

# Boletín Mensual de Calidad del Aire de Santiago de Cali

Mes de Noviembre de 2014

11



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


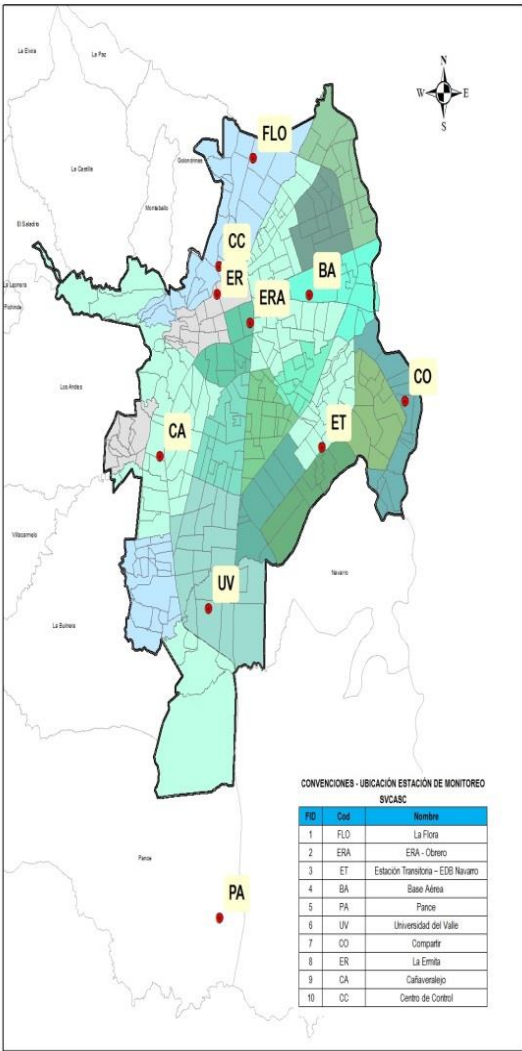





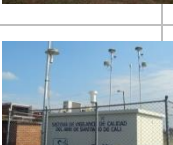


El Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire de Cali – SVCASC opera bajo la coordinación y administración del Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente –DAGMA, Grupo de Calidad del Aire.

## 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 TransitoriaEDB–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 Noviembre, el SVCASC muestra información de ocho (8) estaciones de monitoreo las cuales son La Flora, Univalle, Pance, Transitoria – EDB–Navarro, Base Aérea, 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 <sub>10</sub>	 <p>CONVENCIONES - UBICACIÓN ESTACIÓN DE MONITOREO SVCASC</p> <table><thead><tr><th>PM</th><th>Cód</th><th>Nombre</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>FLO</td><td>La Florida</td></tr><tr><td>2</td><td>ERA</td><td>ERA - Obispo</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>	PM	Cód	Nombre	1	FLO	La Florida	2	ERA	ERA - Obispo	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
PM	Cód	Nombre																																		
1	FLO	La Florida																																		
2	ERA	ERA - Obispo																																		
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 <sub>10</sub>																																		
3 ET		PM <sub>2.5</sub>																																		
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>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

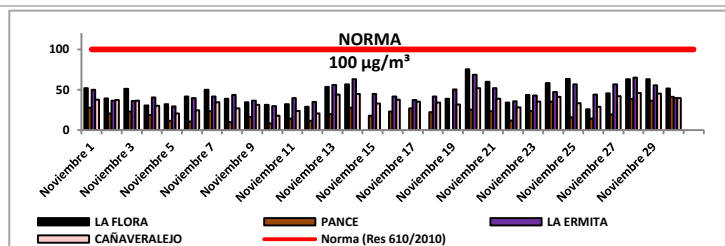
Las Gráficas No. 1 a la 8, presentan el comportamiento de contaminantes registrados en las Estaciones La Flora, Base Aérea, Univalle, Pance, Compartir, La Ermita, Cañaveralejo y Transitoria, y el contraste con la normativa ambiental (Según lo establecido en el Artículo Segundo de la Resolución 610 de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

Los datos registrados y analizados corresponden al mes de Noviembre de 2014 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:

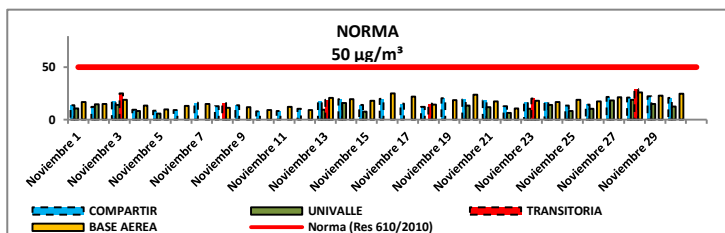
1. Los Gráficos 1 y 2 muestran que los niveles de Material Particulado PM<sub>10</sub> y de PM<sub>2.5</sub> están por debajo del límite máximo permisible en todos los sitios donde se miden partículas.
2. Los niveles más altos de Material Particulado (PM<sub>10</sub>) se registraron en las estaciones La Flora y la Ermita (Ver Gráficos 1 y 9). El promedio horario durante el mes fue de 45.8 µg/m<sup>3</sup> en la estación La Flora.
3. En la estación Compartir se registraron valores de Material Particulado (PM<sub>2.5</sub>) (Ver Gráficos 2 y 10), en donde el promedio horario durante el mes fue de 15.2 µg/m<sup>3</sup> en la zona oriente de la ciudad (Estación Compartir).
4. Los niveles de Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) no sobrepasan los límites máximo permisibles tanto horaria como diaria tal y como se muestra en las gráficas 3 y 4. El promedio horario durante el mes fue de 15.5 µg/m<sup>3</sup> en la zona sur de la ciudad (Estación Univalle).
5. 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 5 y 6. El promedio horario durante el mes fue de 4.2 µg/m<sup>3</sup> en la zona sur de la ciudad (Estación Base Aérea).
6. 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 7 y 8 tienen en cuenta el valor máximo registrado en un día de monitoreo.

#### Parámetros Contaminantes - Contraste con la Norma Ambiental



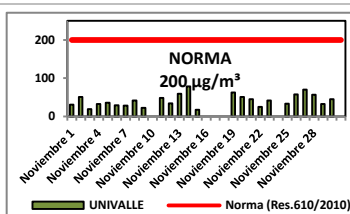
**PM<sub>10</sub>**  
Promedio Mensual  
(Datos horarios)  
Estación La Flora  
**45,8 µg/m<sup>3</sup>**

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

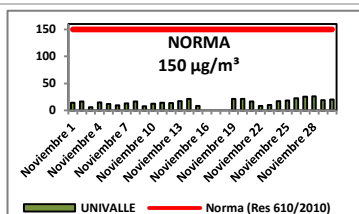


**PM<sub>2.5</sub>**  
Promedio Mensual  
(Datos horarios)  
Estación Compartir  
**15,2 µg/m<sup>3</sup>**

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

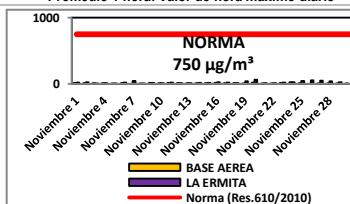


Gráfica No. 3. Comportamiento del Dióxido de Nitrógeno - Promedio 1 hora. Valor de hora máximo diario

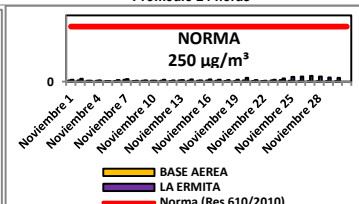


Gráfica No. 4. Comportamiento del Dióxido de Nitrógeno - Promedio 24 horas

**NO<sub>2</sub>**  
Promedio Mensual  
(Datos horarios)  
Estación Univalle  
**15,5 µg/m<sup>3</sup>**

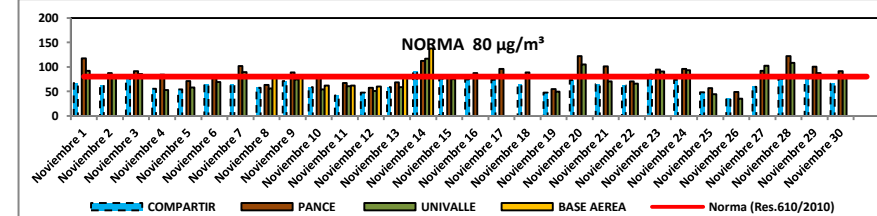


Gráfica No. 5. Comportamiento del Dióxido de Azufre - Promedio Móvil 3 horas. Valor de hora máximo diario

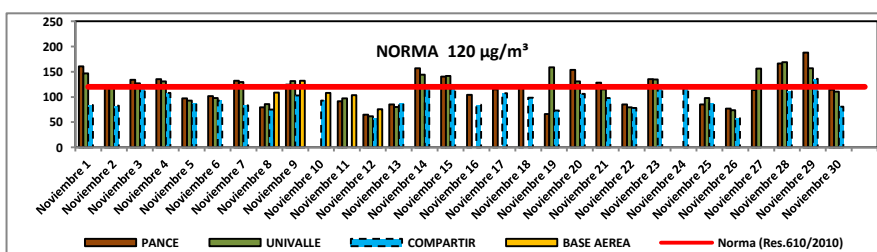


Gráfica No. 6. Comportamiento del Dióxido de Azufre - Promedio 24 horas

**SO<sub>2</sub>**  
Promedio Mensual  
(Datos horarios)  
Estación Base Aérea  
**4,2 µg/m<sup>3</sup>**



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

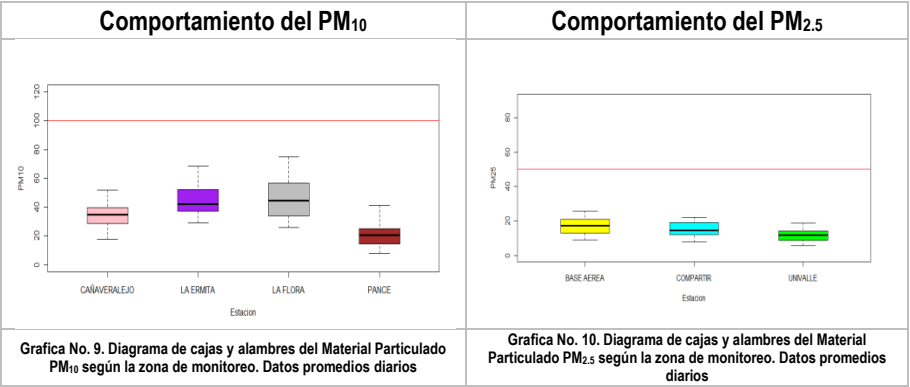


Gráfica No. 8. Comportamiento del Ozono Troposférico - Promedio 1 hora  
Valor de hora máximo diario



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 norte de la ciudad (Estación La Flora). 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 Univalle se registró el mayor porcentaje de excedencias
- Norma 8h:** En la estación Pance se registró el mayor porcentaje de excedencias

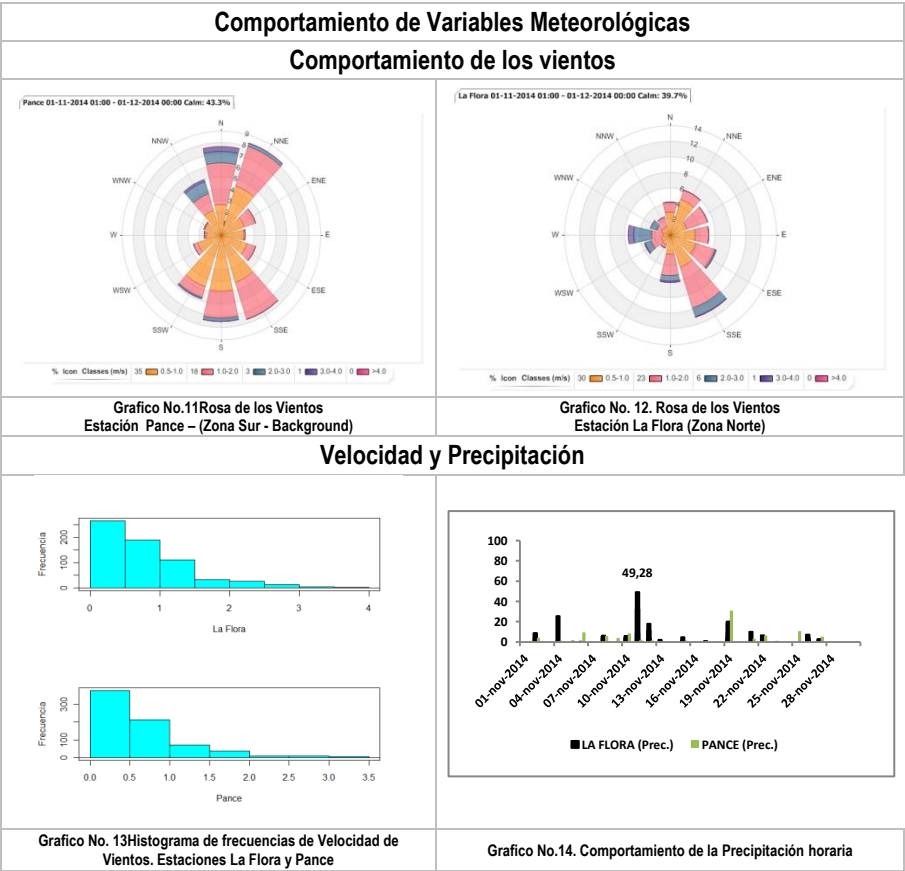
ANÁLISIS DE LAS EXCEDENCIAS DE OZONO TROPOSFÉRICO		ESTACIÓN			
		BASE AEREA	COMPARTIR	PANCE	UNIVALLE
1h (Norma 120ug/m3)	Excedencias en el Mes	11	2	31	36
	Total Datos en el Mes	720	720	720	720
	Porcentaje de Excedencias	1.5%	0.3%	4.3%	5.0%
8h (Norma 80ug/m3)	Excedencias en el Mes	17	7	100	50
	Total Datos en el Mes	720	720	720	720
	Porcentaje de Excedencias	2.4%	1.0%	13.9%	6.9%

Tabla 1. Excedencias de Ozono según Estaciones de Monitoreo

5. ANÁLISIS METEOROLÓGICO

En el mes de Noviembre se reportaron datos meteorológicos en la Estación Pance (zona sur) y en la estación La Flora (zona Norte). Las Gráficas No. 11 al 14 presentan el comportamiento de las variables meteorológicas para las variables Precipitación (mm), Velocidad del Viento (m/s) y la Rosa de los Vientos. En las Gráficas (11 a la 14) en forma general se puede observar que:

- Norte (Estación La Flora): Los vientos predominantes provienen Principalmente del sureste. Algunos vientos atípicos fuertes provienen del oeste de la ciudad.
- Sur (Estación Pance): Los vientos predominantes provienen en su Mayoría principalmente del noreste y sureste.
- En la estación Pance se registraron 20 días de lluvias ligeras, mientras que en la estación La Flora se registraron 15 días de lluvia y según la Gráfica 14, la mayor frecuencia de precipitación se registró en la estación La Flora con un nivel de 49.28 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 esto según lo observado en la Gráfica 13.



## 6. INDICE DE CALIDAD DEL AIRE

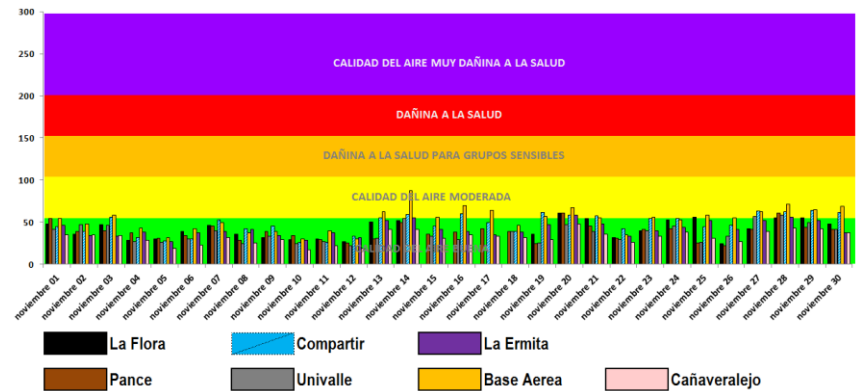
El Índice de Calidad del Aire (ICA) permite comparar los niveles de contaminación de calidad del aire, de las estaciones que pertenecen a un SVCA. Es un indicador de la calidad del aire diaria. El ICA corresponde a una escala numérica a la cual se le asigna un color, el cual a su vez tiene una relación 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 febrero 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  $PM_{10}$  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), Univalle (Sur), Pance (Background Rural), Base Aérea (Nororiental), Compartir (Oriente), Cañaveral (Centro-Sur) & La Ermita (Centro).

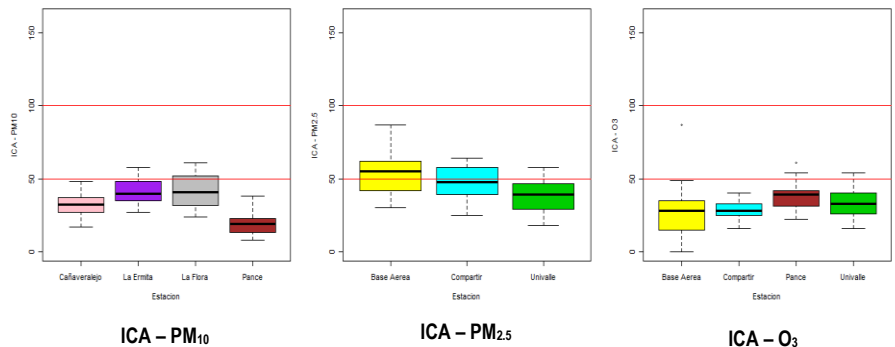
Según la Gráfica 15 durante el mes de Noviembre el comportamiento fue muy uniforme, en el cual se presentaron valores de concentración en la categoría buena en su gran mayoría en los 7 puntos de monitoreo, sin embargo la gráfica 16 muestra el diagrama de cajas del comportamiento del ICA según el tipo de contaminante el cual muestra cuál de estos es el que más incrementa los valores del ICA. En el caso del ICA- $PM_{2.5}$  muestra los valores más altos de ICA en su gran mayoría catalogados como valores ICA-Moderado según lo monitoreado por este contaminante en las estaciones Base Aérea, Compartir y Univalle. En el caso del ICA- $PM_{10}$  se observaron los valores más bajos de ICA y en su gran mayoría por debajo de 50 unidades (ICA-Buena). En el caso del ICA- $O_3$  se encontró que los valores de ICA generados en las estaciones Pance, Base Aérea, Compartir y Univalle en su gran mayoría son ICA-Buena. Se registró un valor alto en el ICA- $O_3$  en la estación Base Aérea. En términos generales gráficamente se puede evidenciar que el contaminante que más influye en el aumento del ICA es el  $PM_{2.5}$ .



Tabla 2. Clasificación del Índice de Calidad del Aire



Gráfica 15. Índice de Calidad del aire clasificado por día del mes



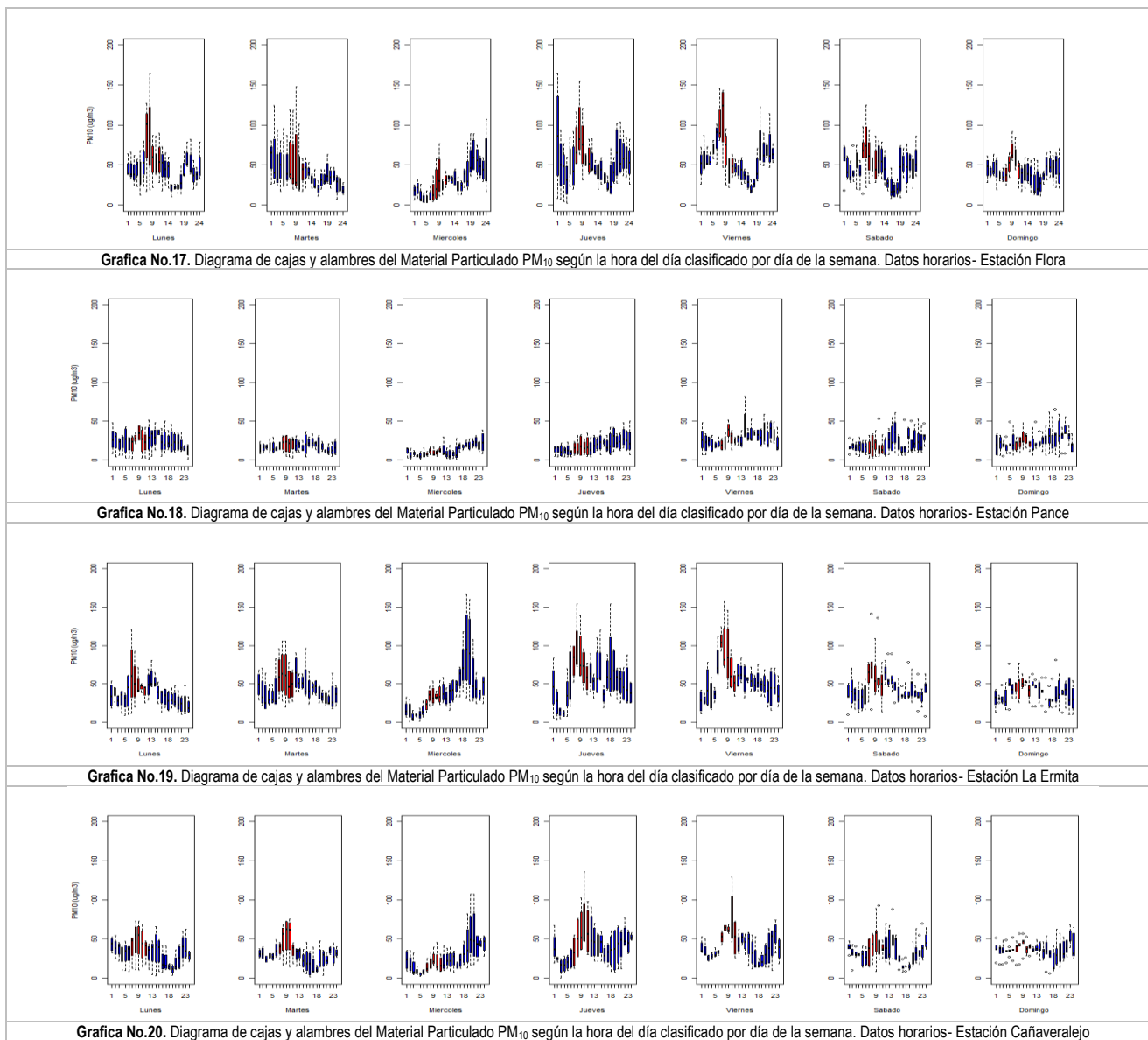
Gráfica 16. Diagrama de Cajas del Índice de Calidad del Aire

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
La Flora	48	36	47	28	30	39	46	36	32	29	30	27	50	52					36	61	54	32	40	53	56	24	42	55	55	48
Pance	54	39	40	37	31	34	45	28	39	34	29	25	30	49	36	38	42	39	24	61	45	31	41	42	25	22	41	61	44	41
Univalle	41	47	46	27	26	30	40	24	33	24	27	22	31	54	33	29		39	25	47	39	29	40	45	26	33	57	58	49	41
Base Aérea	54	48	58	43	32	42	49	37	39	30	40	30	62	87	56	70	64	46	57	67	55	35	56	53	58	55	62	71	65	69
Compartir	44	39	56	31	27	30	52	42	45	26	26	33	55	59	45	60	49	39	61	58	57	42	54	54	44	46	63	62	64	61
La Ermita	46	34	33	38	27	37	39	41	34	28	37	32	52	55	41	39	35	38	47	58	48	33	40	44	52	41	52	56	52	37
Cañaveral	35	35	34	28	19	23	32	25	29	17	22	19	41	41	31	35	33	32	29	48	36	26	33	38	31	27	39	43	42	37

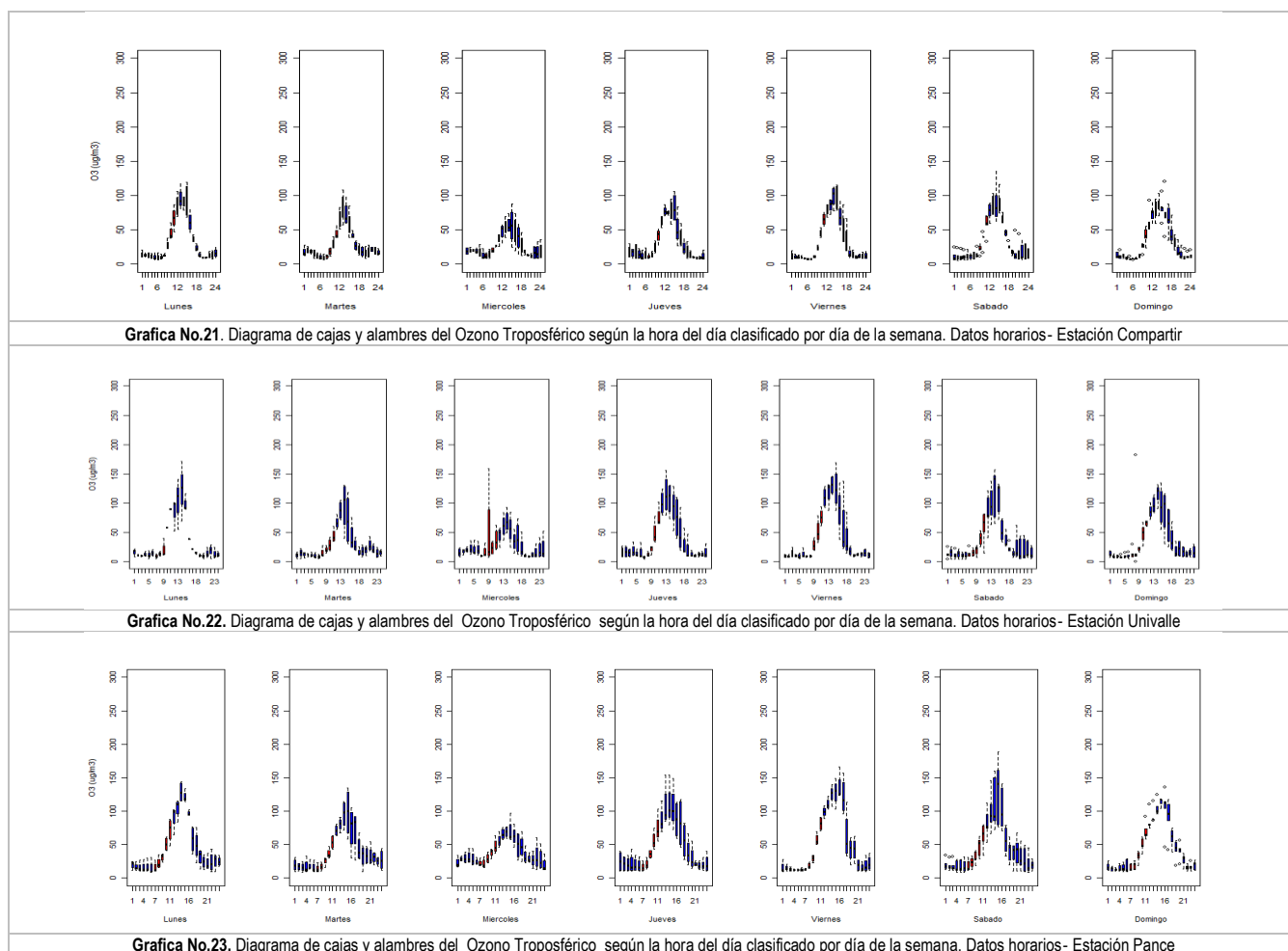
Tabla 3. Índice de Calidad del aire clasificado por día del mes

Se observó que para este mes el ICA se encontró entre 17 y 87 unidades para las 7 zonas objeto de estudio. Según los resultados obtenidos en la tabla 3 se encontró que en la zona nororiental de Cali (Estación Base Aérea) se registró el porcentaje más alto de días con valores de ICA-Moderado (Mayores a 50) con un valor del 58.1%, seguido de la estación Compartir (Zona Oriente de Cali) con un 45.2%. En la estación Cañaveral, 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 el aire fue de BUENO en los siete 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 17 se observó que el comportamiento del promedio horario del Material Particulado PM<sub>10</sub> 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 jueves fueron los días con mayores valores de este contaminante. Según la gráfica 18 se observó que el comportamiento del promedio horario del Material Particulado PM<sub>10</sub> en la zona de influencia de la Estación Pance (Background rural de Cali), muestra homogeneidad durante la mayoría de las horas en los días de semana durante el mes y gráficamente se puede apreciar que no hay muchas diferencias en los niveles de concentración de este contaminante en esta zona de la ciudad. En la gráfica 19 se observó que el comportamiento del promedio horario del Material Particulado PM<sub>10</sub> 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 20 muestra el comportamiento del promedio horario del Material Particulado PM<sub>10</sub> en la Estación Cañavalejo, el cual se incrementa en las denominadas horas pico (7am -10 am y 4 pm – 7pm) y los días domingos y miércoles registraron en términos generales los valores más bajos de este contaminante.



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 NO<sub>2</sub> y se deposita en el suelo (OMS, 2005). Su comportamiento grafico es similar a una curva gaussiana presentando sus máximos niveles generalmente entre las 11am y las 4pm.

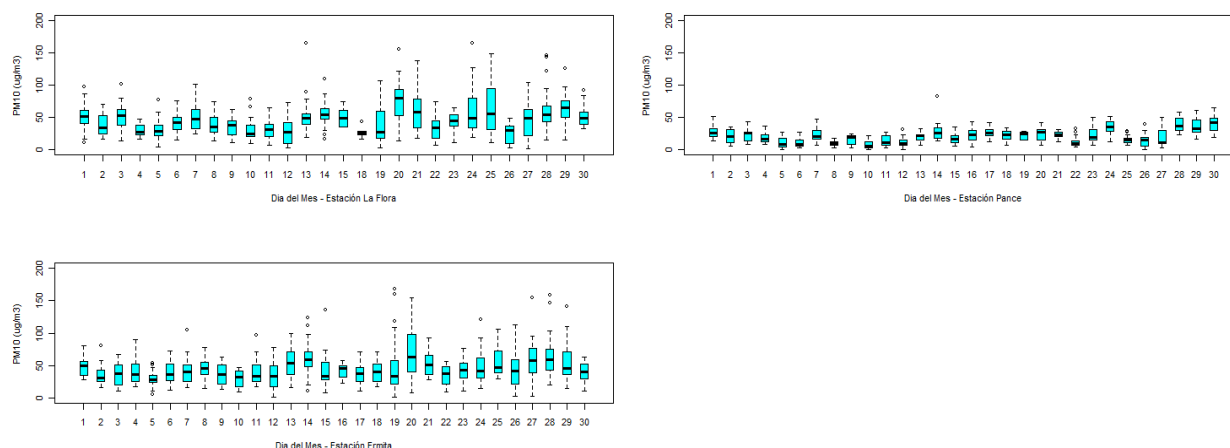
Según la Gráfica 21 se observó que el comportamiento del promedio horario del Ozono Troposférico en la zona oriente de Cali (Estación Compartir), muestra homogeneidad durante la mayoría de las horas en los días de semana durante el mes. Gráficamente se puede apreciar que los niveles de concentración de O<sub>3</sub> más altos se registraron los días sábados en esta zona de la ciudad, sin embargo entre las 11am y las 3pm se registraron los valores más altos de este contaminante. Los días miércoles fueron los de menores niveles de este contaminante.

Según la Gráfica 22 se observó que el comportamiento del promedio horario del Ozono Troposférico en la zona de influencia de la Estación Univalle (Zona sur de Cali), se incrementa entre las 11am y las 3pm. Se puede apreciar que los niveles de concentración de O<sub>3</sub> más altos se registraron los días sábados en esta zona de la ciudad.

Según la Gráfica 23 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 3pm. Se puede apreciar que los niveles de concentración de O<sub>3</sub> más altos se registraron los días viernes y sábados en esta zona de la ciudad. Los días miércoles fueron los de menores niveles de este contaminante.

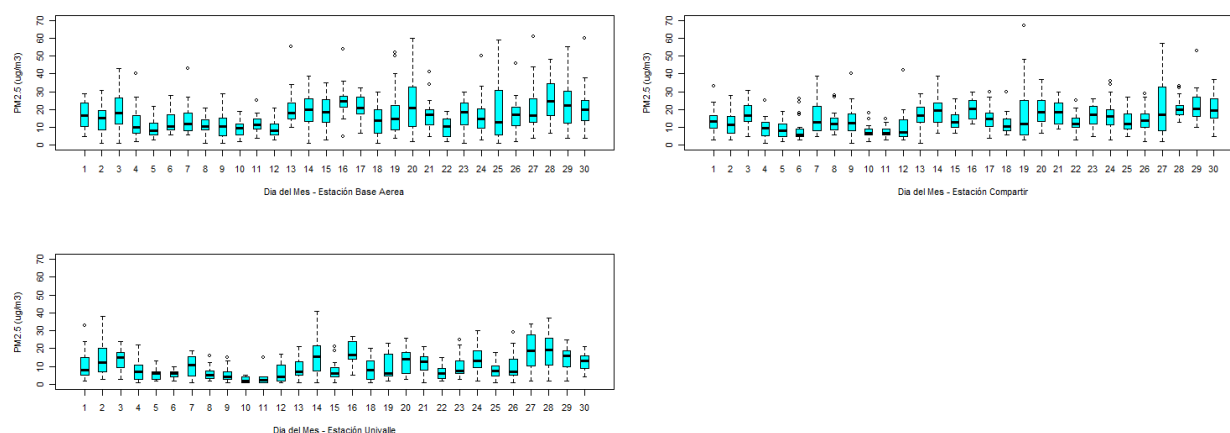
En términos generales se puede apreciar que los mayores niveles de Ozono Troposférico se registraron entre las 11am y las 3 de la tarde, los cuales coinciden con los mayores niveles de radiación solar.

## 8. COMPORTAMIENTO DE LOS CONTAMINANTES SEGÚN EL DÍA DEL MES



**Grafica No.24.** Diagrama de cajas y alambres del Material Particulado menor a 10 micras según el día durante el mes

La gráfica 24 muestra el comportamiento del promedio horario del Material Particulado PM<sub>10</sub> según el día durante el mes muestra que en la estación La Flora los días 20 y 25 de noviembre fueron los de mayores niveles de este contaminante, mientras que los días 12 y 26 de noviembre fueron los de menores niveles. En la estación Pance los días 28, 29 y 30 del mes de noviembre se registraron los valores más altos en comparación con el resto de días durante el mes. En la estación La Ermita el 20 de noviembre fue el de mayores valores de PM<sub>10</sub>, mientras que los días 10 y 12 de noviembre fueron los de más altos valores de este contaminante.



**Grafica No. 25.** Diagrama de cajas y alambres del Material Particulado menor a 2.5 micras según el día durante el mes

La gráfica 25 muestra el comportamiento del promedio horario del Material Particulado PM<sub>2.5</sub> según el día durante el mes muestra que en la estación Base Aérea los días 20 y 28 de noviembre fueron los de mayores niveles. En la estación Compartir el día 27 de noviembre fue el de los mayores niveles de PM<sub>2.5</sub> mientras que el día 4 y 5 de noviembre fueron los de menores niveles de este contaminante. En la estación Univalle el día 27 del mes se registró valores altos en comparación con el resto de días durante el mes



## 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 Noviembre de 2014

Directora: María del Mar Mozo Muriel.

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

Santiago de Cali, Noviembre de 2014