



ALCALDIA DE
BUCARAMANGA



Lógica Ética & Estética
Gobierno de los Ciudadanos

Reporte Calidad de Aire Área Metropolitana de Bucaramanga



Abril 2017

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene como principal objetivo informar a la comunidad interesada el estado actual de la calidad del aire de Bucaramanga, obtenido por la Red de Monitoreo de Calidad del Aire (operada por la CDMB) durante el mes de abril de 2017. El informe presenta la concentración de material particulado PM_{10} (partículas cuyo diámetro aerodinámico es menor a $10 \mu m$).

El material particulado se refiere las partículas sólidas y líquidas presentes en el aire cuya composición y tamaño dependen de las fuentes de emisión y procesos que ocurren en la atmósfera. Algunas partículas pueden ser observadas a simple vista (por ejemplo, polvo) y duran un corto tiempo en la atmósfera ya que son muy grandes para permanecer suspendidas y tienden a removerse al tener contacto con superficies. Por otra parte, hay partículas muy pequeñas que solo pueden ser detectadas usando microscopios electrónicos. Estas partículas permanecen más tiempo en la atmósfera, pueden ser transportadas grandes distancias y requieren mayor atención puesto que son respirables y causan problemas de salud en la población.

Entre las partículas pequeñas se encuentran el PM_{10} , material particulado respirable cuyo diámetro es similar a una sexta parte del diámetro de un cabello humano, y el $PM_{2.5}$, material particulado respirable fino cuatro veces más pequeño que el PM_{10} . Los efectos en la salud relacionados con la exposición a partículas respirables incluyen muerte prematura en personas con enfermedad cardíaca o pulmonar, ataques cardíacos, disminución de función pulmonar, irritación de vías respiratorias, entre otros. Las personas que pueden ser más susceptibles a estos efectos son los adultos mayores, niños y personas con enfermedades cardíacas o pulmonares.

Los efectos en la salud dependen de la concentración de estas partículas en el aire y del tiempo de exposición. Los estándares de calidad de aire definen la cantidad máxima de partículas que pueden estar en el aire ambiente sin amenazar la salud pública para los diferentes tiempos de exposición (por ejemplo, norma diaria y norma anual). La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda unos niveles guía y tres metas intermedias que pueden ser alcanzadas con medidas sucesivas de reducción de la contaminación. En el caso colombiano, los niveles máximos permisibles para PM_{10} y $PM_{2.5}$ están definidos en la Resolución 610 de 2010 (Tabla 1) y corresponden a la meta intermedia

2 de la OMS. Adicionalmente, en dicha resolución se definen niveles para la declaratoria de episodios de prevención, alerta y emergencia (Tabla 2).

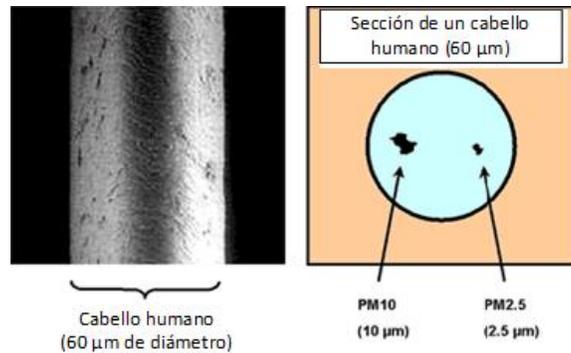


Figura 1 Tamaño de las partículas PM₁₀ y PM_{2.5}
 (Fuente: Adaptado de <https://www.arb.ca.gov/research/aaqs/pm/pm.htm>)

Tabla 1 Niveles máximos permisibles para PM₁₀ y PM_{2.5}

Contaminante	Unidad	Límite máximo permisible	Tiempo de exposición
PM ₁₀	(µg/m ³)	50	Anual
		100	24 horas
PM _{2.5}	(µg/m ³)	25	Anual
		50	24 horas

Nota: µg/m³: a las condiciones de referencia 298,15 K y 101,325 KPa (25 °C y 760 mm Hg)

Tabla 2 Límites de PM₁₀ para la declaración de episodios de prevención, alerta y emergencia

Contaminante	Tiempo de exposición	Unidades	Prevención	Alerta	Emergencia
PM ₁₀	24 Horas	(µg/m ³)	300	400	500

Nota: µg/m³: a las condiciones de referencia 298,15 K y 101,325 KPa (25 °C y 760 mm Hg)

Fuente: Resolución 610 de 2010 del MADS

2. RED DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DE BUCARAMANGA

Actualmente, la red de monitoreo de calidad del aire de Bucaramanga cuenta con dos estaciones: Cabecera y Ciudadela, las cuales cuentan con equipos automáticos para la medición de PM₁₀, lo cual permite tener registros horarios de concentración.

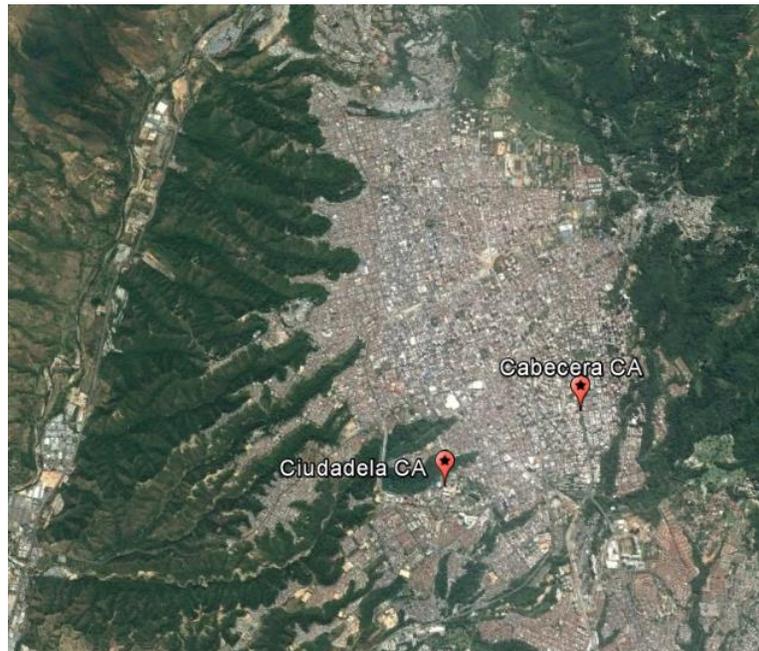


Figura 2 Estaciones de la red de monitoreo de calidad de aire de Bucaramanga

3. RESULTADOS

En la Figura 3 se presentan las concentraciones promedio diarias de PM₁₀. Las concentraciones diarias de material particulado en estas estaciones se encuentran dentro de los niveles permitidos por la normatividad colombiana, exceptuando los días 22 de marzo y 6 de abril en los cuales la estación Cabecera presentó excedencias a la norma diaria con concentraciones de 101 y 102 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente.

Aunque la norma anual, como su nombre lo indica, debe ser comparada con el promedio de concentraciones de un año, se presenta para indicar que si las concentraciones en la estación de Cabecera se mantuviesen en niveles similares a los registrados, se incumplirían los límites establecidos por la normatividad para un tiempo de exposición anual.

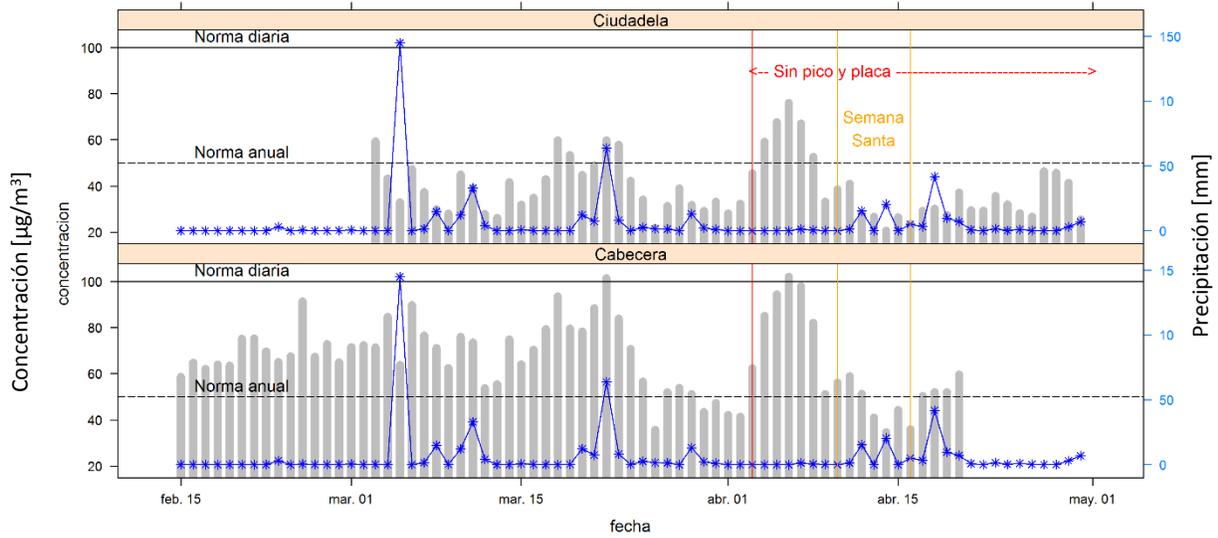


Figura 3 Serie de tiempo de las concentraciones de PM10 (gris) y precipitación (azul) en las estaciones automáticas

La Figura 4 y la Figura 5 presentan calendarios de contaminación para las estaciones Cabecera y Ciudadela, respectivamente. Los colores de la celda representan la concentración promedio diaria de la estación y toman como base la norma diaria de PM₁₀ (100 µg/m³); representan si la concentración estuvo en los diferentes intervalos de la norma (menor a 25%, entre 25 y 50%, etc.), que corresponden a categorías de concentración de <25, 25-50, 50-75, 75-100, y > 100 µg/m³, siendo esta última categoría una excedencia a la normatividad.



Figura 4 Calendario de concentraciones para el 2017 - Cabecera



Figura 5 Calendario de concentraciones para el 2017 – Ciudadela

Tanto en la serie de tiempo como en los calendarios de contaminación se puede observar que durante los periodos del 18 al 23 de marzo y del 4 al 8 de abril (semana de inicio de no restricción pico y placa) se presentaron altas concentraciones en las dos estaciones. En este periodo, como se mencionó anteriormente, ocurrieron dos excedencias a la norma diaria en la estación Cabecera (22 de marzo y 6 de abril). Estos periodos de altas concentraciones incluyeron días domingo (19 de marzo y 8 de abril) y un día festivo (20 de marzo), en los cuales se esperarían bajas concentraciones debido a la baja actividad vehicular.

Si bien, durante la semana del 4 de abril se levantó la medida de pico y placa y las concentraciones fueron mayores a las de la semana inmediatamente anterior, su similitud con las concentraciones registradas previamente en la estación cuando la medida estaba vigente (p.e. semana del 20 de marzo) y las altas concentraciones que persistieron el domingo 8 de abril evidencian que estas concentraciones puede que no se deban exclusivamente al levantamiento de la medida del pico y placa. No se descarta que para esos días se haya tenido influencia de fuentes regionales de contaminación.

El comportamiento horario de las concentraciones de las dos estaciones muestra en su mayoría concentraciones superiores a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Figura 6). El 5 y 6 de abril se presentaron concentraciones superiores a $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación Cabecera a las 7 de la mañana, casi $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ más altos de los promedios horarios de las 7 de la mañana en esa estación. La noche del 5 de abril y la madrugada del 6 de abril presentaron concentraciones horarias superiores a $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valores que para el caso de ciudadela son superiores al promedio horario de las horas de mayor congestión vehicular de esa estación.

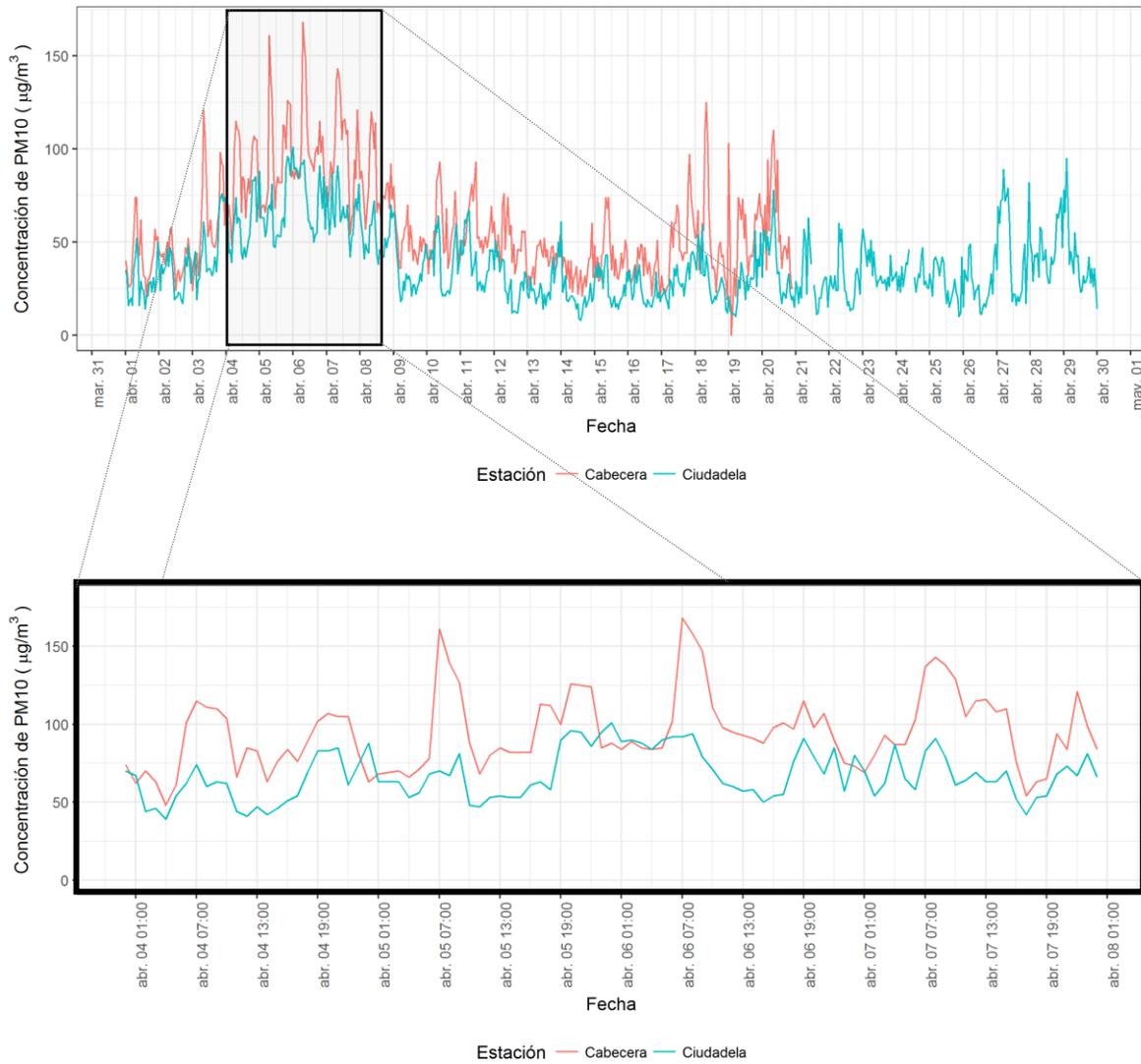


Figura 6 Serie de tiempo horaria de las concentraciones de PM10

Observaciones satelitales del espesor óptico de aerosoles (AOD, por sus siglas en inglés) muestran altos niveles regionales de aerosoles, lo que reafirma la hipótesis de la existencia de un evento de contaminación regional. Adicionalmente, estos dos periodos de altas concentraciones coincidieron con las alertas naranjas y roja (22 de marzo) declaradas en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, por lo que no se descarta que las dos ciudades hubiesen tenido influencia de una fuente regional de contaminación, que, sumada a las emisiones regulares de las áreas urbanas, haya generado los altos niveles de material particulado.

La Figura 7 presenta el espesor óptico de aerosoles medido por el satélite MODIS, plataforma AQUA para el 5 de abril, día en el cual se presentaron altas concentraciones de material particulado. Los valores de AOD varían típicamente entre 0.05 en áreas remotas y ambientes limpios y 1 en áreas

de concentraciones extremas de partículas. Valores bajos de AOD (<0.1) corresponden a condiciones relativamente limpias, mientras que altos valores de AOD (>0.3) se asocian a una atenuación alta de luz en la atmósfera, correspondiente a altas concentraciones de partículas. En este mapa puede observarse que se presentaron altos AOD en una amplia región del país que cubre el valle del Magdalena y la parte norte de las cordilleras central y oriental. La Figura 8 corresponde al espesor óptico de aerosoles para el día 21 de abril, en el cual se presentaron bajas concentraciones de material particulado.

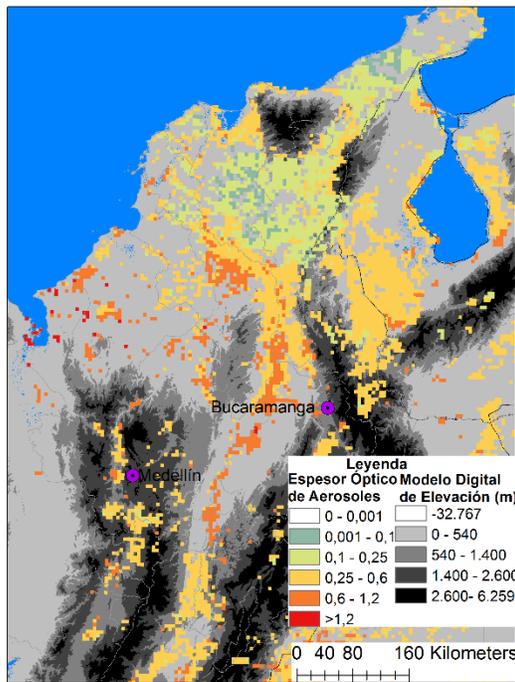


Figura 7 Espesor óptico de aerosoles para el 5 de abril de 2017

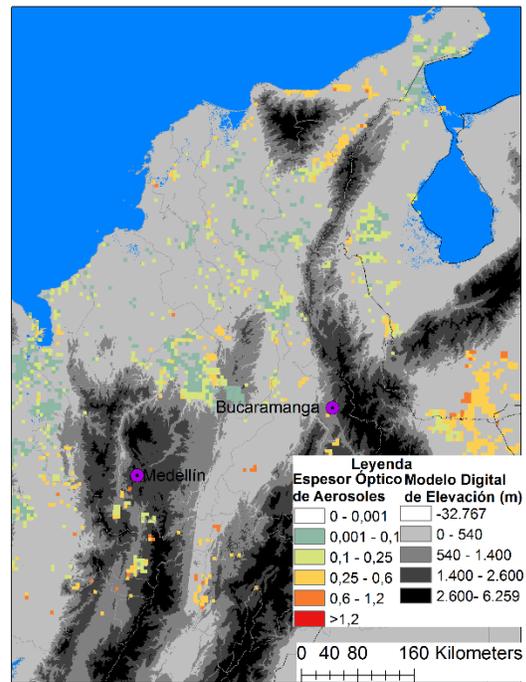


Figura 8 Espesor óptico de aerosoles para el 21 de abril de 2017

COMPARACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE PM10 ENTRE EL PERIODO CON PICO Y PLACA (P&P), SIN PICO Y PLACA Y SEMANA SANTA

La Figura 9 presenta las variaciones temporales de la estación ciudadela comparando el periodo de mediciones con pico y placa (P&P), sin pico y placa (Sin_P&P) y semana santa (SS).

Los posibles efectos regionales de contaminación no permiten realizar una comparación directa entre los datos de los periodos con o sin restricción vehicular, sin embargo, las concentraciones de los días domingo pueden servir de referencia para estudiar los incrementos de concentración relativos a este día, para los periodos P&P y Sin_P&P, ya que los domingos nunca han contado con medida de restricción vehicular.

Puede observarse que las concentraciones promedio del día domingo, tanto para la estación ciudadela como para cabecera, fueron menores en el periodo Sin_P&P que en el periodo con P&P, pero las diferencias entre días de semana y concentración de domingo son mayores en el periodo Sin_P&P, reflejando así el impacto de la mayor circulación de vehículos en el periodo en el cual se eliminó la restricción de pico y placa.

La disminución de concentraciones en semana santa fue significativa entre jueves (13 de abril) y domingo (16 de abril) en las dos estaciones. La concentración promedio entre jueves y domingo en ciudadela fue de $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en cabecera $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Adicional a la disminución de vehículos, se resalta que ocurrieron precipitaciones los días 12 y 14 de abril.

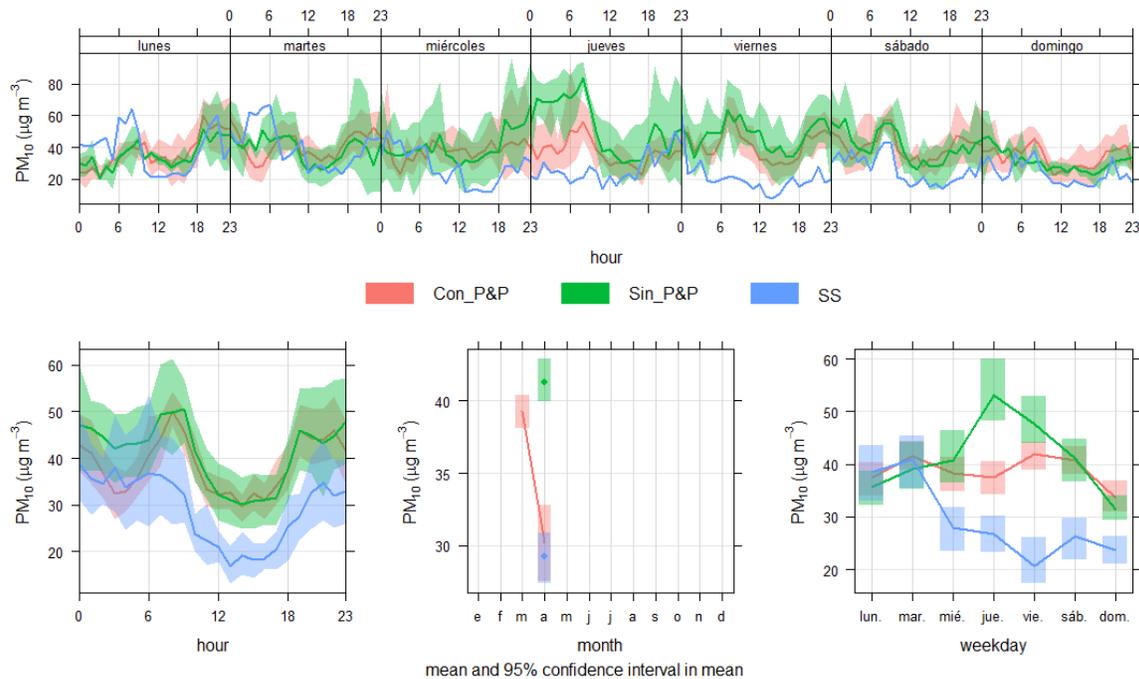


Figura 9 Variaciones temporales en la estación Ciudadela.

Nota: El promedio correspondiente al mes de abril Con_P&P (color rojo en panel central inferior) solo cuenta con datos de 2 días (levantamiento de medida ocurrió el 3 de abril) por lo cual no es representativo.

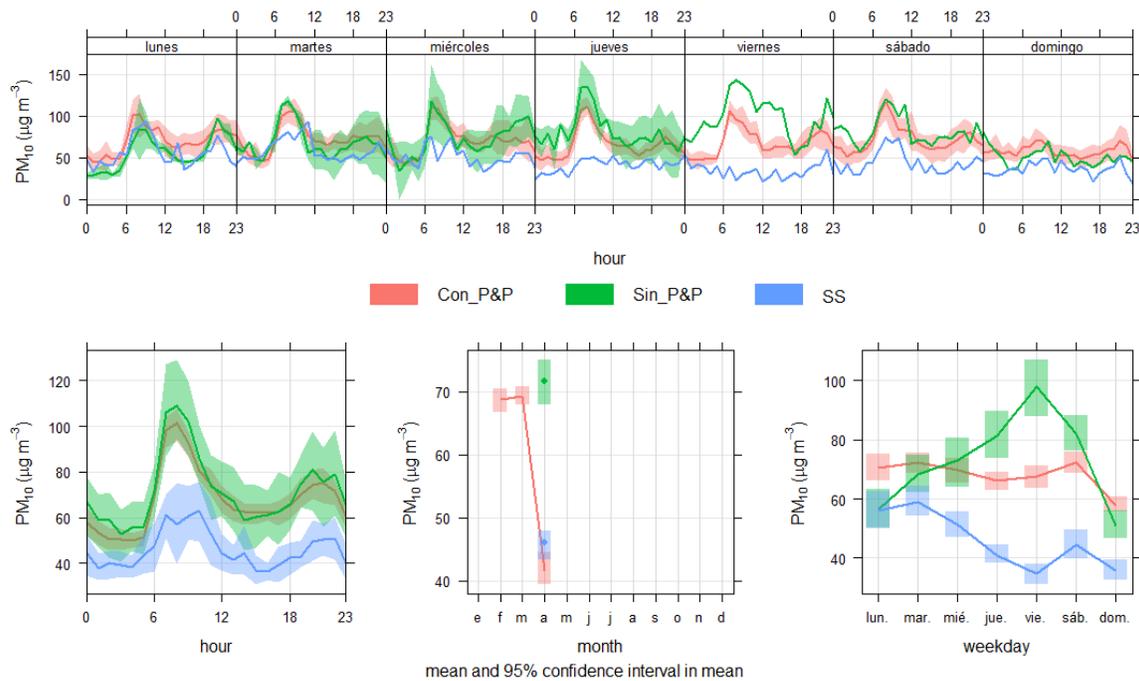


Figura 10 Variaciones temporales en la estación Cabecera.

Nota: El promedio correspondiente al mes de abril Con_P&P (color rojo en panel central inferior) solo cuenta con datos de 2 días (levantamiento de medida ocurrió el 3 de abril) por lo cual no es representativo.

ÍNDICES DE CALIDAD DEL AIRE

El índice de calidad del aire representa que tan limpio es el aire y que efectos de salud pueden experimentarse dentro de las horas o días siguientes a la exposición al aire contaminado (Tabla 3)

Tabla 3 Definición de índices de calidad de aire para PM10 (Adaptado de AQI, A Guide to Air Quality and your health, US-EPA)

ICA	Color	Clasificación	PM10 diario (µg/m³)	Efectos en salud
0-50	Verde	Bueno	0-54	La calidad del aire es satisfactoria y no implica riesgos a la salud.
51-100	Amarillo	Moderado	55-154	La calidad del aire es aceptable, sin embargo, la contaminación en este rango puede implicar un riesgo moderado para un número muy pequeño de individuos.
101-150	Naranja	Dañino a la salud para grupos sensibles	155-254	Grupos sensibles (adultos mayores, niños y personas con enfermedades cardiacas o pulmonares) pueden experimentar efectos en salud, pero el público en general no es afectado.
151-200	Rojo	Dañino a la salud	255-354	Todas las personas pueden empezar a experimentar efectos en salud.
201-300	Púrpura	Muy dañino a la salud	355-424	Todas las personas pueden experimentar serios problemas de salud.

301-500	Marrón	Peligroso	>425	Toda la población tiene más posibilidad de ser afectada por serios problemas de salud.
---------	--------	-----------	------	--

La Figura 11 presenta los índices de calidad del aire para la estación Cabecera y Ciudadela. La estación Cabecera presentó en su mayoría índices moderados, con excepción marzo 12, abril 9, y los periodos de marzo 16 a abril 2 y abril 12 a abril 19. En cambio, la estación Ciudadela presentó en su mayoría índices de calidad de aire buenos exceptuando algunos días, en los cuales registró calidad moderada. Es de resaltar que durante la semana del 3 de abril se presentaron solo índices moderados en la estación ciudadela.

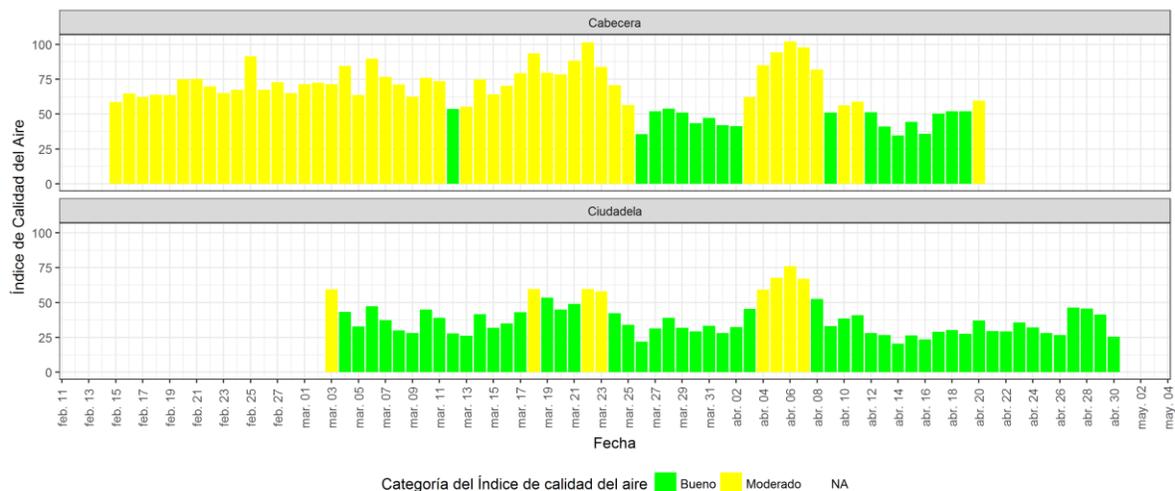


Figura 11 Índices de calidad del aire

CONCLUSIONES

Durante el mes de abril se registró alta variabilidad en las concentraciones de material particulado. La primera semana se observaron concentraciones altas, lo que posiblemente estuvo relacionado con la suspensión de la medida de pico y placa y un posible efecto regional. Durante la segunda semana se registró importante disminución de las concentraciones en las dos estaciones en especial durante los días festivos de semana santa. Bajo las condiciones típicas de la ciudad, sin la medida de pico y placa, se registraron concentraciones superiores a la norma anual ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en la estación Cabecera y de aproximadamente $\sim 50\%$ de la norma anual para la estación Ciudadela.

Si se toma como base los días con baja afectación del tráfico vehicular se evidencia un importante aporte de la actividad vehicular a las concentraciones de material particulado en especial para las semanas sin pico y placa.

Existe evidencia de impacto de eventos regionales de contaminación los cuales generan variaciones muy importantes en los niveles de material particulado. Es de gran importancia iniciar el estudio de estos eventos y determinar su asociación con eventos meteorológicos de escala sinóptica (gran escala). Durante los periodos del 18 al 23 de marzo y del 4 al 8 de abril se encontró evidencia de impacto de eventos de contaminación regional.