

HERRAMIENTAS DE GESTIÓN: RELACIÓN ENTRE CONCENTRACIONES DE MATERIAL PARTICULADO FRACCIÓN GRUESA (MP₁₀) Y MATERIAL PARTICULADO FRACCIÓN FINA (MP_{2.5}) EN CALIDAD DEL AIRE

Castagnaso Germán, Balbi Karina, Giuliani Daniela, Porta Andrés*, Massolo Laura

Resumen. Los sistemas más habituales de monitoreo de la calidad del aire proporcionan datos basados en la medición del MP₁₀ respecto a otros tamaños del material particulado. Como consecuencia, la mayoría de los estudios epidemiológicos utilizan el valor de concentración de la fracción MP₁₀ como indicador de la exposición de la población. Sin embargo, numerosos trabajos científicos dan evidencia de mayores efectos sobre la salud asociados al MP_{2.5} en comparación con el anterior. En tal sentido contar con mediciones de esta fracción fina (MP_{2.5}) en calidad de aire resulta de suma relevancia. En la práctica, no es sencillo acceder a esta información; principalmente por los altos costos que implican estas determinaciones. Por ende, se destaca la importancia de contar con un factor que relacione ambos parámetros, tal como lo ha estimado la Organización Mundial de la Salud (OMS), obteniendo un valor aproximado a 0.5 (MP_{2.5}/MP₁₀). Este número corresponde a zonas urbanas de los países en desarrollo. En el presente trabajo se estiman factores locales, en base a mediciones de MP₁₀ y MP_{2.5}, con el propósito de caracterizar las zonas urbanas evaluadas, acceder a un diagnóstico más preciso de distribución de la fracción fina y constituir así una herramienta de gestión.

1. INTRODUCCIÓN

Cuando de material particulado suspendido en el aire se trata, no quedan dudas acerca de sus efectos adversos para la salud. Los habitantes de zonas urbanas experimentan a diario exposiciones sostenidas a estos contaminantes tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo. Ante la evidencia de un aumento de morbilidad-mortalidad en la población por cada 10 µg m⁻³ de material particulado con diámetro aerodinámico menor a 2,5 micrómetros (MP_{2.5}) presentes en el aire (según valores guía de calidad de aire, OMS) [1], el monitoreo de la fracción fina de material particulado en suspensión resulta prioritario. Conocer en detalle la composición del aire que respira la población es un requisito indispensable en la toma de decisiones desde la gestión. Más aún, si se trata de contaminantes cuyos efectos sobre la salud están demostrados científicamente [2].

En base a la información recopilada de diferentes estaciones de monitoreo (mediciones puntuales y continuas), se estimó la relación de las fracciones MP_{2.5} y MP₁₀.

Con los datos procesados se obtuvo un factor local, que sienta las bases para caracterizar cada región de estudio y consolida un punto de partida para detallar la distribución de

concentración de $MP_{2.5}$ a nivel provincial. La provincia de Buenos Aires carece actualmente de normativa que contemple niveles de $MP_{2.5}$, por lo cual este índice favorecería su seguimiento en materia de calidad de aire [3].

El objetivo del presente trabajo consiste en calcular dicho factor a partir de valores reales de mediciones y compararlo con otros índices. En una etapa posterior, se intentará profundizar el tema, ampliando el número de determinaciones, y también relacionar los resultados obtenidos con las actividades desarrolladas en la zona de estudio.

2. METODOLOGÍA

2.1 Base de datos

La información se obtuvo de la Base de Datos de ACUMAR (Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo), que desde 2010 puso en marcha el Programa de Vigilancia y de Monitoreo de Calidad de Aire, en puntos estratégicos. Para seleccionar esos puntos se consideró la actividad urbano-industrial de la zona, siguiendo los criterios internacionales (Agencia de Protección Ambiental y Código Federal de Regulación, USA) [4].

Se consideró la información proveniente de la Estación de Monitoreo Continuo (EMC) correspondiente al Polo Petroquímico Dock Sud, que en la actualidad continúa la campaña. El período monitoreado corresponde a los años 2015 y 2016, debido a que en esos meses se registran mediciones de ambas fracciones simultáneamente (requisito para la estimación del factor que las relacione).

La cantidad de datos son acotados a la información disponible, siendo estadísticamente representativa para el objetivo de este trabajo. Por otro lado, siguiendo los lineamientos de la Guía de calidad de aire, OMS [1], se considera que el período de estudio permite estimar un factor confiable.

Otra fuente de Datos fueron los registros de monitoreos puntuales de la UNLP (CIMA, Universidad Nacional de La Plata), a partir de los trabajos publicados sobre Material Particulado en la ciudad de La Plata y alrededores [6].

2.2 Material Particulado

Se realizaron mediciones de MP_{10} y $MP_{2.5}$. Para la Red de Monitoreo de Calidad de Aire (ACUMAR), se utilizaron equipos de última tecnología. Las mediciones se realizaron en forma continua y la validación de los datos reportados se llevó a cabo automáticamente en el mismo dispositivo. Luego esos datos fueron revisados y evaluados por personal técnico específico. El límite de detección del analizador es de $4,8 \mu\text{g m}^{-3}$ para períodos

de una hora [4] y [5].

En los trabajos realizados en La Plata, las muestras de material particulado fueron recolectadas por medio del muestreador de bajo volumen MiniVol Airmetrics. Mediante una bomba, el aire es forzado a pasar a través de un separador de tamaños de partículas (impactadores) y a continuación de un medio filtrante, donde queda depositado el material particulado a analizar. La programación de un caudal correcto a través del impactador es crítica, ya que debe mantenerse constante a lo largo de cada muestreo. Para el MiniVol, la tasa real de flujo volumétrico debe ser de 5 L min^{-1} . Los muestreos fueron efectuados por un tiempo aproximado de entre 5 y 6 días para cada muestra de $\text{MP}_{2.5}$ y de entre 2 y 3 días para cada una de MP_{10} en cada sitio de muestreo. Como medio filtrante se utilizaron filtros de politetrafluoroetileno (PTFE) y de fibra de vidrio de 46.2 mm de diámetro. Por diferencia gravimétrica (peso de los filtros, previo y posterior al muestreo) y en función del volumen total de aire que es filtrado, se determinó la concentración del material particulado [7].

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 . Material Particulado ($\text{MP}_{2.5}$ y MP_{10})

Una primera aproximación a la relación de valores entre $\text{MP}_{2.5}$ y MP_{10} es evidenciada a través del Gráfico 1 que precede, donde se muestran las concentraciones promedio mensuales para cada fracción. En el período considerado, claramente la proporción de material particulado fino supera lo esperado en función de los cálculos según la OMS (para regiones urbanas de países en desarrollo, equivale a un 50% de la fracción gruesa)

Del análisis de la evolución a través del tiempo se advierte un incremento en la concentración media de material particulado (línea de puntos en el Gráfico 1). Se destaca una fluctuación que podría considerarse estacional, con picos durante los períodos estivales principalmente. Sin embargo, la tendencia general no es debido a incrementos semejantes en ambas fracciones, sino en particular por concentraciones elevadas en MP_{10} .

Resulta de interés comparar los valores medidos con los valores Norma de Calidad de Aire Ambiente, según nuestra legislación, que fija una concentración de $150 \mu\text{g m}^{-3}$ para 24 hs, en lo referido a MP_{10} [3]. Pero aún más relevante es la comparación con los valores propuestos en las Guías de Calidad de Aire de la OMS, que considera como media de concentración para el mismo período un valor igual a $50 \mu\text{g m}^{-3}$ [1].

En la Tabla 1 se resume el registro del número de días en los que los valores de la última referencia han sido superados (teniendo en cuenta los años 2015 y 2016). Si bien no figura en esta tabla, se puede anticipar que en el corriente año, y según los datos recopilados, ya se han presentado numerosos días con valores de concentración media de MP₁₀ que superan los 50µg m⁻³ de referencia.

Estos datos provienen de las mediciones horarias, durante las 24 horas de cada día monitoreado por la EMC Dock Sud. El número de determinaciones recopiladas para este trabajo resulta representativo para hacer un análisis estadístico. Se consideraron las medias para cada día. Debe mencionarse que durante los meses de junio 2015 y septiembre 2016 el número de días que figuran en la base de datos consultada es menor. Los intervalos de tiempo que no muestran concentraciones de MP en dicha Base responden a períodos en que las estaciones se encontraban como fuera de operación.

Tabla 1. Cantidad de días en los que las Concentraciones medias de Material Particulado (MP₁₀) superan los 50µg/m³ (valor Guía Calidad de Aire OMS)

| Año | 2015 | | | | | | | 2016 | | | | | | | | | | | |
|------|------|---|---|---|----|----|----|------|---|----|---|----|----|----|---|----|----|----|--|
| Mes | 1 | 5 | 6 | 7 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Días | 1 | 3 | 4 | 3 | 5 | 5 | 7 | 14 | 7 | 11 | 4 | 11 | 10 | 13 | 6 | 5 | 10 | 7 | |

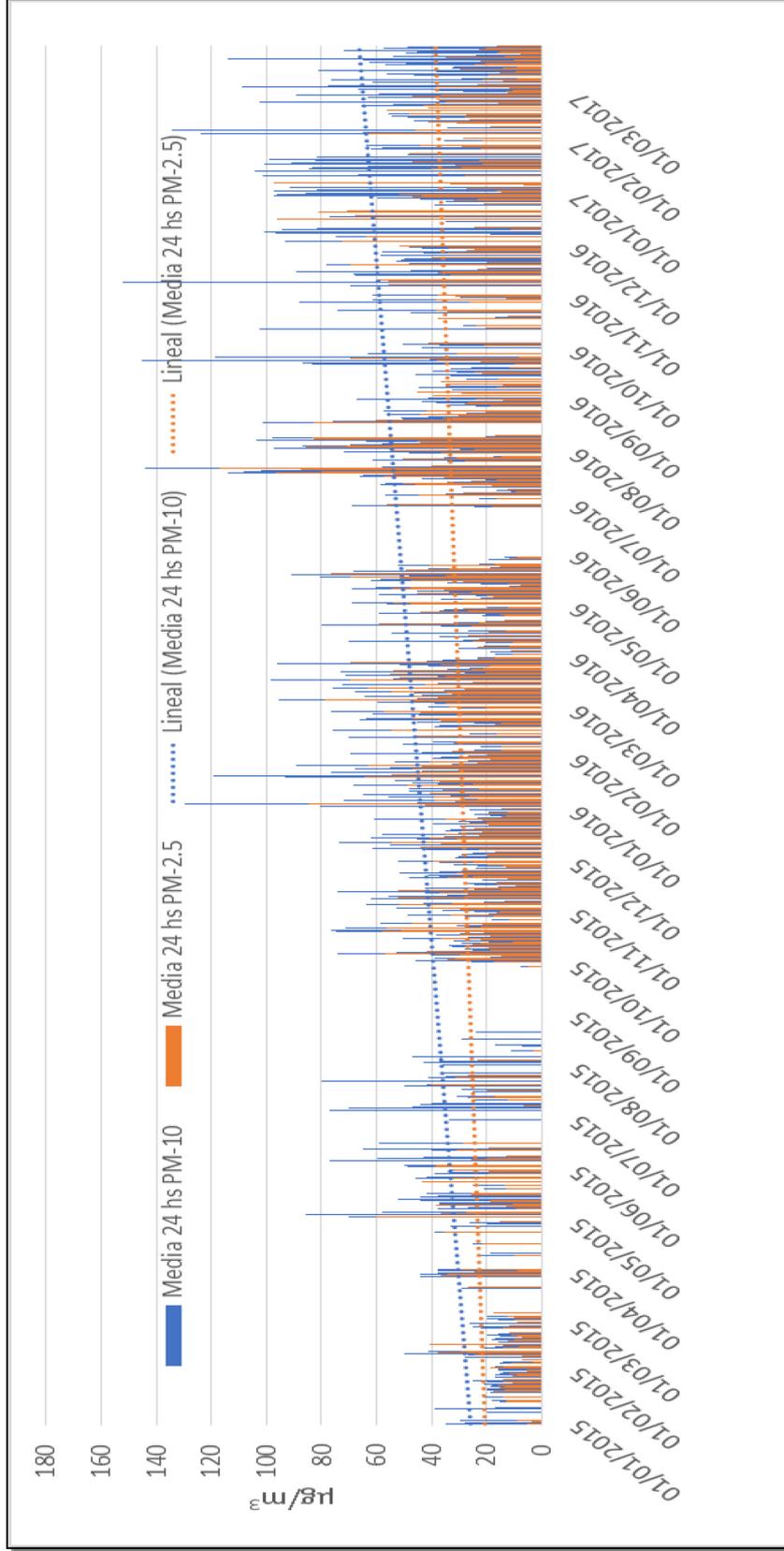


Gráfico 1. Concentración Media de Material Particulado en aire ambiente para cada mes de monitoreo. EMC

3.2 Factor de relación ($MP_{2.5} / MP_{10}$)

Asimismo se estimó el factor de relación entre concentraciones de ambas fracciones, para cada dupla de datos, a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Factor} = MP_{2.5} / MP_{10}$$

donde PM representa la concentración media de Material Particulado (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) para cada fracción, indicada en el subíndice.

Durante el período que va desde enero de 2015 al mes de marzo de 2017, en base a los datos obtenidos de la EMC (Estación de Monitoreo Continuo) instalada en el polo petroquímico Dock Sud, se calculó el factor que relaciona $MP_{2.5} / MP_{10}$.

Los resultados obtenidos para cada mes se muestran en la Tabla 2, como así también la cantidad de días monitoreados que figuran en la base consultada.

El factor local estimado a partir de la información que antecede es igual a **0.638**, con un desvío estándar de 0.122. El total de días monitoreados considerados en los cálculos es de 489, lo que representa un 60% del total de días comprendido en el período evaluado. A priori este factor estimado da indicios de una proporción de $MP_{2.5}$ mayor a la esperada en comparación con lo establecido empíricamente por la OMS, donde se contempla un factor de 0.5. Este resultado representa un punto de partida para investigar a fondo cuál es el origen de ese material particulado y como se relaciona con el aporte de las distintas fracciones. Otra forma de visualizar los resultados se exhibe en el Gráfico 2.

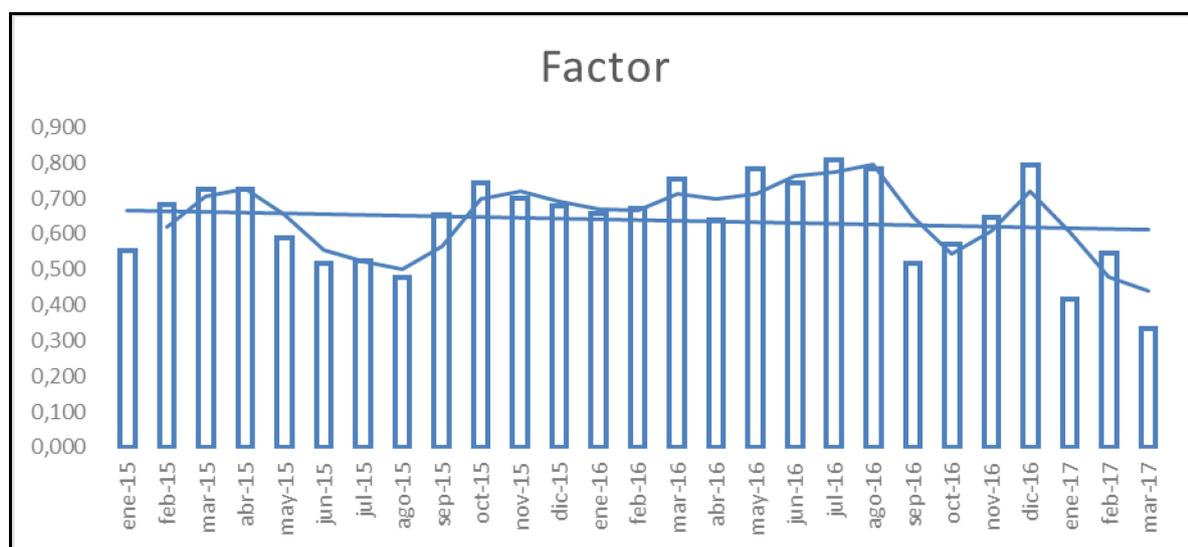


Gráfico 2. Factor $MP_{2.5} / MP_{10}$ (eje vertical) en función del mes de estudio.

Tabla 2. Cantidad de días monitoreados y Factor de relación $MP_{2.5}/MP_{10}$ obtenido a partir de las concentraciones medias de cada fracción para cada mes evaluado

| Mes evaluado | Factor | Días monitoreados |
|--------------|--------|-------------------|
| ene-15 | 0,553 | 20 |
| feb-15 | 0,684 | 21 |
| mar-15 | 0,726 | 8 |
| abr-15 | 0,725 | 9 |
| may-15 | 0,589 | 21 |
| jun-15 | 0,518 | 9 |
| jul-15 | 0,523 | 17 |
| ago-15 | 0,477 | 9 |
| sep-15 | 0,653 | 1 |
| oct-15 | 0,742 | 28 |
| nov-15 | 0,700 | 26 |
| dic-15 | 0,679 | 26 |
| ene-16 | 0,658 | 25 |
| feb-16 | 0,672 | 21 |
| mar-16 | 0,756 | 27 |
| abr-16 | 0,640 | 20 |
| may-16 | 0,784 | 26 |
| jun-16 | 0,744 | 1 |
| jul-16 | 0,807 | 23 |
| ago-16 | 0,783 | 22 |
| sep-16 | 0,517 | 21 |
| oct-16 | 0,572 | 11 |
| nov-16 | 0,646 | 19 |
| dic-16 | 0,792 | 15 |
| ene-17 | 0,415 | 21 |
| feb-17 | 0,544 | 13 |
| mar-17 | 0,332 | 29 |

3.3 Monitoreos Puntuales

Los resultados que se obtuvieron en base a monitoreos puntuales localizados en la ciudad de La Plata se clasificaron, según el sitio de muestreo, en tres grupos característicos: zona urbana, industrial y residencial.

En la tabla 3 se observan los valores resultantes de calcular las medianas de las concentraciones de $MP_{2.5}$ y de MP_{10} en las muestras recolectadas en los diferentes sitios.

Tabla 3. Medianas de las concentraciones de MP_{2.5} y MP₁₀, ($\mu\text{g m}^{-3}$) para cada sitio de muestreo, y relaciones entre concentraciones de ambas fracciones (factor de relación)

| | ZONA INDUSTRIAL | ZONA URBANA | ZONA RESIDENCIAL |
|-------------------|-----------------|-------------|------------------|
| MP _{2.5} | 16.3 | 12.2 | 11.0 |
| MP ₁₀ | 47.8 | 39.5 | 22.1 |
| Factor | 0.34 | 0.31 | 0.50 |

El período de recolección de muestras fue entre los años 2012 y 2015, por lo cual no es cronológicamente coincidente con lo analizado para Dock Sud. Esta diferencia podría salvarse si se tomaran datos puntuales para fechas idénticas, modificando el período de estudio pre-seleccionado en la EMC. No obstante, el número de mediciones que representan la zona urbana en este trabajo no resulta estadísticamente significativo como para establecer comparaciones con los datos evaluados previamente.

4 CONCLUSIONES

- Pese a la variabilidad existente en la concentración de material particulado en la atmósfera, y en sus distintas fracciones, es posible caracterizar una zona o región en base al factor que las relaciona. En el caso de Dock Sud, para el período analizado, se pudo concluir que el factor local es igual a 0.638.
- El valor del factor estimado para la zona de estudio pone en evidencia la mayor concentración de MP_{2.5}, en comparación con la relación de fracciones de material particulado estimada para zonas urbanas en las guías de Calidad de Aire de la OMS.
- Como herramienta de gestión, contar con un factor local para cada región permitiría caracterizar la distribución de la fracción fina (MP_{2.5}), aun cuando no se disponga de un dato concreto o una medición exacta de la misma.
- Desde el enfoque epidemiológico, describir una zona urbana en función de una razón que involucre las concentraciones de MP_{2.5}, reflejaría con más precisión las condiciones de exposición locales, facilitando las políticas de salud pública tendientes a proteger a toda la población.
- Es necesario establecer una red de Estaciones de Monitoreo, preferentemente

Continuo, para poder conformar un perfil de Calidad de Aire asociado a cada región. La ausencia de datos imposibilita el análisis de la situación real en términos de contaminación atmosférica por presencia de material particulado en el aire.

- El presente trabajo constituye el eslabón inicial de la cadena de factores e índices que podrán describir técnicamente la calidad del aire de los principales centros urbanos, dando respaldo sólido a la toma de decisiones desde la gestión.

5 REFERENCIAS

- [1] Organización Mundial de la Salud. "Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005". WHO/SDE/PHE/OEH/06.02, OMS (2006). http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf
- [2] Cohen A et al. "Mortality impacts of urban air pollution"(2004) In: Ezzati M et al., eds. "Comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease attributable to select major risk factor". Geneva, World Health Organization: 1353-1434.
- [3] Ley Provincial 5965, Decreto 3395/96, Legislación de la Provincia de Buenos Aires. <http://www.gob.gba.gov.ar/legislacion/legislacion/96-3395.html>
- [4] ACUMAR: <http://www.acumar.gov.ar/pagina/1218/control-y-monitoreo> (consultado febrero y marzo 2017)
- [5] Resolución ACUMAR N° 2/2007 Bs. As., (2007) de Expediente ACUMAR N° 2243/07, según Ley N° 26.168 y el Decreto N° 92/2007.
- [6] Orte Marcos, Collman Esteban. "Estudio de hidrocarburos aromáticos policíclicos asociados al material particulado y en fase gaseosa en la ciudad de La Plata y alrededores". Contaminación Atmosférica e Hídrica en la Argentina (2015)
- [7] Baldauf, R.W., Lane, D.D., Marotz, G.A., Wiener, R.W. Performance evaluation of the portable MiniVOL particulate matter sampler. Atmos. Environ. 35, 6087–6091. doi:10.1016/S1352-2310(01)00403-4 (2001).