

# Otra manera de Iluminar los sitios de la UNESCO

Con el patrocinio de:

**iGuzzini**

## Ahorrando Energía y Recuperando las Estrellas



STARLIGHT  
INITIATIVE

En colaboración con:





# Índice

Otra manera de iluminar los sitios de la UNESCO

Luz y estrellas - 5

Luz y vida - 9

Luz y patrimonio - 13

Los sitios de la UNESCO - 17

Contaminación lumínica - 21

Fomentando la innovación - 27

Luz y cambio climático - 31

*Editor:*

Cipriano Marín

*Colaboradores:*

Piergiovanni Ceregioli, Eduardo Fayos-Solá,  
Antonio Gallardo Campos.

*Agradecimientos:*

Federico de la Paz, Javier Díaz, Peter Dogse, Fabio Falchi,  
Pedro Sanhueza.

*Publicado por:*

Fundación Starlight con el patrocinio de iGuzzini

2015 - Año internacional de la Luz



# Luz y estrellas

## Recuperar la visión del cielo estrellado

Una gran parte de la población mundial no tiene actualmente la posibilidad de contemplar la Vía Láctea y las estrellas en el firmamento, incluyendo los propios astrónomos. El avance de la contaminación lumínica está borrando las estrellas de nuestros cielos, provocando el deterioro de un legado con profundas repercusiones culturales, científicas, medioambientales y estéticas. Pero un cielo limpio también puede proporcionar oportunidades para el conocimiento de su patrimonio asociado y nuevos espacios donde turistas y ciudadanos puedan disfrutar de una experiencia única.

El cielo ha sido y es una inspiración para toda la humanidad. Sin embargo, su contemplación se hace cada vez más difícil e, incluso, para las jóvenes generaciones empieza a resultar algo desconocido. Un elemento esencial de nuestra civilización y de nuestra cultura se está perdiendo rápidamente, y esta pérdida afectará a todos los países del planeta<sup>5</sup>.

Es evidente que la iluminación artificial ofrece servicios indispensables, sin embargo debemos reconocer que también ha generado un nuevo problema: la contaminación lumínica. La luz emitida por dispositivos de iluminación al aire libre se ha vuelto tan omnipresente, y está generalmente tan mal dirigida, que en la mayoría de nuestros entornos urbanos es casi imposible discernir las estrellas en la noche, debido a que el resplandor de la luz artificial diluye la bóveda celeste. La contaminación lumínica no representa sólo una pérdida de energía en forma de luz inútil, sino que también anula nuestra percepción del universo.

Mientras que las cuestiones relativas al aire, el ruido o la contaminación del agua han sido prioritarias en la política ambiental durante décadas, a nivel científico, cultural e institucional, la contaminación lumínica permanece en la oscuridad.

En respuesta a este gran olvido, se celebró en 2007 la pri-

mera Conferencia Internacional en Defensa de la Calidad del Cielo Nocturno y el Derecho a Observar las Estrellas, acogida por la Reserva de la Biosfera de La Palma y promovida por el IAC (Instituto de Astrofísica de Canarias), con el apoyo de la UNESCO, la OMT, la UAI, el PNUMA-CMS, el Consejo de Europa, la Secretaría del CDB, el Programa MaB de la UNESCO, la Comisión Europea y la Convención de Ramsar. El 20 de Abril la Conferencia adoptó la Declaración Starlight, que contiene el conjunto de recomendaciones para la acción en defensa del cielo nocturno,



Vía Láctea sobre Hortobágy, Patrimonio Mundial © Babak A. Tafreshi

alumbrando igualmente la Iniciativa Starlight.

La iniciativa Starlight se concibió así como la acción internacional en defensa de los valores asociados con el cielo nocturno y el derecho general a la observación de las estrellas. El objetivo final de la iniciativa es reivindicar la importancia que los cielos nocturnos limpios tienen para la humanidad, realzando y dando a conocer el valor que este recurso en peligro posee para la ciencia, la educación, la cultura, el medio ambiente, el turismo y, evidentemente, como factor calidad de vida.

### Ventanas al Universo

El conocimiento científico derivado de la observación del universo constituye una parte esencial de la herencia del cielo. La capacidad de los observatorios astronómicos, dispersos en el planeta, para detectar e interpretar los datos que provienen del cosmos debe ser considerada como un recurso de extraordinario valor para el progreso del conocimiento, como así ha sido a lo largo de la historia. Los cielos límpidos siguen siendo las grandes ventanas a nuestro conocimiento del universo. Sin embargo, las pocas áreas privilegiadas, dedicadas actualmente a la observación astronómica, no gozan del reconocimiento apropiado y, algunas de ellas, están seriamente amenaza-

das por la contaminación lumínica.

Los requisitos técnicos y científicos de los observatorios en la actualidad, limitan las ubicaciones idóneas a lugares muy específicos que tienen la capacidad de ofrecer buenas condiciones para el desarrollo de la astronomía moderna, en particular para la astronomía óptica e infrarroja. Existen sólo unos pocos lugares en el planeta donde encontrar una combinación única de circunstancias ambientales y naturales: espacios aislados y bien conservados, donde la luz estelar se recibe con una mínima alteración. Estos lugares excepcionales, incluidos sus componentes naturales, deben ser considerados como “paisajes de la ciencia y del conocimiento”.

Una vez que han sido identificados los mejores lugares para la observación astronómica en todo el planeta, es muy importante tratar de conservarlos y protegerlos. Este es el caso de los sitios astronómicos ubicados en Hawái, las Islas Canarias, Namibia y en el norte de Chile. Se trata de un conjunto único de espacios que, en este contexto, poseen un valor universal<sup>13</sup>.

### El concepto de Reserva Starlight

Una de las resoluciones finales de la Conferencia Starlight fue desarrollar el concepto Reserva Starlight. A raíz de los



Ventana al Universo. El Gran Telescopio Canarias (GTC) en el Roque de los Muchachos, La Palma (España) © Daniel López

resultados de varios encuentros y seminarios, como el Taller “Concepto de Reserva Starlight” celebrado en la sede de la UNESCO en París en 2007, se aprobó el documento definitivo durante el “Seminario Internacional y Reunión de Expertos sobre Reservas Starlight y Patrimonio Mundial”, celebrado en la reserva de biosfera de Fuerteventura en 2009. Participaron representantes de organizaciones públicas y privadas, de la industria del turismo, ONGs, organismos científicos como el IAC, y organizaciones internacionales como la OMT, la UAI, el Programa MaB y el Centro del Patrimonio Mundial de la UNESCO.

Una Reserva Starlight es un espacio en donde se ha establecido un compromiso por la defensa de la calidad del cielo nocturno y el acceso a la luz de las estrellas. Tiene como función resguardar la integridad de los cielos nocturnos excepcionales y de sus diferentes valores asociados, ya sean naturales, culturales, científicos, astronómicos o paisajísticos. El documento final contiene un amplio conjunto de recomendaciones en materia de iluminación inteligente y contaminación lumínica<sup>7</sup>.

### Destinos Starlight

La frágil luz de las estrellas puede convertirse en un nuevo motor del turismo sostenible en comunidades rurales y áreas naturales no contaminadas. El astroturismo es una actividad de los viajeros que desean hacer uso de este recurso natural para el esparcimiento o el mejor conocimiento de la astronomía. Estas actividades han aumentado en popularidad en los últimos años, aportando un valor añadido a destinos turísticos singulares que ofrecen cielos nocturnos de alta calidad y la capacidad de disfrutar del patrimonio astronómico o natural asociado.

El astroturismo ejemplifica las nuevas tendencias hacia experiencias turísticas con más significado, desarrolladas sobre la base de la conservación de los recursos naturales, el conocimiento y la ciencia, permitiendo así enriquecer la experiencia de los turistas y de las comunidades de acogida<sup>2</sup>.



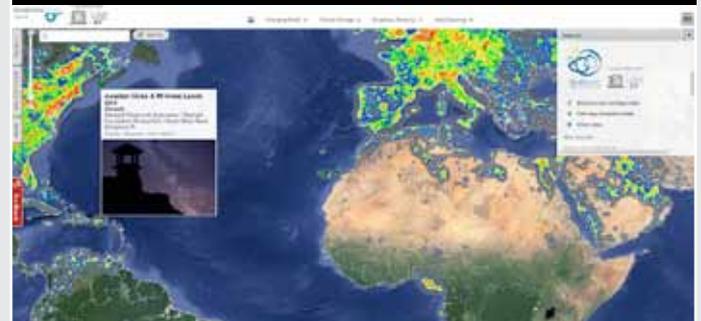
Observación de estrellas en la reserva de la biosfera de Fuerteventura © Carlos de Saa

La Fundación Starlight dió a conocer por primera vez el Sistema de Certificación Turística Starlight con el apoyo de la OMT en 2009. Varios sitios de la UNESCO han sido certificados en los últimos años por la Fundación Starlight como Destinos Starlight, tal es el caso de las reservas de la biosfera de La Palma, La Rioja, Fuerteventura, Sierra Morena (España), Fray Jorge (Chile), South West Nova (Canadá ) o El Teide, el primer sitio del Patrimonio Mundial certificado. Los cielos nítidos, la iluminación responsable y el control de la contaminación lumínica son requisitos esenciales para la certificación de estos territorios<sup>17</sup>.

### Sitios de excelencia - Web SIG presentado con ocasión del IYL2015

Mapa interactivo proporcionado por la Iniciativa BiosphereSmart en colaboración con el Programa MaB de la UNESCO.

Acceder pulsando aquí >





# Luz y vida

## Proteger la biodiversidad y la salud humana

La contaminación lumínica tiene un efecto negativo sobre muchas especies de animales y plantas, incluyendo las especies migratorias, tanto en áreas naturales protegidas como en ámbitos rurales y urbanos. El exceso de luz intrusa y el tipo de luz empleada puede afectar la salud de las personas, alterando los ritmos circadianos. En consecuencia, la reducción de las emisiones no necesarias de luz artificial puede ayudar a proteger la biodiversidad y mejorar la salud de la población.

Los seres humanos han transformado radicalmente las características físicas de la duración de la noche, algo inimaginable hace sólo cien años. El coste del desarrollo industrial, el derroche y el consumo de masas han provocado la pérdida de las pautas naturales de oscuridad en extensas zonas del planeta, tanto en la tierra como en el mar<sup>6</sup>.

Hoy en día se dispone de una importante producción científica sobre los efectos ecológicos de la iluminación artificial nocturna. La pérdida de calidad del cielo nocturno, debida a los efectos de las emisiones atmosféricas y al incremento de la iluminación artificial mal concebida, se ha convertido en un fenómeno de serias consecuencias para la pervivencia de muchas especies, alterando sus costumbres, los hábitats y las funciones básicas de los ecosistemas.

La oscuridad o la luz natural de la noche resultan indispensables para el sano funcionamiento de multitud de organismos y ecosistemas. Por lo general se olvida que la vida se mantiene las 24 horas del día y que durante millones de años de evolución, los ecosistemas se han adaptado a los ritmos naturales de la luna y las estrellas. Más de la mitad de las criaturas que viven en este planeta son nocturnas, por lo que cualquier degradación en la calidad del cielo nocturno tendrá un profundo efecto en su comportamien-

to y en el equilibrio de la biosfera. Pero además, ha de tenerse en cuenta que muchas especies diurnas ajustan su ciclo vital dependiendo de la duración de la oscuridad.

La contaminación lumínica se ha convertido en un factor que provoca un amplio impacto negativo en muchas especies diferentes. Las evidencias científicas sobre sus efectos en las aves migratorias, la cría de tortugas marinas o los insectos, son realmente sorprendentes, constatando la gran escala de mortandad y alteraciones que se viene detectando como consecuencia del avance de la iluminación



La vida en la noche en la reserva de biosfera de Socotra  
© Giuseppe Orlando

artificial en la noche. La contaminación lumínica puede alterar el proceso natural de las migraciones (muchas especies utilizan el horizonte y las estrellas para orientarse), las interacciones competitivas, los mutualismos y el comportamiento reproductivo, alterando las relaciones predador-presa en el mundo animal e, incluso, afectando a la fisiología de muchas especies. Una larga serie de mamíferos nocturnos o crepusculares como los murciélagos, así como muchos roedores sufren de lo que ahora se denomina “fotocontaminación biológica”. Los anfibios constituyen un grupo bien estudiado que nos muestra claramente los riesgos a los que nos enfrentamos y, últimamente, comienzan a tenerse datos preocupantes sobre los efectos sobre la flora y el fitoplancton.

La mayoría de las áreas naturales protegidas y sitios de im-

portancia para la conservación de la biodiversidad, no han tenido en cuenta, en su función y concepción, el asegurar el mantenimiento de los procesos ecológicos sin interferencia de la iluminación artificial o el deslumbramiento que proviene de entornos urbanos distantes. Hoy en día existen pocos refugios de la naturaleza límpidos en el planeta en donde la evolución de los organismos y especies se produce en condiciones óptimas a resguardo de la contaminación lumínica.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, las consecuencias de la luz artificial en los procesos ecológicos deberían tenerse en cuenta en las políticas de conservación de los sitios pertenecientes a las redes de la UNESCO: reservas de biosfera, sitios naturales del patrimonio mundial y geoparques.



Flora endémica en el Parque Nacional del Teide, sitio del Patrimonio Mundial © Audrey Fischer



Mala iluminación, peligro para el medio ambiente © Javier Díaz

### Efectos de la contaminación lumínica en la salud

Hay que tener en cuenta que la vida, desde que apareció en nuestro planeta, se ha desarrollado en un ambiente sometido a unos ritmos predecibles. Cada forma de vida ha evolucionado en coordinación con el ciclo día-noche y ha desarrollado así el sistema circadiano. Éste, en el caso de los mamíferos, se sincroniza gracias a una parte profunda del cerebro (el núcleo supraquiasmático del hipotálamo) y a otros relojes periféricos, que comunican señales temporales al organismo a través de la melatonina, una hormona producida por la glándula pineal y que alcanza el máximo de secreción durante la noche, mientras que durante el día se mantiene en niveles bajos<sup>11</sup>.

La luz influye en este reloj central a través de un camino no visual que comienza en un conjunto de células especializadas de la retina (las células ganglionares con melanopsina), que son sensibles sobre todo a la luz azul. La estimulación de estas células inhibe la secreción de melatonina durante el día, y lo mismo ocurre de noche en presencia de luz, de manera más acusada cuando ésta tenga componentes azules. Actualmente disponemos de indicios científicos que sugieren que una exposición excesiva a luz

blanca durante la noche genera disrupción circadiana o crono-disrupción, lo que dificulta un orden temporal interno correcto. Los indicios apuntan a la inhibición de la melatonina como la principal responsable.

La inhibición de la segregación de melatonina es mucho más severa en el caso de la luz azul que en el de la cálida, aun cuando el tiempo de exposición sea notablemente inferior. Los estudios epidemiológicos muestran que la crono-disrupción va asociada a un incremento de la incidencia del síndrome metabólico, enfermedades cardiovasculares, desórdenes cognitivos y emocionales, envejecimiento prematuro y algunos cánceres como el de mama, próstata y colorrectal, así como al empeoramiento de patologías preexistentes.

En conclusión, 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 debería establecer como un rango infranqueable en nuestra iluminación nocturna<sup>1</sup>.



La contaminación lumínica mata a millones de aves cada año.  
© Kenneth Herdy, Fatal Light Awareness Program



Risco Caído y los espacios sagrados de montaña de Gran Canaria.  
Templo y marcador astronómico.  
Lista Indicativa del Patrimonio Mundial, España © Cabildo de Gran Canaria

# Luz y patrimonio cultural

## Preservar los paisajes del cielo y sus valores asociados

Cuando levantamos la mirada hacia el firmamento, estamos observando esencialmente el mismo cielo que a lo largo de miles de años ha fascinado a nuestros antepasados. Es el celaje que han relatado las culturas de todo el mundo. Durante incontables generaciones, los seres humanos han oteado el cielo estrellado como fuente de inspiración y objeto de múltiples manifestaciones expresadas a través de su patrimonio cultural.

El interés por la astronomía, o la simple contemplación de los cielos estrellados, siempre ha tenido implicaciones profundas en la filosofía, las manifestaciones sociales, la cultura y el concepto general del mundo. La percepción de un cielo nítido y estrellado ha evocado mitos, arte, relatos y monumentos. El cielo nocturno es un recurso atemporal e ilimitado, vital para muchas personas, culturas y religiones.

Desde la más remota antigüedad, la observación del cielo fue una condición básica en el desarrollo de las culturas en todo el mundo. Desde Aristóteles a Galileo, de Ur a Mesa Verde, la astronomía ha marcado el ritmo de la historia del conocimiento y de la percepción del mundo. Las identidades de muchos pueblos se basan en expresiones relacionadas con las estrellas. Las grandes rutas comerciales y de la navegación fueron creadas utilizando las estrellas como referencia. Sin embargo, hoy nos enfrentamos a una nueva situación en la que corremos el riesgo de limitar nuestra cultura astronómica a espacios restringidos y amenazados que sólo están disponibles para unos pocos astrónomos, en ámbitos tecnológicos distantes.

Una parte sustancial del planeta ha perdido toda referencia con las estrellas a causa de la contaminación lumínica. Sin embargo, la visión del firmamento y el estudio de la astronomía han permitido a la humanidad crear calendarios, navegar hacia lugares remotos y aportar cambios sustanciales en la ciencia como lenguaje universal.

En este contexto, el patrimonio relacionado con la astronomía es mucho más amplio de lo que solemos creer. Por ello, la puesta en valor, la protección y la promoción del patrimonio cultural, tangible e intangible, asociado al cielo nocturno, por lo general poco conocido y escasamente valorado, podría ser una función esencial a considerar en muchos sitios de la UNESCO.

### La Iniciativa Astronomía y Patrimonio Mundial

Creada en 2003 como una actividad piloto para la identificación de los sitios relacionados con la astronomía, en el marco de la Estrategia Mundial para una Lista del Patrimonio Mundial equilibrada, representativa y creíble, la Iniciativa Temática sobre Astronomía y Patrimonio Mundial tiene como objetivo recuperar los vínculos entre la ciencia



La Noche Estrellada de Vincent Van Gogh



El crómlech de Xerez, recinto megalítico en Alqueva, Destino Starlight, Portugal © Alqueva Dark Sky

y la cultura, fomentando el reconocimiento de los monumentos y sitios relacionados con las observaciones astronómicas que se encuentran dispersos en todas las regiones geográficas, e incorporando también los testimonios de los conocimientos tradicionales de las comunidades.

La relación estrecha y permanente entre el conocimiento astronómico y su papel en la evolución de las culturas ha sido un elemento vital que ensalza el valor universal excepcional de estos lugares. Los testimonios materiales de la astronomía cultural, repartidos por toda la geografía mundial, abarcan todos los períodos de la humanidad, desde la prehistoria hasta la actualidad. Son lugares de misterio y sabiduría sustentados en el “conocimiento de las estrellas”. Teotihuacán, Stonehenge, Giza, Carnac, Chichén Itzá, Delos o Jaipur son sólo algunos ejemplos que simbolizan este legado compuesto por un cúmulo de manifestaciones artísticas, científicas y etnográficas que se conservan en todas las latitudes.

La mejor comprensión del papel de estos bienes relacionados con la astronomía, así como su puesta en valor a través de campañas de sensibilización, constituyen pasos cruciales y necesarios en el esfuerzo de salvaguardar este patrimonio para las generaciones futuras. Intentar restablecer o mantener la calidad del cielo nocturno en estos

parajes representa un importante aspecto a considerar en este proceso.

Por razones obvias, los cielos oscuros y los objetos celestes no pueden ser reconocidos como tipos o categorías específicas de bienes culturales o naturales del Patrimonio Mundial, ya que no existen criterios para considerarlos en el marco de la Convención del Patrimonio Mundial. Sin embargo, debemos tener en cuenta esta dimensión en términos de mejora de la gestión de cada sitio. Un cielo límpido representa evidentemente un aspecto destacable de la calidad ambiental de un sitio cultural. Además, el establecimiento de medidas adecuadas para limitar la contaminación lumínica, contribuiría en estos lugares a tener una mejor apreciación de sus valores intrínsecos.

En 2010 se publicó el primer estudio temático titulado “Patrimonio de la Astronomía y de la arqueoastronomía en el contexto de la Convención del Patrimonio Mundial de la UNESCO”. El estudio temático es el resultado de un proyecto de colaboración entre el Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS), órgano consultivo de la UNESCO para el patrimonio cultural, y la Unión Astronómica Internacional (UAI)<sup>13</sup>. El principal objetivo de este proyecto es aportar una mejor comprensión del carácter y la composición de las diferentes formas existentes del

patrimonio astronómico.

A raíz de este estudio, se ha desarrollado el Portal del Patrimonio de la Astronomía<sup>10</sup> en colaboración con el Centro del Patrimonio Mundial, con el fin de apoyar la Iniciativa Temática de la UNESCO “Astronomía y Patrimonio Mundial”. El Portal ha sido creado para incrementar la conciencia sobre la importancia del patrimonio astronómico en todo el mundo, así como facilitar los esfuerzos tendientes a identificar, proteger y preservar este patrimonio en beneficio de la humanidad, tanto en el presente como en el futuro.

### Un paisaje erosionado

La luz de las estrellas y de los planetas siempre ha constituido el escenario de la noche, nuestro celaje, creando paisajes de referencia que a lo largo de la historia de la humanidad han sido percibidos como parte integral del patrimonio natural y cultural de cada comunidad. Sin embargo, la dimensión de los paisajes de la noche, a pesar de su diversidad y magnificencia, sigue siendo un aspecto olvidado a la hora de abordar el concepto mismo del paisaje y de su protección.

Los paisajes nocturnos asociados al cielo estrellado pueden ser extremadamente diversos, abarcando desde zonas rurales o naturales, hasta los paisajes en desiertos, altas montañas, los relacionados con monumentos geológicos o



Casa Grande de Chaco en la noche. Parque de la Cultura Chaco, Patrimonio Mundial y Parque del Cielo Oscuro, EE.UU. © NPS



Chankillo, Peru. Incluido en la Lista Indicativa Nacional del Patrimonio Mundial © Servicio Aerofotográfico Nacional.

en los asociados a sitios del patrimonio astronómico, y todos ellos son dignos de atención especial debido a su creciente tasa de deterioro, causado por la contaminación lumínica. A pesar de su extrema belleza y rica diversidad, cuando se describen los paisajes culturales y naturales de excepcional belleza, no existen apenas referencias a estas manifestaciones.

No obstante, la necesidad de proteger y reconocer estos paisajes ha cobrado fuerza en los últimos años. Algunos parques nacionales americanos inscritos en la Lista del Patrimonio Mundial, como es el caso de Yosemite, Mesa Verde, Yellowstone o Chaco, son buenos ejemplos. De hecho, parte de la misión del servicio nacional de parques es compartir estos escenarios de la luz con el público y establecer las medidas para proteger y restaurar los paisajes del cielo estrellado. También en esta línea, los paisajes nocturnos han sido considerados por el Convenio Europeo del Paisaje. Hay algunos casos excelente en Europa como los parques nacionales de Hortobágy (Hungría) o el Teide (España). En África es notable la experiencia del Mar de Arena de Namib (Namibia).

Por último, conviene reseñar que, por primera vez, un paisaje cultural que incluye sitios arqueoastronómicos integrados en el paisaje celeste, ha sido propuesto en una lista tentativa nacional; este el caso de Risco Caído y los espacios sagrados de montaña de Gran Canaria (España).



Roque de los Muchachos en la Reserva de Biosfera de La Palma, certificada como reserva Starlight © Astrotour

# Los sitios de la UNESCO

## Hacia una nueva cultura de la luz

La reducción de la contaminación lumínica, el ahorro de energía y la recuperación del cielo estrellado, deberían ser parte integrante de una nueva cultura de la luz en los sitios de la UNESCO, comprometida con el clima y el desarrollo sostenible. Ocho años después de la Declaración de La Palma (Declaración en Defensa del Cielo Nocturno y el Derecho a la Luz de las Estrellas), más de treinta reservas de la biosfera, sitios del patrimonio mundial y geoparques, han desarrollado iniciativas para asegurar la calidad de sus cielos nocturnos y contribuir a la iluminación sostenible.

### Los Sitios del Patrimonio Mundial

Durante más de cuarenta años, la UNESCO ha trabajado con los países de todo el mundo para identificar los sitios que pueden ser designados como patrimonio mundial y para asegurarse de que estos bienes se conserven para las generaciones futuras. En la actualidad, se cuenta con 1.031 sitios culturales, naturales y mixtos inscritos en la Lista del Patrimonio Mundial. Su esplendor es el mejor testimonio de la diversidad patrimonial de nuestro planeta y de sus habitantes.

Comprender la relación entre el hombre y la naturaleza, con el fin de preservar su patrimonio, es uno de los objetivos fundamentales de la Convención del Patrimonio Mundial. El cielo nos pertenece a todos y forma un todo con el paisaje percibido por el hombre. Asociar los cielos nocturnos con la protección del patrimonio natural y cultural, es un paso lógico en la relación entre el hombre y la naturaleza.

Teniendo en cuenta que un aspecto importante del legado patrimonial de muchos sitios guarda relación con la observación de fenómenos astronómicos visibles a simple vista, la posibilidad de mantener estos escenarios constituye es una opción inteligente a la hora de poner en valor y preservar íntegramente esta herencia.

El cielo oscuro no siempre constituye una propiedad de-

terminante de estos bienes culturales. Sin embargo, el hecho de que se conserven los cielos nítidos constituye, sin duda, un componente importante del valor natural intrínseco del lugar en cuestión. El mismo argumento se aplicaría a otros muchos sitios del patrimonio mundial de carácter natural o mixto. En cualquier caso, la protección de los paisajes nocturnos frente a la contaminación lumínica es un desafío a abordar en la mayoría de los casos<sup>13</sup>.

### Reservas de la Biosfera

Las reservas de biosfera son territorios que comprenden tanto ámbitos terrestres, como marinos o costeros. Cada reserva promueve soluciones tendentes a conciliar la conservación de la biodiversidad con su uso sostenible. En la



Litoral de Dorset, Patrimonio Mundial © DorsetScouser



Dehesas de Sierra Morena, Reserva de Biosfera y Reserva Starlight © ADIT

actualidad existen 651 reservas de la biosfera reconocidas en 102 de los Estados Miembros de la UNESCO, incluyendo 15 sitios transfronterizos.

Las reservas de biosfera son lugares donde la “ciencia y la innovación promueven la sostenibilidad”, ámbitos especiales para el ensayo de enfoques multidisciplinares orientados a entender y gestionar los cambios y las interacciones entre los sistemas sociales y ecológicos. Estos sitios tienen como objetivo armonizar la conservación de la diversidad biológica y el desarrollo cultural, el económico y social, a través de la asociación activa entre sus habitantes y la naturaleza. También contribuyen a mostrar la transición efectiva hacia sociedades verdes apoyándose en la innovación y el fomento de economías de calidad como el turismo sostenible.

En las reserva de la biosfera, las comunidades locales participan activamente en los proyectos de gestión, investigación, educación y formación, lo que les convierte en espacios de excelencia para la práctica real del desarrollo sostenible. Además, se consideran como lugares de aprendizaje para iniciativas de mitigación y adaptación al Cambio Climático.

En estas circunstancias, las reservas de la biosfera se convierten en lugares idóneos para fomentar la iluminación sostenible. El alcance de la Red Mundial de Reservas de Biosfera en todo el planeta, incluyendo ecosistemas re-

presentativos que van desde las pequeñas islas a las mega ciudades, hace que sea posible construir y compartir una amplia base de conocimientos sobre buenas prácticas y políticas relativas al uso de las tecnologías de iluminación ecológicamente responsables.

De hecho, fue en la Reserva de Biosfera de La Palma donde se aprobó la primera declaración en defensa del cielo nocturno. Además, este fue el territorio sobre el que se promulgó en 1988 la primera ley nacional en el mundo relativa a la protección de la observación astronómica, la llamada Ley del Cielo, promovida por el Instituto de Astrofísica de Canarias.

Hoy en día, algunas reservas de biosfera están liderando también la investigación en materia de fotocontaminación biológica, abriendo el camino para la aplicación de un enfoque holístico capaz de integrar la noche en las políticas de conservación. Este es el caso de Doñana, de Fuerteventura o de los Everglades.

## Geoparques

La Red Mundial de Geoparques abarca un conjunto de áreas geográficas singulares que incluyen paisajes de importancia geológica internacional. Los geoparques se gestionan en base a un concepto integral que aúna la conservación, la educación y el desarrollo sostenible. Su enfoque de abajo hacia arriba, a la hora de combinar la conservación con el desarrollo sostenible, sustentándose en las comunidades locales, ha tenido una gran aceptación y popularidad. En la actualidad, están reconocidos 120 geoparques en 33 países.

Los geoparques ofrecen una oportunidad única para poner de relieve el valor de los paisajes nocturnos en asociación con las expresiones más destacadas de la geodiversidad.

En conclusión, los sitios de la UNESCO pueden abrir el camino hacia nuevas iniciativas de iluminación inteligente, incluyendo la erradicación de los impactos de la contaminación lumínica y la recuperación de los paisajes nocturnos, actuando como modelos para otros sitios del planeta.

## Sitios de aprendizaje para una iluminación sostenible

Al menos treinta sitios de la UNESCO en todo el mundo han adoptado compromisos específicos relativos a la protección del cielo nocturno y al control de la contaminación lumínica. Estos lugares pueden ser entendidos como ámbitos de aprendizaje para el desarrollo de soluciones inteligentes de iluminación y de integración de la calidad del cielo nocturno en sus políticas de conservación.

Lista de los sitios de la UNESCO que incluyen, total o parcialmente, ámbitos certificados del cielo oscuro, reconocidos por la Fundación Starlight, IDA (International Dark Sky Association), RASC u otras certificaciones:

### RESERVAS DE LA BIOSFERA

South West Nova (Canadá)  
 Fray Jorge (Chile)  
 La Palma (España)  
 Fundy (Canadá)  
 Big Bend (EE.UU.)  
 Galloway and South Ayrshire (Reino Unido)  
 Gran Canaria (España)  
 Braunton Burrows-North Devon (Reino Unido)

Rhön (Alemania)  
 East Carpathians (Polonia)  
 Dehesas de Sierra Morena (España)  
 Sila (Italia)  
 Fuerteventura (España)  
 Hortobágy (Hungría) /PM  
 La Rioja (España)  
 Parque Nacionalk Yosemite (EE.UU.) /PM  
 Luberon-Lure (Francia)  
 Karkonosze (República Checa / Polonia)  
 Sierra Nevada (España)  
 Wadensea Area (Países Bajos)

### SITIOS DEL PATRIMONIO MUNDIAL

Cultura chaco (EE.UU.)  
 Parque Nacional de Doñana (España)  
 Parque Nacional del Teide (España)  
 Parque Nacional del Hortobágy - La puszta (Hungría)  
 Parque Nacional Mesa Verde (EE.UU.)  
 Sceilg Mhichíl (Irlanda)

### GEOPARQUES

Fforest Fawr (Reino Unido)  
 Luberon Regional Natural Park (Francia)  
 Sierra Norte de Sevilla (España)



Vía Láctea sobre el Parque Nacional del Teide, Patrimonio Mundial © J.C. Casado



La Península Ibérica en la noche desde la Estación Espacial Internacional (ISS)  
© Barry Wilmore. NASA

# Evitar la contaminación lumínica

## Fomentar opciones inteligentes de iluminación exterior

Bastaría con seguir tres principios al alcance de la mano. El primero, iluminar solo lo que necesite ser iluminado. Lo segundo, hacer uso de la iluminación exterior cuando sea realmente necesaria. Por último, usar luminarias que eviten totalmente el flujo de luz hacia el horizonte o hacia el cielo. Es absurdo derrochar energía enviando luz a las estrellas o para deslumbrar el paisaje nocturno.



Considerando sus especiales cualidades, los sitios de la UNESCO podrían convertirse en referentes pioneros de la aplicación de soluciones ecológicas y sostenibles en iluminación exterior. Son lugares donde, por su propia naturaleza, se deberían adoptar medidas eficaces para controlar y erradicar la contaminación lumínica, en defensa de la integridad de los valores naturales y culturales asociados al cielo nocturno.

Entre las formas de contaminación lumínica, la más polémica y conocida es el brillo artificial del cielo nocturno. Una iluminación artificial inadecuada es la causa del actual incremento de ese brillo difuso del cielo nocturno que, al dirigirse parcialmente hacia arriba y hacia el horizonte, crea una burbuja de contaminación que diluye la oscuridad natural de la noche e impide ver las estrellas.

El gran desafío actual es cómo concebir una iluminación adaptada que pueda prevenir esta forma de contaminación lumínica. La respuesta está al alcance de la mano, tomando algunas pocas decisiones inteligentes. Bastaría inicialmente con adoptar los siguientes criterios:

### Planificar un sistema de iluminación responsable

Al formular propuestas para diseñar un sistema de alumbrado exterior o cuando la iluminación exterior es parte integral de un proyecto a desarrollar, los usuarios, responsables y técnicos deberían tener en cuenta los siguientes principios fundamentales:

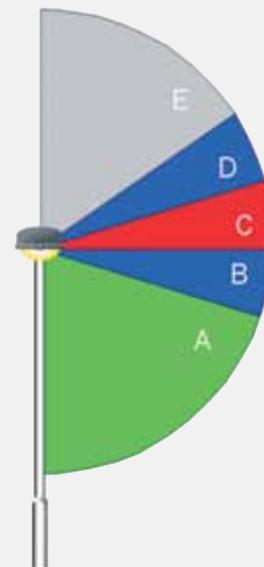
- ¿Dónde es realmente necesaria la iluminación y que servicio útil presta?
- ¿Cuánta iluminación, y que tipo de luz necesitan las áreas, edificios y objetos que es necesario iluminar?
- ¿Qué efectos indeseados puede acarrear el iluminar una zona?. Beneficios e impactos.



## Efecto sobre el brillo artificial del cielo según el ángulo de emisión

### Diagrama del impacto de una luminaria en el brillo artificial del cielo

- E 120-180° Área crítica de contribución al brillo artificial del cielo, con mayor repercusión por su intensidad en zonas urbanas.
- D 95-120° Contribución significativa al brillo artificial, con repercusión significativa en áreas rurales, alejadas del foco emisor de luz.
- C 90-95° Zona crítica de contribución al brillo artificial que puede provocar intrusión lumínica a decenas de kilómetros en áreas rurales, dependiendo de la cantidad de aerosoles presentes.
- B 85-90° Contribución significativa al brillo artificial por reflexión. La luz reflejada puede ser obstruida por la presencia de edificios, árboles y accidentes topográficos.
- B 75° to 85° Produce deslumbramiento en los usuarios de las carreteras y caminos.
- A 0-75° Distribución correcta del haz luminoso.



Fuente: Chris Baddiley. British astronomical Association - Campaign for Dark Skies, Fabio Falchi, STIL

Luminaria UFO. Diseño: Renzo Piano © iGuzzini



## Evitar la emisión de luz directa hacia el cielo y hacia el horizonte

### Recomendaciones inteligentes

- Elegir luminarias con un porcentaje de emisión al hemisferio superior instalado inferior al 0% respecto al flujo total saliente de la luminaria, evitando emisiones próximas al horizonte. Las emisiones de luz en ángulos próximos al horizonte pueden producir un efecto en el brillo artificial del cielo de hasta 160 veces superior que el mismo flujo que se refleja en la superficie.
- Usar luminarias con reflector y cierres transparentes planos y evitar la inclinación de las mismas, manteniendo su posición horizontal.
- Usar proyectores frontalmente asimétricos, con asimetrías adecuadas a la zona a iluminar e instalados sin inclinación.
- Reducir al máximo el deslumbramiento hacia cualquier usuario, garantizando que el apuntamiento de los proyectores no supere los 70°.

## Asegurarse de que toda instalación de iluminación esté diseñada en función de las necesidades reales

### Recomendaciones inteligentes

- No dirigir el flujo luminoso fuera del área útil a iluminar, iluminando el espacio exacto requerido y en la intensidad necesaria para cubrir las necesidades.
- No proyectar con exagerados niveles de iluminación y evitar el deslumbramiento.
- Evitar el exceso y redefinir los niveles de iluminación viaria, reduciéndolos hasta el mínimo necesario.
- Apagar las luces cuando la zona no esté en uso.
- Reducir los niveles de iluminación o apagar la instalación después de ciertas horas de la noche cuando no se justifique su uso.
- Utilizar soluciones de control adaptativas como reguladores de flujo, temporizadores o sensores de movimiento.
- Tender a un descenso del flujo total instalado, del mismo modo que se tiende a la reducción de otros contaminantes.



Ciudad vieja de Santiago de Compostela, Patrimonio Mundial.  
© Composición: Astronomía na beirarúa



© Todd Carlson

### Usar lámparas apropiadas y limitar estrictamente la luz azul de longitud de onda corta

La mayoría de la gente está familiarizada con las bombillas incandescentes o las lámparas fluorescentes compactas usadas en la iluminación interior. Sin embargo, no lo están tanto con las utilizadas en iluminación exterior, de carácter más industrial. Las fuentes de luz más comunes utilizadas incluyen las lámparas de vapor de sodio de baja presión (VSBP), vapor de sodio de alta presión (VSAP), halogenuros metálicos y diodos emisores de luz (LED).

Las lámparas VSBP son muy eficientes en términos energéticos, aunque emiten en un rango espectral muy limitado que le confieren ese característico tono amarillento, y que en ocasiones se critica. Sin embargo, constituyen una de las mejores opciones actuales para la iluminación próxima a los observatorios astronómicos, los paisajes nocturnos excepcionales y el entorno de las áreas naturales.

Las de sodio de alta presión, mucho menos eficientes, son las utilizadas comúnmente en el alumbrado público en muchas ciudades. A pesar de que todavía emiten una luz de color naranja, su reproducción cromática es más fiel que la de las VSBP.

En las zonas en las que fuere necesario el uso de luz blanca,

## Lámparas - Características cromáticas y eficacia

Tipo de lámpara	Color	Rendimiento luminoso (lm/W)
Sodio baja presión	amarillo	180 - >200
Sodio alta presión	rosado / ámbar - blanco	90 - 130
Halogenuros metálicos	azulado-blanco / blanco	60 -120
Fluorescente compacto (CFL)	blanco	45 -60
LED	todos los colores	30-150 > en incremento
Vapor de mercurio	azul verdoso / blanco	13 - 48
Incandescente/Halógena	amarillo / blanco	8 - 25

Espectro luminoso de una lámpara de sodio a baja presión



Espectro luminoso de una lámpara de vapor de mercurio a alta presión



Las dos opciones comunes son halogenuros metálicos, de eficacia moderada y vida corta, y los LEDs. Una de las ventajas de la iluminación LED es que puede ser atenuada o regulada. Esta característica permite tanto ahorrar energía, como reducir la contaminación lumínica a lo largo de la noche. No obstante, por razones medioambientales se recomienda evitar el uso de LED blanco-frío y emplear los LEDs de color blanco cálido (<3000°K) que ya se encuentran disponibles en el mercado.

### Recomendaciones inteligentes

- Elegir lámparas cuyo espectro luminoso tenga el menor impacto en el brillo del cielo y su calidad en general. La emisión de luz artificial es visible en el cielo debido a la reflexión de la misma por la presencia de partículas aéreas y su dispersión en la atmósfera. Las longitudes de ondas más cortas en la banda azul del espectro incrementan su capacidad de dispersión y por ello la luz blanca-azulada es la más dañina.

### WOW ¡Guzzini UNA RESPUESTA RESPONSABLE. Diseño: Piano

- LED monocromático cálido 3000 K - CRI 70
- Flujo luminoso total igual o superior a un ángulo de 90 ° [Lm]: 0. Alto confort visual: Índice de Deslumbramiento Clase: ≥ Ga; Eficacia luminosa (lm/W), valor real: ≥ 98.
- Sin riesgo fotobiológico. Luminaria incluida en el "Exempt Group" (sin riesgo vinculado a la luz infrarroja, azul o la radiación UV) según EN 62471:2008.
- El flujo luminoso es totalmente programable directamente desde el controlador de la luminaria. El controlador permite el uso de diferentes niveles de lúmenes de salida y a diferentes potencias.
- Compatibilidad con los sistemas de telegestión, gracias a su "Fuente de Alimentación", el regulador de flujo de doble nivel y el "LED Driver DALI" (0-10V/1-10V) compatible con los sistemas del mercado.
- Un sistema de control activo modifica la intensidad de la corriente para preservar la eficacia luminosa y la vida útil de los LEDs en cualquier condición de temperatura ambiente.
- Unidad LED reemplazable.
- Vida útil: 100.000h L80 B10 (Ta 25°C)





Barrio del Puente Viejo en el centro histórico de Mostar, Sitio del Patrimonio Mundial reconstruido con la asistencia de la UNESCO y del Banco Mundial, e iluminado con el apoyo de iGuzzini © iGuzzini

- Utilizar LEDs de baja temperatura de color (<3000K) o sin contenido azul.
- Elegir las lámparas de mayor eficiencia energética que cumplan estos requisitos.

### **Iluminación ornamental de monumentos y edificios históricos**

La forma en que se dirige la luz tiene un impacto crucial en el diseño responsable de la iluminación de fachadas y monumentos históricos. En la mayoría de los casos la iluminación se orienta de manera muy imprecisa, incrementando la contaminación lumínica. No obstante, existen simples criterios que permiten iluminar estas construcciones de manera sensata.

#### *Recomendaciones inteligentes*

- La iluminación no debe afectar a la integridad y percepción del lugar. Muchos bienes culturales y naturales poseen una estrecha relación con la observación del firmamento y su escenario natural.
- Los proyectores se instalarán preferentemente dirigidos de arriba hacia abajo, a excepción de aquellos edificios históricos en los que es imposible aplicar esta solución. En este caso, el flujo de luz debe estar completamente ceñido al ámbito de la fachada del edificio. Ello evita la dispersión externa de la luz y la contaminación lumínica asociada.
- En cualquier caso, este tipo de instalaciones deben mantenerse apagadas cuando hayan dejado de cumplir su función. También otra opción es el uso de reductores de flujo luminoso, preferiblemente con sistemas automatizados, dotados de temporizador, para garantizar su operación responsable.
- Este tipo de iluminación se considera totalmente inadecuada en áreas naturales y rurales, donde puede ser perjudicial para la biodiversidad y la calidad del paisaje nocturno.



“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.”

*Artículo 7 de la Declaración Starlight, 2007*

# Fomentar la Innovación

## El futuro de la iluminación

“La tecnología LED ha alcanzado hoy en día la mayoría de edad y es capaz de ofrecer beneficios tanto a las ciudades como a los ciudadanos. Ofrece una luz más controlable y de mayor calidad, de mayor rendimiento visual, capaz de mejorar el medioambiente y la seguridad en los entornos urbanos. Por otro lado, la iluminación LED hará más verdes nuestras ciudades, procurando un ahorro de hasta el 70% en energía y reduciendo los costes en comparación con las infraestructuras existentes. La incorporación de sistemas LED de iluminación inteligente será un aspecto clave en las ciudades inteligentes y sostenibles del futuro; lugares donde la innovación en la iluminación estará interrelacionada con otras redes claves de las ciudades inteligentes (comunicaciones, energía renovable, edificios o gestión de la movilidad).”

*Neelie Kroes, Vicepresidenta de la Comisión Europea, Comisaria de la Agenda Digital para Europa.*

### LED, la revolución tecnológica de la iluminación

El diodo emisor de luz (LED) está transformando la manera en que iluminamos nuestros pueblos y ciudades, ofreciendo una oportunidad excepcional para mejorar radicalmente la forma en que usamos la energía e iluminamos nuestros espacios al aire libre en la noche. Asociada a esta oportunidad surge la obligación de gestionar estos cambios de forma responsable y sostenible.

Las lámparas LED son extremadamente rápidas de encender y apagar, y pueden atenuarse hasta el 1%. Los nuevos sistemas de alumbrado que están siendo desplegados, permiten incorporar mayores niveles de inteligencia, tales como la detección de la luz ambiental, el movimiento o el control inalámbrico a través de comunicaciones de radiofrecuencia.

Los modernos sistemas se pueden regular a niveles bajos o incluso se apagan cuando el sistema detecta que nadie está presente para utilizar la luz. Debido al aumento significativo en el índice de utilización, el flujo total instalado de iluminación nocturna y los niveles actuales comenzarán a reducirse sustancialmente a medida que estas soluciones vayan generalizándose.



Usar la luz sólo dónde y cuando alguien la necesite

En contraste con la mayoría de las fuentes tradicionales, los LEDs proporcionan un haz de luz extremadamente direccional incrementando la uniformidad lumínica. La distribución de la luz se puede ajustar aún más con diseños fotométricos innovadores, proporcionando luz donde es realmente útil, lo que aumenta la eficiencia global del sistema y reduce la contaminación lumínica.

### Hay otra manera de iluminar la noche

Las aplicaciones LED en iluminación se están moviendo hacia soluciones inteligentes integradas en los nuevos y



Iluminación responsable © Fotomontaje de Luis Mir

avanzados sistemas de información y comunicación. La incorporación de los sistemas inteligentes en la iluminación LED exterior también nos permitirá avanzar hacia un futuro digital “verde”:

### Sistemas de alumbrado inteligentes

La incorporación de microcontroladores en cada luminaria, permite su adecuada regulación y la comunicación directa con su entorno. Ello proporciona enormes posibilidades para la mejora de los métodos de control y granularidad de los sistemas de alumbrado, tales como los interfaces de usuario que permiten realizar ajustes manuales o automáticos en respuesta a la disponibilidad de la luz diurna, la ocupación o la hora del día.

### Iluminación adaptativa

Los LEDs pueden suministrar luz de forma instantánea, correctamente dirigida, a medida y adaptable en intensidad en función de las necesidades o los deseos de los ciudadanos. La iluminación dinámica permitirá la mejora sustancial de nuestros entornos y espacios públicos, de la salud, la seguridad y la calidad de vida.

### Iluminación integrada, energía, redes e iluminación

El aumento de la inteligencia en los sistemas de alumbrado exterior permitirá su integración con otros sistemas y

redes urbanas, tales como los de energía, particularmente renovable distribuida, instalaciones o sistemas de movilidad, serviría también para optimizar su consumo y supervisión. La iluminación inteligente también proporciona una red de datos, lo que incrementa el flujo de información entre las diferentes redes en ciudades inteligentes, por ejemplo, comunicar las necesidades de mantenimiento. La red de alumbrado fácilmente se podría utilizar para complementar otras redes de datos locales, proporcionando una excelente infraestructura para las comunicaciones inalámbricas.

### Integración de sensores inalámbricos

La fusión de sensores, combinando diferentes tipos, y desarrollando la inteligencia distribuida del sistema de alumbrado, permitirá abrir cada vez nuevas y útiles aplicaciones. Los sensores pueden determinar la iluminación óptima mediante la detección de presencia de vehículos y personas, la temperatura, los requerimientos energéticos, la disponibilidad de luz natural, o incluso mediante el uso de dispositivos de identificación por radiofrecuencia (RFID).

### Sistemas inteligentes de iluminación LED y energía solar

La asociación entre sistemas de alumbrado LED y la energía solar fotovoltaica está en auge, y emerge como una



Iluminación solar-LED en el templo de Borobudur, el monumento budista más grande del mundo y sitio del Patrimonio Mundial.  
© Ulet Ifansasti / Greenpeace

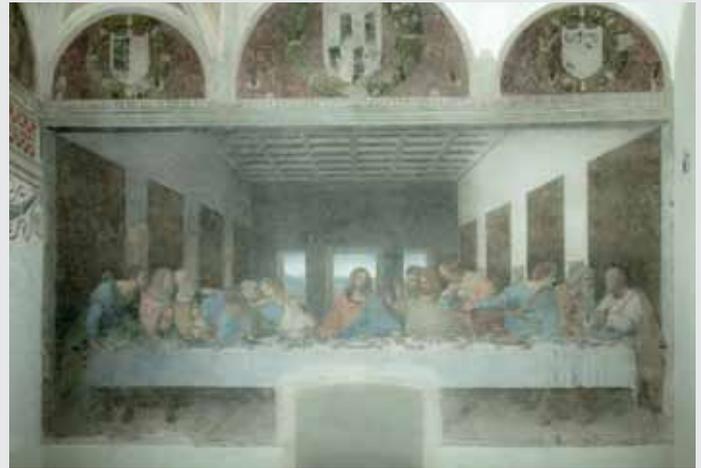
gran opción para proporcionar iluminación de forma dinámica y adaptada a un mínimo consumo de energía y emisiones, contribuyendo a reforzar las comunidades de energía renovable.

La necesaria transición hacia las energías renovables y la creciente demanda de eficiencia energética ha empujado al mercado a incorporar soluciones de mayor eficiencia. La tecnología solar, y las renovables en general, se orientan hacia la implantación de redes inteligentes y, en este contexto, la tecnología LED se adapta perfectamente a esta demanda.

Por otro lado, los productos integrados LED-solar, individuales o a pequeña escala, ofrecen opciones fiables y sencillas que se aplican en todo el mundo, especialmente como sustitución de la iluminación a base de lámparas de queroseno y otros productos contaminantes. Los LEDs y las redes inteligentes son ya opciones tecnológicas mundialmente reconocidas y han demostrado ser alternativas muy adecuadas para la población rural en aquellas regiones cuyo acceso a la energía es irregular o inexistente.

### Iluminando un medioambiente mejor

El diseño de los sistemas de alumbrado modernos no debe integrar solamente los nuevos criterios luminotécnicos y de eficiencia energética. La innovación también debe incorporar criterios medioambientales, considerando la distribución espectral de la luz emitida, especialmente en áreas sensibles como los sitios de la UNESCO. Como criterio general, las lámparas que emiten más radiación en el azul que las de sodio a alta presión estándar, no deberían instalarse en el exterior de estos espacios. Hay soluciones tecnológicas, tanto clásicas (sodio) como más recientes (LED ámbar, LED blanco filtrado), que proporcionan luz cálida, menos perjudicial, y con una eficiencia energética excelente. Estos productos deberían ser demandados por las autoridades, y especificados por los ingenieros y diseñadores, para preservar un medio ambiente nocturno respetuoso con el cielo, con la naturaleza y con las personas<sup>11</sup>.



### Iluminación LED para una frágil obra maestra: La Última Cena de Leonardo da Vinci

Leonardo da Vinci pintó su obra maestra, inscrita en la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO, en el refectorio de la iglesia y convento de Santa Maria delle Grazie de Milán. Tras el acuerdo con la Oficina del Patrimonio Histórico y del Paisaje de Milán, iGuzzini se responsabilizó de la mejora luminotécnica de esta obra de arte. Para conseguirlo se diseñó un nuevo sistema de iluminación con luminarias de última generación que resalta la rica variedad de colores y los espléndidos detalles de esta obra maestra.

El nuevo sistema de iluminación LED aporta un color enriquecido de la Última Cena, al mismo tiempo que garantiza el control de la correcta distribución de la luz y la conservación del fresco.

© iGuzzini



La Tierra desde el espacio © Barry Wilmore. NASA

# Luz y clima

## Iluminación sostenible y cambio climático

La sobreiluminación se ha convertido en un fenómeno global que afecta a la mayoría de nuestros pueblos y ciudades. La ineficiencia y el exceso de luz artificial aumenta innecesariamente el consumo de energía y no está económicamente justificado. También incrementa el nivel de emisiones de gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático. En contraste, en la actualidad más de mil trescientos millones de habitantes en el planeta no tienen acceso a la electricidad.

La contribución del consumo energético a las emisiones de gases de efecto invernadero representa casi dos tercios de todas las emisiones de carácter antropogénico. Las emisiones de CO<sub>2</sub> siguen incrementándose día a día por este concepto y, por lo tanto, una acción efectiva en el campo de la energía sería determinante a la hora de afrontar el problema de la mitigación del cambio climático. En este contexto, el sector de la iluminación juega un importante papel.

La iluminación representa entre el 15 % (PNUMA, 2014) y el 19 % (IEA, 2006) del consumo mundial de electricidad y entre el 5 y el 6 % de las emisiones totales de CO<sub>2</sub><sup>15</sup>.

En 2010 los consumos relativos a la iluminación alcanzaron los 2.815 TWh (PNUMA), una cantidad que supera en un 16% la electricidad generada por todas las centrales nucleares en el mundo en 2014<sup>8</sup> o que equivale al 73% de toda la producción hidroeléctrica mundial<sup>12</sup>, y sigue creciendo. La mayor parte se utiliza en edificios comerciales y públicos, seguido de la iluminación residencial, el sector industrial y la iluminación exterior. La estimación global del consumo de energía en iluminación exterior se cifra en más de 250 TWh.

Teniendo en cuenta el aumento de la población mundial y el incremento del nivel de vida, de no producirse cambios sustanciales en las políticas de iluminación, las necesidades de electricidad se acrecentarían un 27%, situándose

en 3.575 TWh para el 2030<sup>14</sup>.

No existe por lo general una conciencia sobre el hecho de que el consumo de energía en iluminación es también la causa de una importante contribución a las emisiones de gases de efecto invernadero. Las emisiones atribuibles a la iluminación a nivel global ascienden a 1.471 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año, y son comparables al 18% de las emisiones de CO<sub>2</sub> totales de China, o al 27% de las emisiones de los Estados Unidos (AIE)<sup>4</sup>.



El efecto de la contaminación lumínica en Nueva York



Imagen del brillo de las ciudades desde la Tierra a partir de los datos del satélite Suomi NPP en abril y octubre de 2012 © NASA Earth Observatory

El nivel de iluminación exterior está claramente relacionado con la riqueza de los países, y para ello basta solo comprobar que los países miembros de la OCDE utilizan el 71% de la energía, acaparando el 75% de los consumos en iluminación. Esta disparidad se aprecia gráficamente al observar las imágenes nocturnas de satélite de la Tierra, que muestran a las ciudades y regiones de la OCDE emitiendo una cantidad desproporcionada de luz en relación a otros espacios densamente poblados. A nivel mundial, la mayor parte de la iluminación exterior se centra en dos aplicaciones: la iluminación vial y urbana y, curiosamente, los aparcamientos, que contribuyen respectivamente con el 53% y el 40%. Las señales de tráfico son los siguientes grandes consumidores, con un 6%, seguido de los anuncios publicitarios y de las grandes instalaciones como los aeropuertos. Ha de considerarse que tanto la iluminación vial como la de aparcamientos, están generalmente encendidas a lo largo de toda la noche, especialmente en los países de la OCDE, con ratios de uso que se sitúan entre las 3600 y 4400 horas al año<sup>9</sup>.

En estas circunstancias, avanzar hacia una iluminación baja en carbono y en energía constituye un reto clave, máxime teniendo en cuenta el estado actual de los sistemas de iluminación. Hoy existen más de 500 millones de luminarias de alumbrado exterior instaladas en el mundo, donde la mayoría cuenta con más de veinte años de antigüedad, incumpliendo evidentemente con los criterios medioambientales y de eficiencia energética actuales. Un tercio de las carreteras del mundo siguen iluminándose con tecnologías que datan de la década de 1960.

Dada la importancia de estos desafíos, la iluminación sostenible e inteligente ha sido considerada como un tema clave en la Década de la Energía Sostenible para Todos. Una acción que se encuadra en la Iniciativa Energía Sostenible para Todos (SE4ALL), promovida por el secretario general de las Naciones Unidas. La iniciativa fue lanzada en 2012 con el fin de incorporar a la acción a todos los sectores de la sociedad para lograr tres objetivos interrelacionados para el 2030: asegurar el acceso universal a

servicios energéticos modernos, duplicar la tasa global de eficiencia energética y doblar igualmente la cuota de las energías renovables en el mix energético mundial.

En este contexto, se considera que una acción concertada global sobre la eficiencia energética en la iluminación, podría reducir la demanda mundial de electricidad por este concepto, al menos en una tercera parte para el año 2030. Teniendo en cuenta esta opción tangible y sus beneficios económicos, ambientales y sociales asociados, SE4ALL ha identificado a la iluminación avanzada como un “Acelerador” clave para ayudar a alcanzar los objetivos de eficiencia energética<sup>15</sup>.

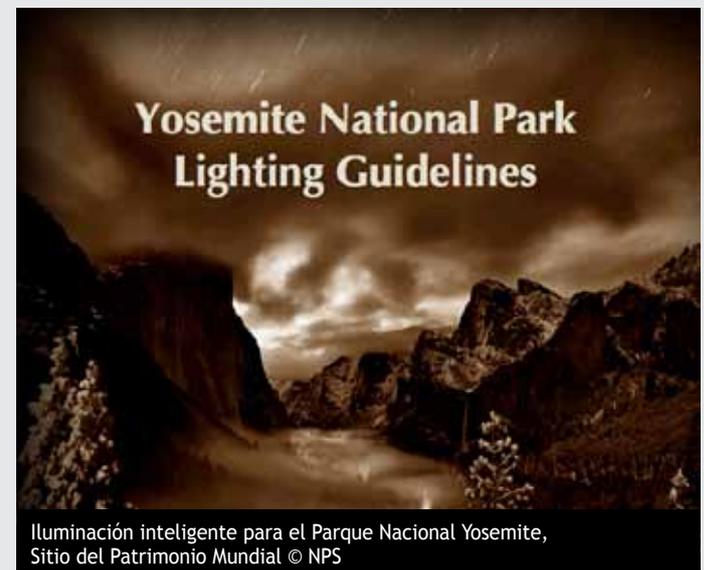
Considerando estas proyecciones, una transición global para el año 2030 que contemple la incorporación de soluciones eficientes, ampliamente disponibles hay en todos los sectores de iluminación (residencial, comercial/ industrial e iluminación exterior), estaría en condiciones de reducir la demanda de electricidad para la iluminación en más de un 32%, evitando así 3,5 Gt de CO<sub>2</sub>, y consecuentemente rebajar las facturas de electricidad a los usuarios, reducir las importaciones de combustible y sus riesgos y mejorar el bienestar de los ciudadanos. La transición permitiría evitar a los consumidores más de 107 mil millones de euros anuales en facturas de electricidad, ahorrando más del 1000TWh de electricidad cada año. También implicaría evitar más de 100 mil millones de euros necesarios en instalación de centrales eléctricas, dependiendo de su tipología, es decir, el equivalente a 280 grandes centrales de 500 MW. Además, si el uso de las lámparas LED se generalizara a nivel mundial en todos los sectores, se reduciría el consumo global de electricidad para la iluminación en más de un 52% y se evitarían 735 millones de toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> cada año<sup>9</sup>.

Esta estrategia estaría en línea con la visión y el papel de los sitios de la UNESCO. Por ejemplo, la Declaración de Dresde sobre Reservas de Biosfera y el Cambio Climático establece que: “las reservas de biosfera son un instru-

mento eficaz para mitigar el cambio climático y sirven de modelo para la adaptación a los impactos de este cambio. Esto ha de aplicarse en particular en los ámbitos del uso sostenible de la tierra, las economías verdes, la protección de los servicios ambientales, la eficiencia energética y el uso de energías renovables”<sup>3</sup>.

En la práctica, varias reservas de biosfera han integrado la dimensión de la iluminación en el marco de sus compromisos con el cambio climático, la sostenibilidad energética y la lucha contra la contaminación lumínica. Este es el caso de Röhn (Alemania) o de Fuerteventura (España). Conviene señalar que la Reserva de la Biosfera de Fuerteventura, certificada como Reserva Starlight, incorpora la iluminación sostenible en su estrategia de Energía 100% Renovable y en el Plan de Acción sobre la biodiversidad y los paisajes.

Por otra parte, en 2007, la Asamblea General de los Estados Partes de la Convención del Patrimonio Mundial aprobó un documento sobre políticas relativas a los impactos del cambio climático en los bienes del Patrimonio Mundial, destinado a proporcionar, al Patrimonio Mundial y a los gestores y decisores políticos, toda una serie de orien-





El Atlas Mundial del Brillo Artificial del Cielo Nocturno proyectado en la plataforma BiosphereSmart © Cinzano, P., Falchi, F., Elvidge C.D.

taciones y cuestiones clave relacionadas con el cambio climático<sup>16</sup>. El documento menciona al Parque Nacional de Yosemite como ejemplo. La iluminación se incluye en este caso como un componente clave en el Plan de Acción por el Clima del Parque Nacional de Yosemite, aprobado en 2011, y sus recomendaciones en este campo constituyen un modelo de referencia de la iluminación adaptati-



Iluminación con LED ámbar en Santa Pau. Proyecto de iluminación responsable en el entorno del PN de La Garrotxa, España © IGNI

va para otros sitios del patrimonio mundial, naturales o mixtos.

El mismo documento también considera que la red de ciudades del patrimonio mundial, ofrece una oportunidad sin precedentes para promover y resaltar el uso de tecnologías de eficiencia energética y neutras en carbono. En este campo, uno de los mejores modelos actuales es la Iniciativa de Eficiencia Energética y Sostenibilidad de Edimburgo. Sus acciones incluyen una estrategia específica de iluminación sostenible para Edimburgo Ciudad Patrimonio Mundial, poniendo además de relieve que el alumbrado de bajo consumo y la iluminación inteligente pública, se ha convirtiendo en un tema relevante para las ciudades históricas.

La otra cara de la moneda reside en el hecho de que 2.900 millones de personas en el planeta no tienen acceso a servicios modernos de energía y más de 1.300 millones no tienen acceso alguno a la electricidad, resolviendo sus necesidades de iluminación con soluciones altamente contaminantes que se traducen en graves impactos am-

bientales y riesgos para la salud. Estamos hablando de un número de personas mayor de las que vivían en el planeta cuando Thomas Edison comercializó la bombilla incandescente en la década de 1880. La iluminación a base de lámparas de queroseno y otros combustibles, son mucho menos eficientes que la peor lámpara incandescente, emiten mucho más CO<sub>2</sub>, es insalubre y más costosa. Estos usos derivados de la pobreza energética proporcionan sólo el 1% de la iluminación global, pero son responsables del 20% de las emisiones de CO<sub>2</sub> en materia de iluminación<sup>9</sup>.

Apoyarse en la energía solar y otras fuentes renovables para proporcionar iluminación y otros servicios eléctricos, constituye la mejor respuesta para erradicar la pobreza energética en estos lugares. Las iniciativas llevadas a cabo en las reservas de la biosfera como Dana (Jordania) y Sundarban (India) son un buen indicador del potencial de estas soluciones.

Sin embargo, conviene advertir que en el contexto de la transición global hacia la iluminación sostenible, es imprescindible tener en cuenta los requisitos medioambientales mencionados para la luz LED en relación a la luz blanca, que han de aplicarse, sobre todo, en la iluminación exterior. Esto requiere un compromiso innovador por parte de la industria, los desarrolladores y las partes interesadas.



Las mujeres beduinas del Barefoot College lideran la iluminación solar en la reserva de biosfera de Dana, Jordania. © Arwa Aburawa

## Referencias

1. Fabio, F. and Marín, C., (2013). *There are Several ways of Lighting the Future: Comments on the Green Paper Lighting the Future: Accelerating the Deployment of Innovative Lighting*. Starlight Initiative, Spain.
2. Fayos-Solá, E., Jafari, J. and Marín, C.. (2014). *Astrotourism: No Requiem for Meaningful Travel*. In Pasos, Vol. 12 N. 4. Págs. 663-671.
3. German Commission for UNESCO, (2011). *For life, for the future: Biosphere reserves and climate change*. Dresden, Germany.
4. Global Efficient Lighting Forum, (2014). *Green Paper Policy Options to Accelerate the Global Transition to Advanced Lighting*.
5. IAU, ICSU, UNESCO, (1992). *Declaration on the Reduction of Adverse Environmental Impacts on Astronomy*. Paris, France.
6. Longcore, T., and Rich, C., (2007). *The Urban Wildlands Group*. In Starlight: A Common Heritage.
7. Marin, C. (ed.), (2009). *Starlight Reserve Concept*. UNESCO-WHC, MaB Urban Ecology Programme of UNESCO, IAU (International Astronomical Union), UNWTO, OIPC-IAC (Instituto de Astrofísica de Canarias), CIE (International Commission on Illumination).
8. Nuclear Energy Institute (NEI), (2015). *World Nuclear Generation and Capacity*. World Statistics, July 2015.
9. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)/ International Energy Agency (IEA), (2006). *Light's labour's lost - policies for energy-efficient lighting*. OECD/IEA, Paris, France.
10. Portal WHA: [www2.astronomicalheritage.net](http://www2.astronomicalheritage.net)
11. Regional Government of Andalusia, (2014). *Declaration on the use of blue-rich white light sources for nighttime lighting*. International working group.
12. REN21, (2015). *Renewables 2015: Global Status Report*. Paris, France.
13. Ruggles, C.L.N. and Cotte, M. (eds), (2010). *Heritage Sites of Astronomy and Archaeoastronomy in the Context of the UNESCO World Heritage Convention: a Thematic Study*. ICOMOS-IAU, Paris.
14. United Nations Environment Programme (UNEP), (2012). *Achieving the Global Transition to Energy Efficient Lighting Toolkit*. Paris, France.
15. UN Sustainable Energy for All Initiative, (2015). *Global Energy Efficiency Accelerator Platform: Lighting*. NY.
16. UNESCO World Heritage Centre, (2008). *Policy Document on the Impacts of Climate Change on World Heritage properties*. Paris, France.
17. Varela, A.M., Muñoz-Tuñón, C., Sánchez, F. and Martínez, L., (2013). *Ensuring the excellence of Starlight Destinations: astronomical requirements for astro-tourist activities*. Proceedings of the Third International Starlight Conference, New Zealand, J. Hearnshaw, J. Pollard & M. Head Eds., pp.229-234.

“La conservación, la protección y la puesta en valor del patrimonio natural y cultural asociado a la visión del firmamento, representa un ámbito privilegiado para la cooperación y defensa de la calidad de vida. Por parte de todos los responsables, esta actitud implica un auténtico reto de innovación cultural, tecnológica y científica, que exige realizar un esfuerzo continuado que haga posible redescubrir el valor del cielo nocturno como parte viva de nuestro legado patrimonial y de nuestra cultura cotidiana.”

*Artículo 3 de la Declaración Starlight,  
(Reserva de Biosfera de La Palma, 2007).*

[www.starlight2007.net](http://www.starlight2007.net)

IYL 2015  
Año Internacional de la Luz

