



Informe Mensual de Calidad del Aire de Bogotá



Enero 2023

Estación Kennedy

Red de Monitoreo de Calidad del Aire de
Bogotá - RMCAB



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.	 SECRETARÍA DE AMBIENTE	 BOGOTÁ	METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
			Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
			Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

Informe mensual de Calidad del Aire de Bogotá

Enero de 2023

**Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá
(RMCAB)**

Bogotá D.C

	METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE

Claudia Nayibe López Hernández
Alcaldesa Mayor de Bogotá D.C.

Carolina Urrutia Vásquez
Secretaria Distrital de Ambiente

Julio Cesar Pulido Puerto
Subsecretario General y de Control
Disciplinario

Rodrigo Alberto Manrique Forero
Director de Control Ambiental

Hugo Enrique Sáenz Pulido
Subdirector de Calidad del Aire, Auditiva y
Visual

Luis Álvaro Hernández González
Coordinador Técnico de la RMCAB

José Hernán Garavito Calderón
Profesional Especializado RMCAB

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

Darío Alejandro Gómez Flechas
Henry Ospino Dávila
Luz Dary González González
Jesús Alberto Herrera Dallos
Luis Hernando Monsalve Guiza
Richard Alejandro Sánchez Serrano
Grupo de Operación de la RMCAB

Ana Milena Hernández Quinchara
Coordinadora Técnica del SATAB

María Camila Buitrago Jiménez
Lady Mateus Fontecha
Luisa Fernanda Osorio Marín
Grupo del SATAB

Secretaría Distrital de Ambiente
Avenida Caracas No. 54 - 38

© Enero 2023, Bogotá - Colombia
Informe Mensual de la Red de Monitoreo de
Calidad de Aire de Bogotá D.C.

Febrero 2023
Impreso en Colombia

	METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

1. RESUMEN EJECUTIVO

De acuerdo con lo establecido en la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) con respecto a los niveles máximos permisibles, en el mes de enero de 2023 se tuvieron ocho (8) excedencias diarias de las concentraciones de material particulado menor a 10 micras PM_{10} y siete (7) excedencias de las concentraciones de material particulado menor a 2.5 micras $PM_{2.5}$. En cuanto a las concentraciones 8h de ozono O_3 se registraron noventa y una (91) excedencias. Respecto al dióxido de azufre SO_2 , monóxido de carbono CO y el dióxido de nitrógeno NO_2 no se registraron excedencias a la normatividad.

En el mes de enero se evidenció una disminución significativa de las concentraciones, máximos y excedencias de material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$ respecto al mes anterior. En cuanto a las concentraciones y excedencias de los gases CO , O_3 , SO_2 y NO_2 , aumentaron en gran medida las excedencias en O_3 y disminuyeron en SO_2 . Respecto a las concentraciones de los gases en general, fueron variables respecto al mes anterior (unas subieron y otras bajaron).

De otra parte, aunque se presentan datos de concentración que no cumplieron con el porcentaje de representatividad temporal del 75%, establecido por el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire expedido por el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, estos datos se presentaron como indicativos, pero no se incluyeron dentro de los cálculos y análisis de concentración. La representatividad temporal de Carvajal – Sevillana y Móvil 7ma se vio afectada por valores de temperatura interna y de desviación estándar, debido a que se presentaron fallos con los aires acondicionados en las estaciones. Para cada hora de excedencia al rango de referencia de temperatura interna y/o desviación estándar, se invalidaron los datos de contaminantes en la estación.

En cuanto a las interferencias al monitoreo durante el mes, el 4 de enero de evidenció un incendio en la Kilometro 1 Vía Bogotá - Siberia, Costado Norte/ Cota en una fábrica de colchones, las emisiones de este causaron incrementos en las concentraciones de material particulado y gases de la estación Bolivia. Adicionalmente, el 20 de enero se observaron actividades de corte para obra civil junto a la estación Kennedy, es posible que estas actividades pudieran incidir en los registros de concentración por resuspensión de material particulado.

En el mes de enero, se realizó el procesamiento del 1 al 31 de diciembre del 2022 de la información de variables meteorológicas y contaminantes criterio en el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRE. También, el grupo operativo de campo de la RMCAB realizó la instalación de las nuevas UPS en la red, envió flujómetros y sensores de humedad y temperatura interna a calibración externa y reinstaló luego de mantenimiento el sensor de temperatura a 20 metros en la estación Guaymaral.

Además, se realizaron gestiones para la actualización del PA10-PR02 “Procedimiento de Operación de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire de Bogotá” y se dio inicio al contrato de adquisición de sensores meteorológicos de referencia.

Nota: Este informe “Informe mensual de calidad del aire enero 2023”, se encuentra vinculado como anexo al resumen ejecutivo del proceso No. 5794809 del Sistema de Información Ambiental FOREST de la Secretaría Distrital de Ambiente.

2. INTRODUCCIÓN

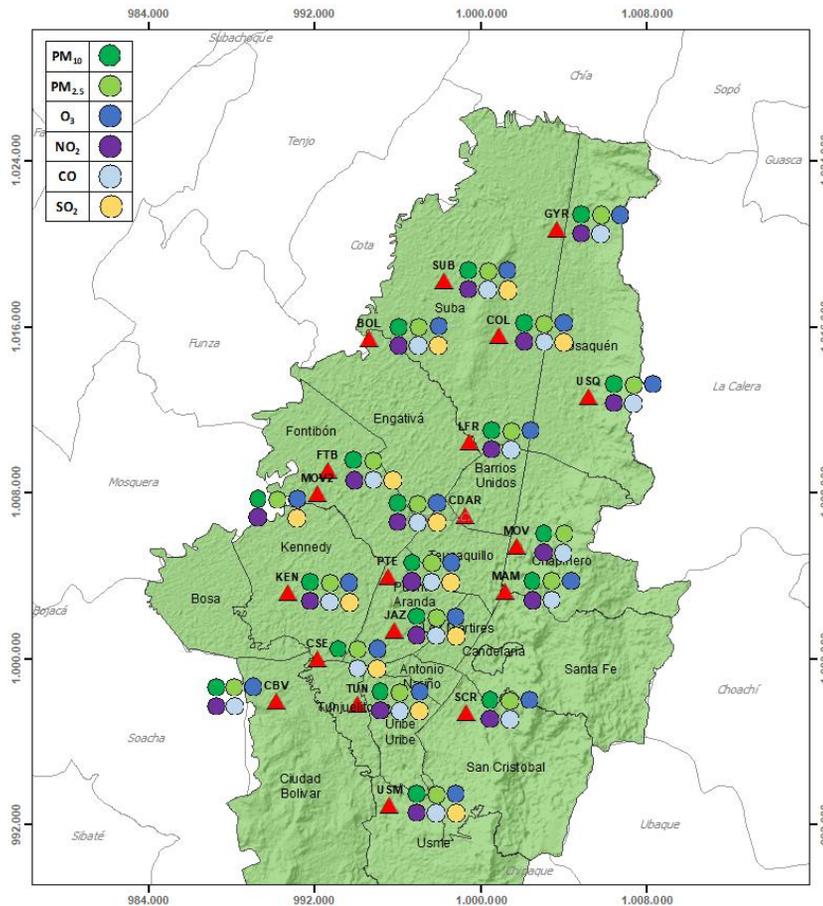


Figura 1. Estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB distribuidas a lo largo y ancho de Bogotá D.C.

La Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá - RMCAB es propiedad de la Secretaría Distrital de Ambiente - SDA desde el año 1997, la cual realiza el monitoreo de los contaminantes criterio PM_{10} , $PM_{2.5}$, O_3 , SO_2 , NO_2 y CO , y las variables meteorológicas precipitación, temperatura, presión atmosférica, radiación solar, velocidad y dirección del viento. La RMCAB está conformada en la actualidad por 19 estaciones que cuentan con sensores y analizadores automáticos, que reportan datos actualizados cada hora sobre la calidad del aire en la ciudad. Cada estación se encuentra ubicada en un lugar específico de la ciudad, atendiendo a los requerimientos definidos en la normatividad vigente (distancia a fuentes de emisión, posibles interferencias, restricciones de funcionamiento), y por lo tanto cada una registra las condiciones de una zona de influencia en la atmósfera.

Los contaminantes criterio (PM_{10} , $PM_{2.5}$, O_3 , SO_2 , NO_2 y CO) son los compuestos presentes en la atmósfera cuyos efectos en el ambiente y en la salud se han establecido a través de estudios y pruebas, por lo cual tienen unos niveles máximos establecidos para evitar dichos efectos, entre los cuales se relacionan las enfermedades respiratorias, cardiovasculares, y efectos en la visibilidad y la química atmosférica. Dichos niveles son establecidos por la Organización Mundial de la Salud, y se encuentran regulados en Colombia por la Resolución 2254 de 2017 del MADS.

	METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

En las estaciones de la RMCAB se realiza el monitoreo de la temperatura y la humedad al interior de las cabinas, con el fin de garantizar las condiciones ambientales necesarias para el correcto funcionamiento de los sensores y analizadores en cada estación. Para el mes de enero de 2023 la temperatura interna osciló entre los 20 y 30°C en la mayoría de las estaciones, sin embargo, en las estaciones Carvajal – Sevillana y Móvil 7ma todos los registros estuvieron por fuera de ese rango debido que los aires acondicionados de dichas estaciones presentaron fallas, y en la estación Usme se alcanzaron temperaturas de hasta 17,6°C por condiciones locales del área. Para cada hora de excedencia al rango especificado, se invalidaron los datos de contaminantes en la estación correspondiente. Por otro lado, la humedad interna se mantuvo entre 12,99% y 63,84% en todas las estaciones.

En la Tabla 1, se presentan las estaciones que actualmente hacen parte de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB y las siglas que se utilizan para su identificación, de esta manera se encontrarán citadas las estaciones a lo largo de este documento.

Tabla 1. Nombres y siglas de las estaciones de la RMCAB

Estación	Guaymaral	Usaquén	Suba	Bolivia	Las Ferias	Centro de Alto Rendimiento	MinAmbiente	Móvil 7ma	Fontibón	Colina
Sigla	GYR	USQ	SUB	BOL	LFR	CDAR	MAM	MOV	FTB	COL
Estación	Puente Aranda	Jazmín	Kennedy	Carvajal - Sevillana	Tunal	Ciudad Bolívar	San Cristóbal	Usme	Móvil Fontibón	
Sigla	PTE	JAZ	KEN	CSE	TUN	CBV	SCR	USM	MOV2	

3. GESTIONES ADMINISTRATIVAS DE LA RMCAB

En el mes de enero, se realizó el procesamiento de la información correspondiente al periodo del 1 al 31 de diciembre del 2022 de variables meteorológicas y contaminantes criterio en el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRE.

De otra parte, el grupo operativo de campo de la RMCAB realizó gestiones de envío para calibración externa, de algunos sensores de temperatura y humedad interna de las diferentes estaciones, así como de un par de flujómetros (medidores de flujo). También se instalaron nuevamente unos sensores de temperatura y humedad interna que regresaron de su periodo de calibración externa. Además, se reinstaló el sensor de temperatura a 20 metros en la estación Guaymaral luego de su mantenimiento y se inició la instalación las nuevas UPS (Uninterruptable Power Supply) en cinco estaciones de la red, con estas se busca proteger los equipos y sensores que se encuentran conectados cuando hay una elevación o disminución de tensión, o sostener su funcionamiento cuando suceden pequeños cortes de energía.

Adicionalmente, se realizaron gestiones para la actualización del PA10-PR02 “Procedimiento de Operación de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire de Bogotá” y se dio inicio al contrato de adquisición de sensores meteorológicos de referencia.

  	METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

4. CALIDAD DEL AIRE (DISTRIBUCIÓN ESPACIAL, TEMPORAL Y TENDENCIAS)

En los siguientes apartados se muestran los resultados y cálculos obtenidos con base en las mediciones de concentraciones de contaminantes criterio durante el mes de enero de 2023.

4.1. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM₁₀

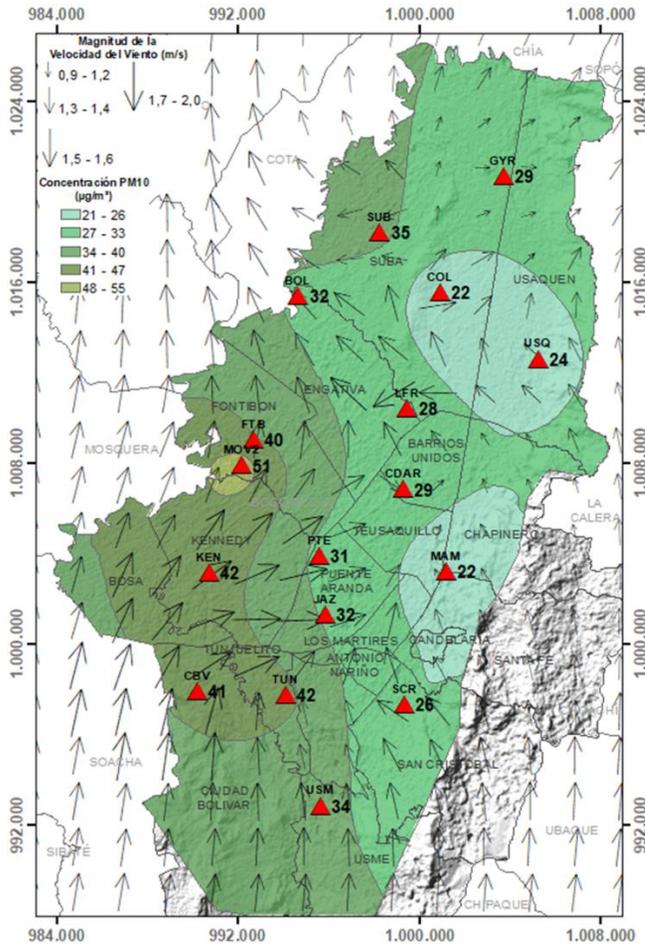


Figura 2. Distribución espacial concentraciones mensuales PM₁₀ – enero 2023

Las concentraciones promedio mensuales más altas se presentaron en el occidente en Móvil Fontibón (51,2 µg/m³) y en el suroccidente en Kennedy (42 µg/m³), mientras que las menores concentraciones se registraron en el norte en Colina (21,9 µg/m³) y en el centro en MinAmbiente (21,9 µg/m³). Las concentraciones máximas diarias más altas para el mes corresponden a 92 µg/m³ en Móvil Fontibon y 83,5 µg/m³ en Ciudad Bolívar; estas concentraciones sobrepasan el nivel máximo definido por la norma nacional diaria (75 µg/m³). En el mes se registraron en total ocho (8) excedencias de las concentraciones promedio 24 horas, las cuales NO CUMPLIERON con el nivel máximo permisible de la norma de PM₁₀, cuatro (4) en Móvil Fontibón, dos (2) en Kennedy, una (1) en Ciudad Bolívar y una (1) en Fontibón. Las concentraciones restantes, CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma. Las estaciones Carvajal – Sevillana (0%) y Móvil 7ma (0%) se vieron afectadas por valores de temperatura interna y de desviación estándar, debido a que se presentaron fallos con los aires acondicionados y tuvieron que invalidarse todos los datos.

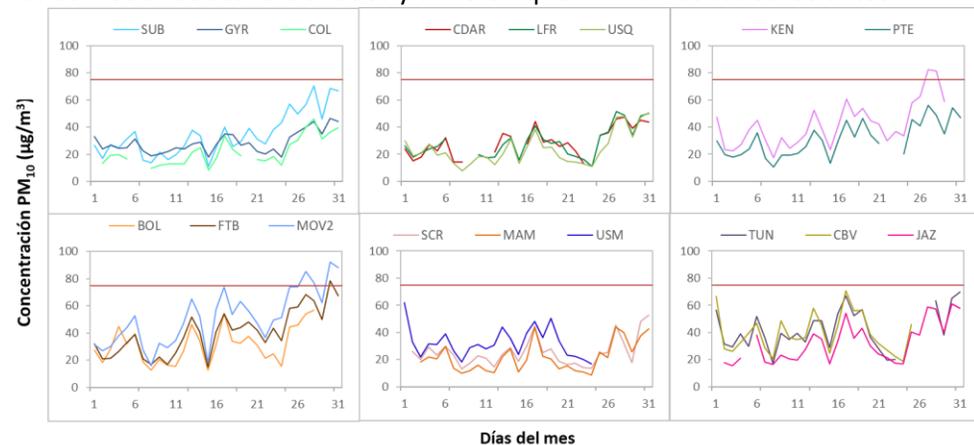


Figura 3. Concentraciones diarias PM₁₀ por estación de monitoreo – enero 2023

4.2. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM_{2.5}

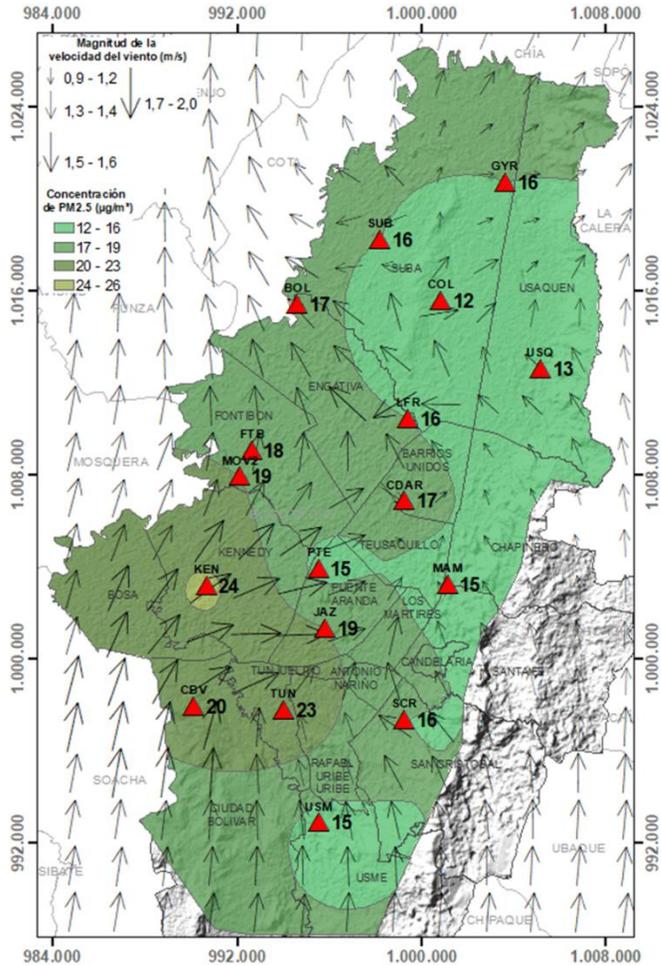


Figura 4. Distribución espacial concentraciones mensuales PM_{2.5} – enero 2023

Las concentraciones promedio mensuales más altas se presentaron en el suroccidente en Kennedy (24,5 µg/m³) y en el sur en Tunal (23,4 µg/m³), mientras que las menores concentraciones se registraron al norte en Colina (12,2 µg/m³) y Usaquén (13,4 µg/m³). Las concentraciones máximas diarias más altas del mes corresponden a 43,7 µg/m³ en Ciudad Bolívar y 39,5 µg/m³ en Kennedy; estas concentraciones sobrepasan el nivel máximo definido por la norma nacional diaria (37 µg/m³). En el mes se registraron en total siete (7) excedencias de las concentraciones promedio 24 horas, las cuales NO CUMPLIERON con el nivel máximo permisible de la norma de PM_{2.5}, tres (3) en Kennedy, una (1) en Ciudad Bolívar, Móvil Fontibón, Tunal y Usme. Las concentraciones restantes, CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma.

Las estaciones Carvajal – Sevillana (0%) y Móvil 7ma (0%) se vieron afectadas por valores de temperatura interna y de desviación estándar, debido a que se presentaron fallos con los aires acondicionados y tuvieron que invalidarse todos los datos.

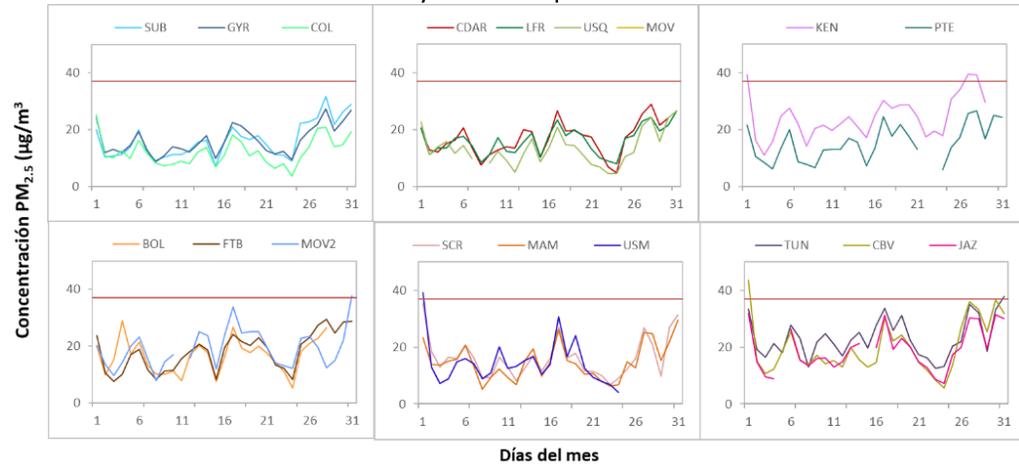


Figura 5. Concentraciones diarias PM_{2.5} por estación de monitoreo – enero 2023

	METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

4.3. CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS Y EL MATERIAL PARTICULADO

La Figura 6 representa la variación diaria en la ciudad de las concentraciones de PM₁₀, PM_{2.5}, precipitación y velocidad del viento durante el mes de enero de 2023. Se evidencia que cuando se registraron incrementos de la velocidad del viento, las concentraciones de material particulado disminuyeron, presentando un comportamiento inverso y favorable para la calidad del aire en la ciudad, observando la mayor influencia los días 8, 20 y 24 de enero. Asimismo, las concentraciones de material particulado se incrementaron los días 14, 18 y 31 de enero que coinciden con disminuciones en la velocidad del viento. Por otro lado, los días 10, 15 y 19 presentaron precipitaciones más altas que el resto del mes, el 10 y el 15 se evidencian disminuciones considerables en el material particulado, aunque la velocidad del viento desciende o se mantiene estable, y el 19 aunque se presentaron cantidades significativas de precipitación, las concentraciones de material particulado aumentaron ya que como se evidencia en la gráfica, la velocidad del viento fue baja.

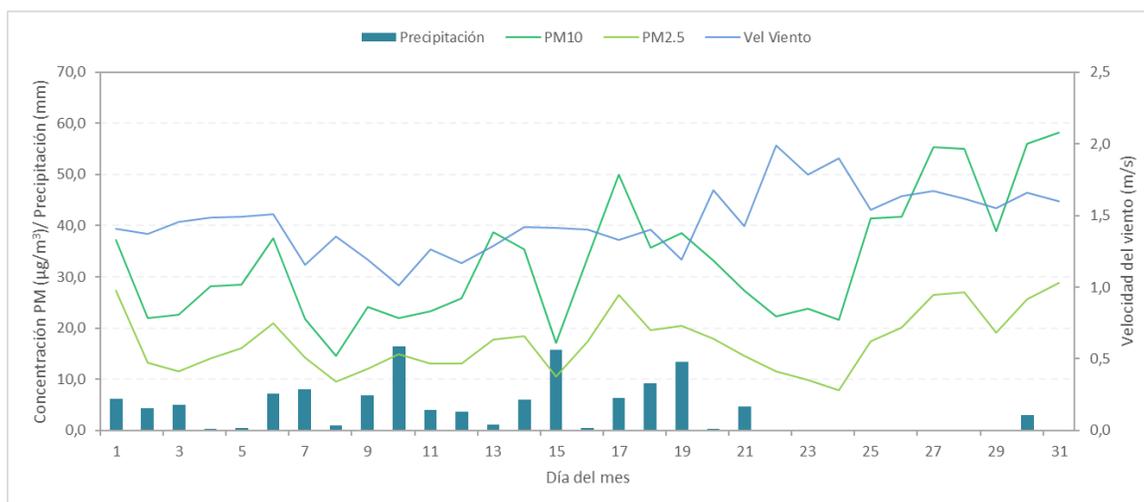


Figura 6. Promedio de concentración PM₁₀ y PM_{2.5}, precipitación y velocidad del viento a nivel ciudad – enero 2023

Cabe resaltar que dichas variaciones dependen del comportamiento de las variables meteorológicas según la época del año, ya que en la época seca (primer y tercer trimestre) hay mayor tendencia a que se presenten inversiones térmicas en las mañanas, también depende de la variación diaria de las concentraciones (reducción en fines de semana) y de la influencia de fenómenos regionales como corrientes de viento o arrastre de material particulado por incendios forestales u otros eventos de contaminación atmosférica.

Por otro lado, en la Figura 7 se observa la comparación del comportamiento horario durante el mes de enero de 2023 de la altura de la capa de mezcla, las concentraciones de PM_{2.5} y la velocidad del viento en la estación Tunal y en la Figura 8 para la estación Guaymaral.

	METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

Se puede evidenciar que los registros más bajos de altura de capa de mezcla coinciden con incrementos de la concentración de material particulado, debido a que hay un volumen menor de aire para la dispersión del contaminante, lo cual ocurre principalmente en las madrugadas cuando la temperatura del aire es más baja, la velocidad del viento también es más baja y la atmósfera más estable. Como ejemplo de lo anterior, este comportamiento se observa en la Figura 7 correspondiente a la estación Tunal el 14 y el 31 de enero y la Figura 8 correspondiente a la estación Guymaral el 1 y el 31 de enero.

TUNAL

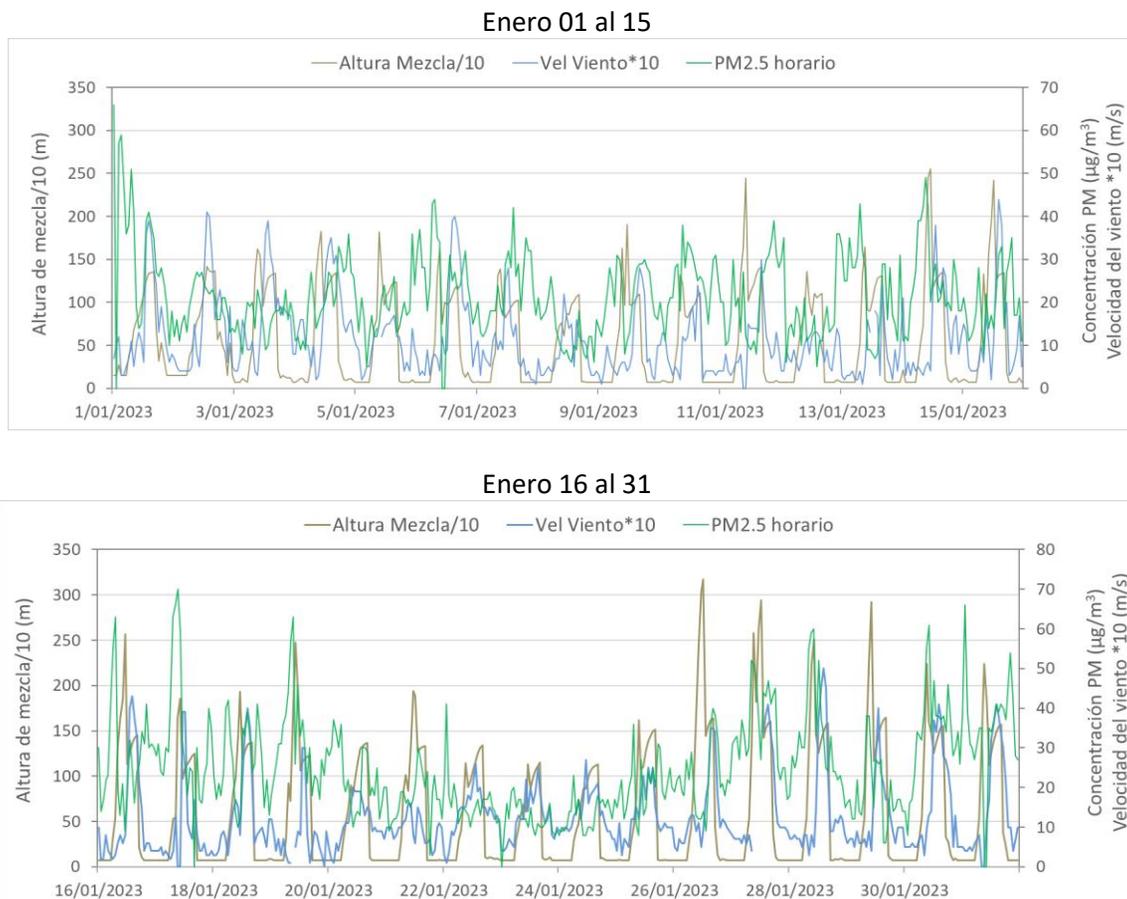


Figura 7. Comparación altura de mezcla, concentraciones PM_{2.5} y velocidad del viento estación Tunal - enero 2023

GUAYMARAL

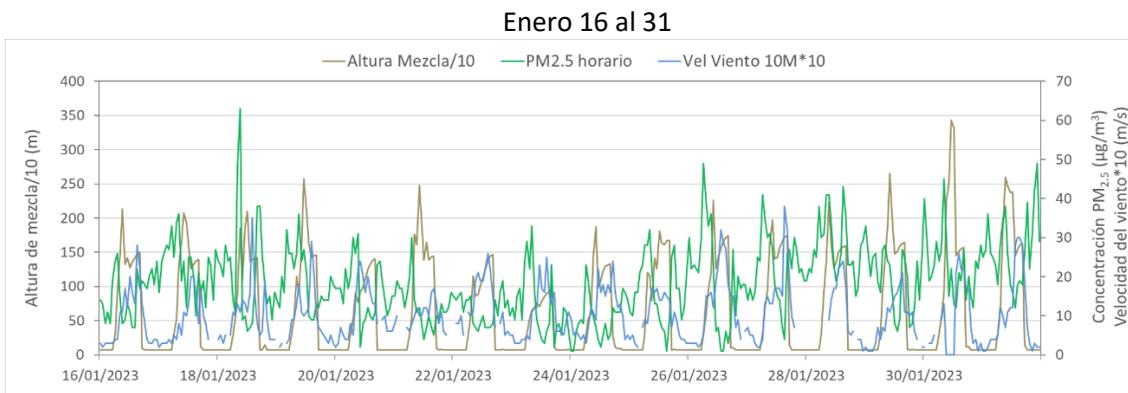
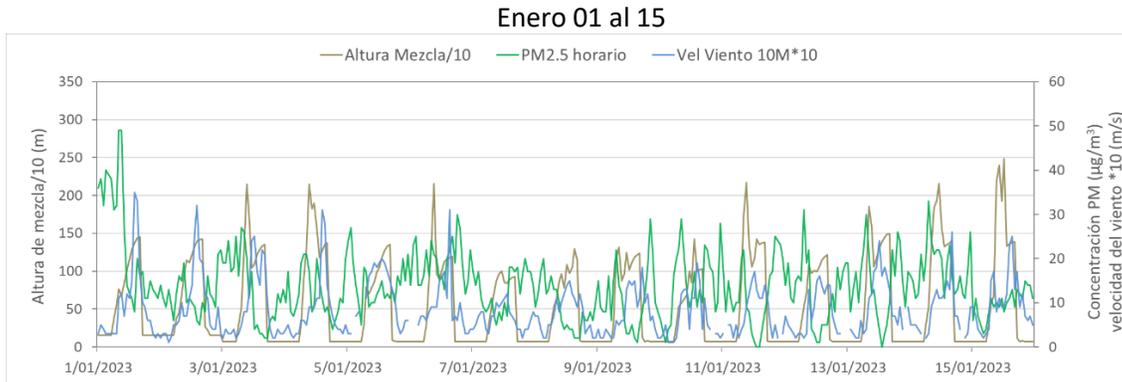


Figura 8. Comparación altura de mezcla, concentraciones $PM_{2.5}$ y velocidad del viento estación Guaymaral - enero 2023

5. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE O₃, SO₂, NO₂ Y CO

En la Figura 9 se observan las concentraciones promedio mensuales registradas en las estaciones de la RMCAB para el mes de enero de 2023; los valores promedio más altos de NO₂ fueron registrados en Puente Aranda, de SO₂ fueron registrados en Kennedy, de CO fueron registrados en Tunal (estos gases están asociados a la combustión), mientras que el promedio más alto de O₃ se evidenció en Usaquén, siendo las zonas suroccidente, sur y norte de la ciudad las que tuvieron los niveles más elevados de gases criterio en el mes.

Por otro lado, se registraron noventa y una (91) excedencias de las concentraciones promedio 8h de O₃ (100 µg/m³), treinta y cinco (35) en la estación Fontibón, veintiocho (28) en CDAR, nueve (9) en Usaquén, ocho (8) en Kennedy, cuatro (4) en Jazmín, tres (3) en Tunal y dos (2) en Guaymaral, las cuales NO CUMPLIERON con los niveles máximos permisibles establecidos. Las demás concentraciones CUMPLIERON con los niveles máximos permisibles establecidos en la Resolución 2254 de 2017, toda vez que no se registraron excedencias en: SO₂: 100 µg/m³ para datos 1h y 50 µg/m³ para datos 24h, CO: 35000 µg/m³ para datos 1h y 5000 µg/m³ para datos 8h y NO₂: 200 µg/m³ para datos 1h.

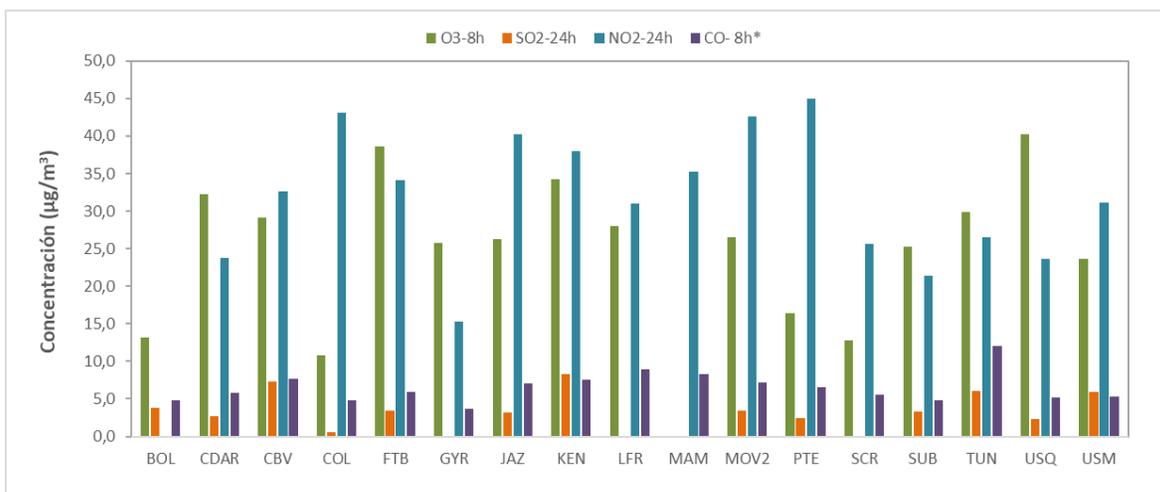


Figura 9. Concentraciones mensuales de gases (O₃, SO₂, NO₂ y CO) por estación de monitoreo - enero 2023

*Las concentraciones promedio mensuales de Monóxido de Carbono (CO), están divididas por 100 con el fin de ajustar la escala a las concentraciones de los demás contaminantes.

5.1. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE OZONO – O₃

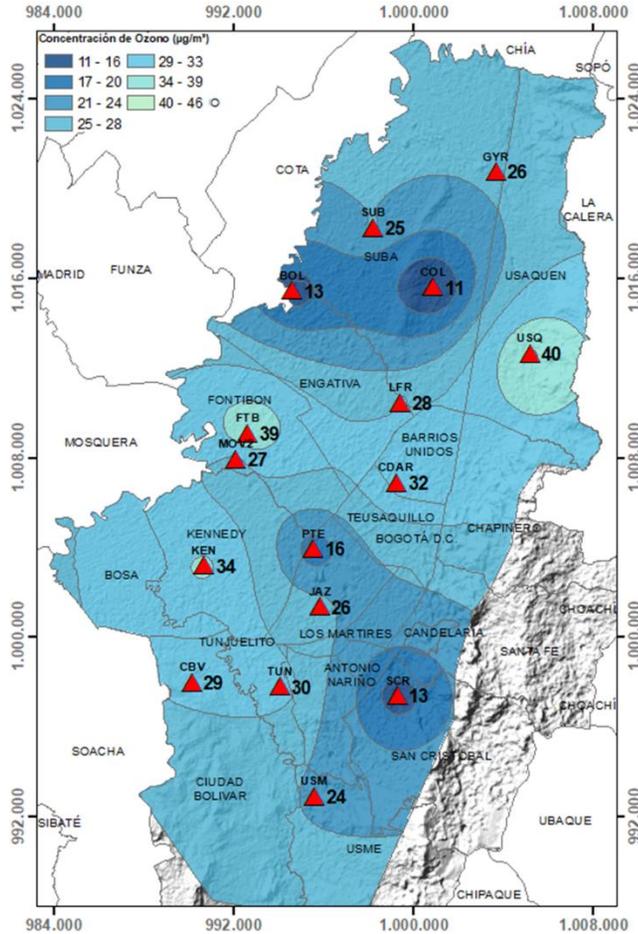


Figura 10. Distribución espacial concentraciones mensuales O₃ – enero 2023

En el mapa de la Figura 10, se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de O₃ con base en datos media móvil 8 horas para el mes de enero de 2023. Se observa que las concentraciones más altas predominan en el norte y occidente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Usaquén y Fontibón. Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en el norte y noroccidente, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Colina y Bolivia.

La estación MinAmbiente (0%) no alcanzó el 75% de representatividad temporal ya que se presentaron fallos al interior de la cabina por lo cual el contaminante registró datos atípicos que tuvieron que invalidarse. La estación Carvajal – Sevillana (0%) se vio afectada por valores de temperatura interna y de desviación estándar, debido a que se presentaron fallos con el aire acondicionado y tuvieron que invalidarse todos los datos.

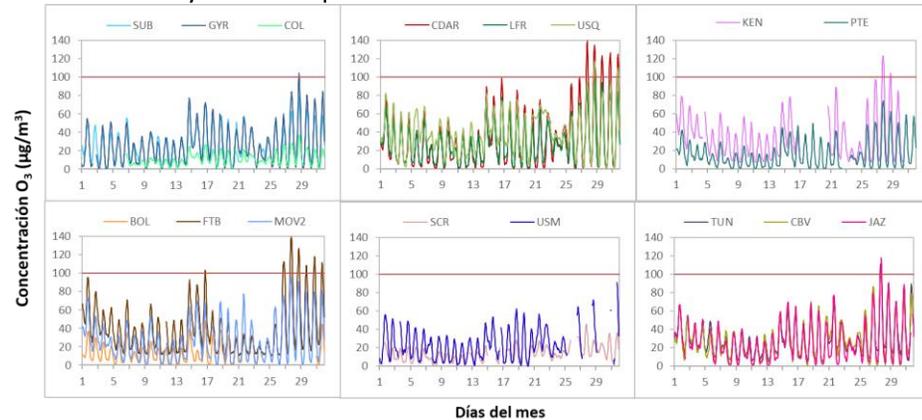
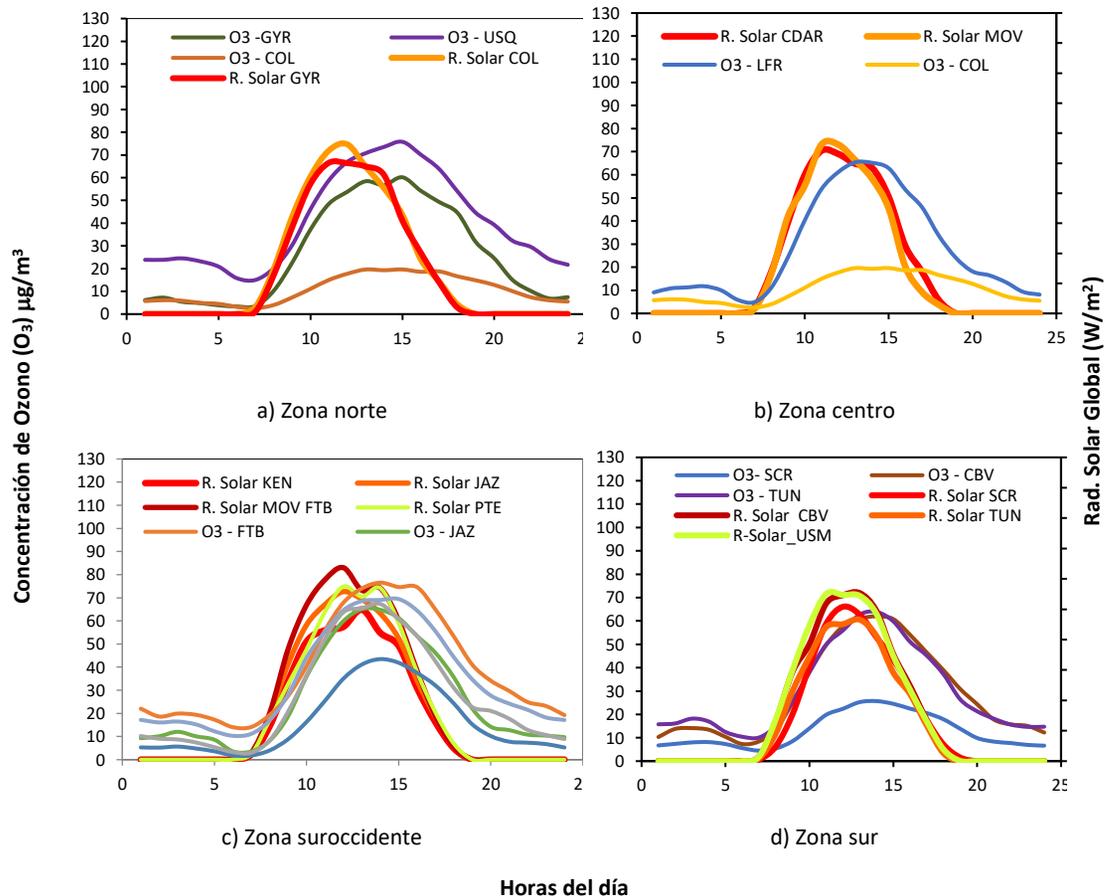


Figura 11. Concentraciones media móvil 8 horas de O₃ por estación de monitoreo - enero 2023

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



Con una mayor cobertura de nubes durante enero, se redujo la cantidad de radiación solar entrante y con ello las concentraciones de O₃ a nivel superficial, en gran parte de la ciudad. En la zona centro el acumulado promedio horario mensual (en la hora de mayor incidencia) pasó de 589 W/m² a 563 W/m², reduciendo las concentraciones de O₃ de 66,7 µg/m³ a 62,9 µg/m³.

Asimismo, en la zona norte se redujo de 607 W/m² a 510 W/m² y las concentraciones de O₃ en Guaymaral pasaron de 60,9 µg/m³ a 54,2 µg/m³ en las horas de mayor concentración.

En la zona sur, aunque las cantidades de radiación solar no muestran una reducción, las concentraciones si registraron reducciones en la hora de mayor concentración. Es probable que las concentraciones no solo siguieron el proceso fotoquímico, sino que el arrastre de vientos contribuyó, especialmente en las estaciones Fontibón y Kennedy. En la estación Fontibón pasó de 103 a 69 µg/m³ y en la estación Kennedy de 79,8 a 69,4 µg/m³.

Figura 12. Comportamiento horario de las concentraciones de O₃ (µg/m³) y su relación con la Radiación Solar entrante (W/m²) enero 2023. a) zona norte, b) zona centro, c) zona suroccidente y d) zona sur

5.2. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE DIÓXIDO DE AZUFRE – SO₂

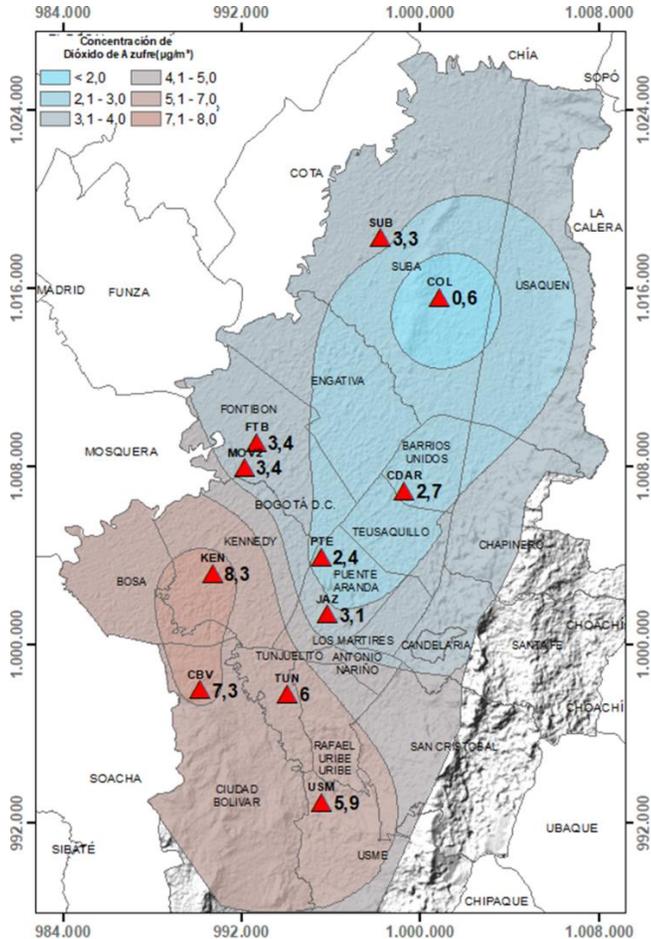


Figura 13. Distribución espacial concentraciones mensuales SO₂ – enero 2023

En el mapa de la Figura 13 se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de SO₂ para el mes de enero de 2023 con base en los datos 24 horas. Se observa que las concentraciones más altas predominan en el suroccidente y sur de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Kennedy y Ciudad Bolívar. Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en el norte y en el suroccidente, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Colina y Puente Aranda.

Las estaciones Usaquén (39%) y Bolivia (45%), no alcanzaron el 75% de representatividad temporal ya que se presentaron fallos al interior de las cabinas por lo cual los contaminantes registraron datos atípicos que tuvieron que invalidarse. La estación Carvajal – Sevillana (0%) se vio afectada por valores de temperatura interna y de desviación estándar, debido a que se presentaron fallos con el aire acondicionado y tuvieron que invalidarse todos los datos.

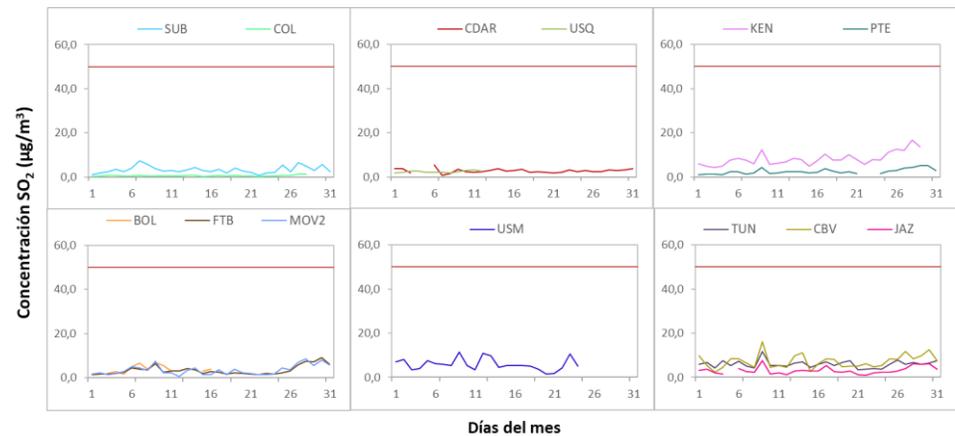


Figura 14. Concentraciones promedio mensuales de SO₂ por estación de monitoreo - enero 2023

5.3. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE DIÓXIDO DE NITRÓGENO – NO₂

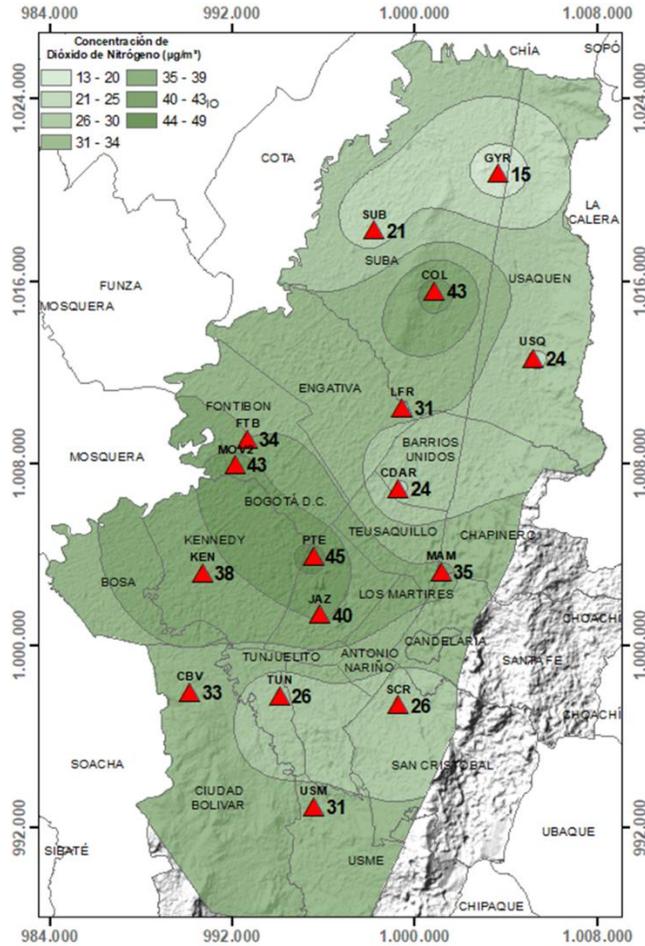


Figura 15. Distribución espacial concentraciones mensuales NO₂ - enero 2023

En el mapa de la Figura 15 se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de NO₂ para el mes de enero de 2023. Se observa que las concentraciones más altas predominan en el suroccidente y norte de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Puente Aranda y Colina. Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en el norte y noroccidente, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Guaymaral y Suba.

La estación Bolivia (0%) no alcanzó el 75% de representatividad temporal ya que ya que se presentaron fallos al interior de la cabina por lo cual el contaminante registró datos atípicos que tuvieron que invalidarse. Las estaciones Carvajal – Sevillana (0%) y Móvil 7ma (0%) se vieron afectadas por valores de temperatura interna y de desviación estándar, debido a que se presentaron fallos con los aires acondicionados y tuvieron que invalidarse todos los datos.

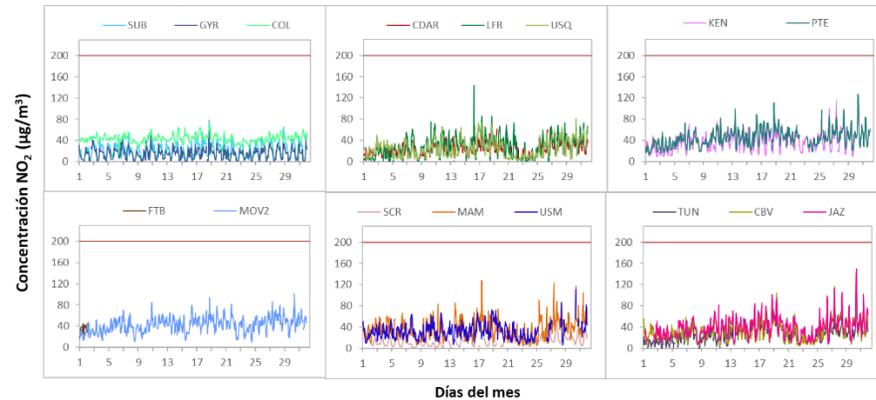


Figura 16. Concentraciones promedio mensuales de NO₂ por estación de monitoreo - enero 2023

5.4. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE MONÓXIDO DE CARBONO – CO

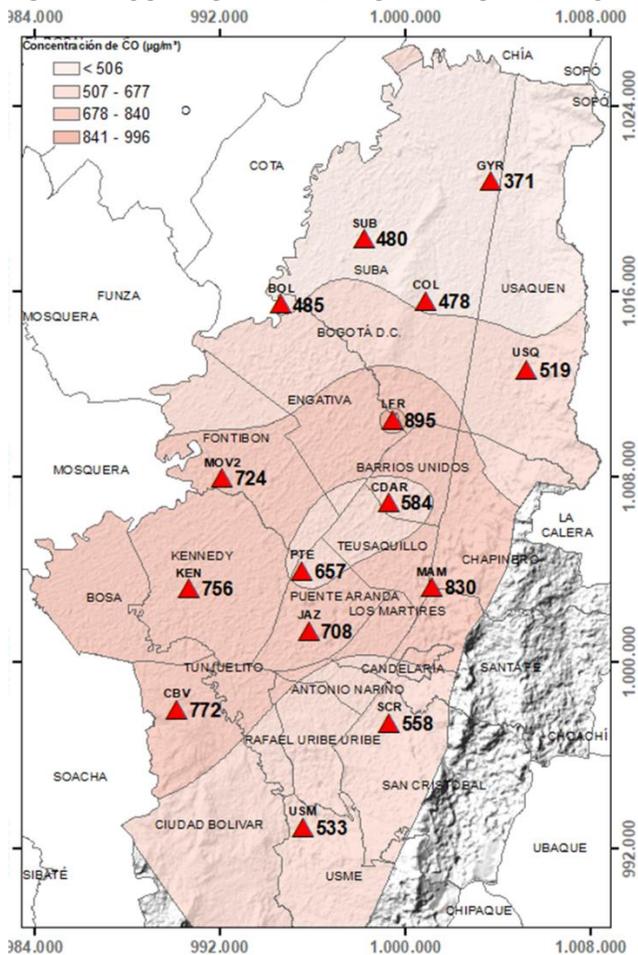


Figura 17. Distribución espacial concentraciones mensuales CO – enero 2023

En el mapa de la Figura 17 se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de CO con base en datos media móvil 8 horas para el mes de enero de 2023. Se observa que las concentraciones más altas predominan en el centro y norte de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones MinAmbiente y Las Ferias. Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en el norte de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Guaymaral y Colina.

Las estaciones Tunal (67%) y Fontibón (25%), no alcanzaron el 75% de representatividad temporal ya que se presentaron fallos al interior de las cabinas por lo cual los contaminantes registraron datos atípicos que tuvieron que invalidarse. Las estaciones Carvajal – Sevillana (0%) y Móvil 7ma (0%) se vieron afectadas por valores de temperatura interna y de desviación estándar, debido a que se presentaron fallos con los aires acondicionados y tuvieron que invalidarse todos los datos.

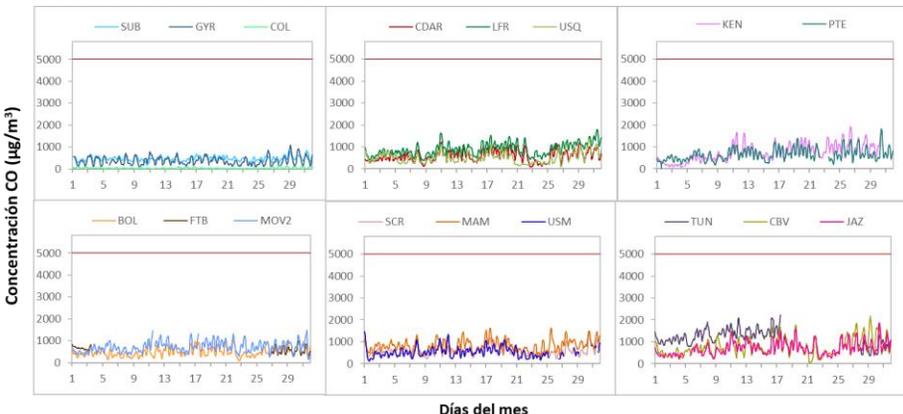


Figura 18. Concentraciones media móvil 8 horas de CO por estación de monitoreo - enero 2023

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

6. COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LAS CONCENTRACIONES DE BLACK CARBON

En el mes de enero de 2023 se registraron datos en ocho (8) estaciones de la RMCAB y en seis (6) de ellas se alcanzó el porcentaje de más del 75% de las concentraciones horarias. Las estaciones MinAmbiente y Fontibón registraron 34% y 57% de las concentraciones de eBC horarias, respectivamente. La concentración promedio de eBC en la ciudad fue $3,5 \pm 3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la concentración máxima de eBC se observó el 18 de enero 8:00 am en la estación Tunal con un valor de $29,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Las estaciones Kennedy y Fontibón presentaron las mayores concentraciones horarias de eBC, con valores promedio de $5,8$ y $4,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. Las estaciones CDAR, Fontibón, Ciudad Bolívar y MinAmbiente presentaron concentraciones de $4,3$; $4,0$; $2,6$ y $2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ correspondientemente. Mientras que las estaciones de San Cristóbal y Puente Aranda presentaron las menores concentraciones, con valores de $2,2$ y $1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente.

A continuación, se presenta la serie temporal de las concentraciones diarias (24h) de eBC para todas las zonas de la ciudad. En las estaciones del suroccidente se presentaron las mayores concentraciones la tercera y cuarta semana del mes, con valores promedio superiores a $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación Kennedy, la estación Ciudad Bolívar reportó las mayores concentraciones a partir del 26 de enero. En la zona occidental se reportó la mayor concentración el 18 de enero con un promedio de $8,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en la zona centro las mayores concentraciones se reportaron el 17 y 13 de enero con un promedio de $6,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en la zona suroriental se observaron altas concentraciones el 10, 18, 19 y 30 de enero con un promedio superior a los $7,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En San Cristóbal se observaron las mayores concentraciones entre $3,2$ y $4,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, de acuerdo con lo que se evidencia en la Figura 19.

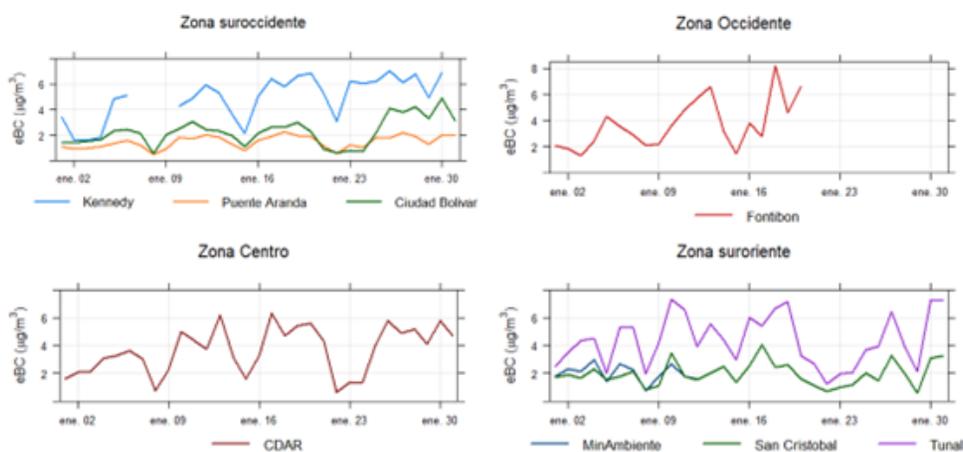


Figura 19. Comportamiento de las concentraciones diarias de eBC para enero de 2023

6.1. COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LAS CONCENTRACIONES DE BLACK CARBON PROVENIENTE DE LA QUEMA DE BIOMASA

Las estaciones que presentaron una mayor predominancia de porcentaje de Black Carbon por quema de combustibles fósiles son Ciudad Bolívar, Fontibón, Kennedy, MinAmbiente, Puente Aranda y Tunal, mientras que las estaciones de CDAR y San Cristóbal presentaron un porcentaje de quema de biomasa un poco más alto.

Durante el mes de enero de 2023 se evidenció un incremento en el porcentaje de quema de biomasa en la mayoría de las estaciones específicamente el 1 de enero, asociado al uso de pirotecnia durante las festividades de fin del año 2022. Los días domingo 22 y 29 de enero, también se observaron mayores contribuciones de eBC procedente de la quema de biomasa. Ver Figura 20.

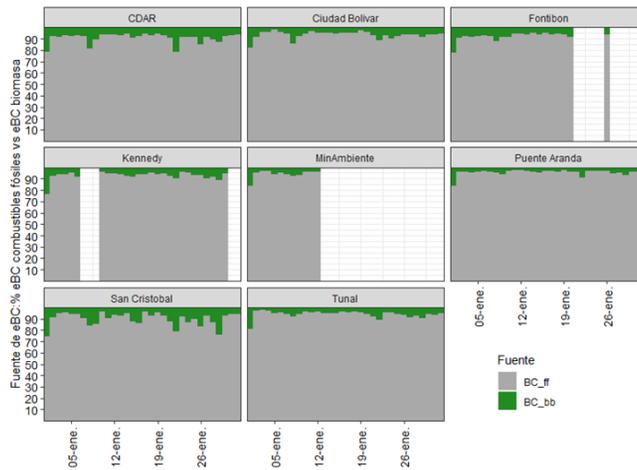


Figura 20. Serie temporal porcentaje de quema Black Carbon de combustibles fósiles BC(ff) vs. Black Carbon de quema de biomasa BC(bb) - enero de 2023

Las concentraciones promedio diarias eBC son presentadas en la Figura 21, donde se observa que los mayores valores diarios de eBC se presentaron el 30 de enero, con un valor promedio de $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y entre el 17 y el 19 de enero con un valor promedio de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Concentración promedio de eBC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

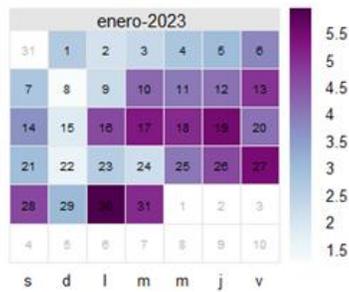


Figura 21. Calendario de las concentraciones diarias (24h) promedio de eBC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) durante el mes de enero de 2023

7. ÍNDICE BOGOTANO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ (IBOCA)

El Índice Bogotano de Calidad de Aire y Riesgo en Salud, IBOCA, adoptado mediante la Resolución Conjunta 868 de abril de 2021, es un indicador multipropósito adimensional en una escala de 0 a 500, calculado a partir de las concentraciones de contaminantes atmosféricos que indica el estado de la calidad del aire que se basa en el contaminante que presenta la mayor afectación a la salud en un tiempo de exposición determinado, sin embargo, puede ser calculado para cada contaminante prioritario con el fin de establecer su importancia en términos de afectación.

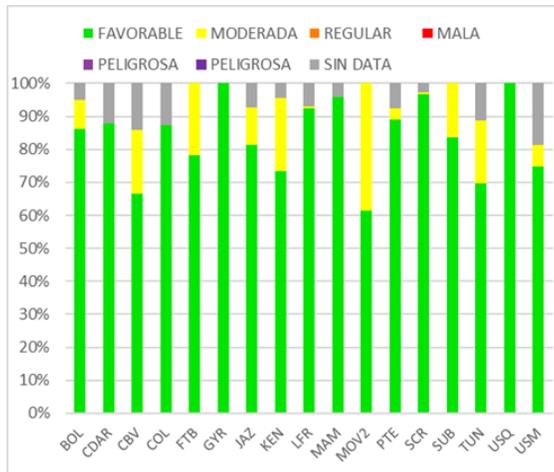


Figura 22. IBOCA para PM₁₀ por estación – enero 2023

La Figura 22 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM₁₀ por estación de monitoreo registrados en el mes de enero 2023. Se observa que la condición “favorable” predominó en la mayoría de las estaciones, registrando un 100% de dicha condición en Guaymaral y Usaquén. En las estaciones Móvil Fontibón, Kennedy y Fontibón se registró un porcentaje notable de la condición “moderada”, con porcentajes entre el 39% y el 22%.

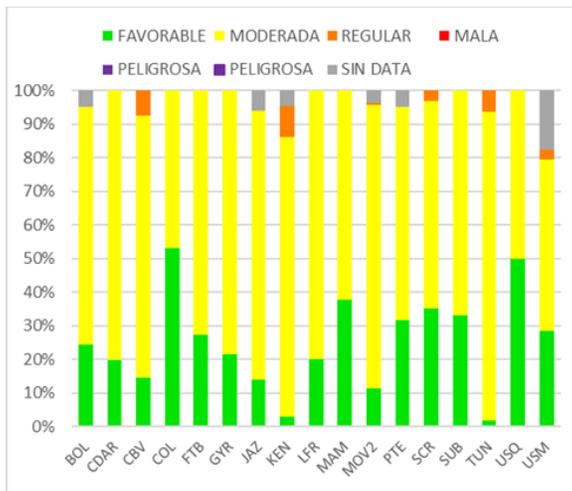


Figura 23. IBOCA para PM_{2.5} por estación – enero 2023

La Figura 23 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM_{2.5} por estación. Se observa que en el mes de enero 2023 predominó la condición “moderada” en la mayoría de las estaciones, registrando los porcentajes más altos en Tunal (92%) y Móvil Fontibón (84%). La condición “favorable” fue predominante solamente en Colina y Usaquén, con 53% y 50% respectivamente. Adicionalmente, se observó la condición “regular” en las estaciones Ciudad Bolívar, Kennedy, Tunal, San Cristóbal y Usme con un porcentaje menor al 9%.

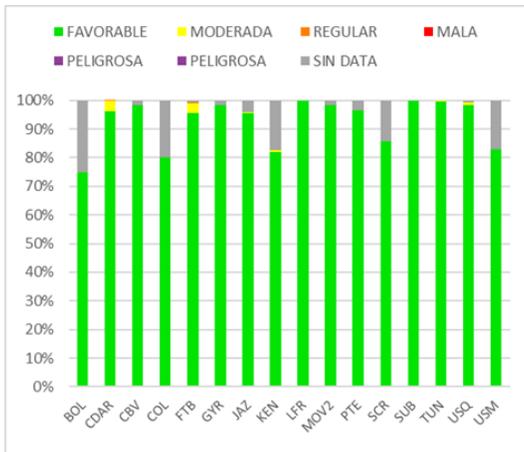


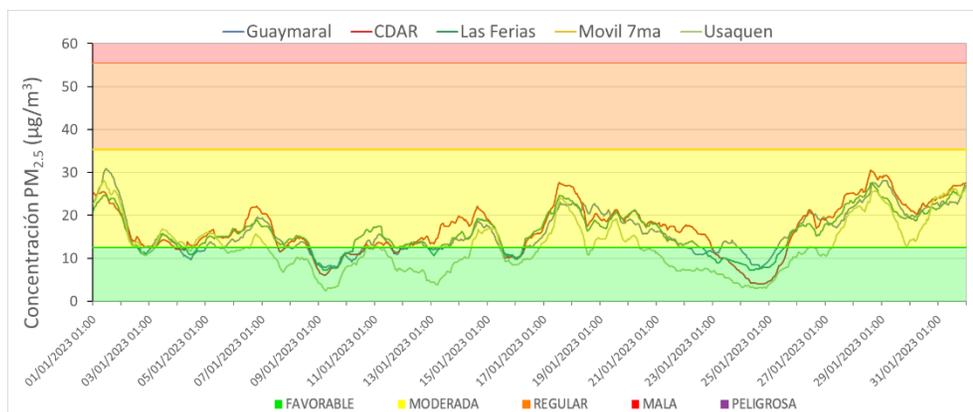
Figura 24. IBOCA para O₃ por estación – enero 2023

La Figura 24 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 8 horas de O₃ en cada una de las estaciones de monitoreo para el mes de enero 2023. Se observa que la categoría “favorable” predomina en todas las estaciones de la RMCAB que registraron datos de O₃ en el mes. Cabe resaltar que las estaciones CDAR, Fontibón, Tunal y Usaquén registraron también la condición “moderada”, siendo la estación CDAR la que registró el valor más alto con un 3,6%.

8. EVENTOS DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

En la Figura 25 se observan las concentraciones de PM_{2.5} media móvil 24 horas registradas en las estaciones de la RMCAB durante el mes de enero de 2023. Al inicio del año se registraron altas concentraciones debido al uso de juegos pirotécnicos por las celebraciones de fin de año 2022, en los días siguientes descendieron notablemente las concentraciones y se incrementaron nuevamente en el primer fin de semana del año, debido al regreso de los vehículos que habían salido de la ciudad. Posteriormente se mantuvieron las concentraciones principalmente en la condición “moderada” y en la tercera semana se incrementaron nuevamente las concentraciones.

Hacia la última semana del mes se observó un incremento creciente de las concentraciones, registrando valores más altos que los del primer día de enero en las estaciones de la zona nororiente, registrando la condición “regular” en las estaciones del suroccidente de la ciudad y algunas estaciones del sur, siendo la estación Kennedy la que permaneció por mayor tiempo en dicha condición, con 45 horas. Estos incrementos están asociados al transporte de material particulado proveniente de los incendios forestales registrados al oriente del país.



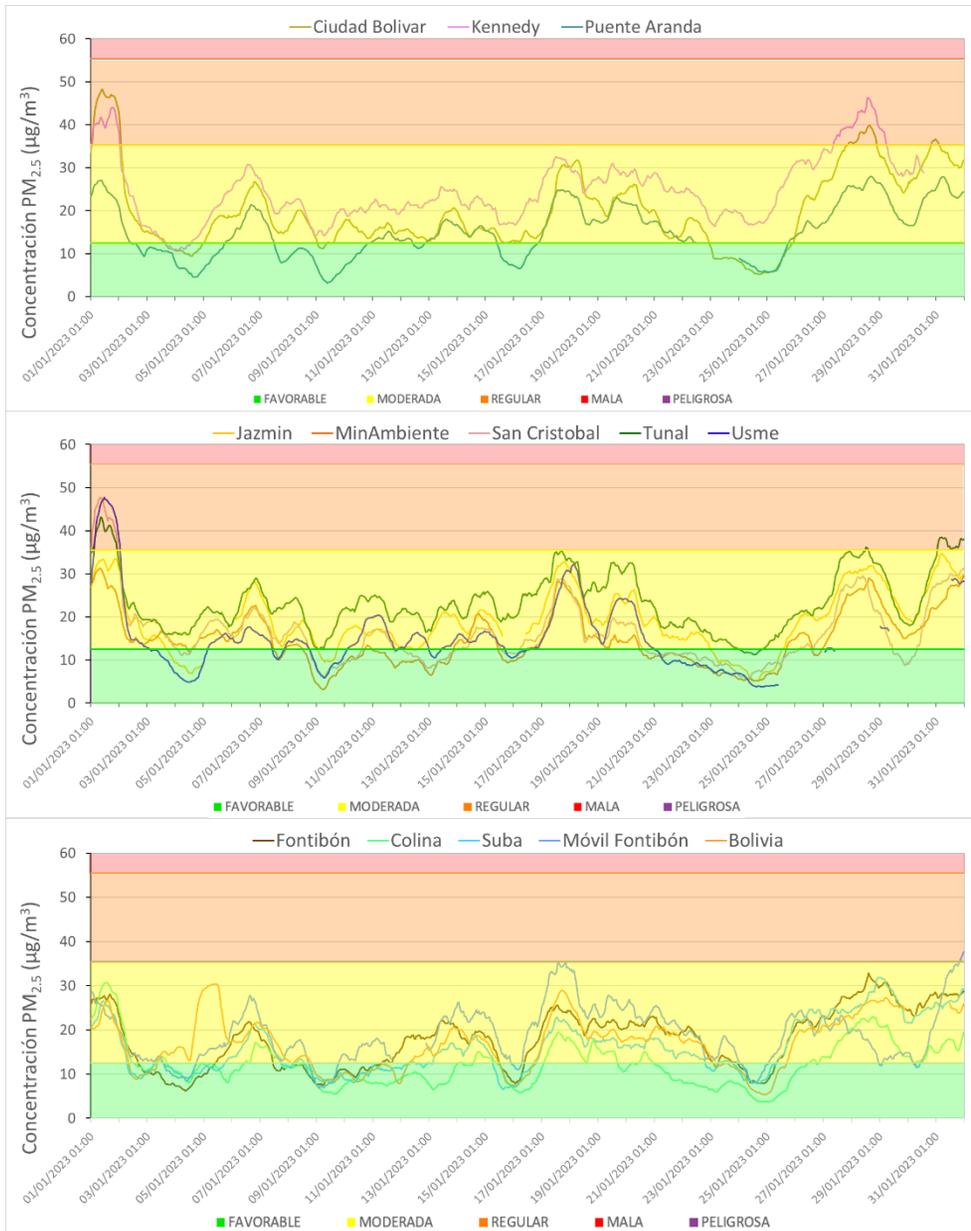


Figura 25. Concentraciones media móvil 24 h $PM_{2.5}$ enero 2023

El día 04 de enero de 2023 se registró un incendio en una fábrica de colchones en el límite de la ciudad con el municipio de Cota, en la salida de la calle 80. El incendio se registró en horas de la mañana y dada su magnitud, se evidenciaron particularidades en el monitoreo de las concentraciones de material particulado en las estaciones cercanas.

En la Figura 26 se evidencia la modelación de la pluma de contaminación generada por el incendio, y en la Figura 27 se observa el movimiento de la pluma de contaminación del incendio en horas de la tarde. Durante la mañana se observó que, dadas las condiciones meteorológicas el humo

generado en el incendio permaneció en el lugar ya que la pluma se mantuvo de manera vertical, sin embargo, en horas de la tarde hubo una predominancia de los vientos del occidente, por lo cual la contaminación generada se desplazó hacia el noroccidente de la ciudad.

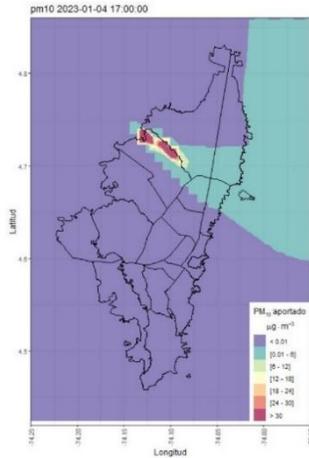


Figura 26. Modelación de la pluma de contaminación del incendio para las 05:00 p.m. del 04 de enero de 2023

Fuente: Grupo SIMCAB



Figura 27. Fotografía de la emisión generada por el incendio.

Fuente: Grupo Fuentes Fijas

En la Figura 28 se evidencian las concentraciones horarias de material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$ registradas por las estaciones de la zona norte noroccidente y centro de la ciudad. Se evidencia que la contaminación proveniente del incendio fue percibida por los registros de la estación Bolivia, alcanzando los valores más altos entre las 03:00 p.m. y las 08:00 p.m. En horas de la madrugada las concentraciones se redujeron y se registraron concentraciones altas, debido a que la velocidad del viento el día 05 de enero fue menor a la de días anteriores, con lo cual se redujo la dispersión de contaminantes durante el día.

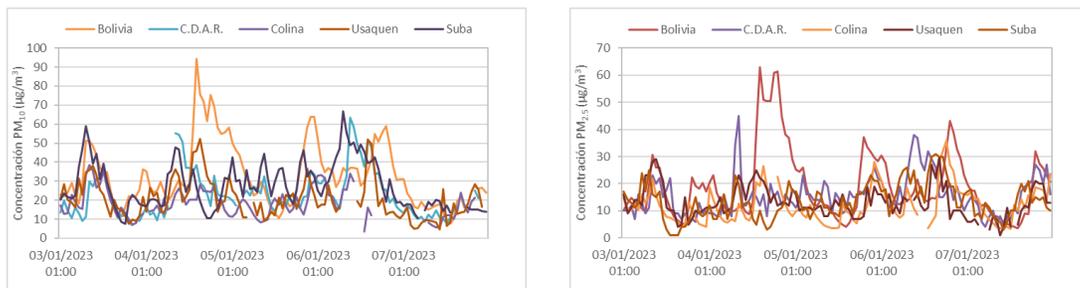


Figura 28. Concentraciones horarias PM_{10} y $PM_{2.5}$ de las estaciones Bolivia, CDAR, Colina, Usaquén y Suba. Enero 03 al 07 de 2023.

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

9. COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS

En este capítulo se describe el comportamiento general de las variables meteorológicas durante el mes de enero 2023, el cual incide directamente en la variabilidad de la concentración de contaminantes criterio en el Distrito Capital.

9.1. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA PRECIPITACIÓN

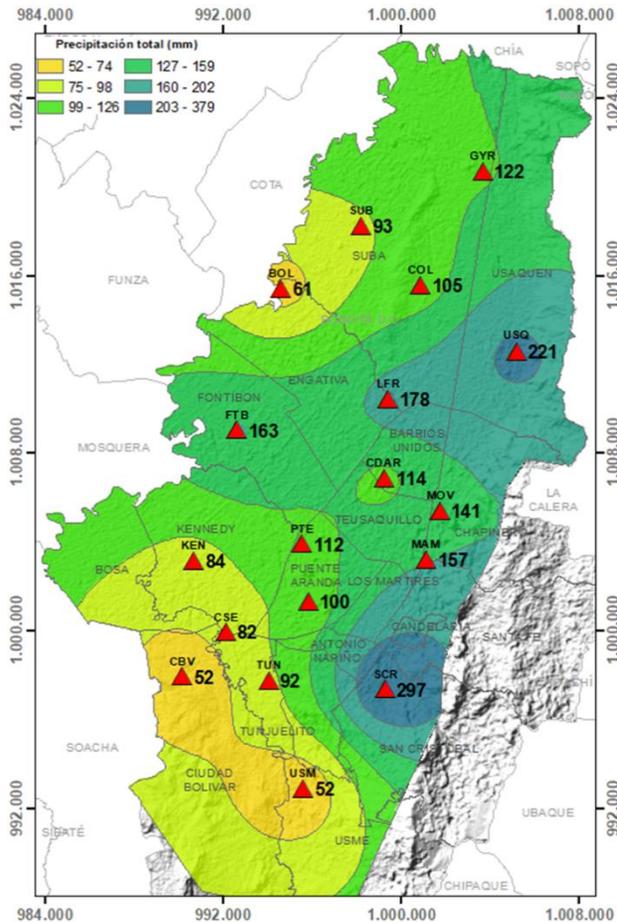


Figura 29. Mapa de la precipitación mensual total (mm) – enero 2023

Durante el mes de enero de 2023 se presentó un incremento en las precipitaciones con respecto al mes de diciembre de 2022, esto se produce de acuerdo con el IDEAM por el ingreso de humedad proveniente del Brasil, lo que propició fuertes lluvias durante la primera semana del mes con probabilidad de extenderse hasta el mes de febrero.

El patrón de las lluvias a nivel local se mantuvo con sus máximos hacia el oriente de la ciudad y sus mínimos al suroccidente. Los mayores acumulados se registraron en las estaciones San Cristóbal y Usaquén y los menores en las estaciones de Ciudad Bolívar y Usme como se observa en la Figura 29.

Con la reducción en los acumulados de precipitación y la disminución del número de días con lluvia, se contribuyó al incremento de las concentraciones de contaminantes. En la Figura 30 se evidencia lo expuesto.

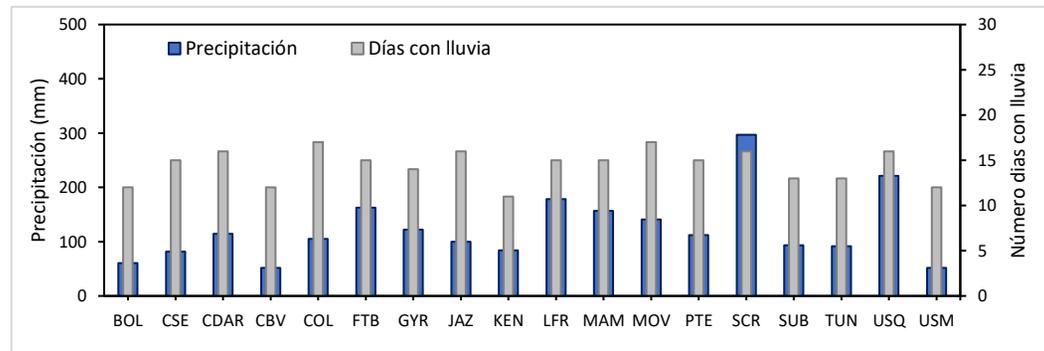


Figura 30. Precipitación media mensual y número de días con precipitación – enero 2023

9.2. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA

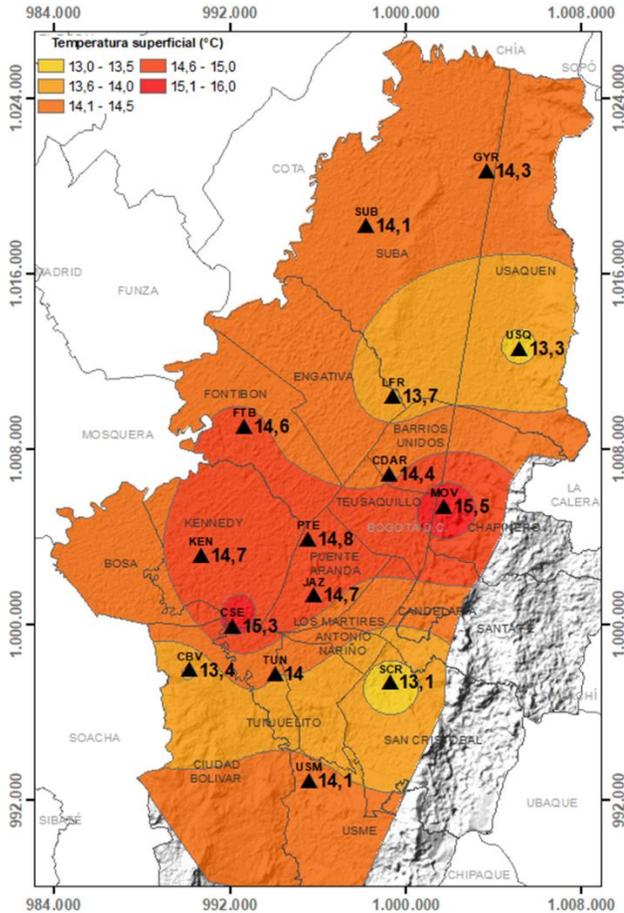


Figura 31. Mapa del promedio de temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB con base en el método de interpolación de Kriging – enero 2023

Asociado al incremento de las precipitaciones durante el mes de enero, se presentó una disminución de la temperatura media superficial del aire en algunos sectores de la ciudad con respecto al mes anterior. Dicha reducción se estima entre 0,3 a 0,7 °C, principalmente en el flanco oriental y suroccidental de la ciudad como se evidencia en la Figura 31.

Las temperaturas máximas absolutas se registraron en las estaciones Tunal (26,8 °C), Guaymaral (26,5 °C), Móvil 7ma (26,4 °C), y Carvajal-Sevillana (26,2 °C). Las mínimas absolutas en las estaciones Tunal (2,6 °C), Guaymaral (3,7 °C) y CDAR (3,8 °C) como se observa en la Figura 32.

En cuanto a la amplitud térmica, en las estaciones Tunal (23 °C), CDAR (22,6 °C), Guaymaral (22,6 °C), Suba (20,9 °C) y Carvajal-Sevillana (17,2 °C) se presentaron mayores amplitudes, las cuales favorecen condiciones convectivas para el ascenso y mezcla turbulenta, que contribuyen con la difusión de los contaminantes de aire de la ciudad.

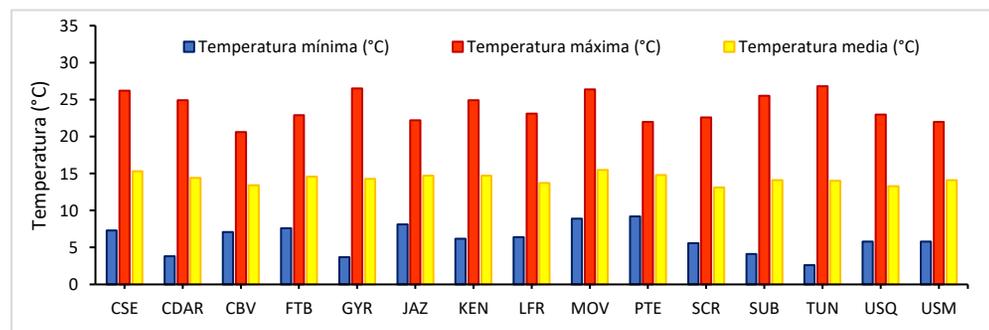


Figura 32. Temperaturas medias, máximas y mínimas absolutas por estación – enero 2023

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

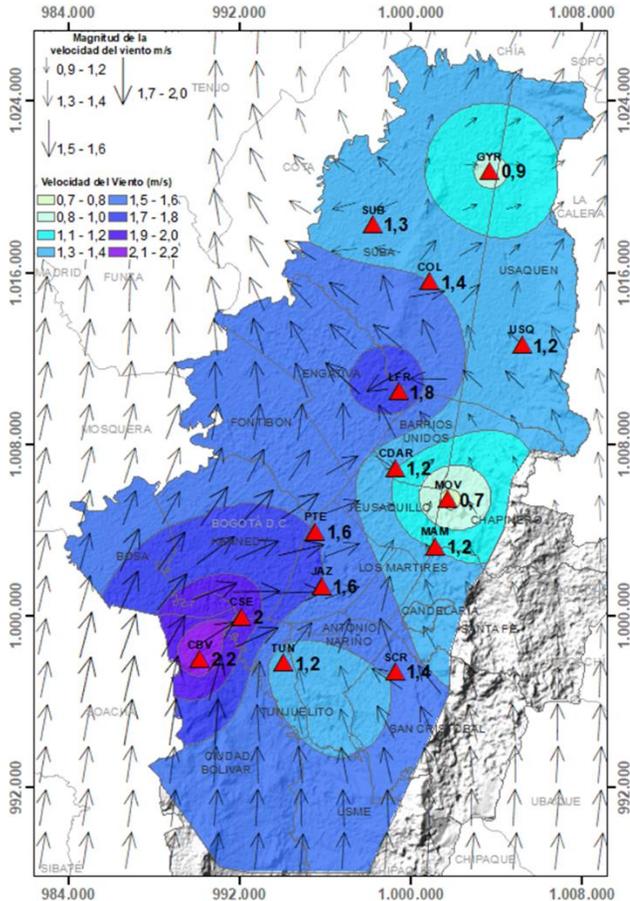


Figura 33. Velocidad promedio (Superficie en colores) y Dirección promedio (Vectores) del Viento con base en Kriging – enero 2023

En enero el patrón del flujo de los vientos presentó un cambio en el predominio, con una mayor influencia de vientos del suroriente en el sector sur y centro oriental de la ciudad, favoreciendo el transporte y mezcla turbulenta que contribuyen con la reducción de las concentraciones de gases y partículas contaminantes en la ciudad. Reduciendo en mayor medida, el aporte de contaminantes desde fuentes externas del costado occidental de la ciudad.

Las velocidades medias del viento fluctuaron entre los 0,7 a 2,2 m/s, con los menores valores hacia el centro oriente y norte y los mayores hacia el suroccidente, con condiciones semejantes a las del mes anterior como se observa en la Figura 33.

Las velocidades máximas absolutas se registraron hacia el oriente en la estación MinAmbiente con 6,3 m/s, al sur, norte y suroccidente de la ciudad en las estaciones Ciudad Bolívar con 6,2 m/s, Las Ferias con 5,7 m/s, Jazmín con 5,2 m/s y Carvajal Sevillana con 4,9 m/s de acuerdo con la Figura 34.

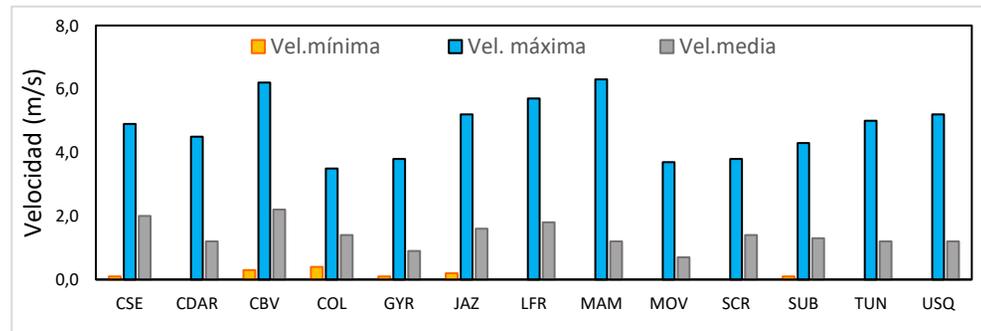


Figura 34. Velocidad del viento media, máxima y mínima absolutas por estación – enero 2023

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

10. CONCLUSIONES

- Las concentraciones más altas de material particulado se observaron en las zonas occidente, suroccidente y sur de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Móvil Fontibón, Kennedy y Tunal, mientras que los menores valores se observaron en las zonas norte y centro de la ciudad, en el área de influencia de Colina, Usaqué y MinAmbiente. Móvil Fontibón tuvo el promedio mensual más alto de PM₁₀ (51,2 µg/m³) y Kennedy el de PM_{2.5} (24,5 µg/m³); se registraron en total ocho (8) excedencias de PM₁₀ y siete (7) excedencias de PM_{2.5} en el mes.
- Con respecto a los gases, Las Ferias registró el promedio más alto de CO (895,3 µg/m³), Puente Aranda en NO₂ (44,9 µg/m³), Kennedy de SO₂ (8,3 µg/m³) y Usaqué de O₃ (40,279 µg/m³) durante el mes. Se registraron noventa y una (91) excedencias a las concentraciones 8h de ozono O₃ y ninguna en los demás gases.
- En enero de 2023 se observó que las concentraciones de Black Carbon más altas se registraron en la tercera y cuarta semana del mes especialmente en las estaciones Kennedy, y Ciudad Bolívar; los registros promedio más altos fueron superiores a 6 µg/m³. El aporte principal a Black Carbon fue por parte del uso de combustibles fósiles, principalmente en las estaciones Ciudad Bolívar, Fontibón, Kennedy, MinAmbiente, Puente Aranda y Tunal. El aporte de Black Carbon por quema de biomasa se registró principalmente en la mayoría de las estaciones específicamente el 1 de enero, asociado al uso de pirotecnia durante las festividades de fin del año 2022.
- Con respecto al índice IBOCA en enero de 2023, para las concentraciones registradas de PM_{2.5} se observó una predominancia de la condición “moderada” en la mayoría de las estaciones, con el mayor porcentaje registrado en Tunal (92%) y Móvil Fontibón (84%); las concentraciones más altas de PM_{2.5} se observaron en la primera y cuarta semana del mes.
- En el mes de enero de 2023 se presentó un incremento en las precipitaciones con respecto al mes de diciembre de 2022, El patrón de las lluvias a nivel local se mantuvo con sus máximos hacia el oriente de la ciudad y sus mínimos al suroccidente. Las mayores precipitaciones se observaron en la estación San Cristóbal (297 mm) y en Usaqué (221 mm). En todas las estaciones de la ciudad se registraron más de diez (10) días de lluvia.
- Con relación a la temperatura superficial en enero de 2023, se presentó una ligera disminución de la temperatura media superficial del aire en algunos sectores de la ciudad con respecto al mes anterior, por los flujos de calor asociados al calor latente de vaporización. San Cristóbal registró el menor valor de temperatura mensual con 13,1°C, la Móvil 7ma tuvo el mayor promedio mensual con 15,5°C, y los registros máximos horarios más altos se observaron en Tunal (26,8 °C) y Guaymaral (26,5 °C).
- En enero de 2023 se evidenció que predominaron los vientos del suroriente en el sector sur y centro oriental de la ciudad. Las velocidades promedio mensuales más altas se observaron en Ciudad Bolívar con 2,2 m/s y Carvajal-Sevillana con 2 m/s. Los máximos horarios se observaron hacia el oriente, al sur, norte y suroccidente de la ciudad en las estaciones MinAmbiente, Ciudad Bolívar, Las Ferias, Jazmín y Carvajal Sevillana.

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

11. ANEXOS

11.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTACIONES DE LA RMCAB

Tabla 2. Características, ubicación de las estaciones y variables monitoreadas de la RMCAB

Estación	Características										Contaminantes							Variables meteorológicas							
	Sigla	Latitud	Longitud	Altitud (m)	Altura (m)	Localidad	Escala	Tipo de zona	Tipo de estación	Dirección	PM ₁₀	PM _{2.5}	O ₃	NO ₂	CO	SO ₂	Black Carbon	V. Viento	D. Viento	Temperatura	Precipitación	R. Solar	H. Relativa	Presión Atm.	
Bolivia	BOL	4°44'9.12"N	74°7'33.18"W	2574	0	Engativá	Vecindario	Suburbana	De fondo	Avenida Calle 80 #121-98	X	X	X	X	X	X				X					
Carvajal-Sevillana	CSE	4°35'44.22"N	74°8'54.90"W	2563	3	Kennedy	Vecindario	Urbana	Tráfico Industrial	Autopista Sur #63-40	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X				
Centro de Alto Rendimiento	CDAR	4°39'30.48"N	74°5'2.28"W	2577	0	Barrios Unidos	Vecindario	Urbana	De fondo	Calle 63 # 59A-06	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ciudad Bolívar	CBV	4°34'40.1"N	74°09'58.6"W	2661	0	Ciudad Bolívar	Vecindario	Urbana	Residencial	Calle 70 Sur #56-11	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Colina	COL	4°44'14.1"N	74°04'10.0"W	2555	0	Suba	Vecindario	Urbana	Residencial	Avenida Boyacá No 142#-55	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X
Fontibón	FTB	4°40'41.67"N	74°8'37.75"W	2551	11	Fontibón	Vecindario	Urbana	De tráfico	Carrera 104 #20 C-31	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
Guaymaral	GVR	4°47'1.52"N	74°2'39.06"W	2580	0	Suba	Vecindario	Suburbana	De fondo	Autopista Norte #205-59	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X
Jazmín	JAZ	4°36'30.6"N	74°06'53.8"W	2559	0	Puente Aranda	Vecindario	Urbana	Residencial	Calle 1 G #41 A39	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X
Kennedy	KEN	4°37'30.18"N	74°9'40.80"W	2580	3	Kennedy	Vecindario	Urbana	De tráfico	Carrera 80 #40-55 sur	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Las Ferias	LFR	4°41'26.52"N	74°4'56.94"W	2552	0	Engativá	Vecindario	Urbana	De tráfico	Avenida Calle 80 #69Q-50	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X
MinAmbiente	MAM	4°37'31.75"N	74°4'1.13"W	2621	15	Santa Fe	Vecindario	Urbana	De tráfico	Calle 37 #8-40	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X
Móvil Fontibón	MOV2	4°40'03.7"N	74°08'55.9"W		0	Fontibón	Vecindario	Urbana	Tráfico Industrial	Carrera. 98 #16 B50	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X
Móvil 7ma	MOV	4°38'32.75"N	74°5'2.28"W	2583	0	Chapinero	Vecindario	Urbana	De tráfico	Carrera 7 con calle 60	X	X		X	X			X	X	X	X	X	X	X	X
Puente Aranda	PTE	4°37'54.36"N	74°7'2.94"W	2590	10	Puente Aranda	Vecindario	Urbana	Industrial	Calle 10 #65-28	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
San Cristóbal	SCR	4°34'21.19"N	74°5'1.73"W	2688	0	San Cristóbal	Vecindario	Urbana	De fondo	Carrera 2 Este #12-78 sur	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Suba	SUB	4°45'40.49"N	74°5'36.46"W	2571	6	Suba	Vecindario	Suburbana	De fondo	Carrera 111 #159A-61	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X				
Tunal	TUN	4°34'34.41"N	74°7'51.44"W	2589	0	Tunjuelito	Vecindario	Urbana	De fondo	Carrera 24 #49-86 sur	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Usaquén	USQ	4°42'37.26"N	74°1'49.50"W	2570	10	Usaquén	Vecindario	Urbana	De fondo	Carrera 7B Bis #132-11	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Usme	USM	4°31'55.4"N	74°07'01.7"W	2593	0	Usme	Vecindario	Urbana	Residencial	Carrera 11 #65 D50 Sur	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

11.2. **NORMATIVA Y MÉTODOS DE REFERENCIA**

La elaboración de informes de calidad del aire se realiza teniendo en cuenta uno de los componentes de la misionalidad de la Secretaría Distrital de Ambiente, como autoridad ambiental del Distrito Capital. Además, se tiene en cuenta lo establecido en la norma NTC ISO/IEC 17025:2017 con respecto a la elaboración de los reportes del laboratorio, y teniendo en cuenta que los informes de calidad del aire de la RMCAB se elaboran con base en los procedimientos asociados a las funciones del Laboratorio Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente, los cuales se incluyen dentro de del proceso de apoyo de la SDA denominado “Metrología, Monitoreo y Modelación”.

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. Adicionalmente se realizan periódicamente las calibraciones y verificaciones de los equipos de monitoreo, con el fin de garantizar que la medición de los equipos se realice de acuerdo con los estándares establecidos en los métodos de medición.

Los métodos de medición utilizados por los monitores de la RMCAB se encuentran descritos en la lista de métodos de referencia y equivalentes designados, publicada en junio de 2022 (EPA, 2023)¹. Los métodos de referencia se encuentran establecidos en el Título 40 del CFR (Code of Federal Regulations), los cuales están aprobados por la Environmental Protection Agency (EPA) de Estados Unidos. Para cada contaminante se encuentra definido un método de referencia específico, de acuerdo con el método equivalente por el cual funciona cada monitor, lo cual se encuentra establecido en los apéndices de la Parte 50 del Título 40 del CFR (LII, 2020).

Tabla 3. Técnicas de medición automáticas de los equipos de la RMCAB, métodos equivalentes y de referencia EPA

Contaminante	Principio de Medición	Método equivalente automatizado EPA	Apéndice Parte 50 del CFR
PM ₁₀	Atenuación por Radiación Beta	EQPM-0798-122	J
		EQPM-0404-151	
PM _{2.5}	Atenuación por Radiación Beta	EQPM-0308-170	L
		EQPM-1013-211	
O ₃	Espectrofotometría de Absorción en el Ultravioleta	EQQA-0992-087	D
		EQQA-0193-091	
NO ₂	Quimioluminiscencia	RFNA-1289-074	F
		RFNA-1194-099	
		RFNA-0118-249	
CO	Espectrofotometría de Absorción en el Infrarrojo	RFCA-0992-088	C
		RFCA-0981-054	
		RFCA-1093-093	
		RFCA-0915-228	
SO ₂	Fluorescencia Pulsante en el Ultravioleta	EQSA-0495-100	A-1
		EQSA-0486-060	

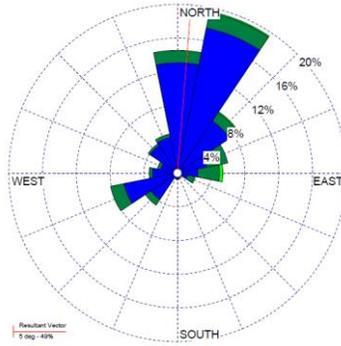
¹ United States Environmental Protection Agency. List of Designated Reference and Equivalent Methods, December 15, 2021. https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-06/designated_reference_and_equivalent_methods_-_06152023.pdf

11.3. ROSAS DE LOS VIENTOS

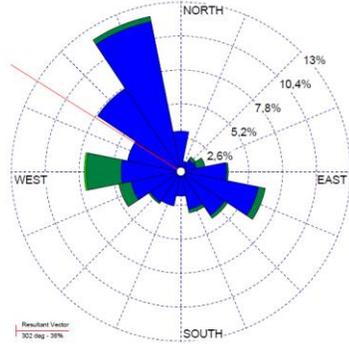
Se suministran las rosas de los vientos, las cuales presentan información adicional en cuanto a la frecuencia y magnitud de los vientos durante el mes, en las diferentes direcciones que ocurrieron, así como el vector resultante (línea roja), que representa la dirección de donde en promedio provienen los vientos en cada una de las estaciones, durante el periodo analizado. En Enero de 2023 los vientos con mayor persistencia se registraron en las estaciones San Cristóbal con un 42% de vientos del suroriente, Puente Aranda con un 26% de vientos del occidente, MinAmbiente, Kennedy, Usaquén y Suba con un 20% de vientos del suroriente, occidente, oriente y norte respectivamente. Estas rosas se realizan para aquellas estaciones que superaron el criterio de representatividad temporal del 75%.



a) Bolivia

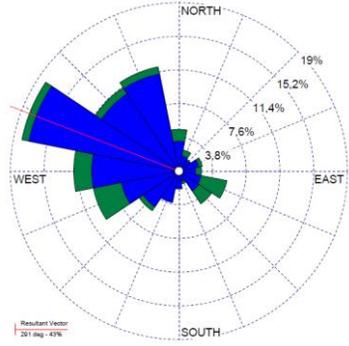


b) Suba

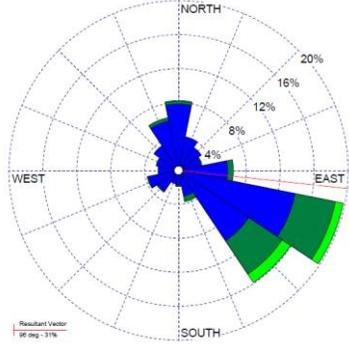


c) Guaymaral

N.A.

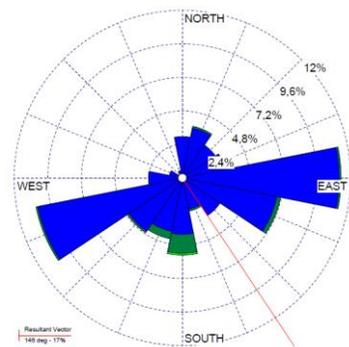
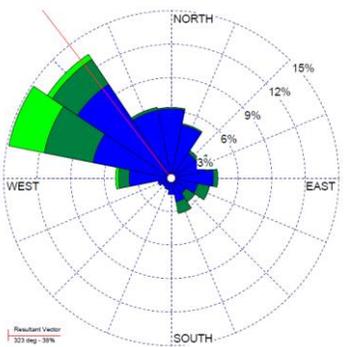


d) Las Ferias



f) Usaquén

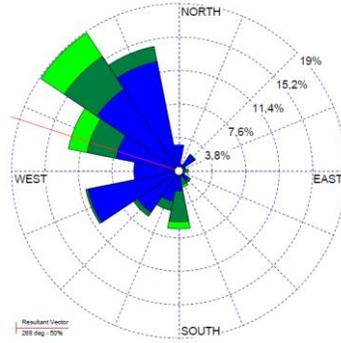
N.A.



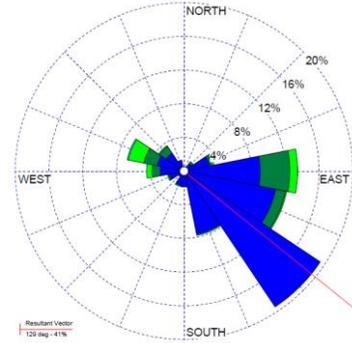
g) Móvil FTB

N.A.

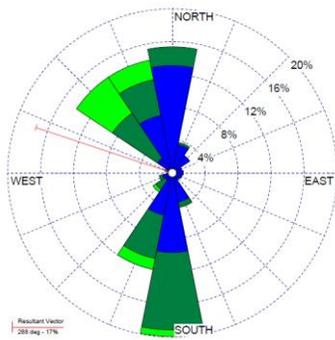
h) CDAR



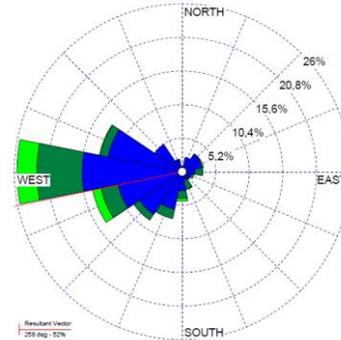
i) Móvil 7ma



j) Kennedy



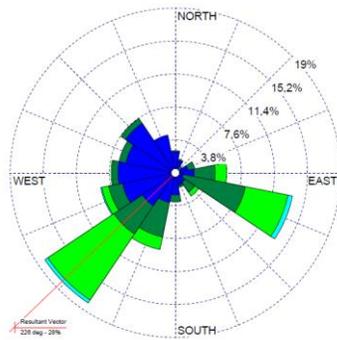
k) Jazmín



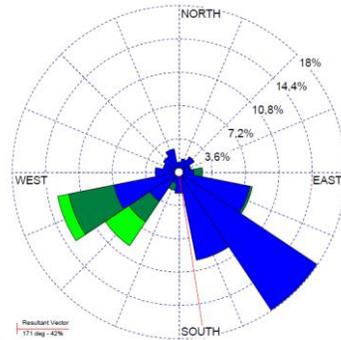
l) MinAmbiente

N.A.

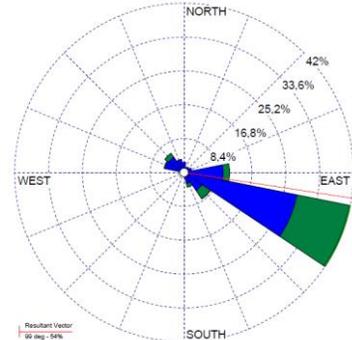
m) Carvajal-Sevillana



n) Puente Aranda



o) Usme



p) Ciudad Bolívar

q) Tunal

r) San Cristóbal

Figura 35. Rosas de los vientos – enero de 2023

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

12.DECLARACIONES

- ✓ Los resultados relacionados en el presente informe mensual de calidad del aire corresponden únicamente a los parámetros y variables monitoreadas por los analizadores y sensores en las estaciones de la RMCAB, adicionalmente los resultados del informe sólo están relacionados con ítems ensayados y/o comprobados metrológicamente.
- ✓ 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 01 y el 31 de enero de 2023.
- ✓ Las concentraciones y resultados presentados en este informe de calidad del aire y en la página web se encuentran a condiciones de referencia, con el fin de que sean comparables con los niveles establecidos por la normatividad vigente.
- ✓ La identificación de las contribuciones a la incertidumbre de la medición de los equipos se documenta en el instructivo interno PA10-PR03-INS8 y su registro se consigna en el formato interno PA10-PR03-F12. Lo anterior se evalúa bajo una regla de decisión binaria de Aceptación Simple, en este caso el Límite de Aceptación corresponde al mismo Límite de Tolerancia, es decir el nivel máximo permisible que establece la Resolución 2254 de 2017 para cada contaminante y tiempo de exposición.
- ✓ Dentro del análisis del presente informe se declara la conformidad de la siguiente forma: CUMPLE: Todo valor de concentración en los tiempos de exposición que sean menores o iguales al nivel máximo permisible de acuerdo con artículo No. 2, parágrafo No. 1 de la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Resolución o la que la adicione, modifique o sustituya. NO CUMPLE: Todo valor de concentración en los tiempos de exposición que sean mayores al nivel máximo permisible de acuerdo con artículo No. 2, parágrafo No. 1 de la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Resolución o la que la adicione, modifique o sustituya. El criterio de incertidumbre se describe en los criterios de gestión metrológica.
- ✓ Este informe fue elaborado con base en el modelo de informe mensual establecido de la RMCAB relacionado en el procedimiento interno PA10-PR04 Análisis de datos, generación y publicación de informes de calidad del aire de Bogotá. Adicionalmente para la validación de los datos se tiene en cuenta lo definido en el procedimiento interno PA10-PR05- Revisión y Validación de datos de la RMCAB. Cabe resaltar que los procesos de monitoreo de contaminantes se realizan bajo los siguientes procedimientos internos, para los cuales se utiliza la última versión vigente cargada el aplicativo interno de la Secretaría Distrital de Ambiente - SDA “*Isolucion*”.

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

Tabla 4. Procedimientos Internos para la operación y calibración de equipos de la RMCAB

Código Procedimiento Interno	Nombre del Procedimiento Interno
PA10-PR02	Operación de la Red de Monitoreo y Calidad del Aire de Bogotá
PA10-PR06	Monitoreo y revisión rutinaria de la operación analizadores, monitores de partículas y sensores meteorológicos
PA10-PR03	Aseguramiento de Calidad de los Resultados emitidos por el Laboratorio Ambiental SDA

La siguiente tabla presenta los factores de conversión de unidades que deben ser aplicados a las concentraciones de los gases en partes por millón (ppm) y en partes por billón (ppb) para ser convertidos a $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente:

Tabla 5. Factores de conversión de ppb y ppm a $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para concentraciones de gases

Gas	Multiplicar por	Para convertir
CO	1144,9	ppm a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
SO ₂	2,6186	ppb a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO ₂	1,8804	ppb a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
O ₃	1,9620	ppb a $\mu\text{g}/\text{m}^3$

El resultado de cada una de las conversiones se encuentra a una presión de 760 mm Hg y a una temperatura de 25°C, que son las condiciones de referencia según los términos establecidos en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de Calidad del Aire.

El factor de conversión se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{Factor de Conversión [ppb o ppm]} = \frac{M * P}{R * T} * \frac{1}{1000} \left[\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} \text{ o } \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] \uparrow$$

Donde:

M: masa molar del gas contaminante [g/mol]

P: presión atmosférica [Pa]

R: constante universal de los gases ideales =

T: temperatura absoluta [K]

FIN DEL INFORME

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

CONTROL DE CAMBIOS

Versión	Descripción de la Modificación	No. Acto Administrativo y fecha
2	Se cambia el orden de los capítulos. El análisis de black carbon sale del capítulo de calidad del aire y pasa a tener un capítulo independiente. Se agrega un capítulo de gestiones administrativas de la RMCAB. Se agrega un capítulo de declaraciones.	Radicado No. 2021IE189371 del 7 de septiembre del 2021.
3	Se ajusta en el contenido de los apartados: resumen ejecutivo, comportamiento temporal y espacial de las concentraciones de O3, SO2, NO2 Y CO, eventos de contaminación atmosférica. Se incluye la dirección de la Secretaría Distrital de Ambiente en la hoja de los créditos del informe. Se ajusta el código del formato en el encabezado del documento.	Radicado No. 2023IE310196 del 01 de Enero del 2022.

Elaboró	Revisó	Aprobó
Nombre: Daissy Lizeth Zambrano Bohórquez Cargo: Profesional de análisis de datos Fecha: 27/09/2022 Nombre: Luis Álvaro Hernández González Cargo: Líder Técnico RMCAB Fecha: 29/09/2022	Nombre: Hugo Enrique Sáenz Pulido Cargo: Subdirector de Calidad del Aire, Auditiva y Visual. Fecha: 30/09/2022 Nombre: Rodrigo Alberto Manrique Forero Cargo: Director de Control Ambiental Fecha: 30/09/2022	Nombre: Julio Cesar Pulido Puerto Cargo: Subsecretario General Fecha: 01/12/2022