

Antes de la tormenta: seguimiento transfronterizo de la arena y el polvo

Sara Basart (OMM)

En junio de 2020, una enorme nube de polvo sahariano atravesó el Atlántico y cubrió el cielo de bruma desde el Caribe hasta el sur de los Estados Unidos. La calidad del aire alcanzó niveles peligrosos que no se registraban desde hacía 50 años. Desde Antigua hasta Trinidad y Tabago, la visibilidad se redujo drásticamente, lo que provocó condiciones de conducción peligrosas y alteró el tráfico aéreo. El [fenómeno](#) fue uno de los episodios de polvo transatlántico más intensos de las últimas décadas.

Cada año, los fuertes vientos levantan miles de millones de toneladas de polvo hacia la atmósfera, desde donde puede desplazarse por continentes y océanos. Estas partículas afectan la calidad del aire, la salud humana, el transporte, la agricultura, la producción de energía y los ecosistemas lejos de su lugar de origen. Además, influyen en el tiempo y el clima al interactuar con la radiación, las nubes y los procesos de precipitación.

A medida que la degradación de las tierras y la sequía se intensifican en muchas regiones, crece la preocupación por las tormentas de arena y polvo. En respuesta a ello, los países y las organizaciones internacionales están prestando mayor atención a los sistemas de monitoreo, predicción y alerta temprana que pueden ayudar a las comunidades a prepararse ante fenómenos

de alto impacto. Las Naciones Unidas han reconocido la urgencia de hacer frente a las tormentas de arena y polvo a través de la [Coalición de las Naciones Unidas para Luchar contra las Tormentas de Arena y Polvo](#), creada en 2017 para reforzar la cooperación internacional y reducir los efectos negativos de estas tormentas.

La mejora de las predicciones ya está ayudando a las comunidades a prepararse para fenómenos de alto impacto. Las autoridades nacionales pueden emitir advertencias públicas durante episodios graves de polvo, mientras que los organismos de aviación pueden adaptar las operaciones de vuelo cuando la visibilidad se vea reducida. Los agricultores, los operadores de transporte y los proveedores de energía también recurren cada vez más a las predicciones para reducir las interrupciones y las pérdidas económicas.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) desempeña un papel fundamental a la hora de respaldar estos esfuerzos. A través de observaciones científicas, sistemas de predicción y cooperación internacional, la OMM colabora con los países para mejorar los servicios de monitoreo y alerta temprana de las tormentas de arena y polvo, así como para reforzar la preparación en las regiones vulnerables.

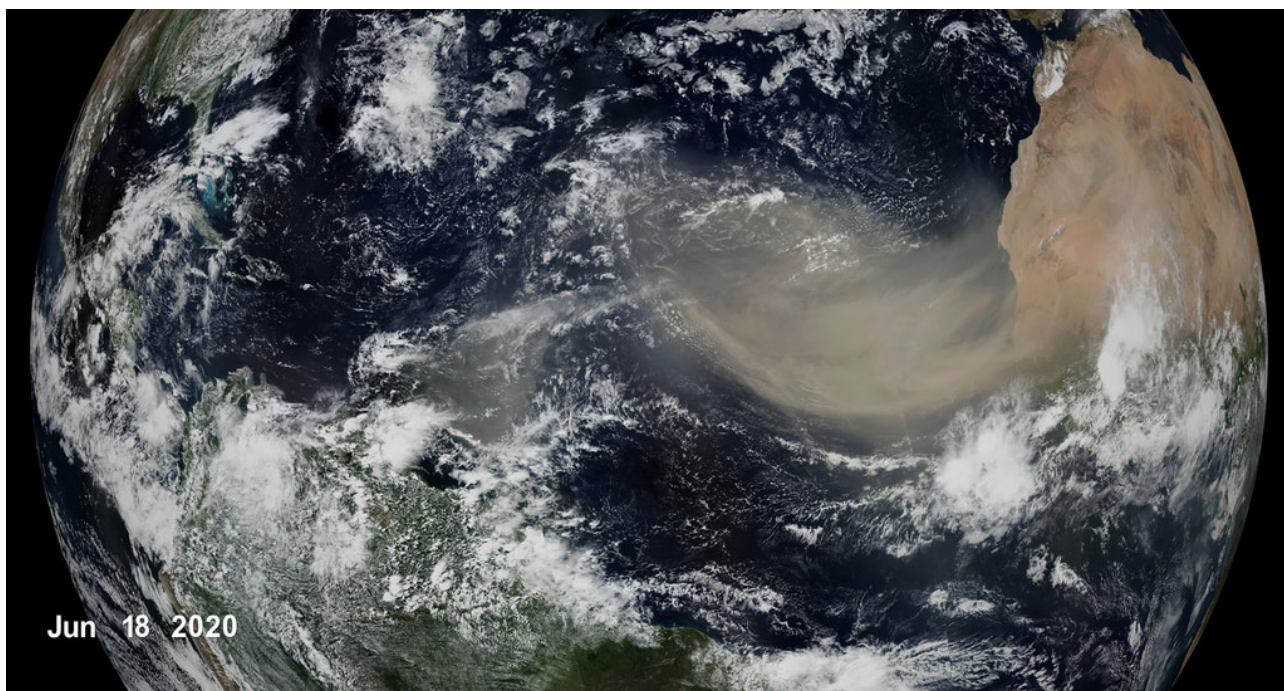


Imagen desde el espacio de una enorme columna de polvo.

La ciencia detrás de las tormentas de arena y polvo

Las tormentas de arena y polvo se producen cuando los vientos fuertes levantan de los suelos desnudos y secos grandes cantidades de partículas de arena y polvo que se incorporan a la atmósfera. La principal diferencia entre la arena y el polvo en suspensión es el tamaño de las partículas, ya que la arena es más grande ($>60\ \mu\text{m}$) que el polvo.

Si bien las fuentes naturales, como los desiertos y los lechos de lagos secos, son las principales responsables, las actividades humanas —entre ellas la deforestación, la agricultura no sostenible, el uso no sostenible del agua y la urbanización— pueden agravar el problema al eliminar la vegetación y dejar el suelo expuesto a la erosión eólica. Por otra parte, el aumento de las temperaturas y las sequías prolongadas relacionadas con el cambio climático están ampliando las regiones áridas y creando las condiciones que favorecen las tormentas de arena y polvo.

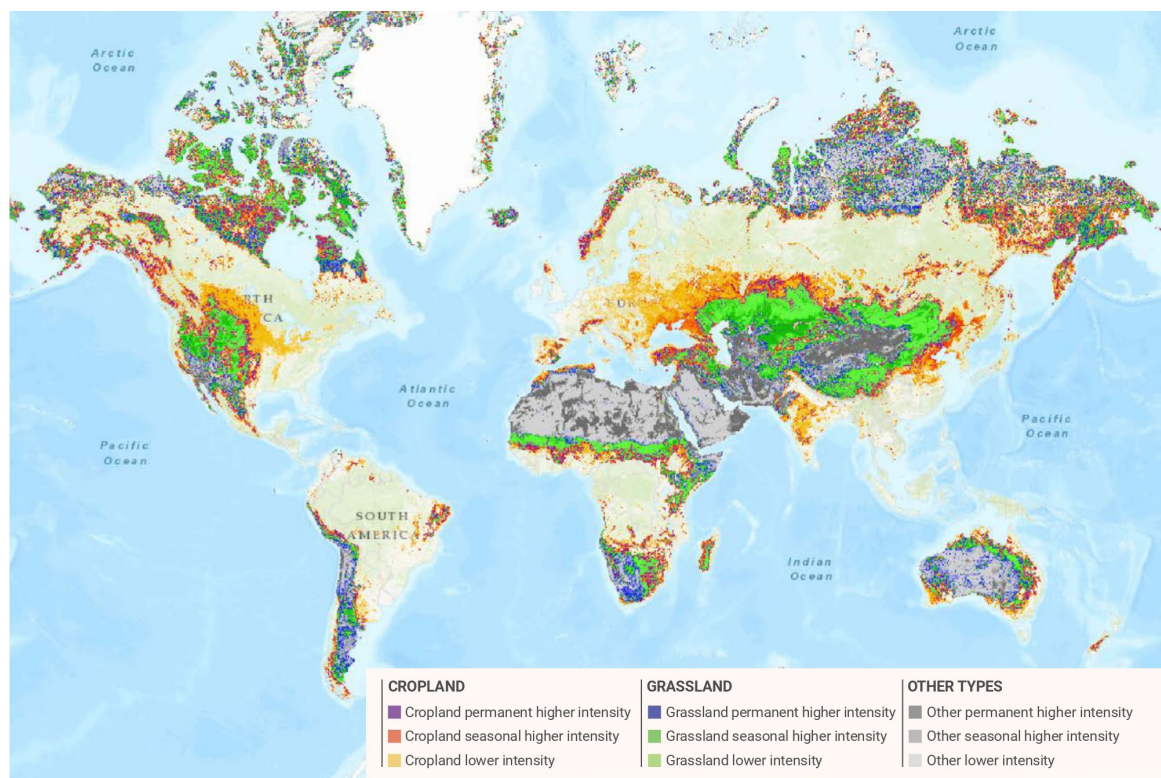
Más del 80 % de las emisiones de polvo del mundo proceden de los desiertos del Norte de África y Oriente Medio, con una aportación significativa del desierto de Gobi, en Asia. Alrededor del 25 % de las emisiones mundiales de polvo guardan relación con las actividades

humanas, lo que pone de relieve la importancia de las prácticas de gestión sostenible de las tierras. Las fuentes localizadas, como las tierras degradadas de América y Europa, también contribuyen a la formación de estas tormentas.

Una vez en el aire, el polvo puede recorrer miles de kilómetros, conectando regiones distantes a través de la atmósfera. Por lo tanto, el polvo procedente de una parte del mundo puede afectar la calidad del aire, las condiciones meteorológicas y el clima mucho más allá de su lugar de origen.

Estas partículas no solo reducen la visibilidad o deterioran la calidad del aire, sino que también interactúan con la luz solar y el calor en la atmósfera, lo que influye en el balance energético de la Tierra e incide en los procesos meteorológicos y climáticos. El polvo puede incluso influir en la formación de las nubes y en el desarrollo de las precipitaciones. Debido a estas complejas interacciones, representar con precisión el polvo en los modelos numéricos del tiempo y el clima sigue siendo un desafío, pero también es esencial para obtener predicciones fiables.

El cambio climático puede intensificar aún más la actividad de las tormentas de arena y polvo en algunas regiones, al alterar las pautas meteorológicas, reducir



Mapa mundial en el que se muestran las principales regiones emisoras de arena y polvo, clasificadas según el tipo de cobertura del suelo y la intensidad. Las zonas de origen se agrupan en tierras de cultivo, pastizales y otros tipos de terreno, y los colores indican fuentes de polvo de intensidad baja, estacionalmente alta y permanentemente alta.

las precipitaciones y aumentar la frecuencia de las sequías. Por lo tanto, es importante comprender cómo interactúan estos factores para poder concebir respuestas eficaces adaptadas a las condiciones regionales.

Repercusiones en todos los sectores

Las consecuencias de las tormentas de arena y polvo afectan múltiples sectores. En los países situados en zonas desérticas o cerca de fuentes de polvo del desierto, estas tormentas pueden perjudicar al ganado, la agricultura y la salud humana. Las tormentas intensas también pueden provocar el cierre de carreteras y aeropuertos debido a la escasa visibilidad, causar daños en las infraestructuras e interrumpir la producción de energía.

En regiones remotas, el polvo también puede incidir en la producción de energía solar al reducir la cantidad de luz solar que llega al suelo. Al mismo tiempo, la arena y el polvo transportados pueden tener efectos positivos. Los nutrientes que contiene el polvo pueden fertilizar los ecosistemas marinos y continentales, lo que beneficia la agricultura y la pesca.

La exposición a altas concentraciones de partículas en suspensión (PM) —es decir, arena y polvo— puede provocar enfermedades. Las directrices sobre calidad

del aire de la Organización Mundial de la Salud (OMS) ofrecen recomendaciones basadas en datos científicos para limitar los valores de determinados contaminantes atmosféricos, entre ellos las partículas finas ($PM_{2,5}$) y gruesas (PM_{10}), con el fin de ayudar a los países a proteger la salud pública. Durante las tormentas de arena y polvo, las concentraciones tanto de $PM_{2,5}$ como de PM_{10} pueden aumentar considerablemente. En situaciones extremas, los niveles de PM_{10} pueden alcanzar hasta los $3\,000\ \mu g/m^3$, lo que supone un riesgo para la salud de las poblaciones expuestas. En el caso de las PM_{10} , las directrices de la OMS sobre la calidad del aire recomiendan un límite de concentración media en 24 horas de $45\ \mu g/m^3$.

De la mitigación de las fuentes a la mitigación de los efectos

Para hacer frente a las tormentas de arena y polvo, es necesario establecer una distinción clara entre dos enfoques complementarios, pero fundamentalmente diferentes: la mitigación de las fuentes y la mitigación de los efectos.

La mitigación de las fuentes se centra en reducir la generación de polvo en el origen. Esto incluye medidas a largo plazo, como la gestión sostenible de las tierras, la recuperación de suelos degradados, la plantación

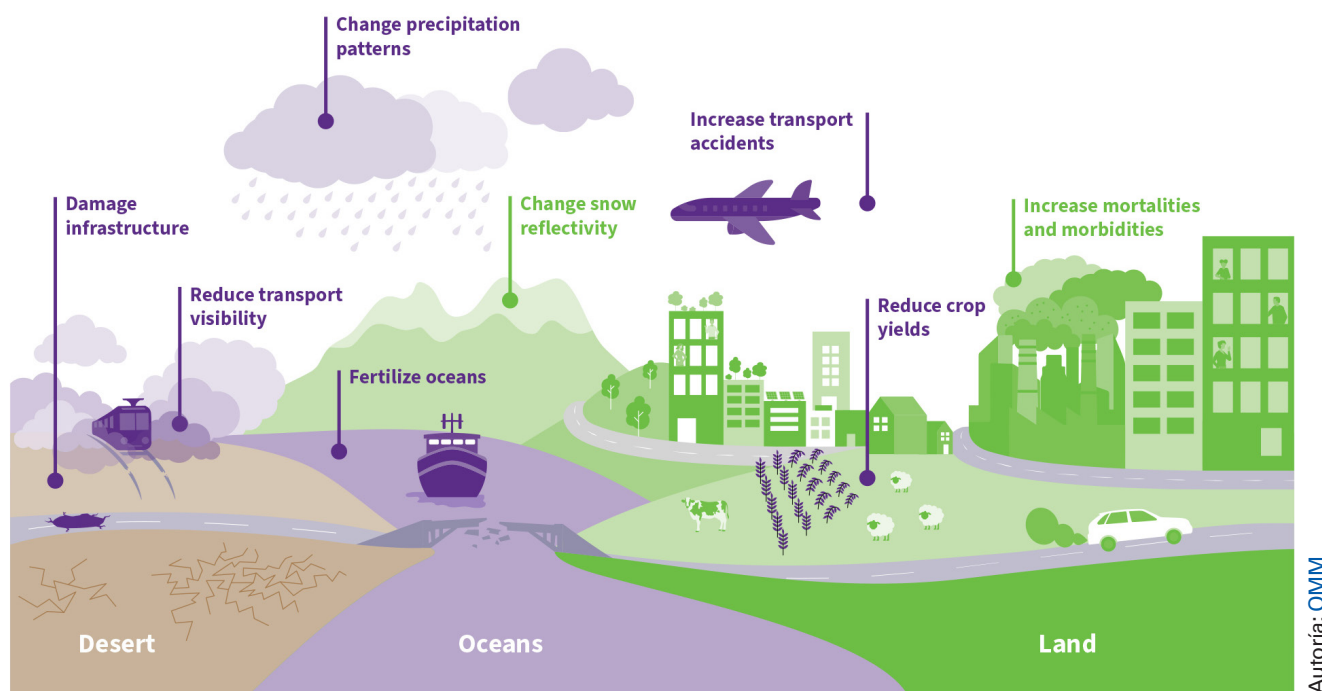


Ilustración que muestra los efectos de las tormentas de arena y polvo en los desiertos, los océanos y las tierras. Entre ellos se incluyen los daños a las infraestructuras, la reducción de la visibilidad en el transporte y el aumento de los accidentes de tráfico, los cambios en los patrones de precipitación y en la reflectividad de la nieve, la fertilización de los océanos, la disminución del rendimiento de los cultivos y el aumento de la mortalidad y las enfermedades.

de árboles, la mejora de las prácticas agrícolas y una mejor gestión de los recursos hídricos. Al estabilizar los suelos y aumentar la cubierta vegetal, estas medidas contribuyen a limitar la cantidad de partículas sueltas que puede arrastrar el viento. La mitigación de las fuentes puede ayudar a abordar los factores que provocan las emisiones antropógenas (relacionadas con la actividad humana) de polvo, al tiempo que contribuye a la biodiversidad, la adaptación al cambio climático y el desarrollo sostenible. No obstante, estas medidas suelen ser graduales, requieren una gran cantidad de recursos y dependen de un apoyo político sostenido y de la participación de la comunidad.

En cambio, la mitigación de los efectos apunta a reducir las consecuencias de las tormentas de arena y polvo una vez que se producen o cuando son inminentes. Es en este ámbito donde los sistemas de predicción y de alerta temprana desempeñan un papel fundamental. Las predicciones oportunas permiten a las autoridades y a las comunidades adoptar medidas preventivas: emitir advertencias sanitarias, cerrar colegios, proteger las infraestructuras, adaptar el funcionamiento del transporte y salvaguardar las actividades agrícolas. La mitigación de los efectos no evita la generación de polvo, pero puede reducir de forma significativa la exposición, los daños y las pérdidas.

Esos dos enfoques son complementarios y se refuerzan mutuamente. Mientras que la mitigación de las fuentes aborda los factores determinantes a largo plazo, la mitigación de los efectos ofrece una protección más inmediata. Dado el carácter transfronterizo de las tormentas de arena y polvo, la mitigación de sus efectos —en particular mediante sistemas de predicción y alerta temprana— sigue siendo indispensable, incluso cuando se han adoptado medidas de control en origen.

De la observación a la acción: sistemas de alerta temprana

Los avances en la meteorología y la tecnología están transformando la forma como se monitorean y se predicen las tormentas de arena y polvo. Las observaciones por satélite, las mediciones en tierra y los modelos numéricos ofrecen ahora una visión sin precedentes de las fuentes, el transporte y la evolución de los fenómenos de polvo. Sin embargo, el valor de estos avances no reside únicamente en mejores conocimientos científicos, sino también en su aplicación a servicios con resultados concretos. Las predicciones deben ser oportunas, precisas y [adaptadas a las necesidades de los usuarios](#).

No obstante, para garantizar que todos los países se beneficien de estos avances, es necesario realizar una inversión sostenida en el desarrollo de capacidad

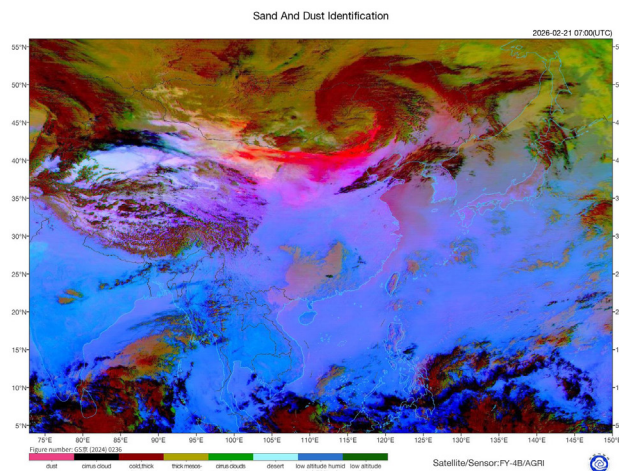
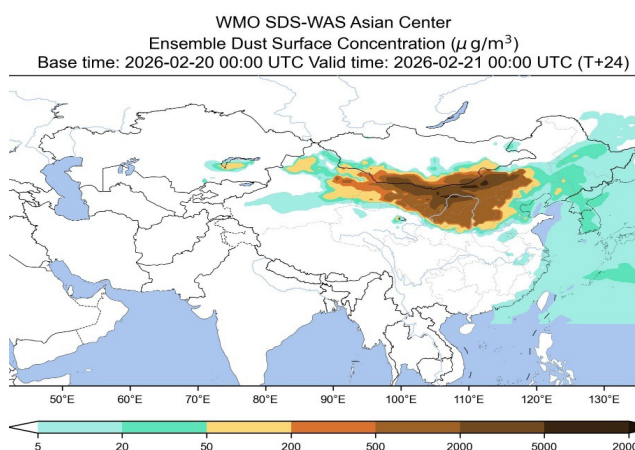
y en el monitoreo a largo plazo, especialmente en las regiones en las que se encuentran las fuentes de polvo, donde la cobertura de las observaciones sigue siendo limitada. Con el fin de facilitar el acceso a información fidedigna, la OMM publica todos los años el [Boletín sobre el Polvo en Suspensión en el Aire](#), que ofrece una visión general a escala mundial de los avances científicos y de la actividad del polvo.

La OMM promueve la integración de las predicciones de tormentas de arena y polvo en los sistemas de alerta temprana de peligros múltiples. Este enfoque está en consonancia con la iniciativa [Alertas Tempranas para Todos](#), cuyo objetivo es velar por que todas las personas del planeta estén protegidas por sistemas de alerta temprana ante fenómenos meteorológicos, hídricos y climáticos peligrosos, incluidas las tormentas de arena y polvo.

En este contexto, la OMM creó en 2007 el [Sistema de Evaluación y Asesoramiento para Avisos de Tormentas de Arena y Polvo \(SDS-WAS\)](#) como iniciativa de investigación en el marco del [Programa de Vigilancia de la Atmósfera Global \(VAG\)](#). La finalidad del SDSWAS es mejorar los servicios operativos de predicción y alerta en todas las regiones afectadas mediante un marco coordinado a nivel mundial. El sistema fomenta la colaboración entre instituciones de investigación, centros operativos y comunidades de usuarios.

El SDS-WAS es una iniciativa mundial que lleva adelante actividades específicas para cada región a través de una red de nodos regionales coordinados por los Centros Regionales de Polvo asociados a la OMM. Estos centros facilitan el acceso a información sobre el polvo, incluidas las observaciones de redes y satélites, así como predicciones y advertencias. Además, apoyan el desarrollo de capacidades adaptadas a las zonas de las fuentes regionales y a los efectos en las zonas situadas a sotavento. A partir de 2026, el SDS-WAS estará compuesto por cuatro nodos regionales:

- Norte de África, Oriente Medio y Europa: Fundado en 2007 y con sede en Barcelona (España), este centro regional está gestionado conjuntamente por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y el Centro Nacional de Supercomputación (BSC-CNS) con sede en Barcelona
- Asia: Creado en 2008, este centro regional tiene su sede en la Administración Meteorológica de China (CMA), en Beijing (China)
- América: Fundado en 2012, este centro regional está coordinado actualmente desde Bridgetown (Barbados) y tiene su sede en el Instituto de Meteorología e Hidrología del Caribe (IMHC)



Comparación entre la predicción de la concentración de polvo en la superficie (izquierda) y el índice de arena y polvo (el color rosa representa el polvo, a la derecha) para el 21 de febrero de 2026.

Fuente: Centro Regional de Polvo de la OMM en Beijing.

- Consejo de Cooperación del Golfo: Creado en 2022, este centro regional, situado en Yeda (Reino de la Arabia Saudita), está gestionado por el Centro Nacional de Meteorología.

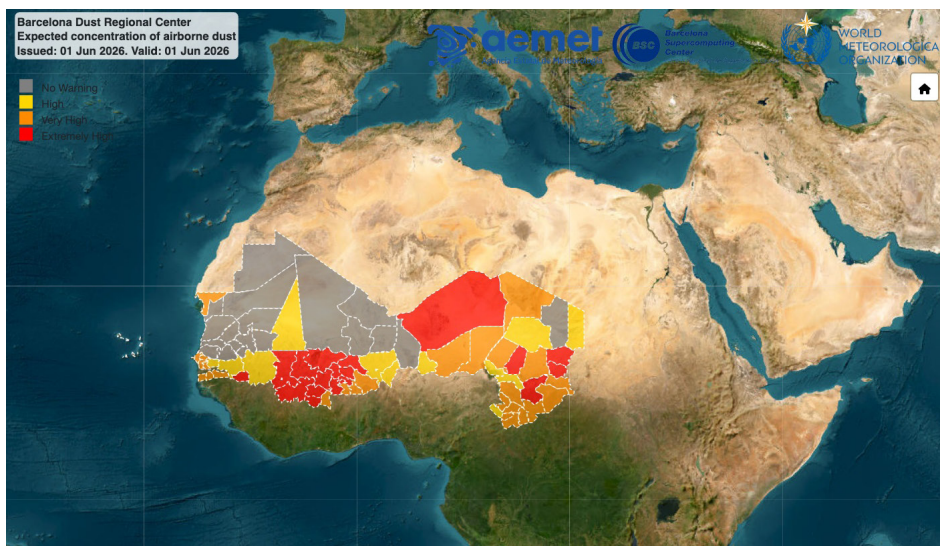
Este enfoque coordinado facilita el intercambio de información sobre el polvo entre las distintas regiones. En este contexto, los Centros Meteorológicos Regionales Especializados (CMRE) constituyen la columna vertebral operativa, ya que transforman los conocimientos científicos coordinados en predicciones, advertencias y evaluaciones sobre el polvo de forma rutinaria.

A partir de 2026, los Centros Regionales de Polvo de Barcelona y Beijing están reconocidos como CMRE que operan en el marco del Sistema Integrado de Proceso y Predicción de la OMM (WIPPS). Generan productos operativos y prestan asistencia técnica a los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales.

Centro Regional de Beijing

Entre el 20 y el 22 de febrero de 2026, una gran tormenta de arena y polvo azotó el sur de Mongolia y el norte de China, y cubrió amplias zonas de polvo y provocó fuertes vientos. En algunas zonas, la visibilidad descendió por debajo de los 200 metros. Las interrupciones en el transporte afectaron los desplazamientos durante las vacaciones del Año Nuevo Lunar. Se cerraron carreteras y lugares de interés turístico; los vuelos se retrasaron o se cancelaron.

Los productos satelitales (como el índice de polvo por diferencia de infrarrojos (IDDI), obtenido a partir de las observaciones del satélite Fengyun-4A) mostraron que la tormenta se originó en el desierto de Gobi y fue transportada hacia el sureste por un sistema de bajas presiones procedente de Mongolia. El Centro Regional de Polvo de la OMM en Beijing proporcionó



Advertencia de alerta: predicción de la concentración prevista de polvo en suspensión en el aire para el 1 de junio de 2026.

Fuente: Centro Regional de Polvo de la OMM en Barcelona.

predicciones precisas y oportunas sobre este fenómeno con varios días de antelación y emitió las advertencias de tormenta de arena correspondientes.

La información de alerta temprana contribuyó de manera eficaz a las iniciativas de prevención y mitigación de desastres llevadas adelante por los gobiernos locales, las autoridades de transporte y la ciudadanía en general.

Centro Regional de Polvo de la OMM en Barcelona

En el norte de África, el escaso número de observaciones terrestres limita el monitoreo y la predicción del polvo, sobre todo durante episodios de alto impacto. Para subsanar esta carencia, el [Centro Regional de Polvo de la OMM en Barcelona](#) ofrece mapas de avisos sencillos, codificados por colores, que traducen las predicciones de polvo obtenidas a partir de múltiples modelos en categorías claras de las condiciones previstas.

Desde 2018, este centro regional publica diariamente mapas de los países africanos en los que se muestran las condiciones de polvo para los dos días siguientes en las distintas zonas subregionales, lo que contribuye a la preparación en sectores como el transporte, la agricultura y la salud pública. El sistema combina hasta 15 sistemas de predicción regionales y mundiales con patrones históricos de polvo para garantizar una orientación coherente y comparable en toda la región,

mejorando así la accesibilidad y la utilidad de las alertas tempranas para la toma de decisiones.

Fortalecimiento de la cooperación

Dado su carácter transfronterizo, las tormentas de arena y polvo también exigen una mayor cooperación internacional. En los últimos años, las Naciones Unidas han prestado mayor atención a esta cuestión mediante iniciativas como el Decenio de las Naciones Unidas para Luchar contra las Tormentas de Arena y Polvo (2025-2034) y la designación del 12 de julio como Día Internacional de la Lucha contra las Tormentas de Arena y Polvo.

En este contexto, la [Coalición de las Naciones Unidas para Luchar contra las Tormentas de Arena y Polvo](#), que agrupa a 21 entidades y asociados de las Naciones Unidas, promueve una acción coordinada e intersectorial, mientras que la OMM encabeza los esfuerzos mundiales en materia de monitoreo, predicción y alerta temprana. A medida que la variabilidad climática y las presiones humanas sobre los sistemas terrestres evolucionan, es probable que las tormentas de arena y polvo sigan siendo un motivo de gran preocupación a nivel mundial. Las tecnologías emergentes, entre las que se incluyen sensores satelitales mejorados, técnicas de asimilación de datos y modelos de alta resolución, ofrecen nuevas oportunidades para mejorar la predicción de la arena y el polvo y perfeccionar los sistemas de alerta temprana.