

**EL CIELO NOCTURNO DE FUERTEVENTURA:  
RECURSO PARA LA CIENCIA Y  
OPORTUNIDAD PARA EL TURISMO**

Discurso leído en el acto de su recepción como  
*Académico Numerario* por

**Dr. D. Enrique de Ferra Fantín**

el día 20 de mayo de 2015



**EL CIELO NOCTURNO DE FUERTEVENTURA:  
RECURSO PARA LA CIENCIA Y  
OPORTUNIDAD PARA EL TURISMO**



**EL CIELO NOCTURNO DE FUERTEVENTURA:  
RECURSO PARA LA CIENCIA Y  
OPORTUNIDAD PARA EL TURISMO**

Discurso leído en el acto de su recepción como  
*Académico Numerario* por  
**Dr. D. Enrique de Ferra Fantín**  
el día 20 de mayo de 2015

**Puerto del Rosario (Fuerteventura)  
Salón de Deportes del Cabildo de Fuerteventura**



Sr. Presidente,  
Señores Académicos,  
Amigas y amigos, colegas, señoras y señores:

Con demasiada frecuencia notamos que la contaminación del cielo, producida por las luminarias de nuestras ciudades y pueblos, nos impide admirar el Firmamento y sus maravillas. Y ¿quién en las noches de agosto no levanta los ojos por si aparece alguna estrella fugaz? Sin embargo, disfrutar de este espectáculo resulta cada vez más difícil, porque quedan poco sitios donde el cielo sea lo suficientemente oscuro para ello.

No sorprende que las estadísticas indiquen que más del 90% de los ciudadanos europeos nunca han visto la Vía Láctea.

En otros tiempos había mucho más interés por las estrellas: el cielo de la noche ha sido uno de los pilares básicos de todas las culturas antiguas, siendo su estudio y su observación imprescindibles para el cómputo del tiempo, el calendario de las labores agrícolas, la orientación, la navegación y hasta la religión.

Por estas y otras razones, el 20 de abril de 2007, con motivo de la *Conferencia Internacional en Defensa de la Calidad del Cielo Nocturno y el Derecho a Observar las Estrellas* organizada en la isla de La Palma, el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) se hizo promotor de la

*Declaración Starlight en Defensa del Cielo Nocturno y la Protección de la Luz de las Estrellas*, que fue aprobada por la UNESCO, la Organización Mundial del Turismo (OMT) y la Unión Astronómica Internacional (UAI), entre otras agencias y organizaciones internacionales.

La propia UNESCO además tuvo a bien incluir, en la lista de las malas prácticas contra el medio ambiente, erradicar la Contaminación Lumínica, el gran enemigo de la observación del cielo.

Con la intención de sensibilizar sobre estas temáticas, en el presente año 2015, Año Internacional de la Luz, la Iniciativa Starlight de la UNESCO ha editado un folleto, que se titula "*Hay otra manera de Iluminar la Noche: Ahorrando Energía y Recuperando las Estrellas*", donde, dicho sea de paso, se ha elegido presentar dos fotos tomadas desde Fuerteventura.

Una iluminación más inteligente aporta una infinidad de ventajas, además de un importante ahorro económico: reducción del gasto energético y de importación de combustibles, protección de la salud humana y de la biodiversidad, menor aporte al calentamiento global, oportunidades para el turismo rural y las actividades ecoturísticas, culturales y didácticas y, por supuesto, la posibilidad de hacer Ciencia con el cielo nocturno.

El mismo Instituto de Astrofísica de Canarias ha promovido, con el aval de la UNESCO, de la Organización Mundial del Turismo y de otras entidades, la creación de la Fundación Starlight, que es responsable de otorgar las certificaciones de Reserva Starlight y Destino Starlight, distinciones que se pueden reconocer sólo a los sitios con la mejor calidad del cielo.

Las islas Canarias son uno de los lugares más privilegiados del planeta para la observación astronómica, como demuestran los observatorios astrofísicos ubicados en las cumbres de La Palma y de Tenerife. Si a eso se añade la gran afluencia turística en las islas y la expectativa generada en



muchos visitantes por la ubicación en Canarias de los observatorios profesionales de sus propios países, resulta que nuestro archipiélago tiene una oportunidad única de poner en valor su cielo.

Y aunque no todas las islas tengan altas montañas que presenten las mejores condiciones para la Investigación, sin embargo cada una de ellas goza de una situación excelente a bajas alturas que puede ser aprovechada con fines astroturísticos, por supuesto donde la nubosidad y la baja contaminación lumínica lo permitan, como es el caso de Fuerteventura.

También la imagen de 'Sol y Playa', que ha caracterizado desde siempre la oferta de Canarias en el mercado turístico, poco a poco va adecuándose a un tipo de demanda más exigente e interesante -incluso del punto de vista económico- como es el ecoturismo de experiencias, donde el interés por el cielo nocturno, que no se puede apreciar desde las ciudades, ocupa un lugar cada vez más importante.

Si queremos disfrutar de este gran potencial, hace falta que todos, y en especial las instituciones públicas, nos concienciamos de la importancia de reducir la contaminación lumínica y de la necesidad de proporcionar aquellos instrumentos (ordenación del territorio, centros de visitantes, instalaciones de observación, mapas de calidad del cielo, fomento del astroturismo profesional, etc.) que permitan el desarrollo de actividades tanto científicas como divulgativas.

## **1. Evaluación de la Calidad del Cielo**

Una medición científica de la calidad del cielo es el primer paso para atraer a los amantes del cielo nocturno, y más todavía para un sitio que quiera aspirar a una calificación Starlight, donde por supuesto se tiene que contar con un nivel muy superior a la media. Pero ¿cómo se puede evaluar esta calidad?

A lo largo de los años, los científicos se han enfrentado a este problema en las ocasiones en que se ha tratado de medir y comparar las características de los sitios que habían sido propuestos para acoger a los grandes observatorios profesionales.

En la actualidad, hay cuatro aspectos principales que se consideran de referencia y que pueden ser medidos de forma científica, es decir: las noches útiles, la oscuridad del fondo del cielo, la visibilidad (o 'seeing') y la extinción. Veámoslos con más detalle.

- Las *noches útiles* se suelen expresar como porcentaje de las noches en las que es posible la observación astronómica y suelen depender sobre todo de la nubosidad de la zona, de la contaminación del aire y de la influencia de otros fenómenos atmosféricos, como la calima. Este parámetro no es de fácil evaluación. Estudios efectuados con otras finalidades (turísticas, parques fotovoltaicos, etc.) pueden ser útiles como aproximación al problema, pero sólo se pueden obtener datos fiables desde detectores específicos instalados localmente durante un largo período de tiempo o estudiando las mediciones de satélites meteorológicos de alta definición. Los observatorios profesionales suelen llegar al 70-80% de noches útiles.
- La *oscuridad* del cielo suele definirse como el brillo del objeto celeste más débil que se llega a distinguir del brillo del fondo del cielo y se expresa en magnitudes por segundo de arco al cuadrado en una determinada banda espectral, como la V de Johnson ( $mV/\text{arcsec}^2$ ). La *magnitud estelar* es matemáticamente un cologaritmo, y por lo tanto los objetos débiles tienen valores numéricos de magnitud elevados. En el caso de la oscuridad, cuanto más alto es el valor de este parámetro, tanto más oscuro es el cielo. Su medición hoy en día se suele efectuar sobre todo con instrumentos portátiles, como veremos más adelante. Los observatorios profesionales suelen superar el valor de 21,40 en la

banda del visible en muchas noches en ausencia de Luna y nubes. En las bandas del infrarrojo estos valores suelen ser bastante más bajos.

- La *visibilidad* (o *seeing*) mide la turbulencia de la atmósfera. Cuando vemos que las estrellas 'brillan' o 'parpadean' en el cielo, significa que el movimiento de las capas de aire mueve y distorsiona el haz de luz que nos llega desde estos objetos, que, por su distancia, deberían aparecer como puntuales. La visibilidad se define como la mínima distancia entre dos estrellas para que estas puedan ser resueltas y en la práctica está relacionada con el tamaño aparente de las estrellas. Un buen 'seeing' nos permite captar fotos con estrellas puntiformes, mientras que cuando es malo los objetos parecen más grandes y borrosos, como si estuvieran desenfocados. En observatorios de alta montaña se suelen conseguir valores inferiores a 1 arcosegundo. La visibilidad se puede medir utilizando un telescopio de focal elevada y una cámara CCD, midiendo el parámetro FWHM (Full Width Half Maximum) de las imágenes por medio de un programa astrométrico.
- La *extinción* es la pérdida de luz en un sitio respecto a la luz que entra en la atmósfera terrestre y se debe a la absorción y difusión de la misma por parte de las distintas capas que se encuentran encima del lugar considerado. Es una de las razones más importantes para elegir montañas elevadas para los observatorios profesionales, donde suele ser inferior a una décima de magnitud en las bandas de la luz visible. La extinción atmosférica se puede evaluar con métodos de fotometría absoluta, midiendo el brillo de una serie de estrellas de referencia con una luminosidad en distintas bandas fuera de la atmósfera bien conocida, como las del catálogo de Landolt.

Si bien todos estos aspectos son muy relevantes para la elección de la localización para una instalación científica, para actividades de tipo divulgativo o turístico, probablemente será suficiente buscar los lugares que presenten un número aceptable de noches útiles y con una oscuridad que permita admirar el Firmamento con buen detalle.

Entre los apasionados se suele considerar como 'bueno' un cielo donde resultan visible las estrellas de magnitud 6, según la definición del astrónomo griego Hipparcos, valor que en términos de  $mV/arcsec^2$  corresponde a unos 20,90.

Para evaluar la calidad del cielo a simple vista, existen mapas que indican el brillo de las estrellas de una determinada constelación, que son muy útiles para organizar campañas de divulgación y sensibilización sobre el problema de la contaminación, como por ejemplo el proyecto español denominado IACO (Investigación y Acción sobre el Cielo Oscuro), que tiene también la finalidad de dibujar un mapa nacional de la oscuridad del cielo.

## **2. El gran enemigo de la calidad del cielo: la Contaminación Lumínica**

No es ésta la sede más adecuada para una discusión detallada sobre los distintos parámetros que definen la Calidad del Cielo que hemos expuesto arriba.

Puede ser suficiente comentar que varios de ellos dependen de la posición del lugar en el globo terráqueo, de los vientos y de la orografía, de la meteorología y de otros factores fuera de nuestro control, así que lo único que está en nuestras manos es buscar los lugares donde los valores medidos sean los más adecuados.

Pero existe un aspecto que depende de forma muy evidente de la intervención del hombre: la oscuridad del cielo. La iluminación artificial de la noche, que es una necesidad en muchos casos, tiene una influencia evidente en el medio ambiente y en demasiadas ocasiones se convierte en un factor de contaminación.

Según el diccionario de la Real Academia Española (de la Lengua), contaminar es “*Alterar nocivamente las condiciones normales de una cosa o un medio por agentes químicos o físicos*”. En otras palabras, provocar un daño al medio ambiente, modificando su situación natural.

En el caso de la Contaminación Lumínica (CL), la que provoca este daño es la introducción de luz artificial en un ambiente nocturno y por lo tanto hay que reducirla al mínimo.

Me preocupa llamar la atención sobre que es el hecho intrínseco de la inmisión de luz en el ambiente lo que debemos evitar cuando no sea imprescindible.

En este sentido, hay cierta confusión sobre el significado de la CL. Algunos creen que combatirla significa poner bombillas que ahorren energía, práctica que en cambio en muchos casos obtiene el resultado opuesto, es decir un aumento en lugar de una reducción, porque introduce más luz y de tipo más dañino. Y, dicho sea de paso, tampoco de esta forma evitamos mayores emisiones en la atmósfera si dejamos la bombilla encendida innecesariamente con la excusa que consume menos.

La CL tiene múltiples consecuencias sobre la salud humana, la biodiversidad, la conservación de especies protegidas, los accidentes de tráfico, el insomnio, etc., que no tocaremos aquí, limitándonos a lo que afecta al cielo nocturno.

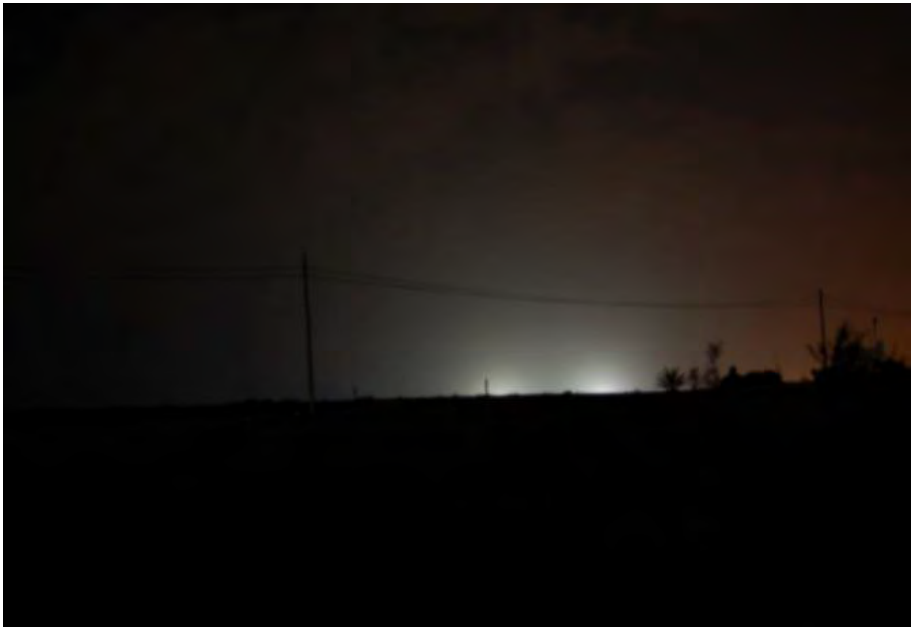
Desde el punto de vista científico y también de la normativa, la CL presenta 3 aspectos muy diferentes y muchas veces independientes, que son la dirección de emisión, la intensidad y el espectro de frecuencias.

- La *dirección de emisión*, como es natural pensar, debería ser sólo aquella que produce la iluminación de los objetos que interesan, como las aceras, los cruces, las calles, etc. En otras palabras, hay que colocar las farolas de forma que iluminen sólo hacia abajo. Como la luz se propaga en línea recta, si yo veo la bombilla de la luminaria, eso significa que el foco apunta también hacia mí y en la mayoría de los casos esto no tiene sentido, además de representar un auténtico peligro. Cuando se difunde la luz en horizontal, como desgraciadamente hacen la mayoría de las farolas en la actualidad, sólo se consigue despilfarro energético, molestias a los vecinos iluminando sus ventanas y deslumbramiento de los transeúntes causando accidentes de tráfico. La normativa actual (*Reglamento de Eficiencia energética en el Alumbrado Exterior – 2009*), a pesar de su nombre, permite este tipo de instalaciones, así que se hace más difícil combatir estos despropósitos. Los efectos de esta *contaminación horizontal* pueden verse a más de 100 km de distancia y es el tipo de CL más dañino para la oscuridad del cielo. Más ilógico todavía resulta iluminar hacia arriba, lo que también hacen la mayoría de las farolas, aunque con un flujo luminoso porcentualmente menor. Entre estos dos efectos, se puede perder hasta un 70% de la energía. En el dibujo de abajo, vemos cómo el foco de la izquierda consume una parte importante de la energía para iluminar donde no debe, mientras que el foco asimétrico de la derecha la usa toda de forma adecuada. Eso es lo que pasa desgraciadamente en muchas instalaciones deportivas, con efectos visibles desde muchos kilómetros a la redonda.



- La *intensidad* de la luz debe estar relacionada con la función que se supone que debe tener. El alumbrado público se instala para distinguir los objetos en la calle, no para leer las revistas. Es de sentido común, como la energía no es gratis y el dinero público puede ser empleado de formas más útiles, utilizar la intensidad mínima que proporcione el efecto deseado, respetando las normativas existentes. Además no es cierto que vemos mejor con más luz: nuestras pupilas se adaptan a la intensidad de la luz disponible y así vemos lo mismo aunque haya menos luz. Si el nivel es el adecuado, reducimos también la sensación de deslumbramiento pasando de zonas oscuras a otras iluminadas. En España hay mucha tendencia a sobreiluminar: los datos del Ministerio de Industria del año 2007 indican que alumbramos por habitante cuatro veces más que Holanda.
- El *espectro de frecuencias* juega también un papel fundamental. Nuestros ojos son capaces de percibir una parte de las longitudes de ondas electromagnéticas emitidas por el Sol, rango que llamamos 'luz visible', incluidas entre los 380 y los 780 nanómetros. Al pasar por la atmósfera terrestre, estas ondas sufren un efecto de difusión – el efecto Rayleigh– que depende de la cuarta potencia de la

frecuencia, o, lo que es lo mismo, depende inversamente de la cuarta potencia de la longitud de onda. De esta forma, la luz azul se difunde 14 veces más que la roja, y por eso vemos el cielo azul en un día sin nubes. Está claro por lo tanto que, desde el punto de vista de la oscuridad del cielo nocturno, no da lo mismo el color del alumbrado.



Para evitar al máximo la difusión, es decir, perder energía para iluminar donde no corresponde, es fundamental que no se emita en las bandas del azul o del verde, siendo las mejores las bombillas naranja, que por cierto son con creces hoy en día las más eficientes. Los que saben de astrofotografía podrán añadir que es bastante fácil eliminar los efectos de una luz monocromática, especialmente la que



los objetos astronómicos no emiten, mientras que con una luz 'blanca' la cosa se hace imposible. Y por supuesto la investigación científica no se puede llevar a cabo con este tipo de iluminación. La normativa española obliga a instalar luces amarillas o naranjas en zonas de protección ambiental, como ZEPAs o parque nacionales, u observatorios astronómicos profesionales, siempre y cuando por supuesto sea imprescindible iluminar.

La foto precedente (cámara Nikon D40, focal 35mm, ISO 400 a F1,8, 1 segundo de exposición, sin retocar) ejemplifica los efectos de distintos colores de alumbrado. Los focos blancos de un campo de fútbol, debajo del horizonte y a una distancia de más de un km, se sobreponen casi por completo a la contaminación naranja producida por cientos de farolas de diseño contaminante del pueblo, un centenar de ellas entre el observador y la instalación deportiva.

### **3. Iluminación inteligente: Farolas y bombillas correctas e incorrectas**

Por lo que acabamos de decir, para evitar al máximo la CL, es imprescindible elegir luminarias de diseño correcto, con proyectores que dirijan el flujo totalmente hacia abajo y en ocasiones de tipo asimétrico, con bombillas de intensidad correcta y frecuencias en el entorno del amarillo al rojo. Es importante subrayar la necesidad de tener en cuenta todos estos factores a la vez: una bombilla de tipo potencialmente correcto, si está colocada en una luminaria no adecuada, produce contaminación; además de no conseguir en muchos casos su objetivo, es decir iluminar la carretera. Con frecuencia parece que ha sido instalada allí sólo para resultar visible ella misma y su bombilla, como si de un faro se tratara, como se aprecia en la foto de abajo (cámara Nikon D40, focal 35mm, ISO 400 a F1,8, 1 segundo de exposición, sin retocar).

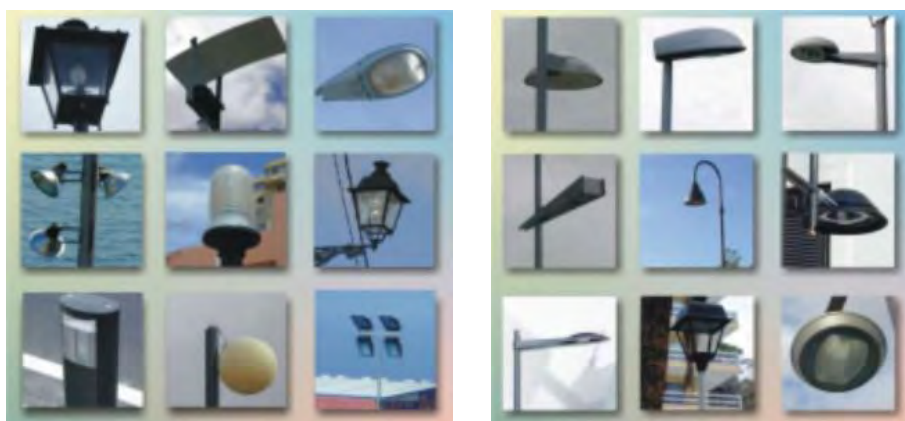


Nótese que en este caso resulta realmente difícil adivinar dónde está la calle.

Y es también fundamental que, a la hora de intervenir en instalaciones existentes, no se considere sólo el aspecto del ahorro energético y de las modas comerciales, como la actual de los LEDs, porque de esta forma se puede conseguir un aumento de la contaminación en lugar de su reducción. Un ejemplo de eso es la sustitución, en las comunes farolas abiertas horizontalmente como las de la fotografía anterior, de las bombillas amarillas o naranjas, típicamente de 120W, por otras blancas de 70W; de esta forma se reduce sí el consumo energético, como obviamente ocurriría

con cualquier tipo de bombilla de potencia inferior a la inicial, pero se reduce también la eficiencia y se aumenta la CL, debido a las frecuencias más elevadas que se introducen en el ambiente y al consecuente efecto Rayleigh más intenso.

Como resumen práctico de lo expuesto antes, y por cortesía de la Oficina Técnica de Protección de la calidad del Cielo (OTPC) del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), podemos verse ejemplos de luminarias de amplia difusión comercial, algunas de diseño incorrecto (a la izquierda) y otras de diseño apropiado (a la derecha).



También merecen un comentario los distintos tipos de bombillas utilizadas para el alumbrado de exteriores, que suelen ser muy distintas de las de interiores que solemos conseguir en las tiendas.

Las más antiguas son las fluorescentes y las de vapores de mercurio, ambas con una luz azul-violeta (y ultravioleta), que están prohibidas en muchos países por el mercurio venenoso que contienen y que

afortunadamente van desapareciendo, siendo las menos eficientes y las más contaminantes para el medio ambiente. Las bombillas de vapores de mercurio con halogenuros metálicos son un poco más eficientes que las anteriores, pero su espectro de emisión causa una CL elevada. Pueden ser aceptables para zonas deportivas y comerciales o pasos de peatones, pero no para el alumbrado de calles.

En este sentido hay que añadir que también los focos blancos de LED, muy de moda hoy en día por su supuesta mayor eficiencia y duración alabada por las políticas comerciales de muchas empresas de luminotecnia, resultan muy contaminantes para el cielo, aunque su efecto negativo puede ser reducido de forma importante si el haz de luz se dirige sólo hacia el suelo. Algunos productores han anunciado una nueva generación de LED de color ámbar de elevada eficiencia y, cuando estén disponibles, podrán ser una opción interesante a tener en cuenta.

Pero, en la actualidad, la tecnología que mejor se ajusta a los criterios de minimización de la Contaminación Lumínica es la de vapores de sodio, que a su vez se divide entre alta presión (VSAP), de color amarillo, y baja presión (VSBP), de color naranja; ésta última sigue siendo en la actualidad -y con diferencia- la más eficiente del mercado. Ambas producen un espectro concentrado y sólo en las frecuencia de luz visible, no emiten radiación ultravioleta ni calor y además las VSAP trabajan con distintos voltajes, permitiendo así un ahorro adicional al reducir la tensión en las horas de menor tráfico.

Un índice muy intuitivo de la CL es el efecto de halo de luz que circunda nuestras ciudades y pueblos y delata su presencia desde ya muy lejos. En esta situación, desde el interior de la población resulta muy difícil vislumbrar las estrellas, que resultarán ser tanto menos numerosas cuanto más contaminación haya.

En estas épocas, en las que nos hemos dado cuenta que es vital reducir el gasto energético, se pueden dar las condiciones favorables para intervenir sobre el alumbrado existente y cambiar las luminarias o las bombillas con el fin de reducir el gasto y también la contaminación.

Pero es importante darse cuenta que este proceso no debe ser guiado por opiniones o preferencias personales o intereses económicos y tampoco por las presiones de los que creen que más luz equivale a más civilización y más seguridad, sino que hay que basarse en criterios medibles.

De forma especial en sitios como Fuerteventura, donde todas las instituciones han consensado un compromiso con el cielo nocturno y la reducción de la CL, es necesario antes de todo 'fotografiar' la situación antes de emprender modificaciones, creando un mapa de la oscuridad del cielo.

Un estudio previo de este tipo sirve, en primer lugar, para entender en qué sitios es prioritaria una intervención, examinando, antes de todos, los pueblos pequeños y aislados, que son más fáciles de arreglar y cuya influencia en las zonas rurales es más importante; además se dispone de esta forma de una base de referencia para evaluar científicamente los efectos que haya tenido la intervención y presentar así los resultados de forma fehaciente y no sujeta a las impresiones personales.

#### **4. Medición de la oscuridad del cielo**

Como se comentaba con anterioridad, para la medición de la oscuridad del cielo está presente en el mercado un pequeño instrumento fácilmente transportable y de reconocida fiabilidad científica, el SQM (Sky Quality Meter – ver foto adjunta), producido por la canadiense Unihedron (por la parte científica, ver la publicación de P. Cinzano - Night Sky Photometry with Sky Quality Meter – Università di Padova – 2005).



Se trata de un aparato especialmente desarrollado para este tipo de mediciones. La familia SQM incluye distintos modelos con unas

características similares; en los estudios se suelen preferir las versiones dotadas de interfaz USB o Ethernet, que permiten grabar directamente los datos en un ordenador sin intervención manual.

El aparato recoge la luz por medio de la lente frontal (ver foto referida), “cuenta” los fotones recibidos desde las zonas vacías de estrellas y los divide entre el área del campo de medición, proporcionando directamente una medida en  $\text{mV}/\text{arcsec}^2$ . El campo de captación de la luz es nominalmente un cono de  $10^\circ$  de semiapertura, cuyo eje es ortogonal respecto al plano de la lente; en todo caso también las luces de otras direcciones influyen en el resultado.

Para la fiabilidad de las mediciones, es recomendable montar el aparato sobre un trípode fotográfico, fijándolo por ejemplo con una brida, apuntando hacia la vertical y apantallándolo lateralmente, para evitar que luces parásitas, como las farolas o la misma pantalla del ordenador, puedan afectar las medidas.

Las mediciones para determinar la oscuridad del cielo de un lugar tienen que ser efectuadas respetando una serie de criterios que son indispensables para su reproducibilidad y validez científica:

- el instrumento tiene que apuntar al cenit del lugar.
- hay que esperar al menos una hora (mejor 2) después de la puesta del Sol y terminar una hora antes del amanecer.
- el cielo tiene que estar despejado. Las nubes, aunque no cubran el cenit, reflejan la CL lejana y por lo tanto afectan a la precisión de las medidas.
- tiene que no haber Luna. La Luna afecta de forma muy importante la oscuridad del cielo por el efecto Rayleigh y por eso para iniciar las

mediciones hay que esperar una hora después de su puesta y se debe parar una hora antes del orto.

- hay que evitar las luces directas de farolas, campos de fútbol, etc.
- las medidas tienen que repetirse a lo largo de varios minutos, descartando las que hayan sido afectadas por fenómenos transitorios (luces de coches, faros, nubes puntuales, etc.).

En la práctica, el cumplimiento de estos criterios, sobre todo el determinado por la Luna, reduce de forma sustancial el número de noches útiles para las mediciones, quedando restringidas al período entre el Cuarto Menguante y los primeros días siguientes a la Luna Nueva, en concreto una decena de noches al mes como máximo. Además, es probable que una parte de estas noches no puedan utilizarse por la presencia de nubes.

Por último, es interesante sacar medidas antes de la medianoche y repetirlas después, con el objetivo de comparar el efecto de una eventual reducción del alumbrado, teóricamente obligatoria por ley.

La tanda de resultados obtenidos tendrá que ser posteriormente elaborada para extraer los valores de interés estadístico (valor medio y desviación estándar), eliminando las medidas que no cumplan con los criterios probabilísticos habituales (criterio de las 3 sigmas).

## **5. Fuerteventura y su cielo**

Fuerteventura es una isla reconocida como Reserva de la Biosfera desde el año 2009. Entre los compromisos adquiridos con la UNESCO a la hora de obtener esta distinción, está la defensa y la valorización de su cielo y de su paisaje nocturno.



En este sentido, a finales del año 2014 la Reserva ha solicitado a la Fundación Starlight que algunas zonas de la isla sean certificadas como Reserva Starlight, solicitud que ha sido finalmente aprobada en marzo de 2015 después de la correspondiente auditoria de diciembre de 2014.

Sin duda, la falta de montañas altas, cuyas cumbres sobresalgan de las nubes, no postula a Fuerteventura como un candidato ideal para albergar observatorios astronómicos profesionales en luz visible; sin embargo, la calidad de su cielo ha permitido que fuera protagonista de más de un evento de relevancia científica internacional en los últimos 100 años. Voy a citar algunos:

- 2 de octubre de 1912: eclipse total de Sol que congregó en Jandía a astrónomos de todo el mundo.
- 4 de marzo de 2009: el *observatorio La Corte* (en Antigua) entra a formar parte de la red internacional del Minor Plante Center de la Unión Astronómica Internacional con el código J14.
- 10 y 11 de marzo de 2009: se celebra en Costa Calma el *Seminario y encuentro internacional Reservas Starlight y Patrimonio Mundial*, promovido por el IAC, el Centro de Patrimonio Mundial de la UNESCO, la OMT y el Cabildo de Fuerteventura. En este encuentro se elabora el documento *Guía Reserva Starlight: Concepto, Dimensiones, Categorías, Criterios y Recomendaciones*, en colaboración con la Oficina Técnica de Protección de la Calidad del Cielo (OTPC/IAC) y con más de 100 expertos internacionales.
- 5 de octubre de 2009: el asteroide (234) *Barbara* oculta la estrella HIP 32822, proporcionando una ocasión casi única para medir directamente sus dimensiones y su forma. Para este evento, visible sólo desde el centro-norte de Fuerteventura, acude un equipo de astrónomos internacionales, que publican los resultados obtenidos en

el artículo científico “*The non-convex shape of (234) Barbara, the first Barbarian*” (P.Tanga et al - 2015) editado por la *Royal Astronomical Society* de Londres.

- 13 de octubre de 2009: La Organización Mundial del Turismo (OMT) celebra en Costa Calma una mesa técnica para definir los criterios a partir de los cuáles se creará una nueva marca identificativa de la propia OMT para destinos turísticos destacados por la calidad de su cielo.
- octubre de 2010: el *Global Starpark Network* (EEUU) otorga la distinción internacional '*One people, one sky, one star at a time*' al *Observatorio Astronómico de Tefía* gestionado por la *Agrupación Astronómica de Fuerteventura*.
- 20 a 24 de mayo de 2013: se celebra en Costa Calma el Congreso Internacional “*Brown Dwarfs come of Age*” promovido por el INAF/TNG.
- 5 y 6 de junio de 2014: se celebra en Caleta de Fuste el Congreso Internacional “*Fundamental Cosmology*” promovido por el IAC.

Estos y otros eventos, como también las numerosas y muy concurridas actividades de divulgación en el campo de la astronomía, como las *Jornadas Astronómicas del Observatorio de Tefía* (7 ediciones hasta el 2014) o las *Lágrimas de San Lorenzo* en Antigua (3 ediciones hasta 2014), así como las primeras iniciativas de astroturismo, están poco a poco haciendo popular el nombre de la isla entre los profesionales y los amantes de la astronomía.

Estos éxitos se deben tanto a la labor desinteresada de muchos entusiastas como a la especial sensibilidad de instituciones públicas, entre ellas el Cabildo de Fuerteventura y el Ayuntamiento de Antigua, que

entienden que el futuro de la isla pasa también por la valorización del patrimonio nocturno.

## 6. Situación meteorológica de Fuerteventura

Como se indicaba anteriormente, la baja nubosidad del cielo resulta ser un factor determinante para el desarrollo de cualquier actividad ligada al cielo nocturno y por lo tanto es imprescindible una caracterización de la misma.



En la isla de Fuerteventura destacan, además de las preciosas y larguísimas playas, las extensas planicies del interior. El principal accidente geológico de la isla actual es una cordillera de montañas que la recorren de Norte a Sur, aproximadamente paralelas a la costa occidental, alcanzando en algunos puntos alturas superiores a los 800 metros.

El viento dominante, el alisio del Noreste, sigue aproximadamente la misma dirección de las montañas, formando nubes de altura medio-baja (600 a 1000 metros) sobre todo en la zona Norte, Centro y la costa Oeste. Estas nubes suelen desplazarse hacia el Suroeste, sin llegar a formar la llamada 'panza de burro', tan típica de las islas más elevadas.

Las zonas más orientales de la isla suelen gozar de más horas de Sol en promedio: estudios del Instituto Tecnológico de Canarias (*Mabican 2001*) indican hasta unas 400 horas al año más en Costa Calma, en la costa Sureste, respecto a Betancuria, en un valle del centro.

Con un promedio de 3000 horas de Sol al año en el centro de la isla y casi 3300 en la costa Este, cabe esperar que también durante la noche la situación sea favorable para el disfrute del cielo estrellado, aunque la nubosidad nocturna no suele coincidir exactamente con la del día. En la actualidad hay un experimento en curso en la instalación de la *Granja Experimental de Pozo Negro* (Antigua) que mide noche tras noche la oscuridad del cielo y estima también el porcentaje de cielo despejado, como se comentará más adelante.

## 7. Mapa de oscuridad del cielo de Fuerteventura

Un mapa de oscuridad del cielo es una herramienta imprescindible para determinar los sitios de mayor interés científico y también turístico y divulgativo de una zona.

En Fuerteventura este instrumento se empezó a construir a raíz de la decisión de las instituciones de la isla de solicitar el reconocimiento de Reserva Starlight en el citado congreso del 2009.

En el 2010, el Cabildo de Fuerteventura editó el documento “*Reserva Starlight: Memoria del Proyecto*”, donde se proponían como futura reserva los lugares más oscuros de la Reserva de la Biosfera, siendo la protección de su oscuridad un factor determinante para la conservación de especies protegidas o para su reintroducción, como en los casos de la pardela cenicienta o la tortuga boba. Estos sitios coinciden sustancialmente con las zonas núcleo de dicha Reserva y comprenden casi toda la costa Oeste de la isla, entre el Sur de El Cotillo hasta la Punta Pesebre, y la zona de los Cuchillos de Vigán en la costa Este, entre Pozo Negro y el Faro de la Entallada.

En el estudio que llevamos a cabo en 2011, se ha podido confirmar que en casi todos los puntos propuestos la oscuridad del cielo es muy elevada, situándose por encima del valor de 21,40, límite mínimo para la obtención de la Reserva Starlight.

Los resultados obtenidos se muestran de forma compacta y visual en la imagen que se acompaña. En este mapa, obtenido por medio de Google Earth, se indican los puntos de medición con sus correspondientes resultados, utilizando un código de colores para los marcadores, con los siguientes significados:

rojo: mejor magnitud media inferior a 20,50

amarillo: mejor magnitud media entre 20,50 y 21,10

blanco: mejor magnitud media entre 21,10 y 21,40

verde: mejor magnitud media superior a 21,40



Se puede notar cómo las zonas indicadas con los punteros verdes, con cielo de oscuridad excelente, están concentradas en la costa Oeste y en la vertiente Oeste del Macizo de Betancuria, donde hay muy pocas urbanizaciones, escasos accesos por carretera y se goza de la protección de

las montañas, así como en el Macizo de Vigán en el Este. Los principales núcleos poblacionales y los centros turísticos no han sido evaluados y no aparecen en el mapa por no ser de interés en este estudio.

Está prevista una nueva versión de este mapa, que incluya datos más actualizados y con una serie de puntos de medición más completa, que pueda satisfacer también a la demanda de los operadores de astroturismo.

## **8. Un recurso para la Ciencia**

Un cielo de calidad es un recurso cada vez más escaso para la Astrofísica en nuestro planeta y, en los lugares donde esté disponible, es recomendable saber ponerlo en valor.

Un paso muy importante en este sentido ha sido el reciente reconocimiento de parte de la isla como Reserva Starlight por la Fundación Starlight, que aporta una certificación oficial a la calidad del cielo de la isla, que es un elemento imprescindible para optar a cualquier tipo de instalación profesional en el campo de la investigación astrofísica.

Asimismo, en el Plan de Ordenación del Territorio de Fuerteventura (PIOF), actualmente en fase de aprobación definitiva, se recoge la posibilidad de ubicar instalaciones científicas en zonas rurales sin estar sujetas a las limitaciones de otros tipos de actuaciones. Además la isla cuenta con un Parque Tecnológico ya operativo, cuya finalidad es también albergar empresas e instituciones dedicadas a la investigación científica, y que ofrece una conexión de internet de banda ancha extensible a otros sitios de interés científico y tecnológico.

Estas posibilidades abren el camino para atraer proyectos de envergadura internacional.

En el caso de Fuerteventura, como isla del archipiélago canario, su eventual explotación científica en el campo de la astronomía corresponde según la normativa vigente al Instituto de Astrofísica de Canarias, que por lo tanto podría tener interés en asentarse en la isla. Si bien no es posible competir con los cielos ideales de las montañas de La Palma para alojar telescopios ópticos punteros, sin embargo para otros tipos de instrumentos podrían abrirse posibilidades concretas.

Por ejemplo, algunos proyectos en el campo de la radioastronomía requieren la instalación de varias antenas parabólicas a distancias de cientos de metros, requisito muy difícil de cumplir en terrenos accidentados como las altas cumbres. Otro novedoso tipo de observatorios que pueden estar interesados en Fuerteventura son los hipertelescopios híbridos, que por sus elevadas dimensiones requieren un suelo amplio, firme y llano.

En estas y otras situaciones similares, Fuerteventura podría jugar un papel importante en un futuro no lejano, al disponer la isla de amplias zonas de planicies improductivas con cielos muy oscuros, alejadas de la contaminación de las ciudades y al mismo tiempo de fácil acceso y no lejanas de las infraestructuras tecnológicas y de comunicación.

Con la finalidad de verificar de forma continuada en el tiempo la calidad del cielo en sitios especialmente adecuados para la investigación astronómica, el Cabildo y la Reserva de la Biosfera han puesto en marcha, con la colaboración de la Asesoría La Antigua, un proyecto de mediciones en la Granja Experimental de Pozo Negro y otro casi idéntico en el Albergue de Tefia, estando ubicadas ambas instalaciones en puntos clave en esta óptica.

En las dos instalaciones se emplea un medidor SQM-LU con acceso USB, colocado por encima de un tejado de un edificio de propiedad del Cabildo, que cuenta con vigilancia y sistemas de seguridad.





El aparato está controlado por un PC instalado en el interior del edificio, por medio de un programa realizado específicamente para este fin, que lee los datos cada minuto en horario nocturno y los almacena en ficheros. Los archivos se elaboran después con otro programa de estadística, que permite recabar la oscuridad del cielo en la parte de la noche en que la Luna está ausente.

También se intenta evaluar, con un error estimado del 5%, el porcentaje de cielo despejado, utilizando una técnica novedosa desarrollada en colaboración entre el Dr. Doug Welch y Anthony Tekatch, de Unihedron, y él que les habla.

Los datos se empezaron a recoger a mediados de diciembre de 2014 y los primeros 3 meses de actividad han permitido poner a prueba el funcionamiento de la instalación, con el tiempo inclemente de este invierno, y afinar las parámetros de calibración de las estadísticas. En los meses venideros contamos con tener ambas instalaciones totalmente operativas, así como controlables desde lugar remoto.

Al mismo tiempo, están en marcha sendos proyectos de adecuación de las luminarias de las instalaciones, con la colaboración de la OTPC/IAC, para eliminar la contaminación lumínica local que afecte a las mediciones.

Todas estas actuaciones están encaminadas a que las instituciones insulares puedan avanzar la candidatura de Fuerteventura como sitio adecuado para la investigación astrofísica ante el mundo científico internacional, además de consolidarse como sede excelente para congresos internacionales de envergadura.

## **9. Una oportunidad para el Turismo**

Desde hace varios años, y especialmente desde el comienzo de la crisis, las instituciones de la isla están intentando cambiar la imagen turística tradicional de 'sol y playa', dirigiéndose a mercados más especializados y también más interesantes por su nivel cultural y poder adquisitivo.

Entre éstos destaca el segmento ecoturístico, que persigue una interacción con la Naturaleza, en busca de experiencias excepcionales, como

las que ofrecen unos paisajes geológicos especiales o unas aves endémicas únicas, y requiere la profesionalidad de guías especializados.

El turismo de las estrellas, sin duda uno de los actores más importantes en esta oferta, ya se ha consolidado en las islas occidentales del archipiélago canario, gracias al reclamo que suponen para el visitante los grandes observatorios astronómicos profesionales allí ubicados.

Y para ayudar al desarrollo de estas potencialidades, la Fundación Starlight ha creado también una certificación específica para los sitios donde, además de una buena calidad del cielo -aunque menos exigente que para la calificación de Reserva Starlight- exista una infraestructura turística que ponga en valor a las estrellas.

Éste también es un claro objetivo para Fuerteventura, donde el atractivo del cielo nocturno nunca pasa desapercibido entre los turistas y los residentes. Citas anuales como las *Jornadas Astronómicas del observatorio de Tefía* y la *Lágrimas de San Lorenzo*, citadas anteriormente, han atraído el interés de los apasionados de todo el archipiélago y hasta de la prensa nacional, tanto especializada como generalista.

Varios hoteles, especialmente en los meses de verano, organizan observaciones con telescopio para sus clientes. Existen además proyectos comerciales especializados destinados a todo tipo de público, como el pionero *Stars by Night* nacido en 2012, que con mucho esfuerzo están proponiendo productos de calidad que unen la contemplación de las estrellas con el disfrute de la Biosfera por medio de los productos del campo, de los paisajes y de la gastronomía.

Estas iniciativas, en el momento actual, tienen dificultades para despegar debido a la estructura del mercado turístico insular, donde resulta muy difícil penetrar para un pequeño operador independiente.

Para explotar este recurso y este mercado, es imprescindible que la administración encuentre una forma para que la oferta de calidad que ya existe llegue al turista, tal como se está haciendo por ejemplo en La Palma.

El potencial del astroturismo en Fuerteventura es enorme, debido tanto al gran número de visitantes anuales (unos 2,5 millones), como a la curiosidad que despierta en ellos el cielo estrellado, que muchos nunca han visto, así como a la comodidad de acceder a sitios oscuros sin estar obligados a subir a las montañas, a la posibilidad de unir en una experiencia única la gastronomía, el paisaje, los volcanes, los productos típicos y la contemplación de las estrellas.

Pero es imprescindible que las administraciones ofrezcan al turista algo más que una imagen bonita.

Cuando llegue un visitante, tentado por la publicidad de los recursos ambientales nocturnos, hay que proporcionarle una oferta que esté a la altura de las expectativas. Tal como se hizo para otros atractivos de la isla (museos, artesanía, pesca, salinas, etc.), es necesario que se pongan a disposición unas estructuras de fácil acceso, entre ellas un centro de interpretación y unos miradores de estrellas, localizados en sitios oscuros y concebidos para que los apasionados, equipados o no con telescopio, los fotógrafos y el público general puedan sentirse cómodos, a gusto y al abrigo de la inclemencia del frío y del viento, tema este último siempre a tener muy en cuenta en Fuerteventura.

En este sentido, la estructura típica de la *gambuesa* (corral redondo en piedra utilizado en la isla para agrupar y marcar las cabras en la *apañada*) puede proporcionar un modelo a imitar, que se presenta excelentemente integrado en el paisaje.

La institución insular tiene en proyecto la realización de algunos de ellos en sitios emblemáticos, de fácil acceso y con un cielo muy oscuro,

como el Molino de Tefía o el Puertito de Los Molinos, ambos en el centro de la isla. En el sur, entre Pájara y La Pared, ha sido adaptado el *Mirador de Sicasumbre*, en un lugar de gran interés paisajístico y geológico, muy frecuentado tanto de día como de noche.

Una red de miradores, senderos de las estrellas, rutas nocturnas entre volcanes, etc. serían herramientas fundamentales para impulsar el astroturismo en la isla, especialmente si fuera declarada Destino Starlight.

Con esta rápido panorama, espero haber ilustrado las posibilidades que esconde el cielo nocturno de Fuerteventura, tanto en ámbito científico como en el turístico, y con el deseo que éste se aproveche como se merece en los años venideros, les doy las gracias por su amable atención.

Agradecimientos:

- a mis padres, que siempre me han animado en mis andares científicos.
- a mi esposa Rossana, por perdonarme las muchas noches que he dedicado al estudio del cielo.
- al Profesor Francisco González de Posada, por su entrañable amistad y su constante ánimo y apoyo.
- a todos los compañeros Académicos, por brindarme la posibilidad de compartir su ilusión.
- a D. Tony Gallardo Campos, por contagiarme con su entusiasmo por el proyecto Starlight de Fuerteventura.
- a la Doctora Antonia María Varela, por su amable disponibilidad y sus apreciados consejos.



## **COLECCIÓN: DISCURSOS ACADÉMICOS**

Coordinación: **Dominga Trujillo Jacinto del Castillo**

1. *La Academia de Ciencias e Ingenierías de Lanzarote en el contexto histórico del movimiento académico.* (Académico de Número). **Francisco González de Posada**. 20 de mayo de 2003. Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.
2. *D. Blas Cabrera Topham y sus hijos.* (Académico de Número). **José E. Cabrera Ramírez**. 21 de mayo de 2003. Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.
3. *Buscando la materia oscura del Universo en forma de partículas elementales débiles.* (Académico de Honor). **Blas Cabrera Navarro**. 7 de julio de 2003. Amigos de la Cultura Científica.
4. *El sistema de posicionamiento global (GPS): en torno a la Navegación.* (Académico de Número). **Abelardo Bethencourt Fernández**. 16 de julio de 2003. Amigos de la Cultura Científica.
5. *Cálculos y conceptos en la historia del hormigón armado.* (Académico de Honor). **José Calavera Ruiz**. 18 de julio de 2003. INTEMAC.
6. *Un modelo para la delimitación teórica, estructuración histórica y organización docente de las disciplinas científicas: el caso de la matemática.* (Académico de Número). **Francisco A. González Redondo**. 23 de julio de 2003. Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.
7. *Sistemas de información centrados en red.* (Académico de Número). **Silvano Corujo Rodríguez**. 24 de julio de 2003. Ayuntamiento de San Bartolomé.
8. *El exilio de Blas Cabrera.* (Académica de Número). **Dominga Trujillo Jacinto del Castillo**. 18 de noviembre de 2003. Departamento de Física Fundamental y Experimental, Electrónica y Sistemas. Universidad de La Laguna.
9. *Tres productos históricos en la economía de Lanzarote: la orchilla, la barrilla y la cochinilla.* (Académico Correspondiente). **Agustín Pallarés Padilla**. 20 de mayo de 2004. Amigos de la Cultura Científica.
10. *En torno a la nutrición: gordos y flacos en la pintura.* (Académico de Honor). **Amador Schüller Pérez**. 5 de julio de 2004. Real Academia Nacional de Medicina.
11. *La etnografía de Lanzarote: "El Museo Tanit".* (Académico Correspondiente). **José Ferrer Perdomo**. 15 de julio de 2004. Museo Etnográfico Tanit.
12. *Mis pequeños dinosaurios. (Memorias de un joven naturalista).* (Académico Correspondiente). **Rafael Arozarena Doblado**. 17 diciembre 2004. Amigos de la Cultura Científica.
13. *Laudatio de D. Ramón Pérez Hernández y otros documentos relativos al Dr. José Molina Orosa.* (Académico de Honor a título póstumo). 7 de marzo de 2005. Amigos de la Cultura Científica.
14. *Blas Cabrera y Albert Einstein.* (Acto de Nombramiento como Académico de Honor a título póstumo del Excmo. Sr. D. **Blas Cabrera Felipe**). **Francisco González de Posada**. 20 de mayo de 2005. Amigos de la Cultura Científica.
15. *La flora vascular de la isla de Lanzarote. Algunos problemas por resolver.* (Académico Correspondiente). **Jorge Alfredo Reyes Betancort**. 5 de julio de 2005. Jardín de

Aclimatación de La Orotava.

16. *El ecosistema agrario lanzaroteño*. (Académico Correspondiente). **Carlos Lahora Arán**. 7 de julio de 2005. Dirección Insular del Gobierno en Lanzarote.
17. *Lanzarote: características geoestratégicas*. (Académico Correspondiente). **Juan Antonio Carrasco Juan**. 11 de julio de 2005. Amigos de la Cultura Científica.
18. *En torno a lo fundamental: Naturaleza, Dios, Hombre*. (Académico Correspondiente). **Javier Cabrera Pinto**. 22 de marzo de 2006. Amigos de la Cultura Científica.
19. *Materiales, colores y elementos arquitectónicos de la obra de César Manrique*. (Acto de Nomenclamiento como Académico de Honor a título póstumo de **César Manrique**). **José Manuel Pérez Luzardo**. 24 de abril de 2006. Amigos de la Cultura Científica.
20. *La Medición del Tiempo y los Relojes de Sol*. (Académico Correspondiente). **Juan Vicente Pérez Ortiz**. 7 de julio de 2006. Caja de Ahorros del Mediterráneo.
21. *Las estructuras de hormigón. Debilidades y fortalezas*. (Académico Correspondiente). **Enrique González Valle**. 13 de julio de 2006. INTEMAC.
22. *Nuevas aportaciones al conocimiento de la erupción de Timanfaya (Lanzarote)*. (Académico de Número). **Agustín Pallarés Padilla**. 27 de junio de 2007. Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.
23. *El agua potable en Lanzarote*. (Académico Correspondiente). **Manuel Díaz Rijo**. 20 de julio de 2007. Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.
24. *Anestesiología: Una especialidad desconocida*. (Académico Correspondiente). **Carlos García Zepa**. 14 de diciembre de 2007. Hospital General de Lanzarote.
25. *Semblanza de Juan Oliveros. Carpintero – imaginero*. (Académico de Número). **José Ferrer Perdomo**. 8 de julio de 2008. Museo Etnográfico Tanit.
26. *Estado actual de la Astronomía: Reflexiones de un aficionado*. (Académico Correspondiente). **César Piret Ceballos**. 11 de julio de 2008. Iltre. Ayuntamiento de Tías.
27. *Entre aulagas, matos y tabaibas*. (Académico de Número). **Jorge Alfredo Reyes Betancort**. 15 de julio de 2008. Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.
28. *Lanzarote y el vino*. (Académico de Número). **Manuel Díaz Rijo**. 24 de julio de 2008. Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.
29. *Cronobiografía del Dr. D. José Molina Orosa y cronología de acontecimientos conmemorativos*. (Académico de Número). **Javier Cabrera Pinto**. 15 de diciembre de 2008. Gerencia de Servicios Sanitarios. Área de Salud de Lanzarote.
30. *Territorio Lanzarote 1402. Majos, sucesores y antecesores*. (Académico Correspondiente). **Luis Díaz Feria**. 28 de abril de 2009. Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.
31. *Presente y futuro de la reutilización de aguas en Canarias*. (Académico Correspondiente). **Sebastián Delgado Díaz**. 6 de julio de 2009. Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información.
32. *El análisis del tráfico telefónico: una herramienta estratégica de la empresa*. (Académico Correspondiente). **Enrique de Ferra Fantín**. 9 de julio de 2009. Excmo. Cabildo de



Fuerteventura.

33. *La investigación sobre el fondo cósmico de microondas en el Instituto de Astrofísica de Canarias.* (Académico Correspondiente). **Rafael Rebolo López**. 11 de julio de 2009. Instituto de Astrofísica de Canarias.
34. *Centro de Proceso de Datos, el Cerebro de Nuestra Sociedad.* (Académico Correspondiente). **José Damián Ferrer Quintana**. 21 de septiembre de 2009. Museo Etnográfico Tanit.
35. Solemne Sesión Académica Necrológica de Homenaje al Excmo. Sr. D. Rafael Arozarena Doblado, Académico Correspondiente en Tenerife. *Laudatio Académica* por **Francisco González de Posada** y otras *Loas*. 24 de noviembre de 2009. Ilte. Ayuntamiento de Yaiza.
36. *La Cesárea. Una perspectiva bioética.* (Académico Correspondiente). **Fernando Conde Fernández**. 14 de diciembre de 2009. Gerencia de Servicios Sanitarios. Área de Salud de Lanzarote.
37. *La “Escuela Luján Pérez”: Integración del pasado en la modernidad cultural de Canarias.* (Académico Correspondiente). **Cristóbal García del Rosario**. 21 de enero de 2010. Fundación Canaria “Luján Pérez”.
38. *Luz en la Arquitectura de César Manrique.* (Académico Correspondiente). **José Manuel Pérez Luzardo**. 22 de abril de 2010. Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.
39. *César Manrique y Alemania.* (Académico Correspondiente). **Bettina Bork**. 23 de abril de 2010. Ilte. Ayuntamiento de Haría.
40. *La Química Orgánica en Canarias: la herencia del profesor D. Antonio González.* (Académico Correspondiente). **Ángel Gutiérrez Ravelo**. 21 de mayo de 2010. Instituto Universitario de Bio-Orgánica “Antonio González”.
41. *Visión en torno al lenguaje popular canario.* (Académico Correspondiente). **Gregorio Barreto Viñoly**. 17 de junio de 2010. Ilte. Ayuntamiento de Haría.
42. *La otra Arquitectura barroca: las perspectivas falsas.* (Académico Correspondiente). **Fernando Vidal-Ostos**. 15 de julio de 2010. Amigos de Écija.
43. *Prado Rey, empresa emblemática. Memoria vitivinícola de un empresario ingeniero agrónomo.* (Académico Correspondiente). **Javier Cremades de Adaro**. 16 de julio de 2010. Real Sitio de Ventosilla, S. A.
44. *El empleo del Análisis Dimensional en el proyecto de sistemas pasivos de acondicionamiento térmico.* (Académico Correspondiente). **Miguel Ángel Gálvez Huerta**. 26 de julio de 2010. Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid.
45. *El anciano y sus necesidades sociales.* (Académico Correspondiente). **Aristides Hernández Morán**. 17 de diciembre de 2010. Excmo. Cabildo de Fuerteventura.
46. *La sociedad como factor impulsor de los trasplantes de órganos abdominales.* (Académico de Honor). **Enrique Moreno González**. 12 de julio de 2011. Amigos de la Cultura Científica.
47. *El Tabaco: de producto deseado a producto maldito.* (Académico Correspondiente). **José Ramón Calvo Fernández**. 27 de julio de 2011. Dpto. Didácticas Espaciales. ULPGC.

48. *La influencia de la ciencia en el pensamiento político y social.* (Académico Correspondiente). **Manuel Medina Ortega.** 28 de julio de 2011. Grupo Municipal PSOE. Ayuntamiento de Arrecife.
49. *Parteras, comadres, matronas. Evolución de la profesión desde el saber popular al conocimiento científico.* (Académico Numerario). **Fernando Conde Fernández.** 13 de diciembre de 2011. Italfármaco y Pfizer.
50. *En torno al problema del movimiento perpetuo. Una visión histórica.* (Académico Correspondiente). **Domingo Díaz Tejera.** 31 de enero de 2012. Ayuntamiento de San Bartolomé
51. *Don José Ramírez Cerdá, político ejemplar: sanidad, educación, arquitectura, desarrollo sostenible, ingeniería de obras públicas viarias y de captación y distribución de agua.* (Académico Correspondiente). **Alvaro García González.** 23 de abril de 2012. Excmo. Cabildo de Fuerteventura.
52. *Perfil biográfico de César Manrique Cabrera, con especial referencia al Municipio de Haría.* (Académico Numerario). **Gregorio Barreto Viñoly.** 25 de abril de 2013. Ilte. Ayuntamiento de Haría.
53. *Tecnología e impacto social. Una mirada desde el pasado hacia el futuro.* (Académico Correspondiente). **Roque Calero Pérez.** 26 de abril de 2013. Mancomunidad del Sureste de Gran Canaria.
54. *Historia del Rotary Club Internacional: Implantación y desarrollo en Canarias.* (Académico Correspondiente). **Pedro Gopar González.** 19 de julio de 2013. Construcciones Lava Volcánica, S.L.
55. *Ensayos en vuelo: Fundamento de la historia, desarrollo, investigación, certificación y calificación aeronáuticas.* (Académico Correspondiente). **Antonio Javier Mesa Fortún.** 31 de enero de 2014. Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial.
56. *El cielo nocturno de Fuerteventura: Recurso para la Ciencia y oportunidad para el Turismo.* (Académico Numerario). **Enrique de Ferra Fantín.** 20 de mayo de 2015.



**SALÓN DE DEPORTES. CABILDO DE FUERTEVENTURA  
PUERTO DEL ROSARIO (FUERTEVENTURA)**