



# Hay varias maneras de **iluminar** el Futuro

Comentarios al Libro Verde de la CE  
**Iluminemos el Futuro**  
Acelerando el despliegue de tecnologías  
de iluminación innovadoras



## Hay varias maneras de iluminar el futuro

Aun reconociendo que el Libro Verde de la CE “Iluminemos el futuro” se convertirá en una referencia básica para el desarrollo de una política europea de iluminación innovadora, con un impacto muy especial en el alumbrado de exteriores, parece adecuado y previsor tener en cuenta los requisitos deseables para un alumbrado inteligente. Este concepto requiere adoptar una perspectiva mucho más amplia, que ponga el acento en los intereses generales de la ciudadanía europea.

Los dispositivos de alumbrado de estado sólido suponen un cambio sustancial en los conceptos de iluminación. Se trata, de hecho, de una de las tecnologías más innovadoras que han emer-

gido en el mercado. Sin embargo, y más allá de sus conocidas ventajas, ha habido bien poco debate tanto en lo que se refiere a su impacto medioambiental potencial o documentado debido a los cambios en la distribución espectral de energía, como en lo que respecta a los criterios que se deben aplicar en el diseño del alumbrado de exteriores.

El libro verde afirma que la tecnología de estado sólido puede tener una contribución sustancial a los objetivos de la estrategia Europa 2020 para un desarrollo inteligente, sostenible e integrador, y en particular para la mejora de la eficiencia energética. Pero no olvidemos que la Estrategia de la Unión Europea

subraya que el crecimiento sostenible implica también la protección del medio ambiente, así como capitalizar el liderazgo europeo en el desarrollo de “tecnologías verdes”.

Conviene remarcar la enorme importancia que este proceso podría adquirir en términos de sostenibilidad energética. Sin embargo, el concepto de sostenibilidad energética incorpora otros aspectos junto a la eficiencia energética, como la salud y el bienestar humanos, o la dimensión ecológica, y que van incluidos en el concepto de “energía inteligente”.

Recordemos que la mejora continua en la eficiencia de la producción de luz para su uso en exteriores a lo largo del último siglo se ha traducido en un incremento de la luz emitida, con la contaminación lumínica subsiguiente, y no en un descenso del consumo de energía invertida para mantener un flujo lumínico estable. Esto no debería ocurrir de nuevo con el advenimiento de los sistemas de alumbrado de estado sólido.

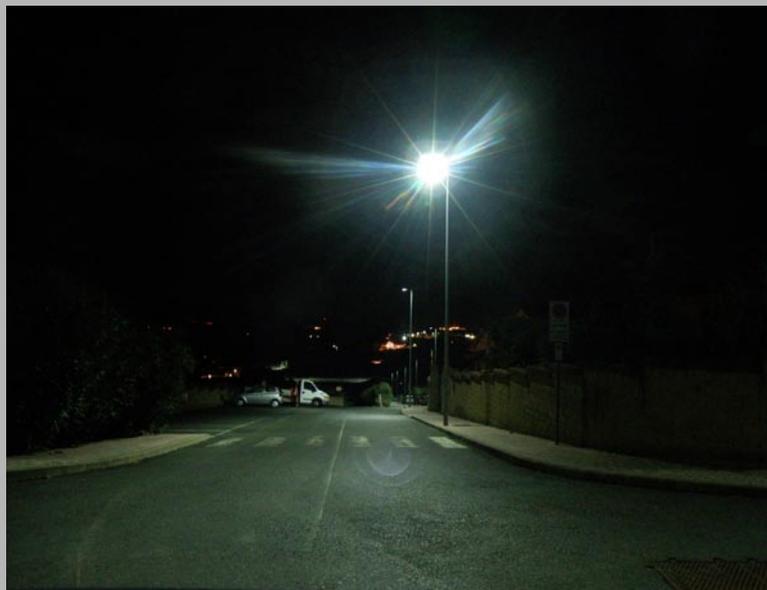
La búsqueda de la eficiencia en los sistemas de estado sólido no se debe separar de los efectos colaterales, peligrosos y contaminantes, de la luz en la noche. Podríamos establecer un paralelismo con la industria del automóvil. Si el único objetivo fuera producir vehículos más eficientes, entonces deberíamos descartar todos los sistemas incorporados en los motores para la reducción de emisiones contaminantes. Sin duda lograríamos una eficiencia superior, a expensas de una producción de contaminantes mucho mayor. Con la luz sucede lo mismo: no podemos perseguir la eficiencia desvinculada de todos los demás aspectos. Por ejemplo, sin duda resulta más ventajoso para la comunidad lograr una eficiencia un poco inferior, pero con una mayor compatibilidad con la salud, si se hace descender el contenido de luz azul emitido por los LED.

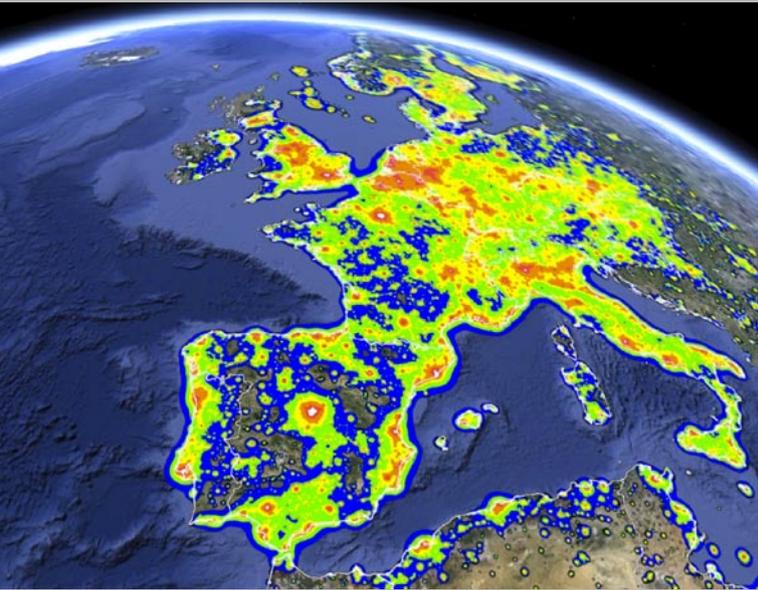
El Libro Verde cita el eco-diseño como la base para el desarrollo de una política de alumbrado innovadora. Pero, en lo que respecta al alumbrado de exteriores, no se consideran aspectos clave como la salud, el impacto medioambiental y la reducción de la contaminación lumínica en general. A pesar de todo estamos convencidos de que es posible adoptar criterios de alumbrado inteligente que, al combinar la innovación científica y técnica, contribuyan al mismo tiempo al ahorro de energía y a reducir la contaminación lumínica y sus efectos.

Cualquier política de alumbrado de exteriores innovadora debería considerar la defensa de la calidad del cielo nocturno como

un derecho medioambiental, cultural y científico, así como la reducción de los efectos de la contaminación lumínica. En consecuencia, el libro verde debería integrar estos conceptos.

Muchas organizaciones e instituciones sostienen esta línea argumental. Destacan en especial, entre otras, la Declaración Starlight (2007) promovida por la UNESCO, la Organización Mundial del Turismo, la Unión Astronómica Internacional, el Instituto de Astrofísica de Canarias, y apoyada por varias convenciones internacionales (Ramsar, CBD, CMS, WHC). El artículo 7 de esta declaración afirma que: «Ha de promoverse el uso racional de la iluminación artificial, de tal forma que el resplandor que provoca en el cielo se reduzca a un mínimo aceptable, evitando igualmente los impactos nocivos sobre los seres humanos y la vida en la naturaleza. Las administraciones públicas, la industria de la iluminación y los principales actores que inciden en la toma de decisiones, han de asegurar un uso responsable de la luz artificial por parte de todos los usuarios, integrando esta dimensión en la planificación y en las políticas de sostenibilidad energética, las cuales habrán de apoyarse en mediciones de la contaminación lumínica, tanto desde la tierra como desde el espacio. Tal actitud implica un uso más eficiente de la energía en consonancia con los acuerdos sobre el cambio climático y la protección del medio ambiente».





## Síntesis de las sugerencias al libro verde

- a. Considerar que el primer paso hacia la eficiencia consiste en limitar la luz innecesaria.
- b. Promover la adopción de reglas de normalización que permitan una reducción sustancial de los niveles que hoy día se emplean en el alumbrado de exteriores, guiando el mercado de tecnologías de estado sólido.
- c. Efectuar trabajos de investigación que esclarezcan si es cierto o no, y de qué modo, que el alumbrado reduce los niveles de criminalidad y/o de accidentes de tráfico.
- d. Sopesar los beneficios (que en su caso pudieran deducirse del punto c) frente a las ventajas derivadas de acciones diferentes pero con el mismo coste (por ejemplo, incremento de la presencia policial).
- e. Considerar los problemas de salud derivados de la luz de noche, en especial de su componente azul, y limitar en consecuencia la proporción de luz azul en el alumbrado de interiores y de exteriores.
- f. Definir de manera adecuada el concepto de tecnologías ecológicas, de modo que junto a la eficiencia energética se tenga en cuenta el control de la contaminación lumínica a través de las prescripciones mínimas siguientes:
  - no permitir que las luminarias envíen ninguna luz directamente por encima de la horizontal;
  - no desperdiciar el flujo enviado hacia abajo al dejar que exceda el área que se pretende alumbrar;
  - evitar el exceso de iluminación;
  - apagar las luces cuando el área no esté en uso;
  - aspirar al crecimiento nulo del flujo total instalado, y luego a una disminución (como sucede con otros contaminantes);
  - limitar mucho la luz «azul», de longitud de onda corta.
- g. Advertir acerca de que ciertas frecuencias lumínicas con elevada componente azulada afectan a muchas especies y alteran el funcionamiento de los ecosistemas en los ambientes urbanos y fuera de ellos.

# Comentarios al Libro Verde

El primer paso hacia la eficiencia consiste en limitar la luz innecesaria. Carece de sentido instalar luces eficientes pero innecesarias, porque su relación coste/utilidad es infinita. Mantenemos las ciudades, pueblos e infraestructuras iluminadas durante toda la noche con iluminancias cada vez mayores. ¿Por qué?

Porque una mayoría piensa que iluminar el entorno al máximo reduce el crimen y los accidentes de tráfico. Pero habría que demostrar tales afirmaciones antes de aplicarlas y gastar miles de millones de euros cada año para alimentar sistemas de alumbrado públicos y privados.

Por tanto, el primer paso consiste en emprender estudios basados en estadísticas sólidas e independientes de la industria del alumbrado, con muestras aleatorias y registro de las muestras previo a la publicación, tal y como se hace en las investigaciones médicas (Marchant, 2004, 2005, 2006).

Si se constatará la eficacia de la luz para la reducción de la criminalidad y/o de los accidentes, entonces habría que comparar el coste de aplicar esa luz (considerando todos los factores y no solo la electricidad) con el de otros posibles métodos para la prevención del crimen y los siniestros como, por ejemplo, un mayor control policial.

La mayoría de los motivos que se arguyen en defensa de la iluminación del entorno carecen de sentido en ausencia de tales pruebas.

En la página 4 del Libro Verde se mencionan las ventajas de los sistemas de estado sólido en cuanto a encendido o atenuación instantáneos. Pero las normas estandarizadas para el alumbrado de carreteras no permiten una atenuación significativa de la intensidad. El potencial principal de las tecnologías de estado sólido radica en que se pueden apagar (o atenuar hasta una décima del flujo normal) y en que, en caso de necesidad, un detector de movimiento o de presencia puede activar el alumbrado de toda una calle. De este modo se podría ahorrar la mayor parte de la energía que ahora se desperdicia en el alumbrado de carreteras, aparcamientos y otros espacios al aire libre cuando no hay nadie. He aquí una ventaja clara de los sistemas de estado sólido frente a las lámparas de descarga de alta intensidad.

En la misma página, y en el párrafo dedicado a «calidad del alum-

brado y control visual», el libro verde trata las ventajas de algunos alumbrados basados en LED en cuanto a bienestar, estímulo de estados de alerta, concentración, etcétera. El libro verde debería expresar que estas ventajas son ciertas cuando la luz artificial se usa durante el día, pero que suponen inconvenientes para la salud durante la noche. Por tanto, los LED de temperatura de color elevada quizá sean adecuados para una buena iluminación de interiores durante el día, pero pueden ser muy peligrosos de noche, tanto en interiores como en exteriores.

El libro verde no contiene ni una sola palabra sobre contaminación lumínica, es decir, sobre la alteración de los niveles naturales de luz en el entorno debidos a la introducción de luz artificial.

Hay indicios científicos de que la prolongación artificial del día induce consecuencias adversas y serias sobre la salud humana y el medio ambiente, aunque el SCENIHR (Comité Científico sobre Riesgos Sanitarios Emergentes y de Nueva Identificación) no parezca consciente de ellos y limite sus comentarios a las consecuencias de la luz azul sobre la retina.

No cabe duda de que la exposición a la luz de noche disminuye la secreción de melatonina en la glándula pineal. Las dos variables responsables de la supresión de la melatonina son la intensidad y la longitud de onda de la luz, junto a las horas y la duración de las exposiciones. A medida que avanzan las investigaciones se aprecia que los niveles de intensidad lumínica necesarios para inhibir la producción pineal de melatonina son cada vez menores. En 1980 Lewy y sus colaboradores mostraron que una intensidad luminosa del orden de miles de lux suprimía la secreción. Pero estudios más recientes concluyen que iluminancias del orden de 1 lux o inferiores alteran los ritmos circadianos (Wright et al.,



2001, Glickman et al., 2002). La comprensión de la percepción de la luz por el ser humano mejoró hace unos diez años cuando se descubrió un nuevo fotorreceptor, el fotorreceptor no-formador de imagen, y del fotorreceptor melanopsina. Estos hallazgos pusieron de manifiesto la importancia de la distribución espectral de la luz para la respuesta humana a la luz de noche (Thapan et al. 2001; Brainard et al. 2001; Hankins & Lucas 2002; He et al. 2003; Berman & Clear 2008; Leonid et al. 2005). Un estudio (Cajochen et al. 2005) evaluaba la influencia de las longitudes de onda sobre el ser humano midiendo la melatonina, el estado de alerta, la regulación térmica y el ritmo cardíaco, y concluía que una exposición de dos horas a luz monocromática de 460 nm hacia el fin de la tarde inhibía de manera significativa la secreción de melatonina. No se observaban efectos similares cuando se aplicaba luz con una longitud de onda de 550 nm pero de la misma intensidad.

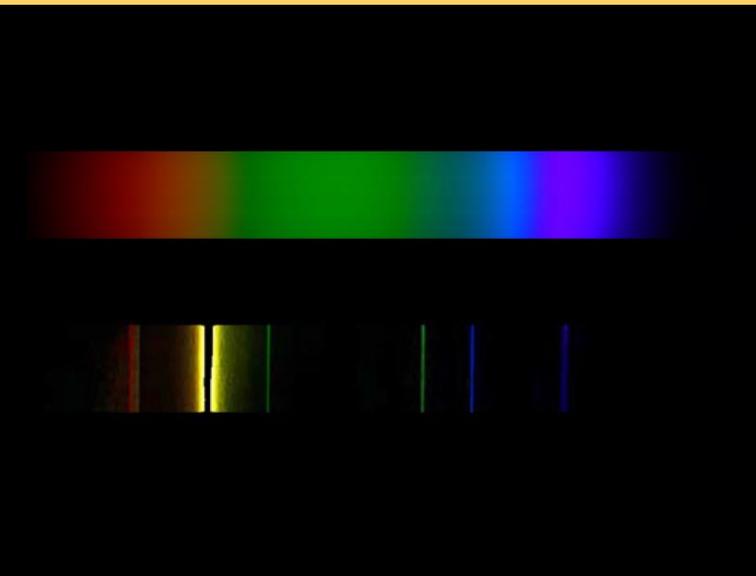
Gooley et al. (2011) mostraron que el nivel de iluminación normal en un dormitorio por la tarde basta para reducir y retardar la producción de melatonina pineal. Todos estos estudios detectaron que la supresión de melatonina por la luz de noche depende de la longitud de onda, y que las intensidades requeridas para inducir el efecto pueden ser mucho menores de lo pensado hace varias décadas.

La melatonina es un agente oncostático y anti-carcinogénico, de modo que su ausencia en el flujo sanguíneo debido a la exposición a luz de noche puede contribuir al desarrollo de ciertos tipos de cáncer (Glickman et al. 2002; Stevens et al. 2007; Kloog et al. 2008, 2009; Bullough et al. 2006; Haim et al. 2010). La melatonina parece tener influencia también en las enfermedades coronarias (Brugger et al. 1995). Como vemos, la luz de noche actúa de manera directa sobre la fisiología, pero también de manera indirecta al causar alteraciones o privación del sueño, lo que puede ejercer efectos negativos sobre enfermedades como la diabetes, la obesidad, etcétera (Haus & Smolensky 2006; Bass & Turek 2005; Reiter et al. 2011a; Reiter et al. 2011b; Bray & Young 2012). Las consecuencias fisiológicas, epidemiológicas y ecológicas de la luz de noche se exponen en Navara & Nelson (2007) y en Fonken & Nelson (2011).

La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer ha añadido al grupo 2A (probablemente carcinogénico para humanos) el trabajo por turnos que implique disrupción de los ritmos circadianos (Straif et al. 2007). Como vemos, la disrupción circadiana puede desencadenarse por la exposición a la luz de noche. La luz de noche se está convirtiendo en un motivo de preocupación en lo que respecta a la salud pública (Pauley 2004; Stevens 2009; Fonken & Nelson 2011). Este punto de vista cuenta con el apoyo de la resolución adoptada en 2009 por la American Medical Association, en la que se afirma que la contaminación lumínica supone un riesgo para la salud pública.

El crecimiento continuo del alumbrado de exteriores, combinado con un uso cada vez más amplio de sistemas de estado sólido con emisión en longitudes de onda cortas, es probable que ejerza un impacto negativo severo sobre la salud.

Los animales y las plantas, en el entorno nocturno natural, se exponen a un nivel de luz que va desde unos 0.05 millilux del cielo encapotado a los 0.10 millilux del cielo estrellado sin Luna, o hasta 0.02 lux con la Luna en fase de cuarto o un máximo de 0.1-0.3 en la semana centrada en el plenilunio. El alumbrado artificial de cualquier carretera, 10-20 lux, es unas 200 veces más brillante que la iluminancia del medio natural con Luna nueva. Por eso no debe sorprender que la luz artificial nocturna ejerza efectos medioambientales considerables sobre la ecología del comportamiento, de las poblaciones y de las comunidades, y que afecte los hábitos de alimentación, apareamiento, orientación, migración, comunicación, competición y predación. Sobre las



consecuencias ecológicas de la contaminación lumínica se pueden consultar los trabajos de Navara & Nelson 2007; Longcore & Rich 2004; Rich & Longcore 2006; Longcore 2010; Kempnaers et al. 2010; Hölker et al. 2010; Kyba et al. 2011.

Estos fuertes indicios de los efectos adversos de la luz artificial durante la noche para los animales y la salud humana deben sopesarse junto a sus supuestos efectos positivos (aún por demostrar) en seguridad y prevención de accidentes.

La contaminación lumínica no es tan solo un problema para la astronomía, como se suele pensar, sino que constituye además un riesgo para el medio ambiente y para la salud.

Recomendamos la prohibición total de la luz artificial nocturna con longitudes de onda por debajo de 540 nanómetros, dada la dependencia que la supresión de la melatonina presenta en función de la longitud de onda de la luz, y con el fin de reducir los efectos adversos para la salud derivados del descenso de producción de melatonina y de la disrupción de los ritmos circadianos en animales y en seres humanos. Las emisiones relativamente bajas de las lámparas de sodio de alta presión en este intervalo espectral se podrían establecer como cota superior aceptable de partida, en cuanto a emisiones en longitudes de onda cortas. En consecuencia, habría que observar la regla siguiente (Falchi et al. 2011):

*El intervalo de longitudes de onda en el espectro visible por debajo de 540 nm, correspondiente al espectro de acción de alta sensibilidad en la supresión de la melatonina, se debe establecer como un rango protegido. Las lámparas que emitan en el intervalo protegido un flujo superior al que producen las lámparas estándar de sodio de alta presión, para una intensidad lumínica fotópica igual, no deben instalarse para alumbrado nocturno.*

La página 9 del libro verde se refiere a los esfuerzos de la Unión Europea en favor del eco-diseño. Debería quedar absolutamente claro que no es posible considerar ecológicamente respetuoso un alumbrado de exteriores que contamine el medio. Ya por el simple hecho de utilizar la luz en el exterior de noche se produce una contaminación mayor o menor. Por suerte hay modos de reducir los efectos de la contaminación lumínica:

- no permitir que las luminarias envíen ninguna luz directamente por encima de la horizontal;
- no desperdiciar el flujo enviado hacia abajo al dejar que exce-

da el área que se pretende alumbrar;

- evitar el exceso de iluminación;
- apagar las luces cuando el área no esté en uso;
- aspirar al crecimiento nulo del flujo total instalado, y luego a una disminución;
- limitar mucho la luz «azul», de longitud de onda corta.

Aplicar todas estas normas tan simples y razonables permitiría iluminar de manera adecuada las ciudades y, a la vez, limitar de un modo sustancial los efectos adversos de la contaminación lumínica sobre los seres humanos y sobre el medio ambiente.

Por lo tanto, una ley efectiva para el control de la contaminación lumínica debe incorporar este conjunto de reglas. La mayoría de las regiones italianas cuenta ya con leyes que incluyen buena parte de estos puntos, desde el año 2000. Eslovenia dispone también de una ley efectiva que limita la contaminación lumínica. Un libro verde dedicado al alumbrado debe incluir entre sus objetivos primeros la salud de la ciudadanía europea y su medio ambiente.



# Referencias:

American Medical Association, House of Delegates, (2009) Resolution 516 - Advocating and Support for Light Pollution Control Efforts and Glare Reduction for both Public Safety and Energy Savings, online at: <http://www.ama-assn.org/ama1/pub/upload/mm/475/a-09-ref-comm-e-annotated.pdf>

Bass J, Turek FW. (2005) Sleepless in America: a pathway to obesity and the metabolic syndrome? *Arch Intern Med*; 165:15-16.

Berman, S.M. and Clear R.D., (2008), Past visual studies can support a novel human photoreceptor. *Light and Engineering*, v. 16, no. 2, p. 88-94

Brainard GC, Hanifin JP, Greeson JM, Byrne B, Glickman G, Gerner G., et al., (2001) Action spectrum for melatonin regulation in humans: evidence for a novel circadian photoreceptor, *Journal of Neuroscience*, 21(16), 6405-6412.

Bray M, Young M (2012) Chronobiological effects on obesity. *Current Obesity Reports*. DOI: 10.1007/s13679-011-0005-4

Brugger P, Marktl W, Herold M. (1995) Impaired nocturnal secretion of melatonin in coronary heart disease. *Lancet*; 345:1408.

Bullough JD, Rea MS, Figueiro MG. (2006) Of mice and women: light as a circadian stimulus in breast cancer research. *Cancer Causes Control*; 17:375-383

Cajochen, C, Munch, M, Kobiakka, S, Krauchi, K, Steiner, R, Oelhafen, P, Orgul, S, Wirz-Justice, A. (2005). High sensitivity of human melatonin, alertness, thermoregulation, and heart rate to short wavelength light. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 90:1311-1316.

Falchi F, Cinzano P, Elvidge CD, Keith DM, Haim A (2011) Limiting the impact of light pollution on human health, environment and stellar visibility. *Journal of Environmental Management* 92, 2714-2722

Fonken LK, Nelson RJ (2011) Illuminating the deleterious effects of light at night. *F1000 Med Rep.* 2011; 3: 18.

Glickman, G., Levin, R., Brainard, G. C., (2002) Ocular Input for Human Melatonin Regulation: Relevance to Breast Cancer, *Neuroendocrinology Letters*, 23 (suppl 2):17-22

Gooley JJ, Chamberlain K, Smith KA, Khalsa SB, Rajaratnam SM, Van Reen E, Zeitzer JM, Czeisler CA, Lockley SW. (2011). Exposure to room light before bedtime suppresses melatonin onset and shortens melatonin duration in humans. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 96:463-72.

Haim, A., Yukler, A., Harel, O., Schwimmer, H., Fares, F., (2010). Effects of chronobiology on prostate cancer cells growth in vivo. *Sleep Science*, 3 (1): 32-35

Hankins MW, Lucas RJ, (2002) The Primary Visual Pathway in Humans Is Regulated According to Long-Term Light Exposure through the Action of a Nonclassical Photopigment, *Current Biology*, 12(3), 191-198

Haus E, Smolensky M. (2006) Biological clocks and shift work: circadian dysregulation and potential long-term effects. *Cancer Causes Control*; 17:489-500

Hölker F, Wolter C, Perkin EK, Tockner K (2010) Light pollution as a biodiversity threat. *Trends EcolEvol* 25: 681-682. 2

Kempnaers, B., Borgström, P., Loës, P., Schlicht, E., Valcu, M., (2010), Artificial Night Lighting Affects Dawn Song, Extra-Pair Siring Success, and Lay Date in Songbirds, *Current Biology*, Vol. 20, Issue 19, pp. 1735-1739

Kloog, I., Haim, A., Stevens, R.G., Barchana, M., Portnov, B.A., (2008) Light at Night Co-distributes with Incident Breast but not Lung Cancer in the Female Population of Israel, *Chronobiology International*, 25(1), 65-81

Kloog I, Haim A, Stevens RG, Portnov BA. Global co-distribution of light at night (LAN) and cancers of prostate, colon, and lung in men. *Chronobiol Int.* 2009;26(1):108-25.

Kyba CCM, Ruhtz T, Fischer J, Hölker F (2011) Cloud Coverage Acts as an Amplifier for Ecological Light Pollution in Urban Ecosystems. *PLoS ONE* 6(3):e17307. doi:10.1371/journal.pone.0017307

Leonid, K., Casper R.F., Hawa R.J., Perelman P., Chung S.H., Sokalsky S., Shapiro C.M., (2005) Blocking Low-Wavelength Light Prevents Nocturnal Melatonin Suppression with No Adverse Effect on Performance during Simulated Shift Work, *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 90(5):2755-2761

Lewy AJ, Wehr TA, Goodwin FK, Newsome DA, Markey SP. (1980). Light suppresses melatonin secretion in humans. *Science* 210:1267-1269

Longcore T. and Rich C. (2004) Ecological Light Pollution, *Front. Ecol. Environ.*; 2(4): 191-198

Longcore, T., (2010) Sensory Ecology: Night Lights Alter Reproductive Behavior of Blue Tits, *Current Biology*, Vol. 20, Issue 20, pp. R893-R895

Marchant PR (2004) A Demonstration that the Claim that Brighter Lighting Reduces Crime is Unfounded, *The British Journal of Criminology* 44, 441-447

<http://bjc.oupjournals.org/cgi/content/abstract/44/3/441>

Marchant PR (2005) What Works? A Critical Note on the Evaluation of Crime Reduction Initiatives, *Crime Prevention and Community Safety* 7 7-13

Marchant PR (2006) Shining a light on evidence based policy: street lighting and crime, *Criminal Justice Matters* No. 62 Uses of Research p18, The Centre for Criminal Justice Studies, Kings College, London [http://www.crimeandsociety.org.uk/opus33/Marchant final.pdf](http://www.crimeandsociety.org.uk/opus33/Marchant%20final.pdf)

Navara, K., J., Nelson, R., J., (2007) The dark side of light at night: physiological, epidemiological, and ecological consequences. *J. Pineal Res.* 43:215-224

Pauley, S.M. (2004) Lighting for the human circadian clock: recent research indicates that lighting has become a public health issue, *Medical Hypotheses*, 63, 588-596

Reiter R, Tan D, Korkmaz A, Ma S (2011a) Obesity and metabolic syndrome: Association with chronodisruption, sleep deprivation, and melatonin suppression. *Annals of Medicine*; doi:10.3109/07853890.2011.586365

Reiter R, Tan D, Sanchez-Barcelo E, Mediavilla M, Gitto E, et al. (2011b) Circadian mechanisms in the regulation of melatonin synthesis: disruption with light at night and the pathophysiological consequences. *J. Exp. Integr. Med* 1: 13-22; doi: 10.5455/jeim.101210.ir.001

Rich, C and Longcore, T., editors, (2006) *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*, Island Press

Declaration in Defence of the Night Sky and the Right to Starlight. UNESCO-MaB, IAU, IAC, UNWTO. La Palma, Canary Islands, Spain, 2007. <http://www.starlight2007.net/pdf/StarlightDeclarationEN.pdf>.

Shigang He, Wei Dong, Qjudong Deng, Shijun Weng, and Wenzhi Sun, (2003), Seeing More Clearly: Recent Advances in Understanding Retinal Circuitry, *Science*, v. 302, p. 408-411

Stevens, R.G., Blask, E. D., Brainard, C. G., Hansen, J., Lockley, S. W., et al., (2007) Meeting Report: The Role of Environmental Lighting and Circadian Disruption in Cancer and Other Diseases, *Environmental Health Perspectives*, vol. 115, n.9, p.1357-1362

Stevens, R.G. (2009) Light-at-night, circadian disruption and breast cancer: assessment of existing evidence, *International Journal of Epidemiology*, doi:10.1093/ije/dyp178

Straif K, Baan R, Grosse Y, Secretan B, El Ghissassi F, Bouvard V, Altieri A, Benbrahim-Tallaa L, Coglianò V. (2007) Carcinogenicity of shift-work, painting, and fire-fighting. *Lancet Oncol.* 2007 Dec;8(12):1065-6. PubMed PMID: 19271347.

Thapan K, Arendt J, Skene DJ, (2001) An action spectrum for melatonin suppression: evidence for a novel non-rod, non-cone photoreceptor system in humans, *Journal of Physiology*, 535, 261-267.

Wright, K., P., Jr., Hughes, R., J., Kronauer, R.E., Dijk, D., J., Czeisler, C., A., (2001) Intrinsic near-24-h pacemaker period determines limits of circadian entrainment to a weak synchronizer in humans, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 98(24): 14027-32

---

**Fabio Falchi - Cielo Buio/ISTIL**  
**Cipriano Marín - Iniciativa Starlight**

*Versión en castellano: David Galadi*





Light Pollution Science  
and Technology Institute



Coordinamento per la Protezione del Cielo Notturno



STARLIGHT

Starlight es una  
Iniciativa Relacionada  
del Pacto de Alcaldes



Calar Alto