

Secretaría Distrital de Ambiente
Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual
Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá (RMCAB)

Informe Final
Jornada del Día sin Carro 2014

1. Generalidades

El día sin carro (DSC) es una iniciativa de la Alcaldía Mayor de Bogotá, apoyada por la ciudadanía en la consulta popular del 29 de octubre de 2000.

La Secretaría Distrital de Ambiente realiza el análisis del comportamiento de las concentraciones de los principales contaminantes criterio en el aire de acuerdo a la Resolución No. 610 del MAVDT, en el cual se establece la Norma de Calidad de Aire o nivel de inmisión para el territorio Colombiano. Estos contaminantes criterio son: Material particulado total, material particulado menor a 10 y 2,5 micrómetros (PM_{10} y $PM_{2,5}$), ozono (O_3), monóxido de carbono (CO) y dióxido de nitrógeno (NO_2).

Para evaluar las condiciones de calidad del aire, se realiza un comparativo de la presente jornada con días análogos caracterizados por presentar condiciones meteorológicas equivalentes en cada hora de muestreo. Además, se reporta el DSC de años anteriores, que aunque no son comparables entre sí (dadas las diversas condiciones en la atmosfera), sí puede brindar un criterio de referencia.

El estado de la atmosfera y la dinámica de la ciudad en general (mantenimiento de los vehículos, velocidad de circulación, características del combustible, entre otros), son factores que afectan los resultados encontrados en el día sin carro.

Durante la jornada se intensifican los operativos de control de emisiones de gases vehiculares, se mantiene la restricción de la medida de pico y placa ambiental y se realizan mediciones de presión sonora en los principales ejes viales.

2. Comportamiento meteorológico

El fenómeno de inversión térmica consiste en la presencia de una capa atmosférica con mayor temperatura que la capa atmosférica de menor altura en un periodo de tiempo determinado, lo que no permite mezcla de contaminantes en la vertical.

Este fenómeno se manifiesta porque frecuentemente en las madrugadas y primeras horas de la mañana, el aire cercano al suelo es más frío que el de las capas superiores. Así se forma una “tapa” de aire caliente sobre el aire frío superficial evitando la formación de corrientes de aire ascendentes y favoreciendo la acumulación de los contaminantes emitidos durante la madrugada y mañana. Cuando avanza la mañana, los rayos solares calientan el aire cercano a la superficie terrestre y éste se vuelve más ligero y sube, mientras el aire frío baja para formar corrientes de aire que rompen la inversión térmica.

El efecto que produce este fenómeno en relación con la calidad del aire se denomina estabilidad atmosférica, que limita la dispersión de los contaminantes o la mezcla de estos. Los episodios de contaminación del aire que han ocasionado desastres ambientales en el mundo, generalmente han estado relacionados con este fenómeno. En Bogotá las inversiones térmicas se presentan con efectos moderados y dependen de la temporada del año.

Normalmente la estabilidad atmosférica ocasionada por la inversión térmica se rompe en Bogotá entre las 7 y 9 de la mañana, momento en el cual la temperatura del aire de las capas bajas de la atmósfera empieza a incrementarse con respecto a la temperatura de las capas altas en función de la radiación solar.

Según los datos de las estaciones de monitoreo de la RMCAB, en las primeras horas del día del 6 de febrero de 2014 no se observó inversión de la temperatura del aire con la altura, por lo que la atmósfera estuvo inestable o con buena mezcla de contaminantes.

3. Comportamiento histórico de la jornada del Día sin Carro

El comportamiento histórico durante la jornada del Día Sin Carro entre 2008 y 2013 se puede observar en la Figura 1 y en la Figura 2. En las jornadas del Día Sin Carro (DSC) se observa que la disminución de la concentración de PM_{10} con respecto al día tipo fue significativa en los años 2008, 2009 y 2010. En cuanto al ozono, se observa que de las 6 jornadas, sólo en la del 2011 la concentración promedio de este contaminante fue mayor, situación que se podría explicar por las condiciones meteorológicas particulares de ese día.

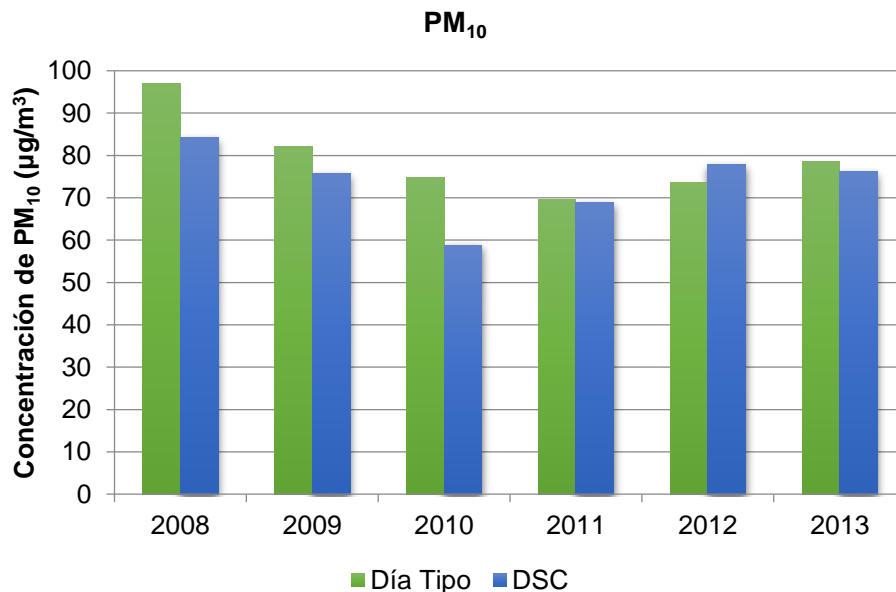


Figura 1. Comportamiento histórico de las concentraciones de PM_{10} en la jornada del Día Sin Carro entre los años 2008 y 2013. Se muestran adicionalmente los valores correspondientes a los Días Tipo.

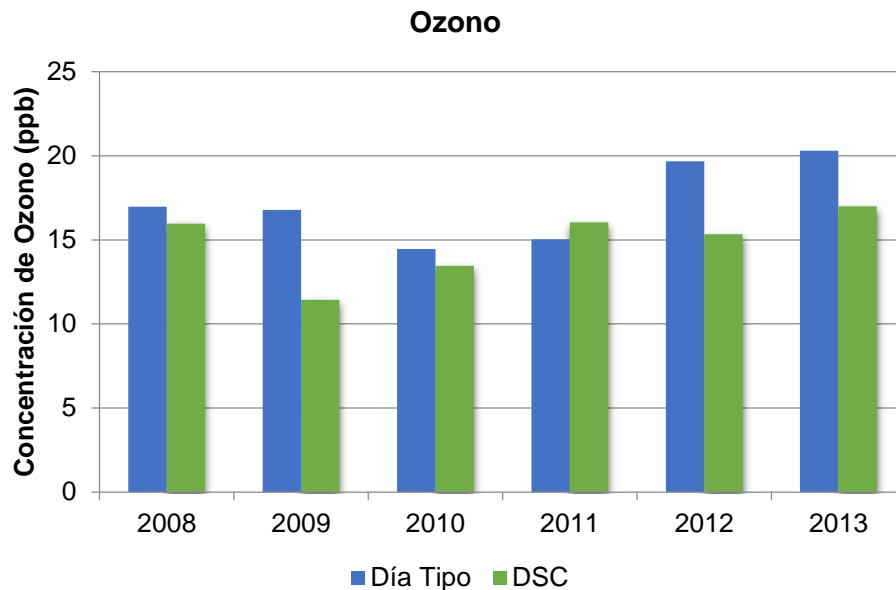


Figura 2 Comportamiento histórico de las concentraciones de ozono en la jornada del Día Sin Carro entre los años 2008 y 2013. Se muestra adicionalmente los valores correspondientes a los Días Tipo.

4. Metodología aplicada durante la jornada del Día Sin Carro 2014.

La metodología de obtención y reporte de información meteorológica para el Día Sin Carro consiste de los siguientes pasos:

- 4.1. **Obtener datos meteorológicos y de contaminantes:** se hace una revisión de los datos obtenidos por las estaciones de la RMCAB con el fin de validar la información.
- 4.2. **Obtener intervalo de confianza:** a partir de la información meteorológica encontrada al momento de corte de los informes que la RMCAB entrega al público en general (05:00a.m., 11:00 a.m., 05:00 p.m. y 08:00 p.m.), se obtiene un intervalo de confianza para cada una de las variables meteorológicas analizadas: velocidad del viento, dirección del viento, temperatura superficial y precipitación.
- 4.3. **Preselección de días análogos:** teniendo los intervalos de confianza, se busca en la base de datos para cada estación de la RMCAB, filtrando la información para los meses de febrero y marzo y los días de la semana martes, miércoles y jueves. Los días preseleccionados serán aquellos para los cuales se tenga un mínimo de 4 estaciones de las 13 posibles, lo cual presume una representatividad meteorológica relativamente buena alrededor de la ciudad.
- 4.4. **Selección de días análogos - Similaridad del estado de la atmosfera:** a partir de los días pre-seleccionados se buscan los respectivos “estados de la atmosfera” (radiosondas para Bogotá) para esos días. Se hace una comparación de la atmosfera en la vertical con respecto al día sin carro actual, pues esto es determinante en la

mezcla de contaminantes y por tanto en la comparación posterior que se realiza. Los días que no concuerdan son eliminados para obtener finalmente un conjunto de días análogos al DSC actual en cada hora de corte respectiva.

- 4.5. Datos de contaminantes en días análogos:** teniendo seleccionados los días análogos, se busca en la base de datos de la RMCAB los siguientes contaminantes: Material particulado menor a 10 micrómetros (PM_{10}), ozono (O_3), monóxido de carbono (CO) y dióxido de nitrógeno (NO_2). Se obtiene el promedio aritmético para los días análogos y se reporta el dato encontrado en el DSC actual.
- 4.6. Análisis de las concentraciones de contaminantes encontradas:** se hace un análisis de la información obtenida y de la comparación con los días análogos (en los cuales la dinámica de la ciudad es normal), además de tener una referencia de los días sin carro de años anteriores, que se relacionan, pero es importante tener en cuenta que no son comparables mutuamente, pues el estado de la atmosfera es diferente entre estos días, lo que conlleva a un estado de dispersión de contaminantes diferente.

5. Comportamiento de los contaminantes durante la jornada.

5.1. Material particulado (PM_{10})

La Figura 3 muestra los valores de PM_{10} con corte a las 08:00 p.m. Se observa que la concentración aumentó en comparación con el promedio de los días análogos. Este comportamiento puede explicarse teniendo en cuenta los vehículos de carga pesada y de servicio público masivo que incrementaron el número de recorridos durante la jornada del DSC 2014.

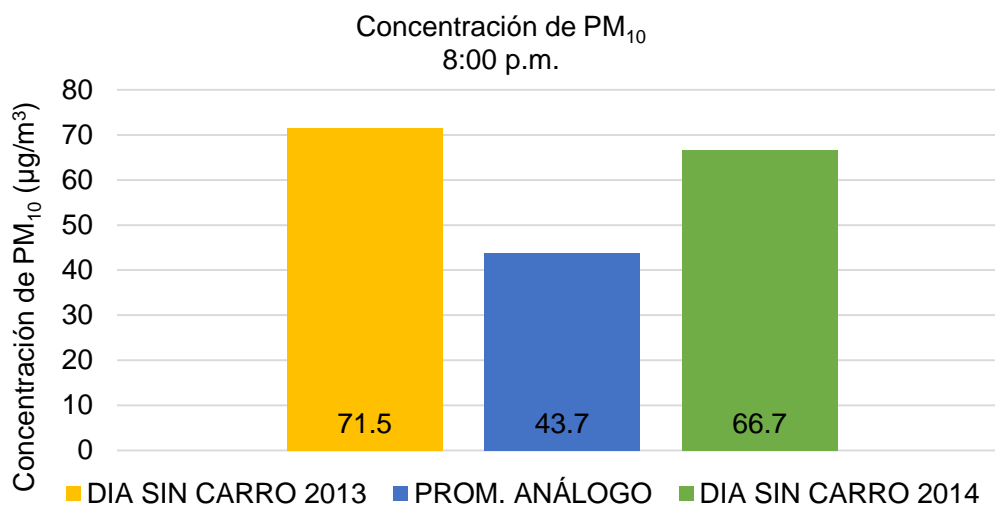


Figura 3. Comportamiento del material particulado menor a 10 micrómetros (PM_{10}): Día sin Carro 2013, Promedio de días análogos y Día sin carro 2014. Corte de 08:00 p.m.

De acuerdo a la Tabla 1, Las estaciones que registraron el mayor aumento fueron Kennedy seguida de Sagrado Corazón. Entre tanto, las que redujeron su concentración respecto al promedio de días análogos fueron Las Ferias y Tunal.

Tabla 1. PM₁₀: comportamiento en las jornadas del DSC en los años 2013 y 2014 para cada una de las estaciones de la RMCAB.

Estación	DSC 07/02/2013	Promedio días análogos	DSC 06/02/2014	% de cambio respecto a días análogos
Guaymaral (Escuela)	Sin dato	60	78	31%
Usaquen (Bosque)	65	61	75	23%
Suba (Corpas)	62	69	82	20%
Las Ferias (Carrefour)	67	64	49	-23%
Parque Simón Bolívar (IDRD)	57	57	50	-13%
Sagrado Corazón (MAVDT)	65	70	100	44%
Fontibón	66	70	69	-2%
Puente Aranda	80	78	77	-1%
Kennedy	90	97	148	53%
Carvajal (Sony)	101	95	100	5%
Tunal	72	79	68	-14%
San Cristóbal	52	65	76	16%
Promedio ciudad	71	72	81	11%

Los datos de esta tabla corresponden al promedio entre las 05:00 a.m. y las 08:00 p.m. para cada estación.

El comportamiento horario del PM₁₀, Figura 4, muestra que las horas de la mañana se caracterizan por presentar altas concentraciones. Se observa mayor contaminación durante la jornada, en comparación con el promedio de días análogos.

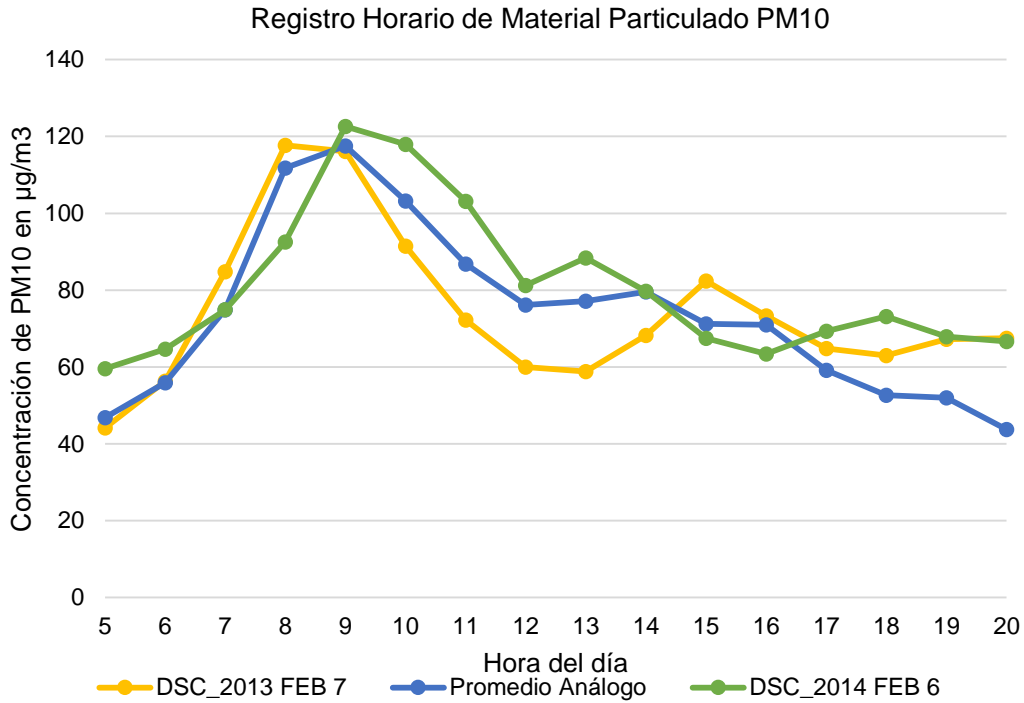


Figura 4. Registro horario de PM₁₀ durante la jornada del DSC 2014. Comparación con promedio de días análogos y DSC 2013. El cambio porcentual respecto al promedio de días análogos, Figura 5, refleja mayores concentraciones de PM₁₀ en el DSC 2014. El aumento promedio en el día ciudad fue 11% entre las 05:00 a.m. y las 08:00 p.m.



Figura 5. PM₁₀: cambio porcentual de DSC 2014 respecto a promedio análogo para toda la ciudad.

5.2. Ozono (O₃)

De acuerdo a la Figura 6, la concentración de ozono disminuyó levemente en comparación con el promedio de días análogos, al corte de 08:00 p.m. La Tabla 2 muestra que aunque hubo un descenso generalizado de ozono durante el día, Guaymaral y Usaquén (ubicadas en la zona norte) aumentaron su concentración. Se observaron fuertes descensos en Carvajal, Sagrado Corazón y Puente Aranda.

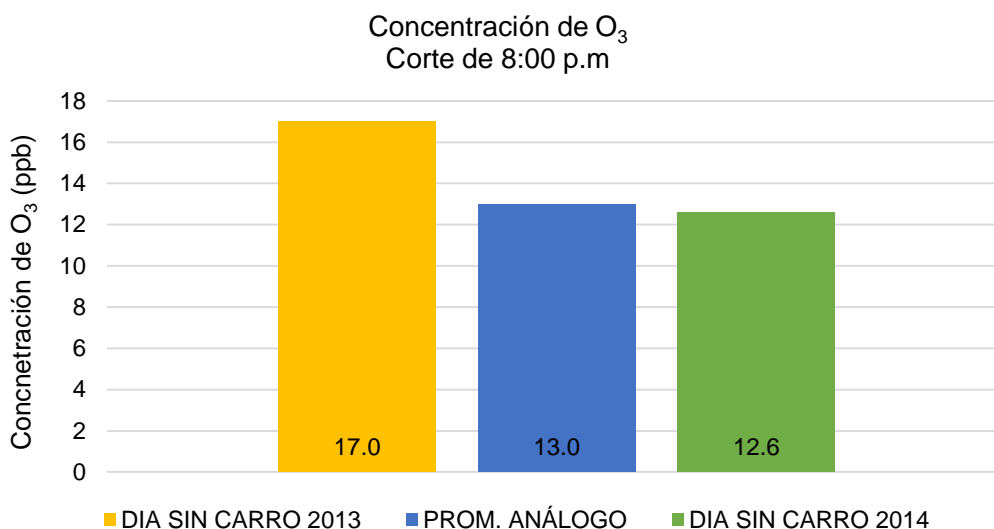


Figura 6. Comportamiento del ozono (O₃): Día sin Carro 2013, Promedio de días análogos y Día sin Carro 2014. Corte de 08:00 p.m.

Tabla 2. Ozono: comportamiento en las jornadas del DSC en los años 2013 y 2014 para cada una de las estaciones de la RMCAB.

Estación	DSC 07/02/2013	Promedio días análogos	DSC 06/02/2014	% de cambio respecto a días análogos
Guaymaral (Escuela)	15	22	28	25%
Usaquen (Bosque)	11	22	25	16%
Suba (Corpas)	22	25	22	-14%
Las Ferias (Carrefour)	19	25	18	-26%
Parque Simón Bolívar (IDRD)	15	27	20	-26%
Sagrado Corazón	10	24	13	-47%
Fontibón	16	23	23	3%
Puente Aranda	10	18	10	-45%
Carvajal	9	19	8	-57%
Tunal	12	19	15	-23%
San Cristóbal	13	18	20	11%
Promedio ciudad	14	22	18	-17%

Los datos de esta tabla corresponden al promedio entre las 05:00 a.m. y las 08:00 p.m. para cada estación.

El ozono troposférico es un contaminante atmosférico secundario debido a que es formado por otros contaminantes primarios a través de reacciones activadas por la luz solar (fotoquímica). Los principales precursores del ozono son los óxidos de nitrógeno y los

compuestos orgánicos volátiles, contaminantes emitidos principalmente por las fuentes móviles. El ciclo diurno de este contaminante, Figura 7, muestra que las mayores concentraciones se observan en horas cercanas al mediodía. El DSC 2014 muestra menores concentraciones en comparación con el promedio de días análogos.

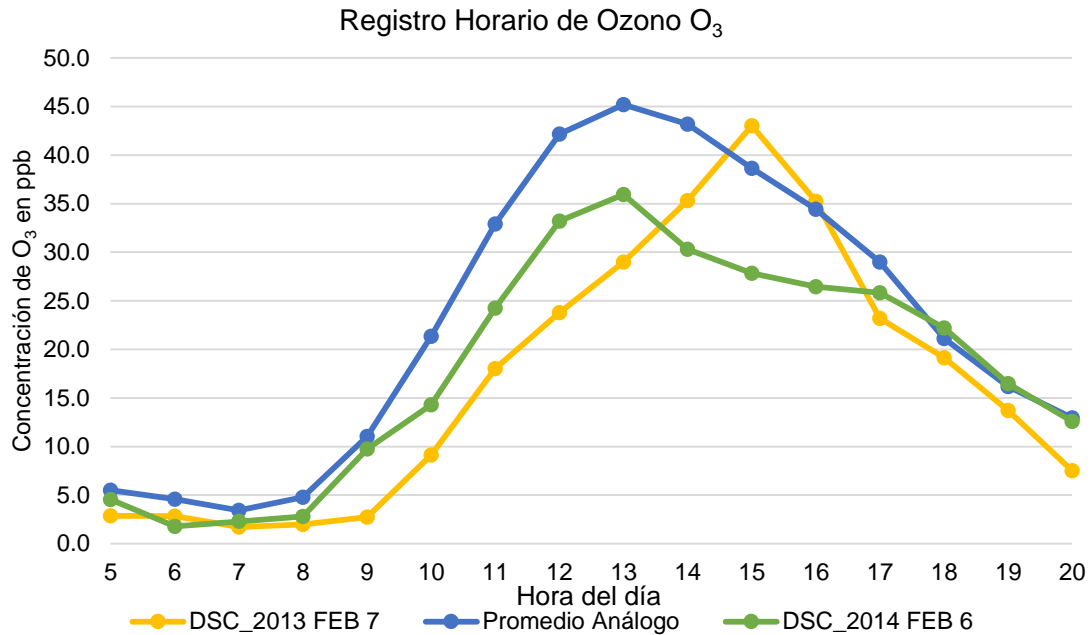


Figura 7. Registro horario de ozono durante la jornada del DSC 2014. Comparación con promedio de días análogos y DSC 2013.

De acuerdo a la Figura 8, En el DSC 2014 se aprecia una reducción de 17% de este contaminante entre las 05:00 a.m. y las 08:00 p.m. como promedio ciudad. Este comportamiento estaría asociado a la menor circulación de vehículos particulares.

O₃: cambio porcentual de DSC 2014 respecto a promedio análogo para toda la ciudad.

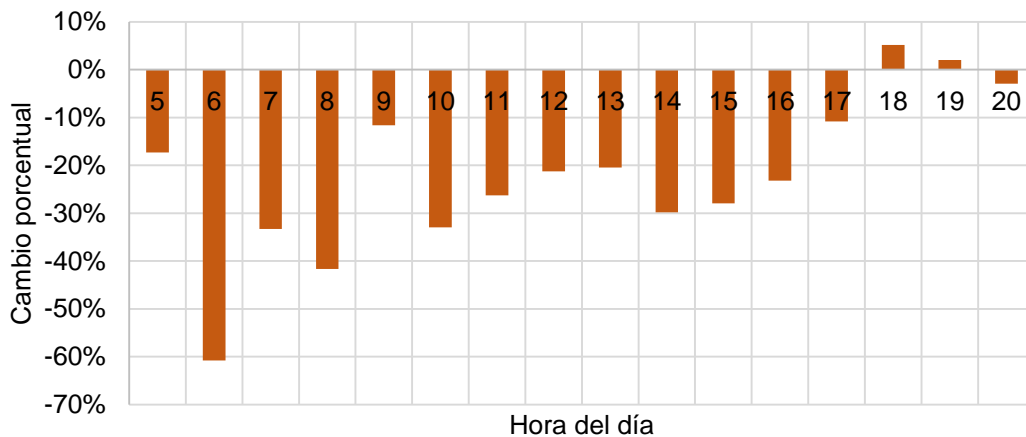


Figura 8. O₃: cambio porcentual de DSC 2014 respecto a promedio análogo para toda la ciudad.

5.3. Dióxido de nitrógeno (NO₂)

En comparación con el promedio de los días análogos, la concentración de NO₂ en el DSC 2014 es menor para el corte de las 08:00 p.m. Ver Figura 9. De acuerdo a la Tabla 3, Carvajal registró un aumento de concentración respecto al promedio de días análogos durante la jornada del DSC 2014, mientras que estaciones como Parque Simón Bolívar, Guaymaral y Suba mostraron importantes reducciones.

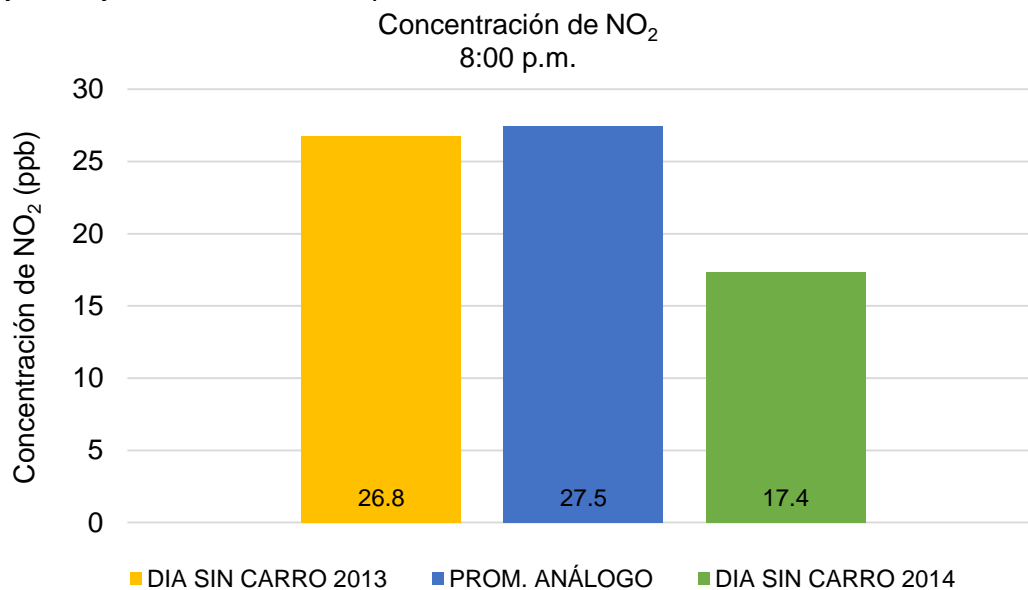


Figura 9. Comportamiento del dióxido de nitrógeno (NO₂): Día sin Carro 2013, Promedio de días análogos y Día sin carro 2014. Corte de 08:00 p.m.

Tabla 3. NO₂: comportamiento en las jornadas del DSC en los años 2013 y 2014 para cada una de las estaciones de la RMCAB.

Estación	DSC 07/02/2013	Promedio días análogos	DSC 06/02/2014	% de cambio respecto a días análogos
Guaymaral (Escuela)	18.2	15.2	10.0	-34%
Suba (Corpas)	13.3	14.9	10.0	-33%
Las Ferias (Carrefour)	35.2	27.7	30.0	8%
Parque Simón Bolívar (IDRD)	10.3	12.8	7.4	-43%
Puente Aranda	29.0	23.6	18.9	-20%
Kennedy	20.9	18.7	13.8	-26%
Carvajal (Sony)	32.5	31.9	38.8	22%
Tunal	21.4	22.9	22.3	-3%
Promedio ciudad	22.6	21.0	18.9	-16%

Los datos de esta tabla corresponden al promedio entre las 05:00 a.m. y las 08:00 p.m. para cada estación.

De acuerdo a la Figura 10, se observan las mayores concentraciones de NO₂ en horas de la mañana (entre 07:00 a.m. y 11:00 a.m.). En la jornada del DSC 2014 se observaron menores concentraciones de este contaminante en comparación con el promedio de días análogos.

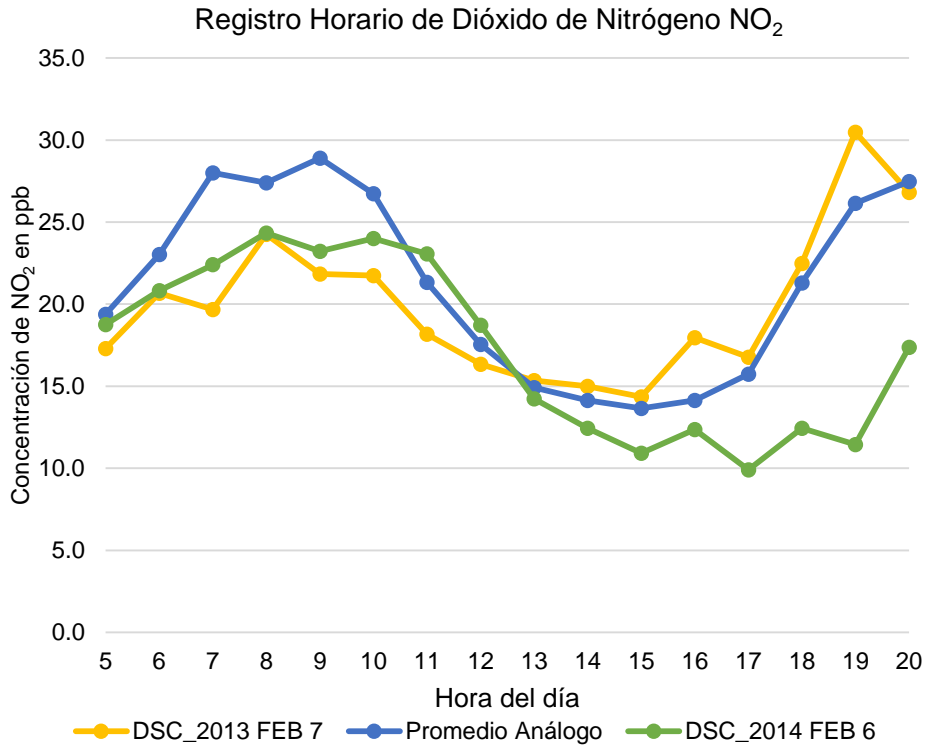


Figura 10. Registro horario de NO₂ durante la jornada del DSC 2014. Comparación con promedio de días análogos y DSC 2013.

De acuerdo a la Figura 11, durante la jornada del DSC 2014 se aprecia una reducción de 16% de este contaminante entre las 05:00 a.m. y las 08:00 p.m. como promedio ciudad. Este comportamiento estaría asociado a la menor circulación de vehículos particulares.

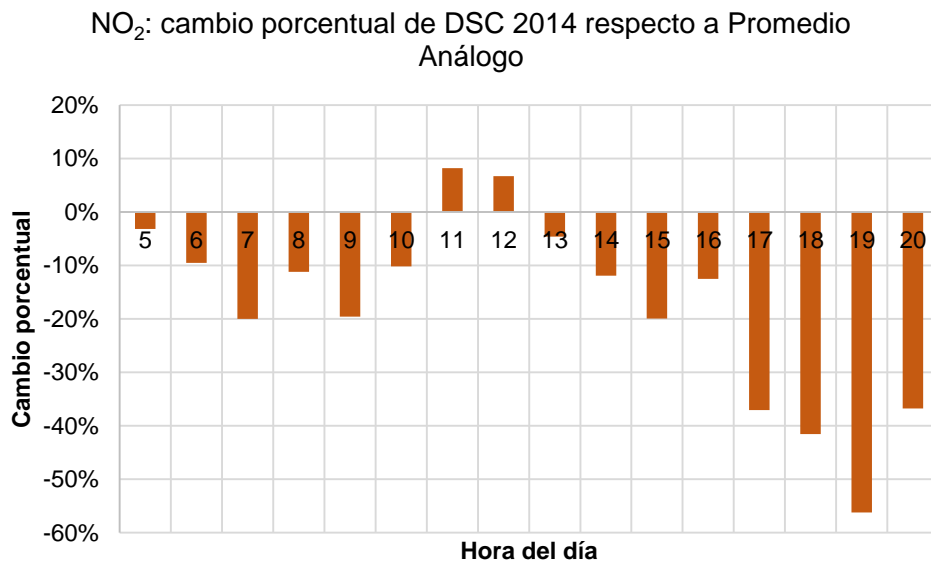


Figura 11. NO₂: cambio porcentual de DSC 2014 respecto a promedio análogo para toda la ciudad.

5.4. Monóxido de carbono (CO)

De acuerdo a la Figura 12, la concentración de CO presentó un nivel comparable con el promedio de días análogos en el corte de las 08:00 p.m.

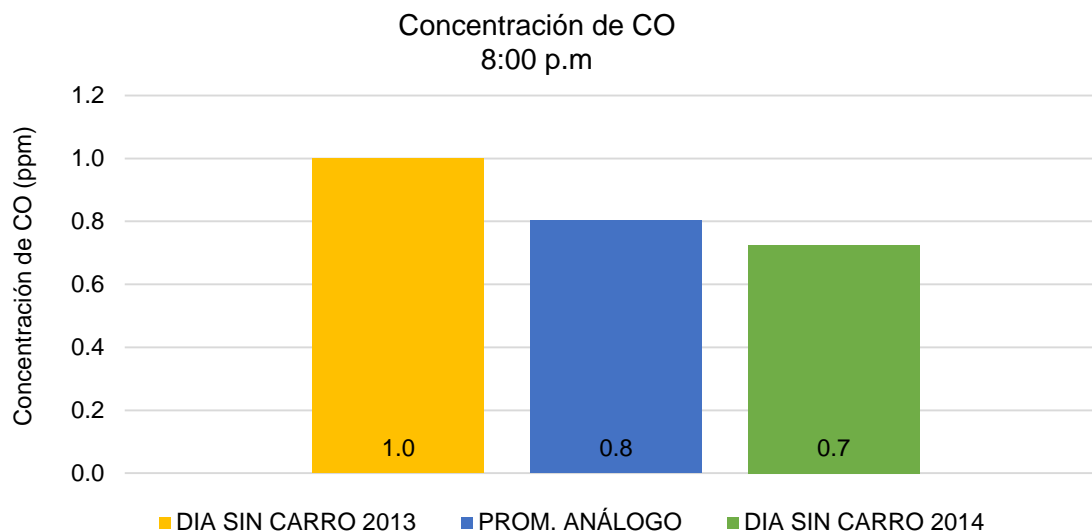


Figura 12. Comportamiento del monóxido de carbono (CO): Día sin Carro 2013, promedio de Días Análogos y Día sin Carro 2014. Corte de 08:00 p.m.

La reducción más significativa de concentración se presentó en la estación de Las Ferias, Tabla 4. Aunque hubo una disminución generalizada de la concentración promedio de ciudad, las estaciones de Kennedy y Carvajal mostraron incrementos.

Tabla 4. CO: Comportamiento en las jornadas del DSC en los años 2013 y 2014 para cada una de las estaciones de la RMCAB.

Estación	DSC 07/02/2013	Promedio días análogos	DSC 06/02/2014	% de cambio respecto a días análogos
Las Ferias (Carrefour)	0.8	1.1	0.5	-51%
Fontibón	0.5	0.5	0.4	-24%
Puente Aranda	1.1	1.0	0.8	-21%
Kennedy	0.9	0.7	0.8	11%
Carvajal	1.3	1.3	1.7	33%
Tunal	0.8	0.9	0.9	1%
Promedio ciudad	0.9	0.9	0.9	-8%

Los datos de esta tabla corresponden al promedio entre las 05:00 a.m. y las 08:00 p.m. para cada estación.

De acuerdo a la Figura 13, las mayores concentraciones de monóxido de carbono se observan entre 07:00 a.m. y 10:00 a.m. Las concentraciones observadas durante la jornada del DSC 2014 son menores al promedio de días análogos.

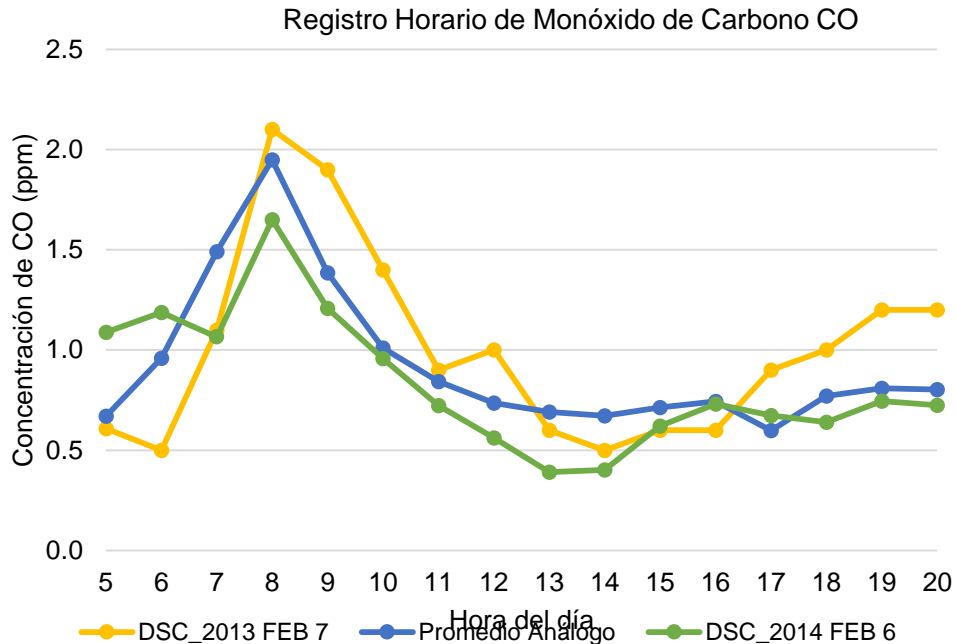


Figura 13. Registro horario de CO durante la jornada del DSC 2014. Comparación con promedio de días análogos y DSC 2013.

De acuerdo a la Figura 14, en el DSC 2014 se aprecia una reducción de 8% de este contaminante entre las 05:00 a.m. y las 08:00 p.m. como promedio ciudad. Este comportamiento estaría asociado a la menor circulación de vehículos particulares. Las horas de aumento de CO se presentaron cuando aún no había iniciado la jornada del día sin carro.

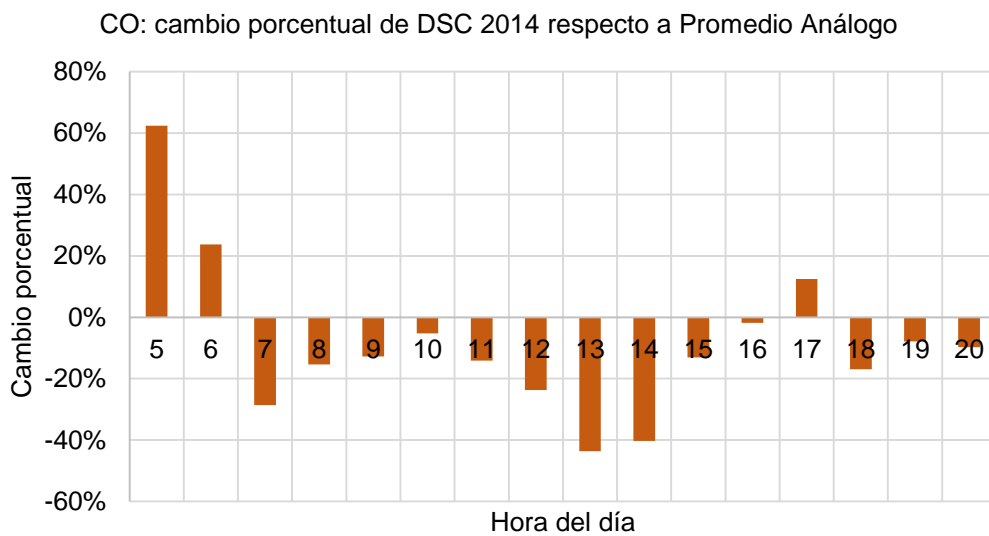


Figura 14. CO: cambio porcentual de DSC 2014 respecto a promedio análogo para toda la ciudad.

Resumen

Las concentraciones de los contaminantes O₃, NO₂ y CO muestran una disminución en comparación con el promedio de días análogos, lo cual se explica por la menor circulación de vehículos particulares durante la jornada del DSC 2014. Por el contrario, el PM₁₀ muestra un aumento, el cual está asociado al uso de combustible diésel, principalmente en vehículos de transporte público.

Los valores reportados de concentraciones para el DSC 2013 son solo una referencia dado que las condiciones atmosféricas con respecto al DSC 2014 son diferentes.