



Informe Final para la Gestión de Episodios Críticos de Contaminación Atmosférica por Material Particulado Respirable MP10 y MP2,5

AÑO 2025

**SEREMI DEL MEDIO AMBIENTE
REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO**

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. Introducción | 3 |
| 2. Calidad del Aire..... | 4 |
| 2.1. Patrones Meteorológicos asociados a la Calidad del Aire en la zona centro de Chile . | 4 |
| a. Configuración tipo A..... | 5 |
| b. Condición Tipo BPF..... | 5 |
| c. Episodios múltiples o mixtos | 5 |
| 2.2. Indicadores Meteorológicos GEC 2025 | 6 |
| a. Situación sinóptica y meteorológica en días de episodios GEC 2025..... | 6 |
| b. Potencial Meteorológico de Contaminación Atmosférica (PMCA)..... | 9 |
| c. Monitoreo mediante Nefobasímetro | 10 |
| d. Red de Monitoreo Automático de Calidad del Aire y Meteorología (MACAM) | 12 |
| 2.3. Episodios de Contaminación..... | 13 |
| a. Indicadores de calidad del aire para material particulado MP10 | 13 |
| b. Indicadores de calidad del aire para material particulado MP2,5 | 16 |
| 2.4. Comentarios..... | 21 |
| 3. Conclusiones..... | 22 |
| 4. Glosario | 24 |
| 5. Bibliografía | 26 |

1. INTRODUCCIÓN

La Región Metropolitana fue declarada zona saturada¹ por Material Particulado Respirable (MP10), Ozono Troposférico (O₃) y Monóxido de Carbono (CO), y zona latente por Dióxido de Nitrógeno (NO₂), a través del D.S. N°131 de 1996, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). El año 1998, mediante el Decreto Supremo D.S. N°16/1998, de MINSEGPRES, se dicta el primer Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA), instrumento de gestión ambiental cuyo objetivo es lograr el cumplimiento de las normas primarias de calidad del aire y con ello, proteger la salud de los habitantes de la región. Este plan fue actualizado en una primera oportunidad a través del D.S. N°58/2003, de MINSEGPRES, y posteriormente reformulado mediante el Decreto Supremo N°66 de 2009, de MINSEGPRES, que contiene metas de calidad del aire y medidas orientadas al control de las emisiones de las principales fuentes contaminantes identificadas, y contempla diversos programas estructurales con el objeto de alcanzar los estándares de calidad del aire en la Región Metropolitana, y por ende, conseguir una mejor calidad de vida para las personas.

Tras la revisión de la evolución de la calidad del aire y los logros alcanzados de los PPDA anteriores, todo indicaba que en la RM de Santiago ya no se encontraba en condición de saturación para NO₂ y CO, sin embargo, esta situación persistía para el material particulado (MP10 y MP2,5) y Ozono (O₃), es por estos antecedentes, que a través de resolución exenta N°218, de 2015, del Ministerio del Medio Ambiente, se da inicio al proceso de revisión, reformulación y actualización del D.S. N°66/2009, del MINSEGPRES en donde se ordenó acumularlo con el proceso de elaboración del Plan de Descontaminación Atmosférica por MP2,5, los que continuaron como un solo procedimiento. De lo anterior, se actualizó el PPDA vigente a través del D.S. N°31/2016.

Dentro de las estrategias de control que contempla el PPDA vigente (D.S. N°31/2016), se encuentra “El Plan Operacional para la gestión de Episodios Críticos de Contaminación (GEC)” correspondiente al Capítulo XII. Este plan, tiene como objetivo enfrentar los episodios críticos de contaminación por material particulado respirable MP10 y MP2,5, a través de medidas

¹ *Zona Saturada: Aquella en que una o más normas de calidad ambiental se encuentran sobrepasadas. Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente.*

preventivas que son ejecutadas por los servicios públicos competentes², cuyo período comprende desde el 1 de mayo al 31 de agosto de cada año.

El presente informe tiene por objetivo consolidar, informar y dar cuenta pública de las gestiones desarrolladas por la Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente de la Región Metropolitana, durante la ejecución del Plan Operacional para Enfrentar Episodios Críticos durante el período GEC 2025.

2. CALIDAD DEL AIRE

2.1. PATRONES METEOROLÓGICOS ASOCIADOS A LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA CENTRO DE CHILE

Chile central está localizado en una zona de transición entre el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) en el norte y los flujos del oeste en el sur (Miller, 1976). Durante el verano, el APS se desplaza hacia el sur, y en invierno, se repliega hacia el norte. Esto último, deja expuesta la zona centro-sur de Chile al paso de sistemas frontales (Rutllant y Sippa, 1971), mientras que, en el período estival, este centro de la alta presión domina hasta los 40°S aproximadamente (Rutllant, 1979).

En la zona central de Chile diversas investigaciones confirman los patrones característicos descritos por Rutllant y Garreaud (1995), es decir, marcada subsidencia asociada con el establecimiento de vientos del este y la reducción de la altura de la capa de mezcla. El factor meteorológico de la contaminación atmosférica en la región, está asociado a una tipificación de configuraciones sinópticas (Tipo A, Tipo BPF y Mixtas) que irrumpen a la zona centro del país y que fortalecen los eventos de alta estabilidad atmosférica.

A continuación, se describe cada tipo de configuración relacionada a malas condiciones de ventilación:

² Seremi de Salud, Seremi de Transportes y Telecomunicaciones, Corporación Nacional Forestal (CONAF), Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), Carabineros de Chile, Superintendencia del Medio Ambiente, Seremi de Educación y Seremi del Medio Ambiente

a. Configuración tipo A

Estas configuraciones generan estabilidad debido al aporte de aire cálido desde altura (500 hPa) producto del ingreso de una alta presión, lo que en presencia de una depresión costera (vaguada costera) en superficie intensifica el fenómeno de inversión térmica en la cuenca. Lo anterior, limita el desarrollo la capa de mezcla y en consecuencia genera el aumento en la concentración de contaminantes.

Este fenómeno se ha relacionado históricamente con la ocurrencia de episodios de alerta y preemergencia ambiental. Cabe indicar, que la culminación de la vaguada costera se asocia en general, al ingreso a la cuenca de aire costero que posibilita la formación local de nubosidad baja (niebla o neblina) y, por consiguiente, una disminución de las concentraciones de material particulado, dando por concluido el episodio de contaminación.

b. Condición Tipo BPF

La sigla BPF proviene de baja prefrontal, denominándose así a la situación que se presenta antes de la entrada o irrupción de un sistema frontal. Se identifica habitualmente por la irrupción de una vaguada en la tropósfera media (en el nivel de 500 mb) que acompaña a un sistema frontal, con un desplazamiento paulatino, asociado a abundante cobertura nubosa prefrontal, del tipo media y alta (altoestratos y altocúmulos). Esto provoca una oscilación térmica diaria débil, en superficie y contribuye a que se presente un bajo factor de ventilación. En ocasiones, una proyección frontal cálida asociada a la parte delantera de una dorsal en altura, o una corriente en chorro intensa que genere abundante nubosidad media y alta pueden producir un efecto similar.

c. Episodios múltiples o mixtos

Este tipo de episodio ocurre cuando se alternan los episodios de tipo A y BPF en períodos intermedios del orden de 24 horas. Generalmente, los episodios mixtos comienzan con una configuración del Tipo A, seguida de una Tipo BPF.

Los episodios tipo A representan como promedio un 61% del total de episodios, sin embargo, los BPF un 32% (Rutllant y Garreaud, 1994). Mientras que el 7% restante se encontrarían otras configuraciones atípicas conducentes a episodios. Entre ellas se destaca en altura la presencia

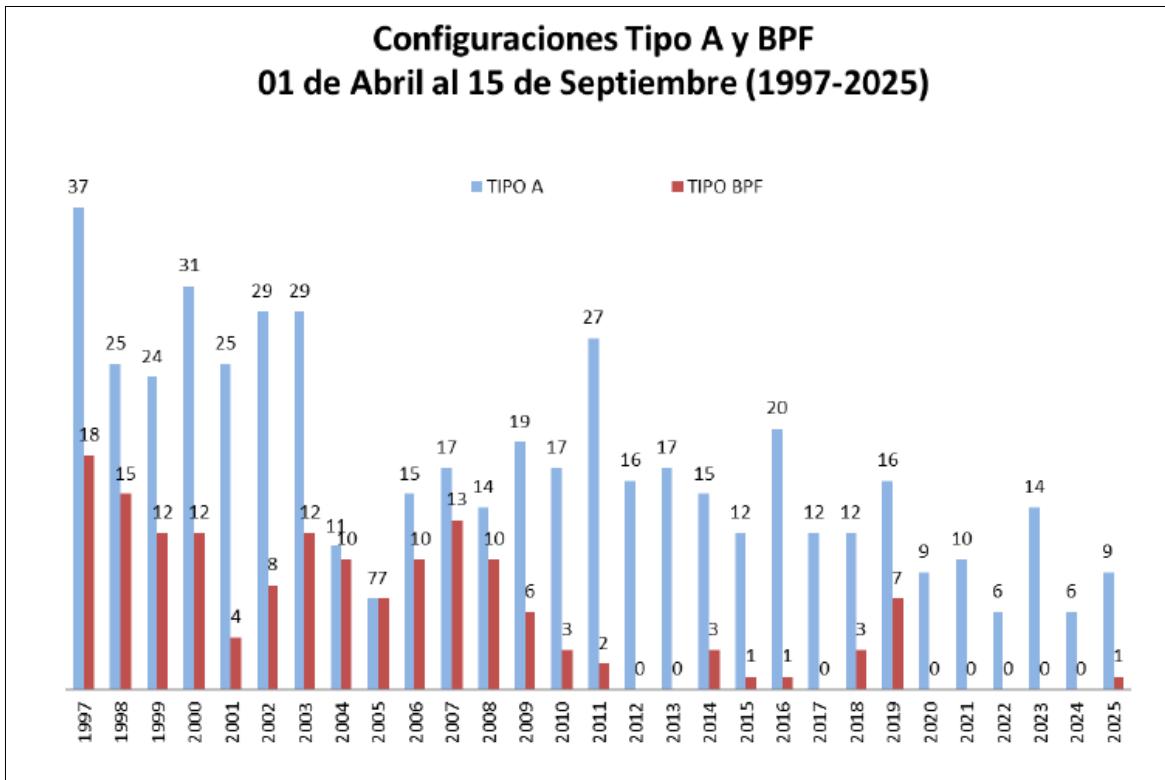
de un núcleo frío o baja segregada frente al Norte Chico, y una dorsal ligeramente al sur de la Región Metropolitana con orientación NE/SO.

2.2. INDICADORES METEOROLÓGICOS GEC 2025

a. Situación sinóptica y meteorológica en días de episodios GEC 2025

En la Figura 1, se observa que, a partir del año 2010, las configuraciones asociadas a BPF disminuyeron notoriamente, registrándose sin configuración de este tipo para los años 2012, 2013, 2017 y del 2020 en adelante. No obstante, en el año 2025 se vuelve a registrar una configuración asociada a BPF, interrumpiendo la tendencia observada en los últimos años. Por otra parte, las configuraciones asociadas del Tipo A alcanzaron los 9 casos para el 2025.

Figura 1. Distribución de configuraciones sinópticas tipo A y BPF (1997-2025).

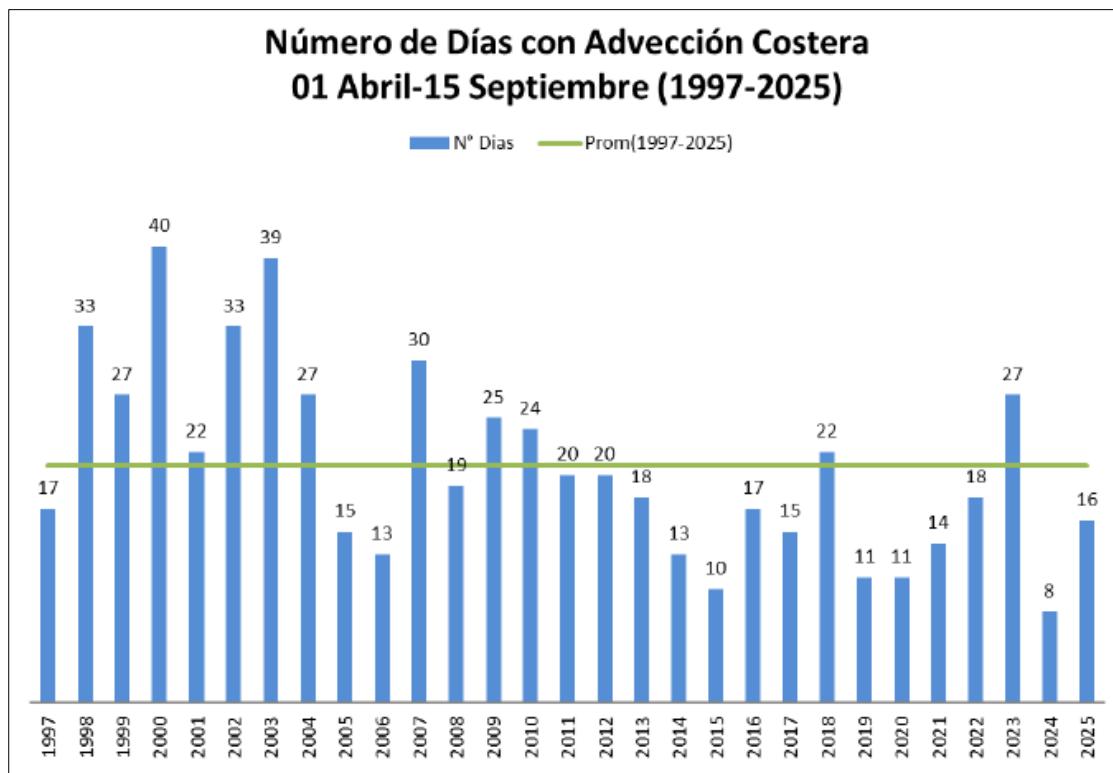


Fuente: DMC 2025.

Por otro lado, se observa en la Figura 2 que el número de días de advección de aire costero hacia la cuenca durante el periodo GEC 2025 aumento respecto a lo reportado en el año 2024,

registrándose 16 casos, lo que representa un incremento significativo respecto de los 8 días observados el año anterior. Es importante señalar que las advecciones de aire costero mejoran la ventilación de la cuenca.

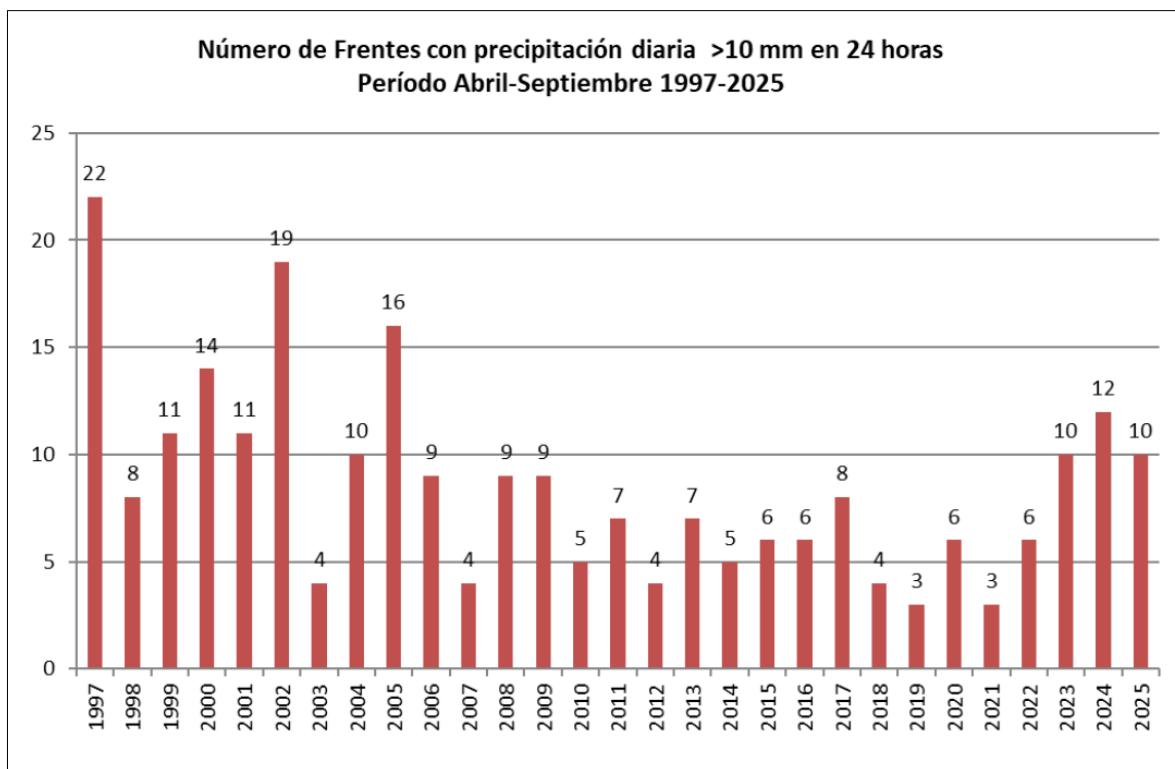
Figura 2. Días con advección costera entre 1997 y 2025.



Fuente: DMC 2025.

Respecto a la presencia de sistemas frontales activos, asociados a precipitaciones mayores a 10 mm en 24 horas, en la Figura 3 se observa que durante el año 2025 se registraron 10 días, valor que se sitúa por debajo de lo observado en 2024, cuando se alcanzaron 12 días, y equivalente a lo registrado en el 2023. Este registro continúa siendo mayor que lo observado en el periodo comprendido entre el 2006 y 2022, sin embargo, menor al promedio del periodo previo 2006.

Figura 3. Sistemas frontales con precipitaciones > 10mm en 24 horas.



Fuente: DMC 2025.

Por otro lado, sobre la precipitación mensual en el periodo abril-septiembre, presentada en la Tabla 1, se puede observar que, durante el año 2025, las precipitaciones mensuales han estado por debajo de la normal mensual, para los meses de abril, junio, julio y septiembre, mientras que para los meses de mayo y agosto, las precipitaciones estuvieron por sobre la norma mensual. El monto acumulado entre abril y septiembre alcanzó 202,4[mm], lo que representa un déficit de aproximadamente 22% respecto de la normal.

Tabla 1. Precipitación en Quinta Normal, entre el 1 de abril y 15 septiembre de los años 1997 al 2025, en [mm].

| Años | abril | mayo | junio | julio | agosto | Septiembre ³ |
|---------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------------------------|
| Normal | 17,3 | 42,6 | 80,7 | 50,2 | 44,0 | 25,4 |
| 2010 | 0,3 | 65,8 | 75,6 | 26,6 | 6,9 | 28,4 |
| 2011 | 13,0 | 0,0 | 56,0 | 43,2 | 27,6 | 1,3 |
| 2012 | 9,6 | 34,0 | 69,7 | 2,0 | 35,8 | 1,0 |
| 2013 | 0,0 | 96 | 34,6 | 3,7 | 24,4 | 2,9 |
| 2014 | 0,0 | 8,9 | 75,2 | 34,6 | 46,5 | 30,0 |
| 2015 | 0,0 | 2 | 0,0 | 38,3 | 111,4 | 16,3 |
| 2016 | 109,2 | 20,5 | 38,4 | 50,2 | 0,0 | 0 |
| 2017 | 5,6 | 55,6 | 73,2 | 30,7 | 50,4 | 7,4 |
| 2018 | 0,0 | 13,0 | 45,8 | 49,6 | 10,5 | 0,3 |
| 2019 | 0,2 | 5,8 | 45,9 | 13,3 | 0,0 | 0,0 |
| 2020 | 2,5 | 5,6 | 110,1 | 64,6 | 6,9 | 0,0 |
| 2021 | 0,0 | 15,2 | 22,3 | 0,6 | 18,5 | 11,1 |
| 2022 | 28,8 | 0,0 | 27,5 | 69,0 | 23,1 | 8,0 |
| 2023 | 8,6 | 5,0 | 51,9 | 45,7 | 89,8 | 76,8 |
| 2024 | 0,2 | 112,4 | 183,1 | 0 | 80,6 | 0 |
| 2025 | 0,5 | 61,3 | 71,2 | 23,3 | 46,0 | 0,1 |

Fuente: DMC 2024.

b. Potencial Meteorológico de Contaminación Atmosférica (PMCA)

El PMCA es un indicador meteorológico, el cual es inversamente proporcional al factor de ventilación (Rutllant y Salinas, 1983), entendiéndose por factor de ventilación al producto del espesor de la capa de mezcla superficial y el viento zonal medio dentro de la capa.

Se definen 5 categorías de PMCA asociadas a diferentes condiciones sinópticas.

Tabla 2. Valores asignados a las categorías de PMCA.

| Categoría de PMCA | Valor asignado |
|---------------------|----------------|
| Bajo | 1 |
| Regular/Bajo | 2 |
| Regular | 3 |
| Regular/Alto | 4 |
| Alto | 5 |

Fuente: DMC 2025.

En términos generales, las categorías 1 y 2 están asociadas a buenas condiciones de ventilación, la categoría 3 a condiciones de ventilación regulares, y las categorías 4 y 5 a condiciones de ventilación malas o críticas, las cuales son favorables para la ocurrencia de episodios de alta contaminación atmosférica por MP10. El PMCA evaluado corresponde al más alto observado en el día, considerando los registros de las 08:00 y 20:00 horas.

En la Tabla 3, se aprecia que las categorías más recurrentes durante el período 2025, correspondieron a PMCA 3, con 230 casos. Seguidamente está el PMCA 2, con 22 casos. Luego, para el PMCA 4 se constataron 18 casos, y para PMCA 1 se observaron 6 casos. Finalmente, no se observaron casos de PMCA 5. Cabe señalar, que este indicador de calidad del aire está orientado para el contaminante MP10.

Tabla 3. Distribución de categorías de PMCA periodo 2025.

| Categoría de PMCA | Nº Casos |
|-------------------|------------|
| 1 | 6 |
| 2 | 22 |
| 3 | 230 |
| 4 | 18 |
| 5 | 0 |
| Total | 276 |

Fuente: DMC 2025.

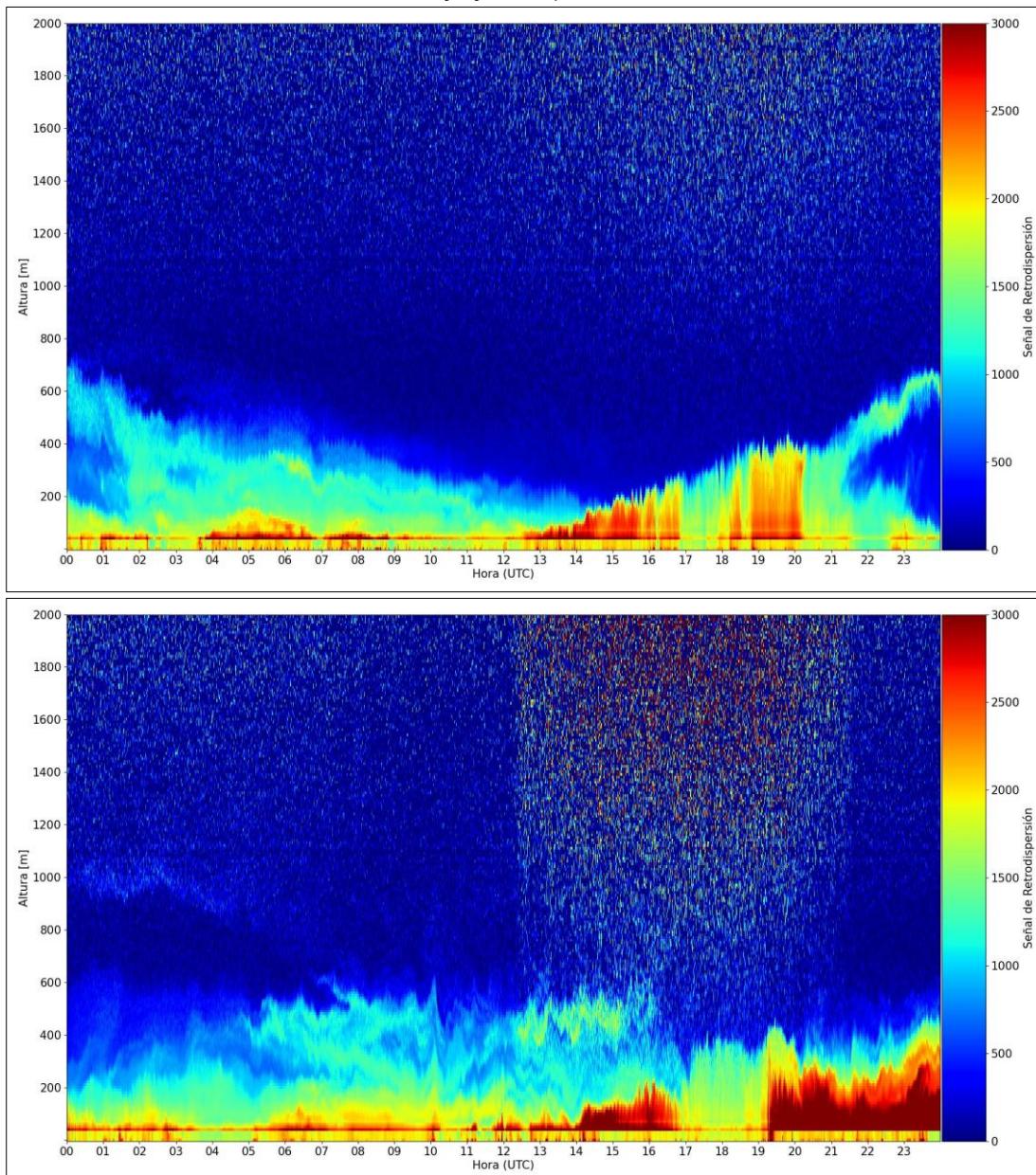
c. Monitoreo mediante Nefobasímetro

A partir del año 2018 comenzó el funcionamiento de un nefobasímetro en la estación meteorológica de Quinta Normal. Este equipo emite un haz láser con una longitud de onda de 910 [nm], el cual es fuertemente reflejado por gotitas de nubes y también aerosoles -partículas- presentes en el aire. El alcance vertical de las mediciones es hasta alrededor los 7 km de altura, aunque si existe una densa capa de nubes bajas, la señal del láser será casi completamente reflejada y el instrumento no será capaz de detectar las capas de nubes superiores que pudiesen existir. La resolución vertical y temporal de la información generada por el instrumento parten desde los 5 m y 2 s, respectivamente, según sea la configuración que se implemente (R., Muñoz, 2017).

En ausencia de nubes y con suficiente cantidad de aerosoles en la capa límite atmosférica, el nefobasímetro permite visualizar muy claramente el desarrollo de la capa de mezcla sobre Santiago durante las horas diurnas en que la radiación solar calienta la superficie del valle y la capa de mezcla crece paulatinamente.

A continuación, en la Figura 4 se presentan ejemplos de las mediciones realizadas durante el periodo GEC del año 2025 por el nefobasímetro de estación Quinta Normal.

Figura 4. Mediciones del Nefobasímetro de Estación Quinta Normal, para los días 10 de mayo y 02 de junio de 2025.

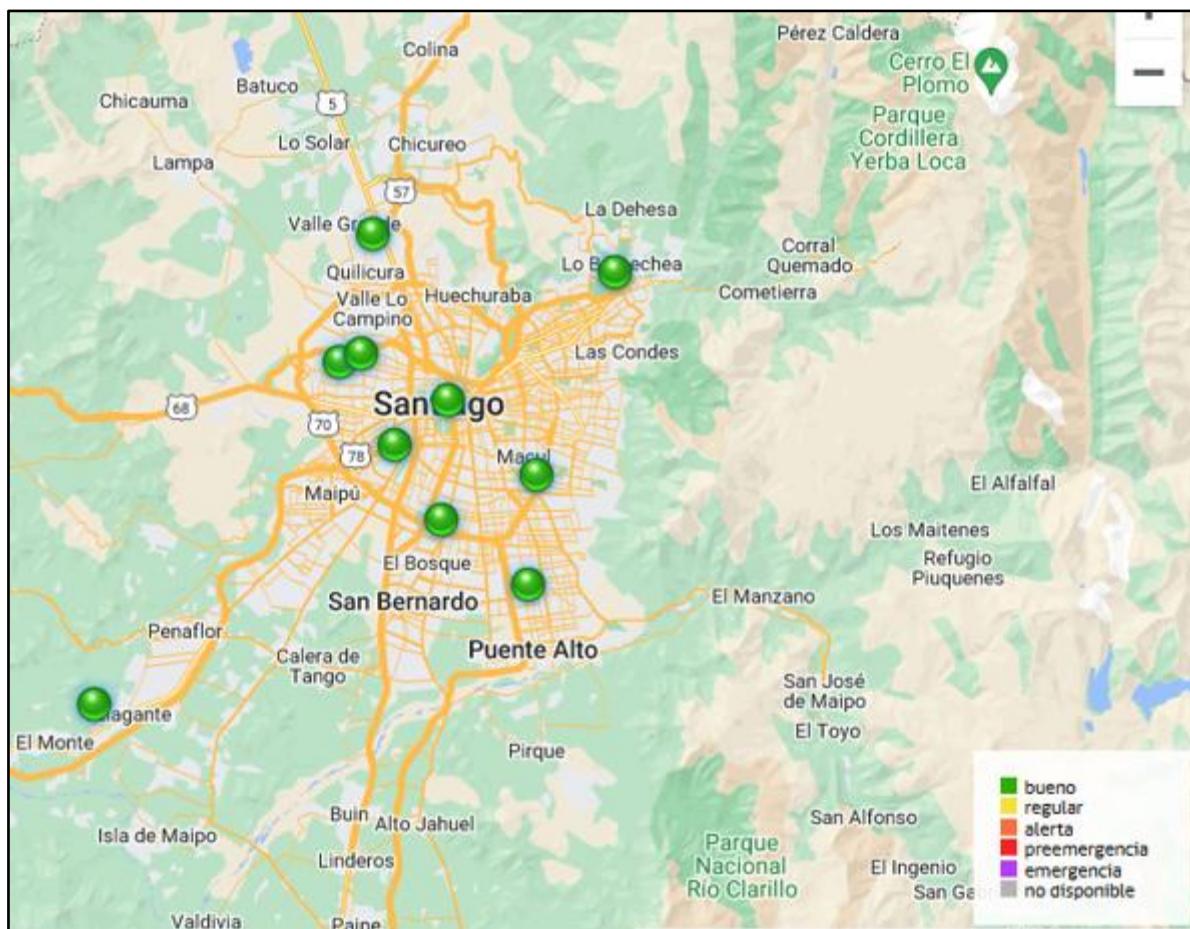


Fuente: Departamento de Redes de Monitoreo del MMA.

d. Red de Monitoreo Automático de Calidad del Aire y Meteorología (MACAM)

La Red de Monitoreo de Calidad del Aire está conformada por 10 estaciones³, las que se presentan en la Figura 5. Estas estaciones monitorean el estado de la calidad del aire, a través del registro en tiempo real de las concentraciones horarias de los contaminantes normados y de variables meteorológicas.

Figura 5. Red de Vigilancia de Calidad del Aire (Red de Monitoreo MACAM).



Fuente: Seremi del Medio Ambiente RM.

³ Las Condes, La Florida, Puente Alto, El Bosque, Cerrillos, Santiago, Cerro Navia, Pudahuel, Talagante y Quilicura.

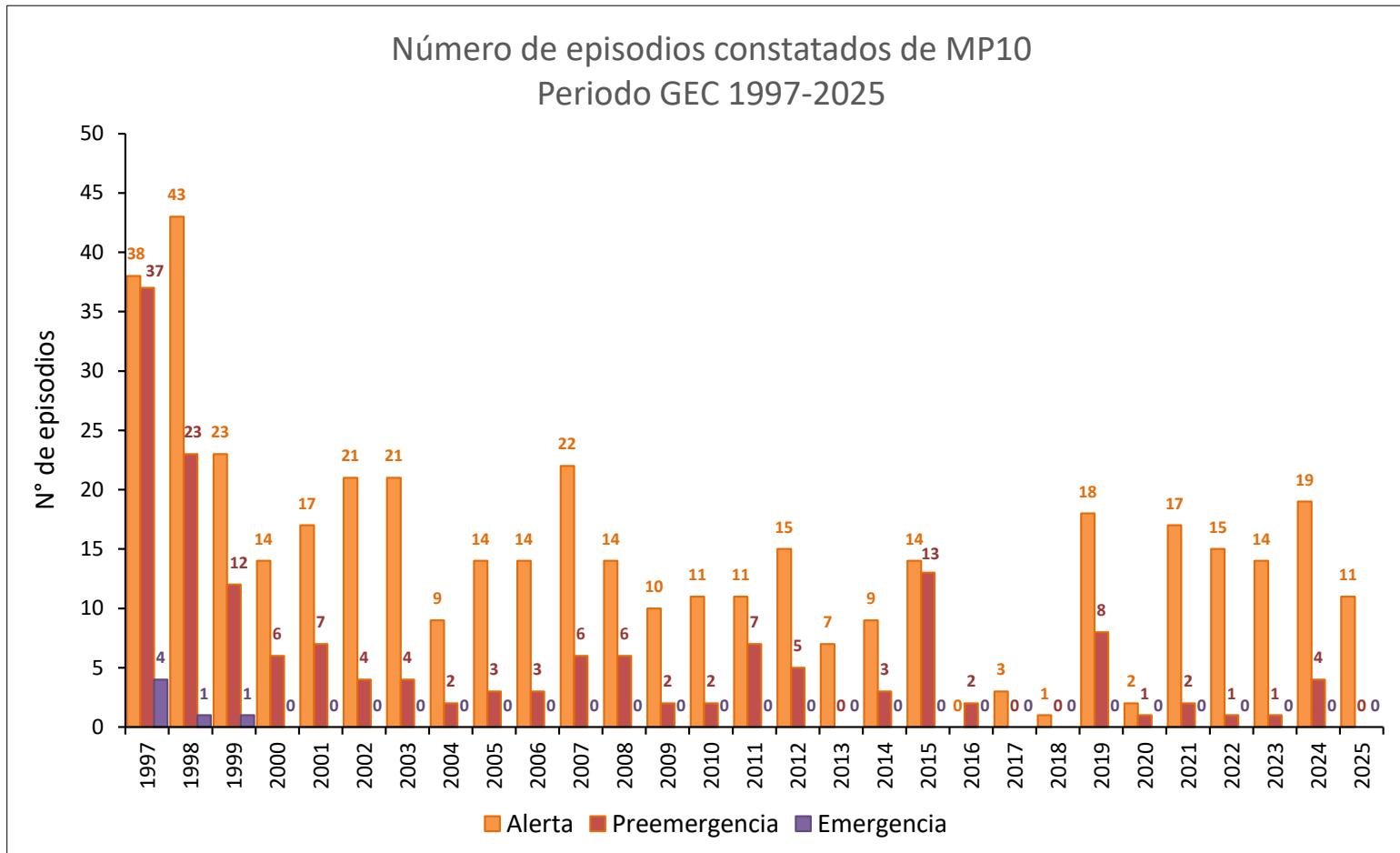
2.3. EPISODIOS DE CONTAMINACIÓN

a. Indicadores de calidad del aire para material particulado MP10

Durante la Gestión de Episodios Críticos (GEC) del año 2025 y según sus datos preliminares, se constataron 11 episodios de alerta y no se registraron episodios de Preemergencia ni de Emergencia para este periodo, como se puede observar en la Figura 6.

A diferencia del año 2024, el año 2025 presentó una disminución en el número total de episodios por MP10 para la RM.

Figura 6. Episodios constatados MP10 (1997-2025).

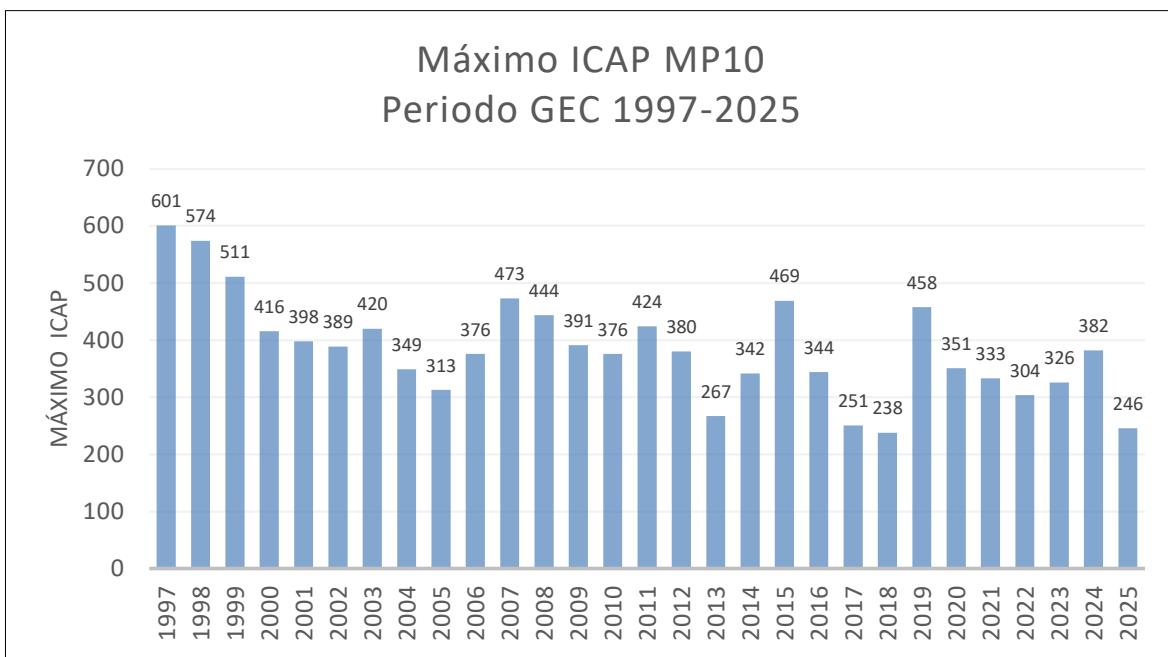


Fuente: Seremi del Medio Ambiente RM.

Por otro lado, respecto a las concentraciones máximas de MP10 monitoreadas, se observa una disminución del Máximo ICAP de aproximadamente un 35,6% en comparación con el año 2024, según lo presentado en la Figura 7.

En cuanto al Máximo ICAP del contaminante MP10 registrado durante el periodo GEC 2025, se considera el episodio ocurrido el día 04 de junio del 2025, en el cual, debido a las malas condiciones de ventilación y la estabilidad atmosférica de la cuenca, se constató en la Región Metropolitana un episodio de Alerta Ambiental por MP10, en las estaciones de Parque O'Higgins, Cerrillos y Cerro Navia.

Figura 7. Máximo ICAP MP10 Región Metropolitana.



Fuente: Seremi del Medio Ambiente RM.

Finalmente, respecto a los episodios constatados por MP10 en el periodo GEC 2024, el detalle de estos se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4. Resumen de episodios constatados por MP10 en el período GEC 2025.

| Nº | Fecha | Episodio | Estación | Max ICAP |
|----|------------|----------|--|----------|
| 1 | 03-06-2025 | Alerta | Parque O'Higgins/Cerrillos/ Cerro Navia | 228 |
| 2 | 04-06-2025 | Alerta | Parque O'Higgins / Cerrillos / Cerro Navia | 246 |
| 3 | 06-06-2025 | Alerta | Cerrillos / Cerro Navia | 224 |
| 4 | 08-06-2025 | Alerta | Cerro Navia | 230 |
| 5 | 09-06-2025 | Alerta | Cerro Navia | 212 |
| 6 | 10-06-2025 | Alerta | Cerro Navia | 228 |
| 7 | 20-06-2025 | Alerta | Pudahuel/ Cerro Navia | 230 |
| 8 | 03-07-2025 | Alerta | Cerro Navia | 210 |
| 9 | 12-07-2025 | Alerta | Cerrillos / Cerro Navia | 214 |
| 10 | 13-07-2025 | Alerta | Cerrillos / Cerro Navia | 218 |
| 11 | 19-07-2025 | Alerta | Cerro Navia | 208 |

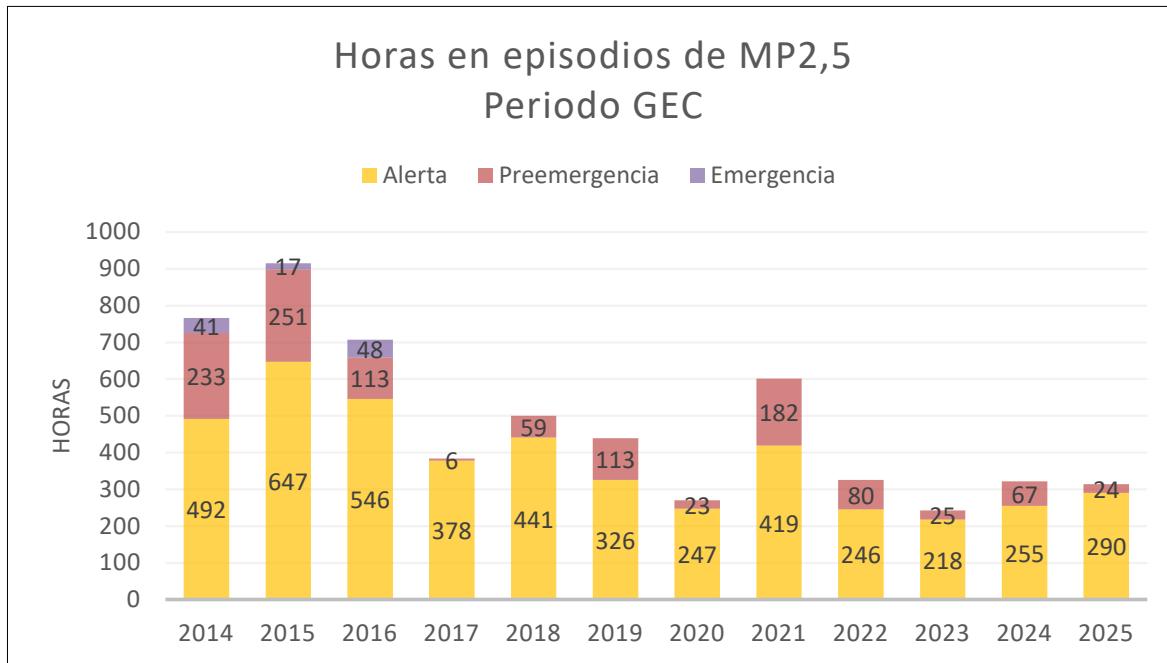
Fuente: Departamento de Redes de Monitoreo MMA.

b. Indicadores de calidad del aire para material particulado MP2,5

Con respecto a las horas efectivas en las cuales la Región Metropolitana se mantuvo en episodios críticos de contaminación (ver Figura 8), se observa una disminución en la duración de los episodios para el periodo GEC 2025. Para el año 2024, el número de horas en episodios por Alerta y Preemergencia alcanzó 322 horas, mientras que el año 2025 esta cifra disminuyó a 314 horas, lo que representa una reducción cercana al 2,5% respecto del 2024.

Asimismo, se observa que el 2025 se mantiene dentro de los años con menor cantidad de horas en episodio de MP2,5 desde el 2014 en adelante, presentando valores similares a los registrados en 2020, 2022, 2023 y 2024. Esto continúa mostrando una tendencia general de reducción en la ocurrencia y duración de los episodios críticos en la Región Metropolitana durante la última década.

Figura 8. Horas en episodios de MP2,5 en Periodo GEC.

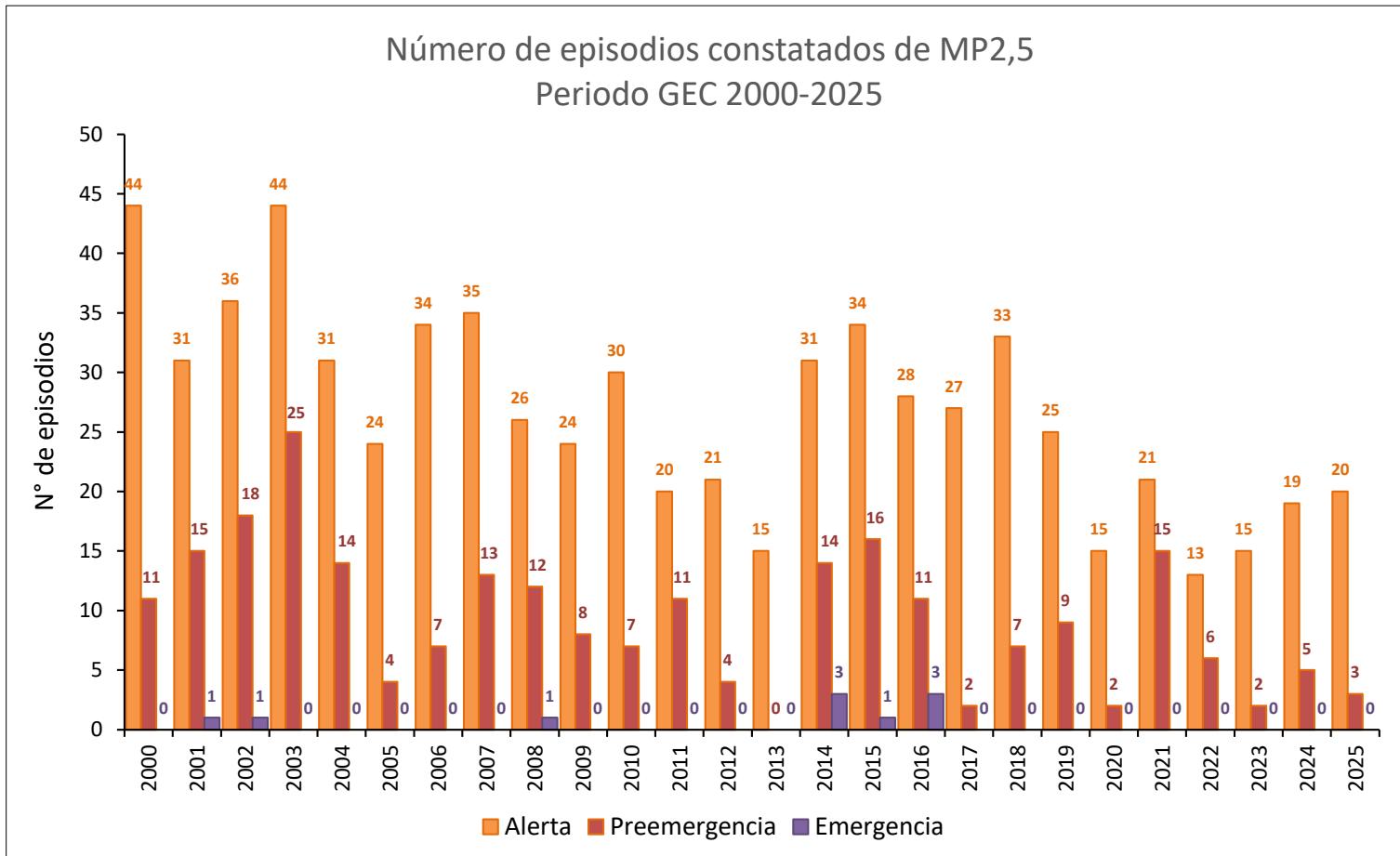


Fuente: Seremi del Medio Ambiente RM.

En cuanto al MP2,5, desde el periodo 2016, se observa una tendencia general a la disminución de los episodios constatados de alerta, exceptuando el año 2018 donde se observó un aumento de casos para este contaminante.

De acuerdo a los datos preliminares obtenidos, el año 2025 mostró una leve disminución en el total de episodios por MP2,5 en la Región Metropolitana respecto del año 2024 (ver Figura 9). Para los episodios constatados de Alerta, durante este periodo se observa un aumento de un 5%, con respecto al año 2024, mientras que, para los episodios de Preemergencia, se observa una reducción del 40% con respecto al año anterior, por último, para los episodios de emergencia se mantiene la nula constatación de estos, registrada desde el año 2017.

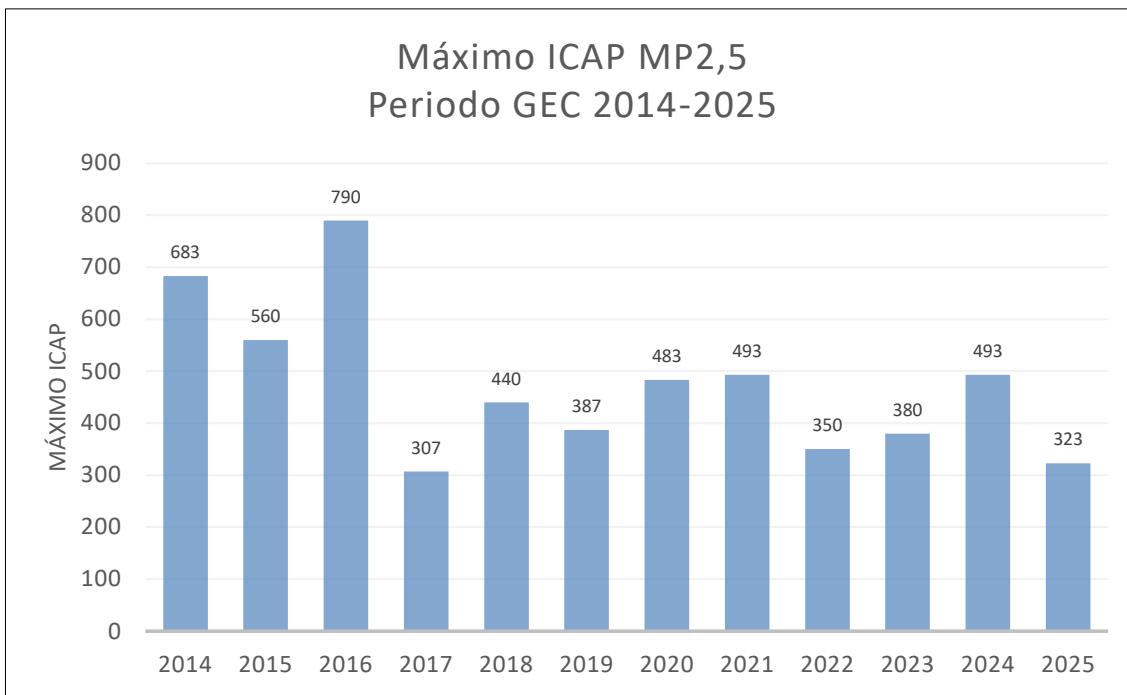
Figura 9. Episodios constatados de MP2,5 (2000-2025).



Fuente: Seremi del Medio Ambiente RM.

Por otro lado, en cuanto al Máximo ICAP del contaminante MP2,5 registrado durante el periodo GEC 2025, se considera el episodio ocurrido el día 13 de julio del 2025, el cual tuvo concentraciones elevadas durante todo el día en las estaciones Cerrillos y Cerro Navia. Como se puede observar en la Figura 10, dicho máximo fue de 323 ICAP, el cual disminuyó aproximadamente en un 34% respecto al año 2024.

Figura 10. Máximo ICAP MP2,5 Región Metropolitana.



Fuente: Seremi del Medio Ambiente RM.

Finalmente, respecto a los episodios constatados por MP2,5 en el periodo GEC 2025, el detalle de estos se presenta en la Tabla 5.

Tabla 5. Resumen de episodios constatados por MP2,5 en el período GEC 2024.

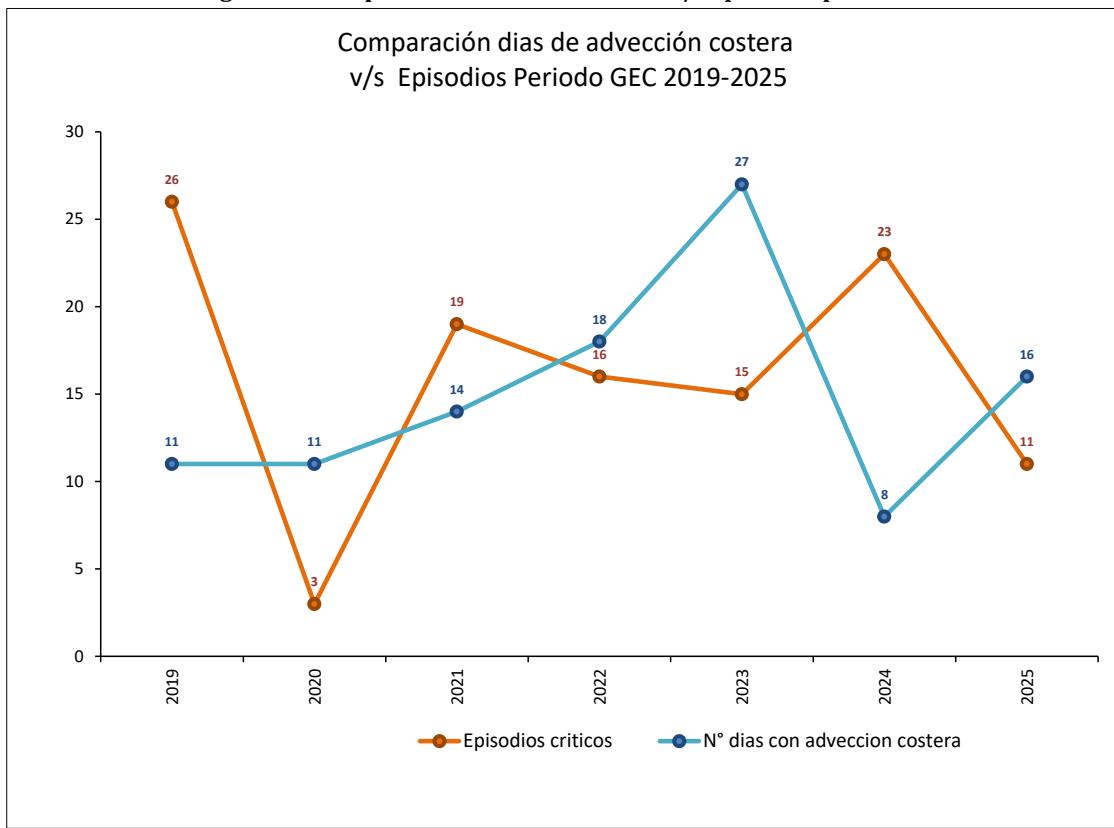
| Nº | Fecha | Episodio | Estación | Max ICAP |
|----|------------|----------------------|--|----------|
| 1 | 11-05-2025 | Alerta | Pudahuel/Cerro Navia | 207 |
| 2 | 01-06-2025 | Alerta | Pudahuel/ Cerro Navia | 257 |
| 3 | 02-06-2025 | Alerta | Cerro Navia | 217 |
| 4 | 03-06-2025 | Alerta | Cerrillos | 203 |
| 5 | 04-06-2025 | Alerta | Cerrillos / Quilicura | 207 |
| 6 | 05-06-2025 | Alerta | Pudahuel/ Cerrillos / Cerro Navia /Talagante | 213 |
| 7 | 06-06-2025 | Alerta | Pudahuel/ Cerrillos / Cerro Navia / Talagante / Quilicura | 237 |
| 8 | 08-06-2025 | Preemergencia | Pudahuel/ Cerrillos / Cerro Navia / Talagante | 317 |
| 9 | 09-06-2025 | Alerta | Pudahuel/ Cerrillos / Cerro Navia / Talagante | 290 |
| 10 | 10-06-2025 | Alerta | Pudahuel/ Cerro Navia | 200 |
| 11 | 20-06-2025 | Alerta | Pudahuel/ Cerro Navia | 270 |
| 12 | 21-06-2025 | Alerta | Pudahuel/ Cerro Navia | 200 |
| 13 | 29-06-2025 | Alerta | Cerro Navia | 210 |
| 14 | 30-06-2025 | Alerta | Cerro Navia | 200 |
| 15 | 01-07-2025 | Alerta | Talagante | 207 |
| 16 | 11-07-2025 | Alerta | Cerrillos / Cerro Navia / Talagante | 213 |
| 17 | 12-07-2025 | Preemergencia | Pudahuel/ Cerrillos / Cerro Navia / Talagante | 310 |
| 18 | 13-07-2025 | Preemergencia | La Florida/Pudahuel/ Cerrillos / Cerro Navia / Talagante / Quilicura | 323 |
| 19 | 14-07-2025 | Alerta | La Florida | 203 |
| 20 | 15-07-2025 | Alerta | La Florida / Cerrillos | 210 |
| 21 | 17-07-2025 | Alerta | Pudahuel/ Cerro Navia | 230 |
| 22 | 19-07-2025 | Alerta | Pudahuel/ Cerro Navia | 230 |
| 23 | 20-07-2025 | Alerta | Cerro Navia | 217 |

Fuente: Departamento de Redes de Monitoreo MMA.

2.4. COMENTARIOS

- 1) Según lo señalado en las secciones anteriores y como se puede observar en la Figura 11, durante el año 2025 se observó una disminución significativa en el número de episodios constatados por Material Particulado MP10 pasando de 23 episodios totales en 2024 a 11 durante el 2025. Esta reducción podría estar asociada a un mayor ingreso de advección costera, durante el periodo GEC 2025, condición que favorece la ventilación en la cuenca y limita la acumulación de material particulado en superficie.

Figura 11. Comparación advección costera v/s episodios por MP10

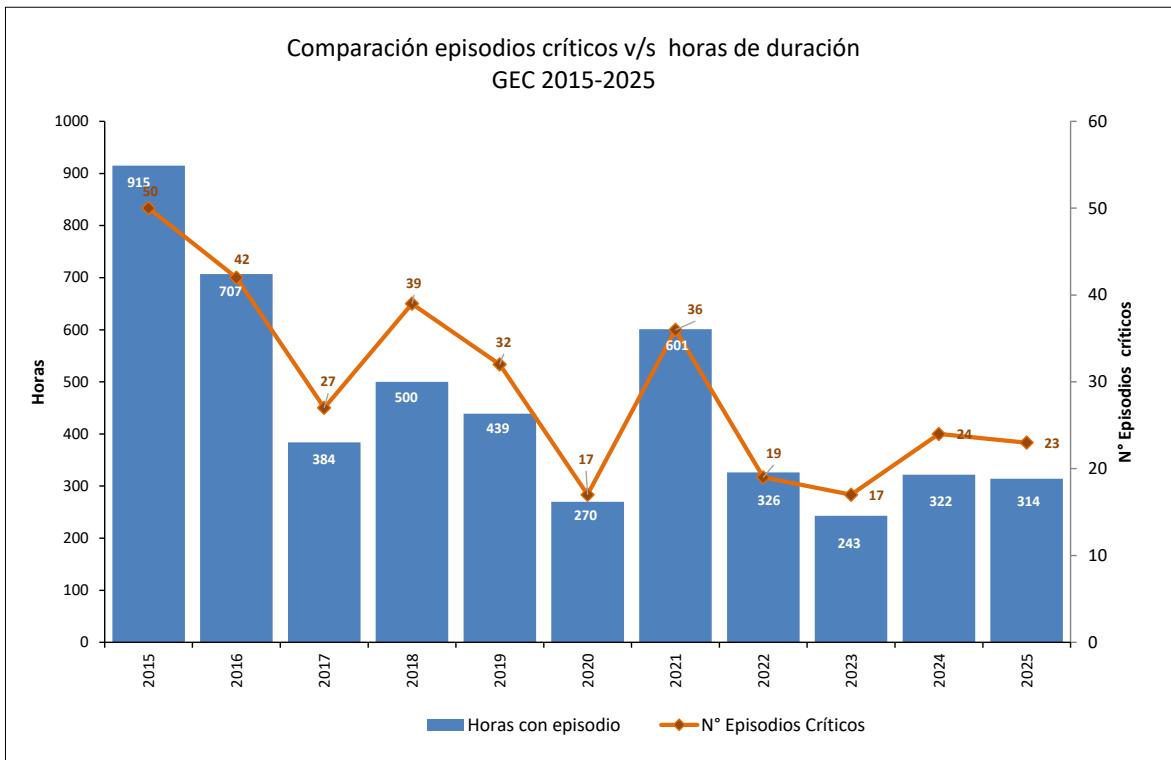


Fuente: Seremi del Medio Ambiente RM.

- 2) Durante el periodo GEC 2025 se observó que la mayoría de los episodios críticos se concentraron durante los fines de semana, comportamiento que podría estar asociado a un mayor movimiento de personas y actividades recreativas en la región, durante dichos días. Este incremento en la movilidad, junto con el uso intensivo de fuentes emisoras de material particulado pueden haber contribuido a la acumulación de este contaminante en la cuenca, favoreciendo la ocurrencia de episodios bajo condiciones meteorológicas desfavorables.

- 3) Ahora, si comparamos la cantidad de horas versus el número de episodios críticos por MP2,5, desde el 2015 al 2024, podemos ver que en el presente año hubo una disminución respecto al año anterior, manteniéndose por debajo del promedio de los años previos al 2021, como se puede evidenciar en la Figura 12.

Figura 12. Comparación de horas en episodio vs número de episodios de MP2,5, periodo GEC 2015 – 2025



Fuente: Seremi del Medio Ambiente RM.

3. CONCLUSIONES

- 1) La GEC 2025 estuvo marcada por mantener el enfoque preventivo por parte de esta Secretaría Regional del Ministerio del Medio Ambiente.
- 2) Las categorías más recurrentes de PMCA durante el período 2025 correspondieron a PMCA 3, asociadas a condiciones de ventilación regulares, con 230 casos; seguidamente está el PMCA 2, correspondiente a condiciones de ventilación buenas, con 22 casos; luego, el PMCA 4, correspondiente a malas condiciones de ventilación, tuvo 18 casos constatados;

posteriormente se constataron 6 casos de PMCA 1, asociados a muy buenas condiciones de ventilación; y finalmente, no se observaron casos de PMCA 5, asociados a muy malas condiciones de ventilación (Fuente, DMC 2025). Cabe señalar, que este indicador de calidad del aire está orientado para el contaminante MP10.

- 3) La configuración sinóptica asociada a episodio más recurrente durante el periodo GEC 2025 correspondió a la del Tipo A, con 9 casos, mientras que para la configuración BPF se produjo un caso. Si comparamos las configuraciones tipo A entre el año 2024 y 2025, estas aumentaron un 50%.
- 4) En el 2025, se registraron 11 casos por Alerta y no se registraron episodios de Preemergencia ni de Emergencia para el contaminante MP10. Junto con ello, se registró un Máximo ICAP para MP10 de 246, siendo un 35,6% menor con respecto al año anterior.
- 5) En cuanto al MP2,5, se observó una disminución respecto al 2025 en el total de episodios por este contaminante, constatándose 20 episodios de Alerta y 3 Preemergencias. Por otro lado, en este periodo no se observaron registros por Emergencia Ambiental, como se viene registrando desde el año 2017. En cuanto a las concentraciones máximas de MP2,5 monitoreadas, estas disminuyeron su ICAP respecto del año anterior en un 34%, pasando de 493 a 323 ICAP, y por otro lado, el número de horas en episodio por alerta y preemergencia también disminuyó en un 2,5% respecto al mismo periodo, pasando de 322 a 314. Por último, el 2025 se mantiene dentro de los años con menos horas en episodios críticos, observándose una tendencia en el tiempo en la mejora de la calidad del aire respecto a este indicador.
- 6) El año 2025 presentó un mayor ingreso de advección costera hacia la cuenca de la Región Metropolitana, lo que favoreció la ventilación en la cuenca.

4. GLOSARIO

Anticiclón⁴: Región donde la presión atmosférica es relativamente más alta en comparación a las regiones vecinas. Normalmente sobre los anticiclones el aire desciende, lo cual inhibe la formación de nubes en los niveles medios y altos de la atmósfera. Por esto un régimen anticiclónico se asocia a "buen tiempo". Por efecto de la rotación de la Tierra, en la zona de un anticiclón el aire circula alrededor del núcleo de máxima presión, en el sentido de los punteros del reloj en el Hemisferio Norte, y en dirección contraria en el Hemisferio Sur.

Calefactor: artefacto que combustionna o puede combustionar leña, briquetas o pellets de madera, fabricado, construido o armado, en el país o en el extranjero, que tiene una potencia térmica nominal menor o igual a 70 kW, de alimentación manual o automática, de combustión cerrada, provisto de un ducto de evacuación de gases al exterior, destinado para la calefacción en el espacio en que se instala y su alrededor.

Capacidad predictiva del pronóstico: La cantidad de horas de antelación con que se pronostica la concentración futura para una estación de monitoreo.

Concentración: El valor promedio temporal detectado en el aire en microgramos por metro cúbico normal ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) de material particulado respirable.

El Niño y la Oscilación del Sur⁵: El fenómeno de El Niño es un evento global, que ocurre en la región del océano pacífico tropical cada 2 a 7 años aproximadamente y cuyas consecuencias se extienden a otras regiones del planeta como Asia, Oceanía, Europa y América. El Niño, también conocido como eventos ENOS (El Niño y la Oscilación del Sur) se relaciona con dos fases, una cálida y otra fría. La fase cálida se denomina El Niño, mientras que la fría a la Niña, cada evento varía en intensidad y duración.

Estación de Monitoreo de material particulado respirable MP10 con representatividad poblacional (EMRP): Una estación de monitoreo podrá clasificarse como EMRP se si cumplen

⁴ http://www.atmosfera.cl/HTML/glosario/glosario_02.html

⁵ <http://www.shoa.cl/servicios/enos/principal.htm>

simultáneamente los siguientes criterios: i) que exista al menos un área edificada habitada en un círculo de 2 km, constados desde la ubicación de la estación; ii) que este colocada a más de 15 m de la calle o avenida más cercana, y a más de 50 m de la salida del sistema de calefacción (que utilice carbón, leña o petróleo equivalente a petróleo-2 o superior) o de otras fuentes fijas similares.

Material particulado respirable MP10: Material particulado con diámetro aerodinámico menor o igual que 10 micrones.

Material particulado respirable MP2,5: Material particulado con diámetro aerodinámico menor o igual que 2,5 micrones.

Leña: porción de madera en bruto de troncos, ramas y otras partes de árboles o arbustos, utilizada como combustible sólido.

Leña seca: aquella que tiene un contenido de humedad menor al 25% medida en base seca, de acuerdo con lo estipulado en la Norma Chilena Oficial N°2907/2005, o la que la reemplace.

Sinóptico⁷: En meteorología, sinóptico se usa para referirse a los fenómenos que ocurren en el lapso de días y en escalas de longitud del orden de algunos kilómetros. Se habla frecuentemente de los "fenómenos de escala sinóptica". La meteorología sinóptica es la rama de la meteorología que estudia estos fenómenos y está estrechamente ligada al pronóstico del tiempo pues son los sistemas sinópticos los responsables principales de los cambios del tiempo. Algunos sistemas sinópticos son los ciclones extratropicales, las dorsales, las vaguadas, las altas de bloqueo, entre otros.

Vaguada⁷: Zona en donde la presión atmosférica es relativamente más baja. Puede ser vista en una carta sinóptica como una estructura elongada en el campo de presión en donde el viento circula ciclónicamente sin cerrarse. La estructura opuesta es la dorsal.

5. BIBLIOGRAFÍA

- 1) Atmósfera Interactiva de la Universidad de Chile:
http://www.atmosfera.cl/HTML/glosario/glosario_02.html (Consulta diciembre-2012)
- 2) Plan Operacional para la Gestión de Episodios Críticos de Contaminación Atmosférica por Material Particulado Respirable (MP10) en la RM. Elaborado por la SEREMI MA RM período 2022.
- 3) Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana (PPDA), D.S N°31/2016, Ministerio del Medio Ambiente (MMA).
- 4) Pronóstico Meteorológico y de Calidad del Aire para Material Particulado (MP10). Gestión de Episodios Críticos de Contaminación Atmosférica. Elaborado por la Dirección Meteorológica de Chile período 2022 (DMC).
- 5) MILLER, A., 1976: The climate of Chile. Climates of Central and South America, W.
- 6) RUTLLANT, J. Y GARREAUD, R., 1995. Meteorological air pollution potential for Santiago, Chile: towards an objective episode forecasting. Environmental Monitoring and Assessment 34:223-244.
- 7) RUTLLANT, J. Y SALINAS, H., 1982. Frecuencia de ocurrencia de una condición meteorológica para la difusión de contaminantes en la zona central de chile. Tralka, Vol. 2-Nº2, 147-160.|
- 8) RUTLLANT, J. Y SIPP, G., 1971. Algunas Características de la inversión de subsidencia del anticiclón subtropical. Departamento de Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Primer Seminario Nacional de Meteorología.