



El impacto ambiental de la iluminación nocturna artificial

por Carlos Herranz Dorremocha*

La emisión inadecuada de luz para iluminación nocturna perjudica a la calidad ambiental y a la biodiversidad, malgasta energía eléctrica y obstruye la visión del firmamento. El constante aumento de las instalaciones de alumbrado agrava este problema cuya corrección y prevención es necesario incluir en el derecho ambiental, sin que ello suponga una disminución en los niveles de iluminación recomendados.

Gaueko argitzapenerako argi-emisio deregokiak ingurune eta dibertsitateari kalte egiten dio, eta halabar energia elektrikoa xahutu eta zerua ikustea eragozten du. Etengabeko argi instalazioen igoerak azaroa handiagotzen du. Horren ondorioz, beharrezkoak deritzogu ingurune zuzenbideak problema horren zuzenketa eta probentzoaren ardura artzeari; beti ere, argitapen kopuru gomen-dagarrien jaitsiera ekarri gabe.

*Físico

Avda. Carlos III, 14-1º dcha., 31002 Pamplona · Tel. 948 22 99 44
Correo electrónico: herranzc@teleline.es

Introducción

La iluminación de exteriores es una actividad humana con tres principales repercusiones sobre el medio ambiente: el consumo de energía eléctrica, la generación de residuos especiales y la contaminación lumínica del entorno. Seis años después de darse a conocer este último aspecto en una publicación navarra, numerosas y variadas razones aconsejan una revisión del estado de la cuestión (véase HERRANZ 1996 para una introducción general al tema).

De un lado, se asiste a un efecto acumulativo y a la progresiva extensión de esta contaminación a todo el territorio navarro debido al recrecimiento y proliferación de alumbrados de todo tipo, potencia y en cualquier emplazamiento. Ello ocurre sin que exista normativa específica que los regule con criterios de eficiencia energética, protección paisajística y ambiental y conciliación de intereses dispares. De otro lado, al preocupante empeoramiento observable en el aspecto de la bóveda celeste se ha de añadir la difusión, en distintos foros y publicaciones, de datos que apuntan a una amenaza importante al desarrollo de los ecosistemas nocturnos.

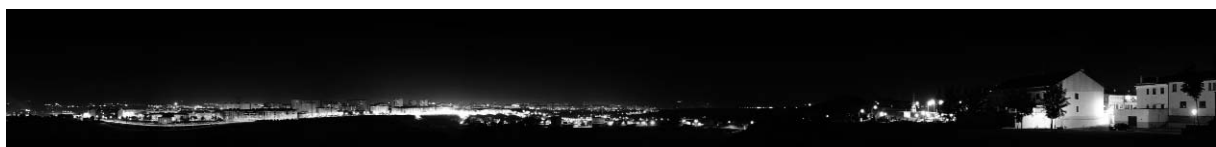
Se han emprendido también iniciativas parciales de carácter técnico y normativo en distintos lugares de España que han permitido valorar las soluciones propuestas para el control de la contaminación lumínica, con desigual empeño y resultados. Ello pone aún más de manifiesto la necesidad de conocimientos básicos sobre este tema a disposición de quienes tienen la responsabilidad de la toma de decisiones en la ordenación ambiental y en la iluminación, así como de proyectistas, universidades y ciudadanos interesados. De hecho, el desconocimiento del origen del problema así como de sus variados efectos negativos

(eclipsados por las evidentes ventajas que la iluminación nocturna aporta) se revela como una de las mayores dificultades para que las medidas para afrontarlo puedan prosperar.

El presente artículo debe entenderse como una guía y una herramienta provisional de trabajo, especialmente para aquellos profesionales o particulares interesados en adoptar criterios concretos (en ausencia de norma o incluso más allá de la misma) para la prevención de este impacto ambiental de las instalaciones de alumbrado. En él se aclaran la terminología y los conceptos de más utilidad práctica o propensos a confusión, se presentan algunos resultados recientes y se repasa la consideración dada hasta el momento a este problema en Navarra. Las secciones finales proporcionan abundantes recursos para la ampliación y actualización futura de información en los distintos aspectos de interés del fenómeno.

La contaminación por luz artificial

En sentido estricto, se ha venido denominando contaminación lumínica a los efectos de la difusión en la atmósfera nocturna de la luz producida por fuentes artificiales (CINZANO 1997, HORTS 1995, FERNÁNDEZ et al. 1993). El término no es reciente pues lleva utilizándose más de treinta años por los astrónomos, reflejando las dificultades causadas por este hecho a las observaciones astronómicas. En un sentido más general y actual, puede hablarse de *contaminación lumínica* para referirse a *toda alteración innecesaria, debida a fuentes artificiales de luz, de las condiciones naturales de luminosidad existentes de noche en ambientes exteriores* (CINZANO 1997). Esta definición incluye su uso original y se extiende a cualquier posible efecto nocivo cuyo origen esté



asociado a luz artificial no deseada. También puede encontrarse como equivalente la expresión “contaminación luminosa” (véase bibliografía).

Conviene hacer algunas consideraciones a propósito de la adopción de una expresión tan grave, cuyo uso en algunos ámbitos todavía encuentra resistencia. Desde un punto de vista semántico lo justifica el significado del término “contaminar”, es decir, “alterar nocivamente la pureza o las condiciones normales de una cosa o un medio por agentes químicos o físicos” (véase “Diccionario de la lengua española”, Real Academia Española, 2001). De este modo se equipara su tratamiento al que reciben otros tipos de contaminación comúnmente reconocidos como tales, algunos también de muy reciente acuñación, como es el caso de la “contaminación acústica”. El término está en uso también en los foros profesionales especializados en debatir los

asuntos de contaminación ambiental en general (PEÑA et al. 2001).

Por otro lado, desde un punto de vista jurídico, el término es consecuente con la consideración dada a la contaminación atmosférica como “la presencia en el aire de materias o formas de energía que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza” (Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de protección del ambiente atmosférico). Otra definición de carácter legal más reciente es explícita al considerar la contaminación lumínica como “la emisión de flujo luminoso de fuentes artificiales nocturnas en intensidades, direcciones o rangos espectrales innecesarios para la realización de las actividades previstas en la zona en que se han instalado las luminarias” (PRESIDENCIA 2001).

Se deduce de estas definiciones una distinción fundamental, pues no se considera propiamente

El resplandor luminoso de Pamplona visto desde Iza, a varios km de distancia de los límites de la ciudad.

Autor: Fernando Jáuregui, Planetario de Pamplona.



El resplandor luminoso del área metropolitana de Pamplona, visto desde Cizur.

Autor: Fernando Jáuregui, Planetario de Pamplona.



contaminación a la presencia de luz en niveles adecuados en un lugar que se precisa iluminar, pero sí en cambio lo es la luz excesiva que no deja ver bien o que se extiende fuera del mismo. Así, por ejemplo, la luz que hay en las calles procedente del alumbrado público no es contaminación lumínica pero sí lo es la parte de luz de esas mismas farolas que incide directamente en las ventanas de las viviendas o que termina en el cielo. De igual modo, aunque la luz se dirija correctamente también puede estar contaminando el entorno si se emite sin filtrar radiación ultravioleta, invisible para el ojo humano pero no para los insectos, por ejemplo.

En consonancia, algunas formas concretas de contaminación lumínica han comenzado a reconocerse como tales y reciben nombres particulares. Así, la *difusión hacia el cielo* consiste en la emisión de flujos luminosos que se difunden en la atmósfera hacia el firmamento causando el resplandor del cielo nocturno. La *intrusión lumínica* o luminosa, o luz intrusa, es la luz que incide fuera de los límites de la propiedad en que están situadas las instalaciones de alumbrado que la producen. El *deslumbramiento* es la emisión de flujos luminosos que dificultan o imposibilitan la visión (CATALÁN 2001, FERNÁNDEZ et al. 1993, PRESIDENCIA 2001).

El concepto de contaminación lumínica presenta otras características importantes que conviene asimismo aclarar de cara a su correcta caracterización y a su posible reducción:

-En el caso de la salud humana, su nocividad no reviste carácter grave, salvo que se produzca en combinación con circunstancias de peligro, como puede ser el deslumbramiento de un peatón o un conductor a causa de una fuente de luz (que puede ser ajena a la carretera). Sus perjuicios entran más bien en la categoría de la degradación de la calidad ambiental y de vida, y por tanto algunos de ellos pueden poseer un gran componente de subjetividad (como, por ejemplo, sucede también con los sonidos u olores).

-Su manifestación está inseparablemente asociada a las fuentes que la producen, de modo que desaparece instantáneamente cuando éstas se apagan. Es decir, esta contaminación no deviene autónoma tras su emisión, como sería el caso de un vertido químico a la atmósfera o al agua, sino que su comportamiento se asimila más bien al del ruido y las vibraciones, que cesan al desaparecer la causa que los origina.

-Su peculiar origen hace que pase desapercibida para la mayor parte de la población que, inconscientemente, asocia la luz artificial con progreso, seguridad y bienestar así como la oscuridad con todo lo contrario, sin detenerse a considerar si existe otro modo de lograr idénticos fines minimizando los perjuicios. Existen, por tanto, unas prácticas de iluminación muy arraigadas no solo en el plano profesional sino en su percepción pública, lo que necesita contrarrestarse mediante educación y hábito.

-La diversidad de sus causas y posibles efectos hace necesario que su estudio global se aborde desde una perspectiva multidisciplinar, precisando en distintos grados de la astronomía, la física atmosférica, la biología y la luminotecnia, pero asimismo de la economía, la medicina, la sicología, la sociología o el derecho.

La transformación de la noche

La alteración injustificada de los niveles de luz ambiente es una de las más rápidamente crecientes perturbaciones del entorno natural, a un ritmo anual del 5-10% en las sociedades desarrolladas como la UE o EE.UU. (CINZANO et al. 2001). Se han difundido frecuentemente diversos fotomontajes que dan idea de esta profunda transformación, a partir de imágenes nocturnas desde satélites que muestran los núcleos urbanos como puntos o manchas de luz (véase por ejemplo Gorosti nº 15, pág. 95, NIEVES 1999, GOÑI 2001). Sin embargo estas imágenes no informan de cómo sus efectos se extienden en la distancia, debido a la insuficiente sensibilidad de los instru-



Mapa de la claridad artificial del cielo nocturno de la Península Ibérica. El tono negro representa el cielo puro. El gris más oscuro representa cielos todavía puros en el cénit pero contaminados hacia el horizonte en alguna dirección, y por tanto con riesgo de dejar de ser pronto puros. El resto de los tonos implican cielos contaminados, cada tono un nivel tres veces más brillante que el anterior, hasta el blanco, que representa cualquier cielo que supere en más de 27 veces la luminosidad celeste natural.

Autores: P. Cinzano, F. Falchi (Universidad de Padua), C. D. Elvidge (Centro Nacional de Datos Geofísicos de la NOAA, Boulder, EE.UU.). Derechos de copia reservados por la Royal Astronomical Society. Reproducido de Monthly Notices of the RAS con permiso de Blackwell Science.

mentos empleados. Actualmente está disponible el primer atlas mundial de la luminosidad artificial del cielo nocturno a nivel del mar, donde por vez primera se muestra la degradación global de la calidad del cielo y el modo en que los halos luminosos producidos por las distintas áreas urbanas acumulan sus efectos trascendiendo las fronteras regionales y nacionales (véase CINZANO et al. 2001 y la reproducción de la Península Ibérica en este artículo).

Es importante señalar que estos primeros mapas no informan necesariamente de los lugares oscuros, pues no tienen en cuenta la orografía, la altitud y otros condicionantes de cada lugar, sino que representan una medición de la claridad del cielo nocturno sobre el territorio en la dirección del cénit local. Es relevante en este sentido el

hecho de que las observaciones de satélite sobre las que se han elaborado datan de 1996-1997.

Al cotejar el atlas con una base de datos de población mundial se ha determinado la fracción de población que vive bajo una luminosidad nocturna dada (CINZANO et al. 2001). Por ejemplo, cerca de los dos tercios de la población mundial y el 99% de la población de EE.UU. y de la UE vive en áreas donde el cielo nocturno ha dejado de ser puro según los estándares astronómicos (es decir, supera en un 10% a la luminosidad natural del cielo nocturno). Asumiendo un funcionamiento visual promedio, cerca de un quinto de la población mundial, más de dos tercios la de EE.UU. y más de la mitad de los habitantes de la UE han perdido ya la visibilidad a ojo desnudo de la Vía Láctea. Más aún, alrededor de un décimo de la

población mundial, pero más del 40% de la de EE.UU. y un sexto de la de la UE ya no vería el cielo con los ojos adaptados a la visión nocturna (visión escotópica). En el caso de España, los resultados apuntan respectivamente a que el 99% de la población vive habitualmente bajo un cielo nocturno contaminado, el 67% ha perdido ya la visibilidad de la Vía Láctea, y el 38% no puede ver el cielo con adaptación a la visión nocturna a causa de su claridad.

El bloqueo de nuestra percepción del Universo en el que vivimos no es, como cabría pensar, un problema solo para los astrónomos o para algunos miles de apasionados que gustan de mirar al cielo, sino que constituye un problema cultural profundo. Aunque la legislación disponible no hace referencia al cielo nocturno como un elemento del patrimonio en el sentido natural, paisajístico, estético, histórico o científico, el firmamento es todo eso y está presente de un modo inherente en nuestro acervo cultural, debido a la secular relación de la Humanidad con los sucesos del firmamento.

La observación sistemática de estos fenómenos regulares dio origen al razonamiento científico y provocó a su vez profundas revoluciones en el pensamiento filosófico y religioso a lo largo de la historia, por no hablar de sus constantes influencias en el arte y la literatura. No puede olvidarse en el caso de Navarra, por ejemplo, la conexión entre las estrellas y la ruta de peregrinación a Santiago que llevó a identificar en la terminología ambos “caminos”, el del suelo y el del cielo, incluyendo representaciones celestes en multitud de templos y otros monumentos del medievo.

Aun hoy el firmamento representa una importante vía de acceso a la belleza de la naturaleza, al pensamiento científico y a la historia de las civilizaciones, y la imposibilidad de su contemplación puede suponer a la larga un importante retroceso en la cultura en general, y científica en particular, con consecuencias para el desarrollo futuro de nuestras sociedades. Resulta paradójico constatar cómo la misma generación que ha visto a los seres

humanos comenzar la apasionante aventura de la exploración del espacio es la que está permitiendo sumir a las estrellas en este velo de desidia.

La recuperación del cielo es de utilidad social además como argumento adicional para la promoción y el atractivo turístico-cultural de una localidad, así como de genuina alternativa de ocio nocturno para los fines de semana y vacaciones, pues de hecho ya se dedican recursos públicos a programas para este fin. Algunas asociaciones de aficionados a la astronomía encuentran dificultad para conseguir nuevos socios juveniles (la edad en que más impacta y puede influir en una vocación) debido a las reticencias paternas ante las cada vez mayores distancias a las que es necesario desplazarse fuera de las ciudades en busca de cielos suficientemente limpios.

Las perturbaciones a los seres vivos

En lo que al ser humano se refiere, la relación entre la salud y el medio ambiente es, desde luego, compleja. Al menos las siguientes consecuencias negativas para el bienestar y la salud –entendida ésta en su sentido más amplio– se relacionan total o parcialmente con una iluminación inadecuada de los ambientes urbanos y merecen consideración expresa:

- molestias y dificultades diversas de visión (como el deslumbramiento de adaptación y el deslumbramiento por velo), confusiones y distracciones, especialmente a los mayores;
- fatiga mental y fisiológica, disminución de la capacidad de reacción, estrés;
- alteraciones del sueño, trastornos en el reloj biológico interno y procesos hormonales, cambios de conducta y de estado de ánimo;
- falsa sensación de seguridad;
- intromisión en la privacidad del entorno doméstico, especialmente en épocas o regiones calurosas;
- invasión de insectos atraídos desde grandes distancias por las luces de la población;

- privación de la serenidad y la armonía del contacto con la naturaleza que aporta la contemplación del firmamento.

Si una iluminación defectuosa es capaz de inducir esas disfunciones y molestias en los seres humanos, resulta manifiesta su profunda influencia en muchos otros seres vivos. La luz es un parámetro fundamental de la vida y de los medios naturales, donde juega un papel informativo y energético. La función informativa procede de la alternancia día/noche. Llega a suceder, por ejemplo, que las vacas se retiran a dormir al comenzar un eclipse de sol, y regresan a pastar cuando éste termina. La función energética se manifiesta por los efectos químicos de la luz (fotosíntesis) o térmicos (calor). Se puede también distinguir entre efectos directos (por acción sobre la retina por ejemplo), indirectos (iluminación de una parte determinada del cuerpo de un animal) o inducidos (por ejemplo, al modificarse la vegetación, la luz puede variar los recursos tróficos o el hábitat de un animal, o al provocar el canto de un pájaro, puede perturbar el reloj interno de otro individuo) (RAEVEL et al. 1998).

La actividad biológica a pleno sol es mínima comparada con la que se produce por la noche (DOLSA et al. 1998). Resulta evidente que la vida nocturna está específicamente adaptada a la oscuridad. Mientras unos organismos se amparan en ella para no ser descubiertos por sus depredadores, éstos se aprovechan para no ser vistos al atacar a sus presas. Otros se han adaptado para obtener provecho de la mayor cantidad de animales y plantas que tienen su máxima o exclusiva actividad a partir de la puesta del sol. La noche es el momento más ventajoso para los animales cuya percepción sensorial predominante no es la luz ambiente sino el olor, el oído, los ultrasonidos, o precisamente una extraordinaria sensibilidad visual a bajos niveles de iluminación o a frecuencias fuera del espectro óptico (como infrarrojos). Muchas especies han evolucionado exclusivamente en un mundo de penumbras, totalmente

condicionados por la oscuridad de su hábitat durante millones de años.

La oscuridad de la noche es, por tanto, un parámetro diferenciador de un hábitat exclusivo. Durante décadas, por su poca potencia, la iluminación urbana no parece haber perturbado los procesos biológicos nocturnos más allá de unos pocos metros de los focos emisores de luz. Pero hoy en día la potencia de las instalaciones de alumbrado es muy superior a lo que la naturaleza puede soportar (DOLSA et al. 1998).



Alumbrado muy contaminante. Imagen superior: gran cantidad de luz escapa hacia el cielo, se introduce en las viviendas y no permite ver bien al frente. Imagen inferior: la luz se desparrama por el campo y el monte que hay delante de las casas.

Autor: Fernando Jáuregui, Planetario de Pamplona.

La agresión más fácilmente observable tiene que ver con la infinidad de insectos que experimentan fuerte atracción por la luz, especialmente luz blanca con emisión también en el rango ultravioleta, de modo que quedan totalmente atrapados revoloteando en torno a las luminarias, impedidos en su alimentación y apareamiento, o siendo heridos o muertos por calor o por impactos causados por la desorientación y el agotamiento. Muchos insectos recorren varios km en su búsqueda de pareja, y las instalaciones de alumbrado, especialmente de disposición lineal (como carreteras) se convierten en auténticas barreras que impiden así el apareamiento o lo retrasan para cuando ya no es factible la fecundación de la hembra. Especies como los gusanos de luz han desarrollado un modo de comunicación basado en la débil luz producida intermitentemente por los machos, y la invasión de sus hábitats por luz artificial parásita reduce o elimina las posibilidades del encuentro sexual.

Al margen del valor intrínseco de determinadas especies raras, no puede olvidarse que los insectos se encuentran en la base de muchas pirámides tróficas y constituyen el principal comestible para pájaros, anfibios, y murciélagos, entre otros, que en unos casos encontrarán sus biotopos vacíos de alimento y en otros hallarán una superabundancia del mismo, obteniéndose a la larga un desequilibrio inducido artificialmente en la diversidad biológica con el éxito de algunas especies frente al desplazamiento de otras menos afortunadas. Cuando estos desequilibrios afectan únicamente a los machos o a las hembras, pues en muchos casos sólo uno de ellos muestra atracción por la luz, es fácil comprender que ello puede conducir a la desaparición de la especie (DOLSA et al. 1998). Una de las razones detrás del desconocimiento o el descubrimiento tardío de muchos de estos fenómenos radica probablemente en el hecho de que los seres vivos nocturnos son por naturaleza discretos en sus costumbres y manifestaciones.

La presencia de elevados niveles de luz ambiente (aunque se trate de luz más amarilla) tiene sus propios efectos sobre otros grupos de animales, no necesariamente nocturnos, como reptiles, anfibios, aves, peces y mamíferos. Estas alteraciones se ponen especialmente de manifiesto a lo largo de las rutas migratorias estacionales. Decenas de especies de anfibios presentan atracción por la luz, hecho que se ha estudiado tanto en laboratorio como al observar sus migraciones fluviales nocturnas. Las tortugas marinas, cuando salen de sus huevos en las playas para dirigirse por vez primera al mar se desorientan con las luces costeras con resultado fatal para su supervivencia. En las aves es frecuente el deslumbramiento y la desorientación, con accidentes fatales por impactos o agotamiento. Las anguilas migran de noche evitando que la luz afecte a sus cabezas cuando éstas no están aun totalmente desarrolladas, lo que ha permitido incluso usar la iluminación artificial como elemento disuasorio a su paso por instalaciones hidráulicas. Se produce también una alteración de los ciclos de ascenso y descenso del plancton marino, lo que afecta a la alimentación de multitud de especies marinas en las cercanías de la costa (véase VILLAIN et al. 1998 y RAEVEL et al. 1998).

Finalmente, también la flora se ve afectada: se produce crecimiento anormal por fototropismo, se alteran ritmos de floración, se disminuyen los insectos que realizan la polinización de ciertas plantas y se contribuye así a la parcelación ecológica del territorio con el consiguiente empobrecimiento a la larga.

Es razonable pensar que, si bien los efectos de la contaminación lumínica sobre los seres vivos es una cuestión aún ampliamente necesitada de estudio, existen suficientes indicios y ejemplos que aconsejan la adopción del principio de precaución, muy especialmente en las cercanías de áreas ya declaradas de interés natural y dotadas de protección al efecto.

Las fuentes de contaminación lumínica

Es común identificar al alumbrado público como su principal causante, pues seguramente contribuye a ello entre un tercio y la mitad del total (FERNÁNDEZ et al. 1993), pero las fuentes de luz parásita son más numerosas y variadas de lo que a primera vista pudiera parecer, como por ejemplo:

- el alumbrado urbano público de los núcleos de población, presente en calles, paseos, plazas, parques, jardines, porches, patios de colegios, pistas deportivas, aparcamientos de superficie...
- la iluminación privada de exteriores de diversa titularidad, utilizada en letreros, anuncios luminosos, cañones de luz, empresas, sociedades deportivas, campus universitarios, propiedades particulares (luces de seguridad, soportales, balcones, terrazas, jardines, fincas...), infraestructuras turísticas (hoteles, refugios, campings...);
- la iluminación ornamental de lugares emblemáticos, edificios, monumentos, fuentes, jardines, árboles y conjuntos de interés artístico o arquitectónico;
- la iluminación de vías de comunicación de gran capacidad y sus enlaces, rondas, áreas de servicio, de estacionamiento y de peaje;
- los polígonos industriales, logísticos y comerciales;
- los aeropuertos, estaciones de ferrocarril y puertos;
- la iluminación de obras de edificios e infraestructuras mientras duran éstas;
- también la iluminación de interiores que trasciende dichos espacios, y que en ocasiones puede contribuir de modo apreciable por su potencia o disposición inadecuada, como pueden ser escaparates, edificios acristalados, polideportivos parcialmente cubiertos, carpas translúcidas, luces de viviendas...

No obstante, no puede establecerse una clara jerarquía entre tipos de alumbrado por su grado contaminante. Algunas instalaciones industriales o viarias, por su potencia o extensión, pueden producir tanto impacto como una población entera. En unos casos, el hecho de encontrarse aisladas en el campo o junto a áreas naturales protegidas es lo que les otorga un gran poder contaminante relativo a su entorno. En otros, es la proximidad a viviendas o carreteras el factor determinante.

Con todo, los alumbrados públicos tienen unas características que los hacen merecedores de atención primordial en cuanto a la contaminación lumínica que provocan, (1) por su predominio (se encuentran presentes en todo núcleo de población, mientras que la existencia de otras fuentes es variable), (2) por el número de luminarias (lo que les convierte en los principales clientes de los fabricantes y, por tanto, les otorga un gran poder para influir en las tendencias del mercado), (3) por la potencia de las mismas (en general mayor que las destinadas a uso doméstico o privado), (4) por su cercanía al ciudadano (lo que les confiere una gran capacidad pedagógica y de arrastre), así como (5) por la facilidad para su control (su gestión en las administraciones responsables se halla centralizada).

Dado el lento crecimiento de la población navarra en particular, las razones que alientan el crecimiento en número y potencia de las instalaciones de alumbrado en los últimos años han de buscarse más bien en la situación económica general, en la urbanización de extensos conjuntos residenciales fuera de los núcleos de población tradicionales, en la construcción de las nuevas vías de comunicación asociadas, unido al deseo de mayor seguridad y vigilancia en tráfico y propiedades, a la cada vez mayor competencia en el reclamo comercial, y al interés en la promoción estética y turística de las entidades locales, en este caso frecuentemente fomentado por la colaboración financiera de empresas de distribución de energía a cambio del abono a su suministro. Son,

pues, causas muy diversas, algunas de ellas en modo alguno de índole técnica sino más bien sociológica, que no pueden dejarse de lado de cara a tratar este problema en profundidad.

La reducción de la contaminación lumínica

Lamentablemente, el resplandor artificial del cielo nocturno es un fenómeno que no se puede evitar por completo, pues la luz artificial puede terminar en el cielo de tres modos: (1) por emisión directa desde la luminaria, (2) por dispersión en el aire en su trayecto y (3) por reflexión en las superficies donde incide.

La dispersión en el camino crece exponencialmente con la distancia recorrida por la luz y con la concentración de aerosoles en el aire (humo, polvo, bruma, niebla), pero en condiciones normales representa menos del 0.3% de luz devuelta hacia arriba (CINZANO 1997). No obstante su mayor efecto es el de ensanchar los haces de luz que salen de la luminaria, esparciéndolos fuera de las direcciones en las que son emitidos. Sobre todo cuando la iluminación se produce de abajo hacia arriba (como en la iluminación de edificios) o cuando se produce en grandes ángulos de inclinación con respecto a la vertical (como en la iluminación deportiva y de aparcamientos), esta dispersión termina contribuyendo con una parte no despreciable al resplandor nocturno.

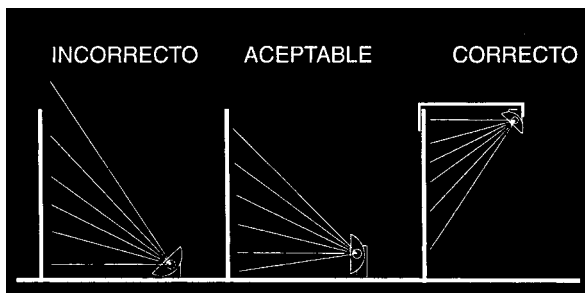
Por su parte los pavimentos (asfaltos, aceras), normalmente oscuros, reflejan el 15-20% de la luz incidente, y las paredes, habitualmente claras, el 50-60% (si no, lógicamente, no los veríamos). Se ha estimado que la fracción de luz que reflejan globalmente hacia el cielo las superficies iluminadas de una ciudad está en torno al 15% de la luz emitida por el conjunto de todas las luminarias de la misma (CINZANO 1997). Es ya una fracción importante, y también está relacionada con las direcciones de iluminación, pues la luz incidente de abajo hacia arriba provoca que la mayor parte de la reflexión se dirija asimismo hacia arriba, y

viceversa. También, lógicamente, la cantidad total de luz reflejada aumenta proporcionalmente con la intensidad luminosa recibida.

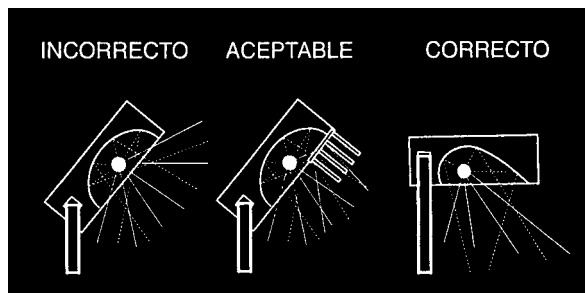
Dado que estos dos fenómenos (dispersión y reflexión) son de difícil control por sí solos, de cara a conseguir una limitación drástica en la contaminación lumínica del ambiente lo único que puede razonablemente hacerse es concentrar los esfuerzos en la adecuada emisión del haz de luz, lo que a su vez permite la reducción de los efectos citados.

Para evitar la contaminación lumínica producida por la luz difundida directamente en el cielo nocturno, la regla es adoptar luminarias tales que, una vez instaladas, no emitan luz sobre el plano horizontal que pasa por el centro de la lámpara interna a la misma. Este comportamiento puede lograrse con infinidad de soluciones de diseño y queda certificado tras una calibración adecuada en un laboratorio independiente (DIAZ et al. 1994, CINZANO 1997). Sin embargo, la información facilitada por los fabricantes a este respecto no resulta siempre suficiente, pues es común que las curvas fotométricas no se extiendan para ángulos superiores a 90° con respecto a la vertical (lo cual, curiosamente, confirma la inutilidad de esas emisiones desde el punto de vista luminotécnico), o que lo hagan con una escala tal que no permite apreciar los valores reales de intensidad. Téngase en cuenta además que para una luminaria considerada individualmente sobre el papel, estos valores pueden ser pequeños (lo cual apunta a una buena eficiencia de la luminaria), pero que una instalación de alumbrado normalmente consta de decenas, cientos o miles de aparatos iguales, por lo que “poco” se convierte en realidad en “mucho”.

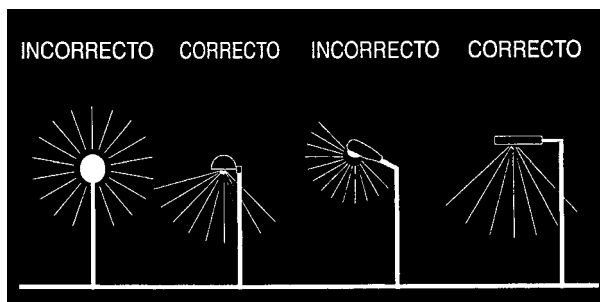
Desde un punto de vista práctico puede servir el cumplimiento de estas tres condiciones: (1) que la lámpara esté totalmente alojada dentro del sistema óptico interior (opaco) de la luminaria; (2) que el cierre inferior de la luminaria, en caso de existir, sea completamente plano; y (3) que el conjunto de báculo y armadura se instale en una



(A) Iluminación de letreros y fachadas.



(B) Iluminación peatonal y vial.



(C) Iluminación de grandes áreas mediante proyectores.

Autor: Oficina Técnica para la Protección de la Calidad del Cielo, Instituto de Astrofísica de Canarias.

posición de funcionamiento tal que dicho cierre quede totalmente horizontal. Si, por el contrario, la óptica interior no es opaca o no cubre la lámpara, se pierde el control completo del haz de luz saliente. Si el cierre es curvo o de otro tipo, contribuirá a difundir la luz hacia arriba; solamente si es completamente transparente, aunque no sea plano, sería admisible, aunque conviene saber que en ese caso se ensucia con facilidad y pierde transparencia (necesitando en consecuencia más mantenimiento). Por su parte, si el diseño de la luminaria es correcto pero se instala inclinada, o se inclina con el tiempo por golpes en el báculo o una base inestable, la instalación será igualmente contaminante, a no ser que se complete con rejillas o pantallas que redirijan la luz hacia abajo.

Este planteamiento es suficiente de modo general pues además de evitar la luz hacia arriba conduce de hecho en muchas soluciones a un haz de luz limitado por debajo incluso de los 90° con respecto a la horizontal, lo cual a su vez repercute en una disminución del deslumbramiento y de

la luz intrusa. No obstante es posible y probablemente deseable en muchos casos una limitación más estricta de las direcciones del flujo luminoso de las luminarias. Se apunta incluso a los 65° - 70° como la dirección límite a partir de la cual se emite un flujo luminoso deslumbrante e inútil (DÍAZ 2000).

Conviene asimismo señalar que esta práctica no siempre implica la instalación de más puntos de luz con el consiguiente incremento de los gastos de obra, como lo demuestran experiencias ya realizadas. Y en los casos en que ello sea preciso es necesario realizar el cálculo global del coste de la instalación a lo largo de su vida útil, esto es, teniendo en cuenta el ahorro acumulado en el consumo, que en pocos años puede amortizar la inversión.

Lógicamente son posibles limitaciones menos exigentes. La situación, desde el punto de vista regulador, no debe considerarse distinta a la de otros tipos de contaminación, donde la cuestión se centra en hasta qué punto medible se está dis-

puesto a tolerar las emisiones. En el caso de la contaminación lumínica pueden establecerse direcciones y niveles de iluminación máximos así como determinados rangos espectrales permitidos según el horario, la potencia, el emplazamiento o la finalidad de la instalación.

Es aconsejable en cualquier caso no sobrepasar los niveles de luz recomendados para cada actividad y zona, algo que tiende a ocurrir cada vez más en los centros urbanos. Además de no ser necesario, a la larga esta práctica suscita la disconformidad de los barrios menos iluminados, que por contraste con aquéllos tienden a percibirse mal alumbrados (aunque se encuentren objetivamente bien iluminados). Esto a su vez puede derivar en un efecto “dominó” que va aumentando los niveles de luz por todo el núcleo de población cuando estas demandas van siendo progresivamente atendidas por los responsables municipales, no necesariamente con criterios objetivos. Por el contrario, el énfasis ha de ponerse en lograr la uniformidad en la iluminación y en evitar la luz que obstruye la visión, todo lo cual permite un mejor funcionamiento del ojo.

Para reducir aún más las emisiones innecesarias, en alumbrados de seguridad debería generalizarse el uso de niveles nulos o bajos de iluminación junto con detectores de movimiento para su encendido completo. Otros tipos de iluminación,

tales como la ornamental, comercial, de publicidad, etc., además de hacer un uso prioritario de la iluminación de arriba hacia abajo (en lugar de al revés como sucede actualmente) deberían apagarse por completo a partir del momento de la noche en que su uso no se justifica. Se da la circunstancia, además, de que en los proyectores situados para iluminar de arriba hacia abajo se acumula menos suciedad (que termina por inutilizar la luminaria si no se limpia con frecuencia) y son menos accesibles a los vándalos por situarse elevados y no en el suelo.

Con todo, para el caso de grandes instalaciones de alumbrado de exteriores cabe plantearse la necesidad de un estudio previo de impacto, que atienda tanto a las características de la instalación propuesta como a las particularidades de su entorno. Dicho estudio debería evaluar, además de la protección del cielo nocturno, la posible agresión directa a zonas naturales, residenciales, carreteras y también a observatorios astronómicos o lugares habitualmente utilizados como tales. Se trata de una metodología posible que incluiría definitivamente las consideraciones ambientales en el diseño de los proyectos de iluminación.

Iniciativas en Navarra

La contaminación lumínica no ha motivado hasta la fecha la realización de un análisis específico en ningún municipio navarro. En particular, la cuestión está ausente de un reciente estudio exhaustivo de diagnóstico energético de las instalaciones de responsabilidad municipal de Pamplona, uno de cuyos apartados es el alumbrado público (véase “Estudio y Plan Energético. Informe Final”, Agencia Energética de Pamplona/Iberinco, Ayuntamiento de Pamplona, 2000, 210 pp.).

Tampoco se ha establecido todavía ninguna normativa de alcance municipal o regional para su control. No obstante, la información disponible permite hacer un seguimiento de las escasas iniciativas emprendidas. Se presenta a este fin una





*Otra vista del resplandor luminoso del área de Pamplona, a varios km de distancia.
Autor: Fernando Jáuregui, Planetario de Pamplona.*

relación de artículos y menciones sobre la contaminación lumínica aparecidos en medios públicos impresos navarros desde 1996: documentos, proyectos, artículos de prensa general y de revistas especializadas en temas ambientales o urbanísticos (véase el apartado “Referencias en Navarra”).

La divulgación de información sobre una cuestión de interés municipal novedosa o mayormente desatendida resulta esencial. A este respecto, se ha distribuido información a los principales municipios navarros procedente de la Sociedad de Ciencias Naturales Gorosti (GOROSTI 1997). En el caso de Pamplona esta información se ha extendido, incluyendo aportaciones informales particulares, a los distintos gobiernos municipales desde 1994.

Las primeras tímidas medidas para evitar la dispersión de luz hacia el cielo se han adoptado en los parques de Los Llanos (Estella) y La Biurdana (Pamplona), experiencias aisladas que sin embar-

go no se han extendido al resto del territorio de los municipios citados (GOROSTI 1997, AYUNTAMIENTO 1997, AMO 1999). La llamada “eco-ciudad” de Sarriguren puede ser el primer gran proyecto de urbanización en tener en cuenta estos criterios (ALONSO et al. 2000, A.I. 2001).

Iniciativas formales para el control de la contaminación lumínica a escala municipal han tenido lugar con ocasión de la elaboración del Plan Municipal de Pamplona (todavía sin aprobación definitiva), mediante la presentación de sugerencias y alegaciones por parte de la Sociedad Gorosti, la Agrupación Navarra de Astronomía y particulares (GOROSTI 2000, GERENCIA 1997 y 2001, BIDEGAIN 2001). En Tudela, la primera moción presentada en un ayuntamiento navarro para regular específicamente la cuestión no ha obtenido el respaldo del pleno (M.T. 2001, GIL 2001). En el ámbito regional, tanto la mesa como el pleno del Parlamento de Navarra han aprobado

sendas mociones instando al Gobierno de Navarra a la remisión de un proyecto de ley foral con esta finalidad para su debate y votación en el pleno (ref. 16, DDN 2001, BIDEGAIN 2001, GOÑI 2002, ref. 22).

Conclusiones

Como en cualquier problema ambiental amplio y complejo, conviene llevar a cabo un diagnóstico sistemático y multidisciplinar para evaluar el alcance y consecuencias de la contaminación lumínica en Navarra. Estos resultados deberían conducir, en su caso, a una regulación de la iluminación artificial que satisfaga las necesidades laborales, de seguridad ciudadana o de ocio sin menoscabo de una suficiente protección del medio nocturno. En este sentido resulta de utilidad la experiencia pionera desarrollada en Cataluña (PRESIDENCIA 2001).

Es oportuno reiterar la concurrencia de objetivos entre las iniciativas para el control de la contaminación lumínica y las actividades de ahorro energético y de protección ambiental. En este sentido, resulta notoria su ausencia en las campañas y estudios que llevan a cabo las dos administraciones con mayor capacidad de alcance a la población, como son el Ayuntamiento de Pamplona (con su Agencia Energética) y el Gobierno de Navarra (con planes como la “Estrategia navarra para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica”, la

“Estrategia navarra de educación ambiental” y el “Plan energético de Navarra”). Ello, no obstante, debería facilitar su asimilación en un marco de protección y desarrollo económico ya existente, lo cual presenta una clara ventaja en comparación con otras regiones españolas.

Mientras tanto, y sin más dilación, es deseable incluir la cuestión de la contaminación lumínica en las campañas de sensibilización ambiental llevadas a cabo por las administraciones públicas en sus respectivos ámbitos. Esta divulgación es muy conveniente para lograr al menos tres beneficios a medio plazo:

- una opinión ciudadana favorable a una iluminación de análogas prestaciones a la actual que minimice la contaminación lumínica asociada, facilitando así el debate público y la eventual aprobación de normas de carácter municipal o foral para su consecución a más largo plazo;
- un freno al crecimiento de la contaminación lumínica de origen doméstico, por una conducta oportuna de particulares con criterios propios a la hora de adquirir y utilizar las fuentes de luz de su propiedad;
- una mejora general de la conciencia de “sostenibilidad” y de respeto a la naturaleza, al contribuir a su consideración como un todo en interrelación, donde el valor que otorgamos a los paisajes, los hábitats y la biodiversidad no desaparezca cada día solo por el hecho de ponerse el sol.



Referencias en Navarra

- HERRANZ DORREMOCHEA, C. 1996. Contaminación lumínica. *Gorosti (Cuadernos de Ciencias Naturales de Navarra)*, 12, p. 19-27.
- BIDEGAIN, M. 1997. Menos luz que no veo. *Diario de Noticias*, 9 de febrero de 1997 (Sección Revista: Medio Ambiente), p. 49.
- AYUNTAMIENTO DE ESTELLA 1997. *Plan especial de protección y usos de Los Llanos*. Estella (Ordenanzas reguladoras: Artículo 48: Red de alumbrado público), p. 35-36.
- GOROSTI 1997. Vida Social: Sección de Medio Ambiente: Campaña de información sobre contaminación lumínica. *Gorosti (Cuadernos de Ciencias Naturales de Navarra)*, 13, p. 66.
- IRIARTE, J. 1997. Humor Ecológico: Contaminación lumínica. *Gorosti (Cuadernos de Ciencias Naturales de Navarra)*, 13, p. 72.
- GERENCIA DE URBANISMO 1997. *Informe sobre las sugerencias al avance del Plan Municipal*. Plan Municipal de Pamplona, Ayuntamiento de Pamplona, p. 121-122.
- AMO, M.P. 1999. Las nuevas farolas introducen un sistema diferente de iluminación en Los Llanos. *Diario de Navarra*, 6 de enero de 1999 (Sección Navarra: Estella), p. 48.
- GOROSTI 2000. Vida Social: Sección de Medio Ambiente. *Gorosti (Cuadernos de Ciencias Naturales de Navarra)*, 15, p. 105.
- JAÚREGUI, F. 2000. Las luces de la noche. *Proyectar Navarra*, Cuaderno monográfico 17: Medio ambiente: Infraestructuras y construcciones ecológicas, Octubre 2000 (Sección Instrumentos de Gestión: Impactos puntuales), p. 54-55.
- VILLARRASO, V. 2000. ¿Se están apagando las estrellas? *Proyectar Navarra*, Cuaderno monográfico 17: Medio ambiente: Infraestructuras y construcciones ecológicas, Octubre 2000 (Sección Instrumentos de Gestión: Impactos puntuales), p. 56-58.
- DONÁZAR, P.M. 2000. Contaminación lumínica y derroche lucrativo. *Diario de Noticias*, 22 de octubre de 2000 (Sección Opinión: La tres: Deje su mensaje), p. 3.
- ALONSO, HERNÁNDEZ & ASOC. 2000. *Proyecto de urbanización del P.S.I.S. de la ecociudad de Sarriguren*. Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda, Gobierno de Navarra, (Sección 6.1.2: Ahorro de electricidad), p. 27.
- A.I. 2001. La mitad del sistema viario de Sarriguren será peatonal e incluye un gran parque. *Diario de Noticias*, 17 de marzo de 2001 (Sección Navarra: Cuenca de Pamplona: Valle de Egués: Nueva urbanización), p. 22.
- GERENCIA DE URBANISMO 2001. *Informe de alegaciones*. Plan Municipal de Pamplona, Ayuntamiento de Pamplona, nº 95 y 323.
- DDN 2001. IU propone un proyecto de ley que regule el alumbrado. *Diario de Navarra*, 14 de septiembre de 2001 (Sección Navarra), p. 36.
- Moción por la que se insta al Gobierno de Navarra la remisión de un proyecto de Ley Foral que regule las instalaciones y los aparatos de alumbrado, presentada por el Grupo Parlamentario Izquierda Unida de Navarra - Nafarroako Ezker Batua. *Boletín Oficial del Parlamento de Navarra*, V Legislatura, 93, 24 de septiembre de 2001 (Serie E: Interpelaciones, mociones y declaraciones políticas), p. 13.
- BIDEGAIN, M. 2001. Una ley para ver las estrellas / Propuestas: IU y el ejemplo catalán. *Diario de Noticias*, 15 de octubre de 2001 (Sección Navarra: Medio ambiente: Iniciativas para reducir la contaminación lumínica), p. 10-11.
- M.T. 2001. Tudela rechaza regular la contaminación lumínica. *Diario de Navarra*, 31 de octubre de 2001 (Sección Navarra: Tudela y Ribera), p. 54.

- GIL, A. 2001. No habrá norma sobre la luz, pero sí criterios básicos. *Diario de Noticias*, 31 de octubre de 2001 (Sección Navarra: Comarcas: Tudela: Pleno del Ayuntamiento), p. 22.
- Debate y votación de la moción por la que se insta al Gobierno de Navarra la remisión de un proyecto de Ley Foral que regule las instalaciones y los aparatos de alumbrado, presentada por el G. P. Izquierda Unida de Navarra - Nafarroako Ezker Batua. *Diario de Sesiones del Parlamento de Navarra*, V Legislatura, 64, Sesión nº 54, 28 de febrero de 2002, p. 3 y 56-61.
- GOÑI, V. 2002. La Cámara demanda al Gobierno una ley contra la contaminación lumínica. *Diario de Noticias*, 1 de marzo de 2002 (Sección Navarra: Política: Sesión plenaria del Legislativo foral), p. 12.
- Resolución por la que se insta al Gobierno de Navarra la remisión de un proyecto de Ley Foral que regule las instalaciones y los aparatos de alumbrado. Aprobación por el pleno. *Boletín Oficial del Parlamento de Navarra*, V Legislatura, 24, 8 de marzo de 2002 (Serie E: Interpelaciones, mociones y declaraciones políticas), p. 33.
- CALVO, N. & LECUMBERRI, P. Los catorce barrios de Pamplona tienen suficientemente iluminadas sus calles. *Diario de Navarra*, 25 de marzo de 2001 (Sección Navarra: Iluminación Urbana), p. 20-21.
- CATALÁN IZQUIERDO, S. 2001. Contaminación luminosa, alumbrado intrusivo y deslumbramiento. Un compromiso entre confort y coste. *Energía*, Febrero 2001, p. 125-131.
- CINZANO, P. 1997. *Inquinamento luminoso e protezione del cielo notturno*. Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arte, Venecia, 224 pp.
- CINZANO, P. (coord.) 2000. *Measuring and Modelling Light Pollution*. Memorie della Società Astronomica Italiana, Vol. 71, 1, 287 pp.
- CINZANO, P., FALCHI, F. & ELVIDGE, C.D. 2001. The first world atlas of the artificial night sky brightness. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol. 328, 3, 689-707.
- DÍAZ CASTRO, F.J. 2000. *Proteger el cielo de Canarias*. Instituto de Astrofísica de Canarias, La Laguna, 11 pp.
- DÍAZ CASTRO, F.J. & DE LA PAZ GÓMEZ, F. 1994. *Estudio de emisión hacia el hemisferio superior de diferentes tipos de luminarias y criterios sobre el alumbrado de exterior utilizados en los alrededores del O.R.M. para evitar la potencial contaminación lumínica*. Instituto de Astrofísica de Canarias, La Laguna, 19 pp.
- DOLSA, A.G. & ALBARRÁN, M.T. 1998. *La problemàtica de la contaminació lumínica en la conservació de la Biodiversitat*. 4 pp.
- FERNÁNDEZ SALAZAR, L.C. & DE LANDA AMEZUA, J. 1993. Intrusión y contaminación luminosa. *Técnicas y aplicaciones de la iluminación*, McGraw-Hill, Madrid, p. 162-166.
- GOÑI, A. 2001. Luces que contaminan la noche. *Newton*, 39, Julio 2001, p. 60-65.
- HORTS, P. 1995. *Informe sobre la contaminación lumínica*. 8 pp.
- HORTS, P. 1998. Salvando el cielo oscuro: el estado de la cuestión. *Universo*, 42, Octubre 1998, p. 24-29.
- IDAE & CEI 2001. *Guía técnica de eficiencia energética en iluminación. Alumbrado público*.

Bibliografía

- CALVO CHARRO, M. 2001. El derecho a ver las estrellas. Análisis de la contaminación lumínica desde una perspectiva jurídica. *Revista de Derecho Urbanístico y del Medio Ambiente*, 187, Julio-Agosto 2001.

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, Madrid, 154 pp.

- IDAE & CEI 2002. *Propuesta de modelo de Ordenanza Municipal de alumbrado exterior para la protección del medio ambiente mediante la mejora de la eficiencia energética*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, Madrid, 68 pp.
- NIEVES, J.M. 1999. Mientras la Humanidad duerme. *Blanco y Negro*, 27 de junio de 1999, p. 1 y 50-58.
- PEÑA PÉREZ, J.M. (coord.) 2001. Grupo de trabajo 20: Contaminación lumínica. *CD-ROM Grupos de Trabajo y Ponencias*, V Congreso Nacional del Medio Ambiente, Madrid, 28 pp.
- PRESIDENCIA DE LA GENERALIDAD 2001. Ley 6/2001, de 31 de mayo, de ordenación ambiental del alumbrado para la protección del medio nocturno. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, 3407, 12 de junio de 2001, p. 8682-8685.
- RAEVEL, P. & LAMIOT, F. 1998. *Incidences de l'éclairage artificiel des infrastructures routières sur les milieux naturels*. 9 pp.
- VILLAIN, A., LAMIOT, F. & JAMON, S. 1998. *Pollution lumineuse: Impacts écologiques et socio-économiques de l'éclairage nocturne*. 34 pp.

Recursos en Internet

- <http://www.iac.es/proyect/otpc/esp.htm>
Página de la “Oficina técnica para la protección de la calidad del cielo” del Instituto de Astrofísica de Canarias, primera entidad administrativa creada en España cuyas competencias incluyen la contaminación lumínica en cumplimiento de una norma legal. Presenta información divulgativa y documentación propia de gran utilidad para proyectistas, así como ejemplos de adaptaciones de alumbrado realizadas en La Palma.
- <http://www.celfosc.org>
Página del primer grupo organizado en España

(en Cataluña) para la divulgación y el control de la contaminación lumínica, al cual se debe la aprobación de la ley catalana 6/2001. Administra una lista de correo electrónico de ámbito nacional y facilita abundante documentación de utilidad.

- <http://www.am.ub.es/contaminacion-luminica/cl.html>
Página creada por el Departamento de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Barcelona, incluyendo los resultados de investigaciones propias realizadas por encargo del gobierno catalán.
- <http://www.gencat.es/mediamb/cast/sosten/ec10.htm>
Página creada por el Departamento de Medio Ambiente de la Generalidad de Cataluña, con cinco fichas breves con recomendaciones de utilidad para ayuntamientos, proyectistas y particulares.
- <http://www.iac.es/AA/AAM/oscurito.html>
Sitio del “Grupo de cielo oscuro” de la Agrupación Astronómica de Madrid, uno de los más activos entre las agrupaciones astronómicas españolas en este campo.
- <http://www.conama.es/vconama/gt/20.htm>
Página del “V Congreso Nacional del Medio Ambiente” celebrado en Madrid a finales de 2000, donde se recogen las conclusiones del grupo de trabajo nº 20 “Contaminación lumínica”.
- <http://debora.pd.astro.it/cinzano/en/index.html>
Página creada por el Dr. Pierantonio Cinzano, astrofísico, uno de los principales investigadores sobre contaminación lumínica. Incluye sus publicaciones científicas con especial atención al problema en Italia. En italiano e inglés.
- <http://debora.pd.astro.it/cinzano/refer/index.htm>
La lista de referencias científicas y técnicas más completa existente sobre contaminación lumínica (más de 500). Contiene un apartado específico sobre afecciones ambientales. En inglés.

- <http://www.inquinamentoluminoso.it>
Información sobre las actividades del “Istituto di Scienza e Tecnologia dell’Inquinamento Luminoso” (Italia), así como mapas y otros resultados de investigaciones recientes, especialmente mediante teledetección, sobre la contaminación lumínica en el mundo. En italiano e inglés.
- <http://www.vialattea.net/cielobuio/index.html>
Página mantenida por una coordinación de asociaciones y observatorios italianos, responsables de la aprobación de varias leyes recientes en regiones del norte de Italia. Administra una lista de correo electrónico de ámbito europeo y dispone de información exhaustiva sobre modelos comerciales de luminarias aceptables, gran parte de las cuales son comunes al mercado español. En italiano e inglés.
- <http://www.astrosurf.com/lcorp/pol.htm>
Sitio de un aficionado a la astronomía que relata brevemente el desarrollo de las iniciativas

llevadas a cabo en Francia, proporcionando los enlaces necesarios a otras páginas y los documentos originados en los dos congresos nacionales celebrados en el país vecino sobre la cuestión. En francés.

- <http://www.darksky.org>
Página de la “International Dark Sky Association”, primera asociación creada en el mundo para ocuparse de la contaminación lumínica, inicialmente en EE.UU., y hoy con delegaciones también en otros países. Abundante información, muchos enlaces a sitios de interés, y acceso a un boletín electrónico de noticias. En inglés.
- <http://www.flap.org>
Página de un grupo canadiense de voluntarios dedicados a rescatar aves accidentadas, en la que pueden encontrarse variados ejemplos de afecciones debidas, entre otras causas, a la iluminación artificial. En inglés.