

INFORME ANUAL **2016**



AEMet
Agencia Estatal de Meteorología



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



Aviso Legal: los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente y la fecha, en su caso, de la última actualización

Edita:

© Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente
Agencia Estatal de Meteorología
Madrid, 2017

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:
<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

NIPO: 014-17-007-4

Diseño, maquetación e impresión:
Advantia, Comunicación Gráfica, S.A.
Tel.: 91 471 71 00

Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)
C/ Leonardo Prieto Castro, 8
28040 Madrid
<http://www.aemet.es/>



@Aemet_Esp



<https://www.facebook.com/AgenciaEstatalMeteorologia>



Agencia Estatal de Meteorología

INFORME ANUAL **2016**



Madrid, 2017

Índice de contenidos



p. Presentación	6		
1. Características climáticas	8		
1.1. Temperatura	8		
1.2. Precipitación	10		
2. Logros destacados en 2016	12		
3. Principales cifras e indicadores 2016	14		
3.1. Cifras clave	14		
3.2. Indicadores	15		
4. Servicio público	16		
4.1. Apoyo a la seguridad frente a fenómenos meteorológicos adversos	16		
4.1.1. Colaboración con Portugal en el ámbito de los incendios forestales	16		
4.2. El servicio a la navegación aérea	17		
4.2.1. Certificación del sistema de gestión de calidad según ISO 9001:2015	17		
4.2.2. Plan empresarial para el periodo 2017-21	18		
4.2.3. Colaboración con usuarios aeronáuticos	20		
4.2.4. Avances en la implantación del METAR AUTO	23		
4.2.5. Convenios con pilotos y controladores para mejorar el uso de información meteorológica y contribuir a la seguridad	23		
4.3. Apoyo a la defensa	24		
4.4. Apoyo al transporte terrestre y marítimo	25		
4.4.1. Nuevos productos para incrementar la eficiencia en el transporte por carretera	25		
4.4.2. Intercambio de experiencias en el ámbito de la meteorología marítima	27		
4.4.3. Apoyo meteorológico a la Regata de Grandes Veleros "Tall Ships Races 2016"	28		
5. Actividades clave	30		
5.1. Observación e infraestructuras	30		
5.1.1. Reunión TECO 2016	30		
5.1.2. Tecnologías de la información y las comunicaciones	31		
5.2. Predicción y vigilancia	32		
5.2.1. Modelo de predicción numérica no hidrostático HARMONIE-AROME	32		



5.2.2. Contribución a la gestión de una situación de contaminación por el incendio de un depósito de neumáticos	33
5.3. Investigación y desarrollo	35
5.3.1. Publicación de datos meteorológicos de la Antártida	35
5.3.2. El Centro de Investigación Atmosférica de Izaña celebra su centenario	37
5.3.3. El SAF de Nowcasting garantiza su continuidad hasta 2022	41
5.4. Servicios climáticos	44
5.4.1. Predicciones estacionales para el apoyo a la gestión de embalses	44
5.4.2. Taller COPERNICUS	46
5.4.3. CLIMPY y la investigación climática en el área pirenaica	47
5.5. Participación en proyectos de investigación nacionales e internacionales	48
5.6. Comunicación y difusión de datos e información	51
5.6.1. Continúa mejorando el posicionamiento en las redes sociales y en internet	51
5.6.2. Meteoescuela	53

5.6.3. AEMET facilita el acceso a su información meteorológica y climatológica para su reutilización (OpenData)	54
---	----

6. La dimensión internacional 56

6.1. Participación en organismos internacionales	56
6.2. Cooperación al desarrollo	58
6.3. Relaciones bilaterales	60
6.4. Contribuciones internacionales	61

7. Actividades de apoyo 62

7.1. Formación y enseñanza	62
7.1.1. Plan Anual de Formación	62
7.1.2. Clausura de la primera edición del Curso Iberoamericano de Formación de Meteorólogos	63
7.2. Gestión económica	65
7.3. Gestión de recursos humanos	66

A1. Anexo 1. Publicaciones científicas y técnicas (con revisión por pares) 68

A2. Anexo 2. Publicaciones del catálogo de AEMET 70

P

Presentación

La Agencia Estatal de Meteorología, AEMET, es un organismo público de los regulados en la Ley 28/2006, de 18 de julio, de agencias estatales para la mejora de los servicios públicos, adscrita al Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, a través de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente. Tiene su sede en Madrid y está presente en las 17 comunidades autónomas del Estado español.

AEMET, como Servicio Meteorológico Nacional, tiene como misión “el desarrollo, implantación, y prestación de los servicios meteorológicos de competencia del Estado y el apoyo al ejercicio de otras políticas públicas y actividades privadas, contribuyendo a la seguridad de personas y bienes, y al bienestar y desarrollo sostenible de la sociedad española”.

Para suministrar estos servicios con un alto nivel de calidad y que satisfagan las necesidades de sus usuarios, AEMET, al igual que todos los servicios meteorológicos nacionales, debe desarrollar, mantener y mejorar una infraestructura tecnológica y científica altamente especializada y dotarse de personal experto capaz de gestionar y operar los diferentes procesos.

El espectro de actividades que desarrolla AEMET es amplio y abarca desde el despliegue y mantenimiento de las distintas redes de observación, la recogida, proceso y almacenamiento de datos climáticos, el desarrollo de modelos numéricos de predicción, la predicción del tiempo, hasta el desarrollo de servicios climáticos, destacando la elaboración de proyecciones climáticas y de índices para la vigilancia del clima. Además, dedica importantes recursos al fomento de la divulgación de la meteorología y el clima en la sociedad.

Con objeto de que la prestación de los servicios sea sostenible y a su vez se adapte a las cambiantes necesidades de sus usuarios, AEMET



dispone de un plan estratégico 2016-18 basado en los siguientes principios:

- **Un servicio con altos niveles de calidad**, orientado al ciudadano y a entidades e instituciones públicas y privadas, con innovaciones y mejoras permanentes para alcanzar a todos los sectores en los que la información sobre el tiempo y el clima es fundamental.
- **Una gestión eficiente de los recursos públicos** necesarios para la prestación de los servicios asumidos, impulsando proyectos de automatización de la producción que permitan la adaptación a las necesidades cambiantes de los usuarios, manteniendo la calidad de los servicios.

Este informe anual, además de hacer una exposición resumida de los principales logros alcanzados y actividades desarrolladas a lo largo de 2016, tiene por objeto informar a todos los ciudadanos, en una política obligada en el contexto actual de evaluación de la eficiencia y efectividad de los servicios públicos, de cuál ha sido la evolución de los principales indicadores de prestación y mejora de la gestión.

Los avances promovidos para mejorar la difusión y la reutilización de la información meteorológica y climatológica de la Agencia, en el marco del Plan de medidas de impulso de la reutilización de la información, aprobado por la Agencia en 2015, han sido uno de los aspectos destacados en 2016. La

información que genera y custodia AEMET constituye un importante recurso para promover la economía del conocimiento y de la sociedad de la información; la reutilización y la puesta a disposición de esta información con fines privados o comerciales, favorece la circulación de información hacia los agentes económicos, los infomediarios y la ciudadanía, con el fin de fomentar el crecimiento económico, el compromiso social y la transparencia. Como resultado de estos avances, se puso a disposición del público el sistema "AEMET Open-Data", centro de descargas disponible en <https://opendata.aemet.es>. El sistema permite a todo tipo de usuarios el acceso gratuito a gran cantidad de datos, utilizando estándares abiertos, así como, en su caso y de forma complementaria, estándares de uso generalizado por los ciudadanos.

También para impulsar la reutilización de la información se ha fortalecido en 2016 Arcimís, el Archivo Climatológico y Meteorológico Institucional de la Agencia, convirtiéndose en el depósito institucional avanzado, de acceso abierto, que reúne, conserva y difunde los documentos resultantes de la actividad científica, institucional y docente de AEMET, incluyendo también el patrimonio bibliográfico digitalizado por la Biblioteca. Los fondos añadidos durante 2016 han sido muy significativos, habiéndose alojado en el repositorio más de 6.500 documentos, con el objetivo de garantizar la preservación y el acceso a largo plazo de los contenidos almacenados.

1

Características climáticas

1.1

Temperatura

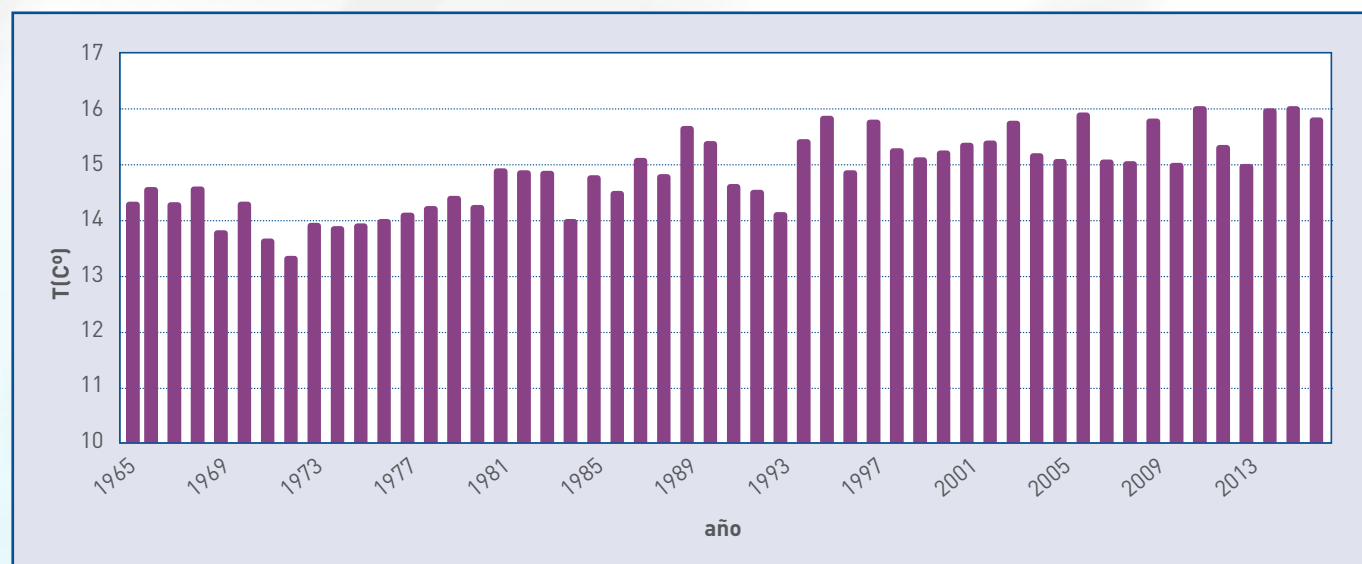
El año 2016 fue muy cálido en España, con una temperatura media de 15,8 °C, valor que supera en 0,7 °C al normal (período de referencia 1981-2010). Se ha tratado del sexto año más cálido desde el comienzo de la serie en 1965 y el quinto más cálido de lo que llevamos de siglo XXI.

Es significativo resaltar que, a nivel mundial, 2016 fue el año más cálido del que se tenga constancia: registró una temperatura media de 1,1 °C por encima de los niveles preindustriales. Este ascenso estuvo acompañado por las más altas temperaturas medias de la superficie del mar registradas hasta ahora, por el continuado ascenso del nivel del mar y por la disminución de la extensión de los hielos marinos del Ártico.

En España, el año tuvo carácter muy cálido o extremadamente cálido en Cataluña, Valencia, Murcia y centro y este de Andalucía, y entre cálido y muy cálido en el resto de la Península y Baleares. Las anomalías térmicas se situaron en la mayoría de las zonas entre 0,5 °C y 1 °C, superándose el valor de 1 °C en algunos puntos de la costa mediterránea y del Pirineo. En Canarias el año resultó cálido en promedio, con anomalías en general inferiores a 0,5° C.

El año comenzó con un mes de enero extremadamente cálido, el más cálido desde el comienzo de la serie. La temperatura media mensual superó en más de 2 °C los valores medios normales en gran parte de la España peninsular y de los dos archipiélagos. La primavera, en cambio, tuvo un carácter frío, con una temperatura media 0,5 °C inferior a la media de la estación. El verano resultó muy cálido, siendo el

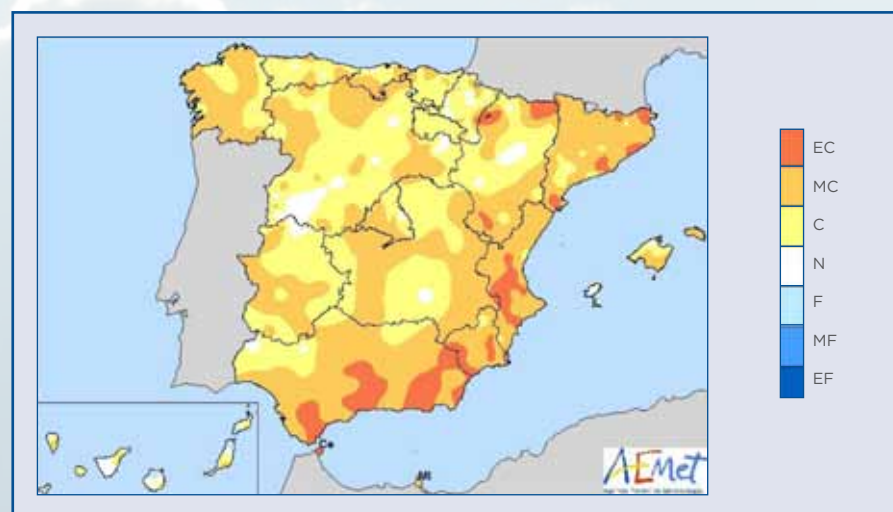
Serie de temperaturas medias anuales en España desde 1965



tercero más cálido desde 1965, con una temperatura media que quedó 1,2 °C por encima de la media, mientras que el otoño tuvo también un carácter muy cálido, con una temperatura media 0,9 °C por encima de la media. El mes de diciembre tuvo en conjunto un carácter cálido, con una temperatura media sobre España 0,6 °C superior a la media de este mes.

Durante 2016 destacó el episodio de temperaturas anormalmente elevadas de comienzos de septiembre, el cual afectó principalmente al área peninsular y a Baleares, y que tuvo su máximo de intensidad

Carácter de la temperatura - año 2016



EC= Extremadamente cálido: las temperaturas sobrepasan el valor máximo registrado en el periodo de referencia 1981-2010.

MC= Muy cálido: $f < 20\%$. Las temperaturas registradas se encuentran en el intervalo correspondiente al 20% de los años más cálidos.

C= Cálido: $20\% \leq f < 40\%$.

N= Normal: $40\% \leq f < 60\%$. Las temperaturas registradas se sitúan alrededor de la mediana.

F= Frío: $60\% \leq f < 80\%$.

MF= Muy frío: $f \geq 80\%$.

EF= Extremadamente frío: las temperaturas no alcanzan el valor mínimo registrado en el periodo de referencia 1981-2010.

entre los días 3 y 7 de septiembre. En dicho periodo, se superaron los valores máximos absolutos de septiembre en 36 observatorios principales, superándose el anterior valor máximo en más de 3° C en varias estaciones. Así mismo, en numerosos observatorios la temperatura más alta de todo el verano astronómico se registró durante este episodio, destacando los 45,4° C registrados en el observatorio de Córdoba Aeropuerto el 6 de septiembre, los 44,8° C de Sevilla Aeropuerto el día 5 y los 44,6° C de Murcia, también el 5 de septiembre. En muchos observatorios de la mitad sur peninsular, así como en algunas estaciones del interior de Galicia, las temperaturas máximas se situaron por encima de los 40° C durante este episodio.

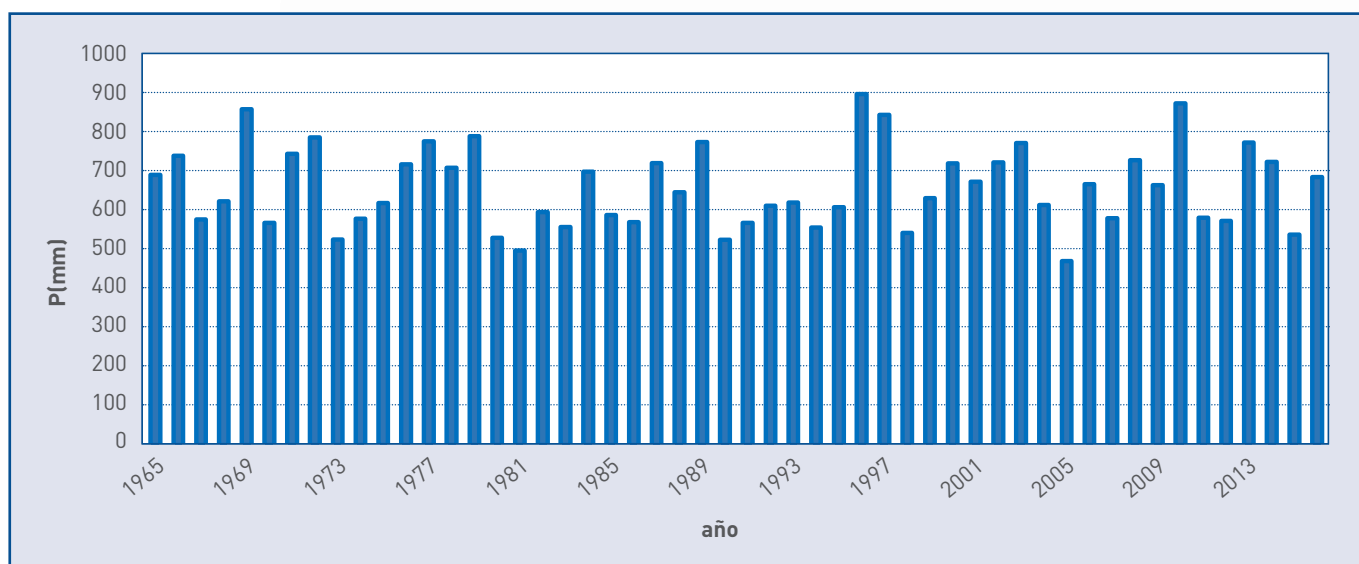
1.2

Precipitación

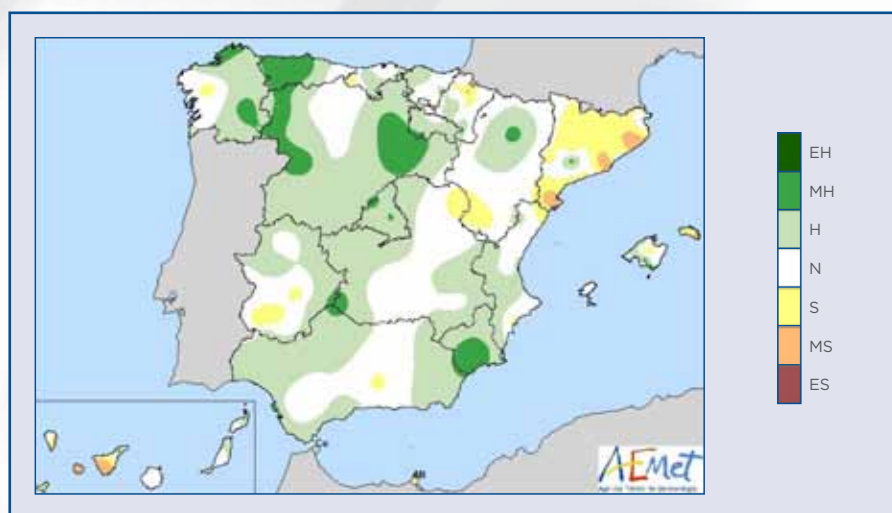
2016 fue húmedo en el conjunto de España. La precipitación media estuvo en torno a 682 mm, lo que supone un 5% más que el valor normal según el periodo de referencia 1981-2010. Esta pequeña anomalía positiva se debe principalmente a que en los primeros cinco meses del año el acumulado de precipitación superaba al valor normal en más de un 40%, mientras que en los meses posteriores a mayo tan sólo resultó ser húmedo el mes de noviembre.

Las precipitaciones superaron los valores normales en gran parte del territorio peninsular, en el sur de Mallorca, en Canarias oriental y nordeste de Tenerife, superándose en un 25 % dichos valores en el centro de Aragón, suroeste de Castilla y León, norte de Extremadura, en un área

Serie de precipitaciones medias anuales sobre España desde 1965



Carácter de la precipitación - año 2016



EH= Extremadamente húmedo: las precipitaciones superan el valor máximo registrado en el periodo de referencia 1981 – 2000.

MH= Muy húmedo: $f < 20\%$. Las precipitaciones se encuentran en el intervalo correspondiente al 20% de los años más húmedos.

H= Húmedo: $20\% \leq f < 40\%$.

N= Normal: $40\% \leq f \leq 60\%$. Las precipitaciones registradas se sitúan alrededor de la mediana.

S= Seco: $60\% \leq f < 80\%$

MS= Muy seco: $f \geq 80\%$.

ES= Extremadamente seco: las precipitaciones no alcanzan el valor mínimo registrado en el periodo de referencia 1981 – 2000.

que abarca parte de Murcia, Granada y Albacete, así como en diversos puntos del interior peninsular, sur de Mallorca y norte de Fuerteventura. Por el contrario, las precipitaciones fueron inferiores en más de un 25 % a los valores normales en zonas al este de Cataluña, en un área entre Tarragona y Teruel, al este de la isla de Menorca y en Canarias occidental.

Los meses de enero y febrero fueron muy húmedos, con una precipitación que superó la media en un 41 % en enero y en un 66 % en febrero. La primavera (marzo-mayo) fue en su conjunto muy húmeda con una precipitación media sobre España que quedó un 34 % por encima del valor medio normal del trimestre. Tanto en el mes de marzo como en los meses de abril o mayo las precipitaciones estuvieron por encima del valor normal, habiendo sido el mes de abril el más húmedo; destaca que en extensas áreas de las provincias de Huelva y Sevilla, así como en zonas de Extremadura y de la Comunidad de Madrid, se llegaron a triplicar los valores normales. El trimestre de verano (junio-agosto) resultó en su conjunto muy seco, con una precipitación media sobre España próxima a la mitad del valor normal. El trimestre de otoño (septiembre-noviembre) resultó en su conjunto seco. Diciembre fue en su conjunto seco, con unas precipitaciones muy desigualmente repartidas tanto espacial como en temporalmente.

Entre las situaciones que dieron lugar a precipitaciones intensas en este año cabe destacar sobre todo la que afectó entre los días 16 al 22 de diciembre a una extensa área del sureste peninsular desde Valencia hasta Almería, y a las islas de Ibiza y Mallorca. En algunos puntos al norte de Mallorca se acumularon en dicho episodio más de 450 mm y al sureste de Valencia más de 350 mm. En numerosas estaciones se superaron los valores máximos de la serie en cuanto a precipitación máxima mensual en el mes de diciembre y en cuanto a precipitación máxima diaria en dicho mes.

2 Logros destacados en 2016

Entre los principales logros alcanzados a lo largo de 2016 destacan:

Seguridad

- Intercambio y armonización de la información meteorológica y de riesgo de incendio en la zona fronteriza entre Portugal y España.



Aviación

- Elaboración del Plan empresarial para la aeronáutica para el periodo 2017-21, estableciendo los objetivos y las metas a alcanzar en relación con la prestación de servicios meteorológicos de apoyo a la navegación aérea.
- Sistema de gestión de la calidad: completado el proceso de transición a la nueva ISO 9001:2015.
- Puesta en operación el METAR AUTO en 23 aeródromos, fuera del horario operativo.
- Jornadas sobre observaciones de aeronaves AMDAR y sobre tormentas y su impacto en el transporte y la navegación aéreas.
- Convenios con pilotos y controladores para mejorar el uso de información meteorológica y contribuir a la seguridad.



Defensa

- Actuación como "Nación Líder" en meteorología en el ejercicio combinado y conjunto de la OTAN Dynamic Mercy 16.



Transporte terrestre y marítimo

- Jornadas sobre meteorología y transporte por carretera y sobre meteorología marítima.
- Apoyo meteorológico a la Regata de Grandes Veleros "Tall Ships Races 2016"



Observación

- Conferencia técnica sobre instrumentos y métodos de observación meteorológicos y medioambientales de 2016 (TECO-2016), organizada por AEMET en colaboración con la Comisión de Instrumentos y Métodos de Observación (CIMO) de la Organización Meteorológica Mundial (OMM).



Infraestructuras

- Puesta en operación del nuevo Sistema de Conmutación de Mensajes (SCM), elemento esencial para la distribución y recepción de información meteorológica.



Predicción

- Implementación del modelo no hidrostático HARMONIE-AROME, con una resolución horizontal de 2.5 km. Requiere unas 10 veces más recursos de computación que el anterior modelo, lo que ha sido posible gracias al nuevo sistema de supercomputación de la Agencia, implantado en 2015.



Servicios climáticos

- Celebración, en la sede central de la Agencia, del Taller sobre Atmósfera y Cambio Climático, organizado por AEMET y por el Centro europeo de predicción a medio plazo (ECMWF), proveedor de los servicios de monitorización atmosférica y cambio climático proporcionados por el programa COPERNICUS.
- Firma de un convenio transfronterizo para la "Caracterización de la evolución del clima y provisión de información para la adaptación en los Pirineos (CLIM'PY)", en el que participan instituciones de España, Francia y Andorra.
- Marco Mundial de Servicios Climáticos: desarrollo de un servicio climático de apoyo a la gestión de los embalses utilizando predicciones estacionales (proyecto S-ClimWaRe enmarcado en EUPORIAS).



I+D+i

- Celebración del centenario del Observatorio de Izaña, que entró a formar parte del reducido grupo de estaciones centenarias de la OMM. Entre las actividades desarrolladas destacó el acto celebrado el 8 de abril en el propio Observatorio de Izaña, al que asistieron numerosas personalidades internacionales del mundo de la meteorología.
- Firma del Acuerdo Marco EUMETSAT-AEMET para la extensión de las actividades del SAF de Nowcasting hasta 2022. En esta nueva fase el Servicio Meteorológico de Rumania pasa a ser un nuevo miembro del consorcio del SAF de Nowcasting, junto con AEMET y los Servicios Meteorológicos de Francia, Austria y Suecia.
- Publicación de los datos meteorológicos recogidos en las Bases Antárticas Españolas de las islas Livingston y Decepción.



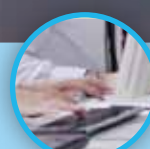
Comunicación y difusión de datos e información

- Puesta en marcha del centro de descargas "AEMET OpenData", que permite la difusión y la reutilización de la información meteorológica y climatológica de la Agencia (<https://opendata.aemet.es>)
- Desarrollo del proyecto Meteoescuela (<http://www.meteoescuela.es>), en colaboración con la Consejería de Educación Cultura y Deporte del Gobierno de Cantabria, dirigido al alumnado de quinto y sexto de Educación Primaria y a todos los cursos de Educación Secundaria Obligatoria.



Formación

- Clausura de la primera edición del Curso Iberoamericano de Formación de Meteorólogos, en que se ha formado a 12 meteorólogos de 10 Servicios Meteorológicos nacionales iberoamericanos.
- Primera edición del curso universitario de especialistas en Meteorología, en colaboración con la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).



3

Principales cifras e indicadores 2016

3.1 Cifras clave

Datos económicos (en euros)	2016	2015
Presupuesto final	121.995.800	119.874.152
Ejecución	80,6%	89,9%
Ingresos procedentes de la aeronáutica	28.305.479	28.377.057
Ingresos tributarios	1.192.996	1.567.107
Ingresos proyectos I+D+i	1.261.727	1.565.983
Recursos humanos	2016	2015
Personal total	1.204	1.213
En servicios centrales	392	400
En servicios periféricos	812	813
Meteorólogos	183	188
Diplomados	241	245
Personal con horario especial	709	672
Productos y servicios	2016	2015
Avisos de nivel rojo	36	33
Avisos de nivel naranja	1.451	2.269
Avisos de nivel amarillo	11.761	12.920
Certificados e informes	1.071	1.493
Páginas visitadas en la web (media diaria)	6.810.759	5.584.044
Máximo de páginas visitadas en un día	11.055.002 (26 de febrero)	9.336.517 (4 de febrero)

Redes de observación	2016	2015
Observatorios con personal propio	96	96
Estaciones meteorológicas automáticas	828	825
Estaciones con colaboradores	2.556	2.528
Pluviométricas	1.418	1.398
Termopluviométricas	1.133	1.125
Termométricas	5	5
Radares meteorológicos	15	15
Detectores de descargas eléctricas	19	19
Estaciones radiosondeo (1 en buque Esperanza del Mar)	8	8
Estaciones de medida de radiación	61	61
Espectrofotómetros Brewer	6	6
Fotómetros CIMEL	5	5
Estaciones EMEP/VAG/CAMP de medida de la contaminación de fondo	14	14
Publicaciones	2016	2015
Artículos en revistas con revisión por pares	17	28
Publicaciones del programa editorial	15	30

3.2

Indicadores

Disponibilidad y puntualidad de productos y servicios		Objetivo	2016	2015
Disponibilidad de datos de observación en tiempo real				
Disponibilidad de datos radar		87 %	98,1 % [ago]	95,5 %
Disponibilidad de datos de estaciones meteorológicas automáticas		81 %	86 %	85,8 %
Disponibilidad de mensajes sinópticos		95 %	97,3 %	95,9 %
Disponibilidad de datos ambientales				
Disponibilidad de datos de radiación		87 %	98,8 %	98,8 %
Disponibilidad de datos de ozono		82 %	98,5 %	94,1 %
Disponibilidad de datos de contaminantes		85 %	97,2 %	96,5 %
Puntualidad de productos y servicios generales				
Productos del SNP emitidos sin retraso (< 15 min)		97 %	98,1 %	97,3 %
Peticiones atendidas en plazo		100 %	89,6 %	92,6 %
Puntualidad de productos para la aviación				
Mensajes METAR recibidos en hora		98 %	99,0 %	98,8 %
Mensajes TAF corto recibidos en hora		98 %	98,2 %	98,3 %
Mensajes TAF largo recibidos en hora		98 %	98,9 %	98,9 %
Mapas SIGWX OVM Valencia con retraso ≤ 15 min		98 %	99,7 %	99,7 %
Mapas SIGWX OVM Canarias con retraso ≤ 15 min		98 %	99,7 %	99,3 %
Calidad de productos y servicios		Objetivo	Año 2016	Año 2015
Predicciones de temperaturas máximas y mínimas				
Predicciones de temperaturas máximas con error < 2°C		75 %	82,8 %	78,3 %
Predicciones de temperaturas mínimas con error < 2°C		75 %	80,4 %	78,9 %
Calidad de las observaciones climatológicas				
Datos validados incorporados al Banco nacional de datos climatológicos		93 %	95,3 %	94,3 %
Verificación del TAF				
Pronósticos TAF con un nivel de acierto BUENO		94 %	94,4 %	93,3 %
Avisos de fenómenos meteorológicos adversos			Año 2016	Año 2015
Avisos a escala provincial	Tasa de Falsas Alarmas		38 %	36 %
	Probabilidad de detección		57 %	63 %

4

Servicio público

4.1

Apoyo a la seguridad frente a fenómenos meteorológicos adversos

4.1.1.

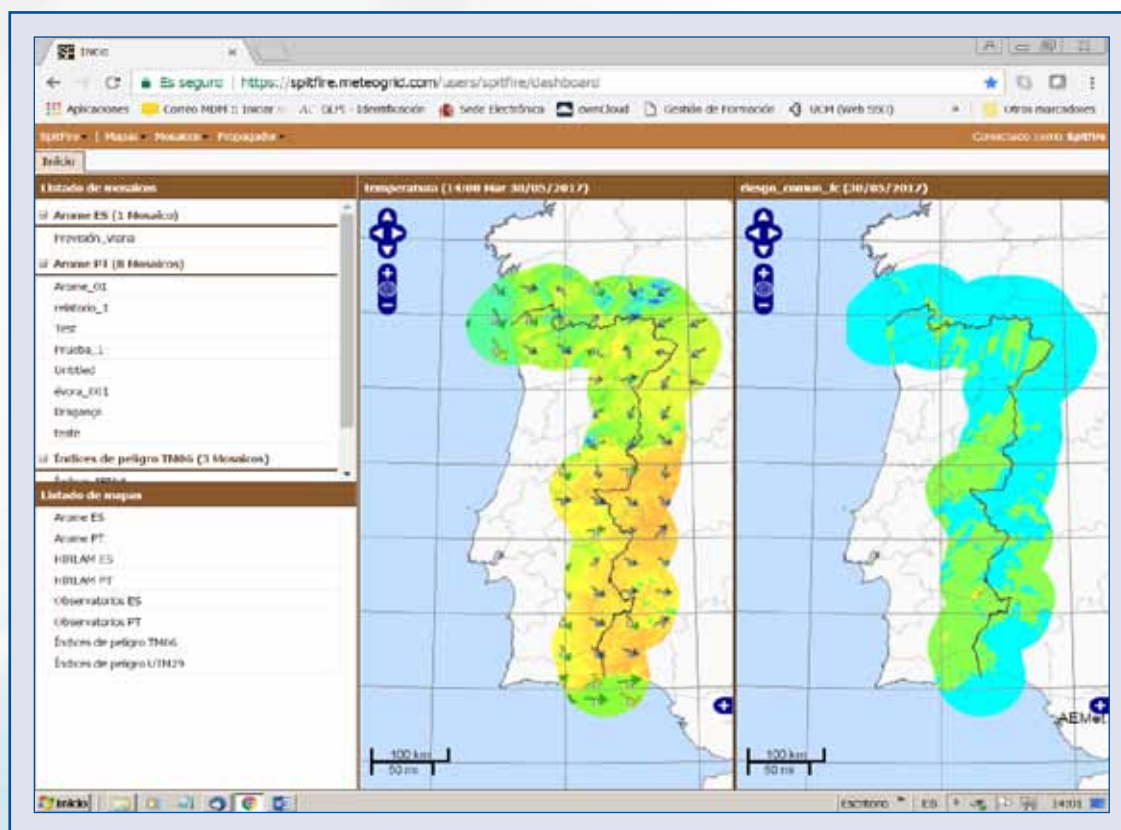
Colaboración con Portugal en el ámbito de los incendios forestales

El Proyecto SPITFIRE (Sistema de información meteorológica para las operaciones transfronterizas en incendios forestales entre Portugal y España) es un proyecto financiado por la Comunidad Europea [Agreement number ECHO/SUB/2014/693768] que tiene como objetivo aumentar la eficiencia de las operaciones de colaboración entre Portugal y España en incendios forestales transfronterizos mediante el desarrollo de una plataforma informática, Plataforma SPITFIRE, que permita el intercambio de información meteorológica sobre el riesgo de incendio armonizado para las regiones cercanas a frontera entre los dos países.

El proyecto ha sido desarrollado en los años 2015 y 2016 por un consorcio dirigido por el centro de estudios portugués con expertos en incendios forestales ADAI (Association for the Development of Industrial Aerodynamics), y del cual forman parte como socios: METEO-GRID (Empresa privada española dedicada a realizar estudios y aplicaciones meteorológicas incluyendo el estudio de riesgos de incendios), AEMET, IPMA (Instituto Portugués de Mar y Atmósfera) y ANPC (Autoridad Nacional de Protección Civil de Portugal).

Los principales objetivos del proyecto han sido:

- Mejorar el intercambio de información meteorológica y de riesgo de incendio en la zona fronteriza entre Portugal y España;



- Armonizar los productos en la zona fronteriza de ambos países para aumentar la eficiencia de la lucha contra los incendios forestales transfronterizos;
- Intercambiar y armonizar la información meteorológica, incluido el contenido de los índices de riesgo de incendio. El intercambio de información se realiza a través de la Plataforma SPITFIRE, y se considera vital capacitar a los usuarios potenciales en el funcionamiento y en el modo de operación de dicha plataforma.

4.2

El servicio a la navegación aérea

4.2.1.

Certificación del sistema de gestión de calidad según ISO 9001:2015

AEMET fue certificada por primera vez en 2006 por la Autoridad Nacional de Supervisión de los servicios MET a la navegación aérea (ANSMET), como proveedor de los servicios meteorológicos para la

navegación aérea. Tras la renovación del certificado en 2013 tiene un certificado en vigor hasta el 31 de enero de 2019.

El Sistema de Gestión de Calidad se certificó conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2008 en febrero de 2011. Durante el 2016 se llevó a cabo el proceso de transición a la nueva ISO 9001:2015, siendo auditado en noviembre de 2016. Entre los puntos fuertes identificados en la auditoría, cabría destacar:

- El alto grado de detalle en la determinación del contexto así como las partes interesadas y sus expectativas.
- La correcta trazabilidad entre el Plan de mantenimiento de equipos de meteorología aeronáutica y la sustitución de equipos que se pueda realizar en campo.
- El control de contingencias que pueda afectar a la emisión de los informes de observación de aeródromo (METAR) tal y como se ha podido evidenciar en las distintas oficinas meteorológicas de aeródromo (OMA y OMD) visitadas.

El certificado ISO 9001:2015 fue entregado por AENOR el 21 de febrero de 2017, en el marco del Foro de colaboración que celebra anualmente la Agencia con sus usuarios del sector aeronáutico.

El servicio suministrado presenta un alto nivel de calidad, que se evalúa mediante un conjunto de indicadores operativos. En 2016 se superaron los objetivos de la Agencia, establecidos en Plan Empresarial 2012-2016, sobre disponibilidad y puntualidad de los informes de observación de aeródromo (METAR), pronósticos de aeródromo (TAF), mapas de fenómenos de tiempo significativo de baja altura (SIGWX) y pronósticos de área para vuelos a baja altura (GAMET), para las Regiones de Información de Vuelo (FIR) de España.

4.2.2.

Plan empresarial para el periodo 2017-21

De acuerdo con la normativa de la Comunidad Europea, la Agencia elaboró en 2016 su Plan empresarial para la aeronáutica para el periodo 2017-21. El Plan contiene los objetivos y las metas que AEMET establece en relación con la prestación de servicios meteorológicos de apoyo a la navegación aérea, así como las estrategias y las líneas de actuación prioritarias, y se irá desplegando en los sucesivos planes anuales que se desarrollen.

Para la definición del Plan ha sido elemento fundamental el análisis y diagnóstico del contexto de la organización, tanto interno como externo, identificando los principales factores que influyen en la conse-

cución de los objetivos de la Agencia. La complejidad de este contexto es elevada y, además, ha estado sujeto, y lo estará en los próximos años, a cambios importantes que están afectando significativamente a la provisión de servicios de navegación aérea, tanto a nivel nacional como internacional.



El papel de los Servicios Meteorológicos Nacionales como proveedores de servicios aeronáuticos continúa siendo clave, aunque existan en Europa algunas diferencias en los modelos de provisión de servicios. Para la evolución del modelo en España será necesario, entre otros aspectos, incrementar la eficiencia mediante un despliegue de recursos adecuado a los niveles de servicio suministrados y continuar incrementando la integración en el sector, a través de una estrecha colaboración con las partes interesadas.

Las cuatro estrategias aeronáuticas identificadas para el período 2017-21 son:

- EA1. Satisfacer las demandas de productos y servicios de los usuarios, especialmente en el ámbito del área terminal.
- EA2. Impulsar la colaboración con las partes interesadas en el despliegue de nuevas tecnologías.

- EA3. Mejorar la calidad del servicio y la utilización de los productos por parte de los usuarios.
- EA4. Adaptar los niveles de servicio a las características de los aeródromos.

4.2.3.

Colaboración con usuarios aeronáuticos

Con objeto de seguir impulsando la colaboración con los usuarios aeronáuticos y otros proveedores de servicios a la navegación aérea, se celebraron en 2016 dos Jornadas específicas:

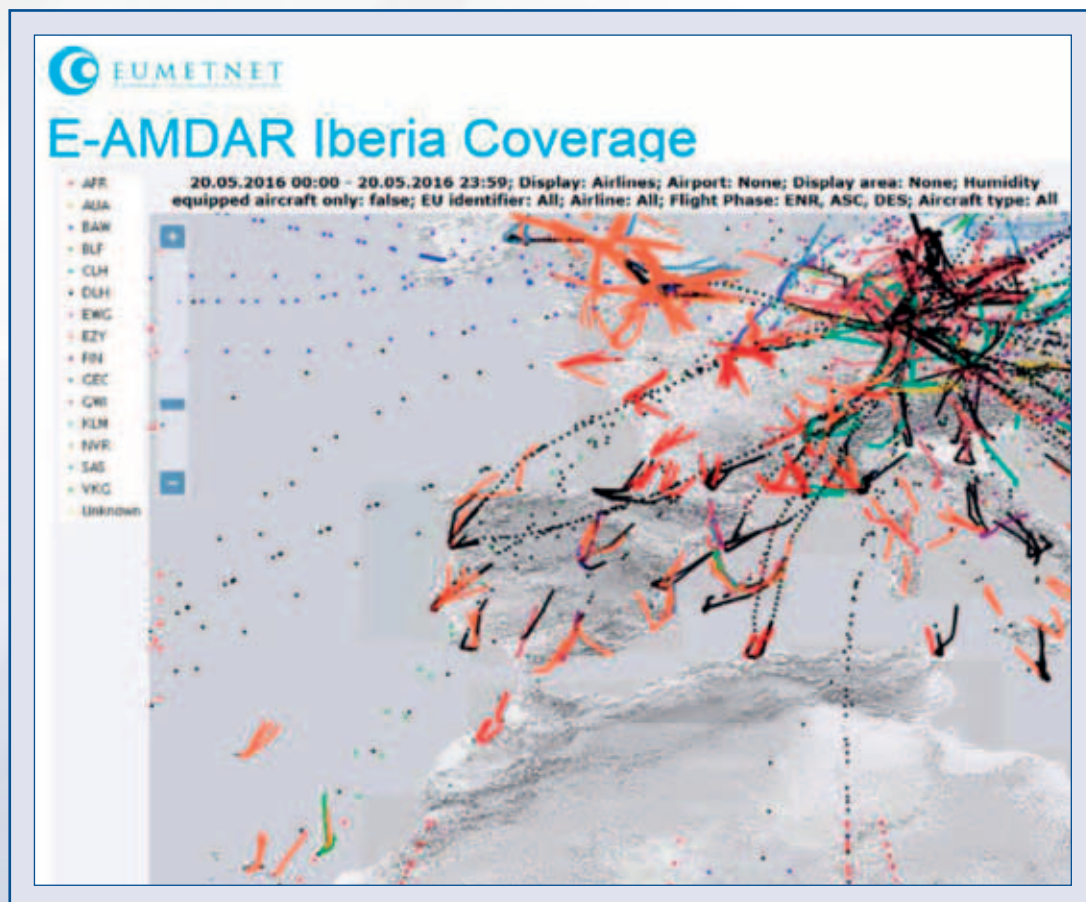
- **Jornada sobre observaciones de aeronaves AMDAR**

Se organizó con el fin de fomentar la implicación en el programa E-AMDAR (Aircraft Meteorological Data Relay) de las compañías aéreas que operan en España, promoviendo la recogida de datos meteorológicos obtenidos desde los aviones comerciales en vuelo y transmitidos a tierra de manera automática en tiempo real. El programa, perteneciente a la Agrupación de Servicios Meteorológicos Nacionales europeos (EU-METNET), tiene como objetivo llevar a cabo los estudios y acciones necesarias para obtener medidas meteorológicas de gran calidad desde los aviones, mediante la colaboración de diversas compañías aéreas.

En la Jornada, en la que participó el coordinador del programa E-AMDAR en Europa, se hizo hincapié en la mejora que supone para los modelos de predicción poder introducir en ellos un mayor volumen de información, ya que los datos de temperatura, humedad y viento a todos los niveles de la atmósfera, desde la superficie hasta la estratosfera, son esenciales para identificar la estructura de los sistemas meteorológicos y para predecir cómo evolucionarán en las siguientes horas o días. Tradicionalmente, los servicios meteorológicos han obtenido este tipo de datos mediante el lanzamiento de globos sonda, que conforman la red global de radiosondeos. Pero en la última década se ha incrementado enormemente el volumen de información mediante los datos AMDAR, considerablemente más económicos y de elevada calidad, que permiten disponer de perfiles verticales en una gran cantidad de puntos y con mayor frecuencia.

Esto tiene repercusión directa en las predicciones aeronáuticas y supone beneficios para las compañías: mejor programación de los vuelos, aumento de la seguridad, reducción de costes de las operaciones, estudios de incidentes, etc.

Actualmente, en el programa E-AMDAR participan 14 compañías aéreas, que disponen de más de 1.000 aviones capaces de proporcionar estas medidas. En un día típico más de 570 aviones envían unos 45.000 datos de viento y temperatura de calidad en el área EUCOS (Europa, parte de África y Atlántico Norte).



Perfiles de temperatura y viento disponibles en un día típico. Los distintos colores están asociados con diferentes líneas aéreas.

El suroeste de Europa (Península Ibérica) es una de las zonas en las que sería conveniente incrementar el número de observaciones AMDAR, por lo que AEMET consideró de interés organizar esta jornada para impulsar la colaboración de las compañías aéreas que operan en nuestro país.

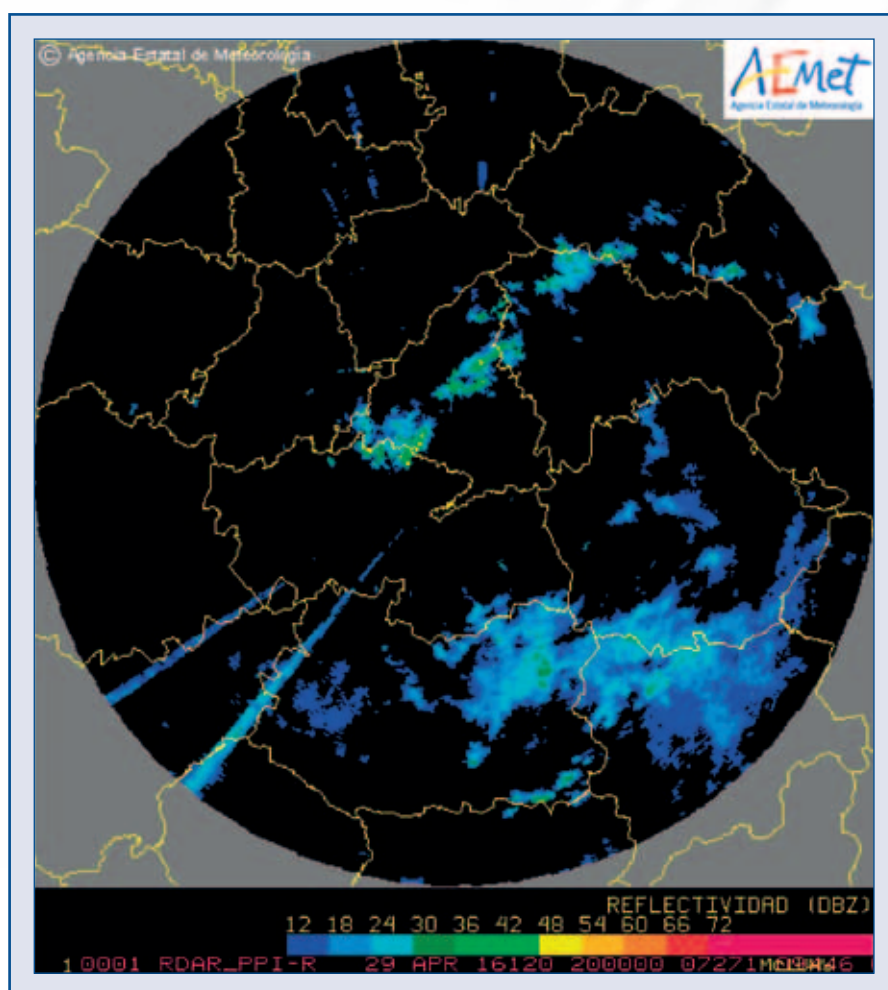
- **Jornada sobre tormentas y su impacto en el transporte y la navegación aéreos**

Las tormentas son uno de los fenómenos meteorológicos con mayor impacto en la seguridad operacional y la eficiencia en el transporte aéreo. En la Jornada, que fue organizada conjuntamente por la Asociación Profesional de Controladores de Tráfico Aéreo (Aprocta), el Colegio Oficial de Pilotos de la Aviación Comercial (COPAC) y AEMET, participaron un centenar de personas, en su mayoría profesionales del sector aéreo de distintas organizaciones. Las principales conclusiones de la misma fueron:

- Incrementar la colaboración entre las partes interesadas y fortalecer el conocimiento mutuo entre los distintos profesionales, en

beneficio de la seguridad aérea y, en especial, para la evaluación de los riesgos asociados con las situaciones de tormentas.

- Revisar, actualizar, y en su caso establecer, protocolos específicos de actuación y de intercambio de información en caso de meteorología adversa severa, especialmente en situaciones de tormentas, para mejorar la toma de decisiones y reducir los riesgos de seguridad operacional.
- Mejorar la utilización de productos y servicios meteorológicos ya disponibles mediante una clara definición de los 'casos de uso' y su integración y disponibilidad en las posiciones de trabajo (p.e. radar meteorológico), revisando y mejorando de forma periódica la dotación tecnológica al servicio de controladores aéreos y pilotos.



Situación de tormentas en la zona centro peninsular el 29 de abril de 2016, cuando la gestión del tráfico aéreo en el área de control terminal (TMA) de Madrid se vio muy afectada, suspendiéndose totalmente las operaciones de arribada durante un período de unos 40 minutos, generándose esperas y el desvío de numerosos vuelos.

- Impulsar el desarrollo de planes de formación continua y de entrenamiento sobre situaciones meteorológicas adversas, en especial sobre las tormentas y sus efectos, así como de campañas divulgativas tendentes a desarrollar una Cultura de Seguridad.
- Desarrollar productos meteorológicos específicos de ayuda para la toma de decisiones en situaciones de tormenta en el área terminal.

En situaciones de tormenta severa sobre un área terminal (TMA) pueden producirse demoras o desvíos a aeropuertos alternativos. Disponer de información precisa y actualizada permite a los controladores gestionar adecuadamente el tráfico aéreo y a los pilotos planificar las operaciones de forma segura y eficiente, así como calcular el combustible necesario para cada operación, de acuerdo al escenario previsto.

4.2.4.

Avances en la implantación del METAR AUTO

En el marco del proceso de implantación del METAR AUTO en los aeródromos con personal de AEMET, se ha continuado con las pruebas de compatibilidad del METAR AUTO con otros subsistemas de ENAIRE y de AENA, mejorando el algoritmo e instalando equipamiento adicional.

Durante el mes de mayo y primeros días de junio se puso en operación el METAR AUTO en 23 aeródromos, fuera del horario operativo del aeródromo, estableciéndose un procedimiento para su control y seguimiento remoto. En conjunto, el 36% de los METAR que se emiten en estos aeródromos son automáticos.

Paralelamente a estos desarrollos, se ha continuado con el esfuerzo inversor para completar el equipamiento en campo en diferentes aeródromos, con el fin de poder emitir un METAR AUTO completo y de la mayor calidad.

4.2.5.

Convenios con pilotos y controladores para mejorar el uso de información meteorológica y contribuir a la seguridad

Durante la primera mitad de 2016 se firmaron convenios con el Colegio Oficial de Pilotos de la Aviación Comercial (COPAC) y con la Asociación Profesional de Controladores de Tránsito Aéreo (Aprocta)

El objeto del convenio firmado con COPAC es la colaboración para mejorar la utilización de la información meteorológica, tanto por los pilotos de aviación comercial de transporte de pasajeros como por los

pilotos de trabajos aéreos, introducir posibles mejoras en su presentación e identificar nuevos productos y servicios meteorológicos para la navegación aérea. La información meteorológica es un aspecto fundamental en la preparación y ejecución de la operación aérea. Su adecuada presentación y actualización es un factor crucial para una adecuada toma de decisiones del piloto y, por tanto, para la seguridad aérea.



Por su parte, el convenio firmado con Aprocta impulsa la colaboración para facilitar la consecución de los objetivos de las partes en relación con la seguridad operacional, así como para el desarrollo de estudios que mejoren el conocimiento del impacto de la meteorología en las operaciones. La finalidad del apoyo del servicio meteorológico es contribuir a la seguridad operacional, regularidad y eficiencia de la navegación aérea internacional. Siguiendo esa línea, AEMET mantiene una posición proactiva, colaborando con otros proveedores y usuarios para la identificación de peligros asociados a la prestación de servicios meteorológicos.

4.3

Apoyo a la defensa

Entre las actividades realizadas en 2016 la más destacada fue la actuación como Nación Líder en meteorología en el ejercicio de la OTAN Dynamic Mercy 16. Se trata de un ejercicio anual, combinado y conjunto, de búsqueda y salvamento coordinado por la OTAN en el área que se extiende entre la costa este de Canadá y el Mar Báltico. Este año participaron 15 Centros de Coordinación de Rescate, de nueve países, y España proporcionó la información meteorológica de soporte para dicho ejercicio.

En 2016 se produjo el traslado del Centro Nacional de Predicción para la Defensa (CNPd) a los servicios centrales de AEMET y la creación



de una nueva unidad de apoyo al Mando de Operaciones. Asimismo, la Comisión Permanente AEMET-Defensa acordó en diciembre aprobar el Acuerdo Técnico para que AEMET de soporte al Centro de Operaciones Aéreas Combinadas de la OTAN de Torrejón. Ambas medidas son los primeros pasos en el cambio de prestación del apoyo meteorológico a Defensa que se abordará en 2017.

4.4

Apoyo al transporte terrestre y marítimo

4.4.1.

Nuevos productos para incrementar la eficiencia en el transporte por carretera

En el marco de la “Jornada sobre meteorología y transporte por carretera” se analizaron los nuevos servicios que la Agencia está desarrollando para incrementar la eficiencia en la gestión del transporte por carretera. La Jornada sirvió asimismo para identificar las necesidades del sector del transporte por carretera en materia de meteorología, con participación de representantes de la Dirección General de Tráfico (DGT), la Dirección General de Carreteras (DGC), la Dirección General de Protección Civil y Emergencias, la Guardia Civil, la Unidad Militar de Emergencias (UME) o el Real Automóvil Club de España (RACE), entre otros.

Entre las mejoras para dar mejor respuesta a las demandas de los usuarios AEMET mostró los progresos que se están realizando en el



radar meteorológico, para ofrecer un producto más preciso y con una resolución espacial mayor, que además permita la caracterización de las estructuras convectivas.

Asimismo, se analizó el impacto positivo de las mejoras del HARMONIE, modelo de alta resolución fruto de la colaboración de 28 Servicios Meteorológicos europeos, que AEMET está implantando actualmente con una mayor resolución, lo que supone un valor añadido en la predicción de fenómenos locales tales como las nieblas. Estas mejoras repercuten directamente en programas como METRO, programa que se utiliza en la predicción de las condiciones meteorológicas en carretera para Castilla y León, y para el que se ha propuesto como futuras mejoras la experimentación de la predicción para diferentes tipos de asfaltos, y la parametrización de las zonas con más problemas.

En el caso de la aplicación MeteoRuta (http://meteoruta.aemet.es/p_index.html), que sirve para conocer las condiciones meteorológicas previstas en las carreteras, se ha desarrollado una nueva versión que permite obtener una ruta entre dos puntos, informando de las condiciones meteorológicas a lo largo de la misma. Asimismo, se está trabajando en un prototipo que ofrezca nuevas observaciones, con la incorporación de información de las cámaras de la Dirección General de Tráfico, de la red de estaciones meteorológicas de AEMET y, en un futuro, de radares y rayos.

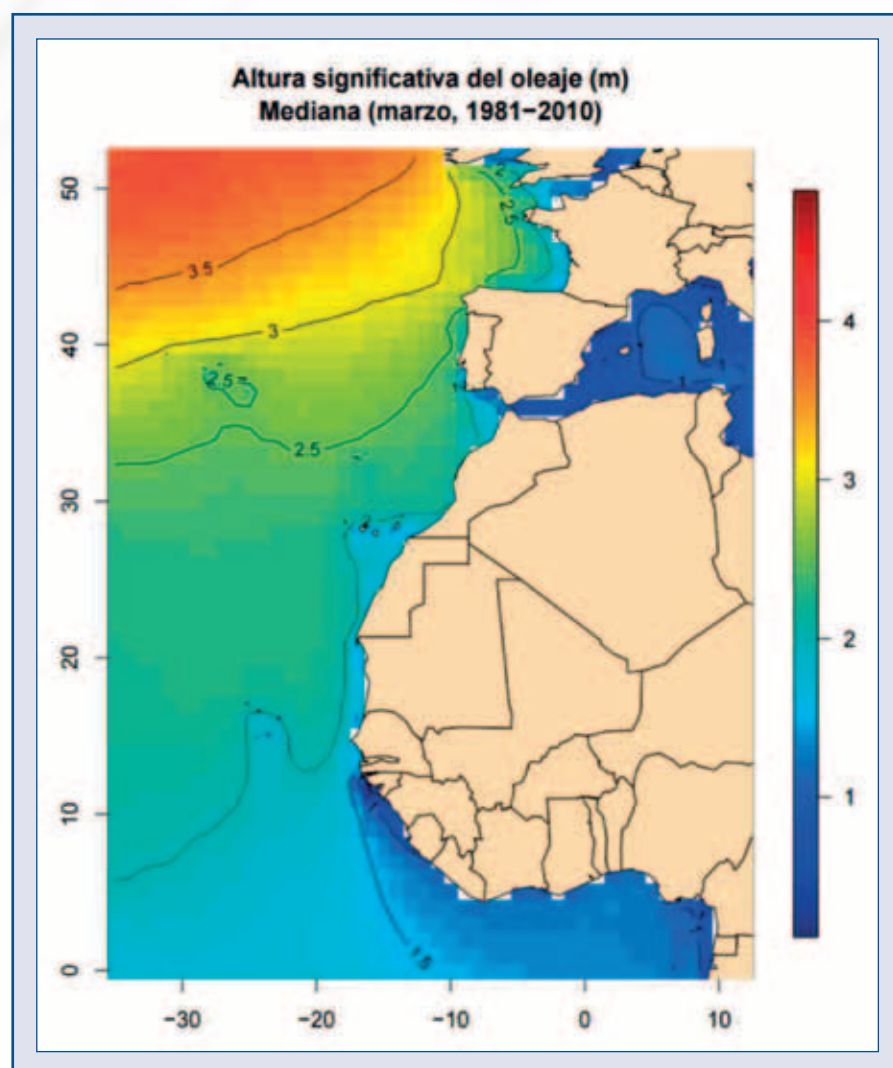
Con ello, AEMET pretende ofrecer una información meteorológica adaptada a las necesidades del transporte para incrementar la seguridad en las carreteras y la eficiencia en los mantenimientos, reducir los accidentes por causas meteorológicas, minimizar el im-

pacto ambiental, incrementar la eficiencia de los desplazamientos en carretera y ahorrar a través de una mejor gestión de recursos, tanto humanos como materiales.

4.4.2.

Intercambio de experiencias en el ámbito de la meteorología marítima

La celebración de la “Jornada sobre meteorología marítima” sirvió para intercambiar experiencias con los organismos implicados en las actividades marítimas, lo que ha permitido mejorar el conocimiento de sus necesidades de información meteorológica y presentar las capacidades de AEMET para proporcionar nuevos productos que redunden en una mejora de la seguridad del servicio prestado a los ciudadanos. A la Jornada asistieron representantes



Ejemplo de mapa del Atlas climático marino

del Instituto Español de Oceanografía (IEO), la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, el Organismo Público Puertos del Estado y la Sociedad de Salvamento Marítimo y Seguridad Marítima (SASEMAR).

Se presentó el recientemente publicado “Atlas climático marino”, de gran utilidad para la planificación a medio y largo plazo, el diseño de estructuras costeras, las maniobras militares o el seguimiento del cambio climático. Se expuso asimismo el estado actual de los modelos de predicción del oleaje y los desarrollos que se están llevando a cabo en el marco de un convenio de colaboración entre AEMET y Puertos del Estado, así como los planes de futuro.

4.4.3.

Apoyo meteorológico a la Regata de Grandes Veleros “Tall Ships Races 2016”

En 2016 tuvo lugar la regata “Tall Ships Races 2016”, en la que los veleros que partieron de Bélgica recorrieron, en varias etapas, parte de la costa atlántica de la península Ibérica, con paradas en Lisboa, Cádiz y A Coruña. Para el adecuado desarrollo de este tipo de regatas resulta imprescindible disponer de un servicio meteorológico de apoyo que informe, con máximas garantías, sobre las condiciones atmosféricas que se esperan cada día en las áreas de regata, ya que el estado de la mar, el viento y la visibilidad son factores claves para proteger la seguridad de las mismas y para planificar el desarrollo de las rutas óptimas de competición.



Con objeto de acercar toda esta información de forma accesible y sencilla a todos los participantes en regata (organizadores, tripulantes y aficionados), la Agencia puso en marcha una página web específica desde la que se pudo acceder a la información meteorológica prevista en diferentes escalas, desde la general de todo el área de competición, hasta el seguimiento del recorrido de cada etapa, obteniendo los detalles de las distintas zonas, con pronósticos hasta cinco días vista. Además, a requerimiento de la organización de la regata, se realizó un “briefing meteorológico” a los capitanes de las embarcaciones el día anterior a la salida de los puertos de Cádiz y A Coruña.

5

Actividades clave

5.1

Observación e infraestructuras

5.1.1. Reunión TECO 2016

Entre las actividades relacionadas con la observación y los instrumentos destaca en 2016 la Conferencia técnica sobre instrumentos y métodos de observación meteorológicos y medioambientales de 2016 (TECO-2016), organizada por AEMET en colaboración con la Comisión de Instrumentos y Métodos de Observación (CIMO) de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). La Conferencia, bajo el lema: “Garantizar unas observaciones meteorológicas continuas de alta calidad desde el mar, la tierra y la alta atmósfera en un mundo cambiante”, se celebró al mismo tiempo que la Exposición Mundial de Tecnología Meteorológica (27 a 29 de septiembre de 2016), con más de 400 asistentes y cientos de presentaciones. AEMET, como copatrocinadora, tuvo una destacada presencia, exhibiendo en un stand su infraestructura de observación y capacidad técnica.

Se desarrolló una sesión completa dedicada al Centro de Investigación Atmosférica de Izaña, en la que se presentaron las actividades más importantes que el Centro ha realizado durante el período 2015-16, como Banco de Pruebas de la OMM-CIMO, así como diferentes proyectos llevados a cabo en el campo de la medición de ozono y espesor óptico de aerosoles.

Las conferencias TECO están destinadas a expertos en instrumentos y métodos de observación de los Servicios Meteorológicos e Hidroló-



Stand de AEMET en la Feria Internacional de Meteorología en IFEMA

gicos Nacionales, los institutos de investigación y el sector privado, siendo su principal objetivo promover el intercambio de información sobre los últimos avances en materia de instrumentos, métodos de observación y otros temas relacionados.

A destacar la presencia de AEMET en la sesión dedicada al experimento de la OMM “WMO Solid Precipitation Intercomparison Experiment (SPICE)”, en el que colabora gracias a su campo de pruebas en Formigal-Sarrios, donde se mostraron los resultados preliminares de los trabajos de intercomparación, a nivel mundial, de técnicas de observación automática de la precipitación en forma de nieve. Se presentaron también los avances recientes en la gestión integral de las redes de observación, en la red radiométrica nacional, los resultados de las campañas antárticas en la base Juan Carlos I, los proyectos de observación aeronáutica automatizada, en la red de descargas eléctricas y en la integración de datos de teledetección para herramientas de predicción inmediata (nowcasting).

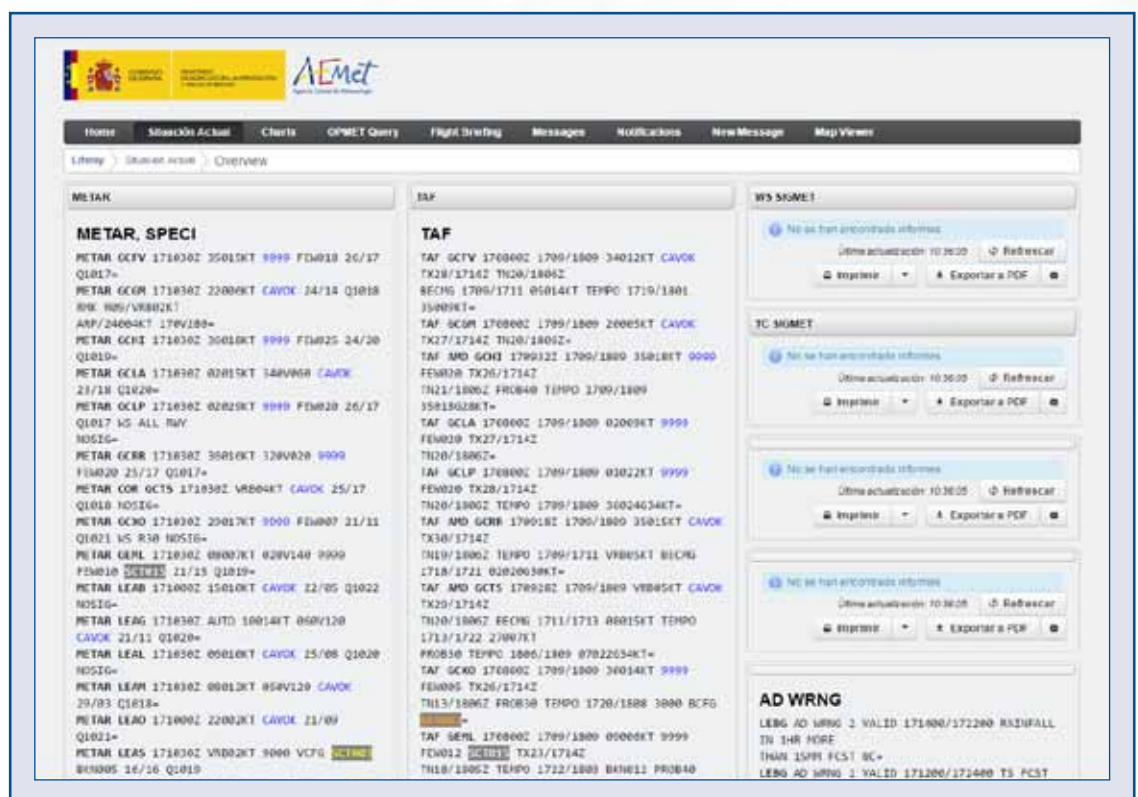
Paralelamente, se desarrollaron el Segundo Taller Internacional sobre Metrología para la Meteorología y Climatología (MMC-2016) y el primer encuentro del Foro Internacional de Usuarios de Sistemas de Satélites de Telecomunicaciones (SATCOM Forum).

5.1.2.

Tecnologías de la información y las comunicaciones

Un aspecto muy destacado en 2016 fue la sustitución del Sistema de Conmutación de Mensajes (SCM), elemento nuclear para la distribu-

ción y recepción de información meteorológica. Para ello se adquirió y puso en operación el software Moving Weather (MW), un sistema en alta disponibilidad para el intercambio de mensajes y ficheros conforme con los reglamentos y estándares de comunicaciones y formatos OMM y OACI, incluyendo el mantenimiento evolutivo para satisfacer estas normas. Se adquirieron asimismo los sistemas auxiliares de acceso a datos internos (Aero Weather, AW) y de publicación de metadatos (Discover Weather, DW).



Presentación de la aplicación Aero Weather, para acceso a los datos del SCM

5.2

Predicción y vigilancia

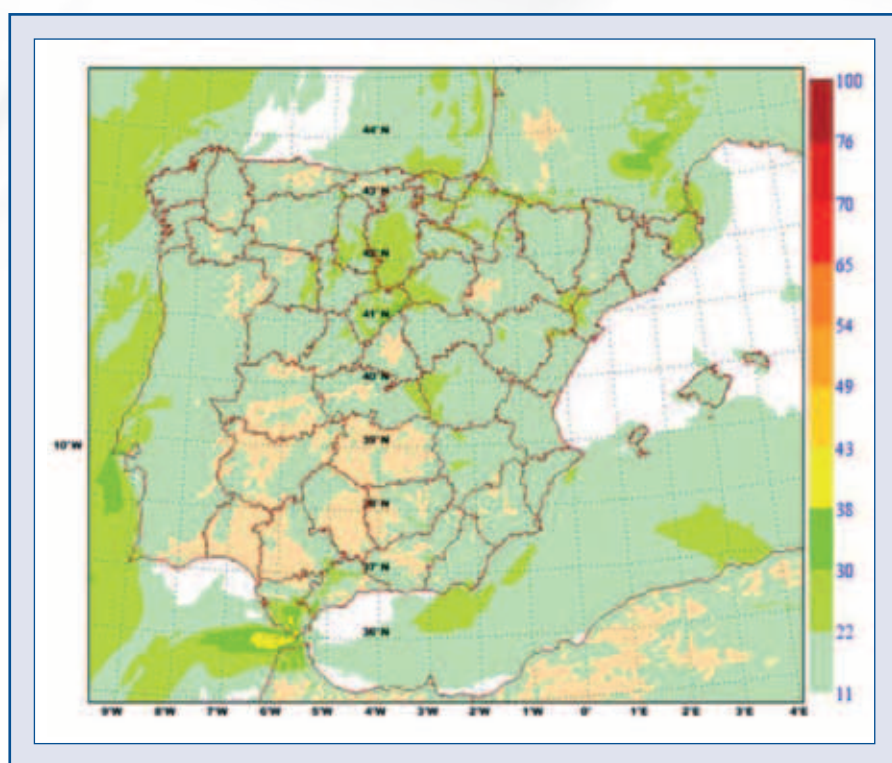
5.2.1.

Modelo de predicción numérica no hidrostático HARMONIE-AROME

El modelo no hidrostático HARMONIE-AROME, que se integra operativamente a una resolución horizontal de 2.5 km, es ya una parte esencial del Sistema Nacional de Predicción. La configuración HARMONIE-AROME forma parte del sistema compartido ALADIN-HIRLAM

de Predicción Numérica del Tiempo. El nuevo modelo requiere unas 10 veces más recursos de computación que el anterior modelo HIRLAM y su implementación operativa ha sido posible gracias al nuevo sistema de supercomputación de la Agencia, implantado operativamente en 2015.

Se ha mejorado el sistema de análisis del modelo, con ciclos de asimilación cada 3 horas y la incorporación de datos de GNSS (sistema global de navegación por satélite) y ATOVS (sondeador vertical avanzado en satélites de órbita polar). Se realizan integraciones hasta 48 horas con salidas cada 15 minutos para una selección de variables meteorológicas. El nuevo modelo supone una mejora significativa de las predicciones meteorológicas especialmente de la precipitación y también en la predicción de temperaturas, viento, nieblas y tormentas.



Ejemplo de predicción de racha máxima (kt) en 3h, obtenida con el modelo HARMONIE-AROME

5.2.2.

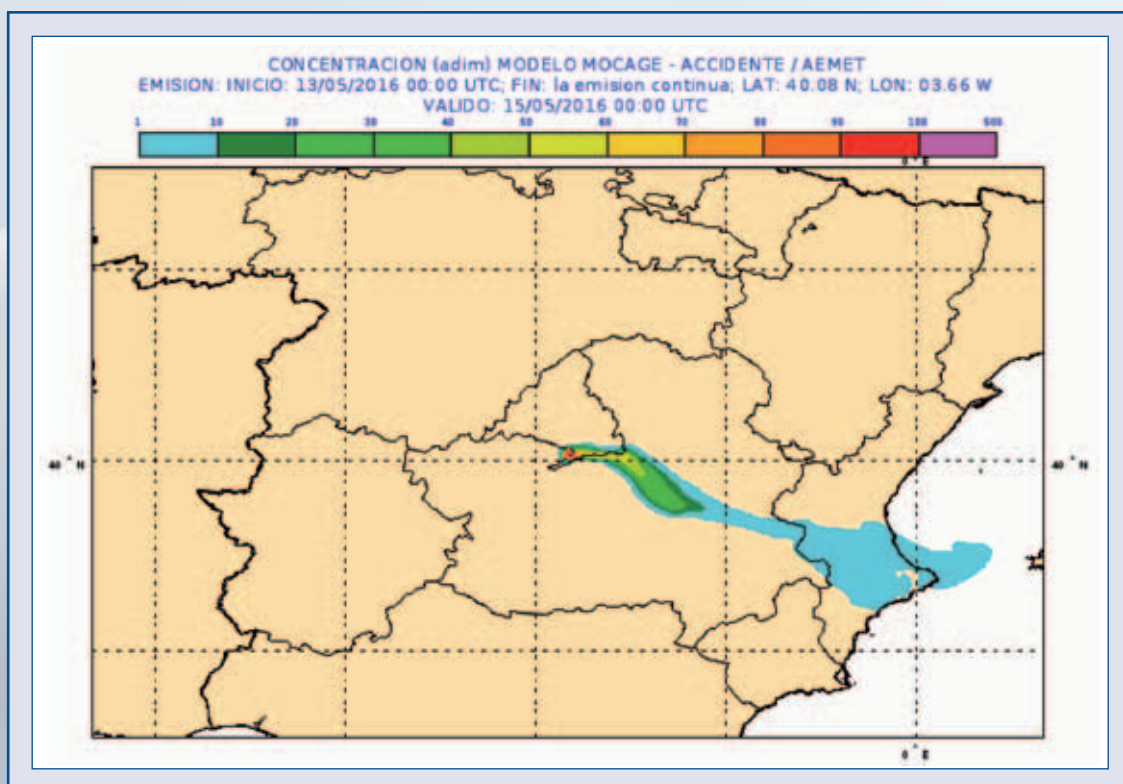
Contribución a la gestión de una situación de contaminación por el incendio de un depósito de neumáticos

El día 13 de mayo de 2016 se declaró un incendio en el depósito de neumáticos de Seseña, uno de los mayores de España. Dadas las dimensiones del incendio se produjo una columna de humo que se hacía visible desde grandes distancias.

5 Actividades clave

La Agencia apoyó a los organismos encargados de gestionar la crisis mediante su modelo de dispersión MOCAGE-ACCIDENTE. Este modelo es capaz de simular la evolución de un contaminante pasivo o radiactivo emitido accidentalmente a la atmósfera, para transporte a medias y largas distancias. Para el área de la península ibérica y las islas Baleares, el modelo funciona con una resolución horizontal de 5 km x 5 km y una resolución vertical de 47 niveles, desde la superficie hasta la estratosfera. Tiene en cuenta mecanismos de transporte (advección, convección, difusión turbulenta y sedimentación para el caso de partículas) y de eliminación de especies (deposición seca, deposición húmeda y decaimiento radiactivo en caso de especies radiactivas). El modelo básicamente resuelve la ecuación de continuidad para la especie emitida a la atmósfera. Es útil para hacer un seguimiento de una emisión a la atmósfera que se prolonga en el tiempo y recorre grandes o medias distancias.

Hasta la finalización del incendio MOCAGE-ACCIDENTE se ejecutó de forma rutinaria, haciendo pasadas sucesivas cada 12 horas con alcance temporal de predicción H+24 horas y salidas horarias. Los resultados se proporcionaron en forma de mapas donde se visualizaba la evolución prevista de la nube de contaminante en superficie, hora a hora, para las 24 horas de cada pasada. Las concentraciones se proporcionan en unidades adimensionales en términos porcentuales



Ejemplo de predicción de la dispersión de la nube de humo provocada por el incendio de Seseña. En la escala de valores el 100 representa el máximo de concentración al principio del evento.

referidos a un determinado valor de referencia que se toma como el máximo de concentración, en toda la rejilla de simulación, encontrado en la primera de las salidas horarias. En la escala de valores que aparece en la figura el 100 representa el máximo de concentración al principio del evento.

5.3

Investigación y desarrollo

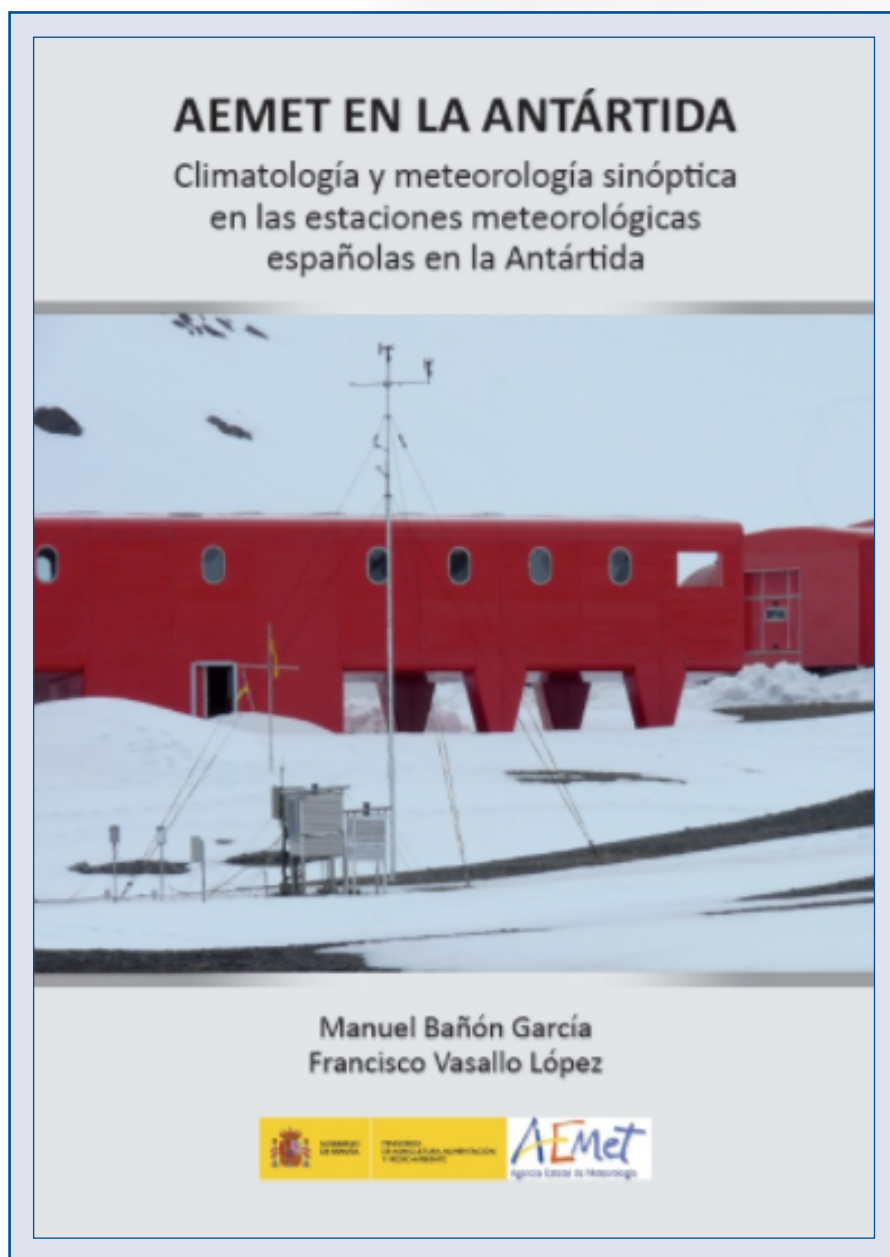
AEMET realiza estudios e investigaciones en los campos de las ciencias atmosféricas y desarrolla técnicas y aplicaciones para progresar en el conocimiento del tiempo y el clima, efectuando asimismo una permanente adaptación de sus sistemas y procesos al progreso científico y tecnológico. La actividad en I+D está enfocada, por un lado, a mejorar los modelos numéricos de predicción del tiempo y del clima, y los sistemas de observación de la propia Agencia, y por otro a contribuir en la comprensión de los procesos físicos y químicos atmosféricos que modulan el tiempo y el clima. En el desarrollo de proyectos de I+D la colaboración con otros organismos nacionales e internacionales es fundamental.

5.3.1.

Publicación de datos meteorológicos de la Antártida

La Agencia publicó en 2016 los datos meteorológicos recogidos en las Bases Antárticas Españolas durante los últimos 28 años, facilitando así al Comité Polar Español y a los investigadores la climatología de las islas Livingston y Decepción. España abrió su primera base antártica en enero de 1988, llamada Juan Carlos I, en la isla Livingston del archipiélago de las Shetland del Sur, aunque ya en 1987 AEMET había enviado personal a la Antártida, para la investigación del agujero de la capa de ozono, fenómeno meteorológico que había sido descubierto unos años antes. El observatorio meteorológico de la base Juan Carlos I ha estado funcionando desde entonces, y a él se añadió posteriormente el de la isla Decepción, teniendo en cuenta las necesidades de los diferentes grupos de investigación que trabajan en la región.

La publicación, titulada "AEMET en la Antártida. Climatología y meteorología sinóptica en las estaciones meteorológicas españolas en la Antártida", además de ser de un compendio de la climatología de las islas Livingston y Decepción, incluye estudios de algunas de las situaciones sinópticas más frecuentes que se dan en esos emplazamientos. Y se añade un DVD con todos los datos existentes desde la apertura de los observatorios, que serán de gran utilidad para el con-



junto de investigadores. Los datos meteorológicos de esta zona son aún más valiosos, si cabe, al ser muy escasos y de difícil obtención, en la que se han invertido muchos recursos (económicos y de personal)

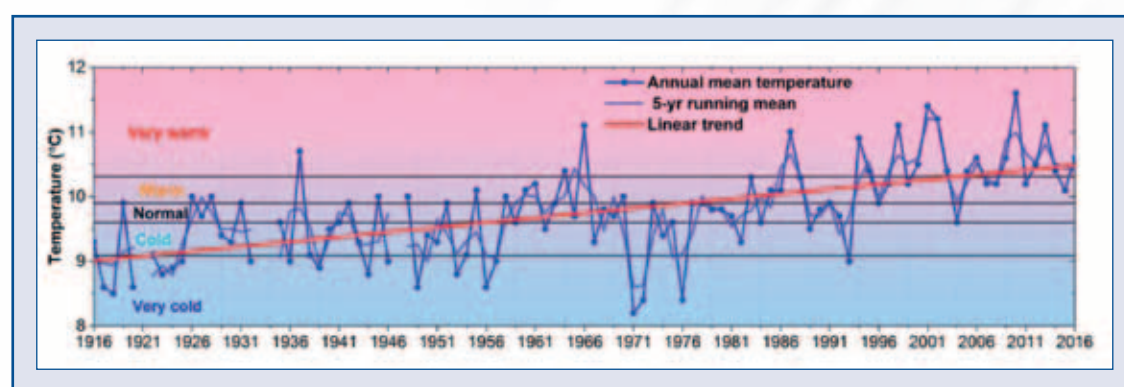
El archipiélago de las Shetland del Sur, donde se encuentran las islas Livingston y Decepción, se sitúa en una zona geográfica y meteorológicamente compleja, afectada de forma permanente por depresiones que se forman, se desplazan o se disipan en sus inmediaciones. AEMET se encarga del mantenimiento de cuatro estaciones meteorológicas en las islas Livingston y Decepción. Dos de ellas instaladas para uso exclusivo de grupos de investigación, uno en glaciología y otro en limnología.

5.3.2.

El Centro de Investigación Atmosférica de Izaña celebra su centenario

En 2016 el Observatorio de Izaña entró a formar parte del reducido grupo de estaciones centenarias de la OMM. Las series de datos meteorológicas de Izaña son de gran valor para realizar estudios sobre el clima dado la calidad de las mismas, y por la privilegiada situación del Observatorio en un emplazamiento de alta montaña en la región subtropical, región en la que existen escasos registros meteorológicos.

El Observatorio se inauguró el 1 de enero de 1916, en el ámbito de colaboración entre España y Alemania, cuyos científicos fueron pioneros en ubicar una construcción portátil para realizar investigaciones. Así se convirtió en el segundo Observatorio del antiguo Servicio Meteorológico Nacional, después del situado en El Retiro (Madrid). En la primera década del siglo XX, el Observatorio de Izaña fue el único emplazamiento de las cumbres de Tenerife en el que se daban obligada cita biólogos, geólogos, naturalistas y excursionistas que visitaban lo que hoy es el Parque Nacional del Teide, creado en 1954. En 1984, los gobiernos de España y Alemania firmaron un convenio para el establecimiento de una estación de la red internacional de contaminación atmosférica de fondo (BAPMoN; Background Atmospheric Pollution Monitoring Network). En 1989, el Observatorio de Izaña se integra en el programa de Vigilancia Atmosférica Global (VAG), del que forma parte actualmente como una de las 30 estaciones globales.



Serie de temperaturas medias anuales en el Observatorio de Izaña (1916-2016).

Durante 2016 se llevaron a cabo varias actividades relativas a la conmemoración del centenario del Observatorio. La más importante fue el acto celebrado el 8 de abril en el propio Observatorio de Izaña al que asistieron personalidades internacionales del mundo de la meteorología. Caben ser destacados el Presidente y el Secretario General de la OMM, la directora del CEPPM, el director de EUMETSAT, la directora del Grupo intergubernamental sobre Observación de la

5 Actividades clave

Tierra (GEO), el director ejecutivo de EUMETNET, y el jefe ejecutivo de ECOMET, quienes realizaron intervenciones en el acto.

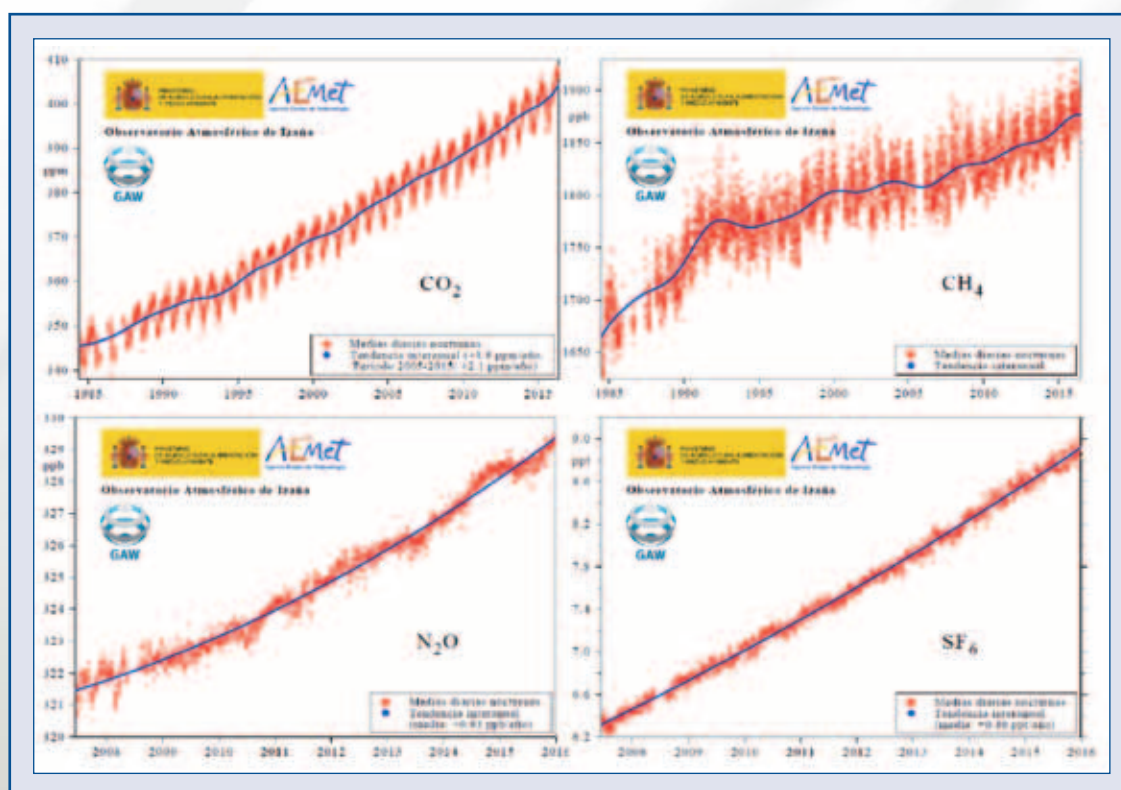


Momento del descubrimiento de la placa conmemorativa del centenario el 8 de abril de 2016.

Los conferenciantes invitados fueron los científicos Prof. Joseph Prospero (Universidad de Miami, EUU), Prof. Johannes Orphal, y nuestro antiguo compañero Manuel Palomares (EUMETNET). En el acto también estuvieron presentes los directores de 15 servicios nacionales de meteorología de Europa occidental, con el Presidente de AEMET a la cabeza, entre otros representantes institucionales. Al final del acto, el Presidente de la OMM descubrió una placa conmemorativa del centenario del Observatorio.

En el marco del centenario fueron publicados dos folletos divulgativos sobre la historia del Observatorio de Izaña, y las actividades actuales del CIAI, respectivamente. Se publicó una web específica sobre el centenario, incluyendo una colección de fotografías históricas desde 1916, y fue producido un video documental sobre los antecedentes y la historia del Observatorio, los grandes problemas atmosféricos, y las actividades actuales que sobre los mismos realiza el Observatorio de Izaña.

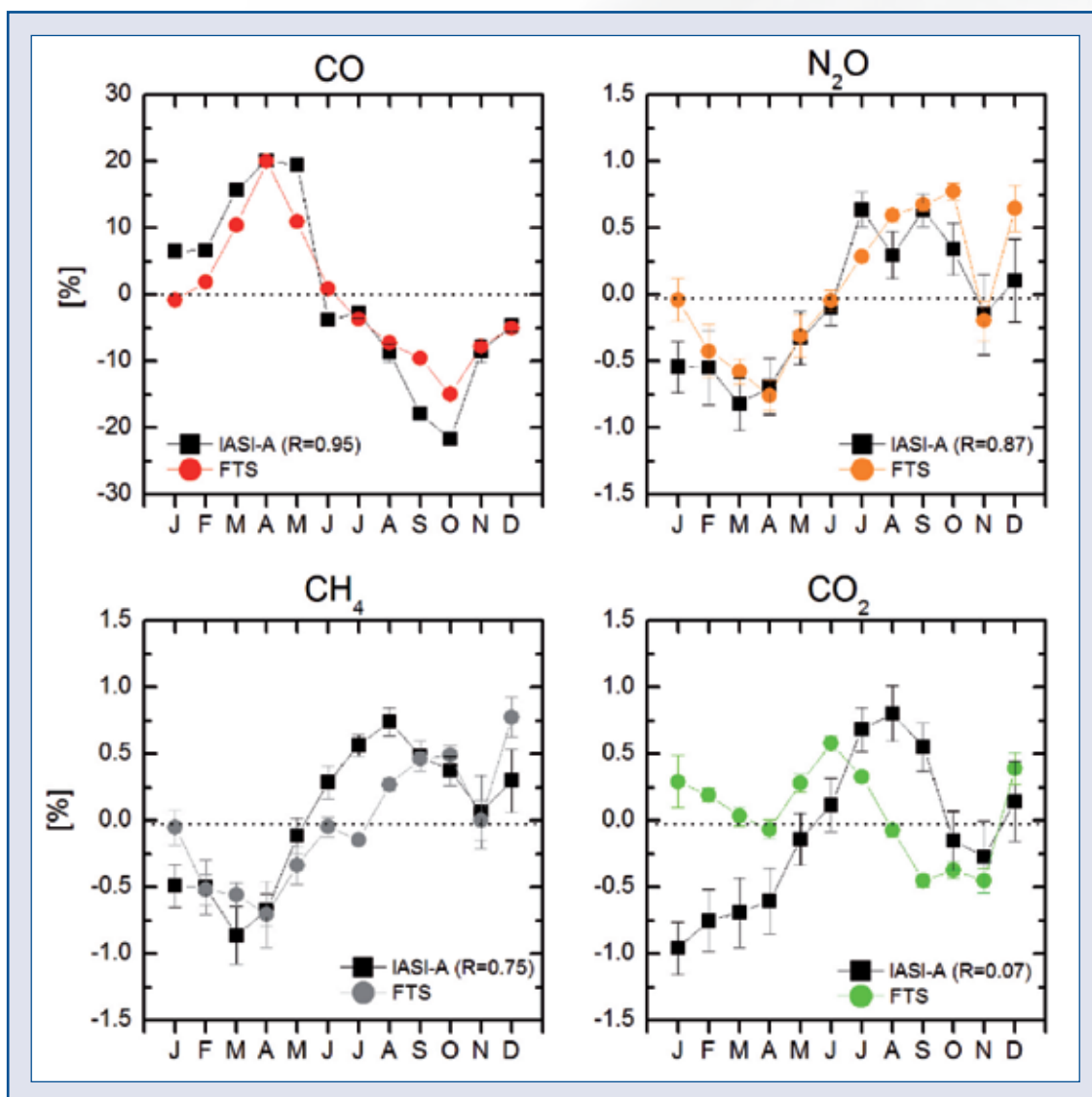
En 2016 se contribuyó decisivamente al programa de gases de efecto invernadero del programa de Vigilancia Atmosférica Global (VAG) de la OMM. Las fracciones molares globales promediadas anualmente de CO_2 , CH_4 y N_2O alcanzaron nuevos máximos: el CO_2 superó ampliamente las 400 ppm (partes por millón –moléculas de CO_2 por cada millón de moléculas de aire seco–), el CH_4 rebasó las 1850 ppb (partes por mil millones) y el N_2O superó las 330 ppb.



Series históricas de CO_2 , CH_4 , N_2O y SF_6 del Observatorio de Izaña.

En el contexto del proyecto español NOVIA (“Towards a Near Operational Validation of IASI level 2 trace gas products”), se desarrollaron herramientas y la metodología necesarias para realizar un análisis rutinario y completo de la consistencia y calidad de los productos de gases traza nivel 2 (L2) (O_3 , CO , N_2O , CH_4 y CO_2) proporcionados por el sensor remoto IASI (“Infrared Atmospheric Sounding Interferometer”), que vuela en los satélites polares de EUMETSAT, usando las observaciones del Observatorio de Izaña.

5 Actividades clave



Resultados de la validación estacional del contenido de varios componentes atmosféricos (CO, N₂O, CH₄ y CO₂) en la columna atmosférica medidos por IASI (EUMETSAT), utilizando como referencia las medidas de estos componentes en Izaña utilizando la técnica de espectroscopía infrarroja de Transformada de Fourier en el marco del proyecto NOVIA.

En relación a los aerosoles atmosféricos, un nuevo estudio mostró que una parte del hierro presente en el polvo del Sahara (principalmente ligado a las arcillas y óxidos de hierro) es soluble en agua de mar y que, una vez depositado en el océano, está disponible como fertilizante del fitoplancton marino. Otro importante estudio identificó el tipo de partículas que pueden actuar como núcleos de hielo a -8°C, un valor de temperatura relevante para la formación de determinadas nubes, y analizó los procesos que pueden influir en su tiempo de vida en la atmósfera. Asimismo, se obtuvo una de las series de espesor óptico de aerosoles más larga del mundo (1941-2001) mediante un modelo de redes neuronales utilizando la visibilidad horizontal, la fracción de cielo despejado y la humedad relativa como datos de

entrada, validando las estimaciones con observaciones reales de aerosoles realizadas con fotómetros solares. El “Coupled Model Inter-comparison Project Phase 5 version” de NASA para predecir la composición mineral del polvo atmosférico fue evaluado con los registros largos de composición de polvo mineral obtenidos en el Observatorio de Izaña desde 2002, y que son únicos en el mundo, con resultados muy satisfactorios.

El estudio de las vías de transporte de vapor de agua en la troposfera subtropical utilizando isótopos de vapor de agua, tanto con técnicas in-situ como de teledetección, fue otra línea de investigación en la que se obtuvieron resultados muy interesantes.

A nivel tecnológico, y en el marco del banco de pruebas CIMO-OMM para instrumentos de teledetección de aerosoles y vapor de agua de Izaña, se validó el nuevo modelo de fotómetro Triple (CE318-T) capaz de realizar observaciones solares, lunares y al cielo, con el fin de obtener aerosoles y vapor de agua en la columna atmosférica, que sería poco después adoptado por NASA como equipo estándar de la red AERONET. Con este equipo fueron desarrollados en el CIAI los algoritmos de medida y calibración de las observaciones nocturnas. Asimismo se desarrolló y validó un nuevo prototipo de radiómetro de filtros, de bajo coste, para la determinación del espesor óptico de aerosoles (ZEN-41) con excelentes resultados.

5.3.3.

El SAF de Nowcasting garantiza su continuidad hasta 2022

El SAF (“Satellite Application Facility”) de Nowcasting, es una unidad integrada en la Organización Europea para la Explotación de los Satélites Meteorológicos (EUMETSAT) y cuyo objetivo es el desarrollo de productos que optimicen el uso de los datos de satélite para su aplicación a la predicción inmediata y a muy corto plazo (<http://www.nwcsaf.org>). El proyecto es liderado por AEMET, desarrollado dentro de un consorcio en el que participan además de AEMET los servicios meteorológicos de Francia, Austria y Suecia, y cofinanciado por EUMETSAT.

El SAF de Nowcasting desarrolla software que distribuye a sus más de 140 usuarios a los que además da un soporte continuado. El software permite a los usuarios la generación de productos de gran utilidad para la predicción como la identificación de áreas de precipitación, vientos de alta resolución, productos de estabilidad en aire claro, el diagnóstico y seguimiento de tormentas, detección de nubes, tipo y altura de las nubes, detección de ceniza volcánica y polvo del desierto, e identificación automática de estructuras meteorológicas, a partir de los datos de los satélites geoestacionarios Meteosat Segunda Generación (MSG) y satélites polares (MetOp y otros).

5 Actividades clave

Del 14 al 18 de noviembre de 2016 se realizó en el Centro Meteorológico en Málaga un banco de pruebas de los productos del SAF. Un total de nueve personas, entre predictores operativos y personal relacionado con la predicción, participaron haciendo el rol de predictores. El banco de pruebas consiste en reunir a un grupo de predictores para que realicen predicciones, simulando situaciones reales de predicción operativa utilizando las herramientas de predicción habituales (datos de satélites, radar, rayos, modelos numéricos, estaciones, etc.) más los productos del SAF de Nowcasting. Al banco de pruebas también asisten los diferentes desarrolladores de los diversos productos de predicción, incluyendo los del SAF de Nowcasting. El objetivo final es que se establezca un canal de comunicación entre los predictores operativos y los desarrolladores de los productos de predicción. De esta manera, los predictores reciben información directamente de los desarrolladores sobre cómo utilizar los productos y los desarrolladores reciben, a su vez, información sobre la utilidad de los productos.



Participantes del banco de pruebas del SAF de Nowcasting en el Centro Meteorológico de Málaga.

A finales de noviembre 2016 se distribuyó a los usuarios una versión nueva del paquete de software para satélites geoestacionarios, denominada NWC SAF GEO v2016.

La nueva versión constituye una mejora respecto de la versión anterior en varios aspectos:

- Mejoras técnicas y adopción de un nuevo formato para los productos (NetCDF)
- Mejoras en los algoritmos científicos que generan los productos

- Generación de nuevos productos: propiedades microfísicas de las nubes (espesor óptico de la nube, contenido en agua líquida y hielo de la nube, radio efectivo de las gotas de agua de la nube), probabilidad de que una nube de tope cálido se desarrolle y llegue a formar una célula tormentosa en la próxima media hora, probabilidad de presencia de un doblamiento de la tropopausa, asociada a turbulencia en aire claro y de gran relevancia para la aviación.
- Generación de los productos de nubes y de vientos de alta resolución a partir de datos de los satélites GOES-N (además de MSG)

Un hito muy importante ha sido la firma del Acuerdo Marco EUMETSAT-AEMET, que formaliza los planes del proyecto y garantiza su continuidad para los próximos cinco años, hasta febrero de 2022. Este nuevo acuerdo entra en vigor el 1 de marzo de 2017 y en esta nueva fase el Servicio Meteorológico de Rumania pasa a ser un nuevo miembro del consorcio del SAF de Nowcasting, junto con AEMET y los Servicios Meteorológicos de Francia, Austria y Suecia.



Firma del acuerdo marco EUMETSAT-AEMET.

5.4

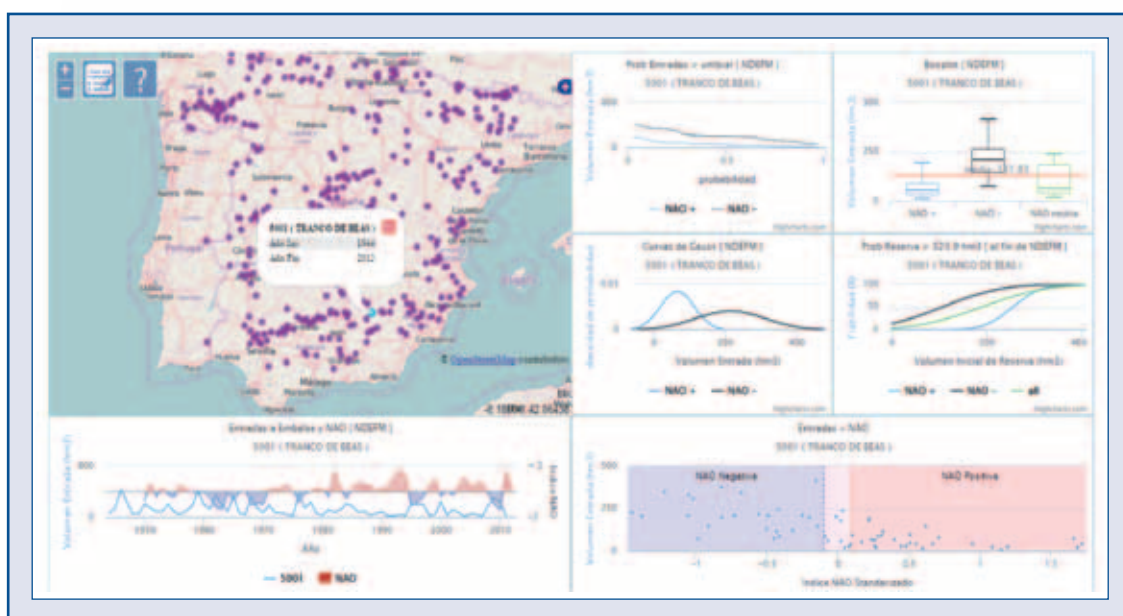
Servicios climáticos

5.4.1.

Predicciones estacionales para el apoyo a la gestión de embalses

En 2016 ha tenido lugar una nueva fase del proyecto multidisciplinar S-ClimWaRe, iniciado en años anteriores para desarrollar un servicio climático de apoyo a la gestión de los embalses utilizando predicciones estacionales. S-ClimWaRe ha sido un caso de estudio dentro del proyecto europeo FP7 EUPORIAS, que acaba de finalizar. Estas actividades forman también parte de la implantación del Marco Mundial de Servicios Climáticos en España. A lo largo de este último año, ha continuado la interacción regular del grupo de trabajo multidisciplinar formado por los agentes implicados en este servicio climático (Dirección General del Agua, Confederaciones Hidrográficas del Duero, Tago, Miño-Sil y Ebro, AEMET, Cetaqua y la Universidad Politécnica de Valencia).

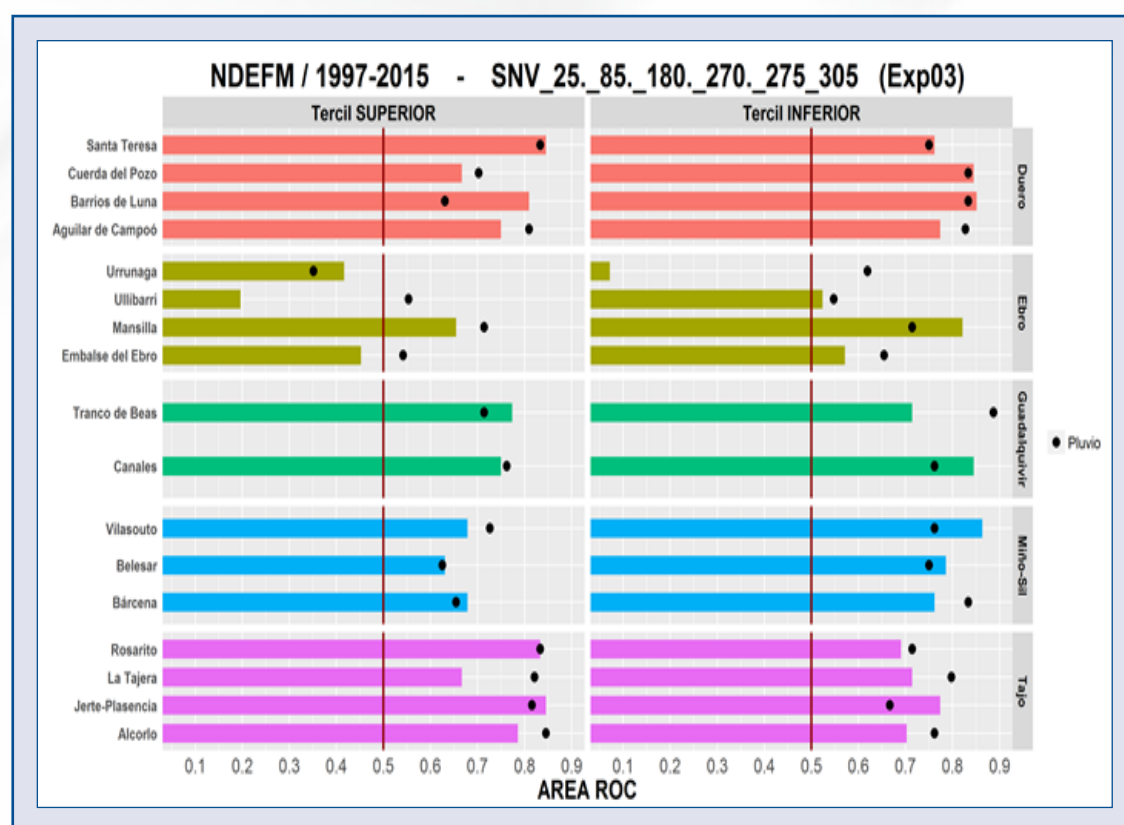
Entre los logros de esta segunda fase, cabe destacar la herramienta GIS para evaluar el riesgo hidrológico ligado a la variabilidad del clima en todos los embalses españoles, que ha sido desarrollada por AEMET. Los diagnósticos calculados por la aplicación responden a los requerimientos de la Dirección General del Agua y las Confederaciones Hidrográficas del Ebro, Duero, Miño-Sil y Tago, y permiten anali-



Aplicación GIS de evaluación del riesgo hidrológico ligado a la variabilidad del clima invernal en los embalses.

zar la influencia de la Oscilación del Atlántico Norte en el volumen de entrada a los diferentes embalses en la estación invernal (noviembre a marzo).

Asimismo, AEMET ha implementado y probado una nueva versión del sistema empírico de predicción estacional de la precipitación y las aportaciones a los embalses en el periodo invernal (noviembre a marzo), que había desarrollado el año anterior. La evaluación de este sistema se ha realizado en un conjunto extendido de 17 embalses propuestos por las Confederaciones Hidrográficas en las cuencas del Miño-Sil, Tago, Ebro, Duero y Guadalquivir en un periodo retrospectivo de 19 años (1997-2015). Los resultados son muy positivos excepto en los embalses del curso alto del Ebro.



Habilidad (medida con el índice Área ROC) de las predicciones estacionales de aportaciones invernales a los embalses y de precipitación para discriminar los años húmedos (tercil superior, izquierda) y los años secos (tercil inferior, derecha). Valores de este índice de verificación superiores a 0,5 indican que las predicciones tienen pericia para discriminar si el año es o no húmedo y seco. Para cada embalse, la barra corresponde a las aportaciones y el punto al de la precipitación en ese embalse.

Recientemente la Confederación Hidrográfica del Ebro ha comenzado a incorporar en su información sobre índices de sequía, la predicción estacional de AEMET que aparece en la web institucional y la previsión piloto de las aportaciones a los embalses por el sistema empírico desarrollado.

En 2016, en S-ClimWaRe ha habido una intensa actividad relacionada con el entrenamiento y la difusión de este nuevo servicio climático. Se han celebrado dos seminarios formativos a los usuarios, uno de ellos impartido por AEMET, y se ha preparado y distribuido una colección de vídeos formativos. Las herramientas desarrolladas han sido muy bien acogidas por los participantes en un taller de trabajo celebrado en otoño. Para más detalles puede consultarse la página web de AEMET: http://www.aemet.es/es/conocenos/congresos_y_conferencias/reuniones/taller_pred_estac_embalses). Por último, cabe destacar también la presentación de estas actividades en diferentes foros a escala nacional e internacional, incluido reuniones de hidrología de la Organización Meteorológica Mundial.

5.4.2. Taller COPERNICUS

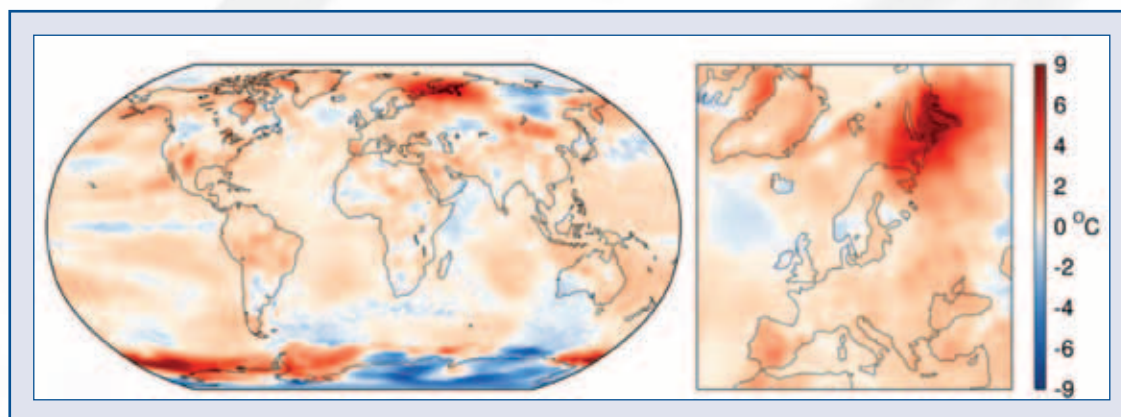
COPERNICUS es el programa insignia de la Unión Europea sobre la vigilancia de la Tierra mediante observaciones satelitales e “in situ”. Está gestionado por la Comisión Europea y se ejecuta en el marco de la Estrategia Europa 2020. COPERNICUS da continuidad al Programa para la Vigilancia Mundial del Medio Ambiente y la Seguridad (GMES) de la Unión Europea, cuyos orígenes se remontan al año 1998. Los servicios de información que proporcione COPERNICUS son libres y de acceso abierto para todos los usuarios.

En mayo de 2016, se celebró en la sede central de AEMET, el Taller sobre Atmósfera y Cambio Climático. La reunión fue organizada de forma conjunta por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, AEMET, ambas pertenecientes al Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, y el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) del Ministerio de Economía y Competitividad, con la participación del Centro europeo de predicción a medio plazo (ECMWF), como proveedor de los servicios de monitorización atmosférica y cambio climático proporcionados por el programa COPERNICUS.

El Servicio de monitorización de la atmósfera provee información en tiempo real y predicción a 4 días sobre la calidad del aire y la composición atmosférica, su efecto sobre el clima, la capa de ozono y la radiación ultravioleta, la radiación solar y las emisiones y flujos de las mismas. Esta información es de gran importancia en áreas como la salud, la agricultura, la vigilancia del medio ambiente, las energías renovables, la meteorología y la climatología.

El Servicio de cambio climático responde a los retos medioambientales y sociales asociados a los cambios climáticos inducidos por el hombre y ayudará a la adaptación y a la mitigación a través de la información proporcionada para su seguimiento y predicción.

El servicio permite acceder a varios indicadores del clima, como el aumento de la temperatura, el aumento del nivel del mar, la fusión de la capa de hielo, el calentamiento del océano, así como a otros índices climáticos.



Anomalía de la temperatura del aire en superficie en julio de 2016, con respecto al promedio de julio para el período 1981-2010. Fuente: ERA-Interim (ECMWF).

5.4.3.

CLIMPY y la investigación climática en el área pirenaica

En 2016 la Agencia firmó un convenio transfronterizo para la realización del proyecto de investigación “Caracterización de la evolución del clima y provisión de información para la adaptación en los Pirineos (CLIM’PY)”. En el consorcio participan instituciones de España, Francia y Andorra para llevar a cabo actividades de investigación climática en la zona pirenaica.

Esta investigación en el Pirineo tiene especial relevancia ya que las causas del cambio climático pueden ser graves y afectar a un buen número de sectores, debido a la fuerte vinculación existente entre los sistemas naturales y los sociales. Cambios en el régimen de precipitaciones y, por tanto, en patrones hidrológicos pueden alterar la principal fuente de los recursos hídricos; en el caso de la nieve, su presencia y temporalidad son elementos clave para la viabilidad y mantenimiento de actividades turísticas.

Así, el objetivo del proyecto CLIM’PY es conocer la evolución y tendencias del clima de la zona pirenaica en el contexto del cambio global, mediante la unificación y homogeneización de la información existente, el desarrollo de indicadores climáticos, la realización de proyecciones futuras y la elaboración de propuestas estratégicas de adaptación de los sectores afectados.

Además, incorpora el estudio de la nieve, el análisis de los eventos extremos y los escenarios de clima futuros. Para ello, se utilizará



una aproximación metodológica multidisciplinar que combina distintas herramientas: reconstrucción y análisis de series climáticas, modelización numérica, valoración ambiental y técnicas de participación.

Por su parte, AEMET aportará “Las proyecciones climáticas para el siglo XXI”, que incluyen información numérica y gráfica relativa a las proyecciones de cambio climático para el siglo XXI. Dichas proyecciones están regionalizadas sobre España y corresponden a diferentes escenarios de emisión de utilidad para ser empleada en el marco del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), en trabajos de evaluación de impactos y vulnerabilidad.

5.5

Participación en proyectos de investigación nacionales e internacionales

AEMET participa en diversos proyectos internacionales:

- Iberian-Biscay-Irish Monitoring & Forecasting Centre (IBI_MFC) of the Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMS) para el desarrollo y mantenimiento de un sistema de reanálisis, modelización de oleaje y océano y predicciones marinas en el área IBI (Iberian-Biscay-Irish) en colaboración con Puertos del Estado.
- PreFlexMS (Predictable Flexible Molten Salts Solar Power Plant): proyecto del H2020 cuyo objetivo es la mejora de la gestión de ins-

talaciones de energía solar en todo el mundo mediante la mejora de la predicción de los flujos radiativos.

- **EUPORIAS:** European PrOvision of Regional Impacts Assessment on Seasonal and decadal timescales. Proyecto del FP7 EU cuyo objetivo es desarrollar servicios de predicción de impactos en escalas desde estacional a decadal y demostrar el valor de estos servicios en la toma de decisiones.
- **MOSES** “Managing crOp water Saving with Enterprise Services”. Proyecto financiado del programa H2020 de investigación e innovación de la UE, que tiene como objetivo la mejora de la gestión de la demanda de agua para la agricultura de regadío mediante la aplicación de las predicciones a escala estacional.
- **SRNWP EPS Ph. II.** Se trata de un proyecto europeo de tres años y medio de duración coordinado por AEMET y el servicio meteorológico de Italia. El objetivo es el desarrollo de herramientas para la mejora de las predicciones probabilísticas suministradas por los sistemas de predicción por conjuntos.
- **HyMeX:** Hydrological cycle in Mediterranean Experiment, cuyo objetivo es avanzar en el conocimiento y cuantificación del ciclo hidrológico y los procesos relacionados en el Mediterráneo, especialmente la variabilidad decadal e interanual de los sucesos extremos y su tendencia dentro del contexto de cambio global.
- **CLIMPY.** Proyecto financiado por el European Regional Development Fund (FEDER) a través del Interreg Programme V-A Spain-France-Andorra (POCTEFA 2014-2020), cuyo objetivo es conocer la evolución y tendencias del clima de la zona pirenaica en el contexto del cambio global, mediante la unificación y homogeneización de la información existente, el desarrollo de indicadores climáticos, la realización de proyecciones futuras y la elaboración de propuestas estratégicas de adaptación de los sectores afectados.
- **LIFE-SHARA:** Sharing Awareness and Governance of Adaptation to Climate Change in Spain) Proyecto cofinanciado con fondos LIFE de la UE que tiene como objetivo fortalecer la gobernanza de la adaptación al cambio climático e incrementar la resiliencia frente al cambio climático en España y Portugal, en línea con la Estrategia Europa de Adaptación.
- **CLARITY:** Proyecto europeo de tres años de duración en el marco del Horizonte2020. El objetivo es estudiar la adaptación al cambio climático de diferentes usuarios europeos (ayuntamientos de grandes ciudades, autoridades de transportes terrestres, etc.) desarrollando herramientas para la aplicación de las salidas de los modelos climáticos a las necesidades concretas de los usuarios participantes en el proyecto.

Participación en programas de investigación nacional:

- PROACLIM: Propiedades del aerosol atmosférico en diferentes escenarios espacio-temporales y su influencia en el clima en colaboración con el CIEMAT.
- ATHAPOC: Estudio de la Anomalía Termohalina de Aguas Profundas del Mediterráneo Occidental en colaboración con el IEO (Instituto Español de Oceanografía-Baleares).
- SAMOA: la oceanografía operacional al servicio de las Autoridades Portuarias en colaboración con Puertos del Estado. Este proyecto es un conjunto de desarrollos que servirán para dar servicio a las Autoridades Portuarias y potenciar el sistema de oceanografía operacional de Puertos del Estado. Se implementarán operativamente 10 modelos atmosféricos de alta resolución, 10 modelos de oleaje y 8 modelos de circulación, y se desplegarán 13 nuevas estaciones meteorológicas y 3 GPS, asociados estos últimos a los mareógrafos ya existentes.
- DESEMON: Desarrollo de índices de sequía sectoriales: mejora de la monitorización y alerta temprana de las sequías en España. Este proyecto se coordina con la Universidad de Zaragoza y el Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC.
- DAMEC y Red IMPACTRON, proyecto con financiación nacional que tiene por objetivo la determinación del sesgo introducido por la automatización de las estaciones meteorológicas en las series climáticas.
- Proyecto dentro de la Acción Estratégica en Salud del Plan Nacional de I+D+i en colaboración con el Instituto de Salud Carlos III titulado “Futuro impacto de las temperaturas extremas sobre la mortalidad en España en el horizonte 2020-2050 y su valoración económica” con una duración de 3 años.
- “Avances en Simulación de Campos de Viento y Radiación Solar”, en colaboración con la Universidad de las Palmas de Gran Canaria, analiza nuevas alternativas para la simulación de campos de viento sobre orografía irregular y un modelo adaptativo de radiación solar que considere las radiaciones directa, difusa y reflejada, así como el efecto de las sombras del terreno.
- “Interacción entre procesos de Capa Límite Atmosférica y la niebla en ambientes estables: estudio observacional y simulaciones numéricas”, en colaboración con la Universidad Complutense de Madrid.

Asimismo, participa en varias Acciones COST de la Unión Europea:

- Acción COST ES1207 (A European BREWer NETwork – EU-BREWNET), que tiene como objetivo establecer una red homo-

génea de instrumentos Brewer en Europa y el desarrollo de una metodología común que permita una operación coordinada de la red.

- Acción COST ES1303 “TOPROF: Towards operational ground based profiling with ceilometers, doppler lidars and microwave radiometers for improving weather forecasts” cuyo objetivo es coordinar la operación de este tipo de instrumentación y el control de calidad de las observaciones en Europa.

5.6

Comunicación y difusión de datos e información

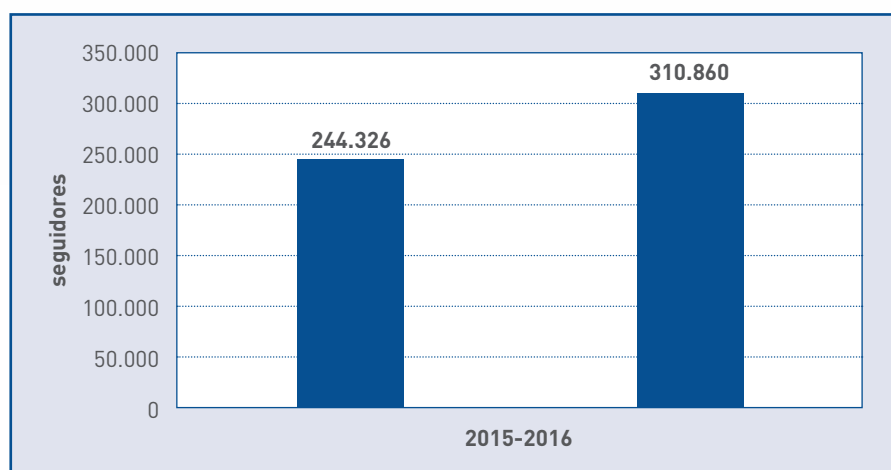
5.6.1.

Continúa mejorando el posicionamiento en las redes sociales y en internet

El posicionamiento de AEMET ha continuado ascendiendo, tanto en visualizaciones de su página web como en seguidores de sus redes sociales, habiendo aumentado las emisoras de radio que utilizan los servicios de la Agencia y las TV y páginas web que difunden e insertan en sus páginas el vídeo de predicción del tiempo que se publica a diario en la página web (www.aemet.es).

En Twitter los seguidores se han incrementado en más de 65.000, alcanzando un máximo de 310.860 a finales de 2016. También en Facebook el incremento de seguidores ha sido significativo, de casi 15.000, situándose a final de año en 38.460.

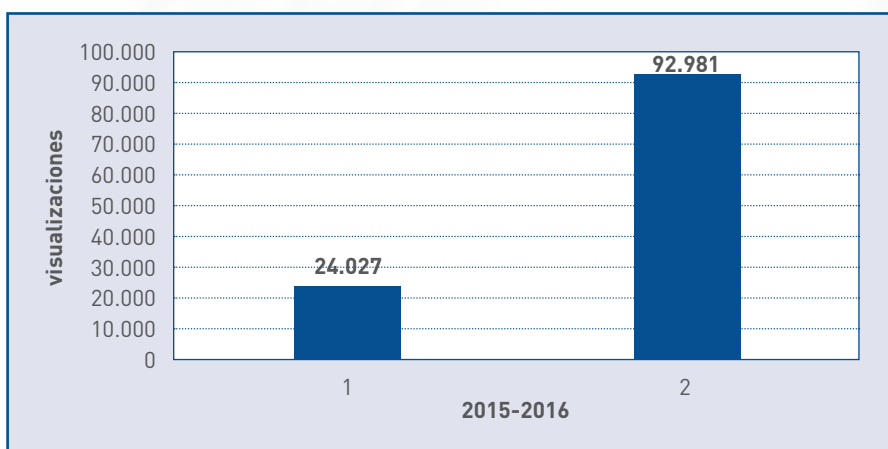
Comparativa Twitter 2015-2016



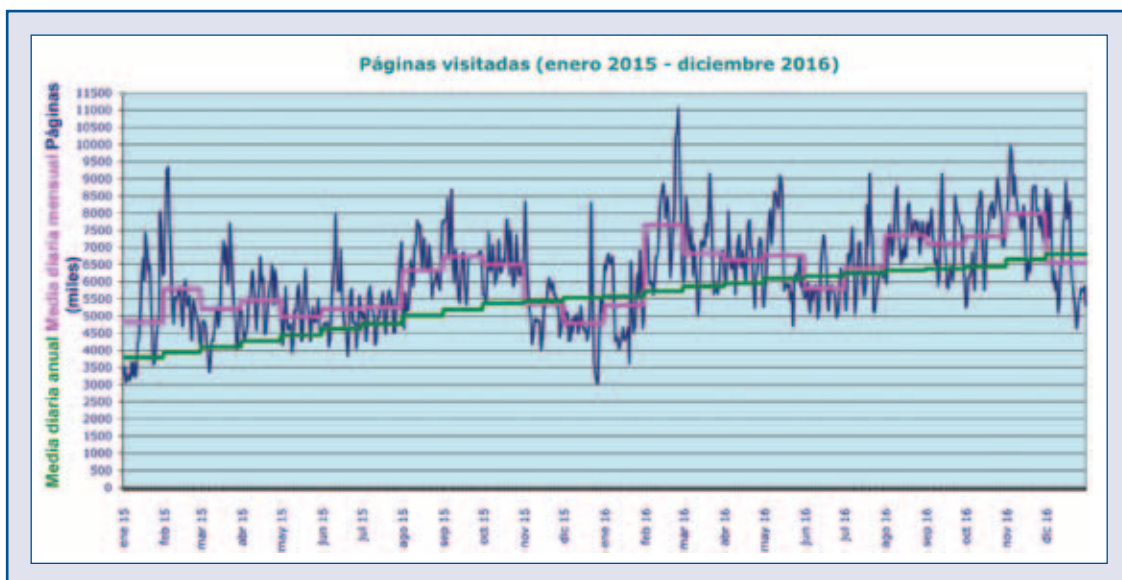
5 Actividades clave

La actividad aumentó de forma considerable en YouTube, con la publicación de 58 vídeos y casi 93.000 visualizaciones. Pero quizá donde el impulso resultó más destacado fue en el blog de AEMET (www.aemet-blog.es), puesto en marcha a finales de 2015, en el que se alcanzaron los 150.528 seguidores a finales de 2016; desde el blog se difunde información relacionada con la actualidad, los proyectos, eventos, opiniones, etc.

Youtube



La web contó en 2016 con aproximadamente 2.491 millones de páginas visitadas, lo que supone una media de unos 6,8 millones de páginas visitadas al día (5,5 en 2015). Además de tener una media diaria muy elevada, la web se caracteriza por presentar picos fuertes de acceso, coincidentes con episodios de tiempo adverso o con inicio o fin de periodos vacacionales. En 2016 el máximo de más de 11 millones de páginas visitadas se produjo el 26 de febrero.



5.6.2.

Meteoescuela

Un objetivo de la Agencia es acercar a la sociedad en general, y a los escolares en particular, planes y programas en materia de educación ambiental. Con este fin se ha desarrollado el proyecto Meteoescuela (más información en <http://www.meteoescuela.es>), iniciativa de la Delegación Territorial de AEMET en Cantabria en colaboración con la Consejería de Educación Cultura y Deporte del Gobierno de Cantabria, dirigido al alumnado de quinto y sexto de Educación Primaria y a todos los cursos de Educación Secundaria Obligatoria.

El programa se desarrolla como una actividad complementaria en el currículo de la educación reglada en Cantabria y pretende fomentar el interés de los alumnos por la meteorología y climatología a través de la experimentación, ofreciendo una serie de recursos para la enseñanza de la observación meteorológica.

Específicamente, Meteoescuela pretende crear una red de observación meteorológica escolar en Cantabria, cuyos datos se compartan a través de una página web, con los siguientes objetivos:

- Dotar a la población escolar de Cantabria de recursos para la enseñanza de la observación meteorológica. El recurso básico es la página web, la cual es el corazón de la red de observaciones escolares Meteoescuela, donde los alumnos pueden alojar las observaciones realizadas en el centro escolar.
- Poner a disposición de los centros escolares de Cantabria datos meteorológicos recogidos en la red meteorológica Meteoescuela



5 Actividades clave

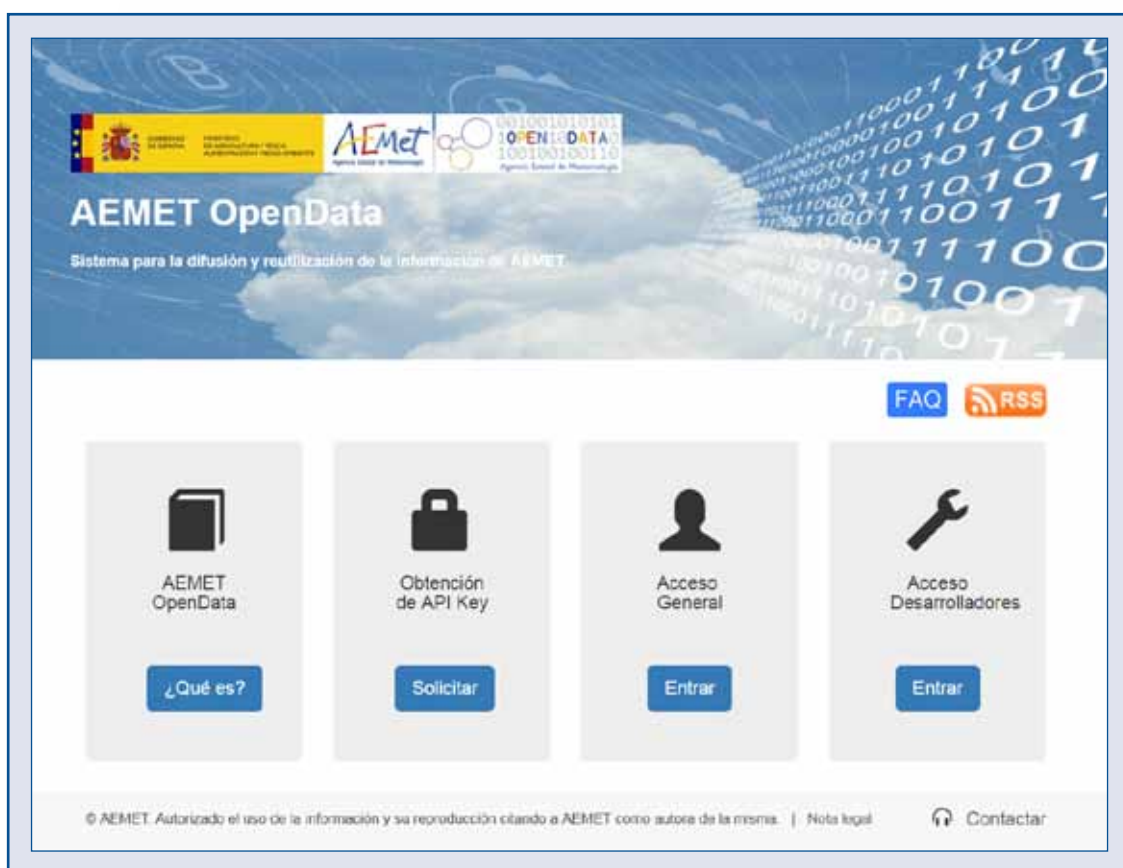
para la posterior práctica de la climatología. La ventaja de utilizar datos reales y recogidos por ellos mismos dará una nueva dimensión a la hora de afrontar ejercicios sobre climatología en el aula.

- Ofrecer recursos para la didáctica de la meteorología en el aula a los colegios e institutos de Cantabria.
- Fomentar el interés de los alumnos por la meteorología y la climatología.

5.6.3.

AEMET facilita el acceso a su información meteorológica y climatológica para su reutilización (OpenData)

Desde noviembre de 2016 la Agencia ha puesto a disposición del público el sistema “AEMET OpenData”, que permite la difusión y la reutilización de la información meteorológica y climatológica de la



Centro de descargas de OpenData

Agencia. El nuevo centro de descargas estará disponible en <https://opendata.aemet.es>.

La información que genera y custodia AEMET constituye un importante recurso para promover la economía del conocimiento y de la sociedad de la información; la reutilización y la puesta a disposición de esta información con fines privados o comerciales, favorece la circulación de información hacia los agentes económicos, los infomediaarios y la ciudadanía, con el fin de fomentar el crecimiento económico, el compromiso social y la transparencia.

Este sistema posibilita a todo tipo de usuarios el acceso gratuito a los datos explicitados en el Anexo II de la Resolución de 30 de diciembre de 2015 de AEMET, por la que se establecen los precios públicos que han de regir la prestación de servicios meteorológicos y climatológicos utilizando estándares abiertos, así como, en su caso y de forma complementaria, estándares que sean de uso generalizado por los ciudadanos de acuerdo con el artículo 11 del Real Decreto 4/2010, de 8 de enero, por el que se regula el Esquema Nacional de Interoperabilidad en el ámbito de la Administración Electrónica.

El acceso para el público en general permite a los usuarios acceder a los datos de una manera amigable. La interacción con los datos se caracteriza por ser puntual, realizada a través de interfaces amigables destinados a las personas, que serán dirigidas paso a paso y mediante la elección de distintas opciones.

El acceso para desarrolladores se caracteriza por la posibilidad de interacción periódica e incluso programada, realizada a través de un API y destinada a un sistema informático, no se ejecuta a través de interfaces amigables y permite incluir de manera automática los datos de AEMET en los sistemas informáticos de los usuarios.

“AEMET OpenData” permite el acceso a los datos procedentes de gran cantidad de sensores, como estaciones meteorológicas automáticas, convirtiéndose estos en dispositivos de Internet de las Cosas (IoT). A través de este nuevo sistema de AEMET los ciudadanos pueden obtener los datos que sean de su interés en tiempo real y aplicar técnicas de procesamiento de datos en caliente para detectar patrones de comportamiento ocultos en esos datos.

Con la puesta en marcha de este centro de descargas, AEMET fomenta el uso de la técnica “BigData”, iniciado con la aprobación en 2014 y posterior actualización en 2015 del Plan de medidas de impulso de la reutilización de datos (RISP) y la publicación de datos reutilizables de AEMET en el catálogo datos.gob.es.

6

La dimensión internacional

6.1

Participación en organismos internacionales

Durante 2016 AEMET ha desarrollado una intensa actividad internacional dentro de la cuádruple vertiente de ejercer la representación de España en organismos internacionales relacionados con la meteorología y climatología; colaborar con otros servicios meteorológicos en foros y proyectos de interés común; beneficiarse de iniciativas de ámbito mundial y europeo para su propia actividad nacional; y desplegar las actividades encuadradas dentro de los programas de cooperación al desarrollo.

De la importancia creciente de la actividad internacional de AEMET, como representante de España en meteorología, debe resaltarse que en todos los organismos internacionales hay españoles entre sus puestos directivos, situación que nunca se había producido con anterioridad.

Organización Meteorológica Mundial (OMM)

La Organización Meteorológica Mundial (OMM – public.wmo.int/es) es una Agencia Especializada de Naciones Unidas con competencias en meteorología, climatología e hidrología. Sus 191 países y territorios miembros están representados permanentemente a través de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN).

Del 15 al 24 de junio tuvo lugar en Ginebra la 68ª sesión del Consejo Ejecutivo de la OMM, órgano ejecutivo de la organización entre Congresos, del que el presidente de AEMET forma parte, así como de

otros grupos de trabajo dependientes del Consejo. Durante la reunión, se puso de manifiesto el papel de España en la OMM, su interés en avanzar en la generación de eficiencias y la gran labor de AEMET en el campo de la cooperación internacional.

Centro Europeo de Predicción meteorológica a Plazo Medio (CEPPM)

El CEPPM (<http://www.ecmwf.int/>) es una organización formada por 22 países miembros y 12 cooperantes, cuyos objetivos principales son desarrollar métodos numéricos para predicciones meteorológicas a medio plazo, así como distribuir dichas predicciones a los servicios meteorológicos de los estados miembros, entre otras.

Durante 2016 se ha continuado avanzando en el estudio del posible cambio de sede del centro de proceso de datos (CPD) del CEPPM (<http://www.ecmwf.int/>), habiendo decidido el Consejo la apertura de un proceso internacional para la presentación de ofertas. A final de año se habían recibido 7 candidaturas para alojar el CPD, procedentes de 5 Estados Miembros. La participación de España se dirige a garantizar la mejor solución técnica para el Centro y la menos costosa para el Centro en una decisión que debería tomarse a lo largo de 2017.

EUMETSAT – Organismo Europeo para Explotación de Satélites Meteorológicos

EUMETSAT (<http://www.eumetsat.int>) es un organismo intergubernamental del que forman parte 30 Estados europeos y al que España pertenece desde su creación. En 2016, EUMETSAT aprobó el inicio de su programa JASON-CS, una misión específica de altimetría por satélite para vigilancia de los océanos. Los beneficios para la comunidad científica, la industria y los usuarios españoles son notables en campos como el estudio de los océanos, la meteorología marina, la predicción estacional o el cambio climático. En 2016 España decidió su interés en participar en este programa y es de esperar su incorporación definitiva al mismo a lo largo de 2017.

El 31 de diciembre de 2016 cesó el servicio de EUMETCast América, que estuvo proporcionando datos de satélite en América durante los últimos años. La actuación de AEMET en la OMM y en EUMETSAT, en defensa de la necesidad de este servicio, se ha plasmado finalmente en su incorporación en GEONETCast, lo que garantiza a los países iberoamericanos acceso a la misma información a través de una vía diferente.

EUMETNET – Conferencia Europea de Servicios Meteorológicos Nacionales

AEMET es miembro de la conferencia europea de Servicios Meteorológicos Nacionales (EUMETNET - <http://www.eumetnet.eu/>), una asociación de 31 servicios meteorológicos europeos, para llevar a cabo programas de colaboración en diversos campos de la actividad básica operativa, mejorando prácticas y reduciendo los costes de las inversiones que cada país realiza en infraestructuras y que benefician a toda la comunidad. AEMET continúa liderando y dirigiendo el programa SRNWP-EPS en colaboración con el Servicio Meteorológico Nacional de Italia.

Grupo HIRLAM y otros consorcios

El grupo de cooperación HIRLAM (<http://hirlam.org/>) está integrado por los Servicios Meteorológicos Nacionales de Dinamarca, Estonia, Finlandia, Holanda, Irlanda, Islandia, Lituania, Noruega, Suecia, España y el de Francia como miembro asociado. HIRLAM coopera en el desarrollo y explotación de modelos numéricos de alta resolución para su uso operativo en la predicción desde la pasada década. AEMET es miembro del consorcio desde 1997 y continúa participando en el nuevo programa, que se extiende de 2016 a 2020.

6.2

Cooperación al desarrollo

En el marco establecido por el Plan Director de la Cooperación Española (Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación), AEMET mantiene programas de cooperación al desarrollo con más del 25% de los países del mundo en las áreas en las que ha centrado su actividad, fundamentalmente América Latina, África Occidental y la Gran Región Mediterránea. Las líneas estratégicas apoyadas por la cooperación española en meteorología son:

- Fortalecimiento institucional y movilización de recursos.
- Mejora técnica en la provisión de servicios de tiempo y clima.
- Desarrollo de capacidad.

Cooperación en Iberoamérica

AEMET coordina la Conferencia de Directores de Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Iberoamericanos (CIMHET – <http://www.cimhet.org/>),

creada en 2003. En noviembre de 2016 AEMET organizó la XIII reunión de la Conferencia, en las instalaciones del Centro de Formación de la Cooperación Española de La Antigua (Guatemala), con la participación de prácticamente todos los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Iberoamericanos y de representantes de la OMM, y en estrecha colaboración con la Agencia española de cooperación internacional para el desarrollo (AECID).

Durante 2016 se han impartido 6 actividades formativas en materias relacionadas con datos climáticos, calidad del aire, la interpretación de productos satélite, meteorología agrícola, pronóstico hidrológico y escenarios regionalizados de Cambio Climático. Continuaron los trabajos preparatorios para la adquisición de sensores e implantación de una red de descargas eléctricas en Centro América; esta red supondrá la primera fase de lo que en el futuro será el centro regional virtual de avisos de fenómenos hidrometeorológicos adversos. Este proyecto, llevado a cabo en estrecha colaboración con AECID, está financiado con 750.000 € por la Comisión Europea.

Cooperación en el Noroeste de África

En 2007 España creó la Conferencia de Directores de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos de África Occidental (AFRIMET – <http://www.afrimet.org>), en la que se integran 16 países de la región. En abril de 2016 se celebró la conferencia de AFRIMET en Nuakchot (Mauritania), donde se realizó la entrega de MARINEMET, uno de los proyectos más ambiciosos de la cooperación española en meteorología y cuyo principal objetivo es mejorar la capacitación en meteorología marina y oceanografía de los Servicios Meteorológicos Nacionales de los países participantes.

Cooperación en la región mediterránea y otras áreas

El Centro de Predicción de Polvo Atmosférico de Barcelona (BDFC/ SDS-WAS – <http://dust.aemet.es>) proporciona predicciones operativas de presencia de arena y polvo en la atmósfera para los países del N de África, Europa y Oriente Medio. Su creación y mantenimiento ha sido un proyecto conjunto de AEMET y el Barcelona Supercomputing Center. En 2016 se llevó a cabo la quinta edición del curso 'Training Course on WMO SDS-WAS products' que estuvo coorganizado por AEMET con el Servicio Meteorológico de Irán (IRIMO), EUMETSAT y el Barcelona Dust Forecast Center.

6.3

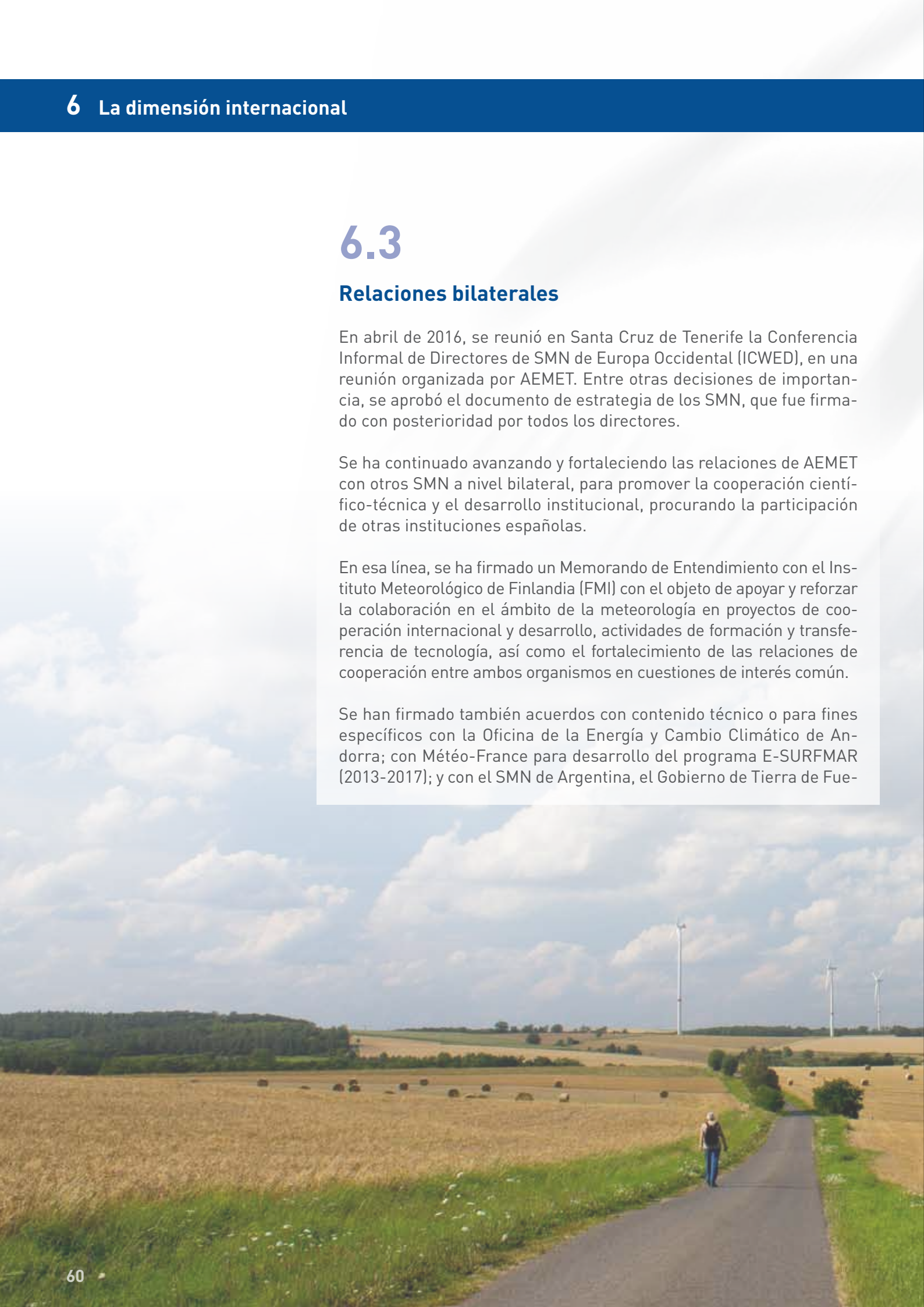
Relaciones bilaterales

En abril de 2016, se reunió en Santa Cruz de Tenerife la Conferencia Informal de Directores de SMN de Europa Occidental (ICWED), en una reunión organizada por AEMET. Entre otras decisiones de importancia, se aprobó el documento de estrategia de los SMN, que fue firmado con posterioridad por todos los directores.

Se ha continuado avanzando y fortaleciendo las relaciones de AEMET con otros SMN a nivel bilateral, para promover la cooperación científico-técnica y el desarrollo institucional, procurando la participación de otras instituciones españolas.

En esa línea, se ha firmado un Memorando de Entendimiento con el Instituto Meteorológico de Finlandia (FMI) con el objeto de apoyar y reforzar la colaboración en el ámbito de la meteorología en proyectos de cooperación internacional y desarrollo, actividades de formación y transferencia de tecnología, así como el fortalecimiento de las relaciones de cooperación entre ambos organismos en cuestiones de interés común.

Se han firmado también acuerdos con contenido técnico o para fines específicos con la Oficina de la Energía y Cambio Climático de Andorra; con Météo-France para desarrollo del programa E-SURFMAR (2013-2017); y con el SMN de Argentina, el Gobierno de Tierra de Fue-



go de Argentina, el INTA de España, para cooperación sobre la estación de Vigilancia Atmosférica Global de Ushuaia (Argentina).

6.4

Contribuciones internacionales

Las contribuciones internacionales correspondientes a los acuerdos del Estado o de AEMET y con cargo al presupuesto de la Agencia (representando más del 34% del mismo) se han hecho efectivas en 2016 por un importe aproximado de 41,9 millones de euros.

Contribuciones internacionales AEMET 2016	Importe €
EUMETSAT	34.747.650
CEPPM	4.600.000
OMM	1.951.000
EUMETNET	529.800
Hirlam	75.900
ECOMET	24.000
Total	41.928.350



7

Actividades de apoyo

7.1

Formación y enseñanza

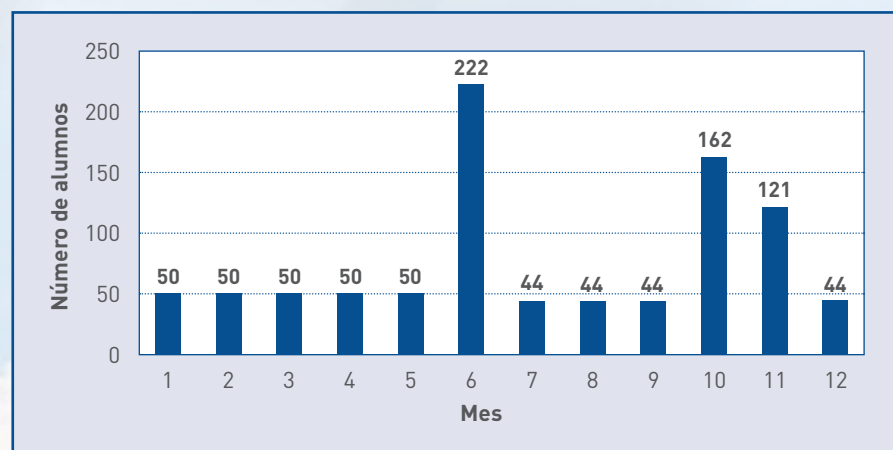
7.1.1.

Plan Anual de Formación

Dentro del Plan Anual de Formación (PAF 2016) se realizaron un total de 32 cursos que contaron con la participación de 931 alumnos y que totalizaron 1487 horas de formación continua. Este grado de actividad supuso una reducción de un 30% en el número de cursos respecto al plan anterior, alrededor de un 15% menos de horas lectivas y una reducción semejante en el alumnado. Una mayoría de las actividades formativas del PAF 2016 estuvieron relacionadas con la formación y reciclaje de especialistas en meteorología aeronáutica para dar cumplimiento al sistema de gestión de las competencias implantado en AEMET, tal como se acordó entre la OMM y la OACI. En este sentido se ha conseguido disponer de suficientes actividades formativas en observación aeronáutica, totalmente a distancia, para cubrir el itinerario formativo de esa especialidad.

El uso del campus a distancia de AEMET se ha consolidado, dando cabida a la mayor parte de los cursos de formación continua (de los cuales ya hay más de veinte completamente a distancia). Entre ellos se ha realizado la primera edición del curso básico de Meteorología y Climatología para Intérpretes y Traductores de la OMM, con cerca de cuarenta participantes y seis meses de duración. Así mismo, se ha iniciado en octubre de 2016 la segunda edición, con un éxito semejante en el número de participantes, extendiéndose la cobertura a los traductores e intérpretes de otros organismos de la ONU (OIEA, OMS, etc.)

Distribución de alumnos del PAF 2016



Un año más se mantuvo la colaboración con el Colegio Oficial de Físicos para la difusión del Programa El GLOBE de cobertura mundial que contribuye a la sensibilización de los sectores escolares de las distintas etapas educativas para fomentar el conocimiento de las ciencias de La Tierra. El curso tiene por objeto formar a profesores de enseñanzas regladas en los protocolos de observación hidrometeorológica, agrícola y fenológica sugeridos en El GLOBE.

En 2016 dio comienzo la primera edición del curso universitario de especialistas en Meteorología, en colaboración de AEMET con la Universidad nacional de Educación a Distancia (UNED). Se espera que, en un futuro inmediato, esta colaboración dé lugar a un curso magister que recoja las recomendaciones del paquete básico de instrucción de Meteorólogos sugerido por la OMM.

7.1.2.

Clausura de la primera edición del Curso Iberoamericano de Formación de Meteorólogos

Con la asistencia de representantes de los departamentos de formación y cooperación de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y de embajadas de los países de origen de los alumnos, se clausuró la primera edición, el curso iberoamericano de formación de meteorólogos. El curso, que ha permitido formar a 12 meteorólogos de 10 servicios meteorológicos nacionales iberoamericanos, ha sido diseñado e impartido por AEMET a solicitud de la Conferencia de Directores de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Iberoamericanos (CIMHET) con el doble fin de facilitar la formación de los profesionales y la acreditación de los mismos ante los nuevos requerimientos de la Organización Internacional de Aviación Civil (OACI).



Históricamente, la formación en meteorología para alumnos extranjeros comenzó en 1969, con la impartición del “Curso Internacional de Meteorología”, por parte del entonces Servicio Meteorológico Nacional, que habilitaba para la obtención del Diploma de Meteorólogo Clase II de la OMM. Con posterioridad, la OMM ha establecido nuevos requisitos formativos, según los cuales se clasifica profesionalmente a un meteorólogo como un profesional que ha completado con éxito el Paquete de Instrucción Básica para Meteorólogos (PIB-M) impartido por alguna institución que cumpla con todos los requerimientos señalados por la OMM, en este caso AEMET, como Servicio Meteorológico Nacional de España.

El curso ha tenido carácter semipresencial. En junio de 2015 dio comienzo la fase del curso a distancia con una duración de 600 horas, divididas en quince bloques; la fase presencial de carácter eminentemente práctico ha constado de 250 horas y se ha llevado a cabo en las instalaciones de AEMET entre los meses de septiembre y octubre de 2016.

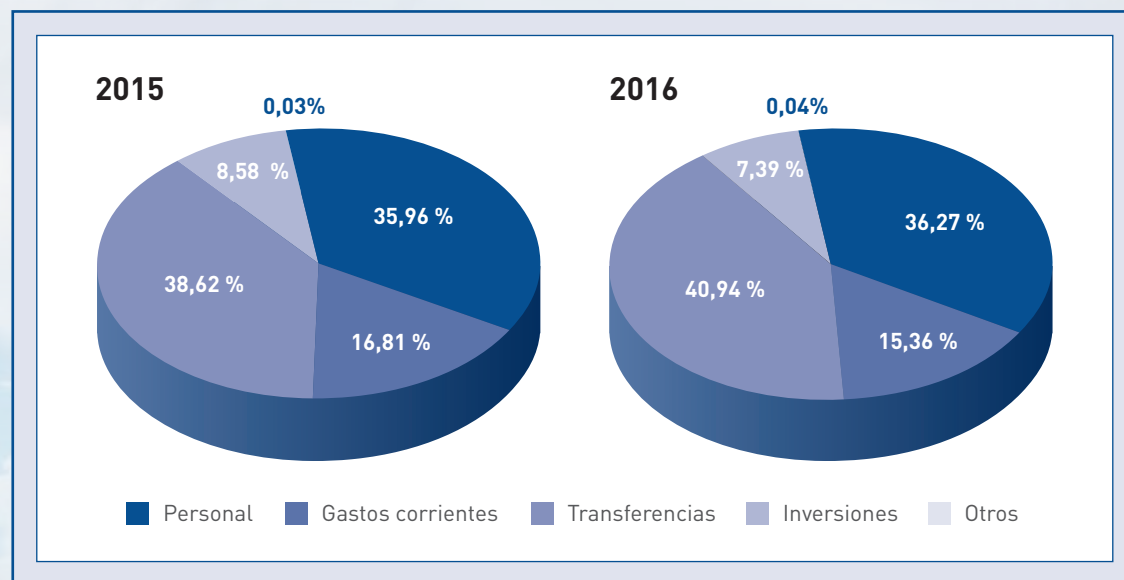
Dado la gran acogida, tanto entre los Servicios Meteorológicos Iberoamericanos como por parte de la OMM, están previstas nuevas ediciones para la comunidad meteorológica iberoamericana, que se iniciarán en 2017.

7.2

Gestión económica

Respecto a 2015, los cambios más significativos en la distribución del gasto de AEMET han estado relacionados con un incremento de las transferencias, tanto corrientes como de capital, que han pasado de suponer un 38,62% del gasto en 2015 a un 40,94% en 2016. Estas transferencias se realizan fundamentalmente para el pago de las contribuciones internacionales que AEMET debe atender en ejercicio de sus competencias. De todas ellas, la de más importe es la contribución a los programas de EUMETSAT, que ha supuesto un 22,47% del gasto en 2015 y un 27,85% en 2016. Por otro lado, se observa una ligera reducción del porcentaje de gastos corrientes e inversiones.

Distribución del gasto. Reconocimientos de obligaciones 2015 - 2016

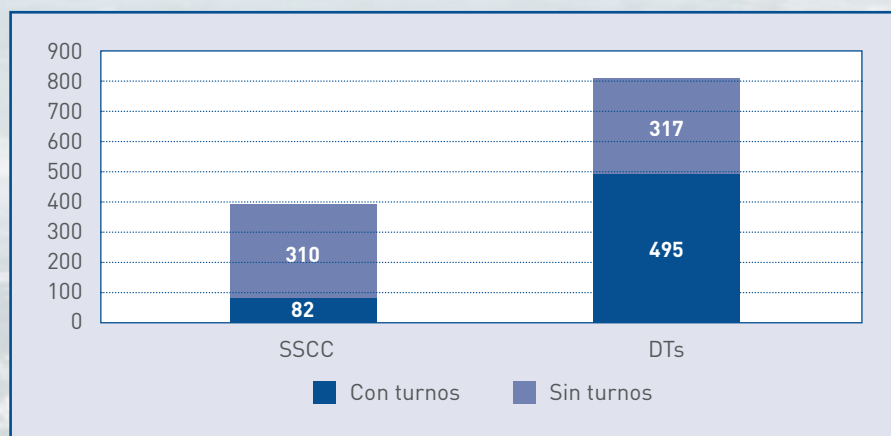


7.3

Gestión de recursos humanos

El principal activo de AEMET son las 1.204 personas que constituyen su plantilla a 31 de diciembre de 2016. Prácticamente el 33%, 392 trabajadores, tienen su puesto de trabajo en los servicios centrales mientras que el resto, 812 efectivos, trabajan en oficinas distribuidas por todo el Estado y coordinadas desde las 17 delegaciones territoriales. Una de las particularidades que caracteriza la plantilla de AEMET es que prácticamente la mitad del personal, 577 trabajadores, lo hace en jornadas con horario especial.

Distribución del personal



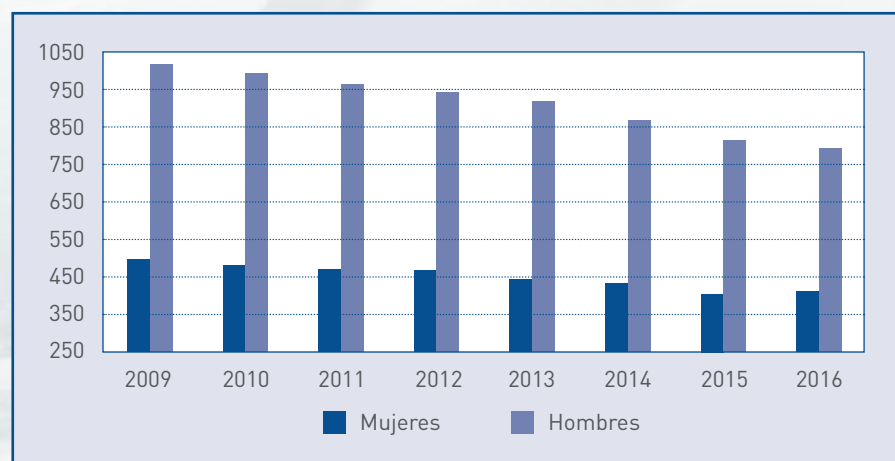
La evolución muestra cómo, desde 2009, momento en el que se pone en pleno funcionamiento el modelo organizativo de la Agencia, la plantilla ha disminuido de forma progresiva.

Evolución efectivos 2009-2016



El número de efectivos por sexo presenta la distribución siguiente:

Evolución de efectivos por sexo (2009-2016)



Del total de la plantilla 1.099 trabajadores son funcionarios mientras que 104 son personal laboral. Adicionalmente, se encuentran en vigor 30 becas de formación para posgraduados que apoyan el desarrollo de diversos programas de la Agencia.

Como apoyo al personal aeronáutico, AEMET dispone de un cupo anual de jornadas para el nombramiento de funcionarios observadores interinos, aprobado por la Dirección General de Función Pública. Por lo general, cubren bajas o acumulación de tareas a las unidades aeronáuticas en las distintas dependencias de AEMET, principalmente para garantizar la observación meteorológica en los aeródromos abiertos al tráfico civil.

Durante el año 2016, se autorizó un cupo de 25 jornadas de funcionarios interinos equivalentes a la contratación de personal durante 300 meses.

A1

Publicaciones científicas y técnicas (con revisión por pares)

- Azorin-Molina C, Guijarro JA, McVicar TR, Vicente-Serrano SM, Chen D, Jerez S, Espírito-Santo F: Trends of daily peak wind gusts in Spain and Portugal, 1961-2014. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 121, doi:10.1002/2015JD024485, 20 pp.
- Barreto, Á., Cuevas, E., Granados-Muñoz, M.-J., Alados-Arboledas, L., Romero, P. M., Gröbner, J., Kouremeti, N., Almansa, A. F., Stone, T., Tolédano, C., Román, R., Sorokin, M., Holben, B., Canini, M., and Yela, M.: The new sun-sky-lunar Cimel CE318-T multiband photometer – a comprehensive performance evaluation. *Atmos. Meas. Tech.*, 9, 631-654, doi:10.5194/amt-9-631-2016.
- Barthlott, S., Schneider, M., Hase, F., Blumensstock, T., Kiel, M., Dubravica, D., García, O. E., Sepúlveda, E., Mengistu Tsidu, G., Takele Kenea, S., Grutter, M., Plaza, E. F., Stremme, W., Strong, K., Weaver, D., Palm, M., Warneke, T., Notholt, J., Mahieu, E., Servais, C., Jones, N., Griffith, D. W. T., Smale, D., and Robinson, J.: Tropospheric water vapour isotopologue data (H162O, H182O and HD16O) as obtained from NDACC/FTIR solar absorption spectra. *Earth Syst. Sci. Data Discuss.*, doi:10.5194/essd-2016-9.
- Bassani, C.; Manzo, C.; Zakey, A.; Cuevas-Aguilló, E.: Effect of the Aerosol Type Selection for the Retrieval of Shortwave Ground Net Radiation: Case Study Using Landsat 8 Data. *Atmosphere* 2016, 7, 111.
- Calbet, X.: Assessment of adequate quality and collocation of reference measurements with space-borne hyperspectral infrared instruments to validate retrievals of temperature and water vapour. *Atmos. Meas. Tech.*, 9, 1-8, doi: 10.5194/amt-9-1-2016.
- Campins, Joan and Beatriz Navascués: Impact of targeted observations on HIRLAM forecasts during HyMeX-SOP1. *Q. J. R. Meteorol. Soc.* DOI:10.1002/qj.2737.
- Córdoba-Jabonero, C., J. Andrey-Andrés, L. Gómez, J.A. Adame, M. Sorribas, M. Navarro-Comas, O. Puertedura, E. Cuevas, M. Gil-Ojeda: Vertical mass impact and features of Saharan dust intrusions derived from ground-based remote sensing in synergy with airborne in-situ measurements. *Atmospheric Environment*, 142, 420-429, ISSN 1352-2310.
- Cuevas, E., Gómez-Peláez, Á. J., Rodríguez, S., Terradellas, E., Basart, S., García, R. D., García, O. E., and Alonso-Pérez, S.: Pivotal role of the North African Dipole Intensity (NAFDI) on alternate Saharan dust export over the North Atlantic and the Mediterranean, and relations-

hip with the Saharan Heat Low and mid-latitude Rossby waves. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, doi:10.5194/acp-2016-287.

- Dmitry A. Belikov, Shamil Maksyutov, Alexey Yaremchuk, Alexander Ganshin, Thomas Kaminski, Simon Blessing, Motoki Sasakawa, Angel J. Gomez-Pelaez, and Alexander Starchenko: Adjoint of the global Eulerian-Lagrangian coupled atmospheric transport model (A-GELCA v1.0): development and validation. *Geosci. Model Dev.*, 9, 749–764.
- Fountoulakis, I., Redondas, A., Bais, A. F., Rodriguez-Franco, J. J., Fragkos, K., and Cede, A.: Dead time effect on the Brewer measurements: correction and estimated uncertainties. *Atmos. Meas. Tech.*, 9, 1799–1816, doi:10.5194/amt-9-1799-2016.
- Garrido, Ángel-Luis; María G. Buey; Gema Muñoz and José-Luis Casado-Rubio: *Information Extraction on Weather Forecasts with Semantic Technologies*. Springer International Publishing, páginas 140-151, ISBN 978-3-319-41754-7, DOI: 10.1007/978-3-319-41754-7_12.
- Huneeus, N., Basart, S., Fiedler, S., Morcrette, J.-J., Benedetti, A., Mulcahy, J., Terradellas, E., Pérez García-Pando, C., Pejanovic, G., Nickovic, S., Arsenovic, P., Schulz, M., Cuevas, E., Baldasano, J. M., Pey, J., Remy, S., and Cvetkovic, B.: Forecasting the northern African dust outbreak towards Europe in April 2011: a model intercomparison. *Atmos. Chem. Phys.*, 16, 4967–4986, doi:10.5194/acp-16-4967-2016.
- Jansa A, Homar V, Romero R, Alonso S, Guijarro JA, Ramis C: Extension of summer climatic conditions into spring in the Western Mediterranean area. *Int. J. Climatol.*, 13 pp, DOI: 10.1002/joc.4824.
- Jiménez MA, Simó G, Wrenger B, Telisman-Prtenjak M, Guijarro JA, Cuxart J: Morning transition case between the land and the sea breeze regimes. *Atmospheric Research*, 172–173:95–108.
- Milford, C., Fernández-Camacho, R., Sánchez de la Campa, A.M., Rodríguez, S., Castell, N., Marrero, C., Bustos, J.J., de la Rosa, J.D., Stein, A.F.: Black Carbon aerosol measurements and simulation in two cities in south-west Spain. *Atmospheric Environment* 126, 55–65, 2016.
- Nuñez Mora, José Ángel; Jesús Riesco Martín; Manuel Mora García; Fernando de Pablo Davila and Luís Rivas Soriano: Climatological characteristics and synoptic patterns of snowfall episodes in the central Spanish Mediterranean area. *International Journal of Climatology* doi:10.1002/joc.4645.
- Sánchez Arriola, Jana: Variational Bias Correction of GNSS ZTD in the HARMONIE Modeling System. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, vol. 55, no. 5, 1259–1276. DOI: 10.1175/JAMC-D-15-0137.1.

A2

Publicaciones del catálogo de AEMET

- AEMET, 2016: Calendario meteorológico 2017. AEMET, 330 pp.
- AEMET, 2016: El Centro de Investigación Atmosférica de Izaña: 100 años observando la atmósfera / The Izaña Atmospheric Research Centre: 100 years observing the atmosphere. AEMET, folleto bilingüe (castellano e inglés), 44 pp.
- AEMET, 2016: El observador 2016 (publicación bimestral electrónica). AEMET, 6 números ordinarios, 8 pp./ud.
- AEMET, 2016: Información meteorológica marítima. AEMET, folleto, 4 pp.
- AEMET, 2016: Informe anual 2015. AEMET, 88 pp.
- AEMET, 2016: Informe anual 2015. AEMET, publicación electrónica, 88 pp.
- AEMET, 2016: Informe anual 2015. AEMET, tarjeta usb, 88 pp.
- AEMET, 2016: La observación en AEMET. AEMET, folleto, 8 pp.
- AEMET, 2016: Observation in AEMET. AEMET, folleto (inglés), 8 pp.
- AEMET/OMM, 2016: Izaña Atmospheric Research Center. Activity Report 2012-2014 Report. Coedición de AEMET y la Organización Meteorológica Mundial (OMM), (inglés), viii+150 pp.
- Ory, F., 2016: El Centenario del Observatorio de Izaña: La apasionante historia de un Observatorio de montaña en una remota isla del Atlántico Norte / The Izaña Observatory Centenary: The exciting story of a mountain observatory on a remote island in the North Atlantic. AEMET, folleto bilingüe (castellano e inglés), 24 pp.
- Quintero Plaza, D. y D. Suárez Molina, 2016: Estudio de la situación de precipitaciones intensas de los días 22 y 23 de octubre de 2015 en Canarias. Nota técnica 22 de AEMET. AEMET, publicación electrónica, 37 pp.
- Romero Campos, P. M., E. Cuevas Agulló y J. J. de Bustos Seguela, 2016: Medida en tiempo cuasi-real y predicción a 24 h del contenido atmosférico de agua precipitable a partir de una red de receptores GPS en la isla de Tenerife. Nota técnica 20 de AEMET. AEMET, publicación electrónica, 38 pp.
- Terradellas, E., Sara Basart y E. Cuevas, 2016: 2013-2015 Activity Report of the SDS-WAS Regional Center for Northern Africa, Middle East

and Europe. Coedición de AEMET, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Centro Nacional de Supercomputación (Barcelona Supercomputing Center, BSC), (inglés), 73 pp.

- Voces Aboy, J. y otros, 2016: Sistema estadístico de predicción estacional para la gestión de los embalses en España. Nota técnica 21 de AEMET. AEMET, publicación electrónica, 28 pp.

