

EL SEM EN LA EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AIRE A PARTIR DEL TRATAMIENTO ESTADISTICO DE SISTEMAS PM10

Carina Cano (1), Carlos Jones (1), Fernanda Villarreal (2), Liliana García (2), M. de la Paz Guillon (2), Alicia Hernández (2), Alicia Quintana (2), Ana Julia Avila (1), Cecilia Gutiérrez Ayesta (1), María Julia Yañez (1).

(1) Lab. Microscopia Electrónica UAT-CCT Bahía Blanca. (2) Dpto. Matemática Universidad Nacional del Sur.
Email: cgayesta@criba.edu.ar

Las partículas atmosféricas con tamaños menores a 10 micras (PM10) son objeto de estudio para el control de la calidad del aire dada su potencial incidencia sobre la salud humana [1]. La caracterización de estas partículas empleando Microscopia Electrónica de Barrido (SEM) y análisis de imágenes (IA) es ampliamente utilizada para estudiar forma, tamaño, composición química elemental y origen de las mismas [2]. Es frecuente en estudios de sistemas particulados por SEM caracterizar los tamaños de las partículas mediante su media aritmética. Sin embargo, en sistemas PM10 este promedio puede conducir a interpretaciones erróneas sobre la calidad del aire y, por ende, su incidencia en la salud, debido a la dispersión y asimetría que frecuentemente presentan estos sistemas en la distribución de los tamaños de las partículas. Por esta razón, el análisis estadístico adecuado de los datos es de vital importancia para obtener medidas representativas de la muestra analizada, que conduzcan a resultados confiables. El objetivo de este trabajo es presentar los análisis realizados, conclusiones obtenidas y recomendaciones para el tratamiento estadístico de una muestra de partículas atmosféricas colectadas en la ciudad de Bahía Blanca, a partir de la información obtenida por SEM e IA. Se trabajó sobre una muestra PM10 colectada sobre un filtro de Policarbonato Millipore de 0,8 μm ATTP utilizando un muestreador de bajo volumen Air Metrics, Modelo MiniVol Portable Sampler. Una sección del filtro de 1cm x 1cm se montó sobre un portamuestras de aluminio y posteriormente se metalizó con oro en un sputter coater (SPI). La observación se realizó en un SEM marca LEO EVO 40-XVP. Se trabajó con dos magnificaciones diferentes (3.500x y 20.000x) a fin de tener mayor precisión en la medición de las partículas. La Figura 1 muestra una vista general a 3.500x (área 5636,8 μm^2). La misma fue dividida en 30 cuadrículas de 187 μm^2 aproximadamente. Este valor corresponde al área de cada imagen tomada a 20.000x. La Figura 2 muestra el detalle de lo observado en una cuadrícula. El procesamiento y análisis de imágenes fue llevado a cabo mediante el software Analysis Pro. Se seleccionó como descriptor de tamaño al diámetro medio. En la foto a 3.500x se detectaron partículas con diámetro medio mayor a 0,26 μm . Este tamaño se seleccionó como limite inferior de detección, en función de la visibilidad de las partículas pequeñas y la precisión al medirlas a esta amplificación. En las fotos a 20.000x se detectaron partículas con diámetros menores al límite fijado. El análisis estadístico exploratorio de datos reveló que los tamaños de las partículas no se ajustaban a modelos de probabilidad conocidos, observándose una marcada dispersión y asimetría, originada en una alta proporción de partículas muy pequeñas. En la Figura 3 se observa el histograma del diámetro del total de partículas detectadas visiblemente asimétrico a derecha. Surgió entonces la conveniencia de estratificar las partículas PM10 de acuerdo a su tamaño en: ultrafinas (menores a 1 micra), finas (entre 1 y 2,5 micras) y gruesas (entre 2,5 y 10 micras) [3]. Del análisis estadístico de cada uno de los estratos surgió la propuesta de caracterizar los tamaños mediante percentiles, los cuales brindan información del tamaño de las partículas complementada con el porcentaje que abarca. De la tabla 1 se observa que, si bien la proporción de partículas finas y gruesas apenas representan el 3,77% de la muestra total, como estas fracciones agrupan a las partículas más grandes, el tamaño promedio (0,3162) supera al percentil 75 (0,25), con lo cual este promedio pierde representatividad en el conjunto de datos. Dado que las partículas ultrafinas son las más riesgosas para la salud y, en esta muestra, representa al 96,27% de la muestra total, la estratificación por tamaño es altamente recomendable. De la tabla se desprende que, por ejemplo, el percentil 25 para las ultrafinas indica que el 25% de estas posee un tamaño inferior a 0,13, mientras que el percentil 75 señala que el 75% de ellas tiene un tamaño inferior a 0,24. **Conclusión.** En el sistema PM10 analizado mediante microscopia Electrónica de Barrido, se observaron, además de los tamaños, la morfología y dispersión de las partículas en el filtro. Esta información permitiría inferir acerca del origen de las mismas en futuros estudios. Del análisis del tamaño de las partículas por IA, surgió la conveniencia de la estratificación. Los percentiles resultaron los descriptores más apropiados para caracterizar los tamaños de las partículas en cada caso.

REFERENCIAS

- [1] Organización Mundial de la Salud, (2006) “Guías de calidad del aire relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre”.
- [2] Capannelli G, Castello E, Comite A, Costa C Mamolini G (2011) “Electron microscopy characterization of airborne micro- and nanoparticulate matter”. *Journal of Electron Microscopy* 0(0):1-15.
- [3] Bracho L R, Bravo V G. (2003) “Partículas suspendidas, aeropartículas o aerosoles: hacen daño a la salud; podemos hacer algo? *Gaceta ecológica* 69: 29-44.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Municipalidad de Bahía Blanca por facilitar la muestra; y al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y Universidad Nacional del Sur (UNS) por el apoyo económico.

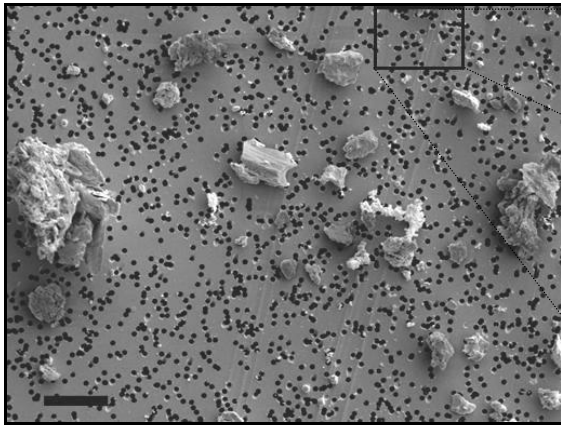


Figura 1: Vista general a 3.500x (barra = 10 μm)

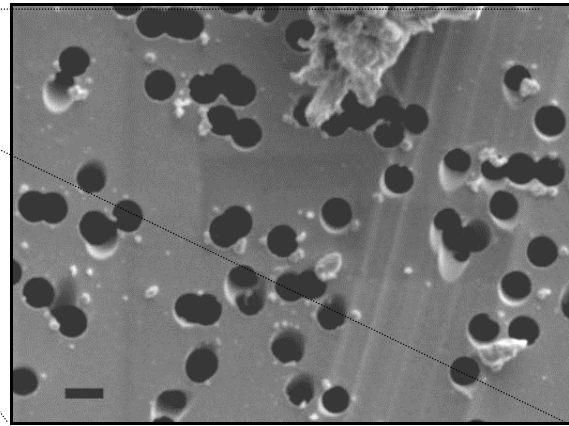


Figura 2: Detalle de una cuadrícula a 20.000x (barra = 1 μm).

Tabla 1: Resumen estadístico de datos.

Medidas	Muestra Total	Ultrafinas	Finas	Gruesas
Recuento	1405	1352	28	25
Promedio	0,3162	0,2102	1,413	4,819
Mediana	0,18	0,17	1,291	4,378
Varianza	0,4845	0,02045	0,1332	3,882
Desviación Estándar	0,696	0,143	0,365	1,97
Error Estándar	0,01857	0,00389	0,06898	0,394
Mínimo	0,02	0,02	1,031	2,636
Máximo	9,576	0,989	2,403	9,576
Percentil 25	0,13	0,13	1,121	3,291
Percentil 75	0,25	0,24	1,689	5,458
Rango Intercuartílico	0,12	0,11	0,568	2,167
Sesgo Estandarizado	122,8	40,95	2,043	2,45
Curtosis Estandarizada	596,5	66,07	0,383	0,9587

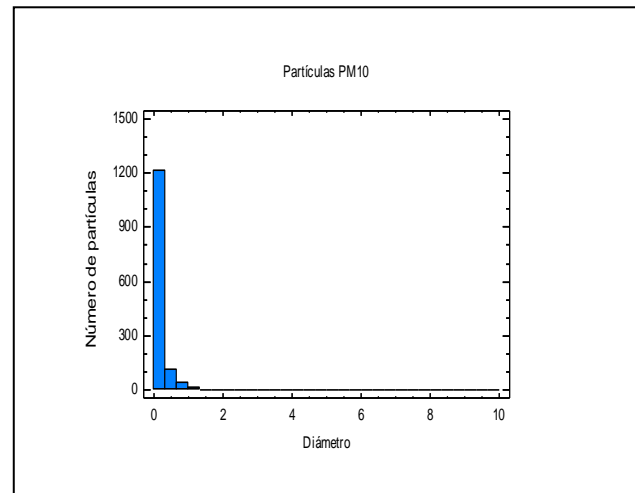


Figura 3: Histograma del total de partículas analizadas.