

La gran sombra de los incendios forestales: humo, calidad del aire y salud

Sara Basart (OMM), Adanna Robertson-Quimby (OMM), Mark Parrington (Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio), Shovan Kumar Sahu (Servicio Meteorológico de Singapur), Mikhail Sofiev (Instituto Meteorológico Finlandés)

En [junio de 2023](#), los habitantes de Nueva York se despertaron con un cielo anaranjado. El humo procedente de cientos de incendios forestales que arrasaban el Canadá se había desplazado hacia el sur, cubriendo ciudades de todo el noreste de los Estados Unidos y elevando la contaminación atmosférica a niveles peligrosos. Las escuelas suspendieron las actividades al aire libre y se recomendó a millones de personas que permanecieran en el interior.

El humo no se detuvo ahí. En las semanas siguientes, cruzó el Atlántico y llegó a Europa, lo que nos recuerda que los efectos de los grandes incendios forestales pueden extenderse mucho más allá de las zonas directamente afectadas por las llamas.

Los incendios forestales del Canadá no fueron un hecho aislado. En 2024, ardieron más de 44,2 millones de acres de la [Amazonia brasileña](#), una superficie mayor que la del estado de California. Grandes incendios en [Australia](#) y el [sur de Europa](#) también generaron [columnas de humo que atravesaron continentes](#). En

conjunto, estos fenómenos destacan el creciente alcance del humo de los incendios forestales y su influencia cada vez mayor en la calidad del aire, la salud pública y las condiciones atmosféricas.

Repercusiones para la salud

[Según la Organización Mundial de la Salud \(OMS\)](#), la contaminación atmosférica provoca 6,7 millones de muertes prematuras cada año. El humo de los incendios forestales contribuye a esta carga, ya que la exposición al humo puede desencadenar ataques de asma, agravar las enfermedades respiratorias crónicas y aumentar el riesgo de sufrir problemas cardíacos. Los niños, las personas mayores y aquellas con enfermedades preexistentes son [especialmente vulnerables](#).

El principal contaminante que suscita preocupación son las partículas finas en suspensión ($PM_{2,5}$), que están formadas por partículas con un diámetro de 2,5 micrómetros (μm) o menos. Estas partículas son lo suficientemente pequeñas como para penetrar en



Autoría: Copernicus

Esta imagen, captada por uno de los satélites Copernicus Sentinel-2 el 28 de junio de 2023, muestra el rastro de destrucción de los incendios forestales en Quebec. Los incendios habían arrasado más de 8,1 millones de hectáreas en todo el país, superando el récord anterior establecido en 1989.

los pulmones y pasar al torrente sanguíneo. Durante episodios de incendios extremos, las concentraciones de $PM_{2.5}$ pueden alcanzar niveles entre 10 y 20 veces superiores a los establecidos en las [directrices de la OMS sobre calidad del aire](#).

Además de las emisiones directas, los incendios forestales pueden potenciar los procesos químicos en la atmósfera, acelerando la formación de ozono troposférico (O_3), un contaminante atmosférico nocivo. Esta contaminación secundaria suele alcanzar su nivel máximo muy lejos en dirección del viento respecto a las llamas, lo que afecta a la población de amplias regiones. El humo de los incendios forestales también suele coincidir con episodios de calor extremo. En algunos [estudios recientes](#), se ha demostrado que la exposición a la combinación de altas temperaturas y humo puede aumentar los riesgos para la salud cardiorrespiratoria y el número de hospitalizaciones.

Los sistemas de alerta temprana cumplen un papel fundamental a la hora de reducir estos riesgos para la salud. Al avisar con antelación de los episodios de humo, los gobiernos y las comunidades pueden adoptar medidas de protección a tiempo. A través de

la iniciativa [Alertas Tempranas para Todos](#), la OMM impulsa estos esfuerzos mediante la promoción de marcos normalizados, la mejora de la interoperabilidad y el fomento de la colaboración internacional en materia de servicios meteorológicos relacionados con los incendios forestales.

Entender el humo de los incendios forestales

Hay tres factores principales que influyen en la aparición y el comportamiento de los incendios forestales: un foco de ignición, las condiciones meteorológicas que favorecen el desarrollo del fuego y la disponibilidad de combustible. Una vez que se ha iniciado, un incendio puede propagarse y mantenerse si hay suficiente combustible disponible. El relieve, incluidas las montañas y los valles, puede influir de manera significativa en la velocidad de propagación, al precalentar el combustible y alterar los patrones del viento. En condiciones extremas, el calor generado por un incendio puede crear potentes corrientes de aire ascendentes, lo que provoca que el fuego se propague de forma impredecible.

Factors influencing wildfire ignition and propagation

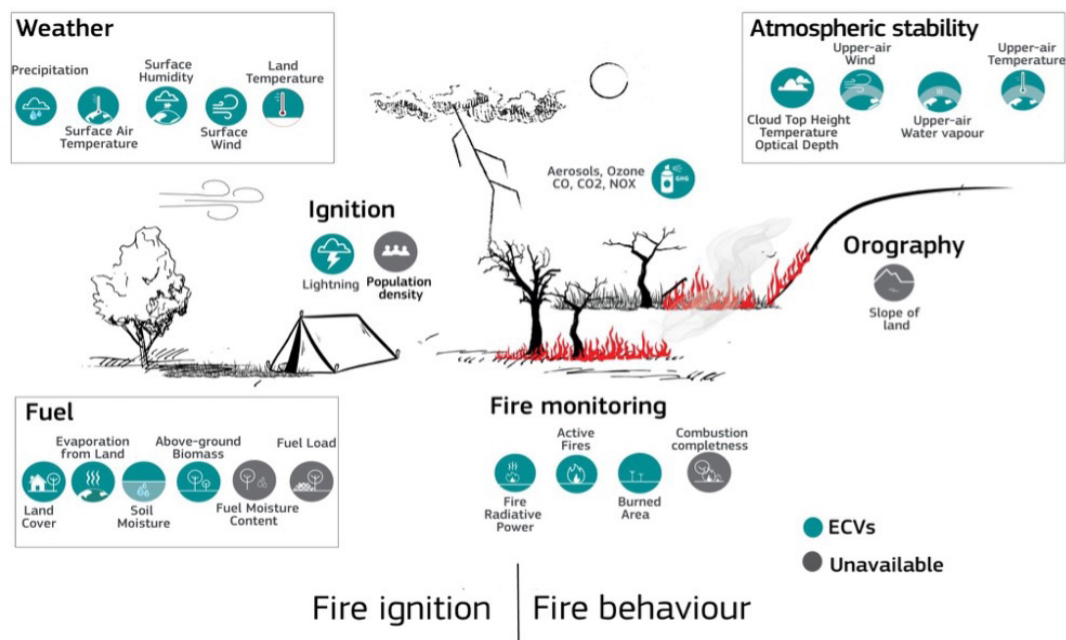


Diagrama en el que se muestran los principales factores que influyen en el inicio y la propagación de los incendios forestales. Las condiciones meteorológicas, la estabilidad atmosférica, las fuentes de ignición, la disponibilidad de combustible y la topografía influyen en cómo se inician y se propagan los incendios. Entre las variables relacionadas con los incendios se incluyen los incendios activos, la superficie quemada y la potencia radiativa del fuego, mientras que los incendios forestales liberan aerosoles y gases como el ozono, el monóxido de carbono (CO), el dióxido de carbono (CO_2) y los óxidos de nitrógeno (NOx). Las variables que actualmente están disponibles como variables climáticas esenciales aparecen en azul, mientras que las que no están disponibles están en gris.

Fuente: [Seitzinger et al. \(2026\)](#).

Los incendios forestales liberan grandes cantidades de humo a la atmósfera. El humo es una mezcla compleja de gases y partículas en suspensión (aerosoles) que se produce al quemarse la vegetación y otras materias orgánicas. Su composición varía en función del tipo de combustible y las condiciones de combustión. A diferencia de las emisiones industriales u otras emisiones antropógenas (provocadas por el ser humano) que suelen concentrarse en zonas urbanas o industriales y se producen de forma continua, las emisiones de los incendios forestales pueden ser muy esporádicas y variables. En algunos casos, el humo de los incendios forestales puede ascender hasta la troposfera superior e incluso hasta la estratosfera a través de las nubes pirocumulonimbus.

Las condiciones más cálidas y secas aumentan el riesgo de incendios forestales y alargan las temporadas de incendios en muchas partes del mundo. Los incendios forestales emiten gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O), junto con partículas, gases reactivos y otros contaminantes que afectan la calidad del aire y la composición de la atmósfera.

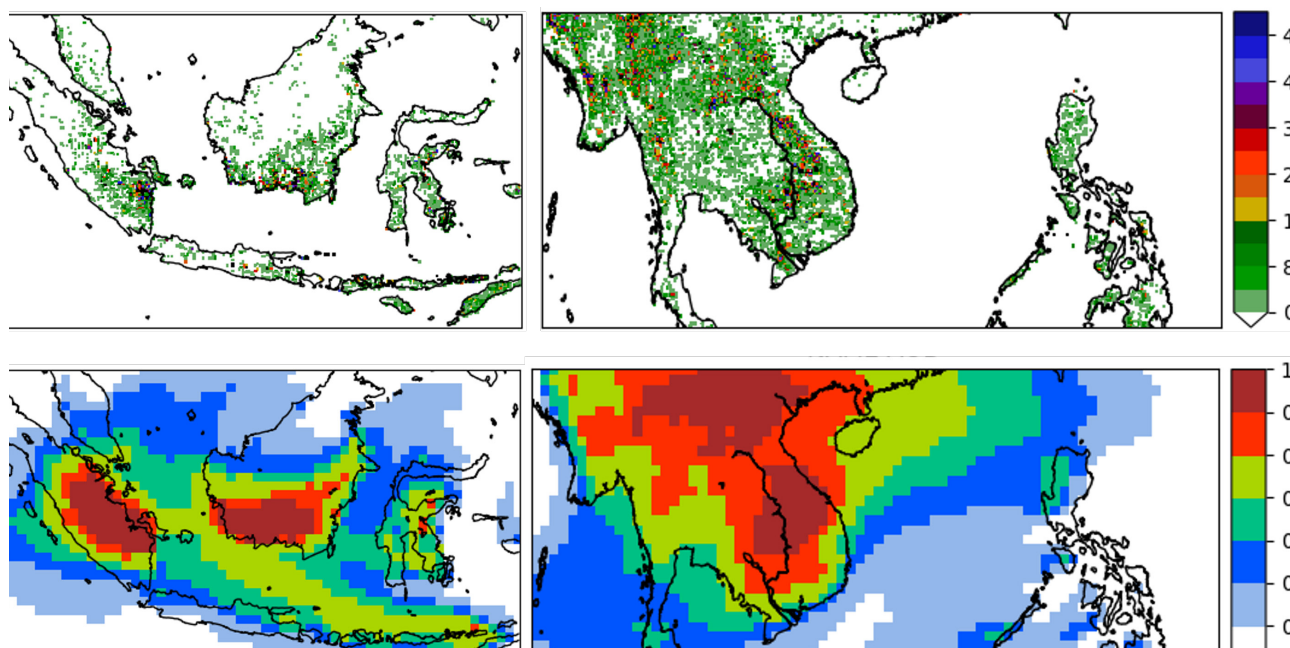
Aunque las emisiones anuales de CO_2 provocadas por los incendios forestales siguen siendo inferiores a las derivadas de la quema de combustibles fósiles, aún son considerables. Los científicos están estudiando cómo los incendios, cada vez más frecuentes e intensos, pueden afectar los ecosistemas y la capacidad de los bosques y otros sistemas naturales para almacenar

carbono a lo largo del tiempo. Los incendios forestales también emiten carbono negro, que puede oscurecer las superficies de nieve y hielo, reducir su reflectividad y contribuir a acelerar el deshielo en regiones sensibles de la criosfera.

Cómo se propaga el humo

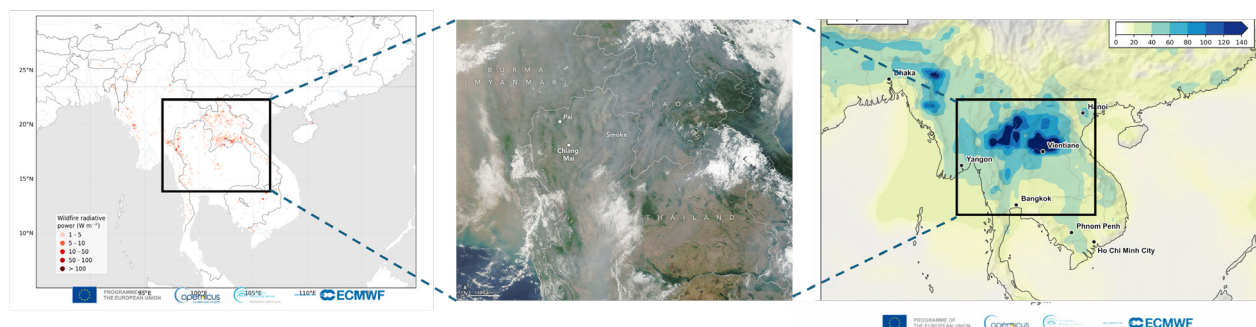
El tiempo y el clima cumplen un papel fundamental en la forma en que el humo de los incendios forestales se desplaza por la atmósfera. Factores como la temperatura, la presión atmosférica, la humedad y la luz solar influyen en las pautas meteorológicas y determinan el desplazamiento de las masas de aire. Los fenómenos climáticos a gran escala, como [El Niño-Oscilación del Sur \(ENOS\)](#), pueden alterar aún más las temperaturas, las precipitaciones y la circulación de los vientos a escala regional, lo que afecta tanto la actividad de los incendios forestales como la propagación del humo. En consecuencia, el humo de los incendios forestales puede desplazarse miles de kilómetros desde su origen.

En el sureste asiático, la quema estacional de biomasa, relacionada con la gestión de tierras y las prácticas agrícolas, puede provocar condiciones de neblina persistente. Del mismo modo, la quema de biomasa en la [cuenca amazónica](#) y en el África subsahariana puede influir en la composición atmosférica y la calidad del aire en amplias zonas, incluidas las regiones continentales y oceánicas situadas a sotavento. Algunos episodios recientes ponen de manifiesto la magnitud de este fenómeno transfronterizo.



Episodios de humo en el sureste asiático, octubre de 2023 (izquierda) y marzo de 2024 (derecha). Gráficos superiores: ubicación e intensidad de los incendios. Gráficos inferiores: extensión y concentración del humo y los aerosoles en la atmósfera.

Fuente: Centro Meteorológico Regional Especializado de la OMM en Singapur para las predicciones de incendios de vegetación y contaminación por humo.



Episodio de humo en el sureste asiático, abril de 2026. Izquierda: Ubicación e intensidad de los incendios en la región del norte de la Asociación de Naciones de Asia Sudoriental (ASEAN) durante el mes de abril de 2026. Centro: Imagen del satélite Terra en la que se aprecia el humo y la neblina sobre el norte de Tailandia el 23 de abril de 2026. Derecha: Predicción de las concentraciones medias diarias de $PM_{2.5}$ cerca de la superficie para el 17 de abril de 2026.

Fuente: Servicio de Vigilancia Atmosférica de Copernicus (SVAC) y la NASA.

Para hacer frente a este desafío, es necesario reforzar la cooperación internacional, lo que incluye la coordinación en materia de monitoreo, predicción e intercambio de información, ya que ningún país puede gestionar de forma eficaz sus repercusiones por sí solo.

Humo en el sureste asiático

El sureste asiático sufre frecuentes episodios de humo provocados por incendios de vegetación relacionados con las quemaduras agrícolas, el desbroce de terrenos y el drenaje y la quema de turberas. El humo generado por estos fenómenos libera grandes cantidades de contaminantes atmosféricos y puede reducir la visibilidad, perturbar el tráfico aéreo y el turismo, y provocar repercusiones socioeconómicas más amplias.

El patrón estacional de la neblina se ve fuertemente influido por la [migración de la zona de convergencia intertropical](#). De enero a abril, las condiciones más secas en las zonas septentrionales de la región favorecen un aumento de los incendios, mientras que de junio a octubre estos tienden a ser más frecuentes en las zonas meridionales. Aunque los efectos más graves sobre la calidad del aire suelen producirse durante condiciones características de un episodio de El Niño (por ejemplo, en 1997, 2015 y 2019), el aumento de la actividad de los incendios en años en los que no se produce El Niño puede provocar igualmente un deterioro generalizado y persistente de la calidad del aire.

Durante las condiciones muy fuertes del episodio de El Niño de finales de 2023, el tiempo seco persistente contribuyó a la propagación de incendios a gran escala, cuyo humo se extendió por la región marítima del sureste asiático y afectó la calidad del aire en Singapur y las zonas vecinas. En marzo de 2024, los incendios estacionales generalizados en algunas zonas de Myanmar y el norte de Tailandia provocaron graves condiciones de niebla en las regiones montañosas del sureste asiático continental, donde el estancamiento atmosférico y la topografía favorecieron la acumulación de $PM_{2.5}$ cerca de la superficie.

Las condiciones similares registradas durante la temporada de incendios de 2026 volvieron a poner de manifiesto cómo los períodos prolongados de sequía, las temperaturas elevadas y el transporte transfronterizo pueden intensificar rápidamente los efectos de la neblina regional.

De la detección de incendios a la predicción de humo

Las observaciones en tierra y por satélite proporcionan información casi en tiempo real sobre los incendios activos. Estos sistemas de monitoreo se complementan con productos meteorológicos relacionados con los incendios, entre los que se incluyen indicadores de la sequedad del combustible, las condiciones del viento y las temperaturas extremas, que ayudan a identificar las zonas con alto riesgo de incendio. A continuación, se utilizan sistemas de predicción de la composición atmosférica para pronosticar la dispersión del humo y sus efectos sobre la calidad del aire, lo que suministra información para advertencias de salud pública y planificación de la respuesta ante emergencias. En conjunto, estas herramientas respaldan las alertas tempranas, la preparación y la respuesta.

Sin embargo, el monitoreo de la aparición y la evolución de los incendios solo representa una parte del desafío. Para prever el desplazamiento y los efectos del humo, se necesitan capacidades avanzadas de modelización atmosférica. Los recientes avances en los sistemas de observación de la Tierra están mejorando aún más las capacidades de monitoreo y predicción. Los productos derivados de plataformas de satélites globales y geoestacionarios, así como de las [nuevas misiones de estudio de la composición de la atmósfera](#), están mejorando la detección de incendios activos, zonas quemadas, concentraciones de aerosoles y el transporte del humo con una mayor resolución temporal y espacial. Paralelamente, las [iniciativas de investigación](#) están integrando la inteligencia artificial, la química atmosférica y la modelización del comportamiento de

los incendios para mejorar las predicciones sobre la aparición de incendios, las emisiones y la dispersión del humo.

En este contexto, la OMM puso en marcha la [iniciativa del Sistema de Evaluación y Asesoramiento para Avisos de Incendios de Vegetación y Contaminación por Humo \(VFSP-WAS\)](#) en el marco del [Programa de Vigilancia de la Atmósfera Global \(VAG\)](#). La iniciativa proporciona coordinación y normalización a escala mundial en materia de integración de observaciones y de capacidades de predicción meteorológica y de contaminación por humo, con el fin de ofrecer alertas y evaluaciones oportunas sobre el riesgo de incendios y la dispersión del humo, lo que contribuye a la toma de decisiones en materia de salud pública y protección del medioambiente.

La iniciativa VFSP-WAS lleva a cabo actividades regionales específicas que coordinan sus centros regionales asociados. A partir de 2026, existen dos nodos regionales: el nodo de Asia Sudoriental, con un centro regional en [Singapur, gestionado por el Servicio Meteorológico de Singapur](#), y el nodo de América del Norte, con un centro regional en [Montreal, gestionado por el Ministerio de Medio Ambiente y Cambio Climático de Canadá](#). Los centros regionales de Montreal y Singapur también son [Centros Meteorológicos Regionales Especializados 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.

La OMM también desempeña un papel fundamental en el [Centro Mundial de Gestión de Incendios](#) aportando sus conocimientos especializados en materia de condiciones meteorológicas propicias para los incendios, composición atmosférica, monitoreo y predicción del humo, y sistemas de alerta temprana de peligros múltiples. Creado por la [Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura \(FAO\)](#) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el Centro Mundial de Gestión de Incendios tiene como objetivo reforzar las capacidades mundiales en materia de gestión integrada de incendios y apoyar el cambio de una estrategia reactiva de extinción de incendios forestales a una estrategia proactiva de prevención, preparación y resiliencia.

Desafíos pendientes

Las proyecciones climáticas anuales indican que las temporadas de incendios se alargan y son más intensas en todo el mundo; [se prevé que los incendios forestales extremos aumentarán un 14 % para 2030 y hasta un 50 % a finales de siglo](#). A pesar de los grandes avances en el monitoreo de los incendios forestales

y la predicción del humo, siguen existiendo desafíos importantes.

En varias regiones, especialmente en algunas zonas de África y América del Sur, las limitadas redes de monitoreo terrestre, la escasa capacidad de predicción y el acceso desigual a los datos de observación siguen dificultando la detección y la evaluación oportunas de los efectos del humo de los incendios forestales. Las diferencias en las normas nacionales sobre calidad del aire, las prácticas de notificación de incendios y los sistemas de gestión de datos pueden complicar aún más la comunicación de los riesgos a nivel transfronterizo.

Otro desafío consiste en garantizar que la contaminación por humo y sus efectos sobre la salud se integren plenamente en los sistemas operativos de alerta temprana. Aunque la detección de incendios y la predicción meteorológica de incendios han avanzado con rapidez, la exposición al humo sigue sin incorporarse de forma sistemática en muchos sistemas de alerta, a pesar de que supone un riesgo importante para la salud pública. En evaluaciones recientes también se han puesto de manifiesto diferencias persistentes entre los datos científicos sobre incendios y humo y su aplicación práctica en la toma de decisiones, lo cual subraya la necesidad de contar con sistemas de alerta temprana más orientados al usuario y que tengan en cuenta los impactos.

Prioridades futuras

Para hacer frente a estos desafíos, será necesario reforzar la coordinación internacional y realizar una inversión sostenida en observaciones, sistemas de predicción y servicios operativos. La ampliación de la cobertura del monitoreo mediante redes in situ y observaciones por satélite sigue siendo una prioridad, sobre todo en las regiones con escasa cobertura.

Una de las principales fronteras científicas y operativas reside en mejorar la predicción de los incendios forestales en todas las escalas temporales, desde días hasta estaciones. Las predicciones subestacionales a estacionales tienen como objetivo salvar la brecha entre las predicciones meteorológicas y las proyecciones climáticas estacionales, proporcionando información útil con una antelación de entre dos y seis semanas. Las proyecciones climáticas a más largo plazo, incluidas las elaboradas en el marco del boletín sobre el clima mundial anual a decenal de la OMM ([WMO Global Annual to Decadal Climate Update](#)), también están cobrando cada vez más importancia para comprender cómo la variabilidad del clima y el cambio climático pueden modificar los regímenes de incendios en el futuro. Este margen de tiempo adicional puede facilitar la adopción de medidas de preparación con

mayor antelación, un despliegue más estratégico de los recursos de extinción de incendios y una mejor previsión de los efectos sobre la salud derivados del humo.

La integración de las predicciones del humo y sus repercusiones en la calidad del aire en los sistemas integrales de alerta temprana de incendios forestales sigue siendo una prioridad fundamental. Esto implica ir más allá de los indicadores de incidencia de incendios y de las condiciones meteorológicas propicias para los incendios, a fin de incorporar la estimación de emisiones, la elevación del penacho, el transporte atmosférico y la exposición a los contaminantes a nivel de superficie. Reforzar el intercambio de datos y

la interoperabilidad será fundamental para garantizar que la información sobre incendios y humo pueda utilizarse de manera coherente en todas las regiones y sectores.

Las últimas temporadas de incendios forestales han demostrado que el humo puede afectar a comunidades situadas mucho más allá de la línea de fuego. A medida que estos fenómenos sean más frecuentes y graves en muchas partes del planeta, mejorar nuestra capacidad para anticipar y comunicar los riesgos relacionados con el humo será fundamental para proteger vidas, medios de subsistencia y ecosistemas.