

Efectos de la magno-cartelería LED

Javier E. SANTILLÁN¹

¹ Dpto. Luminotecnia, Luz y Visión "Ing. Herberto C. Bühler", FACET, UNT – Inst. de Investigación en Luz, Ambiente y Visión (ILAV), CONICET/UNT - jsantillan@herrera.unt.edu.ar

Resumen: Además de ser utilizados para lámparas y sistemas de alumbrado en interiores y exteriores, los LEDs permiten la creación de dispositivos de presentación dinámica de imágenes, tales como pantallas o carteles de cualquier tamaño imaginable y con valores muy altos de intensidad luminosa. Al estar ubicados en zonas urbanas de alta densidad, se vienen presentando toda una serie de cuestionamientos, así como de reclamos por parte de los ciudadanos. El propósito de este trabajo es considerar algunos de los efectos de la magno-cartelería LED, los cuales pueden dividirse en medioambientales, visuales y no-visuales. Se considera a modo de ejemplo el caso de un cartel ubicado en un cruce de avenidas muy transitado en la ciudad de San Miguel de Tucumán. A partir de lo analizado se ponen en evidencia algunos aspectos y consideraciones luminotécnicas y visuales que deberían tenerse en cuenta para la utilización de dicho tipo de cartelería luminosa.

Abstract: In addition to being used for lamps and indoors and outdoors lighting systems, LEDs allow the creation of dynamic image presentation devices, such as screens or billboards of any imaginable size, and with very high values of light intensity. Being located in high-density urban areas, a whole series of questions have been presented, as well as claims from citizens. The purpose of this work is to consider some of the effects of LED magno-billboard, which can be divided into environmental, visual and non-visual. As an example, we consider the case of a billboard located at a busy intersection of avenues in the city of San Miguel de Tucumán. Based on what has been analysed, some lighting technical and visual aspects and considerations that should be taken into account for the use of this type of billboards are highlighted.

Palabras claves: cartelería LED, polución lumínica, efectos de los carteles en las personas

I. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías en iluminación evolucionan y su influencia puede verse en todos los campos de la actividad humana. En estos últimos tiempos los iluminantes de estado sólido como los diodos emisores de luz o LEDs han cobrado extrema relevancia debido a sus características de policromaticidad, intensidad luminosa, rendimiento luminoso, bajo consumo eléctrico y excelente relación costo-beneficio. Además de ser utilizados para lámparas y sistemas de alumbrado en interiores y exteriores, los LEDs permiten la creación de dispositivos de presentación dinámica de imágenes, tales como pantallas o carteles de cualquier tamaño imaginable. Es por ello que la primera dificultad con la que nos encontramos al hablar de "cartelería" es referida al tamaño. Como la palabra "gigantografía" se aplica a imágenes estáticas de gran tamaño (si bien pueden estar iluminadas con fuentes LED de gran intensidad) hemos optado por usar el término "magno-cartelería LED" para referirnos específicamente a carteles publicitarios autoiluminados -de varios metros cuadrados de superficie-, constituidos por gran cantidad de LEDs. Se separa también de la idea de "cartelería digital" pues ahí pueden utilizarse back-lights LEDs, que no es lo mismo.

Al estar ubicados en zonas urbanas de alta densidad, se vienen presentando toda una serie de cuestionamientos así como de reclamos por parte de los ciudadanos, lo que evidencia una falta de lineamientos o estándares sobre el uso de este tipo de carteles, debida posiblemente a lo complejo de las temáticas involucradas. El propósito de este trabajo es considerar algunos de los efectos de la magno-cartelería LED, los cuales pueden dividirse en medioambientales, visuales y no-visuales.

II. METODOLOGÍA

A diferencia de otros tipos de carteles, los basados en LED pueden generar valores muy altos de luminancia (encima de las 10000 cd/m²) y variar dinámicamente en el tiempo. El obtener los valores de dichas variaciones es

una segunda dificultad intrínseca a la medición de las intensidades de luz reflejadas o emitidas por los carteles de gran tamaño. No se encuentra en la literatura métodos desarrollados para medir esos valores, que además de la variación de intensidades luminosas características de dicha tecnología presentan el problema típico de los carteles, es decir el que en condiciones reales las intensidades de luz percibidas pueden cambiar muy rápidamente desde el punto donde se encuentra el observador (por ejemplo si se traslada en un automóvil). Una propuesta del grupo polaco de Tomczuk y colaboradores [1] es utilizar el parámetro de la Luminancia y calcular a partir de ella el Contraste de Luminancias (C), siguiendo para las mediciones una serie de pautas recomendadas para obtener la información luminotécnica y geométrica. Entre ellas se destacan el utilizar un instrumento calibrado, con un campo de medición $\leq 1^\circ$, considerar la altura de medición de 1,5m (típica altura de los ojos de un conductor de un vehículo automotor) [2].

Se considera a modo de ejemplo el caso de un cartel de área $\leq 10\text{m}^2$ [2] ubicado en un cruce de avenidas muy transitado en la ciudad de San Miguel de Tucumán el cual presenta publicidad de forma dinámica durante el día y hasta medianoche. Las mediciones fueron realizadas en el horario nocturno, a una distancia de 20m, con un ángulo de elevación de la visión de 22° considerando el centro del cartel, utilizando un luminancímetro Minolta LS100 con un campo de medición de 1° . Se tomaron 10 medidas de luminancia para cada color (blanco, rojo, verde, azul) [3] y del entorno del cartel.

III. RESULTADOS

Como fue planteado, uno de los problemas es lo dinámico de las imágenes presentadas por este tipo de display, lo que implica que las intensidades y colores están utilizados en función de los contenidos de las publicidades. Es así que los valores son promedios (L_m) y máximos (L_{max}) de los niveles de luminancia medidos cuando alguno de los colores eran presentados de forma predominante y están expresados en cd/m^2 . Blanco: $L_m=1790$ y $L_{max}=2100$; Rojo: $L_m=757,6$ y $L_{max}=1100$; Verde: $L_m=727,8$ y $L_{max}=810$; Azul: $L_m=439$ y $L_{max}=615$.

El contraste de luminancia sería la diferencia entre el valor máximo de luminancia y el valor promedio de las luminancias del fondo donde se encuentra el cartel: $C=(L_{max}-L_m)/L_m$ por lo que se tendría: $C_{blanco}= 962,3$; $C_{rojo}= 503,6$; $C_{verde}= 370,5$; $C_{azul}= 281,1$

IV. DISCUSIÓN

Si bien los datos que estamos considerando se refieren a un solo caso y es necesario un relevamiento mayor y sistemático, la intención de esta presentación es disparar la discusión sobre esta problemática directamente vinculada a los objetivos de las Jornadas, pues en nuestra Institución hemos recibido preguntas al respecto por parte de vecinos que sufren incomodidades debido a este tipo de magno-cartelería.

A. Consideraciones desde el medio ambiente visual

Al comparar con los valores presentados por Tomczuk y colaboradores [1] estos autores encuentran que del total de carteles con tecnología LED relevados por ellos, todos presentan valores de luminancia máxima mayores a 1000 cd/m^2 , siendo que el 56% presenta valores de luminancia máxima entre 1000 y 4000 cd/m^2 . Con un valor máximo de 2100 cd/m^2 vemos que coincidimos con estos autores en los referido al rango de luminancias observadas, las cuales sobrepasan los valores sugeridos por legislaciones de algunos países que han comenzado a limitar los niveles de emisión, como los Emiratos Arabes (contraste de 12:1 con un máximo de 1000 cd/m^2) o de Polonia (4000 cd/m^2 durante el día, 600 cd/m^2 durante la noche). Desde el punto de vista del medio ambiente visual, los valores excesivos pueden producir niveles de polución visual y lumínica debido a la gran cantidad de luz que es emitida y reflejada en todas direcciones. Como plantea Hecht 2015 [4] respecto al uso de LEDs para iluminación en las vías de circulación, al poner la preocupación en el aspecto energético y procurar obtener niveles altos de iluminación con bajo costo, no se ha prestado demasiada atención a qué sucede con ese exceso de iluminación ni como puede afectar a los usuarios. De hecho si uno observa los valores sugeridos por la CIE 2017 [2] para la intrusión de luz del alumbrado público, queda en evidencia que la luz emitida por la magno-cartelería LED supera ampliamente dichos valores, aunque no es en realidad un artefacto de alumbrado propiamente dicho (p.e. emite en sentido horizontal, sin control de los ángulos de iluminación, etc). Aún así, en el estado actual de las cosas, aunque hubiere un cartel de este tipo cada $1,6 \text{ Km}^2$, el 96% de la polución seguiría debiéndose a otras fuentes luminosas [3].

B. Consideraciones desde el "ciudadano"

Aquí no quería hablar de "usuario" o de "observador" pues eso supone una intencionalidad. Y según puede notarse, los ciudadanos no siempre están siendo afectados voluntariamente por este tipo de magno-cartelería LED.

Desde esta perspectiva del factor humano puede observarse que gran parte de los trabajos de investigación están referidos a los “efectos visuales” en los conductores de los automotores. Estos se dividen en los efectos distractivos de las imágenes presentadas (y la forma en que se lo hace), y a los efectos en el sistema visual, sobre todo el deslumbramiento.

El efecto distractivo de la cartelería ha sido objeto de estudio desde hace varias décadas, a lo que en los últimos tiempos se sumó las especiales características de la cartelería llamada “digital”. Aquí el efecto puede ser doble: por un lado, la distracción visual, al hacer que el conductor quite sus ojos del camino; o la distracción cognitiva, al desconcentrarlo o ocupar su mente con algo que lo distrae de la conducción (“mirar sin ver”) aumentando drásticamente los tiempos de reacción. Si consideramos las variaciones temporales de luminancia, así como la dinámica de los contenidos presentados en el cartel que tomamos de ejemplo, no sorprende que los resultados de las investigaciones sugieren claramente que los magno-carteles digitales alteren la atención del conductor [5][6][7], aunque no hay acuerdo en lo referido al grado en que esto impacta en la seguridad. Lo que sí está claro es que la edad de los conductores es un factor significativo [5][8], presentando mayor tiempo de observación el grupo de los adolescentes y jóvenes.

En lo referido al deslumbramiento fisiológico, si bien puede producirse debido a los niveles de iluminación emitidos por la magno-cartelería LED, es difícil el caracterizarlo correctamente siguiendo las normativas acostumbradas para iluminación de vías de tránsito. Esto se debe a las particulares ópticas que pueden incorporar los LEDs las que produce distribuciones asimétricas y cuyas intensidades varían de acuerdo al punto de observación. Por lo tanto que ocurra deslumbramiento dependerá de la ubicación y tamaño del cartel, así como de la distancia y ángulo de observación respecto al conductor. El efecto fisiológico del parpadeo es conocido, y puede producir epilepsia fotosensible en frecuencias entre 3 y 70 Hz [9].

Es así que al ser aditivos los potenciales factores distractivos (visuales y cognitivos) y fotométricos (alta luminancia, altos contrastes, flicker) es la ubicación inadecuada la que puede cobrar la mayor relevancia al magnificar potencialmente los efectos negativos de la magno-cartelería sobre los ciudadanos [10].

Respecto a los efectos no-visuales, una queja que puede escucharse seguido es la de los vecinos cuyas viviendas se ubican en las inmediaciones de los magno-carteles LED y sufren la intrusión de su luz en el horario nocturno. Este tipo de exposición descontrolada se conoce como LAN (Light at Night) y puede generar una serie de efectos físicos (síndromes metabólicos, enfermedades cardiovasculares, incidencia en algunos cánceres, problemas con algunos fármacos) y psicológicos (alteraciones cognitivas, alteraciones emocionales (p.e. stress), alteraciones en el bioritmo, etc.) [11]. Esto se agrava en los adultos mayores (>60 años) pues presentan una mayor sensibilidad a los efectos no-visuales de la luz [12]. Si consideramos que el pico de emisión de algunos LEDs coincide con el pico de supresión de Melatonina, no sorprende que aún siendo el menor nivel de emisión de estos carteles el del color azul (en nuestro caso $L_{max}=615 \text{ cd/m}^2$), lo mismo sea suficiente para producir efectos negativos en la calidad del sueño de los vecinos en las inmediaciones [13].

V. CONCLUSIONES

Las mediciones realizadas indican que este tipo de magno-cartelería LED puede presentar sin dificultad niveles altos de luminancia, e incluso lo hace de forma dinámica (publicidades animadas) variando intensidades y colores. Si bien pudo verse que existe un corpus notable de información desde el campo de la luminotecnia y de los factores humanos en iluminación, llama a atención la falta de pautas y control por parte de los organismos estatales en muchos países.

En ese sentido, en lo referido al nivel de iluminación, tratando de que sea más simple su implementación, los autores coinciden en que los carteles deben cumplir con los requerimientos de una zona E2 [2]. La lógica es que sería muy poco probable que ellos estén ubicados en una zona E1, pero que a su vez, al cumplir el nivel E2, perfectamente cumplen también con lo exigido para las áreas E3 y E4. Es así que siguiendo esa razonamiento, según Lewin [3] en horario nocturno un cartel de 3x6m no debería emitir un promedio de más de 300 cd/m^2 considerando una distancia de observación de 45m. Otros autores sugieren metodologías dinámicas de control, en las cuales el nivel medio de la luz del magno-cartel se ajustaría un porcentaje por encima del valor de la iluminación imperante en el medio ambiente que lo rodea.

En lo que respecta al aspecto distractivo, es importante tener en cuenta que la “distracción externa” representa entre el 6 y 9% del total de causas en los siniestros vehiculares y que los datos muestran que los tiempo en que se miran los carteles se vé duplicado al tratarse de magno-cartelería LED [14].

Respecto a su funcionamiento en horario nocturno debe ser doblemente limitado: no sólo en intensidad como se indicó anteriormente, sino también en el tiempo de encendido. Esto permitiría que los vecinos puedan contar con un tiempo de descanso de calidad, especialmente los adultos mayores.

Por todo lo anterior es evidente que el aspecto de la “ubicación” cobra gran relevancia al poder mitigar o aumentar (según sea el caso!) dichos efectos. Es en ese aspecto donde los organismos estatales deben contar con legislaciones que permitan controlar la difusión de la cartelería, como puede leerse en la Ley de Publicidad Exterior de la Ciudad de Buenos Aires: “La publicidad exterior que por sus características o tipo de tecnología empleada genere sensación de movimiento en su mensaje o imágenes, cualquiera sea su tamaño y ubicación, deberá presentar tanto en forma previa al otorgamiento de los permisos [...], estudios de impacto lumínico al tránsito vehicular y peatonal, en este último caso la presentación debe realizarse dentro de los 180 días posteriores a su instalación. Dichos estudios deberán ser tratados y considerados por la Comisión de Paisaje Urbano al momento de analizar el otorgamiento” (Incorporado por el Art. 1º de la Ley Nº 4.118, BOCBA Nº 3839 del 24/01/2012). Sin embargo sigue siendo ambigua o poco clara respecto a los parámetros visuales y luminotécnicos a ser determinados, así como a la forma de medición y evaluación de los mismos.

Habiendo establecido algunos de los factores relevantes que producen efectos en los ciudadanos que circulan o viven en las inmediaciones de magno-carteles LEDs, creemos que aún es mucho lo que resta por investigar y que como especialistas del campo de la luminotecnia y la visión tenemos mucho por aportar a esta temática.

VI. REFERENCIAS

- [1] Tomczuk, P., Chrzanowicz, M., & Jaskowski, P. (2022). Procedure for measuring the luminance of roadway billboards and preliminary results. *LEUKOS*, 18(1), 2–20.
- [2] International Commission on Illumination (CIE) (2017). Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations. 2nd ed. doi:10.25039/TR.150.2017.
- [3] Lewin, I., & FIES, L. C. (2008). Digital billboard recommendations and comparisons to conventional billboards. Lighting Sciences Inc., www.lightingsciences.com
- [4] Hecht, J. (2015). Exploring a New “Twilight Zone”: LED Street Lighting and Human Vision. *Optics and Photonics News*, 26(10), 34–41.
- [5] Belyusar, D., Reimer, B., Mehler, B., & Coughlin, J. F. (2016). A field study on the effects of digital billboards on glance behavior during highway driving. *Accident Analysis & Prevention*, 88, 88–96.
- [6] Sorum, N. G., & Pal, D. (2022). Effect of Distracting Factors on Driving Performance: A Review. *Civil Engineering Journal*, 8(2), 382–405.
- [7] Costa, M., Bonetti, L., Vignali, V., Bichicchi, A., Lantieri, C., & Simone, A. (2019). Driver's visual attention to different categories of roadside advertising signs. *Applied ergonomics*, 78, 127–136.
- [8] Sisiopiku, V. P., Islam, M. M., Wittig, S., Welburn, S. C., & Stavrinos, D. (2014). Perceived and real impacts of digital advertising billboards on driving performance. *Advances in Human Aspects of Transportation: Part II*, 8, 408–419.
- [9] Harding, G. F. A. and Harding, P. F. (1999) “Televised material and photosensitive epilepsy,” *Epilepsia* 40, 65–69.
- [10] Domke, K., Wandachowicz, K., Zalesi, M., Mroczkowska, S., & Skrzypczak, P. (2012). Large-sized digital billboards hazard. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 7(4), 367–380.
- [11] Smolensky MH, Hermida RC, Reinberg A, Sackett-Lundeen L, Portaluppi F. (2016). Circadian disruption: New clinical perspective of disease pathology and basis for chronotherapeutic intervention, *Chronobiology*
- [12] Najjar RP, Chiquet C, Teikari P, Cornut PL, Claustrat B, Denis P, Cooper HM, Gronfier C. (2014) Aging of Non-Visual Spectral Sensitivity to Light in Humans: Compensatory Mechanisms? *PLoS ONE*. 9(1):e85837.
- [13] Meng-Wei Lin, Pin-Hsuan Hsieh, Erik C. Chang, and Yi-Chun Chen (2014) Flicker-glare and visual-comfort assessments of light emitting diode billboards, *Appl. Opt.* 53, E61-E68
- [14] Decker, J. S., Stannard, S. J., McManus, B., Wittig, S. M., Sisiopiku, V. P., & Stavrinos, D. (2015). The impact of billboards on driver visual behavior: A systematic literature review. *Traffic injury prevention*, 16(3), 234–239.

VII. BIOGRAFÍAS



Javier Santillán es Doctor en Psicobiología por la Universidad de Sao Paulo (USP), Magíster en Percepción Visual y Especialista en Medio Ambiente Visual e Iluminación Eficiente por la UNT.