Marzo

Informe mensual de Calidad del Aire en Bogotá

Año 2017

Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá

Estación Puente Aranda

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

Carlos Arturo Puerta Cárdenas
Subsecretario Distrital de Ambiente

Oscar Ferney López Espitia
Director de Control Ambiental

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

Edgar Alberto Rojas
Coordinador General RMCAB-SATAB-SIMCAB

Diana Alexandra Ramirez Cardona
Coordinador (a) Técnica RMCAB

Daissy Lizeth Zambrano Bohórquez
Eaking Ballesteros Urrutia
Jhonathan Ramírez Gamboa
Yessica Natalia Ramírez Yara
Grupo de Validacion y Análisis de la RMCAB

Darío Alejandro Gómez Flechas
Henry Ospino Dávila
Luz Dary González González
Marco Antonio Sánchez
Grupo de Operación de la RMCAB

1 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM_{10}

La Tabla 1 muestra los datos obtenidos para material particulado PM_{10} en el mes de marzo de 2017.

Tabla 1. Resumen de datos de PM_{10} para marzo de 2017

Estación	Promedio PM_{10} ($\mu g/m^3$)	Máximo PM_{10} ($\mu g/m^3$)	Fecha Máximo PM_{10}	Excedencias 24h	Datos válidos (%)
Guaymaral	30	53	17/03/2017	0	100%
Usaquén*	34	52	30/03/2017	0	42%
Suba*	48	56	06/03/2017	0	32%
Las Ferias	40	60	25/03/2017	0	100%
C.D.A.R.*	31	50	30/03/2017	0	32%
MinAmbiente*	37	57	17/03/2017	0	71%
Puente Aranda	51	70	30/03/2017	0	100%
Kennedy	52	72	18/03/2017	0	94%
Carvajal - Sevillana	68	95	25/03/2017	0	94%
Tunal	52	83	30/03/2017	0	77%
San Cristóbal	30	47	17/03/2017	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 y máximos 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 de Carvajal - Sevillana (**68 $\mu g/m^3$**), Kennedy (**52 $\mu g/m^3$**), y en la zona sur en la estación de Tunal (**52 $\mu g/m^3$**). Las menores concentraciones se presentaron en la zona sur para la estación San Cristóbal (30 $\mu g/m^3$) y en la zona norte para la estación Guaymaral (30 $\mu g/m^3$). La concentración máxima diaria para el mes fue de **95 $\mu g/m^3$** en la estación Carvajal - Sevillana, seguida de **83 $\mu g/m^3$** en Tunal y **72 $\mu g/m^3$** en Kennedy. Ningún valor máximo reportado sobrepasó la norma diaria (100 $\mu g/m^3$).

Figura 1. Promedios de las concentraciones diarias y valores máximos de PM_{10} marzo de 2017

La Figura 2 muestra el comportamiento de la captura de datos durante el mes y las concentraciones diarias comparadas con respecto a la norma nacional diaria. 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_{10} se presentaron en la zona suroccidente (Puente Aranda, Carvajal-Sevillana y Kennedy), especialmente en la tercera y cuarta semanas del mes; las concentraciones más bajas se observan en la zona sur (San Cristóbal) y zona centro (Las Ferias y Centro de Alto Rendimiento), en la tercera semana del mes.

Figura 2. Comportamiento diario de datos PM_{10} para marzo de 2017

En la Figura 3 se evidencia el comportamiento temporal de las concentraciones de PM_{10} para el mes de marzo a través de los últimos 3 años. Teniendo en cuenta las estaciones que tienen datos representativos para el año 2017, se observa que las estaciones Guaymaral, Las Ferias, Puente Aranda, Carvajal y San Cristóbal presentaron disminución en las concentraciones frente a los valores del mismo mes de 2016; las estaciones Tunal y Kennedy no registran valor en 2016, pero se presenta una reducción frente al año 2015.

Figura 3. Comportamiento interanual PM_{10} (2015-2016-2017) para los meses de marzo

En la Figura 4 se representan los promedios mensuales de concentración de PM_{10} registrados por las 11 estaciones que monitorearon este contaminante en el mes de marzo, mediante el 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 velocidad y dirección del viento. De acuerdo a esta representación, se observa que en el suroccidente de la ciudad se presentan los mayores niveles de contaminación por PM_{10}, con concentraciones entre 56 y 68 µg/m^3, en las localidades de Bosa, Kennedy, Ciudad Bolívar y Tunjuelito, mientras que las concentraciones más bajas se registran al oriente de la ciudad, incluyendo las localidades de San Cristóbal, Chapinero, Barrios Unidos y Usaquén, registrando concentraciones entre 27 y 39 µg/m^3. En la zona suroccidente además se registran las mayores velocidades del viento, y la dirección del viento predomina en sentido norte - sur, lo cual contribuye a la dispersión de la contaminación, especialmente en horas de la tarde.

Figura 4. Distribución espacial de los promedios mensuales de concentración de PM_{10} con base en el método de interpolación Kriging

1.1 INDICE BOGOTANO DE CALIDAD DEL AIRE (IBOCA) – PM_{10}

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_{10}, 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 aire "moderada" en mayor proporción, con 83% del tiempo, mientras que la estación San Cristóbal presenta las mejores condiciones ambientales con una condición de calidad del aire "Favorable" el 100% del tiempo, como se observa en la Tabla 2.

Figura 5. IBOCA para PM_{10} por estación en marzo 2017

Tabla 2. Porcentaje del tiempo por categoría de IBOCA para PM_{10}

IBOCA PM10		
ESTACIÓN	FAVORABLE	MODERADA
Carvajal - Sevillana	17%	83%
C.D.A.R.	98%	2%
Guaymaral	99%	1%
Kennedy	58%	42%
Las Ferias	89%	11%
MinAmbiente	95%	5%
Puente Aranda	59%	41%
San Cristobal	100%	0%
Suba	80%	20%
Tunal	57%	43%

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 2017. Se obtuvieron datos con un porcentaje de captura superior a 75% para ocho (8) de las once (11) estaciones que monitorearon este contaminante. La estación con menor cantidad de datos capturados fue Centro de Alto Rendimiento con un 16% del total posible.

Tabla 3. Resumen de datos de $PM_{2.5}$ para marzo de 2017

Estación	Promedio. $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)	Máximo $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)	Fecha Máximo $PM_{2.5}$	Excedencias 24h	Datos Válidos (%)
Guaymaral	18	30	17/03/2017	0	100%
Usaquén*	15	23	23/03/2017	0	42%
Suba	21	33	17/03/2017	0	97%
Las Ferias	21	34	30/03/2017	0	97%
C.D.A.R.*	9	11	07/03/2017	0	16%

Estación	Promedio. $PM_{2.5}$ (µg/m³)	Máximo $PM_{2.5}$ (µg/m³)	Fecha Máximo $PM_{2.5}$	Excedencias 24h	Datos Válidos (%)
MinAmbiente	24	45	25/03/2017	0	94%
Puente Aranda*	22	32	01/03/2017	0	19%
Kennedy	30	41	01/03/2017	0	81%
Carvajal - Sevillana	30	41	23/03/2017	0	100%
Tunal	28	44	21/03/2017	0	100%
San Cristóbal	16	27	20/03/2017	0	81%

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

La Figura 6 presenta los promedios y máximos por estación de monitoreo de $PM_{2.5}$ 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 de Kennedy (30 µg/m³) y Carvajal - Sevillana (30 µg/m³); y en el sur de la ciudad en la estación Tunal (28 µg/m³); estas estaciones exceden la norma anual de 25 µg/m³ en el mes de análisis. La menor concentración se presentó en la zona sur en la estación de San Cristóbal (16 µg/m³). La concentración máxima diaria para el mes fue de 45 µg/m³ en la estación MinAmbiente, seguida de 44 µg/m³ en Tunal y 41 µg/m³ en Carvajal - Sevillana y Kennedy. No se presentaron excedencias en el mes de Marzo al comparar los valores máximos con la normativa diaria (50 µg/m³). Los valores máximos se presentaron en su mayoría el día 17 de Marzo en las estaciones Guaymaral y Suba.

Figura 6. Promedios de las concentraciones diarias y valores máximos de $PM_{2.5}$. marzo 2017

La Figura 7 muestra el comportamiento de la captura de datos durante el mes y las concentraciones diarias comparadas con respecto a la norma nacional diaria. 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), Centro (MinAmbiente) y Sur (Tunal), especialmente en la tercera y cuarta semanas del mes; las concentraciones más bajas se observan en la zona norte (Usaquén) y zona sur (San

Cristóbal), en la primera semana del mes. En ninguna de las estaciones se presentaron valores por encima de la norma diaria de 50 µg/m³.

Figura 7. Comportamiento captura de datos $PM_{2.5}$ para marzo de 2017

La Figura 8 muestra el comportamiento temporal de las concentraciones de $PM_{2.5}$ para el mes de marzo a través de los últimos 3 años. Según las estaciones que tienen datos representativos para el año 2017, se observa que en las estaciones Guaymaral, Las Ferias, MinAmbiente, Carvajal-Sevillana y Tunal hubo una disminución de las concentraciones con respecto a los valores del mismo mes de 2016, y en Suba y Kennedy la disminución se observa según el valor reportado en 2015, mientras que en la estación San Cristóbal se evidenciaron aumentos frente al mismo mes en el año 2015. La estación de Puente Aranda no posee registros históricos de 2015 y 2016, debido a que el monitor de $PM_{2.5}$ se instaló en Octubre de 2016.

Figura 8. Comportamiento interanual $PM_{2.5}$ (2015-2016-2017) para los meses de marzo

En la Figura 9 se representan los promedios mensuales de concentración de $PM_{2.5}$ registrados por las 11 estaciones que monitorearon este contaminante en el mes de marzo, mediante el 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 velocidad y dirección del viento. De acuerdo a esta representación, se observa que en el suroccidente de la ciudad se presentan los mayores niveles de contaminación por $PM_{2.5}$, con concentraciones entre 25 y 30 µg/m3, en las localidades de Bosa, Kennedy, Tunjuelito, y Ciudad Bolívar, mientras que las concentraciones más bajas se registraron al centro y norte de la ciudad, en las localidades de Teusaquillo, Barrios Unidos, Suba y Usaquén, registrando concentraciones entre 5 y 15 µg/m3. En la zona suroccidente además se registran las mayores velocidades del viento, y la dirección del viento predomina en sentido norte - sur, lo cual contribuye a la dispersión de la contaminación, especialmente en horas de la tarde.

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

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 predominan las categorías "favorable", "moderada" y "regular". La estación Kennedy presenta el estado de calidad del aire más desfavorable, con una condición "moderada" el 70% del tiempo y "regular" el 30% del mes de marzo, mientras que la estación San Cristóbal presenta el mejor estado con una condición de "favorable" el 30% del tiempo y "moderada" el 70% restante, como se muestra en la Tabla 4.

Figura 10. IBOCA para $PM_{2.5}$ por estación en marzo 2017

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

IBOCA PM2.5			
ESTACIÓN	FAVORABLE	MODERADA	REGULAR
Carvajal - Sevillana	0%	85%	15%
Guaymaral	13%	87%	0%
Kennedy	0%	70%	30%
Las Ferias	10%	89%	1%
MinAmbiente	16%	74%	10%
San Cristobal	30%	70%	0%
Suba	1%	117%	0%
Tunal	2%	67%	31%

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

La Tabla 5 muestra los datos obtenidos para ozono (O_3) en el mes de marzo de 2017.

Tabla 5. Resumen de datos de O_3 para marzo de 2017

Estación	Promedio O_3 8h (µg/m³)	Máximo O_3 8h (µg/m³)	Fecha Máximo O_3	Excedencias 8h	Datos Válidos (%)
Guaymaral*	28	54	29/03/2017	0	8%
Usaquén*	21	41	02/03/2017	0	44%
Suba	27	80	20/03/2017	1	100%
Las Ferias	14	47	20/03/2017	0	100%
C.D.A.R.*	16	47	19/02/2017	0	35%
MinAmbiente	18	67	31/03/2017	0	100%

Estación	Promedio O_3 8h (µg/m³)	Máximo O_3 8h (µg/m³)	Fecha Máximo O_3	Excedencias 8h	Datos Válidos (%)
Puente Aranda	9	33	19/03/2017	0	81%
Kennedy*	11	22	26/03/2017	0	28%
Carvajal - Sevillana	17	63	19/03/2017	0	100%
Tunal	13	45	20/03/2017	0	95%
San Cristóbal	10	38	03/03/2017	0	98%

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

La Figura 11 presenta los promedios y máximos por estación de monitoreo de O_3 con captura de datos superior a 75%. Se observa que las mayores concentraciones como promedio mensual 8 horas se presentaron en el noroccidente de la ciudad en la estación de Suba (**27 µg/m³**), y en el centro la estación MinAmbiente (**14 µg/m³**). Las menores concentraciones se presentaron en el suroccidente en la estación Puente Aranda (**6 µg/m³**) y la estación Tunal (**10 µg/m³**). Se puede observar que existe una dinámica diferente para este contaminante frente al material particulado en términos de localización y horas de concentración máxima. La concentración máxima con base en promedios 8 horas fue de **58 µg/m³** en la estación Suba, seguida de **37 µg/m³** en la estación MinAmbiente, y de **35 µg/m³** en la estación Guaymaral.

Figura 11. Promedios de las concentraciones 8 horas y valores máximos O_3 - marzo 2017.

La Figura 12 muestra el comportamiento de la captura de datos durante el mes y las concentraciones comparadas con respecto a la norma nacional 8 horas. De acuerdo a las gráficas por estación, se observa que las concentraciones más altas de O_3 se presentaron en las estaciones Guaymaral, Suba y MinAmbiente, especialmente en la primera y segunda semanas del mes; las concentraciones más bajas se observan en las estaciones San Cristóbal y Kennedy, en la primera y última semanas del mes. En febrero de 2017, se presentaron 23 excedencias a la norma, 5 en Guaymaral, 9 en Suba, 4 en Centro de Alto Rendimiento y 5 en MinAmbiente. Ninguna estación superó el valor guía recomendado por la OMS de 100 µg/m³.

Figura 12. Comportamiento 8h de O_3 para marzo 2017 y comparación con norma nacional.

La Figura 13 muestra el comportamiento temporal de las concentraciones de O_3 del mes de marzo a través de los últimos 3 años. Según los valores de concentración registrados en 2017, se presenta una reducción en las concentraciones frente a los valores del año 2016, y en la estación de Las ferias hay una reducción con respecto al año 2016. En la estación MinAmbiente se mantuvo el mismo valor presentado en el año 2016.

Figura 13. Evolución de los promedios de O_3 para los meses de marzo entre 2015 y 2017.

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 O_3 por estación en marzo 2017

Tabla 6. Porcentaje del tiempo por categoría de IBOCA para O_3

IBOCA O3	
ESTACIÓN	FAVORABLE
Carvajal - Sevillana	100%
Las Ferias	100%
MinAmbiente	100%
Puente Aranda	100%
San Cristobal	100%
Suba	100%
Tunal	100%

4 COMPORTAMIENTOS DIARIOS DE LAS CONCENTRACIONES DE SO_2, NO_2, CO.

La Figura 15, Figura 17 y Figura 19 presentan los promedios y máximos por estación de monitoreo de dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2) 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 NO_2 y SO_2, y 8 horas de CO. Igualmente se presentan en la Tabla 7, Tabla 8 y Tabla 9 el resumen de datos válidos, las excedencias y la comparación con la norma, donde se observa que las concentraciones de SO_2, NO_2 y CO, presentaron magnitudes relativamente bajas, e históricamente se han mantenido por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 610 de 2010 en sus respectivos tiempos de exposición. Por tanto, sus efectos potenciales en la afectación a la salud pública son menores que aquellos correspondientes a material particulado y ozono.

Figura 15. Promedios de las concentraciones diarias y valores máximos de SO_2. marzo 2017.

Tabla 7. Resumen de los promedios 24 horas para SO_2. marzo 2017.

Estación	Prom. SO_2 - 24h ($\mu g/m^3$)	Máx. SO_2 - 24h ($\mu g/m^3$)	Fecha máximo SO_2	Exced. 24h	Datos Válidos (%)
Suba	4.5	9.2	04/03/2017	0	87%
C.D.A.R. *	2.9	4.2	08/03/2017	0	32%
Puente Aranda	3.5	6.3	25/03/2017	0	100%
Kennedy	8.8	16.5	25/03/2017	0	94%
Carvajal - Sevillana	16.4	24.9	25/03/2017	0	100%
San Cristóbal	2.7	3.9	17/03/2017	0	94%

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

Figura 16. Comportamiento diario de SO_2 para marzo 2017 y comparación con norma nacional

Figura 17. Promedios de las concentraciones diarias y valores máximos de NO_2. marzo 2017.

Tabla 8. Resumen de los promedios 24 horas para NO_2. marzo 2017.

Estación	Prom. NO_2 - 24h ($\mu g/m^3$)	Max NO_2 - 24h ($\mu g/m^3$)	Fecha máx.NO_2	Exced. 24h	Datos Válidos (%)
Las Ferias	73	99	01/03/2017	0	100%
C.D.A.R.*	33	50	01/03/2017	0	32%
Puente Aranda	38	52	01/03/2017	0	100%
Kennedy*	18	23	04/03/2017	0	6%
Tunal	33	62	01/03/2017	0	97%

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

Figura 18. Comportamiento diario de NO_2 para marzo 2017 y comparación con norma nacional

Figura 19. Promedios de las concentraciones 8 horas y valores máximos de CO. marzo 2017

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

Estación	Prom-. CO -8h (µg/m³)	Máx. CO -8h (µg/m³)	Fecha máximo CO	Exced. 8h	Datos Válidos (%)
Las Ferias*	1080	2175	27/03/2017	0	27%
C.D.A.R.*	1081	2748	31/03/2017	0	30%
Puente Aranda*	906	1946	01/03/2017	0	32%
Kennedy	842	1946	01/03/2017	0	95%
Carvajal - Sevillana	2099	3893	27/03/2017	0	100%
Tunal	983	2977	02/03/2017	0	93%

marzo 2017.

* 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 2017 y comparación con norma nacional

5 COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN

El mes de marzo es reconocido como el inicio del primer periodo lluvioso de la ciudad. Así pues, en la zona norte, la altura de precipitación alcanzó los 180 mm aproximadamente. Por el corredor adyacente a los cerros orientales, integrado por las estaciones de San Cristóbal, MinAmbiente, Usaquén y Guaymaral, las precipitaciones alcanzaron alturas de entre 88 y 150 mm aproximadamente. Para el suroccidente, se presentaron las mayores alturas de precipitación, es decir, entre 133 a 159 mm.

Las precipitaciones del mes de marzo de 2017, fueron considerablemente altas, si se comparan con las precipitaciones de los meses de marzo, desde 2010 a 2017. De acuerdo con los registros de la RMCAB, se concluye que marzo de 2017 ha sido el más húmedo de los últimos 8 años con un acumulado de 227 mm en la estación de Tunal. El antecedente más alto (175,3 mm) se reportó en la estación de Suba en 2015. En todas las estaciones donde se puede comparar, salvo en Las Ferias, se superaron los máximos valores de precipitación que preceden a marzo de 2017. (Figura 21).

Figura 21. Variación multianual de la precipitación en los meses de marzo 2010-2017

En la Figura 22 y la Tabla 10, se puede observar que la precipitación ocurrió de manera generalizada en toda la ciudad. Se destacan los 227 y 199.1 mm precipitados en el sector sur representado por las estaciones de Tunal y San Cristóbal respectivamente. En el corredor adyacente a los cerros no hay diferencias notables en la cantidad de agua precipitada, en este sector de la ciudad se precipitaron entre 180 a 199 mm.

Figura 22 Precipitación media mensual por estaciones y número de días con precipitación (marzo-2017).

Tabla 10 Precipitación media mensual por estaciones y número de días con lluvia (marzo-2017)

Estación	Precipitación acumulada (mm)	Días con lluvia
Tunal	227,3	18
Carvajal	159,5	18
Kennedy	133,4	18
Pte Aranda	154,1	22
San Cristóbal	199,1	22
MinAmbiente	183,5	20
C.D.A.R	N.R	N.R
Usaquén	N.R.	N.R.
Guaymaral	183,2	20
Las Ferias	152,8	23
Bolivia	213,2	21
Suba	159,4	22
Promedio	**172,3**	**21,0**

6 COMPORTAMIENTO DE LA VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO.

Las velocidades del viento en el mes de marzo no presentaron diferencias sustanciales frente a los registros históricos.

En la Figura 23 se muestra el comportamiento interanual del viento para los meses de marzo, desde 2010 – 2017. Se observa que históricamente los sectores de la ciudad donde se registraron las mayores velocidades en el mes de marzo se concentraron hacia el occidente, en las estaciones de Fontibón, Kennedy y Puente Aranda.
Las velocidades del viento en marzo de 2017, frente a promedios mensuales de años anteriores, fueron las más bajas de los últimos 8 años, salvo en Suba, San Cristóbal y MinAmbiente, donde fueron ligeramente superiores a las velocidades más bajas registradas en esas estaciones.

Figura 23. Comportamiento interanual de la velocidad del viento. Marzo 2017.

Como se aprecia en la Tabla 11, el promedio mensual fue de 1,4 m/s, con vientos variables entre 1,0 m/s a 2,2 m/s.

Las máximas velocidades del viento en la ciudad se registraron en Kennedy (6,9 m/s) y Puente Aranda (6,4 m/s). En cuanto a las velocidades mínimas, todas las estaciones de la RMCAB reportaron valores muy cercanos a cero.

Respecto del promedio diario del mes de marzo, este se situó en 1,4 m/s fluctuando entre 1,0 m/s a 2,9 m/s. Ver Figura 37.

El perfil horario del viento muestra que las velocidades medias más bajas se registraron entre las 3 y 7 AM con velocidades promedio de 0,8 m/s. Su valor máximo se alcanzó alrededor de las 3 PM con vientos de 2,5 m/s. Ver Figura 38.

Figura 24. Velocidad del viento máxima, media y mínima por estaciones – Marzo 2017

Tabla 11. Velocidades reportadas para marzo de 2017

Estación	Vel. Máxima (m/s)	Vel. Mínima (m/s)	Vel. Media (m/s)
Bolivia	5,2	0	1,8
Carvajal	4,9	0,1	1,8
Guaymaral	3,8	0	0,7
Kennedy	6,9	0,4	2,2
Las Ferias	5,2	0	1,5
MinAmbiente	5,9	0	1,2
Pte Aranda	6,4	0	1,6
San Cristóbal	5,4	0	1,3
Suba	4,5	0	1
Tunal	4,2	0	1,1
Promedio Ciudad	**5,2**	**0,1**	**1,4**

6.1 COMPORTAMIENTO ESPACIAL DE LA VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO

El mapa de la Figura 25, recrea el comportamiento espacial promedio de la distribución del viento durante el mes de marzo. En este se pude apreciar el predominio los vientos provenientes del norte. Esta persistencia de la componente norte y nororiente tienen sustento en la posición relativa de la Zona de Confluencia Intertropical, que aun para este periodo se encuentra hacia el sur del pais, dándole mayor persistencia a los Alisios del noreste.

Espacialmente se confirma la confluencia de vientos del noroeste, este y suroeste, lo cual influye en la disminución de la velocidad del viento. En promedio, los vientos del período enero - marzo han tenido un comportamiento semejante en cuanto a sus direcciones predominantes: en el sector norte de la ciudad vientos del norte y noreste, hacia el sector occidental vientos del noroeste y del oeste, en los cerros orientales, predominan los vientos del noreste, y en el sur, vientos del sur, noroeste y sur este. Las mayores velocidades en promedio, ocurrieron hacia la franja occidente de la ciudad (2,2 m/s) y las mínimas hacia el norte (0,7 m/s). Ver Figura 39

Figura 25 Velocidad (Superficie en colores) y Dirección (Vectores) del Viento de Bogotá – Marzo 2017

7 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA

En cuanto a la distribución espacial de la temperatura, en marzo las mayores temperaturas se registraron hacia el sector sur occidental y norte de la ciudad, con un máximo promedio en influencias de las estaciones Carvajal-Sevillana (15,4 °C) y Guaymaral (14,8°C), mientras que las temperaturas más bajas se registraron hacia el sector del Tunal y San Cristóbal (13,2 a 13,3 °C). El resto de la ciudad presentó temperaturas entre 14,4 y 14,5 °C. (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y Figura 26)

Figura 26. Mapa de Temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB Marzo 2017

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

En marzo, hubo un descenso en los niveles de radiación solar favoreciendo la disminución en la producción de ozono. De este modo, la mayor cantidad de energía solar se registró hacia el sur y suroccidente de la ciudad, con 598 y 613 W/m^2, respectivamente; los valores más bajos se reportaron al noroccidente (304 W/m^2) y hacia el centro de la ciudad (533 W/m^2).

En proporción la radiación solar entrante, las concentraciones de Ozono disminuyeron en distintos sectores de la ciudad, dada su relación directa con la cantidad de radiación recibida. Es así que las concentraciones de Ozono en marzo disminuyeron alrededor de 14 µg/m^3 en relación a febrero. Hacia el sur y suroccidente donde no hubo disminución considerable de la radiación solar, la disminución fue mucho menor, entre 18 y 53 µg/m^3. Ver Figura 27.

En la estación de Kennedy, contrario a comportamiento esperado, se incrementó sustancialmente la concentración de ozono, registrando concentraciones hasta 40 µg/m^3 en horas de la madrugada, hasta 55 µg/m^3 hacia el mediodía, y valores en torno a los 50 µg/m^3 hasta entrada la noche cuando se espera disminución de la concentración por a la ausencia de radiación solar. Un comportamiento semejante se presentó en las estaciones Tunal y San Cristóbal, donde se observaron aumentos en la concentración de ozono en horas de la madrugada, posiblemente por la inversión térmica en bajos niveles de la atmósfera, lo cual disminuye la capacidad de mezcla y difusión de los contaminantes.

a) b)

c) d)

Horas del día

Figura 27. Comportamiento horario de O_3 (µg/m^3) y su relación con la Radiación Solar entrante (W/m^2), marzo 2017. a) - zona norte, b) zona centro, c) zona suroccidente y d) zona sur

ANEXOS

A. Comportamiento horario de las concentraciones de PM_{10}

Figura 28. Comportamiento horario de las concentraciones de PM_{10} para marzo de 2017

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

Figura 29. Comportamiento horario de las concentraciones de$PM_{2.5}$ para marzo de 2017.

C. Comportamiento horario de las concentraciones de O_3

Figura 30. Comportamiento horario de las concentraciones de O_3 para marzo 2017.

D. Comportamiento horario de las concentraciones de SO_2

Figura 31. Comportamiento horario de las concentraciones de SO_2 para marzo 2017.

E. Comportamiento horario de las concentraciones de NO_2

Figura 32. Comportamiento horario de las concentraciones de NO_2para marzo 2017.

F. Comportamiento horario de las concentraciones de CO

Figura 33. Comportamiento horario de las concentraciones de CO para marzo 2017.

G. Relación $PM_{10}/PM_{2.5}$

El cálculo de la relación de concentraciones de $PM_{2.5}$ y PM_{10} 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 PM_{10} fueron observadas las estaciones de Guaymaral y Kennedy, mientras que las menores fueron observadas en la estación Carvajal - Sevillana. La relación global para la ciudad fue de 0,54, lo que indica que las fracciones gruesa y fina tienen igual importancia a nivel ciudad para el mes de marzo de 2017. (Tabla 12)

Tabla 12. Relación $PM_{10}/PM_{2.5}$ por estación

Marzo 2017			
Estación	**Promedio $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)**	**Promedio PM_{10} ($\mu g/m^3$)**	**Relación $PM_{2.5}/PM_{10}$**
Guaymaral	18	30	0.60
Usaquén	N.R.	N.R.	N.A.
Suba	21	N.R.	N.A.
Las Ferias	21	40	0.53
C.D.A.R.	N.R.	N.R.	N.A.
MinAmbiente	24	N.R.	N.A.
Puente Aranda	N.R.	51	N.A.
Kennedy	30	52	0.58
Carvajal - Sevillana	30	68	0.44
Tunal	28	52	0.54
San Cristóbal	16	30	0.53

H. Promedios ciudad para PM_{10}, $PM_{2.5}$ y O_3

En la Figura 34, Figura 35, y Figura 36 se muestran los promedios anuales a marzo de 2017 para PM_{10}, $PM_{2.5}$, y O_3, cuyos valores son de **44 $\mu g/m^3$, 22 $\mu g/m^3$** y **19 $\mu g/m^3$** respectivamente. Los valores reportados para PM_{10}, y $PM_{2.5}$ se calculan con base en los datos diarios de concentración y el valor de O_3 reportado es calculado con base en la media móvil 8 horas hasta el mes de corte; es decir, los promedios de la ciudad reportados en marzo de 2017 corresponde al promedio de datos de concentración diaria (PM_{10}, y $PM_{2.5}$) y 8 horas (O_3) de 90 días (tres meses) de las estaciones que tuvieron una captura de datos superior al 75%.

Figura 34. Promedio de PM_{10} corte a marzo 2017

Figura 35. Promedio de $PM_{2.5}$ corte a marzo 2017

Figura 36. Promedio de O_3 corte a marzo 2017

I. Velocidades del viento promedio Ciudad

La Figura 37 describe la variabilidad de la velocidad del viento diurno durante el mes de marzo. Se observa una ligera tendencia decreciente durante el mes, de alrededor de 1,6 m/s hasta 1,3 m/s.

En la Figura 38 se representa el perfil horario del viento en el mes de marzo. Allí se puede observar que en las madrugadas los promedios de las velocidades alcanzaron valores menores a 0,8 m/s, desde las 3 AM hasta las 7 AM; y la velocidad promedio horaria máxima fue (2,5 m/s), que ocurre normalmente hacia las 3 PM.

Figura 37. Velocidad promedio diaria del viento – Marzo 2017

Figura 38 Perfil horario de la velocidad media del viento- Marzo 2017

J. Rosas de viento consolidadas para Marzo 2017

a) Bolivia

b) Suba

c) Guaymaral

d) Las Ferias

e) C.D.A.R.

f) Usaquen

g) Puente Aranda h) MinAmbiente i) Carvajal-Sevillana

j) Tunal k) San Cristóbal

Figura 39. Rosas de viento - Marzo 2017 a) Bolivia b) Suba, c) Guaymaral, d) Las Ferias, e) C.D.A.R., f) Usaquén, g) Puente Aranda, h) MinAmbiente, i) Carvajal-Sevillana, j) Tunal, k) San Cristóbal.

K. Valores de velocidad promedio y de dirección del viento predominante en grupos horarios y diario en las estaciones de la RMCAB.

La dirección y velocidad promedio del viento en diferentes momentos del día está representada en la Tabla 13. En las madrugadas las velocidades del viento fueron más débiles (0,3 – 1, 3 m/s), inferiores a las reportadas en febrero (0,6- 1,6 m/s), cuyo valor máximo fue de 1.3 m/s en las estaciones de Bolivia y Kennedy. Las direcciones promedio en las madrugadas muestran vientos provenientes del norte en el sector norte de la ciudad, salvo en Usaquén donde persistieron vientos del este; hacia el occidente de la ciudad predominaron los vientos del noroeste; y en el centro y zona oriental predominaron vientos del este y sureste.

En las mañanas, se presentaron velocidades entre 0,8 a 2,1 m/s, ligeramente mayores que en febrero (0,7 a 1,7 m/s) y direcciones dominantes del noroccidente al occidente de la ciudad. En Usaquén y MinAmbiente predominaron los vientos del este y en San Cristóbal vientos del noreste con tendencia hacia el norte.

En las tardes, las velocidades alcanzaron su máximo valor (1,4 m/s a 3,6 m/s), ligeramente inferiores a las reportadas en febrero (2,1 a 4,0 m/s). Las velocidades máximas se registraron en Kennedy y Puente Aranda, (3,6 y 2,8 m/s respectivamente). En esta parte del día, predominaron los vientos del oeste; en el sector de Usaquén y Guaymaral hubo predominancia de vientos del sur; y en San Cristóbal se reportaron vientos provenientes del norte.

Entrada la noche, las velocidades disminuyeron a valores entre 0,4 a 1,9 m/s, ligeramente superiores que en febrero (0,4 a 1,6 m/s). Persistieron las componentes oeste hacia el occidente y sur de la ciudad. En el norte, predominaron los vientos del norte, hacia la zona oriental, vientos del sureste, a excepción de San Cristóbal, donde predominaron los vientos del oeste.

Tabla 13 Valores de velocidad promedio y de dirección del viento predominante en grupos horarios y diario en las estaciones de la RMCAB.

Estación	Velocidad del viento				Dirección del viento (°)			
	Madrugada	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada	Mañana	Tarde	Noche
Bolivia	1,3	1,9	2,7	1,3	324	346	221	281
Guaymaral	0,3	0,8	1,4	0,4	5	20	181	34
Usaquén	0,8	1,2	2,3	1,5	91	85	167	115
Suba	0,6	1,3	1,6	0,7	3	10	256	336
Las Ferias	1,1	1,5	2,2	1,3	14	31	240	315
C.D.A.R.	0,5	1,2	1,8	0,9	112	164	22	102
MinAmbiente	0,7	1,1	1,9	1,1	134	93	105	131
Puente Aranda	0,9	1,4	2,8	1,3	318	280	260	278
Kennedy	1,2	2,1	3,6	1,9	N.R	N.R	N.R	N.R
Carvajal - Sevillana	1,2	1,8	2,7	1,5	26	206	269	270
Tunal	0,6	1,0	1,8	0,9	243	221	258	251
San Cristóbal	1,0	1,2	1,9	1,2	79	37	32	255
Promedio	**0,8**	**1,3**	**2,2**	**1,2**				

L. Temperatura media, diaria y horario – Ciudad

El comportamiento de la temperatura media diaria del mes de marzo (14,5 °C), se asemeja al promedio de la temperatura media ciudad, con una variabilidad de 1°C aproximadamente. (Figura 40).

En marzo, el perfil horario de la temperatura indica que en promedio las más bajas temperaturas ocurrieron a las 6 AM, con valores de 11,3 °C. Las mayores temperaturas promedio diarias alcanzaron los 18,6 °C, alrededor de la 1 PM. Figura 41.

Figura 40. Comportamiento diario de la temperatura – Marzo 2017

Figura 41. Perfil horario de la temperatura – Marzo de 2017

FIN DEL INFORME