

Título del trabajo/ Title of paper

Carteles luminosos como elemento perturbador del equilibrio lumínico nocturno.

Autor/es/ Author/s

Manuel García Gil
Salvador X. Bará Viñas

Empresa/s Company/s

Universitat Politècnica de Catalunya
Universidade de Santiago de Compostela

Dirección principal/ Mail address

manuel.garcia.gil@upc.edu
salva.bara@usc.gal

Teléfono, fax, e-mail de la persona de contacto/
Phone, fax number and e-mail address of the contact person

Manuel Garcia Gil
93.401.71.68
Escola Tècnica Superior d'Enginyers Industrials de Barcelona
Av. Diagonal, 647, Planta 10
08028 Barcelona

Tema:

1. Científico y formación en aspectos generales de

Resumen texto, con principales resultados: Índice del contexto y una amplia explicación del trabajo a presentar:

1-Introducción y contexto.

Descripción de los diferentes elementos lumínicos urbanos y características más importantes de la tecnología led aplicada a carteles luminosos.

Así como los niveles propuestos por la CIE 150:2017 y la normativa del IES ANSI/IES RP-39-19.

2-Desarrollo y contenido de la ponencia

La ponencia comenzará con un estudio de campo en entornos urbanos y periurbanos, para analizar los niveles típicos de carteles publicitarios.

Posteriormente se compararán los niveles obtenidos con las normativas de aplicación y valores luminotécnicos de análisis.

La presencia de la tecnología led, ha supuesto, también en los carteles y señales luminosas, una forma nueva de desarrollar su función. Sus efectos en la calidad del servicio y la contaminación lumínica serán analizados.

Para concluir, se citarán los resultados obtenidos y se propondrán recomendaciones.

3-Conclusiones

Las conclusiones del estudio compararán los valores actuales medidos en campo con las diversas normativas, pero también con valores luminotécnicos y ambientales; no exclusivamente de valor de luminancia.

Con estos resultados, se propondrán recomendaciones para la selección diseño y funcionamiento de los sistemas de señalización y visualización comercial.

Carteles luminosos como elemento perturbador del equilibrio lumínico nocturno

1. Introducción y contexto

Ecosistema lumínico urbano

El ecosistema urbano tiene múltiples elementos que interaccionen entre sí de forma compleja. Desde el punto de vista lumínico y nocturno las tipologías más representativas son:

Tipo de alumbrado	Función principal	Valor típico de Luminancia media de la superficie iluminada (Lm)	Horario de funcionamiento habitual ¹
Vial, aparcamientos...	Seguridad en el tránsito de los vehículos y personas.	0,3-2 cd/m ²	P.sol-S.sol
Ornamental	Realzar, mostrar.	5-25 cd/m ²	P.sol- ¿?
Actividades económicas	Seguridad industrial y seguridad laboral en las actividades	0,3-10 cd/m ²	En función horario actividad
Carteles luminosos (no relacionados con seguridad)	Comercial, publicitario	50-1000 cd/m ²	P.sol- ¿?
Deportivas	Permitir la actividad deportiva	20-100 cd/m ²	P.sol – Curfew
Festivo, navideño...	Ocio y reunión.	<1000 cd/m ²	P.sol- ¿?
Doméstico (visto desde el exterior)	Iluminación interior, que afecta al exterior	10-100 cd/m ²	P.sol- Curfew
Otros	Faros de coches, señales de tránsito, etc...	---	----

Las características de cada una de las tipologías varían, en función de la actividad, de la intensidad o de la categoría del uso, e incluso varían en función de la zona donde se ubique. En todo caso, hay una gran diversidad de elementos que coexisten y que a menudo, pese a que se diseñan por separado, se visualizan de forma conjunta.



¹ P.sol – Puesta de sol
 S. sol – Salida de sol
 Curfew: toque de queda” (p. ej. 23.00 h)



Imagen 1. Ejemplos de tipos de alumbrado.

Hay diversos factores que diferencian los diferentes elementos: tipología de luminarias utilizadas, fuentes de luz, niveles lumínicos utilizados y horarios de funcionamiento.

Los carteles luminosos

Como elemento lumínico dentro del paisaje urbano, los *carteles luminosos* acostumbran a tener las siguientes características habituales:

- Niveles lumínicos elevados de la zona iluminada: su función es llamar la atención para dar un mensaje informativo. Este puede ser: publicitario, comercial, de estado de un determinado servicio, etc. El marco normativo actual permite niveles de entre 400-1000 cd/m² para típicas zonas urbanas (MINISTERIO-DE-INDUSTRIA 2008).
Estos niveles son claramente más elevados que las iluminaciones que tiene como función la seguridad de las personas, en las que las zonas iluminadas habitualmente no exceden las 2 cd/m² para tránsito vial.
- Los horarios de funcionamiento están limitados por algunos reglamentos (GENCAT 2015), pero esto no es una práctica extendida, por lo que se pueden encontrar carteles encendidos a altas horas de la noche.
- La tipología de fuente de luz no está prescrita por el marco normativo, si no que se supedita en todo caso al mensaje que debe proporcionar. Esto origina, como se expondrá posteriormente, que haya la presencia de lámparas tipo led de un elevado nivel de espectro lumínico por debajo de los 500 nm.
- Excepto los que están iluminados desde el exterior, los carteles tienen un flujo hemisférico superior instalado (FHSinst) del 50%. Es decir: hay un importante paquete lumínico que va directamente al hemisferio superior.

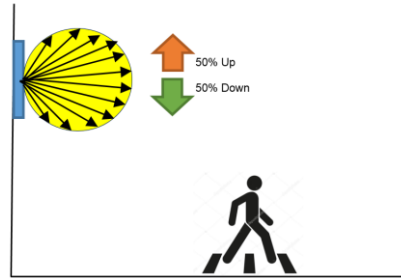


Imagen 2. Distribución lambertiana típica de un cartel luminoso.

En la última década ha sucedido la bien conocida implantación de la tecnología de las fuentes de luz tipo led. Este proceso también ha tenido lugar en los carteles luminosos y ha permitido:

1. La posibilidad de un potente paquete lumínico a bajo coste.
2. Una reducción en las tareas de mantenimiento asociadas a la reposición de las lámparas.
3. Posibilidad de regulación más fina.

Y, sobre todo:

4. La posibilidad de generar mensajes dinámicos, adaptables y configurables en la misma pantalla de visualización. Mensajes que pueden darse en horario diurno y nocturno. Cuando esto sucede, la pantalla de visualización está disponible con niveles de luminancia elevadísimos, ya que se usa tanto en horario diurno como nocturno.

Pero estas nuevas posibilidades no han afectado de forma substancial a la fotometría de los carteles que, pese a que existen modificaciones fotométricas, la mayoría suelen instalarse con las típicas emisiones de distribución lambertiana.

Marco normativo en materia de carteles luminosos y vinculación a la normativa general

En España y en buena parte de Europa, el marco normativo no evolucionado desde el hace casi 20 años, cuando en 2003 se publicó la primera edición de la CIE150:2003 Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installation (CIE 2003). En ella se proponen niveles máximos de luminancia de los carteles luminosos, entre 400 y 1.000 cd/m² para zonas urbanas típicas en zona de protección de contaminación lumínica E2, E3 y E4:

Estos niveles se han adoptado por multitud de reglamentos (como el Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, REEIAE) y han vuelto a tenerse en cuenta para la segunda edición de la CIE 150:2017(CIE 2017):

Superficie (m ²)	Luminancia Máxima (cd/m ²)
$S \leq 0,5$	1.000
$0,5 < S \leq 2$	800
$2 < S \leq 10$	600
$S > 10$	400

Parámetros luminotécnicos	Valores máximos			
	Observatorios astronómicos y parques naturales E1	Zonas periurbanas y áreas rurales E2	Zonas urbanas residenciales E3	Centros urbanos comerciales E4
Luminancia máxima de señales y anuncios luminosos (L _{máx})	50 cd/m ²	400 cd/m ²	800 cd/m ²	1.000 cd/m ²

Tabla 1. Luminancia máxima en el REEIAE

Como se ha comentado anteriormente, hay indicaciones sobre su uso horario, pero que a menudo no se han recogido en reglamentación de obligatorio cumplimiento.

Por lo tanto, pese al importante cambio tecnológico, y el cambio de paradigma en las zonas urbanas, los preceptos siguen siendo los mismos que hace 2 décadas.

Sin embargo, no pasa lo mismo para otro tipo de sistemas de alumbrado. Por ejemplo, en el caso de luminarias con lámpara tipo led, la situación es substancialmente diferente:

- Las nuevas luminarias han supuesto un descenso significativo del FHSinst instalado, y las normativas que se han publicado en el último quinquenio así lo han recogido disminuyendo el FHSinst máximo admitido.

Zona de protección	FHSinst (máx) (CIE 150:2003)	FHSinst (máx) (CIE 150:2017)
E0	(no existía)	0%
E1	1%	0%
E2	5%	2,5%
E3	15%	5%
E4	25%	15%

Tabla 2. Evolución del FHSinst (ULR) de la CIE 150 del año 2003 a la del año 2017

Como es bien conocido, la mayoría de luminarias están instaladas en zona E3, por lo que la reducción es de un 2/3 en el FHSinst máxima.

- La posibilidad de diferente distribución espectral y su repercusión en el paisaje urbano, la salud y la contaminación lumínica está generando un importante debate sobre qué tipo de lámpara es la adecuada en cada situación.
- La posibilidad de regulación, así como arquitectura distribuida que permite prescindir de los costos reguladores en cabecera, han incentivado la adecuación de niveles lumínicos más ajustados en función de la necesidad de cada espacio y hora de la mano de los sistemas de telegestión punto a punto.

Así pues, la ciudad se encuentra con un sistema lumínico en transición, pero el subsistema de rótulos mantiene su concepto de servicio lumínico con el agravante de poder incrementar su luminancia y su emisión en radiaciones de onda corta.

Este devenir no es igual en todas partes. Por ejemplo, la Illuminating Engineering Society (IES) de los EE.UU., publicó en el año 2019 una guía en la que se recomendaba

niveles máximos de 80 y 160 cd/m^2 en zonas de protección LZ3 y LZ4 (equivalentes a las conocidas E3 y E4) para señales y mensajes luminosos fuera de carreteras (IES. 2019). Además, en esta publicación se proporcionan parámetros con el objetivo de apagarlos a las 23.00 horas o 30 minutos tras el cierre de la empresa.

2. Trabajo de campo y medidas.

Con el objeto de analizar la situación actual en lo que hace referencia a carteles luminosos, se ha realizado trabajo de campo en Ourense (Bará 2019) y Barcelona (Soto 2019). En concreto:

1. Concello de Ourense (Ourense) durante los años 2018-2019 (8 medidas)
2. Centro de Barcelona (Barcelona) durante el mes de abril de 2019 (10 medidas)
3. Hospitalet de Llobregat, Cornellà de Llobregat y Sant Celoni (Barcelona) durante el mes de mayo de 2019 (30 medidas)

La metodología utilizada ha sido diferente, pero da a lugar a los mismos resultados:

En el caso de Ourense se ha analizado el tipo de cartel y la luminancia integrada en un tiempo determinado. Se han realizado medidas en continuo con un luminancímetro calibrado, y ha dado como resultado: medidas muy elevadas, a menudo fuera de la normativa de aplicación y uso habitual de lámparas tipo led de temperatura de color elevada (6500 K).

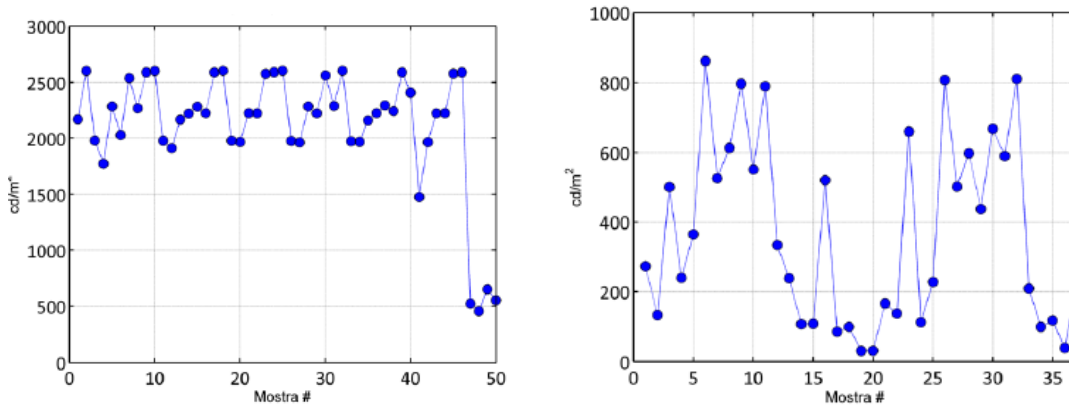


Imagen 3. Muestras de las medidas realizadas en pantallas dinámicas led en Ourense.

En el caso del trabajo de campo realizado en los diferentes municipios de Barcelona, se ha analizado una superficie fija mediante la metodología de publicada en la IT-CL-01 (GENCAT 2019). El resultado obtenido es la luminancia media del cartel y se ha comparado con su cumplimiento normativo como si fuera de primera instalación. Se ha detectado que prácticamente la totalidad de los 40 carteles medidos estaban funcionando con tecnología LED.

También se ha realizado medición con cámara fotográfica calibrada para corroborar la medición realizada.

Mesura Nº: 3

Data: 11 d'Abril de 2019

Hora: 20:49 (8:49 pm)

Localització rètol: *Easting: 430809.5, Northing: 4581794.9, Zone: 31T, North of Equator*

Localització mesura: *Easting: 430798.8, Northing: 4581799.5, Zone: 31T, North of Equator*



<i>Descripció general de la instal·lació (Imatge/Esquema /Descripció distàncies per a la mesura)</i>				
<p>Panell rectangular, col·locat interiorment sobre l'entrada de l'establiment, llegible per un costat i de mida mitja. S'han realitzat dues mesures: la primera per calibrar i la segona per validar l'anterior. La distància per a la mesura ha estat d'entre 5 i 6 metres aprox, ja que l'alçada del rètol era considerable.</p>				
<i>Característiques de la instal·lació</i>				
<p>Propòsit: Indicar el nom de l'establiment. Tipus de font de llum: LED Tipus d'il·luminació: Retroil·luminada Rètol dinàmic: NO</p>				
<i>Zona de protecció envers la contaminació lumínica</i>			E3 – Protecció Moderada	
<i>Aspectes singulars que puguin afectar (Arbres, cotxes, rètols, aparadors, nuvolositat, boira, ...)</i>				
<p>L'establiment estava obert, per el que hi havia llum procedent del seu interior en el moment de la mesura. El dia era lleugerament ennuvolat.</p>				
<i>Resultats de la mesura</i>				
(cd/m ²)	Mitjana	Mediana	Desv. est.	Màxim
Valors	111	89	2,3	384
<i>Altres consideracions (color, aspecte, estàtic, dinàmic, ...)</i>				
<p>Il·luminació interior d'un panell blau amb lletres blanques. Situada a centre urbà d'una zona comercial i turística amb lluminositat mitja. Rètol col·locat a l'entrada d'una botiga, amb una finalitat informativa del nom de la mateixa. Establiment comercial de tota mena de material esportiu.</p>				
<i>Anàlisi de l'entorn</i>				
				

Imagen 4. Muestra de cartel con resultado dentro de la normativa de aplicación.

Mesura Nº: 39

Data: 12 de Maig de 2019

Hora: 22:09 (10:09 pm)

Localització rètol: Easting: 422932.4, Northing: 4577852.8, Zone: 31T, North of Equator

Localització mesura: Easting: 422925.4, Northing: 4577861.2, Zone: 31T, North of Equator


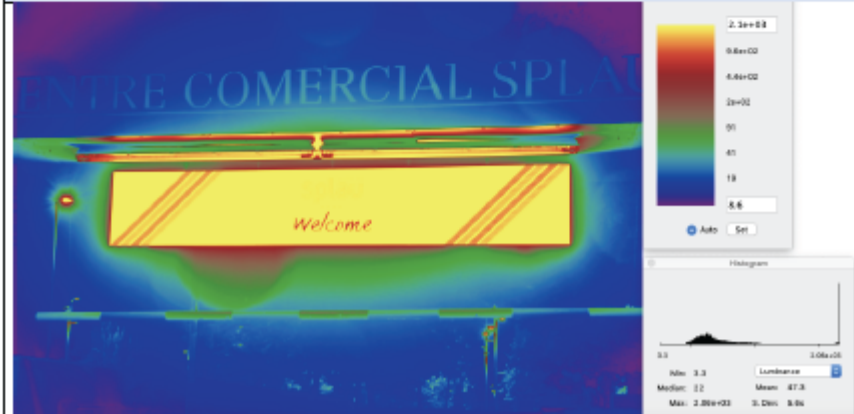
<i>Descripció general de la instal·lació (Imatge/Esquema /Descripció distàncies per a la mesura)</i>				
<p>Panell rectangular, col·locat sobre l'entrada a un aparcament subterrani de un centre comercial, llegible per un costat, molt brillant i de mida gran. S'ha realitzat una única mesura. La distància per a aquesta ha estat d'entre 3 i 4 metres aprox., i en diagonal per seguretat, a causa del pas de cotxes.</p>				
<i>Característiques de la instal·lació</i>				
<p>Propòsit: Informar i destacar l'entrada d'un aparcament subterrani. Tipus de font de llum: Desconeguda Tipus d'il·luminació: Retroil·luminada Rètol dinàmic: SI</p>				
<i>Zona de protecció envers la contaminació lumínica</i>			E3 – Protecció Moderada	
<i>Aspectes singulars que puguin afectar (Arbres, cotxes, rètols, aparadors, nuvolositat, boira, ...)</i>				
<p>Es va mesurar diagonalment, sobre la vorera, per seguretat degut al pas constant de vehicles. Les condicions de mesura restants, eren ideals.</p>				
<i>Resultats de la mesura</i>				
(cd/m²)	Mitjana	Mediana	Desv. est.	Màxim
Valors	1930	2050	1,2	2060
<i>Altres consideracions (color, aspecte, estàtic, dinàmic, ...)</i>				
<p>Il·luminació molt potent de lletres grans sobre fons blau cel. A les imatges costa diferenciar tota la informació degut a la alta brillantor. Situada als afores d'una zona urbana, en una zona comercial amb lluminositat mitja. Rètol col·locat a l'entrada d'un aparcament subterrani, amb una finalitat indicativa de la entrada i donant la benvinguda en diferents idiomes.</p>				
<i>Anàlisi de l'entorn</i>				
				

Imagen 5. Muestra de cartel medido con valores fuera de la normativa de aplicación.

Las medidas realizadas en la provincia de Barcelona nos muestran los siguientes resultados:

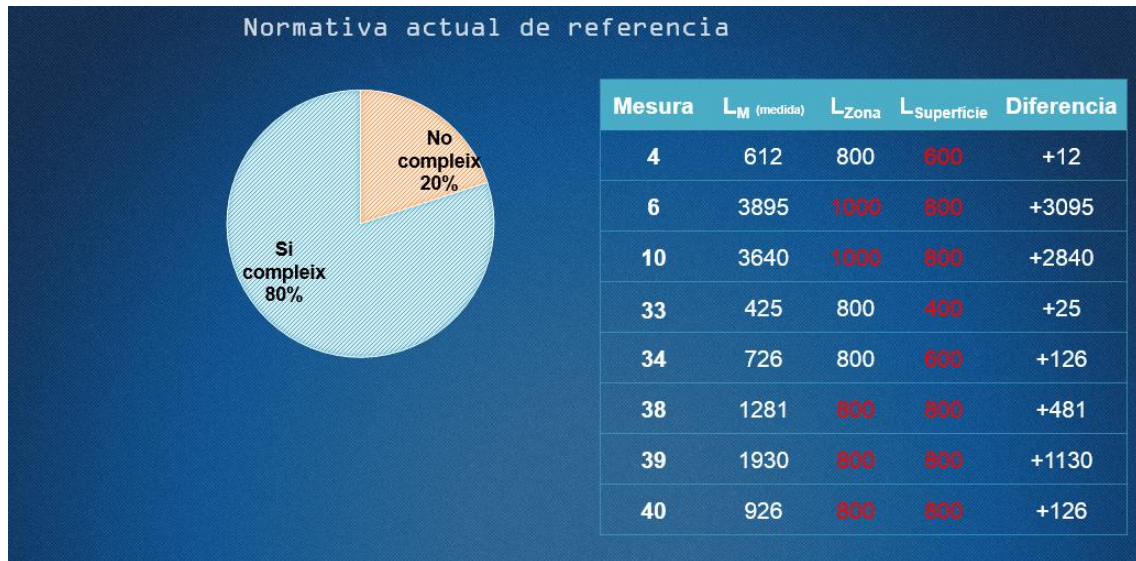


Imagen 6. Evaluación normativa de los carteles analizados.

Se realiza una segunda comparación teórica: teniendo en cuenta que, según la ergonomía visual en interiores se recomiendan 100 cd/m² y máxima 400 cd/m² (Comisión-Salud-Pública 199), ¿cuántos estarían dentro de estos parámetros?

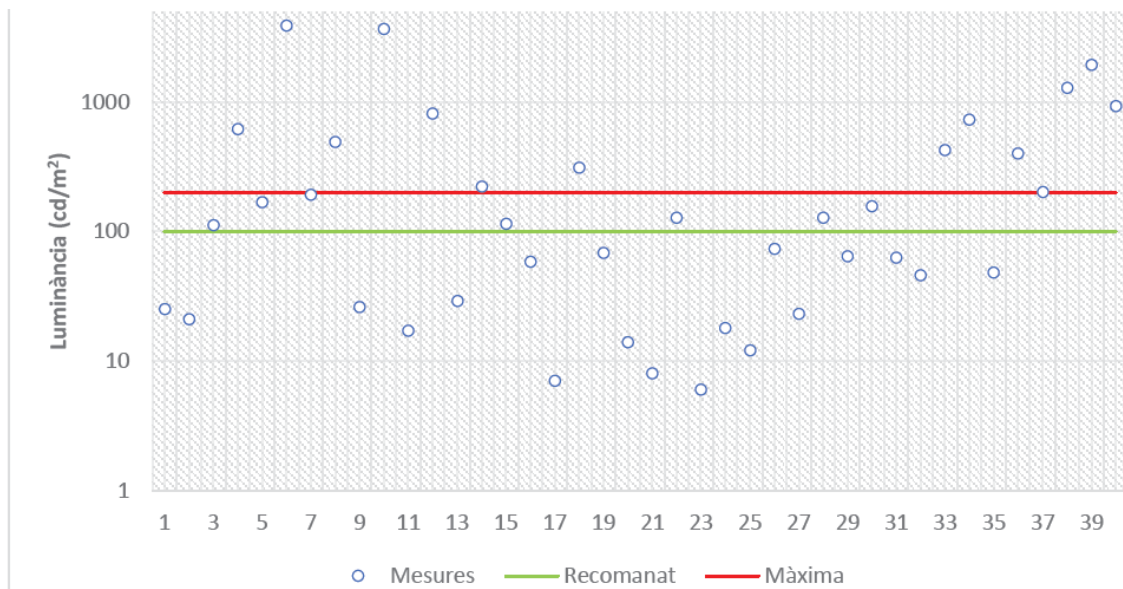


Imagen 7. Evaluación de carteles en función del nivel ergonómico (en interiores)

Esta comparación da como resultado que la mayoría (21 de 40 carteles) estarían por debajo de los niveles de confort visual recomendados para interiores. Si, como sabemos, en exteriores el contraste será más elevado debido a que la luminancia de velo es eminentemente inferior, nos encontramos ante una situación de potencial falta de confort lumínico.

3. La relación de “función vs. repercusión” de la iluminación de carteles.

Como se ha podido ver en la tabla del punto 1, y se ha corroborado en el trabajo de campo realizado, los niveles de luminancia de carteles luminosos son de los más elevados que hay durante la noche, como ocurre también con el alumbrado festivo y navideño.

La función del alumbrado de carteles es ser visible y atraer la mirada para dar un determinado mensaje: informativo, de alarma, de seguridad, publicitario, comercial, etc. Esta función se puede considerar que depende de:

- La luminancia de la superficie en un horari determinado.
- La tipología de mensaje: tanto en diseño como en forma de presentarlo (posibilidad de dinamismo).
- La situación del cartel para ser visto.

Pero como en todo proceso relacionado con el proceso visual y cognitivo del ser humano, se rige por una curva de rendimientos decrecientes, que incluso pueden ser rendimientos negativos, debido a las repercusiones negativas.

En la gestión y uso de los carteles se debe considerar una buena utilización de los recursos necesarios. Esto se consigue manteniéndose en la zona de rendimientos crecientes, y evitando los negativos, ya que su uso errático y indiscriminado de los recursos tecnológicos: excesivo brillo, horarios inadecuados, excesivos cambios de imágenes...

Así pues, como suele pasar en todo uso inadecuado de recursos y en el servicio proporcionado por la función del dispositivo, se pueden originar repercusiones negativas. Son bien conocidas:

1. Excesivo consumo energético: Todo cartel luminoso por encima del nivel ergonómico y confort genera un despilfarro energético innecesario.

Además, el uso fuera del horario comercial o después del conocido como toque de queda (“curfew” en inglés), genera una función reducida ya que el mensaje va a ser recibido por muy poca o ninguna persona interesada.

2. Aumento de la contaminación lumínica: Pese a que pueda creerse que el alumbrado vial es el que tiene una repercusión más importante en la contaminación lumínica, en el año 2001 se calculó que en un calle con luminarias con FHSinst cercano al 0%, el flujo lumínico debido a fuentes de titularidad privada podía ser de casi el 40%.

En otro orden de alumbrado, y con el mismo tipo de cálculo, en el año 2016 se determinó que en las mismas condiciones de luminarias de alumbrado público de FHSinst reducido, la aportación del alumbrado público a la contaminación solo era del 50%.

Mediante imagen digital, en las ciudades de A Corunha (capital de provincia) y Arteixo (ciudad eminentemente industrial), a primeras horas de la noche el peso del alumbrado de vías de tránsito es del 77% y del 55% respectivamente. En el resto de aportaciones hay todo tipo de alumbrado, también comercial.

(García Gil and Sanyé 2001, García Gil 2009, García Gil and González Dorta 2016) (Bará, Rodríguez-Arós et al. 2017) .

3. Descenso en la seguridad viaria: se conoce la falta de seguridad viaria por la instalación de pantallas publicitarias, y sobre todo debido a los de mensajes dinámicos, que provocan la fijación de la mirada del conductor mucho más tiempo que los mensajes fijos (Beijer, Smiley et al. 2004, Edquist, Horberry et al. 2011, Dukic, Ahlstrom et al. 2013, Decker, Stannard et al. 2015) .
4. Calidad de servicio: la presencia de carteles luminosos afectan al paisaje urbano e incrementan el deslumbramiento, de forma que desciende la calidad de servicio y crea posibilidad de más accidentes, así como dificultad de reconocimiento facial por la misma razón.
5. Demanda innecesaria de niveles lumínicos por incremento de contraste . Esto ocurre cuando el usuario de la iluminación tiene la sensación que necesita mayores niveles por la presencia de carteles luminosos, que dan una falsa sensación de buena iluminación.

4. Conclusiones.

Tal como se ha expuesto, el alumbrado de carteles luminosos durante la noche es un elemento de una alta luminancia y puede generar repercusiones nocivas en el equilibrio urbano.

Habitualmente, su disposición ha sido realizada de forma individual, sin tener en consideración como es el entorno en el que está instalado. De forma añadida, sus niveles de luminancia no se ajustan a situaciones de confort visual, los niveles de la normativa actual son evidentemente elevados y no han sido reevaluados después de casi dos décadas de uso. Esta situación se mantiene pese al cambio tecnológico, eléctrico y lumínico que ha representado la tecnología led.

El uso de los carteles luminosos tampoco ha sido tenido en cuenta de forma generalizada y clara: su falta de limitación horaria y su potencial dinamismo en las imágenes tiene repercusiones negativas en la seguridad vial y requiere un cambio de paradigma del marco normativo.

Como conclusiones de este artículo se presentan las siguientes recomendaciones de uso para los carteles:

- **Ajustarse a una drástica reducción de luminancias máximas.** Adoptar niveles del orden de los publicados en la ANSI/IES RP-39-19, *Recommended Practice: Off-Roadway Sign Luminance*, que suponen un máximo de 160 cd/m².
- Mediante el potencial de regulación y configuración que pueden tener los leds, configurar para que durante la noche la temperatura de color de los tonos blancos **nunca supere los 3000K**.
- Régimen horario:
 - o Los carteles deben estar apagados como mucho 30 minutos después del cierre de la actividad.
 - o A partir de las 23.00 h solo se permitirán el encendido de carteles que estén prestando un servicio público al ciudadano y con un nivel de luminancia mínimo requerido para poder visualizar los mensajes, ajustado a la iluminación existente en el entorno.
- Evitar los cambios de carteles durante el paso de vehículo. Por lo tanto realizar transiciones muy lentas en los dinamos de imágenes.

5. Referencias:

Bará, S. (2019). "ANÁLISE DE LUMINANCIAS DE PANTALLAS LUMINOSAS NO CONCELLO DE OURENSE (2018-2019) E PROPOSTAS DE ACTUACIÓN." ZENODO.

Bará, S., Á. Rodríguez-Arós, M. Pérez, B. Tosar, R. C. Lima, A. Sánchez de Miguel and J. Zamorano Calvo (2017). "Estimating the relative contribution of streetlights, vehicles and residential lighting to the urban night sky brightness." *Lighting Research and Technology* 2019; 51:1092–1107. <https://doi.org/10.1177/1477153518808337>

Beijer, D., A. Smiley and M. Eizenman (2004). "Observed Driver Glance Behavior at Roadside Advertising Signs." *Transportation Research Record* **1899**(1): 96-103.

CIE (2003). *Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations*. Vienna.

CIE (2017). *Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations*. 2nd edition. Vienna.

Comisión-Salud-Pública (199). "Protocolo de vigilancia sanitaria específica para los/as trabajadores/as con pantallas de visualización de datos."

Decker, J. S., S. J. Stannard, B. McManus, S. M. Wittig, V. P. Sisiopiku and D. Stavrinou (2015). "The impact of billboards on driver visual behavior: a systematic literature review." *Traffic Inj Prev* **16**: 234-239.

Dukic, T., C. Ahlstrom, C. Patten, C. Kettwich and K. Kircher (2013). "Effects of Electronic Billboards on Driver Distraction." *Traffic Injury Prevention* **14**(5): 469-476.

Edquist, J., T. Horberry, S. Hosking and I. Johnston (2011). "Effects of advertising billboards during simulated driving." *Appl Ergon* **42**(4): 619-626.

García Gil, M. (2009). Metodología ramal-UPC para análisis cuantitativo de la contaminación lumínica. XXXV Simposium del Comité Español de Iluminación. CEI. Pontevedra.

García Gil, M. and N. González Dorta (2016). "Influencia de la luz privada doméstica sobre la fuente de la contaminación lumínica." *ACE: architecture, city and environment* **11**(31): 93-120.

García Gil, M. and J. Sanyé (2001). Estudio de la contaminación lumínica mediante medición de casos reales y simulaciones informáticas. Simposium Nacional de Alumbrado. CEI.

GENCAT (2015). Decret 190/2015 de desenvolupament de la Llei 6/2001 d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn. DOGC, GENCAT.

GENCAT (2019). "Instrucció tècnica IT-CL-01, de la Direcció General de Qualitat Ambiental i Canvi Climàtic relativa al procediment per a la realització de mesuraments luminotècnics de contaminació lumínica."

IES. (2019). "ANSI/IES RP-39-19. Recommended Practice: off-roadway sign lumnance."

MINISTERIO-DE-INDUSTRIA (2008). Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07. T. y. C. Ministerio de Industria. BOE. **279**: 45988-46057.

Soto, M. (2019). Estudi luminotècnic de la implantació de rètols amb tecnologia LED a zones urbanes i periurbanes, UPC.