

Marzo 2019

Informe mensual de Calidad Del Aire en Bogotá

**Red de Monitoreo de Calidad
del Aire de Bogotá - RMCAB**



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE

Estación Centro de Alto Rendimiento



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

Luis Alvaro Hernández González
Coordinador Técnico de la RMCAB

Daissy Lizeth Zambrano Bohórquez
Eaking Ballesteros Urrutia
Edna Lizeth Montealegre Garzón
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

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 mes de marzo de 2019, 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 mes de marzo de 2019, las abreviaturas de las estaciones usadas en las tablas y gráficas, y los números con los que se identifican en los mapas.

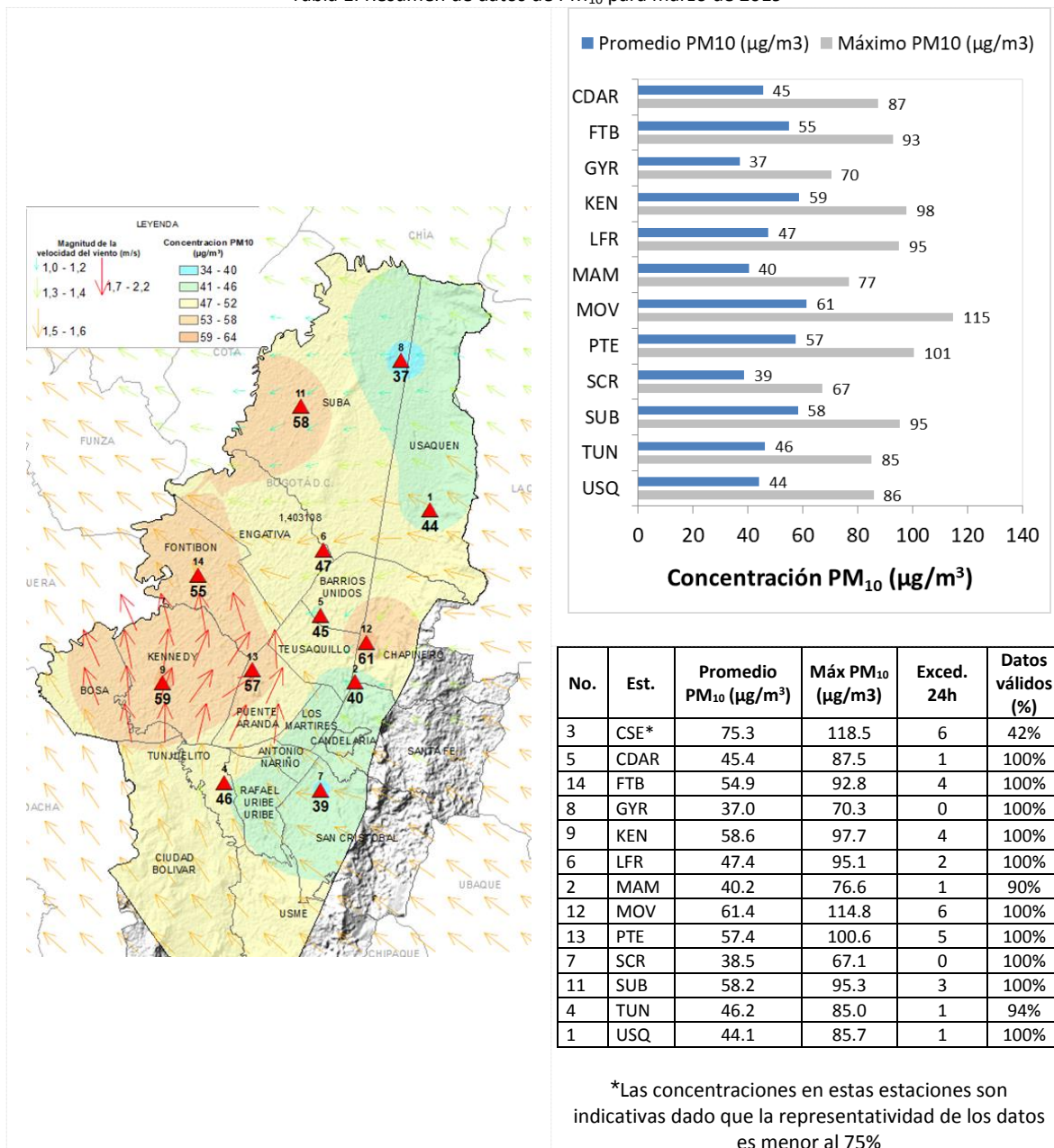
Estación	Guaymaral	Usaquén	Suba	Las Ferias	Centro de Alto Rendimiento	Estación Móvil	MinAmbiente	Fontibón	Puente Aranda	Kennedy	Carvajal-Sevillana	Tunal	San Cristóbal	Bolivia
Abrev.	GYR	USQ	SUB	LFR	CDAR	MOV	MAM	FTB	PTE	KEN	CSE	TUN	SCR	BOL
No. Estación	8	1	11	6	5	12	2	14	13	9	3	4	7	10

2 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM₁₀

La Tabla 1 muestra los datos obtenidos para material particulado PM₁₀ en el mes de marzo de 2019, incluyendo las concentraciones promedio mensuales, concentraciones diarias máximas, número de excedencias a la norma diaria establecida por la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y porcentaje de datos válidos en el mes (de acuerdo al total de datos diarios registrados), además de la distribución espacial de las concentraciones.

Se observa que las mayores concentraciones como promedio mensual se presentaron en el centro y suroccidente de la ciudad en la Estación Móvil (**61.4 µg/m³**) y Kennedy (**58.6 µg/m³**) respectivamente, mientras que las menores concentraciones se presentaron en la zona norte en la estación Guaymaral (**37.0 µg/m³**) y en la zona sur en la estación San Cristóbal (**38.5 µg/m³**). Las concentraciones máximas diarias para el mes fueron de **114.8 µg/m³** en la Estación Móvil y de **100.6 µg/m³** en Puente Aranda; dichos valores sobrepasaron el nivel máximo definido por la norma nacional diaria (75 µg/m³), al igual que los valores máximos de las demás estaciones, a excepción de las estaciones Guaymaral y San Cristóbal.

Tabla 1. Resumen de datos de PM₁₀ para marzo de 2019



La Figura 1 presenta las concentraciones diarias de PM₁₀ del mes, comparadas con el valor máximo establecido por la norma nacional. De acuerdo a la ubicación, se observa que las concentraciones más altas de PM₁₀ se presentaron en la zona suroccidental (Carvajal-Sevillana, Kennedy y Puente Aranda) y centro (Estación Móvil), principalmente en la última semana del mes, debido a fenómenos locales que disminuyeron la dispersión de contaminantes; las concentraciones más bajas se observan en la zona sur (San Cristóbal) y zona norte (Guaymaral), en la segunda semana del mes. En el mes de marzo de 2019 se presentaron treinta y cuatro (34) excedencias de los promedios diarios de concentración con respecto a la norma nacional diaria de PM₁₀ según la Resolución 2254

de 2017 del MADS ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en las estaciones Carvajal-Sevillana (6), Estación Móvil (6), Puente Aranda (5), Fontibón (4), Kennedy (4), Suba (3), Las Ferias (2), Centro de Alto Rendimiento (1), MinAmbiente (1), Tunal (1) y Usaquén (1).

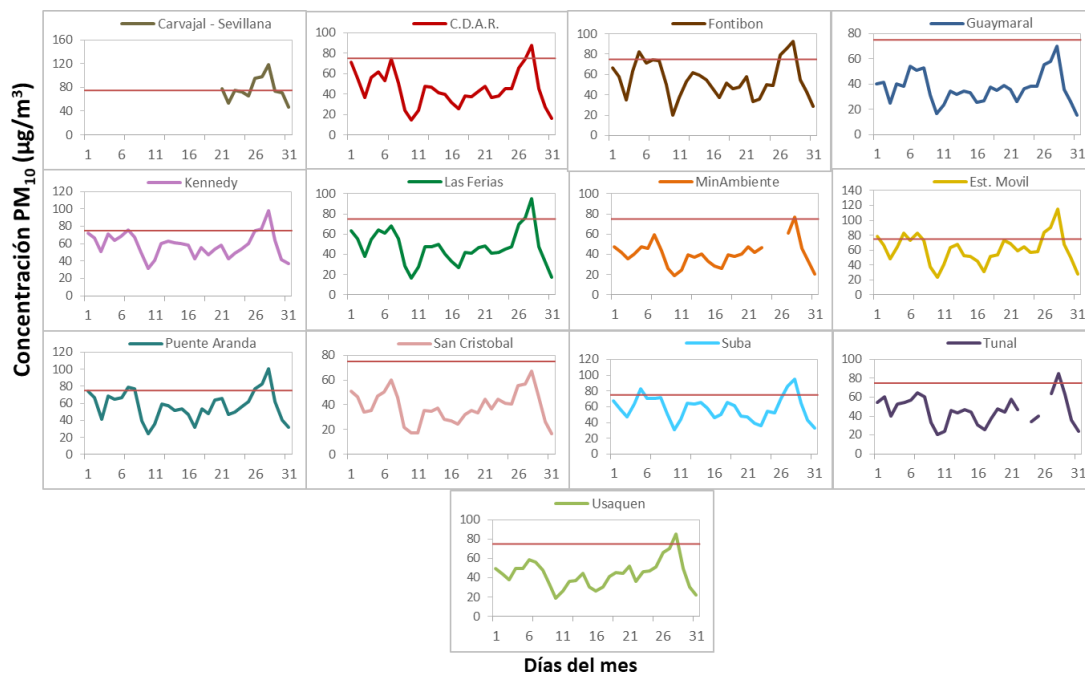


Figura 1. Comportamiento de las concentraciones diarias de PM_{10} para marzo de 2019

La Figura 2 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones promedio mensual de PM_{10} para el mes de marzo en los últimos 4 años. En general se observa que las concentraciones más altas se registraron en el año 2016, siendo el registro más alto el de la estación Carvajal con $88 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En el año 2019 las concentraciones se mantuvieron o aumentaron respecto a los datos del año anterior, a excepción de las estaciones Puente Aranda, Tunal y Usaquén que registraron disminuciones respecto al 2018. La estación Usaquén registró la mayor reducción en el 2019 con respecto al mes de marzo del año anterior, con $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de diferencia.

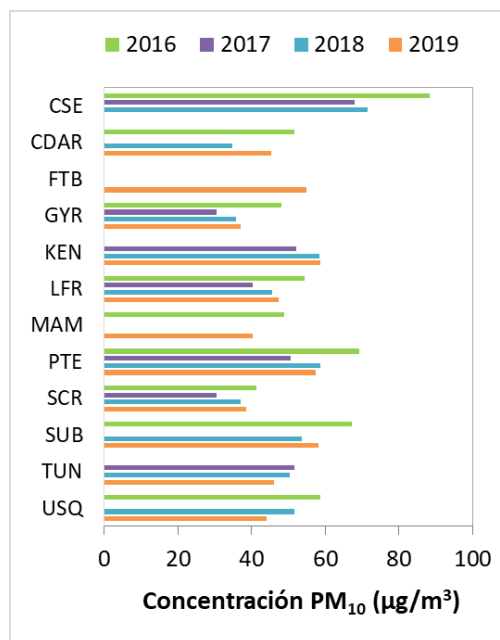


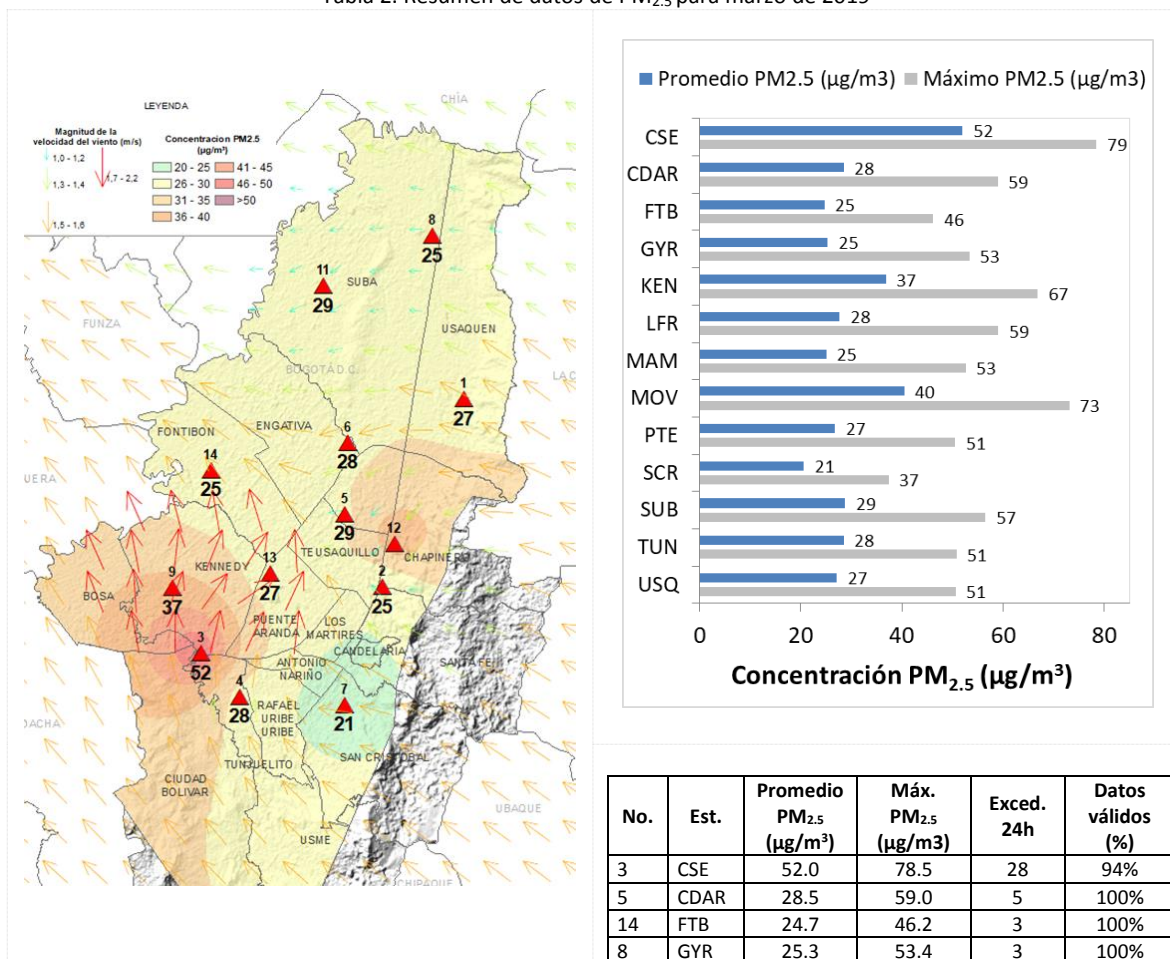
Figura 2. Comportamiento interanual de las concentraciones de PM_{10} (2016-2017-2018-2019) para los meses de marzo

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

La Tabla 2 muestra los datos obtenidos para material particulado PM_{2.5} en el mes de marzo de 2019, incluyendo las concentraciones promedio mensuales, concentraciones diarias máximas, número de excedencias a la norma diaria establecida por la Resolución 2254 de 2017 del MADS y el porcentaje de datos válidos en el mes (de acuerdo al total de datos diarios registrados), además de la distribución espacial de las concentraciones.

Se observa que las mayores concentraciones como promedio mensual se presentaron en la zona suroccidental de la ciudad en la estación Carvajal - Sevillana con **52.0 µg/m³** y en la zona centro, en la Estación Móvil con **40.5 µg/m³**; mientras que las menores concentraciones se presentaron en las estaciones San Cristóbal con **20.6 µg/m³** y Fontibón con **24.7 µg/m³**. La concentración máxima diaria de PM_{2.5} para el mes fue de **78.5 µg/m³** en la estación Carvajal - Sevillana, seguida de **73.1 µg/m³** en la Estación Móvil; las concentraciones máximas registradas en todas las estaciones (a excepción de San Cristóbal) sobrepasaron la norma nacional diaria (37 µg/m³).

Tabla 2. Resumen de datos de PM_{2.5} para marzo de 2019



	9	KEN	36.9	66.9	17	100%
	6	LFR	27.7	59.0	4	100%
	2	MAM	25.1	52.7	3	90%
	12	MOV	40.5	73.1	20	100%
	13	PTE	26.8	50.5	2	100%
	7	SCR	20.6	37.4	1	100%
	11	SUB	28.8	56.5	4	100%
	4	TUN	28.5	50.8	7	97%
	1	USQ	27.2	50.6	4	97%

La Figura 3 presenta las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$ comparadas con el nivel máximo permisible establecido por la norma nacional. De acuerdo a la ubicación, se observa que las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ se presentaron en la zona suroccidente (Carvajal-Sevillana y Kennedy) y en la zona central de la ciudad (Estación Móvil), durante todo el mes; mientras que las concentraciones más bajas se registraron en la zona sur (San Cristóbal), en segunda semana del mes. En marzo de 2019 se presentaron cuarenta y nueve (49) excedencias al valor establecido por la norma nacional diaria de $PM_{2.5}$ ($37 \mu g/m^3$) en la estación Carvajal-Sevillana (22), Móvil (15), Kennedy (11) y Tunal (1).

Durante el mes de marzo permanecieron las condiciones de alta contaminación por material particulado en la ciudad, influenciadas por baja velocidad de los vientos, provenientes del occidente en su mayoría, y arrastre de material particulado, evidenciando que se registraron excedencias respecto a la norma diaria en varias estaciones de la RMCAB, y por consiguiente se declararon alertas por contaminación atmosférica durante el mes, naranja en la zona suroccidental y amarilla en el resto de la ciudad.

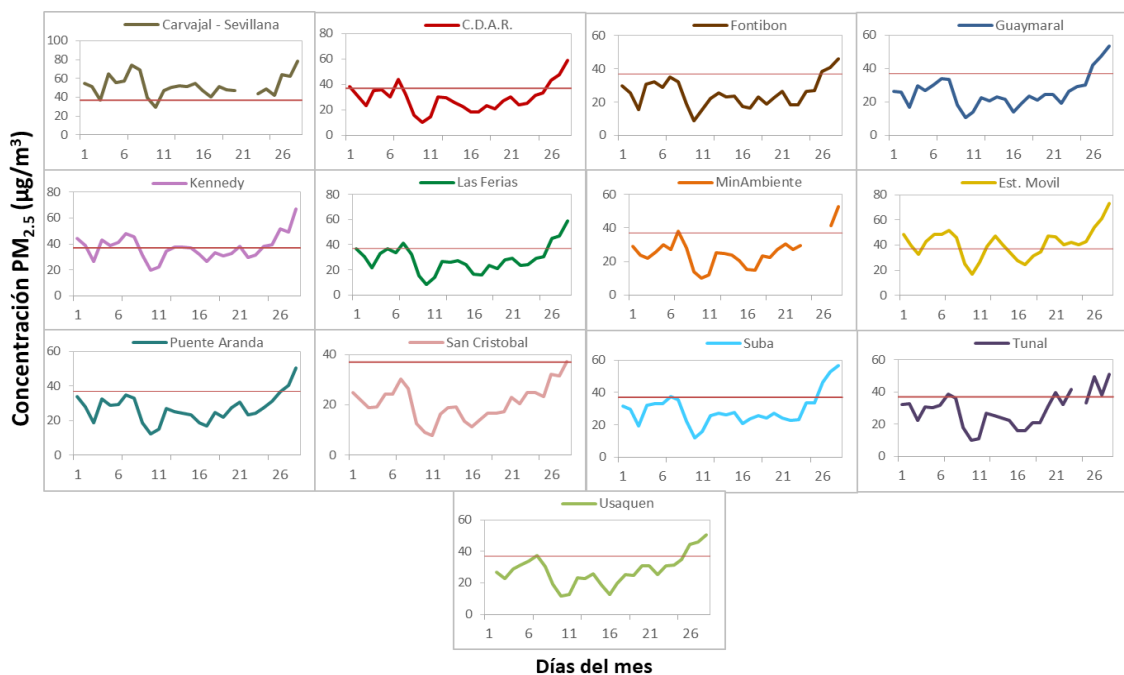


Figura 3. Comportamiento de las concentraciones diarias $PM_{2.5}$ para marzo de 2019

La Figura 4 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones de $PM_{2.5}$ para el mes de marzo en los últimos 4 años. La estación Carvajal-Sevillana registra las concentraciones más altas en la ciudad, registrando además en el 2019 el valor más alto en los últimos años, con $52 \mu g/m^3$, indicando que el primer trimestre del año es la época crítica por contaminación de $PM_{2.5}$, en especial en el suroccidente de la ciudad. En las demás estaciones, hubo una tendencia al incremento de las concentraciones en relación a las registradas en el 2018, registrando valores similares a los presentados en el 2016. El mayor incremento se dio en la estación Carvajal-Sevillana, con $19 \mu g/m^3$ de incremento.

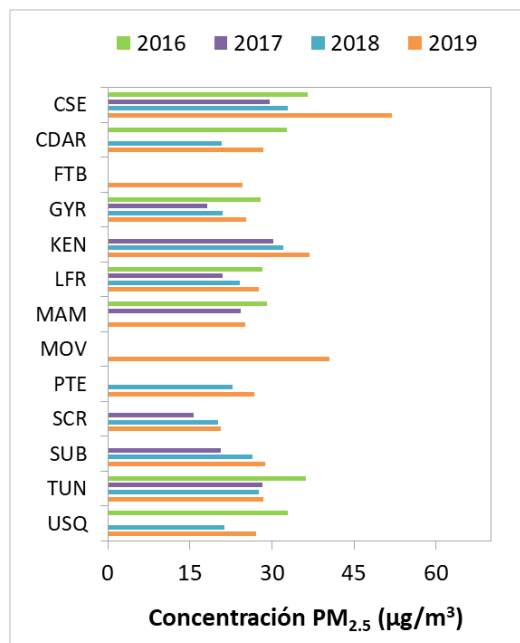


Figura 4. Comportamiento interanual de las concentraciones de $PM_{2.5}$ (2016-2017-2018-2019) para los meses de marzo

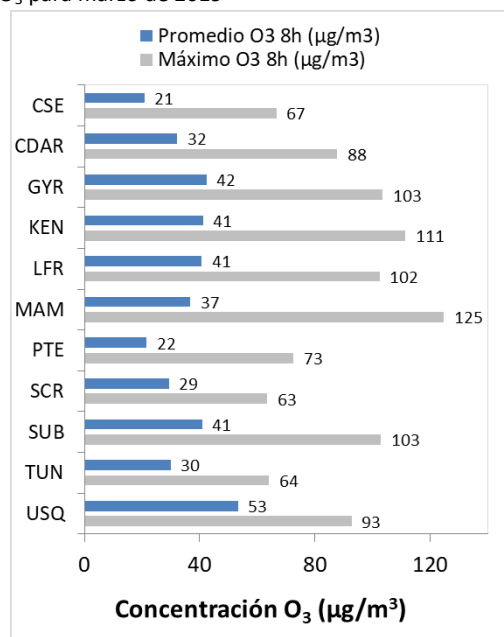
4 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE OZONO (O_3). PROMEDIOS MÓVILES DE 8 HORAS.

La Tabla 3 presenta los datos obtenidos para ozono (O_3) en el mes de marzo de 2019, incluyendo los promedios mensuales, concentraciones 8 horas máximas, número de excedencias a la norma 8 horas establecida por la Resolución 2254 de 2017 del MADs y porcentaje de datos válidos en el mes (de acuerdo al total de datos de media móvil 8 horas).

Se observa que las mayores concentraciones como promedio mensual 8 horas se presentaron en las estaciones Usaquén con $53.320 \mu g/m^3$ y Guaymaral con $42.413 \mu g/m^3$; mientras que las menores concentraciones se presentaron como es usual en la zona suroccidente, en las estaciones Carvajal - Sevillana con $20.904 \mu g/m^3$ y Puente Aranda con $21.671 \mu g/m^3$. Esto evidencia que se mantiene el comportamiento de concentraciones altas en la zona nororiental de la ciudad. La concentración máxima con base en promedios 8 horas fue de $124.734 \mu g/m^3$ en la estación MinAmbiente, seguida de $111.294 \mu g/m^3$ en la estación Kennedy.

Tabla 3. Resumen de datos de O₃ para marzo de 2019

Est.	Promedio O ₃ (µg/m ³)	Máx. O ₃ (µg/m ³)	Exc. 8h	Datos válidos (%)
CSE	20.904	66.634	0	100%
CDAR	32.269	87.800	0	93%
FTB*	33.896	75.733	0	7%
GYR	42.413	103.446	4	88%
KEN	41.197	111.294	7	100%
LFR	40.689	102.416	3	78%
MAM	36.846	124.734	6	86%
PTE	21.671	72.545	0	100%
SCR	29.313	63.446	0	100%
SUB	40.906	102.893	2	99%
TUN	29.875	64.108	0	100%
USQ	53.320	92.705	0	100%



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

La Figura 5 presenta el comportamiento de la captura de datos durante el mes de marzo y las concentraciones comparadas respecto a la norma nacional 8 horas. De acuerdo a las gráficas por estación, se observa que las concentraciones más altas de O₃ se presentaron al nororiente de la ciudad, en las estaciones Guaymaral y MinAmbiente y en el occidente en la estación Kennedy, en la cuarta semana del mes; mientras que las concentraciones más bajas se observaron en el suroccidente, en las estaciones Puente Aranda y Carvajal-Sevillana, en la segunda semana del mes. La estación Fontibón retomó el monitoreo del contaminante en la última semana después del mantenimiento realizado al equipo desde Febrero de 2019.

En marzo de 2019, se registraron veintidós (22) excedencias de los promedios 8 horas de concentración con respecto a la norma nacional (8 horas) de O₃ según la Resolución 2254 de 2017 del MADS (100 µg/m³) en la estación Kennedy (7), MinAmbiente (6), Guaymaral (4), Las Ferias (3) y en la estación Suba (2).

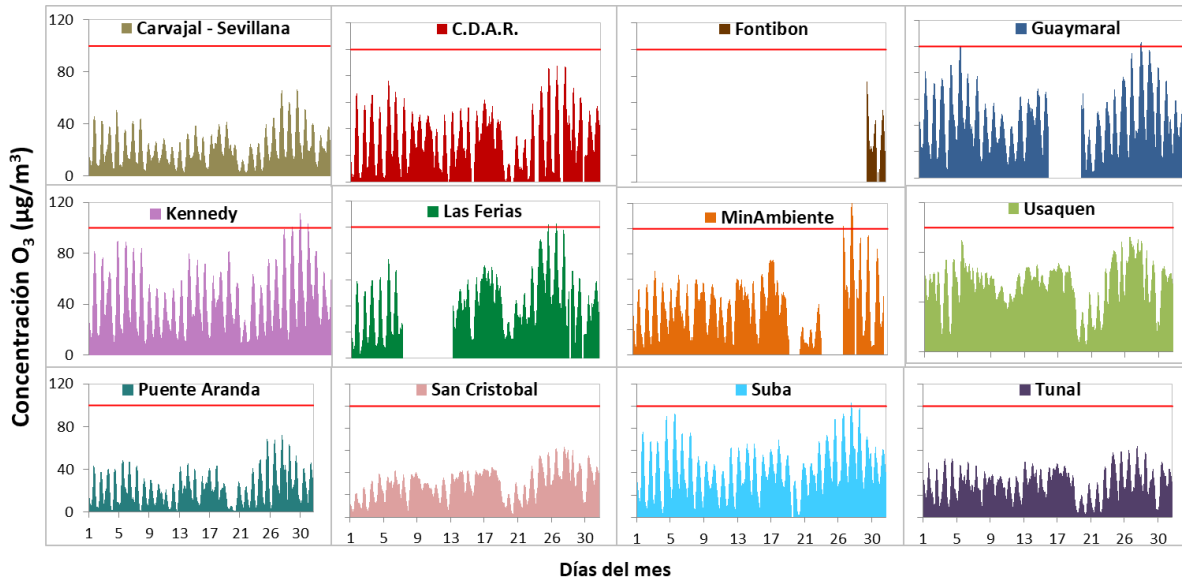


Figura 5. Comportamiento de las concentraciones 8h de O₃ para marzo 2019 y comparación con norma nacional.

La Figura 6 muestra el comportamiento interanual de las concentraciones de O₃ del mes de marzo en los últimos 4 años. Se observa que en algunas estaciones las concentraciones registradas en el mes para el año 2019 fueron mayores a las registradas los años anteriores, y similares a las del año 2016 en algunas estaciones. La estación Usaquén registró el mayor aumento en relación al año anterior con 13 µg/m³, mientras que la estación San Cristóbal presentó la mayor reducción frente al registro del año 2018, con 20 µg/m³, debido a que el año anterior hubo un aumento notable de concentración de ozono hacia el suroriente de la ciudad.

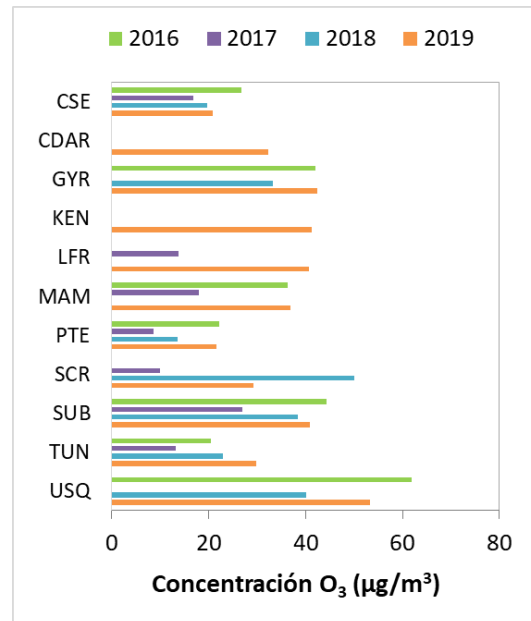


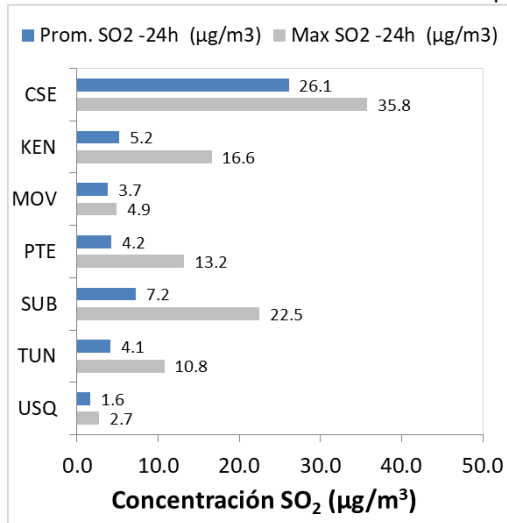
Figura 6. Comportamiento interanual de las concentraciones de O₃ (2016-2017-2018-2019) para los meses de marzo

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

Las Tabla 4, Tabla 5, y Tabla 6 presentan las concentraciones promedio mensuales y máximas de dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂) y monóxido de carbono (CO), correspondientes

al mes de marzo de 2019. 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 mes de marzo de 2019, e históricamente las concentraciones se han mantenido por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad vigente (Resolución 2254 de 2017 del MADS) en sus respectivos tiempos de exposición. Adicionalmente, la afectación a la salud pública causada por los efectos potenciales de estos contaminantes es menor que la generada por el material particulado y el ozono.

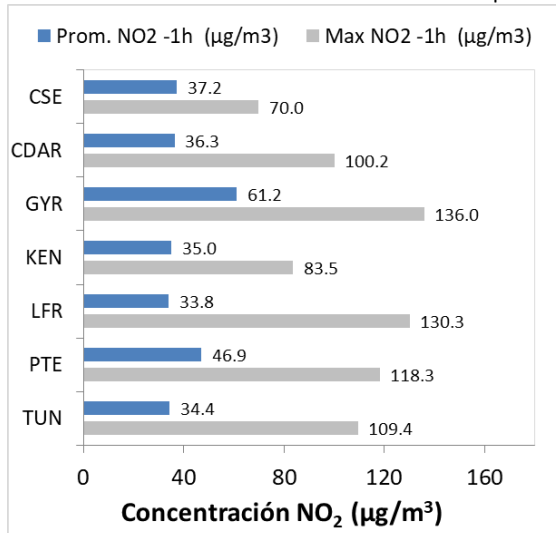
Tabla 4. Resumen de los promedios 24 horas para SO₂, marzo 2019.



Est.	Prom. SO ₂ (µg/m³)	Máx. SO ₂ (µg/m³)	Exc. 24h	Exc. 1h	Datos válidos (%)
CSE	26.1	35.8	0	0	97%
CDAR*	2.9	6.8	0	0	61%
KEN	5.2	16.6	0	0	100%
MOV	3.7	4.9	0	0	100%
PTE	4.2	13.2	0	0	100%
SUB	7.2	22.5	0	0	100%
TUN	4.1	10.8	0	0	100%
USQ	1.6	2.7	0	0	100%

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

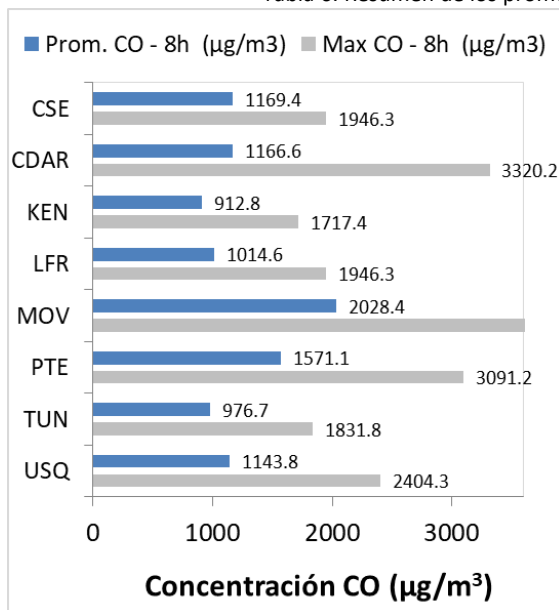
Tabla 5. Resumen de los promedios horarios para NO₂, marzo 2019.



Est.	Prom. NO ₂ (µg/m³)	Máx. NO ₂ (µg/m³)	Exc. 1h	Datos válidos (%)
CSE	37.2	70.0	0	99%
CDAR	36.3	100.2	0	100%
FTB*	53.8	110.6	0	8%
GYR	61.2	136.0	0	99%
KEN	35.0	83.5	0	82%
LFR	33.8	130.3	0	99%
PTE	46.9	118.3	0	100%
TUN	34.4	109.4	0	99%

*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. marzo 2019.



Est.	Prom. CO (µg/m³)	Máx. CO (µg/m³)	Exc. 8h	Exc. 1h	Datos válidos (%)
CSE	1169.4	1946.3	0	0	100%
CDAR	1166.6	3320.2	0	0	100%
FTB*	422.9	4007.2	0	0	74%
KEN	912.8	1717.4	0	0	100%
LFR	1014.6	1946.3	0	0	100%
MOV	2028.4	4007.2	0	0	98%
PTE	1571.1	3091.2	0	0	76%
TUN	976.7	1831.8	0	0	100%
USQ	1143.8	2404.3	0	0	100%

5.1 INDICE BOGOTANO DE CALIDAD DEL AIRE (IBOCA)

El Índice Bogotano de Calidad de Aire, IBOCA, adoptado mediante la Resolución Conjunta 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 y que se basa en el contaminante que presenta la mayor afectación a la salud en un momento determinado, sin embargo, puede ser calculada para cada contaminante prioritario con el fin de establecer la importancia en términos de afectación para cada uno.

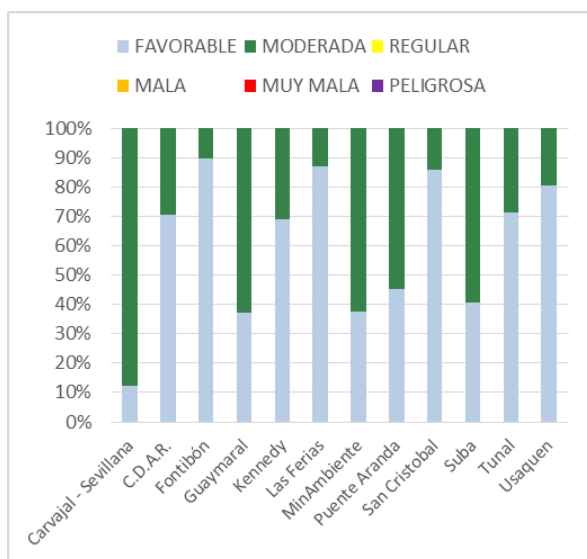


Figura 7. IBOCA para PM₁₀ por estación en marzo 2019

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. La estación Carvajal-Sevillana presenta la condición de calidad del aire “moderada” en mayor proporción, durante un 88% del mes, mientras que la estación Fontibón presentó la mejor condición de calidad del aire, con un 90% del tiempo en el estado “favorable”.

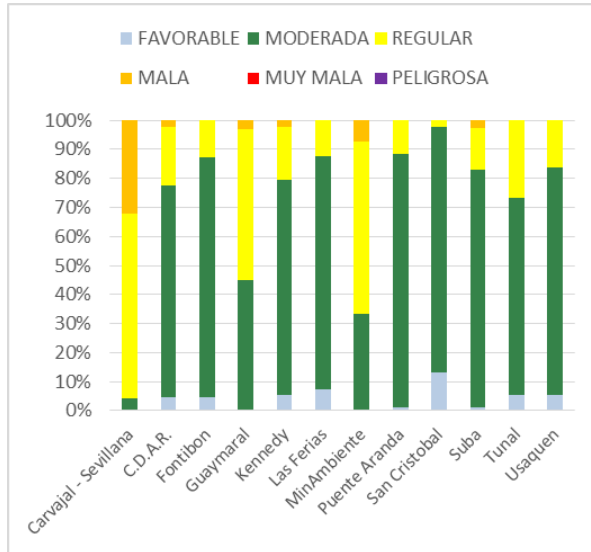


Figura 8. IBOCA para PM_{2.5} por estación en marzo 2019

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 mes de marzo predominan las categorías “mala”, “regular” y “moderada”. La estación Carvajal-Sevillana presentó el estado de calidad del aire más desfavorable, con una condición “moderada” durante el 4% del mes, “regular” el 64% y “mala” el 32% del tiempo, mientras que la estación San Cristóbal presenta el mejor estado de la calidad del aire con una condición “mala” el 2% del mes, “moderada” el 84% y “favorable” el 13% del tiempo.

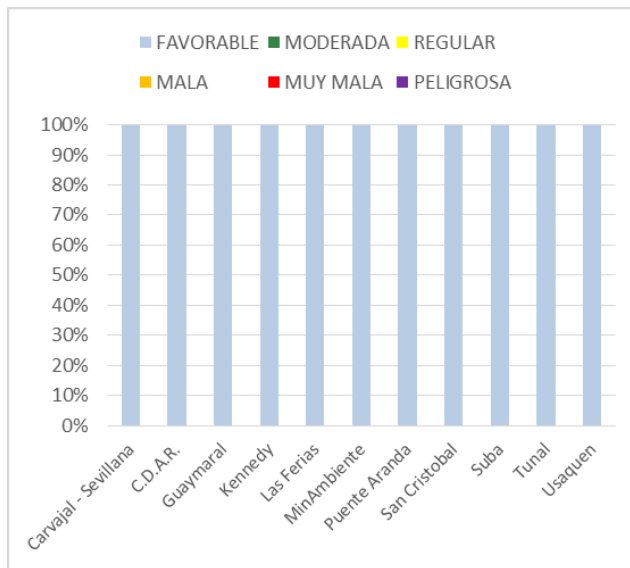


Figura 9. IBOCA para O₃ por estación en marzo 2019

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 mes de marzo.

6. COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN

En términos de precipitación, el mes de marzo es un mes de transición en la zona andina. Históricamente se reconoce como el fin de la temporada seca y el comienzo de las precipitaciones del primer periodo lluvias del año en la ciudad de Bogotá. Sin embargo, en marzo de 2019 las precipitaciones registraron una ligera disminución con respecto al mes de marzo de 2018. Esto puede explicarse como parte de la variabilidad climática. Sin embargo, es de resaltar que el mes de marzo de 2018 fue uno de los más lluviosos de los últimos 10 años. Esta ligera diferencia en cuanto al mes de marzo de 2018 y marzo de 2019 puede obedecer a condiciones contrarias en cuanto al comportamiento de El Niño; en 2018 por ejemplo, el mes de marzo estuvo bajo la influencia de La

Niña, en tanto que este año el índice ONI, con un valor de 0.8 para el mes de marzo, indica la influencia de un episodio El Niño en proceso de maduración.

En este mes, al igual que en marzo de 2018, el sector de la ciudad que registró mayor precipitación fue Usaquén; a este sector les sucedieron los sectores de CDAR y San Cristóbal. De acuerdo con la Figura 10 es deducible que en el sector de Usaquén se presentaron lluvias intensas puesto que el número de días con precipitación fue menor que los otros sectores de la ciudad, pero el acumulado de lluvias fue mayor que en las demás estaciones. Por ejemplo, en el sector de Las Ferias el número de días con lluvia fue de 19, pero el total precipitado durante el mes, ligeramente superó los 80 mm. Ver además Tabla 7. Se debe anotar que las estaciones sin datos, no cumplieron con el criterio de representatividad temporal (mayor al 75%).

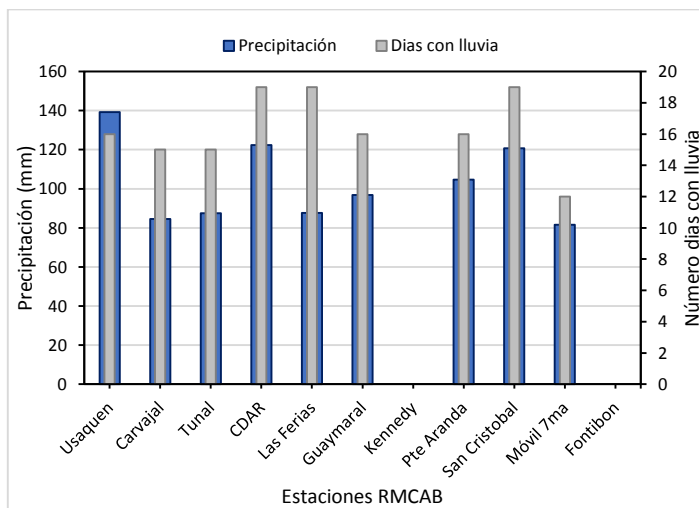


Figura 10 Precipitación media mensual por estaciones y número de días con precipitación (marzo-2019).

Tabla 7 Precipitación acumulada media mensual por estaciones y número de días con lluvia (marzo -2019)

Estación	Precipitación acumulada (mm/mes)	Días con lluvia
USQ	139	16
CSE	85	15
TUN	88	15
CDAR	122	19
LFR	88	19
GYR	97	16
KEN	0	0
SUB	No Data	0
PTE	105	16
MAM	No Data	0
SCR	121	19
MOV	82	12
BOL	No Data	0
FTB	0	0

7. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA

Probablemente asociado a la influencia de El Niño en marzo de 2019, las temperaturas del aire en superficie registradas en la ciudad de Bogotá, fueron relativamente altas con respecto al mes de marzo de 2018. En marzo de 2019 la temperatura media superficial en gran parte de la ciudad estuvo por encima de los 15 °C, sólo hacia el sector sur oriente históricamente se han registrado las temperaturas medias más bajas de la ciudad, las cuales estuvieron en torno a los 14 °C. En el sector suroccidente y centro oriente se presentaron las más altas temperaturas del mes, con valores medios por encima de los 16 °C. Ver Figura 11 y Figura 12.

Cabe notar que durante el mes de marzo la influencia de las inversiones térmicas se redujo, esto debido al paso de la zona de confluencia intertropical por esta franja del país, con lo cual se incrementa la cobertura de nubes en la ciudad, se reduce la pérdida de calor y por consiguiente una disminución en la ocurrencia de gradientes positivos de temperatura (inversiones) en la superficie de la ciudad. De este modo las temperaturas mínimas y máximas absolutas se incrementaron favoreciendo la dispersión de contaminantes atmosféricos en la

ciudad. Ver Tabla 8.

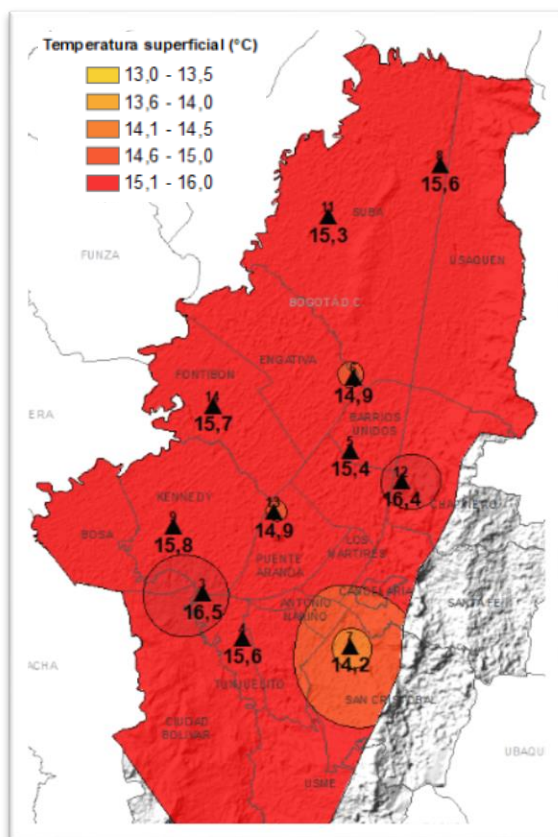


Figura 11. Mapa del promedio de temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB con base en el método de interpolación de Kriging - marzo 2019

Tabla 8. Resumen Temperaturas medias, máximas y mínima absolutas por estaciones y promedio ciudad. marzo 2019

No.	Estación	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura media (°C)
1	USQ	8,8	23,8	15,2
3	CSE	9,9	23,8	16,5
4	TUN	6,4	26,8	15,6
5	CDAR	6,8	25,1	15,4
6	LFR	8,8	22,8	14,9
8	GYR	6,9	25,3	15,6
9	KEN	10,4	21,7	15,8
11	SUB	8	26,5	15,3
13	PTE	9,3	21,8	14,9
2	MAM	No Data	No Data	No Data
7	SCR	7,7	21,5	14,2
12	MOV	10,4	24,7	16,4
10	BOL	No Data	No Data	No Data
14	FTB	10	22	15,7
	Promedio	8,3	24,2	15,5

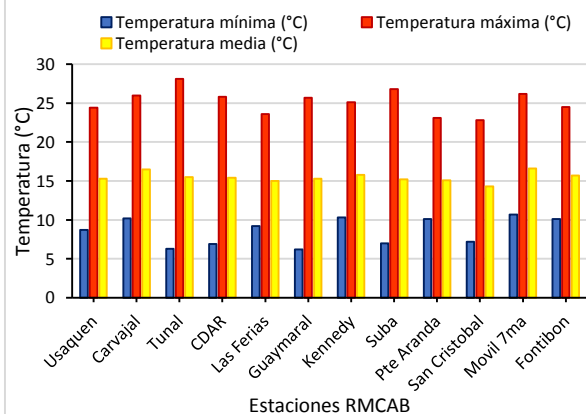


Figura 12. Temperaturas medias, máximas y mínimas absolutas por estaciones. marzo 2019

8. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO.

Durante el mes de marzo 2019 la velocidad media del viento fluctuó entre 1.0 y 2.3 m/s; valores ligeramente superiores con respecto al mes de marzo de 2018. Las medias más altas ocurrieron, como es frecuente, hacia el sector suroccidental; en esta ocasión se presentaron velocidades del viento relativamente fuertes hacia el centro de la ciudad, aproximadamente por un corredor entre

Usaquén y el Centro de Alto Rendimiento como se observa en la Figura 13. Las velocidades máximas absolutas superaron los 5 m/s. Ver Tabla 9.

Nótese, que el comportamiento promedio de la dirección del viento en la ciudad, es el de vientos de componente sureste; sin embargo, durante el mes de marzo la componente sur tuvo una fuerte influencia y en algunas ocasiones predominaron del oeste, sobre todo hacia el sector de Puente Aranda, con posibles cizalladuras y por consiguiente vórtices turbulentos en el centro geográfico de la ciudad. Estas variaciones de la dirección del viento se pueden observar en mayor detalle en las rosas de viento de la Figura 15.

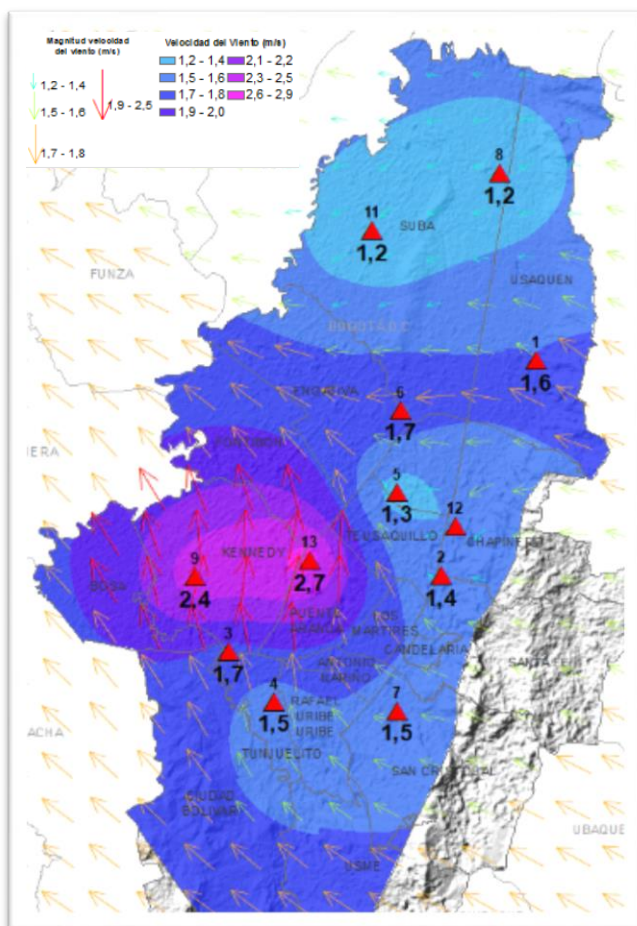


Figura 13. Velocidad promedio (Superficie en colores) y Dirección promedio (Vectores) del Viento de Bogotá con base en la interpolación de Kriging – marzo 2019

Tabla 9. Velocidades reportadas para marzo de 2019

No.	Estación	Vel. mínima	Vel. máxima	Vel. media
1	USQ	0	5,5	1,6
3	CSE	0,1	6,5	1,6
4	TUN	0,1	5	1,4
5	CDAR	0	5	1,1
6	LFR	0,1	4,7	1,5
8	GYR	0	3,3	1,1
9	KEN	0,1	6,3	2,2
11	SUB	0	3,9	1
13	PTE	0,1	7,2	2,3
2	MAM	0	6,1	1,2
7	SCR	0	5,8	1,6
12	MOV	0,1	4,7	1,3
10	BOL	Sin Dato	Sin Dato	Sin Dato
	Promedio Ciudad	0,1	5,3	1,5

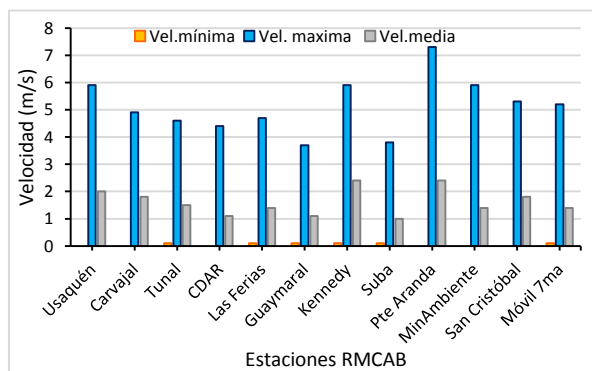
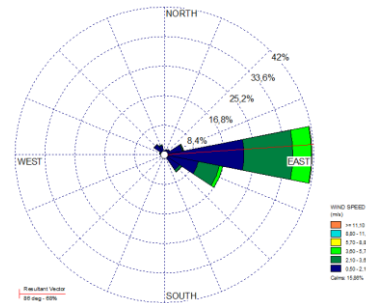
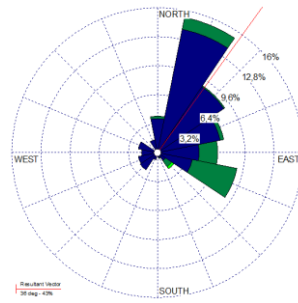


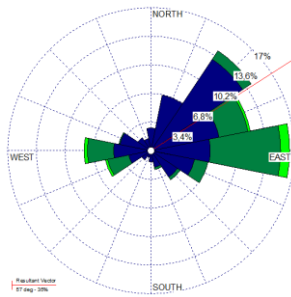
Figura 14 Velocidad del viento media, máxima y mínima absolutas por estación – marzo 2019

Secretaría Distrital de Ambiente
Dirección de Control Ambiental
Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual-SCAAV
Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB

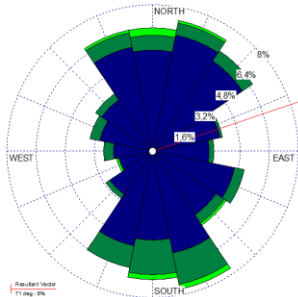
N.A



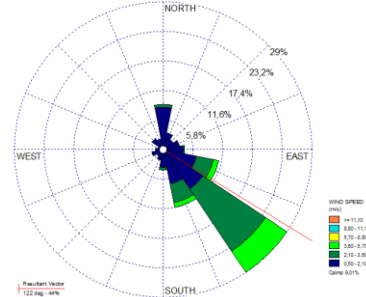
a) Bolivia



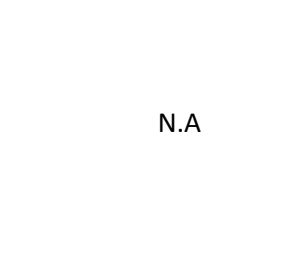
b) Suba



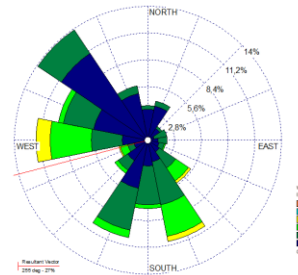
c) Guaymaral



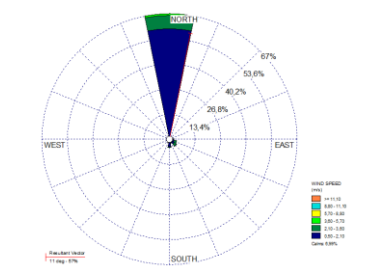
d) Las Ferias



e) CDAR

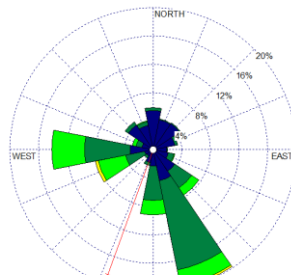


f) Usaquén

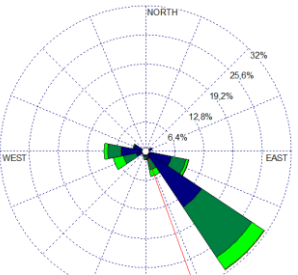


N.A

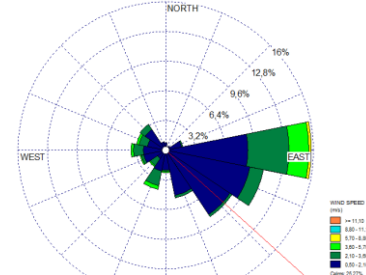
g) Fontibón



h) Puente Aranda



i) Móvil 7ma



j) Kennedy



k) Carvajal



l) MinAmbiente



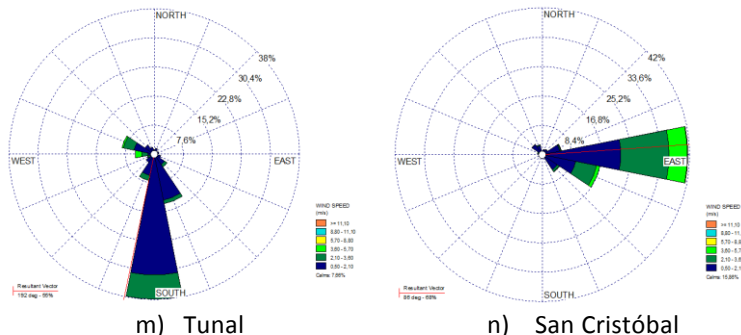


Figura 15. Rosas de viento – marzo de 2019.

8.1. Estimación de la Altura de la Capa Límite

En cuanto al comportamiento de la altura de la capa de mezcla promedio en la ciudad de Bogotá, no se observan cambios importantes en el mes de marzo de 2019, sólo una ligera reducción respecto del mes anterior en la hora que alcanza mayor altura, es decir, entre las cuatro y las cinco de la tarde. Posiblemente se deba a una ligera reducción de las temperaturas del aire a nivel de superficie con respecto al mes de febrero, que fue levemente más cálido. De acuerdo con los registros de las estaciones de alta precisión destinadas para describir la micro meteorología de la ciudad, así como los reportes del METAR, preparado por el IDEAM, Las condiciones micrometeorológicas predominantes para el mes de marzo, se describen a continuación.

La Figura 16 describe el perfil medio horario mensual de la altura de la capa de mezcla para norte y el sur de la ciudad para el mes de marzo. De acuerdo con dicha figura en las horas de la madrugada y la noche cuando las fuerzas predominantes son las mecánicas, en promedio no superó los 200 m; salvo hacia el sur de la ciudad en horas nocturnas la altura donde fluctuó entre 200 m y 300 m, entre las ocho y las 12 la noche. En horas diurnas, en promedio la altura de la capa de mezcla logró superar los 1400 m, pero inferior a los 1600 m alcanzados durante el mes de febrero en la hora en la que se presenta mayor convección térmica o las fuerzas convectivas en toda la ciudad. Figura 16 a) y b).

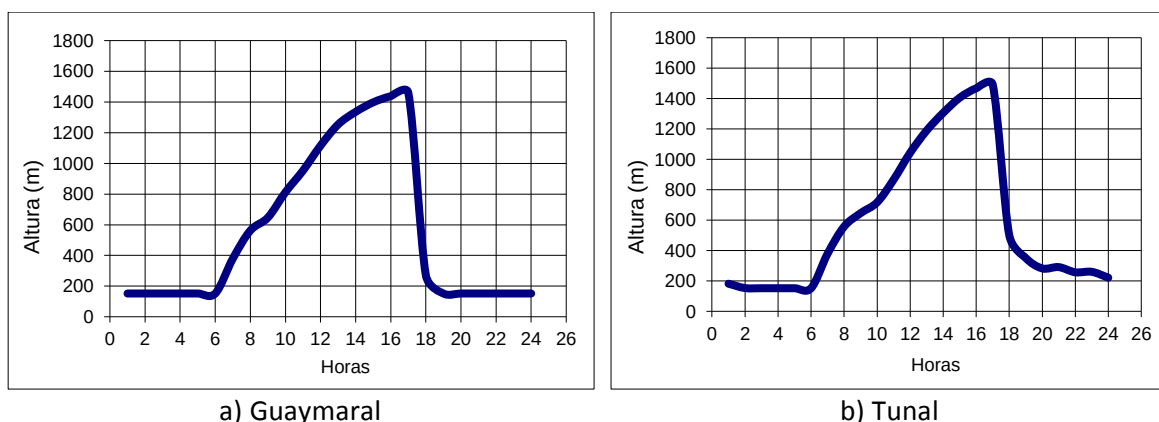


Figura 16. Estimación del perfil promedio horario mensual de la altura de la capa de mezcla a) Guaymaral y b) Tunal - marzo de 2019

Para el mes de marzo las categorías de estabilidad predominantes durante las diferentes fracciones del día, se resumen en la Tabla 10 y la Tabla 11. Su comportamiento tiene un patrón normal; es decir, en horas de la madrugada y la noche predominan las estabilidades E y F, cuando la radiación solar disminuye y en consecuencia la velocidad del viento, haciendo menos favorable la dispersión de contaminantes en la atmósfera local. Por el contrario, las estabilidades que son más propicias para la dispersión de los contaminantes ocurren entre las nueve de la mañana y las cuatro la tarde, cuando toma mayor fuerza la convección térmica debida a la influencia del sol.

Tabla 10. Estimación de la altura de la capa de mezcla de la ciudad de Bogotá. Estación Guaymaral - marzo de 2019

Hora Local	Vel Viento	T	R _g	R _n	z ₀	z _m	u ₀	N	H ₀	Q*	LN (z _m /z ₀)	C _{DN}	u ₀ ²	C	u*	h _{mec}	h _{conv}	H _z	Estab
Hr	m/s	°C	W/m ²	W/m ²	m	m	m/s								m/s	m	m	m	
1	0,7	12,8	0,0	-45,9	1	6	-	5	-10,5	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
2	0,7	12,6	0,0	-59,5	1	6	-	3	-16,5	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
3	0,6	12,1	0,0	-46,4	1	6	-	5	-10,5	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
4	0,6	12,0	0,0	-46,5	1	6	-	5	-10,5	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
5	0,7	11,9	0,0	-39,8	1	6	-	6	-7,5	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
6	0,6	11,9	0,0	-39,8	1	6	-	6	-7,5	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
7	0,8	12,2	39,4	0,5	1	6	0,23	8	10,3	0,14	1,8	-	-	-	0,29	379	206	379	D
8	0,9	14,4	198,0	103,0	1	6	0,23	7	54,9	-	1,8	-	-	-	0,42	562	382	562	C
9	1,2	16,4	297,8	172,4	1	6	0,27	7	84,8	-	1,8	-	-	-	0,49	647	554	647	B
10	1,2	18,1	514,2	314,1	1	6	0,28	6	146,8	-	1,8	-	-	-	0,61	812	767	812	B
11	1,3	19,3	582,1	361,3	1	6	0,30	6	167,1	-	1,8	-	-	-	0,63	842	953	953	A
12	1,5	20,2	607,2	379,3	1	6	0,34	6	174,7	-	1,8	-	-	-	0,62	824	1115	1115	A
13	1,7	21,1	588,0	367,2	1	6	0,38	6	168,9	-	1,8	-	-	-	0,61	812	1253	1253	A
14	1,5	20,7	383,4	234,6	1	6	0,35	7	110,5	0,14	1,8	-	-	-	0,53	710	1335	1335	B
15	1,9	19,6	309,5	183,4	1	6	0,43	7	88,4	0,14	1,8	-	-	-	0,55	735	1397	1397	B
16	1,6	18,8	212,4	116,7	1	6	0,38	7	59,2	0,24	1,8	-	-	-	0,48	643	1437	1437	C
17	1,5	18,0	135,1	56,7	1	6	0,34	6	33,0	0,27	1,8	-	-	-	0,42	558	1459	1459	D
18	1,2	16,7	0,0	-36,1	1	6	-	6	-7,5	0,32	1,8	0,23	0,06	0,24	0,20	271	271	271	F
19	0,9	15,3	0,0	-44,0	1	6	-	5	-10,5	0,49	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
20	0,9	14,7	0,0	-44,5	1	6	-	5	-10,5	0,69	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
21	0,9	14,3	0,0	-44,8	1	6	-	5	-10,5	0,53	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
22	0,9	14,0	0,0	-45,0	1	6	-	5	-10,5	0,96	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
23	0,7	13,5	0,0	-45,4	1	6	-	5	-10,5	0,64	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
24	0,8	13,1	0,0	-45,7	1	6	-	5	-10,5	0,46	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F

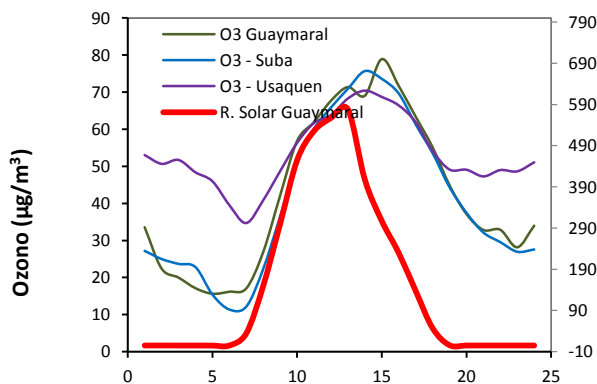
Tabla 11. Estimación de la altura de la capa de mezcla de la ciudad de Bogotá. Estación Tunal - marzo de 2019

Hora Local	Vel Viento	T	R _g	R _n	z ₀	z _m	u ₀	N	H ₀	Q*	LN (z _m /z ₀)	C _{DN}	u ₀ ²	C	u*	h _{mec}	h _{conv}	H _z	Estab
hr	m/s	°C	W/m ²	W/m ²	m	m	m/s	Octas							m/s	m	m	m	
1	1,1	12,4	0,0	-52,9	1	6	-	4	-8,1	-	1,8	0,23	0,06	0,02	0,14	182	182	182	F
2	1,0	12,2	0,0	-46,3	1	6	-	5	-6,9	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,12	153	153	153	F
3	1,0	12,0	0,0	-46,5	1	6	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
4	0,9	11,8	0,0	-46,6	1	6	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
5	0,9	11,6	0,0	-46,7	1	6	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
6	0,8	11,5	0,0	-40,1	1	6	-	6	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F

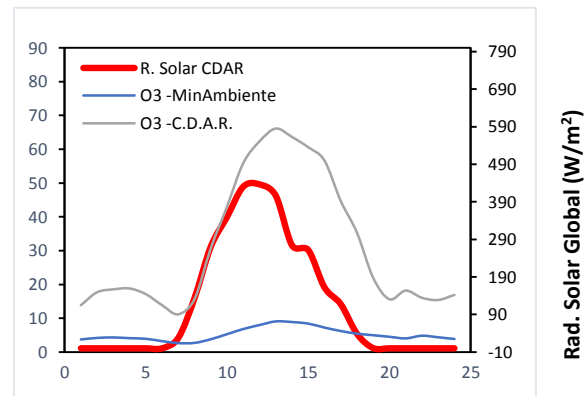
Hora Local	Vel Viento	T	R _g	R _n	z _o	z _m	u _o	N	H _o	Q*	LN (z _m /z _o)	C _{DN}	u _o ²	C	u*	h _{mec}	h _{conv}	H _z	Estab
hr	m/s	°C	W/m ²	W/m ²	m	m	m/s	Octas							m/s	m	m	m	
7	0,9	11,8	39,4	0,2	1	8	0,23	8	10,3	0,14	1,8	-	-	-	0,29	379	206	379	D
8	1,1	14,2	198,0	102,9	1	7	0,26	7	54,9	0,21	1,8	-	-	-	0,42	557	382	557	C
9	1,3	16,6	297,8	172,6	1	7	0,31	7	84,8	0,35	1,8	-	-	-	0,49	646	554	646	B
10	1,6	18,6	375,1	226,8	1	6	0,36	7	108,0	0,55	1,8	-	-	-	0,53	708	717	717	B
11	1,6	20,4	424,6	262,2	1	6	0,37	7	122,9	0,62	1,8	-	-	-	0,55	738	866	866	B
12	1,6	21,3	607,2	380,5	1	6	0,36	6	174,7	0,59	1,8	-	-	-	0,62	819	1043	1043	A
13	1,9	21,4	588,0	367,5	1	6	0,43	6	168,9	0,97	1,8	-	-	-	0,62	830	1189	1189	A
14	2,5	20,8	525,6	324,6	1	5	0,57	6	150,2	2,31	1,8	-	-	-	0,71	943	1305	1305	B
15	2,4	20,3	501,4	300,9	1	6	0,55	5	139,9	2,00	1,8	-	-	-	0,68	907	1405	1405	B
16	2,1	19,6	344,0	193,4	1	6	0,48	5	92,7	1,37	1,8	-	-	-	0,60	796	1467	1467	B
17	2,0	18,4	159,7	67,1	1	5	0,47	5	37,4	1,23	1,8	-	-	-	0,54	724	1491	1491	C
18	1,8	16,9	0,0	-49,3	1	5	-	4	-22,5	-	1,8	0,23	0,06	0,67	0,38	501	501	501	F
19	1,4	14,9	0,0	-51,0	1	5	-	4	-15,7	-	1,8	0,23	0,06	0,43	0,26	351	351	351	F
20	1,2	14,2	0,0	-51,6	1	5	-	4	-12,7	-	1,8	0,23	0,06	0,27	0,21	282	282	282	F
21	1,2	13,8	0,0	-51,9	1	5	-	4	-13,0	-	1,8	0,23	0,06	0,29	0,22	291	291	291	F
22	1,2	13,3	0,0	-52,2	1	5	-	4	-11,5	-	1,8	0,23	0,06	0,20	0,19	257	257	257	F
23	1,2	12,9	0,0	-52,5	1	5	-	4	-11,6	-	1,8	0,23	0,06	0,21	0,20	260	260	260	F
24	1,1	13,6	0,0	-52,1	1	5	-	4	-9,9	-	1,8	0,23	0,06	0,10	0,17	221	221	221	F

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

En el mes de marzo las características nubosas permiten una reducción de la cantidad de radiación solar entrante. Consecuentemente, ocurre una reducción en la producción de ozono troposférico, toda vez que el proceso de formación de ozono, responde primordialmente a la fotodisociación (ruptura molecular por radiación solar ultravioleta) de las moléculas promotoras como los NO_x; no obstante, se debe resaltar que se puede presentar otros procesos que contribuyen con la formación de ozono en horas nocturnas. En razón de lo anterior, se observa que las mayores cantidades de ozono se produjeron en las horas con mayor intensidad de radiación solar, en tanto que la producción en horas nocturnas es inferior. Figura 17 a) y d).



a) Zona norte



b) Zona centro

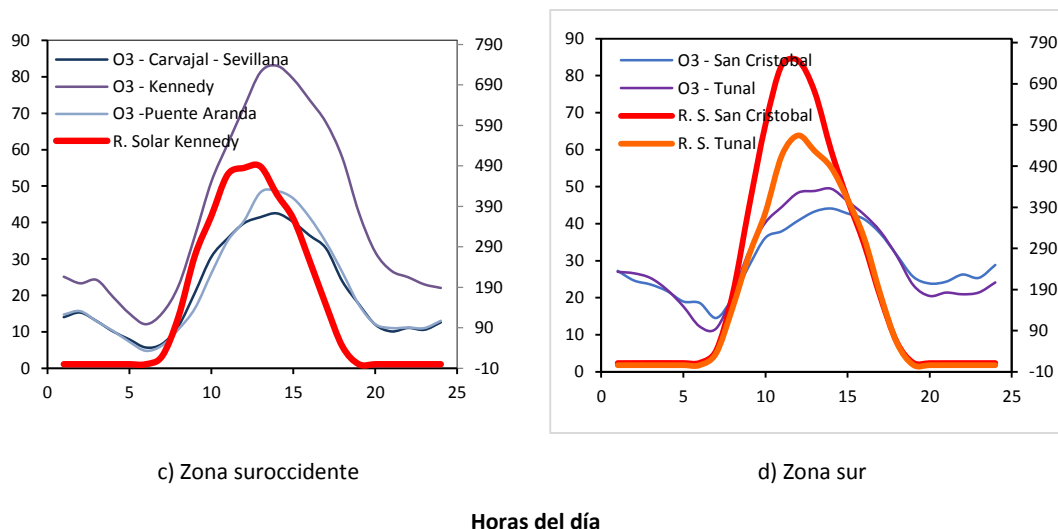


Figura 17. Comportamiento horario de O_3 ($\mu g/m^3$) y su relación con la Radiación Solar entrante (W/m^2), marzo 2019. a) zona norte, b) zona centro, c) zona suroccidente y d) zona sur

10. REPORTE MENSUAL DE VALIDACIÓN SIMCAB

El presente informe corresponde al reporte de validación del comportamiento del modelo WRF y los modelos de pronóstico CMAQ y CALPUFF del mes de marzo de 2019 con respecto de los datos medidos por parte de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire de Bogotá – RMCAB, para el mismo periodo

10.1. MODELO METEOROLÓGICO WRF

Los diagramas de Taylor (ver Figura 18) y los Box Plot (Ver Figura 19) de las variables meteorológicas continuas permiten observar estadísticos que explican el grado acierto entre lo modelado a través de WRF y los valores medidos por la RMCAB para la ciudad de Bogotá y sus distintas estaciones de monitoreo durante el mes de marzo. De la Figura 18 se deduce que para este mes los elementos meteorológicos con menor grado de correspondencia nuevamente recaen en la velocidad del viento y la presión. Por ejemplo, el error cuadrático medio (RMSE) del viento fue alto, ligeramente por debajo de los 2,0 m/s, un coeficiente de correlación bajo y con una mayor dispersión (BIAS) que la esperada. Aunque la presión tuvo una correlación más estrecha con los valores observados, su desviación estándar fue mayor, con una diferencia de dos desviaciones estándar, respecto del valor observado. En este mes, la temperatura es la variable de mayor correspondencia; en tanto que, el modelo simuló mejor la humedad relativa que la radiación solar.

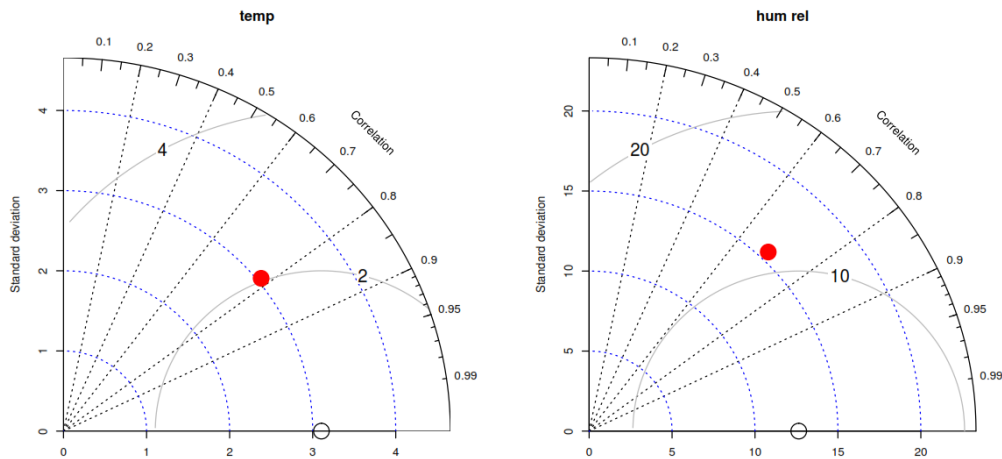
Analizando los elementos por estación, se aprecia que la mayoría de estaciones tuvieron un comportamiento similar al de ciudad. En la velocidad del viento, por ejemplo, las mejores correspondencias se presentaron en las estaciones de Carvajal y Kennedy; y en menor grado las estaciones de CDAR, Las Ferias y Usaqué, cuyos coeficientes de correlación ligeramente superan el

valor 0,3.

En cuanto a la humedad relativa la BIAS del valor modelado con respecto al observado estuvo más cerca que el mes anterior. La BIAS en la estación de Kennedy fue mayor que las demás estaciones, con una diferencia de seis desviaciones respecto del valor observado; entretanto, la estación de Guaymaral presenta una muy buena correlación, menor BIAS y RMSE menor de 10% de humedad; y en el resto de las estaciones el RMSE ligeramente por encima del 10% de humedad. A nivel ciudad el comportamiento es idéntico al estimado por cada estación, con un coeficiente correlación levemente menor.

En cuanto al ciclo diurno de la temperatura a nivel ciudad, las diferencias presentadas son de poca significancia. En el mes de marzo continúa subestimándose la temperatura especialmente entre las 7 am y las 1 pm. En el box plot de la humedad relativa sobre estima en horas de la madrugada y noche con valores medios entre 75% y 90%; para la velocidad la sobre estimación se da en horas de la tarde, con valores modelados por encima de 3 m/s entre las 12 A.M. y las 5 P.M.

En términos de precipitación (ver Tabla 12) la validación se realiza con tablas de contingencia como variable categórica (lluvia – no lluvia). Los resultados indican que en general, el modelo presenta una (BIAS) mayor a 1 lo que indica que para marzo sobrestimó los días con lluvia, sobre todo en Usaquén, Tunal y Guaymaral. Para este mes la probabilidad de detección (POD, por sus siglas en inglés) fue superior al 90%, lo que significa que el modelo simuló bien los días con lluvia; esto lo confirma la razón de falsa alarma (FAR, por sus siglas en inglés), excepto en Kennedy, Min Ambiente y Suba, estaciones en las que no se registraron lluvias por lo que la POD fue 0 y la FAR fue 1.



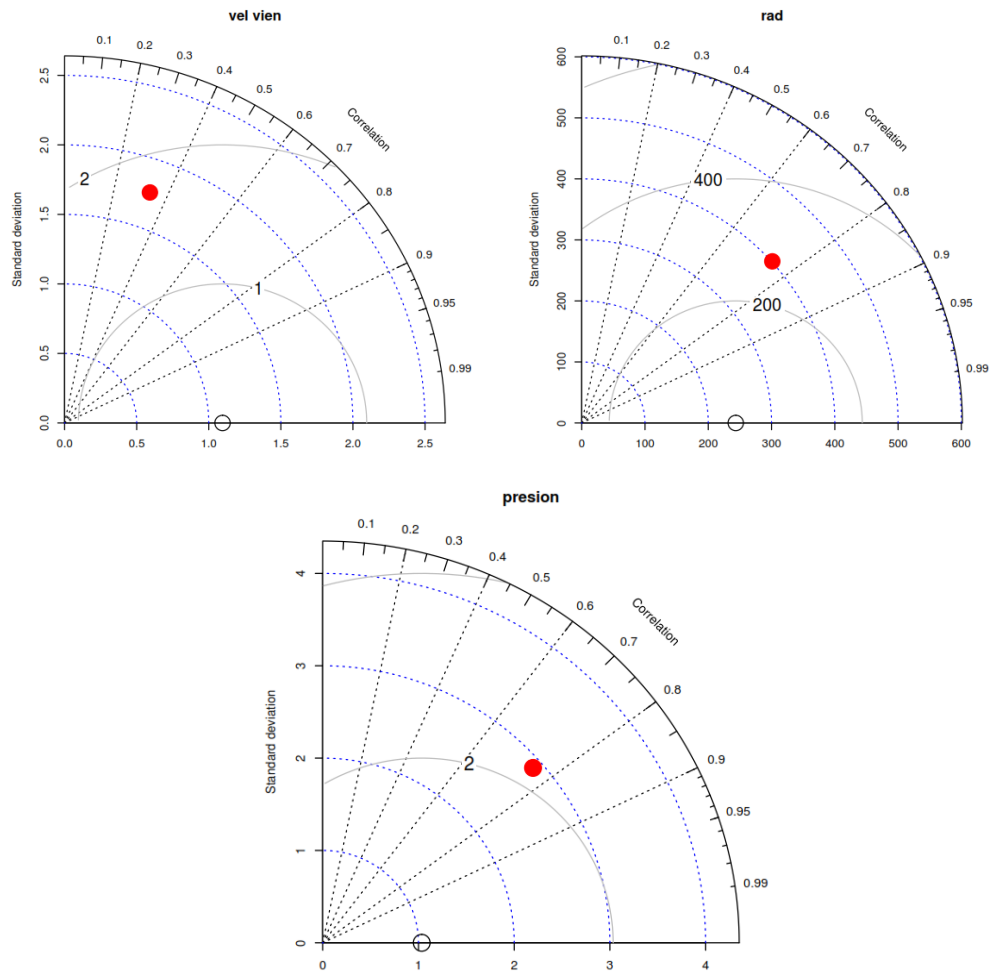


Figura 18. Diagramas de Taylor parámetros meteorológicos. Marzo 2019

Secretaría Distrital de Ambiente
 Dirección de Control Ambiental
 Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual-SCAAV
 Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB

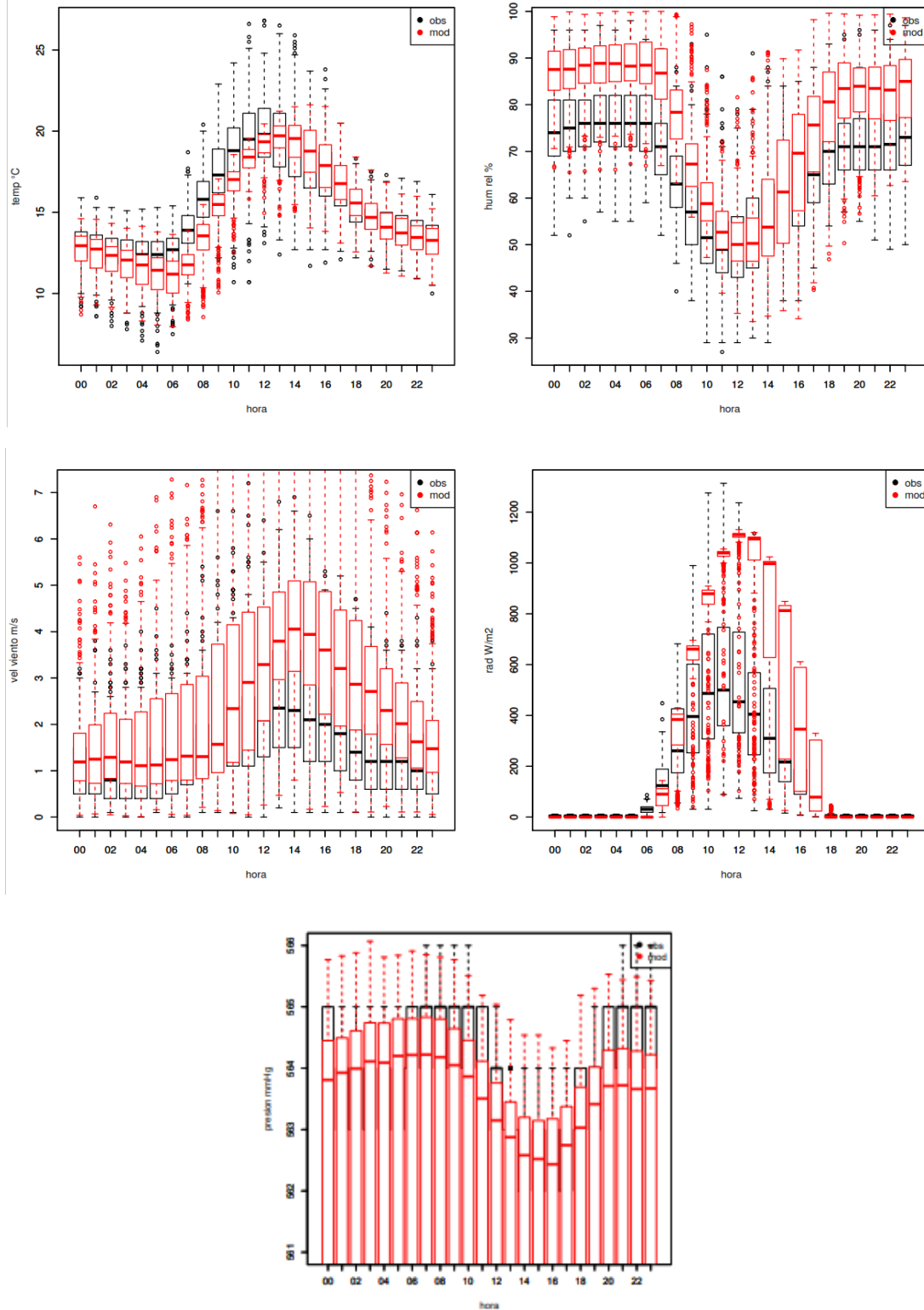


Figura 19. Box Plot parámetros meteorológicos – Marzo 2019

Tabla 12. Datos estadísticos de precipitación por estación - Marzo 2019

ESTACIÓN	THREAT SCORE	POD	FAR	PERCENT CORRECT	BIAS
Bolivia	0.63	1	0.37	0.64	1.58
Carvajal	0.56	1	0.44	0.61	1.8
Guaymaral	0.52	0.94	0.46	0.55	1.75
Kennedy	0	0	1	0.13	NA
Las Ferias	0.58	0.95	0.4	0.58	1.58
MinAmbiente	0	0	1	0.1	NA
Puente Aranda	0.5	0.94	0.48	0.52	1.81
San Cristóbal	0.67	0.95	0.31	0.71	1.37
Suba	0	0	1	0.03	NA
Tunal	0.56	1	0.44	0.61	1.8
Usaquén	0.55	1	0.45	0.58	1.81

10.2. MODELO DE PRONÓSTICO

A partir de los datos medidos en las estaciones de la red de monitoreo de calidad de aire en la ciudad, se realizó una validación del modelo de pronóstico para los contaminantes PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, SO₂ y CO en el mes de Marzo de 2019. Para el material particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}), se realizó el diagrama de Taylor para los promedios diarios, dado que éstos valores son los que se comparan con la normatividad actual. Con los ajustes a los resultados producto del análisis del modelo con observaciones en meses anteriores, se estableció que, para PM₁₀, el modelo tiene una correlación de Pearson cercana a 0.70, adicionalmente, el modelo presenta un RMSE cercano a 11 µg/m³; Por otro lado, para PM_{2.5} el modelo tiene una correlación con respecto a los datos observados de 0.65, con un RMSE de 8 µg/m³. Ver Figura 20.

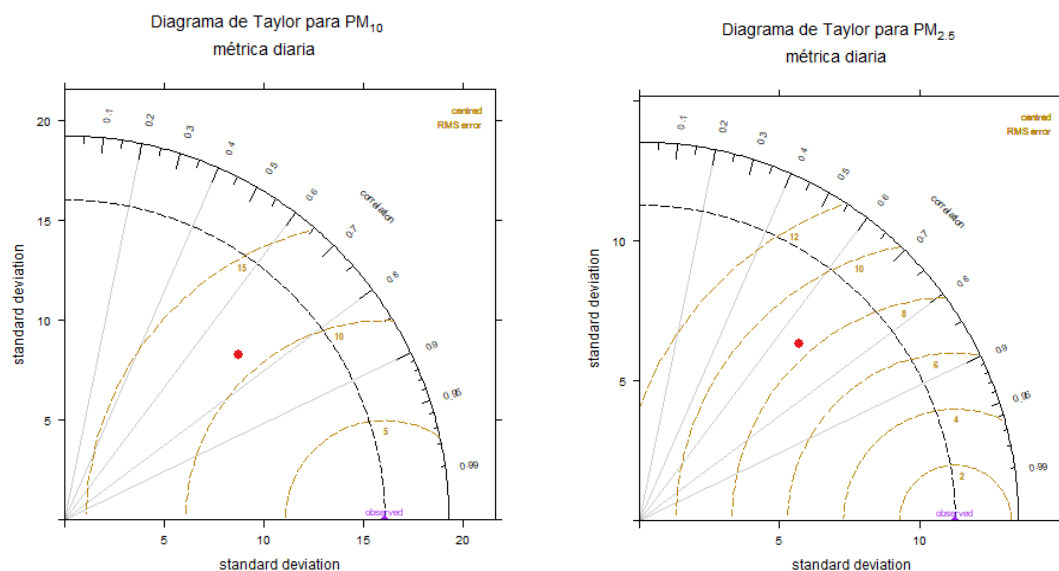


Figura 20: Diagramas de Taylor para material particulado, en métrica diaria

En cuanto a los gases, el CO es el que mejor se representa en métrica horaria por el modelo con un RMSE menor a 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y una correlación de Pearson cercana a 0.80; mientras que los demás gases muestran correlaciones cercanas a 0.7. Ver *Figura 21*.

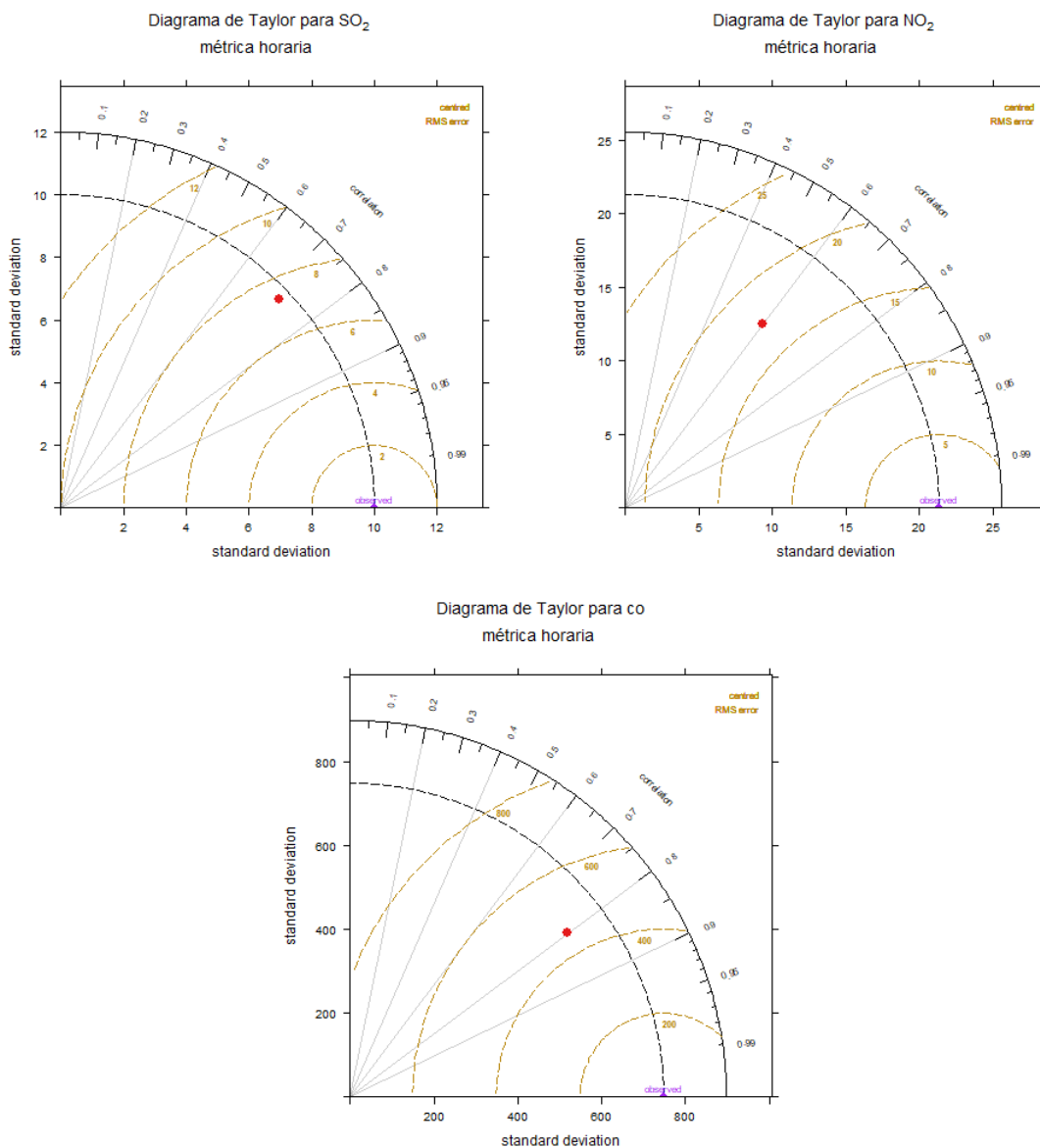


Figura 21: Diagramas de Taylor para NO_2 , CO, y SO_2 , en métrica horaria

Dado que el material particulado es el contaminante más crítico en la ciudad, se muestra en la Tabla 13 información de sesgos (bias, definido como concentración modelada menos concentración observada), que muestra el comportamiento promedio de los sesgos del modelo para el mes de marzo de 2019, por estación. De esta tabla se puede concluir que para este mes, el modelo tendió a subestimar las concentraciones de material particulado hasta 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en promedio para PM10 y hasta 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en promedio para PM2.5.

Tabla 13. Sesgos en los promedios diarios de material particulado determinados para marzo 2019 por el modelo (IC 95%).

Estación	Sesgo diario PM ₁₀ (µg/m ³)	Sesgo diario PM _{2.5} (µg/m ³)
Carvajal-Sevillana	-4 ± 13	-4 ± 12
CDAR	-5 ± 13	-4 ± 8
Fontibón	-3 ± 14	-2 ± 7
Guaymaral	-5 ± 9	-4 ± 8
Kennedy	-5 ± 12	-4 ± 9
Las Ferias	-5 ± 12	-5 ± 9
MinAmbiente	-3 ± 8	-4 ± 7
Estación Móvil	-4 ± 12	-5 ± 10
Puente Aranda	-6 ± 12	-3 ± 7
San Cristóbal	-3 ± 10	-2 ± 7
Suba	-5 ± 11	-4 ± 10
Tunal	-4 ± 11	-5 ± 9
Usaquén	-3 ± 12	-4 ± 8

11. ALERTAS POR CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA – MARZO DE 2019

Durante el mes de marzo de 2019 se realizó la declaración de tres alertas por contaminación atmosférica en la ciudad de Bogotá (alerta amarilla y naranja) los días 7 de marzo, 24 de marzo y 28 de marzo de 2019. En la Tabla 14, se relacionan los actos administrativos y los informes correspondientes a la declaración y finalización de las alertas.

Tabla 14. Documentos alertas contaminación atmosférica Marzo 2019

Evento	Fecha	Acto administrativo	Informe Técnico
Declaración de Alerta Amarilla en la ciudad de Bogotá D.C., y Alerta Naranja en el Suroccidente de la Ciudad	07/03/2019	Resolución No. 0383 de 2019	IT No. 0340 del 07 de marzo de 2019
Finalización de la declaratoria de alerta amarilla en el Distrito Capital. Se mantiene la alerta naranja en el suroccidente de la ciudad, según resolución 0383 de 2019.	10/03/2019	Resolución No. 415 de 2019	CT No. 0348 del 10 de marzo de 2019
Declaración de alerta amarilla por contaminación atmosférica en la ciudad de Bogotá D.C.	24/03/2019	Resolución No. 0831 de 2019	IT No. 0422 del 23 de marzo de 2019
Declaración de Alerta Amarilla por contaminación atmosférica en la ciudad de Bogotá D.C. Se mantiene la alerta naranja en las localidades	28/03/2019	Resolución No. 0510 de 2019	IT No. 0398 del 28 de marzo de 2019

Evento	Fecha	Acto administrativo	Informe Técnico
del suroccidente de la ciudad de Bogotá D.C.			
Finalización de la declaratoria de alerta amarilla en el Distrito Capital ordenada por Resolución 0831 de 2019.	30/03/2019	Resolución No. 0888 de 2019	CT No. 00473 del 29 de marzo de 2019

Adicionalmente, la Alcaldía Mayor de Bogotá emitió el Decreto 088 del Marzo 07 de 2019, en el cual se definieron medidas transitorias y preventivas en materia de tránsito en las vías públicas en el Distrito Capital:

- Pico y placa para vehículos particulares y motos particulares en días hábiles en horario de las 6:00 hasta las 19:30, el sábado entre 6:30 hasta 18:00 y el domingo entre 6:30 y 15:00, en el perímetro urbano de la ciudad.
- Restricción de tránsito de vehículos de carga de más de dos toneladas desde las 6:00 hasta las 19:30 de lunes a domingo, en el polígono definido para la zona suroccidental. (Figura 22).



Figura 22. Delimitación polígono restricción vehicular en periodo de alerta naranja – Marzo 2019

Desde el mes de febrero se evidenció un incremento en las concentraciones de material particulado, las cuales se hacían críticas en los días jueves y viernes. Durante el mes de marzo se registraron las condiciones más críticas, dados los cambios en el régimen de vientos, que redujeron la velocidad de los vientos, además de corrientes de vientos del sur y el occidente que arrastraron material particulado desde los incendios que se presentaron en los llanos orientales y en el norte del continente suramericano. Por ello, se verificaron las condiciones de concentración de material particulado con base en el IBOCA, y se declararon las alertas tras cumplir los tiempos de excedencias de los límites de los contaminantes.

En la Figura 23 se muestran las trayectorias modeladas de los vientos para los días 7 y 28 de Marzo de 2019, y la representación de los puntos calientes en rojo y naranja. Se evidencia que se presentaron corrientes preponderantes con dirección Suroccidente a nivel país, las cuales derivaron en unas corrientes de menor velocidad en dirección sur, suroccidente y oriente, con lo cual fue probable el traslado de material particulado de los incendios del oriente del país hacia el interior de la ciudad. A final del mes, las trayectorias son más puntuales, y venían en una corriente del oriente que ingresaba por el sur a la ciudad, y dichas corrientes también arrastraron material particulado de los incendios, lo cual incidió en los incrementos en concentración del contaminante.

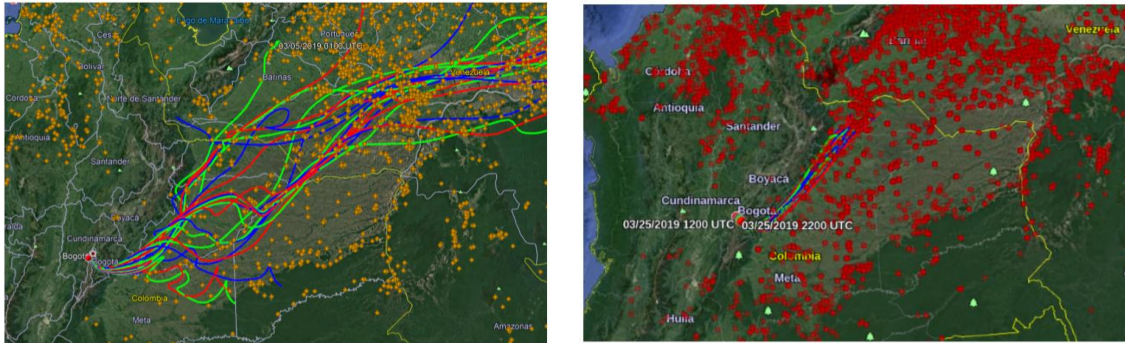


Figura 23. Retrotraectorias del viento en Marzo 7 y 28 de 2019, elaboradas en HySplit

En la Figura 24 se observa el pronóstico de vientos de acuerdo al modelo meteorológico, y el pronóstico del IBOCA para el día 29 de Marzo de 2019. Se observa los vientos fueron predominantes del occidente, lo que incidió en la disminución de la dispersión de los contaminantes, además de registrar velocidades más bajas que al inicio del mes, por lo cual el IBOCA predominaba en condición “regular” en toda la ciudad y “mala” en la zona suroccidente.

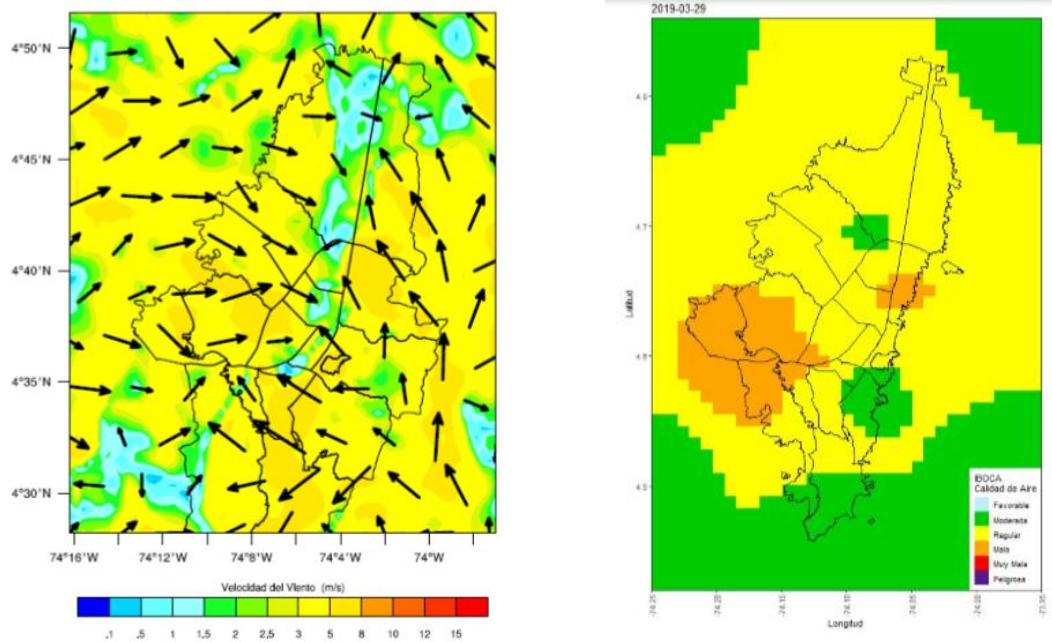


Figura 24. Pronóstico de velocidad y dirección de vientos y Pronóstico IBOCA - Marzo 29 de 2019

En la Figura 25 se muestran las concentraciones de $PM_{2.5}$ calculadas como medias móviles 24 horas, comparadas con los rangos del IBOCA para $PM_{2.5}$ y para cada estado de calidad del aire durante el mes de marzo de 2019. Se observa que la estación Carvajal-Sevillana permaneció la mayoría del mes en las condiciones de calidad del aire “regular” y “mala”, la condición más crítica se registró en la última semana del mes. El inicio de la segunda semana del mes tuvo las concentraciones más bajas, después de la implementación de la medida de restricción vehicular, sin embargo las concentraciones volvieron a incrementarse debido a que las variaciones en las condiciones meteorológicas permanecieron, además de la influencia del material particulado por arrastre.

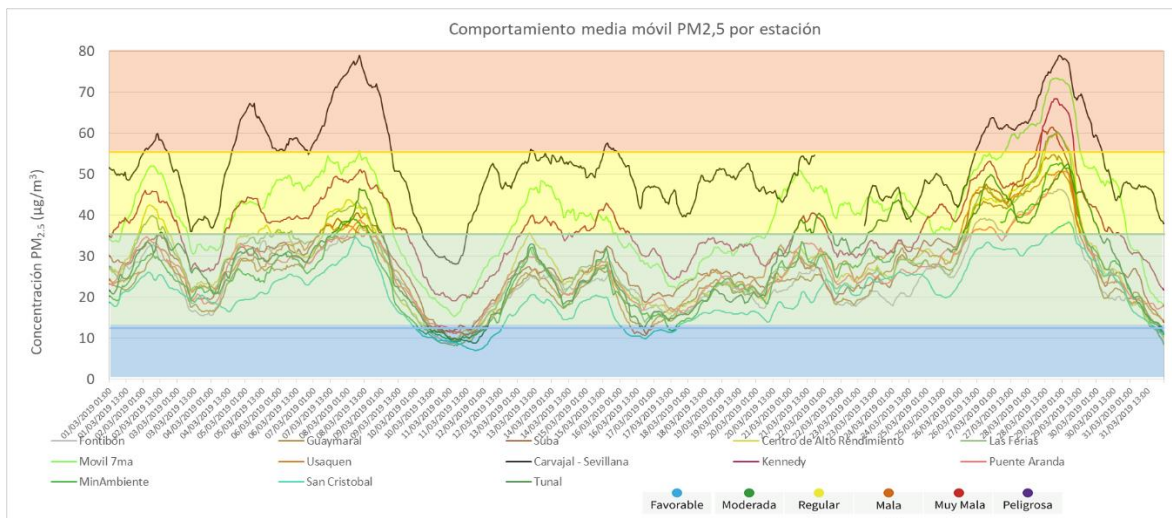


Figura 25. Gráfica medias móviles concentraciones PM2.5 por estación de monitoreo y niveles IBOCA. Marzo de 2019

En la Figura 26 se muestran los porcentajes del tiempo en que se mantuvo cada estado de la calidad del aire durante las 48 horas previas a la declaración de cada una de las alertas ambientales por contaminación atmosférica. Se evidencia que la estación Carvajal-Sevillana registró la condición del aire “mala” en un 94% las 48 horas previas el día 7 de marzo y 100% el 28 de marzo. En la última semana del mes se registró la peor condición de calidad del aire, con 6 estaciones en la condición “mala” al menos un 25% del tiempo; las 13 estaciones de monitoreo registraron al menos un 17 % del tiempo la calidad del aire “regular”, y la estación San Cristóbal presentó la condición más favorable al registrar en un 81% del tiempo la condición “moderada”.

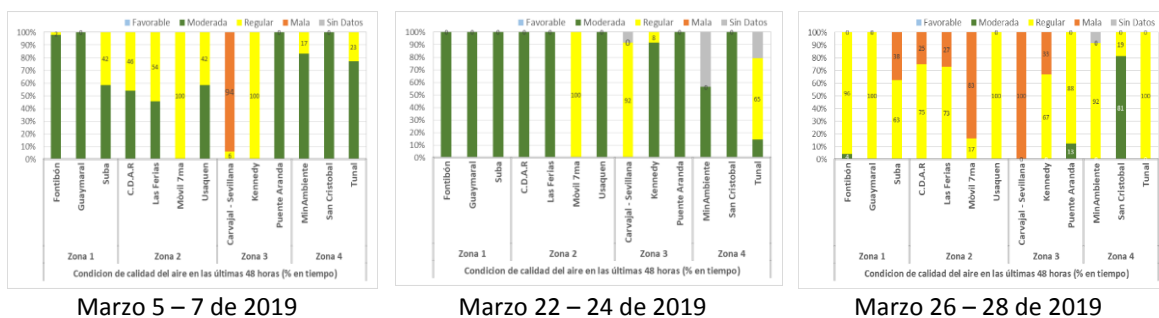


Figura 26. Porcentaje de tiempo de los estados de calidad del aire del IBOCA por estación de monitoreo de 48 horas. Marzo de 2019

ANEXOS

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

Tabla 15. 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	De tráfico	Industrial	De fondo	De fondo	De fondo	De fondo
	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		
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 “Evaluación, control y seguimiento”, dentro del cual se encuentra comprendido el monitoreo de la calidad del aire de la ciudad, el cual 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 2018¹. 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 CFR². (Tabla 16)

Tabla 16. 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	EQOA-0992-087	D
		EQOA-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	

¹ United States Environmental Protection Agency. List of designated reference and equivalent methods. December 15, 2018. https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-01/documents/amtic_list_dec_2017_update_1-20-2018_0.pdf

² 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

NOTA

El análisis realizado en el presente informe mensual corresponde a los datos recolectados por la Red de Monitoreo de Calidad el Aire de Bogotá – RMCAB durante el período comprendido entre el 1 y el 31 de Marzo de 2019, 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 126PM04-PR84 Generación y Control de Informes de la RMCAB (v. 4.0). Adicionalmente para la validación de los datos se tiene en cuenta lo definido en el procedimiento interno 126PM04-PR87 - Validación de datos de la RMCAB (v. 2.0).

Adicionalmente, los procesos de monitoreo de contaminantes en la RMCAB se realizan bajo los siguientes procedimientos internos:

126PM04-PR04 (v. 9.0)	Operación de la Red de Monitoreo y Calidad del Aire de Bogotá
126PM04-PR101 (v. 5.0)	Monitoreo y revisión rutinaria de la operación del analizador de PM ₁₀ y PM _{2.5}
126PM04-PR102 (v. 4.0)	Monitoreo y revisión rutinaria de la operación de los analizadores de los gases NOx, SO ₂ , CO y O ₃

Elaboró:

Eaking Alberto Ballesteros Urrutia – PROFESIONAL RMCAB
Edna Lizeth Montealegre Garzón – PROFESIONAL RMCAB
Edison Yesid Ortiz Durán – PROFESIONAL SIMCAB
Daissy Lizeth Zambrano Bohórquez – PROFESIONAL RMCAB

Revisó:

Leonardo Quiñones Cantor – PROFESIONAL ESPECIALIZADO SATAB
Luis Álvaro Hernández González – PROFESIONAL RMCAB

Autorizó:

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

FIN DEL INFORME