que debe ubicarse a escasa distancia de vehículos en circulación. Por otra parte, el señalamiento vial (conos) quedan muy próximos y deben ser removidos

justo antes de la toma del valor de luminancia. Además, la luminancia puede estar influenciada por la iluminación propia de los vehículos que están circulando, sombras de vehículos altos (camiones, ómnibus) y de los propios conos. Si bien la influencia de todos estos factores es minimizada durante el proceso de medición, se introducen notorios incrementos en los tiempos de prueba. Por ello, para calzadas con tres o más carriles, se propone limitar la medición de puntos interiores, claro está, sin introducir con ello alteraciones a los parámetros de calidad normalizados.

Palabras clave: *Alumbrado vial, evaluación, luminancia*

2. METODOLOGÍA

El estudio, básicamente estadístico, toma como base más de un centenar de mediciones de luminancia, realizadas en autopistas de la región entre 2016 y 2018. Todas las evaluaciones se realizaron según la Normativa actual, IRAM AADL J 2022-2. Posteriormente, se analizó el efecto de suprimir en los cálculos de los parámetros de calidad puntos conflictivos. El efecto fue posteriormente cuantificado, demostrando que la nueva propuesta de medición no introduce diferencias sustantivas con respecto al método actual, ganado en seguridad y rapidez en los estudios.

Referencias

- [1] Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. (1995), "IRAM AADL J 2022-2, Alumbrado Público, Vías de Tránsito – Clasificación y Niveles de Iluminación". Buenos Aires
- [2] Publication CIE Nº 30-2 – TC 4.6, *Calculation and measurement of luminance and illuminance in road lighting*, France, 1982.
- [3] Ixtaina, Bazalar, et al, "Alumbrado vial: nuevo criterio para la evaluación de la uniformidad general". Memorias del VIII CONGRESO PANAMERICANO DE ILUMINACIÓN, LUXAMERICA 2006.

Contenido

Luz y Salud: importancia de la luz natural en unidades de cuidados intensivos	5
Clasificación de la eficiencia energética en instalaciones de alumbrado público	8
Comparación de los métodos normativos de medición de flujo luminoso en lámparas LEDs para Argentina y la Región	10
Impacto de la tecnología LED en el consumo de energía eléctrica de Argentina. Periodo 2016-2018	13
La eficiencia luminotécnica en tipologías para la educación y su relación con el diseño arquitectónico.....	15
Estudio de caso: Aulas FAUD - Ciudad Universitaria-UNC	15
-Identificar criterios y premisas en relación al diseño luminotécnico en tipologías institucionales.	15
Ventajas técnico-económicas de las luminarias exteriores con alimentación solar fotovoltaica y acumulación en baterías.....	17
Bases para el Etiquetado de Eficiencia Global de Luminarias a LEDs	21
La iluminancia sobre el plano de trabajo: es una métrica apropiada para diseñar iluminación? .	25
Sistema de alumbrado público Ciudad de Paraná: “desafíos y expectativas en post de la optimización”	27
Iluminación pública sustentable por autogeneración renovable para municipios grandes usuarios de energía	31
Identificación de defectos en madera aserrada mediante técnicas de visión hiperespectral	34
La luz, el color y las nuevas tecnologías en la arquitectura actual. Posibilidades y desafíos.	37
Los moduladores espaciales de luz, tecnología emergente en el mundo de la iluminación.....	40
Métodos de documentación y visualización:.....	42
Reconstrucción virtual de Ibatín, Tucumán	42
Tecnologías disruptivas y nuevos paradigmas en iluminación y diseño.....	44
Relevamiento de causas de descarte en lámparas LED E27	47
Evaluación del desempeño de un registrador de iluminancia y temperatura instalado en el túnel subfluvial Uranga - Silvestre Begnis	51
Evaluación y Caracterización Cromática de Luminarias LED para Tareas Visuales de Altas Exigencias.....	54
Uso de la termografía y la interferometría holográfica digital para el análisis termomecánico de reflectores de tipo LED SMD en placa.....	57
El efecto de la edad en la percepción de la luminosidad.....	60
Telegestión de luminarias LED	61
Eco-Eficiencia y Sostenibilidad Urbana en Servicios de Iluminación Pública. El caso de la Ciudad de Cuenca, Ecuador	64

Control de la formación de biofilms sobre edificios históricos y arquitecturas singulares a través de la iluminación pública: Presente y futuro del proyecto Light4Heritage.....	65
Análisis y Evaluación de la Reconversión de Instalaciones de Alumbrado Público con Luminarias a LEDs	69
Evaluación de Luminancias en Autopista	70

LUZ 2019

Las XIV Jornadas Argentinas de Luminotecnia se desarrollan en la ciudad de Paraná, Provincia de Entre Ríos, entre los días 4 al 9 de noviembre de 2019.

Organizadas por los profesionales de la Dirección de Alumbrado Público y el Grupo de Investigación en Electrónica de Potencia en Iluminación de la Facultad Regional Paraná de la Universidad Tecnológica Nacional, bajo la tutela de la Asociación Argentina de Luminotecnia "AADL".

Estas jornadas se desarrollarán bajo el lema: **Iluminación Saludable, Eficiente y sustentable.**

Con los objetivos de ampliar los conocimientos de los profesionales avocados la gestión de los sistemas de alumbrado público de la región, intercambiar conocimiento científico en el ámbito de la luminotecnia, integrar el sistema científico tecnológico con el sector socio-productivo y cooperar en el establecimiento de las bases para una iluminación sustentable y saludable.

Los trabajos aceptados conformarán la publicación "Libro de Memorias de Trabajos de las XIV Jornadas Argentinas de Luminotecnia", con registro ISBN y fueron divididos en las siguientes áreas temáticas:

- **Sistemas de alumbrado público urbano.**
- **Iluminación sustentable y eficiencia energética en iluminación.**
- **Iluminación saludable.**
- **Nuevas tecnologías y aplicaciones de la luz.**
- **Luz sociedad y medioambiente.**