



Contaminación Lumínica en España 2010



Alejandro Sánchez de Miguel(1)(2), Jaime Zamorano (1)(2),
Berenice Pila-Díez(2), Jesús Rubio Jiménez(2), Roque Ruiz Carmona(2),
Isabel Rodríguez Herranz(2) y Alicia González Pérez(2)
(1)Departamento de Astrofísica y CC. de la Atmósfera UCM (2) ASAAF-UCM



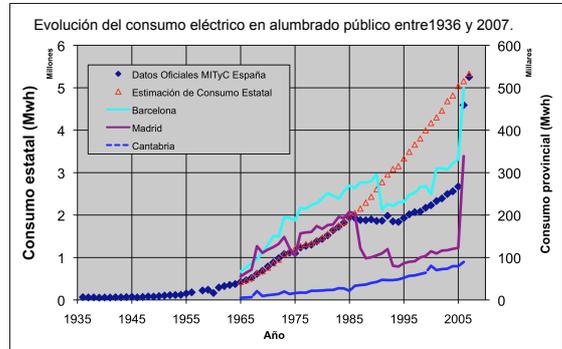
Estudio fotométrico diferencial y evolución en consumo de energía en alumbrado público entre 1992 y 2007:

A partir de imágenes nocturnas entre 1992 y 2007 de los satélites DMPS se ha obtenido una evolución por provincia del aumento de la emisión al luz espacio causante de la contaminación lumínica. El crecimiento medio nacional es del 54% en el período de estudio.

Con los datos de INE y MITYC estimamos que el consumo nacional en alumbrado público es de 5.4 ±0.1 Twh/año a fecha de 2007.

El crecimiento de la emisión entre 1992 y 2007 (representado en azul) ha sido mayor en provincias cuya densidad de población es menor aunque no de manera generalizada ni proporcional a su densidad de población. Este hecho es muy importante dado que estas zonas son las más oscuras y más interesantes astronómicamente.

*Los datos de Madrid y Barcelona no son fiables por estar saturados.



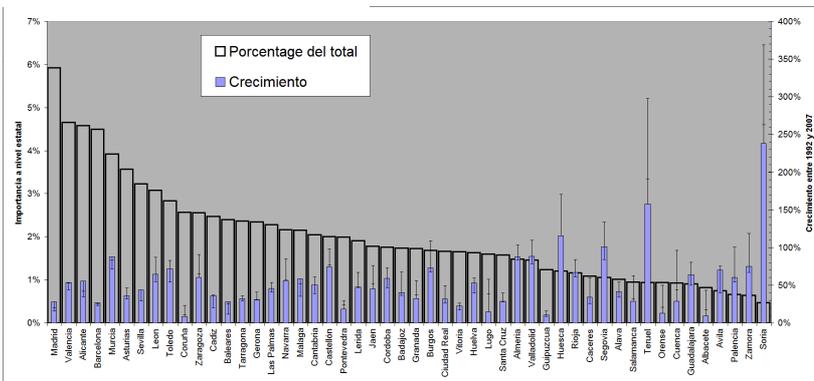
Existe un gran desacuerdo entre nuestras estimaciones de consumo nacional (1), basadas en la relación entre población y consumo, y los valores oficiales de consumo proporcionados por el MITYC (2) e INE (3) (puntos azules) a partir de 1986. El MITYC sólo consideraba el consumo que usaba su tarifa especial de alumbrado público (4) entre 1986-2006. Al desaparecer dicha tarifa en 2007 el MITYC realizó una nueva estimación sin ese sesgo que subestimaba el consumo considerablemente.

Estos datos (mayo 2009) confirman los errores que detectamos en las estadísticas oficiales a partir de 1986 que no sólo se apartaban bruscamente del crecimiento monótono sino que además no eran consistentes ya que las relaciones entre población y consumo eran muy diferentes entre provincias.

El objetivo nacional de consumo en alumbrado público anual es de 75 kwh por habitante (5). Sin embargo a partir de los datos oficiales calculamos que la media nacional está en 118 kwh por habitante en el año 2007 y crece.

¹Light Pollution in Spain, Sánchez de Miguel et al. SEA 2008 ²Estadística de la industria de energía eléctrica 2008-1957 ³Anuarios estadísticos 1936-1956. Fondo documental INE ⁴Formularios estadísticos MITYC y Comunicación Privada.

⁵ Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012; Plan de acción 2008 - Julio 2007.



Medida automática de iluminación y control de aplicación del RD 1890/2008



Hemos desarrollado un sistema de medida automática de iluminación de vías públicas mediante un luxómetro colocado sobre un automóvil que toma medidas mientras éste se desplaza por las calles. Los datos se georreferencian con coordenadas obtenidas con GPS durante el recorrido.

Este método, que ha sido validado mediante medidas de acuerdo al Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado público, permite estudiar y controlar la evolución de la iluminación en grandes áreas urbanas.

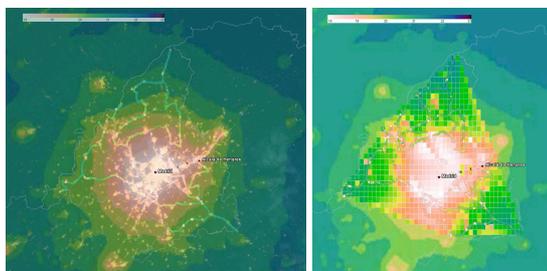
Se ha obtenido un mapa de iluminación en las calles de la Ciudad Universitaria de Madrid. En la imagen de la derecha se muestran los datos sobre una imagen de satélite.

Se ha comprobado que el 60% de las instalaciones estudiadas no cumplían la normativa (45% por exceso, 15% por defecto). Todos los puntos en amarillo están por encima del valor máximo permitido, entorno a 20 lux según el Real Decreto.

Trabajos académicamente dirigidos de Isabel Rodríguez y Roque Ruiz.



Brillo de Fondo de Cielo Comunidad de Madrid



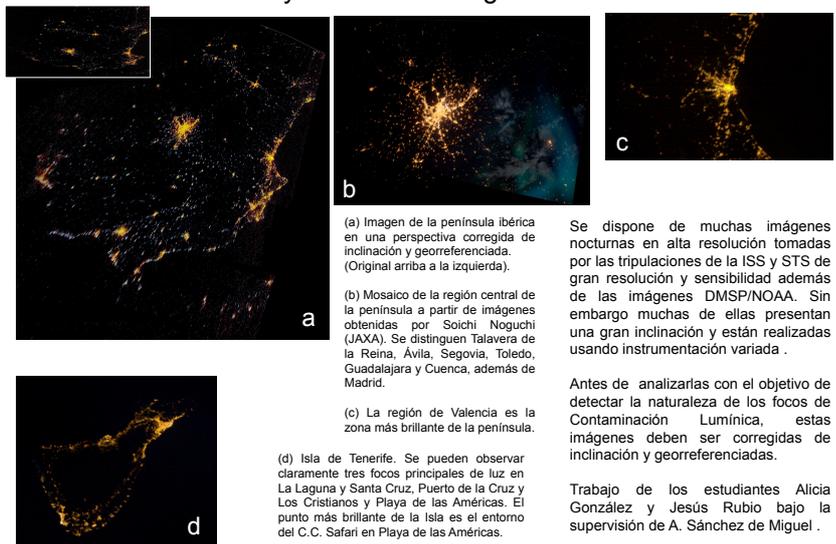
Se han realizado medidas de brillo de fondo de cielo de manera automática en la Comunidad de Madrid (CAM) usando un detector SQM montado sobre un automóvil y un GPS. Los datos (líneas continuas en las carreteras) se han superpuesto al modelo Cinzano et al. (2001, MNRAS 328, 689). Se puede apreciar que el modelo subestimó el brillo de fondo de cielo.

Se muestra una interpolación de las medidas realizadas, que da como resultado un mapa más fiable de brillo de fondo de cielo en el cént.

Aunque los valores sólo son válidos en carreteras no iluminadas o lejos de las farolas, el método permite obtener información valiosa en mucho menor tiempo.

Trabajo académicamente dirigido de Berenice Pila-Díez.

Georreferenciación y análisis de imágenes nocturnas terrestres



(a) Imagen de la península ibérica en una perspectiva corregida de inclinación y georreferenciada. (Original arriba a la izquierda).

(b) Mosaico de la región central de la península a partir de imágenes obtenidas por Soichi Noguchi (JAXA). Se distinguen Talavera de la Reina, Ávila, Segovia, Toledo, Guadalajara y Cuenca, además de Madrid.

(c) La región de Valencia es la zona más brillante de la península.

(d) Isla de Tenerife. Se pueden observar claramente tres focos principales de luz en La Laguna y Santa Cruz, Puerto de la Cruz y Los Cristianos y Playa de las Américas. El punto más brillante de la isla es el entorno del C.C. Safari en Playa de las Américas.

Se dispone de muchas imágenes nocturnas en alta resolución tomadas por las tripulaciones de la ISS y STS de gran resolución y sensibilidad además de las imágenes DMSP/NOAA. Sin embargo muchas de ellas presentan una gran inclinación y están realizadas usando instrumentación variada.

Antes de analizarlas con el objetivo de detectar la naturaleza de los focos de Contaminación Lumínica, estas imágenes deben ser corregidas de inclinación y georreferenciadas.

Trabajo de los estudiantes Alicia González y Jesús Rubio bajo la supervisión de A. Sánchez de Miguel.



Contaminación Lumínica en España 2010



Alejandro Sánchez de Miguel(1)(2), Jaime Zamorano (1)(2),
Berenice Pila-Díez(2), Jesús Rubio Jiménez(2), Roque Ruiz Carmona(2),
Isabel Rodríguez Herranz(2) y Alicia González Pérez(2)
(1)Departamento de Astrofísica y CC. de la Atmósfera UCM (2) ASAAF-UCM



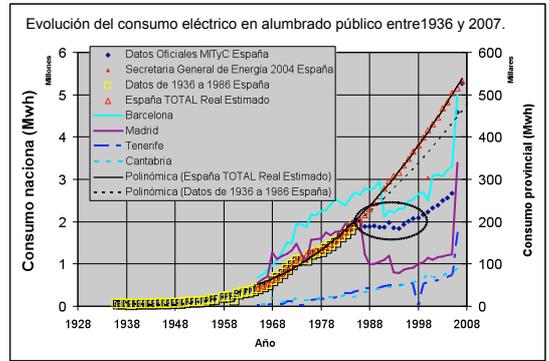
Estudio fotométrico diferencial y evolución en consumo de energía en alumbrado público entre 1992 y 2007:

A partir de imágenes nocturnas entre 1992 y 2007 de los satélites DMPS se ha obtenido una evolución por provincia del aumento de la emisión al luz espacio causante de la contaminación lumínica. El crecimiento medio nacional es del 54% en el periodo de estudio.

Con los datos de INE y MITyC estimamos que el consumo nacional en alumbrado público es de 5.4 ± 0.1 Twh/año a fecha de 2007.

El crecimiento de la emisión entre 1992 y 2007 (representado en azul) ha sido mayor en provincias cuya densidad de población es menor aunque no de manera generalizada ni proporcional a su densidad de población. Este hecho es muy importante dado que estas zonas son las más oscuras y más interesantes astronómicamente.

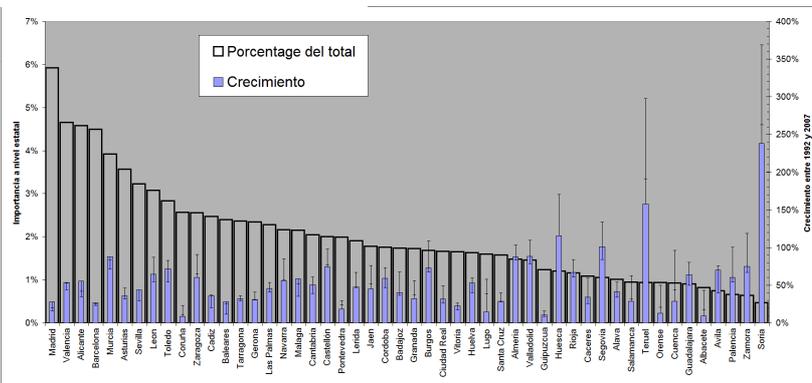
*Los datos de Madrid y Barcelona no son fiables por estar saturados.



Se aprecia en este gráfico un salto muy pronunciado entre los años 2005, 2006 y 2007 de los datos oficiales del MITyC (1) e INE (2) representados con puntos azules. El MITyC sólo consideraba el consumo en alumbrado público que usaba la tarifa especial de alumbrado público (3), en el periodo 1986-2006. Al desaparecer dicha tarifa en 2007 el MITyC realizó una nueva estimación sin ese sesgo.

Estos datos recientes (mayo 2009) confirman los errores detectados en las estadísticas oficiales puesto de manifiesto en "Light Pollution in Spain" (Sánchez de Miguel et al. SEA 2008). El modelo de evolución del consumo ajusta con esta corrección como $y = 1847.4x^2 - 7E+06x + 7E+09$ y $R^2=0.9981$. La correlación entre la población y el consumo resulta de $R^2=0.93(2007)$. Existen aun datos que no pueden ser explicados como el consumo de la provincia de Santa Cruz de Tenerife.

¹Estadística de la industria de energía eléctrica 2008-1957 ²Anuarios estadísticos 1936-1956 Fondo documental INE ³Comunicación Privada y Formularios estadísticos MITyC.



Medida automática de iluminación y control de aplicación del RD 1890/2008



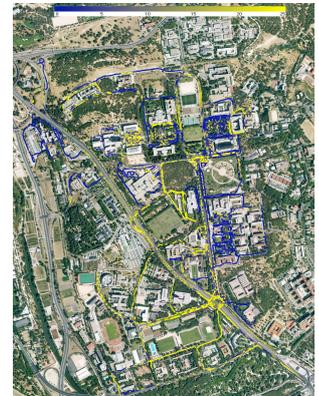
Hemos desarrollado un sistema de medida automática de iluminación de vías públicas mediante un luxómetro colocado sobre un automóvil que toma medidas mientras éste se desplaza por las calles. Los datos se georreferencian con coordenadas obtenidas con GPS durante el recorrido.

Este método, que ha sido validado mediante medidas de acuerdo al Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado público, permite estudiar y controlar la evolución de la iluminación en grandes áreas urbanas.

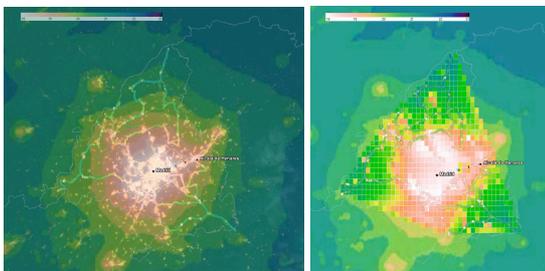
Se ha obtenido un mapa de iluminación en las calles de la Ciudad Universitaria de Madrid. En la imagen de la derecha se muestran los datos sobre una imagen de satélite.

Se ha comprobado que el 60% de las instalaciones estudiadas no cumplían la normativa (45% por exceso, 15% por defecto). Todos los puntos en amarillo están por encima del valor máximo permitido, entorno a 20 lux según el Real Decreto.

Trabajos académicamente dirigidos de Isabel Rodríguez y Roque Ruiz.



Brillo de Fondo de Cielo Comunidad de Madrid



Se han realizado medidas de brillo de fondo de cielo en la Comunidad de Madrid (CAM), empleando un detector SQM montado sobre un automóvil y un GPS. Este método automático proporciona mucha información en poco tiempo.

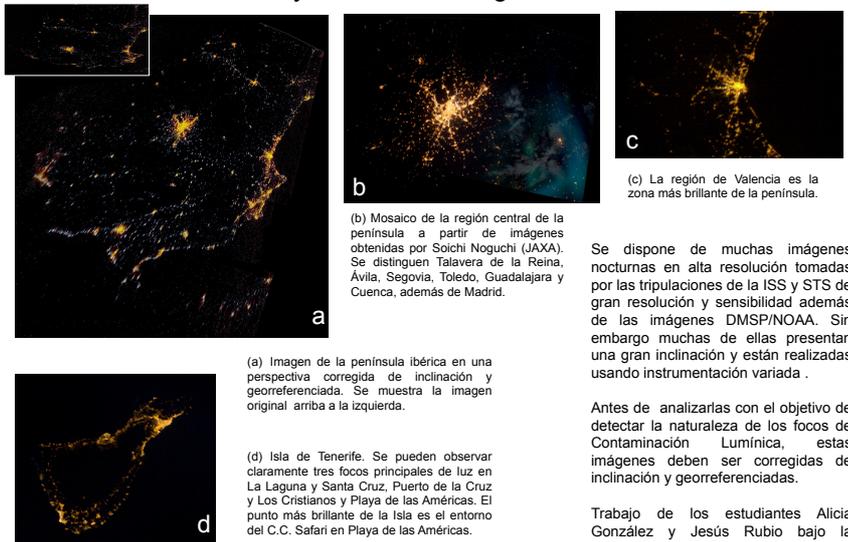
Los datos (carreteras coloreadas) se han superpuesto al modelo de Cinzano et al. (2001, MNRAS 328, 689) (imagen de la izquierda). El modelo subestimó la magnitud de brillo de fondo de cielo que es más oscuro en algunas zonas.

A falta de un estudio más exhaustivo, se muestra un mapa sencillo de brillo de fondo de cielo en la banda V de Johnson en el cenit obtenido mediante interpolación de las medidas.

Aunque los datos sólo son válidos en carreteras no iluminadas hemos comprobado que cuando se mide con alumbrado los valores pueden ser convertidos a iluminancia en superficie.

Trabajo académicamente dirigido de Berenice Pila-Díez.

Georreferenciación y análisis de imágenes nocturnas terrestres



(a) Imagen de la península ibérica en una perspectiva corregida de inclinación y georreferenciada. Se muestra la imagen original arriba a la izquierda.

(b) Mosaico de la región central de la península a partir de imágenes obtenidas por Soichi Noguchi (JAXA). Se distinguen Talavera de la Reina, Ávila, Segovia, Toledo, Guadaíajara y Cuenca, además de Madrid.

(c) La región de Valencia es la zona más brillante de la península.

(d) Isla de Tenerife. Se pueden observar claramente tres focos principales de luz en La Laguna y Santa Cruz, Puerto de la Cruz y Los Cristianos y Playa de las Américas. El punto más brillante de la Isla es el entorno del C.C. Safari en Playa de las Américas.

Se dispone de muchas imágenes nocturnas en alta resolución tomadas por las tripulaciones de la ISS y STS de gran resolución y sensibilidad además de las imágenes DMSP/NOAA. Sin embargo muchas de ellas presentan una gran inclinación y están realizadas usando instrumentación variada.

Antes de analizarlas con el objetivo de detectar la naturaleza de los focos de Contaminación Lumínica, estas imágenes deben ser corregidas de inclinación y georreferenciadas.

Trabajo de los estudiantes Alicia González y Jesús Rubio bajo la supervisión de A. Sánchez de Miguel.