



INFORME DÍA SIN MOTO AGOSTO 3 DE 2013

Con el fin de evaluar el aporte a la contaminación atmosférica generada por la circulación de las motos en Bucaramanga y su área metropolitana las Alcaldías de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, promovieron el desarrollo del día sin moto, actividad para la cual la CDMB realizó el monitoreo de los parámetros establecidos por la Resolución No. 610 de 2010, en lo que respecta a calidad del aire.

La jornada del día sin moto se realizó el día 3 de agosto de 2013 en el horario de 00:00 hasta las 24:00 horas.

La CDMB ha conformado una red con estaciones automáticas de calidad del aire ubicadas en el Hospital del Norte, La Ciudadela (Calle de los Estudiantes - Colegio Aurelio Martínez Mutis), El Centro (Carrera 15 - Calle 34), Cabecera (Carrera 33 - Calle 52) y Floridablanca (Sede Edificio Telebucaramanga Zona Sur).

La estación El Centro no fue monitoreada debido a que se encuentra en proceso de mantenimiento, además que dicha estación monitorea principalmente las emisiones generadas por transporte público convencional y Transporte masivo.

Para efectos de análisis de los diferentes parámetros monitoreados, se tomaron los datos horarios de cuatro sábados del último mes (6, 13, 20 y 27 de julio de 2013).



1. DESCRIPCIÓN DE LOS CONTAMINANTES MONITOREADOS

El parque automotor por efecto de su circulación emite a la atmósfera una serie de contaminantes como material particulado en suspensión, especialmente aquellos que trabajan con ACPM, Monóxido de Carbono, Dióxido de Azufre, Óxidos de Nitrógeno e Hidrocarburos. La reacción de estos dos últimos trae consigo la formación de un contaminante típico de zonas urbanas, denominado Ozono troposférico. Todos estos contaminantes, a excepción de los Hidrocarburos son determinados en tiempo real por la red de monitoreo de calidad del aire.

1.1. Monóxido de Carbono¹(CO): Es un gas incoloro, inodoro y muy tóxico, que se produce por la combustión incompleta de sustancias que contienen carbono, como la gasolina y el diesel. Una de las principales fuentes de contaminación del aire por este gas la constituyen los vehículos con motores a gasolina.

1.2. Dióxidos de nitrógeno² (NO₂): Es el principal contaminante entre varios óxidos de nitrógeno ya que se forma como subproducto en todas las combustiones llevadas a cabo a altas temperaturas. El dióxido de nitrógeno es de color marrón amarillento. Se forma de los procesos de combustión a altas temperaturas, como en los vehículos motorizados. También es un gas tóxico, irritante y precursor de la formación de partículas de nitrato. Estas llevan a la producción de ácido y elevados niveles de PM 2.5 en el ambiente.

La reacción del dióxido de nitrógeno con el vapor de agua de la atmósfera conduce a la formación del ácido nítrico (HNO₃), que es un componente importante de la lluvia ácida. El dióxido de nitrógeno (NO₂) también reacciona con la luz del sol, que conduce a la formación del ozono y de nieblas de humo en el aire que respiramos.

1.3. Ozono y otros oxidantes fotoquímicos (O₃): El oxidante que se encuentra en mayor concentración en la atmósfera contaminada es el ozono y su presencia persiste durante una parte considerable del día. El 90% del ozono total existente en la atmósfera, se encuentra y se forma en la estratosfera, a una altura entre los 12 a 40 Km sobre la superficie terrestre, siendo este el que protege a la tierra de las radiaciones ultravioletas del sol. El resto del ozono que existe en la atmósfera se encuentra y se forma en la troposfera y se considera un contaminante atmosférico secundario, es decir, que no es emitido directamente a la atmósfera, sino que se forma a través de reacciones activadas por la luz solar (fotoquímicas) entre otros contaminantes primarios. Los principales precursores del ozono son los óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles, que se emiten de forma natural o a consecuencia de las actividades humanas. Estas especies químicas, al

¹www.envtox.ucdavis.edu/cehs/TOXINS/SPANISH/carbonmonoxide.htm

² Air quality Index. Aguide air quality and your health. www.epa.gov/airnow/aqi_bw.pdf



reaccionar en unas condiciones meteorológicas determinadas de altas temperaturas y radiación solar intensa, producen el consiguiente aumento de concentración de ozono. El tráfico vehicular es una de las principales fuentes de emisión de óxidos de nitrógeno, precursores del ozono.

1.4. Material Particulado: Es el término utilizado para definir una mezcla de partículas sólidas y líquidas encontradas en el aire. Algunas de estas partículas son tan grandes y oscuras que pueden ser vistas, tales como el hollín y el humo. Otras son tan pequeñas que solamente pueden ser detectadas mediante la utilización de un microscopio electrónico. Estas partículas, que se producen en una gran variedad de tamaños (“finas” cuando son menores a 2,5 micras en diámetro y de mayor tamaño cuando son mayores a 2,5 micras), son originadas por diferentes fuentes móviles y estacionarias, así como por fuentes naturales.

Las partículas de mayor tamaño (PM10) son generalmente emitidas por fuentes tales como vehículos que se desplazan en carreteras, manipulación de materiales, operaciones de compactación y trituración, así como del polvo levantado por el viento. Algunas partículas son emitidas directamente por sus fuentes, como chimeneas industriales y exostos de vehículos.

En otros casos, gases como el SO₂, el NO_x y los VOC's interactúan con otros compuestos en el aire para formar partículas finas, cuya composición varía dependiendo de la localización geográfica, época del año y clima.

1.5. Dióxidos de Azufre³(SO₂): Es el principal causante de la lluvia ácida ya que en la atmósfera es transformado en ácido sulfúrico. Es liberado en muchos procesos de combustión ya que los combustibles como el carbón, el petróleo, el diesel o el gas natural contienen ciertas cantidades de compuestos azufrados.

La exposición a contaminantes del aire puede causar efectos agudos (ocurre a lo largo de un periodo corto de exposición, por lo general minutos u horas) y crónicos (que ocurre por un periodo de tiempo largo de exposición, es decir, un año o más) en la salud. Usualmente, los efectos agudos son inmediatos e irreversibles cuando cesa la exposición al contaminante. A veces los efectos crónicos tardan en manifestarse, duran indefinidamente y tienden a ser irreversibles⁴.

³ Asociación Española de Toxicología (AET).

⁴ Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ATSDR). Glosario de términos.



2. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES SOBRE LA SALUD

A continuación se presentan los contaminantes convencionales que de alguna forma ocasionan efectos en la salud de los seres humanos dependiendo de su nivel de exposición.

Material particulado: El material particulado inhalable incluye las partículas finas y las de mayor tamaño (PM2.5 y PM10). Estas partículas se acumulan en el sistema respiratorio, logrando inclusive penetrar dentro de los pulmones y están relacionadas con numerosos efectos en la salud. La exposición al PM10 está asociada primordialmente con la agudización de enfermedades respiratorias. Las partículas finas se asocian con efectos tales como el incremento en la admisión de personas a los hospitales por problemas cardíacos y pulmonares, incremento de las enfermedades respiratorias, reducción de las funciones pulmonares, cáncer pulmonar e inclusive muerte prematura. Los grupos sensibles de mayor riesgo incluyen ancianos, niños y personas con problemas cardio-pulmonares como asma.

Dióxido de nitrógeno: En cortos periodos de exposición (menor a 24 horas)⁵ ocasiona cambios en la función pulmonar, daño en las paredes capilares, causando edema luego de un período de latencia de 2-24 horas. Los síntomas típicos de la intoxicación aguda son ardor y lagrimeo de los ojos, tos, disnea y finalmente, la muerte.

En largos periodos de exposición⁶ produce alteraciones irreversibles en la estructura de los pulmones, cambios de la función pulmonar en asmáticos, asociación con la hemoglobina produciendo metahemoglobina y que en concentraciones altas causa bronquiolitis obliterante, fibrosis bronquial y enfisema.

Dióxido de Azufre⁷: En cortos periodos de exposición (menor a 24 horas) los efectos incluyen reducciones en el volumen de expiración por un segundo, aumento en la resistencia específica al aire, y síntomas tales como disminución de la capacidad pulmonar. Estos efectos pueden ser incrementados a través de ejercitación que aumenta el volumen de aire inhalado, dado que permite el SO₂ penetrar más lejos en el tracto respiratorio.

En exposiciones en periodos mayores a 24 horas: A bajos niveles de exposición (promedios anuales por debajo de 50 µg/m³); niveles diarios usualmente que no excedan 125 µg/m³ y en admisiones por urgencias en hospitales para causas respiratorias y enfermedad pulmonar crónica obstructiva, han sido consistentemente demostradas.

⁵ Valores guía para contaminantes clásicos, según la OMS, basados en efectos conocidos para la salud.

⁶ Health and Environmental Effects Nitrogen Dioxide. Environmental Protection Agency (EPA).

⁷ Guidelines for Air Quality, World Health Organization, Geneva 2000



En largos periodos de exposición se encontraron la prevalencia de síntomas respiratorios, frecuencias de enfermedades respiratorias, o diferencias en funciones pulmonares.

El nivel adverso bajo observado del efecto de SO₂ se juzgó para estar en un promedio anual de 78 µg/m³ (31 ppb) cuando se presenta con Partículas Suspendidas Totales (PST). Estudios recientes relacionan fuentes industriales de SO₂, o a la mezcla urbana de contaminantes atmosféricos, se han demostrado efectos adversos por debajo de estos niveles. Pero hay una mayor dificultad en la interpretación ya que los efectos no solo son por las condiciones actuales, sino por la contaminación a través de los años. Sin embargo, estudios de diferencias de mortalidad entre áreas con niveles de contaminación, indican que la mortalidad se encuentra más asociada con PST que con los SO₂.

Monóxido de Carbono⁸: Los efectos del monóxido de carbono en la salud humana son consecuencia de su capacidad para combinarse en forma casi irreversible con la hemoglobina, produciendo carboxihemoglobina, la cual se forma al desplazar un átomo de hierro, estableciendo una fuerte unión con la hemoglobina, impidiendo su remoción de la sangre. El transporte de oxígeno por la sangre, desde los pulmones hasta los tejidos, asegurado por la oxihemoglobina (hemoglobina combinada con el oxígeno) queda así comprometido debido a la ocupación del centro activo de la hemoglobina por el monóxido de carbono. Los diferentes niveles de carboxihemoglobina pueden provocar diferentes tipos de efectos en los individuos afectados, tales como dificultades respiratorias y asfixia. La transformación del 50% de hemoglobina en carboxihemoglobina puede conducir a la muerte.

La afinidad del monóxido de carbono por la hemoglobina, que es la que transporta el oxígeno en la sangre por nuestro organismo, es 250 veces mayor que la del oxígeno, formando carboxihemoglobina, disminuyendo la cantidad de oxígeno que llega a los distintos tejidos y actuando como agente asfixiante. Los efectos son más pronunciados e intensos en los fumadores y en los cardíacos. Los síntomas típicos son mareos, dolor de cabeza concentrado, náuseas, sonoridad en los oídos y golpeteo del corazón (latidos intensos). La exposición a altas concentraciones puede tener efectos graves permanentes, y en algunos casos, fatales. El aspirar niveles bajos del compuesto químico puede causar fatiga y aumentar el dolor en el pecho en las personas con enfermedades cardíacas crónicas.

Ozono y otros oxidantes fotoquímicos: Cortos periodos de exposición (menor a 24 horas)⁹: Para periodos de exposición menores a 5 horas y concentraciones menores a 0.15 ppm, según la Organización Panamericana de la Salud se presenta tos y dolores de cabeza. En individuos sanos, durante el ejercicio, disminuye la tasa máxima de flujo respiratorio y la capacidad vital forzada. Se

⁸ International Programme On Chemical Safety (IPCS)-Environmental Health Criteria 213 - www.who.int/pcs/docs/ehc_213.html

⁹ Efectos en la salud humana por exposición al ozono. Organización Panamericana de la Salud



presenta una disminución de la función pulmonar en niños y adultos durante ejercicio fuerte. Si la concentración aumenta a 0.24 ppm en una exposición menor a 3 horas, en individuos sanos durante el ejercicio se presenta incremento de la frecuencia respiratoria, disminución en la resistencia de las vías aéreas y disminución de la función pulmonar.

Largos periodos de exposición: La exposición a largo plazo del ozono puede causar engrosamiento de los bronquios respiratorios terminales, Bronquitis crónica, fibrosis y cambios enfisematosos. Se observan en diferentes especies expuestas al ozono en concentraciones un poco mayores de 1 ppm. El ozono causa respiración superficial rápida y disminución de la adaptabilidad pulmonar, y síntomas subjetivos como tos, opresión torácica y sequedad de fauces con concentraciones de 0,25 a 0,75 ppm.



3. RESULTADOS COMPARATIVOS DE CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES DURANTE EL DÍA SIN MOTO:

La contaminación registrada en las zonas objeto de monitoreo de calidad del aire en el área metropolitana de Bucaramanga, se manifiesta principalmente en términos de concentraciones significativas de material particulado menor a diez micras [PM10], Ozono [O3] y Dióxido de Nitrógeno [NO₂], Dióxido de Azufre [SO₂], Monóxido de Carbono [CO] debido principalmente al considerable tránsito de vehículos con motores de combustión interna, que utilizan combustibles como gasolina y ACPM que es fuente principal de formación de estos compuestos.

3.1. ESTACION CABECERA: carrera 33 con calle 52. Como resultado del estudio puntual de calidad del aire realizado sobre esta arteria principal del barrio Cabecera del Llano, zona con gran circulación de vehículos de servicio público (Buses, taxis), además de servicio particular como motos, el impacto del día sin moto comparado con el obtenido en un día normal, resultó de la siguiente manera:

| Contaminante | Valor porcentual de disminución o aumento de la concentración |
|-----------------|---|
| NO ₂ | 22 % Disminuyó |
| PM10 | 3 % Disminuyó |
| CO | 76 % Disminuyó |

3.2. ESTACION CIUDADELA: Calle de los Estudiantes, Ciudadela Real de Minas. En esta estación se caracteriza la influencia principal de los buses de transporte público escolar conformado por buses que utilizan diesel y microbuses, además de gran circulación de motos que necesitan gasolina para su funcionamiento. Es importante tener en cuenta que los días sábados no funcionan a plenitud todos los establecimientos educativos de la zona, por lo que la afluencia de transporte en motos no es significativa de la actividad que se sucede en día entre semana.

| Contaminante | Valor porcentual de disminución o aumento de la concentración |
|-----------------|---|
| PM10 | 19 % Disminuyó |
| CO | 22 % Disminuyó |
| NO ₂ | 5 % Disminuyó |

3.3. ESTACION FLORIDABLANCA: Edificio TELEBUCARAMANGA zona sur frente al Centro Comercial Cañaveral. Esta estación se caracteriza por la



circulación constante de vehículos tanto de transporte público como particular, debido a que es una zona habitacional y comercial concurrida, dado que en este punto se presenta la salida hacia Bucaramanga de la población que reside en los barrios Lagos, Ciudad Valencia y el sector de Cañaveral, al igual que la llegada de visitantes asiduos a este sector comercial:

| Contaminante | Valor porcentual de disminución de la concentración |
|--------------|---|
| 03 | 13 % Disminuyó |

3.4. ESTACION NORTE: Hospital Local del Norte. Esta estación se caracteriza por una circulación reducida tanto de vehículos de transporte público como particular, debido a que es una zona habitacional y hospitalaria, ya que en este punto se presenta el ingreso al hospital del Norte y a los barrios Minuto de Dios, Colseguros Norte y a la parte alta del barrio Kennedy:

| Contaminante | Valor porcentual de disminución de la concentración |
|--------------|---|
| O3 | 25 % Disminuyó |

4. COMPARACIÓN DE LOS VALORES REPORTADOS CON RESPECTO A LA NORMA

A continuación se presenta la comparación de los valores reportados el día 3 de agosto con los valores establecidos en la norma

ESTACIÓN CABECERA

| PARAMETRO | % REDUCCIÓN | INTERVALO | UNIDAD DE MEDIDA | VALOR REPORTADO | VALOR DE LA NORMA |
|-----------|-------------|----------------------|------------------|-----------------|-------------------|
| PM10 | 3 | Promedio en 24 horas | Microgramo/m3 | 53 | 100 |
| CO | 76 | Máximo en 1 hora | ppm | 1.3 | 35 |
| NO2 | 22 | Máximo en 1 hora | Ppb | 35.3 | 106 |
| | | Promedio en 24 horas | ppb | 21.7 | 80 |

ESTACIÓN CIUDADELA

| PARAMETRO | % REDUCCIÓN | INTERVALO | UNIDAD DE MEDIDA | VALOR REPORTADO | VALOR DE LA NORMA |
|-----------|-------------|-----------|------------------|-----------------|-------------------|
|-----------|-------------|-----------|------------------|-----------------|-------------------|



| | | | | | |
|------|----|----------------------|---------------|------|-----|
| PM10 | 19 | Promedio en 24 horas | Microgramo/m3 | 34.4 | 100 |
| CO | 22 | Máximo en 1 hora | ppm | 1.3 | 35 |
| NO2 | 5 | Máximo en 1 hora | Ppb | 22.1 | 106 |
| | | Promedio en 24 horas | ppb | 13.9 | 80 |

ESTACIÓN NORTE

| PARAMETRO | % REDUCCIÓN | INTERVALO | UNIDAD DE MEDIDA | VALOR REPORTADO | VALOR DE LA NORMA |
|-----------|-------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------|
| O3 | 25 | Máximo en 1 hora | ppb | 48.2 | 61 |

ESTACIÓN FLORIDABLANCA

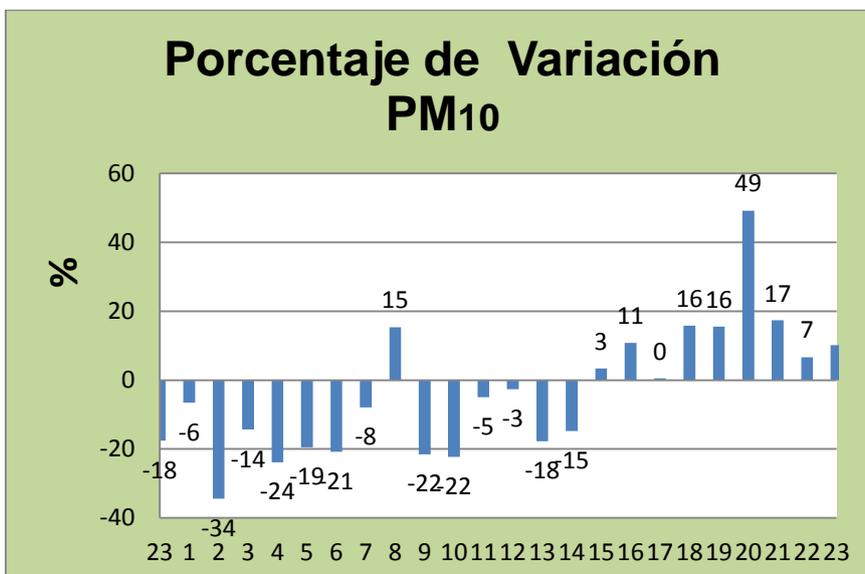
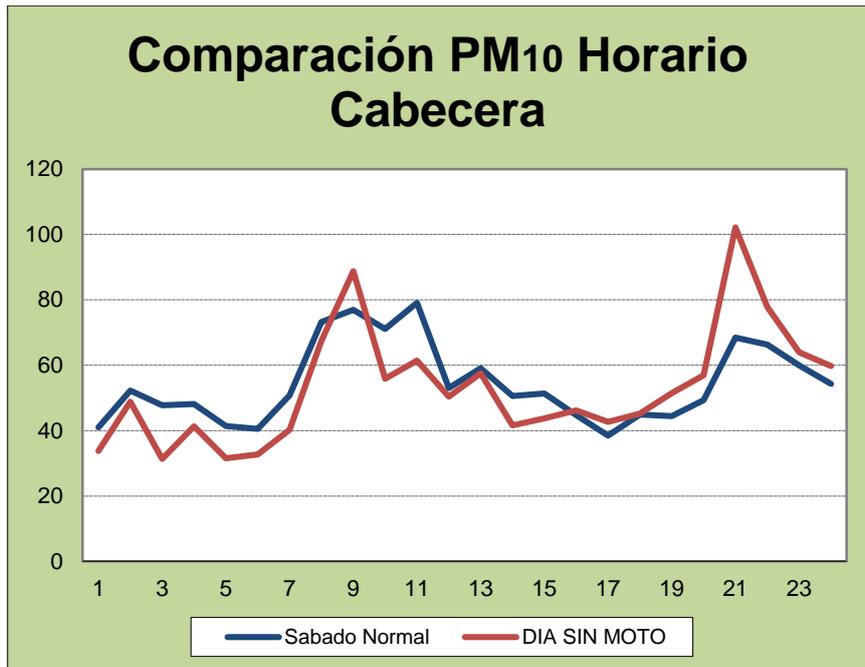
| PARAMETRO | % REDUCCIÓN | INTERVALO | UNIDAD DE MEDIDA | VALOR REPORTADO | VALOR DE LA NORMA |
|-----------|-------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------|
| O3 | 13 | Máximo en 1 hora | ppb | 29.3 | 61 |



5. GRAFICAS

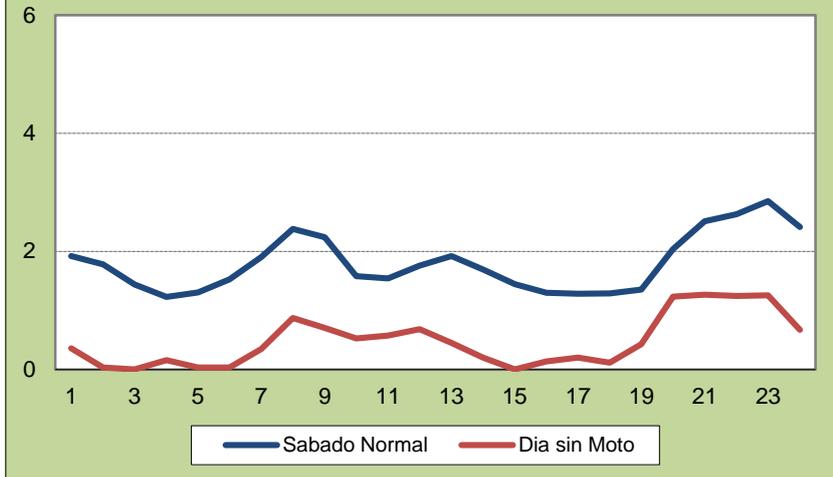
A continuación se presentan las gráficas de cada contaminante por estación y los valores de reducción con respecto al comportamiento horario del muestreo

ESTACION CABECERA

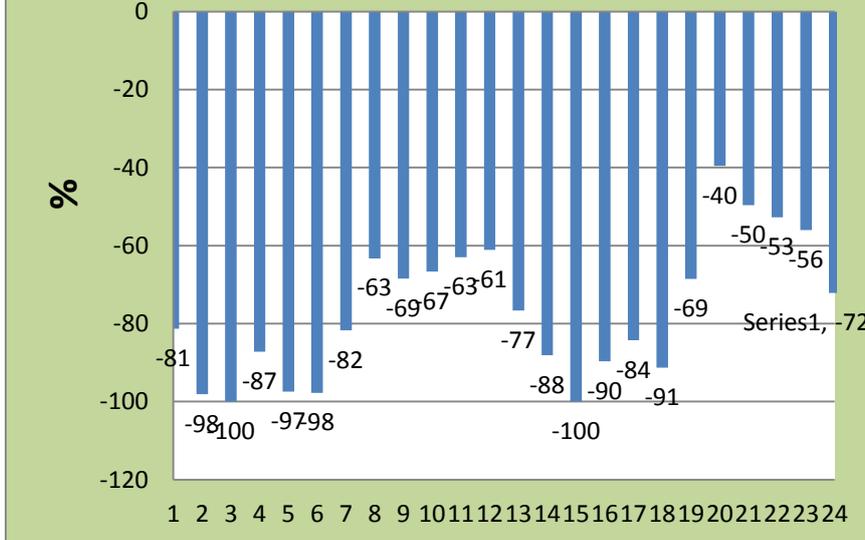




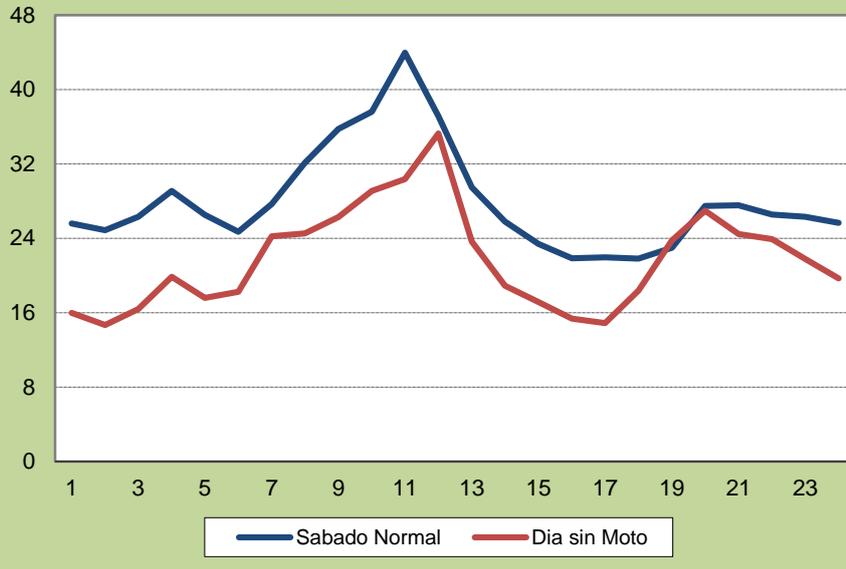
Comparación CO Horario Cabecera



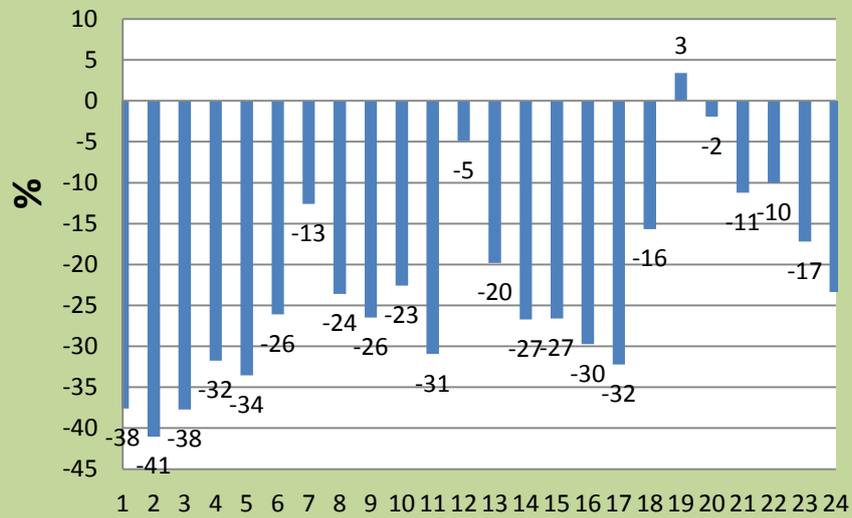
Porcentaje de Variación CO



Comparación NO₂ Horario Cabecera

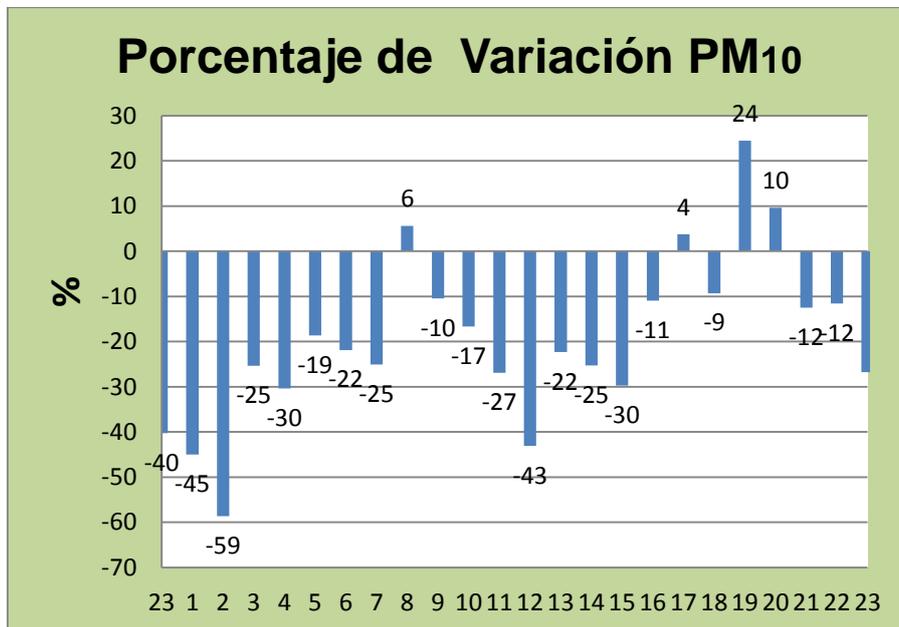
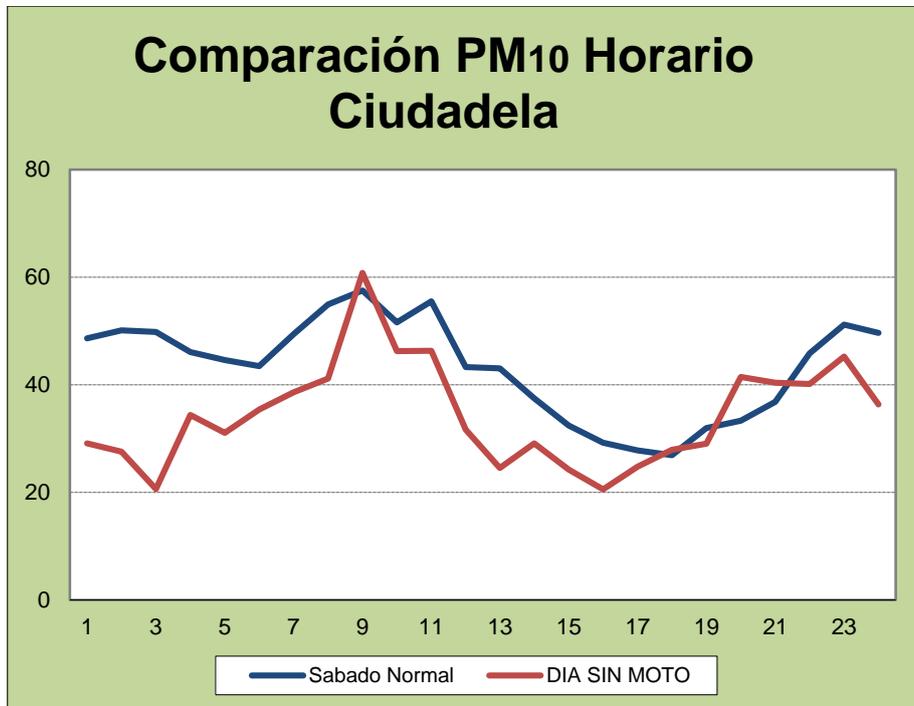


Porcentaje de Variación NO₂



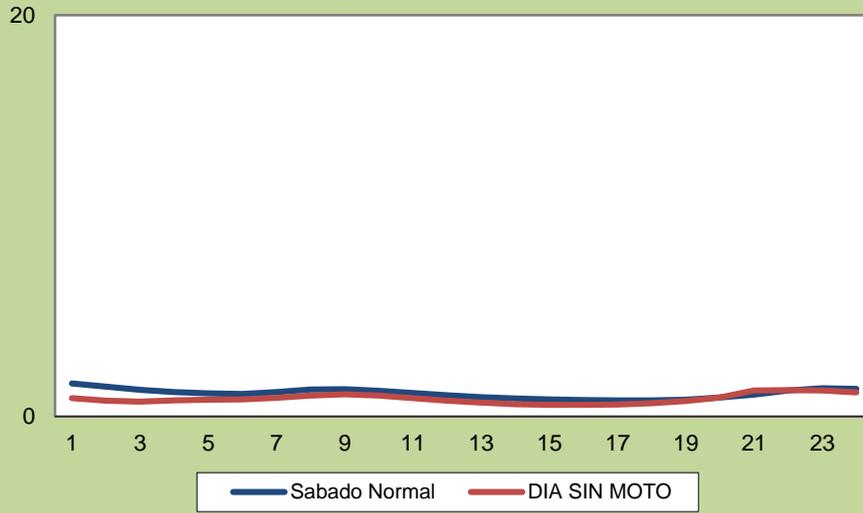


ESTACIONES CIUDADELA

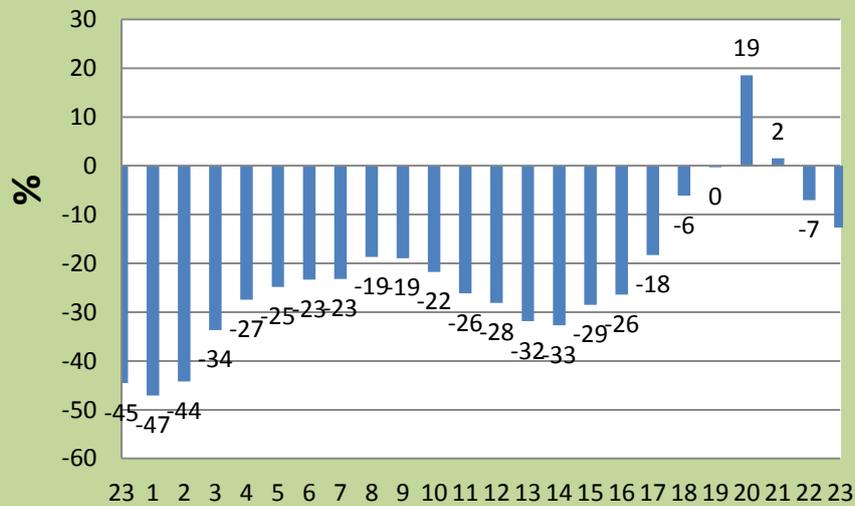




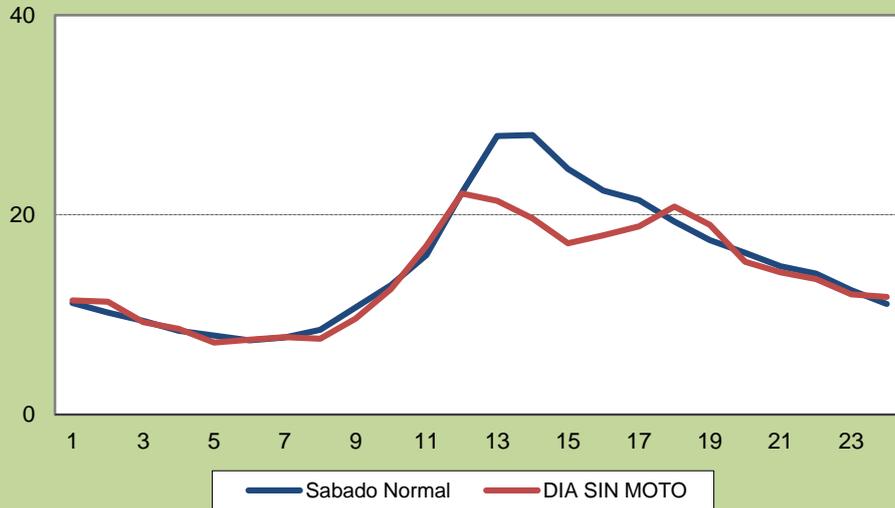
Comparación CO Horario Ciudadela



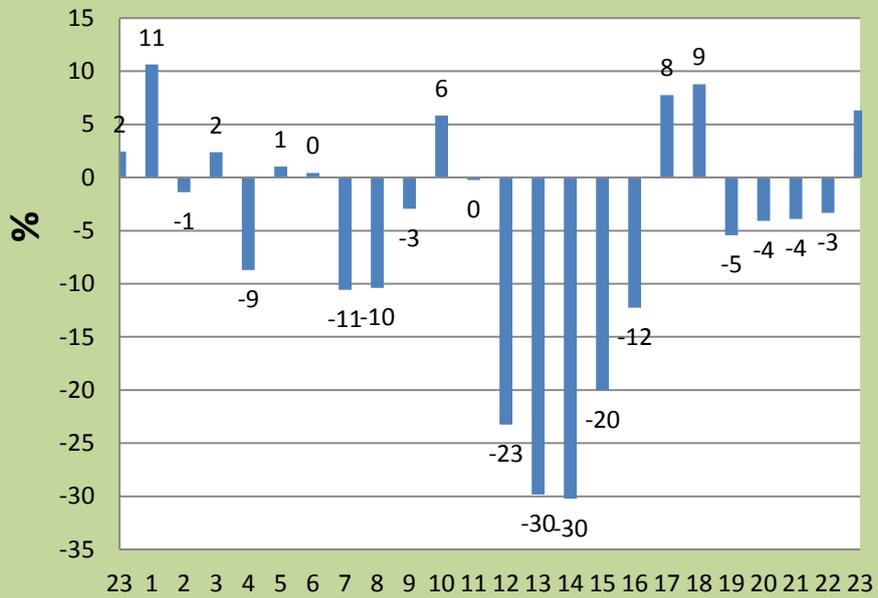
Porcentaje de Variación CO



Comparación NO2 Horario Ciudadela

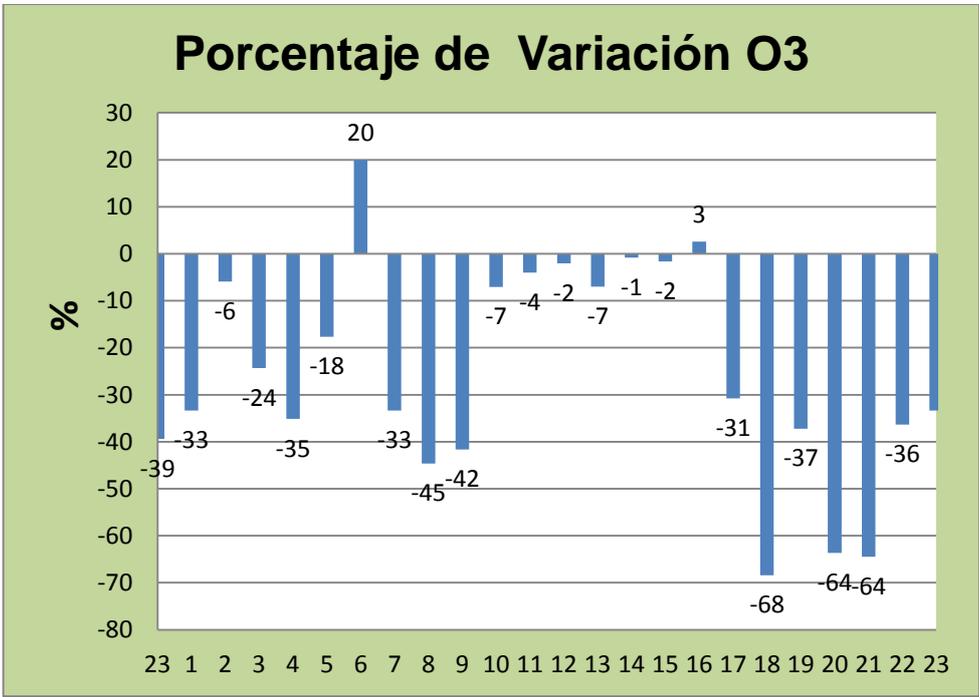
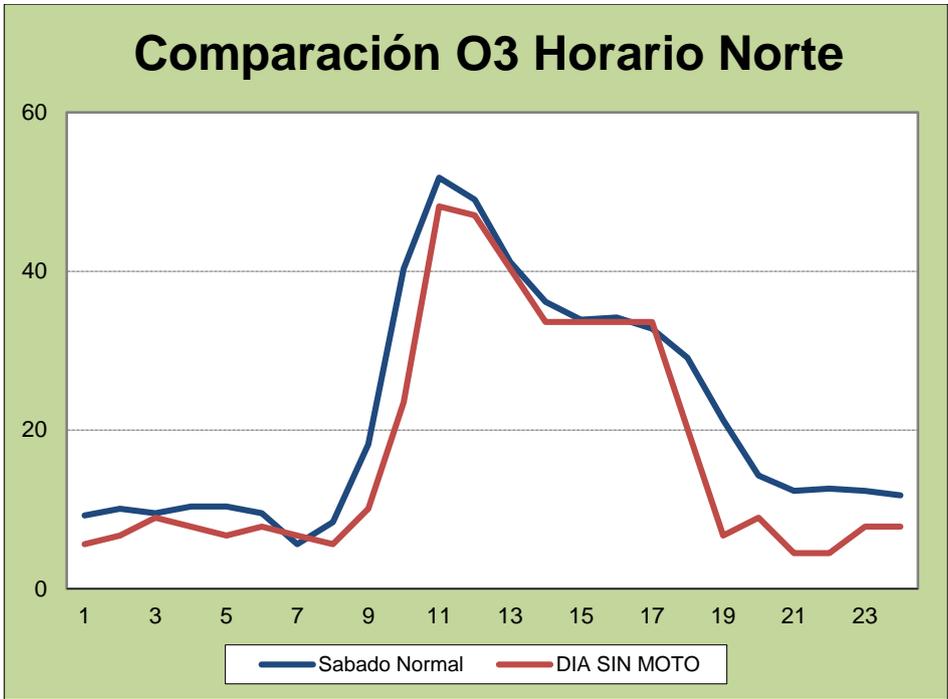


Porcentaje de Variación NO2



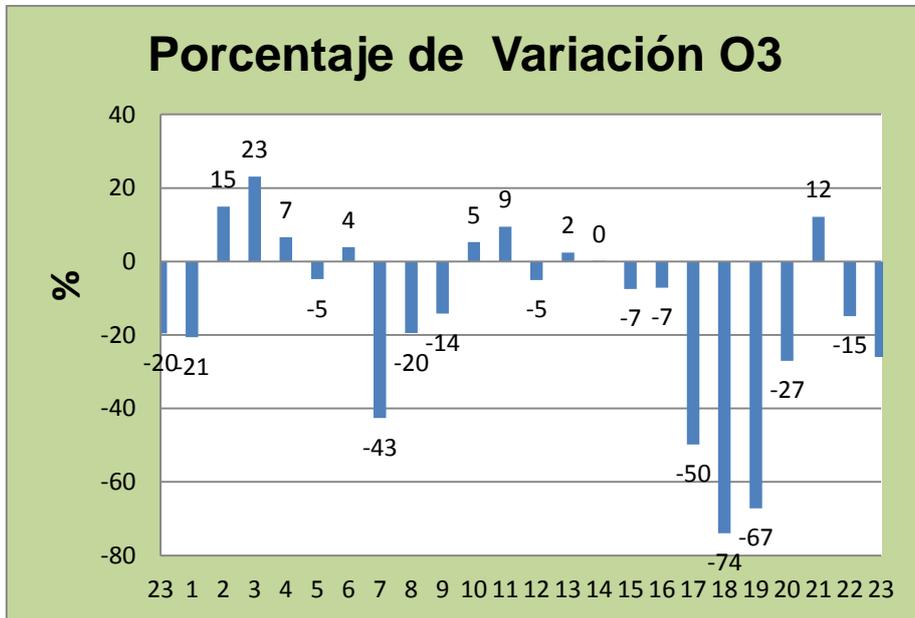
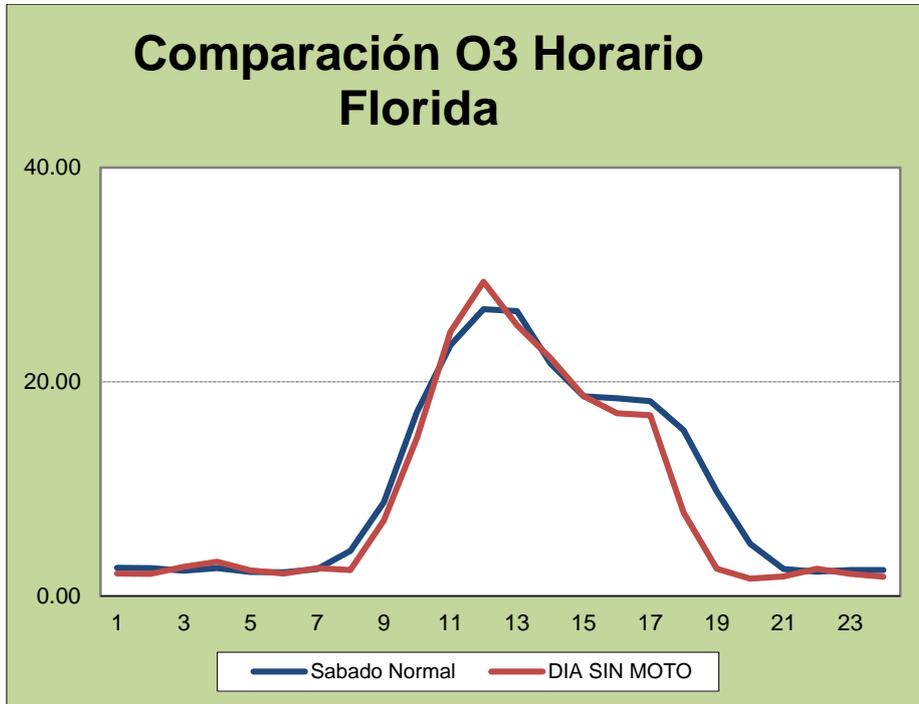


ESTACION NORTE





ESTACION FLORIDABLANCA





6. CONCLUSIONES DEL ANALISIS DE LOS PARAMETROS DE CALIDAD DEL AIRE EN EL DÍA SIN MOTO

- La información de comparación de cada contaminante fue tomada del promedio de cada hora de los cuatro sábados anteriores a la realización del día sin moto.
- El resultado del porcentaje de disminución o aumento de los niveles de cada contaminante, son los siguientes:

| Estación | PM10 [%] | NO2 [%] | CO [%] | O3 [%] | SO2 [%] |
|---------------|-------------|------------|-----------|-----------|------------|
| Cabecera | 3- | 22- | 76- | | |
| Ciudadela | 19- | 5- | 22- | | |
| Floridablanca | | | | 13+ | |
| Norte | | | | 25- | |

- Disminuyó
- + Aumentó

- Se observó reducción significativa, con respecto a los promedios de los últimos sábados, de los niveles de CO en la estación Cabecera, la cual es la estación más representativa para la medición del aporte de contaminantes por encontrarse a nivel de piso.
- Es importante resaltar que los valores de contaminación en todos los parámetros medidos de calidad del aire en las diferentes estaciones de la CDMB se encuentran siempre por debajo de los límites permitidos por la norma.
- Es importante anotar que en el sector de la Ciudadela Real de Minas, se observó una reducción de los valores en los niveles de contaminación a pesar de que el día sin moto se desarrolló el sábado 3 de agosto, que corresponde a un día en donde los establecimientos educativos no trabajan a plenitud.
- Es interesante observar que en la estación de cabecera el día sin carro el CO presentó un aumento del 79% con respecto al promedio de los cuatro últimos miércoles anterior al 5 de junio y en la medición de este mismo contaminante en el día sin moto, se presentó una disminución del 76% con respecto al promedio de los últimos cuatro sábados anteriores al 3 de agosto.



Informe elaborado por:

PAULA CAMILA BRAVO
Ingeniera de Sistemas

ELKIN BERMUDEZ
Ingeniero Electrónico

CARLOS MAURICIO TORRES G.
Coordinador Grupo IIA

Agradecemos la colaboración recibida por parte del Ingeniero Electrónico Manuel Antonio Campos, quien nos colaboró en la puesta a punto de los equipos y la guía para la elaboración del informe