

La Asamblea General de las Naciones Unidas declaró el 12 de julio como Día Internacional de la Lucha contra las Tormentas de Arena y Polvo y 2025-2034 como Decenio para luchar contra las Tormentas de Arena y Polvo

En todo el mundo se han llevado a cabo actividades con motivo de ese día internacional. El objetivo es proporcionar información y orientación sobre cómo evaluar y abordar los riesgos que plantean las tormentas de arena y polvo y estudiar acciones para combatirlas.

Por su interés, *Tiempo y Clima* ofrece aquí un resumen de los recientes comunicados de prensa de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y de la Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU) sobre las tormentas de arena y polvo. Es oportuno destacar el importante papel de España en las actividades de la OMM para su predicción y evaluación.

Uno de los fenómenos más sobrecogedores de la naturaleza son las tormentas de arena y polvo que arrasan todo a su paso, convirtiendo el día en noche y causando estragos desde el norte de China hasta el África subsahariana. Representan un gran desafío para lograr un desarrollo sostenible en sus dimensiones económica, social y medioambiental. En los últimos años, se han convertido en una gran preocupación mundial debido a

sus graves repercusiones en el medio ambiente, la salud, la agricultura, los medios de subsistencia y el bienestar socioeconómico.

Las tormentas de arena y polvo y los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Las tormentas de arena y polvo representan un gran desafío para lograr un desarrollo sostenible en sus dimensiones económica, social y medioambiental. En

los últimos años, se han convertido en una gran preocupación mundial debido a sus graves repercusiones en el medio ambiente, la salud, la agricultura, los medios de subsistencia y el bienestar socioeconómico.

Las tormentas de arena y polvo son un elemento esencial de los ciclos bioquímicos naturales de la Tierra, pero también obedecen en parte a factores inducidos por el ser humano, como el cambio climático, la gestión insostenible de la tierra y el uso del agua. Asimismo, contribuyen al cambio climático y a la contaminación atmosférica. Los efectos de las tormentas de arena y polvo afectan a todas las regiones del mundo, tanto a los países desarrollados como a los que están en vías de desarrollo, y plantean graves problemas para la consecución de once de los diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente los siguientes:

- Objetivo 2: Hambre cero
- Objetivo 3: Salud y bienestar



Tormenta de arena en Kidal (Mali) - FOTO: © Foto ONU/Blagoje Grujic

La AEMET inaugura un nuevo radar meteorológico en Almagro, Ciudad Real

Con una inversión de tres millones de euros, permitirá una vigilancia más completa de los fenómenos meteorológicos adversos que afecten a amplias zonas del sureste y del centro peninsular

Fuentes: AEMET y *Tiempo y Clima*

La Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) dispone de una red de radares meteorológicos constituida actualmente por 15 radares que operan en la banda C de frecuencias del espectro, en particular en la de 5.6 GHz. Están ubicados en las provincias de A Coruña, Almería, Asturias, Baleares (Mallorca), Barcelona, Cáceres, Las Palmas, Madrid,

Málaga, Murcia, Palencia, Sevilla, Valencia, Vizcaya y Zaragoza. La red es bastante antigua, empezó a desplegarse todavía en el siglo XX aunque se le han ido aplicando mejoras parciales. Tiene problemas recurrentes de interferencias y de otro tipo que han inutilizado durante largo tiempo algunos de los radares. AEMET está procediendo a la ampliación, renovación y modernización de la red con fondos europeos.

La red de AEMET intercambia datos entre radares de toda España, Portugal y sur de Francia. Esa característica permite, entre otras cosas, compensar los ecos ciegos y asegura la disposición de una imagen compuesta construida con las obtenidas por cada uno de los radares. En un territorio

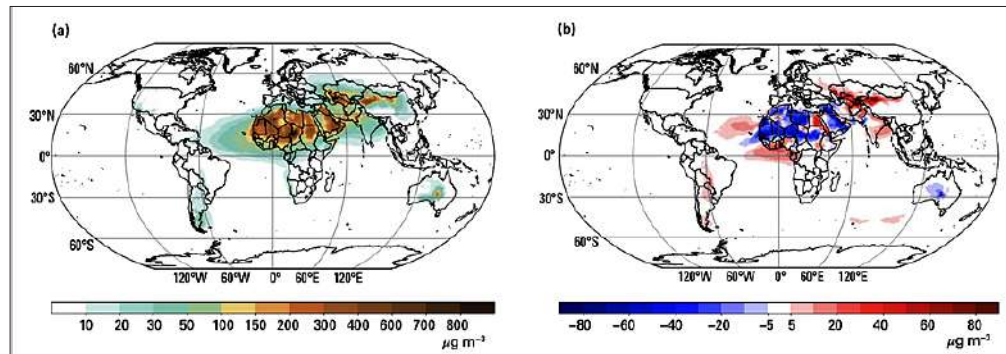
- Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento
- Objetivo 8: Trabajo decente y crecimiento económico
- Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles
- Objetivo 13: Acción por el clima
- Objetivo 15: Vida de ecosistemas terrestres

Al menos el 25 % de las emisiones mundiales de polvo proceden de la actividad humana y, en algunas zonas, el polvo del desierto se ha duplicado en el siglo XX. Los efectos de este fenómeno son difíciles de controlar, ya que la intervención del hombre en una parte del mundo puede provocar tormentas de arena y polvo en otra región. Sin embargo, del mismo modo, las tormentas de arena y polvo también pueden reducirse gracias a la intervención del ser humano.

Cada año entran en la atmósfera unos 2000 millones de toneladas de arena y polvo, el equivalente a 307 veces el volumen de la gran pirámide de Guiza. Más del 80 % del balance mundial de polvo procede de los desiertos del norte de África y Oriente Próximo y puede recorrer cientos —e incluso miles— de kilómetros a través de continentes y océanos.

En gran parte se trata de un proceso natural, pero una gestión deficiente del agua y de la tierra, la sequía y la degradación medioambiental contribuyen cada vez más a este fenómeno.

“Las tormentas de arena y polvo son mucho más que ventanas sucias y calima. Perjudican a la salud de millones de personas



a) Concentración media anual de polvo mineral en superficie (en $\mu\text{g m}^{-3}$) en 2023.
b) Anomalía de la concentración media anual de polvo en superficie registrada en 2023 con respecto a la media de 1981-2010. Fuente: resultados obtenidos de la segunda versión del Análisis Retrospectivo de la Era Moderna para la Investigación y sus Aplicaciones (MERRA 2) (Gelaro *et al.*, 2017)

y deterioran su calidad de vida, además de acarrear pérdidas millonarias al perturbar el transporte aéreo y terrestre, la agricultura y la producción de energía solar”, ha declarado la secretaria general de la OMM, Celeste Saulo.

El Sistema de Evaluación y Asesoramiento para Avisos de Tormentas de Arena y Polvo de la OMM (SDS-WAS) coordina las actividades internacionales de investigación sobre el tema y conduce su labor a través de centros regionales operativos. Hay que destacar la importante participación de España que lidera uno de ellos: El Centro SDS-WAS para la región del Norte de África, Oriente Próximo y Europa que tiene su sede en Barcelona y responde a una colaboración entre la Agencia Estatal de Meteorología y el Centro de Supercomputación de Barcelona (BSC).

Cada año se publica una nueva edición del *Boletín de la OMM* sobre el Polvo en

Suspensión en el Aire, donde se ponen de relieve los emplazamientos más afectados por ese tipo de peligro, que afecta a unos 330 millones de personas en más de 150 países de todo el mundo, y se exponen las repercusiones que conlleva. La publicación del boletín el día 12 de julio ha coincidido en 2025 con el Día Internacional de la Lucha contra las Tormentas de Arena y Polvo.

Finalmente, procede reconocer y agradecer desde *Tiempo y Clima* el importante e insistente esfuerzo realizado desde principios de siglo para crear el Centro SDS-WAS de Barcelona por el anterior director del Centro de Investigación Atmosférica de Izaña, el Dr. Emilio Cuevas, quien es, por cierto, veterano socio de la AME, así como por Enric Terradellas meteorólogo de AEMET, que fue presidente del comité directivo del SDS-WAS, el Dr José María Baldasano en el BSC y el Dr Slobodan Nickovic desde la OMM.

rio tan montañoso como el de la península Ibérica la red de AEMET es insustituible. El nuevo radar se ha instalado precisamente en la única zona peninsular que estaba todavía sin cobertura óptima de radar y que abarcaba un área extensa de Andalucía, Castilla La Mancha y Extremadura, lo que es una magnífica noticia para los ciudadanos de esa zona.

Según la información oficial difundida, el proyecto, que contempla también la renovación de la primera generación de estaciones meteorológicas automáticas de AEMET, estará concluido en agosto de 2026 y la inversión es de aproximadamente 80 millones de €.



Nuevo radar meteorológico instalado en la Base Coronel Sánchez Bilbao, en Almagro (Ciudad Real)

Lanzamiento del primer satélite de sondeo atmosférico desde órbita geoestacionaria

Forma parte del programa Meteosat de Tercera Generación (MTG) de EUMETSAT, el organismo de los satélites meteorológicos europeos

Fuente: EUMETSAT y *Tiempo y Clima*

En el número de enero de 2023, *Tiempo y Clima* informó del lanzamiento al espacio del primer satélite de imágenes del programa Meteosat de Tercera Generación (MTG-I1) y duodécimo de los satélites meteorológicos geoestacionarios europeos. Se lanzó con éxito el 13 de diciembre de 2022 desde Kourou (Guayana Francesa) y el 28 de diciembre alcanzó su órbita prevista a 36 000 km sobre el Ecuador. En octubre de 2024 *Tiempo y Clima* comentó también en su sección de noticias acerca de los primeros datos del instrumento *Flexible Combined Imager* (FCI) del MTG-I1.

Aquel lanzamiento solo era el primero de uno de los sistemas de satélites meteorológicos más innovadores jamás diseñados. Cuando esté completamente desplegado, incluirá cuatro satélites de imágenes (MTG-I) con capacidades nuevas y mejoradas y, por primera vez en el mundo, dos satélites de sondeo geoestacionario (MTG-S) que llevarán a bordo una sonda infrarroja y el instrumento Sentinel-4 del programa Copernicus (Unión Europea) para detección en ultravioleta, visible e infrarrojo cercano.

El primer satélite sondeador

El 1 de julio pasado se lanzó al espacio el MTG-S1, primer satélite sondeador del programa MTG, desde el Centro Espacial Kennedy de la NASA en Orlando, Florida, EE.UU., por medio de un cohete Falcon 9 de SpaceX (empresa creada por el mediático archimillonario Elon Musk).

El MTG-S1 llevará a cabo dos misiones complementarias: Su sonda infrarroja (IRS) recogerá datos de perfiles verticales de temperatura y humedad con una precisión sin precedentes, escaneando Europa cada 30 minutos. Por su parte el espectrómetro de imágenes de ultravioleta-visible-infrarrojo cercano, Sentinel-4, rastreará los aerosoles, así como las concentraciones de dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y ozono. Estas medidas, tomadas cada 60 minutos, se utilizarán para vigilar y predecir la calidad del aire en Europa, proteger la salud humana y mejorar nuestra comprensión de las fluctuaciones diarias y la distribución global de los contaminantes atmosféricos.

La sonda infrarroja ofrecerá una visión di-

námica de la atmósfera terrestre y se espera que una mejora sensible en la predicción de la inestabilidad atmosférica. De acuerdo a Phil Evans, director general de EUMETSAT, "el MTG-S1 proporcionará productos completamente nuevos que ayudarán a los especialistas a detectar indicios de inestabilidad atmosférica incluso antes de que comiencen a formarse las nubes, lo que permitirá a los meteorólogos ampliar los plazos de las alertas meteorológicas y mejorar las predicciones. Combinado con los datos de los satélites de imágenes MTG, ofrecerá, por primera vez, una visión espacial del ciclo de vida completo de las tormentas convectivas."

Con el suministro de energía y las comunicaciones establecidas, el MTG-S1 ha entrado en su fase de operaciones iniciales, durante la cual los ingenieros activan los sistemas y guían el satélite hasta su posición orbital geoestacionaria a 36 000 km de altitud sobre el ecuador. Desde esta posición y con una órbita alineada con la rotación de la Tierra, el MTG-S1 mantendrá una visión ininterrumpida de Europa, África y las regiones circundantes. La sonda infrarroja del MTG-S1 escaneará en casi 2000 longitudes de onda infrarrojas y cada 30 minutos para generar perfiles verticales de temperatura, humedad y gases traza.

Mayor conocimiento de las nubes

En su página web, EUMETSAT ofrece información y diversos testimonios científicos sobre las misiones y el uso de los datos del programa MTG. Entre ellos hemos seleccionado para los lectores de *Tiempo y Clima* un resumen de los planes de la Dra. Nadia Fourrié, subdirectora del Centro Nacional de Investigación Meteorológica de Francia (CNRM), para investigar los procesos asociados a las nubes. (Ver texto completo en [Breaking through the clouds | EUMETSAT](#))

Desde las interacciones atómicas que impulsan su formación hasta las inmensas corrientes atmosféricas que las transportan a miles de kilómetros, las nubes han sido durante mucho tiempo uno de los fenómenos meteorológicos más difíciles de comprender. La Dra. Fourrié está decidida a cambiar esta situación con la ayuda de los próximos saté-

lites geoestacionarios del programa MTG y los futuros satélites de órbita polar Metop de Segunda Generación (Metop-SG) de EUMETSAT. Fourrié afirma que las nuevas misiones satelitales ayudarán a los investigadores a caracterizar mejor el amplio espectro de fuerzas que afectan la formación, evolución, composición y comportamiento de las nubes.

"Históricamente, los investigadores han tenido dificultades para comprender muchos aspectos relacionados con las propiedades de las nubes y su papel en el tiempo y el clima", afirma Fourrié, quien trabajó como becaria de EUMETSAT en Météo-France a principios de la década de 2000, antes de embarcarse en una carrera de décadas en el CNRM.

Las nubes siguen siendo una de las mayores fuentes de incertidumbre en los modelos numéricos de predicción. Mientras éstos pueden predecir con precisión los movimientos a gran escala del aire y el agua, cuando se trata de la formación de nubes la situación se complica mucho más: necesitamos observaciones en una amplia gama de escalas, desde las más pequeñas hasta las más grandes.

A nivel microescalar, la formación de nubes comienza cuando el vapor de agua del aire saturado se condensa alrededor de aerosoles, como granos de polvo en la atmósfera. A mayor escala, implica predecir y rastrear los movimientos de las nubes a nivel continental.

"Estas diferencias de escala requieren un gran número de observaciones y una enorme capacidad de procesamiento", afirma Fourrié, pero aumentar el número y la resolución de las observaciones de nubes tiene el potencial de mejorar sustancialmente todo, desde la predicción de tormentas eléctricas e inundaciones repentinas hasta el perfeccionamiento de los estudios sobre el cambio climático. Por lo tanto, caracterizar mejor las nubes desde su formación hasta su disipación, es una prioridad fundamental para los meteorólogos".

Acerca del programa de satélites MTG, se puede encontrar más información y videos en: <https://www.eumetsat.int/meteosat-third-generation> (En el video principal sobre MTG interviene Pilar Rípodas de AEMET).