

Informe trimestral de Calidad del Aire en Bogotá 2018

Julio
Agosto
Septiembre



Bogotá Distrito Capital



RM CAB
Red de Monitoreo de Calidad
del Aire de Bogotá

Alcaldía de Bogotá
Secretaría Distrital de Ambiente



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE

Enrique Peñalosa Londoño
Alcalde Mayor de Bogotá D.C.

Francisco José Cruz Prada
Secretario Distrital de Ambiente

Oscar Ferney López Espitia
Subsecretario General y de Control
Disciplinario

Carmen Lucía Sánchez Avellaneda
Directora de Control Ambiental

Oscar Alexander Ducuara Falla
Subdirector de Calidad del Aire, Auditiva y
Visual

José Hernán Garavito Calderón
Coordinación General RMCAB

Luis Álvaro Hernández González
Coordinación Técnica RMCAB

Daissy Lizeth Zambrano Bohórquez
Eaking Ballesteros Urrutia
Edna Lizeth Montealegre Garzón
Jennyfer Montoya Quiroga
Zaira Natalia Torres Castro
Grupo de Validación y Análisis de la RMCAB

Darío Alejandro Gómez Flechas
Henry Ospino Dávila
Luz Dary González González
Jesús Alberto Herrera Dallos
Grupo de Operación de la RMCAB

Leonardo Quiñones Cantor
Coordinación Técnica Sistema de Alertas
Tempranas de Bogotá – Componente Aire
(SATAB)

Ana Cecilia Gálvez Lozada
Referente línea aire, ruido y Radiación
electromagnética
Subdirección de Vigilancia en Salud Pública
Secretaría Distrital de Salud

1 INTRODUCCIÓN

La Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá - RMCAB es propiedad de la Secretaría Distrital de Ambiente - SDA desde el año 1997, la cual realiza el monitoreo de los contaminantes PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, SO₂, NO₂ y CO, y las variables meteorológicas precipitación, temperatura, presión atmosférica, radiación, solar, velocidad y dirección del viento. A continuación, se presenta el análisis de los datos registrados durante el tercer trimestre de 2018 (Julio, Agosto y Septiembre), teniendo en cuenta que se muestran los resultados que tuvieron una representatividad temporal mayor al 75% del tiempo.

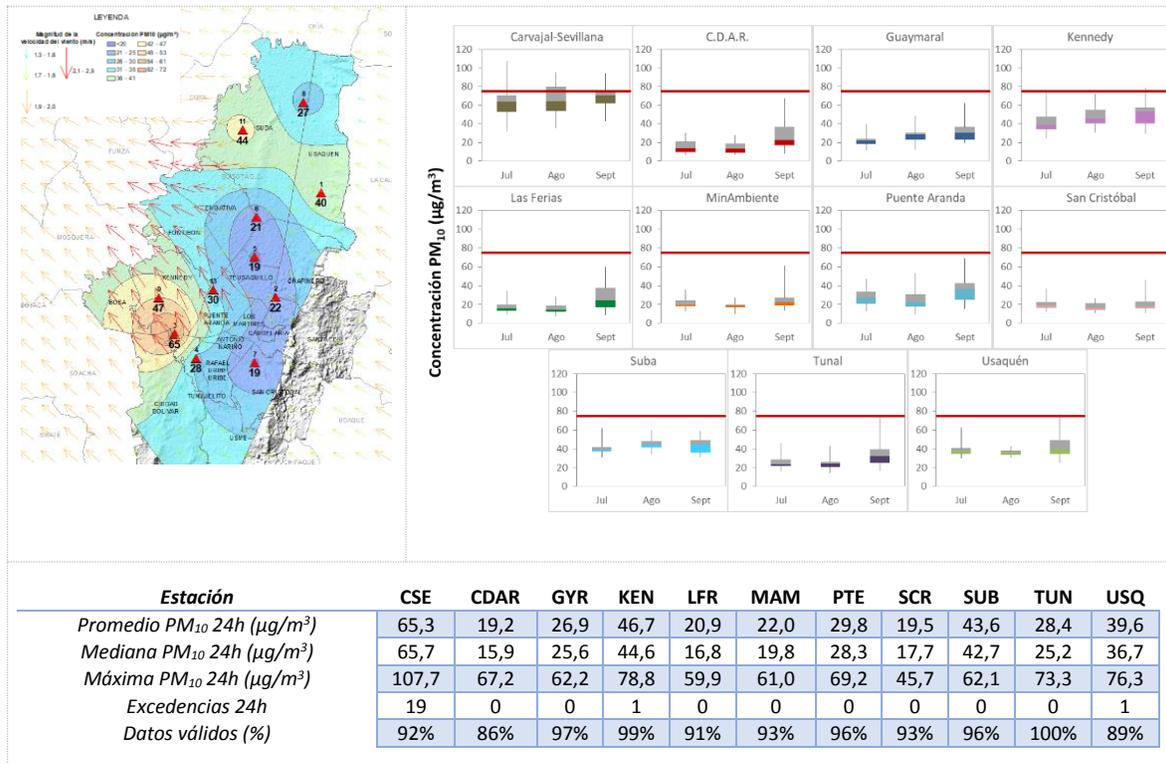
En la siguiente tabla se muestran las estaciones activas para el tercer trimestre de 2018, las abreviaturas de las estaciones usadas en las tablas y gráficas, y los números con los que se identifican en los mapas.

Estación	Bolivia	Carvajal- Sevillana	Centro de Alto Rendimiento	Guaymaral	Kennedy	Las Ferias	MinAmbiente	Puente Aranda	San Cristóbal	Suba	Tunal	Usaquén
Abrev.	BOL	CSE	CDAR	GYR	KEN	LFR	MAM	PTE	SCR	SUB	TUN	USQ
No. Estación	10	3	5	8	9	6	2	13	7	11	4	1

2 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM₁₀

La Tabla 1 muestra los datos obtenidos de material particulado PM₁₀ en el tercer trimestre de 2018, incluyendo los promedios diarios de concentración, la mediana de los datos diarios, las concentraciones diarias máximas, el número de excedencias a la norma diaria establecida por la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y el porcentaje de datos válidos en el trimestre (de acuerdo al total de datos diarios registrados), además de la distribución espacial de las concentraciones.

Tabla 1. Resumen de datos de PM₁₀ para el trimestre Jul – Sept 2018



Se observa que las mayores concentraciones como promedio trimestral se presentaron en el suroccidente de la ciudad en las estaciones Carvajal - Sevillana (**65,3 µg/m³**) y Kennedy (**46,7 µg/m³**), mientras que las menores concentraciones se presentaron en la zona centro, en la estación Centro de Alto Rendimiento (**19,2 µg/m³**), y en la zona suroriente la estación San Cristóbal (**19,5 µg/m³**). La concentración máxima diaria para el trimestre fue de **107,7 µg/m³** en la estación Carvajal - Sevillana, la cual sobrepasó la norma nacional diaria (75 µg/m³).

En el tercer trimestre de 2018 se observa que las concentraciones más altas de PM₁₀ permanecen en la zona suroccidental de la ciudad, y en parte de la zona noroccidental. En este trimestre se redujeron las concentraciones en la mayoría de estaciones respecto al trimestre anterior (a excepción de la zona de influencia de la estación Usaquén), debido a que las concentraciones en el mes de julio son las más bajas del año, aunque hay una tendencia al aumento hacia el mes de septiembre.

La Figura 1 presenta las concentraciones diarias de PM₁₀ de los meses Julio, Agosto y Septiembre de 2018 comparadas respecto al valor máximo establecido por la norma nacional (75 µg/m³ a partir del 1 de julio de 2018). Teniendo en cuenta la ubicación, se observa que las concentraciones más altas de PM₁₀ se presentaron en la zona suroccidental (Carvajal-Sevillana y Kennedy) y zona noroccidente (Suba), principalmente la primera mitad de Septiembre; las concentraciones más bajas se observan en la zona central (Centro de Alto Rendimiento) y zona sur (San Cristóbal), durante la primera mitad de Agosto. En el tercer trimestre de 2018 se presentaron veintiún (21) excedencias de los promedios

diarios de concentración con respecto a la norma nacional diaria de PM₁₀ (75 µg/m³) en la estación Carvajal-Sevillana (19), una (1) en Kennedy y una (1) en Usaqué.

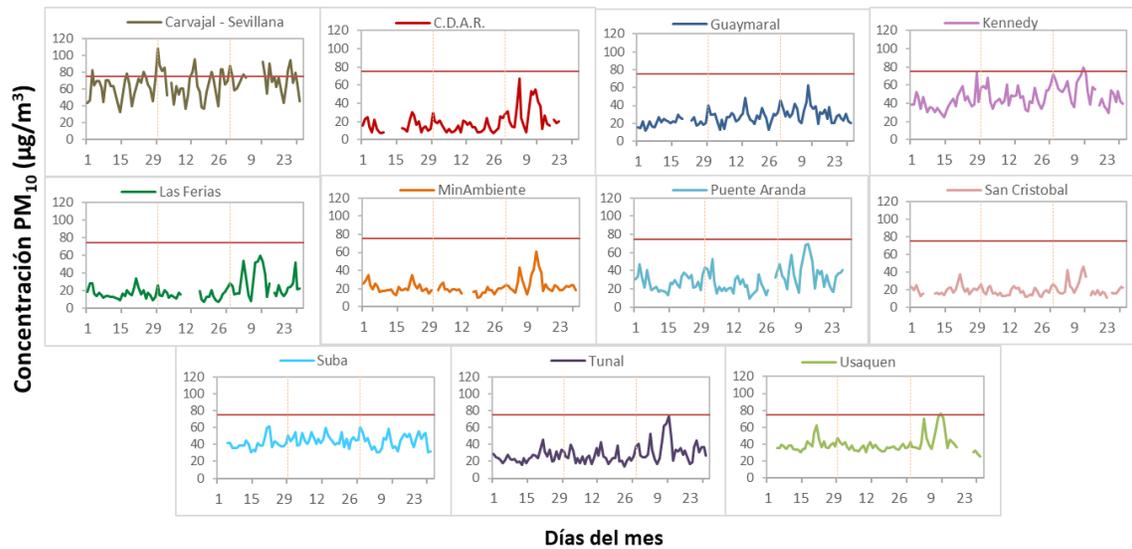


Figura 1. Comportamiento de las concentraciones diarias de PM₁₀ para el trimestre Jul – Sept 2018

La Figura 2 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones de PM₁₀ del tercer trimestre de cada año para el periodo 2015 - 2018. Se observa que las concentraciones más altas son las registradas en el año 2015 en su mayoría; las estaciones Kennedy, Carvajal-Sevillana y Puente Aranda tienden a registrar las concentraciones de PM₁₀ más altas durante el tercer trimestre. Se evidencia además que la concentración de PM₁₀ en Usaqué para el 2019 fue la más alta de los últimos cuatro años, lo cual se evidencia en los incrementos de concentración en Septiembre, por posible influencia en cambios de la dirección de los vientos.

Las concentraciones registradas en el año 2018 en la mayoría de las estaciones son menores a las registradas en los mismos trimestres de los años anteriores. El mayor aumento respecto al 2017 se registró en Usaqué, con 13 µg/m³.

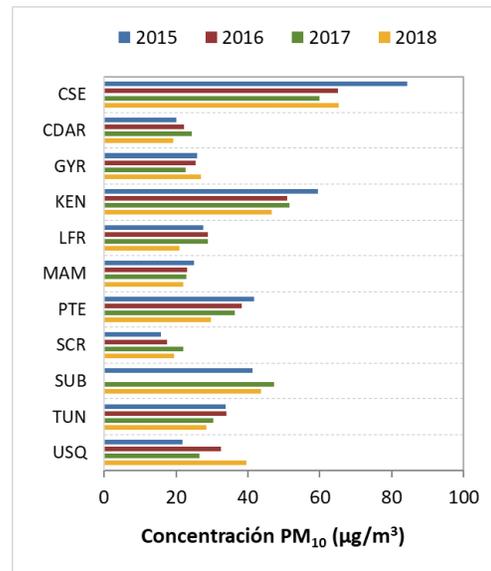


Figura 2. Comportamiento interanual de las concentraciones de PM₁₀ (2015-2016-2017-2018) para el trimestre Jul – Sept

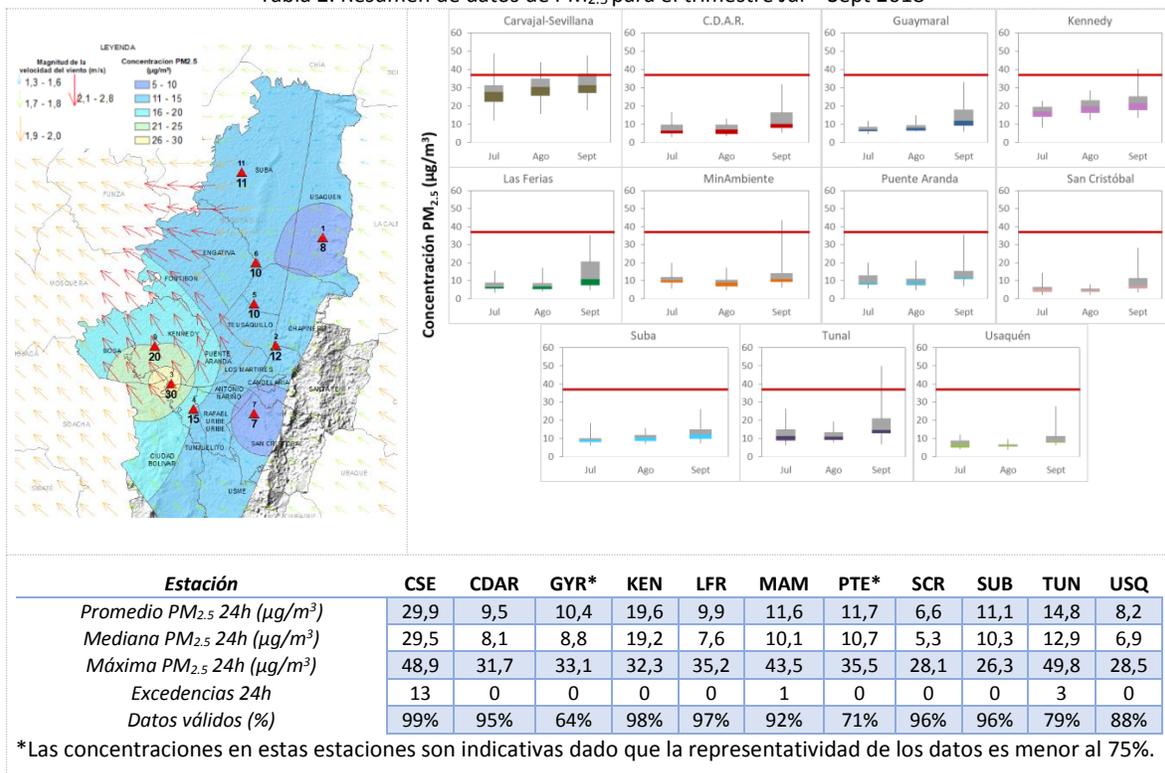
3 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM_{2.5}

La Tabla 2 muestra los datos obtenidos de material particulado PM_{2.5} en el tercer trimestre de 2018, incluyendo los promedios diarios de concentración, la mediana de los datos diarios, las concentraciones diarias máximas, el número de excedencias a la norma diaria establecida por la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y el porcentaje de datos válidos en el trimestre (de acuerdo al total de datos diarios registrados), además de la distribución espacial de las concentraciones.

Se observa que las mayores concentraciones como promedio trimestral se presentaron en el suroccidente de la ciudad en la estación Carvajal - Sevillana con **29,9 µg/m³** y en Kennedy con **19,6 µg/m³**; mientras que las menores concentraciones se presentaron en la estación San Cristóbal (**6,6 µg/m³**) y Usaquén (**8,2 µg/m³**). La concentración máxima diaria para el trimestre fue de **49,8 µg/m³** en la estación Tunal, la cual excedió el nivel máximo permisible definido por la norma diaria.

En general las concentraciones de PM_{2.5} para el tercer trimestre fueron más bajas que las registradas en el segundo trimestre, teniendo en cuenta que la temporada de vacaciones influye en la reducción de la actividad de las fuentes de emisión, por lo cual en julio se registran las menores concentraciones del año. La distribución espacial permanece, con los mayores registros en la zona suroccidental de la ciudad y los más bajos en la zona oriental.

Tabla 2. Resumen de datos de PM_{2.5} para el trimestre Jul – Sept 2018



La Figura 3 presenta las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$ comparadas respecto al nivel máximo permisible por la norma nacional. De acuerdo con la ubicación, se observa que las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ se presentaron en la zona suroccidente (Carvajal-Sevillana y Kennedy), a lo largo del mes de septiembre; mientras que las concentraciones más bajas se registraron en la zona oriental (San Cristóbal y Usaquén), especialmente la primera parte del mes de Julio. En el tercer trimestre de 2018 se presentaron diecisiete (17) excedencias de los promedios diarios de concentración con respecto a la norma nacional diaria de $PM_{2.5}$ ($37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ desde el 1 de julio de 2018) trece (13) en la estación Carvajal-Sevillana, tres (3) en Tunal y una (1) en MinAmbiente.

Las concentraciones de $PM_{2.5}$ se mantuvieron bajas en los meses de julio y agosto, y se incrementaron en la primera mitad del mes de septiembre, debido a la influencia del descenso de la velocidad del viento con respecto a meses anteriores, además de que la actividad de las fuentes emisoras aumentaba después del periodo de vacaciones de mitad de año.

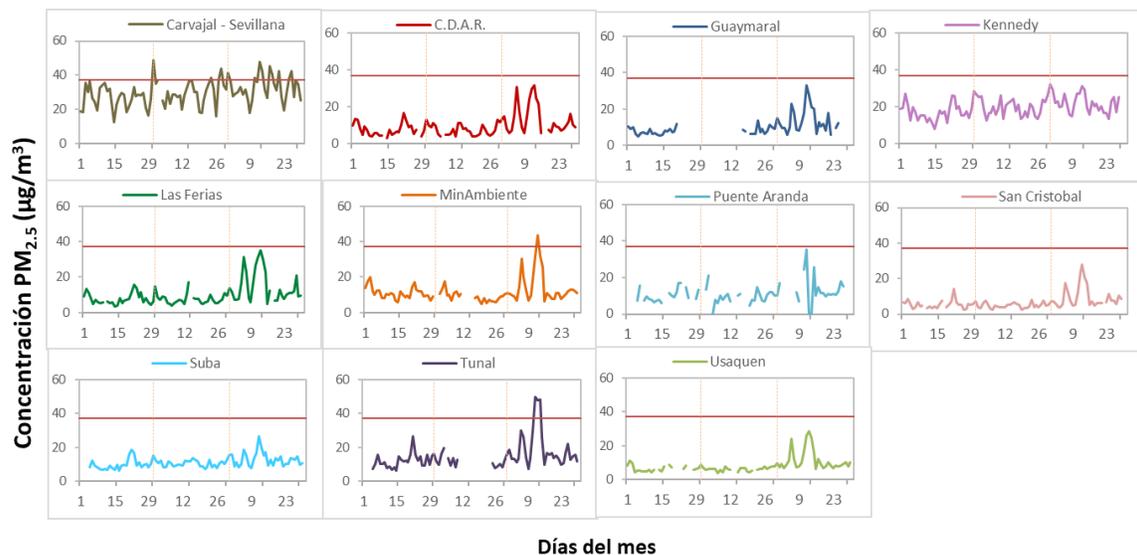


Figura 3. Comportamiento de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$ para el trimestre Jul – Sept 2018

La Figura 4 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones de $PM_{2.5}$ del tercer trimestre de cada año para el periodo 2015 - 2018. Se observa que las concentraciones más altas son las registradas en el año 2015 en la mayoría de las estaciones, y las estaciones Kennedy y Carvajal-Sevillana tienden a registrar las concentraciones de $PM_{2.5}$ más altas durante el tercer trimestre de cada año.

En el año 2018 en la mayoría de las estaciones las concentraciones disminuyeron respecto al año inmediatamente anterior, aunque se registraron aumentos en Carvajal-Sevillana, MinAmbiente y Tunal. El mayor aumento fue de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

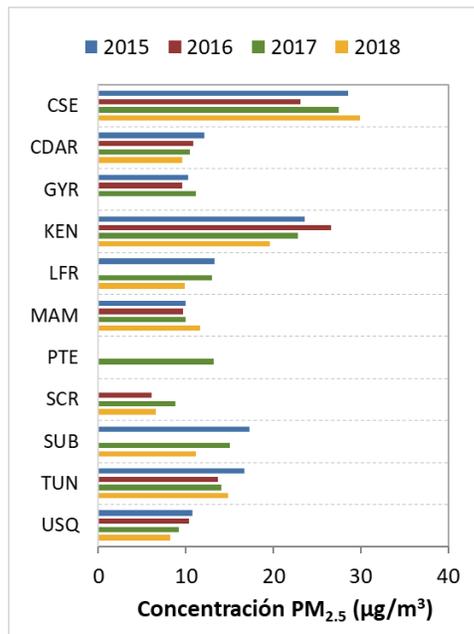


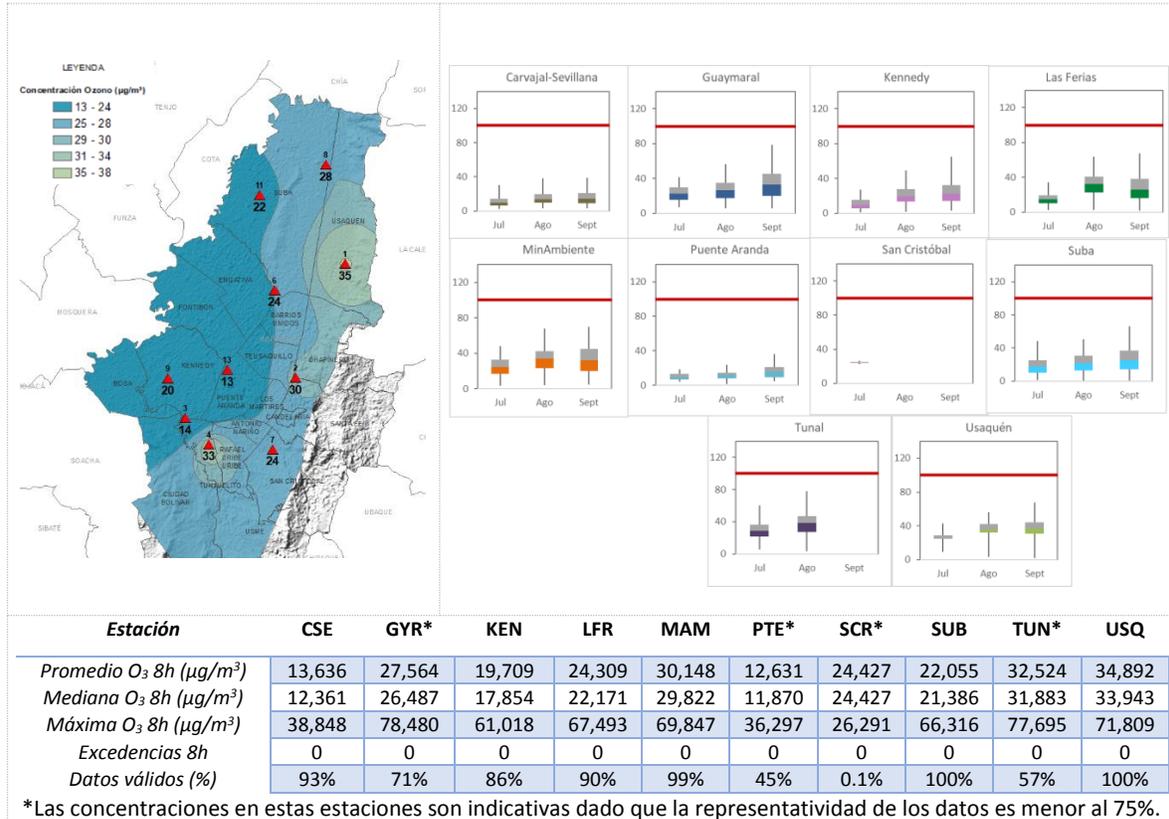
Figura 4. Comportamiento interanual de las concentraciones de $PM_{2.5}$ (2015-2016-2017-2018) para el trimestre Jul – Sept

4 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE OZONO (O_3). PROMEDIOS MÓVILES DE 8 HORAS.

La Tabla 3 presenta los datos obtenidos para ozono - O_3 - en el tercer trimestre de 2018, incluyendo los promedios 8 horas de concentración, la mediana de los datos octohorarios, las concentraciones 8 horas máximas, el número de excedencias a la norma 8 horas establecida por la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y el porcentaje de datos válidos en el trimestre (de acuerdo al total de datos de media móvil 8 horas).

Se observa que las mayores concentraciones como promedio trimestral 8 horas se presentaron en la zona norte en la estación de Usaquén (**$34,892 \mu\text{g}/\text{m}^3$**) y en la zona centro en la estación de MinAmbiente (**$30,148 \mu\text{g}/\text{m}^3$**); mientras que las menores concentraciones se presentaron en el suroccidente en la estación Carvajal - Sevillana (**$13,636 \mu\text{g}/\text{m}^3$**) y la estación Kennedy (**$19,709 \mu\text{g}/\text{m}^3$**). En este trimestre las altas concentraciones de ozono se reparten en la zona norte y la zona centro, mientras que las concentraciones más bajas se mantienen en la zona suroccidente, teniendo en cuenta que hay cuatro estaciones que no contaron con el porcentaje de representatividad suficiente y no se tuvieron en cuenta para el análisis. La concentración máxima con base en promedios media móvil 8 horas fue de **$71,809 \mu\text{g}/\text{m}^3$** en la estación Usaquén, seguida de **$69,847 \mu\text{g}/\text{m}^3$** en la estación MinAmbiente, dichas concentraciones no excedieron el nivel máximo permisible por la norma 8 horas ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabla 3. Resumen de datos de O₃ para el trimestre Jul – Sept 2018



La Figura 5 presenta el comportamiento de las concentraciones octohorarias en el trimestre y las concentraciones comparadas respecto a la norma nacional 8 horas. De acuerdo con las gráficas por estación, se observa que las concentraciones más altas se registraron en las estaciones Usaquén y Ministerio de Ambiente durante el mes de septiembre. Por otro lado, los registros más bajos se obtuvieron en el mes de julio en las estaciones Carvajal – Sevillana y Kennedy, en el sur de la ciudad. En el tercer trimestre de 2018 no se presentaron excedencias al valor establecido en la norma de 8 horas de O₃ (100 µg/m³).

En este trimestre las estaciones Puente Aranda, San Cristóbal y Tunal tuvieron una baja representatividad temporal de los datos; en la primera estación debido a ajustes internos del equipo; en la segunda estación se invalidaron los datos del trimestre dado que se registraron varios datos por fuera del comportamiento normal del contaminante en la estación; en Tunal se presentaron fallos de energía y se realizaron cambios del filtro de partículas, por lo que no se obtuvieron datos durante el mes de septiembre.

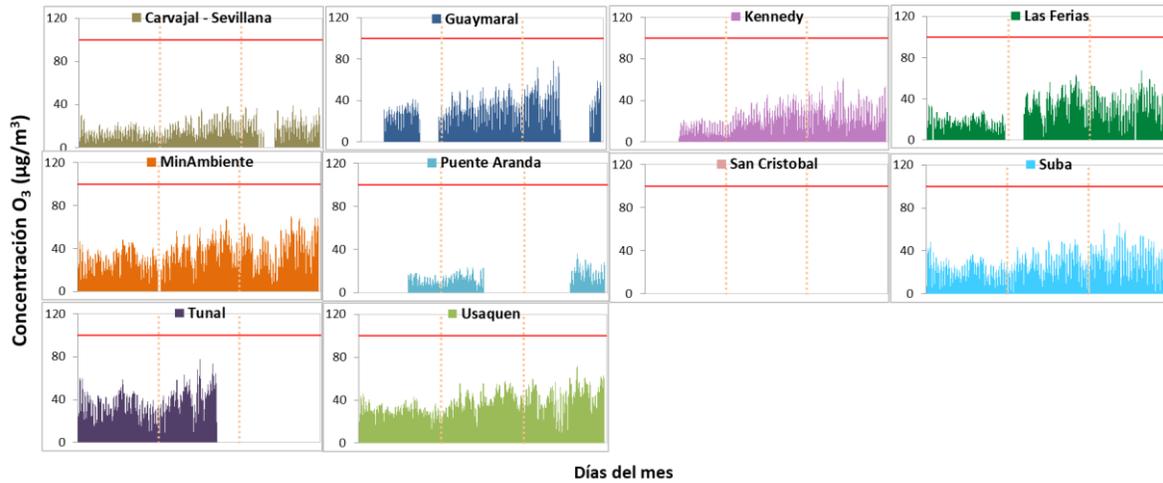


Figura 5. Comportamiento de las concentraciones 8h de O₃ para el trimestre Jul – Sept 2018

La Figura 6 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones de O₃ del tercer trimestre de cada año para el periodo 2015 - 2018. Se observa que en el año 2015 se registraron las mayores concentraciones, asimismo se evidencia que en los años 2016 y 2017 las concentraciones bajan y en el 2018 disminuyen y se mantienen en la mayoría de las estaciones.

Las estaciones con mayores concentraciones a través de los años son Usaquén, Suba y Las Ferias (norte y centro de la ciudad) y las menores concentraciones se evidencian hacia el suroccidente de Bogotá; teniendo un comportamiento inverso al registrado para material particulado.

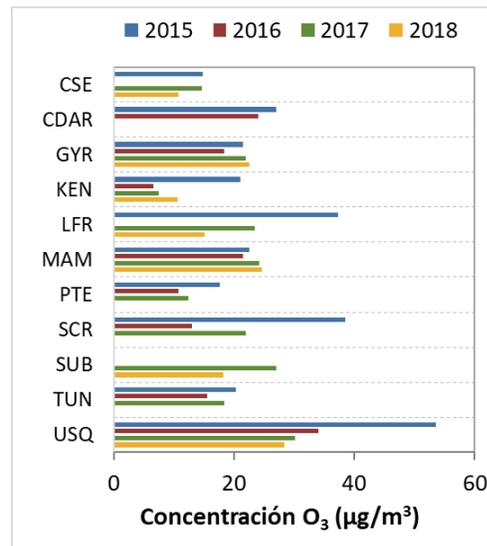


Figura 6. Comportamiento interanual de las concentraciones de O₃ (2015-2016-2017-2018) trimestre Jul – Sept

5 COMPORTAMIENTO DIARIOS DE LAS CONCENTRACIONES DE SO₂, NO₂, CO.

La Tabla 4,

Tabla 5, y la Tabla 6 presentan las concentraciones de promedios, máximas y medianas de dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂) y monóxido de carbono (CO) 24 horas, 1 hora y 8 horas respectivamente, correspondientes al tercer trimestre de 2018. Igualmente se presenta el resumen de datos válidos y las excedencias, donde se observa que las concentraciones de SO₂, NO₂ y CO, presentaron magnitudes relativamente bajas durante el tercer trimestre de 2018, e históricamente las concentraciones se han mantenido por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) en sus respectivos tiempos de exposición, de la misma forma no se presentan excedencias en la norma en el tercer trimestre. Adicionalmente, los efectos potenciales de estos contaminantes en la afectación a la salud pública son menores que aquellos correspondientes a material particulado.

Tabla 4. Resumen de los promedios 24 horas para SO₂ trimestre Jul – Sept 2018

Estación	Promedio SO ₂ 24h (µg/m ³)	Mediana SO ₂ 24h (µg/m ³)	Máxima SO ₂ 24h (µg/m ³)	Excedencias 24h	Excedencias 1h	Datos válidos (%)
CSE	14,6	13,1	49,8	0	0	92%
CDAR	3,2	3,0	8,9	0	0	91%
KEN	7,7	7,6	11,5	0	0	79%
PTE	2,7	2,4	5,8	0	0	95%
SUB*	2,5	2,1	6,7	0	0	63%
TUN	5,2	5,0	10,0	0	0	98%

*Las concentraciones en estas estaciones son indicativas dado que la representatividad de los datos es menor al 75%.

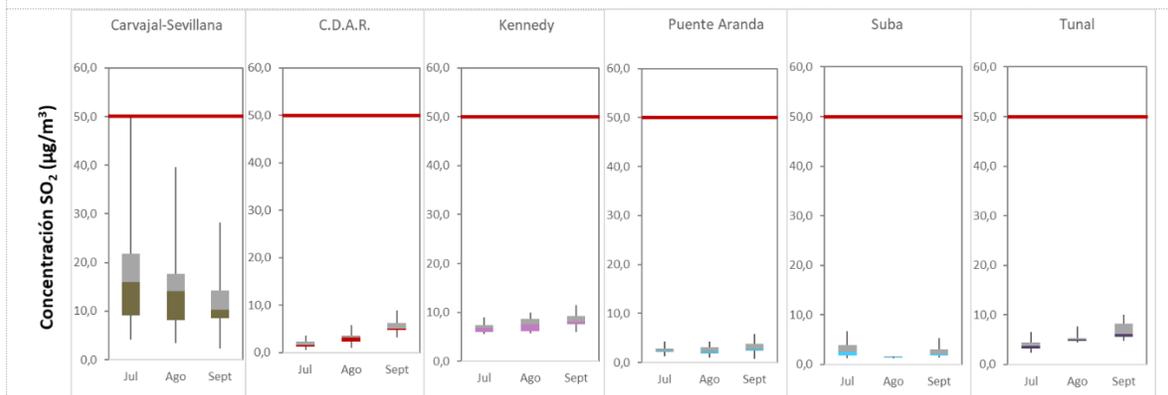


Tabla 5. Resumen de los promedios horarios para NO₂ trimestre Jul – Sept 2018

Estación	Promedio NO ₂ 1h (µg/m ³)	Mediana NO ₂ 1h (µg/m ³)	Máxima NO ₂ 1h (µg/m ³)	Excedencias 1h	Datos válidos (%)
CSE	47,4	45,8	129,2	0	99%
CDAR	24,5	21,6	86,3	0	86%
GYR	16,5	15,2	71,3	0	81%
KEN*	39,3	38,0	108,9	0	67%
LFR	33,7	31,2	88,9	0	81%
PTE	26,7	24,1	98,9	0	78%
TUN*	17,7	15,8	68,3	0	72%

*Las concentraciones en estas estaciones son indicativas dado que la representatividad de los datos es menor al 75%.

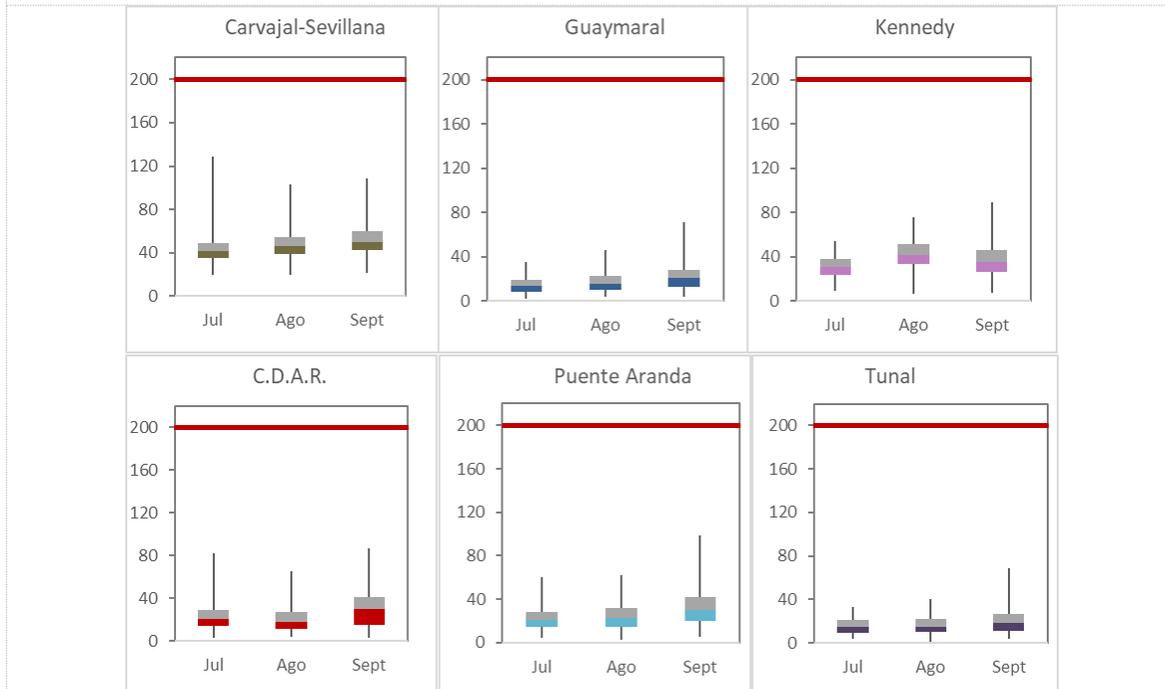
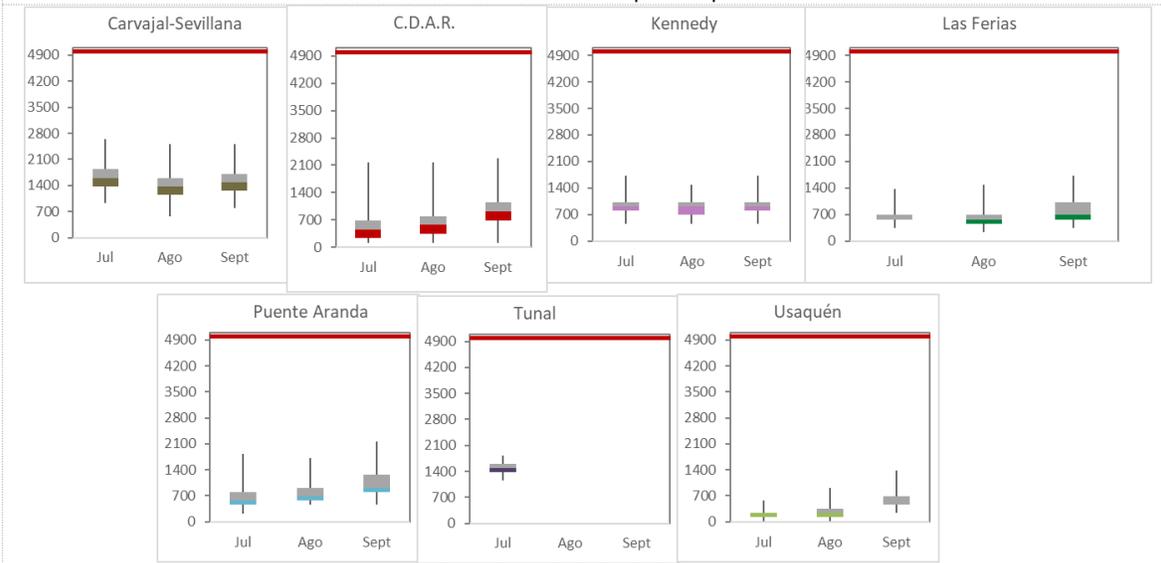


Tabla 6. Resumen de los promedios 8 horas para CO trimestre Jul – Sept 2018

Estación	Promedio CO 8h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mediana CO 8h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Máxima CO 8h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Excedencias 8h	Excedencias 1h	Datos válidos (%)
CSE	1475,5	1488,4	2633,3	0	0	100%
CDAR	715,7	572,5	2518,8	0	0	91%
KEN	899,4	915,9	1717,4	0	0	100%
LFR	680,0	572,5	1717,4	0	0	99%
PTE	814,1	686,9	2175,3	0	0	91%
TUN*	1469,7	1488,4	1831,8	0	0	6%
USQ	362,2	343,5	1373,9	0	0	83%

*Las concentraciones en estas estaciones son indicativas dado que la representatividad de los datos es menor al 75%.



6 INDICE BOGOTANO DE CALIDAD DEL AIRE (IBOCA)

El Índice Bogotano de Calidad de Aire, IBOCA, adoptado mediante la Resolución 2410 de 2015, es un indicador multipropósito adimensional, calculado a partir de las concentraciones de contaminantes atmosféricos que indican el estado de la calidad del aire.

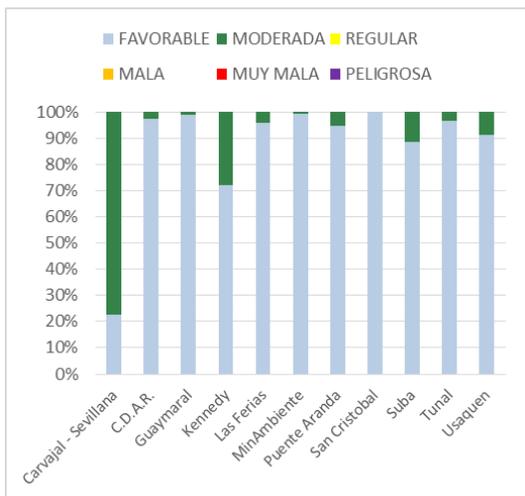


Figura 7. IBOCA para PM₁₀ por estación en el trimestre Jul – Sept 2018

La Figura 7 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM₁₀ por estación de monitoreo. Se observa que predominan las categorías “favorable” y “moderada” en la mayoría de las estaciones. Carvajal Sevillana (“moderada” con un 77% del trimestre y 23% “favorable”), las demás estaciones presentan condición “moderada” menor al 50%, predominando la condición favorable.

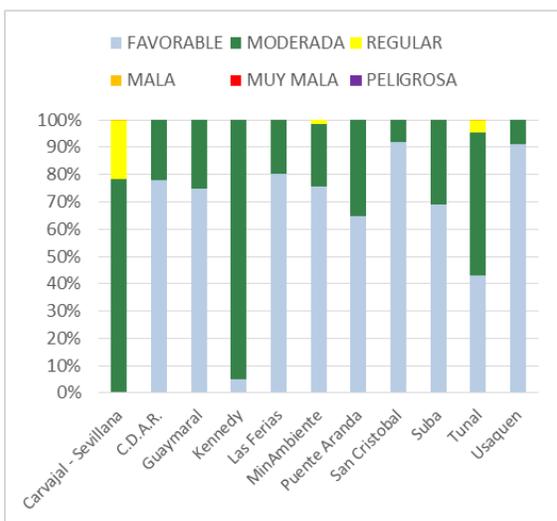


Figura 8. IBOCA para PM_{2.5} por estación en el trimestre Jul – Sept 2018

La Figura 8 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones PM_{2.5} de 24 horas en cada estación de monitoreo. Se observa que en el tercer trimestre de 2018 la estación Carvajal - Sevillana presentó el estado de calidad del aire más desfavorable, con una condición “moderada” durante el 78% del trimestre y “regular” el 21% del periodo, mientras que la estación San Cristóbal presenta el mejor estado de la calidad del aire con una condición “favorable” el 92% del trimestre y “moderada” el 8% del tiempo.

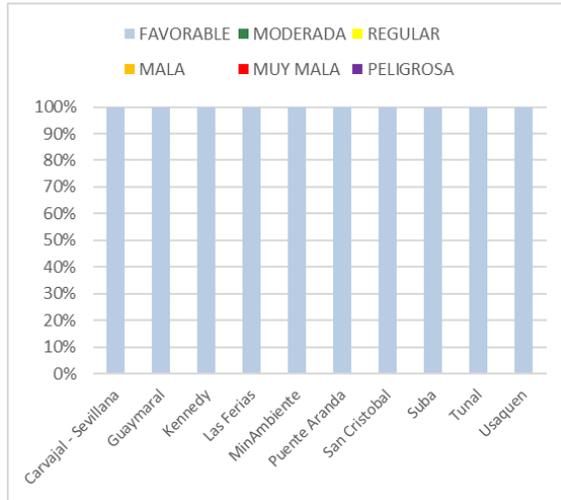


Figura 9. IBOCA para O₃ por estación en el trimestre Jul – Sept 2018

La Figura 9 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 8 horas de O₃ en cada una de las estaciones de monitoreo. Se observa que la categoría “favorable” predomina en todas las estaciones de la RMCAB, con un 100% del tiempo del trimestre.

7 COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN

Dado el régimen bimodal de las lluvias durante el año en la ciudad de Bogotá, el tercer trimestre del año (julio-agosto-septiembre - JAS), es marcadamente seco, y representa el segundo período seco del año; por ende, se denota el total acumulado trimestral presente de una reducción importante de la precipitación en la mayoría de las estaciones con respecto al segundo trimestre del año.

En este trimestre se destacan los 296 mm acumulados en la estación de Kennedy, en el resto de las estaciones los acumulados estuvieron por debajo de los 150 mm y en algunos casos como en las estaciones de Minambiente y Suba los niveles cercanos a cero (ver Figura 10 y Tabla 7); aun así, es importante resaltar que en el segundo trimestre del año en los acumulados de lluvia en el sector de Kennedy rondaron los 500 mm de precipitación.

Con la reducción de las lluvias, se reduce el número de días con eventos de precipitación; el número de días registrados en el tercer trimestre del año fue heterogéneo, con valores tan altos como 23 días y valores tan bajos como cero días de precipitación. En el trimestre anterior el número de días con lluvia fue más homogéneo en torno a los 21 - 25 días de lluvia.

Teniendo en cuenta lo anterior, se observa que en el mes de julio aunque en Guaymaral se presentaron 29 días con lluvia, el total acumulado superó ligeramente los 50 mm; esto evidencia una baja intensidad de lluvias, lo cual comparado con el comportamiento en Kennedy en el mismo mes, en el que se presentaron 18 días de lluvia y un acumulado que triplica lo registrado en Guaymaral, pudo contribuir con el lavado atmosférico del sector en donde se registraron las mayores concentraciones de material particulado de la ciudad. Ver Figura 10 y Tabla 7.

Las estaciones sin registros no cumplieron con el criterio de representatividad temporal del 75%, por esta razón, en algunos casos no hay dato del total acumulado, aunque en dos de los tres meses se registraron acumulados de lluvia.

Tabla 7. Precipitación acumulada trimestral por estación y número de días con lluvia - Trimestre Jul – Sept 2018

Estación	Julio		Agosto		Septiembre		Total
	Acumulado (mm)	Días con lluvia	Acumulado (mm)	Días con lluvia	Acumulado (mm)	Días con lluvia	
CAR	69,1	18	44,9	17	21	14	135
CDAR	36,7	20	39,6	0	39	15	115
GYR	44,6	29	43,3	21	44	17	132
KEN	143,5	18	100,4	13	52	13	296
LFR	18,9	17	20,6	0	29	10	68
MAM	5,5	5	0,2	17	No Data	0	6
PTE	51,2	18	37,8	0	27	15	116
SCR	74,1	26	54,2	2	40	18	168
USQ	30,8	23	40,4	0	33	11	104

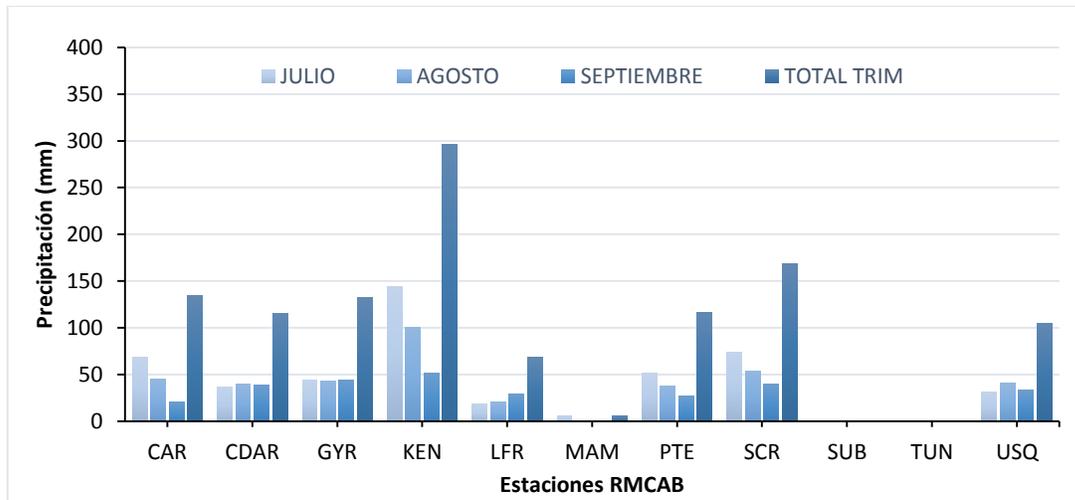


Figura 10. Precipitación media mensual por estaciones - Trimestre Jul – Sept 2018.

8 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA

La disminución de las lluvias conlleva cielos más despejados y mayor ingreso de radiación en la atmosfera, en el trimestre Jul – Sept se observa un incremento en las temperaturas del aire ambiente registradas en este periodo. En la mayoría de las estaciones, se incrementó la media trimestral entre 0.2 y 0.4 °C como se puede apreciar en la Figura 11, específicamente en el flanco occidental de la ciudad, en donde se registraron los mayores incrementos de temperatura comparados con el trimestre anterior.

En cuanto a las temperaturas máximas, los incrementos con respecto al trimestre anterior son semejantes a los valores medios trimestrales, es decir que los incrementos fluctúan hasta los 0.6 °C.; los valores máximos absolutos del trimestre por estación oscilaron entre los 21 y los 24.8 °C en toda la ciudad. Las estaciones sin registros no cumplieron con el criterio de representatividad temporal del 75%.

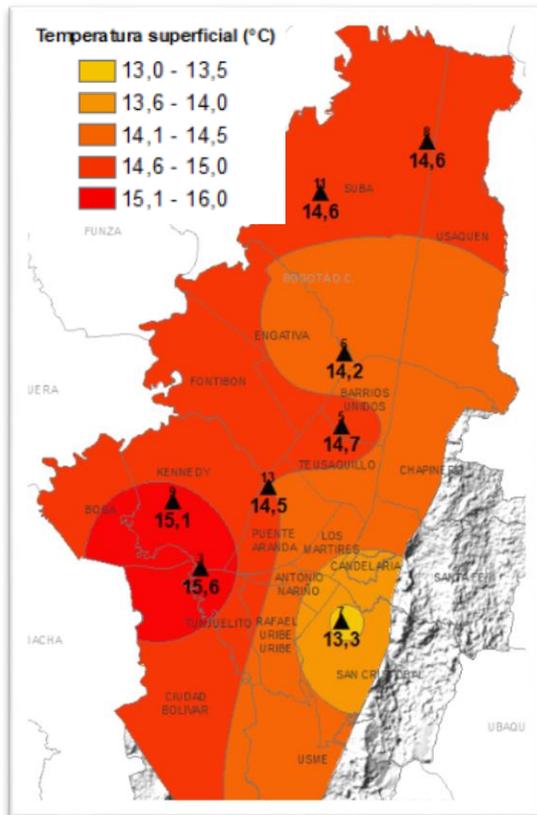


Figura 11. Mapa del promedio de temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB con base en el método de interpolación de Kriging - Trimestre Jul - Sept 2018.

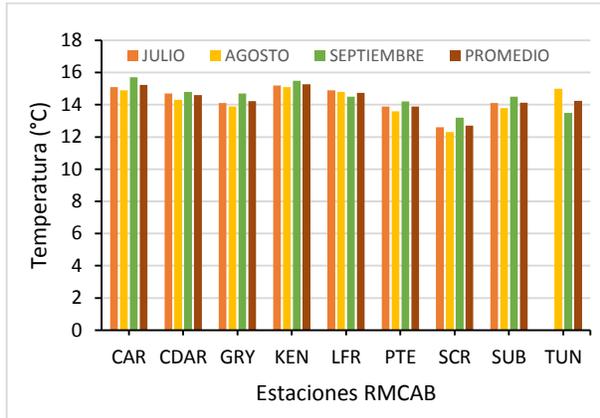


Figura 12. Temperaturas medias y promedio semestral por estaciones. Trimestre Jul - Sept 2018

Tabla 8. Resumen Temperaturas medias y máximas absolutas por estaciones y promedio ciudad. Trimestre Jul - Sept 2018

Estación	Julio	Agosto	Sept.	Prom.	Max. Abs.
	Temp. media (°C)				
CSE	15,1	14,9	15,7	15,2	23,5
CDAR	14,7	14,3	14,8	14,6	24,6
GRY	14,1	13,9	14,7	14,2	24,0
KEN	15,2	15,1	15,5	15,3	23,4
LFR	14,9	14,8	14,5	14,7	21,7
PTE	13,9	13,6	14,2	13,9	20,8
SCR	12,6	12,3	13,2	12,7	21,0
SUB	14,1	13,8	14,5	14,1	24,8
Promedio	14,7	14,4	14,9	14,7	23,0

9 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO

Durante el tercer trimestre se observan importantes incrementos en la velocidad del viento con respecto a los valores del trimestre anterior. El sector de Puente Aranda, uno de los sectores donde se registran las mayores velocidades del viento de la ciudad en el trimestre JAS, tuvo un incremento de 1 m/s con respecto al promedio del trimestre AMJ; probablemente los incrementos de velocidad del viento favorecieron la dispersión de contaminantes que surgen por la mezcla turbulenta.

En cuanto a los valores máximos absolutos también se registraron velocidades importantes, en su mayoría velocidades que superan los 6 m/s; es válido resaltar que en el trimestre anterior (AMJ) hacia el sector de Puente Aranda se registró un máximo absoluto de 8.8 m/s, el cual pudo asociarse a micro reventones relacionados con eventos de lluvia intensa. Por otro lado, el sector de Minambiente superó la máxima absoluta de Puente Aranda, que corresponde al sector con los vientos con mayor magnitud de la ciudad. Las estaciones sin registros no cumplieron con el criterio

de representatividad temporal del 75%.

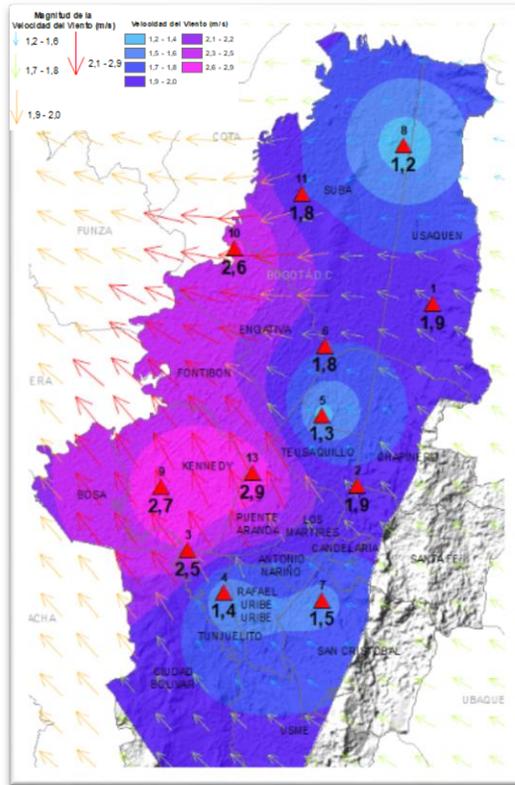


Figura 13. Velocidad promedio (Superficie en colores) y Dirección promedio (Vectores) del Viento de Bogotá con base en la interpolación de Kriging – Trimestre Jul – Sept 2018

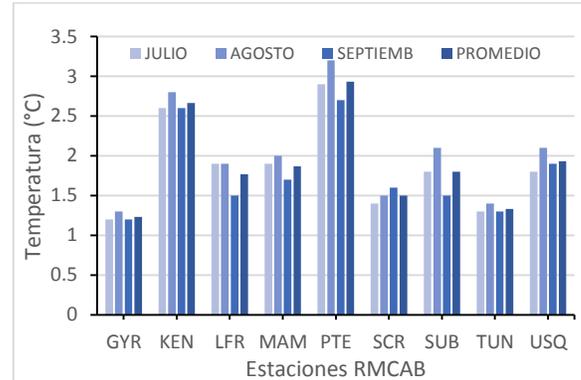


Figura 14. Velocidad del viento máxima y media por estaciones – Trimestre Jul – Sept 2018

Tabla 9. Velocidades reportadas para el Trimestre Jul – Sept 2018

Estación	Abril	Mayo	Junio	Promedio	Max abs
	Vel. media	Vel. media	Vel. media	Vel. media	Vel Max.
CAR	2,3	3	2,2	2,5	5,9
CDAR	1,4	1,3	1,2	1,3	4,3
GYR	1,2	1,3	1,2	1,2	4,8
KEN	2,6	2,8	2,6	2,7	7,3
LFR	1,9	1,9	1,5	1,8	4,8
MAM	1,9	2	1,7	1,9	7,7
PTE	2,9	3,2	2,7	2,9	7,3
SCR	1,4	1,5	1,6	1,5	6
SUB	1,8	2,1	1,5	1,8	6,4
TUN	1,3	1,4	1,3	1,3	3,9
USQ	1,8	2,1	1,9	1,9	6

a. Valores de velocidad promedio trimestral del viento en diferentes fracciones del día en las estaciones de la RM CAB.

Con el fin de describir detalladamente el comportamiento de los vientos durante el trimestre, se muestra el comportamiento de los vientos en las diferentes fracciones del día del trimestre; este es el resultado del cálculo vectorial del campo medio del viento para cuatro momentos o fracciones del día.

De acuerdo con el fraccionamiento realizado en horas de las **madrugadas (1 am – 6 am)** del trimestre, se observa que el patrón de flujo dominante es el correspondiente al de los vientos alisios del suroriente, que tendieron a confluir hacia el centro occidente de la ciudad desde el norte. En condiciones normales esta confluencia se efectúa hacia el noroccidente de la ciudad; aun así, en la medida que estos vientos evacúan los contaminantes fuera de la ciudad, existe una favorabilidad de remoción de los contaminantes que se encuentran presentes en el suroccidente de la ciudad,

destacando las velocidades del viento en horas de la madrugada, que en este trimestre fueron relativamente altas. Ver Figura 15 a)

En horas de la **mañana (7 am – 12 m)**, el comportamiento fue semejante al de las horas de la madrugada, sin embargo, se evidencia el incremento de las velocidades del viento debido a la influencia del calentamiento solar que genera las diferencias de presión y en consecuencia el movimiento del aire con gradientes mayores que en horas de la madrugada. Figura 15 b).

De acuerdo con la Figura 15 c), en horas de la **tarde (1pm - 6 pm)** la magnitud de los vientos fue considerablemente grande, si se tiene en cuenta que en promedio se presentaron velocidades de 4,5 m/s, valores que en promedio no son frecuentes en la ciudad; como valores extremos si se presentan, e incluso valores mayores. Teniendo en cuenta el comportamiento mencionado, por la capacidad de mezcla y dirección de estos vientos, seguramente se presentó la limpieza de la atmosfera de la ciudad en las horas de la tarde. Ver Figura 15 c).

En horas de la **noche (7 pm – 12 am)** las velocidades del viento no fueron despreciables, la energía residual de las horas de la tarde continuó influyendo en velocidades del viento en una magnitud considerable, incluso superior a la de las horas de la mañana; estas velocidades naturalmente habrán terminado por evacuar los contaminantes producto del transporte y demás en horas de la noche. Ver Figura 15 c). La Tabla 10 se consolida la estimación promedio trimestral vectorial de la velocidad del viento para cada una de las estaciones de la RMCAB, correspondiente a los meses de julio a septiembre de 2018.

Tabla 10. Valores promedio vectorial del viento resultante en diferentes fracciones del día por cada estación de la RMCAB – Trimestre Jul – Sept 2018

Estación	Velocidad promedio del viento (m/s)				Dirección promedio del viento (°)			
	Madrugada	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada	Mañana	Tarde	Noche
<i>Bolivia</i>	1,6	2,5	3,9	2,4	No Data	No Data	No Data	No Data
<i>Carvajal - Sevillana</i>	0,8	1,2	1,8	1,3	129	126	133	140
<i>CDAR</i>	1,3	2,2	3,7	2,4	237	145	187	46
<i>Guaymaral</i>	0,6	1,2	2,2	1,0	33	99	117	69
<i>Kennedy</i>	1,6	2,4	3,9	2,7	88	148	174	164
<i>Las Ferias</i>	1,3	1,7	2,3	1,7	51	98	129	91
<i>MinAmbiente</i>	No Data	No Data	No Data	No Data	136	202	156	123
<i>Puente Aranda</i>	1,6	2,5	4,5	2,9	302	150	158	174
<i>San Cristóbal</i>	1,1	1,1	2,2	1,5	89	103	108	100
<i>Suba</i>	0,8	1,8	3,1	1,5	26	80	108	40
<i>Tunal</i>	0,9	1,2	2,0	1,2	186	173	169	179
<i>Usaquén</i>	1,4	1,6	2,5	2,1	90	107	146	117

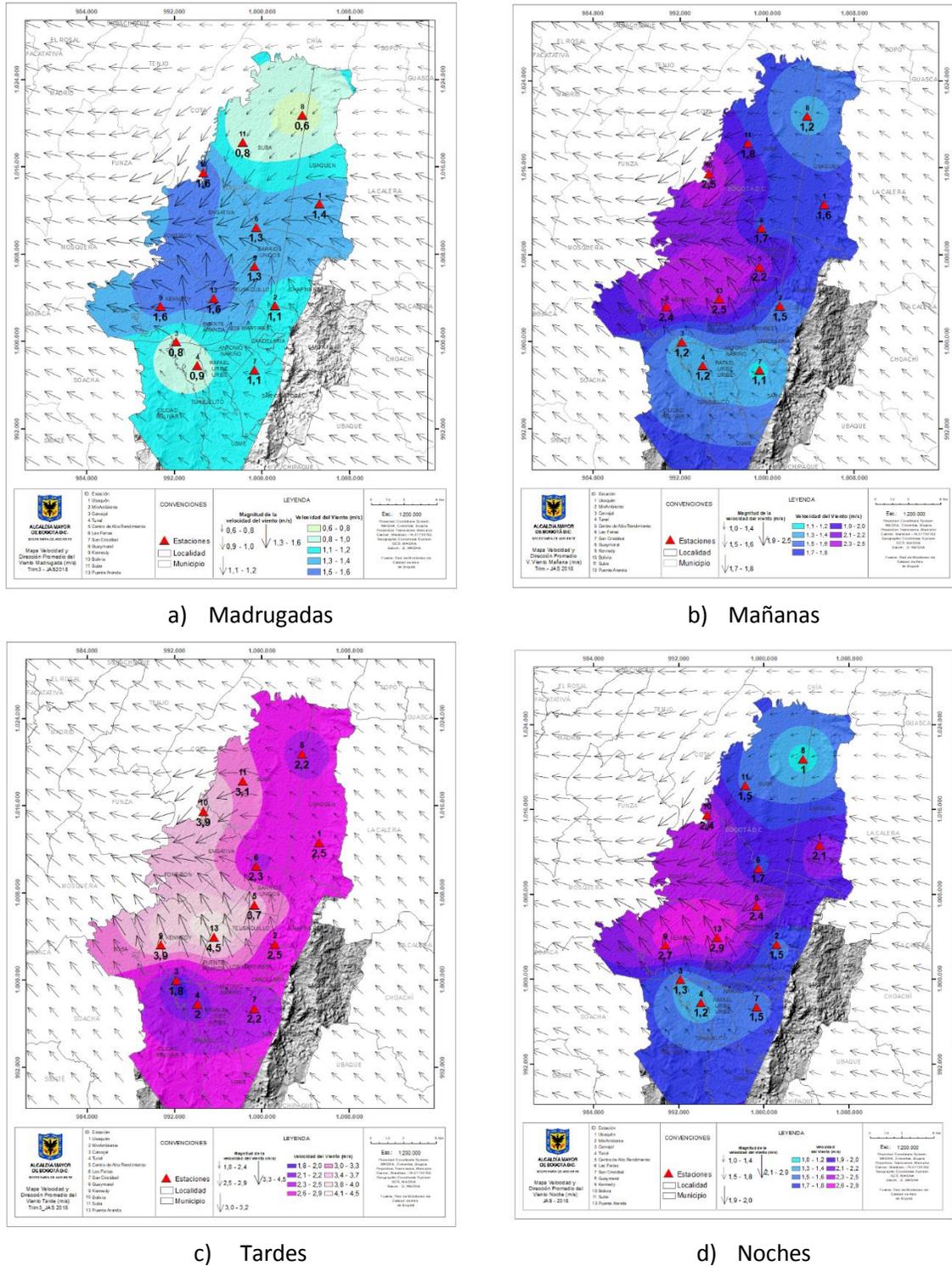
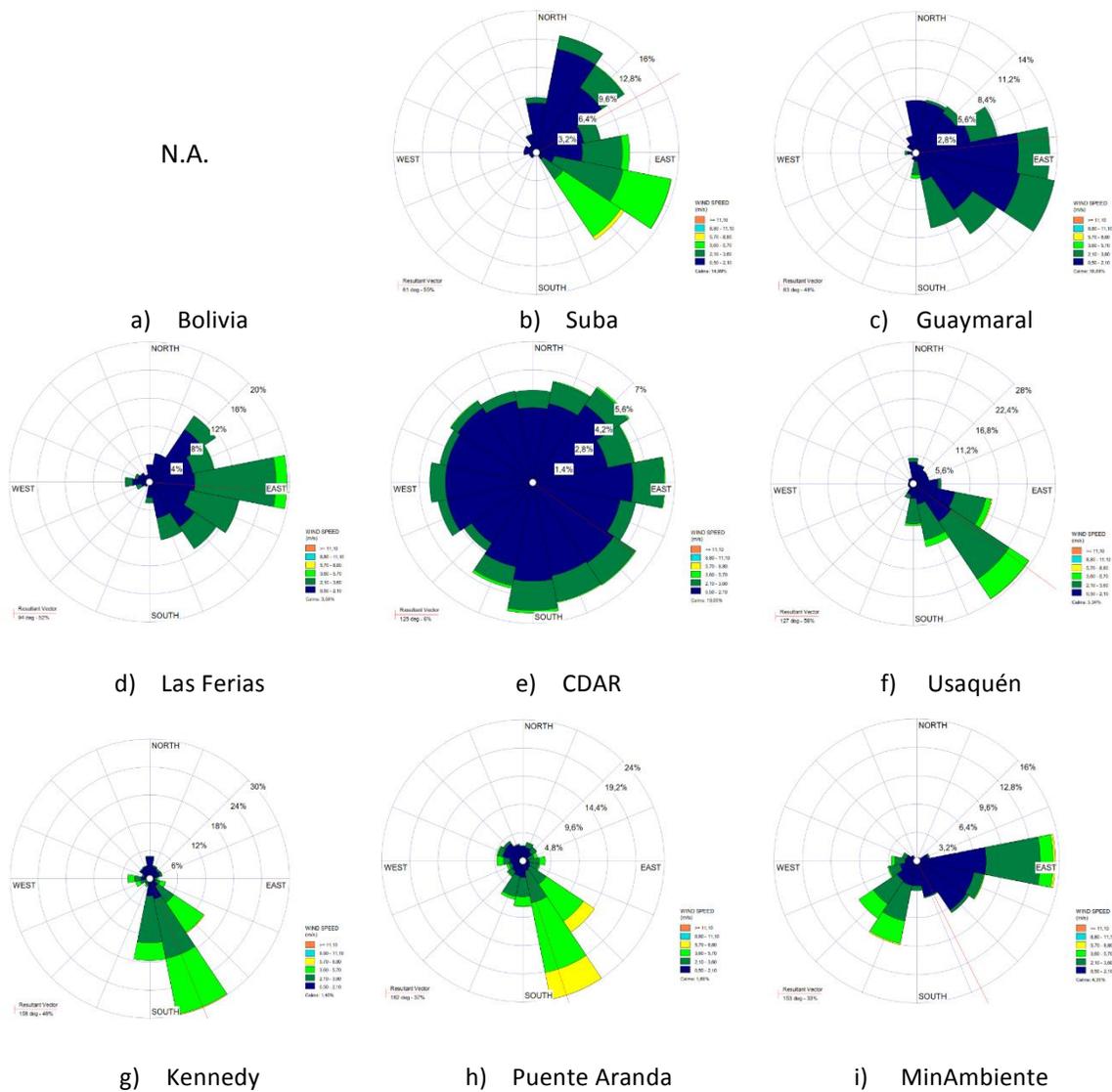


Figura 15. Mapas dirección y velocidad del viento para diferentes fracciones del día – del Trimestre Jul – Sept de 2018
a) Madrugada, b) Mañana, c) Tardes, d) Noches

De manera complementaria, se relacionan las rosas de viento de la Figura 16, las cuales describen los vientos más frecuentes y su predominio en las distintas estaciones de la RMCAB. En esta figura se puede observar que en la estación de Puente Aranda predominaron los vientos del suroriente, lo que confirma la favorabilidad en la influencia de los vientos para la dispersión de contaminantes de la ciudad. En el resto de la ciudad, se confirma un predominio de vientos del suroriente a lo largo de los cerros orientales y del nororiente al norte de la ciudad, así como vientos provenientes del sur, en la zona sur de la ciudad, durante gran parte del trimestre.

b. Rosas de viento consolidadas para el Trimestre Jul – Sept de 2018



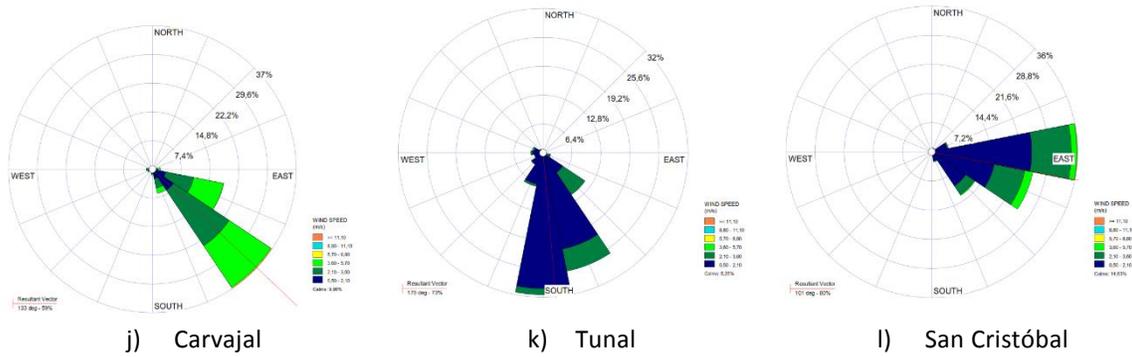
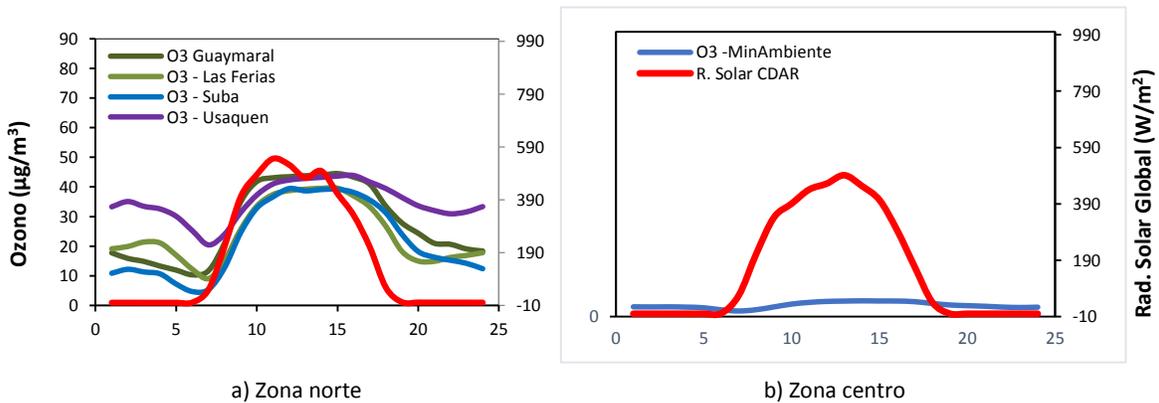


Figura 16. Rosas de viento – Trimestre - JAS de 2018. a) Bolivia, b) Suba, c) Guaymaral, d) Las Ferias, e) C.D.A.R., f) Usaquén, g) Kennedy, h) Puente Aranda, i) MinAmbiente, j) Carvajal-Sevillana, k) Tunal, l) San Cristóbal.

10 COMPORTAMIENTO DE LA RADIACIÓN SOLAR Y SU RELACIÓN CON LAS CONCENTRACIONES DE OZONO.

Durante el tercer trimestre del año las precipitaciones presentaron una notable reducción, asimismo se incrementaron las cantidades de radiación solar y por ende aumentaron las cantidades de ozono debido a la incidencia de la radiación en la ruptura de enlaces moleculares de óxidos de nitrógeno, propiciando la producción de ozono a nivel troposférico; además se observa un incremento en las concentraciones de ozono respecto al trimestre anterior. Las concentraciones de ozono en la zona norte, sobre todo en el sector de Usaquén, se incrementaron considerablemente pasando de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en las horas de mayor concentración; de manera semejante se presentaron las concentraciones en la zona occidente y en la zona sur de la ciudad. Ver Figura 17.



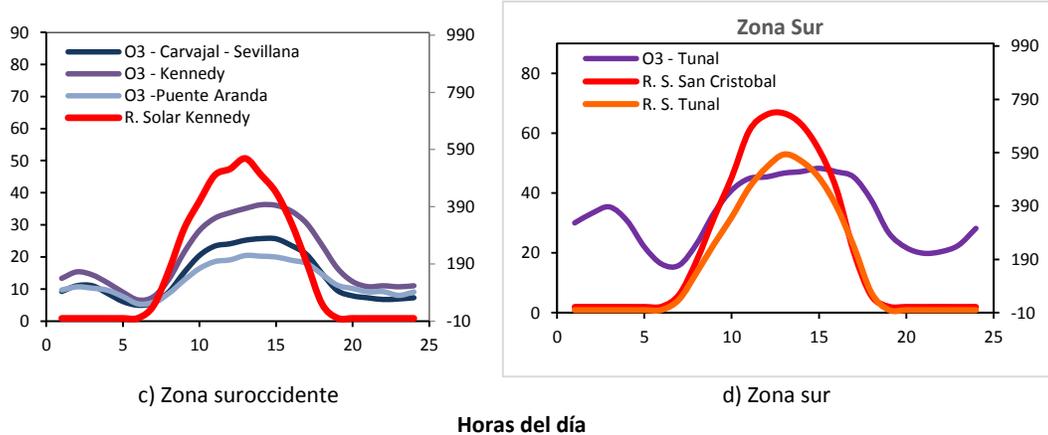


Figura 17. Comportamiento horario de O₃ (µg/m³) y su relación con la Radiación Solar entrante (W/m²) - Trimestre - JAS de 2018. a) zona norte, b) zona centro, c) zona suroccidente y d) zona sur

11. ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AIRE POR MATERIAL PARTICULADO PM₁₀ y PM_{2.5}, VARIABLES CLIMATICAS Y SU INFLUENCIA EN LA ENFERMEDAD RESPIRATORIA EN BOGOTA TERCER TRIMESTRE AÑO 2018.

Los efectos en la salud en los ciudadanos por exposición a contaminantes atmosféricos, hace necesario unificar esfuerzos que permitan garantizar un ambiente sano y mejorar las condiciones de salud de la población desde la dimensión de salud ambiental propuesta en el Plan Decenal de Salud Pública donde se establecen las políticas que pretenden promover la calidad de vida y salud de la población, materializando el derecho a un ambiente sano, a través de la transformación de los determinantes sanitarios, sociales y ambientales usando la metodología de las fuerzas motrices, la cual muestra la relación entre factores ambientales y efectos en la salud; este método permite determinar e identificar los factores determinantes de orden estructural, intermedio y proximal y plantear acciones sectoriales y transectoriales que permitan adoptar medidas preventivas y de intervención.¹

Según esto, el Decreto 596 de 2011 por el cual se adopta la Política Distrital de Salud ambiental, establece que una de sus líneas de acción corresponde a las temáticas de Aire, Ruido y Radiación Electromagnética, y que se debe operar a través de las estrategias: Gestión de la Salud Ambiental, Entornos Ambientalmente Saludables y Vigilancia de la Salud Ambiental. Es así que desde el año 2012 la Secretaria Distrital de Salud de Bogotá realiza una vigilancia de los efectos en salud por exposición a contaminación del aire y ha venido adelantado acciones intersectoriales con el propósito de analizar los factores de riesgo posiblemente asociados al desarrollo de sintomatología respiratoria en los grupos vulnerables como son menores de catorce años y personas mayores de 60 años, buscando establecer acciones de intervención que tengan un efecto sobre los factores de

¹Dimensión de Salud Ambiental, Plan decenal de Salud Publica 2012-2021. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/plandecenal/Documents/dimensiones/dimension-saludambiental.pdf>

riesgo, con el propósito de disminuir la incidencia de los eventos posiblemente relacionados con la calidad del aire en Bogotá, teniendo en cuenta los siguientes componentes de la vigilancia en salud pública:

- Vigilancia Epidemiológica: Vigila los posibles efectos en salud en la población debido a la exposición a contaminación del aire.
- Vigilancia Ambiental: Contempla el monitoreo de contaminación del aire intramural y análisis y seguimiento de contaminantes por medio de fuentes secundarias como redes de calidad del aire.
- Vigilancia Sanitaria: Contempla la atención de quejas presentadas por las partes interesadas respecto a la contaminación del aire.
- Movilización social: acciones de promoción y prevención en comunicación social del riesgo con el posicionamiento de temas enfocados a la contaminación atmosférica y la calidad del aire en la ciudad de Bogotá.

11. 1 Vigilancia Epidemiológica – Calidad del aire y Salud

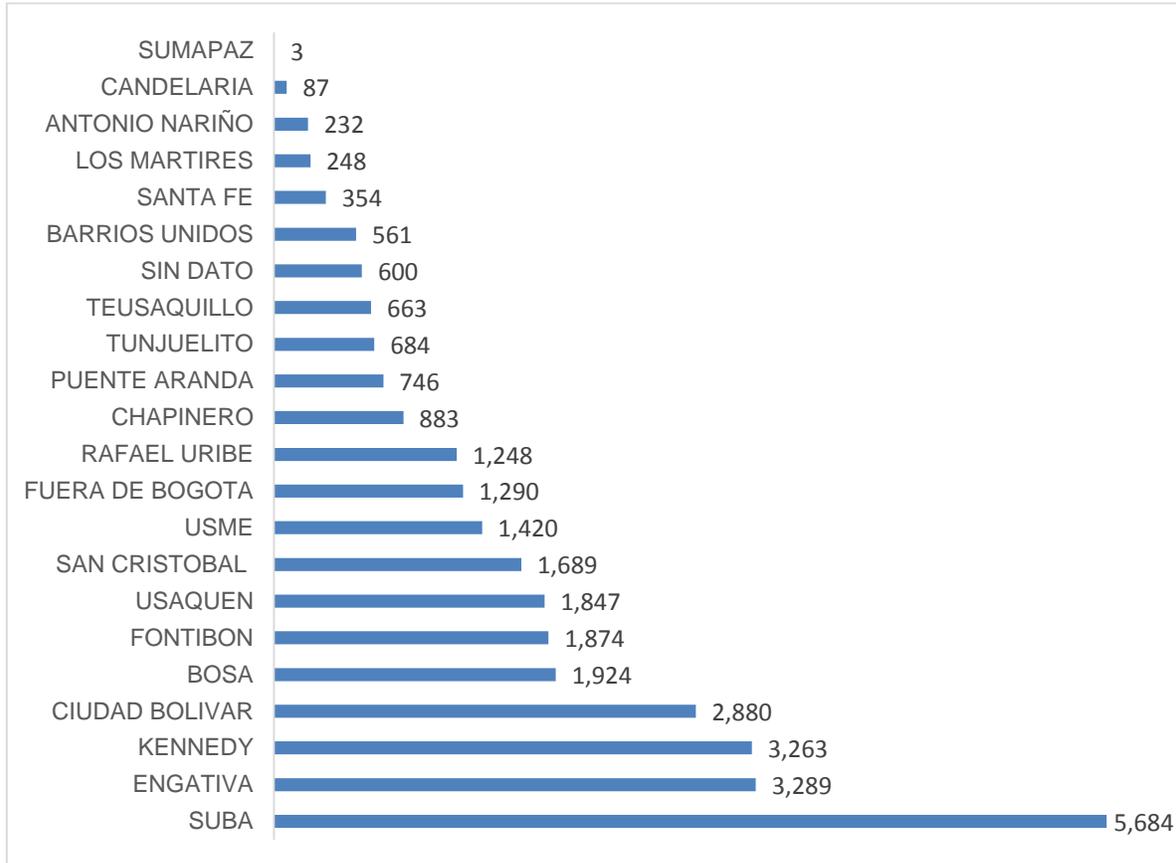
En contexto con lo mencionado anteriormente, se viene desarrollando la vigilancia epidemiológica de morbilidad atendida y morbilidad sentida, sobre los efectos en salud por exposición a contaminación del aire en las localidades urbanas de Bogotá. Como resultado se han establecido los siguientes indicadores que evidencian el comportamiento de signos y síntomas relacionados con la enfermedad respiratoria en el periodo enero a septiembre del 2018.

- Morbilidad atendida por Enfermedad respiratoria en Bogotá

En el periodo comprendido entre enero - septiembre de 2018, se atendieron 29.647 menores de cinco años en las salas ERA y en los meses de julio a septiembre, se atendieron 7.346 menores de cinco años (24,7%).

Al comparar con los meses anteriores, se observa la menor proporción de atención en sala ERA de julio a septiembre con el 24,7%, le sigue a este los meses de enero a marzo con un 29,7% de atención. Cabe resaltar que entre abril y junio es el de mayor volumen al observarse un 51,4% de atención, cómo se observa en la Figura 18.

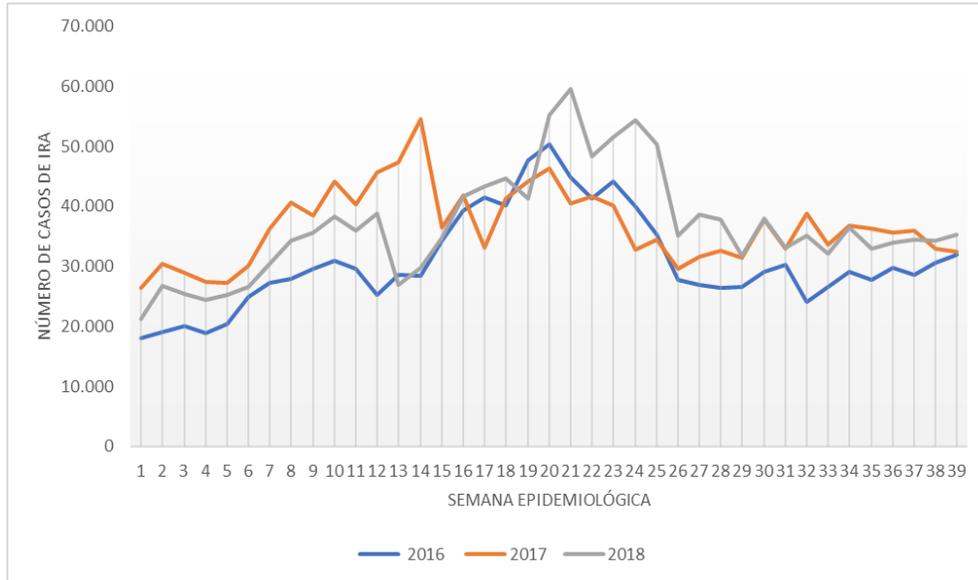
Figura 18. Proporción de enfermedad respiratoria en menores de cinco años según lugar de residencia de los menores atendidos en las salas ERA en Bogotá.



- Análisis del Sistema de Vigilancia Epidemiológica (SIVIGILA)

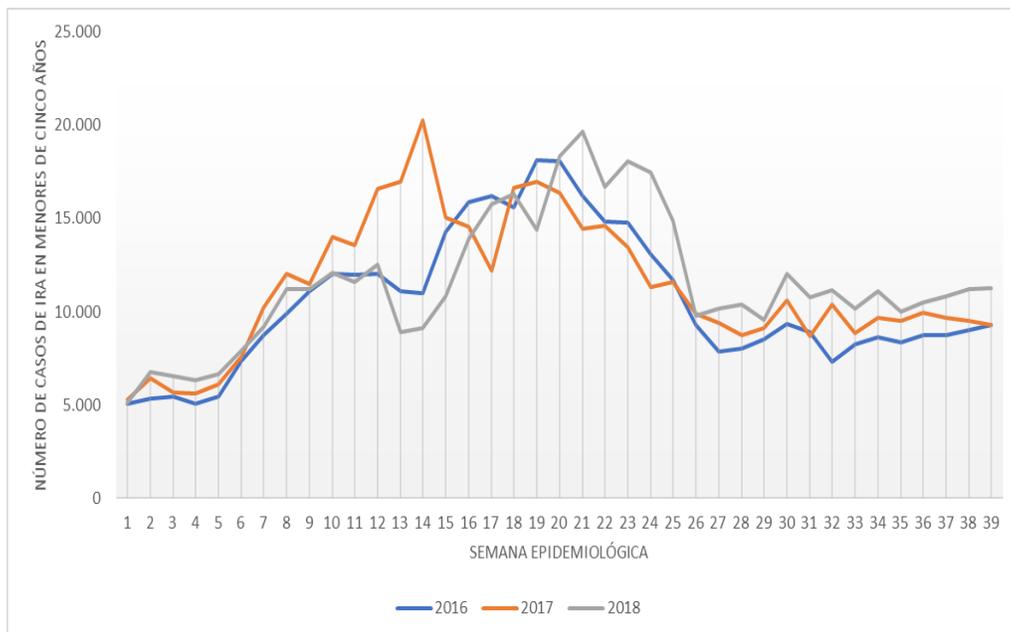
De acuerdo a los reportes suministrados por el Sistema de Vigilancia Epidemiológica (SIVIGILA) en el periodo (semanas epidemiológicas 1 a la 39), se reportaron 1.433.913 casos de IRA en todos los grupos de edad, siendo el mes de julio (SE 27-31) el que presentó el mayor número de casos durante el periodo analizado con el 39,5% (179.152 casos), seguido del mes de septiembre (SE 36-39) con el 30,4% (137.921 casos) y en menor proporción está agosto (SE 32-35) con el 30,1% correspondiente a 136.733 casos de IRA en todos los grupos de edad, al realizar la comparación del número de casos de IRA que se han presentado durante el periodo de enero a septiembre de los últimos tres años, se observa que en las semanas epidemiológicas 26 a 39 al igual que en años anteriores se presentó una tendencia descendente en el número de casos de IRA en todos los grupos de edad. (Figura 19)

Figura 19. Comparación del número de casos de IRA en todos los grupos de edad mediante la notificación del evento 995 entre los años 2016 a 2018 en Bogotá



La población específica de menores de 5 años se ve representada con un total de 411.438 casos, en el periodo de enero a septiembre del año 2018. En el periodo correspondiente a los meses de julio a septiembre se reportaron 139.049 casos de IRA, observándose el aumento en la frecuencia de eventos en la semana epidemiológica 30 con 12.023 casos.

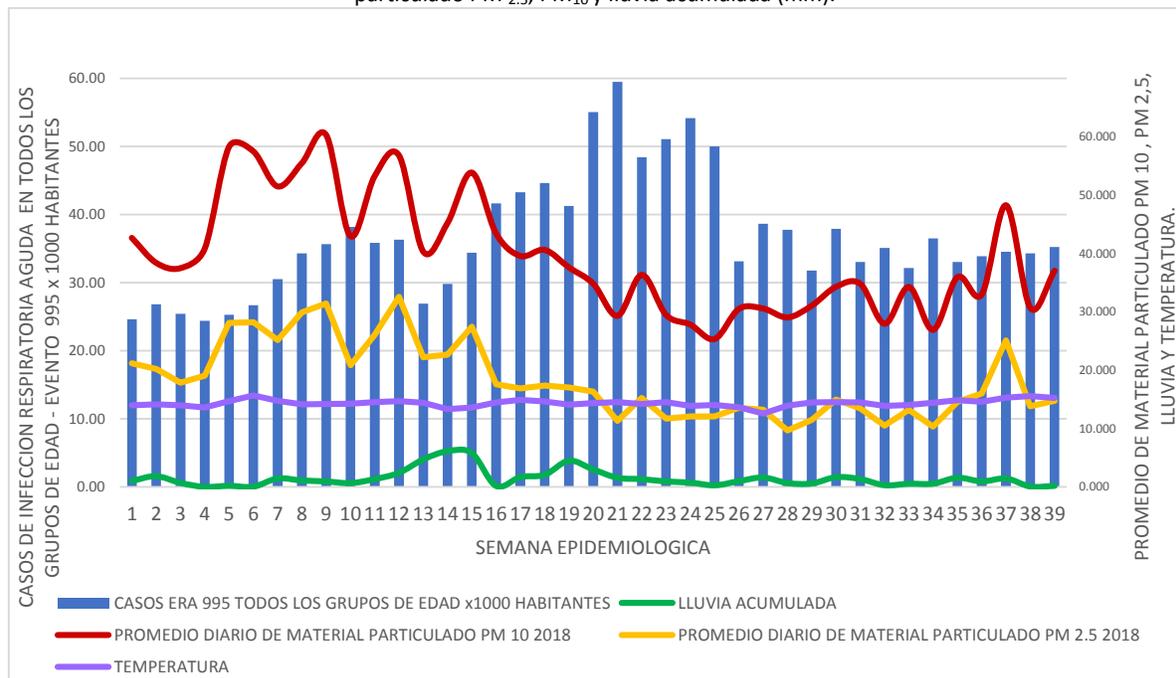
Figura 20. Proporción de casos de IRA en todos los grupos de edad captados con la ficha de notificación del SIVIGILA del evento 995 en las semanas epidemiológicas 1 a 39 de 2018.



Para este grupo de edad también se observa que, al realizar la comparación del número de casos de IRA presentada en el año 2018 con la frecuencia de casos de IRA reportada en años anteriores, se observa un descenso en la notificación en las semanas 26 a 39

De acuerdo con el estudio Global de Carga de la enfermedad por contaminación del aire del año 2015, la exposición a PM_{2.5} causa 4,2 millones de muertes en el mundo, éstas se relacionan con enfermedades cardiacas y accidente cerebro vascular, cáncer de pulmón, enfermedad pulmonar crónica e infecciones respiratorias.²

Figura 21. Distribución de la proporción de casos de IRA en todos los grupos de edad captados con la ficha de notificación del SIVIGILA evento 995 mensual (enero - septiembre) de 2018 y el promedio mensual de material particulado PM_{2.5}, PM₁₀ y lluvia acumulada (mm).



Como se puede apreciar en la Figura 21, de enero a septiembre del año 2018 en el distrito se notificaron 1.433.913 casos de IRA (evento 995 SIVIGILA), de los cuales 411.438 (28%) pertenecen a menores de 5 años. De acuerdo con el comportamiento semanal de casos de IRA sumados todos los grupos de edad, se observa que de la semana epidemiológica 17 a la 25 (abril a junio), se presentaron el mayor número de notificaciones obteniéndose en este lapso un total de 490.151 casos (34%) siendo en su orden las semanas: 21, 20 y 24, (mes de mayo) las de mayor volumen de eventos. Esto coincide con la temporada de lluvias que históricamente se presenta en la ciudad en su primer pico de marzo a abril.

² State of global air/2017 a special report on global exposure to air pollution and its disease burden. IHME. Disponible en: https://www.stateofglobalair.org/sites/default/files/SOGA2017_report.pdf

Haciendo relación con los niveles de material particulado, se puede observar en la Figura 21 como en el lapso de las semanas de mayor notificación del evento 995 (abril a junio) se presenta una caída los promedios PM_{10} y $PM_{2.5}$, lo que se relaciona directamente con la elevación del promedio de lluvias que mitiga en el ambiente las partículas contaminantes, así mismo se observa cómo entre enero y marzo, sin el beneficio de las lluvias se observan los picos de incremento en el material particulado.

Las localidades que mayor número de casos reportaron y que cuentan con reporte de datos de estación de monitoreo de la RMCAB son Usaquén donde el promedio acumulado de enero a septiembre de PM_{10} y $PM_{2.5}$ fue de $41,4\mu\text{g}/\text{m}^3$ y $12,6\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente y unas condiciones según categoría del IBOCA para PM_{10} de 84% Favorable y 16% Moderada y para $PM_{2.5}$ 63,1% Favorable, 36,1% Moderada y Regular 0,7%; en Ministerio de Ambiente se contó con reporte de datos a partir del 6 de marzo y una concentración promedio mensual de PM_{10} $25,9\mu\text{g}/\text{m}^3$, y $PM_{2.5}$ $13,8\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente, y unas condiciones según categoría del IBOCA para PM_{10} de 99% Favorable y 1% Moderada y para $PM_{2.5}$ 58,5% Favorable, 40,0% Moderada y Regular 1,5%, Suba tuvo unas condiciones según categoría del IBOCA para PM_{10} de 80% Favorable y 20% Moderada y para $PM_{2.5}$ 45,9% Favorable, 52,3% Moderada y Regular 1,8%; y Carvajal que presentó una concentración promedio de PM_{10} de $67,9\mu\text{g}/\text{m}^3$, y $PM_{2.5}$ $29,6\mu\text{g}/\text{m}^3$, y unas condiciones según categoría del IBOCA para PM_{10} de 25% Favorable y 75% Moderada y para $PM_{2.5}$ 1,2% Favorable, 80,5% Moderada y Regular 18,3%.

Si bien las condiciones de calidad del aire de una estación no se puede asociar directamente a la localidad donde está ubicada, por la incidencia de variables meteorológicas como velocidad y dirección del viento, temperatura y precipitación entre otras, ya que no se cuenta con la cobertura espacial de cada estación, si se cuenta con las condiciones de tendencia de exposición según el Índice Bogotano de Calidad del Aire IBOCA, el cual según categorías organizadas por colores, establece una tendencia en el comportamiento de la calidad del aire para la ciudad. Con base en dicho índice, es evidente que en la zona sur de la ciudad aumentan las concentraciones de los contaminantes medidos, generando recomendaciones de cuidado en población en estado de vulnerabilidad y en general, las cuales se presentan en este boletín y se recomienda tener en cuenta.

- Morbilidad sentida por enfermedad respiratoria en Bogotá

En Bogotá, la Secretaría Distrital de Salud realiza la vigilancia epidemiológica, ambiental y sanitaria de los efectos en salud por exposición a contaminación del aire en la población residente en la ciudad, priorizando algunos grupos vulnerables como menores de 14 años y adulto mayor de 60 años. La vigilancia epidemiológica se realiza mediante la aplicación de encuestas de prevalencia con el propósito de estimar la posible asociación entre la exposición a la contaminación del aire por distintas fuentes y la aparición de síntomas respiratorios; de acuerdo con esta información se generan indicadores mensuales que permiten el análisis del comportamiento de estos eventos de interés en salud pública. En el periodo (julio-septiembre), se caracterizaron 454 adultos mayores de 60 años pertenecientes a las localidades de barrios unidos, bosa, Fontibón, Kennedy, San Cristóbal, suba, Teusaquillo y Tunjuelito. Además, se caracterizaron 1.400 menores de cinco años en todas las localidades de Bogotá a excepción de candelaria, Ciudad Bolívar y bosa y 1.622 menores de 5-14

años de todas las localidades de Bogotá a excepción de Engativá, Candelaria, San Cristóbal, Antonio Nariño y Bosa.

Menores de 14 años caracterizados en Bogotá

En el periodo de enero a septiembre del año 2018 se caracterizaron 7.578 menores de 14 años y en el periodo (Julio-septiembre) se identificaron a 3.022 menores de 14 años; el total de la población caracterizada en el periodo de enero a septiembre presenta las siguientes características sociodemográficas y antecedentes en salud.

Según los estudios realizados por la OMS acerca de carga de la enfermedad por contaminación ambiental, los factores posiblemente relacionados con la aparición de sintomatología respiratoria en menores de 14 años son: desnutrición, sistema inmune comprometido, condiciones ambientales como la contaminación del aire intra y extradomiciliaria, el hacinamiento y la exposición a tabaquismo pasivo.

En el siguiente esquema se pueden observar la proporción de los principales factores de riesgo que pueden estar asociados con la aparición de sintomatología respiratoria en los menores de catorce años, estas estimaciones fueron obtenidas a través de la aplicación de encuestas en las diferentes localidades de Bogotá.



Con relación a la identificación del grado de hacinamiento en la vivienda en el periodo de enero a septiembre se encontró que el 8,6% (632/7578) de las unidades habitacionales de los menores de 14 años presenta hacinamiento, es decir que en cada habitación de la vivienda duermen más de tres personas, siendo este un factor de riesgo importante para la aparición de enfermedades respiratorias en los menores de edad

Adultos mayores de 60 años caracterizados en Bogotá

En el periodo comprendido entre enero a septiembre del año 2018 se han caracterizado 1.272 adultos mayores en todas las localidades de Bogotá a excepción de Candelaria, Usme y Ciudad Bolívar la cuales presentó las siguientes características sociodemográficas y antecedentes en salud.

La proporción de los principales factores que se pueden relacionar con la aparición de sintomatología respiratoria en los adultos mayores de 60 años, se presentan en el siguiente esquema.



Como parte de la vigilancia epidemiológica de los efectos en salud por exposición a contaminación del aire; en Bogotá se realiza el análisis mensual de indicadores, entre los cuales se encuentran las prevalencias de sintomatología respiratoria posiblemente asociada a contaminación del aire en grupos vulnerables como menores de catorce años y adulto mayor de 60 años. A continuación, se relacionan los indicadores del periodo enero a septiembre del año 2018.

Prevalencias de sintomatología respiratoria

<p>Sibilancias menores de 5 años</p>  <p>16% menores de cinco años presentaron sibilancias en el último año.</p>	<p>Sibilancias 5-14 años</p>  <p>4% menores entre 5 a 14 años presentó sibilancias en el último año.</p>	<p>Sibilancias adulto mayor</p>  <p>11% adultos mayores presentaron sibilancias en el último año</p>
<p>Tos en la noche en menores de cinco años</p>  <p>26% menores de cinco años presentaron tos en la noche.</p>	<p>Tos en la noche en niños de 5-14 años</p>  <p>21% menores de 5-14 años presentan tos en la noche</p>	<p>Ausentismo escolar por sintomatología respiratoria en menores de 14 años</p>  <p>20% menores de 14 años se ausentaron al colegio por presentar sintomatología respiratoria.</p>

11.2 Vigilancia Ambiental

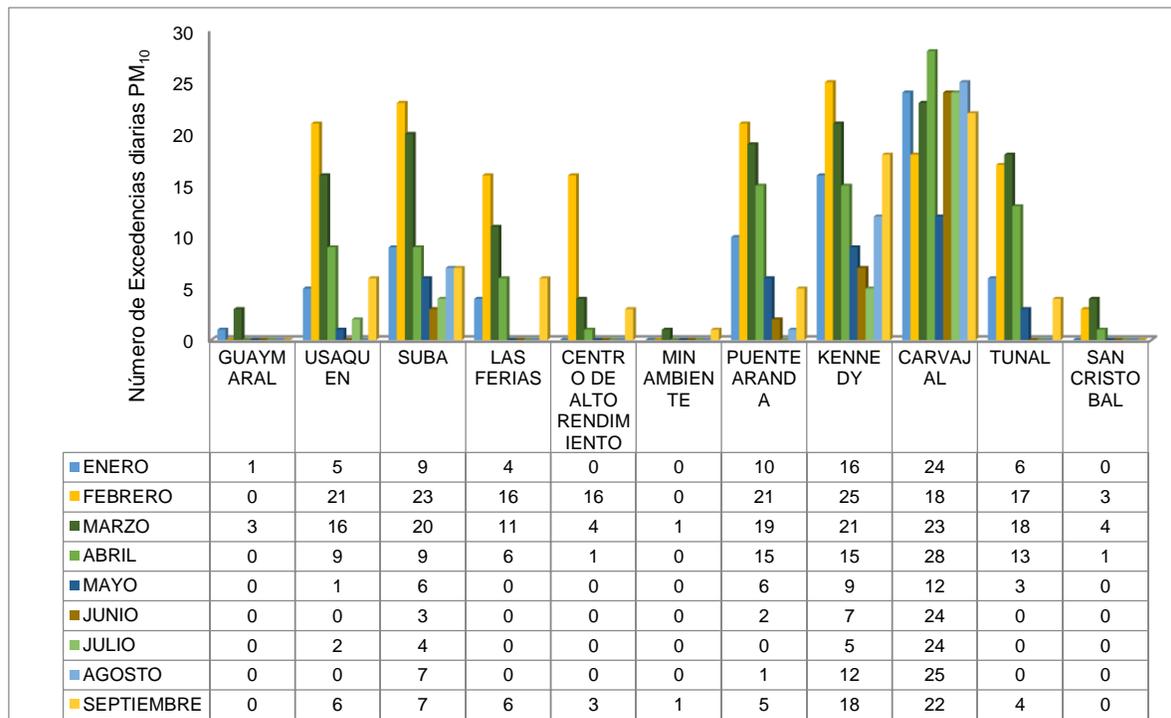
La Secretaría Distrital de Salud realiza el análisis de los niveles de calidad del aire en la ciudad de Bogotá y las excedencias presentadas con base en la Guía de Calidad del Aire de la Organización Mundial de Salud – OMS y los Objetivos Intermedios (OI-1, OI-2 y OI-3); con base en los datos reportados por la RMCAB, así mismo se realiza la atención a quejas y solicitudes presentadas por la comunidad por temas relacionados con contaminación del aire, olores ofensivos o humo de tabaco, haciendo un reconocimiento y atención a estas solicitudes y desarrollando en algunas de estas solicitudes monitoreos intramurales de calidad del aire.

Calidad del aire extramural

Las guías de calidad del aire de la OMS tienen como objetivo dar orientación sobre la manera de reducir los efectos de la contaminación del aire en la salud, con valores de concentración guía de

contaminantes como PM_{10} y $PM_{2.5}$ promedio diarios (24 horas) y anuales recomendados para disminuir la exposición y los posibles efectos a la salud causados por la contaminación del aire en la población, por tal motivo se realiza seguimiento y análisis a las excedencias presentadas con respecto a los valores guía dados por la OMS³; en cuanto a excedencias diarias en el periodo enero a septiembre, se reportaron un total de 697 con respecto a la guía establecida por la OMS de $50\mu g/m^3$, las estaciones que registraron los mayores números de excedencias; fueron Carvajal (200) Kennedy (128), y Suba Corpas (88), Puente Aranda (79), Usaquén (60), Tunal (61), Las Ferias (43) Centro de Alto Rendimiento (24), San Cristóbal (8) Guaymaral (4) y Ministerio de Ambiente (2), excedencias según el análisis del total de los promedios diarios reportados en PM_{10} , como se observa en la Figura 22.

Figura 22. Comportamiento (enero – septiembre) de excedencias del contaminante PM_{10} con respecto a la guía OMS en las estaciones de la RMCAB 2018

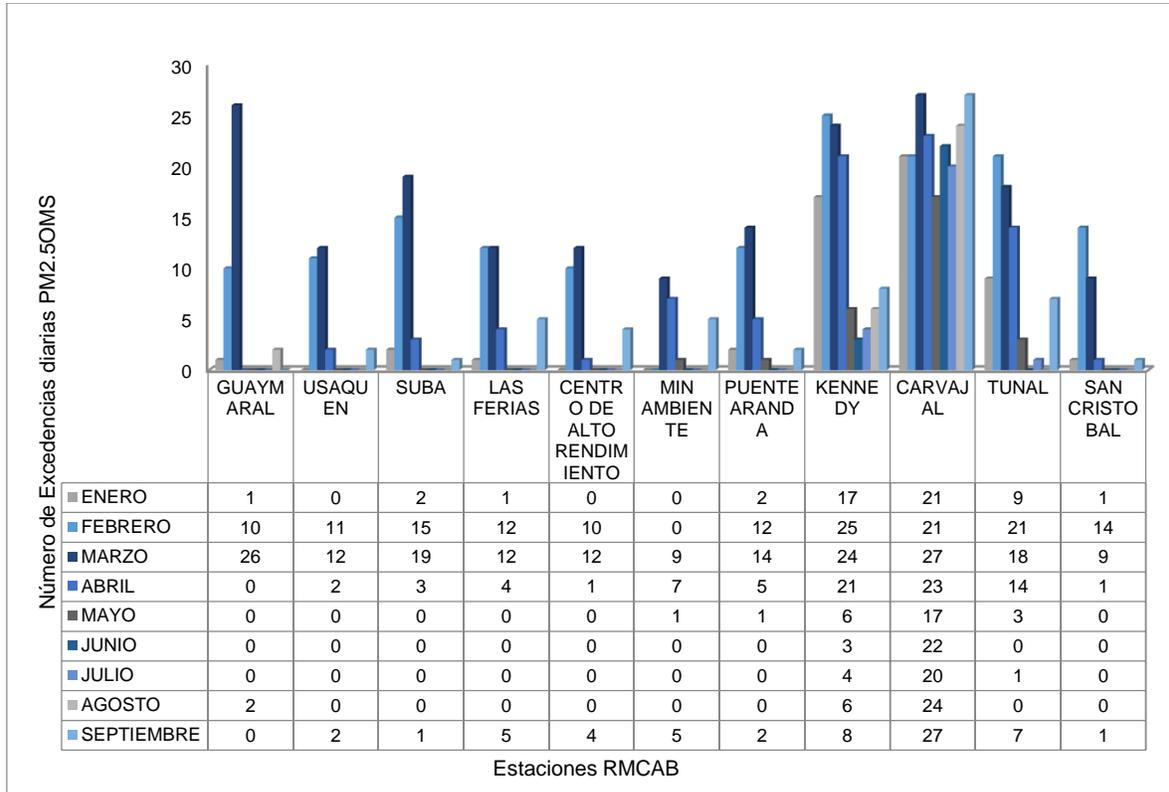


Las excedencias diarias de $PM_{2.5}$ que se presentaron fueron en total 640 como se observa en la Figura 23 con respecto a la guía establecida por la OMS de ($25\mu g/m^3$ para 24 horas); Las estaciones que registraron los mayores números de excedencias, Carvajal (202), Kennedy (114), Tunal (73), Suba Corpas (40), Guaymaral (39), Puente Aranda (36), Las Ferias (34), Usaquén (27), Centro de Alto Rendimiento (27), San Cristóbal (26), y Ministerio de Ambiente (22) con respecto al total de los promedios diarios reportados de $PM_{2.5}$.

³ Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre Actualización mundial 2005. Disponible en:

https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf?sequence=1

Figura 23. Comportamiento (enero – septiembre) de excedencias del contaminante PM_{2.5} con respecto a la guía OMS en las estaciones de la RMCAB 2018



Con respecto a los promedios mensuales de PM₁₀, para el periodo enero -septiembre se reportaron los mayores niveles de concentración en la estación de Carvajal con 74,0µg/m³, seguido de las estaciones de Kennedy y Puente Aranda con concentraciones promedios de 65.0 µg/m³ y 60,7µg/m³ en el mes de febrero, siendo este mes el que registra las concentraciones más altas y mayor número de excedencias (Figura 23); para la estación de Carvajal en los meses de abril y septiembre se presentó aumento en los promedios mensuales de 74,0µg/m³ y 69,6µg/m³ respectivamente. Las estaciones que reportaron la menor concentración fueron Guaymaral, Ferias, Centro de Alto Rendimiento y San Cristóbal con concentraciones entre 14.7µg/m³ y 17,6µg/m³ en los meses de junio a agosto de 2018.

Los promedios mensuales de PM_{2.5} para para el periodo enero -septiembre reportaron los mayores niveles de concentración en las estaciones de Kennedy y Carvajal-Sevillana con 33,1µg/m³ y 32,8µg/m³ en los meses de febrero y marzo; para la estación de Carvajal en los meses de agosto y septiembre se presentó aumento en los promedios mensuales de 30µg/m³ y 32,7µg/m³ respectivamente, presentándose de esta manera mayor número de excedencias en esta estación (Figura 23). Las estaciones que reportaron la menor concentración fueron San Cristóbal, Ferias, Centro de Alto Rendimiento y Usaquén con concentraciones entre 4,2µg/m³ y 7,5 µg/m³ durante los meses de junio a agosto de 2018.

Tabla 11. Porcentaje de excedencias (enero – septiembre) del contaminante PM10 con respecto a la guía OMS y los Objetivos Intermedios (OI-1, OI-2 y OI-3) por estación de la RMCAB 2018.

PM10 EXCEDENCIAS OMS ENERO A SEPTIEMBRE 2018	GYR	USQ	SUB	LFR	CDAR	MAM	PTE	KEN	CSE	TUN	SCR
% CON RESPECTO AL OI-1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
% CON RESPECTO AL OI-2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0
% CON RESPECTO AL OI-3	0,0	4,4	2,2	2,2	0,0	0,0	1,1	6,6	39,8	3,9	0,0
% CON RESPECTO A LA GUIA OMS	1,5	22,0	32,2	15,8	8,8	0,7	27,8	46,9	73,3	22,3	2,9

Según la guía de la OMS, en el seguimiento a los valores guía para la media de 24 horas este protegerá frente a niveles máximos de contaminación que de otra manera determinarían un exceso sustancial de morbilidad o de mortalidad en la población expuesta, por tal razón se realiza análisis al comportamiento del reporte de concentraciones horarias de los contaminantes PM₁₀ y PM_{2.5} por cada estación de monitoreo de la RMCAB y a partir del número de excedencias presentadas se conoce el porcentaje de incumplimiento con respecto a cada uno de los valores guía de la OMS; Dado lo anterior podemos observar que para PM₁₀ con respecto al OI-1 ninguna estación reporto excedencias durante los 273 días del 2018, con el OI-2 se evidencia 2,6% de excedencias en la estación Carvajal, con respecto al OI-3 esta misma estación sigue presentando el mayor porcentaje de excedencia reportadas con un 39,8% de los datos reportados y con respecto al valor guía de la OMS de (50µg/m³ para 24 horas) las estaciones Carvajal, Kennedy, Puente Aranda y Suba reportaron un incumplimiento entre el 27,8% y el 73,3%, como se observa en la Tabla 11.

Tabla 12. Porcentaje de excedencias trimestral (enero – junio) del contaminante PM_{2.5} con respecto a la guía OMS y los Objetivos Intermedios (OI-1, OI-2 y OI-3) por estación de la RMCAB 2018

PM2.5 EXCEDENCIAS OMS ENERO A SEPTIEMBRE 2018	GYR	USQ	SUB	LFR	CDAR	MAM	PTE	KEN	CSE	TUN	SCR
% CON RESPECTO AL OI-1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
% CON RESPECTO AL OI-2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,4	0,0
% CON RESPECTO AL OI-3	6,1	0,6	1,7	0,6	0,0	0,6	0,0	9,9	8,8	8,8	0,6
% CON RESPECTO A LA GUIA OMS	24,2	9,9	14,7	12,5	9,9	8,1	8,8	41,8	74,0	26,7	9,5

Con respecto al comportamiento del contaminante PM_{2.5} cómo se puede evidenciar en la Tabla 12 con relación al OI-1 ninguna estación reporto excedencias durante los 273 días del 2018, lo que representa un cumplimiento del 100% con este objetivo, para el OI-2 las estaciones Kennedy y Tunal reportaron un mínimo de excedencias con 0,4%, el OI-3 las estaciones de Carvajal y Tunal están presentando el mayor porcentaje de excedencia reportadas con un 8,8% y Puente Aranda con 9,9% de los datos reportados y con respecto al valor guía de la OMS de (25µg/m³ para 24 horas) las estaciones Kennedy, Carvajal, y Tunal reportaron un incumplimiento entre el 26,7% y 74%.

Calidad del aire intramural

La Secretaría Distrital de Salud a través de la Subred Sur Occidente, realiza acciones de Monitoreo Ambiental a nivel intramuros conforme a las competencias establecidas en la Ley 715 de 2001; como vigilancia epidemiológica, ambiental y sanitaria de los efectos en salud por exposición a contaminación del aire en las localidades urbanas de Bogotá ha realizado monitoreos intramurales de material particulado PM₁₀, PM_{2.5} y gases contaminantes, en los cuales se midieron concentraciones de los siguientes contaminantes: Sulfuro de Hidrogeno, Amoniaco, Monóxido de Carbono y Material Particulado (PM₁₀ – PM_{2.5} – PM₁).

Durante los meses enero a septiembre de 2018, se ejecutaron un total de 23 monitoreos intramurales a nivel Distrital, 16 por contaminación del aire y 7 por olores ofensivos, cabe anotar que, dando cumplimiento a las características técnicas establecidas para la calibración y actualización de los equipos de monitoreo de la línea, en los meses de julio a septiembre se realizaron estas actualizaciones con los proveedores y técnicos respectivos. En el mes de septiembre se hicieron tres monitoreos de análisis de gases y material particulado en las localidades de Puente Aranda, Kennedy y San Cristóbal.

11.3 vigilancia Sanitaria

La vigilancia sanitaria contempla las quejas relacionadas con contaminación del aire, olores ofensivos y humo de tabaco que pueden generar afectaciones en la salud de las personas. En el periodo comprendido entre enero y septiembre de 2018 como se puede ver en la Tabla 13, se atendieron un total de 145 quejas relacionadas a contaminación del aire, olores ofensivos y humo de tabaco, presentadas en las localidades de las cuatro subredes, siendo atendidas el 49,7% de ellas en la subred Norte.

Tabla 13. Atención a quejas por Contaminación del aire, olores ofensivos y humo de tabaco en las localidades del distrito, primer semestre 2018

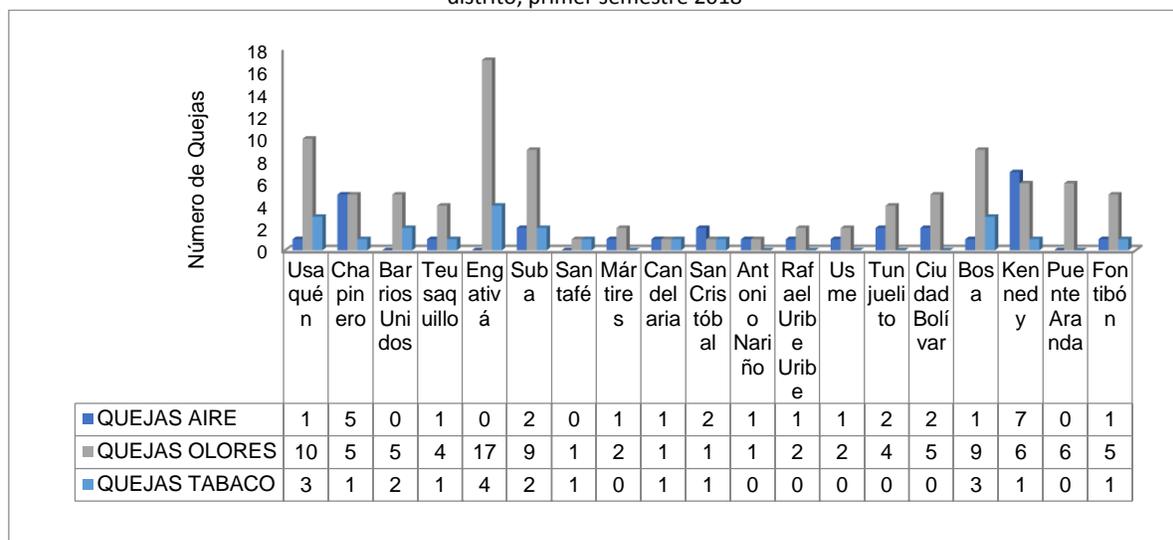


Figura 24. Distribución de quejas por contaminación del Aire, Olores y humo de tabaco, por Subred enero-septiembre 2018



Como se observa en la Figura 24 el reporte de quejas se presentó con mayor tendencia en la Subred Norte con 72 quejas principalmente en localidades como Engativá y Usaquén, seguido de la Subred Sur Occidente donde tuvo un reporte de 40 quejas principalmente en las localidades de Kennedy y Bosa.

11.4 Movilización Social

Como un componente importante del proceso de salud ambiental se encuentra las actividades de comunicación, educación e información del riesgo de la exposición a contaminación del aire a nivel intramuros (disminución de intoxicaciones por monóxido de carbono y del consumo de tabaco) y extramural, que van encaminadas al cambio de comportamiento, actitudes y prácticas de la comunidad y cuidados en salud.

En el periodo enero a septiembre del año 2018 como se observa en la Figura 25, se realizaron 107 talleres y 3 jornadas de comunicación social sobre las temáticas de la línea de Aire, Ruido y REM, en las que se logró sensibilizar a 6311 personas.

Figura 25. Acciones de Movilización y comunicación social del riesgo en el distrito enero - septiembre 2018



56 Talleres y 2 jornadas de profundización en contaminación del aire (extramural e intramural) con 3562 personas sensibilizadas.



51 Talleres sobre Tabaquismo y exposición al humo de tabaco y 1 Jornada de profundización con 2749 personas sensibilizadas.

Como se mencionó en el primer y en el segundo boletín trimestral, en febrero 2018, se llevó a cabo el día sin carro y sin moto, en donde por parte de la Secretaría de Salud se adelantaron actividades pedagógicas en el marco de la promoción y prevención de efectos en salud asociados a contaminación atmosférica, fomentando el uso de otros medios de transporte con el fin de contribuir al mejoramiento del medio ambiente y la salud, así como informando a la población sobre el estado de la calidad del aire a través de la socialización del IBOCA.

Por parte de la Línea de Aire, Ruido y REM, la Estrategia Cuídate y se Feliz y con equipos de las Subredes de Servicios de Salud en 16 localidades, 18 puntos de la ciudad se logra difundir la información en 1.427 personas, donde se utilizaron herramientas didácticas como juegotecas (Escalera, Golosa o Rompecabezas) simultáneamente se aplicó una encuesta sobre conocimiento de calidad de aire, IBOCA y medio usual de transporte.

El 31 mayo la Organización Mundial de la Salud (OMS) y sus asociados, celebran el Día Mundial Sin Tabaco, para el 2018, se realizó en 13 localidades la jornada de profundización conmemorando el Día Mundial sin Tabaco, se conto con una participación de 1552 personas.

En junio se realizó la jornada de profundización en la semana ambiental, la cual fue creada mediante el acuerdo 197 de 2005, en la que se declara la primera semana del mes de junio como la Semana del Medio Ambiente, y tiene como objetivo sensibilizar a los Bogotanos en el cuidado de los recursos naturales, agua, aire y tierra, se establecieron 8 puntos de concentración donde se realizaron actividades lúdicas y educativas en instituciones educativas en el que se contó con la participación de un total de 936 personas.

ANEXOS

A. Características de las estaciones de la RMCAB y métodos de referencia

Tabla 14. Estaciones de monitoreo y variables monitoreadas de la RMCAB

Característica	Carvajal-Sevillana	Centro de Alto Rendimiento	Fontibón	Guaymaral	Kennedy	Las Ferias	Min. Ambiente	Estación Móvil	Puente Aranda	San Cristóbal	Suba	Tunal	Usaquén	Bolivia	
Ubicación	Sigla	CSE	CDAR	FTB	GYR	KEN	LFR	MAM	MOV	PTE	SCR	SUB	TUN	USQ	BOL
	Código	60303	120305	90314	110308	80309	100306	170302	20312	160313	40307	110311	30304	10301	100210
	Latitud	4°35'44.22"N	4°39'30.48"N	4°40'41.67"N	4°47'1.52"N	4°37'30.18"N	4°41'26.52"N	4°37'31.75"N	4°38'32.75"N	4°37'54.36"N	4°34'21.19"N	4°45'40.49"N	4°34'34.41"N	4°42'37.26"N	4°44'9.12"N
	Longitud	74°8'54.90"W	74°5'2.28"W	74°8'37.75"W	74°2'39.06"W	74°9'40.80"W	74°4'56.94"W	74°4'1.13"W	74°5'2.28"W	74°7'2.94"W	74°5'1.73"W	74°5'36.46"W	74°7'51.44"W	74°1'49.50"W	74°7'33.18"W
	Altitud	2563 m	2577 m	2551 m	2580 m	2580 m	2552 m	2621 m	2583 m	2590 m	2688 m	2571 m	2589 m	2570 m	2574 m
	Altura del suelo	3 m	0 m	11 m	0 m	3 m	0 m	15 m	0 m	10 m	0 m	6 m	0 m	10 m	0 m
	Localidad	Kennedy	Barrios Unidos	Fontibón	Suba	Kennedy	Engativá	Santa Fe	Chapinero	Puente Aranda	San Cristóbal	Suba	Tunjuelito	Usaquén	Engativá
	Dirección	Autopista Sur # 63-40	Calle 63 #59A-06	Carrera 104 # 20 C - 31	Autopista Norte #205-59	Carrera 80 #40-55 sur	Avenida Calle 80 #69Q-50	Calle 37 #8-40	Carrera 7 con calle 60	Calle 10 #65-28	Carrera 2 Este #12-78 sur	Carrera 111 #159A-61	Carrera 24 #49-86 sur	Carrera 7B Bis #132-11	Avenida Calle 80 #121-98
	Tipo de zona	Urbana	Urbana	Urbana	Suburbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana	Suburbana	Urbana	Urbana	Suburbana
	Tipo de estación	Tráfico Industrial	De fondo	De tráfico	De fondo	De fondo	De tráfico	De tráfico	De tráfico	Industrial	De fondo	De fondo	De fondo	De fondo	De fondo
Var. Meteorológicas	Localización toma muestra	Azotea	Zona Verde	Azotea	Zona Verde	Zona Verde	Zona Verde	Azotea	Andén	Azotea	Zona Verde	Azotea	Zona Verde	Azotea	Zona Verde
	Altura punto de muestra	4.2 m	4.05m	15 m	4.8 m	7.71 m	4.02m	4.67 m	4 m	18.7 m	4.88 m	11.4 m	3.62 m	16.45m	4.6 m
	Altura del sensor de viento	13 m	10 m	17.4 m	10 m	10 m	10 m	19 m	12.3 m	20 m	10 m	10 m	10 m	19 m	10 m
Contaminantes	PM ₁₀	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	PM _{2.5}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	O ₃	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	NO ₂	X	X	X	X	X	X		X			X			
	CO	X	X	X		X	X		X	X			X	X	
	SO ₂	X	X	X		X	X		X	X		X	X		
Var. Meteorológicas	V. Viento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	D. Viento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Temperatura	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	
	Precipitación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	R. Solar		X		X	X			X		X		X		
	H. Relativa		X	X	X	X	X	X	X		X		X		
	Presión Atm.				X	X	X		X						

La elaboración de informes de calidad del aire hace parte de uno de los programas contenidos en el Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas para Bogotá D.C. 2016 – 2020 “Bogotá Mejor para Todos”, cuyo cumplimiento es responsabilidad de la Secretaría Distrital de Ambiente, al ser la autoridad ambiental del distrito capital. Además, uno de los procesos misionales de esta entidad es la “Metrología, Monitoreo y Modelación”, dentro del cual se encuentra comprendido el monitoreo de la calidad del aire de la ciudad, que se realiza a través de las estaciones de la RMCAB.

La obtención de los datos de concentraciones de contaminantes y de variables meteorológicas se realiza a través de los registros en tiempo real de los equipos de monitoreo y sensores meteorológicos, cuyo funcionamiento y operatividad son verificados mediante la realización de mantenimientos preventivos y correctivos por parte del equipo de campo de la RMCAB, programados periódicamente mediante un software destinado para este fin.

Los métodos de medición utilizados por los monitores de la RMCAB se encuentran descritos en la lista de métodos de referencia y equivalentes designados, publicada en junio de 2017⁴. Los métodos de referencia se encuentran establecidos en el Título 40 del CFR (*Code of Federal Regulations*), los cuales están aprobados por la *Environmental Protection Agency* (EPA) de Estados Unidos. Para cada contaminante se encuentra definido un método de referencia específico, de acuerdo con el método equivalente por el cual funciona cada monitor, lo cual se encuentra establecido en los apéndices de la Parte 50 del Título 40 del CFR⁵. (Tabla 15)

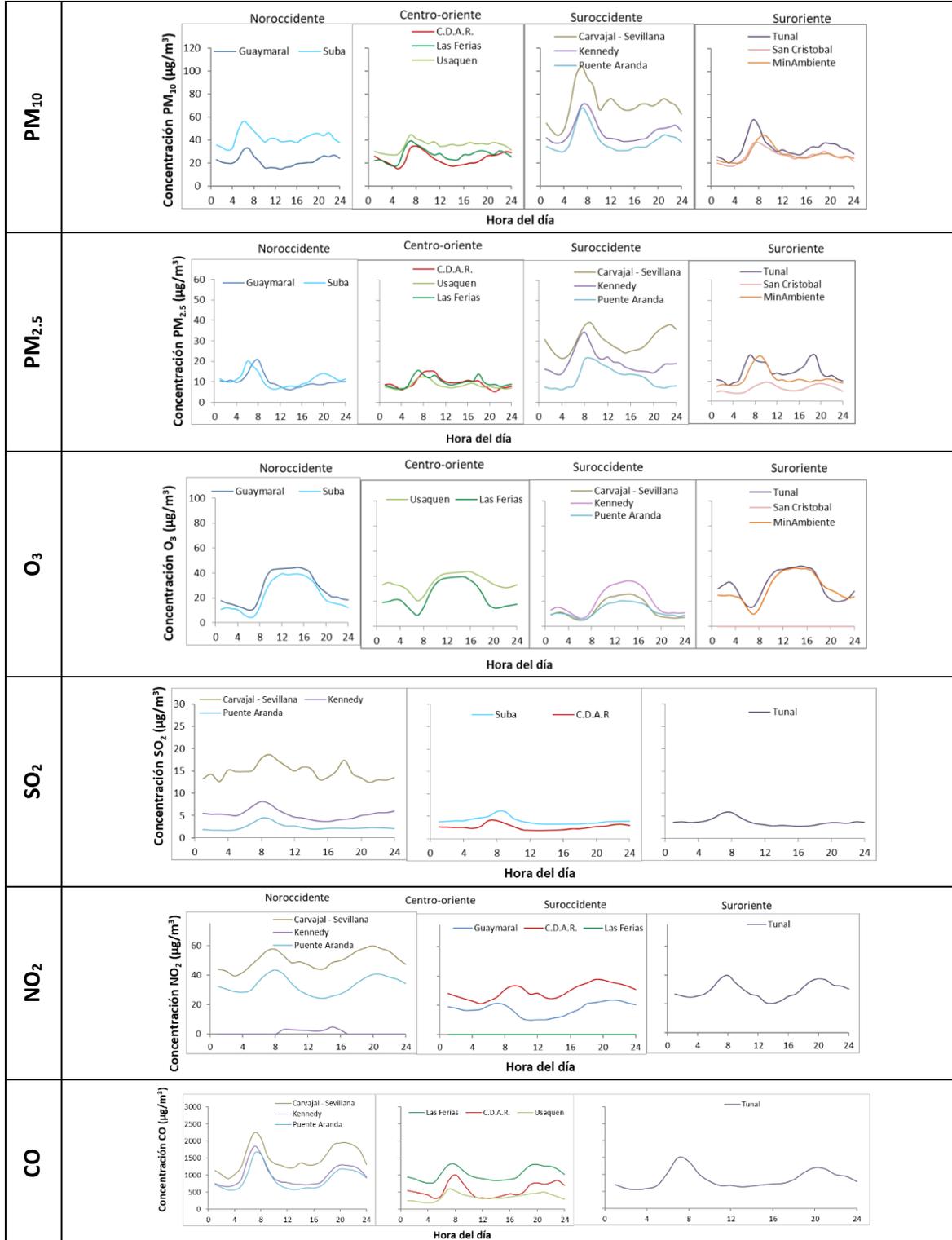
Tabla 15. Técnicas de medición automáticas de los equipos de la RMCAB, métodos equivalentes y de referencia EPA

Contaminante	Principio de Medición	Método equivalente automatizado EPA	Apéndice Parte 50 del CFR
PM ₁₀	Atenuación por Radiación Beta	EQPM-0798-122	J
PM _{2,5}	Atenuación por Radiación Beta	EQPM-0609-183	L
		EQPM-0308-170	
O ₃	Espectrofotometría de Absorción en el Ultravioleta	EQQA-0992-087	D
		EQQA-0193-091	
NO ₂	Quimioluminiscencia	RFNA-1289-074	F
		RFNA-1194-099	
CO	Espectrofotometría de Absorción en el Infrarrojo	RFCA-0992-088	C
		RFCA-0981-054	
		RFCA-1093-093	
SO ₂	Fluorescencia Pulsante en el Ultravioleta	EQSA-0495-100	A-1
		EQSA-0486-060	

⁴ United States Environmental Protection Agency. List of designated reference and equivalent methods. June 16, 2017. <https://www3.epa.gov/ttn/amtic/criteria.html>

⁵ 40 CFR Appendix Table A-1 to Subpart A of Part 53, Summary of Applicable Requirements for Reference and Equivalent Methods for Air Monitoring of Criteria Pollutants. https://www.law.cornell.edu/cfr/text/40/appendix-Table_A-1_to_subpart_A_of_part_53

A. Promedios horarios de contaminantes tercer trimestre 2018 Julio - Septiembre



NOTA

El análisis realizado en el presente informe trimestral corresponde a los datos recolectados por la Red de Monitoreo de Calidad el Aire de Bogotá – RMCAB durante el período comprendido entre el 1 de julio y el 30 de septiembre de 2018, y adicionalmente los resultados del informe sólo están relacionados con los ítems ensayados o calibrados.

Este informe fue elaborado con base en el modelo de los informes periódicos de la RMCAB establecido en el procedimiento interno PA10-PR04 Generación y Control de Informes de la RMCAB (v. 5.0). Adicionalmente para la validación de los datos se tiene en cuenta lo definido en el procedimiento interno PA10-PR05- Validación de datos de la RMCAB (v. 3.0), y los procesos de monitoreo de contaminantes en la RMCAB se realizan bajo los siguientes procedimientos internos:

PA10-PR02 (v. 10.0)	Operación de la Red de Monitoreo y Calidad del Aire de Bogotá
PA10-PR06 (v. 6.0)	Monitoreo y revisión rutinaria de la operación del analizador de PM ₁₀ y PM _{2,5}
PA10-PR07 (v. 5.0)	Monitoreo y revisión rutinaria de la operación de los analizadores de los gases NO _x , SO ₂ , CO y O ₃

Elaboró:

Eaking Alberto Ballesteros Urrutia – PROFESIONAL RMCAB - SDA

Edna Lizeth Montealegre Garzón – PROFESIONAL RMCAB - SDA

Daissy Lizeth Zambrano Bohórquez – PROFESIONAL RMCAB – SDA

Jennyfer Montoya Quiroga - PROFESIONAL RMCAB – SDA

Zaira Natalia Torres Castro - PROFESIONAL RMCAB – SDA

Ana Cecilia Gálvez Lozada – PROFESIONAL AIRE, RUIDO Y RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA - SDS

Revisó

Luis Álvaro Hernández González – COORDINADOR TÉCNICO RMCAB

José Hernán Garavito Calderón – COORDINADOR GENERAL RMCAB

Leonardo Quiñones Cantor – COORDINADOR SATAB

Aprobó

Oscar Alexander Ducuara Falla - SUBDIRECTOR DE CALIDAD DEL AIRE, AUDITIVA Y VISUAL

FIN DEL INFORME