

# Informe Anual de la CALIDAD DEL AIRE Y RUIDO AMBIENTAL DE SANTIAGO DE CALI



Periodo de análisis:  
**Año 2018**

**Directora DAGMA**

Claudia María Buitrago Restrepo

**Subdirector de Gestión de Calidad Ambiental:**

Héctor Alejandro Paz Gómez

**Grupo Gestión Calidad del Aire:**

Dirección Técnica:

Gisela Arizabaleta Moreno

Procesamiento y Análisis de Datos:

Jefferson Valdés Basto

Analista Químico:

Wilson Salas

Soporte Electrónico:

Arístides Benavides Hernández

Soporte Electrónico:

Jhon Edinson Holguín Zúñiga

Soporte de Campo:

Jairo Copete Ramos

Gestión de Calidad:

Simón Grueso Casquete



Instituto de Hidrología,  
Meteorología y  
Estudios Ambientales



ALCALDÍA DE  
SANTIAGO DE CALI

## CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	5
1.1.	Contaminación del aire.....	5
1.1.1.	Material Particulado.....	5
1.1.1.1.	PM10.....	5
1.1.1.2.	PM2.5.....	6
1.1.2.	Óxidos de Nitrógeno (NOx) .....	6
1.1.3.	Dióxido de Azufre (SO2) .....	6
1.1.4.	Ozono Troposférico (O3).....	6
2.	DESCRIPCION GENERAL DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO.....	7
3.	CALIDAD DEL AIRE.....	8
3.1.	Funcionamiento de las estaciones durante el año 2018.....	8
3.2.	Contraste con la normativa ambiental nacional.....	9
3.3.	Análisis de excedencias a la normativa .....	12
3.4.	Análisis del comportamiento de los contaminantes según el día de la semana (gráficos hora-día semana) 13	13
3.5.	Comportamiento de los contaminantes según el mes. ....	17
3.6.	Índice de calidad de aire (ICA) .....	20
3.6.1.	Contaminantes que componen el ICA .....	20
3.6.2.	Rangos del ICA.....	20
3.6.3.	Efectos a la salud de los contaminantes según el ICA .....	21
3.6.4.	Resultados del cálculo del ICA .....	21
4.	ANÁLISIS METEOROLOGICO .....	24
4.1	Comportamiento de los vientos en superficie .....	24
4.1.1	Rosas de vientos .....	24
4.2	Precipitación .....	25
4.2.1	Distribución de la precipitación horaria durante el año.....	25
4.3	Temperatura superficial.....	26
4.4	Radiación solar.....	27
4.5	Humedad relativa .....	27
5.	ANÁLISIS DE LOS PROMEDIOS ANUALES HISTÓRICOS DE LOS CONTAMINANTES CRITERIO ...	29
5.1.	Promedios anuales.....	29
6.	RUIDO AMBIENTAL.....	31
1.1.	Promedio anual de los porcentajes de cumplimiento normativo de ruido ambiental .....	31
1.2.	Promedio energético anual de los niveles de ruido ambiental LAEQT .....	32
1.3.	Promedio energético anual de los niveles excedencia de ruido ambiental respecto a la normativa nacional .....	33

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Descripción general de las estaciones de monitoreo de calidad del aire en la ciudad de Cali....	8
Gráfico 2. Comportamiento del PM <sub>10</sub> – Promedio Móvil 24 horas. ....	9
Gráfico 3. Comportamiento del PM <sub>2.5</sub> . – Promedio móvil 24 horas. ....	10
Gráfico 4. Comportamiento del Ozono Troposférico Máximo Mensual - promedio móvil 8 horas. ....	10
Gráfico 5. Comportamiento del Dióxido de Azufre Máximo Mensual - promedio móvil 24 horas.....	11
Gráfico 6. Comportamiento del Dióxido de Nitrógeno Máximo Mensual - promedio móvil 24 horas.....	11
Gráfico 7. Comportamiento del Sulfuro de Hidrogeno Máximo Mensual - promedio 1 hora.....	11
Gráfico 8. Diagrama de cajas y alambres según la hora del día del comportamiento del Material Particulado PM <sub>10</sub> .....	14
Gráfico 9. Diagrama de cajas y alambres según la hora del día del comportamiento del Material Particulado PM <sub>2.5</sub> . Datos horarios .....	15
Gráfico 10. Diagrama de cajas y alambres del Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub> según el día de la semana. Datos horarios.....	16
Gráfico 11. Diagrama de cajas y alambres del Dióxido de Nitrogeno NO <sub>2</sub> según el día de la semana. Datos horarios.....	16
Gráfico 12. Diagrama de cajas y alambres del Ozono Troposférico O <sub>3</sub> según el día de la semana. Datos horarios.....	16
Gráfico 13. Diagrama de cajas y alambres del comportamiento del Material Particulado PM <sub>10</sub> según el mes del año. ....	18
Gráfico 14. Diagrama de cajas y alambres del comportamiento del Material Particulado PM <sub>2.5</sub> según el mes del año.....	19
Gráfico 15. Diagrama de cajas y alambres del comportamiento del Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub> según el mes del año .....	19
Gráfico 16. Diagrama de cajas y alambres del comportamiento del Dióxido de Nitrógeno NO <sub>2</sub> según el mes del año.....	19
Gráfico 17. Diagrama de cajas y alambres del Ozono Troposférico O <sub>3</sub> según el mes del año. Datos horarios .....	20
Gráfico 18. Comportamiento percentil 75 mensual de los valores horarios del índice de calidad del aire	21
Gráfico 19. Clasificación del numero de días del Índice de Calidad del Aire.....	21
Gráfico 20. Rosas de los Vientos Anual. ....	24
Gráfico 21. Distribución de Frecuencias de Velocidad de Vientos. Año 2018.....	25
Gráfico 22. Comportamiento de la Precipitación Horaria. Estaciones ERA-Obrero, La Flora y Pance.....	25
Gráfico 23. Días con lluvias durante el año 2018.....	26
Gráfico 24. Comportamiento mensual de la Temperatura. (Estación Compartir).....	26
Gráfico 25. Comportamiento horario de la Temperatura en el Nororiente de la ciudad durante el año 2018 (estación Compartir). ....	27
Gráfico 26. Comportamiento mensual y horario de la Radiación Solar durante el año 2018 (estación Compartir).....	27
Gráfico 27. Comportamiento mensual y horario de la Humedad Relativa durante el año 2018 (estación Compartir).....	28
Gráfico 28. Comportamiento Promedio Anual del Material Particulado PM <sub>10</sub> según la estación de monitoreo. ....	29
Gráfico 29. Comportamiento Promedio Anual del Material Particulado PM <sub>2.5</sub> según la estación de monitoreo. ....	29
Gráfico 30. Comportamiento Promedio Anual del Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub> según la estación de monitoreo.	30
Gráfico 31. Comportamiento Promedio Anual del Dióxido de Nitrógeno NO <sub>2</sub> según la estación de monitoreo. ....	30

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de datos validos por estación durante el año 2018.....	8
Tabla 2. Excedencias a la normativa nacional según la Resolución 2254-2017 del MADS.....	12
Tabla 3. Clasificación del Índice de Calidad del Aire de la EPA.....	20
Tabla 4. Categoría de Calidad para el Índice de Calidad del Aire y sus Efectos en la Salud.....	21
Tabla 5. Comportamiento del ICA Percentil 75 Diario – Anual 2018.....	22
Tabla 6. Porcentaje de lluvias durante el año 2018 clasificados según el mes durante el año 2018.....	26
Tabla 7. Promedio anual de los porcentajes de cumplimiento normativo del nivel de ruido ambiental en función del día y la hora en la estación Carrera 66. ....	31
Tabla 8. Promedio anual de los porcentajes de cumplimiento normativo del nivel de ruido ambiental en función del día y la hora en la estación Parque del Perro. ....	31
Tabla 9. Promedio anual de los porcentajes de cumplimiento normativo del nivel de ruido ambiental en función del día y la hora en la estación Juanambú.....	31
Tabla 10. Promedio energético anual de los niveles de ruido ambiental en función del día y la hora en la estación Carrera 66. ....	32
Tabla 11. Promedio energético anual de los niveles de ruido ambiental en función del día y la hora en la estación Parque del Perro. ....	32
Tabla 12. Promedio energético anual de los niveles de ruido ambiental en función del día y la hora en la estación Juanambú. ....	32
Tabla 13. Promedio energético anual de los niveles de excedencia de ruido ambiental en función del día y la hora en la estación Carrera 66. ....	33
Tabla 14. Promedio energético anual de los niveles de excedencia de ruido ambiental en función del día y la hora en la estación Parque del Perro. ....	33
Tabla 15. Promedio energético anual de los niveles de excedencia de ruido ambiental en función del día y la hora en la estación Juanambú. ....	33

## 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. Actualmente el SVCASC cuenta con nueve estaciones automáticas, de las cuales se reportaron información en 9 sitios alrededor de la ciudad: Estación ERA-Obrero (Centro), La Flora (Norte), Pance (Background Rural), Univalle (Sur), Base Aérea (Noreste), Cañavalejo (Suroeste), Compartir (Oriente), La Ermita (Centro) y Transitoria (Oriente).

Los resultados de las variables contaminantes y meteorológicas del año 2018 son objeto de elaboración del siguiente informe técnico sobre el estado de la calidad del aire, así como el comportamiento de la meteorología en las zonas de influencia de las estaciones de monitoreo de calidad del aire.

El SVCASC fue acreditado en la norma NTC-ISO/IEC 17025:2005 por el IDEAM a través de la Resolución 1328 del 23 de junio de 2018 en los siguientes parámetros:

- PM<sub>2.5</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> en la estación Base Aérea – Acuparque
- PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, O<sub>3</sub> en la estación Compartir
- PM<sub>10</sub>, O<sub>3</sub> en la estación Pance
- PM<sub>2.5</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> en la estación Univalle

Los resultados de las variables contaminantes y meteorológicas del año 2018 son objeto de elaboración del siguiente informe técnico sobre el estado de la calidad del aire, así como el comportamiento de la meteorología en las zonas de influencia de las estaciones de monitoreo de calidad del aire.

### 1.1. Contaminación del aire

El aire limpio es un requisito esencial para la salud de los seres humanos. No obstante, la contaminación del aire es una de las problemáticas que tiene un fuerte impacto en el bienestar de las personas: la OMS en el año 2012, estimó que este fenómeno provoca cada año 3 millones de defunciones prematuras en ciudades y zonas rurales<sup>1</sup>.

De esto nacen las políticas y normas de calidad del aire, que buscan proteger la salud pública de los ciudadanos. Nuestro país se rige por la resolución 610 de 2010, la cual fue actualizada por la resolución 2254 de 2018, que entró en vigor el 1º de enero de 2018. En ella se establecen los contaminantes criterio y los niveles máximos permisibles a condiciones de referencia. A continuación, se describen los contaminantes criterios que son monitoreados por el SVCASC

#### 1.1.1. Material Particulado

El material particulado (PM de sus siglas en inglés *Particulate Matter*), es una mezcla compleja de partículas sólidas y líquidas, las cuales contienen un amplio rango de componentes orgánicos e inorgánicos. Su masa y composición es altamente variable en términos espacio-temporales, y las condiciones climáticas y meteorológicas tienen una alta influencia sobre este.

Por lo general, el PM se define de acuerdo al tamaño o radio aerodinámico de las partículas que componen una fracción en particular, lo cual es un factor determinante del tiempo que residen en el aire, que tan lejos son transportadas, y en términos de salud, como se depositaran en el sistema respiratorio. Las normas de calidad del aire se basan en la masa de las fracciones de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.

##### 1.1.1.1. PM<sub>10</sub>

El PM<sub>10</sub> corresponde a la fracción de PM cuyo diámetro aerodinámico es menor a 10 micrómetros (µm), es decir una millonésima parte de un metro. Estas partículas pueden provenir de polvo, motores de combustión, así como por la formación de aerosoles a producto de las reacciones de otros contaminantes como NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub>.

---

<sup>1</sup>Tomado de: Calidad del aire ambiente (exterior) y salud, Nota descriptiva. Organización Mundial de la Salud.  
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/>

Los impactos en salud del PM10 se relacionan con su capacidad de penetrar profundamente en el tracto respiratorio. Su inhalación puede aumentar el riesgo, frecuencia y severidad de desórdenes respiratorios y cardiopulmonares.

#### **1.1.1.2. PM2.5**

El PM2.5 se considera material particulado fino, está formado por una mezcla de sólidos y líquidos de un tamaño menor a 2.5  $\mu\text{m}$ . Está compuesto por un variado número de componentes, que dependen de la fuente de emisión. Estos incluyen nitratos, sulfatos, compuestos orgánicos volátiles (COVs), metales, partículas de suelo y polvo. El PM2.5 puede ser emitido directamente a la atmósfera o formado de manera secundaria.

#### **1.1.2. Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>)**

NO<sub>x</sub> refiere a 2 contaminantes, el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>); estos son producidos durante la combustión a altas temperaturas. La exposición a corto plazo al NO<sub>2</sub> está relacionada con la inflamación de las vías respiratorias.

El NO<sub>x</sub> es un precursor principal en la formación de ozono troposférico, así como en la formación de smog; también contribuye, junto con el SO<sub>2</sub> a la deposición ácida.

#### **1.1.3. Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)**

El SO<sub>2</sub> es un gas formado cuando los combustibles con impurezas de azufre son quemados. Este es principalmente emitido por las fuentes móviles, sector industrial y estaciones de energía. Se caracteriza por ser un gas irritante, afectando las partes superiores de las vías respiratorias.

#### **1.1.4. Ozono Troposférico (O<sub>3</sub>)**

El ozono es un contaminante secundario, producido por la reacción entre los NO<sub>x</sub> y los compuestos orgánicos volátiles, en presencia de radiación solar. Exposiciones a corto plazo pueden causar inflamación de las vías respiratorias e irritación de los ojos, nariz y garganta.


## 2. DESCRIPCION GENERAL DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

A continuación, se muestra la ubicación espacial de las estaciones de monitoreo, los métodos de referencia avalados por la US-EPA y la estimación de incertidumbre de los equipos de medición.

### CALIDAD DEL AIRE:

	Foto	Parámetro	Métodos de Referencia US-EPA		Foto	Parámetro	Métodos de Referencia US-EPA
1 FLO		PM <sub>10</sub>	Thermo Scientific 5014i EQPM-1102-150	6 UV		PM <sub>2.5</sub>	Met One Instruments BAM1020 EQPM-0308-170
		O <sub>3</sub>	Thermo Scientific 49i EQOA-0880-047			O <sub>3</sub>	Teledyne T400 EQOA-0992-08
		H <sub>2</sub> S	Thermo Scientific 450i No es método EPA			NO <sub>2</sub>	Teledyne T200 RFNA-1194-099
2 ERA		PM <sub>10</sub>	Thermo Scientific 5014i EQPM-1102-150	7 CO		PM <sub>10</sub>	Met One Instruments BAM1020 EQPM-0798-122
		O <sub>3</sub>	Thermo Scientific 49i EQOA-0880-047			PM <sub>2.5</sub>	Met One Instruments BAM1020 EQPM-0308-170
		H <sub>2</sub> S	No es método EPA (Thermo Scientific 450i)			O <sub>3</sub>	Teledyne T400 EQOA-0992-08
3 ET		PM <sub>10</sub>	Thermo Scientific 5014i EQPM-1102-150	8 ER		PM <sub>10</sub>	Thermo Scientific TEOM 1405 EQPM-1090-079
		PM <sub>2.5</sub>	Thermo Scientific Semiautomatic Partisol rP 2025 RFPs-0498-118			SO <sub>2</sub>	Thermo Scientific 43i EQSA-0486-060
4 BA		PM <sub>2.5</sub>	Met One Instruments BAM1020 EQPM-0308-170	9 CA		PM <sub>10</sub>	Thermo Scientific TEOM 1405 EQPM-1090-079
		O <sub>3</sub>	Teledyne T400 EQOA-0992-08			SO <sub>2</sub>	Thermo Scientific 43i EQSA-0486-060
		SO <sub>2</sub>	Teledyne T100 EQSA-0495-100.	CC		Centro de Control del SVCASC	
5 PA		PM <sub>10</sub>	Met One Instruments BAM1020 EQPM-0798-122				
		O <sub>3</sub>	Teledyne T400 EQOA-0992-08				

### RUIDO AMBIENTAL:

	Foto	Parámetro	Normativa de Referencia		Foto	Parámetro	Normativa de Referencia
10 C66		Nivel de ruido ambiental	ISO 1996: Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental IEC 61672-1: Electroacústica Sonómetros. Especificaciones IEC 61260: Electroacústica – filtros de banda de octava y tercio de octava.	11 PP		Nivel de ruido ambiental	ISO 1996: Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental IEC 61672-1: Electroacústica Sonómetros. Especificaciones IEC 61260: Electroacústica – filtros de banda de octava y tercio de octava.
12 JB		Nivel de ruido ambiental					

#### Estimación de la Incertidumbre (CALIDAD DE AIRE)

1. Período de estimación: Anual	
2. Unidad de medida (ug/m <sup>3</sup> )	
3. Equipos tenidos en cuenta: Analizadores de las estaciones Compartir, Univalle, Base aérea - Acuarque y Pance	
4. Metodología tomada de los documentos:	
✓ Cuantificación de la Incertidumbre en Medidas Analíticas. Eurachem Citac, Guía C64. Tercera edición, 2012.	
✓ Evaluación de datos de medición: Guía para la Expresión de la Incertidumbre de Medida. Centro Español de Metrología, Primera edición, 2008	
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
2,7	1,0
O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>
2,5	3,0
NO <sub>2</sub>	
	2,2

**Gráfico 1.** Descripción general de las estaciones de monitoreo de calidad del aire en la ciudad de Cali

### 3. CALIDAD DEL AIRE

#### 3.1. Funcionamiento de las estaciones durante el año 2018

En términos muy generales se puede aseverar que el funcionamiento de las estaciones de monitoreo ha sido exitoso, en el cual se han logrado consolidar porcentajes de datos muy cercanos al 75% durante todo el año. A continuación, se muestra la tabla 1, en la cual se hace un balance general del porcentaje de datos validos por estación durante el año 2018.

**Tabla 1.** Porcentaje de datos validos por estación durante el año 2018.

Estación		Contaminantes						Meteorología							Ruido
		PM10	PM25	SO2	NO2	O3	H2S	VV	DV	LL	HR	RS	T	PB	LAEQT
Aire	Base Aérea		89.4%	91.3%		96.9%									
	Cañavalejo	80.8%		80.1%				43.1%	43.1%	41.0%					
	Compartir	90.3%	76.8%			92.7%		92.9%	92.9%	92.9%	92.9%	91.4%	92.8%	92.9%	
	ERA - Obrero	96.5%				97.8%	74.4%			97.2%		90.2%			
	La Ermita	90.2%		94.0%						62.5%					
	La Flora	69.1%				85.3%	83.9%			90.5%		90.5%			
	Pance	90.8%				86.8%				95.5%	95.5%	95.5%			
	Transitoria - Navarro	34.0%													
	Univalle		87.0%		71.6%	80.8%									
Ruido	Carrera_66							67.5%	67.5%	50.7%	66.9%		67.2%	66.8%	40.4%
	Parque_Perro							82.1%	82.1%	63.2%	81.8%		81.9%	81.8%	62.8%
	Juanambu							64.5%	64.5%	49.3%	64.0%		64.3%	63.9%	47.3%
	Unidad_Movil							52.3%	52.6%	45.0%	52.5%		52.5%	52.5%	48.0%
Glosario	PM: Material Particulado	SO2: Dióxido de Azufre			NO2: Dióxido de Nitrógeno		O3: Ozono Troposférico			H2S: Sulfuro de Hidrogeno		T: Temperatura			
	PB: Presión Barométrica	VV: Velocidad del Viento		DV: Dirección del Viento		RS: Radiación Solar			HR: Humedad Relativa		LL: Lluvia				

(Nota: Valores de la tabla que no tienen un porcentaje es debido a que no existe el analizador en un determinado punto de monitoreo).

A continuación se hace un análisis por variable (analizador) para determinar el porcentaje de datos validos:

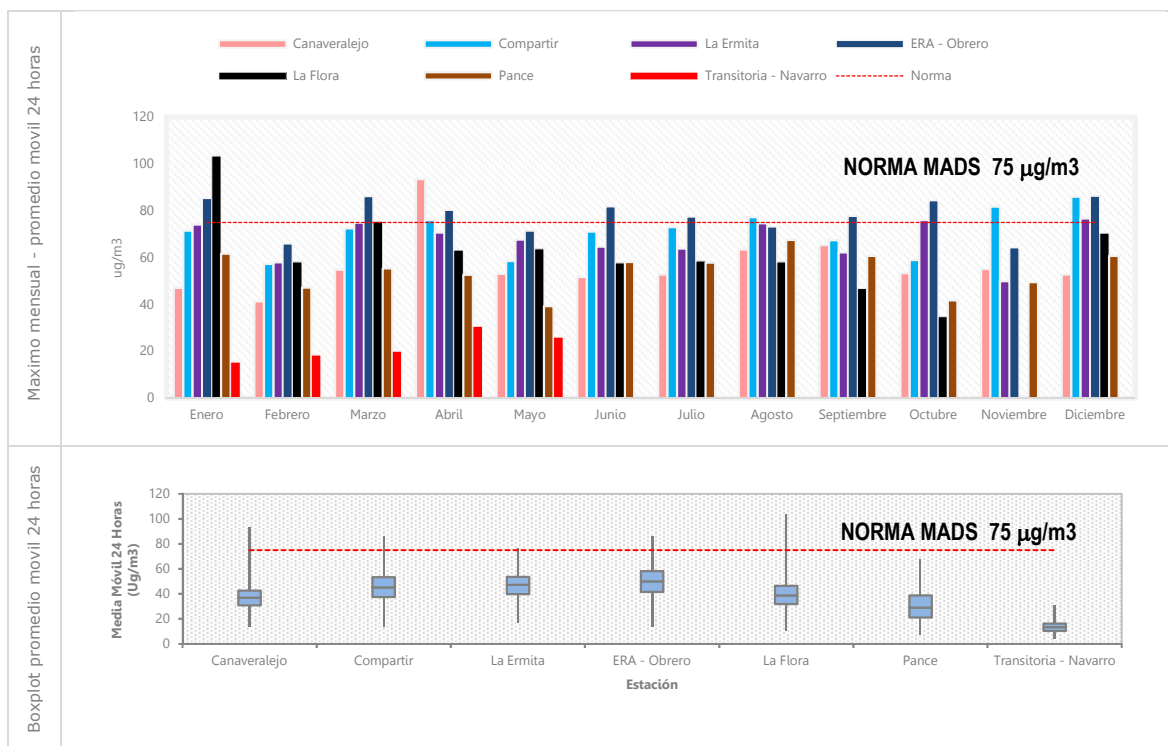
- **Material Particulado menor a 10 micras – PM<sub>10</sub>:** Se encontró que 5 de los 7 analizadores incluidos en el informe superan el 75% de datos válidos.
- **Material Particulado menor a 2.5 micras – PM<sub>2.5</sub>:** Se encontró que los 3 analizadores incluidos en el informe superaron el 75% de datos válidos.
- **Dióxido de Azufre SO<sub>2</sub>:** Se encontró que los 3 analizadores incluidos en el informe superaron el 75% de datos válidos.
- **Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub>:** Solo hay un analizador para este contaminante ubicado en la estación Univalle, el cual registro un porcentaje 71.6% de datos válidos.
- **Ozono Troposférico O<sub>3</sub>:** Los 6 equipos analizadores presentaron un porcentaje de datos superior al 75%.
- **LAEQT:** Los porcentajes de datos validos fueron inferiores al 75%, ya que la componente de ruido ambiental inicio operación con datos válidos a partir del mes de junio de 2018
- **Meteorología:** En términos generales se puede decir que la estación Compartir superó el porcentaje de datos válidos por encima del 75%.



### 3.2. Contraste con la normativa ambiental nacional

A continuación, se mostrarán algunos resultados del comportamiento de los diferentes contaminantes en las estaciones de monitoreo que registraron información en el año 2018, además de la comparación de la normativa estipulada en la Resolución 2254 de noviembre de 2017 del MADS en el tema calidad del aire.

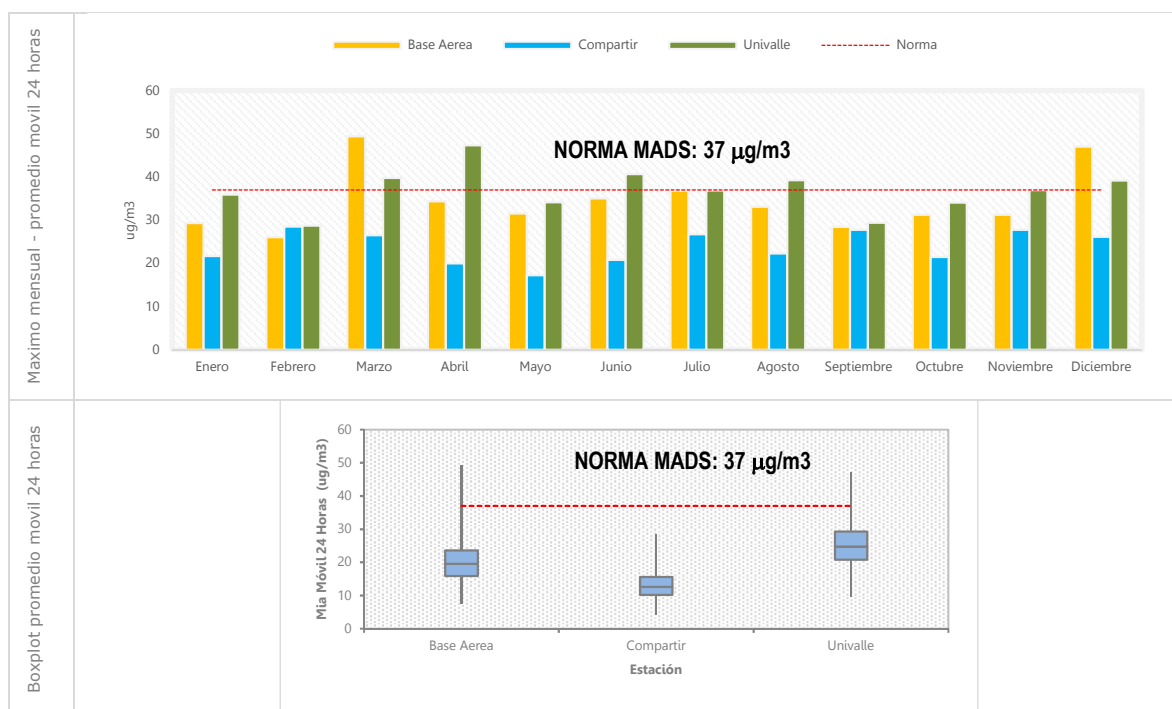
**3.2.1 Material Particulado  $PM_{10}$ :** La grafica 2 muestra como fue el comportamiento de las partículas menores a 10 micras durante el 2018 y la comparación con la norma nacional establecida



**Gráfico 2.** Comportamiento del  $PM_{10}$  – Promedio Móvil 24 horas.

**$PM_{10}$  - promedio móvil 24 horas:** Para el caso del material particulado menor a 10 micras  $PM_{10}$ , se observó que a partir del cambio normativo se registraron excedencias durante el 2018 sobrepasando la norma diaria de 75  $\mu g/m^3$  en la mayoría de las estaciones. Se puede apreciar que las estaciones Compartir y ERA-Obrero y Ermita registraron los valores más altos de este contaminante. El comportamiento de la contaminación en La estación Transitoria fue de los más bajos en comparación al resto de puntos en donde se midió este contaminante.

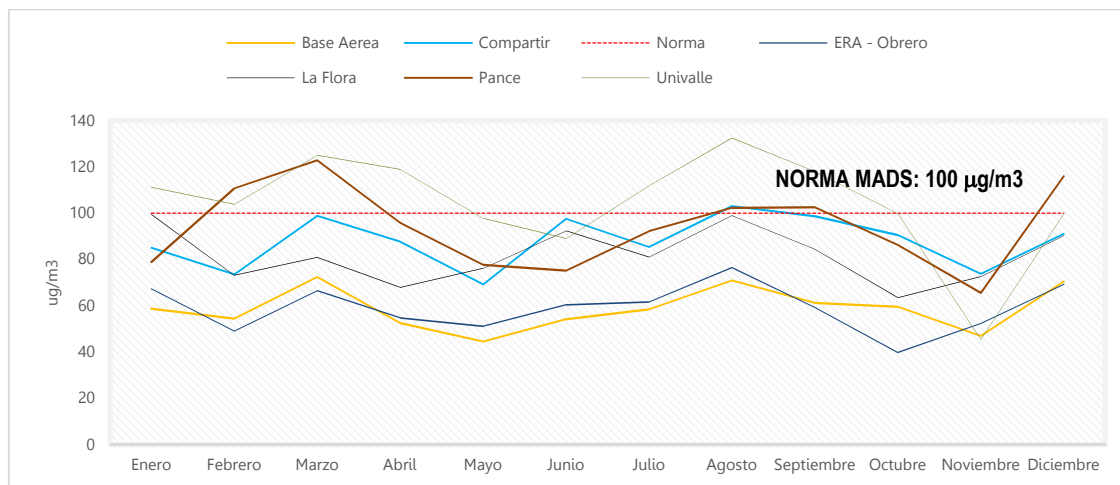
**3.2.2. Material Particulado  $PM_{2.5}$ :** La grafica 3 muestra como fue el comportamiento de las partículas menores a 2.5 micras durante el 2018 y la comparación con la norma nacional establecida



**Gráfico 3.** Comportamiento del PM<sub>2.5</sub>. - Promedio móvil 24 horas.

**PM<sub>2.5</sub> - promedio móvil 24 horas:** Para el caso del material particulado menor a 2.5 micras se registraron excedencias de la norma diaria de 37 µg/m³. La estación Univalle registró los más altos en comparación con los otros puntos de monitoreo.

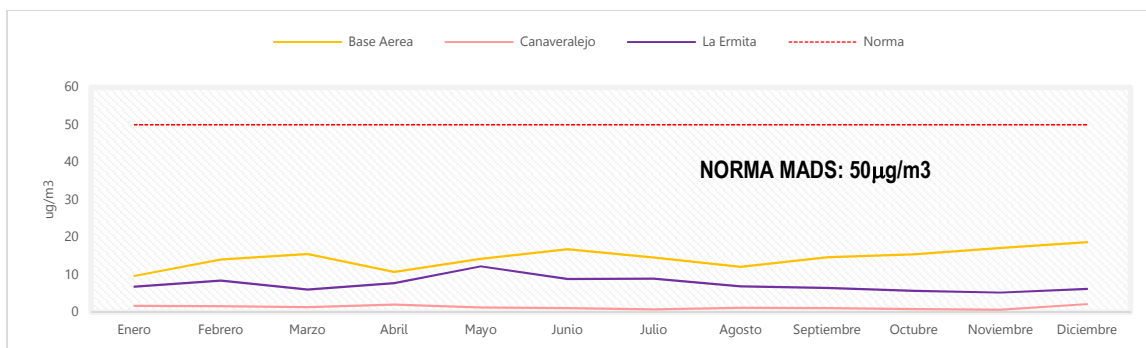
**3.2.3. Ozono Troposférico O<sub>3</sub>:** La grafica 4 muestra como fue el comportamiento de este contaminante durante el 2018 y la comparación con la norma nacional establecida.



**Gráfico 4.** Comportamiento del Ozono Troposférico Máximo Mensual - promedio móvil 8 horas.

**O<sub>3</sub> promedio móvil 8 horas:** se observó que el Ozono sobrepaso la norma de 100 µg/m³ en las estaciones Pance, Compartir y Univalle. En las otras 3 estaciones (Flora, ERA-Obrero y Base Aérea) no se registraron excedencias a la norma.

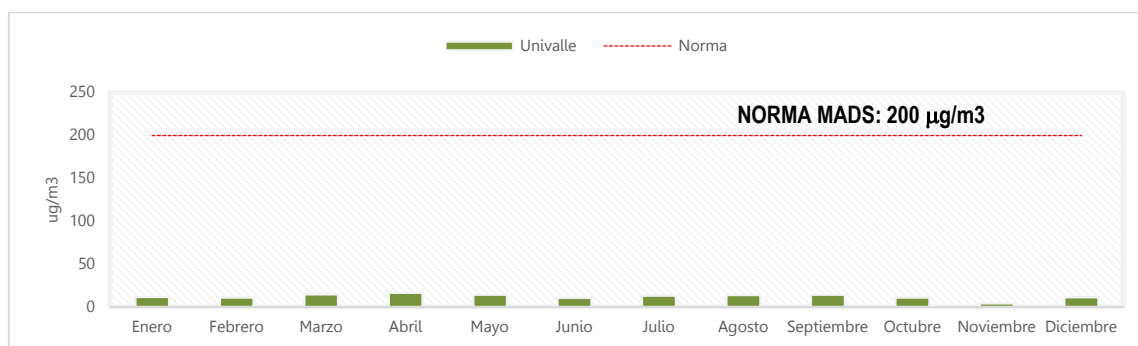
**3.2.4. Dióxido de Azufre SO<sub>2</sub>:** La grafica 5 muestra como fue el comportamiento de este gas contaminante durante el 2018 y la comparación con la norma nacional establecida



**Gráfico 5.** Comportamiento del Dióxido de Azufre Máximo Mensual - promedio móvil 24 horas

**SO<sub>2</sub> – promedio móvil 24 horas:** se observó que el Dióxido de Azufre no sobrepasó la norma diaria de 50 µg/m<sup>3</sup> a lo largo del año en las 3 zonas donde se monitoreó este contaminante.

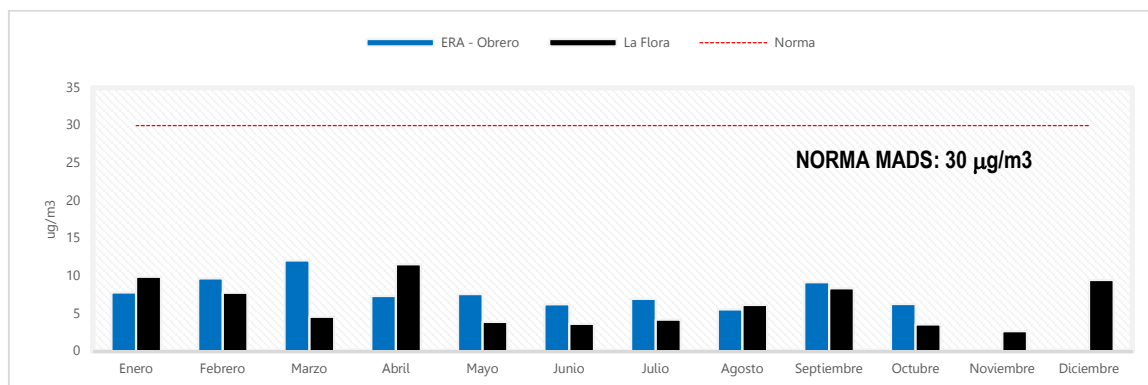
**3.2.5. Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub>:** La grafica 6 muestra como fue el comportamiento de este gas contaminante durante el 2018 y la comparación con la norma nacional establecida



**Gráfico 6.** Comportamiento del Dióxido de Nitrógeno Máximo Mensual - promedio móvil 24 horas

**NO<sub>2</sub> promedio 1 hora:** se observó que el Dióxido de Nitrógeno no sobrepasó la norma horaria de 200 µg/m<sup>3</sup> a lo largo del año en la zona sur de la ciudad (Estación Univalle)

**3.2.6. Sulfuro de Hidrogeno H<sub>2</sub>S** La grafica 7 muestra como fue el comportamiento de este gas contaminante durante el 2018 y la comparación con la norma nacional establecida



**Gráfico 7.** Comportamiento del Sulfuro de Hidrogeno Máximo Mensual - promedio 1 hora

**H<sub>2</sub>S promedio 1 hora:** se observó que el Sulfuro de Hidrogeno no sobrepasó la norma horaria de 30 µg/m<sup>3</sup> a lo largo del año en las estaciones ERA-Obrero y La Flora.

### 3.3. Análisis de excedencias a la normativa

Uno de los aspectos más relevantes a revisar en este informe es el tema de las excedencias a la norma por parte de los contaminantes criterio, en el cual, según lo analizado anteriormente, no se registraron valores por encima de la norma en el Material Particulado PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, Dióxido de Azufre y Dióxido de Nitrógeno. Solo se registraron excedencias en lo correspondiente al Ozono Troposférico.

Contaminante	Nivel Máximo Permisible (ug/m3)	Tiempo de Exposición	Estación	Nº de Excedencias	% de Excedencias	Datos Validos
PM10	100 (Ene-Jun 2018) 75 (1 Julio 2018)	24 horas	Cañaveralejo	1	0.0%	7049
			Compartir	84	1.1%	7809
			Ermita	11	0.1%	7929
			ERA-Obrero	135	1.6%	8425
			Flora	2	0.03%	6047
			Pance	0	0.0%	7931
			Transitoria	0	0.0%	2943
PM2.5	50 (Ene-Jun 2018) 37 (1 julio 2018)	24 horas	Base Aérea - Acuaparque	21	0.3%	7651
			Compartir	0	0.0%	6034
			Univalle	31	0.4%	7351
SO2	50	24 horas	Base Aérea - Acuaparque	0	0.0%	7999
			Cañaveralejo	0	0.0%	7014
			Ermita	0	0.0%	8236
	100	1 horas	Base Aérea - Acuaparque	0	0.0%	7999
			Cañaveralejo	0	0.0%	7014
			Ermita	0	0.0%	8236
NO2	200	1 horas	Univalle	0	0.0%	6275
O3	100	8 horas	Base Aérea - Acuaparque	0	0.0%	8477
			Compartir	1	0.01%	8110
			ERA-Obrero	0	0.0%	8549
			Flora	0	0.0%	7439
			Pance	39	0.5%	7534
			Univalle	83	1.2%	7036

Tabla 2. Excedencias a la normativa nacional según la Resolución 2254-2017 del MADS

**Material Particulado PM10:** se encontró que se registraron excedencias en 5 de los 7 sitios en donde se monitoreo este contaminante, siendo las zonas Centro (ERA Obrero, 1.6%) y oriente (Compartir, 1.1%) respectivamente. En términos generales se observa que las excedencias registradas de dicho contaminante no superan el 1.6% en la totalidad de los sitios de medición durante el año objeto de estudio.

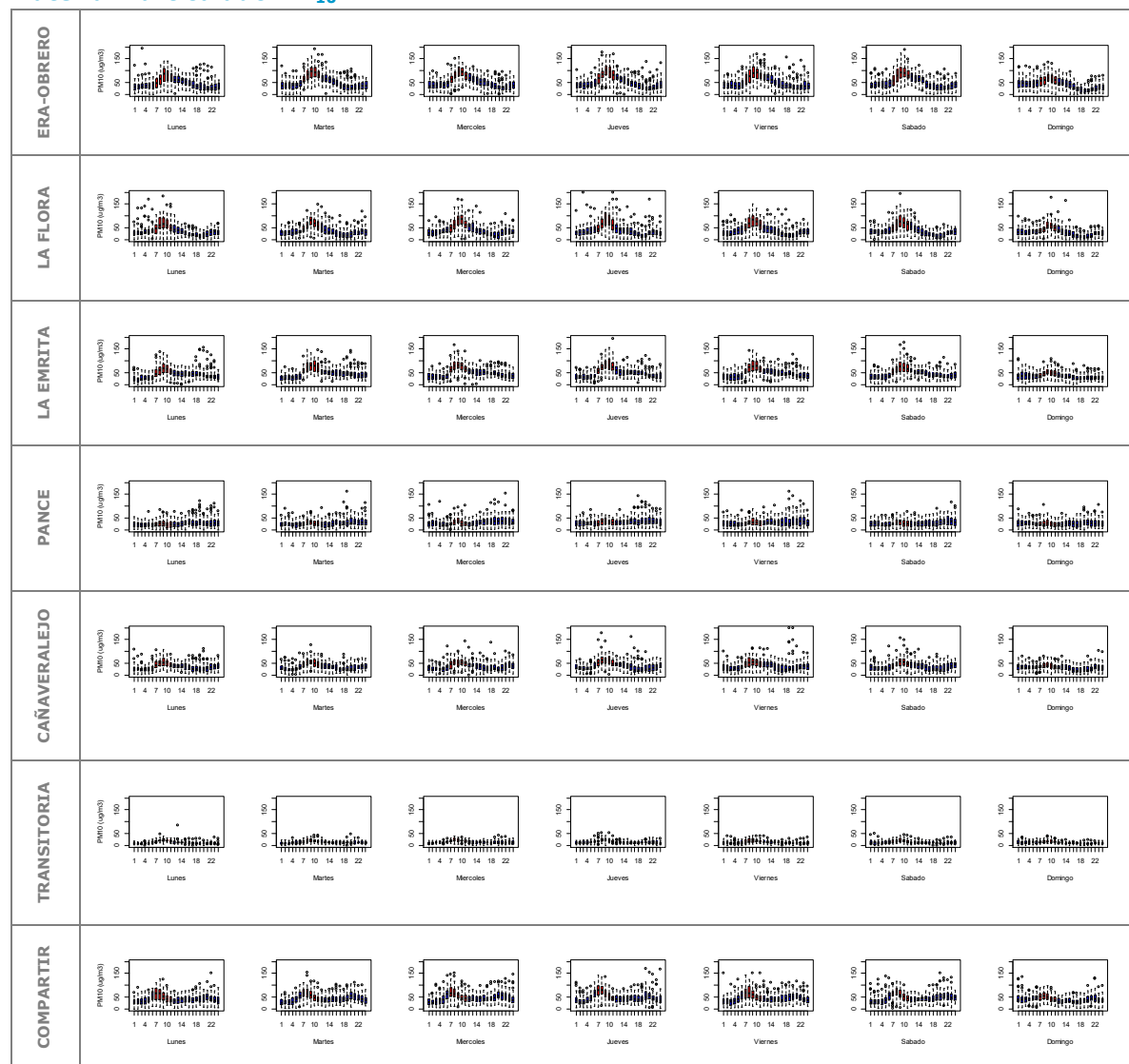
**Material Particulado PM2.5:** se encontró que se registraron excedencias en 2 de los 3 sitios en donde se monitoreo este contaminante, siendo las zonas sur (Univalle, 0.4%) y oriente (Base Aérea - Acuaparque, 0.3%) respectivamente. En términos generales se observa que las excedencias registradas de dicho contaminante no superan el 0.4% en la totalidad de los sitios de medición durante el año objeto de estudio.

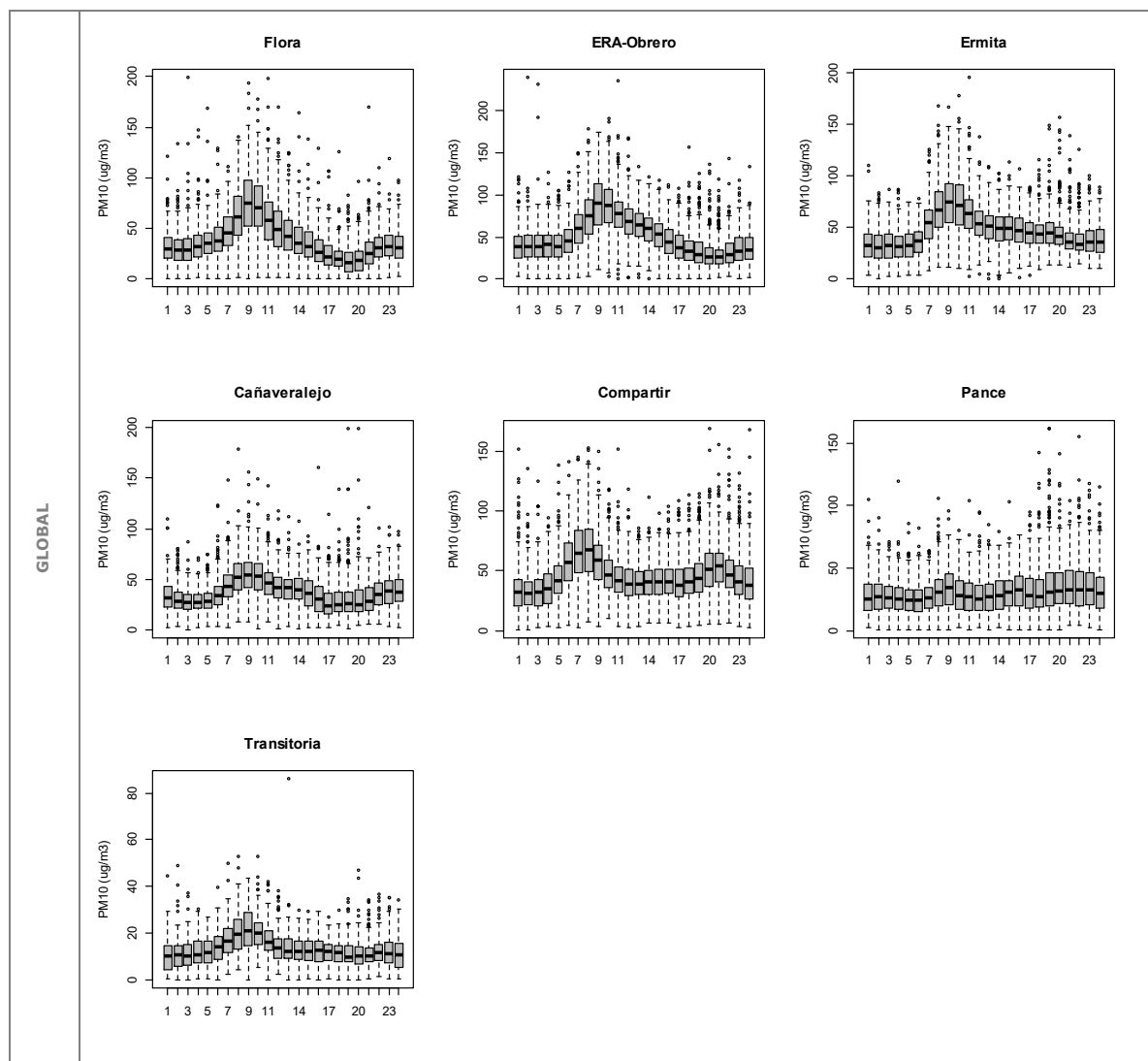
**Ozono troposférico:** La tabla anterior muestra que se registraron excedencias en 3 de los 6 sitios en donde se monitoreo este contaminante, siendo las zona sur (Univalle, 1.2% y Pance 0.5%) respectivamente los de mayores niveles de excedencias. En términos generales se puede concluir que los porcentajes de excedencias son bajos y estos valores se registraron entre las 10 am y las 5 pm, rango en donde se presentaron los mayores niveles de radiación solar durante el año 2018.

### 3.4. Análisis del comportamiento de los contaminantes según el día de la semana (gráficos hora-día semana)

A continuación se hará un análisis más extendido del comportamiento de los contaminantes según la hora del día durante el año 2018.

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

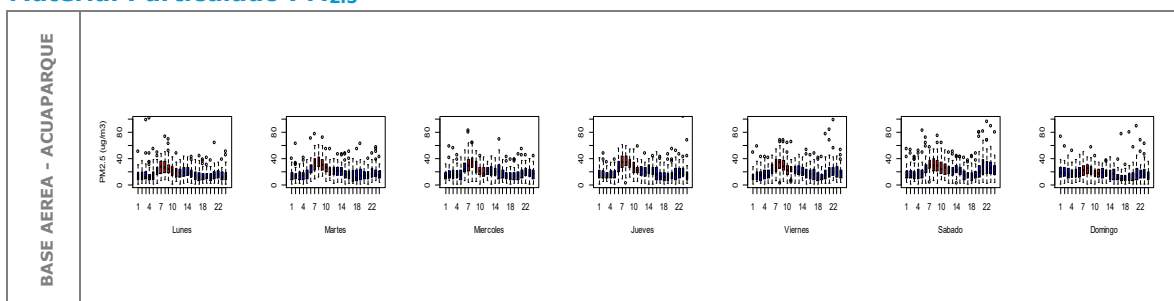


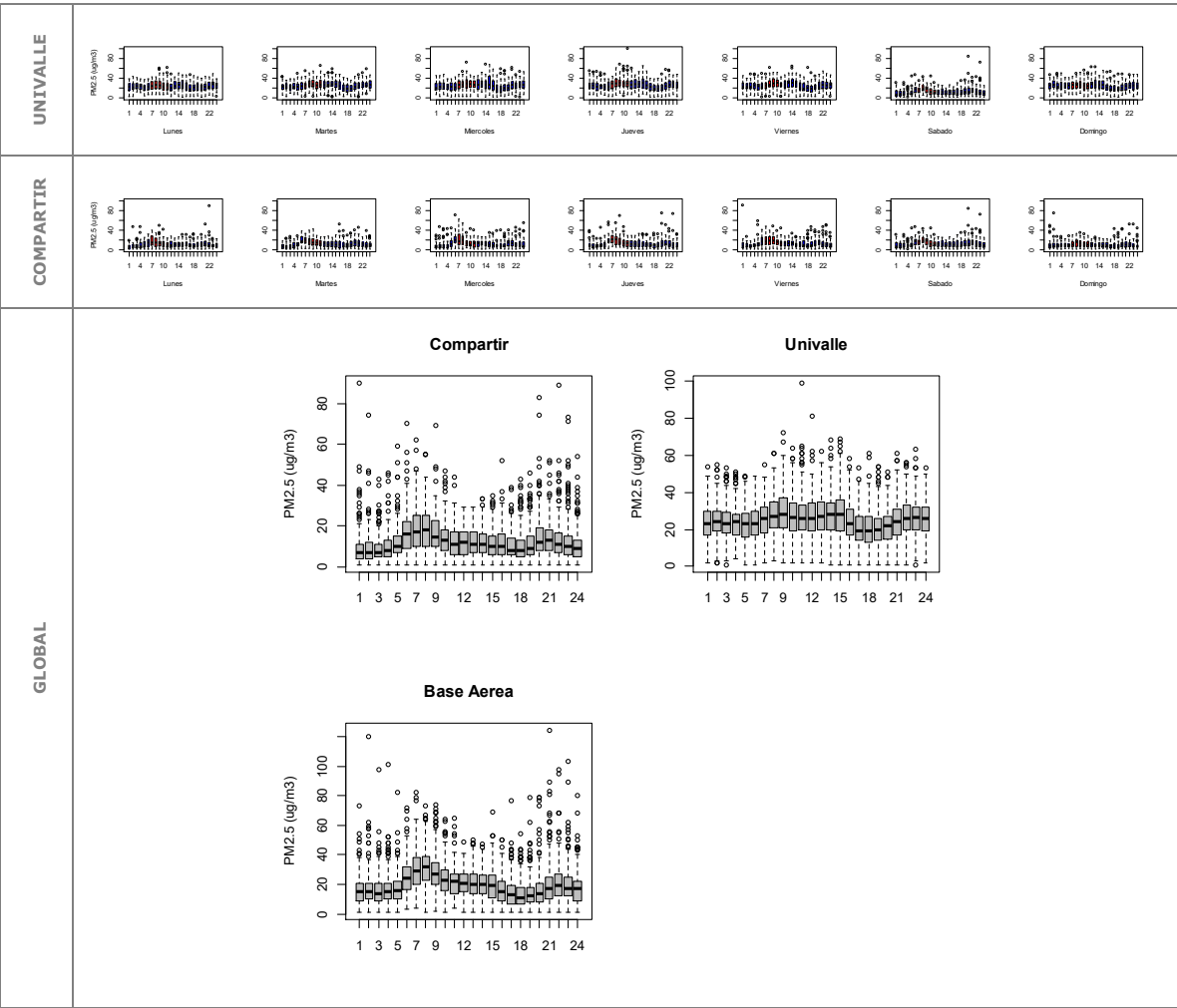


**Gráfico 8.** Diagrama de cajas y alambres según la hora del día del comportamiento del Material Particulado  $PM_{10}$ .

La grafica 8 muestra el comportamiento horario del  $PM_{10}$  según la hora del día, en el cual se observa que en las estaciones ERA-Obrero, La Flora, La Ermita, Cañavalejo, Transitoria y Compartir ocurre un aumento de los niveles de partículas en las horas pico las cuales son entre las 7 de la mañana y las 10 am en donde se llegan a tener los valores más altos. El comportamiento de este contaminante en los puntos mencionados anteriormente muestra que en general en el día Domingo se registraron los valores más bajos. La estación background (Pance) muestra un comportamiento muy homogéneo durante los días de la semana y no hay un patrón claro de aumento durante las horas del día. Los valores más bajos de  $PM_{10}$  se registraron en esta zona de la ciudad.

### Material Particulado $PM_{2.5}$

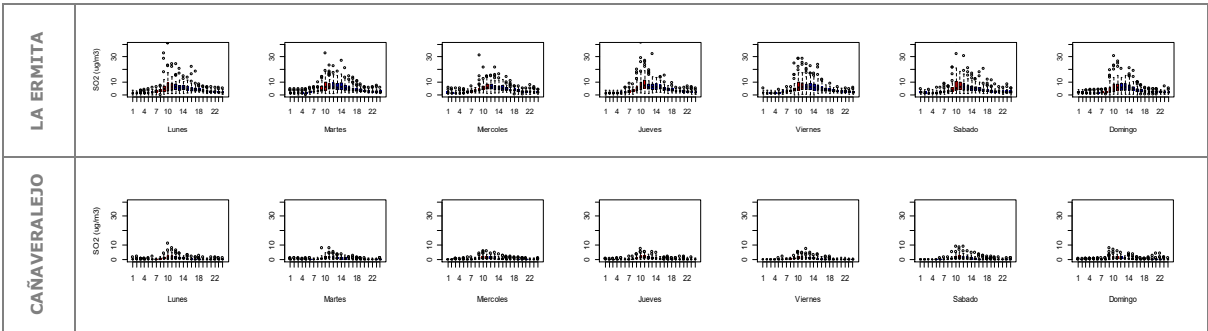


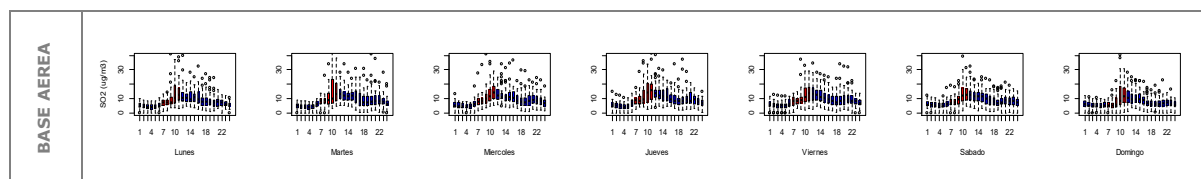


**Gráfico 9. Diagrama de cajas y alambres según la hora del día del comportamiento del Material Particulado PM<sub>2.5</sub>. Datos horarios**

La grafica 9 muestra el comportamiento horario del PM<sub>2.5</sub> según la hora del día, en el cual se observa que en las estaciones Base Aérea y Compartir ocurre un aumento de los niveles de partículas en las horas pico las cuales son entre las 7 de la mañana y las 10 am en donde se llegan a tener valores máximos en las horas mencionadas anteriormente. Los días sábados fueron donde se presentaron los mayores niveles de este contaminante, aunque hay que aclarar que estas diferencias no son tan claras gráficamente.

**Dióxido de Azufre SO<sub>2</sub>:**

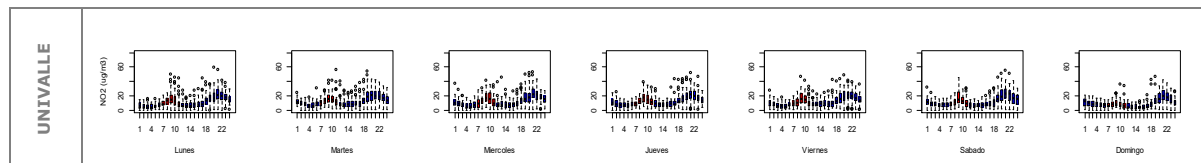




**Gráfico 10. Diagrama de cajas y alambres del Dióxido de Azufre SO<sub>2</sub> según el día de la semana. Datos horarios**

El grafico 10 correspondiente al comportamiento promedio horario del Dióxido de Azufre en la Estación Base Aérea Acuparque muestra un aumento en los niveles de este contaminante entre las 8 y las 11 de la mañana. Hay que mencionar que este contaminante está muy por debajo de lo establecido en la normativa nacional.

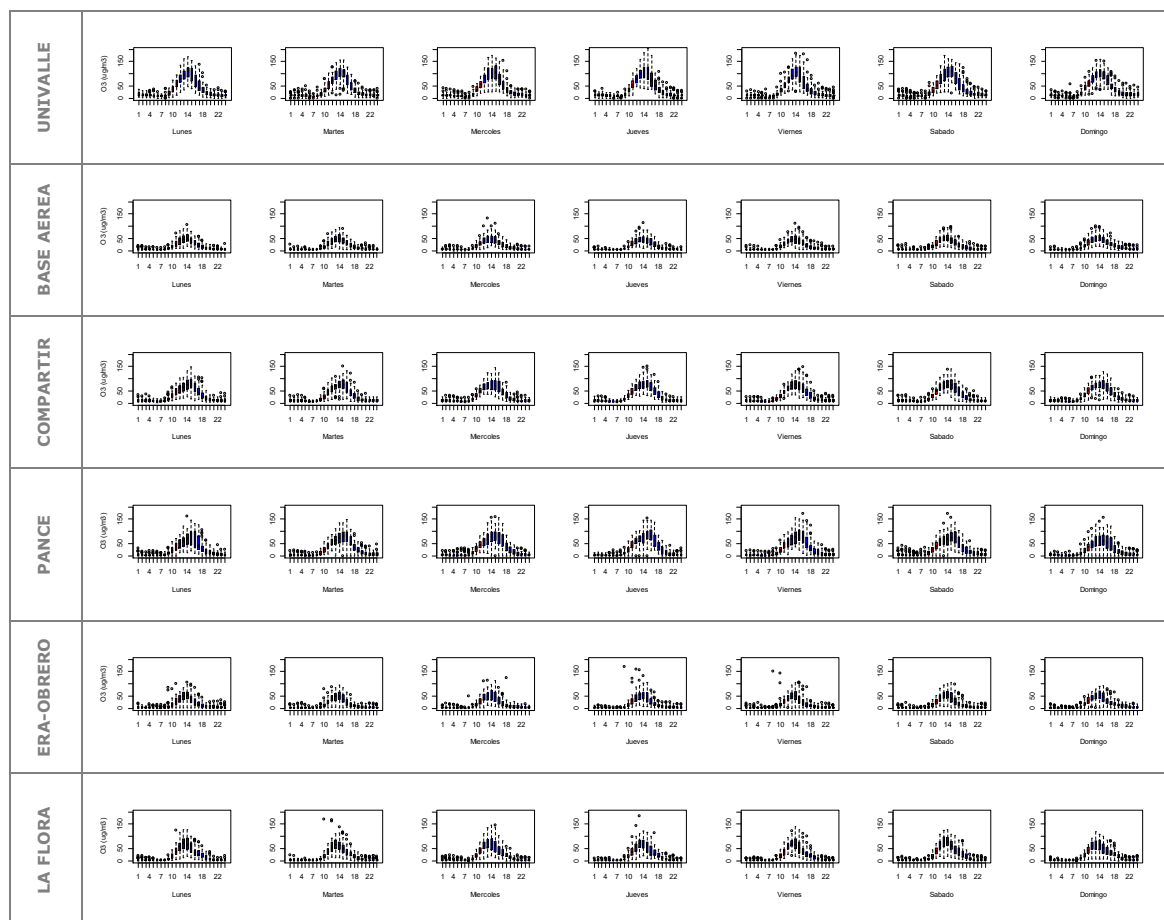
## Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub>:



**Gráfico 11. Diagrama de cajas y alambres del Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub> según el día de la semana. Datos horarios**

El grafico 11 correspondiente al comportamiento promedio horario del Dióxido de Nitrógeno en la Estación Univalle muestran un aumento en los niveles de este contaminante entre las 8 y las 11 de la mañana, y un aumento más alto entre las 5 y las 9 pm. Hay que mencionar que este contaminante está muy por debajo de lo establecido en la normativa nacional.

## Ozono Troposférico O<sub>3</sub>:



**Gráfico 12. Diagrama de cajas y alambres del Ozono Troposférico O<sub>3</sub> según el día de la semana. Datos horarios**

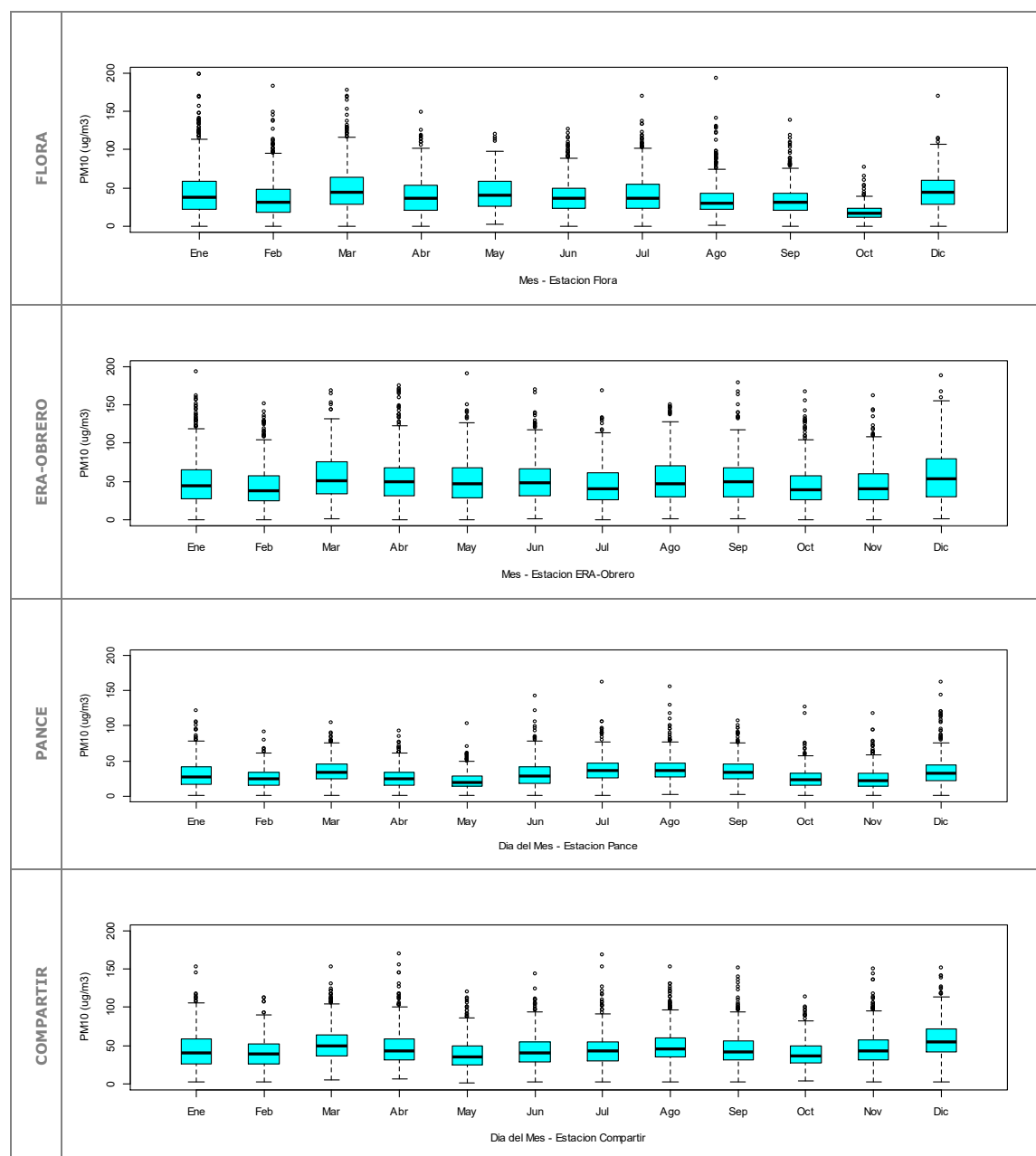


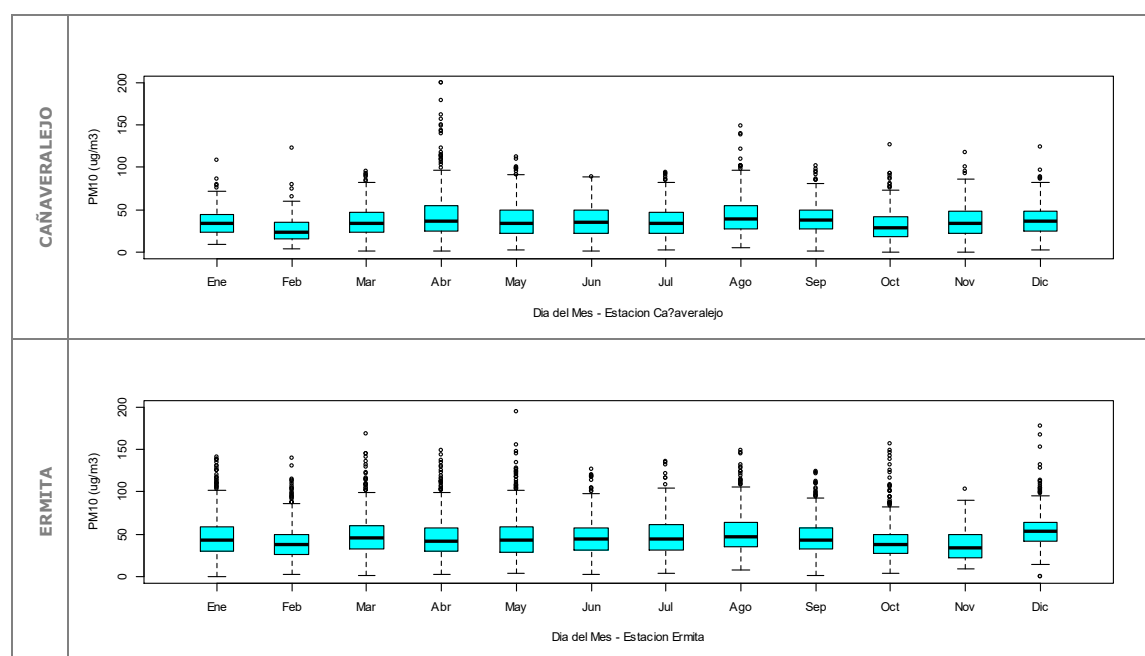
El gráfico 12, muestra el comportamiento del promedio horario del Ozono en las estaciones ERA-Obrero, Flora, Compartir, Pance, Univalle y Base Aérea, aparentemente muy similar al comparar los días de la semana y claramente se puede observar el aumento que se presenta en las horas cercanas al mediodía, en donde se registraron los niveles más altos de radiación solar.

### 3.5. Comportamiento de los contaminantes según el mes.

A continuación se hará un análisis más extendido del comportamiento de los contaminantes según el mes del año.

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

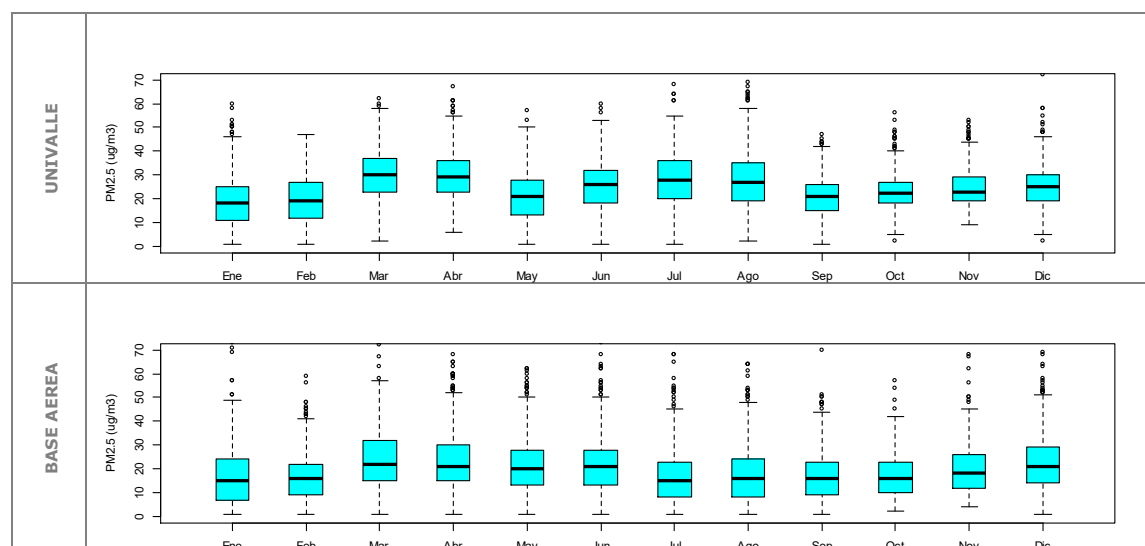


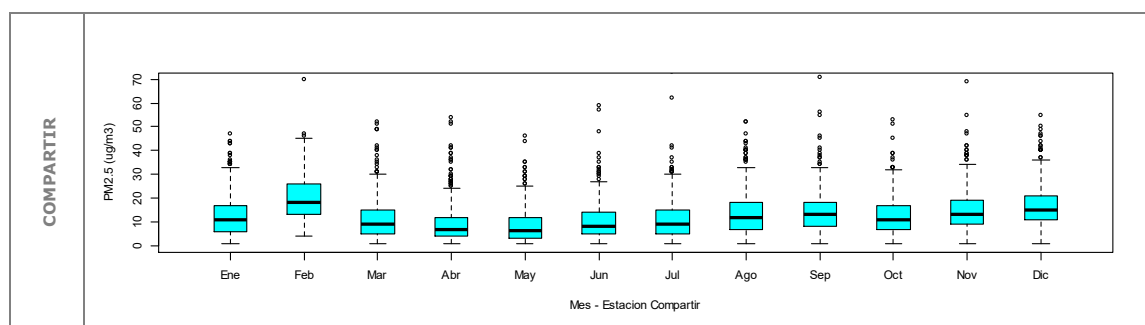


**Gráfico 13.** Diagrama de cajas y alambres del comportamiento del Material Particulado PM<sub>10</sub> según el mes del año.

Se observa gráficamente que en la mayoría de las estaciones el mes de diciembre fue el de los mayores niveles de PM<sub>10</sub>, mientras que en la estación Flora el mes de octubre fue el de menores niveles de material particulado. Gráficamente se evidencian bastantes datos atípicos en cada mes.

## Material Particulado PM<sub>2.5</sub>

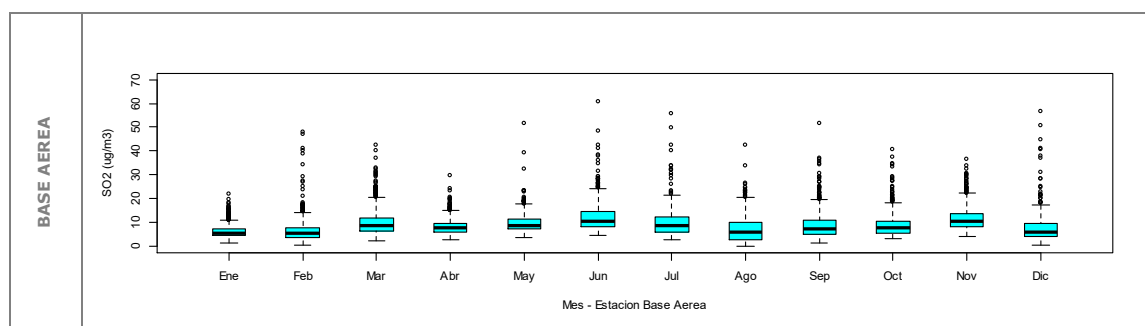




**Gráfico 14.** Diagrama de cajas y alambres del comportamiento del Material Particulado  $PM_{2.5}$  según el mes del año.

Se observa gráficamente que en las estaciones Univalle y Base Aerea – Acuaparque en los meses de enero y febrero fueron los de menores niveles de  $PM_{2.5}$ , mientras que en la estación Compartir fue el mes de abril con el de menores niveles de material particulado. Gráficamente se evidencian bastantes datos atípicos.

## Dióxido de Azufre $SO_2$

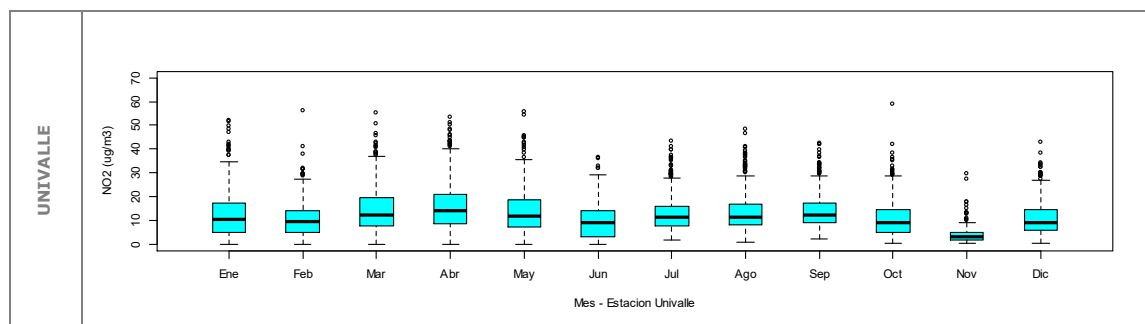


**Gráfico 15.** Diagrama de cajas y alambres del comportamiento del Dióxido de Azufre  $SO_2$  según el mes del año

El comportamiento del  $SO_2$  mensual muestra que las mediciones mas altas se han registrado durante el mes de junio. Las mediciones mas bajas se registraron durante el mes de diciembre.

## Dióxido de Nitrógeno $NO_2$

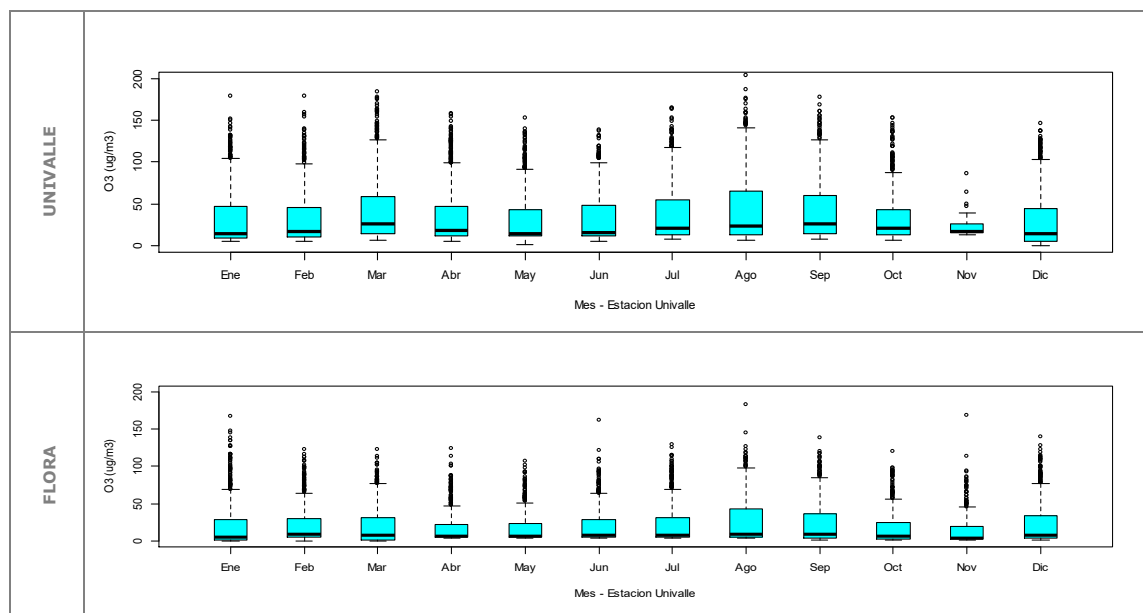
Gráficamente se puede evidenciar valores atípicos en relación con el comportamiento común del resto de datos reflejado en los diagramas de cajas. En la estación Ermita se puede evidenciar que los valores más altos en los meses de julio y octubre.



**Gráfico 16.** Diagrama de cajas y alambres del comportamiento del Dióxido de Nitrógeno  $NO_2$  según el mes del año

Gráficamente se puede evidenciar que los valores más altos del Dióxido de nitrógeno en la estación Univalle se presentaron en el mes de abril, mientras que en el mes de noviembre se registraron los valores mas bajos de este contaminante.

## Ozono Troposférico O<sub>3</sub>



**Gráfico 17. Diagrama de cajas y alambres del Ozono Troposférico O<sub>3</sub> según el mes del año. Datos horarios**

El gráfico mensual del comportamiento del ozono muestra una cantidad de observaciones consideradas como atípicas debido a la naturaleza de comportamiento de este contaminante. Siguiendo lo mencionado anteriormente, se puede evidenciar que en la estación Univalle durante el mes de noviembre se registraron las concentraciones más bajas de ozono troposférico.

### 3.6. Índice de calidad de aire (ICA)

El Sistema de Vigilancia de la Calidad de Aire de Santiago de Cali en el año 2018 calculó el índice de calidad de aire (ICA), tomando como referencia el establecido por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (U.S - EPA) y que actualmente es implementado en Colombia adaptándolo a la normativa nacional. Este índice representa una de las herramientas más sencillas para determinar el estado en el que se encuentra la calidad del aire de las zonas de influencias de las estaciones que actualmente reportan datos en la ciudad.

#### 3.6.1. Contaminantes que componen el ICA

Los contaminantes que se tendrán en cuenta en la elaboración del índice de calidad del aire son los conocidos como los contaminantes “criterio”, los cuales son los que generan Mayor impacto en la salud de las personas, estos contaminantes son: PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> y O<sub>3</sub>.

#### 3.6.2. Rangos del ICA

Basándose en el indicador de calidad de aire implementado por la U.S- EPA y adaptado a la ciudad de Cali, la siguiente tabla muestra los rangos en donde se encuentran cada uno de los parámetros de contaminación y la clasificación según lo planteado por la U.S- EPA.

Índice de Calidad del Aire		Puntos de Corte del ICA					
ICA	Categoría	PM10	PM2.5	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>3</sub>
		µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
		24 Horas	24 Horas	24 Horas	1 Hora	8 Horas	1 Hora
0 - 50	Buena	0	54	0	93	0	100
51 - 100	Aceptable	55	154	13	37	94	197
101 - 150	Dañina a la salud de Grupos Sensibles	155	254	38	55	198	486
151 - 200	Dañina a la salud	255	354	56	150	487	797
201 - 300	Muy Dañina a la salud	355	424	151	250	798	1583
301 - 400	Peligrosa	425	504	251	500	1584	2629

**Tabla 3. Clasificación del Índice de Calidad del Aire**

### 3.6.3. Efectos a la salud de los contaminantes según el ICA

A continuación se listan los posibles efectos en la salud humana según el valor obtenido en el cálculo del Índice de Calidad del Aire.

Categoría	Efecto general
Buena 0-50	La contaminación atmosférica supone un riesgo bajo para la salud
Aceptable 51-100	Posibles síntomas respiratorios en grupos poblacionales sensibles
Dañina a la salud para grupos sensibles 101-150	Los grupos poblacionales sensibles pueden presentar efectos sobre la salud. 1. Ozono troposférico: Las personas con enfermedades pulmonares, niños, adultos mayores y las que constantemente realizan actividad física al aire libre, deben reducir su exposición a los contaminantes del aire 2. Material Particulado: Las personas con enfermedad cardiaca o pulmonar, los adultos mayores y los niños se consideran sensibles y por lo tanto en mayor riesgo
Dañina a la salud 151-200	Todos los individuos pueden comenzar a experimentar efectos sobre la salud. Los Grupos sensibles pueden experimentar efectos mas graves para la salud
Muy Dañina a la salud 201-300	Estado de alerta que significa que todos pueden experimentar efectos mas graves para la salud

Tabla 4. Categoría de Calidad para el Índice de Calidad del Aire y sus Efectos en la Salud

### 3.6.4. Resultados del cálculo del ICA

Un resultado muy importante es el obtenido en el Índice de Calidad del Aire, el cual muestra cómo se mencionó anteriormente como es la calidad del aire y los efectos en salud asociados. Las estaciones las cuales se tuvieron en cuenta para el cálculo del ICA fueron ERA-Obrero, La Flora, Univalle, Pance, Base Aérea - Acuparque, Compartir, Cañaverelejo, Transitoria y La Ermita.

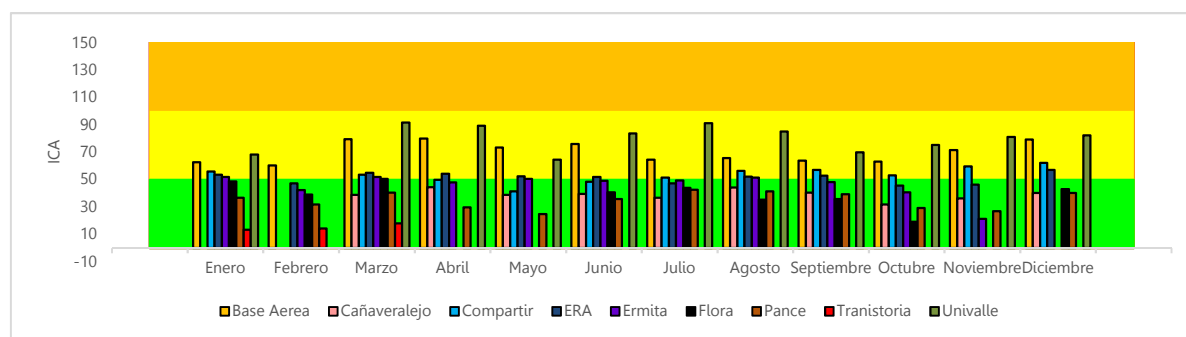


Gráfico 18. Comportamiento percentil 75 mensual de los valores horarios del índice de calidad del aire

El grafico 18 muestra el comportamiento del máximo mensual de los valores máximos diarios de ICA obtenidos durante el año 2018 en el cual se puede apreciar que en las estaciones Base Aérea y Univalle registraron los valores más altos del ICA del año 2018. La estación Flora registró los valores mensuales más bajos.

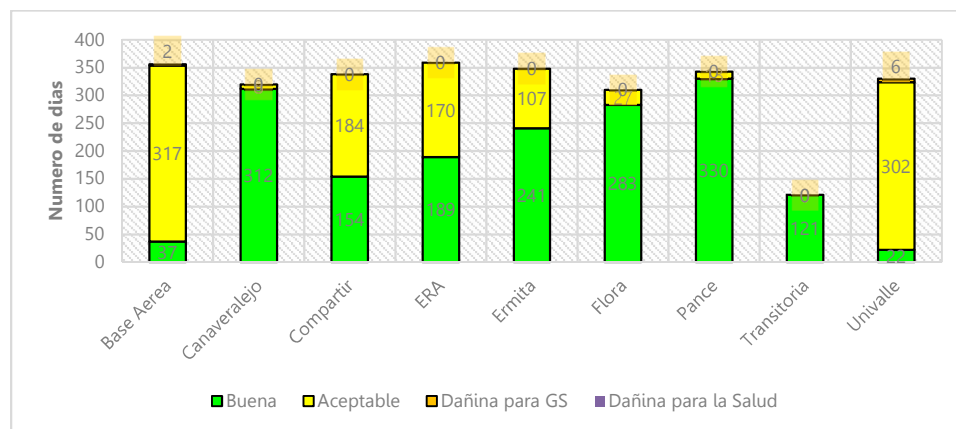


Gráfico 19. Clasificación del numero de días del Índice de Calidad del Aire

## Matriz ICA Diario – Anual 2018

		Estación	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	
Enero	Base Aérea	NA	NA	56	58			56	57			55	74	82	72	62	79	71	69	51		NA	NA	NA	NA	NA	NA	61	58	71	72	59	57	66
	Cañaveralaje	NA	NA			NA					NA	NA									NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
	Compartir	NA	NA											56	60	58		55	52	51			56	57			65	62	64	66	63	60	54	53
	ERA-Obrero	NA						51			NA		52	58	51		51			54	54		56	55		52	56	59	61	63	53	52	54	
	Ermita	NA																		52	52	51	54	52				54	55	55	59			
	Flora	NA																												51	51	56		52
	Pance	NA													54					NA	59	72	51	54	52					54	52			
Febrero	Transitoria	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA									NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
	Univalle		56	58	57	59	72	71	64	55		55	58	57	53	67							69	71	67	66	79	83	84	95	81	68	70	
	Base Aérea	63	62	64	61		53	54	57	55	57	56						68	67	66	63	55	62	53						65	77			
	Cañaveralaje	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	80			
	Compartir	52									NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA					
	ERA-Obrero	54		53														55	53												51	56		
	Ermita	51																51	51													52		
Marzo	Flora																																	NA
	Pance																																	
	Transitoria						NA	NA	NA	NA																								
	Univalle	72	67	NA	NA	NA	55	52	60	67	67	NA	NA	80	78	73	69	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	71	65	55	62	74	77				
	Base Aérea	69	70	90	89	78	69	85	81	69	79	75	75	70	73	75	97	92	84	73	73	93	79	70	79	129	70	64			62	60	58	
	Cañaveralaje																																	
	Compartir	65	56	69	53						53		51	51	54	54	54	53	57	54				52	51		51	70	51			56		
Abril	ERA-Obrero	56		57	52			58	57	54	56	57	54	54	53	54	65	61	54				59	52	52	53	62				55	53		
	Ermita	52		53				52	53	51	53	53											59	51			55							
	Flora			52				52	51						52	54	52	54	51			58												
	Pance								51	51													56											
	Transitoria																																	
	Univalle	81	85	86	79	73	79	88	83	90	91	91	78	71	85	80	94	95	89	85	87	95	98	96	98	99	92	90	96	98	93		NA	
	Base Aérea	52	58	64	69	84	60	62	63	68	69	81	73	91	70	75	68	85	83	84	81	84												
Mayo	Cañaveralaje																																	
	Compartir																																	
	ERA-Obrero																																	
	Ermita																																	
	Flora																																	
	Pance																																	
	Transitoria																																	
Junio	Univalle	NA		79	89	91	79	85	85	94	92	82	75	84	80	89	86	85	88	126	92	104	104	86	80	86	99	81	81	90	84			
	Base Aérea																																	
	Cañaveralaje																																	
	Compartir																																	
	ERA-Obrero	53	51	51	57																													
	Ermita																																	
	Flora																																	
Julio	Pance																																	
	Transitoria	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
	Univalle	93																																
	Base Aérea	75	87	93	73	70	73	68	72	84	80	75	59	69	84	78	77	76	75	78														
	Cañaveralaje																																	
	Compartir																																	
	ERA-Obrero																																	
Agosto	Ermita																																	
	Flora																																	
	Pance																																	
	Transitoria	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
	Univalle	NA	71	69	63	72	70	54	73	79	78	NA	NA	87	101	86	89	90	85	82	78	84	87	95	80	82	74	77	74	81	78			
	Base Aérea	57																																
	Cañaveralaje																																	
Septiembre	Compartir																																	
	ERA-Obrero																																	
	Ermita																																	
	Flora																																	
	Pance																																	
	Transitoria	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
	Univalle	85	75	86	92	96	93	98	98	97	98	91	91	96	88	80	70	85	90	85	76	68	66	66	64	76	79	NA	NA	NA	NA	NA	NA	61
Octubre	Base Aérea	54	61	64	56																													
	Cañaveralaje																																	
	Compartir																																	
	ERA-Obrero																																	
	Ermita																																	
	Flora																																	
	Pance																																	
Noviembre	Transitoria	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
	Univalle	59	61	72	77	64	71	91	83	80	71	72	87	77	74	76	72	73	74	74	74	82	NA</											

**Tabla 5. Comportamiento del ICA Percentil 75 Diario – Anual 2018**

**ICA – Diario Base Aérea:** En el 2018 de los 365 días del año se registraron 360 días de medición de ICA para este punto de monitoreo representando en un 98.6%. De los 360 días de medición de ICA, el 11.4% fueron menores a 50 unidades en donde se puede observar en la tabla 5 la baja predominancia de cuadros de color verde que representan un estado de Calidad del Aire - Bueno.

**ICA – Diario Cañaveralejo:** En el 2018 de los 365 días del año se registraron 324 días de medición de ICA para este punto de monitoreo representando en un 88.8%. De los 324 días de medición de ICA, el 97.5% fueron menores a 50 unidades en donde se puede observar en la tabla 5 la predominancia de cuadros de color verde que representan un estado de Calidad del Aire - Bueno.

**ICA – Diario Compartir:** En el 2018 de los 365 días del año se registraron 342 días de medición de ICA para este punto de monitoreo representando en un 93.7%. De los 342 días de medición de ICA, el 46.2% fueron menores a 50 unidades en donde se puede observar en la tabla 5 la baja predominancia de cuadros de color verde que representan un estado de Calidad del Aire - Bueno.

**ICA – Diario ERA-Obrero:** En el 2018 de los 365 días del año se registraron 363 días de medición de ICA para este punto de monitoreo representando en un 99.5%. De los 363 días de medición de ICA, el 53.2% fueron menores a 50 unidades en donde se puede observar en la tabla 5 una equilibrada distribución de días de ICA Bueno y de ICA Aceptable.

**ICA – Diario La Ermita:** En el 2018 de los 365 días del año se registraron 352 días de medición de ICA para este punto de monitoreo representando en un 96.4%. De los 352 días de medición de ICA, el 69.6% fueron menores a 50 unidades en donde se puede observar en la tabla 5 una cierta predominancia de cuadros de color verde que representan un estado de Calidad del Aire - Bueno.

**ICA – Diario La Flora:** En el 2018 de los 365 días del año se registraron 314 días de medición de ICA para este punto de monitoreo representando en un 86%. De los 314 días de medición de ICA, el 91.4% fueron menores a 50 unidades en donde se puede observar en la tabla 5 la alta predominancia de cuadros de color verde que representan un estado de Calidad del Aire - Bueno.

**ICA – Diario Pance:** En el 2018 de los 365 días del año se registraron 347 días de medición de ICA para este punto de monitoreo representando en un 95.1%. De los 347 días de medición de ICA, el 93.3% fueron menores a 50 unidades en donde se puede observar en la tabla 5 la alta predominancia de cuadros de color verde que representan un estado de Calidad del Aire - Bueno.

**ICA – Diario Transitoria:** En el 2018 de los 365 días del año se registraron 125 días de medición de ICA para este punto de monitoreo representando en un 34.2%. De los 125 días de medición de ICA, el 100% fueron menores a 50 unidades en donde se puede observar en la tabla 5 la alta predominancia de cuadros de color verde que representan un estado de Calidad del Aire - Bueno.

**ICA – Diario Univalle:** En el 2018 de los 365 días del año se registraron 334 días de medición de ICA para este punto de monitoreo representando en un 91.5%. De los 334 días de medición de ICA, el 7.8% fueron menores a 50 unidades, en donde se puede observar la muy baja predominancia de cuadros de color verde que representan un estado de Calidad del Aire - Bueno.

## 4. ANÁLISIS METEOROLÓGICO

En este capítulo se hará un análisis muy en detalle del comportamiento meteorológico durante el año 2018, ya que se sabe que esta influye fuertemente sobre la dispersión de los contaminantes en la ciudad. Para este análisis se cuenta con información de tres estaciones (La Flora – Norte, ERA-Obrero – Centro, Compartir - Nororiente y Pance – Background Rural) las cuales monitorean meteorología.

### 4.1 Comportamiento de los vientos en superficie

#### 4.1.1 Rosas de vientos

Las Rosas de Vientos son muy útiles para explicar la distribución de frecuencias de las corrientes de vientos tanto en dirección como en velocidad. A continuación se presentan las gráficas de rosas de vientos horarias construidas a partir de la información validada.

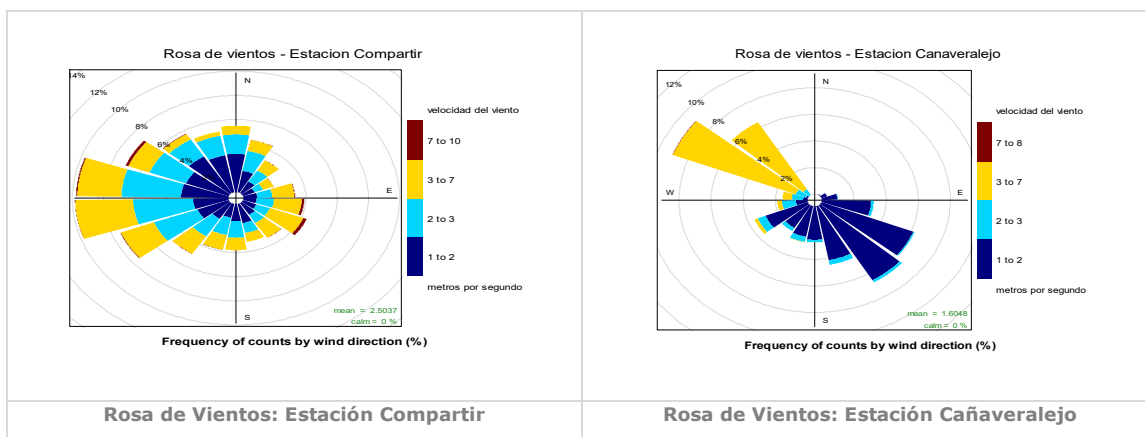


Gráfico 20. Rosas de los Vientos Anual.

La grafica 20 muestra las rosas de los vientos de las estaciones meteorológicas ubicadas en las zonas Oriente (Compartir) y Cañaveralejo (Suroccidente). La rosa de vientos corresponde al periodo definido entre las 01:00 horas del día 01 de Enero de 2018 hasta las 24:00 horas del día 31 de diciembre de 2018. Según las rosas de vientos se puede ver que durante el año 2018 en la estación Compartir, los vientos predominantes en su mayoría provienen del occidente y centro de la ciudad, mientras que en la estación Cañaveralejo los vientos predominantes provienen del noroccidente (vientos entre 7 a 7 m/s) y vientos con mayor calma (1 a 2 m/s) en el sentido suroriente. La clasificación del régimen de los vientos se ve más claramente en el grafico 20a en el cual se observa como es el comportamiento de los vientos según la franja horaria.

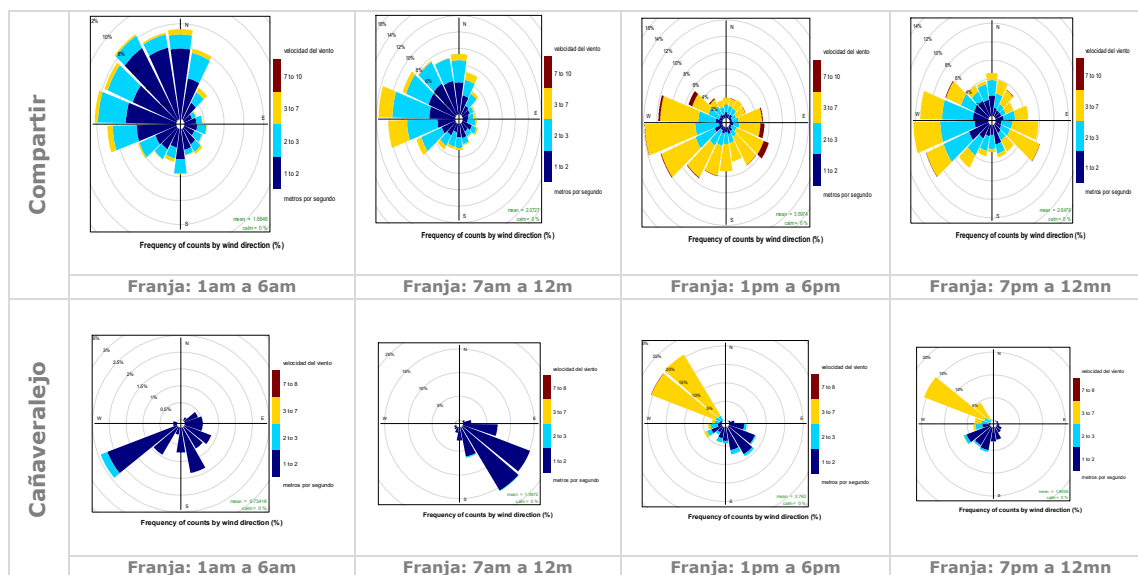


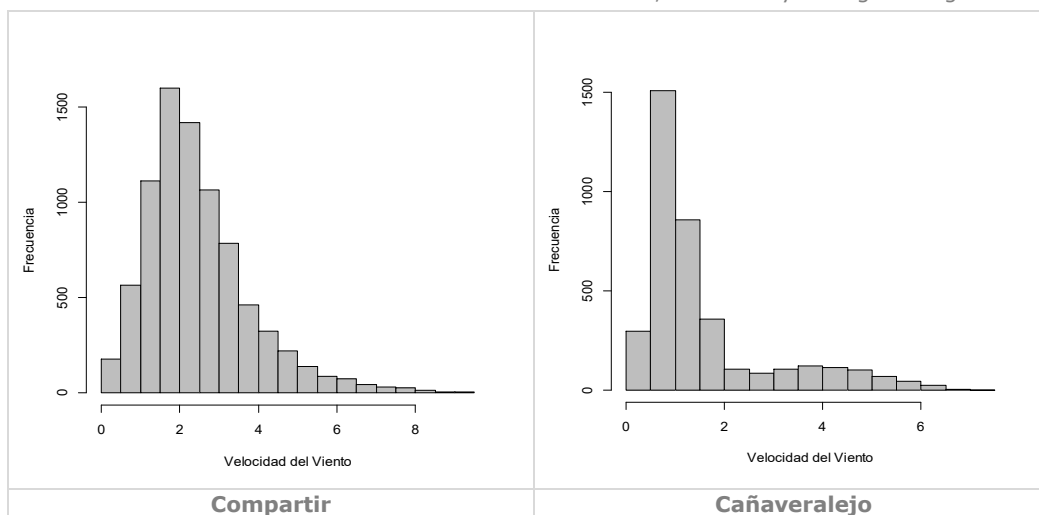
Gráfico 20a. Rosas de los Vientos Anual según la franja del día.



Este grafico 20a muestra que en la zona oriente de la ciudad (Compartir) el régimen de vientos de mayor calma (Vientos de mas baja intensidad) se dan entre la 1 y las 5 de la mañana, los cuales no superan los 2 m/s y en su mayoría provienen del noroccidente de la ciudad. Mientras que en horas de la tarde aumenta la intensidad de los vientos los cuales provienen del suroccidente en su gran mayoría (entre 3 a 7 m/s), algo muy similar ocurre en horas de la noche en esta zona de la ciudad.

En la zona suroccidente de la ciudad (Cañaveralejo) evidencia un régimen de vientos muy bajo en horas de la madrugada (de 1 a 6 am) cuya proveniencia es del suroccidente y después durante la franja matutina (7am a 12m) cambia de sentido el régimen de vientos, que se mantienen bajos (1 a 2 m/s) pero su proveniencia es del suoriente. En la tarde y noche ocurre un aumento significativo del régimen de vientos (3 a 7 m/s), los cuales en su mayoría provienen del noroccidente de la ciudad. El aumento del régimen de vientos en la tarde hace que los niveles de material particulado disminuyan considerablemente.

A partir de la distribución de frecuencias de velocidad de vientos, se construye la siguiente gráfica.



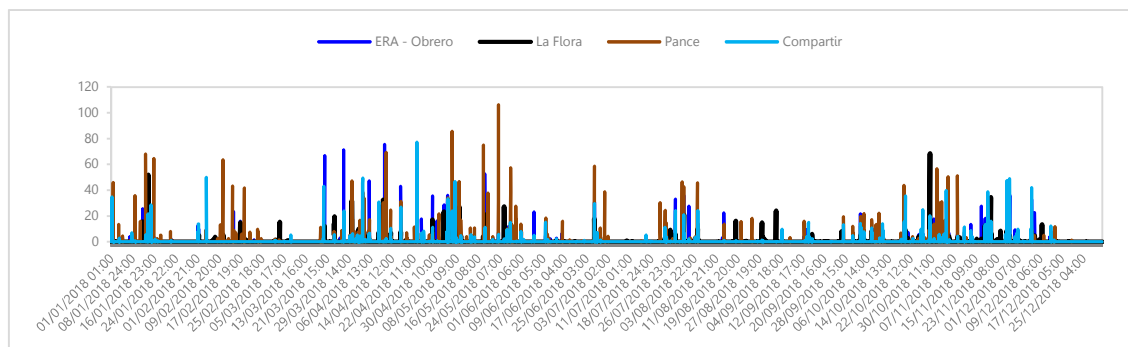
**Gráfico 21.** Distribución de Frecuencias de Velocidad de Vientos. Año 2018

De la gráfica 21 se observa que durante el año 2018, en las zonas donde se midió la velocidad de los vientos (Zona Oriente y background rural), se pudo observar que predominaron vientos con velocidades entre los 0 a 5 m/s, registrándose con una frecuencia en más del 95% de las mediciones de velocidad del viento. En la estación Pance se registraron vientos en su mayoría por debajo de 2 m/s.

## 4.2 Precipitación

En este punto se hará un análisis sobre el comportamiento de la precipitación, en el que se tendrá en cuenta comportamientos y tendencias diarias y mensuales, así como en análisis de los periodos del año en donde se registraron las mayores lluvias.

### 4.2.1 Distribución de la precipitación horaria durante el año

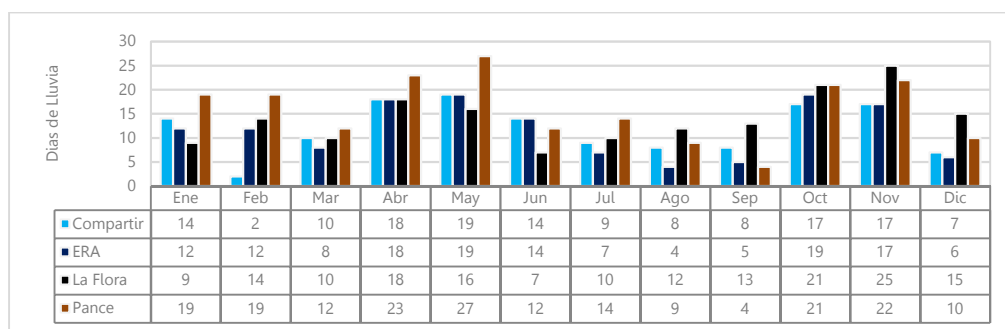


**Gráfico 22.** Comportamiento de la Precipitación Horaria. Estaciones ERA-Obrero, La Flora y Pance

La grafica 22 muestra el comportamiento horario de la precipitación durante el año 2018 de las estaciones ERA-Obrero, La Flora; Compartir y Pance, en el cual no se observa muy claramente los periodos del año en donde se presentaron los mayores niveles de lluvia, sin embargo la tabla 6 y gráfica 23 explica mucho mejor este comportamiento.

Mes	Compartir			ERA			La Flora			Pance		
	Dias Lluvia	Dias del Mes	%	Dias Lluvia	Dias del Mes	%	Dias Lluvia	Dias del Mes	%	Dias Lluvia	Dias del Mes	%
Ene	14	31	45.2%	12	31	38.7%	9	31	29.0%	19	31	61.3%
Feb	2	28	7.1%	12	28	42.9%	14	28	50.0%	19	28	67.9%
Mar	10	31	32.3%	8	31	25.8%	10	31	32.3%	12	31	38.7%
Abr	18	30	60.0%	18	30	60.0%	18	30	60.0%	23	30	76.7%
May	19	31	61.3%	19	31	61.3%	16	31	51.6%	27	31	87.1%
Jun	14	30	46.7%	14	30	46.7%	7	30	23.3%	12	30	40.0%
Jul	9	31	29.0%	7	31	22.6%	10	31	32.3%	14	31	45.2%
Ago	8	31	25.8%	4	31	12.9%	12	31	38.7%	9	31	29.0%
Sep	8	30	26.7%	5	30	16.7%	13	30	43.3%	4	30	13.3%
Oct	17	31	54.8%	19	31	61.3%	21	31	67.7%	21	31	67.7%
Nov	17	30	56.7%	17	30	56.7%	25	30	83.3%	22	30	73.3%
Dic	7	31	22.6%	6	31	19.4%	15	31	48.4%	10	31	32.3%
<b>Total</b>	<b>143</b>	<b>365</b>	<b>39.2%</b>	<b>141</b>	<b>365</b>	<b>38.6%</b>	<b>170</b>	<b>365</b>	<b>46.6%</b>	<b>192</b>	<b>365</b>	<b>52.6%</b>

**Tabla 6. Porcentaje de lluvias durante el año 2018 clasificados según el mes durante el año 2018**

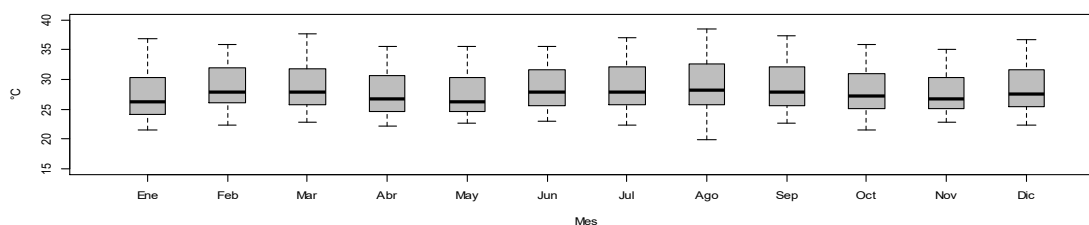


**Gráfico 23. Días con lluvias durante el año 2018**

Claramente se puede evidenciar que durante todo el año se registraron lluvias, en los cuales en los meses de abril - mayo y octubre - noviembre se evidenciaron la mayor cantidad de días de lluvias (Humedos), mientras que en el periodo de julio a septiembre fueron los de menores días de lluvia (Secos)

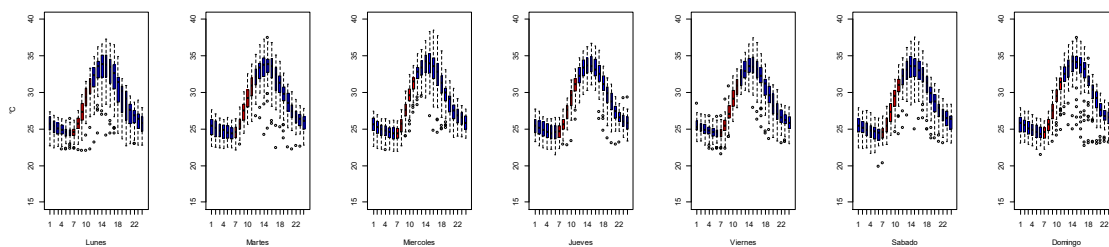
### 4.3 Temperatura superficial

Otro aspecto a analizar es el comportamiento de la temperatura en las estaciones de monitoreo, en el cual se muestra a continuación.



**Gráfico 24. Comportamiento mensual de la Temperatura. (Estación Compartir).**

La grafica 24 muestra que la temperatura en la zona nororiente (Compartir) oscila aproximadamente entre 20 y 38 grados Celsius aproximadamente. Claramente no se nota un mes con mayores o menores niveles de temperatura ambiente.

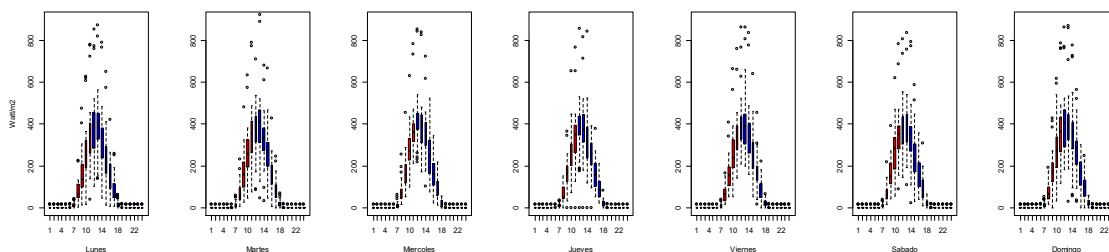


**Gráfico 25. Comportamiento horario de la Temperatura en el Nororiente de la ciudad durante el año 2018 (estación Compartir).**

La grafica 25 muestra el comportamiento de la temperatura según la hora de un día típico promedio en zona nororiente (Compartir), en el cual se evidencia claramente un aumento entre las 9 am y las 2 pm y no se encontraron diferencias según el día de la semana.

#### 4.4 Radiación solar

El comportamiento anual de Radiación solar en términos generales, es consistente con los ciclos de precipitación y temperatura, con valores bajos durante las temporadas de lluvias y altos en períodos secos.

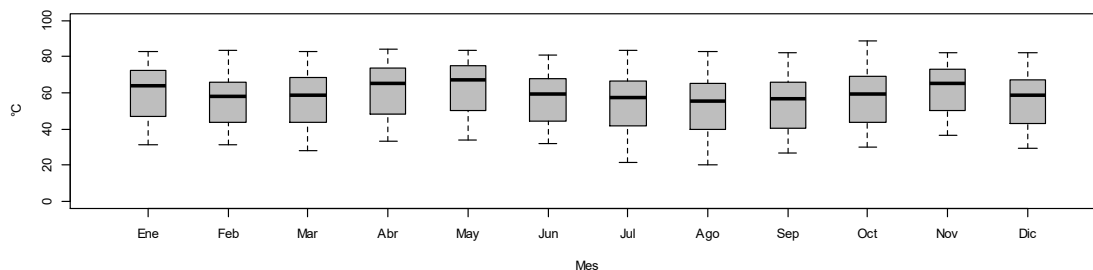


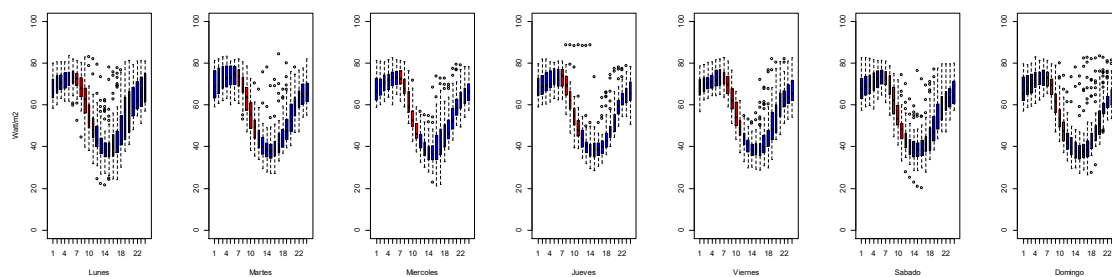
**Gráfico 26. Comportamiento mensual y horario de la Radiación Solar durante el año 2018 (estación Compartir).**

Se observa claramente que los niveles de radiación solar en el norte de la ciudad según la hora del día, tienen un comportamiento similar a una campana gaussiana. Los valores más altos se registraron entre las 11 am y las 2 pm, las cuales son cercanas al mediodía y muy cercanos a los 600 Watts/m². El comportamiento natural de la radiación solar hace que los niveles de ozono en la troposfera aumenten considerablemente.

#### 4.5 Humedad relativa

La variación mensual de la humedad relativa se muestra a continuación





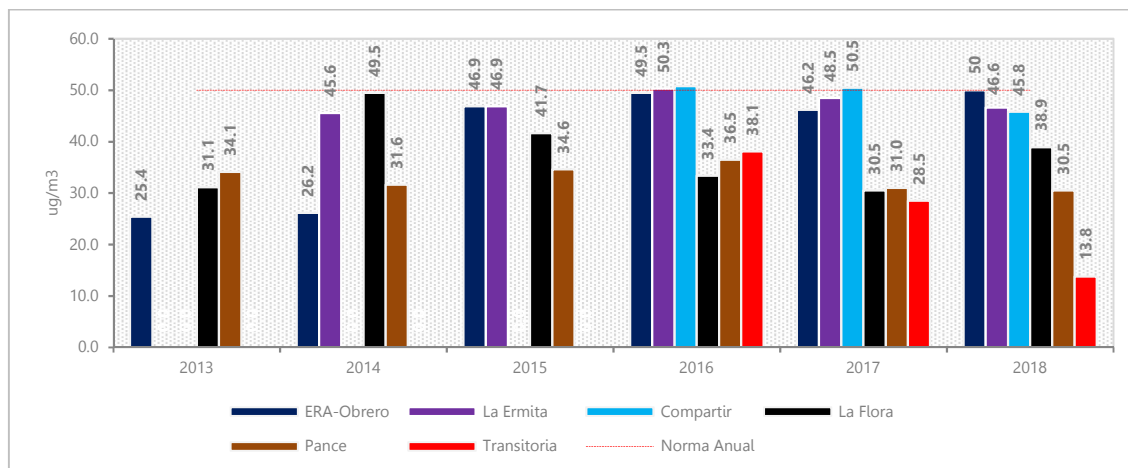
**Gráfico 27. Comportamiento mensual y horario de la Humedad Relativa durante el año 2018 (estación Compartir).**

Tal y como se observa en la gráfica 27 se puede ver que en la Estación Compartir en horas de la mañana (1 am a 8am) se presentaron los porcentajes más altos de humedad relativa, y entre las 9 de la mañana hasta las 2 pm se evidencia una disminución de la humedad relativa, el cual empieza a aumentar de nuevo progresivamente a partir de las 3pm aproximadamente.

## 5. ANÁLISIS DE LOS PROMEDIOS ANUALES HISTÓRICOS DE LOS CONTAMINANTES CRITERIO

### 5.1. Promedios anuales

Este capítulo muestra los resultados del comportamiento de los promedios anuales de contaminantes criterio de calidad de aire en Santiago de Cali. Para determinar cómo fue el comportamiento histórico de los diferentes contaminantes criterio, se hizo una comparación de los promedios anuales de los años 2013 a 2018. Los resultados más relevantes se muestran a continuación:



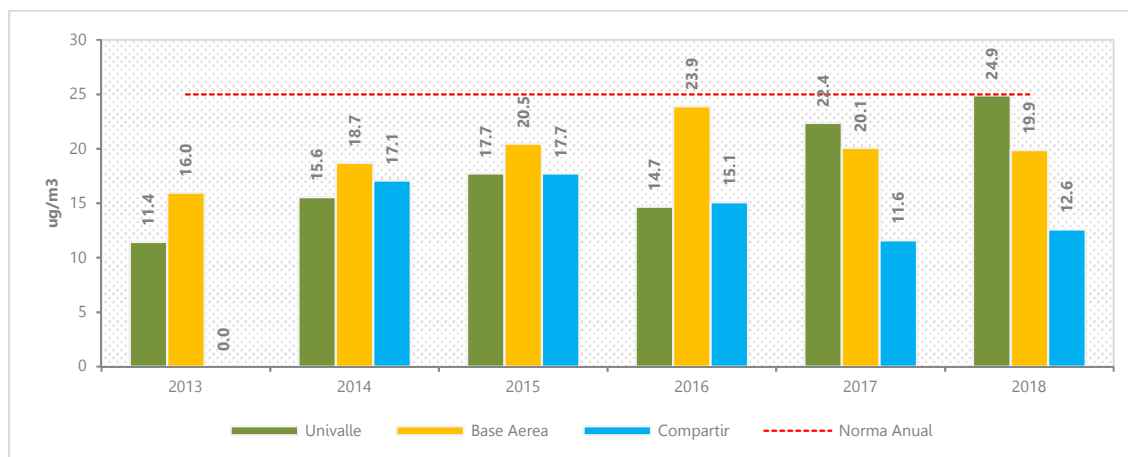
**Gráfico 28.** Comportamiento Promedio Anual del Material Particulado PM<sub>10</sub> según la estación de monitoreo.

Durante el año 2018 el ranking de los promedios anuales del más alto al más bajo es el siguiente (ERA-obrero (50), Ermita (46.6), Compartir (45.8), Flora (38.9), Pance (30.5) y por último Transitoria (13.8) (Todo en unidades de  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Se observa que en la estación la Flora (Zona Norte de la ciudad) el promedio anual paso de  $30.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el 2017 a  $38.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el 2018 evidenciando aumento del promedio de este contaminante.

Se observa que en la estación ERA-Obrero (Zona Centro de la ciudad) el promedio anual paso de  $46.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el 2017 a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el 2018, aumentando en  $3.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Durante el 2018 se estuvo al límite de la excedencia del límite máximo permisible de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de la norma anual en la zona centro (ERA-Obrero).

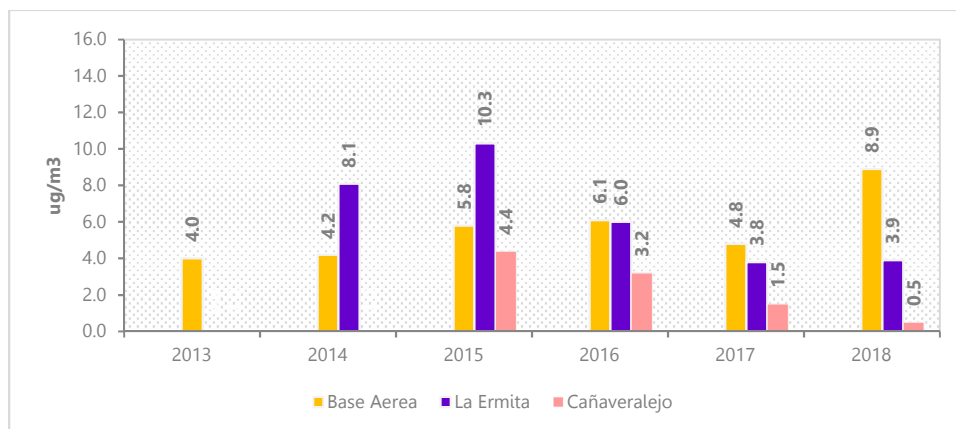


**Gráfico 29.** Comportamiento Promedio Anual del Material Particulado PM<sub>2.5</sub> según la estación de monitoreo.

Durante el año 2018 el ranking de los promedios anuales del más alto al más bajo es el siguiente (Univalle (24.9), Base Aérea - Acuparque (19.9) y Compartir (12.6) (Todo en unidades de  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

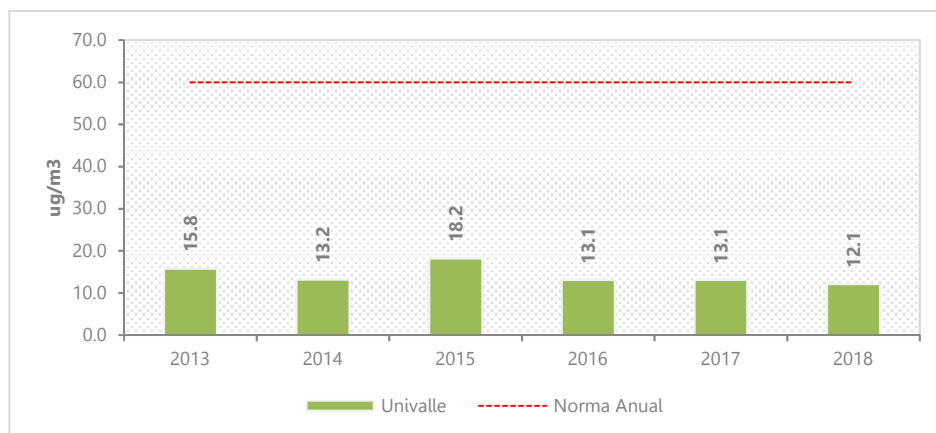
Según el gráfico 29 se puede observar que el caso de la estación Base Aérea se disminuyó el promedio anual en  $0.02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , y en la estación Compartir aumento en  $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Cabe hacer hincapié en que en ningunos de los puntos de monitoreo se registraron excedencias a la normativa anual y en ningún momento se sobrepasa el límite máximo permisible de  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**Gráfico 30.** Comportamiento Promedio Anual del Dióxido de Azufre  $\text{SO}_2$  según la estación de monitoreo.

El  $\text{SO}_2$  se monitorea en las estaciones Base Aérea, Ermita y Cañaveralejo. Los promedios anuales registrados en los años 2013 al 2018 muestran un comportamiento del promedio anual que no supera los  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en ninguno de los tres puntos de medición de este contaminante.



**Gráfico 31.** Comportamiento Promedio Anual del Dióxido de Nitrógeno  $\text{NO}_2$  según la estación de monitoreo.

El comportamiento del promedio anual  $\text{NO}_2$  durante los últimos años, muestra valores por debajo del límite máximo permisible de  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hay que mencionar que el promedio anual para este contaminante ha sido muy similar al encontrado durante los años 2013 al 2018.

**Nota:** El ozono no se muestra en el análisis anual porque en la normativa nacional existente (Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente) no aparece un límite máximo permisible anual para este contaminante y su norma octohoraria. El cambio normativo también excluyó al promedio anual de Dióxido de Azufre.

## 6. RUIDO AMBIENTAL

El presente capítulo muestra los resultados del comportamiento de los promedios anuales (periodo 2018) de los porcentajes de cumplimiento normativo, el promedio energético de los niveles de presión sonora, y los niveles de excedencia respecto a la normativa nacional de los niveles de ruido ambiental en el conjunto de estaciones del SVCASC.

La información base a partir del cual se genera el análisis corresponde con mediciones continuas del LAEQT, nivel equivalente con ponderación 'A' medido en intervalos quince minútales, y los valores de referencia empleados para hacer su evaluación corresponden con los descritos en la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental Resolución 0627 de 2006 del MADS.

### 1.1. Promedio anual de los porcentajes de cumplimiento normativo de ruido ambiental

La actual sección presenta los promedios anuales (periodo 2018) de los porcentajes de cumplimiento normativo (periodo 2018) relacionados con el comportamiento horario del nivel de ruido ambiental en función del día de la semana en el conjunto de estaciones de monitoreo de ruido ambiental que hacen parte del SVCASC.

Día	Hora																								Total día
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Lunes	0,0	5,5	25,0	14,4	0,0	0,0	0,0	11,1	16,9	27,6	40,2	37,8	46,1	31,1	67,5	63,3	47,5	42,2	55,8	81,1	95,8	0,0	0,0	0,0	30,5
Martes	0,0	9,7	26,4	12,5	0,0	0,0	0,0	16,7	18,2	22,9	26,4	35,4	25,7	49,3	45,9	38,9	40,3	37,5	65,3	61,8	80,6	0,0	0,0	0,0	27,8
Miércoles	0,0	0,0	16,0	20,8	2,8	0,0	0,0	6,5	8,9	14,1	26,3	36,3	39,2	40,0	50,4	35,4	27,5	14,2	50,4	58,8	55,8	0,0	0,0	0,0	23,1
Jueves	0,0	0,0	28,6	15,4	0,0	0,0	0,0	2,8	10,0	13,8	13,8	28,0	20,9	33,3	52,1	47,9	25,0	27,1	45,9	44,5	47,9	0,0	0,0	0,0	19,4
Viernes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	17,8	30,8	29,2	39,6	33,3	45,0	64,6	38,2	36,1	22,2	36,1	38,2	39,6	0,0	0,0	0,0	19,8
Sábado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	23,6	27,2	33,3	61,8	42,4	41,0	57,7	51,4	59,7	51,4	61,8	73,1	75,7	0,0	0,0	0,0	31,1
Domingo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	79,2	81,9	79,2	81,9	82,7	73,6	86,8	89,6	78,5	78,5	49,3	71,5	75,7	89,6	0,0	0,0	0,0	47,2
Total Semana	0,0	1,8	14,3	9,4	0,3	0,0	0,0	19,0	26,0	30,2	35,0	46,0	40,2	47,2	60,6	50,1	43,8	34,9	56,0	61,8	68,8	0,0	0,0	0,0	28,5

0% - 25%

25% - 50%

50% - 75%

75% - 100%

**Tabla 7.** Promedio anual de los porcentajes de cumplimiento normativo del nivel de ruido ambiental en función del día y la hora en la estación Carrera 66.

Día	Hora																								Total día
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Lunes	0,0	12,1	35,2	41,5	15,3	0,0	0,0	19,4	47,9	62,5	47,7	50,4	51,7	63,3	61,3	43,8	52,1	15,0	11,3	15,8	8,3	0,0	0,0	0,0	27,6
Martes	0,0	12,5	52,1	52,1	16,7	2,1	0,0	14,6	31,3	31,7	40,0	26,7	44,6	42,1	27,9	32,1	37,9	17,5	2,1	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	20,2
Miércoles	0,0	6,3	27,5	59,6	8,4	0,0	0,0	2,1	15,9	48,8	44,3	43,8	50,4	52,1	37,9	38,8	33,8	0,0	2,1	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	19,7
Jueves	0,0	6,3	37,5	40,4	18,3	2,6	0,0	2,1	7,9	36,7	40,4	24,6	45,0	50,4	25,0	15,8	15,4	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,5
Viernes	0,0	0,0	0,0	6,3	16,7	0,0	0,0	12,5	25,0	34,6	49,6	30,4	58,8	47,9	32,9	35,0	9,6	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,1
Sábado	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	1,7	0,0	28,4	35,0	52,1	50,4	51,7	61,3	69,2	70,0	68,8	32,1	8,4	6,3	6,3	2,1	0,0	0,0	0,0	23,1
Domingo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	93,8	100,0	94,2	85,8	80,0	73,3	85,4	83,3	72,9	68,3	41,3	10,0	4,2	3,8	0,0	0,0	0,0	37,6
Total Semana	0,0	5,1	21,1	27,9	11,2	0,9	0,3	24,3	37,1	51,2	50,9	44,1	54,9	58,2	48,1	43,7	35,7	12,8	4,4	3,8	2,3	0,0	0,0	0,0	22,5

0% - 25%

25% - 50%

50% - 75%

75% - 100%

**Tabla 8.** Promedio anual de los porcentajes de cumplimiento normativo del nivel de ruido ambiental en función del día y la hora en la estación Parque del Perro.

Día	Hora																								Total día
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Lunes	59,7	69,9	65,3	93,1	62,5	8,3	0,0	94,9	94,5	97,2	97,2	88,9	86,1	100,0	100,0	97,2	97,2	91,7	100,0	100,0	100,0	0,0	0,0	5,6	71,7
Martes	33,3	66,7	94,5	97,2	76,5	0,0	0,0	77,8	97,2	97,2	100,0	97,2	80,6	94,4	88,9	91,7	94,4	97,2	88,9	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	70,5
Miércoles	6,1	51,4	84,7	93,1	50,0	4,2	0,0	100,0	92,1	94,4	92,1	85,5	95,2	97,9	100,0	97,9	100,0	95,8	97,2	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	69,9
Jueves	0,0	57,3	80,6	63,9	47,2	4,2	0,0	77,8	93,1	87,5	87,9	93,8	97,9	100,0	97,2	97,9	100,0	100,0	100,0	94,4	91,7	0,0	0,0	0,0	66,1
Viernes	0,0	0,0	55,6	70,8	56,9	7,4	0,0	80,8	93,5	93,8	93,8	91,7	97,9	95,8	95,8	95,9	97,9	100,0	89,6	93,8	97,6	0,0	0,0	0,0	67,0
Sábado	0,0	0,0	0,0	0,0	55,4	4,2	0,0	100,0	91,7	97,9	95,2	100,0	100,0	97,2	97,9	97,9	97,9	97,9	100,0	97,2	95,2	0,0	0,0	0,0	61,4
Domingo	0,0	0,0	16,7	25,0	34,7	13,3	4,2	100,0	100,0	97,9	91,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	0,0	37,5	65,0
Total Semana	13,6	34,5	56,0	60,1	51,5	6,9	0,7	88,1	94,4	94,6	94,0	93,7	94,9	98,1	97,3	96,9	98,3	97,8	96,6	97,9	97,9	0,0	0,0	5,9	67,0

0% - 25%

25% - 50%

50% - 75%

75% - 100%

**Tabla 9.** Promedio anual de los porcentajes de cumplimiento normativo del nivel de ruido ambiental en función del día y la hora en la estación Juanambú.



A partir de los datos reportados puede observarse que en las estaciones de Carrera 66 y Parque del Perro los niveles de ruido ambiental a lo largo del año sobrepasan los valores especificados en el estándar nacional, presentando porcentajes de cumplimiento normativo de 28.5% y 22.5% respectivamente, en todo el conjunto de valores reportados para el año 2018. Por otra parte, en la estación de Juanambú los valores medidos cumplen de manera aceptable con los valores especificados en el estándar nacional, presentando un cumplimiento del 67.0% en todo el conjunto de valores reportados para el año 2018.

Independiente del día de la semana y de la estación en la cual se haga la evaluación la franja horaria en la cual se presentan los porcentajes de mayor cumplimiento es en la franja diurna.

## 1.2. Promedio energético anual de los niveles de ruido ambiental LAEQT

La actual sección presenta los promedios energéticos anuales (periodo 2018) de los niveles de ruido ambiental relacionados con el comportamiento horario en función del día de la semana en el conjunto de estaciones de monitoreo de ruido ambiental que hacen parte del SVCASC.

Día	Hora																								Total día
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Lunes	63,2	61,9	60,5	60,7	63,6	69,7	71,3	71,4	71,4	70,7	70,8	70,1	70,6	70,0	69,5	69,8	70,0	71,0	69,9	70,0	69,2	69,3	67,6	66,3	69,2
Martes	64,3	62,2	60,2	62,4	64,5	70,7	71,4	71,4	71,5	71,1	71,1	70,6	71,1	70,2	70,4	71,4	70,7	70,6	70,2	69,9	69,5	69,8	67,9	65,7	69,7
Miércoles	63,5	62,2	58,1	59,8	65,0	70,2	71,8	72,5	71,4	71,0	70,8	70,4	70,4	70,3	69,9	70,4	70,5	71,1	70,6	70,3	70,6	69,9	68,0	66,8	69,7
Jueves	64,5	60,6	58,6	59,9	64,7	70,3	72,3	72,0	71,8	71,5	71,1	70,8	70,9	70,8	70,1	70,2	70,7	71,2	70,7	70,9	70,7	70,2	71,6	69,3	70,1
Viernes	68,3	67,0	64,1	62,0	65,1	70,2	71,8	72,0	71,8	70,9	70,5	70,5	70,5	70,0	69,7	70,3	70,2	70,8	71,5	70,7	71,0	71,2	70,9	71,7	70,1
Sábado	70,6	69,6	68,2	67,3	64,6	68,9	71,0	72,6	71,1	71,1	70,9	70,0	70,6	70,3	70,4	70,1	70,2	70,1	70,5	70,4	70,1	71,5	71,0	71,7	70,3
Domingo	71,7	71,3	68,6	68,0	65,5	66,4	68,4	68,6	69,5	69,2	69,4	69,4	70,3	69,2	68,8	69,4	70,4	70,1	70,0	70,1	69,2	70,3	67,3	67,2	69,3
Total Semana	67,7	66,6	64,4	63,9	64,8	69,7	71,3	71,6	71,2	70,8	70,7	70,3	70,6	70,1	69,9	70,3	70,4	70,7	70,4	70,3	70,1	70,3	69,5	68,8	69,8

<35	35 - 40	40 - 45	45 - 50	50 - 55	55 - 60	60 - 65	65 - 70	70 - 75	75 - 80	>80
-----	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-----

**Tabla 10.** Promedio energético anual de los niveles de ruido ambiental en función del día y la hora en la estación Carrera 66.

Día	Hora																								Total día
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Lunes	65,8	63,4	58,9	56,1	56,2	62,8	66,1	66,9	65,1	65,0	66,2	65,5	66,4	70,0	65,2	65,4	64,9	66,2	66,7	66,7	68,6	68,1	67,3	66,0	65,6
Martes	64,3	59,5	54,9	58,5	57,5	62,6	66,2	66,9	66,5	66,1	66,8	67,0	67,1	66,4	68,0	67,2	66,1	67,8	67,1	67,9	68,1	68,7	69,4	67,6	66,5
Miércoles	61,4	58,7	53,9	54,2	65,0	63,2	67,0	67,4	66,8	65,2	65,7	65,4	65,4	65,7	65,5	66,9	66,3	68,2	67,8	68,2	68,5	69,2	68,5	66,9	66,1
Jueves	62,4	57,2	54,1	54,3	56,8	62,9	66,6	67,4	66,5	65,7	65,8	65,9	65,4	65,5	66,1	66,9	69,5	67,3	68,9	68,8	70,4	70,8	70,8	70,2	70,1
Viernes	69,3	66,0	62,9	59,3	57,0	63,5	66,7	67,5	66,8	66,0	65,3	67,1	65,2	70,0	65,9	66,1	67,0	68,2	71,6	71,4	71,5	72,7	73,1	73,5	68,7
Sábado	72,3	71,0	68,0	64,6	58,9	60,6	64,4	66,0	67,9	66,0	66,1	66,7	69,7	65,5	66,1	66,9	67,2	69,0	70,5	70,4	70,4	71,3	72,5	73,4	68,9
Domingo	71,6	70,3	70,0	64,6	59,3	59,2	62,2	62,5	61,9	62,5	63,5	63,4	64,1	63,6	64,1	64,6	65,6	65,6	67,2	67,4	68,3	69,2	68,9	66,8	66,5
Total Semana	68,5	66,5	64,6	60,8	57,9	62,3	65,8	66,7	66,3	65,4	65,7	66,0	66,7	65,5	66,0	66,4	66,9	67,6	69,0	69,0	69,6	70,3	70,5	70,2	67,2

<35	35 - 40	40 - 45	45 - 50	50 - 55	55 - 60	60 - 65	65 - 70	70 - 75	75 - 80	>80
-----	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-----

**Tabla 11.** Promedio energético anual de los niveles de ruido ambiental en función del día y la hora en la estación Parque del Perro.

Día	Hora																								Total día
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Lunes	52,0	51,3	49,1	45,8	49,8	54,8	62,0	63,0	61,6	61,9	61,7	63,2	63,5	61,2	61,0	61,4	61,5	62,1	60,2	59,5	58,7	57,0	55,7	52,7	60,0
Martes	51,8	51,3	45,7	46,0	49,4	55,5	61,9	65,1	62,7	62,2	62,5	62,2	63,6	62,8	66,2	64,1	61,6	62,4	62,2	60,4	59,5	59,3	59,0	57,1	61,3
Miércoles	56,7	50,9	49,9	48,6	54,1	55,8	62,4	62,8	62,5	62,2	62,1	64,6	61,7	61,7	61,7	61,7	61,3	62,0	61,5	60,1	59,7	59,3	59,7	58,1	60,8
Jueves	57,7	51,0	49,7	49,1	50,3	55,2	61,1	64,0	62,7	62,6	62,5	63,1	60,9	61,0	61,4	62,5	62,0	62,2	61,8	61,9	61,4	60,6	59,4	58,8	60,8
Viernes	58,8	57,1	51,4	49,1	51,5	55,2	61,6	64,0	67,0	62,4	62,4	63,0	61,6	61,9	62,3	62,1	61,9	62,1	62,9	62,5	62,2	62,5	63,7	63,7	62,1
Sábado	61,4	61,3	58,9	55,7	50,4	53,5	56,3	59,7	61,6	61,4	61,6	60,9	60,6	60,3	60,6	61,6	61,5	61,9	61,1	62,0	61,9	63,0	64,0	65,3	61,2
Domingo	61,2	60,3	58,5	56,0	51,2	52,0	53,9	55,8	57,1	59,0	62,2	59,4	59,0	58,7	59,2	57,6	58,5	58,3	58,3	57,7	56,6	55,9	55,2	53,0	58,0
Total Semana	58,5	57,0	54,7	52,1	51,2	54,8	60,7	62,9	63,5	61,8	62,1	62,7	61,6	61,3	62,2	61,9	61,3	61,8	61,4	60,9	60,4	60,3	60,7	60,8	60,8

<35	35 - 40	40 - 45	45 - 50	50 - 55	55 - 60	60 - 65	65 - 70	70 - 75	75 - 80	>80
-----	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-----

**Tabla 12.** Promedio energético anual de los niveles de ruido ambiental en función del día y la hora en la estación Juanambú.

A partir de los datos reportados puede observarse que la estación que presenta mayores niveles de ruido ambiental a lo largo del día es la estación de la Carrera 66, seguida por la estación de Parque del Perro, y por último la estación de Juanambú. En el conjunto de las estaciones el día domingo es el día que presenta los menores niveles de ruido



ambiental, así como también para todas ellas se presentan incrementos en las madrugadas de los días viernes, sábado y domingo. Independiente de la estación en la cual se realice la evaluación los niveles de ruido ambiental son significativamente homogéneos en la franja diurna.

### 1.3. Promedio energético anual de los niveles excedencia de ruido ambiental respecto a la normativa nacional

La actual sección presenta los promedios energéticos anuales (periodo 2018) de los niveles de excedencia de ruido ambiental respecto a la normativa nacional relacionados con el comportamiento horario en función del día de la semana en el conjunto de estaciones de monitoreo de ruido ambiental que hacen parte del SVCASC.

Día	Hora																								Total día
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Lunes	8,9	9,0	7,8	7,4	8,3	12,6	15,1	0,0	0,8	0,0	-0,1	-0,6	-0,7	-0,6	-1,0	-0,9	-0,3	1,2	-0,7	-0,2	-1,8	14,1	12,2	9,1	1,6
Martes	6,6	5,5	2,7	4,0	9,2	16,4	16,0	0,9	1,3	1,1	0,6	0,4	0,3	0,0	0,4	2,4	-0,7	-0,4	0,3	-1,1	-1,5	13,3	12,5	10,7	2,1
Miércoles	8,4	9,2	3,1	3,2	9,0	14,5	16,6	1,6	0,5	0,9	-0,1	-0,5	-0,3	-0,6	-1,1	-0,7	-0,4	0,9	-0,5	-0,5	-1,1	14,0	12,5	11,3	1,8
Jueves	9,0	6,2	4,5	4,8	9,1	14,1	15,8	0,5	2,0	0,3	0,5	-0,4	0,8	-0,3	-0,5	-0,5	-0,1	1,3	0,1	-0,3	-0,5	15,1	15,1	14,0	2,0
Viernes	12,8	12,4	9,3	7,6	9,6	14,3	15,6	0,5	0,7	-0,1	-1,2	-0,9	-0,4	-0,8	-0,8	-0,2	-0,3	-0,2	-0,8	0,0	-0,3	14,9	14,3	16,1	2,0
Sábado	14,3	13,4	12,1	10,3	8,2	13,3	14,7	0,8	0,0	0,5	0,1	-1,0	-0,4	-0,3	0,0	-0,6	-0,4	-0,3	-0,7	1,2	-0,6	15,0	15,5	16,6	2,2
Domingo	17,4	14,6	13,1	13,7	9,6	10,6	12,8	-2,1	-1,3	-2,0	-2,0	-1,3	0,5	-1,3	-2,2	-1,3	-0,7	-0,6	-1,0	-0,8	-1,4	17,1	12,2	13,9	1,7
Total Semana	12,7	11,5	9,5	9,1	9,1	13,9	15,3	0,3	0,6	0,2	-0,2	-0,6	0,0	-0,6	-0,7	-0,1	-0,4	0,4	-0,5	-0,2	-1,0	14,9	13,6	13,6	1,9

<0	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	>20
----	-------	--------	---------	---------	-----

**Tabla 13.** Promedio energético anual de los niveles de excedencia de ruido ambiental en función del día y la hora en la estación Carrera 66.

Día	Hora																								Total día
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Lunes	15,8	13,4	8,9	6,1	6,2	12,8	16,1	1,9	0,1	0,0	1,2	0,5	1,4	-0,4	0,2	0,4	-0,1	1,2	1,7	1,7	3,6	18,1	17,3	16,0	2,8
Martes	14,3	9,5	4,9	8,5	7,5	12,6	16,2	1,9	1,5	1,1	1,8	2,0	2,1	1,4	3,0	2,2	1,1	2,8	2,1	2,9	3,1	18,7	19,4	17,6	3,7
Miércoles	11,4	8,7	3,9	4,2	8,6	13,2	17,0	2,4	1,8	0,2	0,7	0,4	0,4	0,7	0,5	1,9	1,3	3,2	2,8	3,2	3,5	19,2	18,5	16,9	3,4
Jueves	12,4	7,2	4,1	4,3	6,8	12,9	16,6	2,4	1,5	0,7	0,8	0,9	0,4	0,5	1,1	1,9	4,5	2,3	3,9	3,8	5,4	20,8	20,8	20,2	4,3
Viernes	19,3	16,0	12,9	9,3	7,0	13,5	16,7	2,5	1,8	1,0	0,3	2,1	0,2	1,3	0,9	1,1	2,0	3,2	6,6	6,4	6,5	22,7	23,1	23,5	5,9
Sábado	22,3	21,0	18,0	14,6	8,9	10,6	14,4	1,0	2,9	1,0	1,1	1,7	4,7	0,5	1,1	1,9	2,2	4,0	5,5	5,4	5,3	15,0	22,5	23,4	6,1
Domingo	21,6	20,3	20,0	14,6	9,3	9,2	12,2	-2,5	-3,1	-2,5	-1,5	-1,6	-0,9	-1,4	-0,9	-0,4	0,6	0,6	2,2	2,4	3,3	19,2	18,9	16,8	3,7
Total Semana	18,5	16,5	14,6	10,8	7,9	12,3	15,8	1,7	1,3	0,4	0,7	1,0	1,7	0,5	1,0	1,4	1,9	2,6	4,0	4,0	4,6	20,3	20,5	20,2	4,5

<0	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	>20
----	-------	--------	---------	---------	-----

**Tabla 14.** Promedio energético anual de los niveles de excedencia de ruido ambiental en función del día y la hora en la estación Parque del Perro.

Día	Hora																								Total día
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Lunes	2,0	1,3	-0,9	-4,2	-0,2	4,8	12,0	-2,0	-3,4	-3,1	-3,3	-1,8	-1,5	-3,8	-4,0	-3,6	-3,5	-2,9	-4,8	-5,5	-6,3	7,0	5,7	2,7	-2,7
Martes	1,8	1,3	-4,3	-4,0	-0,6	5,5	11,9	0,1	-2,3	-2,8	-2,5	-2,8	-1,4	-2,2	1,2	-0,9	-3,4	-2,6	-2,8	-4,6	-5,5	9,3	9,0	7,1	-1,4
Miércoles	6,7	0,9	-0,1	-1,4	4,1	5,8	12,4	-2,2	-2,5	-2,8	-2,9	-0,4	-3,3	-3,3	-3,3	-3,3	-3,7	-3,0	-3,5	-4,9	-5,3	9,3	9,7	8,1	-1,9
Jueves	7,7	1,0	-0,3	-0,9	0,3	5,2	11,1	-1,0	-2,3	-2,4	-2,5	-1,9	-4,1	-4,0	-3,6	-2,5	-3,0	-2,8	-3,2	-3,1	-3,6	10,6	9,4	8,8	-1,9
Viernes	8,8	7,1	1,4	-0,9	1,5	5,2	11,6	-1,0	2,0	-2,6	-2,6	-2,0	-3,4	-3,1	-2,7	-2,9	-3,1	-2,9	-2,1	-2,5	-2,8	12,5	13,7	13,7	-0,6
Sábado	11,4	11,3	8,9	5,7	0,4	3,5	6,3	-5,3	-3,4	-3,6	-3,4	-4,1	-4,4	-4,7	-4,4	-3,4	-3,5	-3,1	-3,9	-3,0	-3,1	13,0	14,0	15,3	-1,5
Domingo	11,2	10,3	8,5	6,0	1,2	2,0	3,9	-9,2	-7,9	-6,0	-2,8	-5,6	-6,0	-6,3	-5,8	-7,4	-6,5	-6,7	-6,7	-7,3	-8,4	5,9	5,2	3,0	-4,7
Total Semana	8,5	7,0	4,7	2,1	1,2	4,8	10,7	-2,1	-1,5	-3,2	-2,9	-2,3	-3,4	-3,7	-2,8	-3,1	-3,7	-3,2	-3,6	-4,1	-4,6	10,3	10,7	10,8	-2,0

<0	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	>20
----	-------	--------	---------	---------	-----

**Tabla 15.** Promedio energético anual de los niveles de excedencia de ruido ambiental en función del día y la hora en la estación Juanambú.

A partir de los datos reportados puede observarse que la franja diurna es la franja que presenta las menores excedencias respecto a los umbrales normativos para la totalidad de las estaciones. En particular para la estación de Juanambú no se presentan excedencias en la franja diurna, y aunque en las estaciones de Parque del Perro y Carrera 66 si se presentan, estas se encuentran en un rango de 0 a 5dBA. Los horarios en los cuales se encuentran las mayores excedencias corresponden con las madrugadas de los días sábado y domingo, y con la hora del cambio de jornada nocturna a diurna (7hrs) en cualquiera de las estaciones en los cuales pueden evidenciarse excedencias entre los 10,3 y los 22,3dBA.



# SVCASC

Sistema de Vigilancia Calidad del Aire  
Santiago de Cali

**Directora del Dagma:**

Claudia María Buitrago Restrepo

**Subdirector de Gestión de Calidad Ambiental:**

Héctor Alejandro Paz Gómez

**Grupo Gestión Calidad del Aire:**

**Dirección Técnica:** Gisela Arizabaleta Moreno

**Procesamiento y Análisis de Datos:** Jefferson Valdés Basto

**Análisis Químico:** Wilson Salas

**Análisis Físico:** Alexander Ortega

**Soporte Electrónico:** Arístides Benavides Hernandez

**Soporte Electrónico:** Jhon Edinson Holguín Zúñiga

**Soporte de Campo:** Jairo Copete Ramos

**Gestión de Calidad:** Simón Grueso Casquete

**Informe Anual de Calidad del Aire 2018**

**Periodo de Análisis: Año 2018**

**Fecha de Expedición: Santiago de Cali, Abril 15 de 2019**

**FIN DEL INFORME**



Instituto de Hidrología,  
Meteorología y  
Estudios Ambientales

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



ALCALDÍA DE  
SANTIAGO DE CALI