Evaluación del impacto en la mortalidad por PM2,5 en el corredor minero del Cesar mediante la integración de análisis de datos y AirQ+: más allá de la norma y el ICA

Ronny Javier Lopez Hernandez, Sindy Carolina Galvis Rojas, Yessica Paola Florez Gordillo, Juliana Maria Uribe Mendoza
Universidad Popular del Cesar

Resumen

Históricamente, la gestión ambiental en las zonas de minería de carbón del departamento del Cesar se ha limitado a verificar el cumplimiento de los niveles máximos permitidos de calidad del aire, es decir, si se han superado los límites normativos diarios y anuales, lo cual se reporta en el informe del Índice de Calidad del Aire (ICA). Sin embargo, este esquema pasa por alto los episodios agudos de contaminación y no considera el riesgo real para la salud de la población expuesta. Para dimensionar este problema, se evaluó el impacto de la exposición al material particulado PM2,5 en los municipios de La Jagua de Ibirico, El Paso, Chiriguaná y Becerril, en la zona minera del Cesar, durante el periodo 2021-2025. A partir de los registros del sistema especial de vigilancia de la calidad del aire, se modelaron los patrones de dispersión del material particulado en R (openair) mediante rosas de vientos y gráficos polares (polar plots), y se valoró la mortalidad por causas naturales en adultos mayores de 30 años con la herramienta epidemiológica AirQ+ de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Aunque los promedios anuales suelen situarse dentro de lo establecido por la Resolución 2254 de 2017, los registros diarios evidencian picos críticos de concentración de hasta 58,25 $\mu g/m^3$ en La Jagua de Ibirico y de hasta 51,90 $\mu g/m^3$ en El Paso. El análisis espacio-temporal reveló un comportamiento bimodal bien diferenciado: el primer periodo se presenta entre enero y abril (época seca y de alta ventilación), cuando vientos intensos del este-noreste ($>$ 6-10 m/s) transportan material particulado directamente desde los tajos y botaderos de la minería a cielo abierto; el segundo corresponde a periodos de baja movilidad atmosférica, en los que predominan las emisiones locales asociadas al transporte de carga pesada sobre la Ruta 45, en el tramo que conecta el corregimiento de La Loma con La Jagua de Ibirico. En cuanto al impacto epidemiológico, la exposición prolongada a PM2,5 muestra una relación directa con la mortalidad por causas naturales en la región, con fracciones atribuibles de hasta el 9,23 % en El Paso y del 8,6 % en La Jagua de Ibirico. Las proyecciones demuestran que sostener concentraciones fijas en el límite legal vigente de 25 $\mu g/m^3$ mantendría una mortalidad atribuible del 14,27 %, lo que confirma que cumplir el estándar normativo actual no garantiza la mitigación del riesgo sanitario. Se concluye que la vigilancia ambiental debe evolucionar de un seguimiento estático de concentraciones de masa hacia un esquema preventivo orientado a la salud pública. Para ello se plantean tres acciones clave: la integración de pronósticos meteorológicos en tiempo real para anticipar episodios críticos; el seguimiento horario y diario de las trayectorias críticas de dispersión, con prioridad en el primer cuatrimestre del año, y protocolos estacionales de intervención y mitigación operativa focalizados en las operaciones mineras y en el corredor vial de la Ruta 45.

Palabras clave: material particulado PM2, 5, AirQ+, R openair, mortalidad atribuible, zona minera del Cesar

Correspondencia: ronnylopez@unicesar.edu.co