



Informe Mensual de Calidad del Aire de Bogotá

.....
Julio 2023

Estación Ciudad Bolívar

Red de Monitoreo de Calidad del Aire de
Bogotá - RMCAB



ALCALDÍA MAYOR
DE 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

Diego Andrés Chavarro Rodríguez
Coordinador Técnico RMCAB

José Hernán Garavito Calderón
Profesional Especializado RMCAB

Eaking Ballesteros Urrutia
Edna Lizeth Montealegre Garzón
Jennyfer Montoya Quiroga
Karen Lorena Londoño Murcia
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
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

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

Agosto 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 julio de 2023 se tuvo una (1) excedencia diaria de las concentraciones de material particulado menor a 10 micras (PM_{10}) y ninguna excedencia de las concentraciones de material particulado menor a 2.5 micras ($PM_{2.5}$). Respecto a las concentraciones de ozono (O_3), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO_2) y el dióxido de nitrógeno (NO_2) no se registraron excedencias a la normatividad.

En el mes de julio se evidenció disminución notable de las concentraciones, máximos y excedencias de PM_{10} y $PM_{2.5}$ respecto al mes anterior. En cuanto a las concentraciones y excedencias de los gases, contaminantes criterio, CO , O_3 , SO_2 y NO_2 , disminuyeron las excedencias en SO_2 y se evidenció una tendencia a la baja de los gases en general, respecto al mes anterior, aunque en algunas estaciones hubo mucha variabilidad, unas subieron y otras bajaron, lo cual es coherente con la matriz ambiental.

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 resultados de concentración. La representatividad temporal de los resultados de las estaciones de monitoreo, Carvajal – Sevillana y Móvil 7ma, se vio afectada por variabilidad de la temperatura interna y consecuentemente 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 desviación estándar, se invalidaron los datos de contaminantes en la respectiva estación. En la estación Bolivia se presentó un fallo con el sensor de humedad y temperatura interna, lo que impidió el registro de parámetros de operación, por lo cual se invalidaron varios periodos de datos.

En cuanto a las interferencias al monitoreo durante el mes, no se tuvo evidencia de registros que pudieran verse afectados por un evento en particular o interferencia al monitoreo. Por otro lado, en el mes de julio se realizó el procesamiento de variables meteorológicas y contaminantes criterio para cargue en el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRES del mes de junio de 2023. De otra parte, el grupo operativo de campo de la RMCAB atendió visitas para el mantenimiento de dataloggers, para la atención a una auditoría de control interno, para la instalación de sensores de temperatura y humedad interna y recibió calibradores que llegaron de calibración externa. Además, se actualizó el PA10-PR05-INS1 “Instructivo de revisión y validación de datos de la RMCAB” a su versión 7.

Nota: Este informe “Informe mensual de calidad del aire julio 2023”, se encuentra vinculado como anexo al resumen ejecutivo del proceso No. 5984987 del Sistema de Información Ambiental FOREST de la Secretaría Distrital de Ambiente.

2. INTRODUCCIÓN

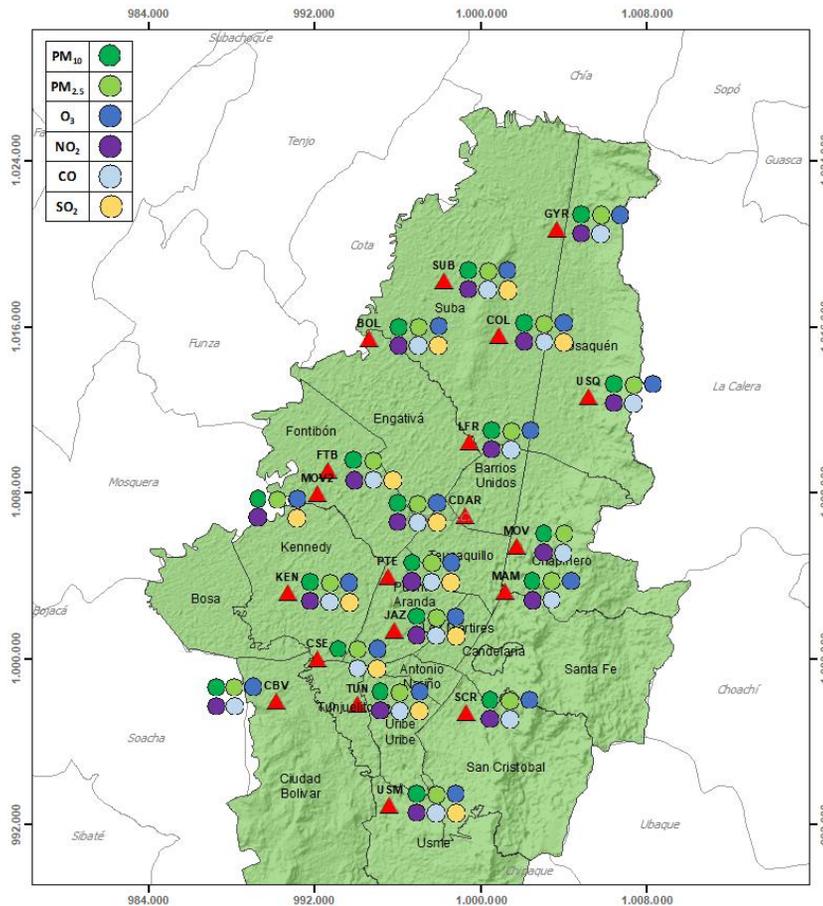


Figura 1. Estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB distribuidas a lo largo y ancho de Bogotá D.C.

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 la calidad del aire de una zona de influencia mediante mediciones en superficie.

Los contaminantes criterio (PM_{10} , $PM_{2.5}$, O_3 , SO_2 , NO_2 y CO) son los compuestos presentes en el aire cuyos efectos en el ambiente y en la salud se han establecido por la comunidad científica a través de estudios y pruebas, por lo cual tienen unos niveles máximos de concentración establecidos para evitar dichos efectos adversos, entre los cuales se relacionan las enfermedades respiratorias, cardiovasculares, y efectos en la visibilidad y la química atmosférica. Dichos niveles son establecidos mediante objetivos intermedios 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 asegurar las condiciones ambientales necesarias para el correcto funcionamiento de los sensores y analizadores en cada estación. Para el mes de julio de 2023 la temperatura interna se mantuvo 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 muestran que no se han podido mantener en tal rango debido que los aires acondicionados de dichas estaciones presentan fallas. Aun así, el 25 de julio de 2023 se actualizó el PA10-PR05-INS1 “Revisión y validación de datos de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB” el cual presenta un nuevo lineamiento que indica: “...Datos de los parámetros de gases (CO, SO2, (NO, NOx, NO2) y O3) de la estación en el periodo específico donde la temperatura interna del shelter no cumpla con los criterios establecidos en el numeral 7.2.2 Sampling Environment del Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems Handbook Volume II...”, por lo tanto, solo se invalidan los datos de los parámetros mencionados en las estaciones a las que aplique.

En la estación Bolivia meses atrás se presentó un fallo con el sensor de humedad y temperatura interna, lo que impidió el registro de parámetros de operación, sin embargo, el 12 de Julio se realizó el remplazo del sensor y se presentaron datos de nuevo. Cabe resaltar que, para cada hora de excedencia a los rangos especificados, se invalidaron los datos de contaminantes en la estación correspondiente de acuerdo con los lineamientos vigentes. Por otro lado, la humedad interna se mantuvo entre 66.98% y 26.7% 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 julio, se realizó el procesamiento de variables meteorológicas y contaminantes criterio para cargue en el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRE del mes de junio de 2023. De otra parte, el grupo operativo de la RMCAB atendió visitas para el mantenimiento de los datalogger (dispositivo electrónico que registra datos en el tiempo o en relación con la ubicación por medio de instrumentos y sensores propios o conectados externamente) de las estaciones Móvil 7ma, Las Ferias, Carvajal - Sevillana, Usaquén, Guaymaral, Bosa y Suba, asimismo, continuó con actividades de verificación meteorológica en las estaciones Fontibón, Jazmín y Puente Aranda.

Además, se atendieron visitas para la instalación de sensores de Temperatura y Humedad interna en las estaciones Bolivia y Puente Aranda y visitas para la atención de una auditoría por parte de

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

control interno en las estaciones CDAR, Las Ferias, Bolivia, Suba, Colina, Guaymaral, Móvil 7ma, MinAmbiente, Jazmín, Usme, Ciudad Bolívar, Kennedy y Fontibón. Por otro lado, se recibieron calibradores que llegaron de calibración externa en las estaciones MinAmbiente y Usaquén. Finalmente, se actualizó el PA10-PR05-INS1 “Instructivo de revisión y validación de datos de la RMCAB” a su versión 7.

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 julio de 2023.

4.1. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM₁₀

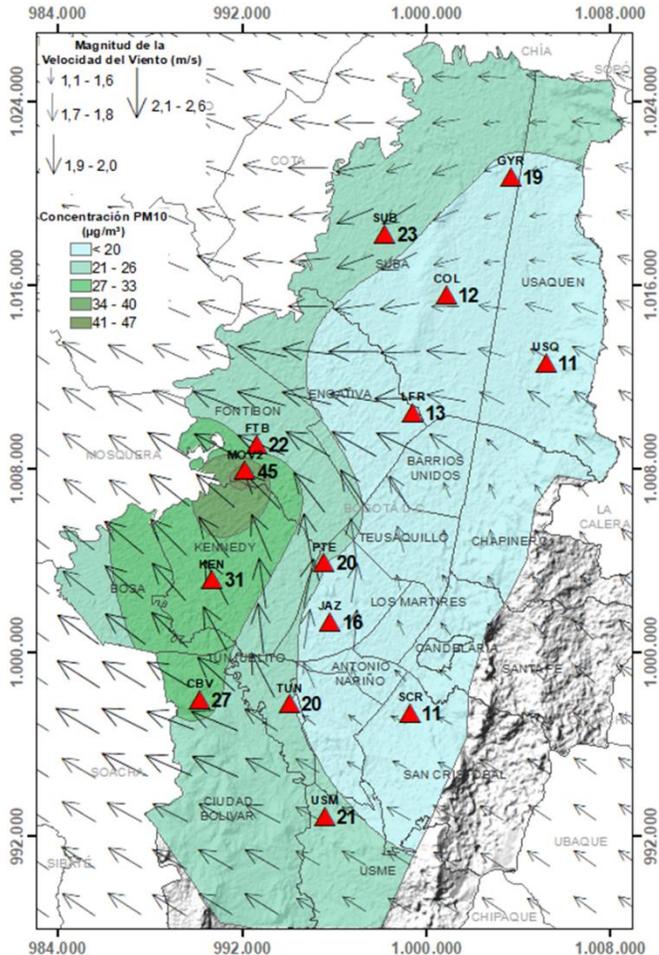


Figura 2. Distribución espacial concentraciones mensuales PM₁₀ – julio 2023

Las concentraciones promedio mensuales más altas se presentaron en el occidente en Móvil Fontibón ($44.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en el suroccidente en Kennedy ($30.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mientras que las menores concentraciones se registraron en el norte en Usaquén ($11.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en el sureste en San Cristóbal ($11.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Las concentraciones máximas diarias más altas para el mes corresponden a $81.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en Carvajal - Sevillana y a $73.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en Móvil Fontibón; solo la concentración en Carvajal - Sevillana sobrepasó el nivel máximo definido por la norma nacional diaria ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$). En el mes se registró en total una (1) excedencia de las concentraciones promedio 24 horas, la cual NO CUMPLIÓ con el nivel máximo permisible de la norma de PM₁₀. Las concentraciones restantes, CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma. Las estaciones Carvajal – Sevillana (13%) y Móvil 7ma (13%) se vieron afectadas por valores de temperatura interna y de desviación estándar. La estación Bolivia (55%) presentó un fallo con el sensor de humedad y temperatura interna, lo que impidió el registro de parámetros de operación, por lo cual se invalidaron varios periodos de datos. Las estaciones CDAR (61%) y MinAmbiente (68%) presentaron fallos con los equipos, lo que provocó datos atípicos que tuvieron que invalidarse.

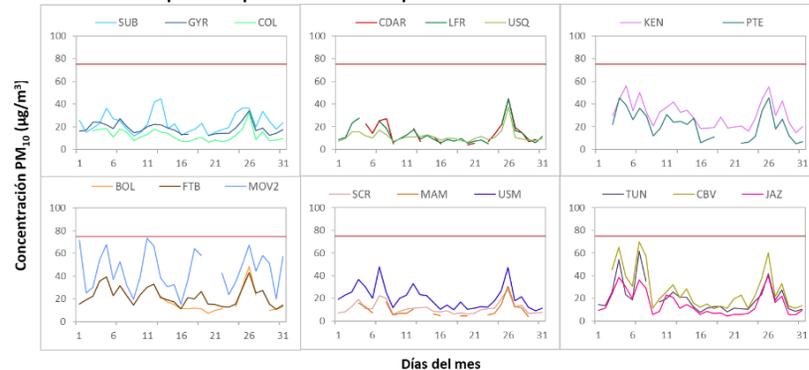


Figura 3. Concentraciones diarias PM₁₀ por estación de monitoreo - julio 2023

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

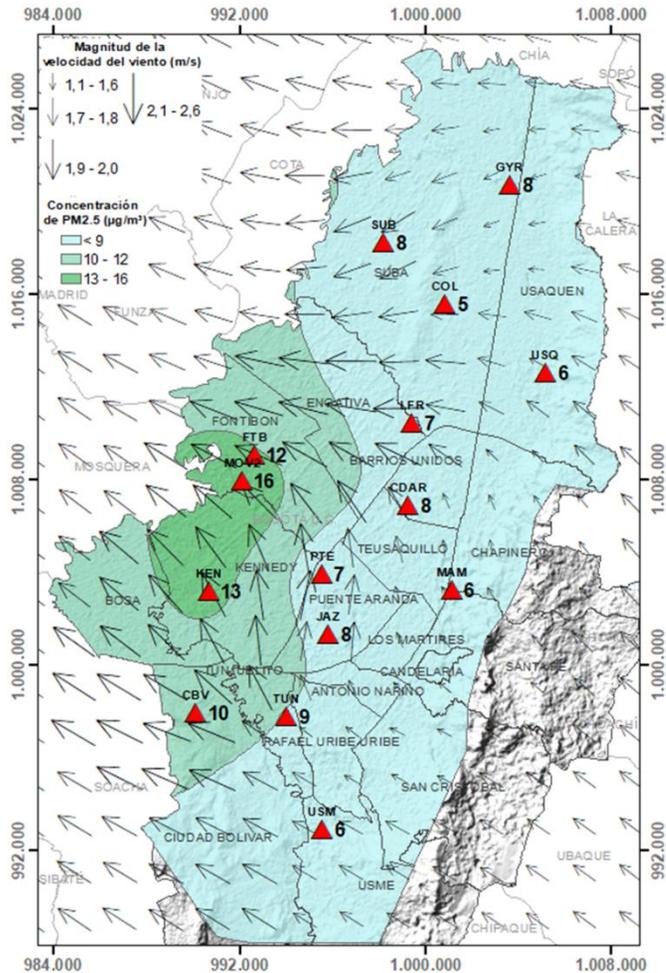


Figura 4. Distribución espacial concentraciones mensuales PM_{2.5} – julio 2023

Las concentraciones promedio mensuales más altas se presentaron en el occidente en Móvil Fontibón (16.2 µg/m³) y en el suroccidente en Kennedy (13.1 µg/m³), mientras que las menores concentraciones se registraron al norte en Colina (5.1 µg/m³) y al sureste en Usme (5.9 µg/m³). Las concentraciones máximas diarias más altas del mes corresponden a 30.7 µg/m³ en Carvajal - Sevillana y 30.5 µg/m³ en Móvil Fontibón; estas concentraciones NO sobrepasaron el nivel máximo definido por la norma nacional diaria (37 µg/m³). En el mes NO se registraron excedencias de las concentraciones promedio 24 horas, todas CUMPLIERON con el nivel máximo permisible de la norma de PM_{2.5}.

Las estaciones Carvajal – Sevillana (13%) y Móvil 7ma (13%) se vieron afectadas por valores de temperatura interna y de desviación estándar. La estación Bolivia (61%) presentó un fallo con el sensor de humedad y temperatura interna, lo que impidió el registro de parámetros de operación, por lo cual se invalidaron varios periodos de datos. En la estación San Cristóbal (65%) se presentaron fallos con el equipo, lo que provocó datos atípicos que tuvieron que invalidarse.

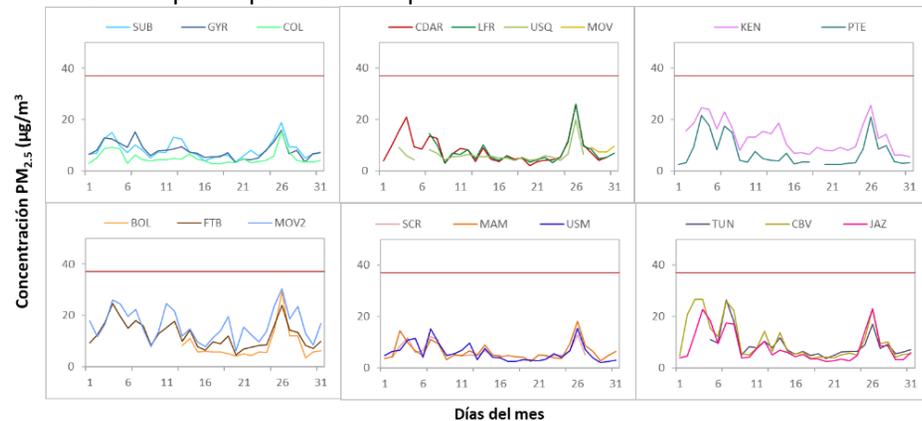


Figura 5. Concentraciones diarias PM_{2.5} por estación de monitoreo – julio 2023

	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 julio 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 18, 20 y 29 de julio. Asimismo, las concentraciones de material particulado se incrementaron los días 4, 7 y 26 de julio que coinciden con disminuciones en la velocidad del viento. Por otro lado, los días 2, 8 y 14 presentaron precipitaciones más altas que el resto del mes, el 2 y el 8 se evidencia una disminución considerable en el material particulado, aunque la velocidad del viento es estable o desciende y el 14 aunque se presentaron cantidades significativas de precipitación, la velocidad del viento disminuyó y se subieron las concentraciones de material particulado, aunque no fueron mayormente altas.

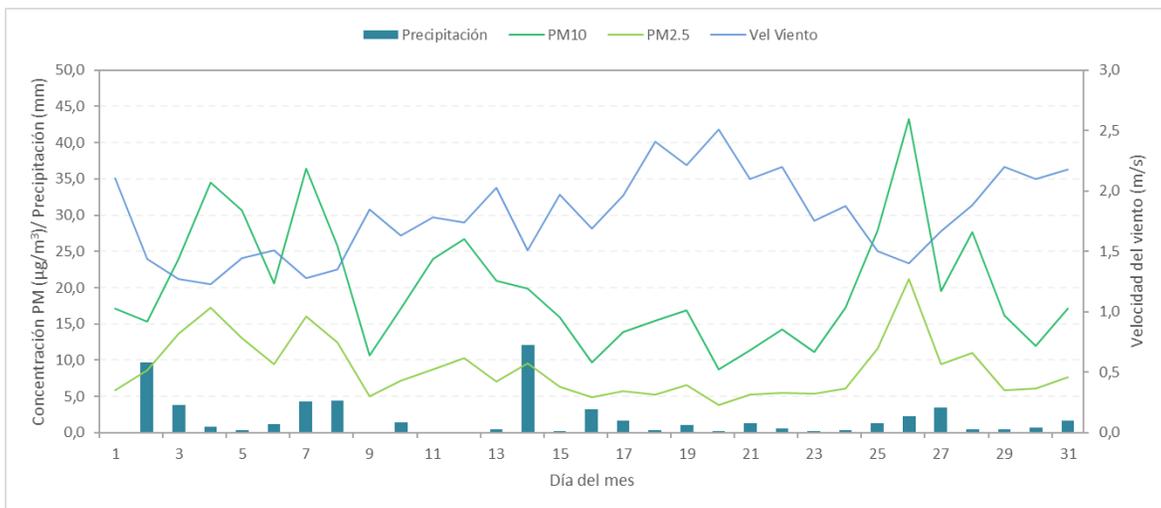


Figura 6. Promedio de concentración PM₁₀ y PM_{2.5}, precipitación y velocidad del viento a nivel ciudad – julio 2023

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 julio 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.

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

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

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 4 y el 28 de julio y la Figura 8 correspondiente a la estación Guaymaral el 7 y el 26 de julio.

TUNAL

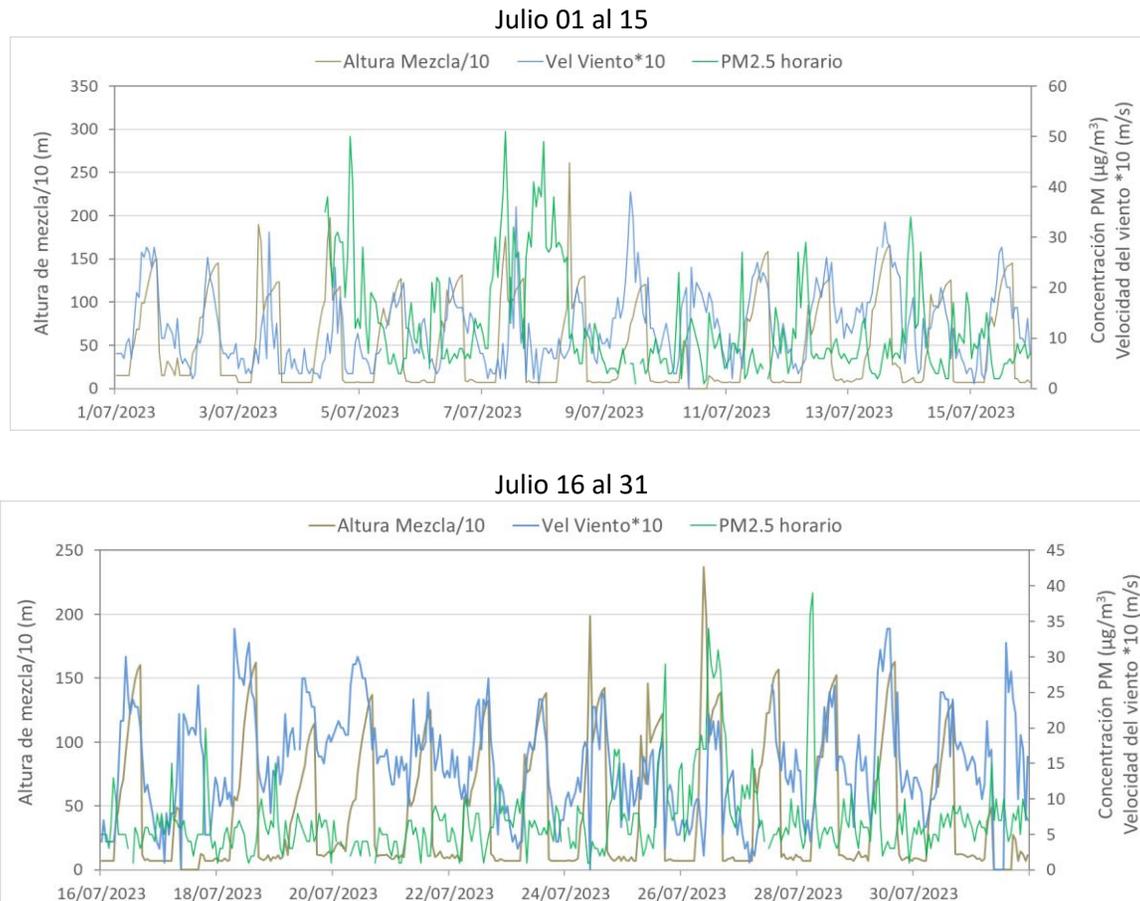


Figura 7. Comparación altura de mezcla, concentraciones PM_{2.5} y velocidad del viento estación Tunal - julio 2023

GUAYMARAL

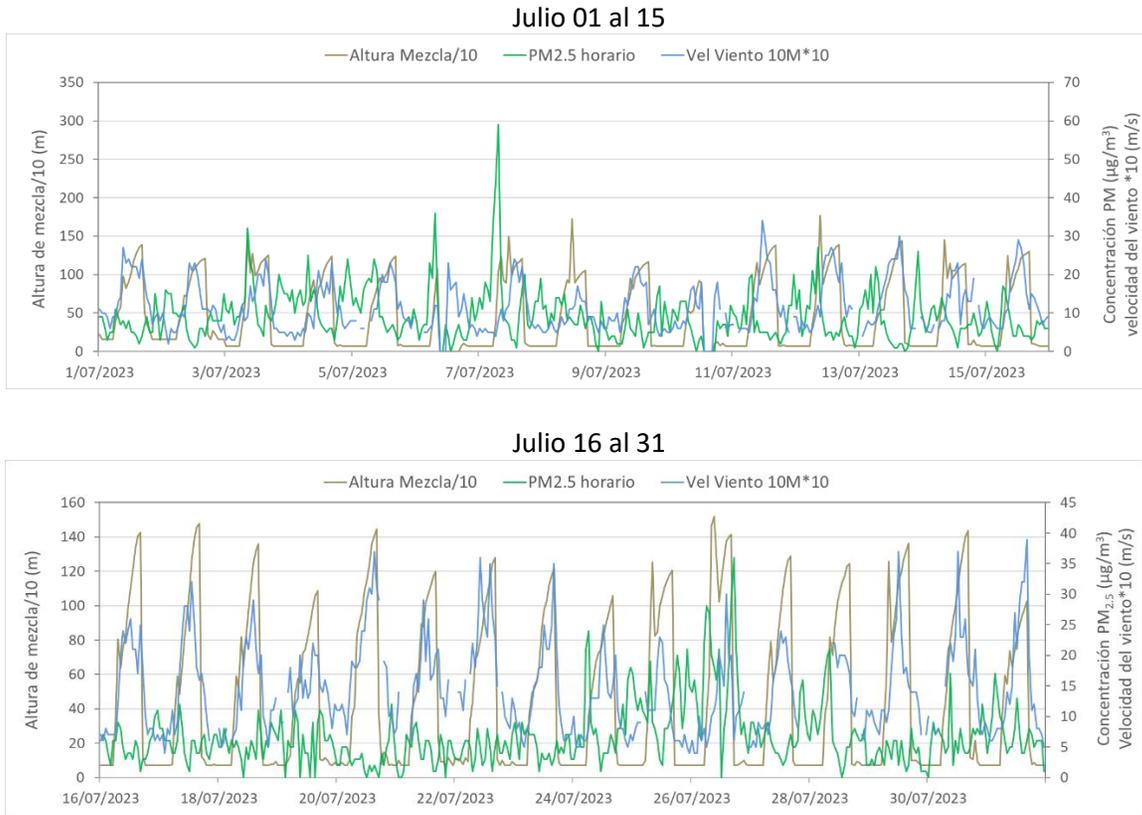


Figura 8. Comparación altura de mezcla, concentraciones PM_{2,5} y velocidad del viento estación Guaymaral - julio 2023

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

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 julio de 2023; los valores promedio más altos de NO₂ fueron registrados en Móvil Fontibón, de SO₂ fueron registrados en Usme, de CO fueron registrados en Kennedy (estos gases están asociados a la combustión), mientras que el promedio más alto de O₃ se evidenció en Usaquén, siendo las zonas occidente, suroccidente, suroriente y norte de la ciudad las que tuvieron los niveles más elevados de gases contaminantes criterio en el mes.

Por otro lado, NO se registraron excedencias que incumplieran con los niveles máximos permisibles establecidos. Todas las concentraciones CUMPLIERON con los niveles máximos permisibles establecidos en la Resolución 2254 de 2017, toda vez que no se registraron excedencias en: O₃: 100 µg/m³ para datos 1h, SO₂: 50 µg/m³ para datos 24h y 100 µg/m³ para datos 1h, CO: 35000 µg/m³ para datos 1h y 5000 µg/m³ para datos 8h y NO₂: 200 µg/m³ para datos 1h.

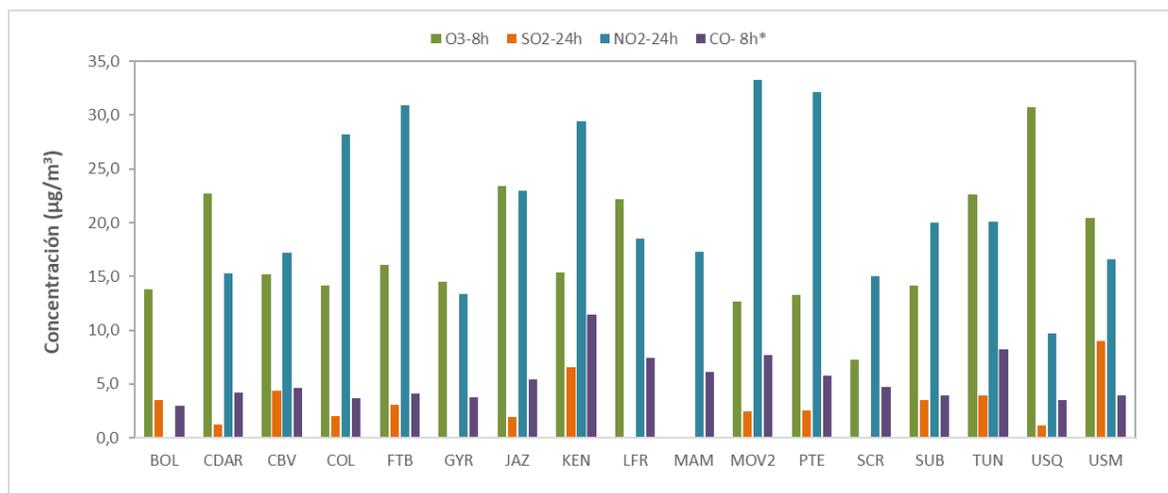


Figura 9. Concentraciones mensuales de gases (O₃, SO₂, NO₂ y CO) por estación de monitoreo - julio 2023

*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

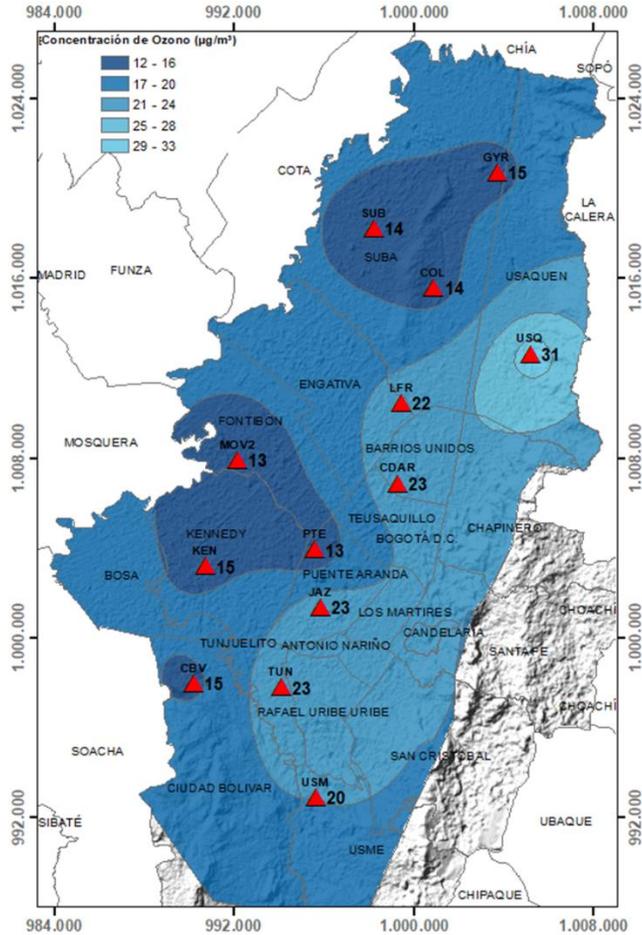


Figura 10. Distribución espacial concentraciones mensuales O₃ – julio 2023

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 julio de 2023. Se observa que las concentraciones más altas predominan en el norte y suroccidente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Usaquén y Jazmín. Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en el suroriente y occidente, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Puente Aranda y Móvil Fontibón.

Las estaciones Fontibón (14%) y MinAmbiente (0%) no alcanzaron el 75% de representatividad temporal ya que se presentaron fallos en los equipos por lo cual se registraron datos atípicos que tuvieron que invalidarse. La estación Bolivia (55%) presentó un fallo con el sensor de humedad y temperatura interna, lo que impidió el registro de parámetros de operación, por lo cual se invalidaron varios periodos de datos y 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.

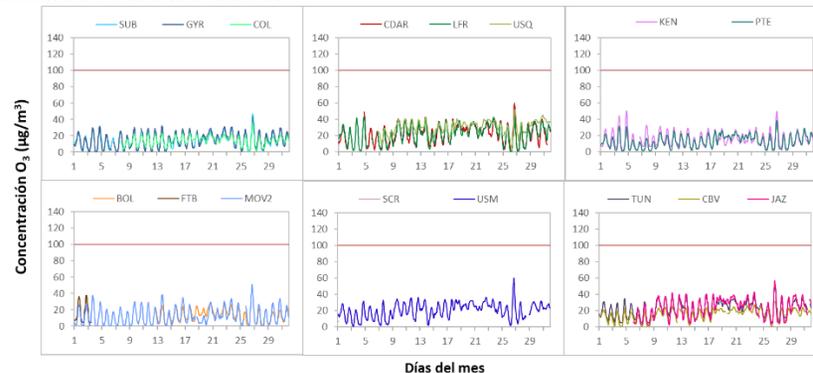


Figura 11. Concentraciones media móvil 8 horas de O₃ por estación de monitoreo - julio 2023

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

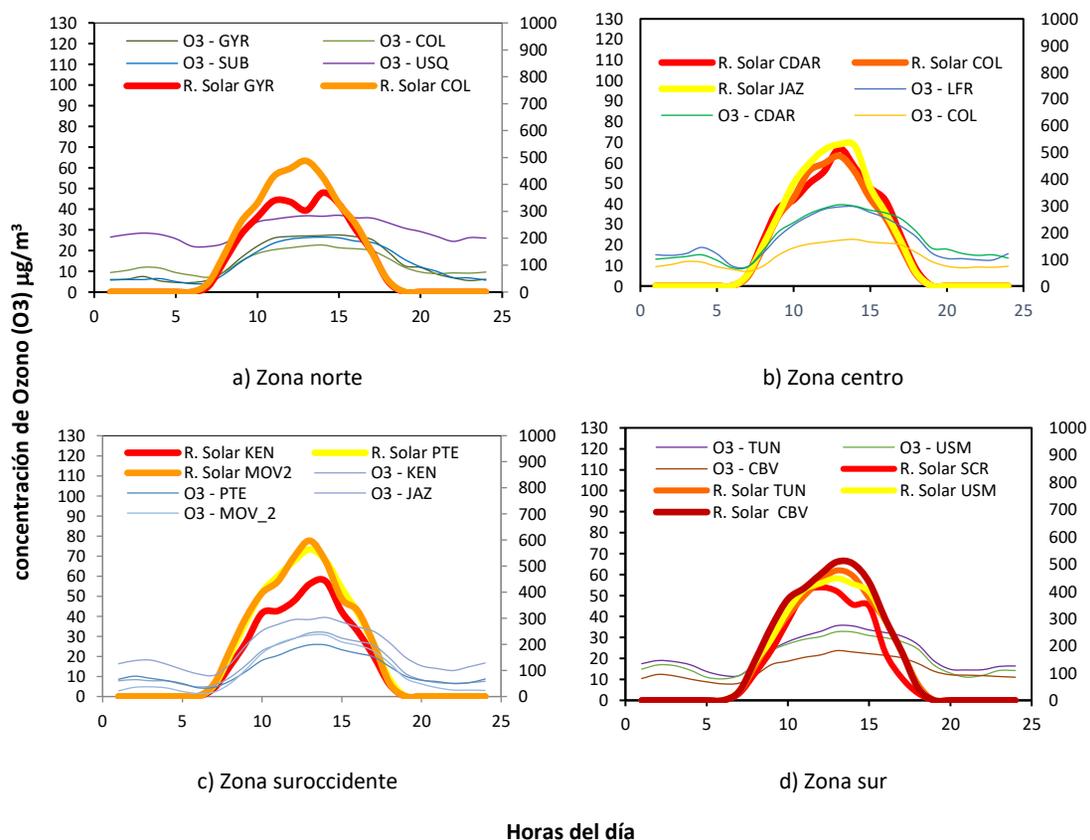


Figura 12. Comportamiento horario de las concentraciones de O₃ (µg/m³) y su relación con la Radiación Solar entrante (W/m²) julio 2023. a) zona norte, b) zona centro, c) zona suroccidente y d) zona sur

El incremento de las precipitaciones permite deducir una mayor cobertura del cielo y por tanto reducción en la cantidad de radiación solar entrante. Hacia la zona sur y suroccidente se redujeron los acumulados de radiación de 556 W/m² a 508 W/m² en la hora de mayor incidencia en la estación Ciudad Bolívar, aunque las concentraciones de O₃ presentaron un ligero incremento. Si bien no se registraron incrementos significativos, el incremento podría obedecer al transporte y mezcla de las concentraciones, que pudieran ser mayores por el proceso catalizador de la radiación solar. Otro factor que pudo haber influenciado es el posible incremento en las emisiones de los gases de combustión NO_x y COV, por el retorno de la temporada de vacaciones. Cabe recordar que estos gases son precursores para la formación de O₃ por foto disociación.

En todo caso, las concentraciones de O₃ en julio estuvieron ligeramente por encima de los 30 µg/m³ en algunos sectores de la ciudad, salvo en el centro donde se alcanzaron valores medios horarios de hasta 38 µg/m³.

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

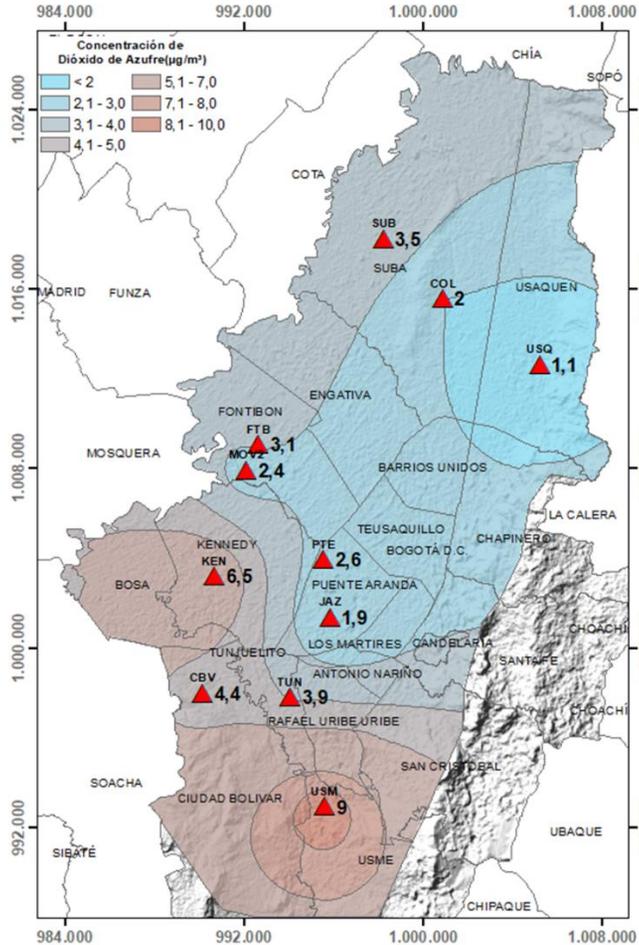


Figura 13. Distribución espacial concentraciones mensuales SO₂ – julio 2023

En el mapa de la Figura 13 se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de SO₂ para el mes de julio de 2023 con base en los datos 24 horas. Se observa que las concentraciones más altas predominan en el suroriente y suroccidente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Usme y Kennedy. Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en el norte y suroccidente, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Usaqué y Jazmín. Las estaciones Puente Aranda (77%) y CDAR (35%), no alcanzaron el 75% de representatividad temporal ya que se presentaron fallos en los equipos por lo cual se registraron datos atípicos que tuvieron que invalidarse. La estación Bolivia (61%) presentó un fallo con el sensor de humedad y temperatura interna, lo que impidió el registro de parámetros de operación, por lo cual se invalidaron varios periodos de datos y 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.

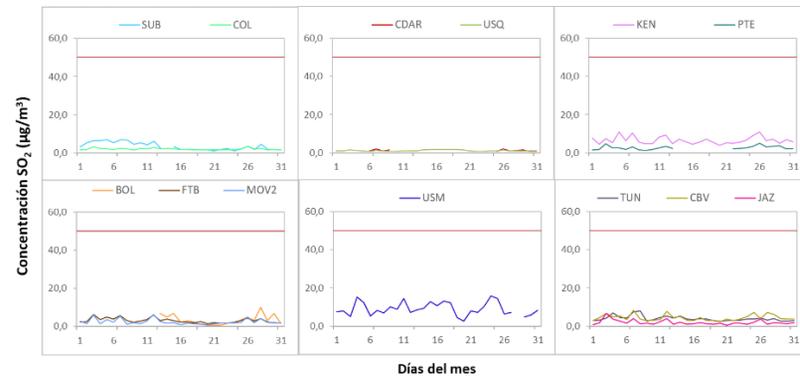


Figura 14. Concentraciones promedio mensuales de SO₂ por estación de monitoreo - julio 2023

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

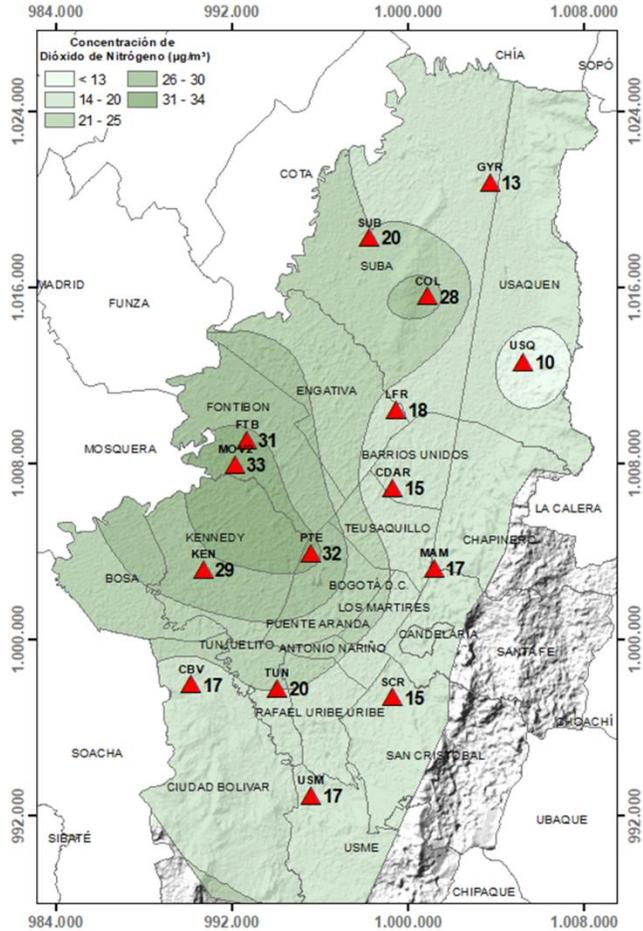


Figura 15. Distribución espacial concentraciones mensuales NO₂ - julio 2023

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

La estación Jazmín (68%) no alcanzó el 75% de representatividad temporal ya que se presentaron fallos en el equipo por lo cual se registraron datos atípicos que tuvieron que invalidarse. La estación Bolivia (0%) presentó fallos al interior de la cabina por lo cual se 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.

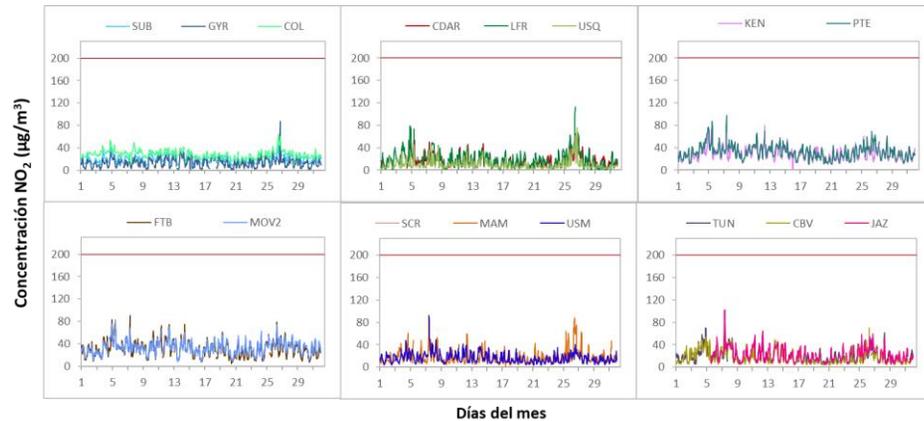


Figura 16. Concentraciones promedio mensuales de NO₂ por estación de monitoreo - julio 2023

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

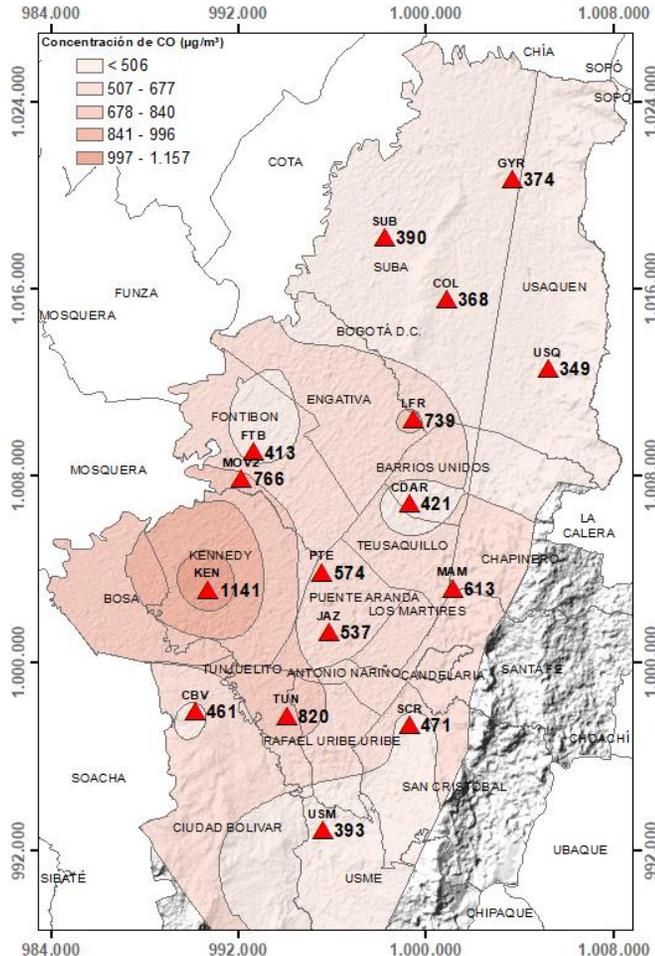


Figura 17. Distribución espacial concentraciones mensuales CO – julio 2023

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 julio de 2023. Se observa que las concentraciones más altas predominan en el occidente y suroccidente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Kennedy y Tunal. Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en el norte de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Colina y Usaquén.

La estación Bolivia (61%) no alcanzó el 75% de representatividad temporal ya que presentó un fallo con el sensor de humedad y temperatura interna, lo que impidió el registro de parámetros de operación, por lo cual se invalidaron varios periodos de datos y 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 el aire acondicionado y tuvieron que invalidarse todos los datos.

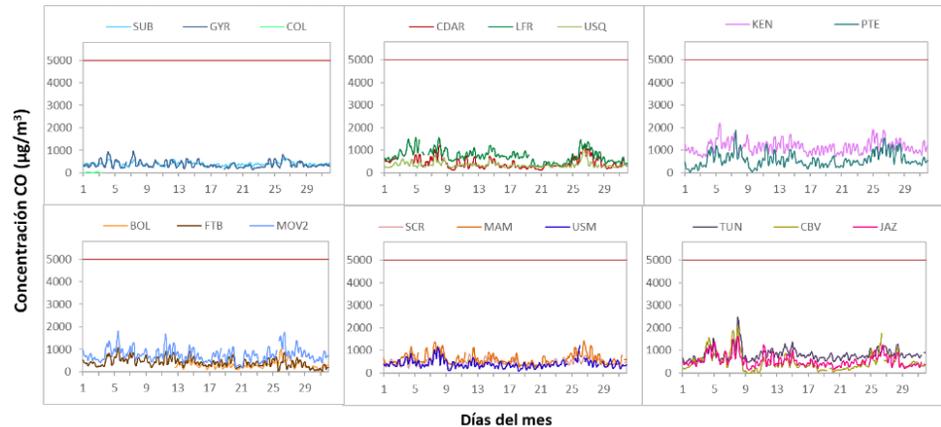


Figura 18. Concentraciones media móvil 8 horas de CO por estación de monitoreo - julio 2023

	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 julio de 2023 se registraron datos en siete (7) estaciones de la RMCAB, en ellas se alcanzó el porcentaje de representatividad de más del 75% de las concentraciones horarias. La concentración promedio de eBC en la ciudad fue de $2.8 \pm 3.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La concentración máxima de eBC se observó el 7 de julio a las 7:00 am en la estación Fontibón con un valor de $31.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Las estaciones Kennedy, Fontibón y Tunal presentaron las mayores concentraciones horarias de eBC, con valores promedio de 5.2, 4.3 y $3.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. CDAR presentó concentraciones promedio de $2.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que las estaciones Puente Aranda, San Cristóbal y Ciudad Bolívar presentaron las menores concentraciones con valores de 1.8, 1.5 y $0.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente.

A continuación, se presenta la serie temporal de las concentraciones diarias (24h) de eBC para todas las zonas de la ciudad. El 4, 26 y 7 de julio se presentaron las mayores concentraciones de eBC en la ciudad, con valores de $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $5.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $5.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente y de manera descendente. De forma inusual se registró una concentración alta de eBC en la estación CDAR el 26 de julio, con un valor de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que no se registró en otras estaciones de la ciudad. En CDAR y Tunal se observaron concentraciones diarias promedio superiores al promedio del mes, con valores de $6.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $9.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente como se observa en la Figura 19.

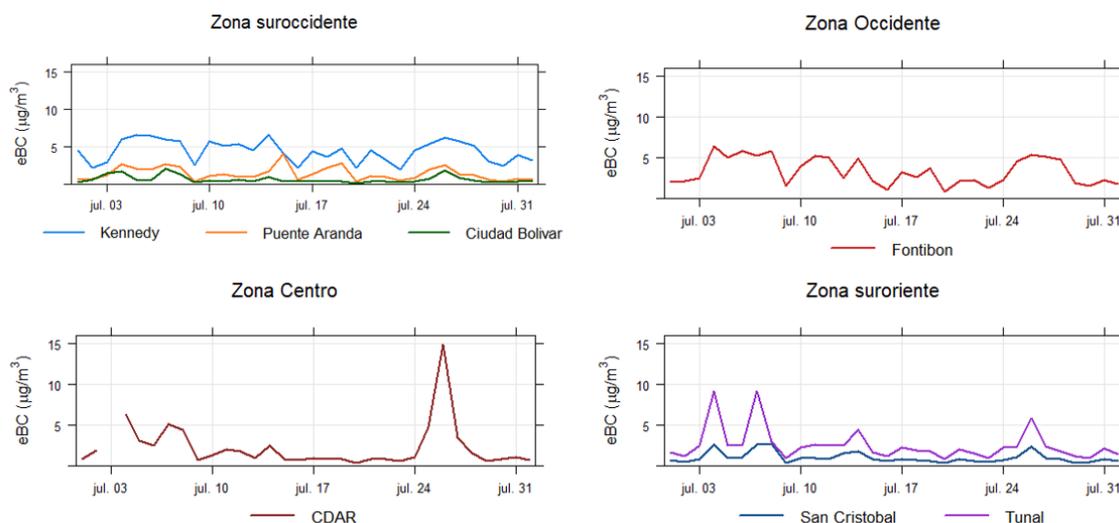


Figura 19. Comportamiento de las concentraciones diarias de eBC para julio de 2023

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

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

La estación San Cristóbal registró altos porcentajes de BC procedentes de quema de biomasa (11%), seguido por las estaciones Ciudad Bolívar (9%) y CDAR (6%). Los días que se presentaron mayores concentraciones de BC se observaron masas de aire procedentes del sur del país, de los departamentos de Caquetá y Amazonas.

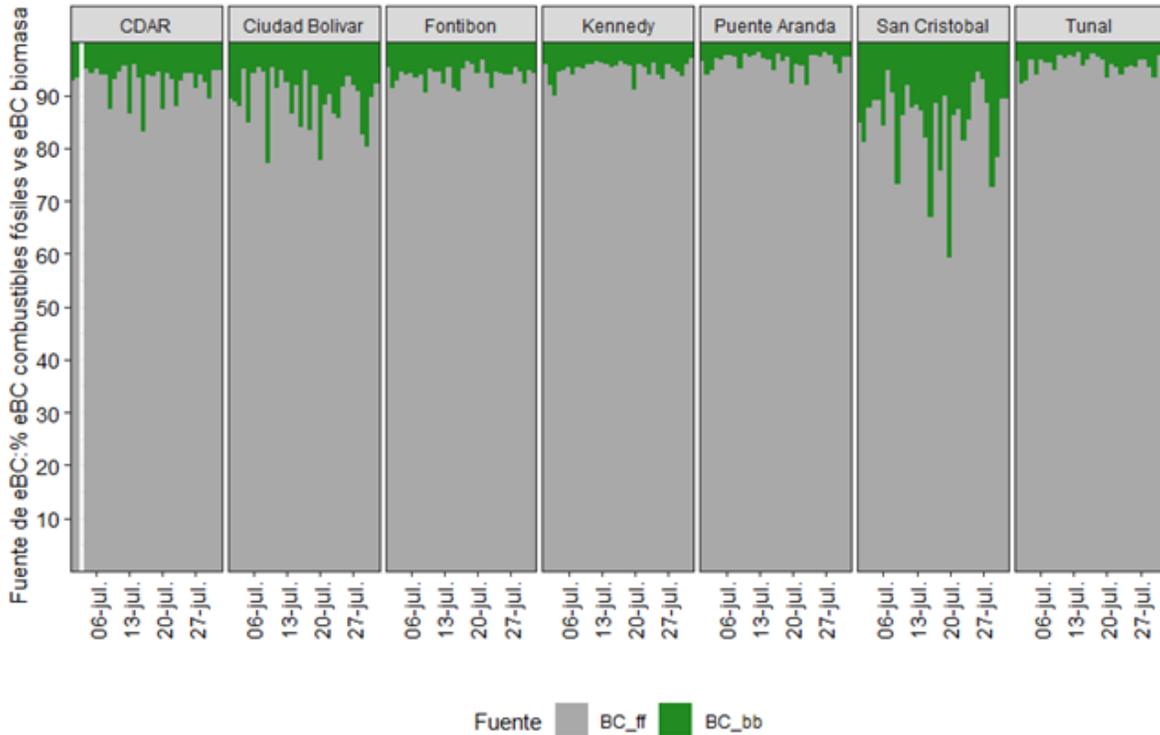


Figura 20. Serie temporal porcentaje de quema Black Carbon de combustibles fósiles BC(ff) vs. Black Carbon de quema de biomasa BC(bb) - julio de 2023

Las concentraciones promedio diarias eBC son presentadas en la Figura 21, donde se observa que los mayores valores diarios de eBC se presentaron el 4 julio con un valor de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el 7, 8 y 26 de julio con un valor promedio de 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



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

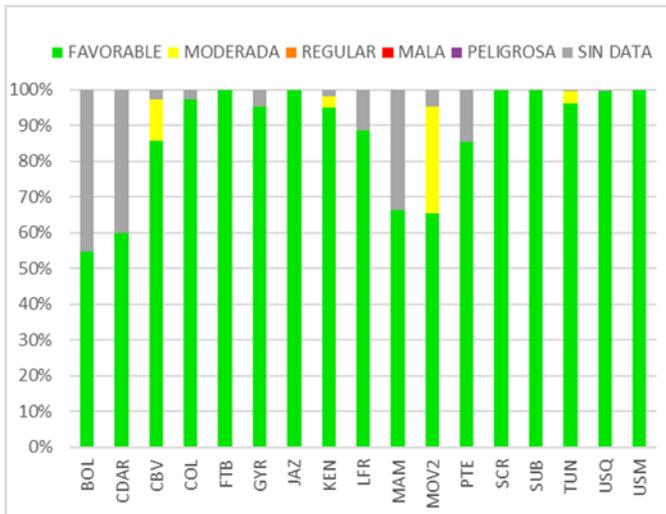


Figura 22. IBOCA para PM₁₀ por estación – julio 2023

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 julio del 2023. Se observa que la condición “favorable” predominó en la mayoría de las estaciones, registrando un 100% en Fontibón, Jazmín, San Cristóbal, Suba, Usaquén y Usme. En la estación Móvil Fontibón se registró un porcentaje considerable de la condición “moderada” con un valor de 30%.

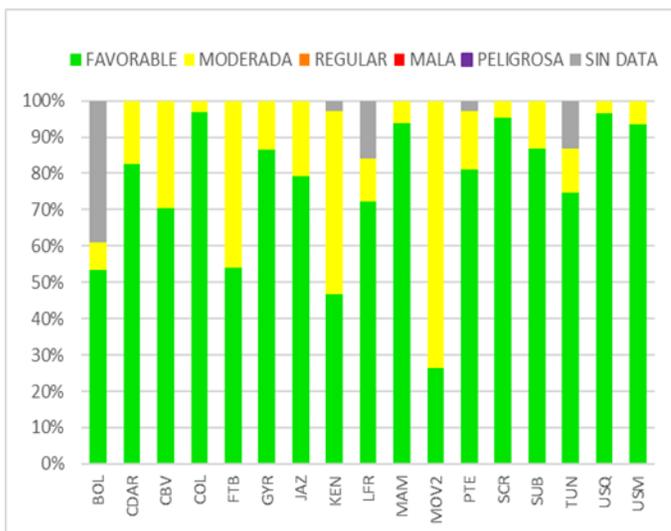


Figura 23. IBOCA para PM_{2.5} por estación – julio 2023

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 julio del 2023 predominó la condición “favorable” en todas las estaciones, registrando los porcentajes más altos en Colina (97%), Usaquén (97%), San Cristóbal (95%), MinAmbiente y Usme (94%). La condición ‘moderada’ fue representativa en las estaciones Móvil Fontibón con 74% y Kennedy con 50%.

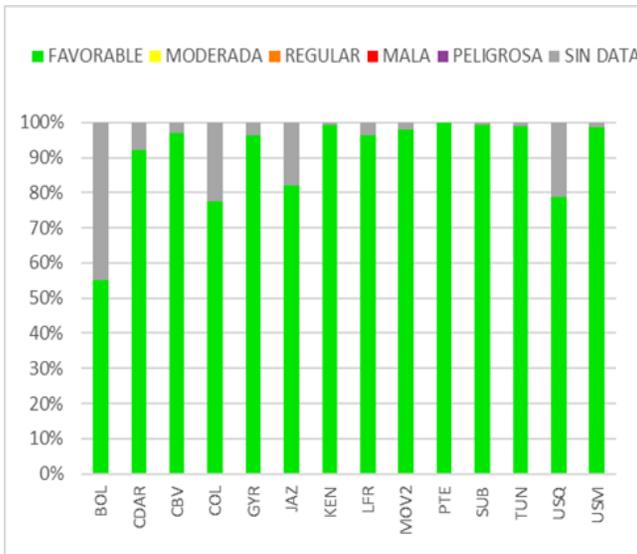
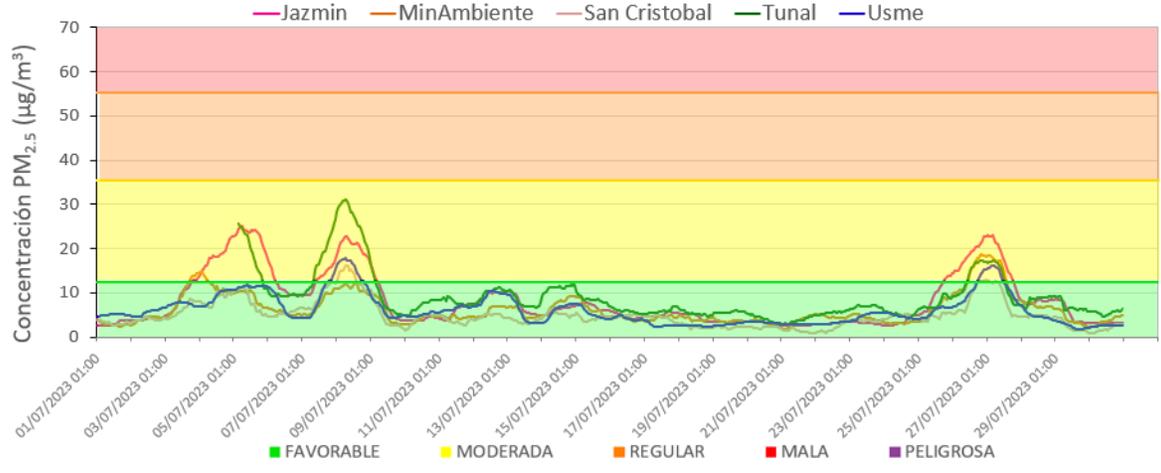
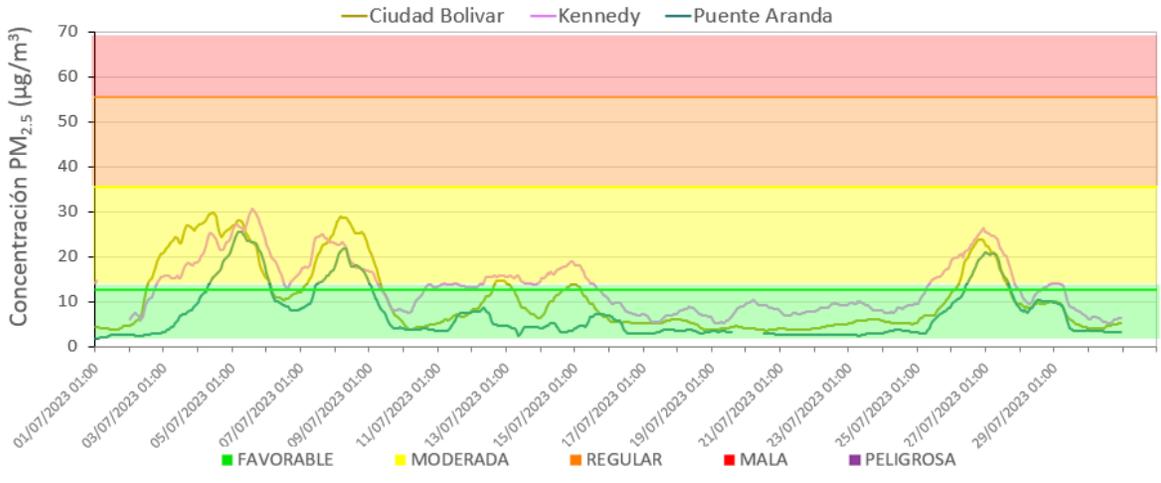
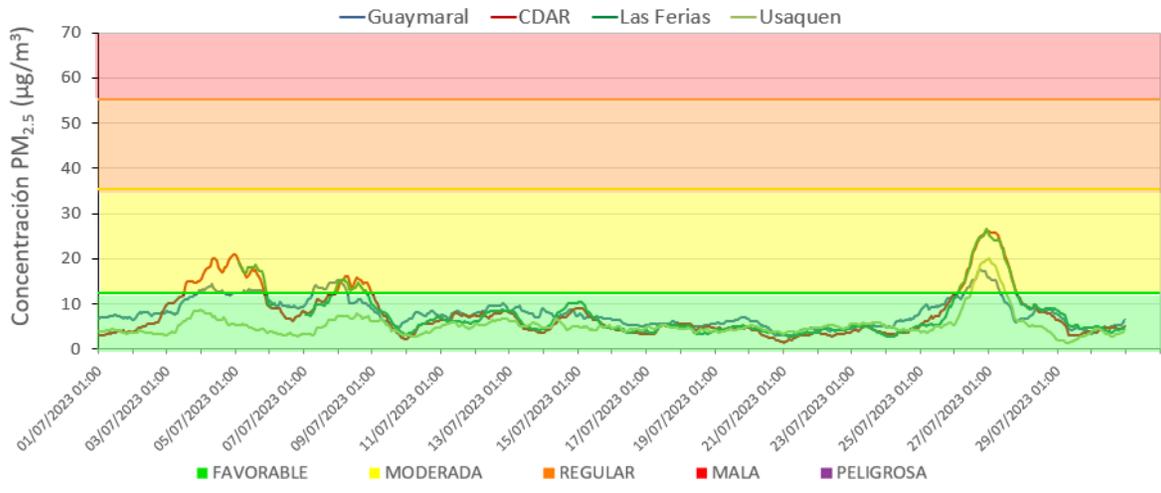


Figura 24. IBOCA para O₃ por estación – julio 2023

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 julio de 2023. Se observa que la categoría “favorable” predomina en todas las estaciones, cabe resaltar que la estaciones Fontibón y San Cristóbal no presentan datos porque los equipos de monitoreo se encuentran en mantenimientos rutinarios.

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 julio del 2023. Durante la primera semana del mes de julio se evidencia un aumento en las concentraciones, especialmente en las estaciones de la zona suroccidente, mientras que para la segunda semana disminuyeron las concentraciones en condición “favorable” para la mayoría de las estaciones, excepto la zona occidente, nuevamente para la última semana se evidencia el aumento de las concentraciones en todas las estaciones lo cual puede ser atribuido a las condiciones meteorológicas donde predomina el tiempo seco.



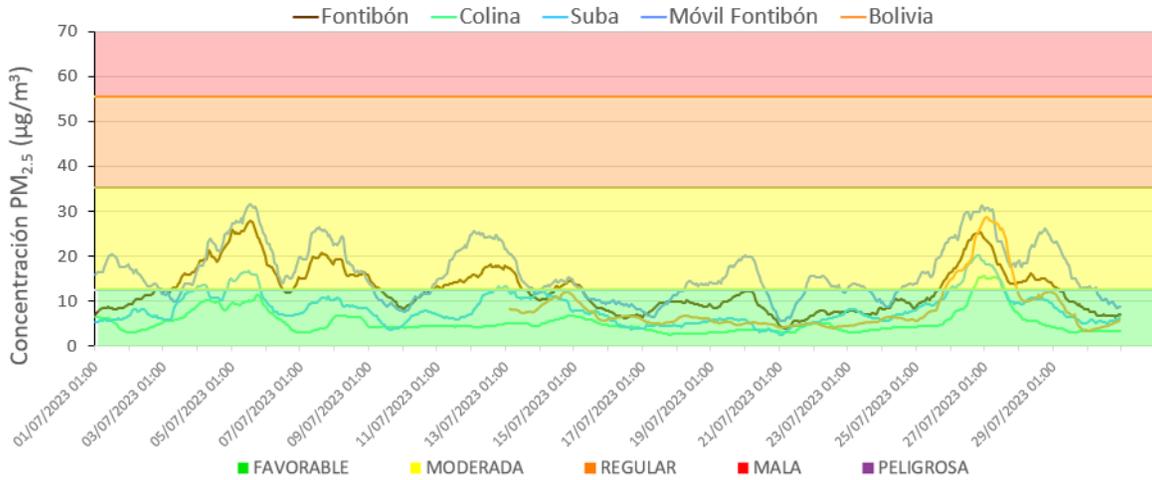


Figura 25. Concentraciones media móvil 24 h PM_{2.5} julio 2023

9. COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS

En este capítulo se describe el comportamiento general de las variables meteorológicas durante el mes de julio de 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

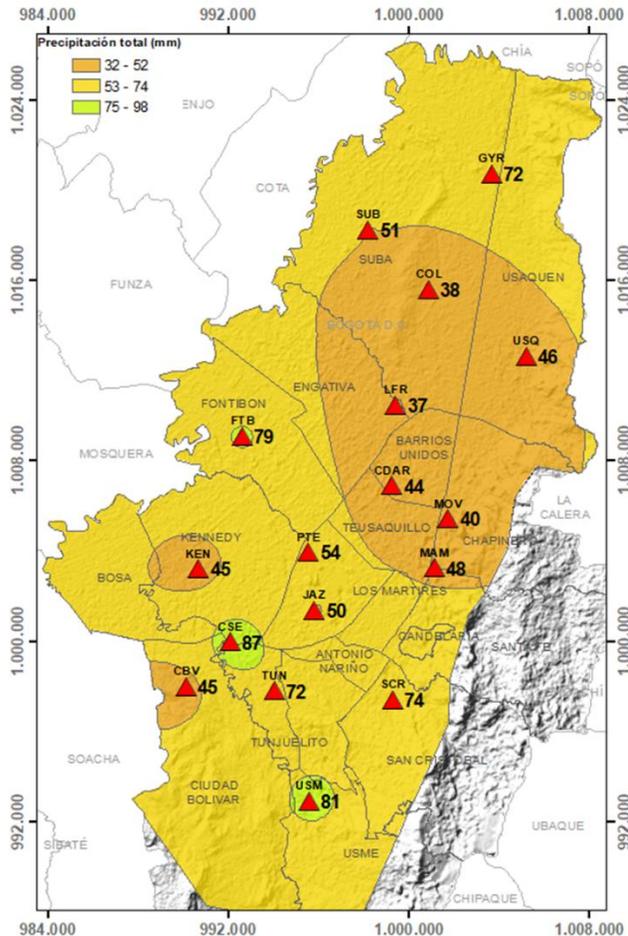


Figura 26. Mapa de la precipitación mensual total (mm) – julio 2023

De acuerdo con los registros de precipitación continúan predominando las condiciones secas en la ciudad, con niveles de precipitación por debajo de los 90 mm presentando un ligero incremento con respecto al mes anterior. De acuerdo con el ciclo anual, julio es un mes característicamente seco, las condiciones secas son generalizadas en el distrito, los mayores acumulados se registraron al sur y al suroccidente, con acumulados entre 81 y 87 mm. En el resto de la ciudad, los acumulados de lluvia estuvieron entre 37 y 54 mm. Ver Figura 26.

Las condiciones secas se evidencian en el número de días con lluvia los cuales estuvieron por debajo de los 25 días y se presentaron bajas intensidades de lluvia. Las bajas concentraciones de contaminantes registradas, más que por lavado de la atmosfera por lluvias, obedecen a procesos de transporte y mezcla turbulenta del viento y una reducción del tráfico vehicular por el transcurso de la temporada de vacaciones de mitad del año. eVer Figura 27.

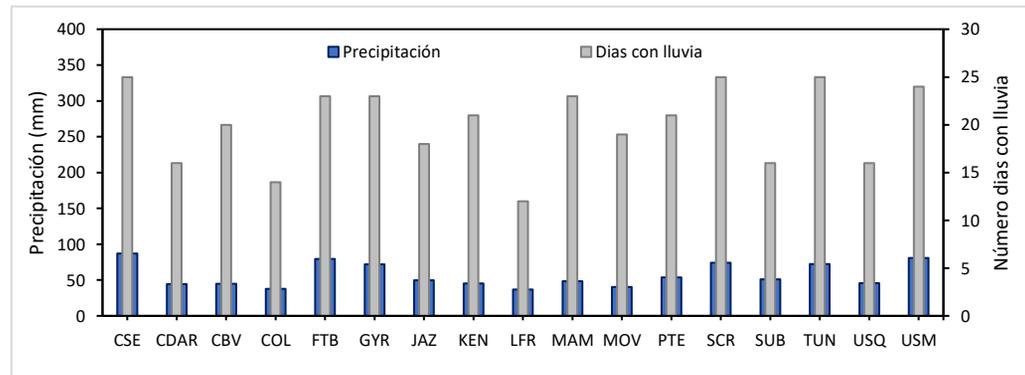


Figura 27. Precipitación media mensual y número de días con precipitación – julio 2023

9.2. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA

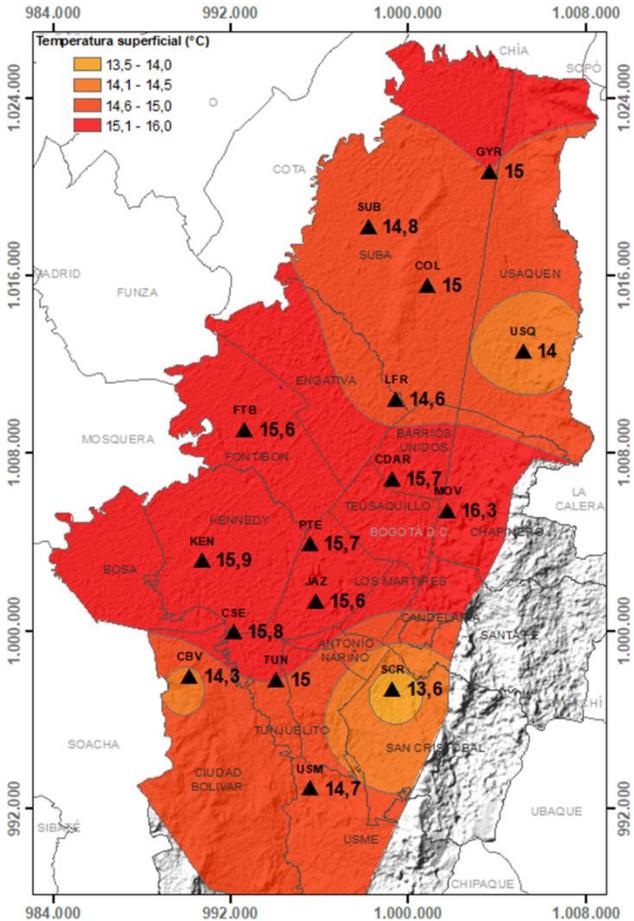


Figura 28. Mapa del promedio de temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB con base en el método de interpolación de Kriging – julio 2023

El ligero incremento de las precipitaciones favoreció la reducción de las temperaturas en la ciudad, durante el mes de julio se observó una reducción en la temperatura media superficial hacia el suroccidente y centro oriente del distrito, alcanzando valores medios mensuales por debajo de los 16,6 °C, registrados el mes anterior. Las menores temperaturas se registraron hacia el flanco suroriental, sur y nororiental. Ver Figura 28.

Las máximas absolutas se registraron en las estaciones Kennedy (25.2 °C), Tunal (24.7 °C), Móvil 7ma (23.8 °C), Carvajal-Sevillana (23.4 °C) y Guaymaral (23.1 °C). Las mínimas absolutas se presentaron en las estaciones Tunal (8 °C), Guaymaral (8.5 °C), Suba (8.7 °C) y San Cristóbal (9.2 °C). Ver Figura 29.

Las mayores amplitudes térmicas que favorecen el ascenso y mezcla turbulenta, así como la difusión de los contaminantes en la ciudad, se presentaron en las estaciones Suba (16.7 °C), Guaymaral (14.6°C) y Puente Aranda CDAR (14.4 °C).

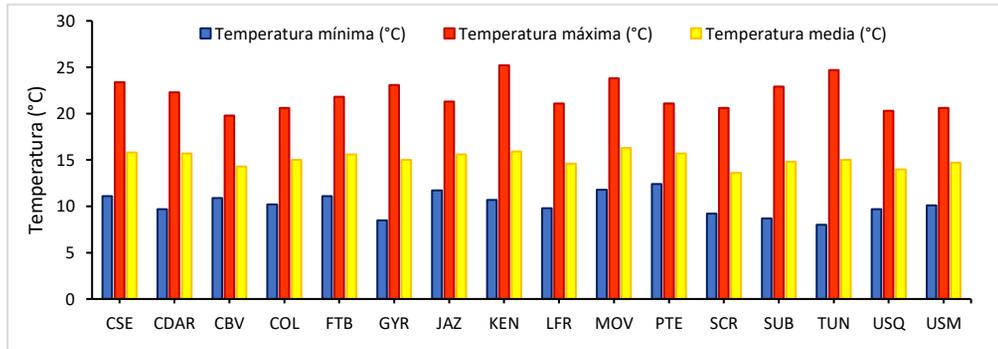


Figura 29. Temperaturas medias, máximas y mínimas absolutas por estación – julio 2023

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

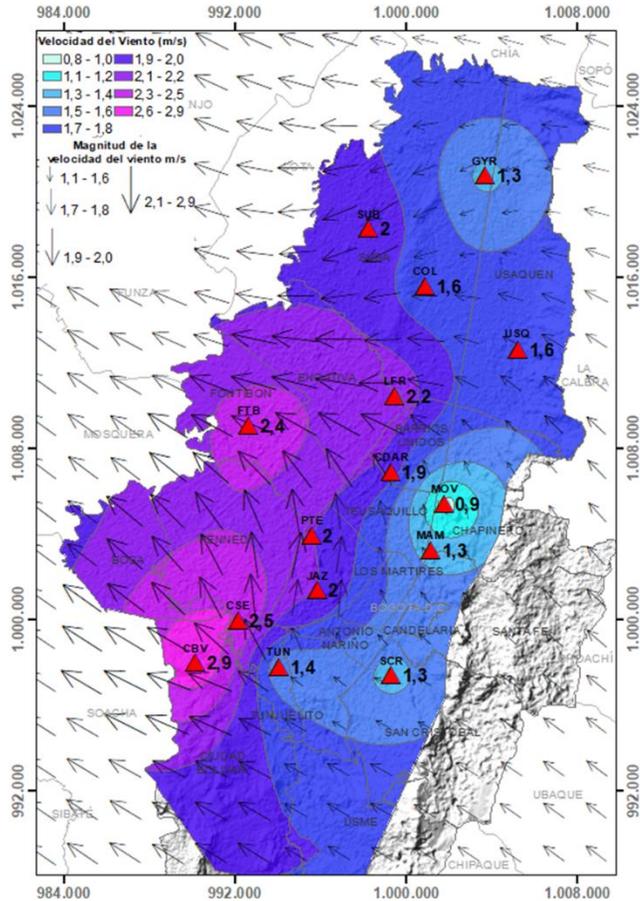


Figura 30. Velocidad promedio (Superficie en colores) y Dirección promedio (Vectores) del Viento con base en Kriging – julio 2023

Durante el mes de julio el patrón vientos continuó como en los meses de mayo y junio, con un flujo generalizado por el suroriente, continuando su recorrido hacia el occidente de la ciudad propiciando eficientemente la limpieza aerodinámica. Las bajas concentraciones de material particulado en la ciudad se pueden atribuir principalmente al flujo de los vientos alisios del suroriente, teniendo en cuenta que el bajo régimen de lluvias habrá contribuido muy poco. Ver Figura 30.

Las velocidades medias del viento fueron ligeramente menores que las del mes anterior y fluctuaron en promedio entre 1.0 y 2.9 m/s, con los menores valores hacia el centro oriente de la ciudad. Las velocidades máximas absolutas se registraron hacia occidente de la ciudad representadas por las estaciones Fontibón (7.9 m/s), Ciudad Bolívar (6.5 m/s) y MinAmbiente (5.9 m/s). Ver Figura 31.

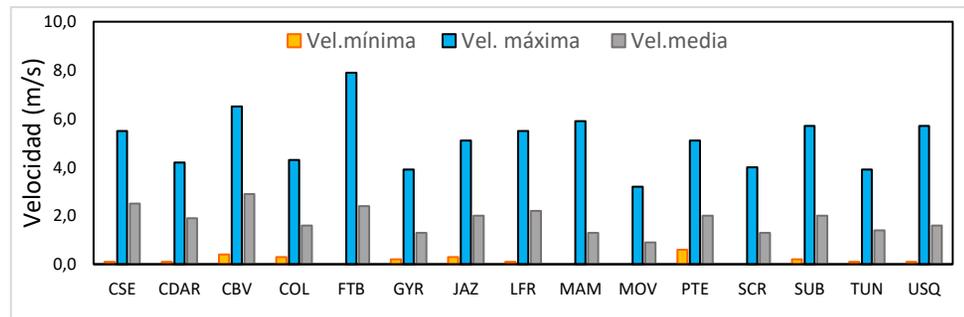


Figura 31. Velocidad del viento media, máxima y mínima absolutas por estación – julio 2023

	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, y suroccidente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Móvil Fontibón y Kennedy, mientras que los menores valores se observaron en las zonas norte y suroriente, en el área de influencia de Usaquén, San Cristóbal y Usme. Móvil Fontibón tuvo el promedio mensual más alto de PM₁₀ (49.6 µg/m³) y Kennedy el de PM_{2.5} (18.1 µg/m³); se registró en total una (1) excedencia de PM₁₀ y ninguna excedencia de PM_{2.5} en el mes.
- Con respecto a los gases, Kennedy registró el promedio más alto de CO (1141.3 µg/m³), Móvil Fontibón en NO₂ (33.2 µg/m³), Usme de SO₂ (9 µg/m³) y Usaquén de O₃ (30.8 µg/m³) durante el mes. No se registraron excedencias a las concentraciones en los gases.
- En julio de 2023 se observó que las concentraciones de Black Carbon más altas se registraron en las estaciones Kennedy, Fontibón y Tunal con valores promedio de 5.2, 4.3 y 3.2 µg/m³ respectivamente. El aporte principal de Black Carbon fue por parte del uso de combustibles fósiles, principalmente en las estaciones Ciudad Bolívar, Fontibón, Kennedy, Puente Aranda y Tunal. El aporte de Black Carbon por quema de biomasa se registró principalmente en San Cristóbal, Ciudad Bolívar y CDAR.
- Con respecto al índice IBOCA en julio de 2023, para las concentraciones registradas de PM_{2.5} se observó una predominancia de la condición “favorable” en todas las estaciones, con los mayores porcentajes registrados en Fontibón, Jazmín, San Cristóbal, Suba, Usaquén y Usme con 100%. Las concentraciones más altas de PM_{2.5} se observaron en la primera y última semana del mes.
- El mes de julio, de acuerdo con los registros de precipitación continúan predominando las condiciones secas en la ciudad, con niveles de precipitación por debajo de los 90 mm. Las mayores precipitaciones se observaron en las estaciones Carvajal - Sevillana (87 mm) y Usme (81 mm). En todas las estaciones de la ciudad se registraron más de diez (10) días de lluvia.
- En el mes de julio se observó una reducción en la temperatura media superficial hacia el suroccidente y centro oriente del distrito. La Móvil 7ma tuvo el mayor promedio mensual con 16.3°C y San Cristóbal registró el menor valor de temperatura mensual con 13.6°C y los registros máximos absolutos se observaron en Kennedy (25.2 °C) y Tunal (24.7 °C).
- En julio de 2023 el patrón vientos continuó como en los meses de mayo y junio, con un flujo generalizado por el suroriente, continuando su recorrido hacia el occidente de la ciudad propiciando eficientemente la limpieza aerodinámica. Las velocidades promedio mensuales más altas se observaron en Ciudad Bolívar con 2.9 m/s y Carvajal - Sevillana con 2.5 m/s. Las velocidades máximas absolutas se registraron hacia el occidente.

	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	
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	
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	
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	
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	
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	
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		
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	
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				
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	
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	
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	
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	

	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 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 diciembre de 2022 (EPA, 2022)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).

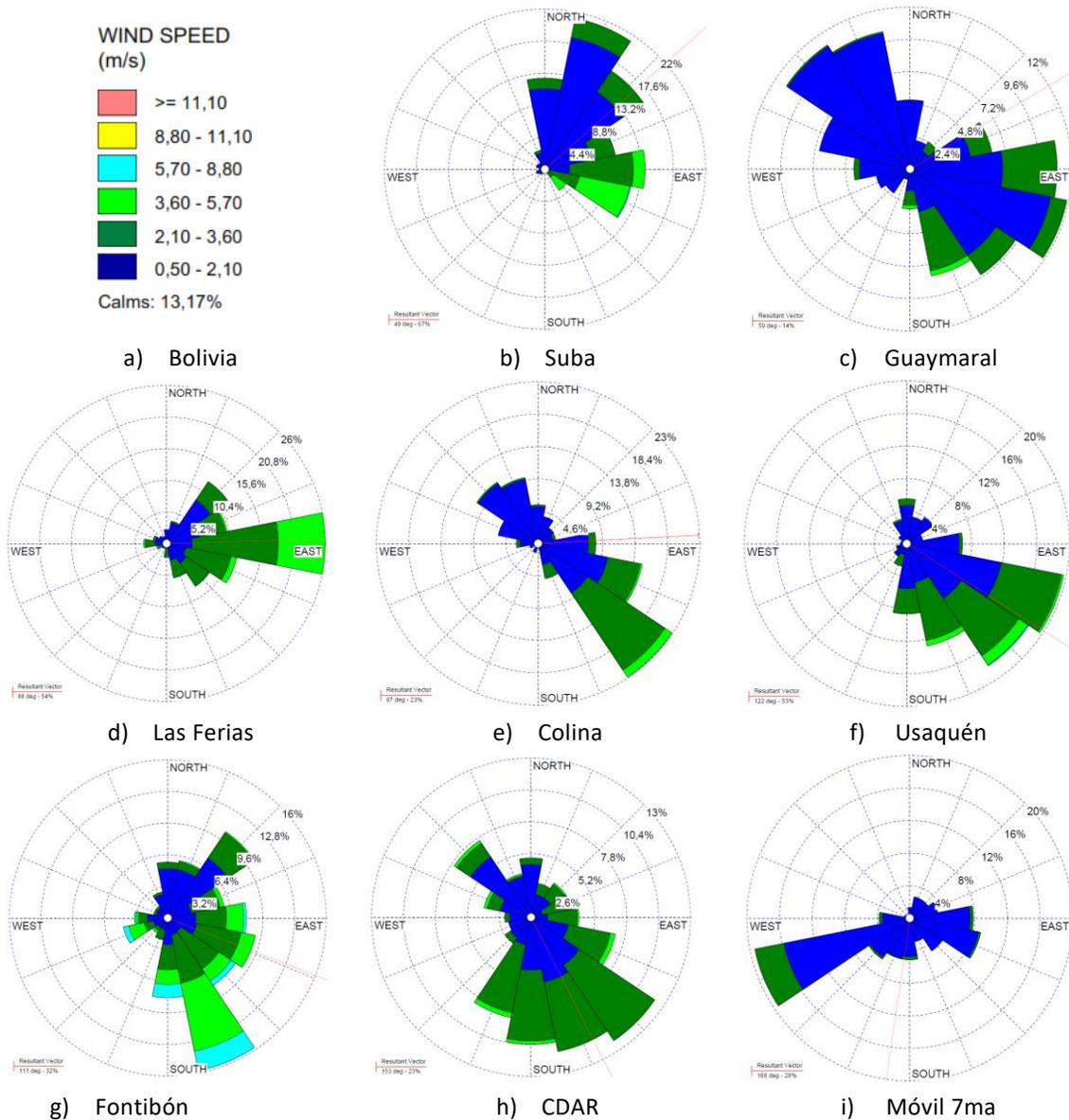
Tabla 3. Tecnologías de medición automática continua de los equipos de la RMCAB, métodos equivalentes y de referencia U.S. E.P.A.

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	EQOA-0992-087	D
		EQOA-0206-148	
		EQOA-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-0802-149	
		EQSA-0486-060	

¹ United States Environmental Protection Agency. List of Designated Reference and Equivalent Methods, December 15, 2022. https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-12/List_of_FRM_and_FEM.pdf

11.3. ROSAS DE LOS VIENTOS

En la Figura 32 se presentan las rosas de los vientos, que complementan la descripción del comportamiento de los vientos durante el mes julio. Dichas rosas informan acerca de la frecuencia y magnitud de los vientos durante el periodo analizado, en las diferentes direcciones que ocurrieron, así como el vector resultante (en línea roja), que representa la dirección de donde provienen los vientos en cada una de las estaciones. Durante el mes de julio de 2023 los vientos con mayor persistencia se registraron al sur y suroriente de la ciudad, como predominantemente ocurre durante la mayor parte del año. Así las cosas, en el sector Ciudad Bolívar predominaron los vientos del sur oriente con un 46%, San Cristóbal con 41% y Tunal con 36%. Se presentan las estaciones con una representatividad temporal de mínimo 75%.



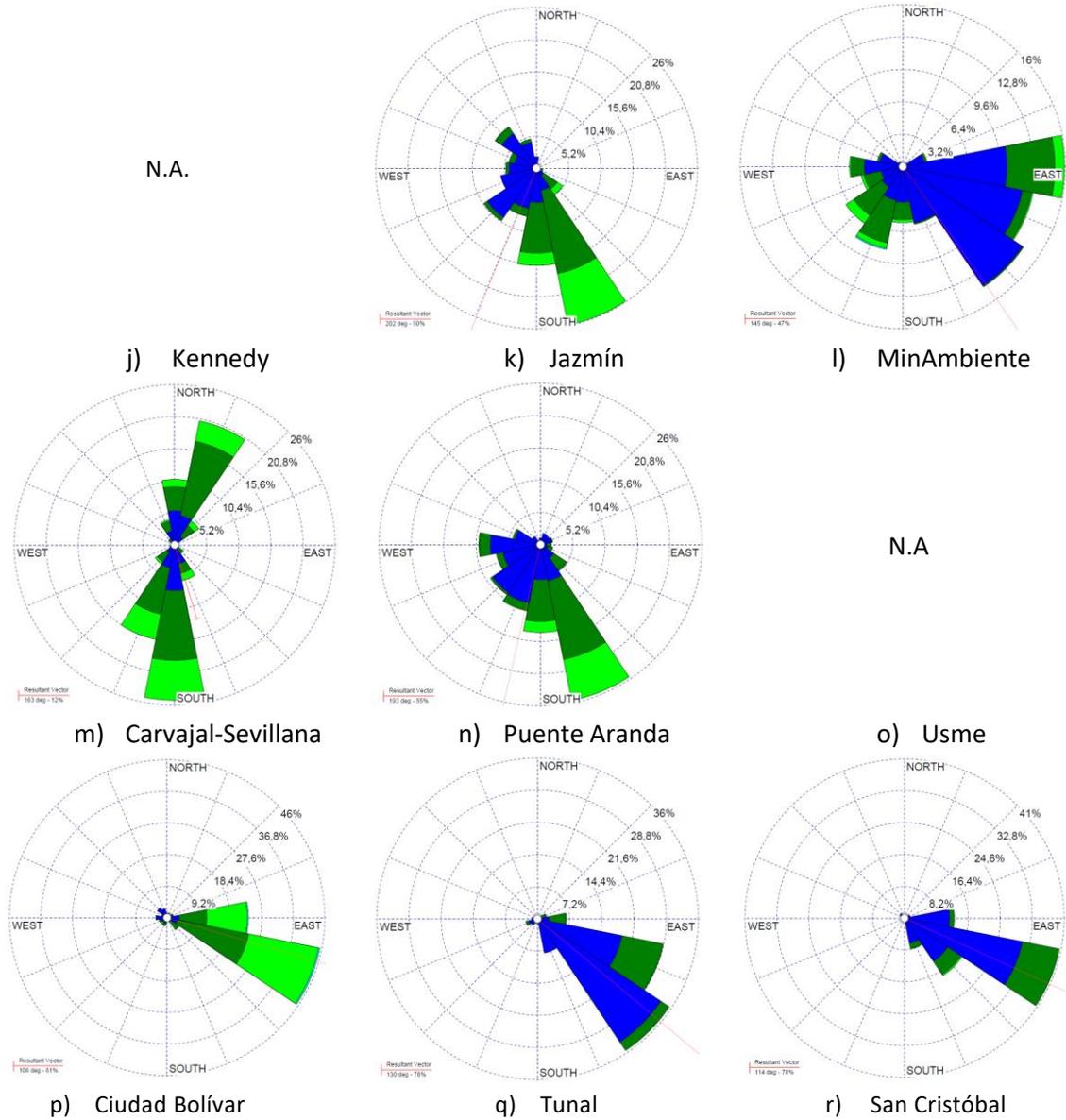


Figura 32. Rosas de los vientos – julio de 2023

	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 julio 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 2023.

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