

RAFAEL RODRIGO

**Secretario general de Coordinación de Política Científica
del Ministerio de Ciencia**

**General Secretary for the Coordination of Scientific Policy
of the Ministry of Science**

FIRMA INVITADA

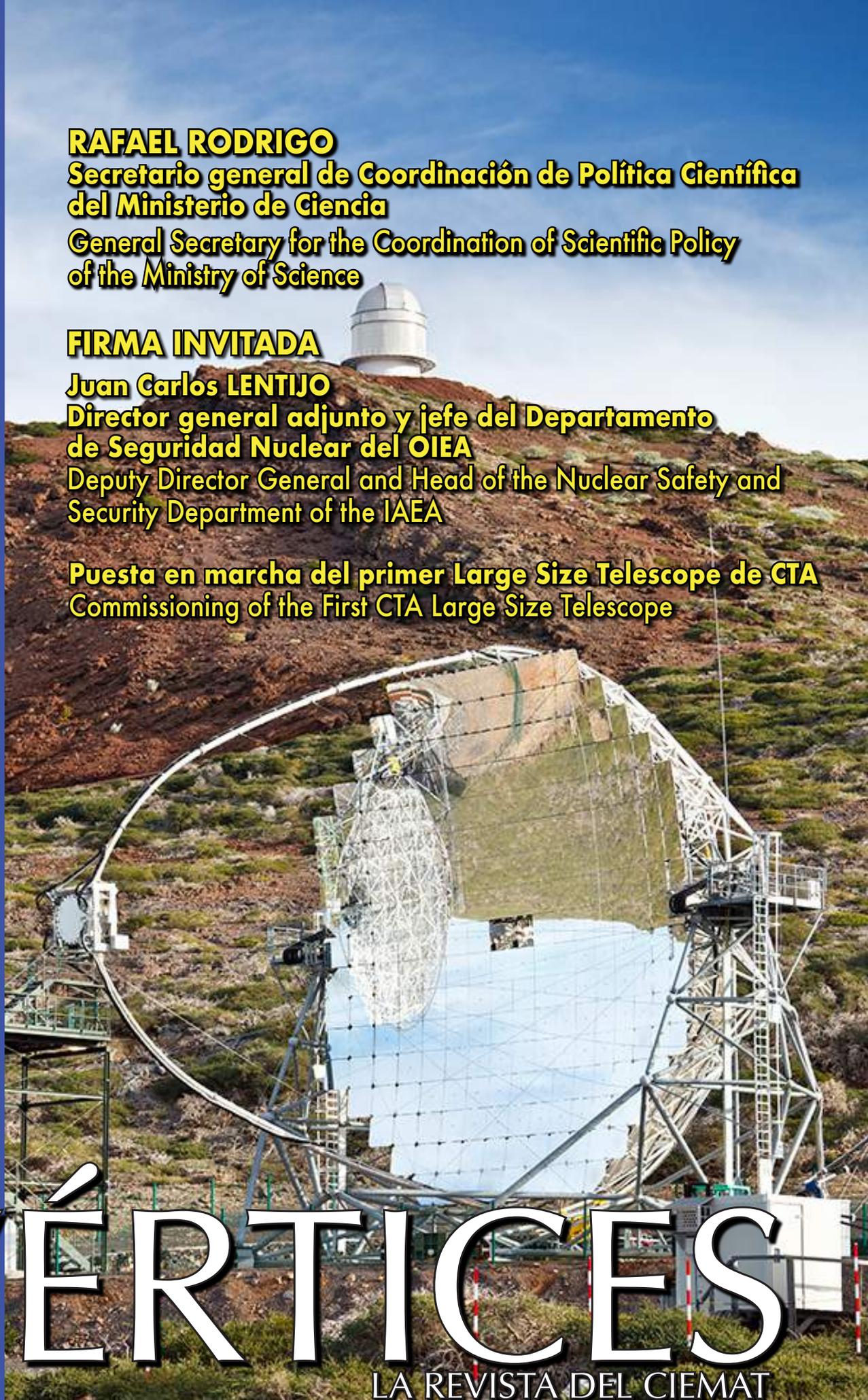
Juan Carlos LENTIJO

**Director general adjunto y jefe del Departamento
de Seguridad Nuclear del OIEA**

**Deputy Director General and Head of the Nuclear Safety and
Security Department of the IAEA**

Puesta en marcha del primer Large Size Telescope de CTA

Commissioning of the First CTA Large Size Telescope



VÉRTICES

LA REVISTA DEL CIEMAT



VÉRTICES

LA REVISTA DEL CIEMAT

Editorial

Secretaría general del CIEMAT.
General Secretariat of CIEMAT.

3

- Proyecto Aeromet: de la metrología a la calidad del aire y el cambio climático.
- AEROMET Project: From Metrology to Air Quality and Climate Change.

- Francisco José Gómez Moreno

32

Entrevista

- Rafael RODRIGO MONTERO
Secretario general de Investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación.
Secretary General for Research of the Ministry of Science and Innovation.

6

Firma invitada

35

- Juan Carlos LENTIJO
Director general adjunto y jefe del Departamento de Seguridad Nuclear del OIEA.
Deputy Director General and Head of the Nuclear Safety and Security Department of the IAEA.

El CIEMAT

- Noticias
- News

11

I+D+i en España y el Mundo

40

Artículos de fondo

- Puesta en marcha del primer Large Size Telescope de CTA.
- Commissioning of the First CTA Large Size Telescope.

- Carlos José Delgado Méndez

24

Nuestros profesionales

45

- Juan Esteban CARRASCO GARCÍA
Jefe de la Unidad de Biomasa del CIEMAT.
Head of the Biomass Unit at CIEMAT.

- Proyecto Soteria (Safe IOnG-TERm operation of light water reactors based on Improved understanding of radiation effects in nuclear structural mAterials).
- SOTERIA (Safe IOnG-TERm operation of light water reactors based on Improved understanding of radiation effects in nuclear structural mAterials) Project.

- Marta Serrano García

28

Publicaciones

54

www.ciemat.es

EDITA:

CIEMAT

Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas.

Avenida Complutense, 40
28040 Madrid (España).
Tel.: +34 91 346 60 00/01 (centralita).
Fax: +34 91 346 60 05 (central).
E-mail: revista@ciemat.es

www.ciemat.es/portal.do?IDM=226&NM=3

DIRECTOR GENERAL: Carlos Alejalde Losilla

COMITÉ CIENTÍFICO-TÉCNICO:

Coordinadora: Margarita Vila Pena.
Vocales: Mercedes Ballesteros Perdices, Begoña Bermejo Parrilla, Gonzalo de Diego Velasco, Fco. Javier Domínguez Bravo, Enrique Ferrando González, M. Isabel García Cortes, Ana María González Leiton, Marcos Lafoz Pastor, Fernando Martín Llorente, Jesús Puerta Pelayo, Isabel Redondo Esteban y Eva María Vaquero Ortiz.

COORDINACIÓN Y EDICIÓN: Grupo Senda
C/ Capitán Haya, 56 - 28020 Madrid.
Tel.: +34 91 373 47 50 - Fax: +34 91 316 91 77
E-mail: revistaciemat@gruposenda.es

PUBLICIDAD: Grupo Senda
E-mail: publicidad@gruposenda.es

ARCHIVO FOTOGRÁFICO: CIEMAT-GRUPO SENDA.
ISSN: 2659-6385
NIPO: 832-20-002-9

Proyecto Aeromet: de la metrología a la calidad del aire y el cambio climático

AEROMET Project: From Metrology to Air Quality and Climate Change

Francisco Javier Gómez Moreno. Unidad de Caracterización de la Contaminación Atmosférica y COP, Departamento de Medio Ambiente. CIEMAT / Air Pollution Characterization and POP Unit, Department of the Environment. CIEMAT.

La medida de las partículas de aerosol atmosférico es vital para proteger la calidad del aire, la salud humana y para la investigación en los efectos del cambio climático. Aunque actualmente se utilicen métricas tales como PM_{10} y $PM_{2.5}$, el nivel de incertidumbre en la métrica del aerosol es demasiado alto y la trazabilidad es insuficiente. El proyecto Aeromet tiene como objetivo implementar mejoras en la incertidumbre en las medidas de la masa de las partículas, su tamaño y su concentración numérica y también en la caracterización de sus componentes químicos regulados. En este proyecto, participan 22 instituciones europeas incluyendo al CIEMAT que colabora en el desarrollo de procedimientos de calibración para espectrómetros de movilidad, instrumentos en los que tiene muchos años de experiencia.

Las partículas en suspensión (aerosoles) son un contaminante atmosférico clave en relación al cambio climático y en calidad del aire por sus efectos adversos sobre la salud. La medida de la calidad del aire es obligatoria para los estados miembros de la UE tanto de la concentración másica de partículas como de sus componentes. La métrica más importante para medir las partículas en aire es su concentración másica, más específicamente en las fracciones PM_{10} y $PM_{2.5}$, es decir, las concentraciones de las partículas menores de 10 y 2.5 micras respectivamente. Existen límites legales establecidos en Europa para ambas fracciones, que llevan asociados planes locales, regionales y nacionales de actuación cuando dichos límites se superan. Estas actuaciones se basan en la calidad de los datos de las estaciones de medida, por lo que es necesario garantizar la calidad de estas y de la metodología aplicada.

También hay que tener en cuenta que la métrica de la concentración másica de aerosoles es demasiado gruesa para el propósito de entender sus fuentes, sus efectos sobre la salud y sobre el clima. Para esto es necesario usar otras métricas de alta resolución temporal como son la distribución de tamaños de partículas y su concentración numérica, lo que afecta especialmente a las partículas ultrafinas para las que estas métricas no están todavía bien establecidas. En algunas de las normas fundamentales (ISO 15900:2009 e ISO 27891:2012) se pueden encontrar conceptos generales para la calibración y medida de la concentración numérica y tamaño de partícula que se están adaptando a las necesidades relacionadas con el medio atmosférico, en el que se desenvuelven las redes que miden la calidad del aire.

El proyecto Aeromet (*Aerosol Metrology for Atmospheric Science and Air Quality*) (2017-2020) es un proyecto europeo de Empir (*European Metrology Programme for Innovation and Research*), que está integrado en H2020. En él participan 22 instituciones y empresas de toda Europa representando a 15 países y está coordinado por

The measurement of atmospheric aerosol particles is vital to protect air quality, human health, and for research on the effects of climate change. Although metrics such as PM_{10} and $PM_{2.5}$ are currently used, the level of uncertainty in the aerosol metric is too high and traceability is insufficient. The AEROMET project aims to implement improvements in the uncertainty in the measurements of particle mass, their size, and their numerical concentration, and also in the characterization of their regulated chemical components. 22 European institutions participate in this project, including CIEMAT, which collaborates in the development of calibration procedures for mobility spectrometers, instruments which it has many years of experience.

Suspended particles (aerosols) are a key air pollutant in relation to climate change and air quality due to their adverse health effects. The measurement of air quality is mandatory for EU member states for both the mass concentration of particles and their components. The most important metric for measuring airborne particles is their mass concentration, more specifically in PM_{10} and $PM_{2.5}$ fractions, that is, particle concentrations less than 10 and 2.5 microns respectively. There are legal limits established in Europe for both fractions, which have associated local, regional, and national action plans when these limits are exceeded. These actions are based on the quality of the data from the measuring stations, so it is necessary to guarantee their quality and the methodology applied.

It should also be taken into consideration that the aerosol mass concentration metric is too broad for the purpose of understanding its sources, and its effects on health and climate. For this, it is necessary to use other high temporal resolution metrics such as the distribution of particle sizes and their numerical concentration, which especially affects ultrafine particles, for which these metrics are not yet well established. In some of the fundamental standards (ISO 15900: 2009 and ISO 27891: 2012), general concepts for the calibration and measurement of the numerical concentration and particle size can be found that are being adapted to the needs related to the atmospheric environment, in which the networks that measure the quality of the air are developed.

The AEROMET project (Aerosol Metrology for Atmospheric Science and Air Quality) (2017-2020) is a European EMPIR (European Metrology Program for Innovation and Research) project, which is integrated into H2020. It involves 22 institutions and companies from all over Europe, representing 15 countries, and it is coordinated by the PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Germany), with CIEMAT as the only Spanish representative.

The AEROMET project aims to implement improvements in a) the uncertainty of measures of numerical concentra-



Imagen 30. Laboratorio de calibración de los instrumentos MPSS en TROPOS (Leipzig, Alemania). El primer equipo de la izquierda corresponde al CIEMAT.

Image 30. MPSS instruments calibration laboratory at TROPOS (Leipzig, Germany). The first equipment on the left corresponds to CIEMAT.

el PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Alemania) siendo el CIEMAT el único representante español.

El proyecto Aeromet tiene como objetivo implementar mejoras en a) la incertidumbre de las medidas de concentración numérica, másica y de tamaños de las partículas atmosféricas y b) la caracterización de componentes regulados en las partículas del aire. El proyecto consta de cinco paquetes técnicos de trabajo y dos generales de creación de impacto y coordinación del proyecto. El CIEMAT participa activamente en dos de ellos. El primero es el paquete técnico relacionado con el establecimiento de procedimientos específicos de calibración para los Espectrómetros de Tamaños de Partícula por Movilidad (MPSS) midiendo partículas atmosféricas y la provisión de instalaciones de calibración para Contadores de Partículas por Condensación (CPC). El segundo es el paquete correspondiente a la divulgación de resultados, donde el CIEMAT ha contribuido principalmente a través de la coordinación y participación en la Redmaas (Red Española de DMA Ambientales), principales interesados a nivel nacional en los procedimientos relacionados con los MPSS.

La Unidad de Caracterización de la Contaminación Atmosférica y COP lleva mucho tiempo trabajando con MPSS y CPC. Los MPSS son la combinación de Analizadores Diferenciales de Movilidad (DMA) y de CPC. Estos instrumentos se utilizan para la medida de la distribución de tamaños y la concentración numérica de partículas en el rango submicrométrico. Para la calibración del tamaño de las partículas (DMA) existe un patrón primario, partículas de látex, pero para el caso del CPC (concentración numérica) y del MPSS (distribución de tamaños) no existe tal patrón. Para el caso de la concentración numérica, la norma permite comparar los CPC con un instrumento de referencia, normalmente un electrómetro de aerosoles para los rangos bajos de concentración y que ha sido previamente intercomparado con patrones primarios de corriente eléctrica u otro

tion, mass, and size of atmospheric particles and b) the characterization of regulated components in air particles. The project consists of five technical work packages and two general impact creation and project coordination packages. CIEMAT actively participates in two of them. The first is the technical package related to the establishment of specific calibration procedures for Mobility Particle Size Spectrometers (MPSS) measuring atmospheric particles and the provision of calibration facilities for Condensation Particle Counters (CPC). The second is the package corresponding to the dissemination of results, where CIEMAT has contributed mainly through coordination and participation in RED-

MAAS (Spanish Network

of Environmental DMAs), the main national stakeholders in procedures related to MPSS.

The Air Pollution and POP Characterization Unit has been working with MPSS and CPC for a long time. MPSS are the combination of Differential Mobility Analyzers (DMA) and CPC. These instruments are used to measure the size distribution and the numerical concentration of particles in the submicron range. For particle size calibration (DMA), there is a primary standard, latex particles, but in the case of CPC (numerical concentration) and MPSS (size distribution), there is no such pattern. In the case of numerical concentration, the standard makes it possible to compare CPCs with a reference instrument, usually an aerosol electrometer for low concentration ranges and which has previously been compared with primary patterns of electric current or another previously compared CPC. In the case of MPSS, a similar system is made comparing its measurements with a reference MPSS.

A comparison of MPSS has been organized within AEROMET where a CPC calibration has been included. This campaign was held from November 13 to 17, 2017 at the facilities of the TROPOS laboratory (Leibniz Institute for Tropospheric Research, Leipzig), coordinator of this work package. In addition to CIEMAT and TROPOS (Germany), the NPL (United Kingdom), the University of Lund (Sweden), the LNE (France), and METAS (Switzerland) participated in this exercise.

For CIEMAT, participation in this inter-comparison was especially useful. On the one hand, two of its CPCs were recalibrated and, on the other, the correct functioning of the DMA and the MPSS was confirmed. This allowed these instruments to be used as reference systems in inter-comparisons carried out at the institution level and outside it, for example in REDMAAS.

A critical point for nanometric particles is the choice of correction of the diffusion loss model to be used with the data. There are several possibilities that incorporate each of the available analysis programs, both supplied by the instrument manufacturer (TSI), and programmed by the users (for example, the TROPOS version). Image 31 shows the main results obtained with the various TSI programs

CPC previamente comparado. Para el caso del MPSS, se realiza un sistema parecido comparando sus medidas con un MPSS de referencia.

Dentro de Aeromet se ha organizado una intercomparación de MPSS donde se ha incluido una calibración de CPC. Esta campaña se realizó del 13 al 17 de noviembre de 2017 en las instalaciones del laboratorio Tropos (Leibniz Institute for Tropospheric Research, Leipzig), coordinador de este paquete de trabajo. Además del CIEMAT y de Tropos (Alemania) participaron en este ejercicio el NPL (Reino Unido), la Universidad de Lund (Suecia), el LNE (Francia) y Metas (Suiza).

Para el CIEMAT la participación en esta intercomparación fue especialmente útil. Por un lado se recalibraron dos de sus CPC y por otro se confirmó el correcto funcionamiento del DMA y del MPSS. Esto permitió utilizar estos instrumentos como sistemas de referencia en intercomparaciones realizadas a nivel de institución y fuera de ella, por ejemplo en la Redmaas.

Un punto crítico para las partículas nanométricas es la elección de la corrección del modelo de pérdidas por difusión, a utilizar con los datos. Existen varias posibilidades que incorporan cada uno de los programas de análisis disponibles, tanto suministrados por el fabricante del instrumento (TSI), como programado por los usuarios (por ejemplo la versión de Tropos). En la Imagen 31 se observan los principales resultados obtenidos con las diversos programas de TSI utilizados. En esta imagen se presenta la distribución medida con el MPSS de referencia de Tropos y se compara con la distribución medida con el MPSS del CIEMAT, mostrando la curva sin corrección y con ella. Se observa que la corrección V9 es la más adecuada de todas las mostradas. Hay que comentar que utilizando la corrección de Tropos la curva obtenida (no mostrada en la imagen) fue muy similar a la del MPSS de referencia. Esta imagen muestra la importancia de la elección de la corrección por pérdidas por difusión en el equipo.

El CIEMAT, como responsable de la red nacional Redmaas ha transmitido a los miembros de esta red la información obtenida en Aeromet. En la última reunión de Redmaas se mostraron los resultados obtenidos en la intercomparación y se discutieron los mejores modelos de pérdidas por difusión.

Otro paquete de trabajo altamente interesante ha sido el desarrollo de un método de referencia reproducible para la medida de la concentración másica PM_{10} y $PM_{2,5}$, que son las fracciones de tamaño de partículas que están reguladas y que debido al alto número de sistemas de medida instalados en las estaciones de calidad del aire en toda Europa, se espera tenga una gran acogida por los usuarios. Se ha diseñado para generar un aerosol representativo del que existe en Europa sintetizando las diferentes propiedades según su origen. En un tercer paquete se han establecido métodos trazables para la determinación de los principales componentes químicos de la materia particulada tales como carbono orgánico y total, metales, etc. Los dos últimos paquetes técnicos han estado enfocados a aplicar técnicas móviles espectroscópicas de rayos X combinadas con técnicas de muestreo para cuantificar la composición química de las partículas en campo. Los buenos resultados obtenidos han permitido la presentación de una propuesta para realizar una segunda fase del proyecto donde el CIEMAT participa en el paquete de trabajo relacionado con el estudio de instrumentación portátil para la caracterización del aerosol atmosférico.

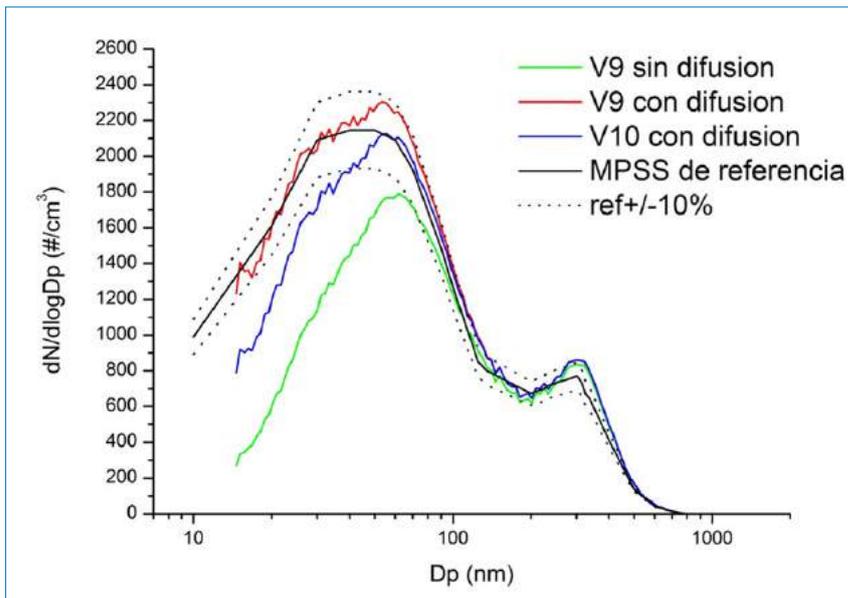


Imagen 31. Comparación de las medidas realizadas por el MPSS del CIEMAT con el MPSS de referencia. Se han utilizado diferentes correcciones por pérdidas de partículas por difusión en el instrumento. La curva V9 sin corrección por difusión corresponde con la línea base, sin ninguna corrección. De las posibles correcciones existentes la V9 con corrección es la más cercana.

Image 31. Comparison of the measurements carried out by the CIEMAT MPSS with the reference MPSS. Different corrections for particle losses due to diffusion in the instrument have been used. The V9 curve without diffusion correction corresponds to the baseline, without any correction. Of the possible existing corrections, the V9 with correction is the closest.

used. This image shows the distribution measured with the reference TROPOS MPSS and is compared with the distribution measured with the CIEMAT MPSS, showing the curve without correction and with it. It is observed that the V9 correction is the most suitable of all those shown. It should be noted that when using the TROPOS correction, the curve obtained (not shown in the image) was very similar to that of the reference MPSS. This image shows the importance of choosing the correction for diffusion losses in the equipment.

CIEMAT, as head of the national REDMAAS network, has conveyed the information obtained in AEROMET to the members of this network. At the last REDMAAS meeting, the results obtained in the inter-comparison were shown and the best models of diffusion losses were discussed.

Another highly interesting work package has been the development of a reproducible reference method for measuring PM_{10} and $PM_{2,5}$ mass concentration, which are the particle size fractions that are regulated, and that due to the high number of measurement systems installed in air quality stations throughout Europe, it is expected to be very well received by users. It has been designed to generate a representative aerosol of that existing in Europe by synthesizing the different properties according to their origin. In a third package, traceable methods have been established for the determination of the main chemical components of particulate matter such as total organic carbon, metals, etc. The last two technical packages have been focused on applying mobile X-ray spectroscopic techniques combined with sampling techniques to quantify the chemical composition of particles in the field. The good results obtained have allowed for the presentation of a proposal to carry out a second phase of the project where CIEMAT will participate in the work package related to the study of portable instrumentation for the characterization of atmospheric aerosol.