CAMPAÑA HORIZONTES PERDIDOS VS. CIELOS OSCUROS

Joan Manuel Bullón, Adrián Carrera.

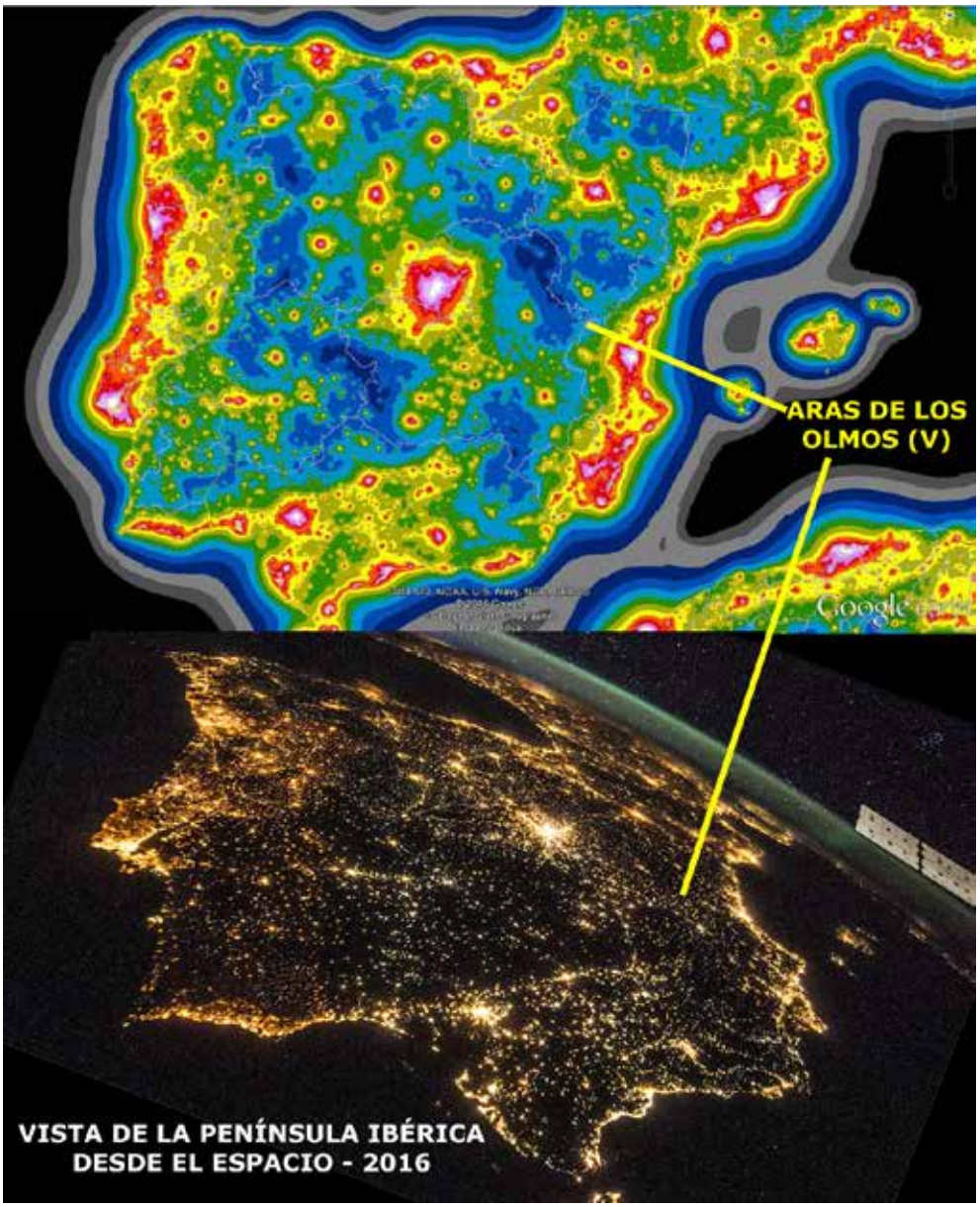
INTRODUCCIÓN

Horizonte de València ciudad en marzo de 1986 con el cometa Halley desde el Alto de Javalambre a 2.020 metros de altitud. La base militar del Toro en el cerro de La Salada estaba completamente iluminada, afortunadamente hoy en día está en desuso y sin luz. Sin embargo, el horizonte valenciano está más densamente iluminado 32 años después. Este es un ejemplo de la intención del presente trabajo, que es testimoniar la evolución de la contaminación lumínica desde lo alto de las montañas ibéricas. Expedición APEX liderada por Vicente Aupí, foto Joanma Bullón y Rafael Noguera.

Arco lumínico de València ciudad. Foto tomada desde el Observatorio Astrofísico de Javalambre a una distancia de 83 Km en línea recta. Además se aprecian parques eólicos iluminados donde antaño no había nada, pueblos excesivamente alumbrados y muchos más arcos lumínicos que en 1986.

La visión de la Vía Láctea es patrimonio de todos los seres vivos de la Tierra. Hoy en día, apenas una tercera parte de los seres humanos la pueden disfrutar desde cielos oscuros.

La presente propuesta pretende llevar adelante la posibilidad de elaborar un atlas del asedio lumínico de las grandes urbes sobre el entorno natural de las cumbres montañosas y observatorios astronómicos allí ubicados, dejar constancia a fecha de hoy y a medio plazo, de cuál es el estado y la evolución de la contaminación lumínica sobre el medioambiente nocturno desde las alturas de mira que nos permiten la alta y media montaña a pesar de las limitaciones que nos imponen las divisiones administrativas, pues la contaminación lumínica no entiende de fronteras políticas, extendiéndose más allá de las ciudades donde se generan.



La península Ibérica desde el espacio con la ubicación de Aras de los Olmos (València) en uno de los últimos reductos oscuros que fuera declarado "Reserva Starlight" en el año 2017.

Se han seleccionado 67 puntos, desde el sur de Francia, España, Portugal y Marruecos, de forma que se cubre todo el arco que va desde el sureste de Francia hasta el suroeste de España (Canarias), pasando por Marruecos en un eje de noreste a suroeste y así cubrir todo el rango de paralelos en latitud posibles entre el mar Mediterráneo y el océano Atlántico. Se destacan algunas cumbres como el Jbel Toubkal, que es con sus 4.167 metros la de mayor altura sondeada o parajes como el Parque Nacional de Doñana a cero metros de altitud. No se puede negar que es toda una aventura que requerirá de tiempo, entusiasmo y algo de dinero para poder llevar adelante este proyecto con lugares tan exóticos como es el norte de África o las mismas islas Canarias y Baleares, aunque de por sí, todo el ámbito territorial propuesto es apasionante.

ÁMBITO GEOGRÁFICO

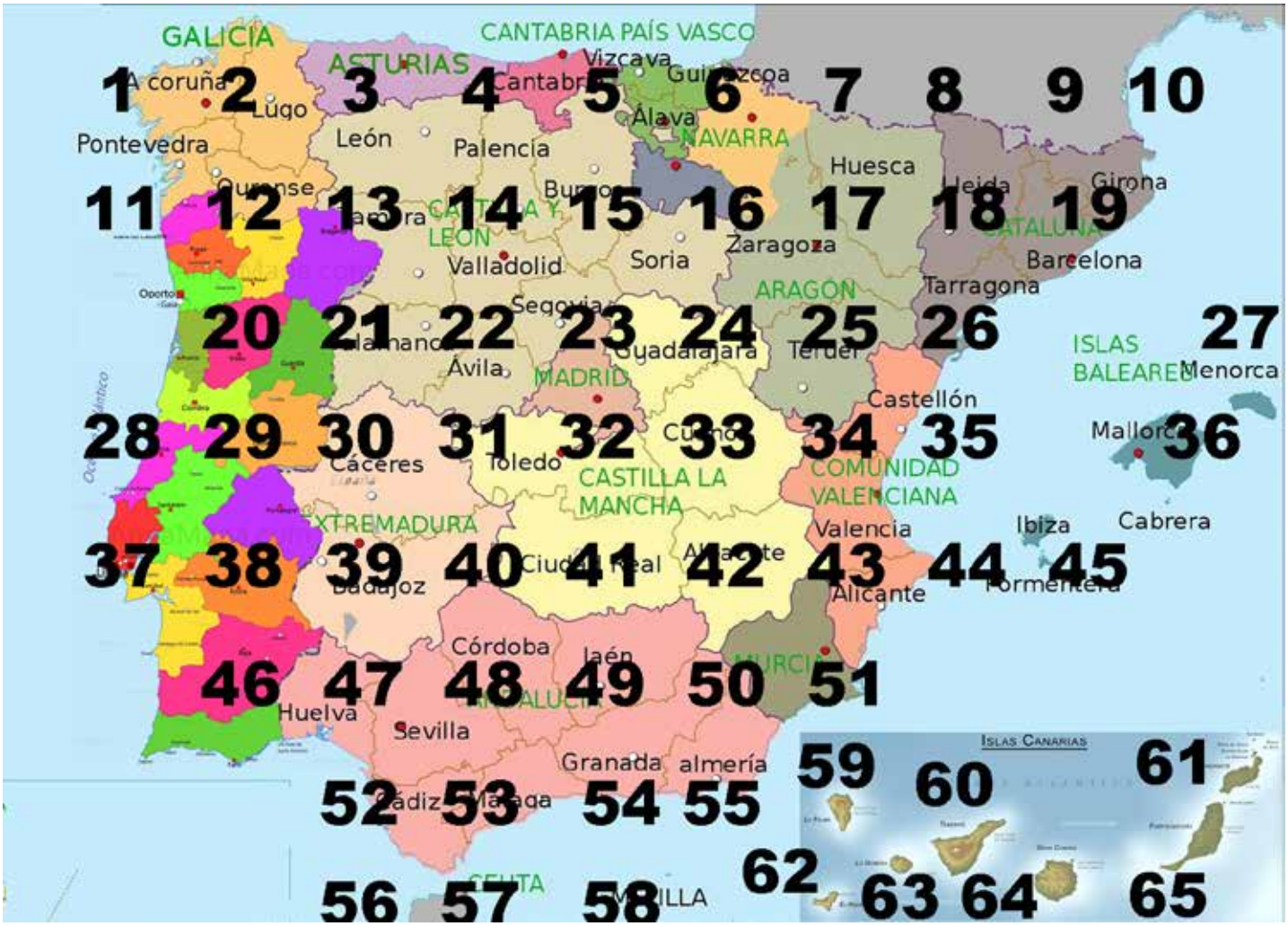
El mar Mediterráneo, cuna de civilizaciones desde la más remota antigüedad: al norte Europa y Asia Menor, al sur el norte de África, es una parte de la Tierra donde se concentran ciudades y con ellas contaminación lumínica. El oeste del Mediterráneo, además de las islas Canarias. son el objeto de estudio, desde las grandes urbes europeas a las humildes ciudades de Marruecos, donde se pueden encontrar los cielos más oscuros en el desierto del Sahara.

Portugal, el sur de Francia, la España peninsular, Baleares, Canarias y el norte de Marruecos, serán los lugares escogidos para desarrollar este estudio. También hay que considerar que Iberia cuenta aún con áreas limpias de contaminación lumínica, algunas declaradas reservas “Starlight” por la Fundación del mismo nombre, a la vez que no podemos negar la existencia de algunos de los principales observatorios más potentes a nivel mundial, como son los del Instituto de Astrofísica de Canarias, el Centro Astronómico Hispano Alemán de Calar Alto, el Observatorio Astrofísico de Javalambre, el Observatorio Astronómico del Pic du Midi o los innumerables observatorios semiprofesionales y amateurs repartidos por toda la geografía ibérica, además del enorme potencial de Marruecos con unos cielos apenas sin contaminar.

El Centro Astronómico del Alto Turia en Aras de los Olmos (València), perteneciente a la Asociación Valenciana de Astronomís, se ve asediado por el parque eólico en sus inmediaciones y en noches con nubes se cruza la contaminación de València y Madrid.

PUNTOS DE SONDEO: PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN

Se establece una malla de cuadrículas de unos 100 Km². Comprendida entre los 45º de latitud norte y los 23º del trópico de Cáncer en la zona boreal de clima templado de la Tierra en su longitud cercana al meridiano de Greenwich. En un principio se establecen 67 puntos de sondeo. En caso de que las colaboraciones de diversos observadores puedan ser efectivas, se puede ampliar por Francia, centrándonos en España, Portugal, Marruecos y extremos sur de Francia por disponibilidad realista del promotor. Las montañas de elevada altitud y observatorios astronómicos pueden ser en buena medida, lugares seleccionados. La elección del lugar de observación será lo más próxima posible a la cuadrícula de referencia numerada, correspondiendo preferentemente a la montaña más alta de cada provincia o a un centro astronómico. Por ejemplo, el nº 16 corresponde al Moncayo, entre Zaragoza y Soria, mientras que el nº 25 al Peñarroya en Teruel. El nº 55 sería el Observatorio de Calar Alto en Almería. Aun así, sigue siendo necesaria la colaboración y opinión de los habitantes o personas conocedoras del área a sondear, pudiendo modificarse por otro punto próximo de mejor visibilidad, considerando que sea un buen mirador de todo el horizonte e incluso que disponga de algún observatorio astronómico que cumpla con los requisitos de una visión del 90 % o más de todo el horizonte sin interferencias de montañas mucho más elevadas. También puede considerarse de obtener a nivel particular sondeos fotográficos de cualquier lugar con todo el horizonte despejado anexos a la cuadrícula correspondiente. Los vértices geodésicos suelen ser buenos puntos para establecer, dada su identificación geográfica en los mapas topográficos y el hecho de que normalmente no tienen interferencias visuales. Así mismo, los observatorios de incendios forestales también suelen reunir las características de un completo visionado de todo el horizonte, además de poder establecerse para lugar de ubicación de los SQM fijos, sobre todo, si tienen posibilidad de conexión a internet.



Malla de cuadrículas de 100 km² que cubre toda la península Ibérica y los archipiélagos.

Nº	MONTE PROPUESTO	PROVINCIA	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	NOTAS
1	Coto da Andoriña	A Coruña	42°58'26"	8°01'21" W	803 m	
2	Picu la Gamonal	Asturias/Lugo	43°13'43"	5°56'53" W	1.710 m	
3	Naranjo de Bulnes	Asturias	43°12'32"	4°49'30" W	2.519 m	
4	Castro Valnera	Burgos	43°08'42"	3°40'54" W	1.718 m	Observatorio Cantabria
5	Gorbea	Álava/Vizcaya	43°02'28"	2°46'53" W	1.481 m	Parque Natural Gorbea
6	Hautza	Navarra	43°09'50"	1°25'13" W	1.306 m	Navarra
7	Pic du midi-bigorre	Lourdes (F)	42º56'39"	0º08'26" E	2.811 m	Observatorio
8	Pica d'estats	Lleida	42º40'50"	1º23'48" E	3.126 m	
9	El Canigó	Perpinyà (F)	42°31'80"	2°27'21" E	2.784 m	
10	Puig Neulós	La Jonquera	42°28'56"	2°56'50" E	1.256 m	Paratge Natural
11	Sierra del Faro	Pontevedra	42°18'23"	8°15'57" W	1.123 m	
12	Cabeza de Manzaneda	Ourense	42°15'26"	7°17'53" W	1.780 m	Cabeza Grande
13	Pico Teleno	León/Zamora	42°20'42"	6°23'59" W	2.188 m	Montes de León
14	Saldaña	Palencia	42°30'51"	4°40'24" W	990 m	Membrillar
15	Pico de San Millán	Burgos	42°13'53"	3°12'24" W	2.131 m	Sierra de la Demanda
16	El Moncayo	Soria/Zaragoza	41º47'13"	1º50'22" W	2.312 m	
17	Ermita de San Caprasio	Zaragoza/Huesca	41°44'21"	0°32'45" W	834 m	Sierra Alcubierre
18	El Montsec	Lleida	42º03º05"	0º43'46" E	1.570 m	Observatori astronòmic del Montsec
19	Turó de l'home	Barcelona	41º46'35"	2º26'58" E	1.705 m	El Montseny
20	Lamego	Portugal	41°08'27"	8°00'37" W	750 m	Oporto a 52 Km
21	Fermoselle	Zamora	41°18'47"	6°21'30" W	764 m	
22	Tordesillas	Valladolid	41°32'14"	4°59'53" W	832 m	
23	Peña Lara	Segovia/Madrid	40°51'03"	3°57'22" W	2.428 m	Guadarrama
24	Puerto Maranchón	Guadalajara	41°03'44"	2°13'34" W	1.360 m	

Nº	MONTE PROPUESTO	PROVINCIA	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	NOTAS
25	Peñarroya	Teruel	40º23'25"	0º39'55" W	2.024 m	Sierra de Gúdar
26	Mont Caro	Tarragona	40º48'12"	0º26'37" E	1.439 m	Tortosa
27	Mont Toro	Menorca	39°59'45"	4°06'47" E	358 m	Mercadal
28	Mira	Portugal	40°24'40"	8°43'05" W	50 m	Coimbra a 35 Km.
29	Pico Serra da Estrela	Portugal	40º19'19"	7º36'46" W	1.993 m	
30	Gasco	Cáceres/Salamanca	40°24'25"	6°21'44" W	1.645 m	Las Hurdes
31	Plaza del Moro Almanzor	Ávila	40°14'51"	5°17'58" W	2.591 m	Sierra de Gredos
32	Yebes	Guadalajara	40º31'30"	3º05'13" W	917 m	Radiotelescopio
33	La Mogorrita	Cuenca	40°20'43"	1°46'19" W	1.864 m	Tragacete
34	Pico del Buitre	Teruel	40º02'30"	1º00'58" W	1.956 m	Sierra de Javalambre
35	El Bartolo	Pobla Tornesa - Castellón	40º05'08"	0º01'53" E	714 m	
36	Puig Major	Mallorca	39º48'27"	2º47'38" E	1.341 m	
37	Sintra	Lisboa	38°46'42"	9°24'35" W	405 m	Lisboa a 25 Km.
38	Porto Da Espada	Portugal	39°20'42"	7°19'34" W	875 m	Valencia Alca.
39	Pico De Las Villuercas	Guadalupe-Cáceres	39°29'00"	5°24'07" W	1.601 m	P.arque Nacional Cabañeros
40	La Hita	Toledo	39°34'07"	3°12'00" W	670 m	Observatorios
41	La Atalaya	Chelva-Valencia	39°40'08"	1°04'39" W	1.155 m	
42	El Garbí	Segart-Valencia	39°51'52"	0°24'24" W	601 m	Parc Natural Sierra Calderona
43	Sa Talaia	Ibiza-Formentera	38°54'41"	1°16'27" E	475 m	Eivissa
44	Almenara	Albacete	38º32'34"	2º26'58" W	1.796 m	Sierra de Alcaraz
45	Montcabrer	Agres-Alicante	38°45'27"	0°29'19" W	1.380 m	Agres
46	Monchique	Portugal	37°18'48"	8°35'58" W	890 m	
47	Aracena	Huelva-Badajoz	37°53'14"	6°39'05" W	861 m	Fregenal a 30 Km.
48	Posadilla	Córdoba	38°10'45"	5°12'21" W	800 m	
49	Pico Mágina	Jaén	37º43'32"	3º28'12" W	2.164 m	
50	La Sagra	Granada	37º57'0,6"	2º33'55" W	2.383 m	
51	El Morrón de Totana	Murcia	37º51'45"	1º34'28" W	1.585 m	Sierra de Espuña
52	Doñana	Cádiz	37°02'35"	6°26'04" W	0 m	Parque Nacional
53	Pico Torrecilla	Málaga	36º40'33"	4º59'47" W	1.919 m	Sierra de las Nieves
54	Pico Veleta	Granada	37°03'22"	3°21'57" W	3.396 m	Sierra Nevada
55	Calar Alto	Almería	37º13'15"	2º32'48" W	2.168 m	Observatorios CAHA
56	Jbel Tidirhine	Marruecos	34°50'26"	4°31'02" W	2.452 m	Rift-Ketama
57	Jbel Habri	Marruecos-Azrou	33°21'36"	5°08'28" W	2.014 m	Ifrane
58	Aït Ou Azik	Azilal-Marruecos	32°12'46"	6°20'42" W	2.248 m	Embalse Bin El Ouiadane
59	Jbel Toubkal	Marrakech-Marr.	31°03'37"	7°54'54" W	4.167 m	Parque Nacional
60	Kerdous	Tiznit-Marruecos	29°31'55"	9°21'09" W	1.210 m	Antiatlas
61	Peñas del Chache	Lanzarote	29°07'12"	13°31'15" W	671 m	Haría
62	Roque de los Muchachos	La Palma	28°45'17"	17°53'07" W	2.427 m	
63	El Teide	Tenerife	28°16'22"	16°38'32" W	3.719 m	
64	Pico de Garajonay	Gomera	28°06'35"	17°14'54" W	1.487 m	Parque Nacional
65	Pico de la Zarza	Fuerteventura	28°06'07"	14°21'20" W	807 m	
66	Pico de Las Nieves	Gran Canaria	27°57'48"	15°34'04" W	1.956 m	
67	Pico de Malpaso	El Hierro	27°43'45"	18°02'26" W	1.501 m	

NOTA: Esta es una previsión de los lugares de sondeo, tanto fotográficamente, como a la hora de tomar datos con el SQM, pudiendo realizarse cada cierto tiempo o periodicidad y así estimar si aumenta o disminuye la contaminación lumínica, tanto del horizonte como en la zona por encima de los 45º de altura y que incluye el cénit, levantando así acta de la situación de cada una de las cumbres mencionadas y resaltando a su vez algunos de sus valores medioambientales, concienciando o al menos intentándolo a los responsables de los espacios naturales, dirigentes políticos y a la sociedad en general, con el deseo de poner coto a la contaminación lumínica.

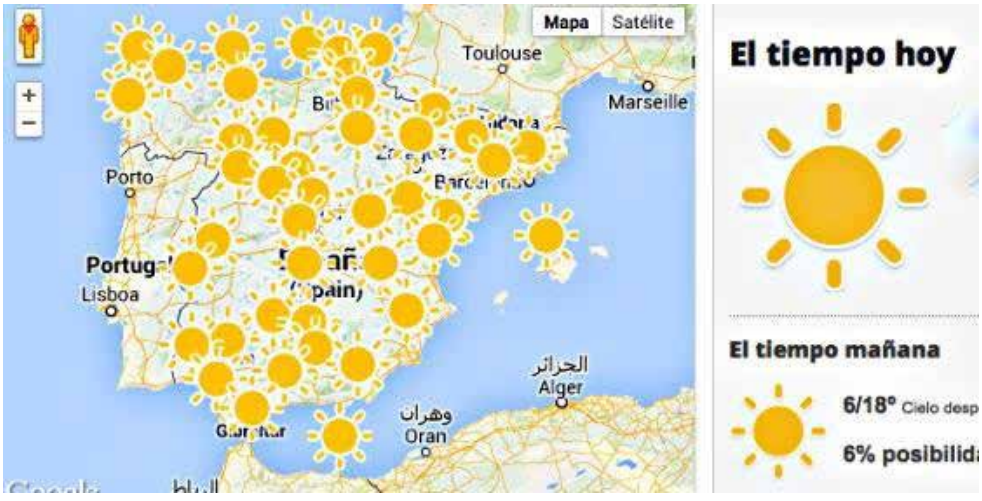
Los vértices geodésicos suelen aportarnos una visión de todo el horizonte. El autor (funcionario agente de protección medioambiental de la Generalitat Valenciana) en la parte alta del vértice del Mompedroso (Aras de los Olmos) en el año 1989 y en el 2018 en el de La Atalaya (Chelva), primaremos la seguridad ante caídas al vacío y minimizaremos los riesgos.

MEDIDAS DE SEGURIDAD

Aprovecharemos los vértices geodésicos como nuestros aliados, aunque extremaremos las medidas de seguridad, utilizar arnés, mosquetón y soga de seguridad si no se tiene garantías de no caer al vacío. Conviene ir acompañado en todo momento por otra persona ayudante, identificado acreditativamente ante las fuerzas de orden público y si conviene, solicitar permisos de ascensión allá donde se requiera, además de poner en conocimiento la pernoctación en el lugar de sondeo. Un seguro o licencia federativa no estaría de más ante hipotéticos rescates de montaña.

METEOROLOGÍA

Procuraremos aprovechar preferentemente las situaciones anticiclónicas donde no haya nubosidad apenas, para ello podemos consultar la página de la Agencia Estatal de Meteorología: http://www.aemet.es/es/eltiempo/prediccion/municipios donde podemos



Previsión meteorológica bajo unas condiciones excepcionales de situación anticiclónica donde predominan los cielos despejados y buena visibilidad, aunque a veces las nieblas pueden taparnos importantes áreas como las depresiones del Ebro o el Guadalquivir.

valorar a varios días vista la zona a la que nos hemos de trasladar para hacer los sondeos. También la Luna influye, por lo que evitaremos la presencia de la misma o que esta se encuentre en una fase inferior a creciente o que sea decreciente hacia la luna nueva y jamás en Luna llena, si es en fase creciente se puede realizar el sondeo al amanecer y si es en luna menguante al atardecer, antes de medianoche.

Vértice geodésico e instalación del equipo fotográfico en su cúspide.

Instrucciones a seguir para la obtención de imágenes:

1.-Utilizar preferentemente cámara de formato completo con objetivo ojo de pez de 8 mm.
2.-Seleccionar el formato JPG+RAW.
3.-La cámara estará a un ISO de 25.600.
4.-El obturador se cerrará a (f)5,6 con previo enfoque al infinito, anulando el autoenfoque y el estabilizador de imagen.
5.-Realizar una o más tomas (hasta diez como mucho) a 20 segundos de exposición a (f)5,6.
6.-Comprobar que el enfoque al infinito es correcto, para ello podemos diafragmar a (f)8 y disparar a 30 segundos de exposición.
7.-El trípode de apoyo debe ser compacto y que aguante ráfagas de viento.
8.-Utilizaremos una ficha de campo como la que acompañamos a continuación para toma de anotaciones sobre las tomas fotográficas y las condiciones de observación. También es interesante ser receptivo con las características más notables del territorio: geografía, botánica y todo tipo de valores medioambientales, antropológicos, etc.

Ficha de Campo del Asedio Lumínico – Sondeo Fotográfico y toma de datos SQM

Toma de datos a cargo de:

Lugar del sondeo:	Tipo de espacio natural:

Descripción del acceso desde lugar habitado próximo:

Coord. Geog	Latitud		Longitud	E ☐ W ☐	Altitud	m.s.n.m.

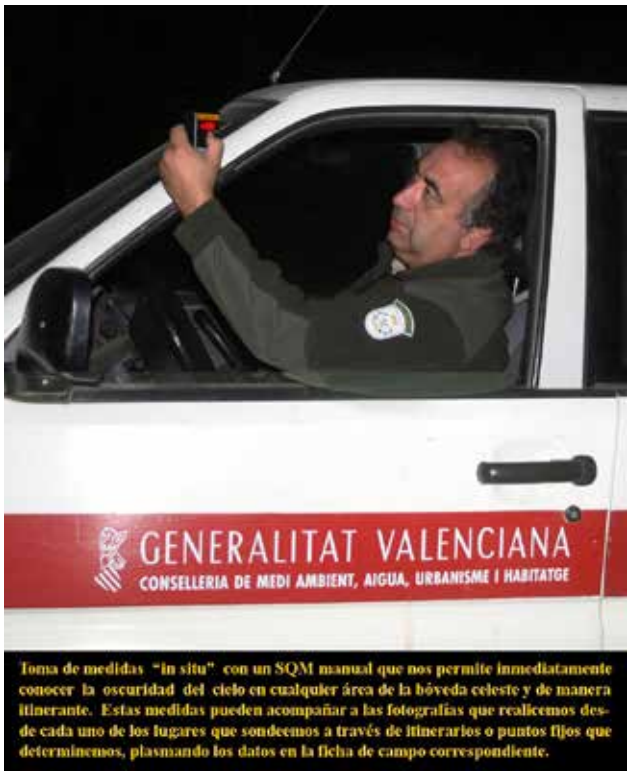
Momento de la captura: ____ / ____ / 20___, de ___ : ___ hs a ___ : ___ hs

Canon EOS 6D Mark-II con Objetivo 8mm – ISO 25.600 – (f) 8 – 30seg. – 10 tomas - ☐

ISO	(f)	Tiempo	Tomas	ISO	(f)	Tiempo	Tomas
ISO	(f)	Tiempo	Tomas	ISO	(f)	Tiempo	Tomas
ISO	(f)	Tiempo	Tomas	ISO	(f)	Tiempo	Tomas

Número total de exposiciones: Rª Fotos:

Descripción del entorno, orografía, vegetación, etc



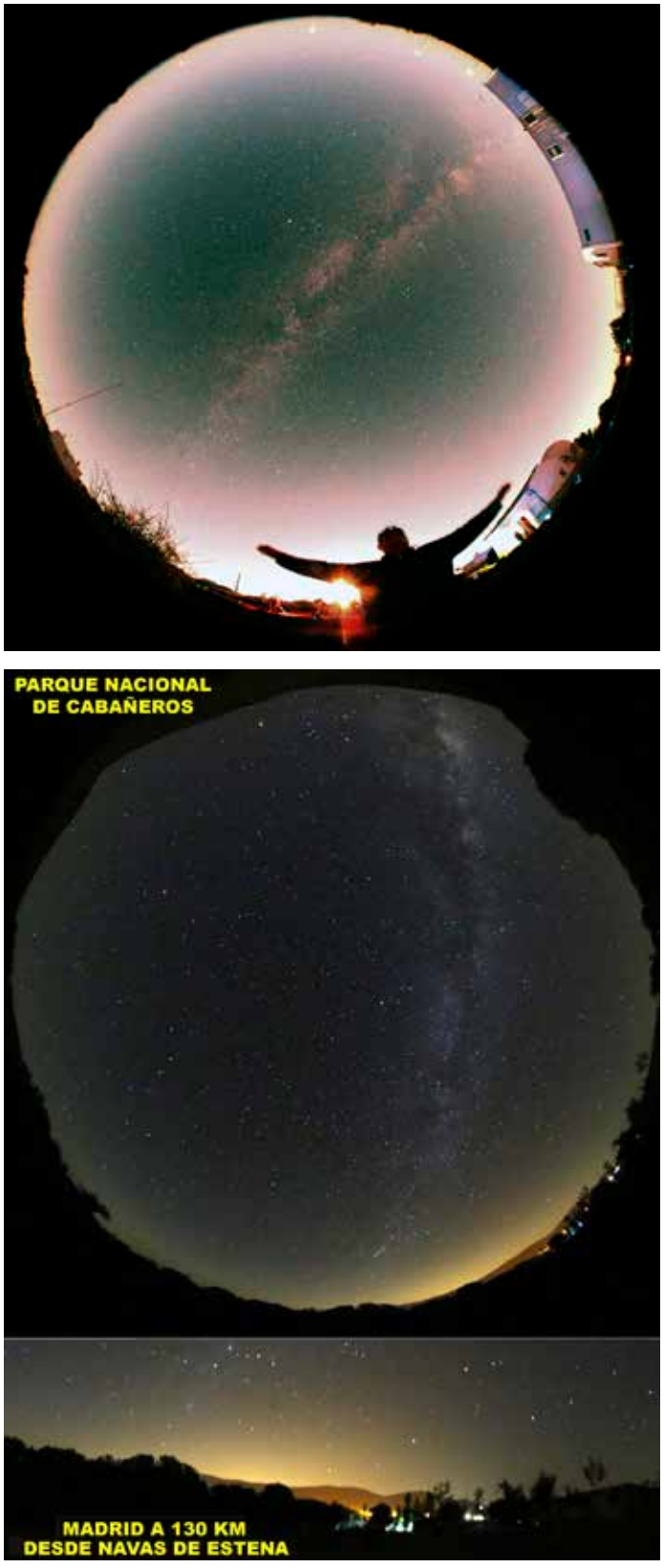
Toma de medidas "in situ" con un SQM manual que nos permite inmediatamente conocer la oscuridad del cielo en cualquier área de la bóveda celeste y de manera itinerante. Estas medidas pueden acompañar a las fotografías que realicemos desde cada uno de los lugares que sondeemos a través de itinerarios o puntos fijos que determinemos, plasmando los datos en la ficha de campo correspondiente.

Ficha de campo que nos servirá de apoyo durante la observación "in situ" para la toma de datos diversos como los que aparecen en los diversos campos indicados.

Aspecto del objetivo fotográfico de 8 mm "ojo de pez" y un primer resultado de visión diurna de todo el cielo y las posibilidades que nos brindan las cámaras con formato completo.

La posibilidad de pantalla giratoria de la cámara nos permite trabajar con precisión y ver cómodamente los resultados. En este caso se trata de la cámara Canon 6D Mark-II de formato completo y sin modificar. Se utiliza con el zoom ojo de pez de 8 a 15 mm, siendo útil los 15 mm cuando deseemos fotografiar destacando alguna región del horizonte o los focos de emisión lumínica. A su vez, incorpora un GPS interno que nos permite verificar las coordenadas geográficas.

A la hora de realizar las tomas fotográficas de la bóveda celeste, deberemos situar la cámara con el ojo de pez en lo alto de un vértice geodésico o encima del techo del coche o en cualquier emplazamiento que permita situarnos por debajo de la captación de las imágenes del horizonte, como en este caso, donde aparece el fotógrafo, edificios y la Luna amaneciendo por el horizonte.



Fotografías del cielo obtenidas desde el Parque Nacional de Cabañeros en Navas de Estena (Ciudad Real) con Madrid a 125 Km al noreste. La foto superior está obtenida con el gran angular a 8 mm de focal y la inferior a 15 mm con el mismo objetivo.

TRATAMIENTO DE LAS IMÁGENES

Descargaremos las fotografías, si hemos realizado unas cuantas, las apilaremos con el programa gratuito "Deep Sky Stacker", procediendo al posterior tratamiento digital, bien por cuenta propia o bien enviando la imagen al coordinador de la campaña a fin de afianzar un tratamiento similar de todos los colaboradores.

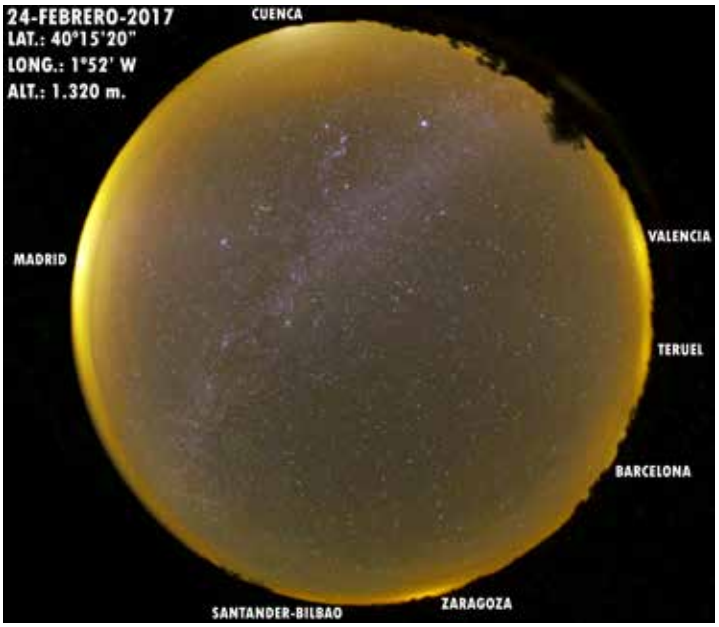
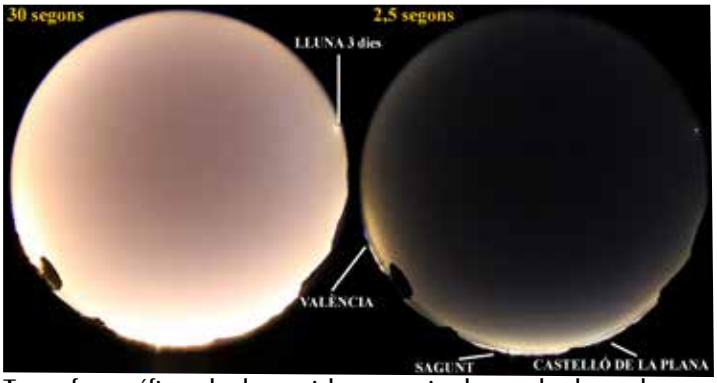


Imagen de todo el cielo desde la Serranía Conquense y anotación de los focos de emisión.



Tomas fotográficas desde un cielo contaminado por las luces de grandes ciudades. Cuando esto sucede, la exposición usual (30 segundos a 25600 ISO y diafragma F8), tiene que ser substituida por otra toma de menos exposición a un ISO idéntico, como es el caso de la segunda fotografía, donde la exposición es sólo de 2,5 segundos. Deberíamos, siempre que sea posible, tratar de imitar en la foto el ambiente que nos ofrece la visión directa de nuestros ojos, los cuales se han adaptado perfectamente al ambiente nocturno. Fotos obtenidas desde el vértice geodésico del Pico del Garbí, en el término municipal de Segart (València) a 601 m. de altitud el 18 de abril de 2018 a las 23 horas. T.L.

MEDICIÓN AUTOMÁTICA DEL BRILLO DEL CIELO

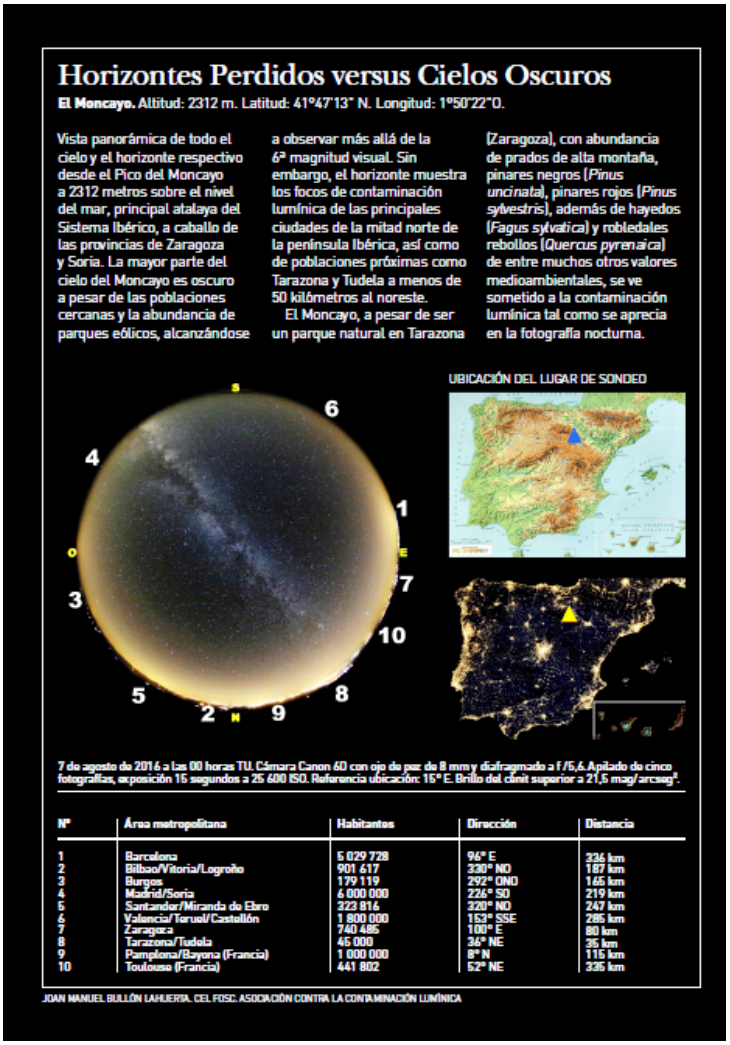
Con el instrumento de Unihedron SQM, se obtendrán mediciones durante la estancia del brillo del cielo de la magnitud por arcseg² en el cénit y así valorar la calidad de la oscuridad del cielo, lo cual acompañará a los resultados obtenidos con las fotografías realizadas.

Instalación del dispositivo de medición SQM automático para toma de varias noches. Es prudente aislarlo del contacto físico con el suelo para evitar humedad y en lugar donde no sea visible para evitar el hurto.

RESULTADOS FINALES

Cada imagen final ilustrará cada una de las fichas que se publicarán en la revista Astronomía durante los próximos diez años, además de ir incorporándose al futuro "Atlas Ibérico de la Contaminación Lumínica" dentro de la campaña "Horizontes Perdidos versus Cielos Oscuros", con la finalidad de tener una evaluación ilustrada del estado de nuestros cielos.

Este artículo está realizado por el promotor de la campaña Joan Manuel Bullón, con la aportación de Adrián Carrera, compañero ayudante de las ascensiones a las montañas. Se invita a participar a todas aquellas personas que lo deseen, dirigiéndose al correo: cronica_eclipses@yahoo.es ¡Ánimo y a participar!



Primer resultado editado en la revista Astronomía con el apoyo de su director Ángel Gómez Roldán, en el número 224 de febrero de 2018. Cada tres meses contaremos con una página para divulgar los puntos de sondeo, trabajo que se extenderá durante los próximos doce años.

Toma fotográfica obtenida con el objetivo zomm ojo de pez a 15 mm de focal en el Observatorio Astrofísico de Javalambre en Arcos de las Salinas (Teruel). Al tratarse de unos cielos oscuros en el cénit, pueden llegar a compatibilizarse las tomas a 25.000 ISO y una obturación a F8 con exposiciones de 30 segundos, como es en este caso, donde enfocamos desde el infinito hasta pocos metros de distancia y resaltar tanto el cielo como los motivos terrestres sin llegar a saturar la imagen. O.A.J. 17 de abril de 2018 a las 23 horas Tiempo local.

Segundo trabajo que se publicará en la revista Astronomía de mayo de 2018 número 227 y que no debéis olvidar de comprar para apoyar a la revista AstronomíA, pues es la única publicación comercial que existe o "sobrevive" en España dedicada a la ciencia de Urania.