

# Boletín Mensual de Calidad del Aire de Santiago de Cali

Mes de Mayo de 2016

5



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



**Sistema de Vigilancia de Calidad  
del Aire de Santiago de Cali**  
Grupo Calidad del Aire – DAGMA

**DAGMA**  
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE  
GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE



ALCALDÍA DE  
SANTIAGO DE CALI

## 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 (Acuaparque de la Caña – 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 (Barrio San Pedro – Zona Centro)
9. Estación Cañavalejo (Estación SITM-MIO Cañavalejo Zona Suroccidente)

Para el mes de Mayo, el SVCASC muestra información de 8 estaciones de monitoreo las cuales son ERA-Obrero, La Flora, Transitoria – EDB–Navarro, Univalle, Pance, Cañavalejo, La Ermita y Compartir. 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 <sub>10</sub> H <sub>2</sub> S	<div> CONVENCIONES - UBICACIÓN ESTACIÓN DE MONITOREO SVCASC <table> <tr> <th>ID</th> <th>Cód</th> <th>Nombre</th> </tr> <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>Cañavalejo</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>CC</td> <td>Centro de Control</td> </tr> </table> </div>	ID	Cód	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	Cañavalejo	10	CC	Centro de Control
ID	Cód	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	Cañavalejo																																		
10	CC	Centro de Control																																		
2 ERA		PM <sub>10</sub>																																		
3 ET		PM <sub>10</sub> PM <sub>2.5</sub> H <sub>2</sub> S																																		
4 BA		PM <sub>2.5</sub> O <sub>3</sub> SO <sub>2</sub>																																		
5 PAN		PM <sub>10</sub> O <sub>3</sub>																																		
6 UV		PM <sub>2.5</sub> O <sub>3</sub> NO <sub>2</sub>																																		
7 COM		PM <sub>10</sub> PM <sub>2.5</sub> O <sub>3</sub>																																		
8 ERM		PM <sub>10</sub> SO <sub>2</sub>																																		
9 CAÑ		PM <sub>10</sub> SO <sub>2</sub>																																		

Mapa 1. Localización de las Estaciones de Monitoreo

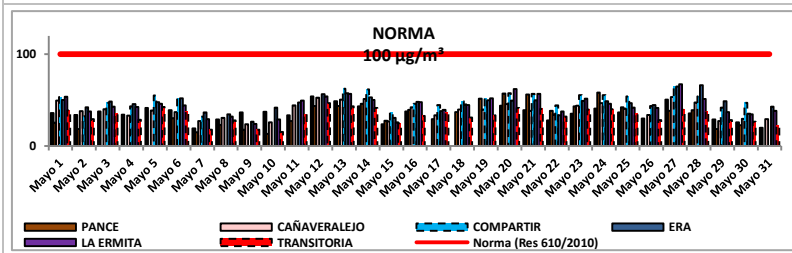
### 3. ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS CONTAMINANTES Vs. LA NORMA

Las Gráficas No. 1 a la 6, presentan el comportamiento de contaminantes registrados en las Estaciones La Flora, ERA-Obrero, Transitoria, Univalle, Pance, Compartir, La Ermita y Cañavalejo así como 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 Mayo de 2016 para los contaminantes Material Particulado (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>), Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) y Ozono Troposférico (O<sub>3</sub>), en todas las estaciones de monitoreo de calidad del aire. A continuación se muestran los resultados más relevantes:

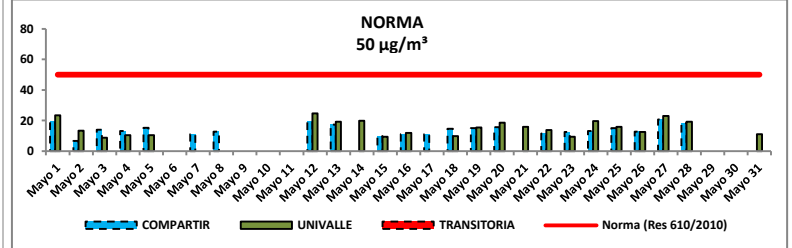
1. Los Gráficos 1 y 2 muestran que los niveles de Material Particulado PM<sub>10</sub> y de PM<sub>2.5</sub> están por debajo del límite máximo permisible en todos los sitios donde se miden partículas.
2. Los niveles más altos de Material Particulado (PM<sub>10</sub>) se registraron en las estaciones Compartir (Oriente) y ERA – Obrero (Centro) (Ver Gráficos 1 y 7).
3. En la estación Univalle se registraron los valores más altos de Material Particulado (PM<sub>2.5</sub>) (Ver Gráfico 2),
4. Los niveles de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) no sobrepasan los límites máximo permisibles tanto horaria como diaria, tal y como se muestra en las gráficas 3 y 4.
5. Los niveles de Ozono Troposférico (O<sub>3</sub>) 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 5 y 6 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



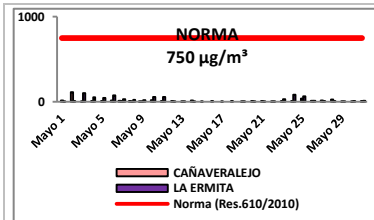
Material Particulado PM<sub>10</sub>

Gráfica No. 1. Comportamiento de PM<sub>10</sub> - Promedio diario- 24 horas

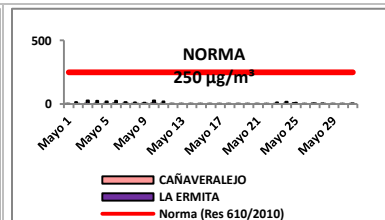


Material Particulado PM<sub>2.5</sub>

Gráfica No. 2. Comportamiento de PM<sub>2.5</sub> Promedio diario- 24 horas

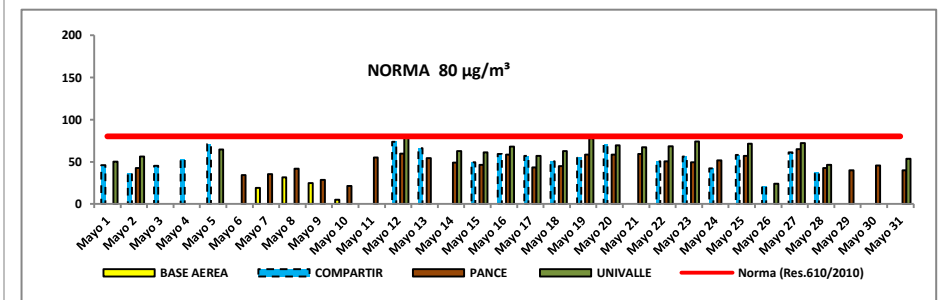


Gráfica No. 3. Comportamiento del Dióxido de Azufre - Promedio Móvil 3 horas. Valor de hora máximo diario

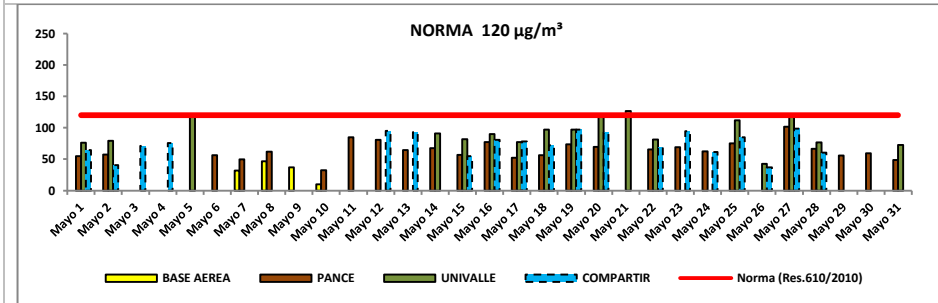


Gráfica No. 4. Comportamiento del Dióxido de Azufre - Promedio 24 horas

Dióxido de Azufre SO<sub>2</sub>

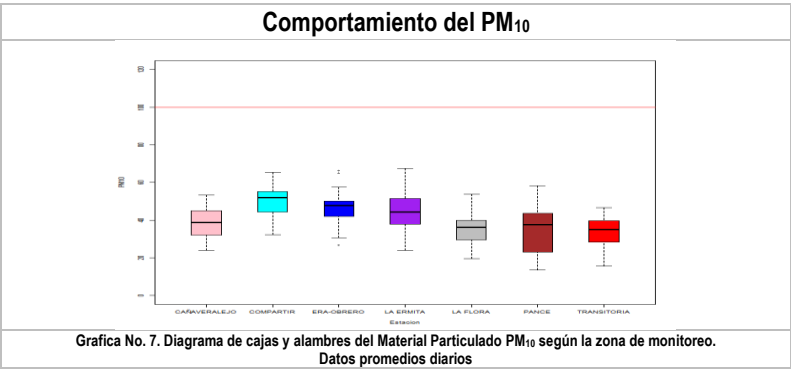


Gráfica No. 5. Comportamiento del Ozono Troposférico - Promedio móvil 8 horas. Valor de hora máximo diario



Gráfica No. 6. Comportamiento del Ozono Troposférico - Promedio 1 hora. Valor de hora máximo diario

Según la Gráfica 7 se observó que el comportamiento del promedio diario del Material Particulado PM<sub>10</sub> en la ciudad de Cali, muestra un incremento en la estación que está ubicada en el oriente de la ciudad (Estación Compartir). En ninguno de los puntos de monitoreo reportados se supera la norma de 100 µg/m<sup>3</sup>, sin embargo las diferencias no son significativas visualmente.



#### 4. EXCEDENCIAS DE OZONO

La Tabla 1 muestra que en los 2 puntos en donde se mide O<sub>3</sub>, se encontraron excedencias:

- Norma 1h:** En la estación Univalle se registró el Mayor porcentaje de excedencias
- Norma 8h:** En la estación Univalle se registró el Mayor porcentaje de excedencias

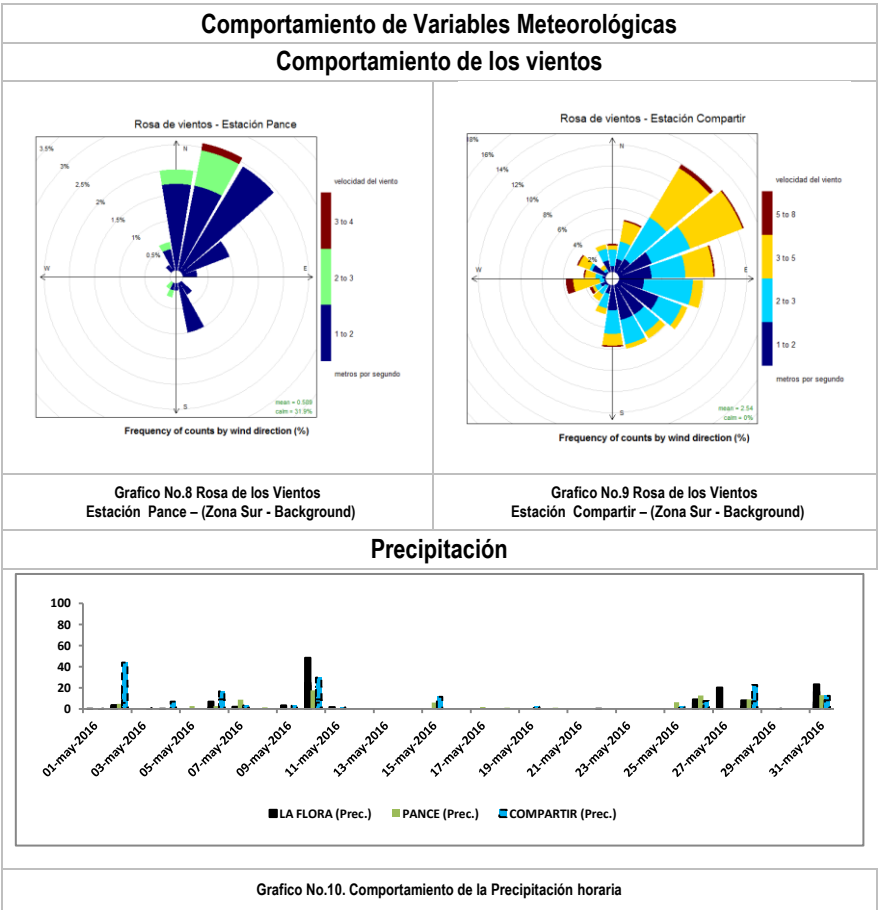
ANÁLISIS DE LAS EXCEDENCIAS DE OZONO TROPOSFERICO		ESTACIÓN	
		COMPARTIR	UNIVALLE
1h (Norma 120ug/m3)	Excedencias en el Mes	0	3
	Total Datos Validos en el Mes	536	564
	Porcentaje de datos válidos en el mes para el calculo	72.0%	75.8%
	Porcentaje de Excedencias	0%	0.5%
8h (Norma 80ug/m3)	Excedencias en el Mes	0	2
	Total Datos Validos en el Mes	527	527
	Porcentaje de datos válidos en el mes para el calculo	73.2%	73.2%
	Porcentaje de Excedencias	0%	0.4%

Tabla 1. Excedencias de Ozono según Estaciones de Monitoreo

#### 5. ANALISIS METEOROLÓGICO

En el mes de Mayo se reportaron datos meteorológicos en la Estación Pance (zona sur), Compartir (oriente) y La Flora (zona Norte). Las Gráficas No. 8 al 10 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:

- 1. Sur (Estación Pance):** Según la Rosa de Vientos se encontró que las corrientes predominantes provienen en gran mayoría del norte. Los vientos de mayor intensidad (Entre 3 y 4 m/s) (Ver Gráfico 8).
- 2. Oriente (Estación Compartir):** Según la Rosa de Vientos se encontró que las corrientes predominantes provienen en su gran mayoría del Nororiente. Los vientos de mayor intensidad (Entre 5 y 8 m/s) provienen del noroccidente y algunas se registraron en el nororiente (franjas de color rojo en el grafico 9)
- 3. En la estación Pance se registraron 23 días de lluvias ligeras,** mientras que en la estación La Flora se registraron 13 días de lluvias ligeras y según la Gráfica 10, la mayor frecuencia de precipitación horaria se registró en la estación La Flora con un nivel de 48.51 mm.





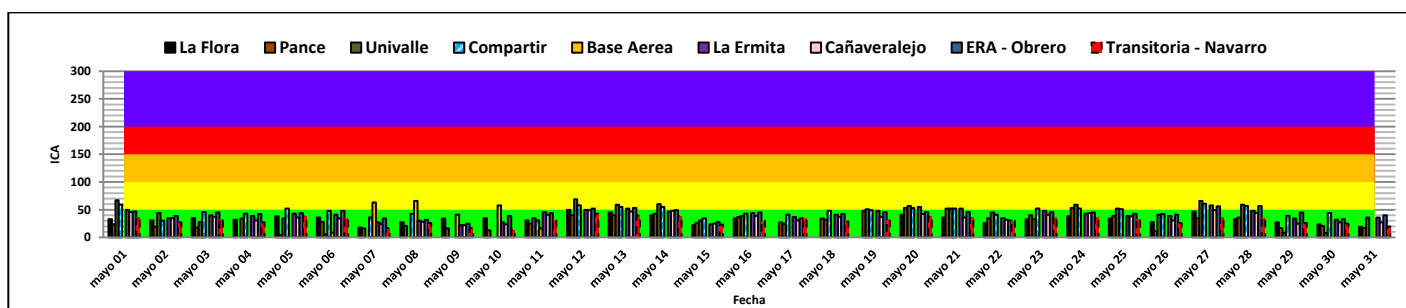
## 6. INDICE DE CALIDAD DEL AIRE

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 2009. (Definición tomada de Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire, Página 132)



Tabla 2. Clasificación del Índice de Calidad del Aire

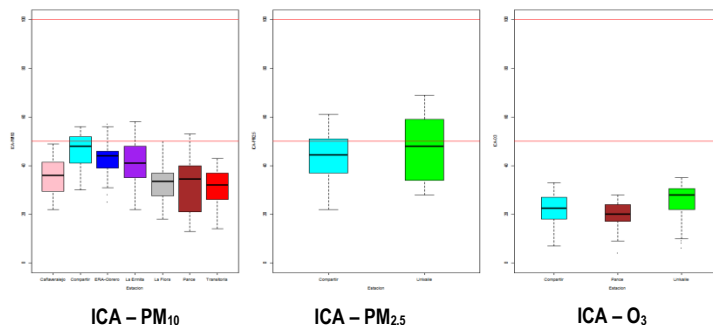
Para la elaboración del Índice de Calidad del Aire se tiene en cuenta los datos de Material Particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ , Ozono Troposférico  $O_3$ , Dióxido de Azufre  $SO_2$  y Dióxido de Nitrógeno  $NO_2$  medido en las estaciones La Flora (Norte) ERA-Obrero (Centro), Univalle (Sur), Pance (Background Rural), La Ermita (Centro), Cañaveralejo (Occidente), Compartir (Oriente), Transitoria y Base Aérea (Nororiental)



Gráfica 11. Índice de Calidad del aire clasificado por día del mes

La grafica 11 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 11

La Gráfica 12 muestra el diagrama de cajas del comportamiento del ICA según el tipo de contaminante que lo genera. En este caso el ICA- $PM_{2.5}$  influye con mayor peso en el incremento del ICA. En el caso del ICA- $O_3$  se observaron los valores más bajos de ICA y en su gran mayoría por debajo de 50 unidades (ICA-Buena).



Gráfica 12. 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
ERA - Obrero	47	39	45	42	44	48	34	32	25	39	44	52	53	49	28	45	35	42	46	46	46	31	46	45	43	41	56	57	45	33	40
La Flora	33	31	35	32	38	36	18	27	34	35	31	50	45	40	22	35				41	36	26	33	38	34	28	47	33	27	24	19
Pance	24	19	18		4	28	16	21	16	13	25	40	40	43	26	37	27	34	48	53	52	35	40	53	39	11	35	36	17	21	17
Univalle	67	44	28	34	34	6					35	69	59	60	31	39	25	32	51	57	52	45	33	59	52	41	66	59	9	8	36
Compartir	59	30	46	43	52	48	36	42			31	58	55	55	34	43	41	48	49	53	52	41	52	52	51	42	61	57	39	44	
La Ermita	50	35	40	39	43	41	27	30	22	27	46	50	52	47	24	44	37	41	48	55	52	35	48	43	39	39	58	48	34	32	36
Cañaveralejo	46	35	37	31	36	34	25	28	22	24	41	49	47	48	25	39	31	37	37	42	36	32	41	44	38	31	49	44	25	27	27
Transitoria	36	27	33	27	39	35	17	26	17	14	32	43	40	39	23	30	34	29	31	38	37	30	37	37	33	26	37	35	26	25	20

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

Se observó que para este mes el ICA se encontró entre 4 y 69 unidades para las 8 zonas objeto de estudio. Según los resultados obtenidos en la tabla 3 se encontró que en la estación Compartir se registró el porcentaje más alto de días con valores de ICA-Moderado (Mayores a 50) con un valor del 41.4%. En la estación Cañaveralejo el porcentaje de valores de ICA-Moderado fue de 0.0%. 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 14. 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 puntos de análisis en 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

### Material Particulado PM<sub>10</sub>

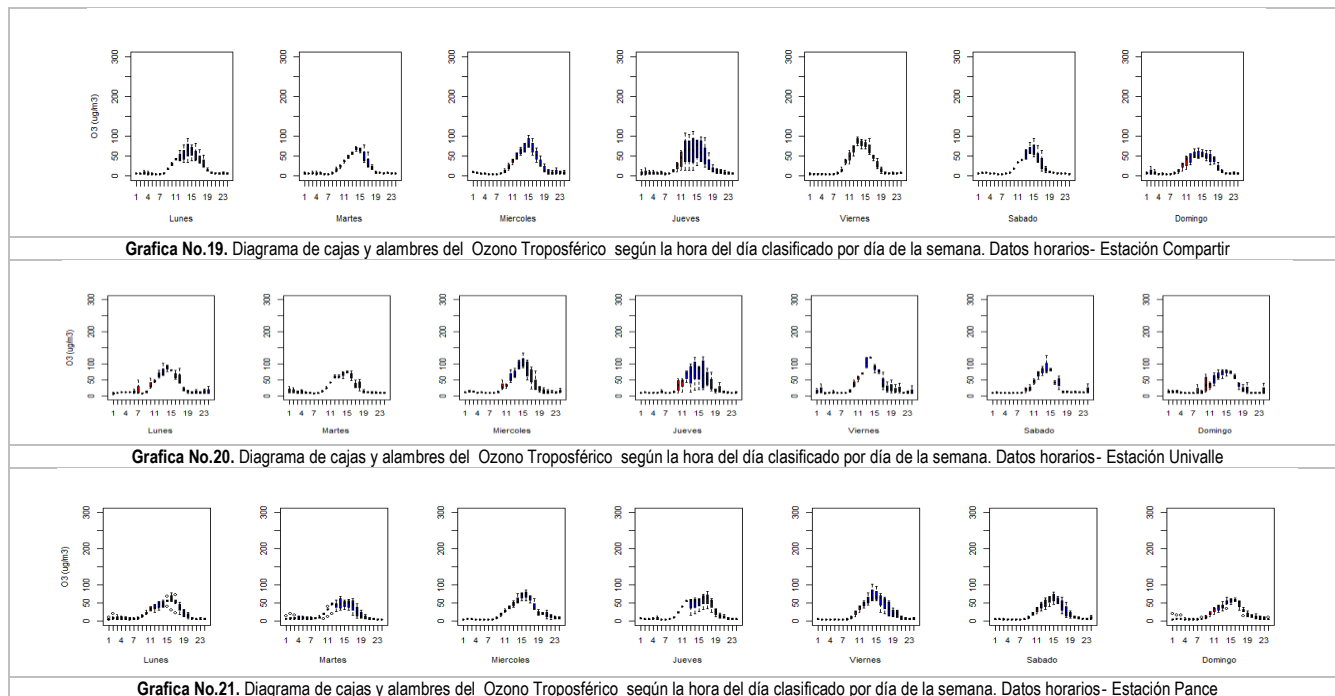


**Pance:** La grafica 15 muestra el comportamiento del promedio horario en la estación Pance en donde se puede observar una cierta homogeneidad en el comportamiento de la contaminación del PM<sub>10</sub> según el día de la semana.

**La Flora:** Según lo obtenido en la Gráfica 16, el PM<sub>10</sub> en esta estación se incrementa en las denominadas horas pico (7am -10 am) y los días viernes y sábados registraron en términos generales los valores más altos de este contaminante.

**La Ermita:** Según la Gráfica 17 se observó que el comportamiento del promedio horario del Material Particulado PM<sub>10</sub> en esta zona de Cali se incrementa en las denominadas horas pico (7am -10 am y 4 pm – 7pm) en donde se encontró a los días domingos en términos generales con los valores más bajos de este contaminante y los días viernes y sábados fueron los días con mayores valores de este contaminante en este punto de monitoreo.

## Ozono Troposférico O<sub>3</sub>



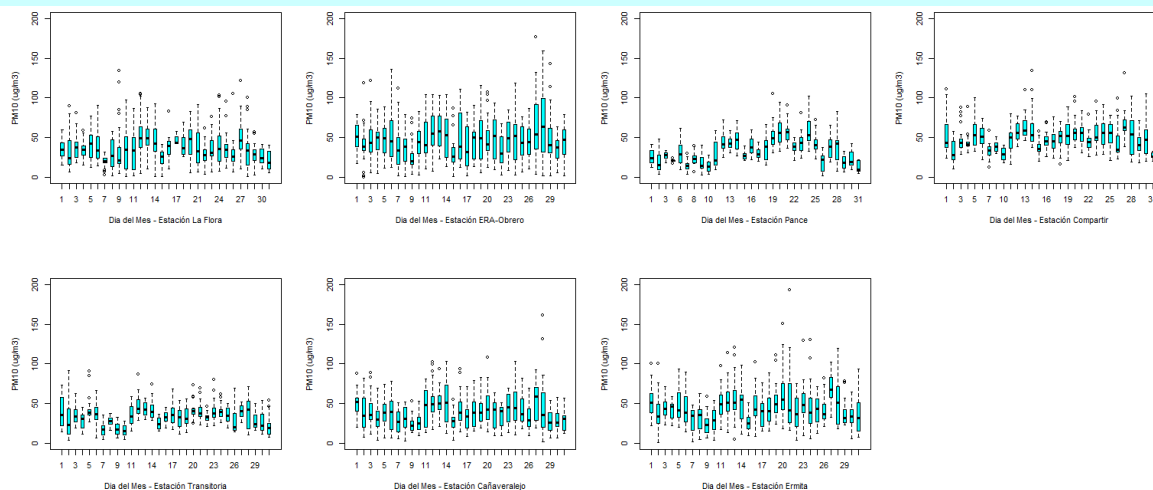
El ozono a nivel del suelo, que no debe confundirse con la capa de ozono en la atmósfera superior es uno de los principales componentes de la niebla tóxica. Éste se forma por la reacción con la luz solar (fotoquímica) de contaminantes como los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) procedentes de las emisiones de vehículos o la industria y los compuestos orgánicos volátiles (COV) emitidos por los vehículos, los disolventes y la industria. Los niveles de ozono más elevados se registran durante los períodos de tiempo soleado. (OMS, 2014). Su comportamiento grafico es similar a una curva gaussiana presentando sus máximos niveles generalmente entre las 11 am y las 4pm.

**Compartir:** Según la Gráfica 19 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 4pm. Gráficamente no es claro un día de la semana que tenga los mayores valores de este contaminante en este punto de monitoreo.

**Univalle:** Según lo obtenido en la Gráfica 20, el O<sub>3</sub> en esta estación se incrementa 11 am y las 4pm. Visualmente no se evidenciaron diferencias significativas si se comparan a cada uno de los días de la semana

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.22. Diagrama de cajas y alambres del Material Particulado menor a 10 micras según el día durante el mes

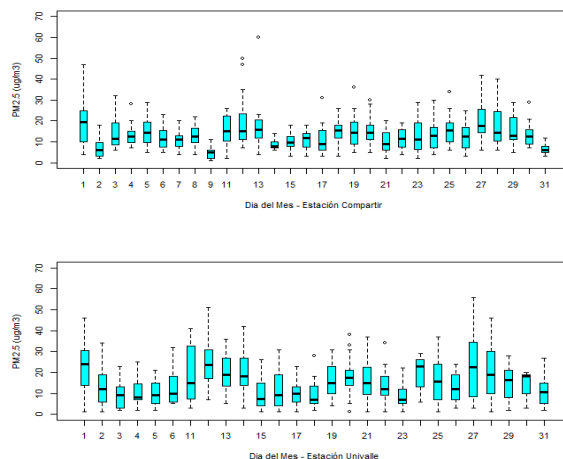
La gráfica 22 muestra el comportamiento del promedio horario del Material Particulado  $\text{PM}_{10}$  según el día durante el mes en las estaciones La Flora, ERA-Obrero, Pance, Compartir Transitoria, Cañaveralejo y La Ermita.

**ERA-Obrero:** El comportamiento del mes del  $\text{PM}_{10}$  muestra una homogeneidad en el comportamiento del  $\text{PM}_{10}$ , siendo el 27 y 28 de Mayo los días de más altas concentraciones.

**Compartir:** El comportamiento del mes del  $\text{PM}_{10}$  muestra una homogeneidad en el comportamiento del  $\text{PM}_{10}$ , siendo el 14 de Mayo el de más altas concentraciones.

**La Flora:** El comportamiento del mes del  $\text{PM}_{10}$  muestra una homogeneidad en el comportamiento del  $\text{PM}_{10}$ . El día 31 de Mayo se registraron los menores niveles de este contaminante.

**La Ermita:** El día 9 de Mayo fue el día con los menores niveles de este contaminante



Gráfica No.23. Diagrama de cajas y alambres del Material Particulado menor a 2.5 micras según el día durante el mes en la estación Univalle

**Univalle:** Se encontró al día 27 de Mayo con las más altas concentraciones del  $\text{PM}_{2.5}$  y al 23 de Mayo con las más bajas concentraciones de este contaminante

**Compartir:** Se encontró al día 12 de Mayo con las mayores concentraciones de este contaminante, mientras que el 9 de Mayo se registraron los menores valores de concentración del  $\text{PM}_{2.5}$ .



## 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 Mayo de 2016

**DAGMA**  
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE  
GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Director: Luis Alfonso Rodríguez Devia.

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

Santiago de Cali, Mayo de 2016