

Boletín Mensual de Calidad del Aire de Santiago de Cali

Mes de Marzo de 2015

3



| TABLA DE CONTENIDO | PAG. |
|---|------|
| Introducción | 2 |
| Localización de las Estaciones de Monitoreo del Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire | 2 |
| Comparación del comportamiento de los Contaminantes con la norma | 3 |
| Excedencias de Ozono | 4 |
| Análisis Meteorológico | 4 |
| Índice de Calidad del Aire de Cali | 5 |
| Comportamiento de los contaminantes según la hora del día | 6 |
| Comportamiento de los contaminantes según el día del mes | 8 |
| Glosario | 9 |

1. INTRODUCCIÓN

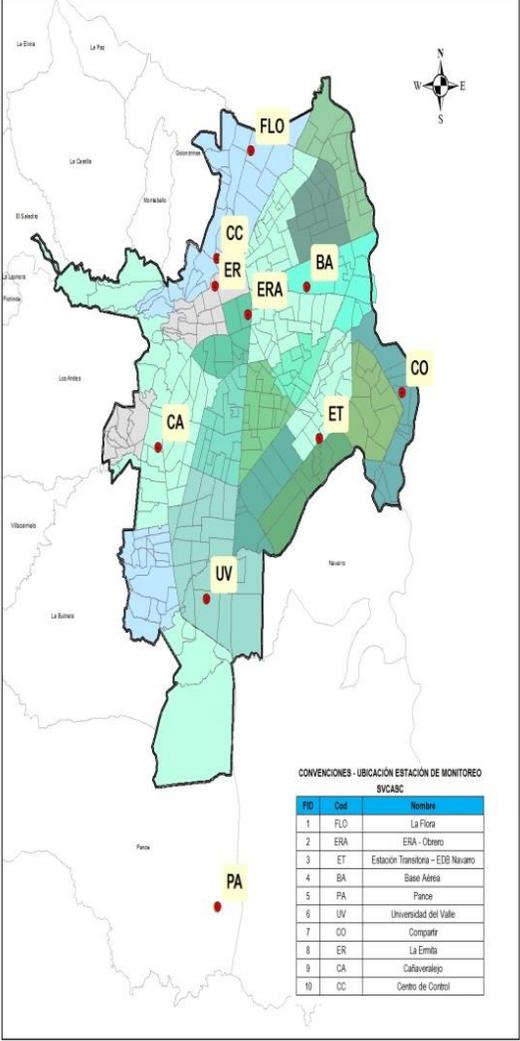
El Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire de Cali – SVCASC opera bajo la coordinación y administración del Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente –DAGMA, Grupo de Calidad del Aire.

2. LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

El SVCASC actualmente funciona con nueve (9) estaciones automáticas las cuales se listan a continuación:

1. Estación La Flora (Barrio La Flora – Zona Norte)
2. Estación ERA–Obrero (Barrio Obrero – Zona Centro).
3. Estación Transitoria EDB–Navarro (Barrio Poblado –Zona Oriente)
4. Estación Base Aérea (Barrio La Base – Zona Nororiente)
5. Estación Pance (Pance – Zona Rural o Punto Blanco)
6. Estación Univalle (Barrio Meléndez – Zona Sur)
7. Estación Compartir (Barrio Compartir – Zona Oriente)
8. Estación La Ermita (Zona Centro – Calle 15 con carrera 1)
9. Estación Cañaveralejo (Estación SITM-MIO Cañaveralejo Zona Suroccidente)

Para el mes de Marzo, el SVCASC muestra información de siete (7) estaciones de monitoreo las cuales son La Flora, Univalle, Pance, Transitoria – EDB–Navarro, Compartir, Cañaveralejo y La Ermita. Los resultados de las variables contaminantes y meteorológicas del mes son objeto de publicación en el presente Boletín.

| | Fotos Estaciones | Que Mide | Ubicación en el Mapa de Santiago de Cali | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|---|--|--|----|-----|--------|---|-----|----------|---|-----|--------------|---|----|------------------------------------|---|----|------------|---|----|-------|---|----|-----------------------|---|----|-----------|---|----|-----------|---|----|--------------|----|----|-------------------|
| 1 FLO |  | PM ₁₀ |  <p>CONVENIONES - UBICACIÓN ESTACIÓN DE MONITOREO SVCASC</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th>Cod</th> <th>Nombre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>FLO</td> <td>La Flora</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>ERA</td> <td>ERA - Obrero</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>ET</td> <td>Estación Transitoria - EDB Navarro</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>BA</td> <td>Base Aérea</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>PA</td> <td>Pance</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>UV</td> <td>Universidad del Valle</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>CO</td> <td>Compartir</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>ER</td> <td>La Ermita</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>CA</td> <td>Cañaveralejo</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>CC</td> <td>Centro de Control</td> </tr> </tbody> </table> | ID | Cod | Nombre | 1 | FLO | La Flora | 2 | ERA | ERA - Obrero | 3 | ET | Estación Transitoria - EDB Navarro | 4 | BA | Base Aérea | 5 | PA | Pance | 6 | UV | Universidad del Valle | 7 | CO | Compartir | 8 | ER | La Ermita | 9 | CA | Cañaveralejo | 10 | CC | Centro de Control |
| ID | Cod | Nombre | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | FLO | La Flora | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | ERA | ERA - Obrero | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | ET | Estación Transitoria - EDB Navarro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | BA | Base Aérea | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | PA | Pance | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | UV | Universidad del Valle | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | CO | Compartir | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | ER | La Ermita | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | CA | Cañaveralejo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | CC | Centro de Control | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 ERA |  | PM ₁₀ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 ET |  | PM _{2.5} | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 BA |  | PM _{2.5} O ₃ SO ₂ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 PAN |  | PM ₁₀ O ₃ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 UV |  | PM _{2.5} O ₃ NO ₂ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 COM |  | PM _{2.5} O ₃ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 ERM |  | PM ₁₀ SO ₂ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 CAÑ |  | PM ₁₀ SO ₂ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Mapa 1. Localización de las Estaciones de Monitoreo

3. ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS CONTAMINANTES Vs. LA NORMA

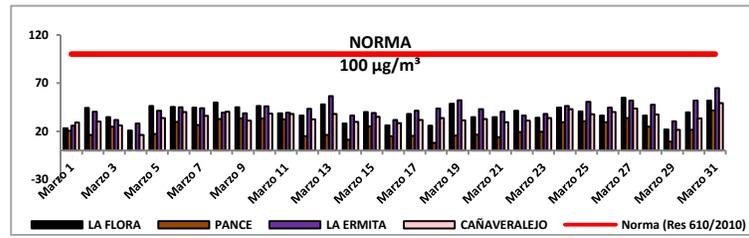
Las Gráficas No. 1 a la 8, presentan el comportamiento de contaminantes registrados en las Estaciones La Flora, Base Aérea, Univalle, Pance, Compartir, La Ermita, Cañaveralejo y Transitoria, y el contraste con la normativa ambiental (Según lo establecido en el Artículo Segundo de la Resolución 610 de 2010 del Ministerio de Ambiente que modificó la Resolución 601 de 2006).

Los datos registrados y analizados corresponden al mes de Marzo de 2015 para los contaminantes Material Particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}), Dióxido de Nitrógeno (NO₂), Dióxido de Azufre (SO₂) y Ozono Troposférico (O₃), en todas las estaciones de monitoreo de calidad del aire.

A continuación se muestran los resultados más relevantes:

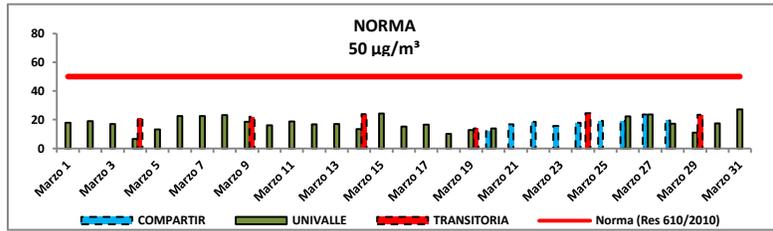
- Los Gráficos 1 y 2 muestran que los niveles de Material Particulado PM₁₀ y de PM_{2.5} están por debajo del límite máximo permisible en todos los sitios donde se miden partículas.
- Los niveles más altos de Material Particulado (PM₁₀) se registraron en las estaciones La Flora y la Ermita (Ver Gráficos 1 y 9). El promedio horario durante el mes fue de 38.7 µg/m³ en la estación La Flora.
- En la estación Univalle se registraron valores de Material Particulado (PM_{2.5}) (Ver Gráficos 2 y 10), en donde el promedio horario durante el mes fue de 17.5 µg/m³ en la zona sur de la ciudad
- Los niveles de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) no sobrepasan los límites máximo permisibles tanto horaria como diaria tal y como se muestra en las gráficas 3 y 4.
- Los niveles de Dióxido de Azufre (SO₂) no sobrepasan los límites máximo permisibles tanto horaria como diaria tal y como se muestra en las gráficas 5 y 6. El promedio horario durante el mes fue de 6.1 µg/m³ en la zona centro de la ciudad (Estación La Ermita).
- Los niveles de Ozono Troposférico (O₃) sobrepasan los niveles máximos permisibles. Las excedencias se registraron en horas cercanas al medio día, por lo que la alta radiación solar presenta una influencia en el incremento de este contaminante. Hay que tener en cuenta que las Gráficas 7 y 8 tienen en cuenta el valor máximo registrado en un día de monitoreo. Para un mayor detalle de las excedencias se hace un análisis adicional, el cual se muestra en la tabla 1

Parámetros Contaminantes - Contraste con la Norma Ambiental



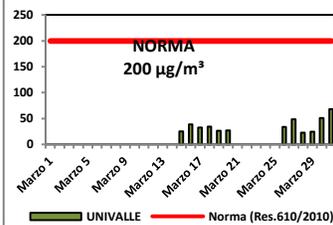
PM10
Promedio Mensual
(Datos horarios)
Estación La Flora
38.7 µg/m³

Gráfica No. 1. Comportamiento de PM10 - Promedio diario - 24 horas

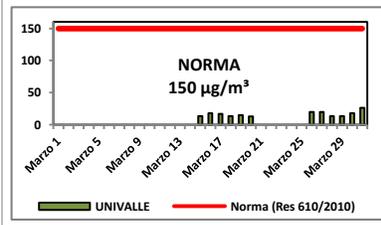


PM2.5
Promedio Mensual
(Datos horarios)
Estación Univalle
17.5 µg/m³

Gráfica No. 2. Comportamiento de PM2.5 Promedio diario - 24 horas

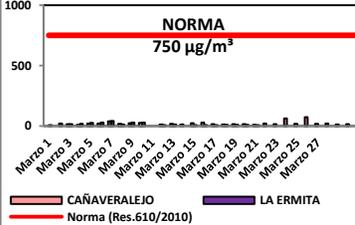


Gráfica No. 3. Comportamiento del Dióxido de Nitrógeno - Promedio 1 hora. Valor de hora máximo diario

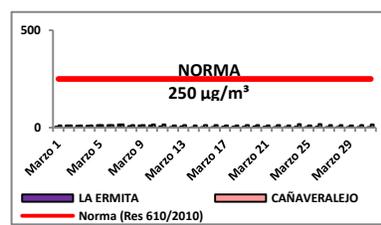


Gráfica No. 4. Comportamiento del Dióxido de Nitrógeno - Promedio 24 horas

NO₂
Promedio Mensual
(Datos horarios)
Estación Univalle
16.7 µg/m³

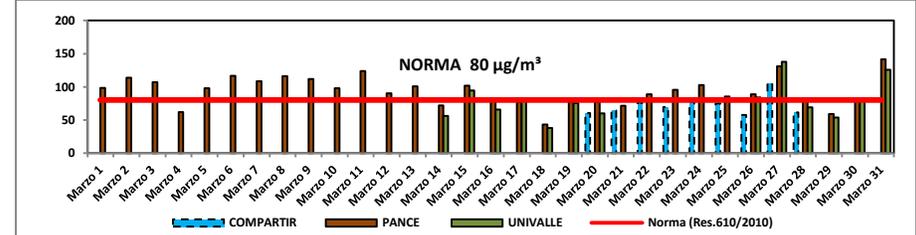


Gráfica No. 5. Comportamiento del Dióxido de Azufre - Promedio Móvil 3 horas. Valor de hora máximo diario

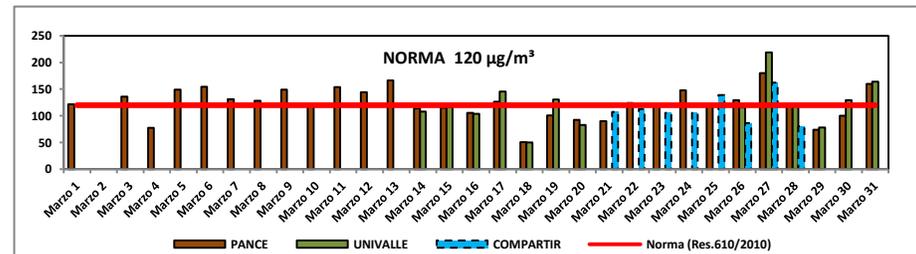


Gráfica No. 6. Comportamiento del Dióxido de Azufre - Promedio 24 horas

SO₂
Promedio Mensual
(Datos horarios)
Estación La Ermita
6.1 µg/m³



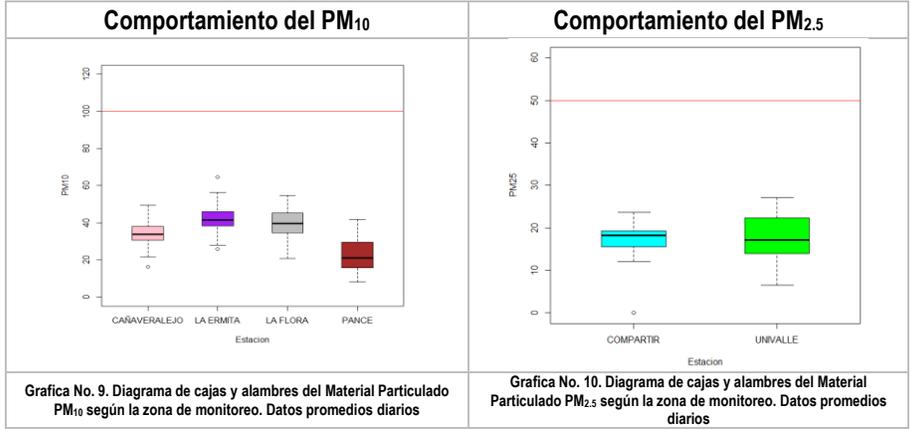
Gráfica No. 7. Comportamiento del Ozono Troposférico - Promedio móvil 8 horas. Valor de hora máximo diario



Gráfica No. 8. Comportamiento del Ozono Troposférico - Promedio 1 hora. Valor de hora máximo diario

Según la Gráfica 9 se observó que el comportamiento del promedio diario del Material Particulado PM_{10} en la ciudad de Cali, muestra un incremento en la estación que está ubicada en el centro de la ciudad (Estación La Ermita). En ninguno de los cuatro puntos de monitoreo se supera la norma de $100 \mu g/m^3$.

La Gráfica 10 muestra un comportamiento muy homogéneo del $PM_{2.5}$ tanto en el oriente como en el sur de la ciudad. En ninguna de las estaciones se supera la norma de $50 \mu g/m^3$.



4. EXCEDENCIAS DE OZONO

La Tabla 1 muestra que en los 4 puntos en donde se mide O_3 , se encontraron excedencias:

Norma 1h: En la estación Pance se registró el mayor porcentaje de excedencias

Norma 8h: En la estación Pance se registró el mayor porcentaje de excedencias

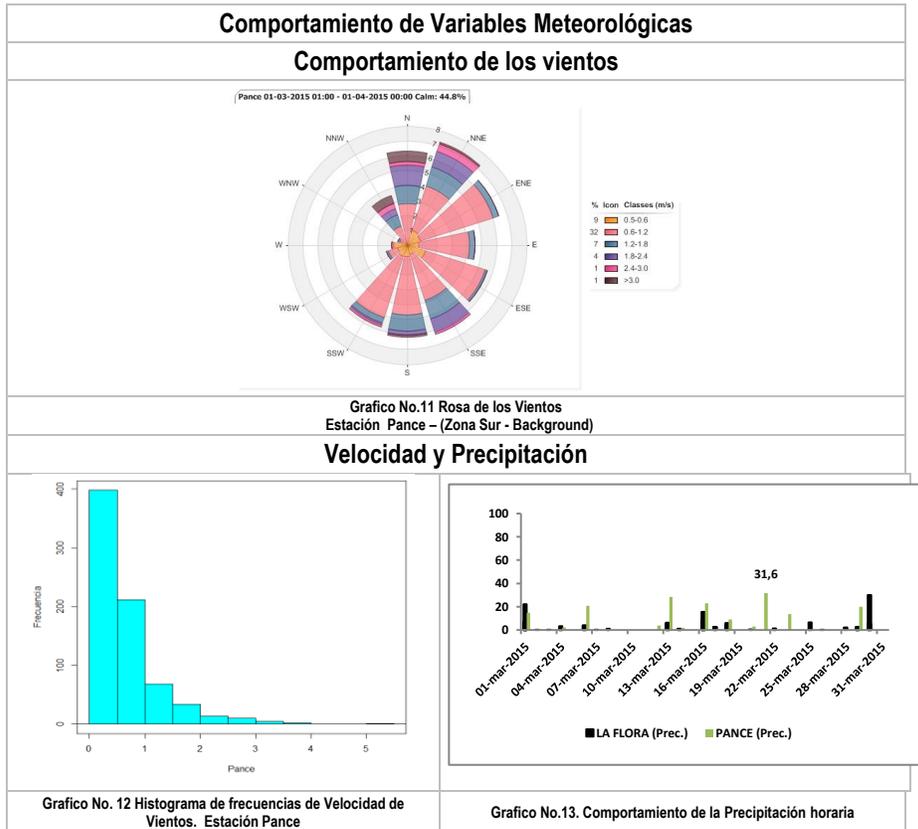
| ANÁLISIS DE LAS EXCEDENCIAS DE OZONO TROPOSFÉRICO | | ESTACIÓN | |
|---|---------------------------|----------|----------|
| | | PANCE | UNIVALLE |
| 1h (Norma 120 $\mu g/m^3$) | Excedencias en el Mes | 46 | 15 |
| | Total Datos en el Mes | 744 | 744 |
| | Porcentaje de Excedencias | 6.2% | 2.0% |
| 8h (Norma 80 $\mu g/m^3$) | Excedencias en el Mes | 129 | 28 |
| | Total Datos en el Mes | 744 | 744 |
| | Porcentaje de Excedencias | 17.3% | 3.8% |

Tabla 1. Excedencias de Ozono según Estaciones de Monitoreo

5. ANÁLISIS METEOROLÓGICO

En el mes de Marzo se reportaron datos meteorológicos en la Estación Pance (zona sur) y en la estación La Flora (zona Norte). Las Gráficas No. 11 a la 13 presentan el comportamiento de las variables meteorológicas para las variables Precipitación (mm), Velocidad del Viento (m/s) y la Rosa de los Vientos. En forma general se puede observar que:

- Sur (Estación Pance):** Los vientos predominantes no son claros ya que se observa en la gráfica vientos que provienen tanto del noroeste como el suroeste (Ver Gráfico 11).
- En la estación Pance se registraron 14 días de lluvias ligeras, mientras que en la estación La Flora se registraron 17 días de lluvia y según la Gráfica 14, la mayor frecuencia de precipitación se registró en la estación Pance con un nivel de 31.6 mm. El histograma de frecuencias de las velocidades de los vientos registrados en las estaciones La Flora y Pance muestran que la mayor frecuencia de estos están por debajo de 2 m/s según lo observado en la Gráfica 13.



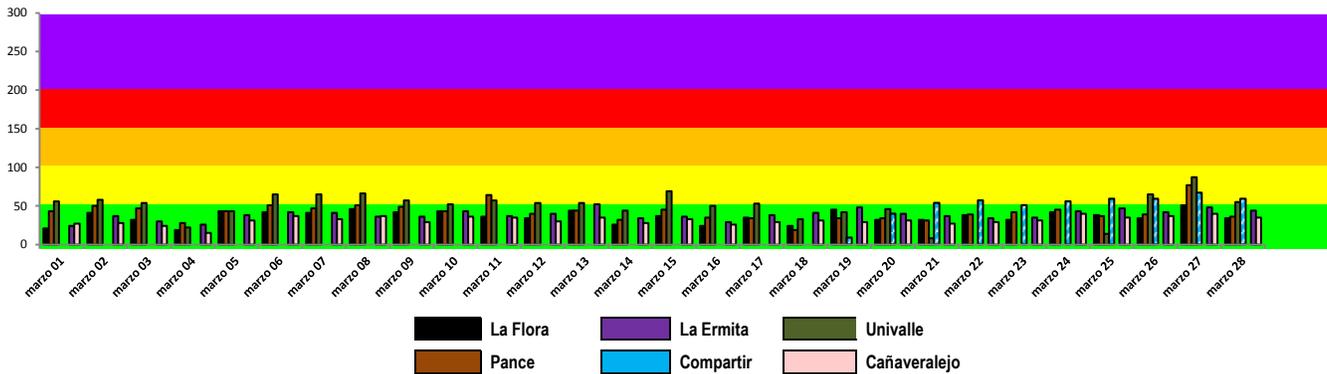
6. INDICE DE CALIDAD DEL AIRE

El Índice de Calidad del Aire (ICA) permite comparar los niveles de contaminación de calidad del aire, de las estaciones que pertenecen a un SVCA. Es un indicador de la calidad del aire diaria. El ICA corresponde a una escala numérica a la cual se le asigna un color, el cual a su vez tiene una relación con los efectos a la salud. El Índice de calidad del aire ha sido adoptado a partir del documento Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality –the Air Quality Index (AQI) documento EPA-454/B-09-001 de Marzo de 2009. (Definición tomada de Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire, Página 132)

Para la elaboración del Índice de Calidad del Aire se tiene en cuenta los datos de Material Particulado PM₁₀ y PM_{2.5}, Ozono Troposférico O₃, Dióxido de Azufre SO₂ y Dióxido de Nitrógeno NO₂ medido en las estaciones La Flora (Norte), Univalle (Sur), Pance (Background Rural), Compartir (Oriente), Cañaveralejo (Centro-Sur) & La Ermita (Centro).



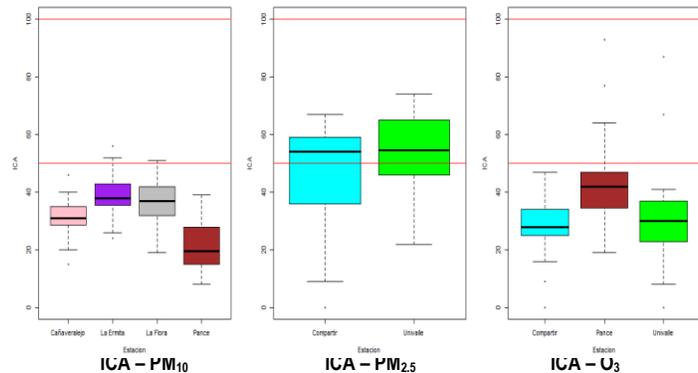
Tabla 2. Clasificación del Índice de Calidad del Aire



Gráfica 14. Índice de Calidad del aire clasificado por día del mes

La gráfica 14 muestra que en términos generales en la gran mayoría de las estaciones las barras se encuentran tanto en la franja verde, como amarilla, lo cual muestra que la calidad del aire es de buena y moderado según lo obtenido por el ICA. La tabla 3 corrobora lo determinado en la gráfica 15.

La Gráfica 15 muestra el diagrama de cajas del comportamiento del ICA según el tipo de contaminante que lo genera. En este caso el ICA-PM_{2.5} en comparación con los ICA-PM₁₀ e ICA-O₃, muestra los diagrama de cajas por encima de las 50 unidades. En el caso del ICA-PM₁₀ se observaron los valores más bajos de ICA y en su gran mayoría por debajo de 50 unidades (ICA-Buena). En términos generales gráficamente se puede evidenciar que el contaminante que más influye en el aumento del ICA es el PM_{2.5}.



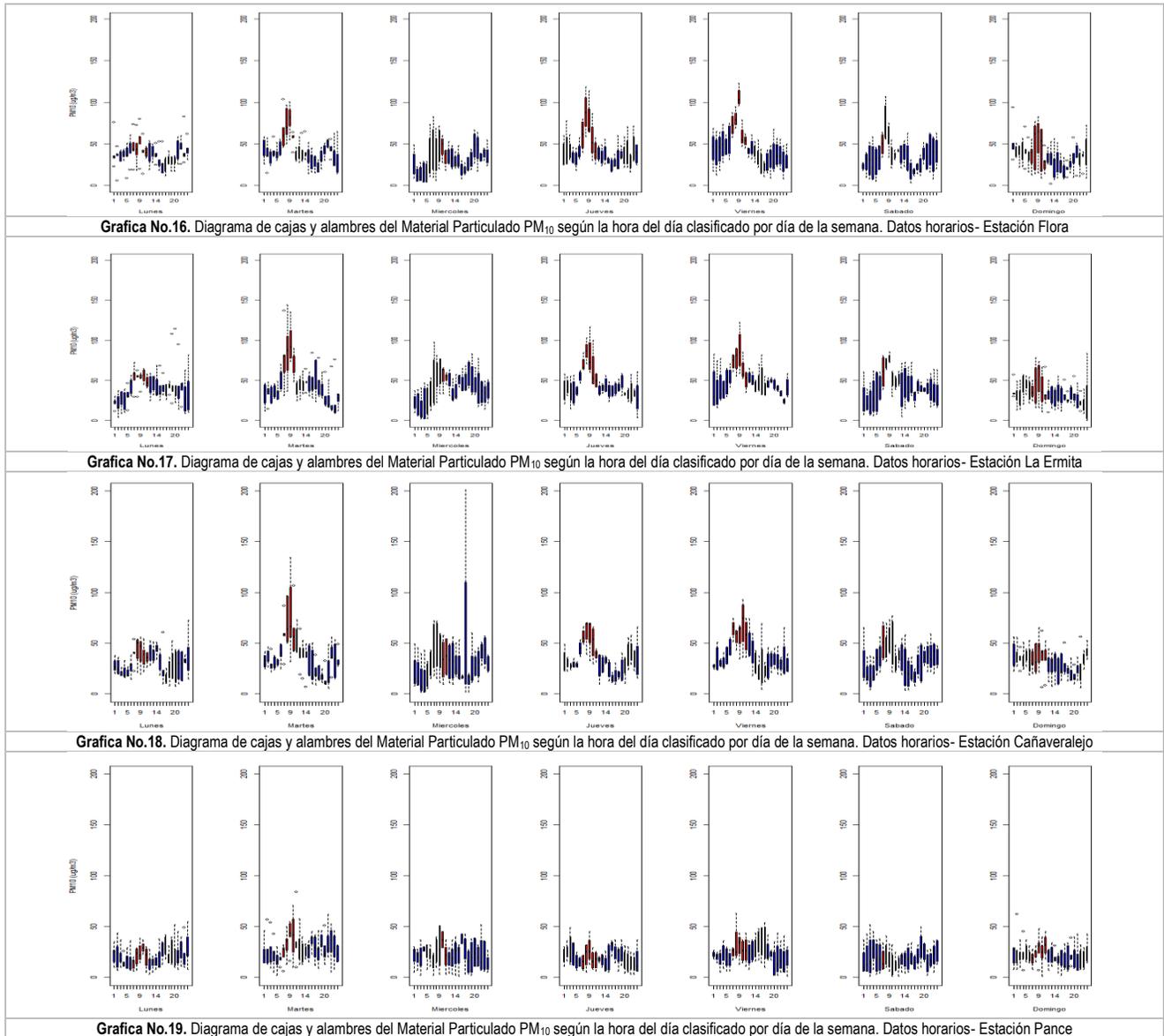
Gráfica 15. Diagrama de Cajas del Índice de Calidad del Aire

| ESTACION | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
|--------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| La Flora | 21 | 41 | 32 | 19 | 43 | 42 | 41 | 46 | 42 | 43 | 36 | 34 | 44 | 26 | 37 | 24 | 35 | 24 | 45 | 32 | 32 | 38 | 32 | 42 | 38 | 34 | 51 | 34 | 20 | 37 | 48 |
| Pance | 43 | 50 | 47 | 28 | 43 | 51 | 47 | 51 | 49 | 43 | 64 | 40 | 44 | 32 | 45 | 35 | 34 | 19 | 34 | 34 | 31 | 39 | 42 | 45 | 37 | 39 | 77 | 36 | 26 | 35 | 93 |
| Univalle | 56 | 58 | 54 | 22 | 43 | 65 | 65 | 66 | 57 | 52 | 57 | 54 | 54 | 44 | 69 | 50 | 53 | 33 | 42 | 46 | 8 | | | 14 | 65 | 87 | 55 | 36 | 55 | 74 | |
| Compartir | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 9 | 40 | 54 | 57 | 51 | 56 | 59 | 59 | 67 | 59 | 16 | 36 |
| La Ermita | 24 | 37 | 30 | 26 | 38 | 42 | 41 | 36 | 36 | 43 | 37 | 40 | 52 | 34 | 36 | 29 | 38 | 41 | 48 | 40 | 37 | 34 | 35 | 43 | 47 | 42 | 48 | 44 | 28 | 48 | 56 |
| Cañaveralejo | 27 | 28 | 24 | 15 | 31 | 37 | 33 | 37 | 29 | 36 | 35 | 30 | 35 | 28 | 33 | 26 | 29 | 31 | 29 | 31 | 27 | 29 | 31 | 40 | 35 | 37 | 40 | 35 | 20 | 31 | 46 |

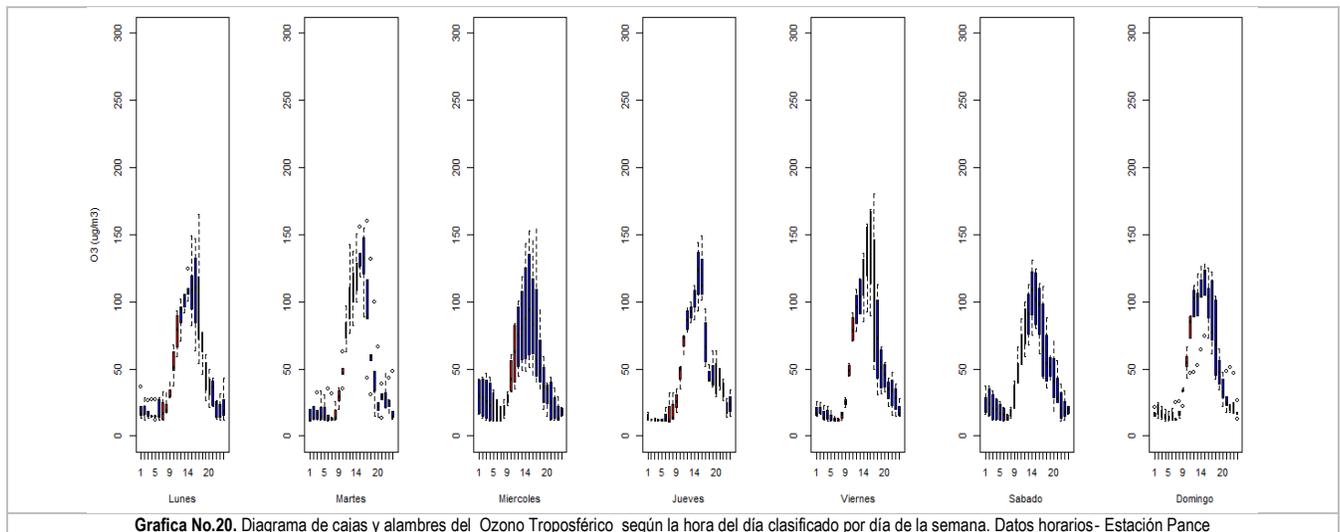
Tabla 3. Índice de Calidad del aire clasificado por día del mes

Se observó que para este mes el ICA se encontró entre 2 y 93 unidades para las 6 zonas objeto de estudio. Según los resultados obtenidos en la tabla 3 se encontró que en la estación Univalle se registró el porcentaje más alto de días con valores de ICA-Moderado (Mayores a 50) con un valor del 58.1%. En la estación Cañaveralejo, el porcentaje de valores de ICA-Moderado fue de 0%. Hay que tener en cuenta que en las estaciones donde se miden PM_{2.5} es donde se está registrando los valores más altos de ICA según lo mostrado en los diagramas de cajas de la gráfica 16. En términos generales se puede afirmar que la calidad del aire es buena según lo encontrado en el análisis del Índice de Calidad del Aire en los seis puntos de la ciudad si se tiene en cuenta que la mayor frecuencia de valores ICA están por debajo de 50 (Valores de color verde en la tabla 3).

7. COMPORTAMIENTO DE LOS CONTAMINANTES SEGÚN LA HORA DEL DÍA



Según la Gráfica 16 se observó que el comportamiento del promedio horario del Material Particulado PM₁₀ en la zona norte de Cali (Estación La Flora), se incrementa en las denominadas horas pico (7am -10 am y 4 pm – 7pm). Los días domingos registraron en términos generales los valores más bajos de este contaminante y los días viernes fueron los días con mayores valores de este contaminante. En la gráfica 17 se observó que el comportamiento del promedio horario del Material Particulado PM₁₀ en la Estación La Ermita, se incrementa en las denominadas horas pico (7am -10 am y 4 pm – 7pm) y los días domingos registraron en términos generales los valores más bajos de este contaminante. La Gráfica 18 muestra el comportamiento del promedio horario del Material Particulado PM₁₀ en la Estación Cañaveralejo, el cual se incrementa en las denominadas horas pico (7am -10 am y 4 pm – 7pm) y en términos generales se puede decir que los días martes son los de mayores niveles de este contaminante. La grafica 19 muestra en comportamiento del promedio horario en la estación Pance en donde gráficamente no se puede apreciar diferencias según el día de la semana.

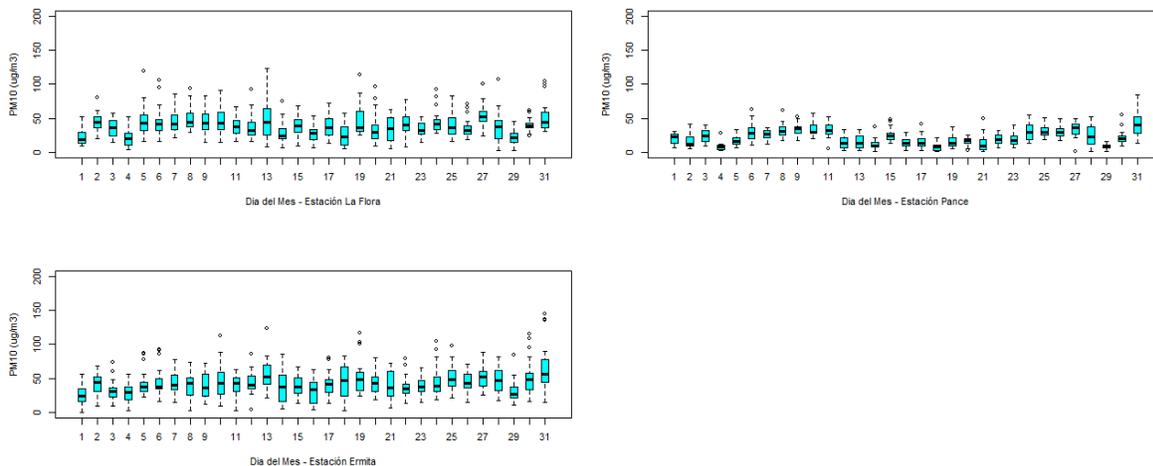


El ozono se forma en la atmósfera mediante reacciones fotoquímicas en presencia de luz solar y contaminantes precursores, como los óxidos de nitrógeno (NOx) y diversos compuestos orgánicos volátiles (COV). Se destruye en reacciones con el NO₂ y se deposita en el suelo (OMS, 2005). Su comportamiento gráfico es similar a una curva gaussiana presentando sus máximos niveles generalmente entre las 11 am y las 4 pm.

Según la Gráfica 20 se observó que el comportamiento del promedio horario del Ozono Troposférico en la zona de influencia de la Estación Pance (Zona Sur de Cali –Background Rural), se incrementa entre las 11 am y las 4 pm. Los días viernes y sábados se registraron los valores más altos. Entre las 11 am y las 4 pm se registraron los valores más altos de este contaminante.

En términos generales se puede apreciar que los mayores niveles de Ozono Troposférico se registraron entre las 11 am y las 4 de la tarde, los cuales coinciden con los mayores niveles de radiación solar.

8. COMPORTAMIENTO DE LOS CONTAMINANTES SEGÚN EL DÍA DEL MES



Gráfica No.21. Diagrama de cajas y alambres del Material Particulado menor a 10 micras según el día durante el mes

La gráfica 21 muestra el comportamiento del promedio horario del Material Particulado PM_{10} según el día durante el mes. Se encontró que en la estación La Flora el día 27 de Marzo fueron los de mayores niveles de este contaminante, mientras que el 4 de Marzo fueron los de menores niveles. En la estación Pance el día 31 del mes de Marzo se registraron los valores más altos en comparación con el resto de días durante el mes. En la estación La Ermita el 31 de Marzo fue el de mayores valores de PM_{10} , mientras que el día 1 de Marzo fueron los de los valores más bajos de este contaminante.

9. GLOSARIO

Contaminación atmosférica: Presencia de sustancias en la atmósfera en altas concentraciones en un tiempo determinado como resultado de actividades humanas o procesos naturales, que pueden ocasionar daños a la salud de las personas o al ambiente.

Concentración de una sustancia en el aire: Es la relación que existe entre el peso o el volumen de una sustancia y la unidad de volumen de aire en la cual está contenida.

Emisión: Descarga de una sustancia o elemento al aire, en estado sólido, líquido o de una fuente fija o móvil.

Fuente de emisión: Actividad, proceso u operación, realizado por los seres humanos, o con su intervención, susceptible de emitir contaminantes al aire.

Fuente fija: Fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa.

Fuente móvil: Es la fuente de emisión que, por razón de su uso o propósito, es susceptible de desplazarse, como los automotores o vehículos de transporte a motor de cualquier naturaleza.

Índice de Calidad de Aire: Es un indicador de la calidad del aire diaria, que permite comparar los niveles de contaminación de calidad del aire, el ICA corresponde a una escala numérica a la cual se le asigna un color, el cual a su vez tiene una relación con los efectos a la salud. Este está enfocado en 5 contaminantes principales: Material Particulado, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono y Ozono.

MADS: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Norma de calidad del aire o nivel de inmisión: Es el nivel de concentración legalmente permisible de sustancias o fenómenos contaminantes presentes en el aire, establecido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el fin de proteger la salud humana y el ambiente.

SVCASC: Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire de Santiago de Cali.

BOLETÍN MENSUAL DE CALIDAD DEL AIRE DE SANTIAGO DE CALI Mes de Marzo de 2015

Directora: María del Mar Mozo Muriel.

Grupo Calidad del Aire:
Ing. Gisela Arizabaleta Moreno
Estad. Jefferson Valdés Basto

Santiago de Cali, Marzo de 2015