



2016

INFORME ANUAL DE CALIDAD DEL AIRE DE SANTIAGO DE CALI



DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE
GESTION DEL MEDIO AMBIENTE

Director
Luis Alfonso Rodriguez Devia

Equipo Técnico Grupo Calidad del Aire:
Ing. Gisela Arizabaleta Moreno
Estad. Jefferson Valdés Basto
Ing. Edgar Feijoo
Ing. Aristides Benavides
Tec. Jairo Copete Ramos

DAGMA Av. 5ª No. 20N-08 Piso 7
Edif. Fuente Versailles, Cali - Valle
Tel: +57 2 667-5859

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. UBICACIÓN ESPACIAL DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO.....	1
2. CALIDAD DEL AIRE.....	2
2.1. FUNCIONAMIENTO DE LAS ESTACIONES DURANTE EL AÑO 2016.....	2
2.2. COMPARACION DE CONTAMINANTES CON LA NORMATIVA AMBIENTAL NACIONAL.....	2
2.3. ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS CONTAMINANTES SEGÚN EL DIA DE LA SEMANA (GRAFICOS HORA-DIA SEMANA)	6
2.4. COMPORTAMIENTO DE LOS CONTAMINANTES SEGÚN EL MES.....	9
3. INDICE DE CALIDAD DE AIRE	11
3.1. CONTAMINANTES QUE COMPONEN EL INDICE DE CALIDAD DEL AIRE.....	11
3.2. RANGOS DEL INDICE DE CALIDAD DEL AIRE	11
3.3. EFECTOS A LA SALUD DE LOS CONTAMINANTES SEGÚN EL INDICE DE CALIDAD DEL AIRE.....	12
3.4. RESULTADOS DEL CALCULO DEL INDICE DE CALIDAD DEL AIRE.....	12
4. ANÁLISIS METEOROLOGICO.....	15
4.1. COMPORTAMIENTO DE LOS VIENTOS EN SUPERFICIE	15
4.1.1. ROSAS DE VIENTOS	15
4.2. PRECIPITACION.....	16
4.2.1. Distribución de la precipitación horaria durante el año	17
4.3. TEMPERATURA SUPERFICIAL	18
4.4. RADIACION SOLAR.....	19
4.5. HUMEDAD RELATIVA	19
5. COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS ANUALES DE LOS CONTAMINANTES CRITERIO SEGÚN EL PUNTO DE MONITOREO. AÑOS 2013 a 2016.....	20
5.1. PROMEDIOS ANUALES	20

Lista de Gráficos

Gráfico 1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de calidad del aire en la ciudad de Cali.....	1
Gráfico 2. Comportamiento del PM ₁₀ – Promedio 24 horas.....	3
Gráfico 3. Comportamiento del PM _{2.5} – Promedio 24 horas.....	3
Gráfico 4. Comportamiento del Ozono Troposférico en las zonas noreste y sur de la ciudad. Estaciones Base Aérea y Univalle.....	4
Gráfico 5. Comportamiento del Dióxido de Nitrógeno en la zona sur de la ciudad (Estación Univalle).....	4
Gráfico 6. Comportamiento del Dióxido de Nitrógeno en la zona sur de la ciudad (Estación Univalle).....	5
Gráfico 7. Comportamiento del Sulfuro de Hidrogeno.....	5
Gráfico 8. Diagrama de cajas y alambres según la hora del día del comportamiento del Material Particulado PM ₁₀	7
Gráfico 9. Diagrama de cajas y alambres según la hora del día del comportamiento del Material Particulado PM _{2.5}	7
Gráfico 10. Diagrama de cajas y alambres del Dióxido de Azufre SO ₂ según el día de la semana. Datos horarios.....	8
Gráfico 11. Diagrama de cajas y alambres del Ozono Troposférico O ₃ según el día de la semana. Estaciones Pance,.....	8
Gráfico 12. Diagrama de cajas y alambres del comportamiento del Material Particulado PM ₁₀ según el mes del año.....	9
Gráfico 13. Diagrama de cajas y alambres del comportamiento del Material Particulado PM _{2.5} según el mes del año.....	10
Gráfico 14. Diagrama de cajas y alambres del comportamiento del Dióxido de Azufre SO ₂ según el mes del año.....	10
Gráfico 15. Diagrama de cajas y alambres del Ozono Troposférico O ₃ según el mes del año. Datos horarios.....	11
Gráfico 16. Comportamiento máximo mensual de los valores máximos diarios del índice de calidad del aire.....	13
Gráfico 17. Diagrama de Cajas del Índice de Calidad del Aire.....	13
Gráfico 18. Rosas de los Vientos Anual.....	16
Gráfico 19. Distribución de Frecuencias de Velocidad de Vientos. Año 2016.....	16
Gráfico 20. Comportamiento de la Precipitación Horaria. Estaciones ERA-Obrero, La Flora y Pance.....	17
Gráfico 21. Días con lluvias durante el año 2016.....	17
Gráfico 22. Comportamiento mensual de Temperatura. Máximos, Mínimos y Promedios Mensuales. (Estación Pance).....	18
Gráfico 23. Comportamiento horario de la Temperatura en el Nororiente de la ciudad durante el año 2016 (estación Pance).....	18
Gráfico 24. Comportamiento horario de la Radiación Solar en el Norte de la ciudad durante el año 2016 (estación Compartir).....	19
Gráfico 25. Comportamiento horario de la Humedad Relativa en el Norte de la ciudad durante el año 2016 (estación Compartir).....	19
Gráfico 26. Comportamiento Promedio Anual del Material Particulado PM ₁₀ según la estación de monitoreo.....	20
Gráfico 27. Comportamiento Promedio Anual del Material Particulado PM _{2.5} según la estación de monitoreo.....	20
Gráfico 28. Comportamiento Promedio Anual del Dióxido de Azufre SO ₂ según la estación de monitoreo.....	21
Gráfico 29. Comportamiento Promedio Anual del Dióxido de Nitrógeno NO ₂ según la estación de monitoreo.....	21

Lista de Tablas

Tabla 1. Porcentaje de datos validos por estación durante el año 2016.	2
Tabla 2. Excedencias de Ozono troposférico según la estación de monitoreo. Norma Octohoraria	6
Tabla 3. Clasificación del Índice de Calidad del Aire de la EPA.....	12
Tabla 4. Categoría de Calidad para el Índice de Calidad del Aire y sus Efectos en la Salud	12
Tabla 5. Comportamiento del ICA Diario – Anual 2016.....	14
Tabla 6. Porcentaje de lluvias durante el año 2016 clasificados según el mes durante el año 2016.....	17

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), Cañaveralejo (Suroeste), Compartir (Oriente), La Ermita (Centro) y Transitoria (Oriente).

Los resultados de las variables contaminantes y meteorológicas del año 2016 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. UBICACIÓN ESPACIAL DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

La ubicación espacial de las estaciones se muestra a continuación en la gráfica 1.

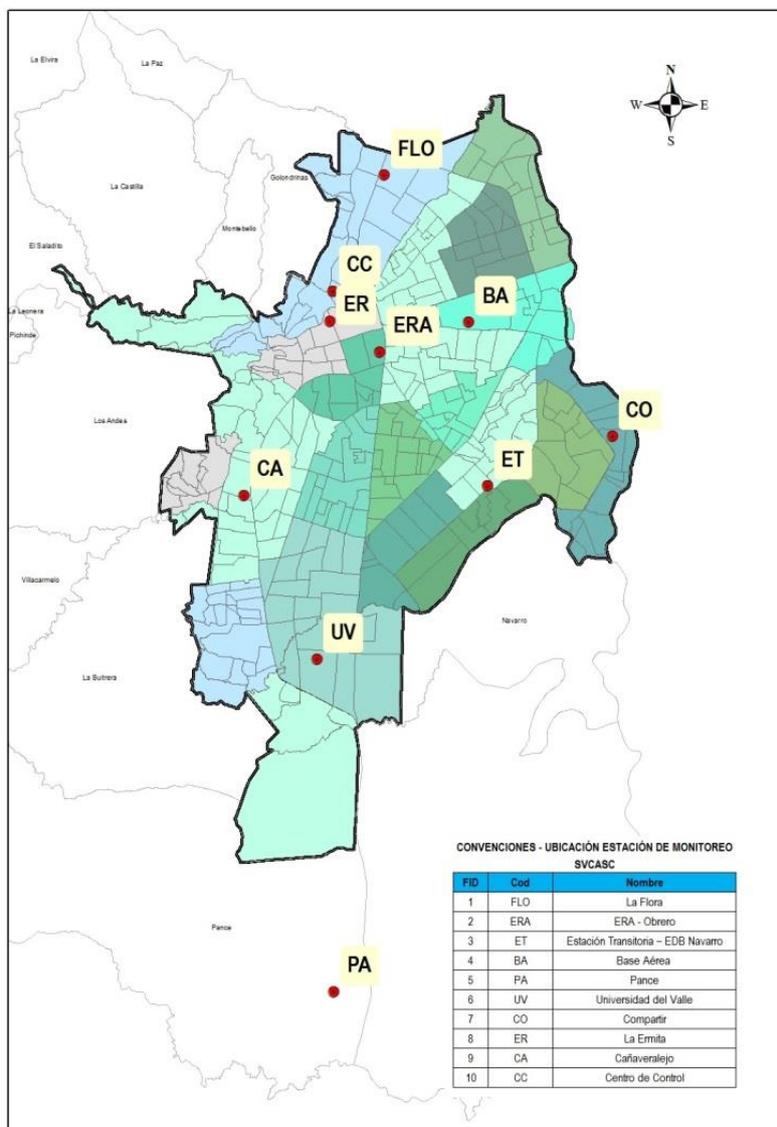


Gráfico 1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de calidad del aire en la ciudad de Cali

Nota: La estación BA (Base Aérea) se trasladó a las instalaciones del Acuparque de la Caña.

2. CALIDAD DEL AIRE

2.1. FUNCIONAMIENTO DE LAS ESTACIONES DURANTE EL AÑO 2016

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 2016.

Estación	PM10 (ug/m3)	PM2,5 (ug/m3)	SO2 (ug/m3)	NO2 (ug/m3)	O3 (ug/m3)	H2S (ug/m3)	Vel Viento (m/s)	Dir Viento (Grados)	Temperatura (C°)	Humedad (%)	Radiación Solar (Watt/M2)	Lluvia (mm)
La Flora	92,9%				21,7%	77,4%						99,2%
ERA-Obrero	92,6%				13,8%	37,2%						96,8%
Transitoria	93,3%	(*)				28,0%						
Pance	88,3%				86,8%		91,9%	90,7%		91,9%		91,9%
Univalle		76,4%		40,6%	75,4%							
Compartir	88,9%	76,9%			83,7%		93,0%	93,0%	39,4%	93,0%	70,6%	81,9%
La Ermita	91,4%		95,4%									
Cañaveralejo	88,8%		74,2%									
Base Aérea - Acuaparque		51,0%	37,4%		43,7%							

(*) Equipo Semiautomático que midió cada 5 días PM_{2,5}

Porcentajes superiores al 75%

Tabla 1. Porcentaje de datos validos por estación durante el año 2016.

(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 – PM₁₀:** Se encontró que los 7 analizadores incluidos en el informe superan el 75% de datos válidos.
- **Material Particulado menor a 2.5 micras – PM_{2,5}:** Se encontró que los analizadores ubicados en Univalle y Compartir superaron el 75% de datos válidos. El analizador ubicado en Base Aérea - Acuaparque tuvo un 51% de datos válidos.
- **Dióxido de Azufre SO₂:** Las mediciones de este contaminante en las estaciones Ermita y Cañaveralejo están con porcentaje por encima del 74%, mientras que el analizador ubicado en Base Aérea - Acuaparque tuvo un porcentaje del 37.4%.
- **Dióxido de Nitrógeno NO₂:** Solo hay un analizador para este contaminante ubicado en la estación Univalle, el cual registro un porcentaje por encima del 75% de datos válidos.
- **Ozono Troposférico O₃:** Los analizadores de la estación Pance, Compartir y Univalle presentaron un porcentaje de datos superior al 75%. Entraron dos nuevos equipos de este contaminante en las estaciones ERA-Obrero y La Flora.
- **Meteorología:** En términos generales se puede decir que las estaciones La Flora, Pance y Compartir superan ampliamente el porcentaje de datos válidos por encima del 75% en las mediciones de Precipitación.

2.2. COMPARACION DE CONTAMINANTES CON LA NORMATIVA AMBIENTAL NACIONAL

A continuación se mostraran algunos resultados del comportamiento de los diferentes contaminantes en las estaciones de monitoreo que registraron información en el año 2016, además de la comparación de la normativa estipulada en la resolución 610 de marzo de 2010 del MADS en el tema calidad del aire.

- ✓ **Material Particulado PM₁₀:** La grafica 2 muestra como fue el comportamiento de las partículas menores a 10 micras durante el 2016 y la comparación con la norma nacional establecida

**INFORME ANUAL DE CALIDAD DEL AIRE
ENERO-DICIEMBRE DE 2016**

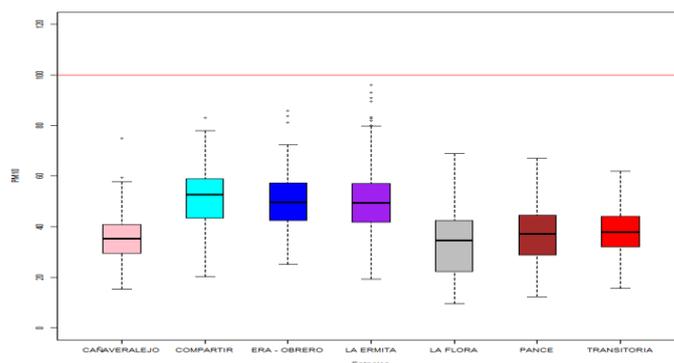
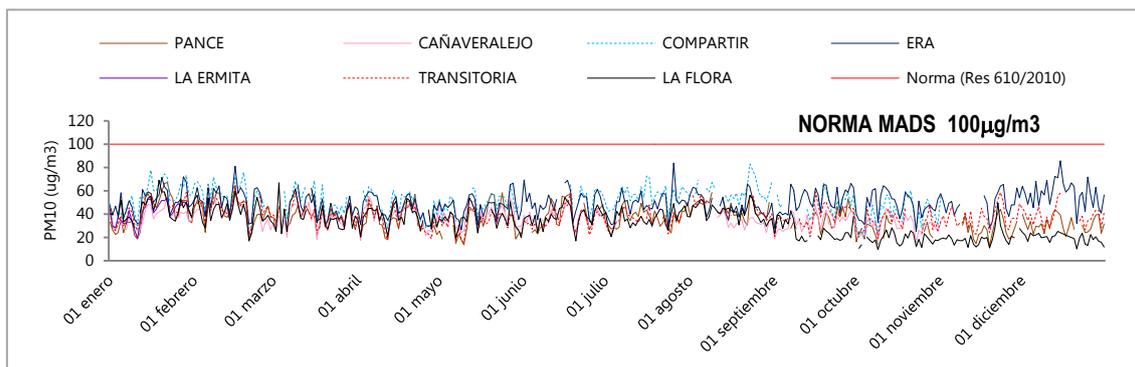


Gráfico 2. Comportamiento del PM10 – Promedio 24 horas.

PM₁₀ promedio 24 horas: Para el caso del material particulado menor a 10 micras PM₁₀, se observó que en ninguna de las estaciones en donde se midió este contaminante durante el 2016 sobrepasó la norma diaria de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. 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 Flora fue de los más bajos en comparación al resto de puntos en donde se midió este contaminante.

- ✓ **Material Particulado PM_{2.5}:** La grafica 3 muestra como fue el comportamiento de las partículas menores a 2.5 micras durante el 2016 y la comparación con la norma nacional establecida

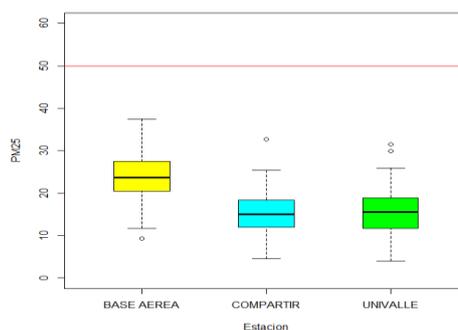
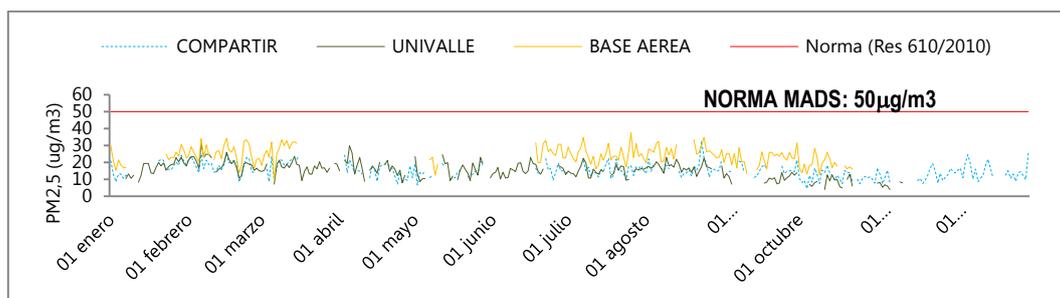


Gráfico 3. Comportamiento del PM_{2.5} – Promedio 24 horas.

**INFORME ANUAL DE CALIDAD DEL AIRE
ENERO-DICIEMBRE DE 2016**

PM_{2.5} - 24 horas: Para el caso del material particulado menor a 2.5 micras no se registró ninguna excedencia de la norma diaria de 50 µg/m³. Se puede ver un comportamiento ligeramente similar del PM_{2.5} en las estaciones Univalle y Compartir. La estación Base Aérea registró los más altos en comparación con los otros punto de monitoreo. Al comparar con la norma OMS (25 µg/m³) se encuentran algunas ligeras excedencias de este contaminante.

- ✓ **Ozono Troposférico O₃:** La grafica 4 muestra como fue el comportamiento de este contaminante durante el 2016 y la comparación con la norma nacional establecida

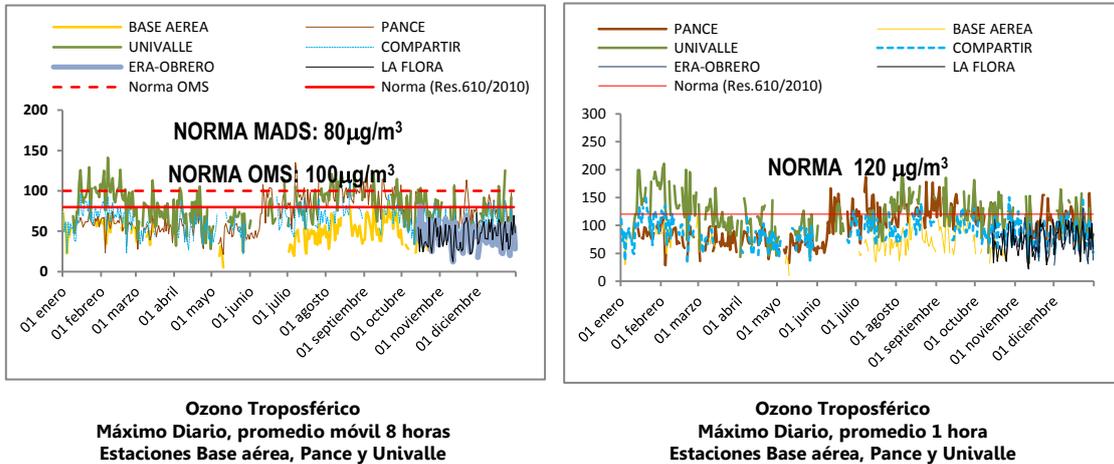


Gráfico 4. Comportamiento del Ozono Troposférico en las zonas noreste y sur de la ciudad. Estaciones Base Aérea y Univalle

O₃ promedio 8 horas: se observó que el Ozono sobrepaso la norma de 80µg/m³ a lo largo del año en las estaciones Base Aérea, Pance y Univalle.

O₃ promedio 1 hora: se observó que el Ozono sobrepaso la norma de 120µg/m³ a lo largo del año en las estaciones Base Aérea, Pance y Univalle.

- ✓ **Dióxido de Azufre SO₂:** La grafica 5 muestra como fue el comportamiento de este gas contaminante durante el 2016 y la comparación con la norma nacional establecida

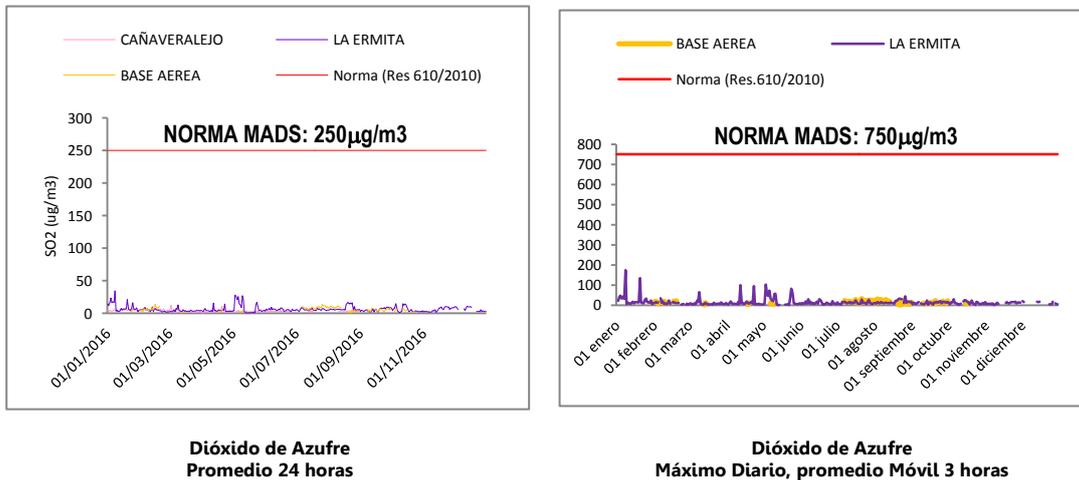


Gráfico 5. Comportamiento del Dióxido de Nitrógeno en la zona sur de la ciudad (Estación Univalle)

SO₂ promedio 24 horas: se observó que el Dióxido de Nitrógeno no sobrepaso la norma diaria de 250µg/m³ a lo largo del año en las zonas donde se monitoreo este contaminante.

SO₂ promedio 3 horas: se observó que el Dióxido de Nitrógeno no sobrepaso la norma 3 horas de 750µg/m³ a lo largo del año en las zonas donde se monitoreo este contaminante.

INFORME ANUAL DE CALIDAD DEL AIRE ENERO-DICIEMBRE DE 2016

- ✓ **Dióxido de Nitrógeno NO₂:** La grafica 6 muestra como fue el comportamiento de este gas contaminante durante el 2016 y la comparación con la norma nacional establecida

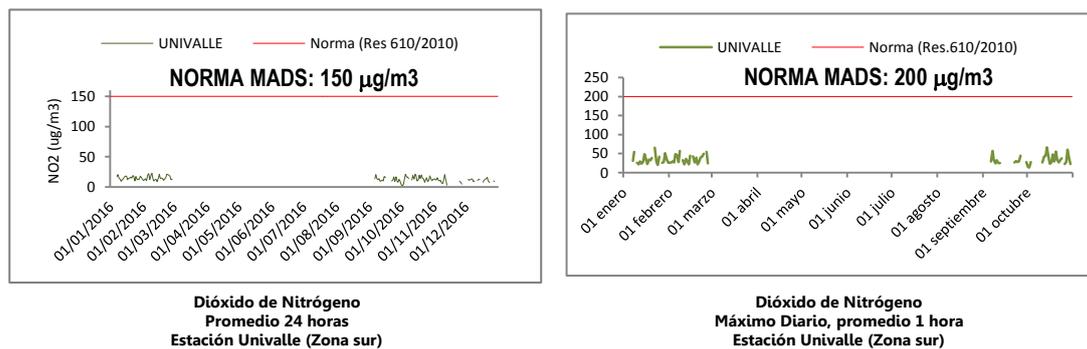


Gráfico 6. Comportamiento del Dióxido de Nitrógeno en la zona sur de la ciudad (Estación Univalle)

NO₂ promedio 24 horas: se observó que el Dióxido de Nitrógeno no sobrepasó la norma diaria de 150 µg/m³ a lo largo del año en la zona sur de la ciudad (Estación Univalle)

NO₂ promedio 1 hora: se observó que el Dióxido de Nitrógeno no sobrepasó la norma horaria de 200 µg/m³ a lo largo del año en la zona sur de la ciudad (Estación Univalle)

- ✓ **Sulfuro de Hidrogeno H₂S** La grafica 7 muestra como fue el comportamiento de este gas contaminante durante el 2016 y la comparación con la norma nacional establecida

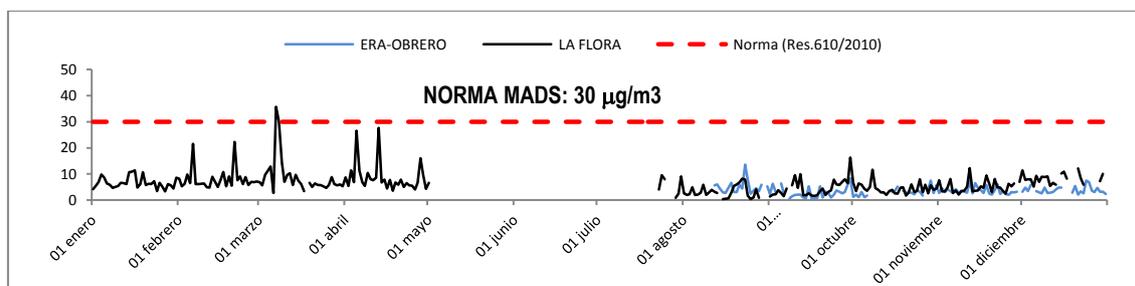


Gráfico 7. Comportamiento del Sulfuro de Hidrogeno

H₂S promedio 1 hora: se observó que el Sulfuro de Hidrogeno no sobrepasó la norma horaria de 30 µg/m³ a lo largo del año en la estación ERA-Obrero, mientras que en la estación La Flora se superó la norma durante algunos periodos en el mes de marzo.

- ✓ **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 PM₁₀ y PM_{2.5}, Dióxido de Azufre y Dióxido de Nitrógeno. Solo se registraron excedencias en lo correspondiente al Ozono Troposférico.

Excedencias de Ozono: como bien se mencionó en el párrafo anterior, solo el Ozono Troposférico mostro excedencias tanto horarias como octorarias. La tabla 2 muestra como han sido dichas excedencias según la estación en donde se midió este contaminante. Cabe resaltar que en los tres puntos en donde se midió este contaminante se registraron excedencias.

**INFORME ANUAL DE CALIDAD DEL AIRE
ENERO-DICIEMBRE DE 2016**

Excedencias 8h (Norma 80ug/m3) Norma Colombiana			
Estación	COMPARTIR	PANCE	UNIVALLE
Excedencias	143	536	701
Porcentaje con datos validos	2,0%	7,1%	10,0%
Datos validos en el Año	7279	7567	7042
% Datos Validos en el Año	83,1%	86,4%	80,4%
Excedencias 8h (Norma 100ug/m3) Norma OMS			
Estación	COMPARTIR	PANCE	UNIVALLE
Excedencias	4	120	191
Porcentaje con datos validos	0,1%	1,6%	2,7%
Datos validos en el Año	7279	7567	7042
% Datos Validos en el Año	83,1%	86,4%	80,4%

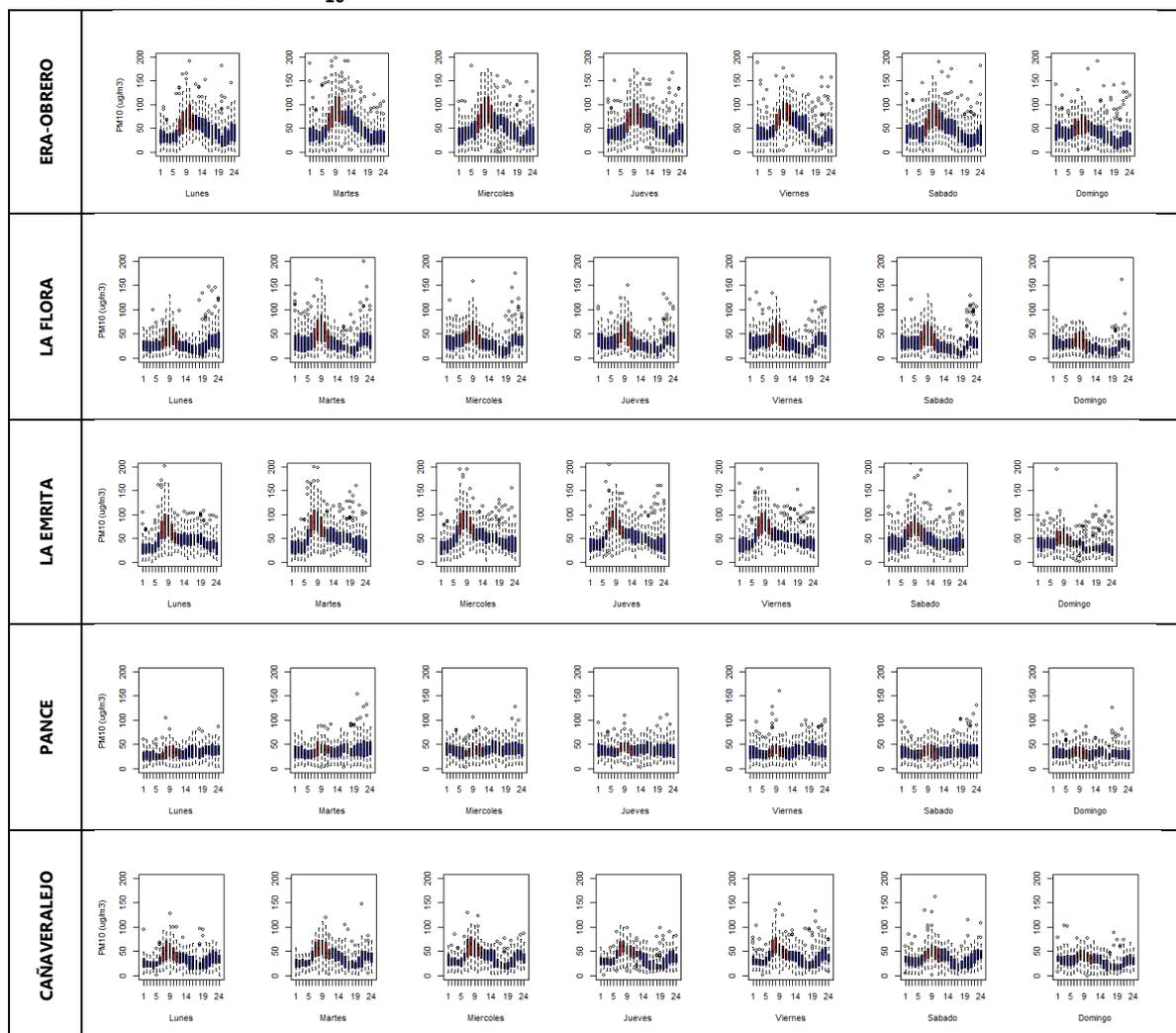
Tabla 2. Excedencias de Ozono troposférico según la estación de monitoreo. Norma Octohoraria

La tabla anterior muestra que en la estación Univalle (Zona sur) es donde se registraron las mayores excedencias de ozono octohorarias (10% (Norma Colombiana) y 2.7% (Norma OMS)), mientras que la estación Compartir registró excedencias octohorarias del 2% (Norma Colombiana) y 0.1% (Norma OMS). 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 2016.

2.3. ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS CONTAMINANTES SEGÚN EL DIA DE LA SEMANA (GRAFICOS HORA-DIA SEMANA)

A continuación se hará un análisis más extendido del comportamiento de los contaminantes según la hora del día durante el año 2016.

Material Particulado PM₁₀



**INFORME ANUAL DE CALIDAD DEL AIRE
ENERO-DICIEMBRE DE 2016**

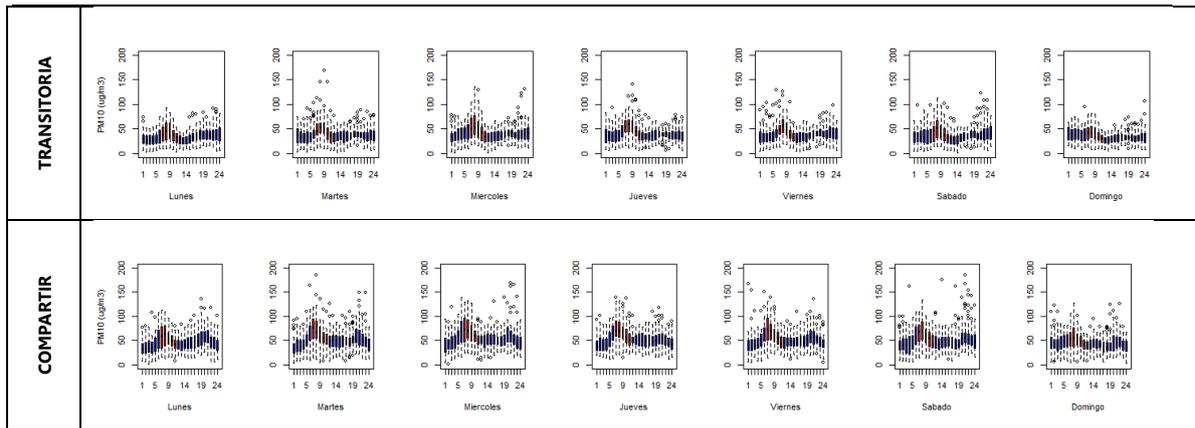


Gráfico 8. Diagrama de cajas y alambres según la hora del día del comportamiento del Material Particulado PM_{10} .

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, Cañaveralejo, 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 muestran 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 $PM_{2.5}$

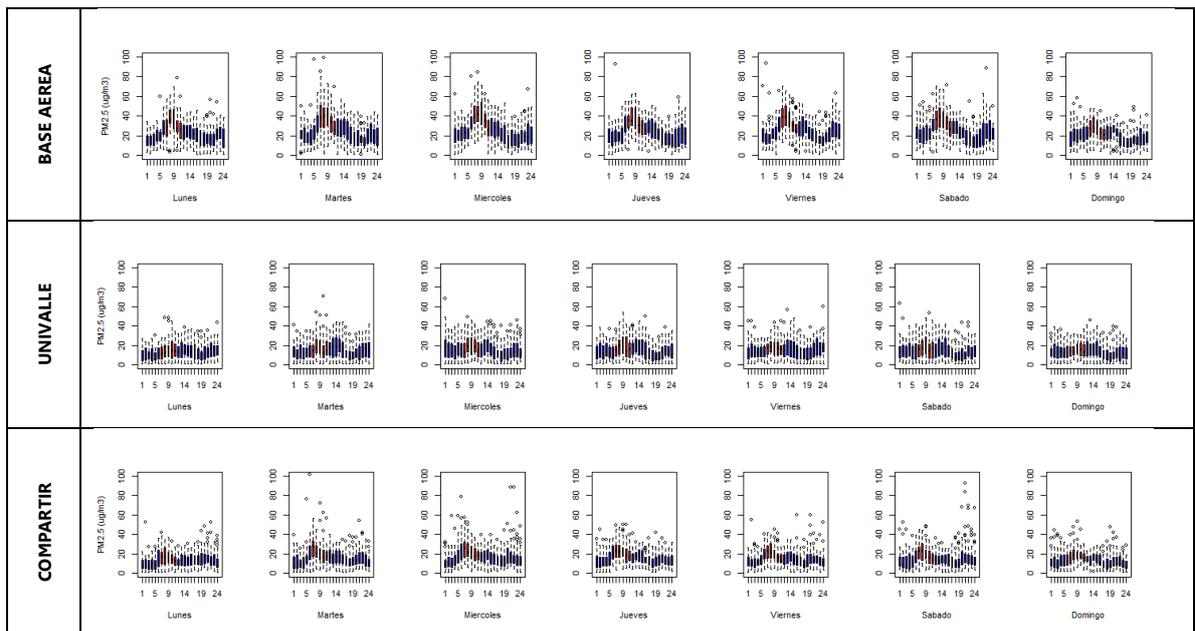


Gráfico 9. Diagrama de cajas y alambres según la hora del día del comportamiento del Material Particulado $PM_{2.5}$.

La grafica 9 muestra el comportamiento horario del $PM_{2.5}$ según la hora del día, en el cual se observa que en las estaciones Base Aérea, Compartir y Univalle 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. La serie del $PM_{2.5}$ en la estación base aérea muestra valores ligeramente más altos en comparación a los obtenidos en la estación Univalle. Los días viernes fueron donde se presentaron los mayores niveles de este contaminante, aunque hay que aclarar que estas diferencias no son tan claras gráficamente.

**INFORME ANUAL DE CALIDAD DEL AIRE
ENERO-DICIEMBRE DE 2016**

Dióxido de Azufre SO₂:

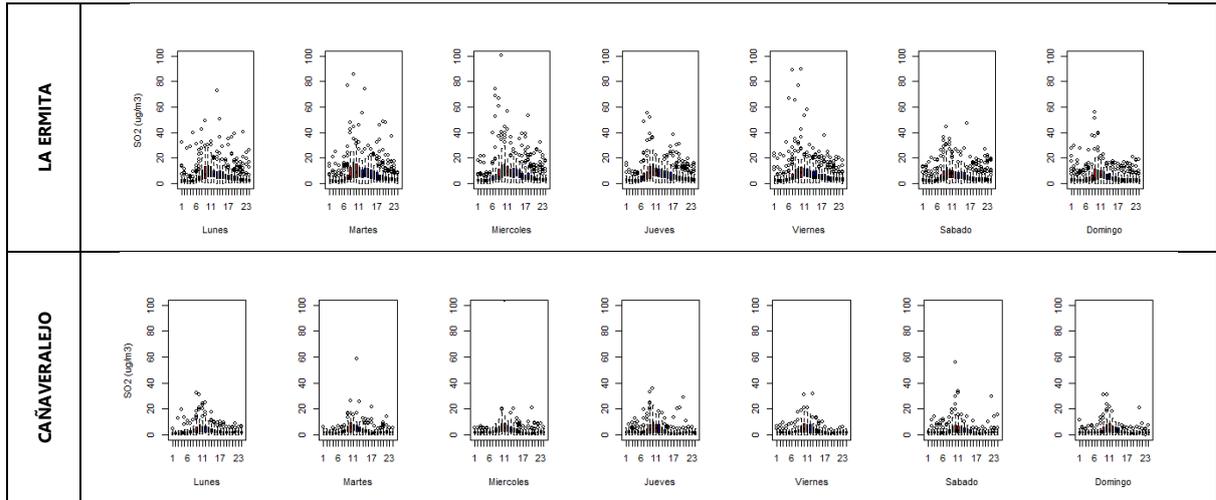


Gráfico 10. Diagrama de cajas y alambres del Dióxido de Azufre SO₂ según el día de la semana. Datos horarios

El gráfico 10 correspondiente al comportamiento promedio horario del Dióxido de Azufre en las Estaciones La Ermita y Cañaveralejo muestran un aumento en los niveles de este contaminante entre las 8 y las 11 de la mañana, esto quizás ligado muy seguramente al flujo vehicular que transita frecuentemente por esta zona de la ciudad de Santiago de Cali. Hay que mencionar que este contaminante está muy por debajo de lo establecido en la normativa nacional.

Ozono Troposférico O₃:

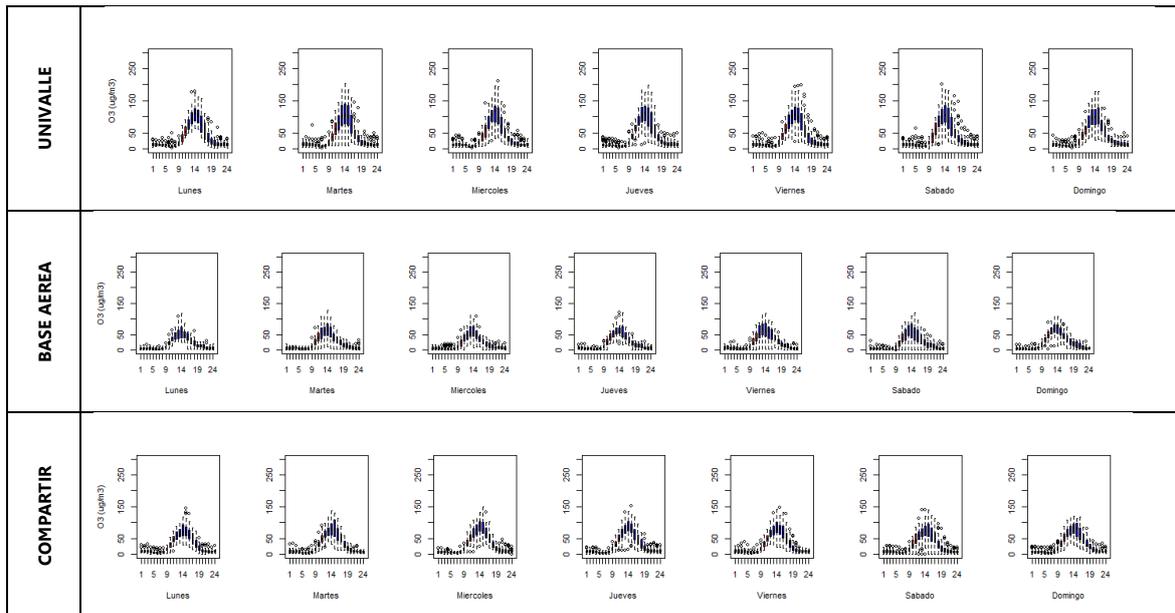


Gráfico 11. Diagrama de cajas y alambres del Ozono Troposférico O₃ según el día de la semana. Estaciones Pance,

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.

2.4. 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 PM₁₀

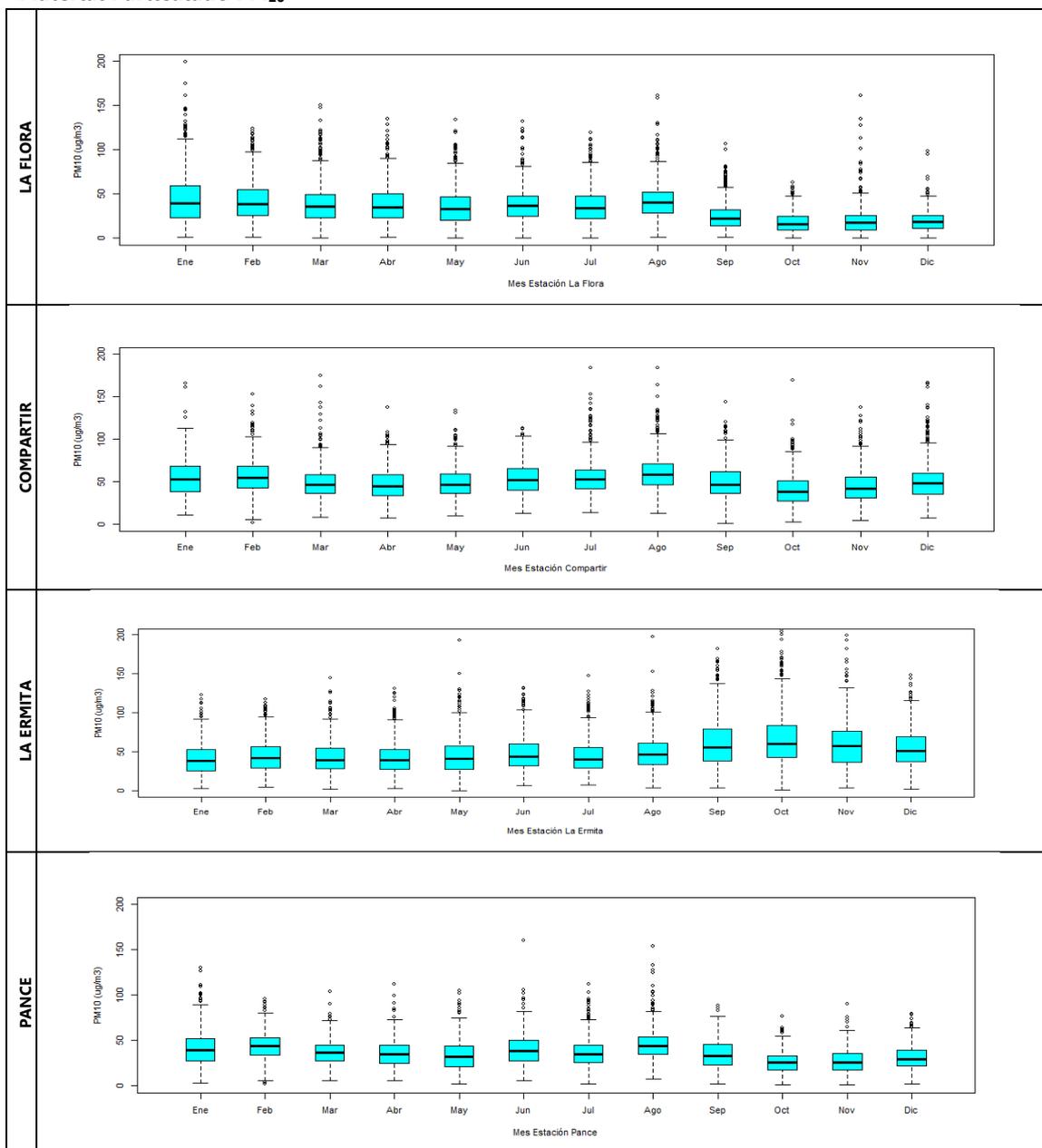


Gráfico 12. Diagrama de cajas y alambres del comportamiento del Material Particulado PM₁₀según el mes del año.

Se observa gráficamente que en la estación La Flora el mes de enero fue el de los mayores niveles de PM₁₀. Gráficamente se evidencian bastantes datos atípicos. En la estación La Ermita se encontró una tendencia creciente de PM₁₀a partir del mes de Agosto.

**INFORME ANUAL DE CALIDAD DEL AIRE
ENERO-DICIEMBRE DE 2016**

Material Particulado PM_{2.5}

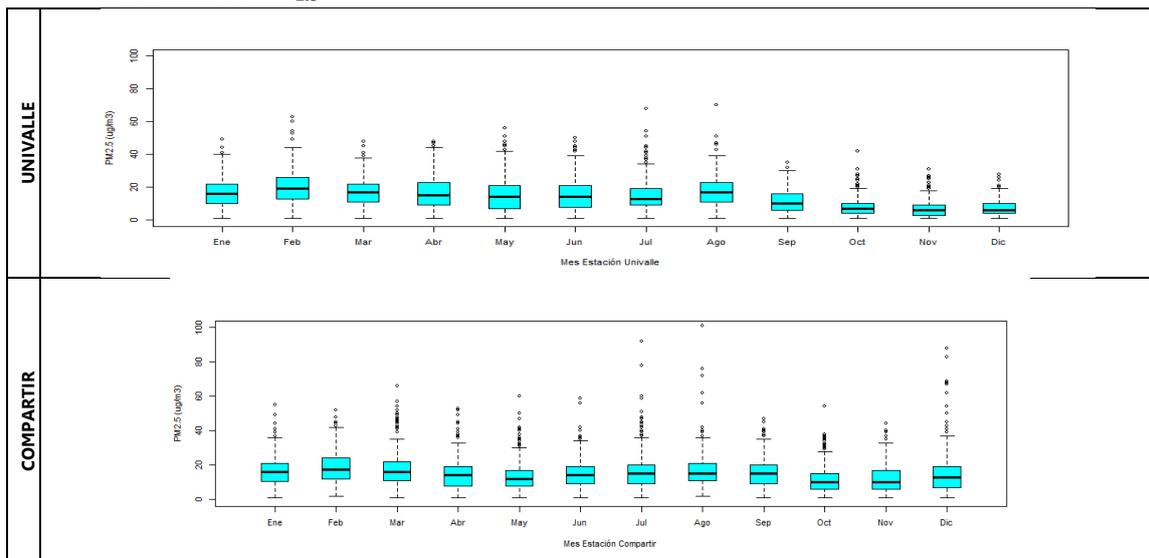


Gráfico 13. Diagrama de cajas y alambres del comportamiento del Material Particulado PM_{2.5} según el mes del año.

Se observa gráficamente que en la estación Univalle hay una tendencia pareja de PM_{2.5} en casi todo el año, salvo octubre, noviembre y diciembre en donde se disminuyeron los niveles de este contaminante. En la estación Compartir, el mes de diciembre fue el de mayores concentraciones de este contaminante.

Dióxido de Azufre SO₂

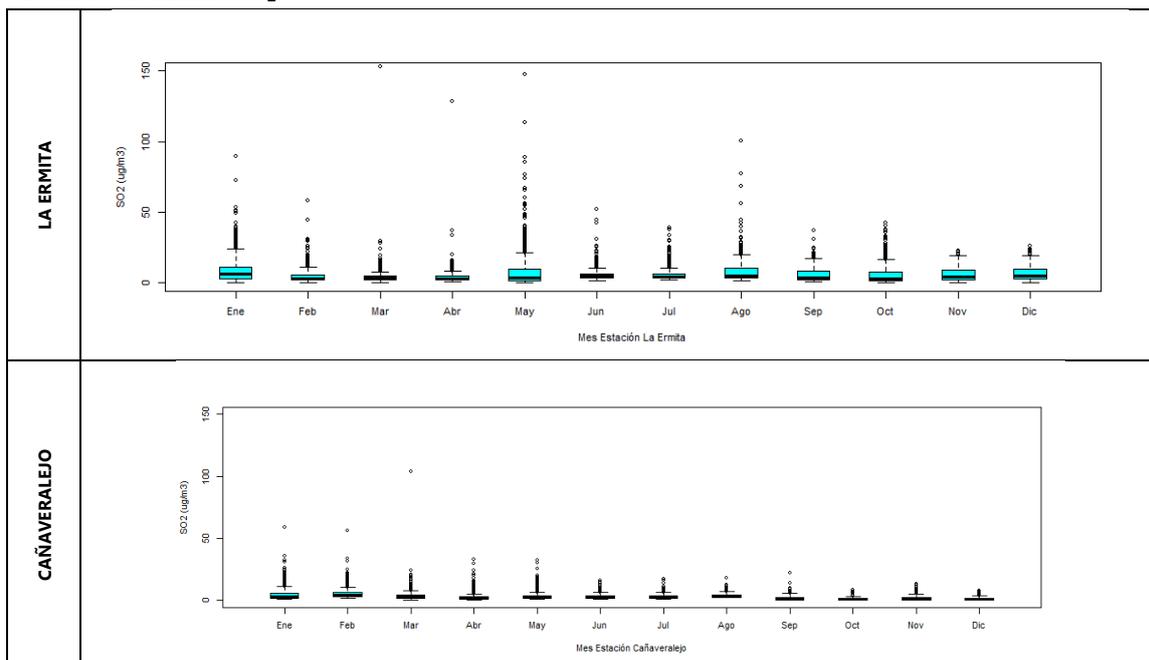


Gráfico 14. Diagrama de cajas y alambres del comportamiento del Dióxido de Azufre SO₂ según el mes del año

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 mayo y agosto. En la estación Cañaveralejo se registraron valores más homogéneos en los meses del año 2016.

Ozono Troposférico O₃

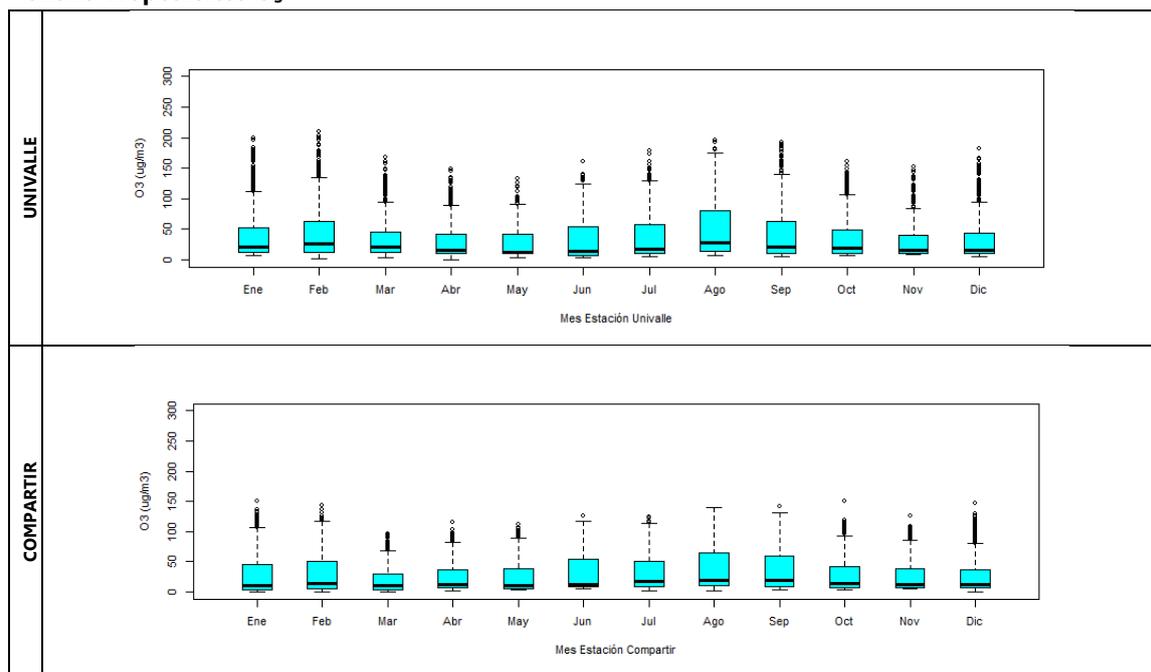


Gráfico 15. Diagrama de cajas y alambres del Ozono Troposférico O₃ según el mes del año. Datos horarios

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. Los valores registrados en las estaciones Univalle y Compartir arrojaron comportamientos muy similares durante los meses del año 2016.

Nota: En el mes de Octubre de 2016 entraron en funcionamiento dos (2) nuevos analizadores de Ozono ubicados en las estaciones ERA-Obrero y La Flora respectivamente.

3. INDICE DE CALIDAD DE AIRE

El Sistema de Vigilancia de la Calidad de Aire de Santiago de Cali en el año 2016 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.

3.1. CONTAMINANTES QUE COMPONEN EL INDICE DE CALIDAD DEL AIRE

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: PM₁₀, PM_{2.5} y O₃.

3.2. RANGOS DEL INDICE DE CALIDAD DEL AIRE

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.

**INFORME ANUAL DE CALIDAD DEL AIRE
ENERO-DICIEMBRE DE 2016**

PM10 (µg/m3) 24 Horas	CO (ppm) 8 Horas	SO ₂ (ppm) 24 Horas	NO ₂ (ppm) 1Hora	O ₃ (ppm) 8 Horas	RANGO ICA	Categoría
0-54	0-4,4	0-34	(*)	0.0-0.059	0-50	Buena. 0-50
55-154	4.5-9,4	35-144	(*)	0.06-0.075	51-100	Moderada 51-100
155-254	9,5-12,4	145-224	(*)	0.076-0.095	101-150	Dañina a la salud para grupos sensibles 101-150
255-354	12,5-15,4	225-304	(*)	0.096-0.115	151-200	Dañina a la salud 151-200
355-424	15,5-30,4	305-604	650-1.240	0.116-0.374	201-300	Muy Dañina a la salud 201-300

Tabla 3. Clasificación del Índice de Calidad del Aire de la EPA¹

3.3. EFECTOS A LA SALUD DE LOS CONTAMINANTES SEGÚN EL INDICE DE CALIDAD DEL AIRE

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 calidad del aire se considera satisfactoria, y la contaminación atmosférica plantea poco o nada de riesgo
Moderada 51-100	La calidad del aire es aceptable. Sin embargo para algunos agentes contaminadores puede haber una preocupación moderada de la salud para un número muy pequeño de la población. Por ejemplo, las personas que son inusualmente sensibles al ozono pueden experimentar síntomas de afección respiratorias.
Dañina a la salud para grupos sensibles 101-150	Los miembros de grupos sensibles pueden experimentar efectos en la salud. Esto significa que es muy probable que sean afectados por niveles más bajos de contaminación. Por ejemplo, la población con enfermedades del pulmón está en Mayor riesgo si se expone al ozono, mientras que las personas con enfermedades del pulmón o con enfermedades cardíacas están en Mayor riesgo cuando son expuestas a la contaminación de partículas. Este nivel de AQI no presenta afecciones para el público en general.
Dañina a la salud 151-200	Personas pueden comenzar a experimentar efectos en la salud. Los miembros de grupos sensibles pueden experimentar efectos de salud más serios.
Muy Dañina a la salud 201-300	En este nivel se debe usar una alarma para prevenir efectos en salud de toda la población, pues todos pueden presentar problemas más serios.

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

3.4. RESULTADOS DEL CALCULO DEL INDICE DE CALIDAD DEL AIRE

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, Cañaveralejo, Transitoria y La Ermita.

¹Tomado del documento: Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire. Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire. Pág. 134. MADS, Octubre de 2010.

**INFORME ANUAL DE CALIDAD DEL AIRE
ENERO-DICIEMBRE DE 2016**

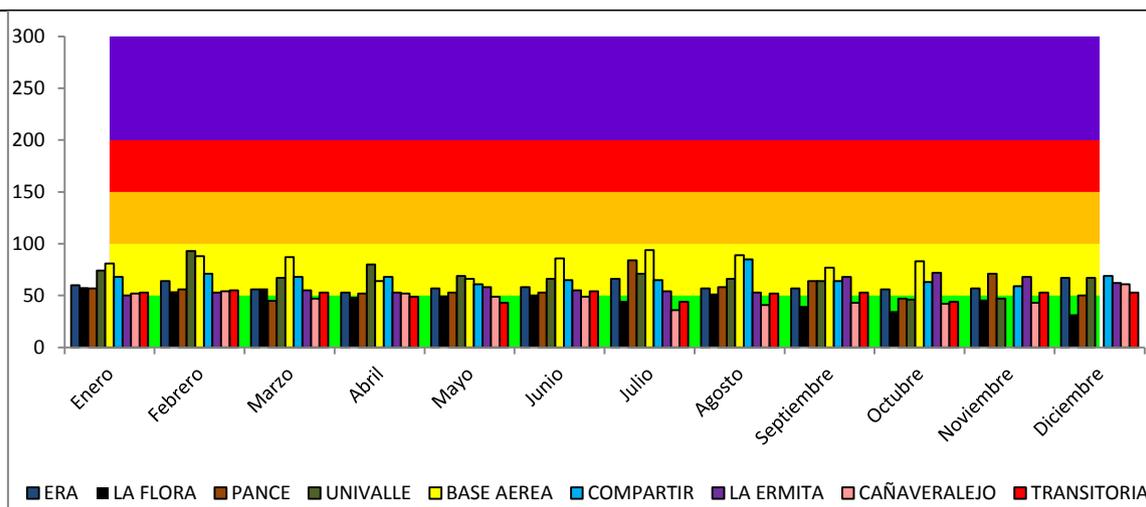


Gráfico 16. Comportamiento máximo mensual de los valores máximos diarios del índice de calidad del aire

El gráfico 16 muestra el comportamiento del máximo mensual de los valores máximos diarios de ICA obtenidos durante el año 2016 en el cual se puede apreciar que en las estaciones Base Aérea y Ermita registraron los valores más altos del ICA del año 2016. La estación La Flora registró los valores máximos mensuales más bajos. Se puede apreciar que los más altos valores máximos de ICA se registraron en julio y agosto de 2016.

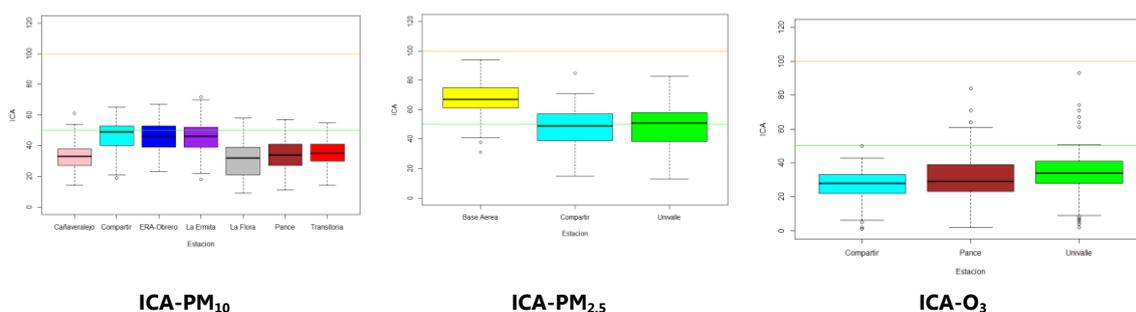


Gráfico 17. Diagrama de Cajas del Índice de Calidad del Aire

El gráfico 17 muestra el comportamiento del Índice de Calidad del Aire según el contaminante, en donde se puede evidenciar que el contaminante que más influye en el aumento de los valores de ICA, es el ICA-PM_{2.5}, en el cual los datos monitoreados por encima de 50 unidades de ICA fueron superiores al 50% (Cajas por encima de la línea verde). Salvo en algunos eventos extremos, el ICA del PM₁₀ y el O₃ los datos monitoreados que están por debajo de 50 unidades de ICA fueron superiores al 50%.

**INFORME ANUAL DE CALIDAD DEL AIRE
ENERO-DICIEMBRE DE 2016**

Matriz ICA Diario – Anual 2016

Mes	Estación	Día del Mes																														
		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	ERA - Obrero	43	36	43	35	35	40	46	43	33	30	30	54	52	53	53	46	49	52	60	56	54	36	42	46	46	49	60	58	43	45	
	La Flora	37	37	34	48	31	33	35	32	26	38	47	44	50	52	40	47	58	53	53	46	35	33	31	38	49	42	47	41	34		
	Pance	31	24	21	22	32	22	31	30	31	20	17	22	36	50	53	48	46	42	47	54	57	57	53	49	33	36	47	48	48	32	30
	Univalle					31	34	49	35	41	26	33	40	59	67	58	45	44	55	60	56	74	51	55	57	58	66	61	66	59	56	
	Base Aerea	80	61	51	63	57	54	54	22																							
	Compartir	62	42	28	43	43	35	44	45	52	39	27	51	49	52	56	63	54	54	57	62	64	62	49	52	52	57	61	57	68	62	58
	La Ermita	40	28	26	34	32	30	29	40	31	25	18	29	40	43	49	49	38	41	45	48	48	50	35	38	42	45	44	47	46	39	35
Cañaveralajo	36	26	25	29	32	26	25	36	30	24	18	24	30	41	45	44	33	37	39	40	42	52	35	36	37	34	38	37	39	31	32	
Transitoria	41	25	24	30	36	28	32	42	38	29	24	32	39	52																		
Febrero	ERA - Obrero	48	55	49	47	35	55	42	55	53	56	42	52	49	35	54	64	53	55	53	49	29	30	55	55	53	46					
	La Flora	48	52	42	30	26	50	32	41	45	45	34	38	45	32	41	54	45	37	45	37	16	22	41	51	42	31	33	36	32		
	Pance	42	48	47	42	24	45	45	45	53	53	43	36	35	38	47	56	44	46	47	46	18	24	31	36	37	32	37	43	35		
	Univalle	62	67	62	53	93	66	70	69	66	40	47	52	54	59	72	64	58	62	54	36	39	59	60	58	57	50	53	49			
	Base Aerea	68	78	72	66	61	87	66	81	69	23	64	73	74	64	80	88	74	72	78	66	45	55	84	87	81	66	53	64	65		
	Compartir	64	67	60	55	46	70	53	63	58	59	52	51	57	52	57	71	60	62	62	28	39	57	66	65	47	46	5	33			
	La Ermita	44	48	45	42	27	51	36	47	46	51	36	42	44	32	46	53	42	45	46	47	22	29	50	52	49	34	32	35	34		
Cañaveralajo	38	41	41	36	35	46	38	53	45	45	33	36	42	34	42	54	45	43	43	37	21	25	41									
Transitoria	44	46	43	48	27	43	40	51	50	46	40	39	37	34	45	55	47	44	47	48	18	26										
Marzo	ERA - Obrero	38				56	43	39	51	53	46	53	30	41	49	29	32	46	37	40	33	25	42	52	36	43						
	La Flora	29	23	57	21	41	23	47	51	55	45	34	33	40																		
	Pance	24	24	43	16	2	27	29	36	38	44	35	38	43	38	36	36	20	28	44	28	31	41	35	38	32	26	25	40	46	26	35
	Univalle	48	50	58	24	19	25	58	63	55	53	58	54	60	67	58	57	30	48	55	43	43	56	53	61	54	54	47	53	9	59	58
	Base Aerea	57	69	74	66	84	31	70	77	87	80	85	76	83	84	82	9															
	Compartir	40	10	52	28	67	34	53	62	63	58	58	61	64	9	64	68	34	42	56	32	33	45	44	51	36	44	37	51			
	La Ermita	33	35	42	34	42	22	43	49	55	52	42	36	49	51	42	40	31														
Cañaveralajo	29	27	36	23	32	19	37	45	45	43	36	36	39	46	32	41	17	32	37	26	26	36	33	37	31	29	26	39	47	34	36	
Transitoria	36	30	42																													
Abril	ERA - Obrero	41	29	47	52	53	53	52	52	41	37	36	32	37	47	51	38	39	46	52	53	42	49	39	33	38	28	27	28	44	40	
	La Flora	33	19	34	38	41	42	40	41	32	38	30	19	33	44	47	32	35	29	49	48	38	39	34	24	32						
	Pance	32	19	28	30	46	42	34	44	29	28	18	17	32	34	33	25	38	45	47	47	43	52	28	27	28	5	4	28	21		
	Univalle	50	14	62	59	80	71	43	57	66	54	29	9	51	56	52	44	60	28	58	62	48	56	52	40	51	26	41	17	43	12	
	Base Aerea																															
	Compartir	7	68	46	63	57	52	52	49	43	32	26	42	57	50	33	55	58	58	58	55	53	40	31	46	27	33	31	56	36		
	La Ermita	38	19	38	34	49	43	34	43	33	24	17	34	46	37	26	38	42	41	45	38	43	34	23	26	22	21	21	31	26		
Cañaveralajo	47	39	45	42	44	48	34	32	25	39	44	52	53	49	28	45	35	42	46	46	46	31	46	45	43	41	56	57	45	33	40	
Transitoria	33	31	35	32	38	36	18	27	34	35	31	50	45	40	22	35																
Mayo	ERA - Obrero	67	44	28	34	34	6																									
	La Flora					9	63	66	41	58	16																					
	Pance	59	30	46	43	52	48	36	42																							
	Univalle	59	30	46	43	52	48	36	42																							
	Base Aerea	50	35	40	39	43	41	27	30	22	27	46	50	52	47	24	44	37	41	48	55	52	35	48	43	39	39	58	48	34	32	36
	Compartir	46	35	37	31	36	34	25	28	22	24	41	49	47	48	25	39	31	37	37	42	36	32	41	44	38	31	49	44	25	27	27
	La Ermita	36	27	37	27	39	35	17	26	17	16	14	32	43	40	39	23	30	34	29	31	38	37	30	37	31	33	26	37	25	20	
Cañaveralajo	58	47	53	41	46	32	44	41	43	52	47	40	49																			
Transitoria	33	35	36	28	26	22	33	23	34	31	37	34	33	42	42	51	47	44	28	16	32	38	41	35	33	29	40	44	40	36		
Junio	ERA - Obrero	21	21	19	23	24	21	26	28	35	38	49	45	29	43	52	51	52	53	36	38											
	La Flora	44	46	54	33	47	35	37	53	52	48	59	60	48	44	49	66	58	48	49	42	52	5	29	52	36	2	57	55	53	42	
	Pance																															
	Univalle																															
	Base Aerea																															
	Compartir																															
	La Ermita																															
Cañaveralajo																																
Transitoria																																
Julio	ERA - Obrero	38	34	29	29	47	47	55	47	48	37	46	48	46	54	41	44	42	41	48	41	49	53	52	27	45	66	48	48	44	35	
	La Flora	38	25	19	26	39	36	43	31	33	26	30	28	32	35	31	29	33	28	34	37	41	40	29	24	37	45	32	38	41	44	35
	Pance	38	36	37	26	35	29	84	61	45	41	42	39	41	46	39	40	45	34	43	34	27	39	45	34	38	58	46	40	39	40	48
	Univalle	49	44	44	38	48	56	65	59	36	36	52	46	43	52	47	6	2	40	45	58	50	56	55	34	33	71	48	53	51	53	52
	Base Aerea	78	70	65	60	72	77	89	73	66	58	67	53	57	70	63	70	82	63	68	67	63	78	66	55</							

INFORME ANUAL DE CALIDAD DEL AIRE ENERO-DICIEMBRE DE 2016

ICA – Diario ERA-Obrero: En el 2016 de los 366 días del año se registraron 351 días de medición de ICA para este punto de monitoreo representando en un 95.9%. De los 351 días de medición de ICA, el 66.4% 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 La Flora: En el 2016 de los 366 días del año se registraron 355 días de medición de ICA para este punto de monitoreo representando en un 97%. De los 355 días de medición de ICA, el 96.3% 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 Pance: En el 2016 de los 366 días del año se registraron 351 días de medición de ICA para este punto de monitoreo representando en un 95.9%. De los 351 días de medición de ICA, el 92.9% 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 2016 de los 366 días del año se registraron 347 días de medición de ICA para este punto de monitoreo representando en un 93.4%. De los 347 días de medición de ICA, el 59.9% fueron menores a 50 unidades en donde se puede observar en la tabla 5 que específicamente en este punto un 40.1% de los valores de ICA registraron una Calidad del Aire - Moderado.

ICA – Diario Base Aérea: En el 2016 de los 366 días del año se registraron 199 días de medición de ICA para este punto de monitoreo representando en un 54.4%. De los 199 días de medición de ICA, el 12.6% fueron menores a 50 unidades en donde se puede observar en la tabla 5 la baja predominancia de cuadros de color amarillo que representan un estado de Calidad del Aire - Moderado.

ICA – Diario La Ermita: En el 2016 de los 366 días del año se registraron 335 días de medición de ICA para este punto de monitoreo representando en un 80.8%. De los 335 días de medición de ICA, el 67.5% 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 2016 de los 366 días del año se registraron 339 días de medición de ICA para este punto de monitoreo representando en un 92.6%. De los 339 días de medición de ICA, el 50.4% 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 2016 de los 366 días del año se registraron 327 días de medición de ICA para este punto de monitoreo representando en un 89.3%. De los 327 días de medición de ICA, el 98.5% 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 2016 de los 366 días del año se registraron 331 días de medición de ICA para este punto de monitoreo representando en un 90.4%. De los 331 días de medición de ICA, el 94.9% fueron menores a 50 unidades, en donde se puede observar la alta 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 2016, 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.

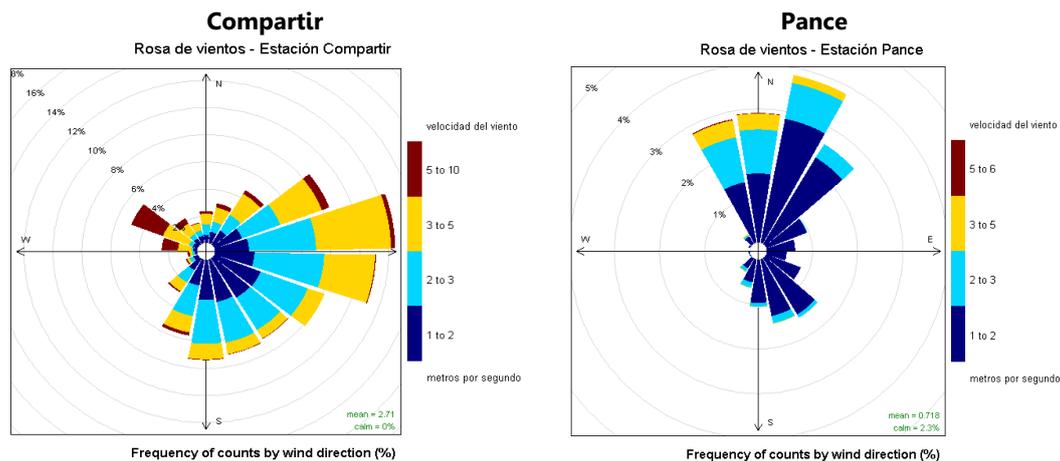


Gráfico 18. Rosas de los Vientos Anual.

La grafica 18 muestra las rosas de los vientos de las estaciones meteorológicas ubicadas en las zonas Oriente (Compartir) y Pance (Background rural – Sur). La rosa de vientos corresponde al periodo definido entre las 00:00 horas del día 01 de Enero de 2016 hasta las 24:00 horas del día 31 de diciembre de 2016. Según las rosas de vientos se puede ver que durante el año 2016 en la estación Compartir, los vientos predominantes provienen del Este, mientras que en la estación Pance los vientos predominantes provienen del norte. La distribución de los vientos se ve más claramente en el grafico 19 en el cual se observa como es el comportamiento de los vientos. Se encontró que los vientos tienen un comportamiento muy similar durante todo el año con algunas ligeras variaciones.

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

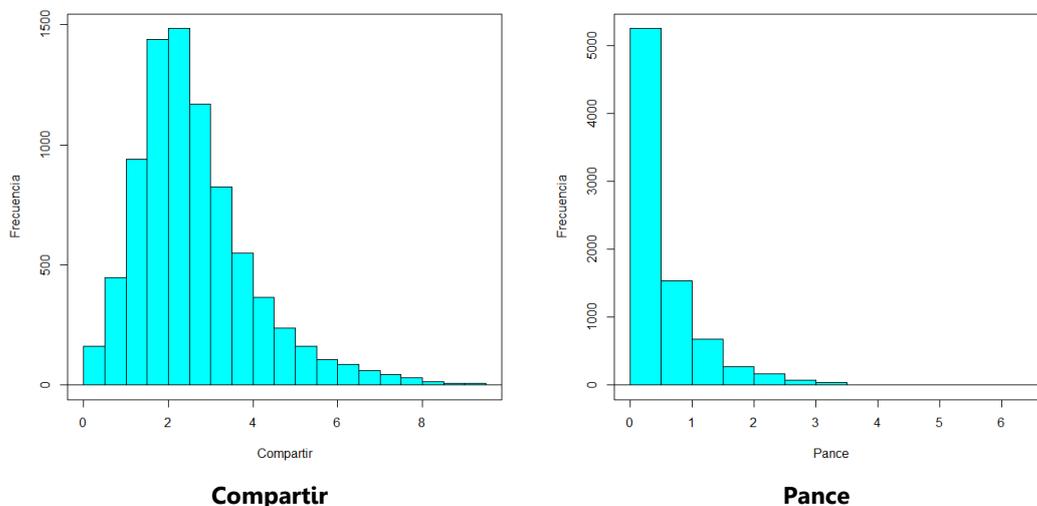


Gráfico 19. Distribución de Frecuencias de Velocidad de Vientos. Año 2016

De la gráfica 19 se observa que durante el año 2016, 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. PRECIPITACION

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

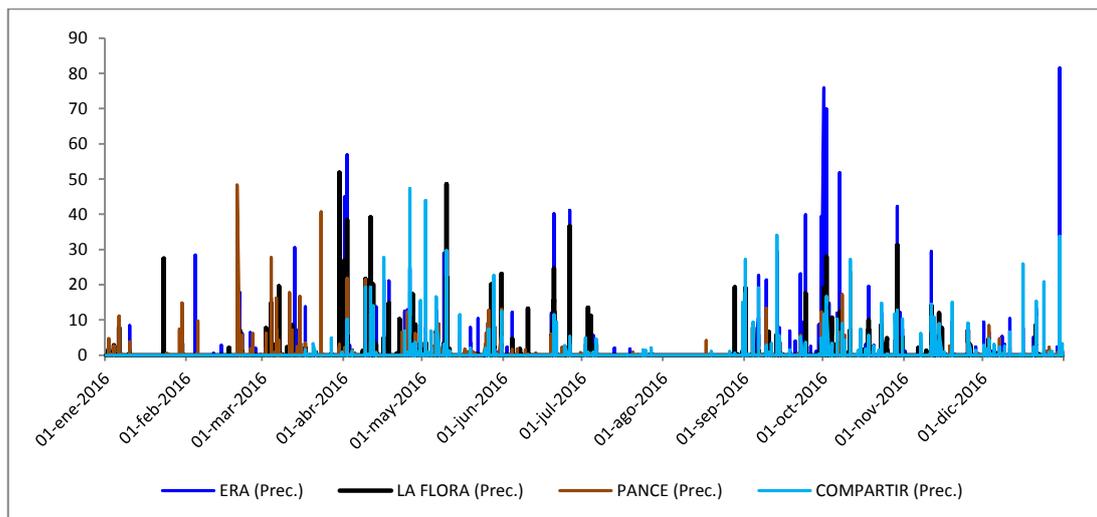


Gráfico 20. Comportamiento de la Precipitación Horaria. Estaciones ERA-Obrero, La Flora y Pance

La grafica 20 muestra el comportamiento horario de la precipitación durante el año 2016 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 21 explica mucho mejor este comportamiento.

Mes	Compartir			ERA			La Flora			Pance		
	Días Lluvia	Días del Mes	%	Días Lluvia	Días del Mes	%	Días Lluvia	Días del Mes	%	Días Lluvia	Días del Mes	%
Ene	0	31	0,0%	6	31	19,4%	7	31	22,6%	10	31	32,3%
Feb	0	29	0,0%	8	29	27,6%	4	29	13,8%	7	29	24,1%
Mar	6	31	19,4%	13	31	41,9%	14	31	45,2%	17	31	54,8%
Abr	15	30	50,0%	18	30	60,0%	20	30	66,7%	16	30	53,3%
May	16	31	51,6%	19	31	61,3%	13	31	41,9%	23	31	74,2%
Jun	6	30	20,0%	11	30	36,7%	7	30	23,3%	14	30	46,7%
Jul	8	31	25,8%	9	31	29,0%	4	31	12,9%	9	31	29,0%
Ago	4	31	12,9%	4	31	12,9%	3	31	9,7%	3	31	9,7%
Sep	15	30	50,0%	20	30	66,7%	11	30	36,7%	16	30	53,3%
Oct	19	31	61,3%	19	31	61,3%	18	31	58,1%	13	31	41,9%
Nov	11	30	36,7%	14	30	46,7%	11	30	36,7%	11	30	36,7%
Dic	18	31	58,1%	15	31	48,4%	8	31	25,8%	18	31	58,1%
Total	118	366	32,2%	156	366	42,6%	120	366	32,8%	157	366	42,9%

Tabla 6. Porcentaje de lluvias durante el año 2016 clasificados según el mes durante el año 2016

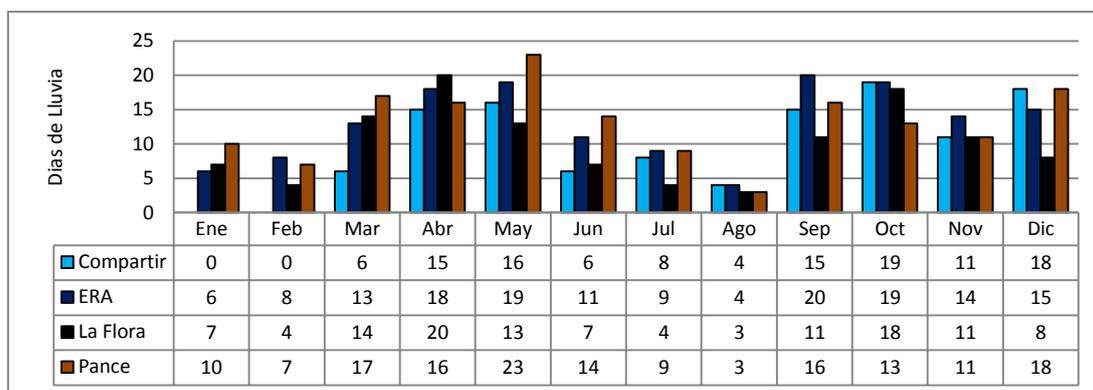


Gráfico 21. Días con lluvias durante el año 2016

INFORME ANUAL DE CALIDAD DEL AIRE ENERO-DICIEMBRE DE 2016

Se puede evidenciar que la mayor cantidad de días de lluvias se registró durante los meses de Marzo a Mayo y de septiembre a diciembre, mientras que los meses de enero a febrero y junio a agosto fueron los de menores días de lluvia.

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.

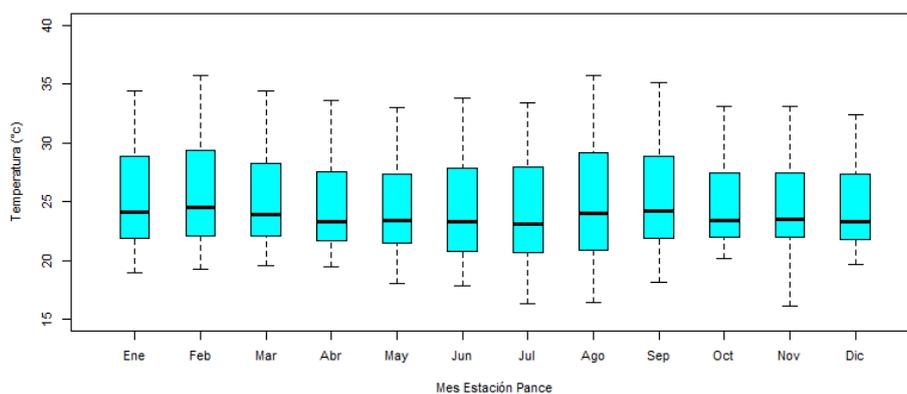
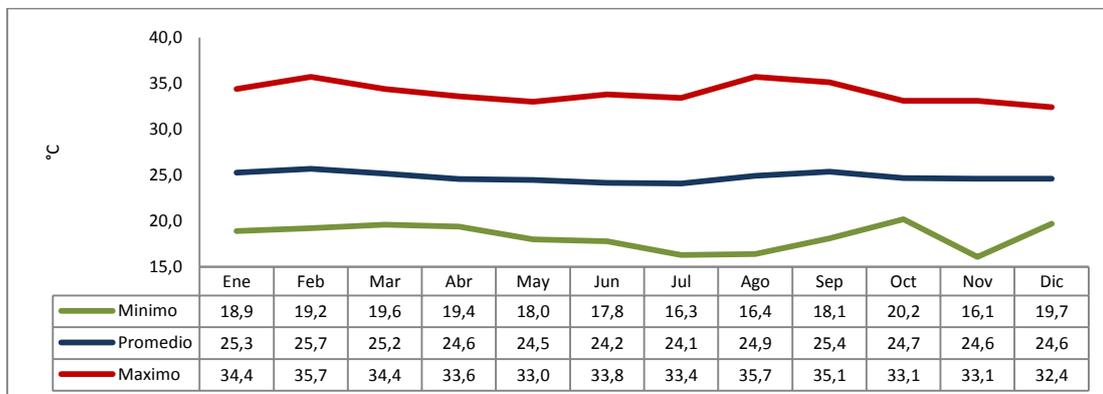


Gráfico 22. Comportamiento mensual de Temperatura. Máximos, Mínimos y Promedios Mensuales. (Estación Pance).

La grafica 22 muestra que la temperatura en la zona sur (Pance) oscila aproximadamente entre 15 y 35 grados centígrados. Los meses con mayores niveles de temperatura fueron Julio, Agosto y Diciembre.

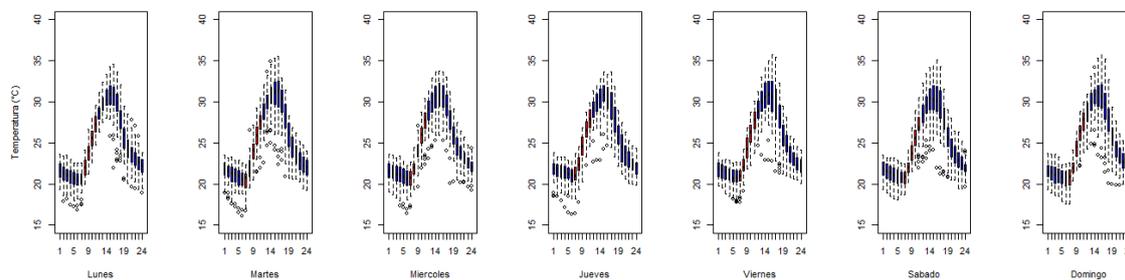


Gráfico 23. Comportamiento horario de la Temperatura en el Nororiente de la ciudad durante el año 2016 (estación Pance).

La grafica 23 muestra el comportamiento de la temperatura según la hora de un día típico promedio en el Sur de la ciudad (Pance), en el cual se evidencia claramente un aumento entre las 9 am y las 2 pm.

4.4. RADIACION SOLAR

El ciclo 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.

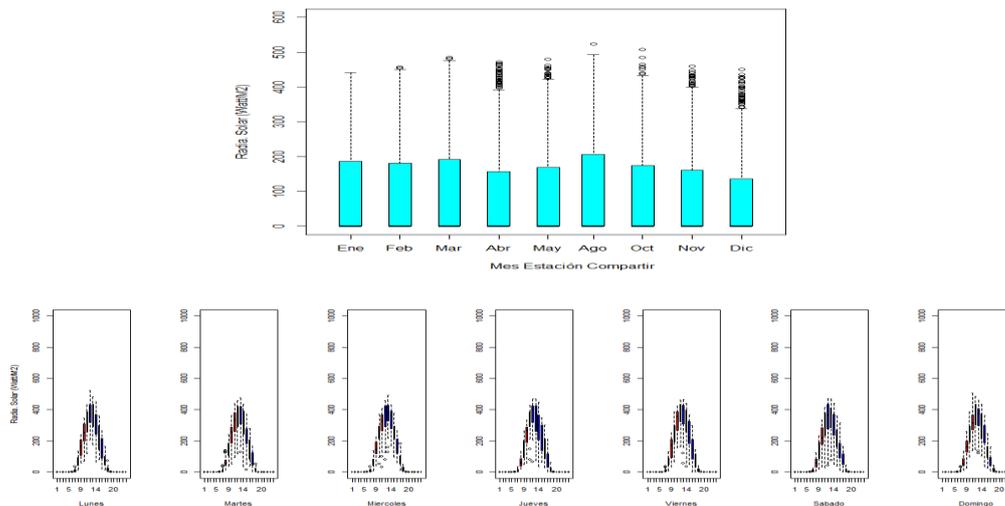


Gráfico 24. Comportamiento horario de la Radiación Solar en el Norte de la ciudad durante el año 2016 (estación Compartir).

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 500 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 media mensual de la humedad relativa se muestra a continuación

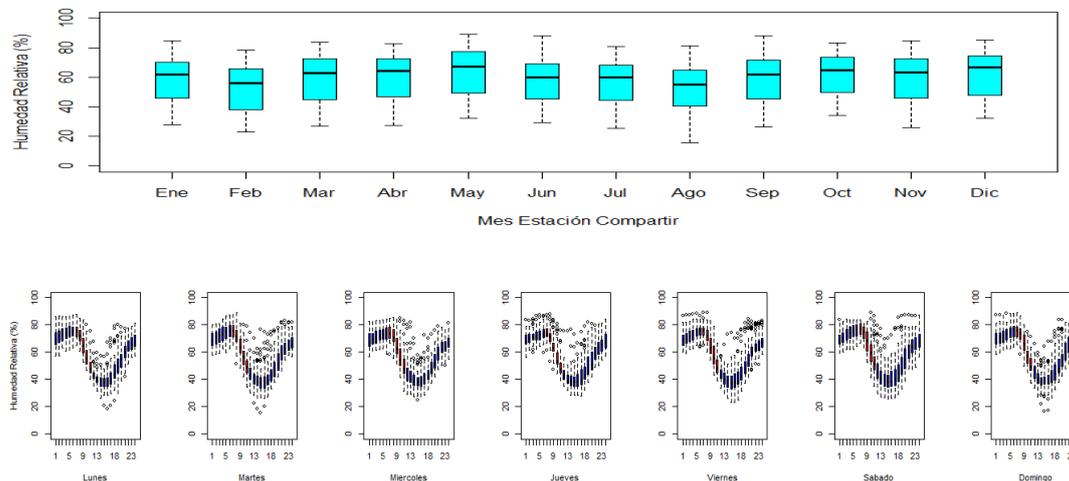


Gráfico 25. Comportamiento horario de la Humedad Relativa en el Norte de la ciudad durante el año 2016 (estación Compartir).

Tal y como se observa en la gráfica 25 se puede ver que en la Estación Compartir en horas de la mañana se presentaron los porcentajes más altos de humedad relativa, y entre la 1pm y las 5pm se encontraron los valores más bajos de humedad.

5. COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS ANUALES DE LOS CONTAMINANTES CRITERIO SEGÚN EL PUNTO DE MONITOREO. AÑOS 2013 a 2016

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 2016. Los resultados más relevantes se muestran a continuación:

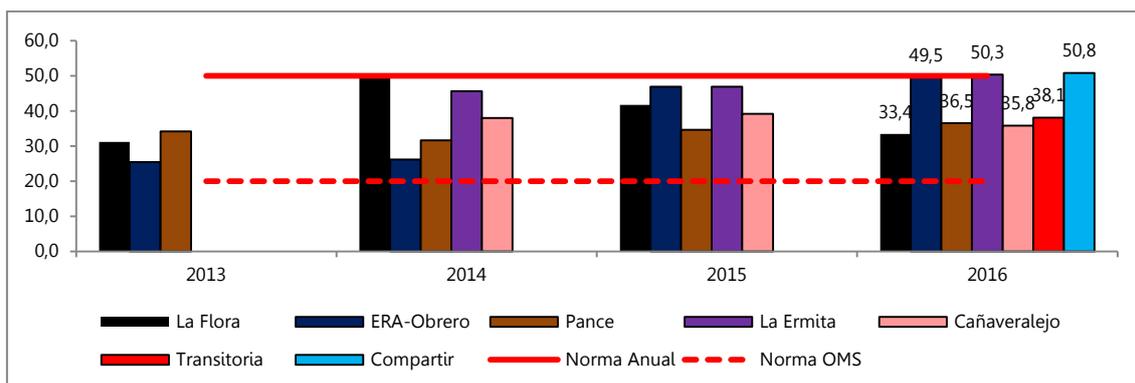


Gráfico 26. Comportamiento Promedio Anual del Material Particulado PM₁₀ según la estación de monitoreo.

Se observa que en la estación la Flora (Zona Norte de la ciudad) el promedio anual paso de 41.7 μg/m³ en el 2015 a 33.4 μg/m³ en el 2016, disminuyendo considerablemente.

Se observa que en la estación ERA-Obrero (Zona Centro de la ciudad) el promedio anual paso de 46.9 μg/m³ en el 2015 a 49.5 μg/m³ en el 2016, Aumentando en 2.6 μg/m³.

Si se hace la comparación de los promedios anuales solo para el último año de monitoreo (2016), se puede evidenciar que en la estación La Flora (Norte) se registró el menor valor promedio anual (33.4 μg/m³) y en las estaciones La Ermita y Compartir se registraron los valores más altos (50.3 y 50.8 μg/m³ respectivamente en ambas estaciones).

Durante el 2016 se registraron excedencias a la normativa anual en las estaciones La Ermita (50.3μg/m³) y Compartir (50.8 μg/m³) sobrepasando el límite máximo permisible de 50 μg/m³.

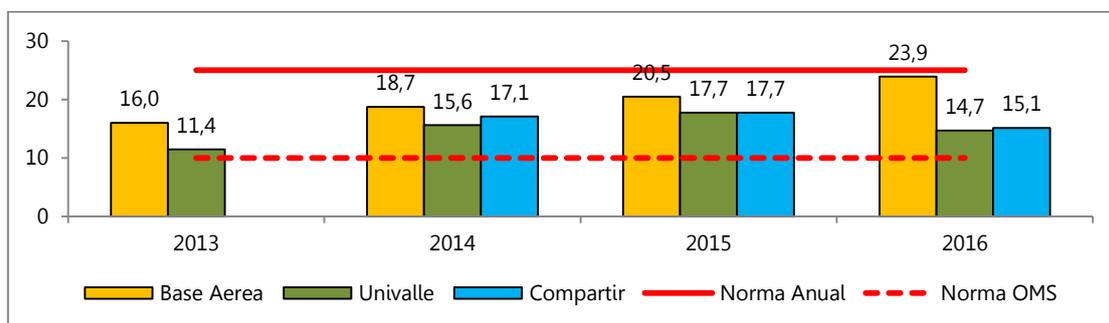


Gráfico 27. Comportamiento Promedio Anual del Material Particulado PM_{2.5} según la estación de monitoreo.

** El promedio anual (2016) en la estación Base Aérea – Acuparque fue calculado con el 51% de datos válidos.

Según el gráfico 27 se puede observar que el caso de la estación Base Aérea se incrementó el promedio anual en 3.4 μg/m³, mientras que en las estaciones Univalle y Compartir disminuyeron en 3 μg/m³ y 2.6 μg/m³ respectivamente.

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 $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

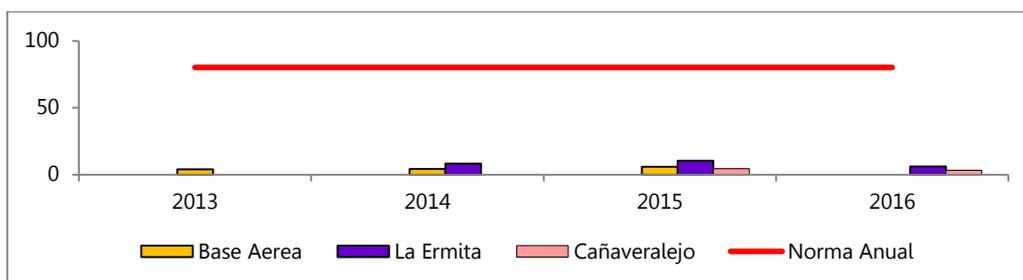


Gráfico 28. Comportamiento Promedio Anual del Dióxido de Azufre SO_2 según la estación de monitoreo.

** El promedio anual (2016) en la estación Cañaveralejo fue calculado con el 74.2% de datos válidos.

El SO_2 se monitorea en las estaciones Base Aérea, Ermita y Cañaveralejo. Los promedios anuales registrados en los años 2013 al 2016 muestran un comportamiento muy por debajo del límite máximo permisible de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

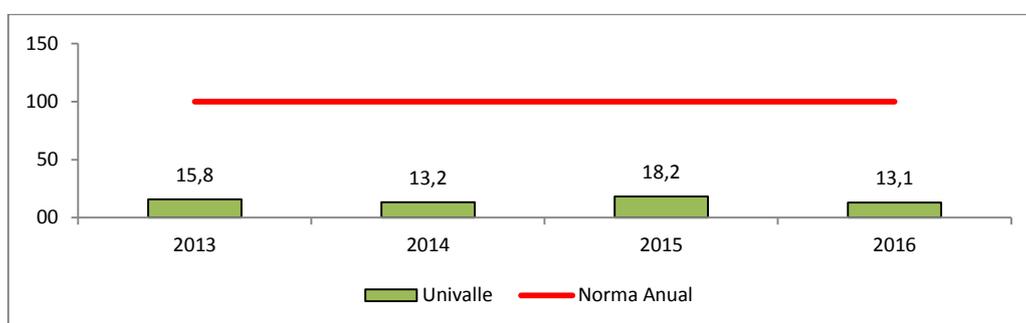


Gráfico 29. Comportamiento Promedio Anual del Dióxido de Nitrógeno NO_2 según la estación de monitoreo.

** El promedio anual (2016) en la estación Univalle fue calculado con el 40.6% de datos válidos.

El comportamiento del promedio anual NO_2 durante los últimos años, muestra valores por debajo del límite máximo permisible de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hay que mencionar la disminución de $18.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $13.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ comparando 2015 con 2016.

Nota: El ozono no se muestra en el análisis anual porque en la normativa nacional existente (Resolución 610 de 2010 del Ministerio de Ambiente) no aparece un límite máximo permisible anual para este contaminante y su norma es horario u octoraria.

Fin del Informe