

Impacto en la calidad del aire en la ciudad de Rosario por la quema de pastizales en el Delta del río Paraná, agosto 2022

El Sexto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), *Cambio Climático 2022: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad*¹, menciona que los cambios pronosticados en el clima global aunado a la expansión agrícola, afectarán fuertemente los humedales de América del Sur.

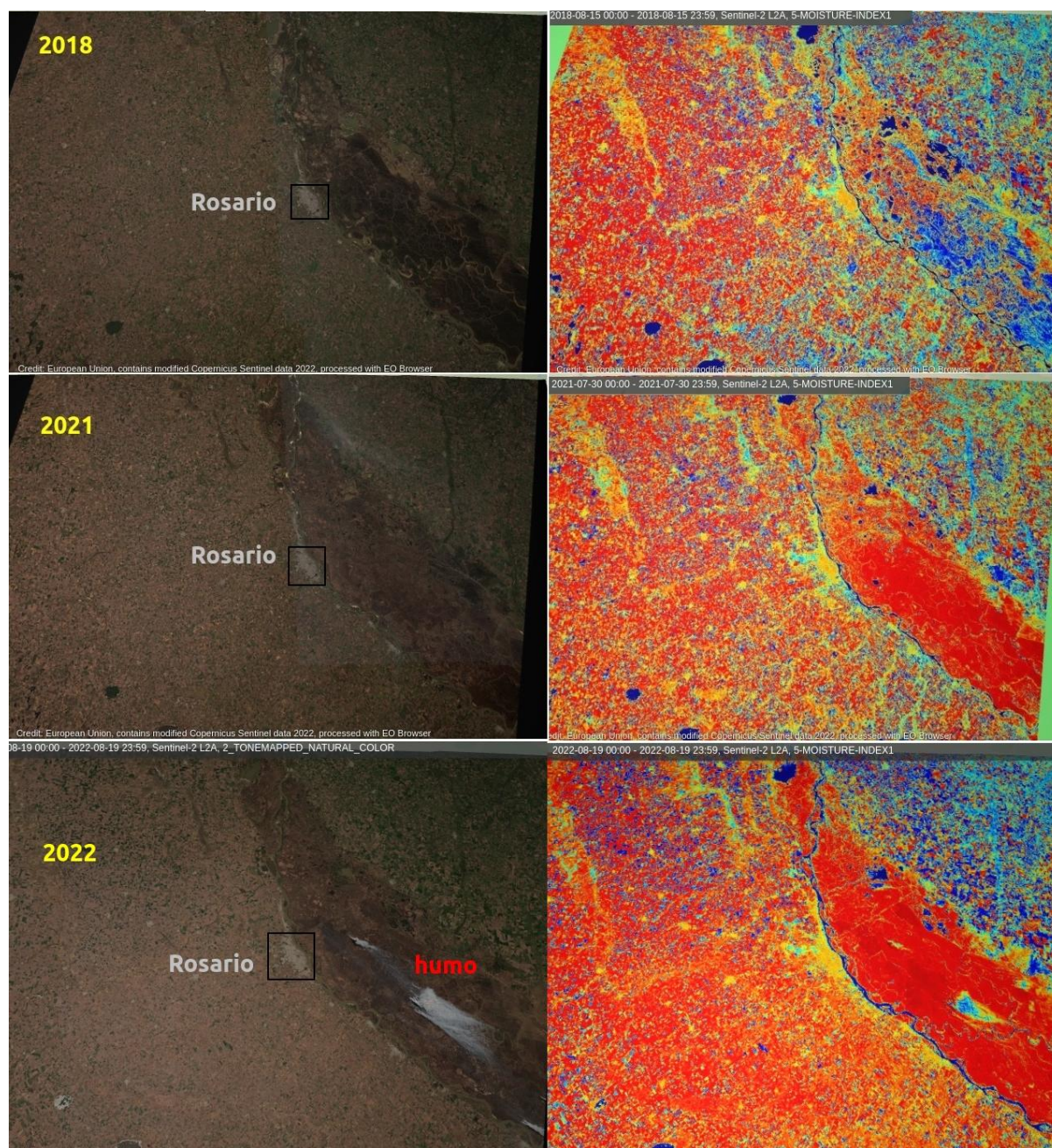


Fig. 1 Imágenes satelitales Sentinel-2 L2A (izq.) e Índice normalizado de humedad (NDMI) (der.) para el 15/ago/2018, 30/jul/2021 y 19/ago/2022. Las imágenes del NDMI muestran una diferencia en el cambio de suelo sobre el Delta del río Paraná. Los tonos de color azul indican importante cobertura vegetal y contenido de agua y tonos de rojo, suelos sin cobertura vegetal o seco.

Estos humedales conservan la biodiversidad y la disponibilidad del agua en la región¹. La sequía del año 2019 extendida a los años siguientes (2020 a 2022), el nivel más bajo del río y el uso del fuego para eliminar los pastos nativos^{2,3}, provocaron cifras récord de incendios en el Delta del río Paraná en ese periodo. La frecuencia de estos eventos de quema de biomasa y la falta de precipitación en la región han intensificado su impacto en el humedal en los últimos años.

El índice de humedad de diferencia normalizada, NDMI (Normalized Difference Moisture Index) es obtenido a través de las bandas del espectro electromagnético del infrarrojo SWIR (por sus siglas en inglés Short Wave Infrared) y NIR (Near Infrared), para monitorear los cambios en el contenido de agua de las hojas. La Figura 1 muestra la imagen satelital del año 2018 sobre el Delta del río Paraná. En la misma figura se muestra el NDMI para ese año, en la que predominan los tonos azules que corresponden a valores de abundante cobertura vegetal y contenido de agua, mientras que para el año 2021 se observa un cambio a tonos rojizos, que indican valores relacionados a suelo desnudo o seco y el **19 de agosto 2022** continúa ese estado con la presencia de incendios.

La concentración de material particulado de tamaño igual o menor a 2.5 y 10 micrones (PM_{2.5} y PM₁₀) ha sido registrada en el centro de Rosario. Las concentraciones de PM₁₀ y PM_{2.5} (en microgramos por metro cúbico, $\mu\text{g}/\text{m}^3$) son indicadores de la calidad del aire y tienen un impacto en la salud humana. Las mediciones se efectúan cada minuto con un instrumento portátil marca *Temtop*, modelo *Airing-1000* (con calibración de fábrica vigente). Los promedios diarios se basan en 24 horas de mediciones, a excepción de algunas fechas. Durante la primera semana de agosto se registraron anomalías de temperatura (diferencias respecto a los valores normales) frente a Rosario, por medio de la plataforma FIRMS-NASA (*Fire Information for Resource Management System*).



Fig. 2. Concentración de PM_{2.5} medida el 8 y 10 de agosto de 2022, en el centro de Rosario.

Las columnas de humo derivadas de los focos de incendio fueron observadas durante la mañana del **8 de agosto 2022**. Los vientos en dirección E, SE, y ESE arrastraron las partículas y gases emitidos hacia la ciudad de Rosario entre las 10 y las 11 horas, alcanzando un máximo de PM2.5 de $125 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ (Fig. 2). La línea roja indica el límite promedio de PM2.5 ($15 \mu\text{gr}/\text{m}^3$) en 24 horas establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS)⁴.

El 9 de agosto no se registraron incendios en la zona y la calidad del aire fue buena durante todo el día. Sin embargo, basado en la detección de nuevos incendios y la rotación del viento E, SE y ENE en las primeras horas del **10 de agosto**, se determinó que las emisiones fueron arrastradas desde el Delta del río Paraná hacia Rosario. En corto tiempo (Fig. 2) la concentración de PM2.5 tuvo un máximo de $287 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ (entre las 0 y 1 horas).

El **16 de agosto** se registró un incremento del PM2.5 hasta un valor de $129 \mu\text{gr}/\text{m}^3$, similar al máximo registrado la semana previa (8 de agosto) y un segundo pico al mediodía ($84 \mu\text{gr}/\text{m}^3$) resultado de la rotación del viento. Este mismo efecto se registró la madrugada del **17 de agosto**, con un máximo de $156 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ (Fig. 3).

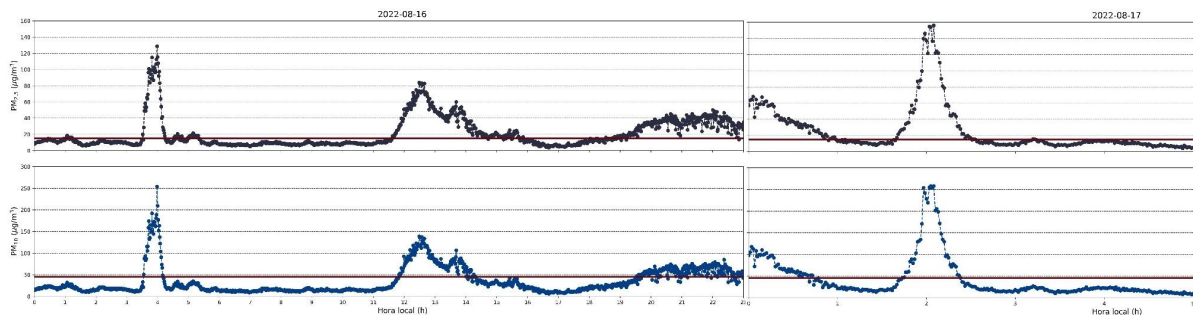


Fig. 3. Concentraciones de PM2.5 y PM10 entre el 16 y el 17 de agosto 2022, en el centro de Rosario.

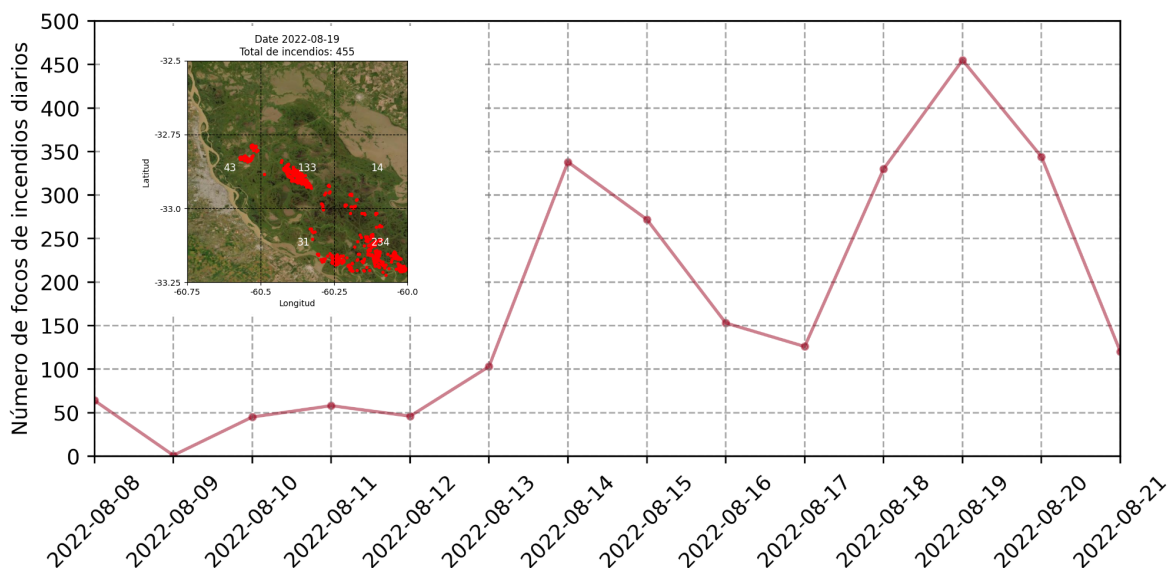


Fig. 4. Número de focos de incendio del 8 a 21 de agosto 2022. Imagen propia a partir de datos satelitales VIIRS-NOAA (FIRMS-NASA) en la zona del Delta del río Paraná *https://github.com/giovannilopez9808/Fire_Detection/raw/Parana_2022_Ago/Graphics/Fire.mp4

La Figura 4 muestra el número de focos de incendios detectados diariamente por el instrumento satelital VIIRS-NOAA (FIRMS-NASA). La secuencia de anomalías de temperatura seleccionadas con nivel de confianza alto para contabilizar los focos de incendio, se procesó con un código y criterios propios.* El número de focos de incendio tuvo dos máximos los días 14 y 19 de agosto. El fuego se prolongó y el 21 de agosto, el humo llegó a Rosario traído por viento del ESE. La concentración promedio de 24 horas de PM_{2.5} excedió **poco más del doble** ($35.4 \mu\text{gr}/\text{m}^3$) el límite definido por la OMS para el mismo intervalo de tiempo y el 22 de agosto fue **1.5 veces mayor** ($23.1 \mu\text{gr}/\text{m}^3$) a este umbral.

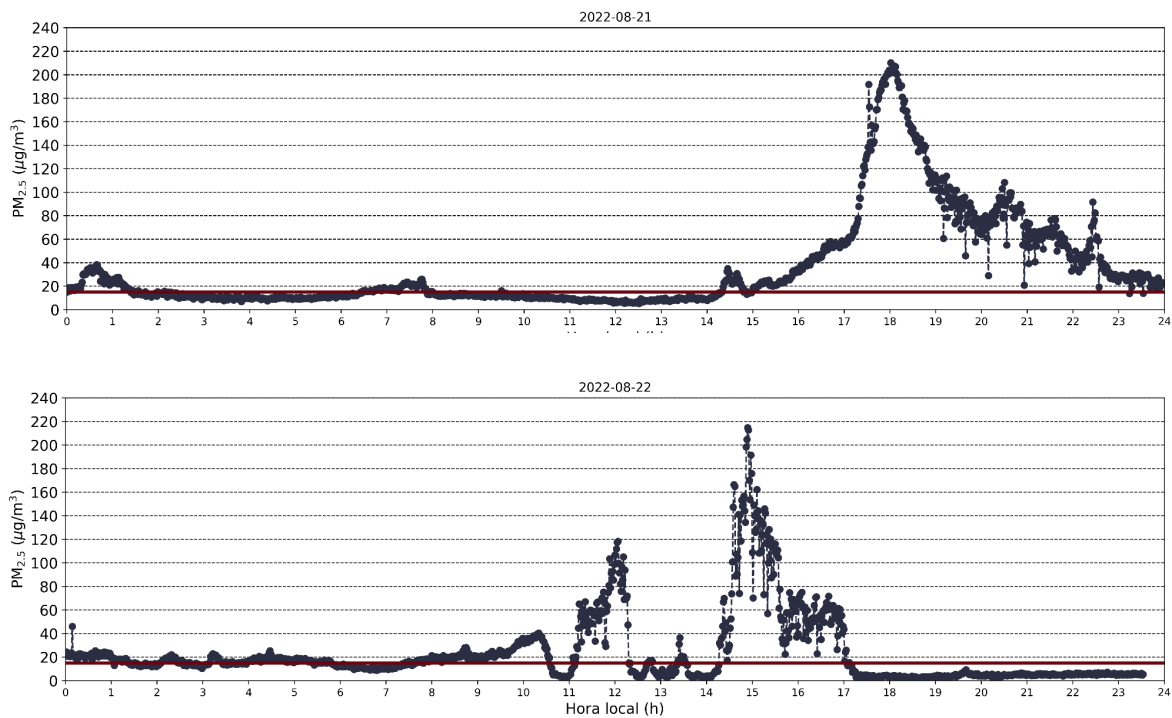


Fig. 5. Concentración de PM_{2.5} el 21 y 22 de agosto 2022, medida en el centro de Rosario.

Conclusión

Durante el mes de agosto 2022 en la ciudad de Rosario, se han registrado muy altas concentraciones de material particulado en periodos muy cortos (1-2 horas) ocasionando a sus habitantes un estrés respiratorio, que amenazan su salud pulmonar y cardiaca. Los estándares actuales de calidad del aire específicos para PM_{2.5}, no distinguen las fuentes de emisión y composición química, ya que implícitamente consideran que el PM_{2.5} derivado de incendios forestales y de otras fuentes (por ejemplo, transporte, industria y construcción) son igualmente perjudiciales para la salud humana. No obstante, estudios toxicológicos recientes⁵ sugieren que las partículas de incendios forestales pueden ser más tóxicas que cantidades iguales de PM_{2.5} en el ambiente. La OMS ha establecido que la contaminación del aire conlleva efectos en la salud, incluso en concentraciones muy bajas; de hecho, no se ha podido identificar ningún umbral por debajo del cual no se hayan observado daños para la salud. En consecuencia, los límites establecidos en promedio 24 horas son una referencia de control para las emisiones antropogénicas de las grandes ciudades, los cuales han sido superados rápidamente por eventos de quema de pastizales en Rosario. Cabe destacar que las concentraciones de PM_{2.5} alcanzadas en pocas horas han sido en general, mayores a las reportadas en otras grandes ciudades⁶.

REFERENCIAS:

[1] IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático). Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad: Preguntas frecuentes. Informe AR6 del Grupo de Trabajo 2. Publicado por Cambridge University Press y Organización Meteorológica Mundial, 2022. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/about/frequently-asked-questions/keyfaq1/>

[2] SINAGIR. Causas De Los Incendios Forestales, Ministerio de Seguridad, (2021) .

[3] Borús J., Giordano L., Sánchez M.V., Núñez L., Contreras G, Pereira A, Informe Mensual - Alerta Hidrológico Cuenca del Plata (Instituto Nacional del Agua), 2020

[4] World Health Organization. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Publicación de la Organización Mundial de la Salud, 2021. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>

[5] Aguilera R., Corringham T., Gershunov, A. et al. Wildfire smoke impacts respiratory health more than fine particles from other sources: observational evidence from Southern California. Nat Commun 12, 1493 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-21708-0>

[6] Tessuma M.W., Anenberg S.C., Chafé ZA et al. Sources of ambient PM2.5 exposure in 96 global cities. Atmospheric Environment 286, 119234 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2022.119234>

Dra. **Adriana Ipiña**, investigadora en el Instituto de Física Rosario, IFIR- CONICET-UNR

Dr. **Rubén D. Piacentini**, investigador en el Instituto de Física Rosario, IFIR- CONICET-UNR

Dr. **Raúl Bolmaro**, investigador en el Instituto de Física Rosario, IFIR- CONICET-UNR

Lic. **Gamaliel López-Padilla**, estudiante de Maestría en CIMAT-CONACYT (México)



I F I R