

Informe mensual de Calidad del Aire en Bogotá 2018

Marzo



Estación Kennedy

Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS

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

Diana Alexandra Ramirez Cardona

Coordinadora Técnica RMCAB

Daissy Lizeth Zambrano Bohórquez

Eaking Ballesteros Urrutia

Jhonathan Ramírez Gamboa

Grupo de Validación y Análisis de la RMCAB

Edison Yesid Ortiz Duarte

Líder del Sistema Integrado de Modelación de Calidad de Aire de Bogotá - SIMCAB

Darío Alejandro Gómez Flechas

Henry Ospino Dávila

Luz Dary González González

Grupo de Operación de la RMCAB

1 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 2018, incluyendo los promedios mensuales de concentración, concentraciones diarias máximas y fecha de ocurrencia, número de excedencias a la norma diaria y porcentaje de datos válidos en el mes (de acuerdo al total de datos diarios registrados).

Tabla 1. Resumen de datos de PM₁₀ para marzo de 2018

Estación	Promedio PM ₁₀ (µg/m ³)	Máximo PM ₁₀ (µg/m ³)	Fecha máximo PM ₁₀	Excedencias 24h	Datos válidos (%)
Guaymaral	35.6	57.0	21/03/2018	0	97%
Usaquén	51.6	79.0	01/03/2018	0	90%
Suba	53.7	78.0	01/03/2018	0	100%
Las Ferias	45.7	78.0	01/03/2018	0	87%
C.D.A.R.	34.8	63.0	23/03/2018	0	94%
MinAmbiente*	36.3	54.0	23/03/2018	0	71%
Puente Aranda	58.6	96.0	23/03/2018	0	87%
Kennedy	58.4	90.0	23/03/2018	0	100%
Carvajal - Sevillana	71.6	106.0	15/03/2018	1	87%
Tunal	50.4	91.0	23/03/2018	0	100%
San Cristóbal	36.8	55.0	15/03/2018	0	97%

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

La Figura 1 presenta los promedios mensuales y máximos diarios por estación de monitoreo con captura de datos superior a 75%. Se observa que las mayores concentraciones como promedio mensual se presentaron en el suroccidente de la ciudad en las estaciones Carvajal - Sevillana (**72 µg/m³**) y Puente Aranda (**59 µg/m³**), mientras que las menores concentraciones se presentaron en la zona centro para la estación Centro de Alto Rendimiento (**35 µg/m³**), y en la zona norte en la estación Guaymaral (**36 µg/m³**). En este mes también prevalecen las altas concentraciones de PM₁₀ en la zona suroccidental de la ciudad, como ha ocurrido en los meses anteriores, aunque se observan aumentos notables en las estaciones del norte y noroccidente de la ciudad, dada la influencia del cambio de la dirección de los vientos en este mes.

La concentración máxima diaria para el mes fue de **106 µg/m³** en la estación Carvajal - Sevillana, seguida de **96 µg/m³** en Puente Aranda y **91 µg/m³** en Tunal; el valor máximo reportado en la estación Carvajal-Sevillana sobrepasó la norma nacional diaria (100 µg/m³). Los valores máximos en las diferentes estaciones se presentaron los días 1, 15 y 23 de marzo, que correspondieron a días jueves y viernes en la semana, lo cual se debe a que estos días se acumuló la contaminación de los demás días, dado que la dinámica de la atmósfera no favoreció una buena dispersión de los contaminantes.

Desde el día 6 de marzo de 2018 la estación MinAmbiente entró en operación nuevamente, habiendo finalizado las obras en la terraza donde se ubica la misma, por lo que nuevamente se reportan datos de la estación, aunque no tuvo la representatividad temporal suficiente para la el cálculo de las concentraciones mensuales, por lo cual los valores mostrados con indicadores de la calidad del aire del área de influencia de la estación.

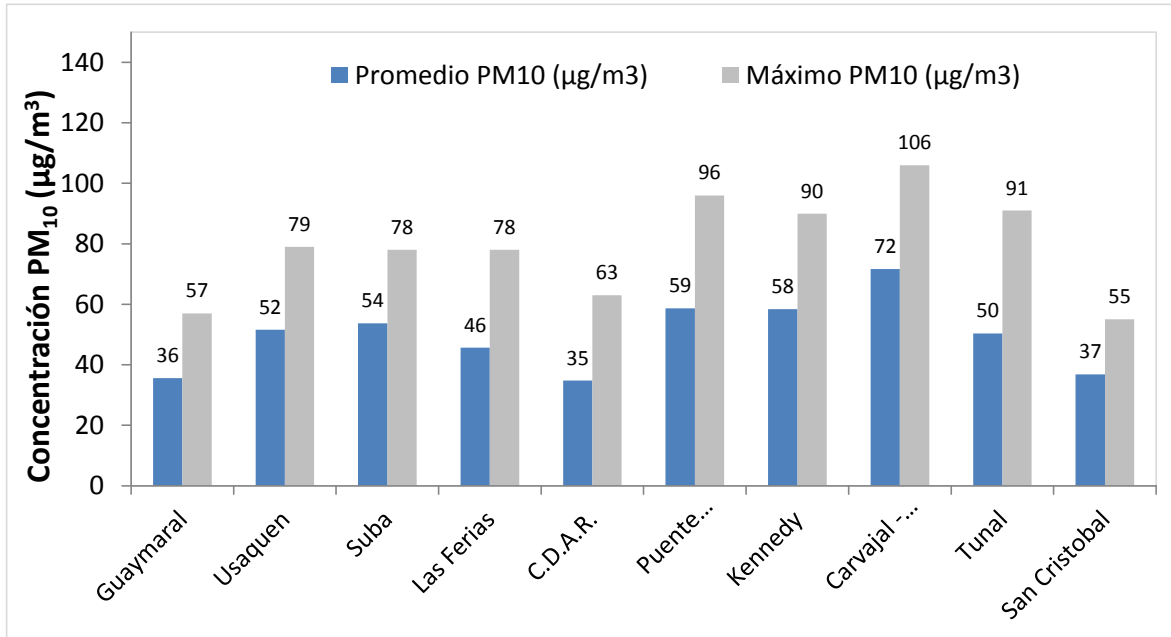


Figura 1. Promedios de las concentraciones diarias y valores máximos de PM₁₀. marzo 2018

La Figura 2 presenta las concentraciones diarias de PM₁₀ del mes comparadas con respecto al valor máximo establecido por la norma nacional. En la gráfica se agrupan los datos por zonas de acuerdo a la ubicación de las estaciones (Norte, Centro, Suroccidente y Sur). 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), principalmente en la segunda mitad del mes; las concentraciones más bajas se observan en la zona centro (Centro de Alto Rendimiento), entre los días 6 a 9 del mes. En el mes de marzo de 2018 se presentó una excedencia de los promedios diarios de concentración con respecto a la norma nacional diaria de PM₁₀ (100 µg/m³) en la estación Carvajal-Sevillana, el día 15.

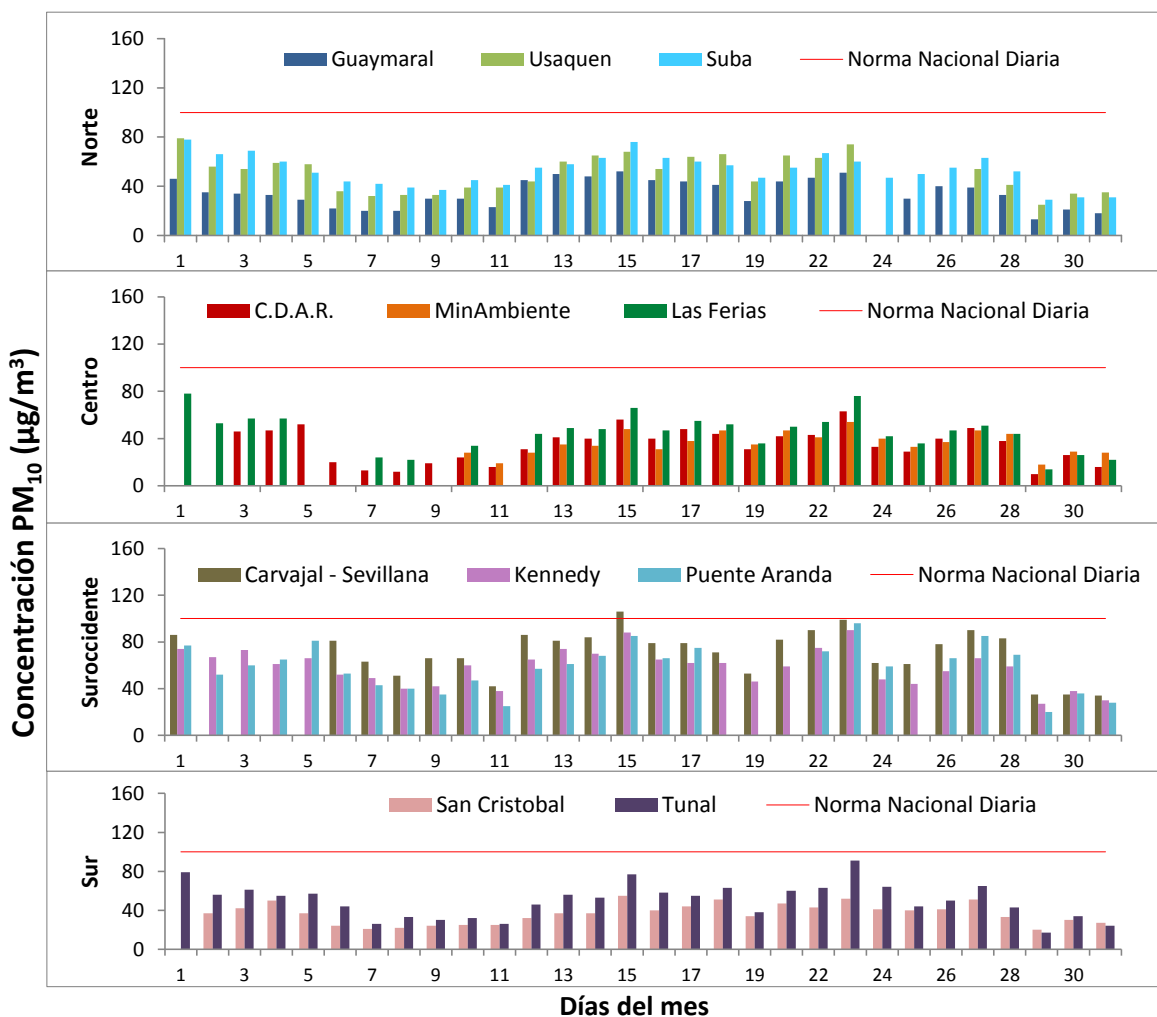


Figura 2. Comportamiento de las concentraciones diarias de PM₁₀ para marzo de 2018

En la Figura 3 se evidencia el comportamiento interanual de las concentraciones de PM₁₀ para el mes de marzo en los últimos 3 años. Teniendo en cuenta las estaciones que tienen datos representativos para los años 2016, 2017 y 2018, se observa que las concentraciones más altas se registraron en el mes correspondiente al año 2016, aunque en el año 2018 se registraron ligeros aumentos con respecto a las concentraciones del año 2017, a excepción de la estación Tunal que registró un valor muy similar al del año anterior. En el mes de marzo, las estaciones Carvajal-Sevillana y Puente Aranda tienden a registrar los valores más altos de concentración, en comparación con las demás estaciones.

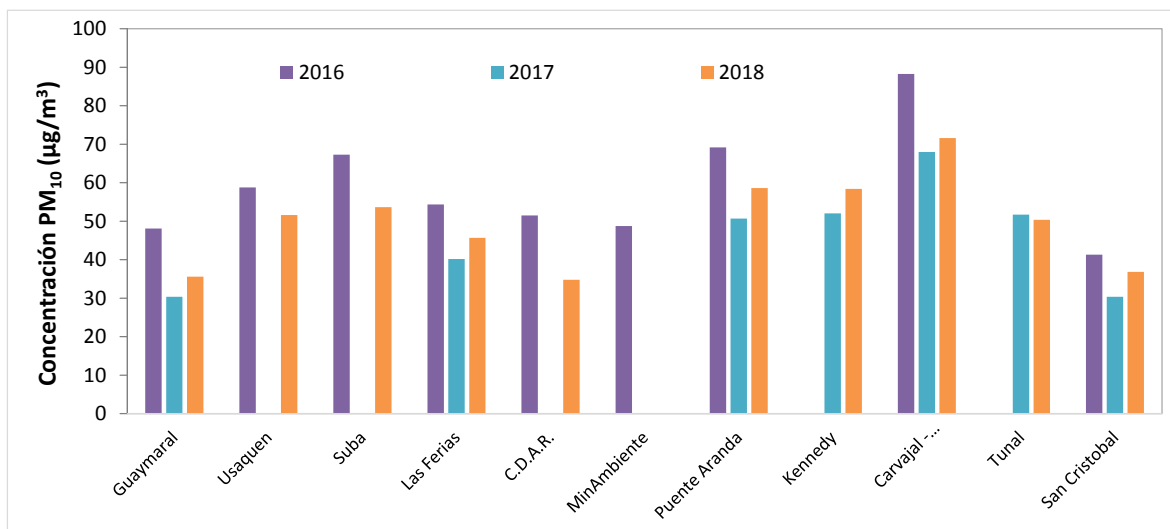


Figura 3. Comportamiento interanual de las concentraciones PM₁₀ (2016-2017-2018) para los meses de marzo

En la Figura 4 se representan los promedios mensuales de concentración de PM₁₀ registrados por las 11 estaciones que monitorearon este contaminante en el mes de marzo, por medio del uso de la interpolación Kriging para evidenciar mediante una escala de colores las concentraciones que se presentaron en diferentes zonas de la ciudad, y mediante un campo vectorial la magnitud de la velocidad y dirección del viento registradas en el mes.

De acuerdo a esta representación, se observa que en el mes de marzo la zona suroccidental de la ciudad presenta los mayores niveles de contaminación por PM₁₀, con concentraciones entre 61 y 70 µg/m³, en la zona en la que limitan las localidades de Ciudad Bolívar, Tunjuelito, Bosa y Kennedy, aunque es notable el aumento de las concentraciones en toda la zona occidental de la ciudad, incluyendo la localidad del Suba. Por otro lado, las concentraciones más bajas se registraron las áreas de influencia de las estaciones Guaymaral, Centro de Alto Rendimiento y San Cristóbal con concentraciones entre 30 y 40 µg/m³. En este mes se hubo un comportamiento de los vientos más similar a los meses anteriores, aunque hubo una disminución en las velocidades, por lo que no hubo grandes variaciones en los diferentes sectores de la ciudad.

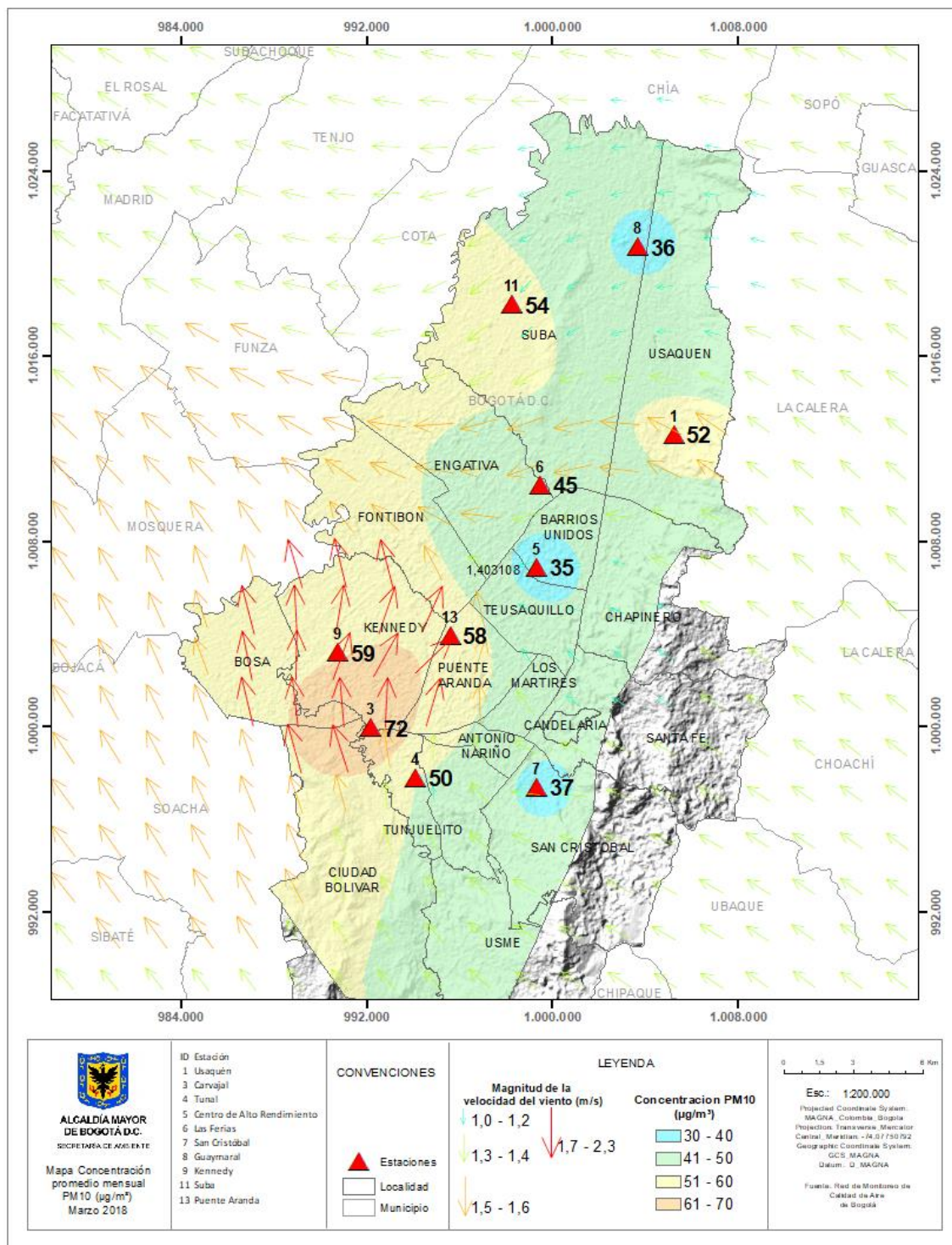


Figura 4. Distribución espacial de los promedios mensuales de concentración de PM₁₀ con base en el método de interpolación de Kriging –marzo 2018

1.1 INDICE BOGOTANO DE CALIDAD DEL AIRE (IBOCA) – PM₁₀

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.

Basados en las concentraciones de PM₁₀, la Figura 5 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de 24 horas en cada una de las estaciones de monitoreo con representatividad de datos superior al 75%. Se observa que predominan las categorías “favorable” y “moderada” para todas las estaciones. La estación Carvajal-Sevillana presenta la condición de calidad del aire “moderada” en mayor proporción, en un 83% del mes, mientras que las estaciones Guaymaral y San Cristóbal presentaron las mejores condiciones ambientales, con una condición de “Favorable” el 95% del mes, como se observa en la Tabla 2.

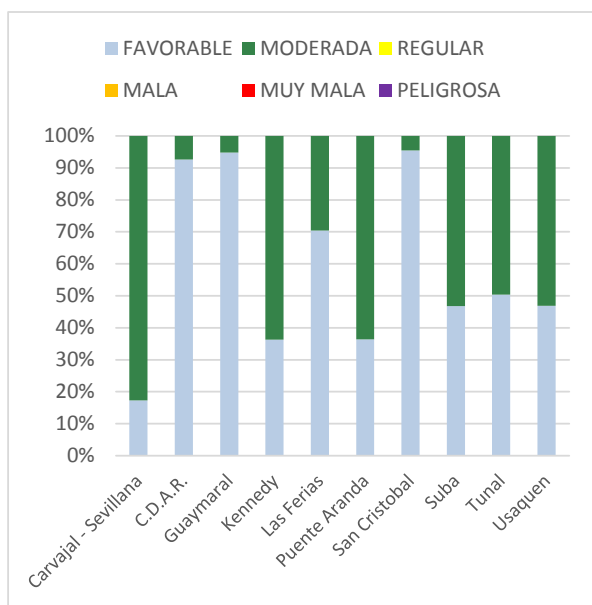


Figura 5. IBOCA para PM₁₀ por estación en marzo 2018

Tabla 2. Porcentaje del tiempo por categoría de IBOCA para PM₁₀

IBOCA PM10		
ESTACIÓN	FAVORABLE	MODERADA
Carvajal - Sevillana	17%	83%
C.D.A.R.	93%	7%
Guaymaral	95%	5%
Kennedy	36%	64%
Las Ferias	70%	30%
Puente Aranda	36%	64%
San Cristobal	95%	5%
Suba	47%	53%
Tunal	50%	50%
Usaquen	47%	53%

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

La Tabla 3 muestra los datos obtenidos para material particulado PM_{2.5} en el mes de marzo de 2018, incluyendo los promedios mensuales de concentración, concentraciones diarias máximas y fecha de ocurrencia, número de excedencias a la norma diaria y porcentaje de datos válidos en el mes (de acuerdo al total de datos diarios registrados).

Tabla 3. Resumen de datos de PM_{2.5} para marzo de 2018

Estación	Promedio PM _{2.5} (µg/m ³)	Máximo PM _{2.5} (µg/m ³)	Fecha máximo PM _{2.5}	Excedencias 24h	Datos válidos (%)
Guaymaral	21.0	37.0	21/03/2018	0	97%
Usaquén	21.2	35.0	23/03/2018	0	100%
Suba	26.4	41.0	21/03/2018	0	100%
Las Ferias	24.3	37.0	23/03/2018	0	81%
C.D.A.R.	20.9	36.0	23/03/2018	0	97%
MinAmbiente*	23.6	40.0	23/03/2018	0	71%
Puente Aranda	22.8	42.0	23/03/2018	0	100%
Kennedy	32.2	52.0	23/03/2018	1	100%
Carvajal - Sevillana	32.8	48.0	23/03/2018	0	100%
Tunal	27.5	56.0	23/03/2018	1	100%
San Cristóbal	20.1	39.0	21/03/2018	0	100%

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

La Figura 6 presenta los promedios mensuales y máximos diarios por estación de monitoreo con captura de datos superior a 75%. Se observa que las mayores concentraciones como promedio mensual se presentaron en el suroccidente de la ciudad en la estación Carvajal - Sevillana con **33 µg/m³** y estación Kennedy con **32 µg/m³**; mientras que las menores concentraciones se presentaron en las estaciones San Cristóbal (**20 µg/m³**) y en Guaymaral, Usaquén y Centro de Alto Rendimiento (**21 µg/m³**). Se observa que la distribución espacial de este contaminante sigue un patrón similar al del PM₁₀, aunque las concentraciones bajas se registraron en las estaciones de la zona oriental de la ciudad.

La concentración máxima diaria para el mes fue de **56 µg/m³** en la estación Tunal, y al igual que la concentración máxima registrada en Kennedy, sobrepasaron la norma nacional diaria (50 µg/m³). Las concentraciones máximas en marzo se registraron los días 21 y 23 de marzo, día en el cual se declaró alerta amarilla por contaminación del aire, debido al aumento en las concentraciones de PM_{2.5} en la última semana del mes, ya que hubo una variación de las condiciones normales de meteorología en la ciudad, además de a influencia del material particulado generado en quemas en los llanos orientales y en Venezuela.

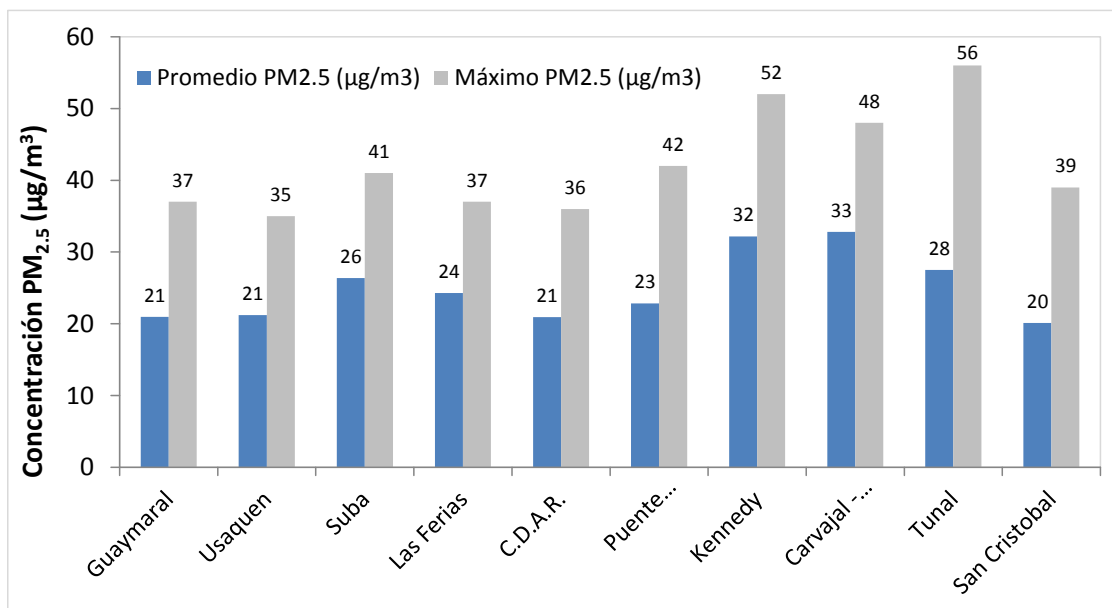


Figura 6. Promedios de las concentraciones diarias y valores máximos de PM_{2.5} - marzo 2018

La Figura 7 presenta las concentraciones diarias de PM_{2.5} comparadas respecto al nivel máximo permisible por la norma nacional. En la gráfica se agrupan los datos por zonas de acuerdo a la ubicación de las estaciones (Norte, Centro, Suroccidente y Sur). 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 sur (Tunal), en la tercera y cuarta semanas del mes. Las concentraciones más bajas se observaron en la zona centro (Centro de Alto Rendimiento), en la segunda semana del mes. En marzo de 2018 se presentaron dos excedencias al valor establecido por la norma nacional diaria de PM_{2.5} (50 µg/m³), una en la estación Tunal y otra en la estación Kennedy, ambas el día 23 de marzo.



Figura 7. Comportamiento de las concentraciones diarias PM_{2.5} para marzo de 2018

La Figura 8 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones de PM_{2.5} para el mes de marzo en los últimos 3 años. Según las estaciones que tienen datos representativos para los años 2016, 2017 y 2018, se observa que las concentraciones más altas son las registradas en el año 2016, y las del año 2017 son las menores de los tres años. Las estaciones Centro de Alto Rendimiento y Usaquén presentan la mayor variabilidad en los datos, dada la diferencia entre las concentraciones del 2016 y del 2018; las estaciones Carvajal-Sevillana, Kennedy y Tunal tienden a registrar las concentraciones más altas durante el mes de marzo, con respecto a las demás estaciones.

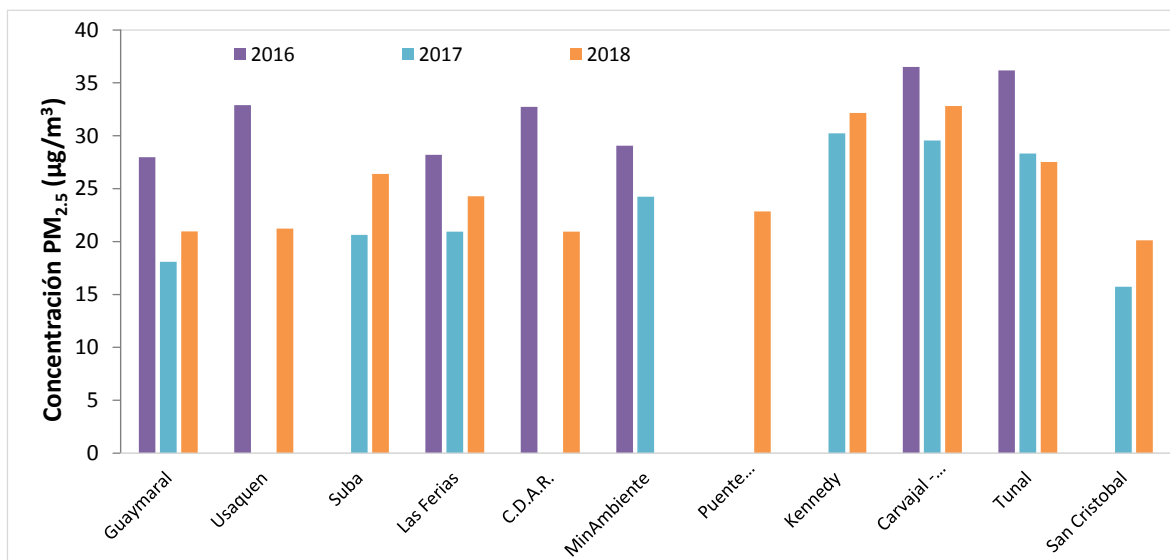


Figura 8. Comportamiento interanual de las concentraciones de PM_{2.5} (2016-2017-2018) para los meses de marzo

En la Figura 9 se representan los promedios mensuales de concentración de PM_{2.5} registrados por las estaciones que monitorearon este contaminante en el mes de marzo, usando la interpolación Kriging para evidenciar mediante una escala de colores las concentraciones que se presentaron en diferentes zonas de la ciudad, y mediante un campo vectorial la velocidad y dirección del viento.

Según esta representación, se observa que para el mes de marzo la zona suroccidente de la ciudad presentó los mayores niveles de contaminación por PM_{2.5}, con concentraciones entre 31 y 35 µg/m³, principalmente en el área que comprende los límites de las localidades de Tunjuelito, Ciudad Bolívar, Bosa y Kennedy, el resto del occidente de la ciudad registró concentraciones entre 21 y 30 µg/m³, y la zona oriental y central de la ciudad presentó menores concentraciones, entre 20 y 25 µg/m³.

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

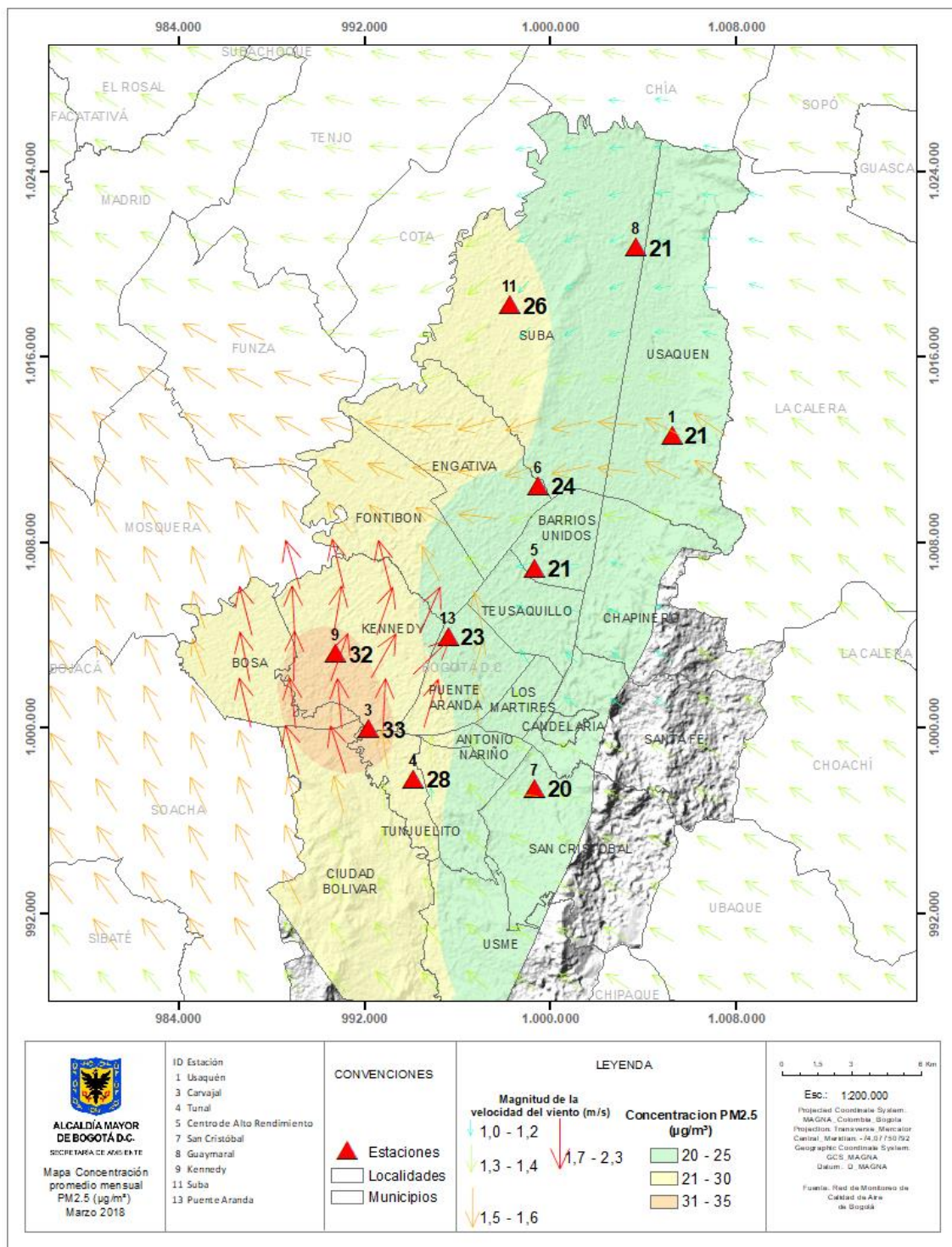


Figura 9. Distribución espacial de los promedios mensuales de concentración de PM_{2.5} con base en el método de interpolación de Kriging – marzo 2018

2.1 INDICE BOGOTANO DE CALIDAD DEL AIRE (IBOCA) – PM_{2.5}

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.

Basados en las concentraciones de PM_{2.5}, la Figura 10 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de 24 horas en cada una de las estaciones de monitoreo con representatividad de datos superior al 75%. Se observa que en el mes de marzo predominan las categorías “moderada” y “regular” en la ciudad. Las estaciones Carvajal-Sevillana y Kennedy presentaron el estado de calidad del aire más desfavorable, con una condición “moderada” durante el 57% del mes, y “regular” el 43% del mes, mientras que la estación Usaquén presenta el mejor estado de la calidad del aire con una condición “favorable” el 27% del mes y “moderada” el 70% del tiempo, como se observa en la Tabla 4.

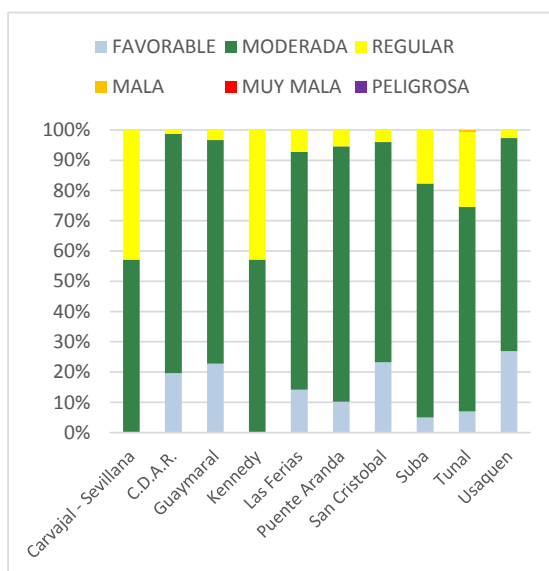


Figura 10. IBOCA para PM_{2.5} por estación en marzo 2018

Tabla 4. Porcentaje del tiempo por categoría de IBOCA para PM_{2.5}

IBOCA PM _{2.5}				
ESTACIÓN	FAVORABLE	MODERADA	REGULAR	MALA
Carvajal - Sevillana	0%	57%	43%	0%
C.D.A.R.	20%	79%	1%	0%
Guaymaral	23%	74%	3%	0%
Kennedy	0%	57%	43%	0%
Las Ferias	14%	79%	7%	0%
Puente Aranda	10%	84%	5%	0%
San Cristóbal	23%	73%	4%	0%
Suba	5%	77%	18%	0%
Tunal	7%	68%	25%	1%
Usaquén	27%	70%	3%	0%

3 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE OZONO (O₃). PROMEDIOS MÓVILES DE 8 HORAS.

La Tabla 5 presenta los datos obtenidos para ozono - O₃ - en el mes de marzo de 2018, incluyendo los promedios mensuales, concentraciones 8 horas máximas y fecha de ocurrencia, número de excedencias a la norma 8 horas y porcentaje de datos válidos en el mes (de acuerdo al total de datos de media móvil 8 horas).

Tabla 5. Resumen de datos de O₃ para marzo de 2018

Estación	Promedio O ₃ 8h (µg/m ³)	Máximo O ₃ 8h (µg/m ³)	Fecha máximo O ₃	Excedencias 8h	Datos válidos (%)
Guaymaral	33.195	91.691	18/03/2018	0	81%
Usaquén	40.089	87.358	18/03/2018	0	100%
Suba	38.428	117.524	20/03/2018	13	100%
Las Ferias*	18.153	45.813	18/03/2018	0	62%
MinAmbiente*	39.533	106.463	18/03/2018	3	72%
Puente Aranda	13.655	48.118	18/03/2018	0	99%
Kennedy*	19.661	70.338	15/03/2018	0	70%
Carvajal - Sevillana	19.668	79.584	18/03/2018	0	85%
Tunal	22.891	63.593	18/03/2018	0	100%
San Cristóbal	50.086	111.319	18/03/2018	7	100%

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

La Figura 11 presenta las concentraciones mensuales y máximas 8 horas por estación de monitoreo con captura de datos superior a 75%. Se observa que las mayores concentraciones como promedio mensual 8 horas se presentaron en la estación San Cristóbal (**50 µg/m³**) y Usaquén (**40 µg/m³**); las menores concentraciones se presentaron en el suroccidente en la estación Puente Aranda (**14 µg/m³**) y la estación Carvajal - Sevillana (**20 µg/m³**). Este mes se observa una variación en la distribución espacial del contaminante, ya que hubo incrementos de ozono hacia la zona suroriental y central de la ciudad, que fueron más altos que las concentraciones del norte de la ciudad, que usualmente registra las concentraciones más altas.

La concentración máxima con base en promedios 8 horas fue de **118 µg/m³** en la estación Suba, seguida de **111 µg/m³** en la estación San Cristóbal. La mayoría de las concentraciones máximas se registraron el día 18 de marzo, que corresponde a un día domingo, en el cual se pudo favorecer el incremento de las concentraciones por la reducción en la actividad de fuentes generadoras de óxidos de nitrógeno, los cuales generalmente contribuyen con la reacción del ozono en la atmósfera.

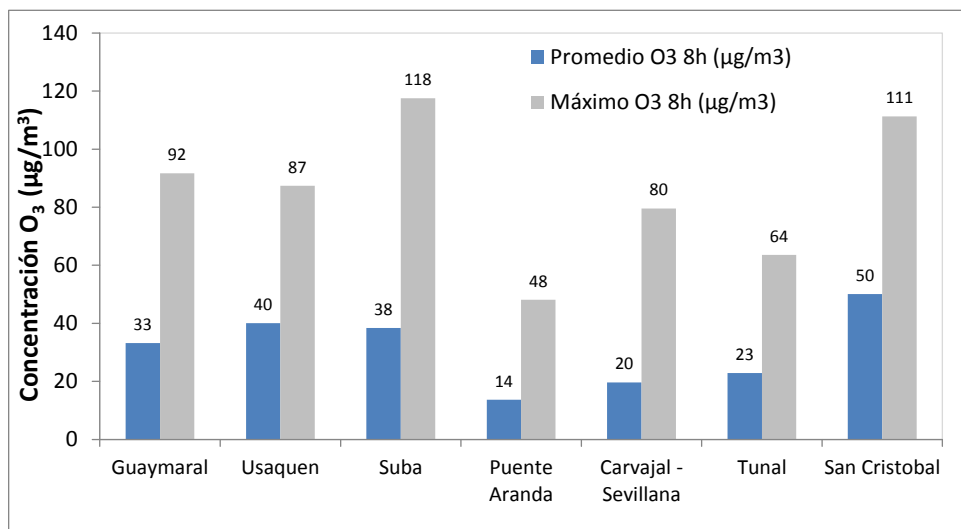


Figura 11. Promedios de las concentraciones 8 horas y valores máximos de O₃ - marzo 2018.

La Figura 12 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 en las estaciones Suba, Guaymaral y San Cristóbal, principalmente en la cuarta semana del mes; las concentraciones más bajas se observaron en las estaciones Las Ferias y Puente Aranda, en la quinta semana del mes. En marzo de 2018, se presentaron veintitrés (23) excedencias a la norma 8 horas de O₃ (100 µg/m³) en las estaciones Suba (13), San Cristóbal (7) y MinAmbiente (3).

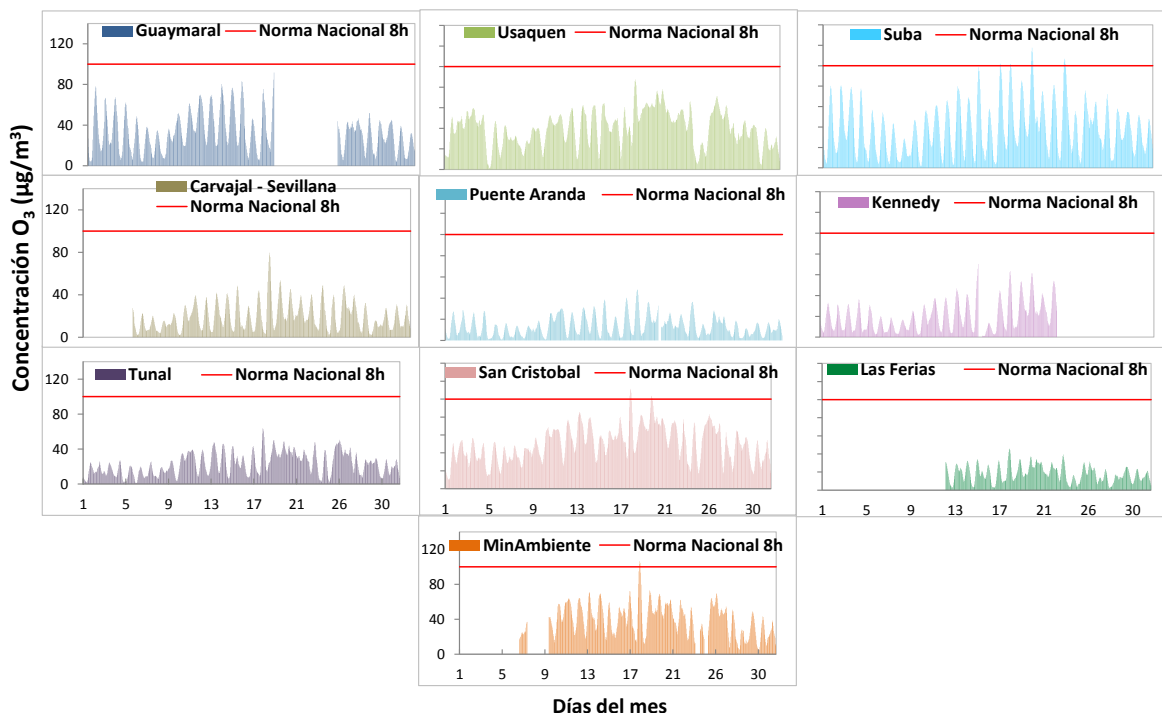


Figura 12. Comportamiento de las concentraciones de O₃ para marzo 2018 y comparación con norma nacional.

La Figura 13 muestra el comportamiento interanual de las concentraciones de O_3 del mes de marzo de los últimos 3 años. Según los valores de concentración registrados por las estaciones que tienen datos representativos para los años 2016, 2017 y 2018, se observan que las estaciones con mayor variabilidad en los registros son Suba y San Cristóbal. En general las concentraciones más altas se registraron en mayo de 2016, a excepción de las estaciones San Cristóbal y Tunal, en las que la concentración del año 2018 es la mayor concentración registrada en los tres últimos años, evidenciándose un aumento notable en la primera estación, siendo superada solo por la concentración registrada en Usaquén para el año 2016.

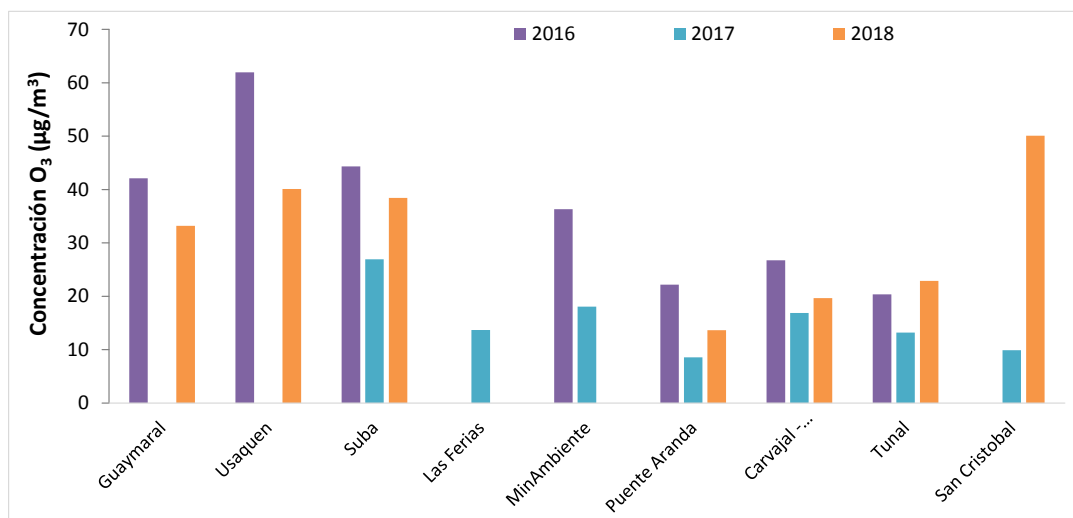


Figura 13. Comportamiento interanual O_3 (2016-2017-2018) para los meses de marzo

3.1 INDICE BOGOTANO DE CALIDAD DEL AIRE (IBOCA) – O_3

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.

Basados en las concentraciones de O_3 , la Figura 14 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de 8 horas en cada una de las estaciones de monitoreo con representatividad de datos superior al 75%. En la Tabla 6 se observa que la categoría “favorable” predomina en todas las estaciones de la RMCAB, con un 100% del tiempo del mes de marzo.

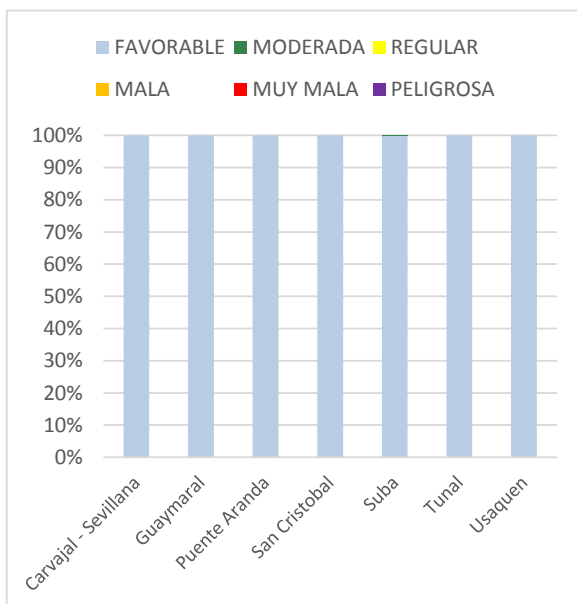


Figura 14. IBOCA para O₃ por estación en marzo 2017

Tabla 6. Porcentaje del tiempo por categoría de IBOCA para O₃

IBOCA O ₃	
ESTACIÓN	FAVORABLE
Carvajal - Sevillana	100%
Guaymaral	100%
Puente Aranda	100%
San Cristobal	100%
Suba	100%
Tunal	100%
Usaquen	100%

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

La Figura 15, Figura 17, y Figura 19 presentan las concentraciones promedio mensuales y máximas por estación de monitoreo de dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂) y monóxido de carbono (CO) con captura de datos superior a 75% y la Figura 16, Figura 18 y Figura 20 presentan los promedios diarios de NO₂ y SO₂, y 8 horas de CO. Igualmente se presentan en la Tabla 7, Tabla 8 y la Tabla 9 el resumen de datos válidos, las excedencias y la comparación con la norma, donde se observa que las concentraciones de SO₂, NO₂ y CO, presentaron magnitudes relativamente bajas, e históricamente se han mantenido por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 2254 de 2017 en sus respectivos tiempos de exposición. Adicionalmente, los efectos potenciales de estos contaminantes en la afectación a la salud pública son menores que aquellos correspondientes a material particulado y ozono.

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

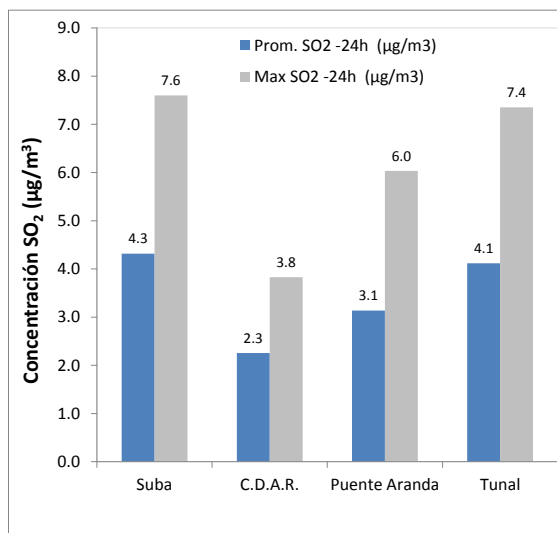


Figura 15. Promedios de las concentraciones diarias y valores máximos de SO₂. marzo 2018.

Tabla 7. Resumen de los promedios 24 horas para SO₂. marzo 2018.

Estación	Promedio SO ₂ -24h (µg/m³)	Max SO ₂ -24h (µg/m³)	Fecha máximo SO ₂	Excedencias 24h	Excedencias 1h	Datos válidos (%) (24 horas)
Suba	4.3	7.6	13/03/2018	0	0	94%
C.D.A.R.	2.3	3.8	17/03/2018	0	0	100%
Puente Aranda	3.1	6.0	15/03/2018	0	0	100%
Kennedy*	7.4	13.4	15/03/2018	0	0	61%
Carvajal – Sevillana*	8.7	9.6	23/03/2018	0	0	16%
Tunal	4.1	7.4	03/03/2018	0	0	81%

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

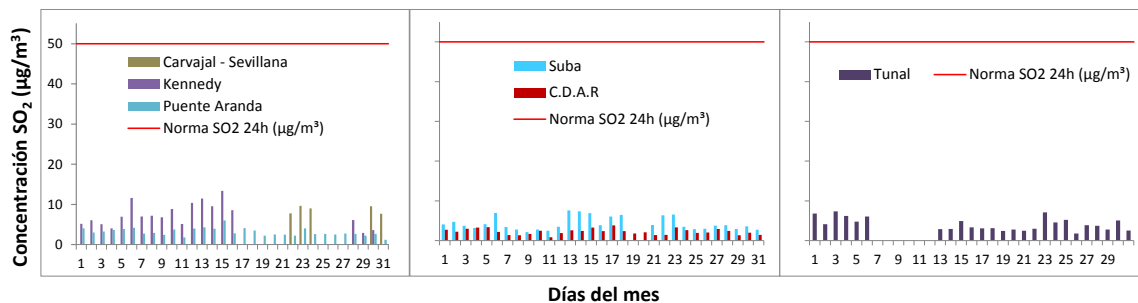


Figura 16. Comportamiento diario de SO₂ para marzo 2018 y comparación con norma nacional diaria (50 µg/m³)

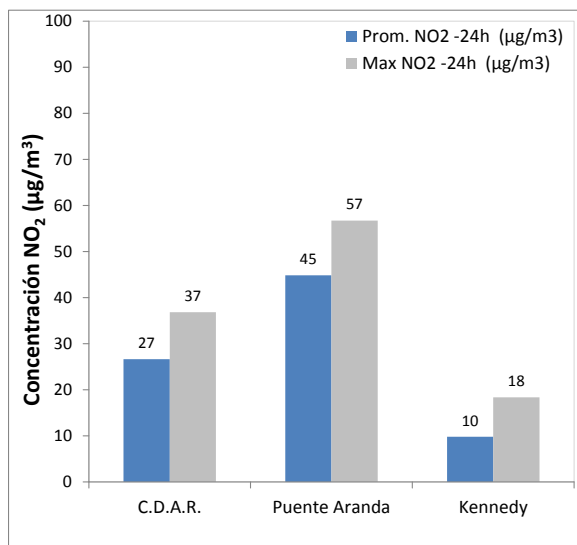


Figura 17. Promedios de las concentraciones diarias y valores máximos de NO₂. marzo 2018

Tabla 8. Resumen de los promedios horarios para NO₂. marzo 2018.

Estación	Promedio NO ₂ - 1h (µg/m ³)	Máximo NO ₂ - 1h (µg/m ³)	Fecha máximo NO ₂	Excedencias 1h	Datos válidos (%) (24 horas)
Guaymaral*	26.9	114.7	24/03/2018	0	71%
C.D.A.R.	27.0	67.7	05/03/2018	0	92%
Puente Aranda	43.1	139.3	14/03/2018	0	100%
Kennedy	6.6	35.7	17/03/2018	0	100%
Carvajal - Sevillana	65.4	139.7	23/03/2018	0	82%
Tunal	26.6	70.5	23/03/2018	0	88%

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

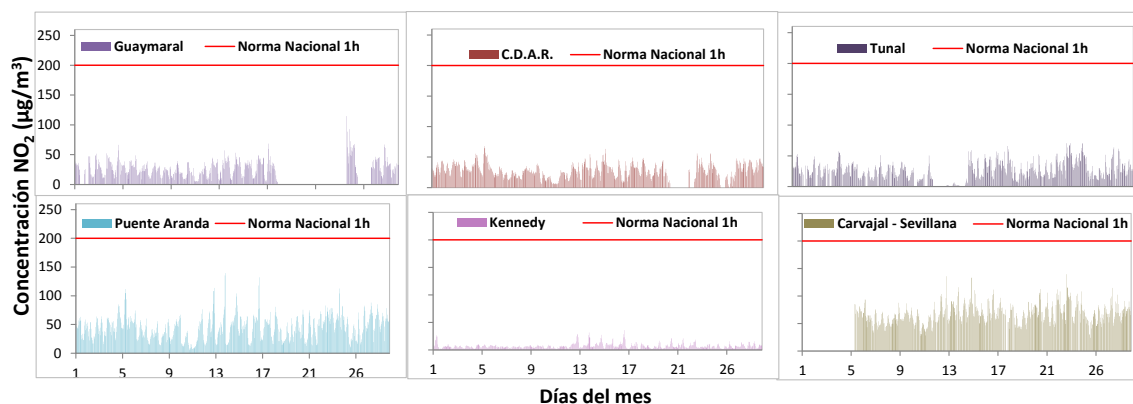


Figura 18. Comportamiento horario de NO₂ para marzo 2018 y comparación con norma nacional horaria (200 µg/m³)

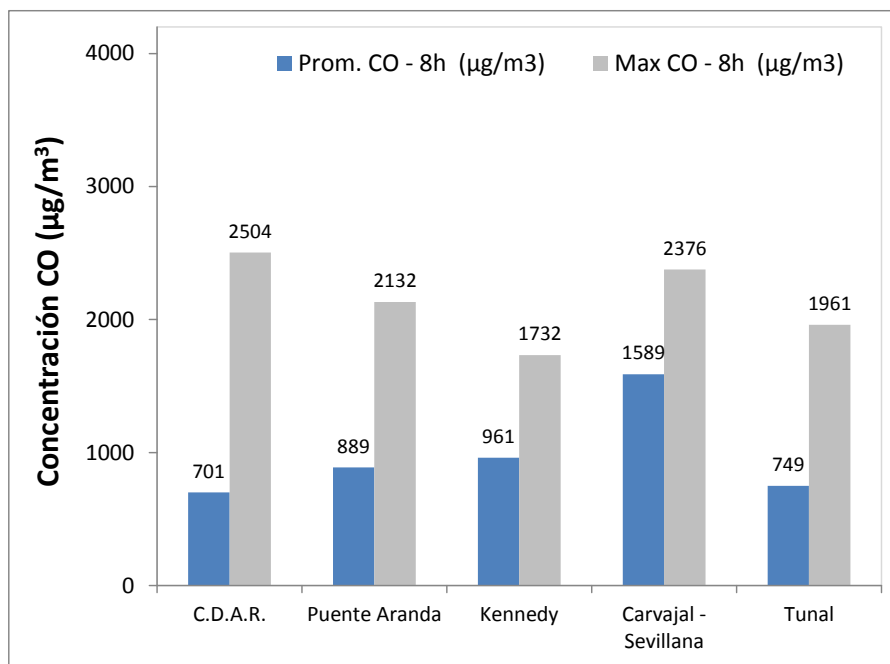


Figura 19. Promedios de las concentraciones 8 horas y valores máximos de CO marzo 2018

Tabla 9. Resumen de los promedios 8 horas para CO. marzo 2018.

Estación	Promedio CO - 8h (µg/m³)	Máximo CO - 8h (µg/m³)	Fecha máximo CO	Excedencias 8h	Excedencias 1h	Datos válidos (%) (8 horas)
Usaquén*	553.0	1330.9	14/03/2018	0	0	66%
Las Ferias*	755.6	1545.6	17/03/2018	0	0	70%
C.D.A.R.	700.7	2504.5	17/03/2018	0	0	100%
Puente Aranda	888.9	2132.4	17/03/2018	0	0	100%
Kennedy	961.3	1731.7	17/03/2018	0	0	100%
Carvajal - Sevillana	1589.2	2375.7	10/03/2018	0	0	85%
Tunal	749.3	1960.6	24/03/2018	0	0	100%

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

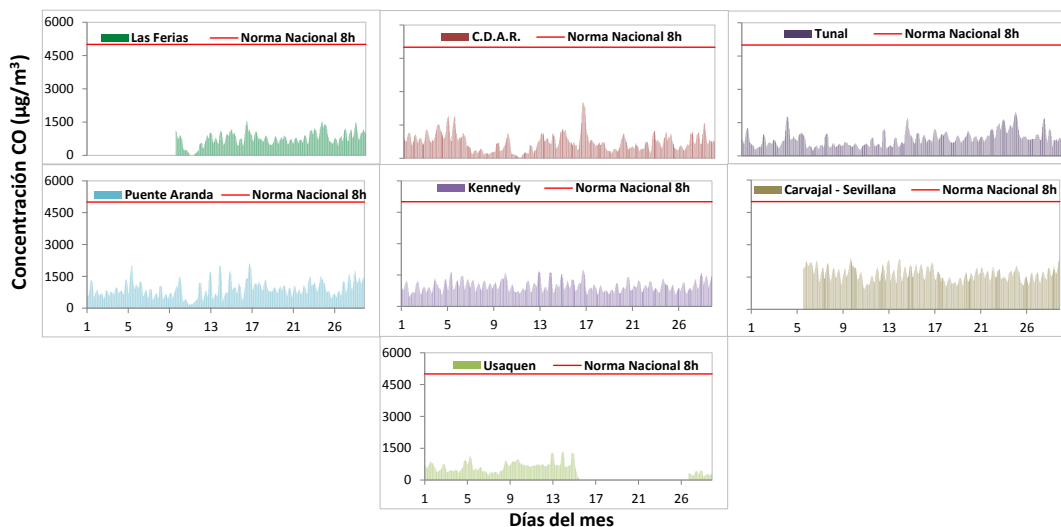


Figura 20. Comportamiento 8h de CO para marzo 2018 y comparación con norma nacional 8 horas (5000 µg/m³)

5 COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN

El mes de marzo es reconocido históricamente como el comienzo del primer periodo de lluvia del año en Bogotá. De acuerdo con los registros de la RMCAB, el mes de marzo más lluvioso de los últimos 9 años fue marzo de 2017. Marzo de 2018 registra una disminución en la cantidad de agua precipitada respecto del mes de marzo del año anterior Ver Figura 21.

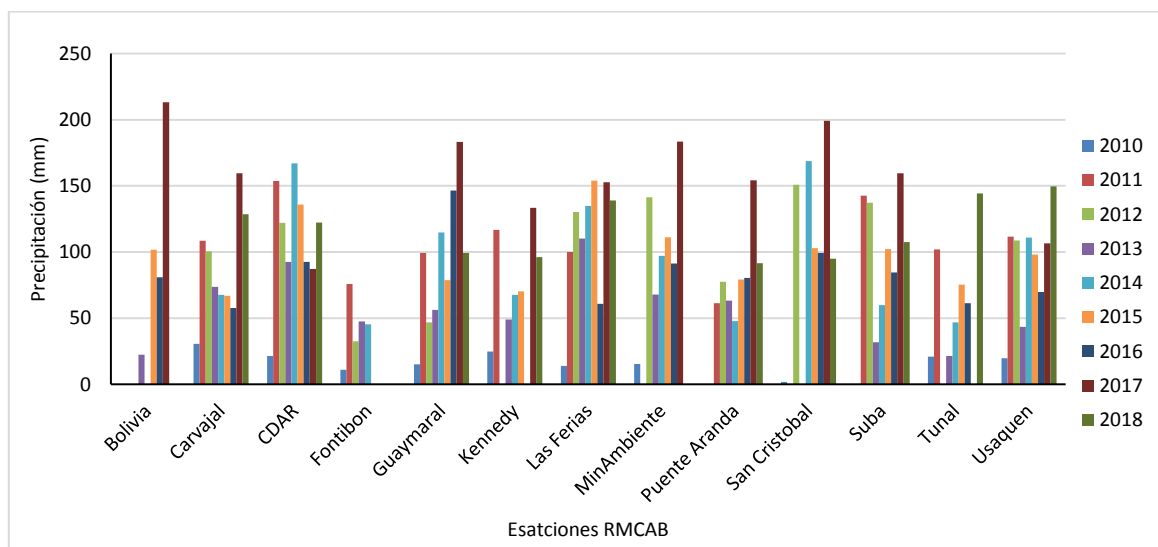


Figura 21. Variación interanual de la precipitación en los meses de marzo 2010-2018

Durante el mes de marzo del presente año, las mayores cantidades de agua precipitada se concentraron al noreste, sur y sur occidente de la ciudad, con valores por encima de los 120 mm totales mensuales. (Figura 22 y Tabla 10).

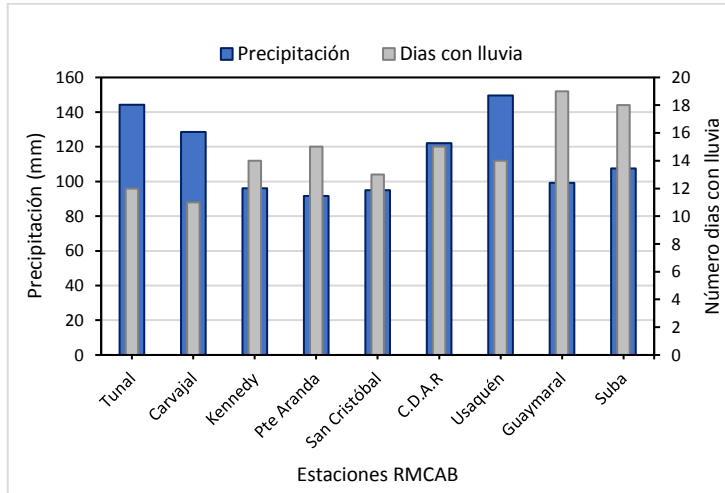


Figura 22 Precipitación media mensual por estaciones y número de días con precipitación (marzo-2018).

Tabla 10 Precipitación acumulada media mensual por estaciones y número de días con lluvia (marzo -2018)

Estación	Precipitation acumulada (mm/mes)	Días con lluvia
Tunal	144	12
Carvajal	129	11
Kennedy	96	14
Pte Aranda	92	15
San Cristóbal	95	13
MinAmbiente	N.A.	N.A.
C.D.A.R	122	15
Usaquén	150	14
Guaymaral	99	19
Las Ferias	139	14
Bolivia	31	3
Suba	108	18

Como se observa en la Figura 23, los eventos de precipitación más intensos ocurrieron a finales del mes, con altos valores de precipitación. Éste comportamiento obedeció al descenso latitudinal de la ZCIT, ubicándose entre las latitudes 5N y 7N, con una mayor actividad convectiva asociada en la región Pacífica. Otro factor que contribuyó con las lluvias de final de mes fue la influencia de la onda estacional denominada Madden-Julian Oscillation (MJO). Esta onda en su cambio de fase, pasó de fase subsidente (alta presión) a fase convectiva (baja presión) entre el 23 y 24 de marzo, días en que precisamente se empezaron a registrar los mayores volúmenes de lluvia en Bogotá. (Figura 24).

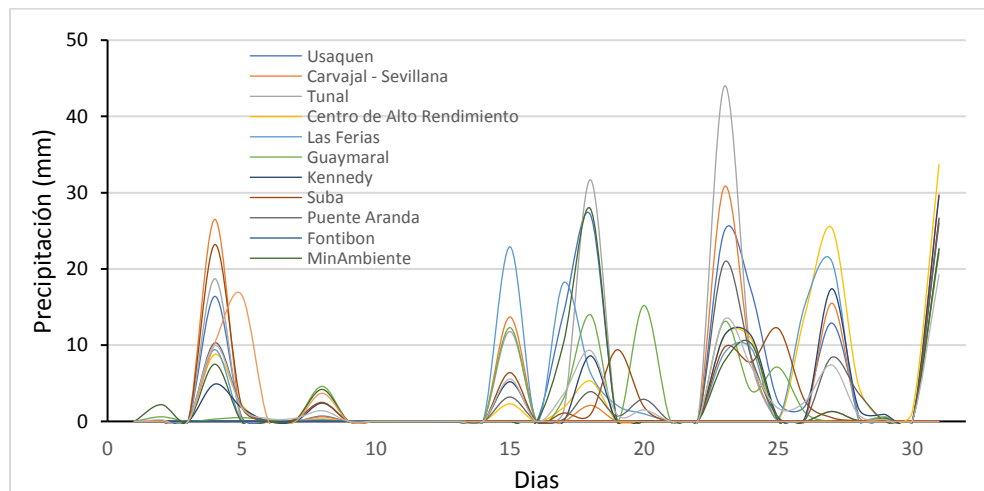


Figura 23. Comportamiento de la precipitación diaria por estación durante el mes de marzo de 2018

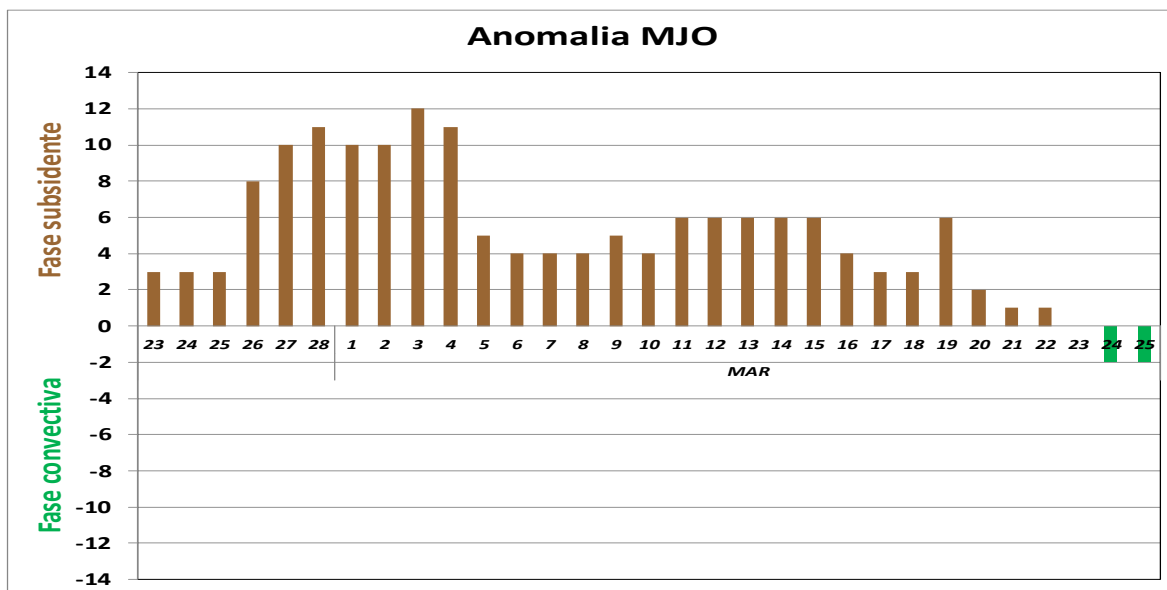


Figura 24. Comportamiento de la MJO. Entre 23 de febrero de 2018 y 25 de marzo 2018. Fuente: IDEAM.

Los sectores de Usaquén, Tunal, Carvajal y CDAR, constituyeron las áreas con mayores niveles de precipitación del mes de marzo. Pese a que hacia los sectores de Guaymaral y Suba, se registró el mayor número de días con lluvia, se hace evidente que su intensidad fue baja, contrario a lo ocurrido en Usaquén, Tunal y Carvajal, donde el número de días fue inferior que en el sector de Guaymaral y Suba, pero el total acumulado, fue superior a estos dos sectores de la ciudad.

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

De acuerdo con lo observado en la Figura 25, en marzo de 2018 se hace notorio el incremento en las velocidades del viento en la mayoría de las estaciones con respecto años anteriores, salvo en la estación de MinAmbiente donde se observan valores inferiores que en 2017. La velocidad media del viento disminuyó considerablemente durante todo el año 2016.

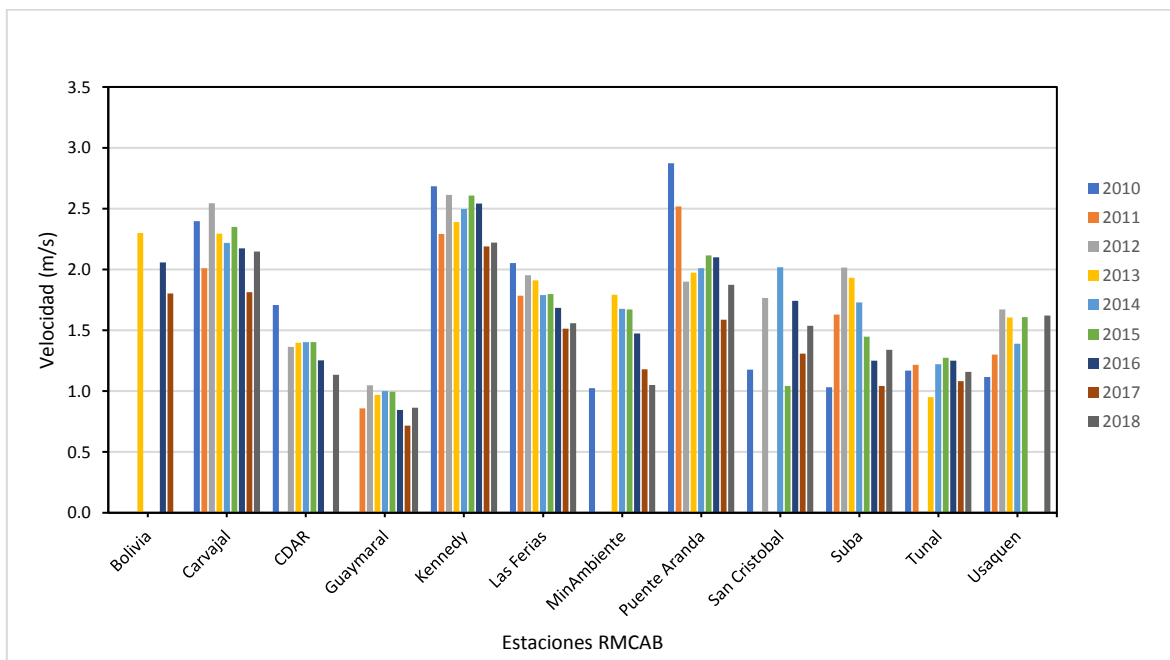


Figura 25. Comportamiento interanual de la velocidad del viento meses de marzo (2010-2018)

En la Figura 26 se presentan los valores medios, máximos absolutos y mínimos absolutos de velocidad del viento del mes de marzo para cada estación. En esta figura se puede observar que, aunque las medias máximas absolutas se registraron en el sector de Usaquén, en promedio las mayores velocidades ocurren hacia el sector de Kennedy y Carvajal-Sevillana, como históricamente se ha registrado. Esta velocidad máxima posiblemente responde a rachas de viento que suceden con eventos de lluvia o en su defecto valores máximos que ocurren al medio día.

Las velocidades mínimas absolutas, registraron valores de cero, las que normalmente se presentan en horas de la madrugada cuando el suelo, pierde la máxima cantidad de energía en condiciones de poca nubosidad y humedad. (Tabla 11).

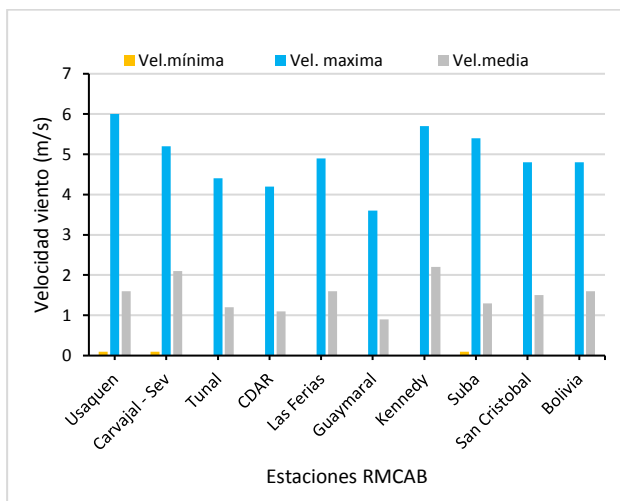


Figura 26 Velocidad del viento máxima, media y mínima por estaciones – marzo 2018

Tabla 11. Velocidades reportadas para marzo de 2018

Estación	Vel. mínima absoluta (m/s)	Vel. máxima absoluta (m/s)	Vel. Media (m/s)
Usaquén	0,1	6	1,6
Carvajal - Sev	0,1	5,2	2,1
Tunal	0	4,4	1,2
CDAR	0	4,2	1,1
Las Ferias	0	4,9	1,6
Guaymaral	0	3,6	0,9
Kennedy	0	5,7	2,2
Suba	0,1	5,4	1,3
Puente Aranda	No Data	No Data	No Data
MinAmbiente	0	6,6	1
San Cristobal	0	4,8	1,5
Bolivia	0	4,8	1,6
Promedio Ciudad	0,0	5,1	1,5

6.1 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

El mapa de la Figura 27 describe el comportamiento espacial de la velocidad media del viento en la ciudad durante el mes de marzo. En este se observa ese patrón normal que persiste en la ciudad; es decir, vientos del noreste en el sector norte de la ciudad, vientos débiles del sur y vientos de mayor desarrollo al sureste, los cuales divergen en el límite de la ciudad derivando un ramal con dirección suroeste que confluyen en el centro de la ciudad con vientos provenientes del este (noreste y sureste) a lo largo de los cerros orientales, y con vientos del norte y noreste, los cuales colisionan en el centro de la ciudad, haciéndose notoria una reducción en los puntos de confluencia entorno al centro geográfico de la ciudad. Así mismo, muestra como en promedio los vientos contribuyen en cierto modo a la remoción de contaminantes de la ciudad.

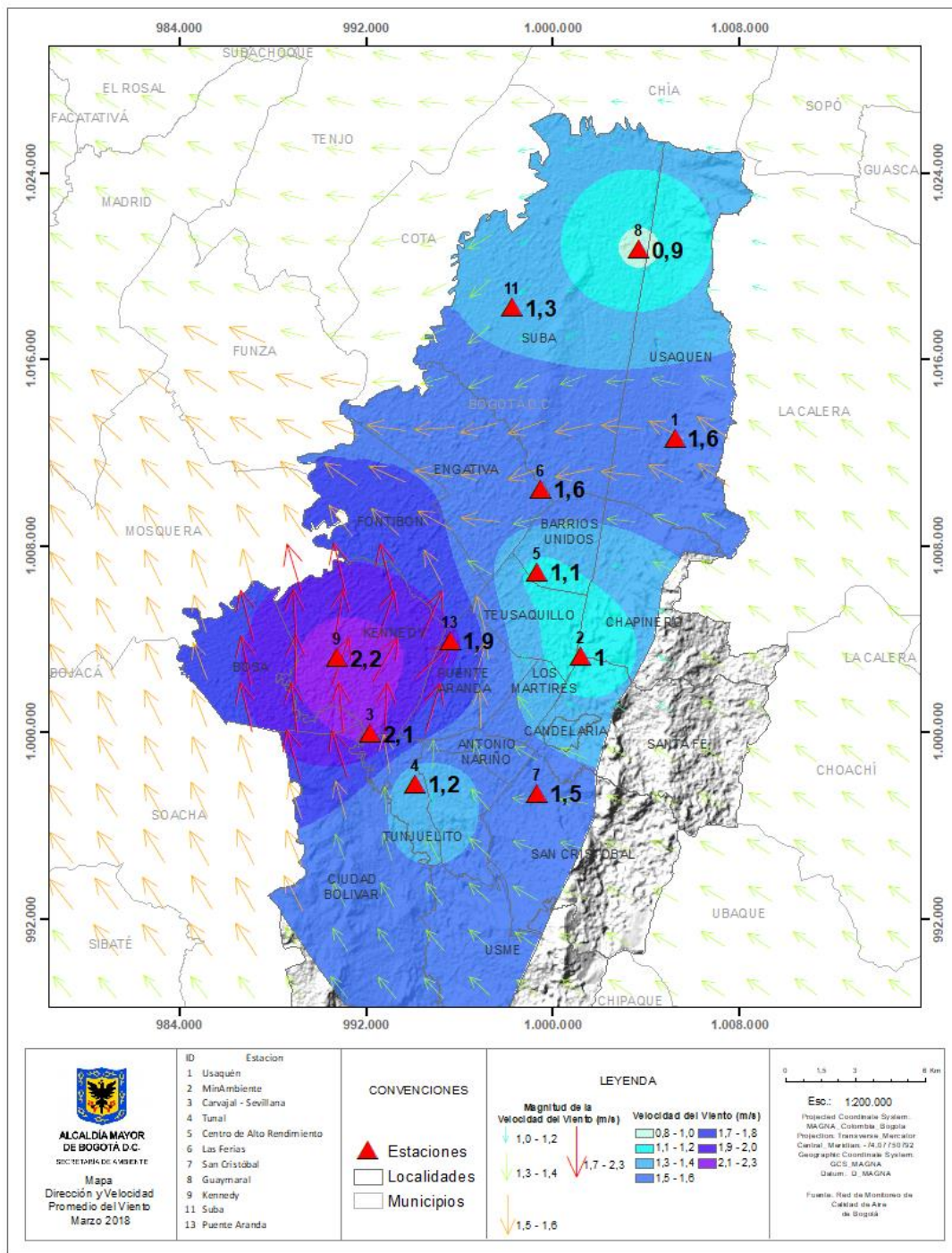


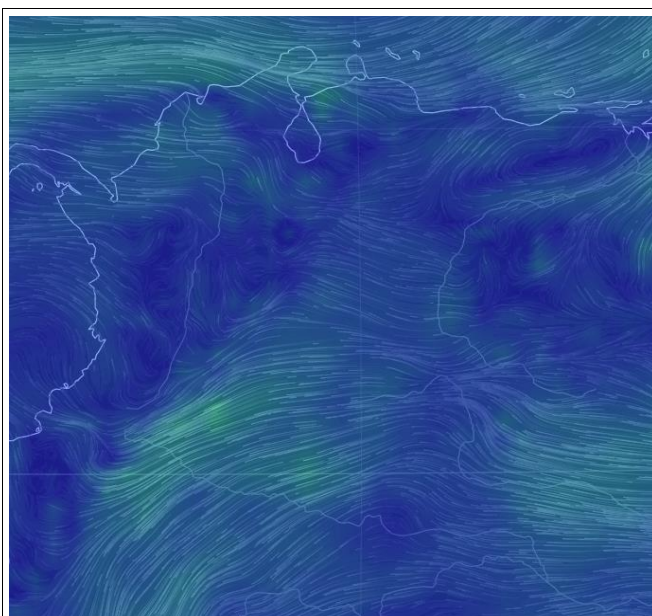
Figura 27. Velocidad promedio (Superficie en colores) y Dirección promedio (Vectores) del Viento de Bogotá con base en la interpolación de Kriging – marzo 2018

Durante el periodo del 20 al 23 de marzo, la posible ocurrencia de quemas en el oriente del país y en Venezuela, aunado a la intensificación de los vientos

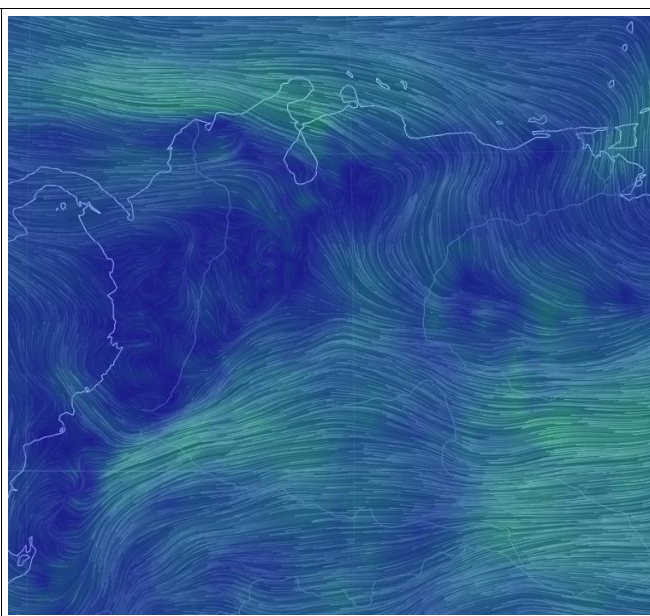
alisos para esa fecha, propiciaron las condiciones para la ocurrencia de un episodio de contaminación por material particulado, que se evidenció con la observación de Calima en varios aeropuertos del país y el incremento de material particulado ($PM_{2.5}$), en Bogotá y en otras ciudades como en Medellín, lo que condujo a la declaración de una alerta amarilla en la ciudad por contaminación atmosférica en Bogotá.

En la Figura 28 se puede observar que los vientos a 700 hPa (3141 m de altitud) para el periodo comprendido entre el 19 y el 24 de marzo, días claves en la declaración de la alerta, se observó que:

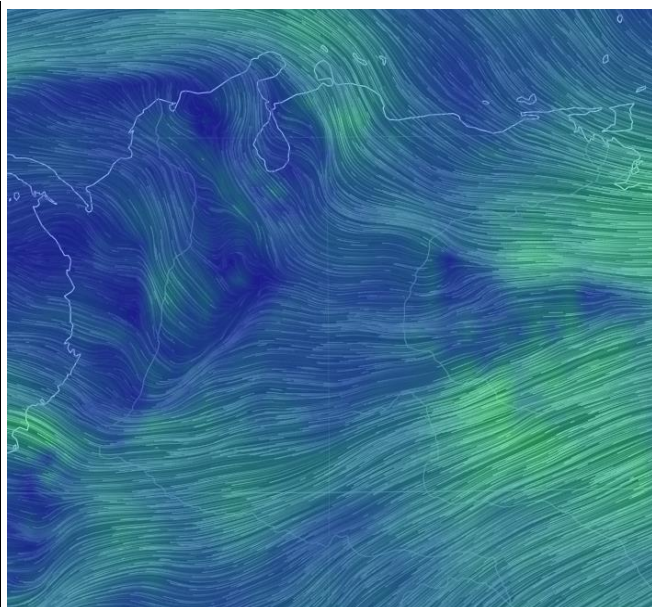
- 1) Para el 20 de marzo los vientos provenientes del este tienden a incrementarse con respecto al 19 de marzo (Figura 28 (a) y (b)).
- 2) Entre el 21 y 23 de marzo los vientos se intensifican aún más alcanzando su valor máximo el 22 de marzo (Figura 28 (c), (d) y (e)), lo que favoreció al transporte de material particulado proveniente de quemas de biomasa del oriente de Colombia y, al parecer de Venezuela, hacía el interior del país incluyendo Bogotá, coincidiendo con el aumento de $PM_{2.5}$ en la mayoría de estaciones de la RMCAB y en otras redes como la de Medellín.
- 3) El 24 de marzo (Figura 28 (f)) los vientos vuelven a reducir su intensidad lo cual, sumado a las precipitaciones registradas, contribuyen a la disminución de $PM_{2.5}$.



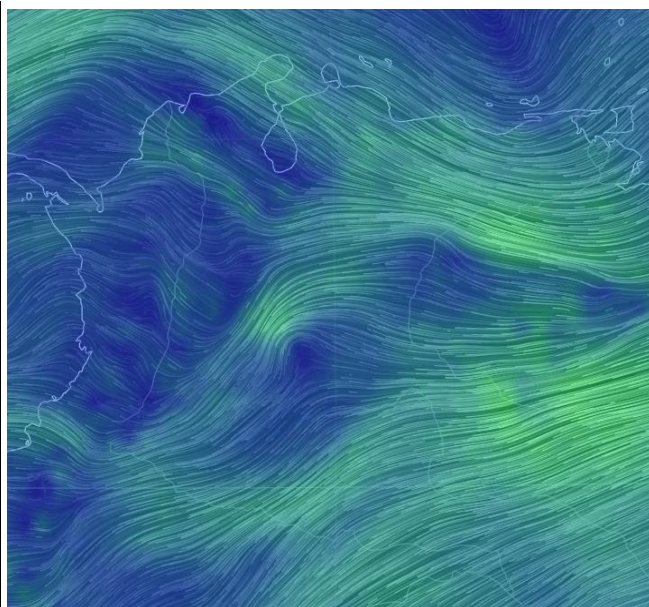
a) 19 de marzo



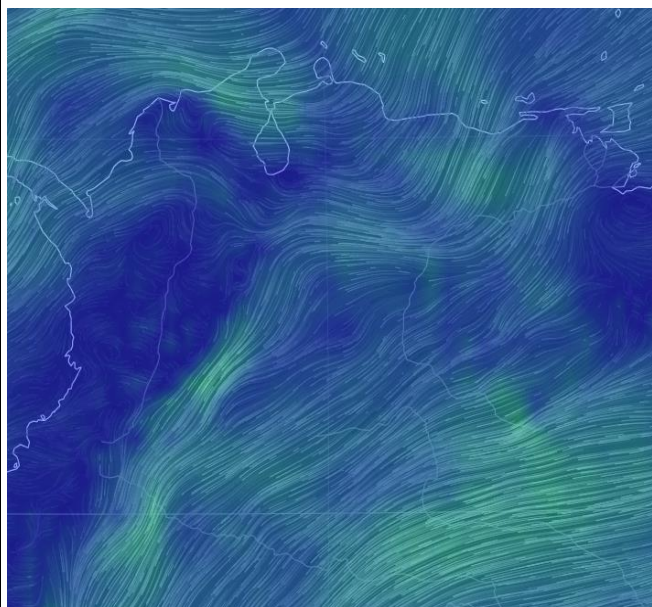
b) 20 de marzo



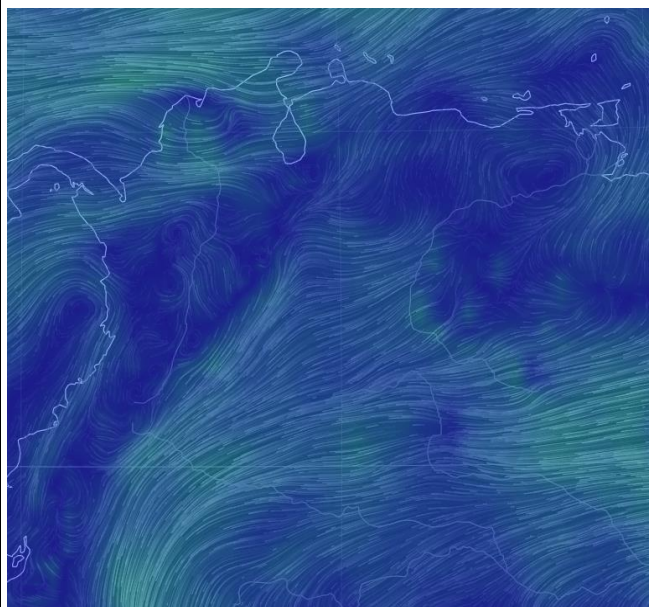
c) 21 de marzo



d) 22 de marzo



e) 23 de marzo



f) 24 de marzo

Figura 28. Vientos en 700 hPa entre el 19 y 24 de marzo de 2018. Fuente: earth.nullschool.net

7 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA

La Figura 29 resume el comportamiento de la temperatura media de los meses de marzo desde 2010 a 2018. De acuerdo con el histórico observado en esta figura, marzo de 2018 presentó un ligero incremento respecto al mes de marzo del año 2017, pero por debajo de 2010 y 2016, los cuales han sido los años con las más altas temperaturas de la década, de acuerdo con los registros de la RMCAB. Las estaciones que no registran información, obedece que no reportaron datos o que no cumplen con el criterio de representatividad temporal.

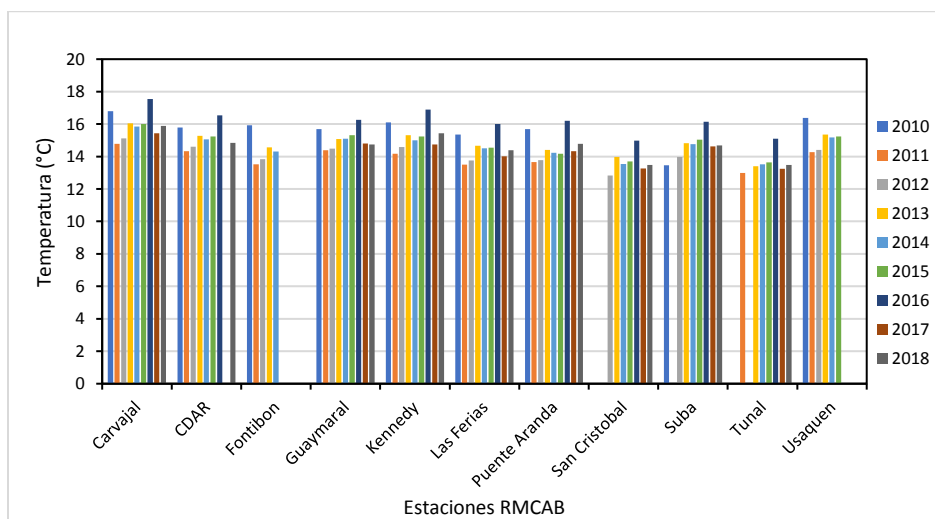


Figura 29. Comportamiento interanual de la temperatura media – meses de marzo 2010 a 2018.

De acuerdo con los registros de la RMCAB, la temperatura superficial del aire de la ciudad para el mes de marzo de 2018, se estimó en 14,9°C; incrementó en 0,1 °C respecto de mes anterior. Con respecto al promedio de los meses de marzo de 2000 – 2017, el cual se estima en 14,9 °C, no hubo variaciones significativas.

Las temperaturas máximas absolutas más altas se registraron en los sectores de Suba, Guaymaral y CDAR y las mínimas absolutas hacia Tunal y Suba. El sector de Suba presentó la mayor expansión térmica de la ciudad, posiblemente debido a la recepción de mayor cantidad de radiación solar en horas del día por presentar cielos más despejados tanto en el día como en la noche, propiciando altas temperatura en el día y bajas temperaturas en la noche. Esta situación además propicia velocidades máximas durante el día. Ver Figura 22, Figura 26 y Figura 32 a).

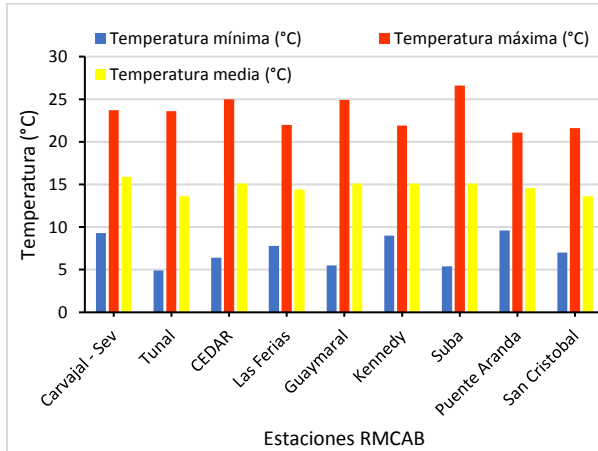


Figura 30. Temperaturas medias, máximas y mínimas absolutas por estaciones. marzo 2018

Tabla 12. Resumen Temperaturas medias, máximas y mínima absolutas por estaciones y promedio ciudad.

marzo 2018

Estación	Temp. mínima (°C)	Temp. máxima (°C)	Temp. media (°C)
Usaquén	No Data	No Data	No Data
Carvajal - Sev	9,3	23,7	15,9
Tunal	4,9	23,6	13,6
CDAR	6,4	25	15,1
Las Ferias	7,8	22	14,4
Guaymaral	5,5	24,9	15,1
Kennedy	9	21,9	15,1
Suba	5,4	26,6	15,1
Puente Aranda	9,6	21,1	14,6
San Cristobal	7	21,6	13,6
Bolivia	No Data	No Data	No Data
Promedio	7,2	23,6	14,9

1.1 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

En marzo del año en curso el sector sur occidental registró las más altas temperatura de la ciudad, y las más bajas hacia el sur oriente como es normal que se distribuyan las temperaturas en la ciudad. En cuanto al sector representado por la estación CDAR, las menores temperaturas pueden estar relacionadas con el techo nuboso que se localiza en ese sector y la ocurrencia de altos niveles de precipitación, como se indicó anteriormente. Ver Figura 31.

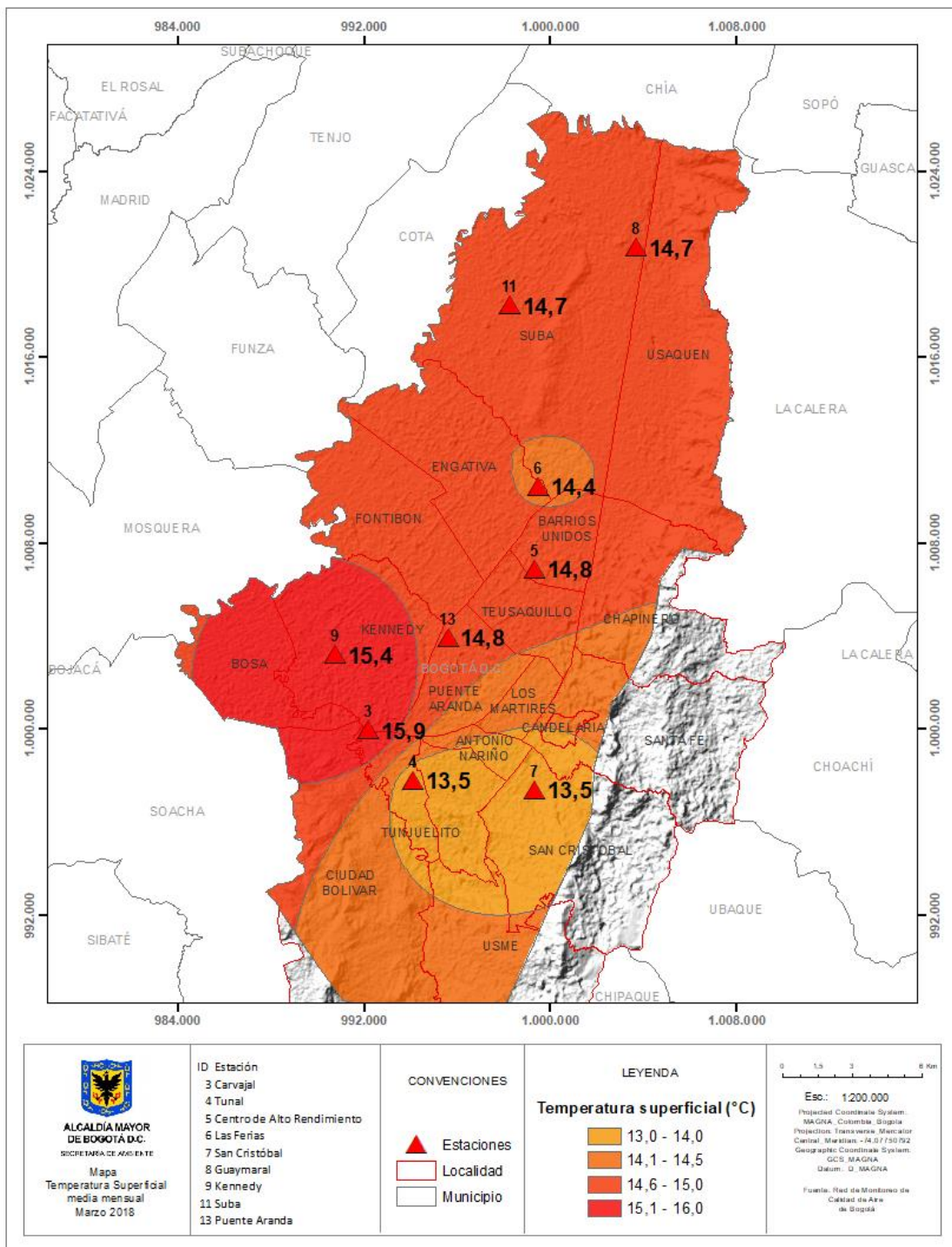


Figura 31 Mapa del promedio de temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB con base en el método de interpolación de Kriging - marzo 2018

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

En la se muestra el comportamiento diario de la radiación solar. Si se analiza el acumulado diario de la radiación solar durante el mes de marzo, se observa que los medios máximos se registraron entre los días 11 a 14 del mes, con valores entre 7000 W/m² a 8400 W/m² por día. Por el contrario, los días 8, 24 y 28, se registraron los menores acumulados de radiación. Esta disminución está estrechamente relacionada con mayor cobertura de nubes como se evidencia en la Figura 23, lo que a su vez se traduce en menores velocidades del viento como se observa en la Figura 45, que por demás favorece la ocurrencia de mayores concentraciones de contaminantes descargados a la atmósfera, dada esa probable relación inversa entre la velocidad del viento y las concentraciones de contaminantes.

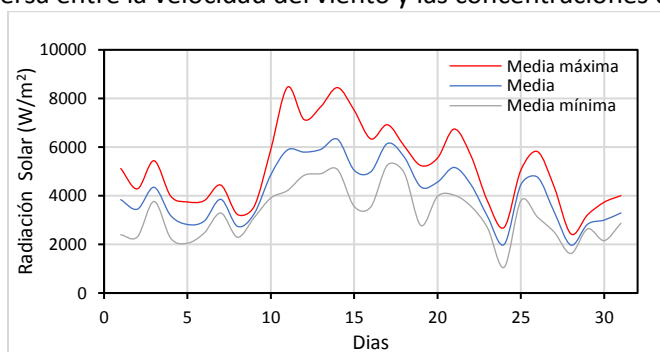
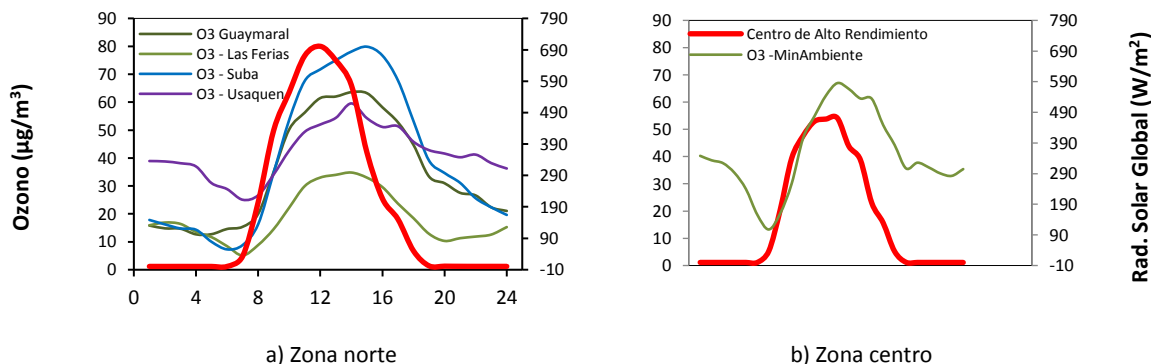


Figura 32. Comportamiento de la radiación solar diaria durante el mes de marzo de 2018

En cuanto al comportamiento medio horario de la radiación solar y su relación con las concentraciones de ozono, se observa que los sectores de la ciudad que recibieron mayor cantidad de radiación durante este mes, fueron San Cristóbal y Guaymaral y con medios máximos horarios de 723 W y 701 W entre las 12 M y 1 PM. Relacionado con ello las concentraciones de ozono más altas se registraron en Suba con 80 µg/m³ y San Cristóbal con 71 µg/m³. Para este mes se presentó una ligera disminución de las concentraciones con respecto al mes anterior, el cual para el sector de Suba alcanzó los 85.4 µg/m³ en su pico medio horario.



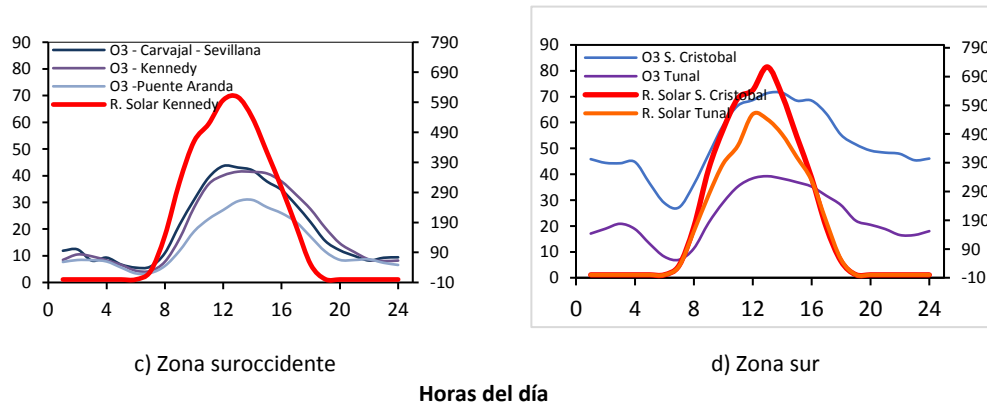


Figura 33. Comportamiento horario de O₃ (µg/m³) y su relación con la Radiación Solar entrante (W/m²), marzo 2018.

9 ANÁLISIS EVENTO ALERTA AMARILLA POR CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA – MARZO 23 AL 29 DEL 2018

El Sistema de Alertas Tempranas Ambientales de Bogotá – SATAB - en su componente aire, realiza el seguimiento permanente a la calidad del aire en la ciudad, a través del Índice Bogotano de Calidad del Aire - IBOCA. De acuerdo a esta revisión, se evidenció que las concentraciones registradas en las estaciones de monitoreo de la RMCAB se encontraban en los niveles establecidos para el estado de la calidad del aire “Regular” para el contaminante PM_{2.5}, por lo cual el estado de actuación correspondió a “Alerta Amarilla”. Estas concentraciones se observaron en las 48 horas previas al 23 de marzo, día en el que se declaró la alerta, y permaneció hasta el día 29 de marzo, después de un seguimiento de 48 horas en el que las concentraciones estaban debajo del rango establecido para el estado de calidad del aire “Moderada”. En la Tabla 13 se observan los rangos numéricos del IBOCA y los rangos de concentración de cada contaminante, correspondientes a cada estado de la calidad del aire. Para el caso de este evento, se registraron concentraciones de PM_{2.5} en el rango entre 35.5 y 55.4 µg/m³ durante el período de la alerta, y el levantamiento de la misma se dio al registrar concentraciones por debajo de 35.5 µg/m³. En la Tabla 14 se mencionan los documentos por los cuales se realizó la declaratoria y el levantamiento de la Alerta Amarilla, que corresponden a informes Técnicos de soporte y las Resoluciones por las cuales se aprueba el inicio y el final del estado de actuación.

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

Tabla 13. Rangos de concentración por contaminante y atributos del IBOCA

Atributos del IBOCA				Rangos de concentración y tiempo de exposición para cada contaminante ¹					
Rangos numéricos	Color	Estado de calidad del aire	Estado de actuación y respuesta ²	PM10, 24h (µg/m³)	PM2.5, 24h (µg/m³)	O ₃ , 8h (µg/m³) [ppb]	CO, 8h (µg/m³) [ppm]	SO ₂ , 1h (µg/m³) [ppb]	NO ₂ , 1h (µg/m³) [ppb]
0 - 10	Azul claro	Favorable	Prevención	(0-54)	(0-12)	(0-116) [0-59]	(0-5038) [0.0-4.4]	(0-93) [0-35]	(0-100)
10,1 - 20	Verde	Moderada	Prevención	(55-154)	(12.1-35.4)	(117-148) [60-75]	(5039-10762) [4.5-9.4]	(94-198) [36-75]	(101-188)
20,1 - 30	Amarillo	Regular	Alerta Amarilla	(155-254)	(35.5-55.4)	(149-187) [76-95]	(10763-14197) [9.5-12.4]	(199-486) [76-185]	(189-677) [101-360]
30,1 - 40	Naranja	Mala	Alerta Naranja	(255-354)	(55.5-150.4)	(188-226) [96-115]	(14198-17631) [12.5-15.4]	(487-797) [186-304]	(678-1221) [361-649]
40,1 - 60	Rojo ³	Muy Mala	Alerta Roja ³	(355-424)	(150.5-250.4)	(227-734) [116-374]	(17632-34805) [15.5-30.4]	(798-1583) [305-604]	(1221-2349) [650-1249]
60,1 - 100 ⁴	Morado	Peligrosa	Emergencia	(425-604)	(250.5-500.4)	(734-938) [374-938]	(34806-57703) [30.5-50.4]	(1584-2630) [605-1004]	(2350-3853) [1250-2049]

Tabla 14. Documentos por los que se realizó la declaración y el levantamiento de la alerta amarilla

Evento	Informe Técnico	Resolución
Declaratoria	Informe Técnico No. 00422 23 de marzo del 2018	Resolución No. 00831 24 de marzo del 2018
Levantamiento	Informe Técnico No. 00473 29 de marzo del 2018	Resolución No. 00888 30 de marzo del 2018

En la Figura 34 se muestra la evolución de las medias móviles 24 horas de las concentraciones de PM_{2.5}, en los días previos, durante y después de la Alerta Amarilla (Marzo 21 al 30), y los rangos de concentración del IBOCA indicados en colores. Se observa que la mayoría de las estaciones registraron valores de media móvil en el rango del estado de calidad del aire “Regular” hasta el 24 de marzo, en los siguientes dos días hubo un descenso en las concentraciones, dado que coincidió con el fin de semana, y nuevamente hubo un aumento en las concentraciones de PM_{2.5} desde el 26 de marzo en seis estaciones, las cuales reportaron datos nuevamente en el rango del estado de calidad del aire regular, hasta el día jueves 29 de marzo, cuando hubo un descenso en las concentraciones, dado que correspondían a los días jueves y viernes santos, con lo cual se redujo la actividad de las fuentes emisoras y por consiguiente se registró una disminución en las concentraciones de material particulado, por lo cual se realizó el levantamiento de la Alerta Amarilla. Para el día 30 de marzo, nueve estaciones de monitoreo registraron calidad del aire en estado “Favorable”, solamente en Carvajal-Sevillana y Kennedy los valores de la media móvil permanecieron en el rango del estado de la calidad del aire “Moderada”.

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

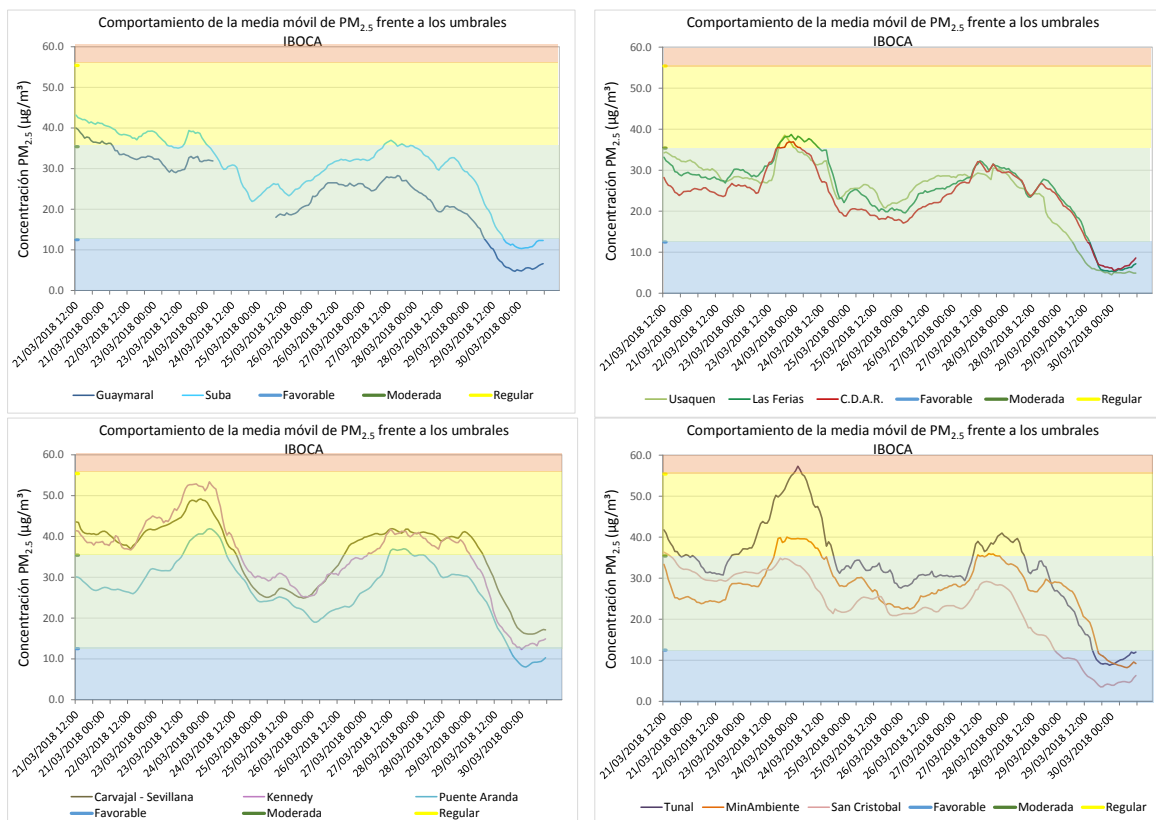


Figura 34. Media móvil 24 horas de concentraciones de $PM_{2.5}$ por estación de monitoreo. Marzo 21-30

En la Tabla 15 y la Tabla 16 se muestran los porcentajes de tiempo en que cada estación de monitoreo estuvo en un determinado estado de calidad del aire. Se observa que en las 48 horas previas a la declaratoria las estaciones Carvajal-Sevillana y Kennedy registraron un estado de la calidad del aire “Regular” el 100% del tiempo, y las estaciones Guaymaral, Tunal y Suba registraron el estado de calidad del aire “Regular” más del 25% del tiempo. Por otro lado, en las 48 horas previas al levantamiento de la medida, solo las estaciones Carvajal-Sevillana y Kennedy registraron al menos un 27% del tiempo el estado de calidad del aire “Regular”, sin embargo, las demás estaciones de monitoreo registraron el estado de la calidad “Favorable” entre el 31 y 77% del tiempo, lo cual indicaba que la calidad del aire había mejorado para el final del mes.

Tabla 15. Porcentajes de estados de la calidad del aire por estación. 48 horas antes de la declaratoria de la Alerta Amarilla

Condición	Porcentaje del periodo de 48 horas en que la estación ha estado en determinado estado de calidad del aire (Marzo 21 a 23)										
	Guaymaral	Usaquen	Suba	Las Ferias	Centro de Alto Rendimiento	MinAmbiente	Puente Aranda	Kennedy	Carvajal - Sevillana	Tunal	San Cristobal
Favorable	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Moderada	73%	100%	10%	98%	98%	96%	92%	0%	0%	40%	100%
Regular	27%	0%	92%	2%	2%	4%	8%	100%	100%	60%	0%
Mala	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
% datos válidos	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Tabla 16. Porcentajes de estados de la calidad del aire por estación. 48 horas antes del levantamiento de la Alerta Amarilla

Condición	Porcentaje del periodo de 48 horas en que la estación ha estado en determinado estado de calidad del aire (Marzo 28 a 30)										
	Guaymaral	Usaquen	Suba	Las Ferias	Centro de Alto Rendimiento	MinAmbiente	Puente Aranda	Kennedy	Carvajal - Sevillana	Tunal	San Cristobal
Favorable	56%	60%	31%	44%	46%	38%	35%	0%	0%	42%	77%
Moderada	44%	40%	69%	56%	54%	63%	65%	73%	60%	58%	23%
Regular	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	27%	40%	0%	0%
Mala	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
% datos válidos	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Dentro de las posibles causas del aumento en las concentraciones de material particulado que dieron lugar a la Alerta Amarilla, se encuentra la disminución en la velocidad promedio del viento en marzo de 2018 con respecto a los meses de marzo en años anteriores, con lo cual la dispersión de contaminantes puede verse disminuida. En el día 23 de marzo, se observó además un cambio en la dirección del viento, con ingreso de vientos locales desde el occidente de la ciudad, e influencia de los vientos sinópticos provenientes del nororiente, lo que redujo las condiciones de ventilación en la ciudad. (Figura 35 y Figura 36) Adicionalmente, varios aeropuertos del país reportaron bruma o calima, un fenómeno asociado a la presencia de partículas de agua y/o polvo que se encuentran suspendidas en la atmósfera, y reducen la visibilidad de desde la torre de control. (Figura 37)

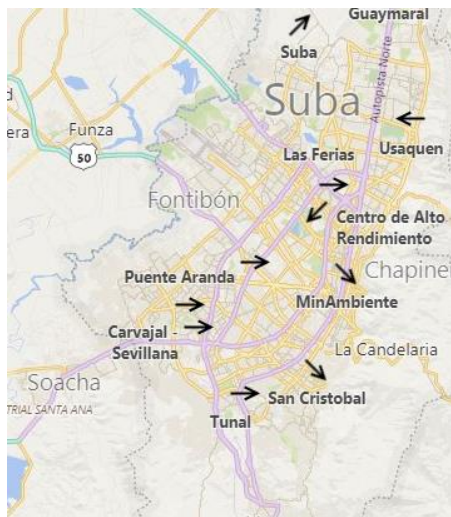


Figura 35. Dirección del viento por estación de monitoreo. Marzo 23 @ 16:00

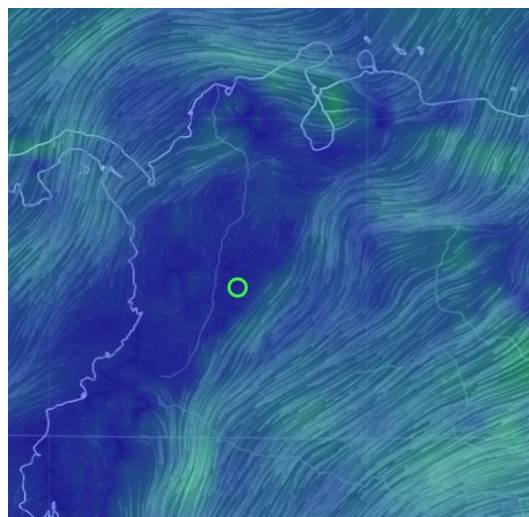


Figura 36. Comportamiento de los vientos sinópticos en Colombia. Marzo 23 @ 16:00. Fuente <https://earth.nullschool.net/>



Figura 37. Reporte de bruma en aeropuertos de Colombia. Fuente: Aeronáutica Civil

Una posible fuente aportante de material particulado son los incendios registrados en la zona oriental del país y en Venezuela, las cuales se realizan usualmente en marzo, pero debido a la dirección predominante de los vientos se transportó el material particulado desde el oriente hacia el centro del país. Existen satélites (MODIS y VIIRS) que observan los posibles incendios en la superficie de acuerdo a los puntos calientes registrados. En Colombia, entre el 16 y el 23 de marzo se registraron 10991 puntos calientes, los cuales predominaron en los departamentos de Vichada, Meta y Arauca, siendo estos dos últimos los que pudieron generar una mayor contribución al aumento del material particulado en Bogotá, debido al transporte del material particulado por parte de los vientos sinópticos provenientes del este y el noreste.

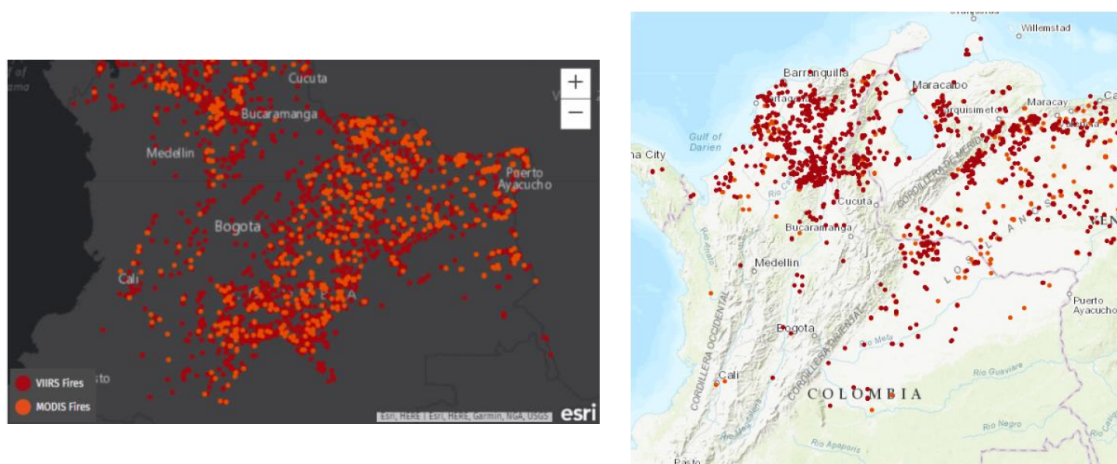


Figura 38. Vistas de satélite de puntos calientes asociados a incendios en Colombia. Fuente: <http://fires.globalforestwatch.org/map/>

ANEXOS

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

Tabla 17. Estaciones de monitoreo y variables monitoreadas de la RMCAB

Característica		Guaymaral (Escuela de Ingeniería)	Usaquén (Bosque)	Suba (Corpas)	Bolivia	Las Ferias (Carrefour Calle 80)	C. de Alto Rendimiento (Parque Simón Bolívar / IDRD)	Min. Ambiente (Sagrado Corazón)	Puente Aranda	Kennedy	Carvajal-Sevillana	Tunal	San Cristóbal
Ubicación	Latitud	4°47'152"N	4°42'37.26"N	4°45'40.49"N	4°44'9.12"N	4°41'26.52"N	4°39'30.48"N	4°37'31.75"N	4°37'54.36"N	4°37'30.18"N	4°35'44.22"N	4°34'34.41"N	4°34'21.19"N
	Longitud	74°2'39.06"W	74°1'49.50"W	74°5'36.46"W	74°7'33.18"W	74°4'56.94"W	74°5'2.28"W	74°4'1.13"W	74°7'2.94"W	74°9'40.80"W	74°8'54.90"W	74°7'51.44"W	74°5'1.73"W
	Altitud	2580 m	2570 m	2571 m	2574 m	2552 m	2577 m	2621 m	2590 m	2580 m	2563 m	2589 m	2688 m
	Altura del suelo	0 m	10 m	6 m	0 m	0 m	0 m	15 m	10 m	3 m	3 m	0 m	0 m
	Localidad	Suba	Usaquén	Suba	Engativá	Engativá	Barrios Unidos	Santa Fe	Puente Aranda	Kennedy	Kennedy	Tunjuelito	San Cristóbal
	Dirección	Autopista Norte # 205- 59	Carrera 7B Bis # 132- 11	Carrera 111# 159A- 61	Avenida Calle 80 # 121- 98	Avenida Calle 80 # 69Q- 50	Calle 63 # 59A- 06	Calle 37 # 8- 40	Calle 10 # 65- 28	Carrera 80 # 40- 55 sur	Autopista Sur # 63- 40	Carrera 24 # 49- 86 sur	Carrera 2 Este # 12- 78 sur
	Tipo de zona	Suburbana	Urbana	Suburbana	Suburbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana
	Tipo de estación	De fondo	De fondo	De fondo	De fondo	De tráfico	De fondo	De tráfico	Industrial	De fondo	Tráfico Industrial	De fondo	De fondo
	Localización toma muestra	Zona Verde	Azotea	Azotea	Zona Verde	Zona Verde	Zona Verde	Azotea	Azotea	Zona Verde	Azotea	Zona Verde	Zona Verde
	Altura punto de muestra	4 m	13 m	9 m	4.6 m	4.6 m	4.6 m	18 m	13 m	7 m	6 m	3 m	4 m
	Altura viento	10 m	19 m	10 m	10 m	10 m	10 m	19 m	20 m	10 m	13 m	10 m	10 m
	PM ₁₀	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
	O ₃	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
	NO ₂	x				x	x		x	x	x	x	
	CO		x			x	x		x	x	x	x	
	SO ₂			x			x		x	x	x	x	x
Var. Meteorológicas	V. Viento	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
	Temperatura	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x
	Precipitación	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	R. Solar	x					x			x		x	x
	H. Relativa	x				x	x			x		x	x
	Presión Atm.	x				x				x			

La elaboración de informes de calidad del aire hacen 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 equipos de monitoreo de la RMCAB se muestran en la Tabla 18. Estos métodos se encuentran descritos en el Título 40 del CFR (*Code of Federal Regulations*), los cuales están aprobados por la *Environmental Protection Agency* (EPA) de Estados Unidos.

Tabla 18. Principios de medición de los equipos de la RMCAB y métodos de referencia EPA

Contaminante	Principio de Medición	Método de referencia EPA
PM ₁₀	Atenuación por Radiación Beta	EQPM-0798-122
PM _{2.5}	Atenuación por Radiación Beta	EQPM-0609-183
O ₃	Espectrofotometría de Absorción en el Ultravioleta	EQQA-0992-087
NO ₂	Quimioluminiscencia	RFNA-1289-074
CO	Espectrofotometría de Absorción en el Infrarrojo	RFCA-0992-088
SO ₂	Fluorescencia Pulsante en el Ultravioleta	EQSA-0495-100

B. Comportamiento horario de las concentraciones de PM₁₀

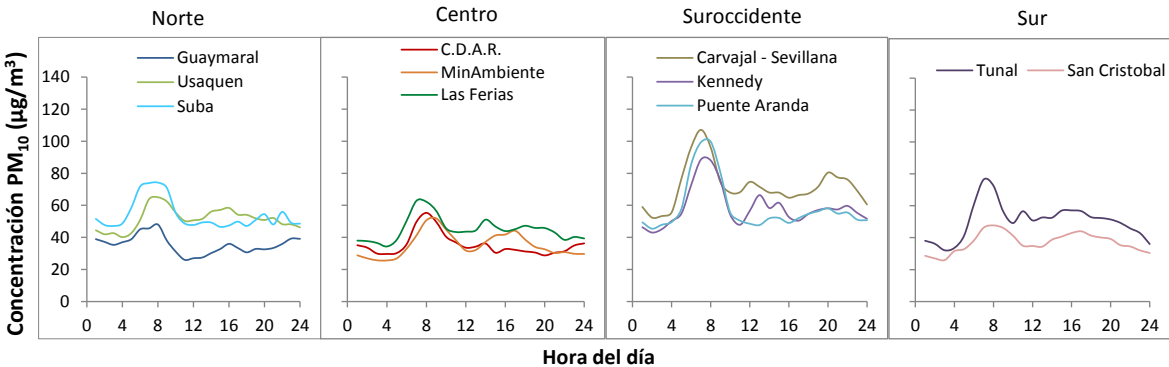


Figura 39. Comportamiento horario de PM₁₀ para marzo de 2018

C. Comportamiento horario de las concentraciones de $PM_{2.5}$

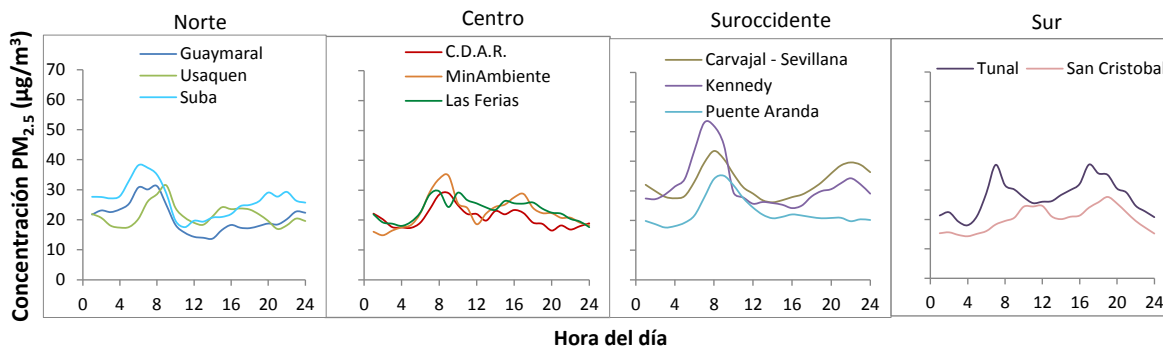


Figura 40. Comportamiento horario de $PM_{2.5}$ para marzo de 2018.

D. Comportamiento horario de las concentraciones de O_3

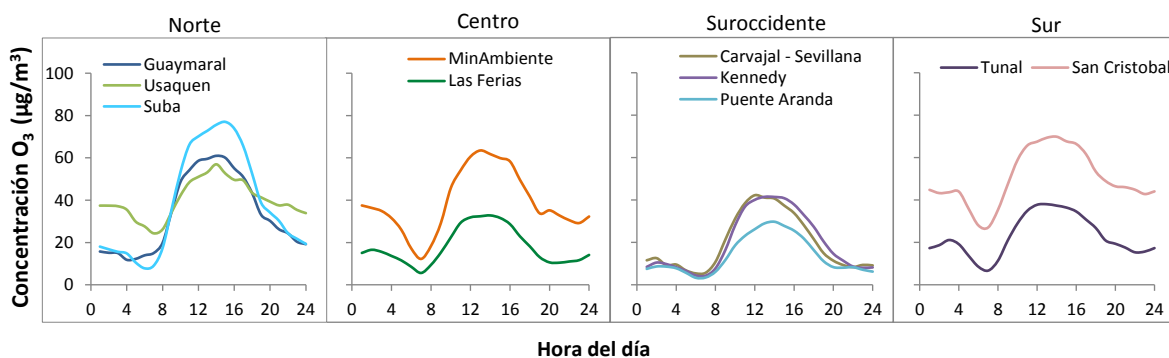


Figura 41. Comportamiento horario de O_3 para marzo de 2018.

E. Comportamiento horario de las concentraciones de SO_2

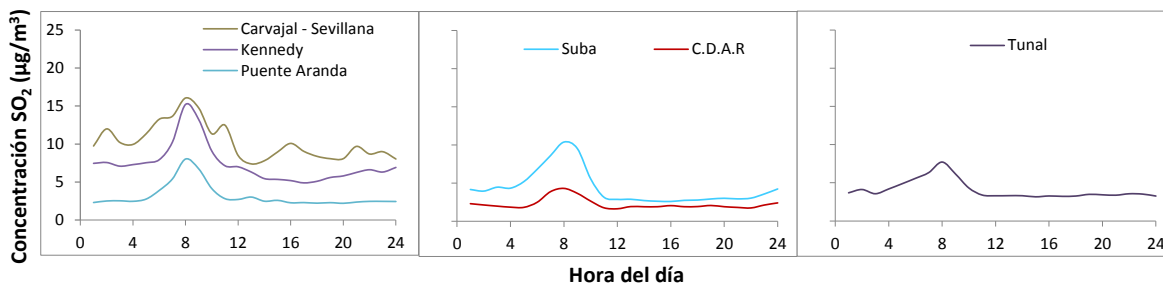


Figura 42. Comportamiento horario de SO_2 para marzo de 2018.

F. Comportamiento horario de las concentraciones de NO₂

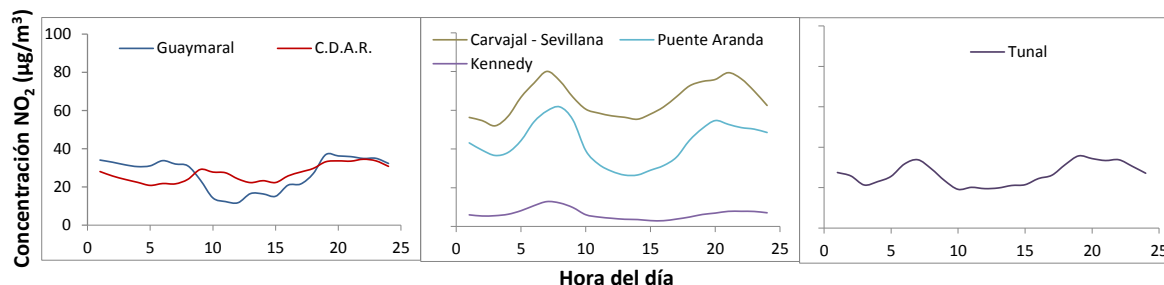


Figura 43. Comportamiento horario de NO₂ para marzo 2018.

G. Comportamiento horario de las concentraciones de CO

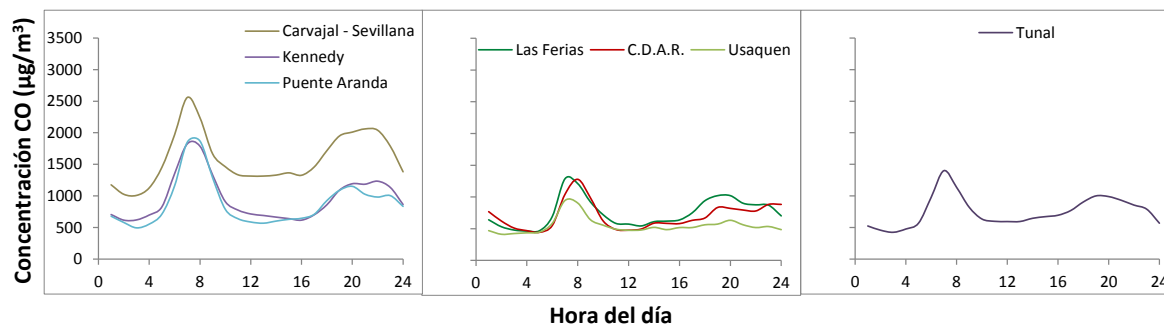


Figura 44. Comportamiento horario de CO para marzo 2018.

H. Relación PM₁₀/PM_{2.5}

El cálculo de la relación de concentraciones de PM_{2.5} y PM₁₀ para cada una de las estaciones consideró únicamente aquellos promedios mensuales con una representatividad temporal igual o superior a 75%. Una relación alta implica una mayor participación de material particulado fino (PM_{2.5}) el cual está relacionado de forma más directa con los procesos de combustión y con los productos de reacciones secundarias atmosféricas.

Las fracciones más altas de PM_{2.5} en PM₁₀ fueron observadas en las estaciones Centro de Alto Rendimiento y Guaymaral, mientras que las menores fracciones fueron observadas en Usaquén y Puente Aranda. Esto indica que en las estaciones del centro y norte de la ciudad la concentración de PM_{2.5} tuvo un valor notable en contraste con la concentración de PM₁₀ (Tabla 19).

Tabla 19. Relación $PM_{2.5}/PM_{10}$ por estación - marzo de 2018.

Marzo 2018			
Estación	Promedio $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)	Promedio PM_{10} ($\mu g/m^3$)	Relación $PM_{2.5}/PM_{10}$
Guaymaral	21	36	0.59
Usaquén	21	52	0.41
Suba	26	54	0.49
Las Ferias	24	46	0.53
C.D.A.R.	21	35	0.60
Puente Aranda	23	59	0.39
Kennedy	32	58	0.55
Carvajal - Sevillana	33	72	0.46
Tunal	28	50	0.55
San Cristóbal	20	37	0.55

I. Velocidades del viento promedio Ciudad

La Figura 45 describe la variabilidad de la velocidad diario durante el mes de marzo. Si se toma en cuenta la Figura 32, se hace evidente la estrecha relación del ciclo diario del sol con la variación de la intensidad de los vientos. De allí, se observa que los días con mayores intensidades en la radiación solar entrante, coinciden con los días con mayores velocidades del viento. Nótese que, hacia el día 24 de marzo, con un descenso fuerte en la cantidad de radiación entrante, debida a la nubosidad dominante para ese tiempo, las velocidades del viento reflejaron su disminución.

Por otra parte la Figura 32. Permite observar los valores medios mínimos y medios máximos durante un día normal. Así, en promedio las velocidades medias máximas se lograron alrededor de las 2 PM, en tanto que las medias mínimas en hora de la madrugada.

La Figura 46 es una representación media de lo que ocurrió en la ciudad, en un día normal del mes de marzo; vientos débiles en las hora de la madrugada, tan bajos como 1.0 m/s en promedio y mínimos de 0.3 m/s, debidos a la pérdida de calor del suelo, y vientos medios máximos de 4.4 m/s en horas de la tarde, cerca de las 3 pm, con descenso de la velocidad hacia las horas de la noche.

Se puede observar, que después del mediodía, se alcanzan velocidades máximas de entre 4.2 – 4.4 m/s; que son los que más contribuyen con la difusión y remoción de contaminantes de la ciudad dada su capacidad de mezcla y transporte. Las velocidades medias máximas alcanzaron los 3.0 m/s hacia las 2 pm, pero en las madrugadas hubo velocidades máximas de 1.4 a 1.6 m/s en promedio.

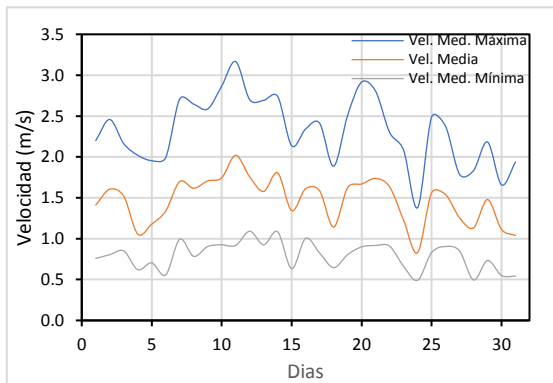


Figura 45 Velocidad media diaria del viento – marzo 2018

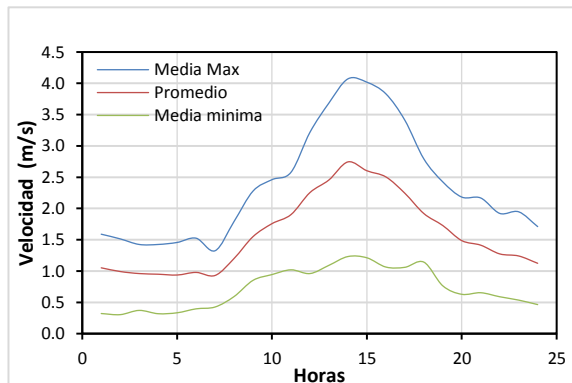
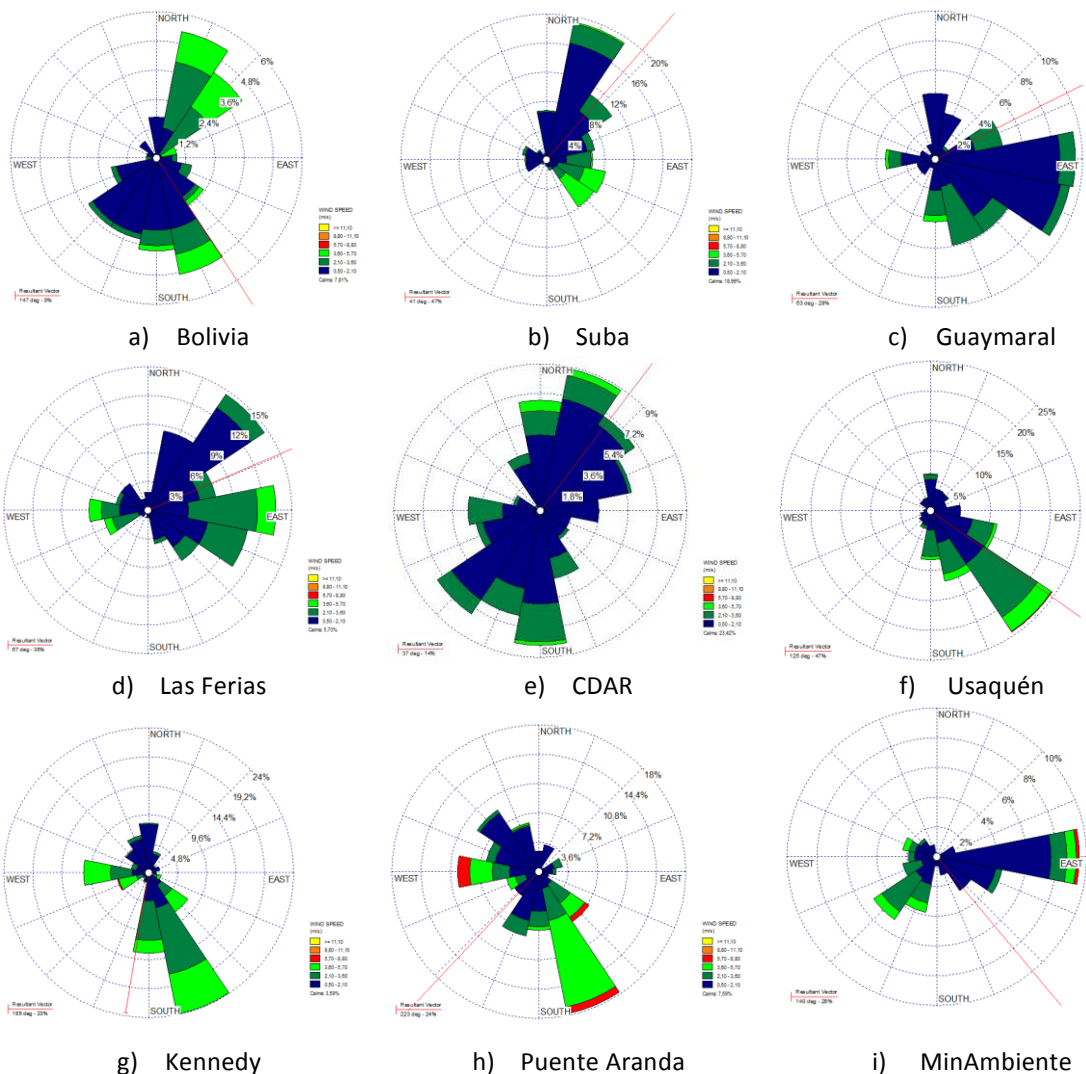
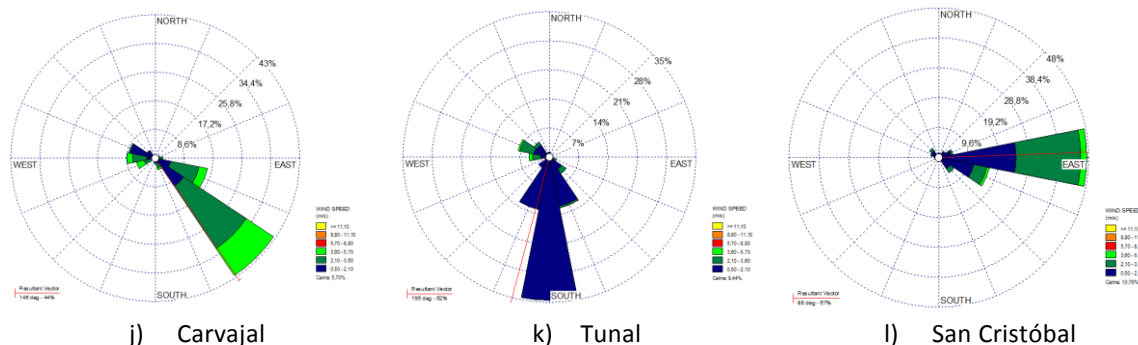


Figura 46. Perfil horario velocidad media del viento – marzo 2018

J. Rosas de viento consolidadas para marzo 2018

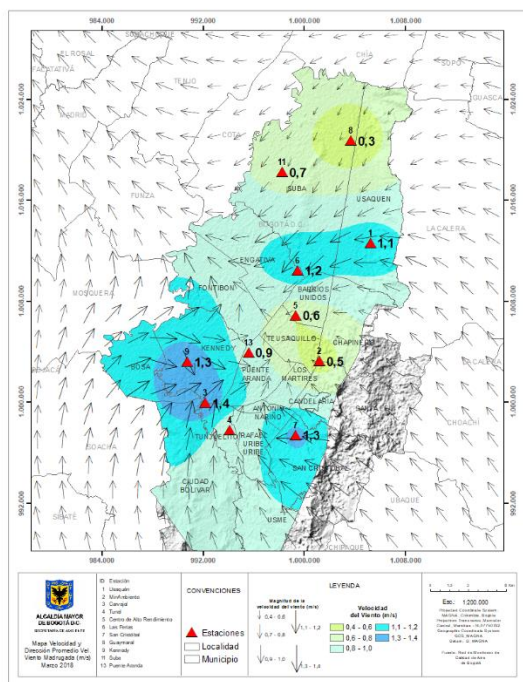




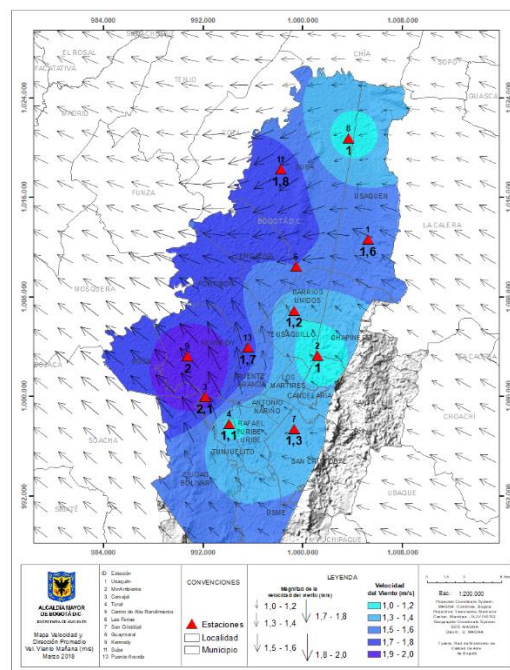
una confluencia en el centro geográfico de la ciudad para luego continuar hacia el noroccidente. Las velocidades del viento, como es normal tienden a disminuir, debido a la pérdida de energía del sol, asemejándose a las velocidades del viento de las horas de la mañana.

Tabla 20 Valores de velocidad promedio y de dirección del viento predominante en grupos horarios y diario en las estaciones de la RMCAB – marzo 2018.

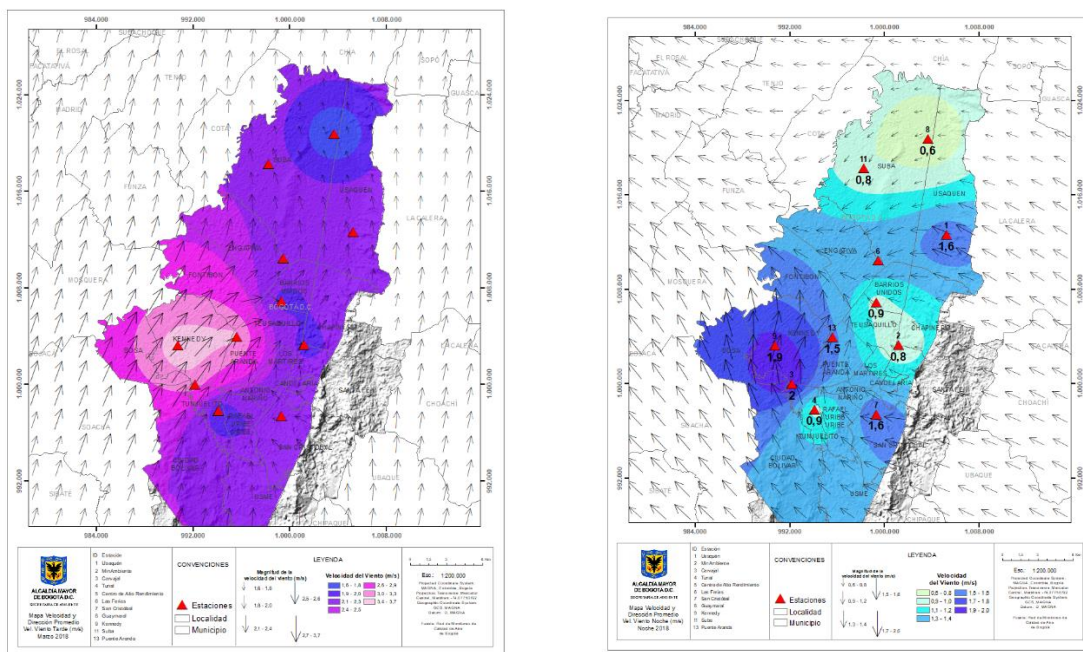
Estación	Velocidad promedio del viento (m/s)				Maxima	Dirección promedio del viento (°)			
	Mañana	Tarde	Noche			Mañana	Tarde	Noche	
Bolivia	0,8	1,9	2,6	1,2	2,6	187	24	112	221
Guaymaral	0,3	1,0	1,5	0,6	1,5	8	69	151	79
Usaquén	1,1	1,6	2,2	1,6	2,2	88	121	161	122
Suba	0,7	1,8	2,1	0,8	2,1	19	48	156	17
Las Ferias	1,2	1,6	2,1	1,4	2,1	29	72	181	60
C.D.A.R.	0,6	1,2	1,9	0,9	1,9	56	159	326	119
MinAmbiente	0,5	1,0	1,9	0,8	1,9	130	140	203	109
Puente Aranda	0,9	1,7	3,4	1,5	3,4	288	181	230	244
Kennedy	1,3	2,0	3,6	1,9	3,6	344	136	227	204
Carvajal - Sevillana	1,4	2,1	3,1	2,0	3,1	161	141	210	147
Tunal	0,8	1,1	1,8	0,9	1,8	201	195	230	182
San Cristóbal	1,3	1,3	2,0	1,6	2,0	79	78	84	94
Promedio	0,9	1,5	2,3	1,3	2,3				



a) Madrugadas



b) Mañanas



c) Tardes

d) Noches

Figura 48. Mapas dirección y velocidad del viento para diferentes fracciones del día – marzo de 2018

L. Temperatura media, diaria y horaria Ciudad

Como una respuesta a la cantidad de energía entrante, los días más calurosos del mes fueron el 11, 13, 21 y 26 de marzo; los menos calurosos el 5 y 24 de marzo (ver Figura 32), los cuales se relacionan con días nublados y con lluvias, como se observa en la Figura 23.

En cuanto al ciclo diurno se observa que las mayores temperaturas se alcanzaron como es normal después del mediodía, entre la 1 PM y las 3 pm con valores medios máximos de 21 °C, medios de 20 °C y medios mínimos de 18 °C. Las temperaturas medias mínimas ocurrieron alrededor de las 7 am, con medias máximas de 12.4°C, medias de 11,3 °C y medias mínimas de 9.6 °C. (Figura 50)

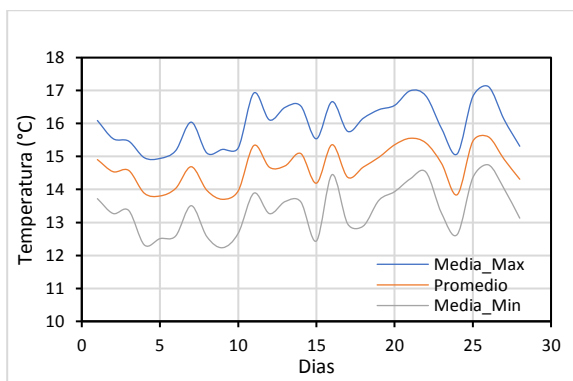


Figura 49. Temperatura media, media máxima y media mínima diaria – marzo 2018

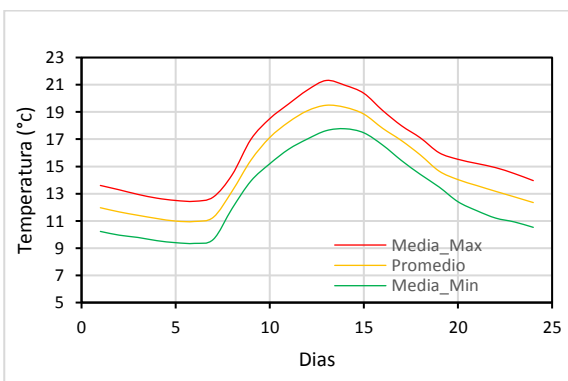


Figura 50. Perfil horario temperatura media máxima, promedio y media min (°C)- marzo 2018

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 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 126PM04-PR84 Generación y Control de Informes de la RMCAB. 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.

Elaboró:

Eaking Alberto Ballesteros Urrutia
Edison Yesid Ortiz Durán
Jhonathan Ramírez Gamboa
Daissy Lizeth Zambrano Bohórquez

Revisó

Diana Alexandra Ramírez Cardona

Aprobó

Oscar Alexander Ducuara Falla

FIN DEL INFORME