

## EFEMÉRIDES

## CENTÉSIMO ANIVERSARIO DEL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO DE IZAÑA

El pasado día ocho de abril de 2016, la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), adscrita a la Secretaría de Estado de Medio Ambiente del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, ha conmemorado el centenario del Observatorio Meteorológico de Izaña (en la isla de Tenerife).

En el acto, iniciado con la participación del presidente de AEMET, Miguel Ángel López, participaron también numerosas autoridades meteorológicas entre las que cabe destacar la del director del Servicio Meteorológico Alemán, Gerhard Adrian. Ambos resaltaron el papel fundamental que desempeñó el gobierno alemán en la instalación del Observatorio, dentro del ámbito de colaboración entre ambos países. Los científicos alemanes fueron pioneros en ubicar una construcción portátil para realizar investigaciones meteorológicas.

Durante dicho acto se impartieron una serie de conferencias sobre el Observatorio de Izaña en las que participaron, entre otros, Alain Ratier, director general de EUMETSAT (Organismo para la Gestión y Explotación de los Satélites Meteorológicos Europeos), quien trató sobre la complementariedad de la observación *in situ* frente a la teledetección y destacó el papel de Izaña en estos momentos en los que “existen nuevos programas espaciales con nuevos instrumentos que necesitarán ser calibrados en emplazamientos privilegiados como Izaña”.

Fue de destacar también la conferencia de Eric Peterman, director ejecutivo de la Agrupación de Servicios Meteorológicos Nacionales Europeos (EUMETNET), en la que puso de manifiesto la importancia de los observatorios centenarios y las series climáticas instrumentales dentro de la infraestructura meteorológica europea.

Estos observatorios centenarios son clave en los estudios para una mejor predicción del clima, según recalcó la directora general del Centro Europeo de Predicción a Medio Plazo, Florence Rabier, para quien “la contribu-

ción de Izaña es fundamental para la validación de datos, la investigación del clima y la investigación del transporte de polvo mineral atmosférico”. El papel relevante del Observatorio de Izaña en la historia de los estudios trans-atlánticos de polvo africano fue otra de las materias que destacó, gracias a la participación del catedrático de la Universidad de Miami, Joseph M. Prospero, el primer científico que realizó medidas de aerosoles en Izaña y pionero a nivel mundial en el estudio del polvo del desierto. Actualmente, Izaña forma parte de la red global AERONET (Aerosol Robotic Network) y colabora con las estaciones de la red del norte de África en la medida de aerosoles y polvo atmosférico.

Además, el Observatorio de Izaña ha sido designado banco de pruebas de instrumentos de teledetección para la medida de aerosoles y vapor de agua de la OMM, característica en la que incidió Johannes Orphal, director del Instituto de Investigación sobre Meteorología del Instituto Tecnológico de Karlsruhe (Alemania), poniendo de relieve el papel del Observatorio como estación de teledetección y punto de calibración de sensores satelitales.

Actualmente, en el Centro de Investigación Atmosférica de Izaña (CIAI), del que forma parte dicho observatorio, se desarrollan observaciones científicas e investigaciones sobre la composición atmosférica y radiación. Su misión es fundamental para el estudio de la calidad del aire y la investigación de aquellos componentes responsables del cambio climático de la Tierra (gases de efecto invernadero y aerosoles) y un deterioro de la capa de ozono. Las series centenarios de parámetros meteorológicos



Figura 1. Observatorio Atmosférico de Izaña en la actualidad.

lógicos y radiación permiten estudiar la variabilidad climática y el impacto de gases de efecto invernadero.

La AEMET, como Servicio Meteorológico Nacional, realiza, a través del CIAI, estudios e investigaciones en los campos de las ciencias atmosféricas y desarrolla técnicas y aplicaciones para el conocimiento del tiempo y el clima, adaptándose al progreso científico y tecnológico necesario para el ejercicio de sus funciones, la mejora de sus servicios y la colaboración con otros organismos nacionales e internacionales en el desarrollo de proyectos de I+D+i.

## HISTORIA DEL OBSERVATORIO DE IZAÑA

Tenerife es la isla más grande del archipiélago canario y, desde hace siglos, constituye un lugar de gran interés científico, sobre todo desde que Alexander von Humboldt la visitara y realizara en ella diversas experiencias científicas, en junio de 1799. El científico alemán ascendió al Teide tomando medidas de la temperatura del aire y la presión atmosférica, siendo el primero en determinar la altitud del mar de nubes (unos 1150 m en verano) como consecuencia de la humedad de los vientos alisios del NE y la orografía de la isla. Sus elevadas cumbres y su emplazamiento geográfico estratégico hacen de ella un lugar idóneo tanto para observaciones meteorológicas como astronómicas.

Además de Alexander von Humboldt, la isla de Tenerife fue visitada por numerosos científicos relevantes en la historia de la humanidad.

El astrónomo Edmund Halley describió con detalle, publicando la primera *Carta de los Vientos*, el régimen



Figura 2. Alexander von Humboldt.

de los vientos alisios del noreste, bien conocidos por los navegantes españoles y portugueses desde el siglo XIV.

Para el desarrollo de del primer modelo de circulación atmosférica entre el Ecuador y los Trópicos fueron determinantes las observaciones llevadas a cabo en las cumbres de Tenerife, durante el verano, de los vientos del suroeste.

Charles Darwin llegó a Tenerife en de enero de 1832 y, aunque no pudo desembarcar en la isla debido a que su barco (el *Beagle*) era portador de una epidemia de cólera, dató la recogida y medida del diámetro de partículas de polvo en suspensión, resaltando con ello la importancia del viento procedente del Sáhara en la climatología de las islas.

También en 1832, el geólogo alemán Leopold von Buch publicó el primer trabajo sobre el clima de las islas Canarias sistematizando las observaciones realizadas por Halley del viento alisio en el archipiélago.

Los científicos franceses Arago y Desperray, en 1847, realizaron un proyecto para el establecimiento de un observatorio en Tenerife, con el apoyo del naturalista Sabin Berthelot. El interés del proyecto radicaba en su posición cercana al trópico, en la altura de sus montañas y en la pureza del aire para la realización de excelentes observaciones.

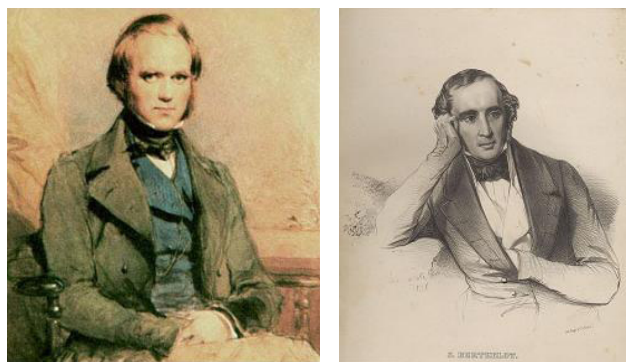


Figura 3. Charles Darwin (izquierda) y Sabin Berthelot (derecha).

El primer científico que se estableció de manera permanente en el pico del Teide, realizando las primeras observaciones meteorológicas y astronómicas sistemáticas, fue el astrónomo escocés Charles Piazzi. Descubrió la inversión de la temperatura producida en la atmósfera sobre la capa húmeda del alisio y proporcionó datos fundamentales sobre el viento y el clima de la cumbre. En 1858, publicó un libro de su viaje titulado: *“Tenerife, Un experimento de un astrónomo: Singularidades de una residencia encima de las nubes”*.

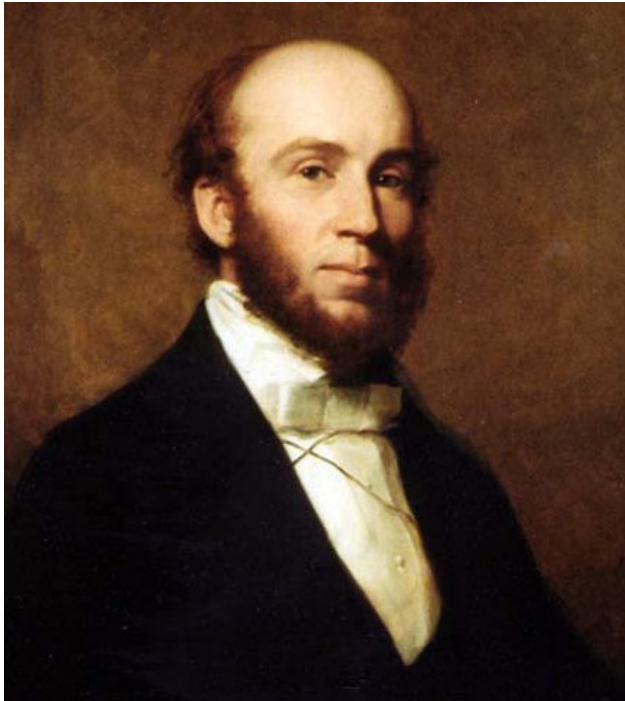


Figura 4. Charles Piazzi.

Carl von Fristch, vicedirector del Instituto Meteorológico y Geodinámico Central de Viena (ZAMG), en 1864, estudió durante un largo período de tiempo el régimen de los vientos alisios y contralisios en la isla.

Posteriormente, en 1884, las observaciones de nubes realizadas por los suecos H. Öhrwall y Gustav Hultcrantz, fueron recogidas por el meteorólogo austriaco Julius von Hann. Dichas observaciones permitieron interpretar el régimen y la dirección de los vientos en la capa superior de la troposfera de las islas Canarias.

En 1888 Ralph Abercromby visitó la isla y ascendió al Teide. Publicó un interesante artículo titulado “Observaciones eléctricas y meteorológicas en el Pico de Tenerife”. Años más tarde, los meteorólogos Teisserenc de Bort y Hildebrandson publicaron el *Atlas Internacional de Nubes*, para el cual dispusieron de algunas fotografías tomadas en Tenerife.

Basado en el estudio “Acerca del límite ultravioleta del espectro solar”, a partir de los clichés obtenidos por el Dr. Simony en el pico de Tenerife, el francés A. Cornu publicó en el año 1890 los primeros resultados sobre la radiación ultravioleta medida hasta entonces.

Por otra parte, el científico sueco Knut Angström, como resultado de dos veranos de observaciones en el Teide, publicó en Upsala sus trabajos bajo el título “Intensidad de la radiación solar a diferentes altitudes. Investigaciones hechas en Tenerife en 1895 y 1896”.

## LAS PRIMERAS OBSERVACIONES AEROLÓGICAS EN TENERIFE

Puesta de relieve la gran importancia geoestratégica de la isla de Tenerife, algunas campañas científicas llegaron hasta sus aguas, atraídas por su emplazamiento y orografía, a finales del siglo XIX, época en que se desarrollaron nuevos métodos para la observación de la troposfera con globos cautivos y cometas aerológicas. El primer y más destacado de aquellos científicos fue el profesor Hugo Hergesell, director de los Observatorios de Estrasburgo y Lindenberg, que realizó sus primeras campañas de sondeos en aguas canarias a bordo del yate “Princesse Alice”.

También fueron pioneros de las observaciones de la alta troposfera, el francés Teisserenc de Bort, quien bautizó como tal al “Anticiclón de Las Azores” y el norteamericano Lawrence Rotch. En 1905 lanzaron 40 globos cautivos desde el pico del Teide durante los días 8, 9 y 10 de agosto y también hicieron sondeos atmosféricos sobre el mar desde el buque “Otaria”, en febrero de 1906, con objeto de determinar la influencia orográfica del macizo del Teide en el régimen de la circulación atmosférica.

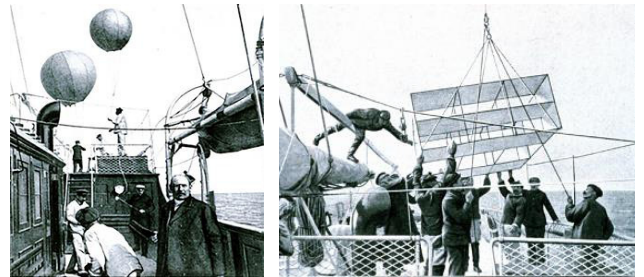


Figura 5. Hugo Hergesell realizando sondeos con globos y cometas a bordo del yate Princess Alice.

Los primeros sondeos simultáneos en Tenerife fueron llevados a cabo el 28 de julio de 1908, siendo realizados por Robert Wenger en el valle de La Orotava mientras Hugo Hergesell los efectuaba en el mar desde el buque alemán “Victoria Luisa”.

El interés internacional por establecer un observatorio permanente en las cumbres del Teide, que formaría parte de un ambicioso proyecto de una red de estaciones en el hemisferio norte, creció rápidamente y Teisserenc de Bort lo trasladó a la Comisión Internacional de Aerostación Científica, reunida en Milán el 1906. La delegación española, allí representada por el coronel de ingenieros Pedro Vives y Vich, recibió la propuesta de la CIAC. Simultáneamente, aumentó notoriamente el em-

peño por parte del gobierno y la casa imperial de Alemania.

Las negociaciones entre los gobiernos español y alemán para la construcción del observatorio no estuvieron exentas de dificultades. En marzo de 1909 se trasladaron a Las Cañadas del Teide, en una planicie a 2200 m sobre el nivel del mar, dos construcciones portátiles. Conocidas personalidades isleñas arrendaron al ayuntamiento de La Orotava 25 hectáreas de terrenos en dicho altiplano, a título particular del profesor Hugo Hergesell, quien informó al coronel Vives acerca del establecimiento inmediato de un observatorio con “medios provistos por la



CIAC”, requiriendo al coronel el apoyo de las autoridades españolas. Pero ningún permiso ni noticia previa a estas iniciativas se habían dirigido al gobierno español, mientras el alemán ya había movilizado cuantiosos y muy costosos recursos materiales y humanos en torno al observatorio del Teide.



Figura 6. El coronel Pedro Vives (arriba) y observatorio de las Cañadas del Teide (abajo).

A principios del mes de marzo de 1909 Hergesell viajó a Tenerife con todo el material oportuno, y tramitó de modo personal ante las autoridades locales los permisos para el establecimiento del observatorio en Las Cañadas del Teide.

Sin embargo, Vives comunicó a Hergesell, el 20 marzo, la decisión del gobierno español de construir por sus propios medios un observatorio en Tenerife, así como el deseo de cooperar con la CIAC en los trabajos preliminares. Tras una serie de negociaciones, Hergesell comunicaría en la VI Conferencia de Mónaco la cesión provisional al gobierno español del uso de las dos construcciones

“donadas por el emperador de Alemania”, mientras Vives anunció que el gobierno español había decidido la construcción de un observatorio español permanente en las cumbres de Tenerife, complementándose con otro en el nivel del mar.

En octubre de 1911 una comisión científica del Instituto Geográfico Nacional se desplazó a Tenerife con objeto de buscar un emplazamiento idóneo para el futuro observatorio, encontrando la montaña de Izaña, a casi 2400 m de altura sobre el nivel del mar, en la cumbre de una dorsal que divide la isla en dos fachadas marcadas por la presencia de amplios valles. El anterior observatorio alemán de Las Cañadas del Teide se había emplazado extrañamente en un altiplano rodeado de montañas, al abrigo de los vientos.

Para la construcción del observatorio de Izaña y su dotación de personal debidamente cualificado se dictaron sendos reales decretos en los años 1912 y 1913, siendo el segundo para crear el cuerpo facultativo de Meteorólogos y el de Auxiliares de Meteorología.

El proyecto del observatorio de Izaña se presentó a la CIAC en la conferencia de Viena de 1912 por el nuevo director del Observatorio Central Meteorológico, José Galbis, que participó activamente en el proyecto.



Figura 7. Residencia del observatorio de Izaña en construcción y placa de inauguración.

En 1913, los científicos alemanes permanentes en Tenerife abandonaron el observatorio provisional de Las Cañadas del Teide, y García-Lomas se hizo cargo del mismo, aunque prosiguió la visita de nuevos investigadores. Sin embargo, la actividad se redujo absolutamente una vez que se declaró la primera guerra mundial y, con la inauguración del observatorio en Izaña en 1916, las instalaciones de Las Cañadas del Teide fueron abandonadas.

La construcción de un observatorio en las cumbres de Tenerife resultó una tarea compleja y costosa para la administración española. La construcción se demoró y complicó con el transcurso del tiempo por nuevos e interminables retrasos de orden administrativo, político y económico. Los trabajos duraron tres años y costaron unas 160.000 pesetas de la época. Finalmente el observatorio de Izaña fue inaugurado el 1 de enero de 1916, desarrollando desde entonces su actividad sin más interrupción. Situado a 2.373 m de altitud, posee excepcionales condiciones atmosféricas que lo convierten en un enclave privilegiado a nivel mundial para la vigilancia de la radiación solar y los valores de fondo de las especies químicas y aerosoles que componen la atmósfera.

Izaña se convirtió en el segundo Observatorio del antiguo Servicio Meteorológico Nacional, después del situado en El Retiro (Madrid). Desde su inicio ha mantenido sin interrupción observaciones meteorológicas y atmosféricas de gran calidad, con registros únicos de 100 años, que constituyen unas de las series meteorológicas de alta montaña, representativas de la troposfera libre, más largas del mundo.

Constituyó, en las primeras décadas del siglo XX, el único emplazamiento de las cumbres de Tenerife en donde se daban cita biólogos, geólogos, naturalistas y excursionistas que visitaban lo que hoy es el Parque Nacional del Teide, creado en 1954. Además, actuó como primer centro de repetición de la señal de Televisión Española en las Islas Canarias, y desde sus instalaciones se realizaron las primeras observaciones astronómicas desde 1958.

## EVOLUCIÓN DEL OBSERVATORIO DE IZAÑA

El observatorio se inauguró en una época donde la cooperación internacional se vio seriamente afectada como consecuencia de la primera guerra mundial, ya que ésta acabó con campañas y estancias de científicos europeos, particularmente alemanes, a los que el Tratado de Versa-

lles de 1919 impidió realizar cualquier actividad fuera de su territorio.

Por tanto, la actividad del observatorio se redujo a observaciones aerológicas convencionales y medidas de radiación. Su actividad científica cesó prácticamente durante el período 1930-1960 como consecuencia de la guerra civil española y de la segunda guerra mundial, que afectaron muy negativamente a los recursos materiales y humanos, causando la ausencia prácticamente total de investigaciones especiales.

No obstante, el meteorólogo canario Inocencio Font Tullo publicó en las décadas de 1940 y 1950 los mejores trabajos acerca de la climatología y meteorología de Izaña y de Canarias, así como estudios muy interesantes de vientos en altura, basados en sondeos realizados desde 1916 hasta 1935. Algunos científicos alemanes publicaron trabajos similares, entre otros, von Ficker, Roschkott y Müller.

En el año 1958, coincidiendo con la celebración del Año Geofísico Internacional, llegaron nuevamente científicos extranjeros a Izaña con ocasión de un eclipse solar. Astrónomos y Astrofísicos usaron el observatorio para llevar a cabo estudios sobre la transparencia de la atmósfera y grado de idoneidad de ésta para las observaciones astronómicas.

Pero la primera colaboración extranjera del observatorio se reanudó a principios de 1961 con el Dr. Reydar Nydal, de la universidad de Trondheim (Noruega), realizando muestreos de aire para determinar la concentración y evolución de la radioactividad en la atmósfera, y concretamente del isótopo  $^{14}\text{C}$  en dióxido de carbono.

En octubre de 1968, un equipo de meteorólogos de la Universidad de Mainz, liderados por el Dr. Christian Junge, se alojó en el observatorio para probar y evaluar nuevos instrumentos destinados a medir y analizar la contaminación atmosférica de fondo en la troposfera a bordo del buque "Meteor", un buque oceanográfico y meteorológico que realizaría una campaña en aguas del Atlántico Norte.

En los veranos de 1973 y 1974, se llevaron a cabo en Izaña una serie de sondeos para estudiar microturbulencias atmosféricas, de trascendental importancia para observaciones astrofísicas, así como otros estudios sobre transporte de aerosoles y componentes químicos en la atmósfera. A partir de los resultados obtenidos en 1979 por el Dr. R. A. Rasmussen del Oregon Graduate Center for Study and Research (USA), para la medida de halo-



Figura 8. Científicos alemanes de la campaña del “Meteor” en Izaña, año 1968.

carburos, éste comunicó al entonces director del observatorio de Izaña, Dr. Miguel Zalote, que los datos obtenidos en dicho observatorio eran los mejores del mundo.

Otros novedosos estudios sobre transporte de aerosoles y de componentes químicos en la troposfera subtropical, se llevaron a cabo en el observatorio por el profesor Joseph Prospero, de la Universidad de Miami, al final de la década de los años 70. Estos muestreos se sumaron, ya en el año 1987, al programa AEROCE (Atmosphere/Ocean Chemistry Experiment), para la investigación de aerosoles atmosféricos en la región del Atlántico Norte.

Una vez más los científicos alemanes renovaron su interés por las condiciones naturales del observatorio de Izaña. En 1981, los Dres. R. Schmitt y Balchtrusch valoraron positivamente la idoneidad del observatorio como estación BAPMON (Background Atmospheric Pollution Monitoring Network), representativa de la troposfera libre en la región subtropical del hemisferio norte. Así, en el año 1984, los gobiernos español y alemán firmaron un acuerdo de cooperación por el cual el observatorio se sumaba al programa BAPMON de la Organización Meteorológica Mundial.

En 1989, la red BAPMON se fusionó con la red G030S (Sistema Global de Observación de Ozono) constituyendo el programa de la red de Vigilancia Atmosférica Global (VAG; GAW), de la Organización Meteorológica Mundial, de la cual Izaña es una de sus principales estaciones de representación global.

## EL OBSERVATORIO DE IZAÑA EN LA ACTUALIDAD

Situado sobre una meseta en la cima de la montaña de Izaña, a 2373 metros sobre el nivel del mar, este observatorio es la plataforma de observación más importante del Centro de Investigación Atmosférica de Izaña (CIAI),

de la AEMET, en el que se desarrollan observaciones científicas e investigaciones sobre la composición atmosférica y radiación. Su misión es fundamental para el estudio de la calidad del aire y la investigación de aquellos componentes capaces de propiciar un cambio climático en la Tierra (gases de efecto invernadero y aerosoles) y un deterioro de la capa de ozono. Las series centenarias de parámetros meteorológicos y de radiación permiten estudiar la variabilidad climática y el impacto ambiental de gases de efecto invernadero.

En el Observatorio de Izaña se dan condiciones, óptimas para tareas de calibración y validación, de cielos limpios y despejados durante la mayor parte del año. Ello se debe, en primer lugar, a que se sitúa en la región bajo la rama descendente de la célula de Hadley sobre una capa estable de inversión de temperatura. En segundo lugar, se encuentra alejado de cualquier foco de contaminación y en consecuencia ofrece condiciones exce-



Figura 9. Laboratorios para la medida de gases de efecto invernadero. Abajo: medida de óxido nítrico y hexafluoruro de azufre con un GC-ECD.



Figura 10. Instrumentos para la medida de gases reactivos. Derecha: fotómetro de absorción UV (medida de ozono). Centro: analizador de correlación de filtro de gas (medida de monóxido de carbono). Derecha: analizador de fluorescencia pulsada (medida de dióxido de azufre).

lentes para las medidas *in situ* de gases traza y aerosoles bajo condiciones de “troposfera libre”, así como para observaciones atmosféricas usando técnicas de teledetección. Debido a su situación geográfica, es particularmente interesante y útil para la investigación del transporte de polvo desde África hasta el Atlántico Norte y para los estudios del transporte de masas de aire a gran escala desde los trópicos a latitudes más altas.

Sus instalaciones tienen un total de 2200 m<sup>2</sup> de superficie y dispone de las siguientes dependencias:

- Residencia con 7 habitaciones dobles con baño.
- Cocina.
- Biblioteca.
- Dos salas para reuniones.
- Una sala de conferencias con capacidad para 50 personas.
- Cinco oficinas disponibles para investigadores y técnicos visitantes.
- Una Torre de Observación con 15 laboratorios y una terraza de 150 m<sup>2</sup> con horizonte libre de obstáculos donde se ubican los instrumentos de medida de radiación y diferentes tomas para muestras de aire.
- Un laboratorio para la calibración de radiómetros, fotómetros y espectrómetros (calibración horizontal, vertical y angular).
- Un taller de electrónica.
- Dos talleres de mecánica.
- Una estación de llenado de cilindros con aire ambiente, idéntica a la que posee la NOAA en Niwot Ridge (Colorado) para la fabricación de gases estándares mundiales.
- Dos aljibes para almacenamiento de agua de lluvia con una capacidad de 216 m<sup>3</sup> cada uno.
- Una gran instalación de paneles solares para la calefacción y agua caliente.

Destaca, además, su papel en la intercomparación de instrumentos y en el desarrollo de sistemas de control de calidad de programas de observación atmosférica, tanto terrestre como vía satélite, además de su experiencia en el desarrollo de nuevos sistemas de observación, sobre todo en el campo de la radiación y los aerosoles atmosféricos, a nivel instrumental y metodológico.

El Observatorio de Izaña también colabora desde hace tiempo en la implantación de nuevos sistemas de observación atmosférica en el norte de África y Sudamérica en la impartición de cursos internacionales de formación.

Durante los últimos años, el Observatorio de Izaña ha incrementado a una velocidad espectacular la cantidad y calidad de las observaciones atmosféricas. Actualmente está involucrado en un considerable número de programas científicos y experimentos como NDSC (Network for detection of stratospheric change) y GAW (Global atmospheric Watch) encaminados a la medidas de la radia-

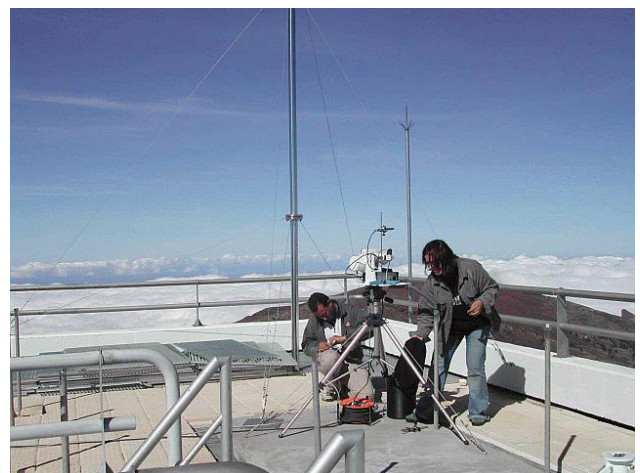


Figura 11. Instalación de sensores de luz y fibras ópticas de un espectroscopio óptico de absorción diferencial (DOAS) en la terraza de la torre del Observatorio de Izaña.

ción, ozono, gases de efecto invernadero y muchos otros componentes traza.

El observatorio es sede del RBCC-E (Regional Brewer Calibration Centre for Europe) de la Organización Meteorológica Mundial (WMO) y tiene un brillante futuro en la misión de validación y calibración de sensores de satélites. A este respecto, la colaboración con la Agencia Espacial Europea ESA) está actualmente en marcha.

Izaña forma parte de la red de infraestructuras que permiten que la AEMET, como Servicio Meteorológico Nacional, lleve a cabo la prestación de servicios meteorológicos y climatológicos y el apoyo al ejercicio de políticas públicas, en plena colaboración y cooperación con las Comunidades Autónomas y otras administraciones, así como al ejercicio de actividades privadas, contribuyendo con ello a la seguridad de personas y bienes, y al bienestar y desarrollo sostenible de la sociedad española.

## REFERENCIAS

- [1] [http://www.aemet.es/es/noticias/2016/04/Centenario\\_Izana](http://www.aemet.es/es/noticias/2016/04/Centenario_Izana)
- [2] <http://izana100.aemet.es>
- [3] Fernando de Ory en: <http://izana100.aemet.es/historia.html>
- [4] <http://izana100.aemet.es/galeria.html>
- [5] Fernando de Ory en: <http://izana.aemet.es/images/stories/news/imgnews2016/IzanaHistoria.pdf>
- [6] Fernando de Ory en: [http://izana.aemet.es/index.php?option=com\\_content&view=article&id=89&Itemid=103&lang=es](http://izana.aemet.es/index.php?option=com_content&view=article&id=89&Itemid=103&lang=es)

Enrique Teso Vilar  
*Profesor Jubilado*  
*Facultad de Ciencias*