

GRUPO CALIDAD DEL AIRE

El presente informe está sujeto a constantes verificaciones, por lo cual este reporte no constituye información oficial definitiva del DAGMA

Boletín Mensual de Calidad del Aire de Santiago de Cali

Periodo de Análisis: Diciembre de 2017

12



TABLA DE CONTENIDO

PAG.

Introducción	2
Localización de las Estaciones de Monitoreo del Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire	2
Comparación del comportamiento de los Contaminantes con la norma	3
Excedencias de Ozono	4
Análisis Meteorológico	4
Índice de Calidad del Aire de Cali	5
Comportamiento de los contaminantes según la hora del día	6
Comportamiento de los contaminantes según el día del mes	8
Mapa de contaminación de material particulado PM10	9
Glosario	9

1. INTRODUCCIÓN

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

El Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire de Santiago de Cali SVCASC fue acreditado en la norma NTC-ISO/IEC 17025 del año 2005 por el IDEAM a través de la Resolución 1328 del 23 de junio de 2017 en los siguientes parámetros:

Base Aérea - Acuaparque: PM2.5, O3 y SO2
Compartir: PM10, PM2.5, O3
Pance: PM10, O3
Univalle: NO2, PM2.5, O3

2. LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

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

- 1. FLO: Estación La Flora (Barrio La Flora – Zona Norte)
- 2. ERA: Estación ERA–Obrero (Barrio Obrero – Zona Centro).
- 3. ET: Estación Transitoria EDB–Navarro (Barrio Poblado – Zona Oriente)
- 4. BA: Estación Base Aérea (Acuaparque de la Caña – Zona Nororiental)
- 5. PA: Estación Pance (Pance – Zona Rural o Punto Blanco)
- 6. UV: Estación Univalle (Barrio Meléndez – Zona Sur)
- 7. CO: Estación Compartir (Barrio Compartir – Zona Oriente)
- 8. ER: Estación La Ermita (Barrio San Pedro – Zona Centro)
- 9. CA: Estación Cañavalejo (Estación SITM-MIO Cañavalejo Zona Suroccidental)

	Fotos Estaciones	Que Mide	Metodos de Referencia US-EPA	Ubicación en el Mapa de Santiago de Cali
1 FLO		PM10	Thermo Scientific 5014i EQPM-1102-150	
		O3	Thermo Scientific 49i EQQA-0880-047	
		H2S	Thermo Scientific 450i No está avalado por la US-EPA	
2 ERA		PM10	Thermo Scientific 5014i EQPM-1102-150	
		O3	Thermo Scientific 49i EQQA-0880-047	
		H2S	No está avalado por la EPA (Thermo Scientific 450i)	
3 ET		PM10	Thermo Scientific 5014i EQPM-1102-150	
		PM2.5	Thermo Scientific Semiautomatic Partisol rP 2025 RFPS-0498-118	
4 BA		PM2.5	Met One Instruments BAM1020 EQPM-0308-170	
		O3	Teledyne T400 EQQA-0992-08	
		SO2	Teledyne T100 EQSA-0495-100.	
5 PA		PM10	Met One Instruments BAM1020 EQPM-0798-122	
		O3	Teledyne T400 EQQA-0992-08	
6 UV		PM2.5	Met One Instruments BAM1020 EQPM-0308-170	
		O3	Teledyne T400 EQQA-0992-08	
		NO2	Teledyne T200 RFNA-1194-099	
7 CO		PM10	Met One Instruments BAM1020 EQPM-0798-122	
		PM2.5	Met One Instruments BAM1020 EQPM-0308-170	
		O3	Teledyne T400 EQQA-0992-08	
8 ER		PM10	Thermo Scientific TEOM 1405 EQPM-1090-079	
		SO2	Thermo Scientific 43i EQSA-0486-060	
9 CA		PM10	Thermo Scientific TEOM 1405 EQPM-1090-079	
		SO2	Thermo Scientific 43i EQSA-0486-060	
10 CC		Centro de Control del SVCASC		

Mapa 1. Localización de las Estaciones

Estación	Latitud	Longitud	msnm	Dirección
1 FLO	3° 29' 25,85"	76° 31' 16,41"	959	Av. 3FN No. 52 - 46
2 ERA	3° 27' 1,51"	76° 31' 20,16"	968	Cra. 11D No. 23 - 49
3 ET	3°25'1.93"	76°29'41,05"	954	Carrera 28j con calle 72u
4 BA	3° 27' 25,66"	76° 30' 8,29"	956	Calle 44 No. 7-138
5 PA	3° 18' 19,22"	76° 31' 57,29"	978	Kilómetro 17 vía a Jamundí
6 UV	3°22'40,48"	76°32'1,72"	985	Calle 13 No 100-00
7 CO	3°25'42,20"	76°28'0,12"	952	Calle 112 No 25-28
8 ER	3°27'19,69"	76°31'51,57"	994	Cra 1 No 11-40
9 CA	3°24'55,40"	76°32'57,65"	975	Calle 4A No 50-09

Tabla 1. Localización de las Estaciones de Monitoreo

1. Período de estimación: Anual

2. Unidad de medida (ug/m3)

3. Equipos tenidos en cuenta: Analizadores de las estaciones Compartir, Univalle, Base aérea – Acuaparque y Pance

4. Metodología tomada de los documentos:

- ✓ Cuantificación de la Incertidumbre en Medidas Analíticas. Eurachem Citac, Guía CG4. Tercera edición, 2012.
- ✓ Evaluación de datos de medición: Guía para la Expresión de la Incertidumbre de Medida. Centro Español de Metrología. Primera edición, 2008

PM10	PM2.5	O3	SO2	NO2
2,7	1,0	2,5	3,0	2,2

Declaración: Los resultados obtenidos en el presente informe se refieren solo al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas.

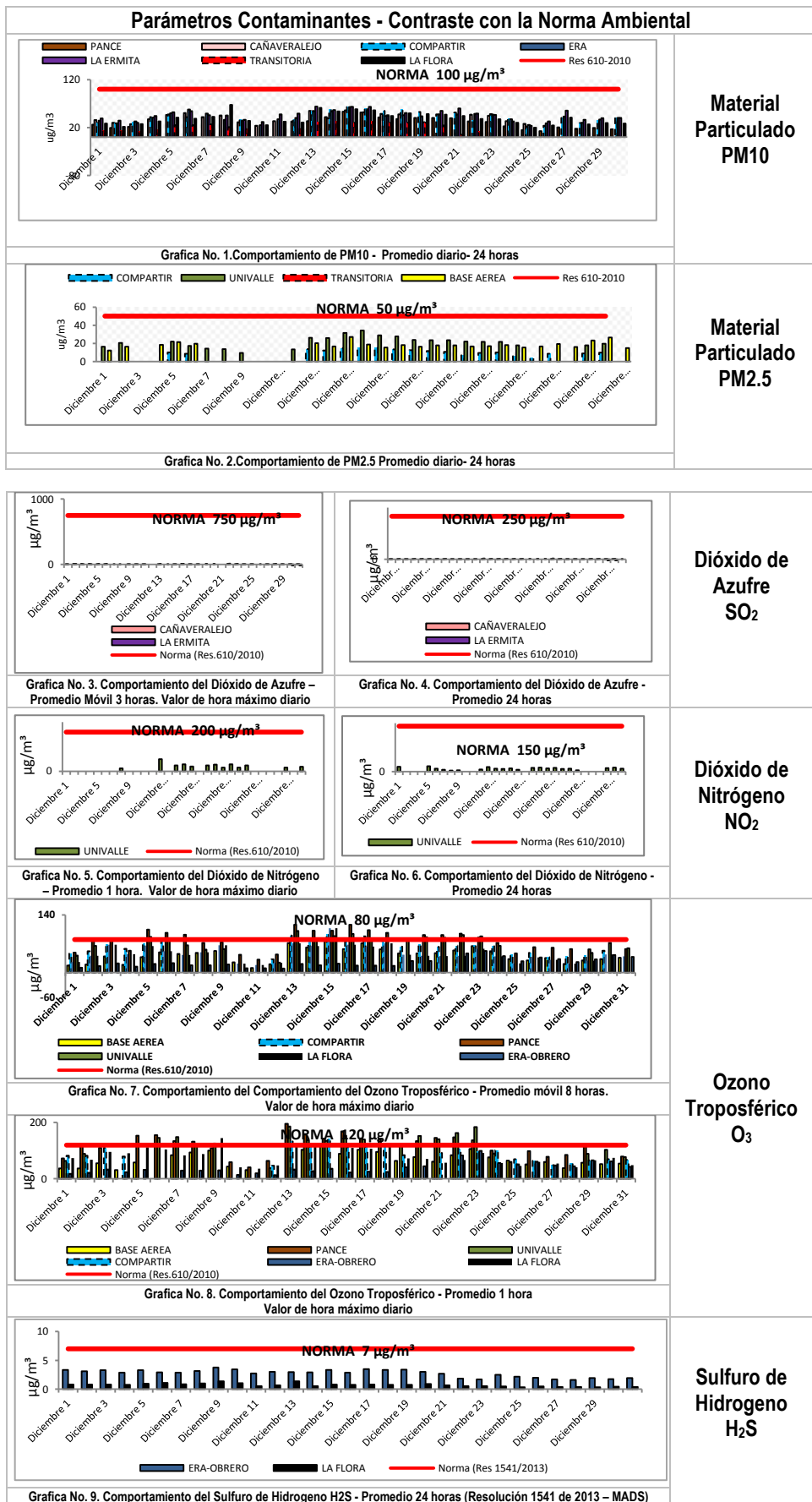
3. ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS CONTAMINANTES Vs. LA NORMA

Las Gráficas 1 a la 9, presentan el comportamiento de los contaminantes criterio registrados en las Estaciones La Flora, ERA-Obrero, Transitoria, Univalle, Pance, Compartir y La Ermita así como el contraste con la normativa ambiental (Según lo establecido en el Artículo Segundo de la Resolución 610 de 2010 del Ministerio de Ambiente que modificó la Resolución 601 de 2006). Los datos registrados y analizados corresponden a los contaminantes Material Particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$), Dióxido de Azufre (SO_2), Dióxido de Nitrógeno (NO_2) y Ozono Troposférico (O_3), en todas las estaciones de monitoreo de calidad del aire.

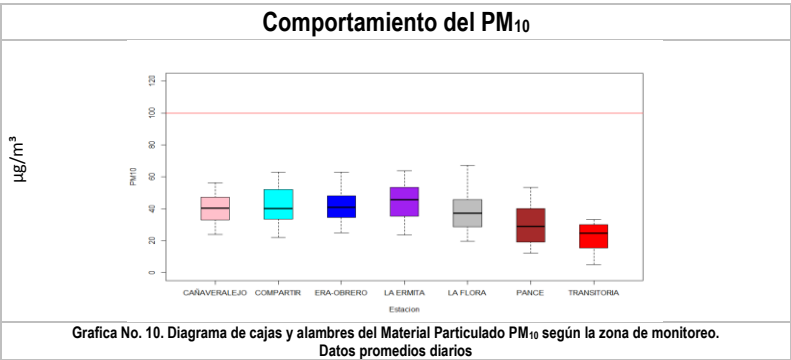
El gráfico 9 presenta el comportamiento del Sulfuro de Hidrogeno H_2S y el contraste con la normativa ambiental (Según lo establecido en el Artículo Quinto, tabla 2 de la Resolución 1541 de 2013 del Ministerio de Ambiente).

A continuación se muestran los resultados más relevantes:

1. Los Gráficos 1 y 2 muestran que los niveles de Material Particulado PM_{10} y de $PM_{2.5}$ están por debajo del límite máximo permisible en todos los sitios donde se miden partículas.
2. Los niveles más altos de Material Particulado (PM_{10}) se registraron en la estación Ermita (Centro) (Ver Gráficos 1 y 10).
3. Los niveles tanto del Dióxido de Azufre (SO_2) como del Dióxido de Nitrógeno (NO_2) no sobrepasan los límites máximo permisibles, tal como se muestra en las gráficas 3, 4, 5 y 6.
4. Los niveles de Ozono Troposférico (O_3) sobrepasan los niveles máximos permisibles. Las excedencias se registraron en horas cercanas al mediodía, por lo que la alta radiación solar presenta una influencia en el incremento de este contaminante. Hay que tener en cuenta que las Gráficas 7 y 8 tienen en cuenta el valor máximo registrado en un día de monitoreo. Para un Mayor detalle de las excedencias de este contaminante, se hace un análisis adicional el cual se muestra en la tabla 1
5. El gráfico 9 muestra que los niveles de Sulfuro de Hidrogeno H_2S no superan el nivel máximo permisible de $7 \mu g/m^3$ para un tiempo de exposición de 24 horas.



Según la Gráfica 10 se observó que el comportamiento del promedio diario del Material Particulado PM₁₀ en la ciudad de Cali, los niveles más altos se presentaron en la estación La Ermita (Oriente). En ninguno de los puntos de monitoreo reportados se supera la norma de 100 µg/m³.



4. EXCEDENCIAS DE OZONO

La Tabla 2 muestra que en 4 puntos en donde se mide O₃, se encontraron excedencias:

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

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

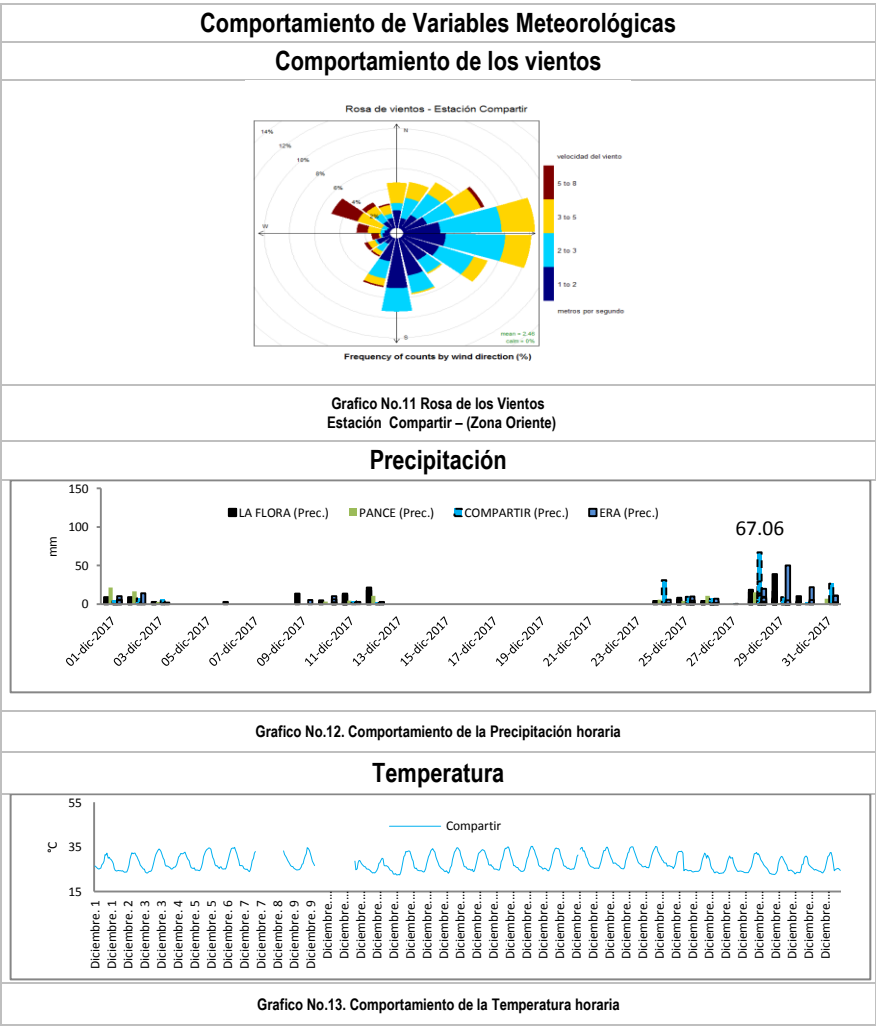
ANÁLISIS DE LAS EXCEDENCIAS DE OZONO TROPOSFERICO		ESTACIÓN					
		BASE AEREA	COMPARTIR	ERA-OBREIRO	LA FLORA	PANCE	UNIVALLE
1h (Norma 120ug/m3)	Excedencias en el Mes	1	6	0	6	39	30
	Total Datos Validos en el Mes	715	652	713	718	712	630
	Porcentaje de datos válidos en el mes para el calculo	96.1%	87.6%	95.8%	96.5%	95.7%	84.7%
	Porcentaje de Excedencias	0.1%	0.9%	0.0%	0.8%	5.5%	4.8%
8h (Norma 80ug/m3)	Excedencias en el Mes	0	13	0	5	69	37
	Total Datos Validos en el Mes	720	650	711	720	708	616
	Porcentaje de datos válidos en el mes para el calculo	96.8%	87.4%	95.6%	96.8%	95.2%	82.8%
	Porcentaje de Excedencias	0.0%	2.0%	0.0%	0.7%	9.7%	6.0%

Tabla 2. Excedencias de Ozono según Estaciones de Monitoreo

5. ANALISIS METEOROLÓGICO

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

- 1. Oriente (Estación Compartir): Según la Rosa de Vientos se encontró que las corrientes predominantes provienen en su gran Mayoría del oriente. (Ver Gráfico 11).
- 2. En la estación ERA-Obrero se registraron 14 días de lluvias entre ligeras y fuertes, al igual que en el caso anterior, en la estación Pance se registraron 14 días de lluvias. La Mayor frecuencia de precipitación horaria se registró en la estación ERA-Obrero con un nivel de 67.06 mm. (Ver Gráfico 12).
- 3. La temperatura promedio oscila alrededor de los 27°C según lo registrado en la estación Compartir (Oriente de la ciudad). (Ver Gráfico 13).

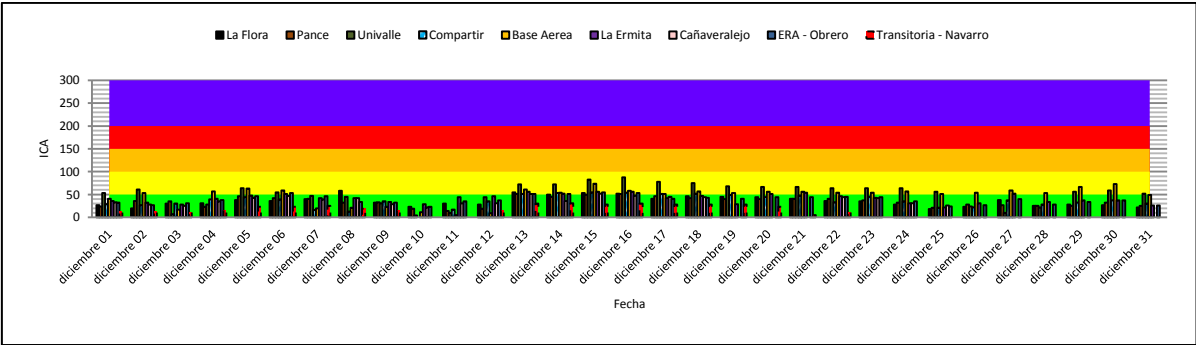


6. INDICE DE CALIDAD DEL AIRE

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



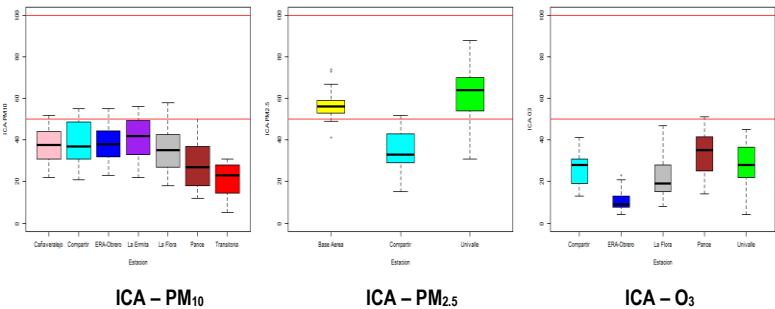
Para la elaboración del Índice de Calidad del Aire se tiene en cuenta los datos de Material Particulado PM₁₀ y PM_{2.5} y Ozono Troposférico O₃ medidos en las estaciones La Flora (Norte) ERA-Obrero (Centro), Transitoria (Oriente) Univalle (Sur), La Ermita (Centro), Compartir (Oriente), Base Aérea – Acuparque, Pance y Cañaverelejo



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

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

La Gráfica 15 muestra el diagrama de cajas del comportamiento del ICA según el tipo de contaminante que lo genera. En este caso el ICA-PM_{2.5} influye con Mayor peso en el incremento del ICA. En el caso del ICA-O₃ se observaron los valores más bajos de ICA y en su gran Mayoría por debajo de 50 unidades (ICA-Bueno).



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

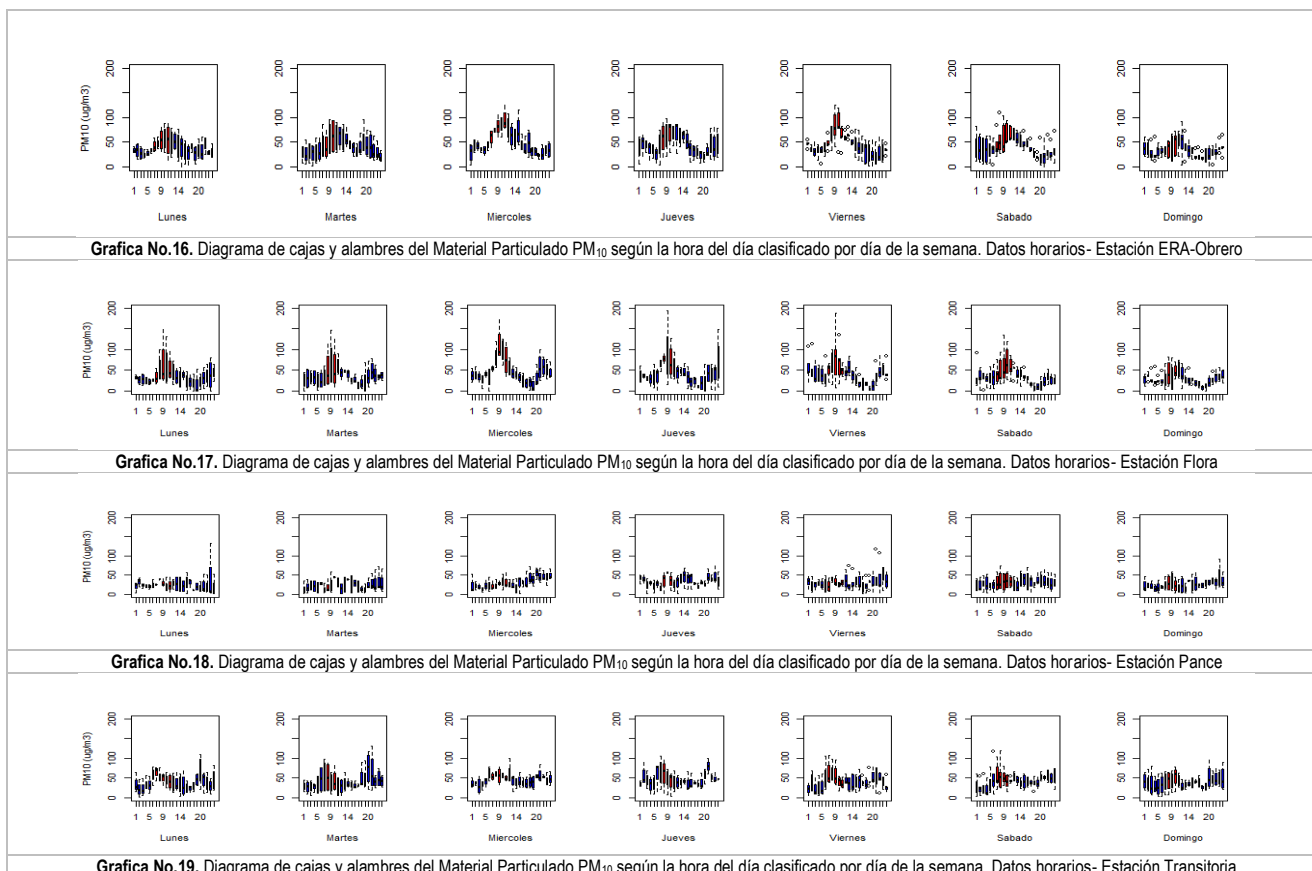
ESTACION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ERA - Obrero	32	27	31	38	46	53	46	34	32	23	35	37	51	51	55	53	41	43	41	44	44	45	44	35	24	27	40	28	34	37	26
La Flora	27	20	30	31	38	36	40	58	32	23	30	28	55	50	53	52	41	46	45	44	41	36	35	28	18	23	38	25	28	27	22
Pance	24	36	35	23	46	42	41	32	33	19	14	19	51	45	50	51	46	42	40	40	41	41	37	32	21	28	27	25	25	32	25
Univalle	53	61	7	28	64	55	47	45	31	4	10	44	72	72	83	88	78	75	68	67	67	64	64	64	56	24	10	22	56	59	52
Base Aérea - Acuparque	41	53	17	57	63	59	20	21	23	11	5	9	61	54	74	58	51	57	53	56	56	54	54	57	51	54	59	53	67	73	49
Compartir	29	27	30	39	44	39	16	13	35		17	35	51	53	55	54	51	52	49	44	48	33	45	35	21	22	37	28	32	37	30
La Ermita	36	32	28	41	48	51	42	42	34	29	44	46	56	52	56	56	42	47	29	51	54	46	43	31	22	31	52	34	37	37	26
Cañaverelejo	33	28	25	35	43	47	39	42	29	22	31	31	51	36	52	48	45	44													
Transitoria	13	13	12	16	23	23	25	19	16				16	30	31	28	30	28	28	28	23	5	12								

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

Se observó que para este mes el ICA se encontró entre 4 y 88 unidades para las 9 zonas objeto de estudio. Según los resultados obtenidos en la tabla 3 se encontró que en la estación Base Aérea - Acuparque se registró el porcentaje más alto de días con valores de ICA-Moderado (Mayores a 50) con un valor del 71.0%. En la estación Pance el porcentaje de valores de ICA-Moderado fue de 6.5%. Hay que tener en cuenta que en las estaciones donde se miden PM_{2.5} es donde se está registrando los valores más altos de ICA según lo mostrado en los diagramas de cajas de la gráfica 15. En términos generales se puede afirmar que la calidad del aire es entre buena y moderada según lo encontrado en al análisis del Índice de Calidad del Aire en los puntos de análisis en la ciudad si se tiene en cuenta que la Mayor frecuencia de valores ICA están por debajo de 50 (Valores de color verde en la tabla 3).

7. COMPORTAMIENTO DE LOS CONTAMINANTES SEGÚN LA HORA DEL DÍA

Material Particulado PM₁₀



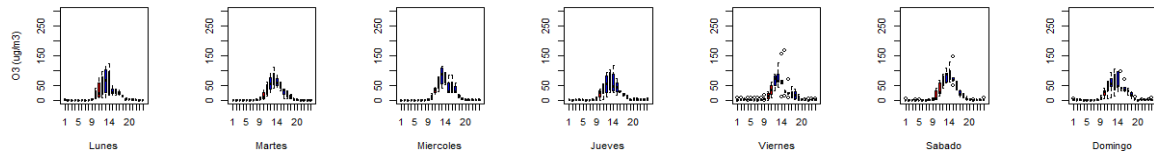
ERA-Obrero: Según lo obtenido en la Gráfica 16, el PM₁₀ en esta estación se incrementa en las denominadas horas pico (7am -10 am). Los días sábados fueron los de mayores niveles de PM₁₀

La Flora: Según lo obtenido en la Gráfica 17, el PM₁₀ en esta estación se incrementa en las denominadas horas pico (7am -10 am) y los días sábados registraron en términos generales los valores más altos de este contaminante.

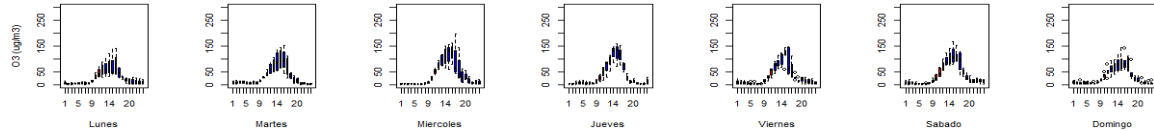
Pance: Según lo obtenido en la Gráfica 18, el PM₁₀ muestra una homogeneidad según el día de la semana.

Transitoria: Según lo obtenido en la Gráfica 19, el PM₁₀ en esta estación se incrementa en las denominadas horas pico (7am -10 am) y los días sábados registraron en términos generales los valores más altos de este contaminante.

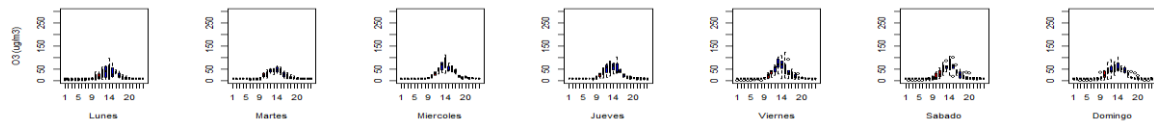
Ozono Troposférico O₃



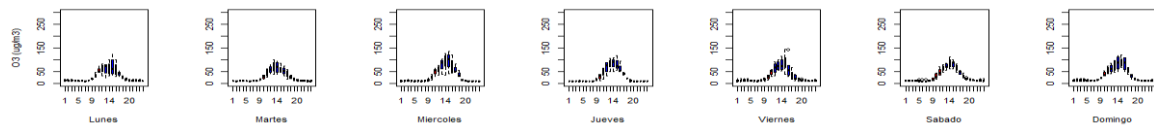
Gráfica No.20. Diagrama de cajas y alambres del Ozono Troposférico según la hora del día clasificado por día de la semana. Datos horarios- Estación La Flora



Gráfica No.21. Diagrama de cajas y alambres del Ozono Troposférico según la hora del día clasificado por día de la semana. Datos horarios- Estación Pance



Gráfica No.22. Diagrama de cajas y alambres del Ozono Troposférico según la hora del día clasificado por día de la semana. Datos horarios- Estación Base Aérea - Acuparque



Gráfica No.23. Diagrama de cajas y alambres del Ozono Troposférico según la hora del día clasificado por día de la semana. Datos horarios- Estación Univalle

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

ERA-Obrero: Según lo obtenido en la Gráfica 20, el O₃ en esta estación se incrementa 11 am y las 4pm. Visualmente no se evidenciaron diferencias significativas si se comparan a cada uno de los días de la semana

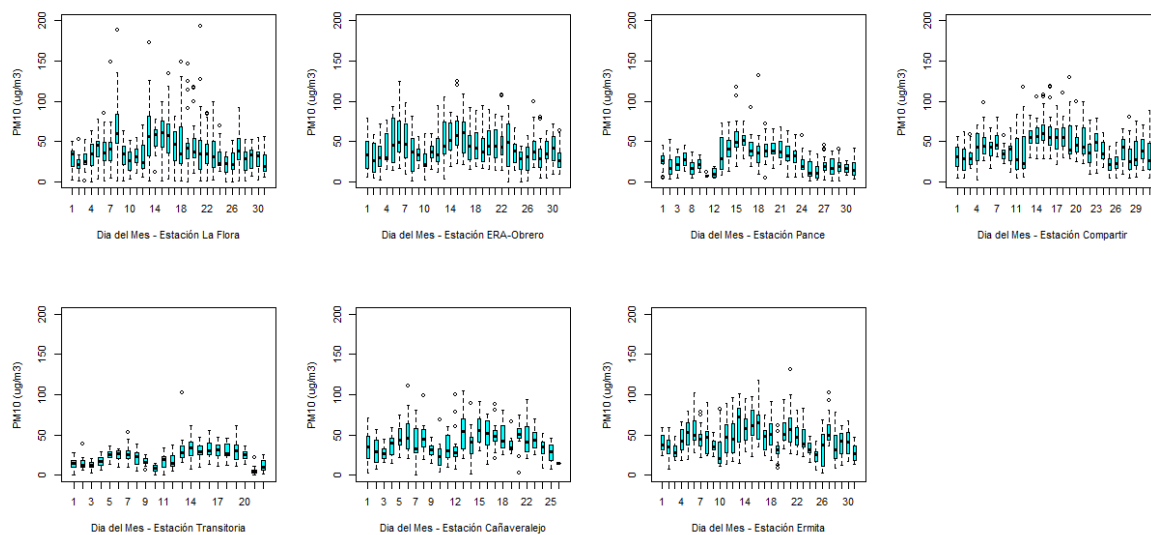
Pance: Según lo obtenido en la Gráfica 21, el O₃ en esta estación se incrementa 11 am y las 4pm. Visualmente no se evidenciaron diferencias significativas si se comparan a cada uno de los días de la semana

Base Aérea - Acuparque: Según lo obtenido en la Gráfica 22, el O₃ en esta estación se incrementa 11 am y las 4pm. Visualmente no se evidenciaron diferencias significativas si se comparan a cada uno de los días de la semana

Univalle: Según lo obtenido en la Gráfica 23, el O₃ en esta estación se incrementa 11 am y las 4pm. Visualmente no se evidenciaron diferencias significativas si se comparan a cada uno de los días de la semana

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

8. COMPORTAMIENTO DE LOS CONTAMINANTES SEGÚN EL DÍA DEL MES



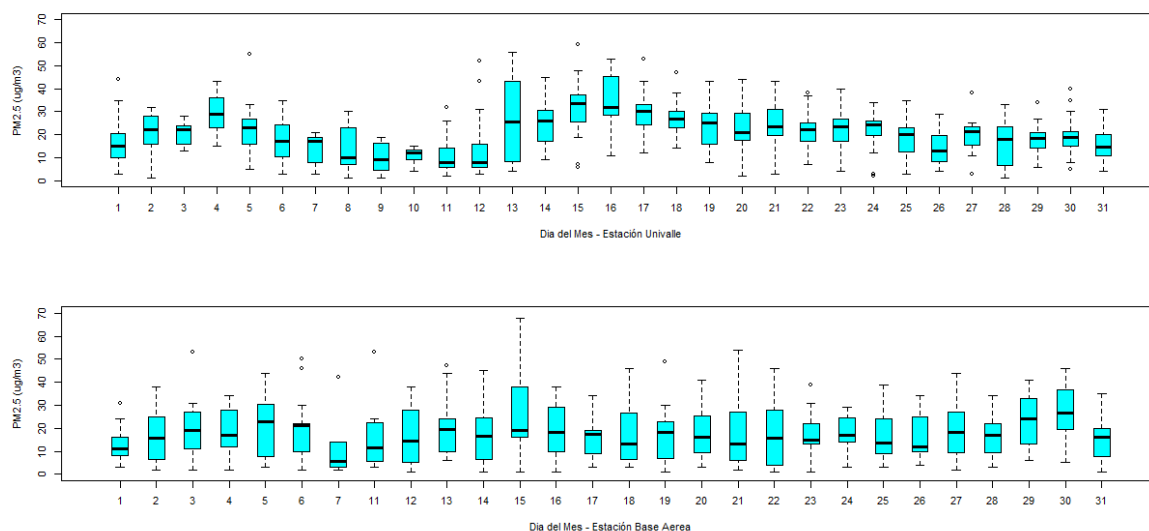
Gráfica No.24. Diagrama de cajas y alambres del Material Particulado menor a 10 micras según el día durante el mes

La gráfica 24 muestra el comportamiento del promedio horario del Material Particulado PM₁₀ según el día durante el mes en las estaciones ERA-Obrero, Pance, Transitoria, Cañavalejo y La Ermita.

ERA-Obrero: El día 15 de Diciembre se registraron las más altas concentraciones de PM₁₀.

Pance: El día 15 de Diciembre se registraron las más altas concentraciones de PM₁₀. El pico más alto se registró el 18 de Diciembre

Compartir: El día 19 de Diciembre se registraron las más altas concentraciones de PM₁₀.



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

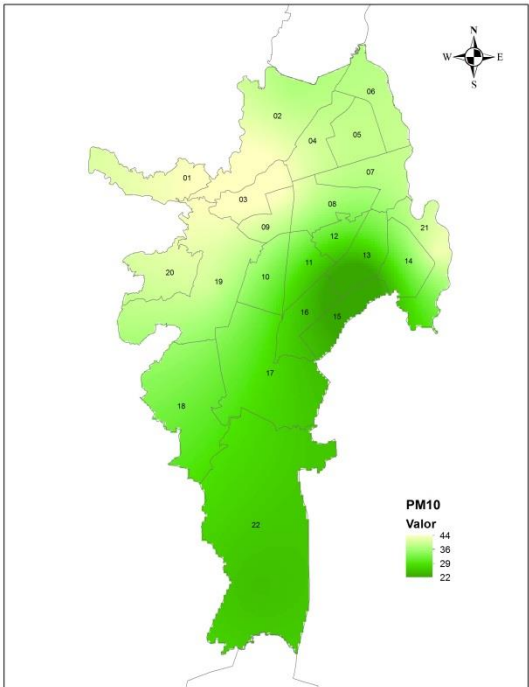
Univalle: El día 16 de Diciembre se registró las más altas concentraciones de PM_{2.5}. El día de más heterogeneidad de las mediciones de PM₁₀ se registró el 13 de diciembre, mientras que el día de menores concentraciones se registraron los días 11 y 12 de diciembre.

Base Aérea - Acuparque: El día 15 de Diciembre se registraron las más altas concentraciones de PM_{2.5}.

9. MAPA DE CONTAMINACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PM10

Para la realización del mapa de contaminación se hizo uso de una estimación kriging espacial, el cual es un método de interpolación que se fundamenta en la minimización del error cuadrático medio de predicción para la estimación de la interpolación del PM10 el cual se monitoreo en 7 puntos distribuidos en diferentes partes de la ciudad de Cali usando los promedios mensuales registrados durante el mes de Diciembre. Durante este mes se realizó la estimación en 7 puntos de la ciudad.

Como se puede evidenciar en el mapa de predicción e interpolación del material particulado PM10, la zona en donde se registró los valores más altos de este contaminante es la zona centro y oriente de la ciudad con un promedio mensual que oscila los 40 ug/m3.



Grafica 26. Mapa de Cali con la estimación del PM10 promedio mensual haciendo uso del Kriging espacial

10. GLOSARIO

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

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

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

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

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

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

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

MADS: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

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

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

**BOLETÍN MENSUAL DE CALIDAD DEL AIRE DE
SANTIAGO DE CALI**

Boletín N° 12-2017

Periodo de Análisis: Diciembre de 2017



Directora: Claudia Maria Buitrago Restrepo

Grupo Gestión Calidad del Aire:

Dirección Técnica: Gisela Arizabaleta Moreno

Procesamiento y Análisis de Datos: Jefferson Valdés Basto

Soporte Electrónico: Aristides Benavides Hernandez

Soporte de Campo: Jairo Copete Ramos

Soporte de Laboratorio: Edgar Feijoo

Gestión de Calidad: Sindy Nova Perez

Fecha de Expedición: Santiago de Cali, Diciembre 14 de 2017

**Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire de Santiago de Cali
SVCASC**

Dirección: Av. 5ª No. 20N-08 Edif. Fuente Versailles Piso 7

Teléfono: +57 2 667-5859

Santiago de Cali – Colombia

Fin del Informe