



Informe Trimestral de Calidad del Aire de Bogotá

Abril - Mayo - Junio 2022

Red de Monitoreo de Calidad del Aire de
Bogotá - RMCAB



Secretaría Distrital de Ambiente
Dirección de Control Ambiental
Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual-SCAAV
Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB
INFORME TRIMESTRAL 2022 – 2 (ABRIL – MAYO - JUNIO)



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

José Hernán Garavito Calderón
Profesional Especializado RMCAB

Luis Álvaro Hernández González
Líder Técnico de la RMCAB

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

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

Ana Milena Hernández Quinchara
Coordinación Técnica Sistema de Alertas Tempranas de
Bogotá – Componente Aire (SATAB)

María Camila Buitrago Jiménez
Luisa Fernanda Osorio Marín
Lady Mateus Fontecha
Profesionales Componente Aire (SATAB)

Secretaría Distrital de Ambiente
– SDA –

© Septiembre 2022, Bogotá - Colombia
Informe Trimestral de la Red de Monitoreo de Calidad
de Aire de Bogotá D.C.

Año 2022

NOTA ACLARATORIA

El presente informe corresponde a la segunda versión del documento del *“informe trimestral de calidad del aire periodo abril - junio 2022”*, que se encuentra vinculado como anexo al resumen ejecutivo del proceso No. 5621292 del Sistema de Información Ambiental FOREST de la Secretaría Distrital de Ambiente, el cual fue publicado en la página web de la RMCAB el día 30 de septiembre de 2022. En esta segunda versión se realizaron los siguientes ajustes con respecto a la primera versión del documento:

- Modificación de la concentración promedio trimestral de PM₁₀ en la tabla de datos, pasando de 30,0 a 29,9 µg/m³ en la estación Jazmín.
- Modificación de la concentración promedio trimestral de O₃ en la tabla de datos de las estaciones Jazmín, pasando de 18,268 a 18,403 µg/m³ y Puente Aranda, pasando de 12,184 a 12,171 µg/m³ y del porcentaje de representatividad temporal de datos de O₃ en la estación Jazmín pasando de 31% a 30% para el segundo trimestre de 2022.
- Modificación de la concentración promedio trimestral de CO en la tabla de datos de las estaciones Jazmín, pasando de 803 a 802 µg/m³, en Móvil 7ma pasando de 1749 a 1753 µg/m³ y Puente Aranda, pasando de 828 a 827 µg/m³ y del porcentaje de representatividad temporal de datos de CO en las estaciones Jazmín pasando de 100% a 99% y de Móvil 7ma pasando de 92% a 93% para el segundo trimestre de 2022.

Lo anterior se realiza, debido a un ajuste en la validación de los datos registrados durante el periodo en cuestión. El contenido del resto del informe es el mismo que se incluyó en la primera versión del documento.

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 trimestre abril, mayo y junio se presentaron treinta y seis (36) excedencias diarias de las concentraciones de material particulado menor a 10 micras PM_{10} y veintiún (21) excedencias de las concentraciones de material particulado menor a 2.5 micras $PM_{2.5}$. En cuanto a las concentraciones de ozono O_3 se registraron dos (2) excedencias a la norma. Para las concentraciones de dióxido de azufre SO_2 se registraron ocho (8) excedencias 1h, para el dióxido de nitrógeno NO_2 se registraron dos (2) excedencias 1h y para el monóxido de carbono CO se registraron noventa y seis (96) excedencias de 8h a la normatividad.

Durante el trimestre de abril, mayo y junio se observó un descenso de las concentraciones de material particulado, respecto al trimestre anterior pero un aumento en las excedencias. Por otro lado, se evidenció un incremento significativo en las concentraciones de gases NO_2 , SO_2 y CO , sin embargo, se evidenció una disminución significativa en las concentraciones de O_3 en varias estaciones. Las excedencias aumentaron en todos los gases considerablemente.

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 media móvil de concentración. La representatividad temporal de los datos se vio afectada este trimestre por la temperatura interna y/o desviación estándar únicamente en la estación Móvil 7ma, en algunos periodos de abril y junio debido a inconvenientes con el aire acondicionado, que fueron solucionados posteriormente.

Finalmente, este trimestre la RMCAB trabajó en el procesamiento y cargue de información de variables meteorológicas y contaminantes criterio monitoreados en los meses enero, febrero, marzo, abril y mayo al Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRES. Por otro lado, el grupo operativo de campo de la RMCAB instaló el sensor de velocidad y dirección del viento en Puente Aranda, trasladó el equipo de Black Carbon de la estación Carvajal – Sevillana a la estación Ciudad Bolívar, vigiló atentamente la estación Suba por reparaciones eléctricas en la zona y reanudó los mantenimientos rutinarios en los equipos y sensores de la estación Carvajal – Sevillana, debido a que se otorgó la autorización de acceso a la estación por parte de las directivas del predio en el que se ubica la estación.

Adicionalmente, se gestionaron y realizaron visitas en diferentes predios, para la selección de la nueva ubicación de la estación Bosa y se trabajó en la actualización de formatos e instructivos internos para la auditoría de extensión y seguimiento a la acreditación vigente del Laboratorio Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente en la NTC-ISO/IEC 17025:2017 “Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración”, realizada por el IDEAM entre el 13 y el 24 de junio a todas las estaciones de la RMCAB.

Nota:

Este informe denominado “informe trimestral de calidad del aire periodo abril - junio 2022_v2”, se encuentra vinculado como anexo al resumen ejecutivo del proceso No. 5672014 del Sistema de Información Ambiental FOREST de la Secretaría Distrital de Ambiente.

2. INTRODUCCIÓN

La Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá - RMCAB es propiedad de la Secretaría Distrital de Ambiente - SDA desde el año 1997, la cual realiza el monitoreo de los contaminantes PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, SO₂, NO₂ y CO, y las variables meteorológicas precipitación, temperatura, presión atmosférica, radiación, solar, velocidad y dirección del viento. A continuación, se presenta el análisis de los datos registrados durante el segundo trimestre de 2022 (abril, mayo y junio), teniendo en cuenta que se muestran los resultados que tuvieron una representatividad temporal mayor al 75%.

En la siguiente tabla se presentan las estaciones activas durante el segundo trimestre de 2022 y las abreviaturas con las que se identifican en los diferentes mapas, tablas y gráficas.

| | | | | | | | | | | |
|----------|---------------|---------|---------|----------------------|------------|----------------------------|---------------|-----------|----------------|--------|
| 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 | MOV 2 | |

Por otro lado, para este trimestre la temperatura interna osciló entre los 20 y 30°C en la mayoría de las estaciones, sin embargo, en la estación Móvil 7ma se registraron temperaturas de hasta 12,5°C y en Usme de hasta 19,7°C. En Móvil 7ma correspondieron a problemas con el aire acondicionado de la estación y en Usme a condiciones climáticas locales de la zona de influencia. 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 15,2 y 73,8% en todas las estaciones.

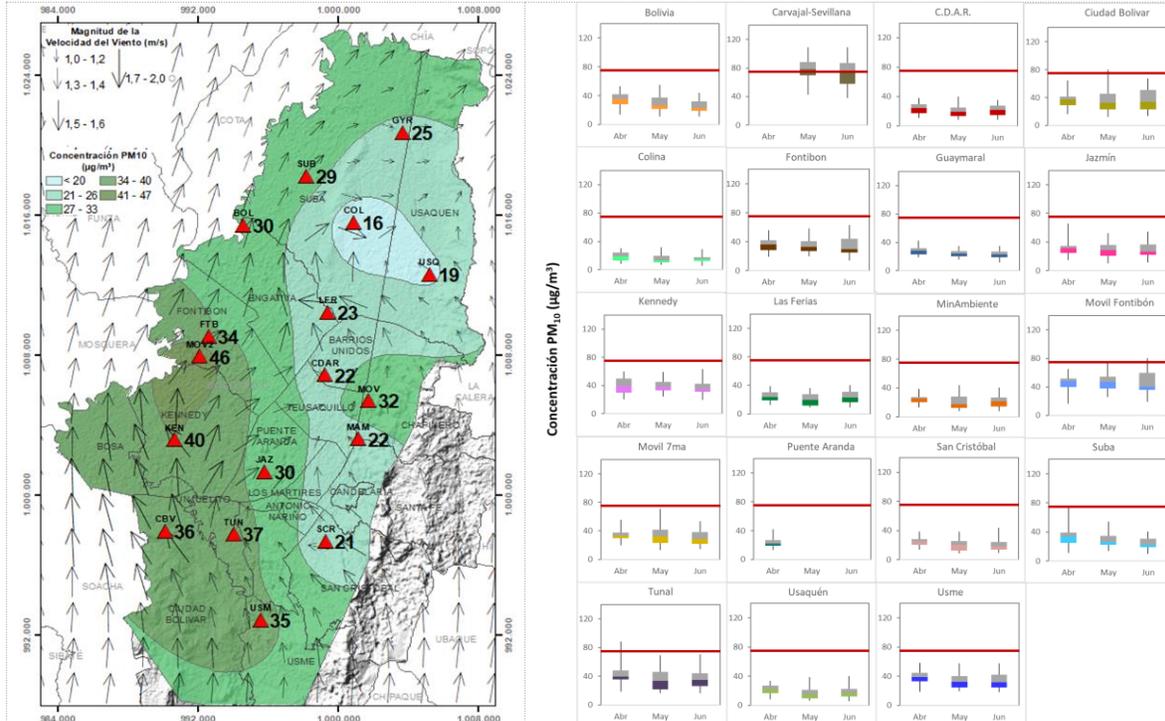
3. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM₁₀

La Tabla 1 muestra los datos obtenidos de material particulado PM₁₀ en el segundo trimestre de 2022, incluyendo los promedios diarios de concentración, la mediana de los datos diarios, las concentraciones diarias máximas, el número de excedencias a la norma diaria establecida por la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y el porcentaje de datos válidos en el trimestre (de acuerdo con el total de datos diarios registrados), además de la distribución espacial de las concentraciones.

Se observa que las mayores concentraciones como promedio diario trimestral se presentaron al occidente de la ciudad en la Móvil Fontibón con **45,6 µg/m³** y al suroccidente en la estación Kennedy con **39,7 µg/m³**, mientras que las menores concentraciones se registraron al norte en Colina con **16,5 µg/m³** y en Usaquén con **18,7 µg/m³**. La concentración máxima diaria para el mes fue de **108,8 µg/m³** en Carvajal – Sevillana el 18 de mayo, la cual excedió el nivel máximo permisible establecido para el contaminante (75 µg/m³).



Tabla 1. Resumen de datos de PM₁₀ para el trimestre Abr - Jun 2022



| Estación | Prom. PM ₁₀ 24h (µg/m ³) | Mediana PM ₁₀ 24h (µg/m ³) | Max. PM ₁₀ 24h (µg/m ³) | Exc. 24h | Datos válidos (%) |
|----------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------|-------------------|
| BOL | 30,5 | 29,2 | 55,2 | 0 | 78% |
| CSE* | 75,1 | 76,7 | 108,8 | 32 | 62% |
| CDAR | 22,0 | 21,6 | 39,9 | 0 | 98% |
| CBV | 36,4 | 34,4 | 80,2 | 1 | 100% |
| COL | 16,5 | 15,3 | 31,4 | 0 | 96% |
| FTB | 34,2 | 32,9 | 62,9 | 0 | 100% |
| GYR | 25,0 | 24,1 | 42,5 | 0 | 95% |
| JAZ | 29,9 | 29,0 | 65,7 | 0 | 98% |
| KEN | 39,7 | 38,6 | 63,5 | 0 | 99% |
| LFR | 23,0 | 22,6 | 40,3 | 0 | 86% |
| MAM | 22,1 | 23,4 | 44,1 | 0 | 89% |
| MOV2 | 45,6 | 43,6 | 80,2 | 2 | 99% |
| MOV | 32,4 | 32,0 | 70,5 | 0 | 86% |
| PTE* | 23,2 | 22,5 | 42,3 | 0 | 29% |
| SCR | 21,3 | 20,6 | 43,5 | 0 | 100% |
| SUB | 28,8 | 26,4 | 74,7 | 0 | 95% |
| TUN | 37,2 | 35,8 | 88,5 | 1 | 96% |
| USQ | 18,7 | 18,7 | 40,4 | 0 | 97% |
| USM | 35,4 | 34,8 | 58,6 | 0 | 97% |

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

La Figura 1 presenta las concentraciones diarias de PM₁₀ de los meses abril, mayo y junio de 2022 comparadas con el valor máximo establecido por la norma nacional. Teniendo en cuenta la

ubicación de las estaciones, se observa que las concentraciones más altas de PM₁₀ se presentaron en las zonas suroccidente, occidente y sur (Carvajal - Sevillana, Móvil Fontibón y Tunal), especialmente en la segunda mitad de junio; las concentraciones más bajas se observan en la zona norte (Usaquén, Colina y Guaymaral), especialmente en el transcurso de junio.

En el segundo trimestre del 2022 se registraron en total treinta y seis (36) excedencias de las concentraciones promedio 24 horas, las cuales NO CUMPLIERON con el nivel máximo permisible de la norma de PM₁₀; treinta y dos (32) en Carvajal - Sevillana, dos (2) en la Móvil Fontibón, una (1) en Tunal y una (1) en Ciudad Bolívar. Las concentraciones restantes, CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma nacional diaria (75 µg/m³).

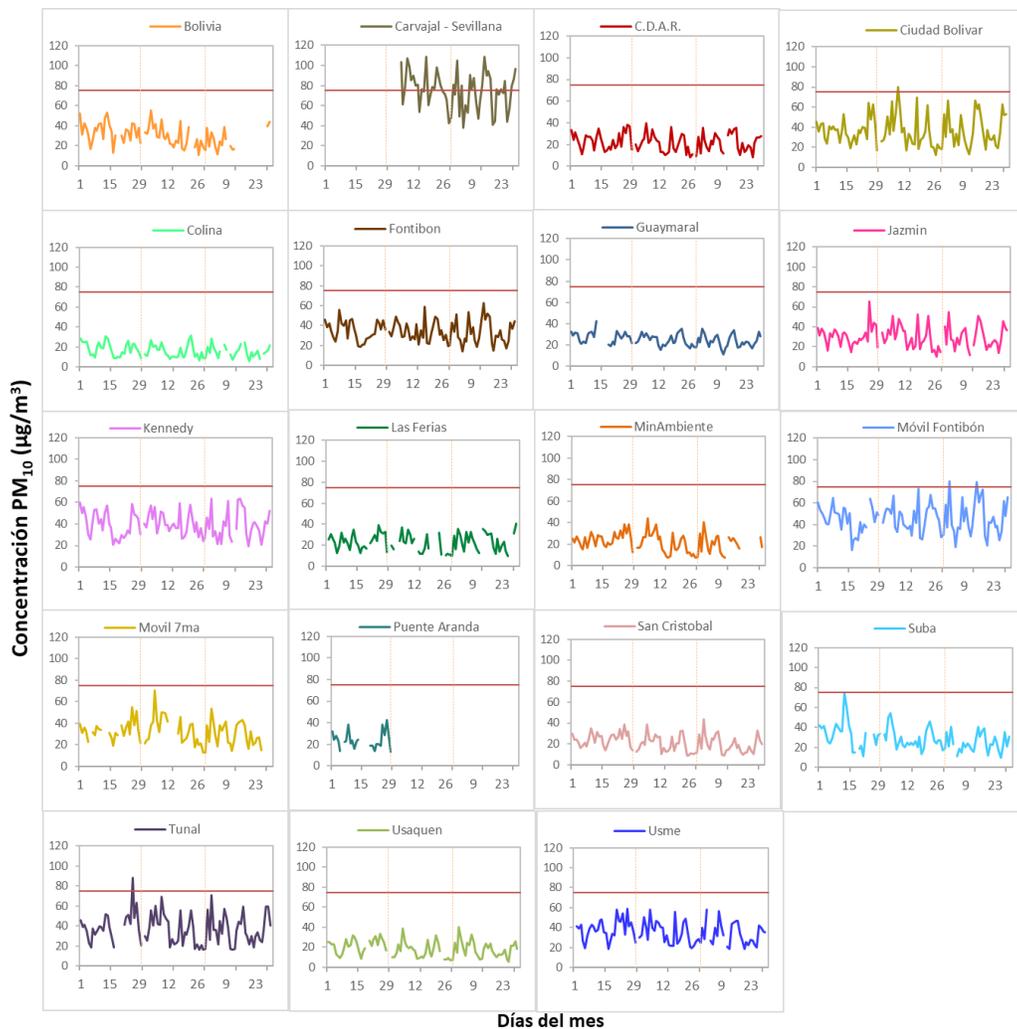


Figura 1. Comportamiento de las concentraciones diarias de PM₁₀ para el trimestre Abr – Jun 2022

La Figura 2 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones de PM₁₀ del segundo trimestre de cada año para el periodo 2019 - 2022. Se observa que las mayores concentraciones predominan en las estaciones Carvajal – Sevillana, Kennedy y Móvil 7ma, siendo la zona suroccidente la más influenciada por este contaminante. Las menores concentraciones se presentaron en San Cristóbal y Guaymaral (Suroriente y norte).

La estación Puente Aranda registró el mayor descenso de concentración ($6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en relación con el 2021.

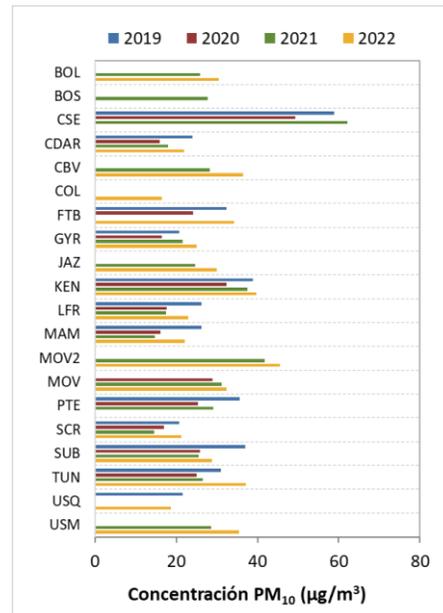


Figura 2. Comportamiento interanual de las concentraciones de PM₁₀ (2019-2020-2021-2022) trimestre Abr - Jun

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

La Tabla 2 muestra los datos obtenidos de material particulado PM_{2.5} en el segundo trimestre de 2022, incluyendo los promedios diarios de concentración, la mediana de los datos diarios, las concentraciones diarias máximas, el número de excedencias a la norma diaria establecida por la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y el porcentaje de datos válidos en el trimestre (de acuerdo al total de datos diarios registrados), además de la distribución espacial de las concentraciones.

Se observa que las mayores concentraciones como promedio diario en el trimestre se presentaron en occidente de la ciudad en la estación Móvil Fontibón con $20,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en el suroccidente en Kennedy con $18,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$; mientras que las menores concentraciones se presentaron al norte en Colina con $9,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en el suroriente en Usme con $11,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La concentración máxima diaria para el trimestre fue de $33,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en Carvajal – Sevillana el día 18 de mayo, la cual excedió el nivel máximo permisible establecido para el contaminante ($37 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



SECRETARÍA DE
AMBIENTE

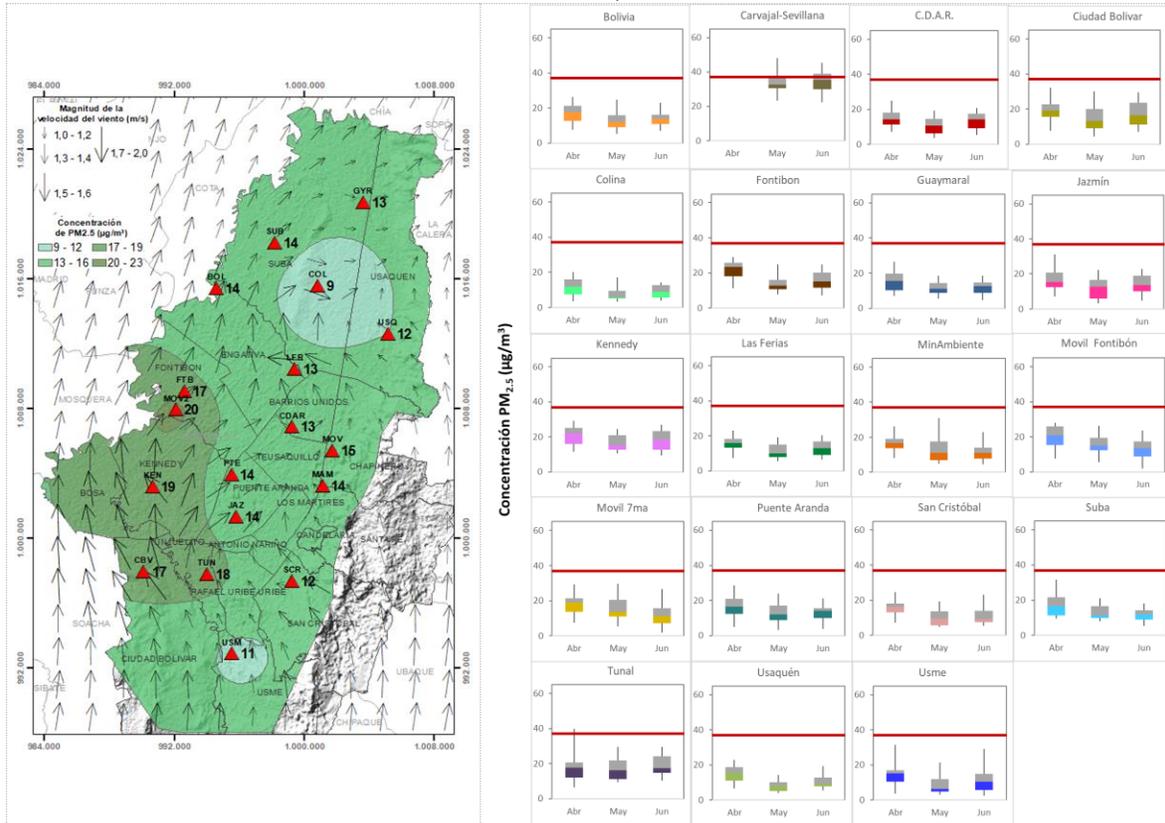


METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN
INFORME TRIMESTRAL DE LA RED DE MONITOREO
DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB

Código: PA10-PR04-M2

Versión: 7

Tabla 2. Resumen de datos de PM_{2.5} para el trimestre Abr - Jun 2022



| Estación | Prom. PM _{2.5} 24h (µg/m ³) | Mediana PM _{2.5} 24h (µg/m ³) | Max. PM _{2.5} 24h (µg/m ³) | Exc. 24h | Datos válidos (%) |
|----------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------|-------------------|
| BOL | 14,4 | 14,3 | 26,4 | 0 | 100% |
| CSE* | 34,1 | 33,9 | 48,0 | 20 | 62% |
| CDAR | 13,2 | 13,5 | 25,1 | 0 | 95% |
| CBV | 17,3 | 16,5 | 32,2 | 0 | 100% |
| COL | 9,5 | 8,8 | 20,1 | 0 | 97% |
| FTB | 16,8 | 15,5 | 29,2 | 0 | 95% |
| GYR | 13,0 | 12,7 | 26,4 | 0 | 89% |
| JAZ | 14,1 | 13,9 | 31,1 | 0 | 99% |
| KEN | 18,6 | 18,5 | 29,4 | 0 | 97% |
| LFR | 13,3 | 13,6 | 23,1 | 0 | 86% |
| MAM | 14,0 | 13,6 | 30,8 | 0 | 95% |
| MOV2 | 20,1 | 19,8 | 30,5 | 0 | 97% |
| MOV | 15,5 | 14,1 | 29,7 | 0 | 79% |
| PTE | 14,5 | 14,0 | 27,9 | 0 | 99% |
| SCR | 12,3 | 11,9 | 24,7 | 0 | 92% |
| SUB | 13,8 | 13,1 | 31,8 | 0 | 82% |
| TUN | 17,8 | 17,4 | 40,0 | 1 | 96% |
| USQ | 11,6 | 10,3 | 23,0 | 0 | 91% |
| USM | 11,3 | 10,5 | 31,5 | 0 | 98% |

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

La Figura 3 presenta las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$ comparadas con el nivel máximo permisible por la norma nacional. De acuerdo con la ubicación, se observa que las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ se presentaron en las zonas suroccidente y sur (Kennedy, Ciudad Bolívar y Tunal), mayormente en la segunda mitad de abril; mientras que las concentraciones más bajas se registraron en el norte (Colina, Usaquén y Guaymaral), especialmente durante la segunda semana de junio.

En el segundo trimestre del 2022 se registraron en total veintiún (21) excedencias de las concentraciones promedio 24 horas, las cuales NO CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma para $PM_{2.5}$, veinte (20) en Carvajal - Sevillana y una (1) en Tunal. Las concentraciones restantes, CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma nacional diaria ($37 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

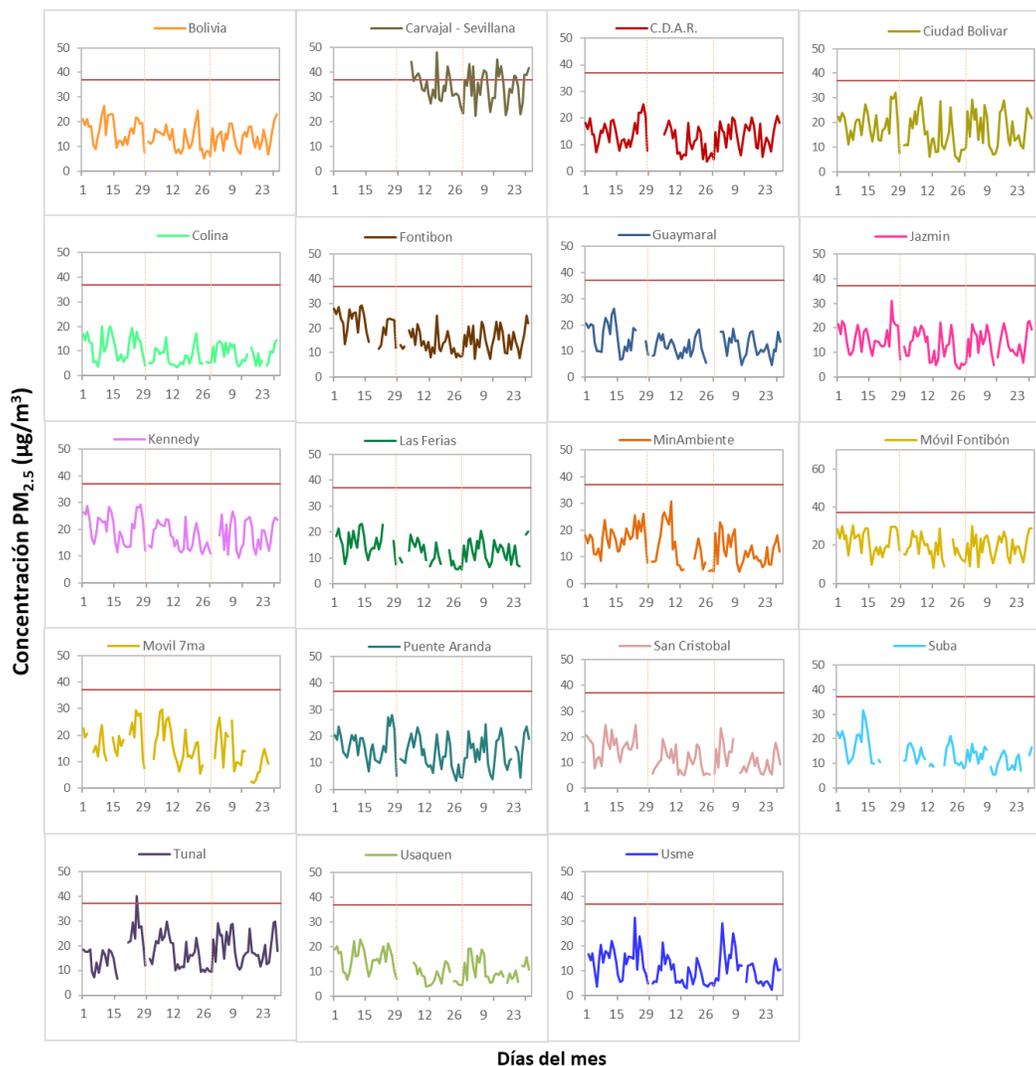


Figura 3. Comportamiento de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$ para el trimestre Abr - Jun 2022

La Figura 4 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones de PM_{2.5} del segundo trimestre de cada año para el periodo 2019 - 2022. Se observa que las mayores concentraciones se presentaron en la estación Carvajal – Sevillana y en Kennedy siendo la zona suroccidente la más influenciada por este contaminante.

Por otro lado, las menores concentraciones las registran las estaciones Suba y CDAR. La estación Puente Aranda registró el mayor descenso de concentración en relación con el 2021, el cual fue de 6 µg/m³.

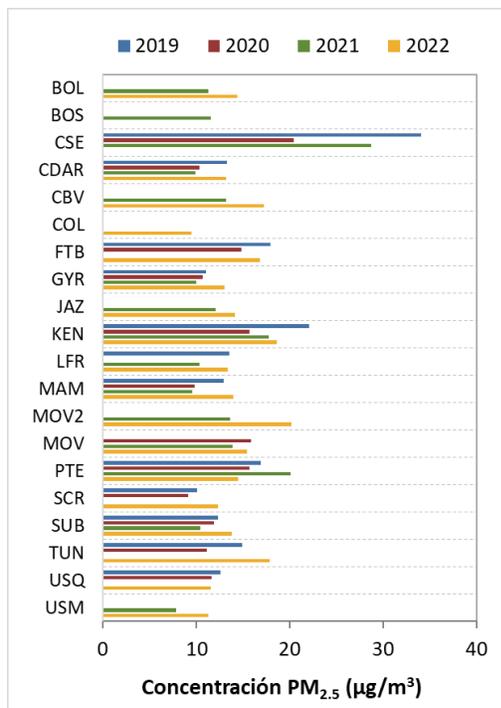


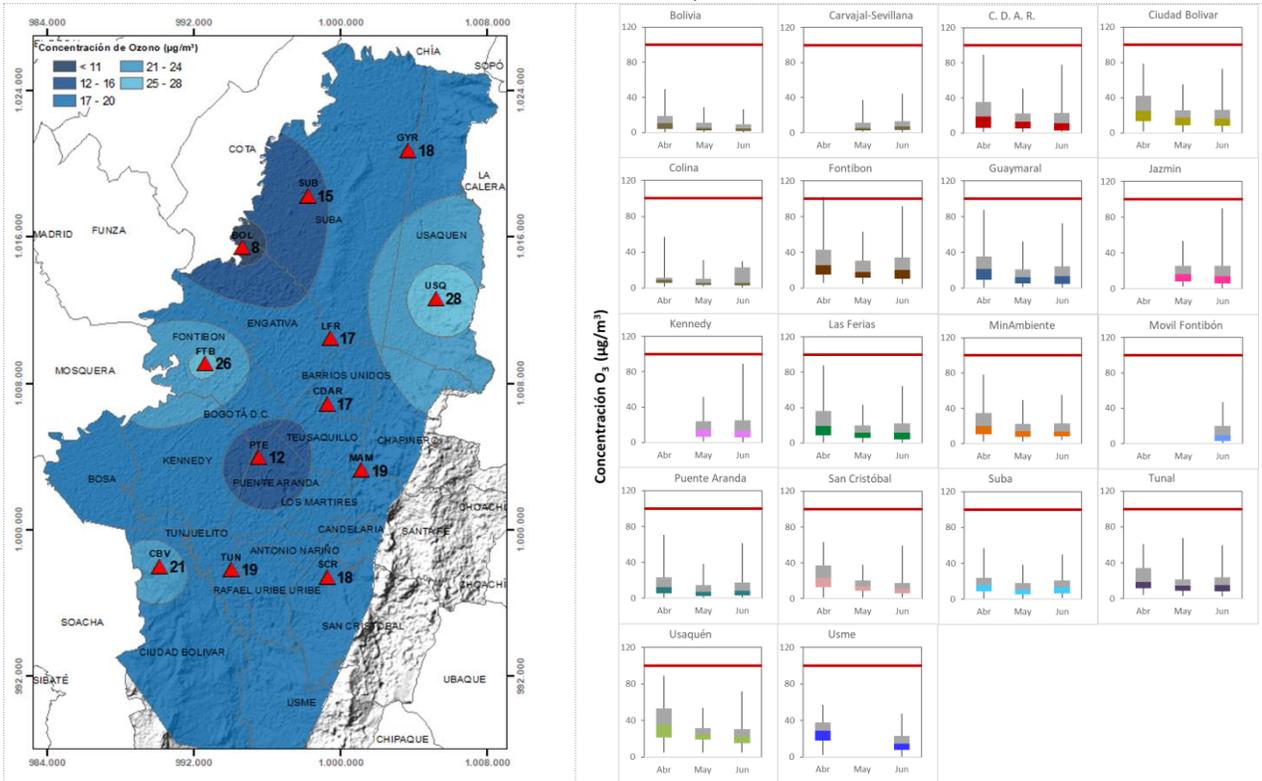
Figura 4. Comportamiento interanual de las concentraciones de PM_{2.5} (2019-2020-2021-2022) trimestre Abr - Jun

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

La Tabla 3 presenta los datos obtenidos para ozono - O₃ en el segundo trimestre de 2022, incluyendo los promedios 8 horas de concentración, la mediana de los datos octohorarios, las concentraciones 8 horas máximas, el número de excedencias a la norma 8 horas establecida por la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y el porcentaje de datos válidos en el trimestre (de acuerdo al total de datos de media móvil 8 horas).

Se observa que las mayores concentraciones como promedio trimestral 8 horas se presentaron en la zona norte en la estación Usaqué con **28,262 µg/m³** y en occidente en Fontibón con **25,534 µg/m³**; mientras que las menores concentraciones se presentaron en el noroccidente en la estación Bolivia con **8,396 µg/m³** y en el suroccidente en Puente Aranda con **12,184 µg/m³**. La concentración máxima con base en promedios media móvil 8 horas fue de **102,052 µg/m³** en Fontibón, la cual excedió el nivel máximo permisible para concentraciones 8 horas.

Tabla 3. Resumen de datos de O₃ para el trimestre Abr - Jun 2022



| Estación | Prom. O ₃ 8h (µg/m ³) | Mediana O ₃ 8h (µg/m ³) | Max. O ₃ 8h (µg/m ³) | Exc. 8h | Datos válidos (%) |
|--------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------|-------------------|
| BOL | 8,396 | 6,123 | 49,758 | 0 | 89% |
| CSE | 8,591 | 6,347 | 44,261 | 0 | 61% |
| CDAR | 17,036 | 13,751 | 88,989 | 0 | 99% |
| CBV | 21,407 | 19,072 | 78,695 | 0 | 99% |
| COL* | 7,992 | 7,071 | 34,423 | 0 | 70% |
| FTB | 25,534 | 21,338 | 102,052 | 2 | 99% |
| GYR | 18,221 | 15,153 | 87,561 | 0 | 98% |
| JAZ* | 18,403 | 15,708 | 90,029 | 0 | 30% |
| KEN* | 11,877 | 9,099 | 51,353 | 0 | 34% |
| LFR | 17,051 | 13,641 | 87,575 | 0 | 92% |
| MAM | 18,768 | 15,452 | 78,257 | 0 | 96% |
| MOV2* | 12,294 | 9,205 | 46,936 | 0 | 22% |
| PTE | 12,171 | 9,006 | 70,603 | 0 | 97% |
| SCR | 17,671 | 15,111 | 63,296 | 0 | 100% |
| SUB | 14,731 | 13,258 | 56,613 | 0 | 76% |
| TUN | 18,907 | 16,234 | 70,238 | 0 | 97% |
| USQ | 28,262 | 26,007 | 89,254 | 0 | 98% |
| USM* | 18,309 | 16,433 | 56,842 | 0 | 21% |

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

La Figura 5 presenta el comportamiento de las concentraciones octohorarias en el segundo trimestre del 2022 y las concentraciones comparadas respecto a la norma nacional 8 horas. De

acuerdo con las gráficas por estación, se observa que las concentraciones más altas se registraron en el occidente y en el norte (Fontibón y Usaquén), durante la primera semana de abril. Por otro lado, los registros más bajos se obtuvieron en el noroccidente y suroccidente (Bolivia y Puente Aranda) en la primera mitad de mayo.

En el segundo trimestre del 2022 se registraron en total dos (2) excedencias de las concentraciones promedio móvil 8 horas, las cuales NO CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma para O₃ ambas en Fontibón. Las concentraciones restantes, CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma nacional de 8 horas (100 µg/m³).

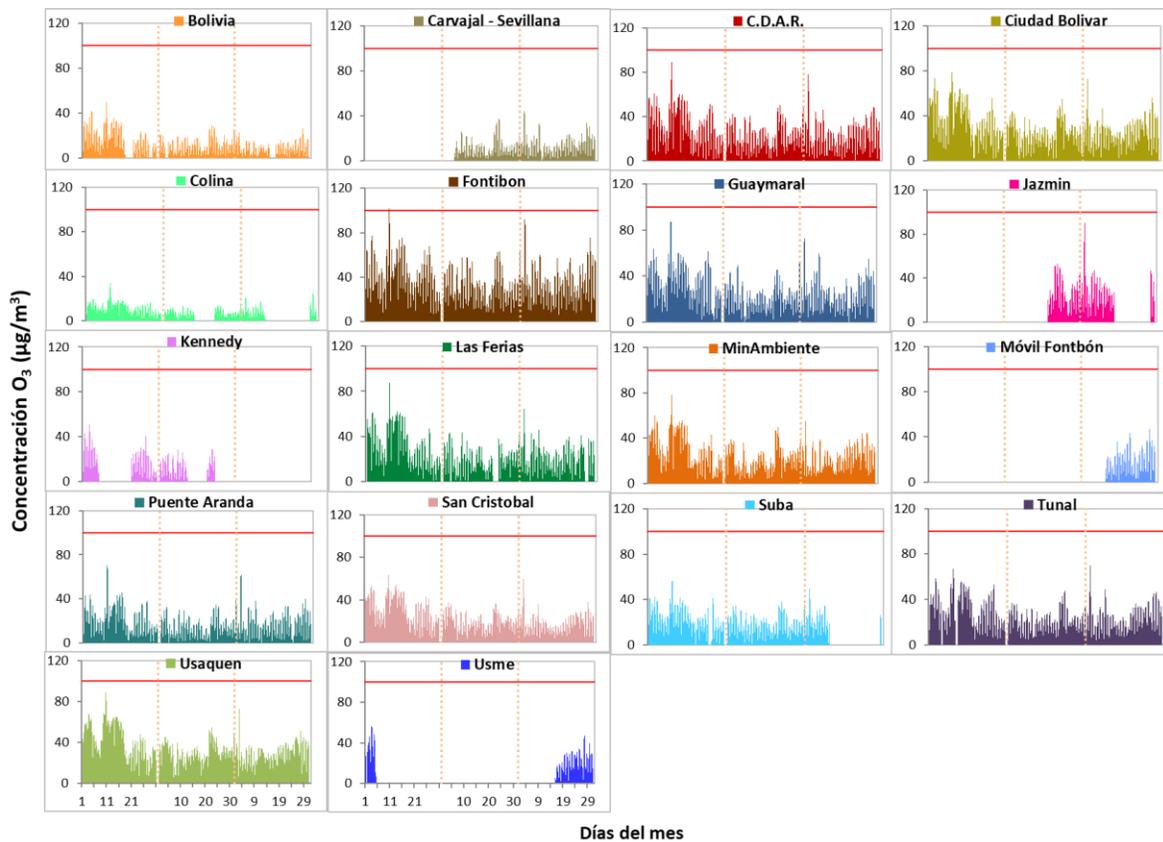


Figura 5. Comportamiento de las concentraciones 8h de O₃ para el trimestre Abr – Jun 2022

La Figura 6 muestra el comportamiento interanual de las concentraciones de O₃ durante el segundo trimestre de cada año para el periodo 2019 - 2022.

Se observan las mayores concentraciones en las estaciones Usaquén y Fontibón y las menores concentraciones en Carvajal – Sevillana y Puente Aranda.

De otra parte, se evidencia que la estación Kennedy registró el mayor descenso de concentración en relación con el 2021, el cual fue de 15,100 µg/m³.

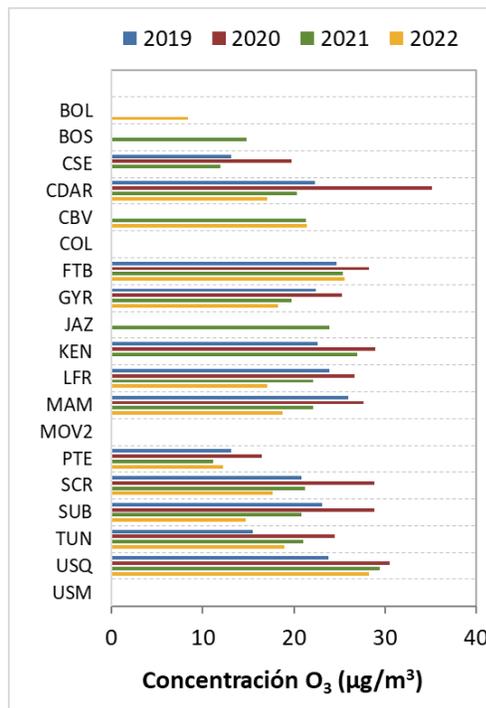


Figura 6. Comportamiento interanual de las concentraciones de O₃ (2019-2020-2021-2022) trimestre Abr - Jun

6. COMPORTAMIENTO DIARIO DE LAS CONCENTRACIONES DE SO₂, NO₂, CO.

La Tabla 4, Tabla 5 y la Tabla 6 presentan las concentraciones de promedios, máximas y medianas de dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂) y monóxido de carbono (CO) 24 horas, 1 hora y 8 horas respectivamente, correspondientes al segundo trimestre de 2022. Igualmente se presenta el resumen de datos válidos y las excedencias, donde se observa que las concentraciones de SO₂, NO₂ y CO, presentaron magnitudes relativamente bajas durante el periodo de análisis, e históricamente se han mantenido por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) en sus respectivos tiempos de exposición. Adicionalmente, los efectos potenciales de estos contaminantes en la afectación a la salud pública son menores que aquellos correspondientes a material particulado.

En el segundo trimestre de 2022 se registraron ocho (8) excedencias de las concentraciones promedio 1h al nivel máximo permisible de la norma de SO₂ (100 µg/m³) en la estación Carvajal – Sevillana, dos (2) excedencias de las concentraciones promedio 1h al nivel máximo permisible de la norma de NO₂ (200 µg/m³) en la Móvil 7ma, noventa y seis (96) excedencias de las concentraciones promedio 8h al nivel máximo permisible de la norma de CO (5000 µg/m³) en Carvajal – Sevillana y dos (2) excedencias de las concentraciones promedio 8h al nivel máximo permisible de la norma de O₃ (100 µg/m³). Las concentraciones restantes, CUMPLIERON con los niveles máximos permisibles

establecidos en la norma ya que no se registraron excedencias a la norma en: SO₂: 50 µg/m³ para datos 24h y CO: 35000 µg/m³ para datos 1h.

Tabla 4. Resumen de los promedios 24 horas para SO₂ trimestre Abr - Jun 2022

| Estación | Prom. SO ₂ 24h (µg/m ³) | Mediana SO ₂ 24h (µg/m ³) | Max. SO ₂ 24h (µg/m ³) | Exc. 24h | Exc. 1h | Datos válidos (%) |
|--------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------|---------|-------------------|
| BOL | 3,5 | 3,0 | 11,1 | 0 | 0 | 88% |
| CSE* | 9,1 | 6,7 | 46,6 | 0 | 8 | 62% |
| CDAR* | 1,4 | 1,3 | 1,9 | 0 | 0 | 19% |
| CBV | 7,1 | 6,7 | 16,1 | 0 | 0 | 99% |
| FTB | 4,2 | 4,2 | 7,2 | 0 | 0 | 87% |
| GYR | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 0 | 100% |
| JAZ | 2,4 | 2,3 | 6,5 | 0 | 0 | 99% |
| KEN | 4,5 | 4,5 | 9,8 | 0 | 0 | 100% |
| MOV2 | 3,0 | 2,7 | 5,9 | 0 | 0 | 85% |
| PTE | 2,3 | 2,1 | 4,4 | 0 | 0 | 75% |
| SUB* | 2,0 | 1,6 | 6,5 | 0 | 0 | 63% |
| TUN | 5,1 | 4,6 | 12,4 | 0 | 0 | 100% |
| USQ | 1,5 | 1,4 | 3,4 | 0 | 0 | 100% |
| USM | 7,1 | 6,8 | 13,2 | 0 | 0 | 84% |

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

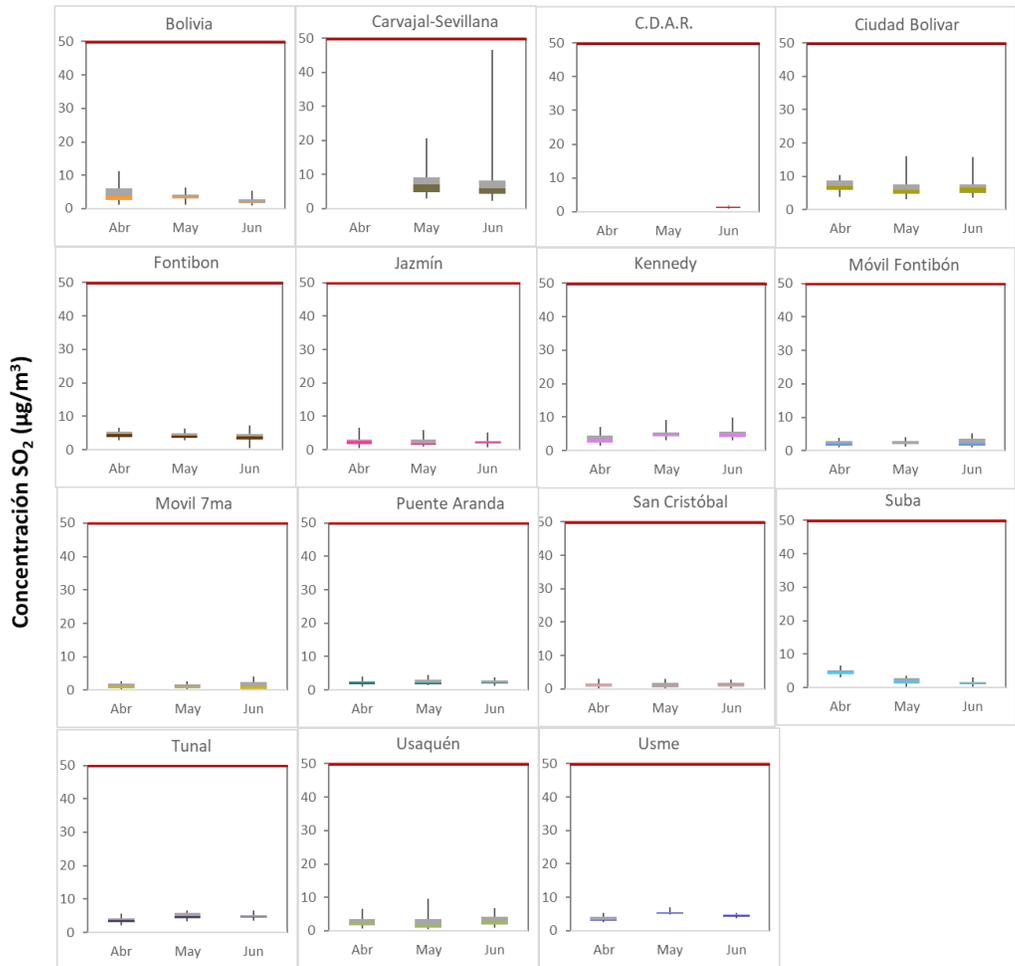


Figura 7. Boxplot de las concentraciones 24h y norma diaria (50 µg/m³) para SO₂ trimestre Abr - Jun 2022

Tabla 5. Resumen de los promedios horarios para NO₂ trimestre Abr - Jun 2022

| Estación | Prom. NO ₂ 24h (µg/m ³) | Mediana NO ₂ 24h (µg/m ³) | Max. NO ₂ 1h (µg/m ³) | Exc. 1h | Datos válidos (%) |
|----------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------|-------------------|
| BOL | 34 | 32,5 | 87,3 | 0 | 99% |
| CSE* | 41 | 39,4 | 106,0 | 0 | 53% |
| CDAR | 25 | 24,4 | 82,2 | 0 | 95% |
| CBV | 28 | 25,4 | 105,4 | 0 | 98% |
| COL | 28 | 26,5 | 82,7 | 0 | 100% |
| FTB | 36 | 34,5 | 105,4 | 0 | 100% |
| GYR | 15 | 13,5 | 98,9 | 0 | 99% |
| JAZ | 33 | 32,5 | 104,9 | 0 | 98% |
| KEN | 35 | 33,8 | 100,4 | 0 | 100% |
| LFR | 30 | 29,6 | 114,4 | 0 | 91% |
| MAM | 26 | 19,5 | 113,2 | 0 | 100% |
| MOV2 | 39 | 38,3 | 87,7 | 0 | 98% |
| MOV | 10 | 7,9 | 225,2 | 2 | 87% |
| PTE | 41 | 39,0 | 128,2 | 0 | 99% |
| SCR | 22 | 16,3 | 98,7 | 0 | 100% |

| | | | | | |
|------------|----|------|------|---|------|
| SUB | 23 | 22,0 | 66,1 | 0 | 95% |
| TUN | 20 | 17,9 | 83,0 | 0 | 85% |
| USQ | 18 | 12,4 | 87,8 | 0 | 100% |
| USM | 26 | 23,8 | 98,9 | 0 | 100% |

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

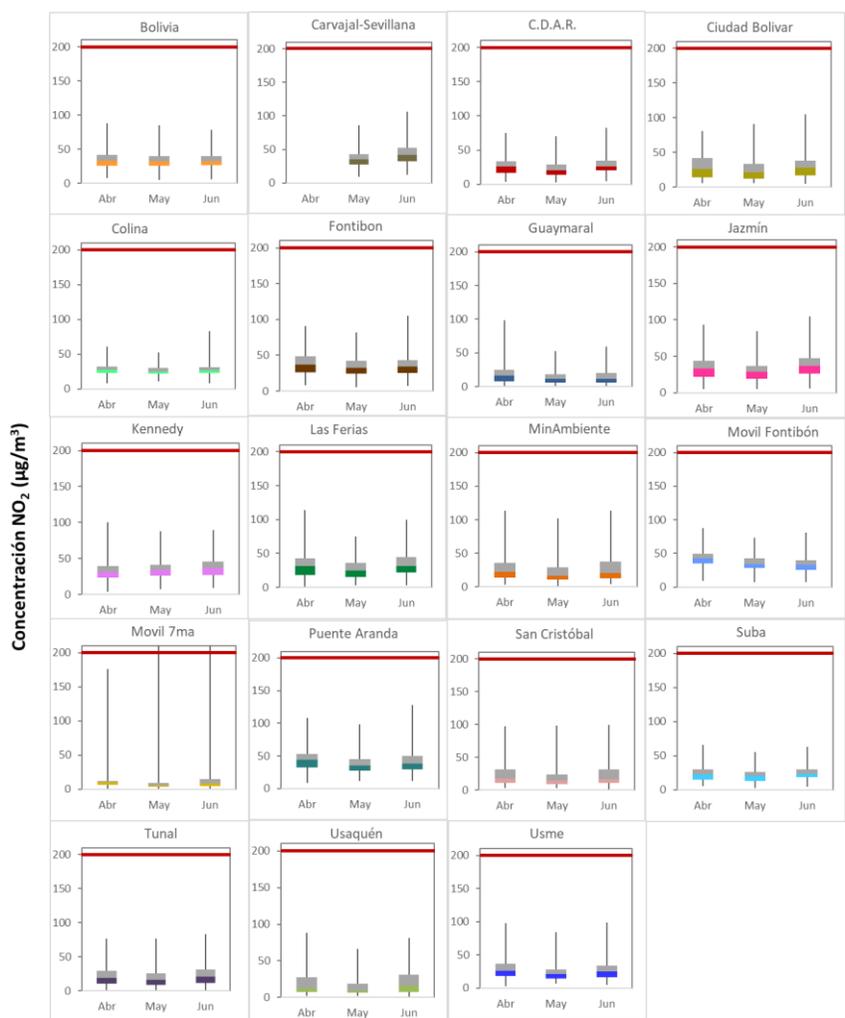


Figura 8. Boxplot de las concentraciones 1h y norma horaria (200 µg/m³) para NO₂ trimestre Abr - Jun 2022

Tabla 6. Resumen de los promedios 8 horas para CO trimestre Abr - Jun 2022

| Estación | Prom. CO 8h (µg/m³) | Mediana CO 8h (µg/m³) | Max. CO 8h (µg/m³) | Exc. 8h | Exc. 1h | Datos válidos (%) |
|-------------|---------------------|-----------------------|--------------------|---------|---------|-------------------|
| BOL | 572 | 508 | 3086 | 0 | 0 | 95% |
| CSE* | 2657 | 2268 | 7725 | 96 | 0 | 48% |
| CDAR | 704 | 636 | 2893 | 0 | 0 | 98% |
| CBV | 729 | 639 | 2591 | 0 | 0 | 99% |
| COL | 513 | 478 | 1314 | 0 | 0 | 98% |



SECRETARÍA DE
AMBIENTE



METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN

INFORME TRIMESTRAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB

Código: PA10-PR04-M2

Versión: 7

| Estación | Prom. CO 8h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Mediana CO 8h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Max. CO 8h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Exc. 8h | Exc. 1h | Datos válidos (%) |
|----------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|---------|---------|----------------------|
| FTB | 713 | 690 | 2079 | 0 | 0 | 91% |
| GYR | 402 | 352 | 1296 | 0 | 0 | 98% |
| JAZ | 802 | 719 | 2772 | 0 | 0 | 99% |
| KEN* | 1011 | 956 | 2178 | 0 | 0 | 59% |
| LFR | 918 | 879 | 2542 | 0 | 0 | 88% |
| MAM | 932 | 854 | 2419 | 0 | 0 | 97% |
| MOV2 | 933 | 887 | 2932 | 0 | 0 | 99% |
| MOV | 1753 | 1673 | 3515 | 0 | 0 | 93% |
| PTE | 827 | 751 | 2768 | 0 | 0 | 97% |
| SCR | 632 | 576 | 1789 | 0 | 0 | 100% |
| SUB | 520 | 500 | 1212 | 0 | 0 | 97% |
| TUN | 1035 | 957 | 3196 | 0 | 0 | 100% |
| USQ | 531 | 430 | 1773 | 0 | 0 | 97% |
| USM | 571 | 525 | 1673 | 0 | 0 | 98% |

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

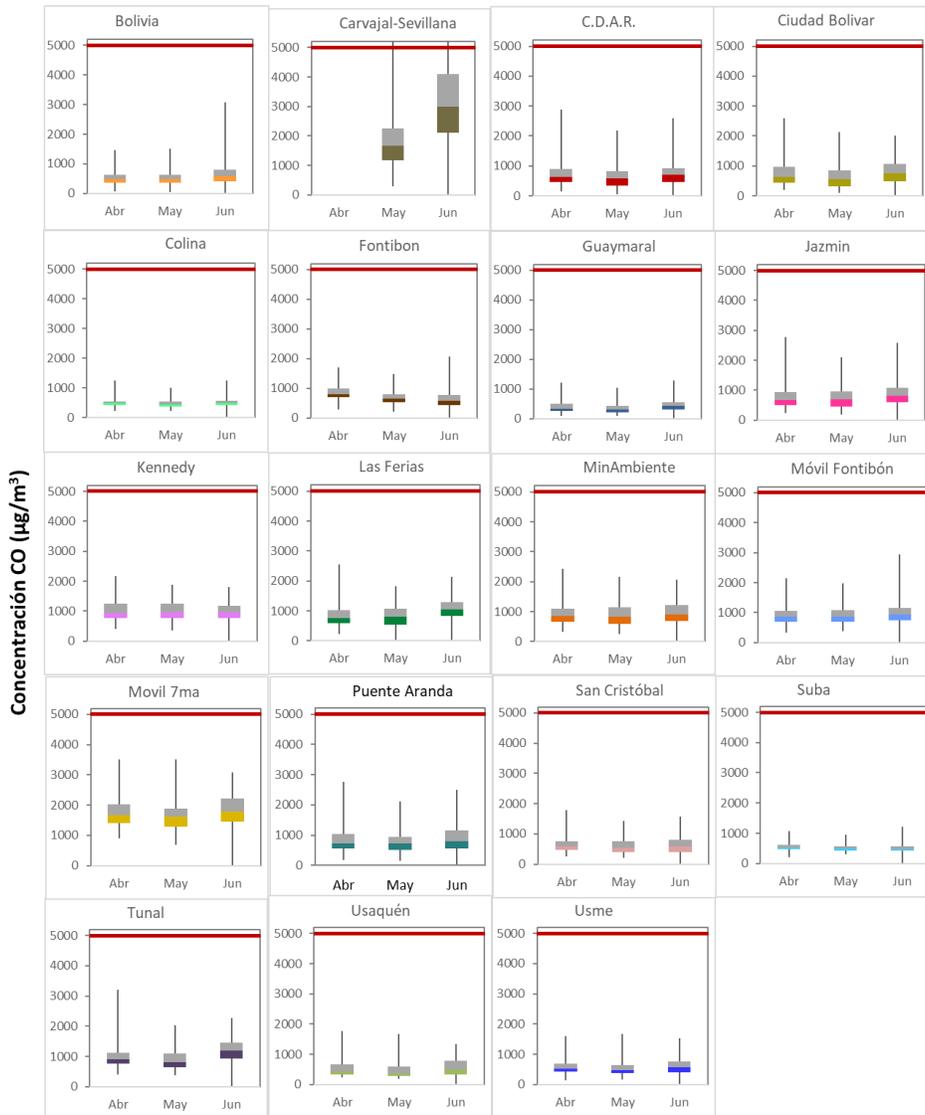


Figura 9. Boxplot de las concentraciones 8h y norma 8 horas (5000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) para CO trimestre Abr - Jun 2022

7. COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LAS CONCENTRACIONES DE BLACK CARBON.

Durante el segundo trimestre de 2022 se realizó el monitoreo de las concentraciones de eBC en las estaciones Centro de Alto Rendimiento, Ciudad Bolívar, Fontibón, Kennedy, MinAmbiente, Puente Aranda, San Cristóbal y Tunal. Durante este periodo de tiempo, solo la estación de Ciudad Bolívar no alcanzó a registrar el 75% de las concentraciones horarias, debido a que el instrumento fue instalado el 18 de mayo de 2022. En la estación Kennedy se registraron las mayores concentraciones horarias de eBC, con un promedio de $6,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, seguido de las estaciones de Fontibón y Tunal, con

un promedio de 5,5 y 5,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente para cada estación. Las estaciones de San Cristóbal y Puente Aranda presentaron las concentraciones más bajas, con un valor promedio 2,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 2,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente, como se muestra en la Figura 10.

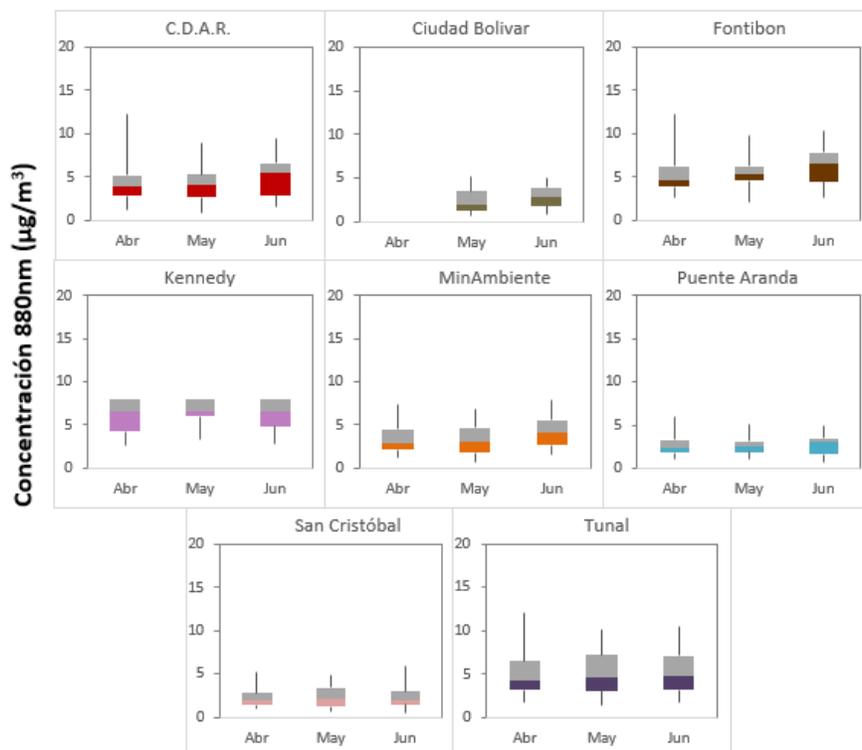


Figura 10. Diagrama de cajas de las concentraciones horarias de las concentraciones de eBC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) estimadas a partir de las longitudes de onda de 880 nm. Abr - Jun 2022

La Tabla 7 muestra el resumen estadístico de las concentraciones diarias (24H) de Black Carbon (eBC) durante el segundo trimestre de 2022, incluyendo los promedios, desviación estándar, mediana, mínimos y máximos, además del porcentaje de captura de datos para cada una de las estaciones donde se realizaron las mediciones durante el segundo trimestre de 2022. La estación de Kennedy presentó concentraciones diarias promedio de 5,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con un máximo de 16,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabla 7. Resumen estadístico de las concentraciones promedio 24h de BC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) medidas por la RMCAB. Abr - Jun 2022

| Estación | Prom \pm sd | Mediana | Max | Min | Datos capturados (%) |
|----------------|---------------|---------|------|-----|----------------------|
| CDAR | 3,8 \pm 2,2 | 3,4 | 12,1 | 0,8 | 89,8 |
| Ciudad Bolívar | 2,1 \pm 1,3 | 1,7 | 4,9 | 0,6 | 45,1 |
| Fontibón | 4,6 \pm 1,8 | 4,3 | 10,2 | 1,5 | 91,4 |
| Kennedy | 5,8 \pm 2,4 | 5,5 | 16,9 | 2,0 | 82,4 |
| Min Ambiente | 2,7 \pm 1,7 | 2,2 | 7,0 | 0,5 | 84,5 |
| Puente Aranda | 2,2 \pm 1,0 | 2,1 | 5,8 | 0,6 | 94,4 |
| San Cristóbal | 1,9 \pm 1,2 | 1,5 | 5,8 | 0,4 | 95,2 |

| Estación | Prom ± sd | Mediana | Max | Min | Datos capturados (%) |
|----------|-----------|---------|------|-----|----------------------|
| Tunal | 4,3±2,6 | 3,3 | 10,7 | 1,2 | 90,4 |

La serie temporal de las concentraciones diarias de eBC (24H) se presentan en la Figura 11 en la cual se observa que las estaciones Tunal y Kennedy presentan las mayores concentraciones. El 26 y 27 de abril se observaron las mayores concentraciones, superando valores de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en las estaciones Kennedy y Tunal. En las estaciones San Cristóbal y Puente Aranda se observaron concentraciones sostenidamente bajas de eBC, solo evidenciando incrementos súbitos de concentraciones la última semana de abril. En la estación MinAmbiente no se observaron incrementos de eBC que superen los 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en las estaciones CDAR y Fontibón se observaron las mayores concentraciones el 28 de abril, superando los 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

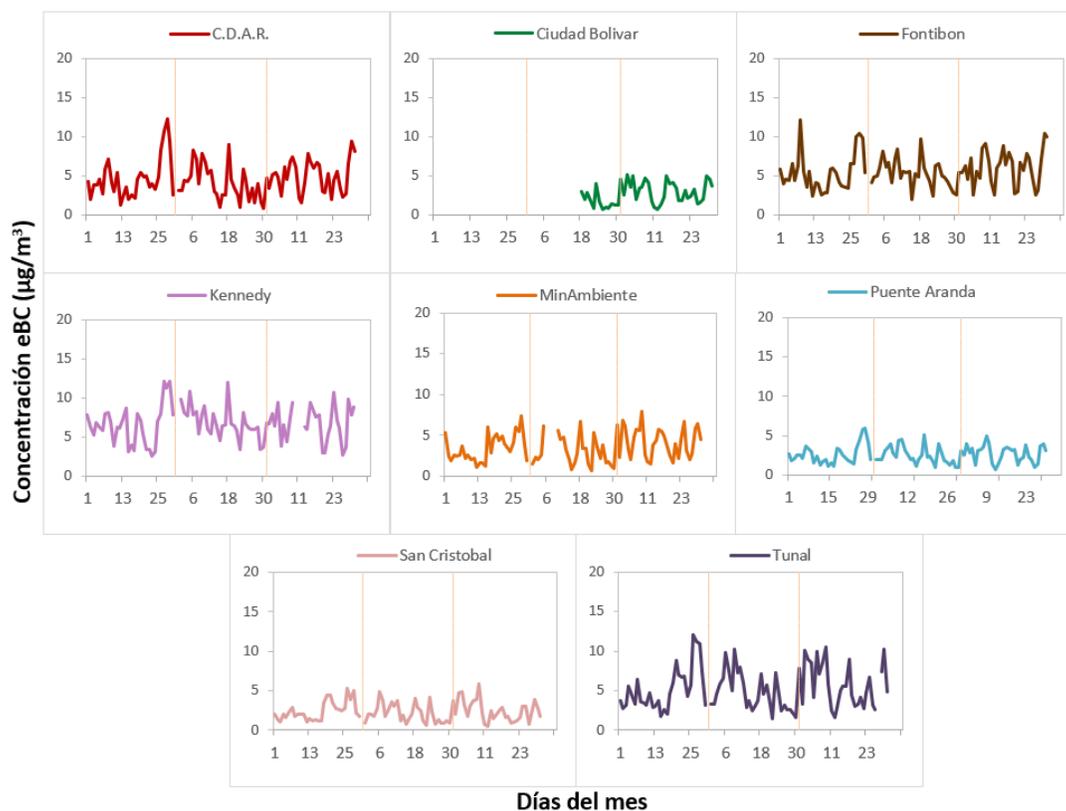


Figura 11. Concentraciones promedio diarias de BC (24h) en las estaciones de la RMCAB. Abr - Jun 2022

La Figura 12 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones de BC durante el segundo trimestre de cada año para el periodo 2019 - 2022.

Por cada una de las estaciones, se aprecia que las concentraciones de eBC fueron mayores a las observadas en 2021 y mayores a las observadas en 2020. La tendencia de concentraciones se conserva año a año, mostrando que en las estaciones Kennedy y Tunal se reportan los mayores valores de eBC, mientras que San Cristóbal, Puente Aranda y Ciudad Bolívar reportan los valores más bajos. Los promedios más altos se observaron en 2019, y los menores se registraron en el trimestre del año 2020.

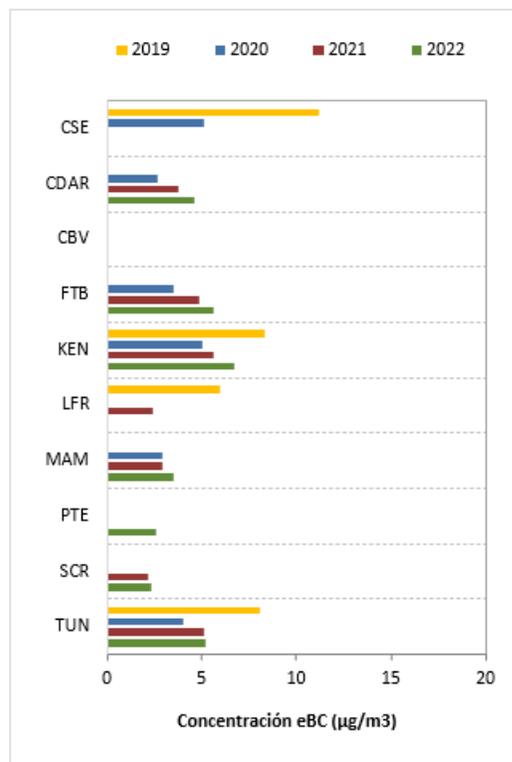


Figura 12. Comportamiento interanual de las concentraciones de BC (2019-2020-2021-2022) trimestre Abr - Jun

COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE INCENDIOS ACTIVOS

Para el cálculo del BC biomasa se aplicó la metodología propuesta por Sandradewi (2008) el cual toma las mediciones de longitudes de onda para calcular un porcentaje de BC proveniente de la Biomasa. Como valor indicativo de la quema de biomasa se optó por tomar datos satelitales del sensor MODIS y VIIRS, el cual capta las áreas quemadas caracterizadas por depósitos de carbón y cenizas, remoción de vegetación y alteración de la estructura vegetal. Es por eso que varios estudios han registrado el transporte de las plumas de quema de biomasa, que varían entre cientos y hasta miles de kilómetros, es por ello que se seleccionó un dominio en el Norte de Suramérica (NSA) para el análisis de incendios activos.

La Figura 13 muestra la cantidad de incendios activos detectados por el sensor MODIS en los días que se observó mayor concentración de eBC, entre abril, mayo y junio de 2022. Los fuegos detectados son clasificados de acuerdo al poder radiativo (Fire Power Radiative – FPR, por sus siglas en inglés) como lo sugiere (Ichoku et al., 2008)¹. La categoría 1 corresponde a incendios con FPR < 100MW, la categoría 2 a incendios con un FPR entre 100 y 500, la categoría 3 representa incendios con un FRP entre 500 y 1000MW, la categoría 4 a incendios con 1000<FRP<1500 y la categoría 5 con

¹ Ichoku, C., Giglio, L., Wooster, M. J. and Remer, L. A.: Global characterization of biomass-burning patterns using satellite measurements of fire radiative energy, Remote Sens. Environ., 112(6), 2950–2962, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2008.02.009>, 2008.

FRP>1500. Durante el segundo trimestre del 2022 se percibieron incendios, que en su mayoría se encuentran clasificados en la categoría 1 (8901), en la categoría 2 (528), en la categoría 3 (15) y unos pocos en la categoría 4 (2). Particularmente el 28 de abril, 18 de mayo y 9 de junio, días que registraron mayores concentraciones de BC, se presentaron la siguiente cantidad de incendios: 21, 62 y 19, respectivamente.

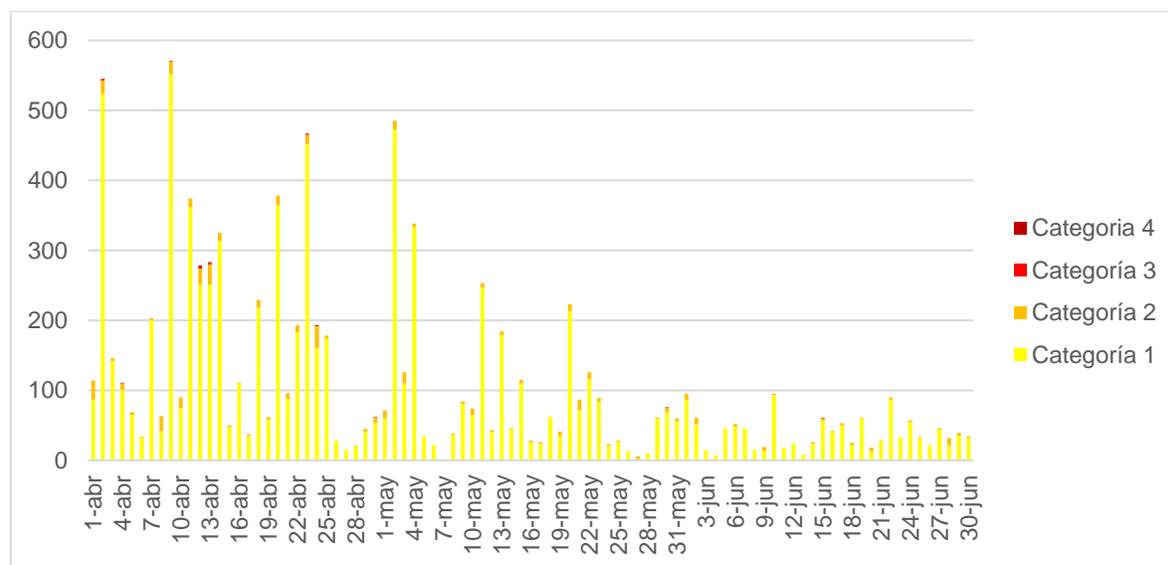


Figura 13. Gráfico de frecuencia de incendios activos censados por MODIS durante el trimestre. Abr - Jun 2022.

La categoría 1 corresponde a incendios con poder radiativo (FPR) menor a 100 MW y la categoría 2 a los incendios con $100 < FPR < 500$. la categoría 3 incendios con $500 < FPR < 1000$, la categoría 4 incendios con $1000 < FPR < 1500$ y la categoría 5 con $FRP > 1500$.

En comparación al primer trimestre, el segundo trimestre presentó una baja densidad de incendios y trayectorias de vientos provenientes principalmente desde la región del pacífico colombiano, que en conjunción aparente no influyen en los aumentos en las concentraciones de eBC; sin embargo, la Figura 14 muestra en el mapa del norte de Suramérica, las trayectorias de vientos e incendios activos censados para diferentes fechas del segundo trimestre del 2022, específicamente para los días cuando se registraron las más altas concentraciones de eBC. Los incendios se localizaron en el Norte y Nororiente de Venezuela y en las regiones de la Orinoquía, Andes y parte del Amazonas de Colombia. Los vientos se originaron en el centro de Colombia en el departamento de Boyacá y en el pacífico colombiano hasta llegar a la ciudad capital. Los días del 24 al 28 de abril se registró un total de 435 incendios, siendo el 24 de abril el día con mayores registros (193), de acuerdo a la modelación de trayectorias de masas de aire, las concentraciones altas de eBC registradas el 28 de abril no presentaron influencia proveniente de la quema de biomasa. (Ver Figura 14a). El día 18 de mayo registró altas concentraciones de eBC en Bogotá, no obstante, el número de incendios censados al norte de Suramérica (62) y trayectorias de masa de aire originadas en la región Pacífica, podría significar que las concentraciones registradas durante ese día no provengan de la quema de biomasa (Figura 14b). Por otro lado, el día 9 de junio registró concentraciones altas de BC y las trayectorias de vientos continuaron en dirección en sentido occidente - oriente desde la región del pacífico hacia

el territorio de la ciudad de Bogotá, sin embargo, no se observa una concentración alta de incendios que pudieran afectar las mediciones de eBC durante ese día (Figura 14c).

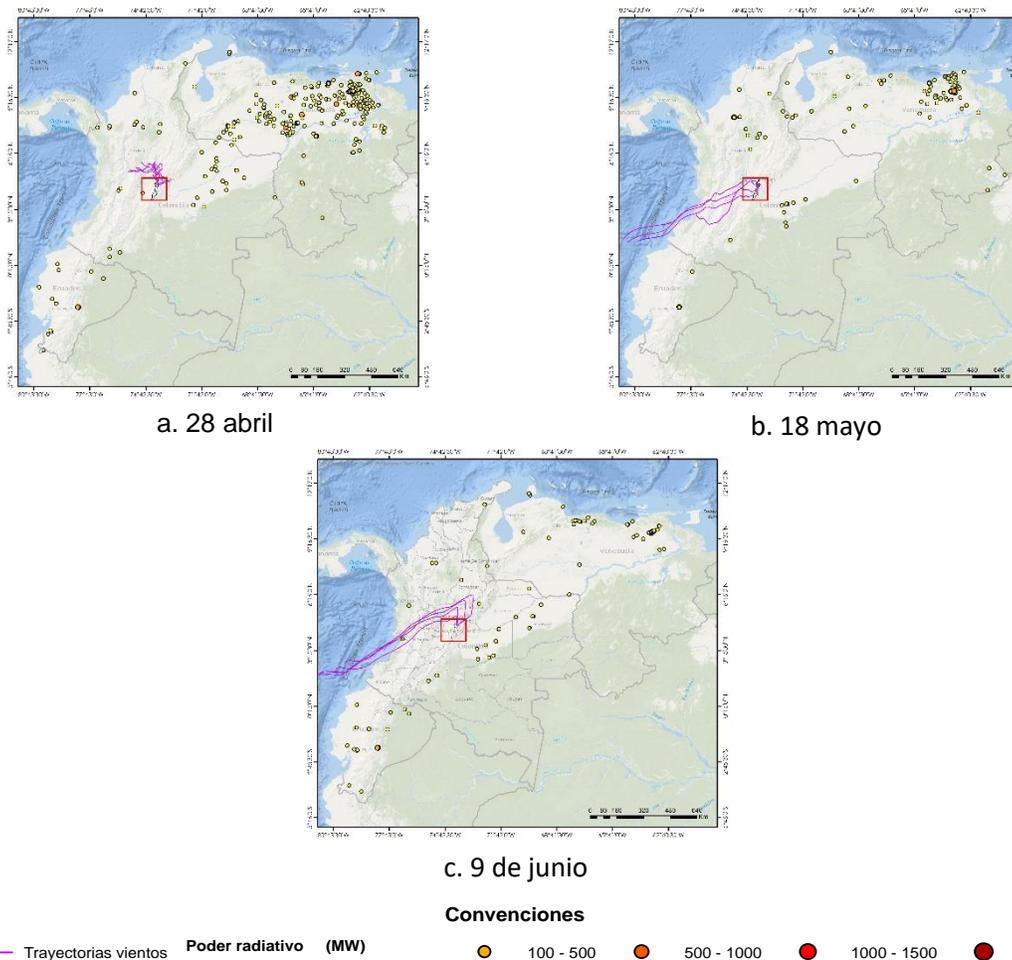


Figura 14. Mapa de incendios activos y trayectorias de vientos para los periodos: a) 24 al 28 de abril 2022, b) 14 al 18 de mayo de 2022, c) 5 al 9 de junio 2022.

La Figura 15 muestra el comportamiento temporal del segundo trimestre del 2022 de Black Carbon del porcentaje por quema de biomasa BC(bb) comparados con el porcentaje de Black Carbon por combustibles fósiles BC(ff). Se puede apreciar que el mayor porcentaje de Black Carbon que se encuentra en la atmosfera es proveniente de la quema de combustibles fósiles emitido por las fuentes fijas y móviles de la ciudad; las concentraciones de quema de biomasa en la ciudad reflejan un impacto significativo durante la primera y segunda semana de abril, entre el 10 y 30%.

Por otro lado, la estación de San Cristóbal es la que mayor porcentaje de quema de biomasa registra durante el transcurso del segundo trimestre, ya que durante los días 1 y 3 del mes de mayo se registraron valores de 13% y 16%, el día 15 se registró un valor de 20% y el día 22 registró un valor

de 21%; en el mes de junio se presentaron varios incrementos significativos, especialmente los días 11, 14 y 20 con valores entre 12 y 20%

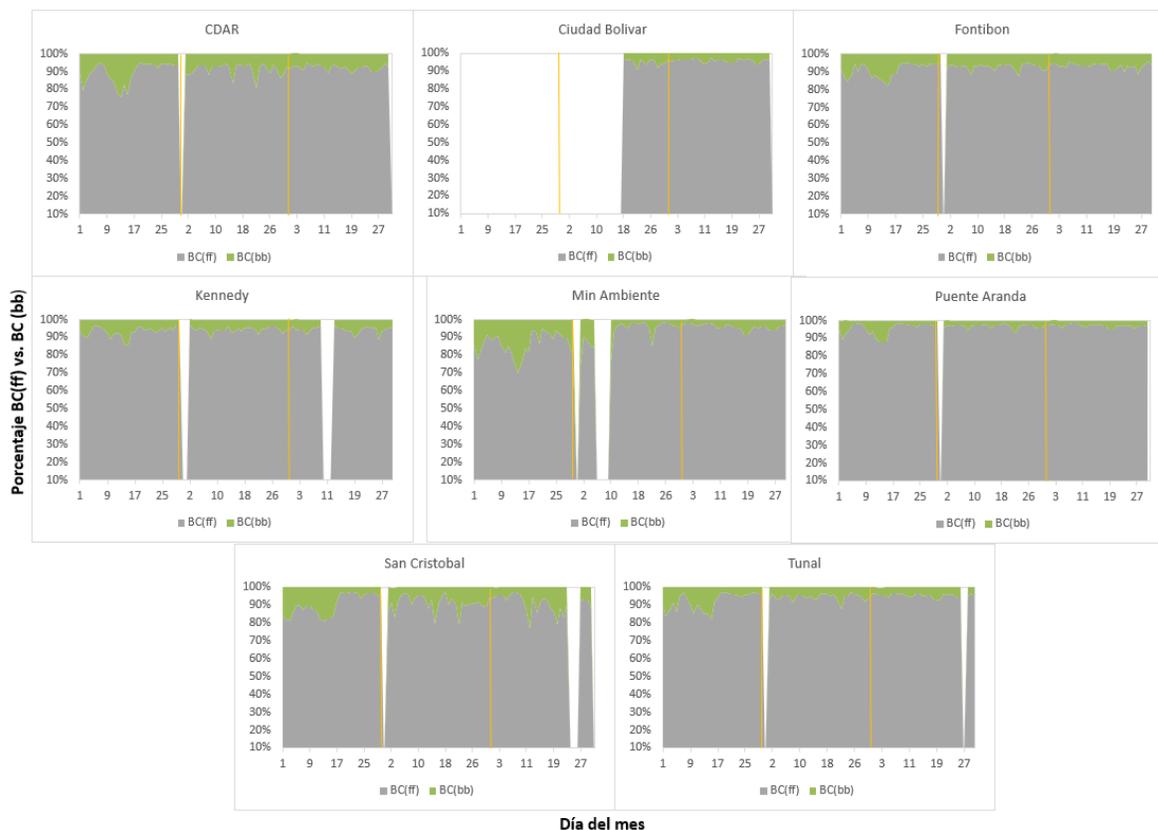


Figura 15. Serie temporal porcentaje de quema black carbon de combustibles fósiles BC(ff) vs. Black carbon de quema de biomasa BC(bb) para el trimestre Abr - Jun de 2022

8. INDICE BOGOTANO DE CALIDAD DEL AIRE (IBOCA)

El Índice Bogotano de Calidad de Aire y Riesgo en Salud, IBOCA, adoptado mediante la Resolución Conjunta 868 de 2021, es un indicador multipropósito adimensional, 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 calculada para cada contaminante prioritario con el fin de establecer la importancia en términos de afectación para cada uno.

Desde abril de 2021 se usa la siguiente escala de colores e intervalos de concentraciones para indicar los diferentes estados de calidad del aire con base en el IBOCA calculado para cada contaminante en función de los promedios media móvil, teniendo en cuenta que ahora se maneja una escala de 0 a 500:

Tabla 8. Intervalos de IBOCA y de concentraciones para contaminantes criterio

| Intervalo de valores adimensionales | Atributos del IBOCA | | | Intervalos de concentración media móvil (µg/m³) | | | | | |
|-------------------------------------|---------------------|----------------------------|-----------------|-------------------------------------------------|-------------------------|---------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| | Color | Estado de calidad del aire | Nivel de riesgo | PM ₁₀ (24h) | PM _{2.5} (24h) | CO (8h) | SO ₂ (1h) | NO ₂ (1h) | O ₃ (8h) |
| 0 – 50 | Verde | Favorable | Prevención | 0 – 54 | 0 – 12.0 | 0 – 5094 | 0 – 92 | 0 – 100 | 0 – 106 |
| 51 - 100 | Amarillo | Moderada | Prevención | 55 – 154 | 12.1 – 35.4 | 5095 – 10818 | 93 – 197 | 101 – 188 | 107 – 137 |
| 101 - 150 | Naranja | Regular | Alerta Fase 1 | 155 – 254 | 35.5 – 55.4 | 10819 – 14253 | 198 – 485 | 189 – 677 | 138 – 167 |
| 151 - 200 | Rojo | Mala | Alerta Fase 1 | 255 – 354 | 55.5 – 150.4 | 14254 – 17688 | 486 – 796 | 678 – 1220 | 168 – 206 |
| 201 - 300 | Morado | Peligrosa | Emergencia | 355 – 424 | 150.5 – 250.4 | 17689 – 34861 | 797 – 1582 | 1221 – 2349 | 207 – 392 |
| 301 - 500 | | | | 425 – 604 | 250.5 – 500.4 | 34862 – 57703 | 1583 – 2681 | 2350 – 3853 | ----- |

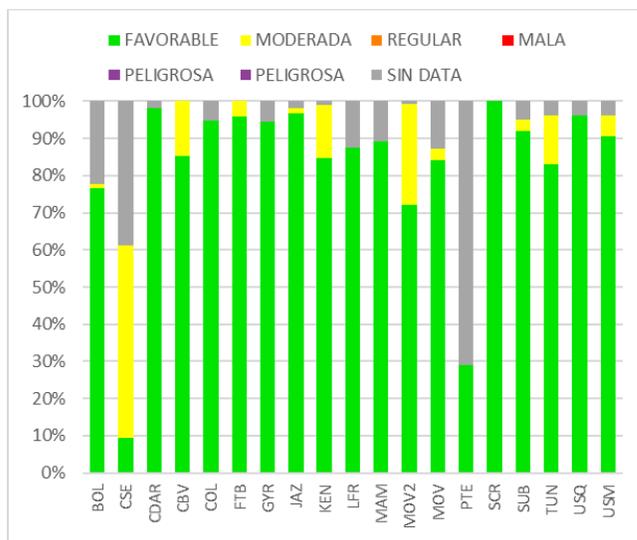


Figura 16. IBOCA para PM₁₀ por estación Abr - Jun 2022

La Figura 16 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM₁₀ por estación de monitoreo para el segundo trimestre de 2022. Se observa que la condición “favorable” se registró en mayor proporción en la mayoría de las estaciones, registrando el mayor porcentaje de esta condición en San Cristóbal y Centro de Alto Rendimiento, con un 100% y 98% del mes respectivamente. Las estaciones Carvajal - Sevillana y Móvil Fontibón registraron un porcentaje alto de la condición “moderada” con un 52 y 27% del mes respectivamente

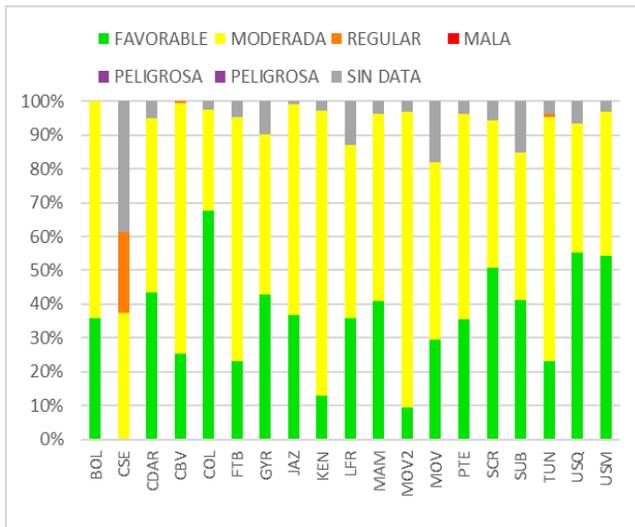


Figura 17. IBOCA para PM_{2.5} por estación Abr - Jun 2022

La Figura 17 muestra el comportamiento del índice IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM_{2.5} en cada estación de monitoreo para el segundo trimestre de 2022. En todas las estaciones predominó la condición “moderada”, con porcentajes entre 38% (Usaquén) y 84% (Kennedy). Además, en la estación Carvajal – Sevillana se registró la condición regular en un 24% del tiempo, y en la estación Tunal durante un 1%.

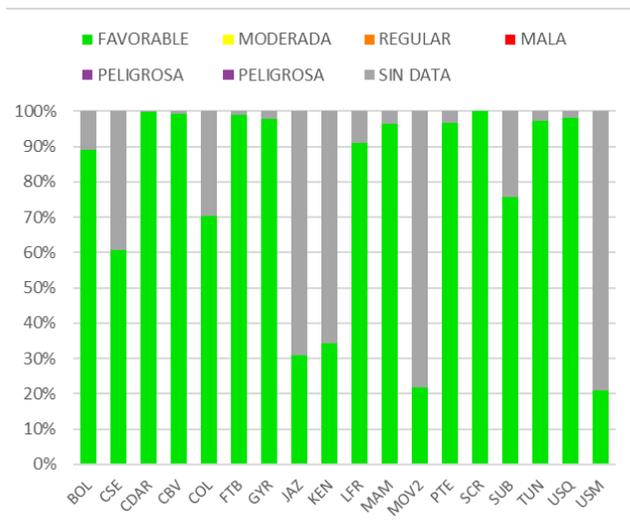


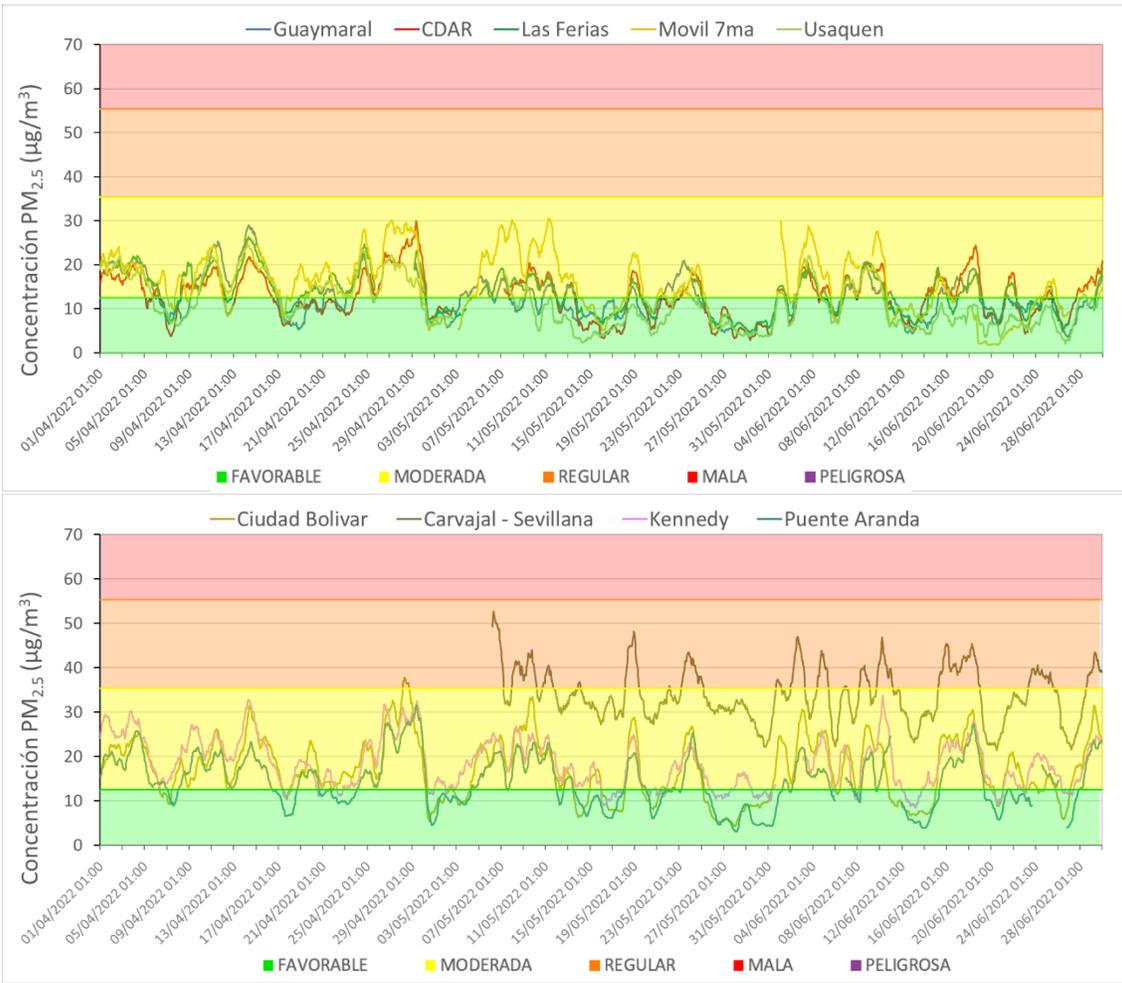
Figura 18. IBOCA para O₃ por estación Abr - Jun 2022

La Figura 18 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 8 horas de O₃ en cada estación de monitoreo durante el segundo trimestre de 2022. Se observa que la categoría “favorable” predomina en todas las estaciones de la RMCAB que contaban con analizador de O₃. Las estaciones Carvajal – Sevillana, Jazmín, Kennedy, Móvil Fontibón y Usme registraron menos del 75% de datos válidos, debido a que se invalidaron varios datos durante el trimestre.

9. EVENTOS DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

En la Figura 19 se representan las concentraciones de PM_{2.5} como media móvil 24 horas durante los meses de abril, mayo y junio de 2022. Se evidencia que durante la mayor parte del trimestre predominó la condición “moderada” en todas las estaciones de monitoreo. Las concentraciones más altas se observaron en la última semana de abril, ya que todas las estaciones registraron la condición “moderada” de manera permanente, y Ciudad Bolívar y Tunal registraron la condición “regular” por 14 y 21 horas continuas respectivamente. Las menores concentraciones de PM_{2.5} se observaron en la última semana de mayo, ya que hubo un aumento notable de la velocidad del viento en relación con los días previos del mismo mes.

El Fenómeno de la Niña ha estado presente desde el inicio del año, por lo cual se han mantenido de manera frecuente las precipitaciones durante todos los meses, siendo el mes de junio es que registró el mayor acumulado mensual en el segundo trimestre de 2022. Ya que en el segundo trimestre las condiciones meteorológicas son más favorables para la dispersión de contaminantes, por lo cual las concentraciones de material particulado se redujeron con respecto al primer trimestre, sin embargo, se mantienen las concentraciones altas en la zona suroccidente, especialmente los días jueves y viernes.



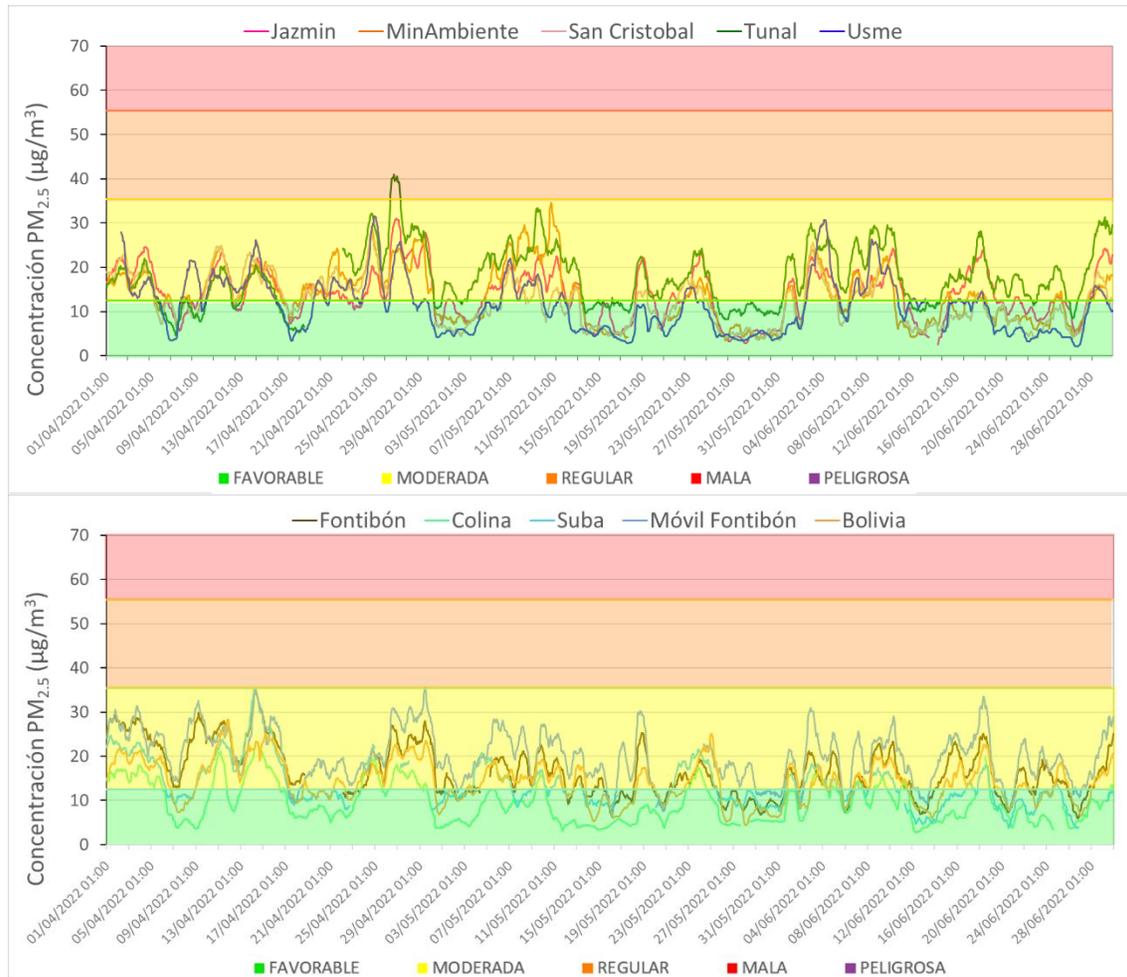


Figura 19. Comportamiento de las concentraciones media móvil 24 horas de PM_{2.5} Abr - Jun 2022

10. COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN

Como era previsto, en el segundo trimestre del ciclo anual se presentó un incremento en los niveles de precipitación, debido al ascenso relativo de la zona de confluencia intertropical que trae consigo abundantes lluvias para el país en la zona andina. Aunque el trimestre anterior se registraron abundantes lluvias, cabe recordar que, para dicho trimestre, así como para el segundo, hubo influencia del fenómeno de La Niña, con un mes de junio atípicamente húmedo. De este segundo trimestre se destacan los altos niveles de precipitación registrados durante el mes de junio, caracterizado por ser un mes de transición en las lluvias que fueron incluso mayores niveles de precipitación que el mes de abril, el cual, junto con el mes de mayo, han sido históricamente los más lluviosos del primer semestre. Es importante anotar que se presentó durante el primer trimestre del año un comportamiento semejante, para el cual, los mayores acumulados se registraron en febrero, un mes predominantemente seco dentro del ciclo anual de las precipitaciones en Bogotá.

Durante este segundo trimestre los mayores acumulados se registraron hacia el suroriente, representados por la estación San Cristóbal; centro norte de la ciudad, estaciones Centro de Alto Rendimiento - CDAR y Las Ferias y, al noroccidente, por la estación Suba. (Tabla 9 y Figura 20). De lo anterior se deduce que, los niveles de precipitación registrados en toda la ciudad, pueden ser los responsables, en parte, de la reducción de las concentraciones medias trimestrales de PM₁₀ en el flanco suroccidental y al nororiente de la ciudad, como se puede observar en el mapa respectivo.

Como se dijo anteriormente, el número de días con lluvia durante el mes de junio se suma al evidente incremento en las precipitaciones durante este mes, con registros de precipitación durante más de 25 días en seis estaciones de las once que registraron lluvia.

Tabla 9 Precipitación acumulada trimestral por estación y totales mensuales con número de días con lluvia- Trimestre Abr – Jun 2022

| Estación | ABRIL | | MAYO | | JUNIO | | TOTAL acumulada (mm) |
|----------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------------|
| | Acumulada (mm) | Días con lluvia | Acumulada (mm) | Días con lluvia | Acumulada (mm) | Días con lluvia | |
| BOL | 111 | 13 | 81,8 | 26 | 150 | 29 | 343 |
| CSE | 146 | 20 | 87,7 | 20 | 166 | 23 | 400 |
| CDAR | 199 | 22 | 107,7 | 27 | 153 | 29 | 459 |
| FTB | 122 | 19 | 25,4 | 13 | 156 | 29 | 304 |
| GYR | 145 | 20 | 84 | 23 | 149 | 27 | 378 |
| LFR | 189 | 19 | 101,4 | 21 | 179 | 25 | 469 |
| MAM | 174 | 18 | 117,3 | 22 | 153 | 26 | 445 |
| MOV | 138 | 20 | 51,8 | 24 | 64 | 25 | 253 |
| SCR | 241 | 19 | 204 | 23 | 245 | 21 | 690 |
| SUB | 186 | 19 | 120,6 | 22 | 186 | 26 | 492 |
| TUN | 121 | 19 | 79,3 | 21 | 149 | 24 | 350 |

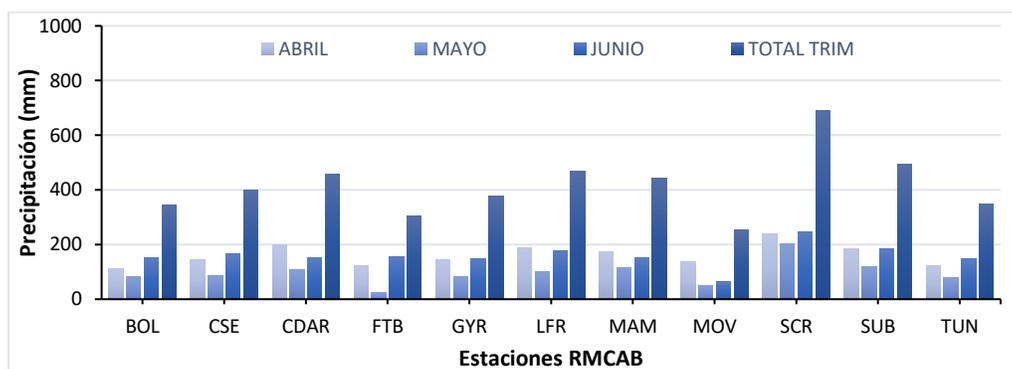


Figura 20 Precipitación acumulada trimestral por estación y totales mensuales - Abr – Jun 2022.

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|  | METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN | |
| | INFORME TRIMESTRAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB | |
| | Código: PA10-PR04-M2 | Versión: 7 |

11.COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA

Coherentemente con los niveles de precipitación del segundo trimestre, la temperatura media superficial presentó un ligero descenso respecto al trimestre anterior y al mismo trimestre de 2021. Esta reducción de la temperatura media trimestral se registró principalmente al norte del centro geográfico de la ciudad y al suroriente como suele ocurrir en el sector de San Cristóbal. En la franja central que se presenta de oriente a occidente, que atraviesa por el centro geográfico de la ciudad, se mantuvo como el trimestre anterior, con temperaturas de entre 15,2 °C a 15,8 °C. (Figura 21).

En promedio la temperatura media superficial en la ciudad fluctuó entre 14,0 °C hasta 15,1 °C, con una media general de 14,7 °C, como se puede apreciar en la Figura 22. Las mayores temperaturas se presentaron en la franja central arriba descrita que cubre las estaciones Kennedy (15,2°C), Carvajal Sevillana (15,6 °C), Puente Aranda (15,3°C), Jazmín (15,1°C) y el centro oriente en la estación Móvil 7ma (15,8 °C).

En lo que respecta a las temperaturas extremas, las máximas absolutas del trimestre se presentaron en las estaciones Tunal (27,7 °C), Kennedy (26,5 °C) y Móvil (25,1 °C), como se describe en la Tabla 10 y Figura 22.

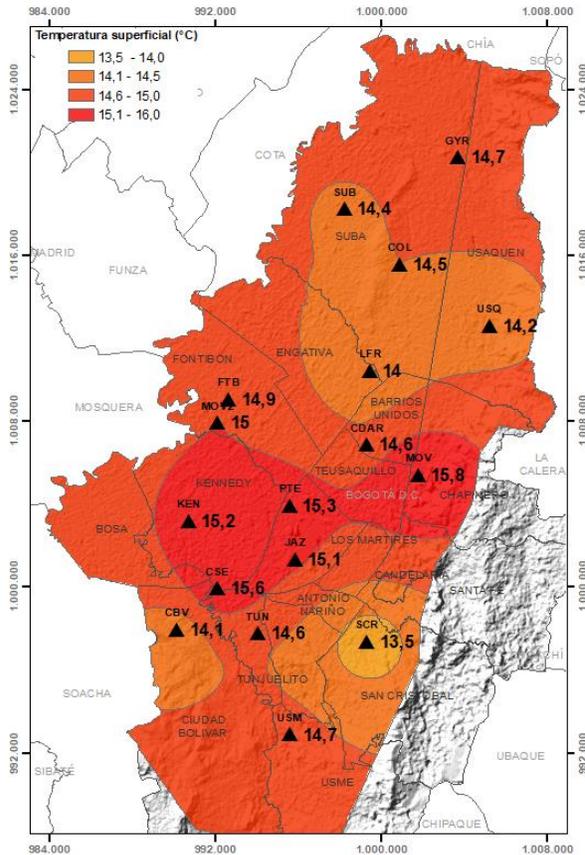


Figura 21. Mapa del promedio de temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB con base en el método de interpolación de Kriging - Trimestre Abr - Jun 2022

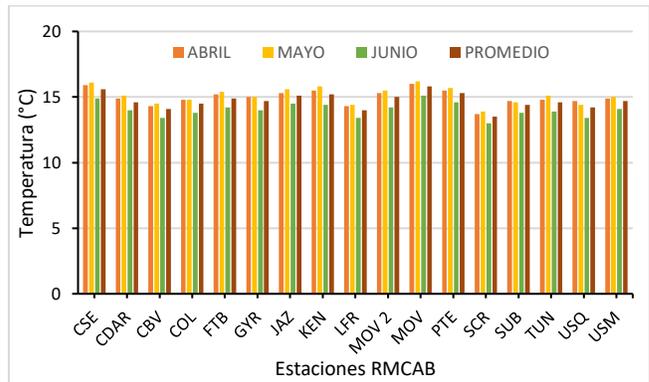


Figura 22. Temperatura media mensual y media trimestral por estación. Trimestre Abr - Jun 2022

Tabla 10. Resumen Temperatura media mensual, media trimestral y máxima absoluta por estación. Trimestre Abr - Jun 2022

| Estación | ABRIL | MAYO | JUNIO | PROM | Max Abs |
|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Temp media (°C) |
| CSE | 15,9 | 16,1 | 14,9 | 15,6 | 23,9 |
| CDAR | 14,9 | 15,1 | 14 | 14,6 | 25,0 |
| CBV | 14,3 | 14,5 | 13,4 | 14,1 | 20,2 |
| COL | 14,8 | 14,8 | 13,8 | 14,5 | 21,7 |
| FTB | 15,2 | 15,4 | 14,2 | 14,9 | 22,6 |
| GYR | 15 | 15 | 14 | 14,7 | 24,4 |
| JAZ | 15,3 | 15,6 | 14,5 | 15,1 | 21,7 |
| KEN | 15,5 | 15,8 | 14,4 | 15,2 | 26,5 |
| LFR | 14,3 | 14,4 | 13,4 | 14 | 22,6 |
| MOV2 | 15,3 | 15,5 | 14,2 | 15 | 22,6 |
| MOV | 16 | 16,2 | 15,1 | 15,8 | 25,1 |
| PTE | 15,5 | 15,7 | 14,6 | 15,3 | 21,6 |
| SCR | 13,7 | 13,9 | 13 | 13,5 | 21,1 |
| SUB | 14,7 | 14,6 | 13,8 | 14,4 | 24,9 |
| TUN | 14,8 | 15,1 | 13,9 | 14,6 | 27,7 |
| USQ | 14,7 | 14,4 | 13,4 | 14,2 | 21,9 |
| USM | 14,9 | 15 | 14,1 | 14,7 | 21,5 |
| Prom | 15,0 | 15,1 | 14,0 | 14,7 | 23,2 |

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

Para el segundo trimestre del año el flujo de los vientos presenta una variación en cuanto a su predominio. A diferencia del trimestre anterior donde predominaron los vientos del suroccidente, en el segundo trimestre se observa una mayor influencia de los vientos del sur y sureste, con alguna influencia de vientos del suroccidente hacia el norte de la ciudad (Figura 23).

Debido a la predominancia de los vientos del sureste, para este trimestre se observa una reducción generalizada de las concentraciones de gases y partículas con respecto al trimestre

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|  | METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN | |
| | INFORME TRIMESTRAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB | |
| | Código: PA10-PR04-M2 | Versión: 7 |

anterior. Otro aspecto importante, es el hecho de que se registraron mayores concentraciones de material particulado hacia el sector de Fontibón, lo que puede atribuirse no sólo al aporte de la zona o a la contribución de fuentes externas, sino, al predominio de los vientos del sur. Al igual que el trimestre anterior, se observa una disminución en las concentraciones de material particulado en el suroccidente de la ciudad respecto a años anteriores. Cabe anotar que, posiblemente las lluvias contribuyeron con esta reducción.

Las velocidades del viento durante el segundo trimestre del año fueron semejantes al trimestre anterior, con una variación de entre 0,9 m/s a 2,2 m/s. Mientras que los mayores registros se observaron hacia el flanco suroccidental de la ciudad y hacia el centro geográfico de la ciudad, con valores entre 1,7 m/s y 2,2 m/s. Las velocidades más bajas se presentaron por todo el borde de los cerros orientales, posiblemente por la confluencia de corrientes de aire provenientes del sur con algunas divergencias hacia el oriente, aunque es frecuente que a lo largo de los cerros orientales las velocidades de los vientos sean bajas. Figura 23.

Cabe resaltar, que para el segundo trimestre del año anterior el comportamiento fue semejante, con vientos predominantes del sur y suroriente a lo largo de la franja oriental de la ciudad, haciendo más favorable la descontaminación de la ciudad por transporte y difusión turbulenta.

En relación con las velocidades extremas, es frecuente que estas se registren en el sector suroccidente de la ciudad, lo que resulta favorable para la dispersión de contaminantes en la ciudad por su contribución en los procesos de mezclado y difusión turbulenta. Aunque en ocasiones, hacia el sector de MinAmbiente se registran altas velocidades durante el día que pueden obedecer a vientos catabáticos de los cerros orientales. En ese orden, las máximas absolutas se reportaron en las estaciones Ciudad Bolívar, MinAmbiente (8,1 m/s), Colina (7,7 m/s) y Jazmín (6,8 m/s). (Tabla 11).

En la Figura 25 se presenta mayor detalle del comportamiento medio en diferentes fracciones del día durante el trimestre objeto de análisis, a fin de complementar la descripción de los vientos durante el segundo trimestre del año,

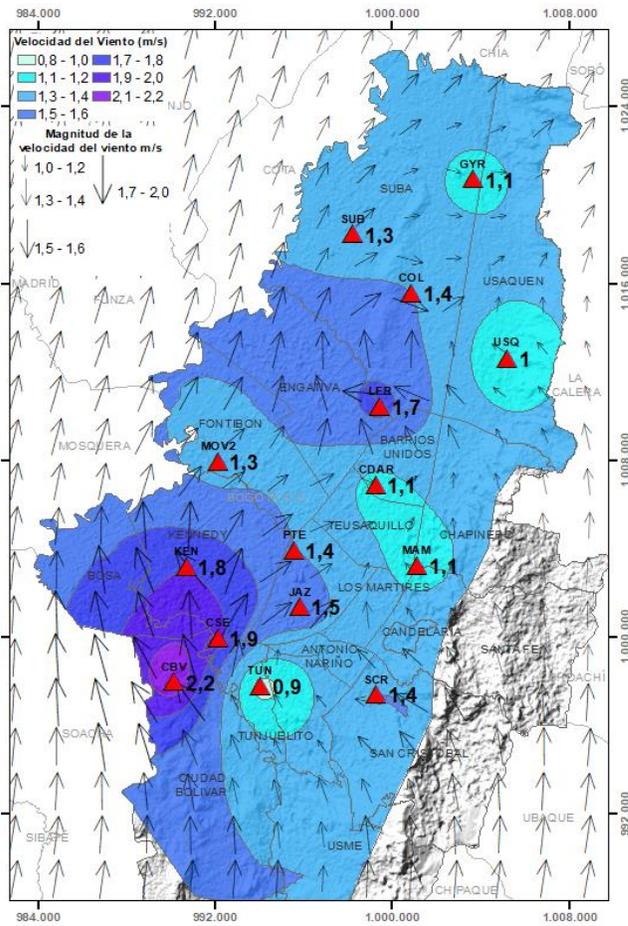


Figura 23. Velocidad promedio (Superficie en colores) y Dirección promedio (Vectores) del Viento de Bogotá con base en la interpolación de Kriging – trimestre Abr – Jun 2022

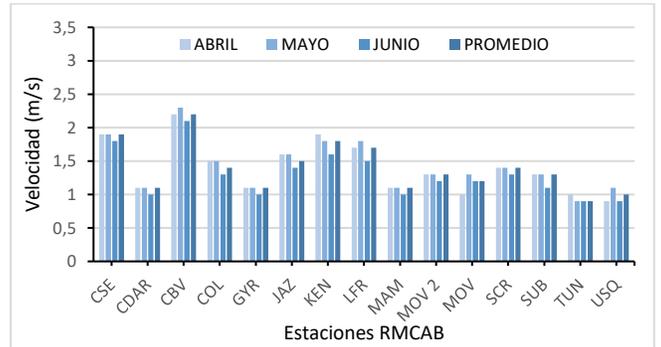


Figura 24 Velocidad media mensual y promedio trimestral del viento por estación– Trimestre Abr – Jun 2022

Tabla 11. Velocidades reportadas para el Trimestre Abr – Jun 2022

| ESTACION | ABR | MAY | JUN | PROM | MAX Abs |
|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| | Vel. med | Vel. med | Vel. med | Vel. med | Vel. Max. |
| CSE | 1,9 | 1,9 | 1,8 | 1,9 | 5,4 |
| CDAR | 1,1 | 1,1 | 1 | 1,1 | 4,3 |
| CBV | 2,2 | 2,3 | 2,1 | 2,2 | 8,1 |
| COL | 1,5 | 1,5 | 1,3 | 1,4 | 7,7 |
| GYR | 1,1 | 1,1 | 1 | 1,1 | 4,5 |
| JAZ | 1,6 | 1,6 | 1,4 | 1,5 | 6,8 |
| KEN | 1,9 | 1,8 | 1,6 | 1,8 | 5,6 |
| LFR | 1,7 | 1,8 | 1,5 | 1,7 | 5,9 |
| MAM | 1,1 | 1,1 | 1 | 1,1 | 8,1 |
| MOV 2 | 1,3 | 1,3 | 1,2 | 1,3 | 4,6 |
| MOV | 1 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 4,2 |
| PTE | 1,3 | 1,3 | 1,6 | 1,4 | 4,4 |
| SCR | 1,4 | 1,4 | 1,3 | 1,4 | 5,4 |
| SUB | 1,3 | 1,3 | 1,1 | 1,3 | 4,8 |
| TUN | 1 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 4,2 |
| USQ | 0,9 | 1,1 | 0,9 | 1 | 5,8 |

12.1. Valores de velocidad promedio trimestral del viento en diferentes fracciones del día en las estaciones de la RMCAB.

El mapa presentado en la Figura 23 muestra el comportamiento medio de los vientos durante el segundo trimestre del año. Sin embargo, durante el día las propiedades dinámicas y viscosas del aire presentan variaciones debido las cantidades de radiación solar entrante y a la transferencia de calor del suelo. Asimismo, dicho comportamiento determina variaciones en el comportamiento del viento durante diferentes horas del día, variaciones que pueden ser apreciadas si se descompone

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|  | METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN | |
| | INFORME TRIMESTRAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB | |
| | Código: PA10-PR04-M2 | Versión: 7 |

vectorialmente el viento para diferentes fracciones del día. Así las cosas, a continuación, se presenta un análisis de tal comportamiento durante la madrugada, mañana, tarde y noche de este trimestre.

De acuerdo con los registros de la RMCAB, en horas de la **madrugada (1 am – 6 am)** del segundo trimestre del año en curso, se hicieron predominantes los vientos del suroccidente y del sur, en el sur de la ciudad; en el flanco occidental predominaron los vientos del suroccidente y una fuerte componente occidental hacia el norte del distrito. Entretanto, a lo largo de los cerros orientales, principalmente hacia el sur y centro oriente, predominaron los vientos del suroriente con una marcada influencia de vientos del sur. Bajo condiciones de estabilidad atmosférica desfavorables, es posible que el encuentro entre estas corrientes del occidente y del oriente, pudo haber propiciado posibles acumulaciones de contaminantes debido a las bajas velocidades del viento que caracterizan en este horario, por la reducción de energía solar entrante y a la pérdida de energía del suelo. De allí que, las máximas velocidades medias alcanzadas fueron de 0,5 m/s a 1,3 m/s (Figura 25 a).

En horas de la **mañana (7 am – 12 m)**, con la transferencia de energía solar, los vientos se dinamizaron con un fortalecimiento de la componente suroriente en gran parte de la ciudad, contribuyendo muy posiblemente con el transporte y mezcla de contaminantes acumulados en horas de la noche y madrugada. Naturalmente, con velocidades mayores que las de la madrugada que fluctuaron entre 1,0 m/s a 2,4 m/s. (Figura 25 b).

En horas de la **tarde (1 pm - 6 pm)**, toma fuerza nuevamente la componente sur en todo el territorio distrital. Este comportamiento pudo traducirse en el transporte de contaminantes del sur hacia el norte. Aunque, dada la magnitud de su velocidad con valores de entre 1,6 a 3,3 m/s, su capacidad de mezclado habrá contribuido con la limpieza de la ciudad. Ver Figura 25 c).

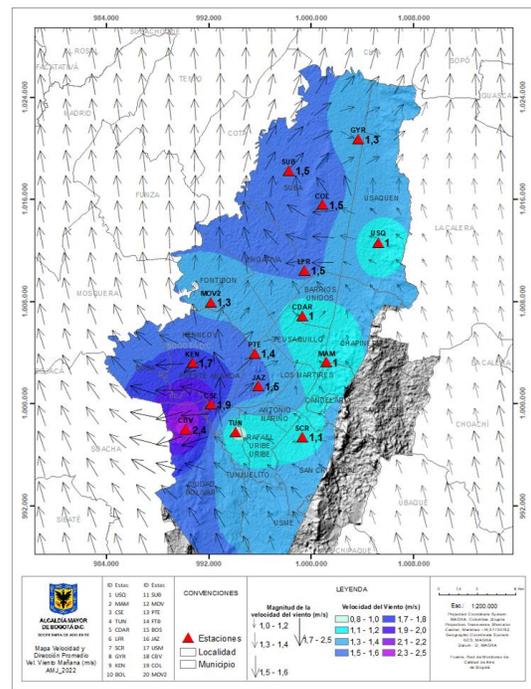
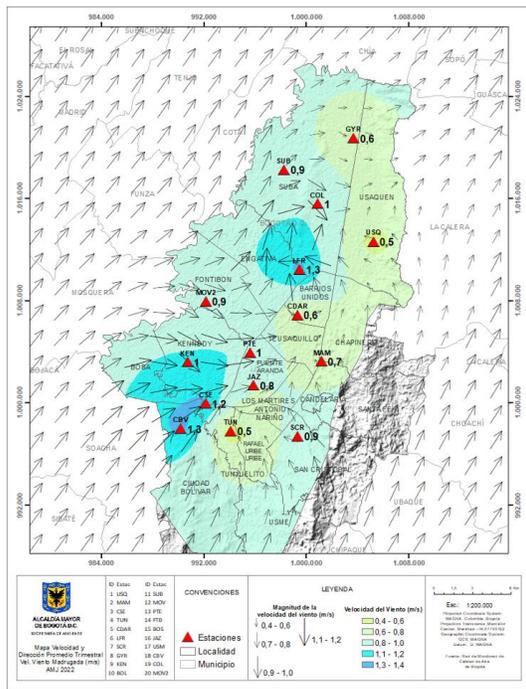
Entradas las horas de la **noche (7 pm – 12 am)**, el patrón de flujo se mantuvo semejante a las horas de la tarde, con un flujo generalizado de vientos del sur, pero con velocidades inferiores a las registradas en horas de la tarde por la reducción de la cantidad de energía solar entrante. Ver Figura 25 d).

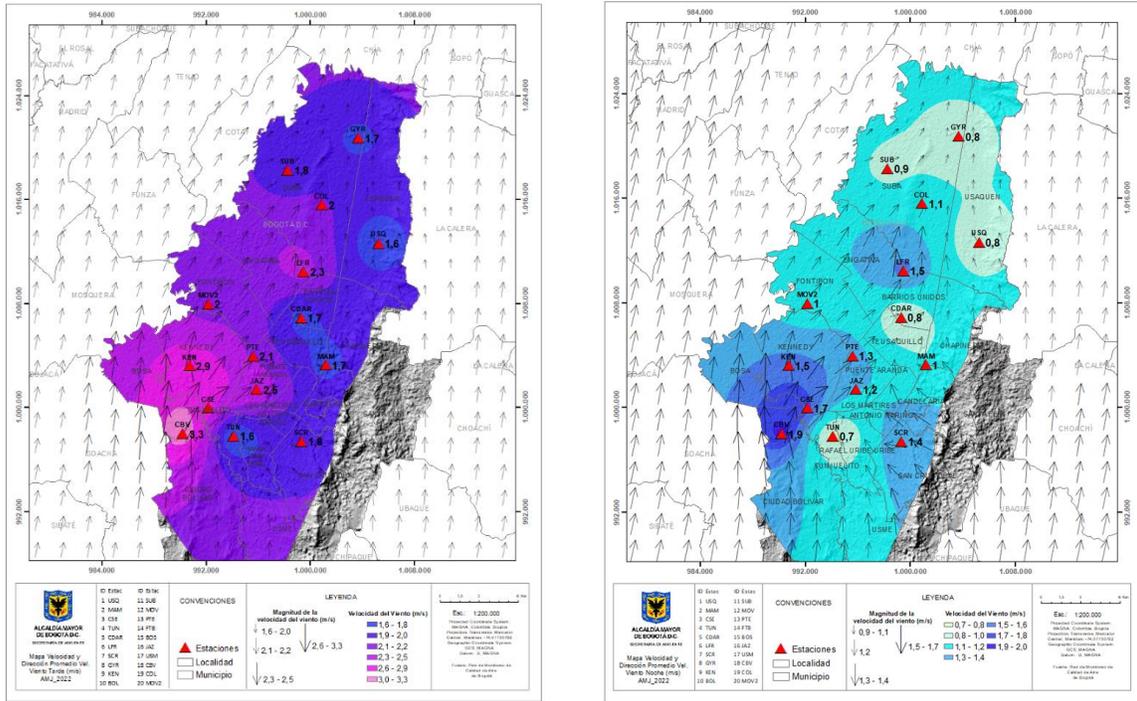
Del análisis anterior, se puede deducir que el predominio de los vientos para el segundo trimestre del año estuvo caracterizado por presentar vientos del sur en el flanco occidental, y del suroriente, en el flanco oriental de la ciudad, con algunas contribuciones del suroccidente en el norte del distrito.

En la Tabla 12 se consolida la estimación de las direcciones y velocidades del viento producto de la descomposición vectorial de los registros de cada una de las estaciones de la RMCAB, para el trimestre Abr – Jun 2022.

Tabla 12. Valores promedio vectorial del viento resultante en diferentes fracciones del día por cada estación de la RMCAB – Trimestre Abr - Jun 2022

| Estación | Velocidad promedio del viento (m/s) | | | | Dirección promedio del viento (°) | | | |
|-----------------|-------------------------------------|------------|------------|------------|-----------------------------------|--------|-------|-------|
| | Madrugada | Mañana | Tarde | Noche | Madrugada | Mañana | Tarde | Noche |
| CSE | 1,2 | 1,9 | 2,7 | 1,7 | 248 | 181 | 266 | 265 |
| CDAR | 0,6 | 1,0 | 1,7 | 0,8 | 327 | 339 | 241 | 263 |
| CBV | 1,3 | 2,4 | 3,3 | 1,9 | 243 | 34 | 174 | 155 |
| COL | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 1,1 | 350 | 76 | 195 | 212 |
| GYR | 0,6 | 1,3 | 1,7 | 0,8 | 322 | 342 | 177 | 177 |
| JAZ | 0,8 | 1,5 | 2,5 | 1,2 | 275 | 250 | 232 | 232 |
| KEN | 1,0 | 1,7 | 2,9 | 1,5 | 316 | 46 | 169 | 169 |
| LFR | 1,3 | 1,5 | 2,3 | 1,5 | 19 | 56 | 178 | 178 |
| MAM | 0,7 | 1,0 | 1,7 | 1,0 | 145 | 126 | 109 | 109 |
| MOV2 | 0,9 | 1,3 | 2,0 | 1,0 | 324 | 211 | 235 | 235 |
| PTE | 1,0 | 1,4 | 2,1 | 1,3 | 259 | 244 | 234 | 234 |
| SCR | 0,9 | 1,1 | 1,8 | 1,4 | 85 | 65 | 82 | 82 |
| SUB | 0,9 | 1,5 | 1,8 | 0,9 | 205 | 221 | 278 | 278 |
| TUN | 0,5 | 0,9 | 1,6 | 0,7 | 154 | 151 | 170 | 170 |
| USQ | 0,5 | 1,0 | 1,6 | 0,8 | 63 | 91 | 138 | 138 |
| Promedio | 1,0 | 1,5 | 2,3 | 1,3 | | | | |



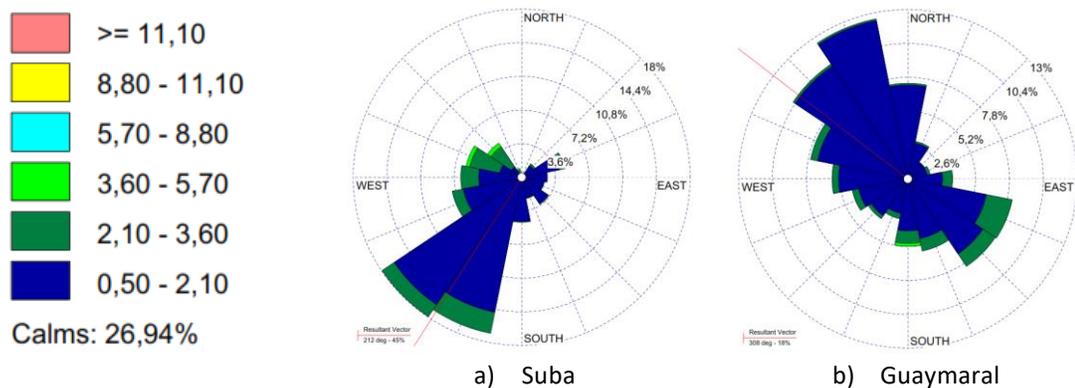


c) Tardes

d) Noches

Figura 25. Mapas dirección y velocidad del viento para diferentes fracciones del día – del trimestre Abr – Jun 2022. a) Madrugada, b) Mañana, c) Tardes, d) Noches

Adicionalmente, en la Figura 26 se presentan las rosas de viento de cada estación que cumplió con el criterio de representatividad temporal del 75%. En estas se pueden observar las frecuencias y direcciones predominantes registradas durante el segundo trimestre de 2022. Se destacan los vientos del oriente con un 46% de ocurrencia en la estación San Cristóbal, la estación Móvil de Fontibón con un 38% de vientos del occidente que, representa la divergencia del flujo de vientos provenientes del sur, hacia el oriente de la ciudad; así mismo se resalta el porcentaje de vientos del Ciudad Bolívar con un 28% de vientos del oriente, con velocidades de entre 0,5 a 5,7 m/s.



a) Suba

b) Guaymaral



SECRETARÍA DE
AMBIENTE

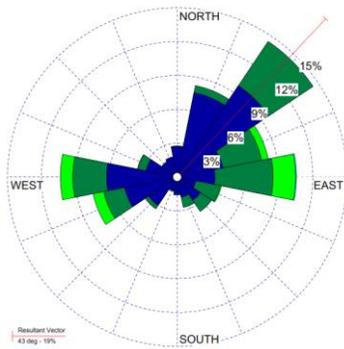


METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN

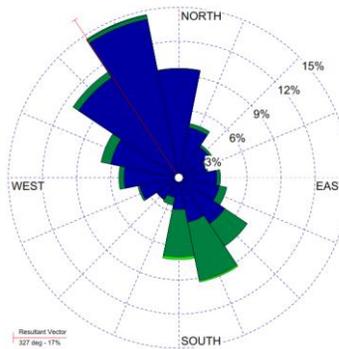
INFORME TRIMESTRAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB

Código: PA10-PR04-M2

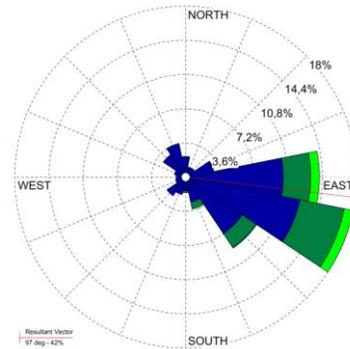
Versión: 7



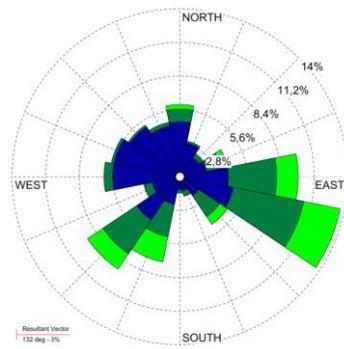
c) Las Ferias



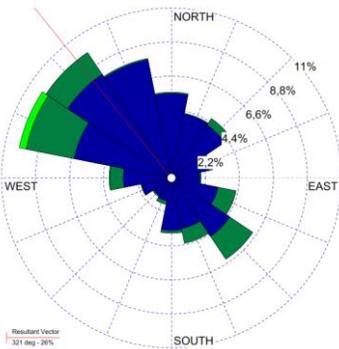
d) Colina



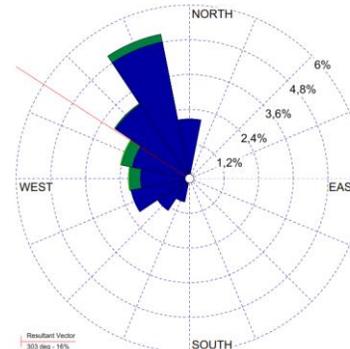
e) Usaquén



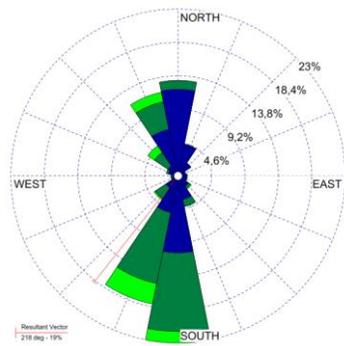
f) Kennedy



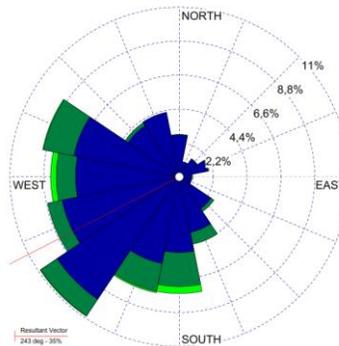
g) CDAR



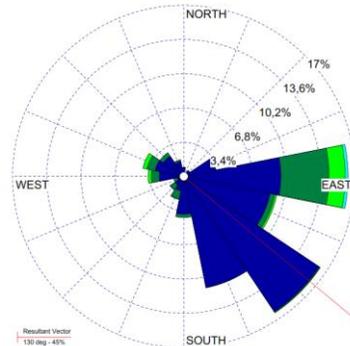
h) Móvil 7ma



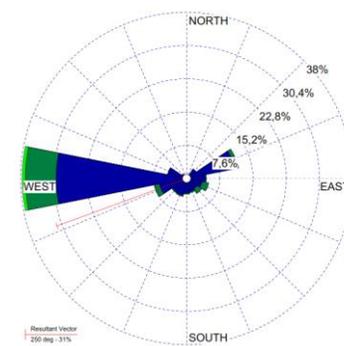
i) Carvajal-Sevillana



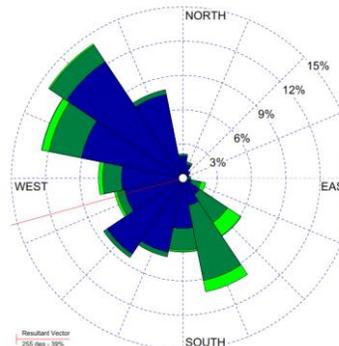
j) Puente Aranda



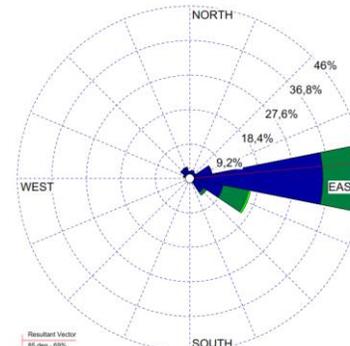
k) MinAmbiente



l) Móvil Fontibón



m) Jazmín



n) San Cristóbal

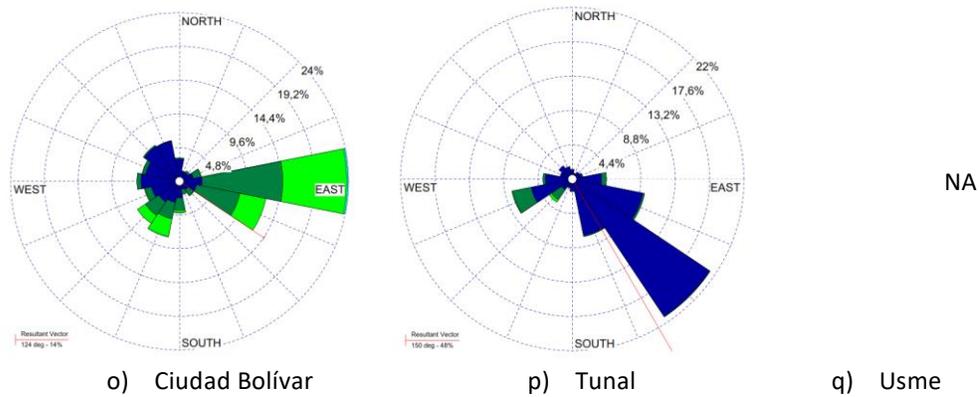
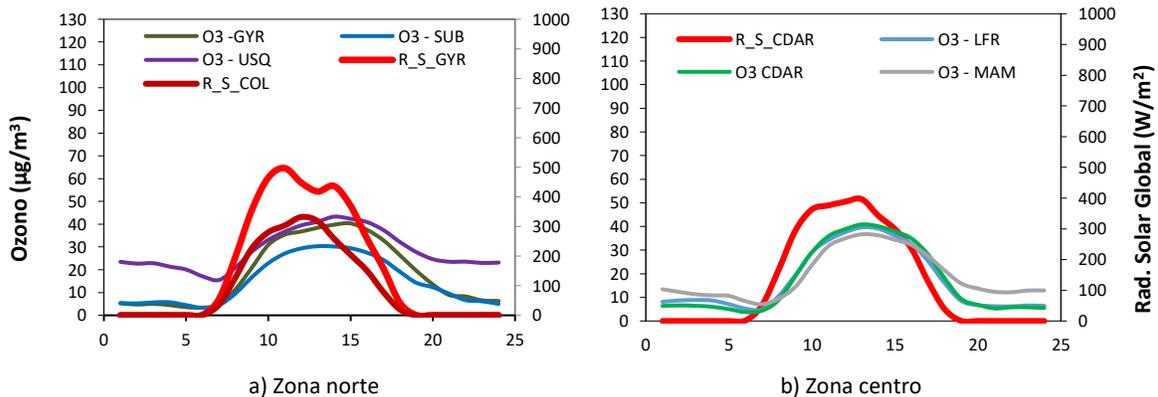


Figura 26. Rosas de viento – Trimestre - Abr– Jun 2022. a) Suba, b) Guaymaral, c) Las Ferias, d) Colina e) Usaquéen f) Kennedy, g) C.D.A.R., h) Móvil 7ma, i) Carvajal, j) Puente Aranda, k) MinAmbiente, l) Ciudad Bolívar, m) Jazmín, n) San Cristóbal, o) Móvil FTB, p) Tunal; q) Usme.

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

Para el segundo trimestre de 2022, el flujo radiativo del sol en las horas de mayor incidencia, efectivamente presentó una reducción en gran parte del Distrito. En el sector de San Cristóbal, donde durante el año se presentan altos acumulados de radiación durante el día, se estimaron promedios horarios trimestrales por debajo de los 600 W/m². Asimismo, hacia la zona norte se redujeron las cantidades de radiación solar entrantes pasando de 713 W/m² en la hora de mayor incidencia, a 430 W/m² en el segundo trimestre. Esta reducción es coherente con los altos niveles de precipitación acumulados durante este segundo trimestre. Asociado al descenso en radiación solar, en la zona norte las concentraciones medias horarias trimestrales de Ozono, en la hora de mayor concentración, se redujeron a 43 µg/m³ de los 60 µg/m³ que se registraron en el trimestre anterior. Situación semejante se presentó en las otras zonas de la ciudad, cuyas concentraciones fueron inferiores a los 43 µg/m³. Ver Figura 27.



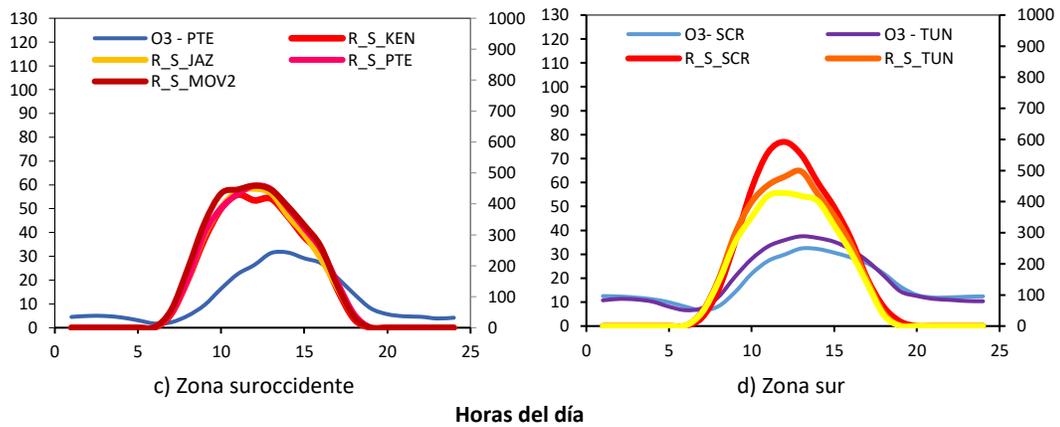


Figura 27. Comportamiento horario de O₃ (µg/m³) y su relación con la Radiación Solar entrante (W/m²) - Trimestre – Abr - Jun 2022. a) zona norte, b) zona centro, c) zona suroccidente y d) zona sur

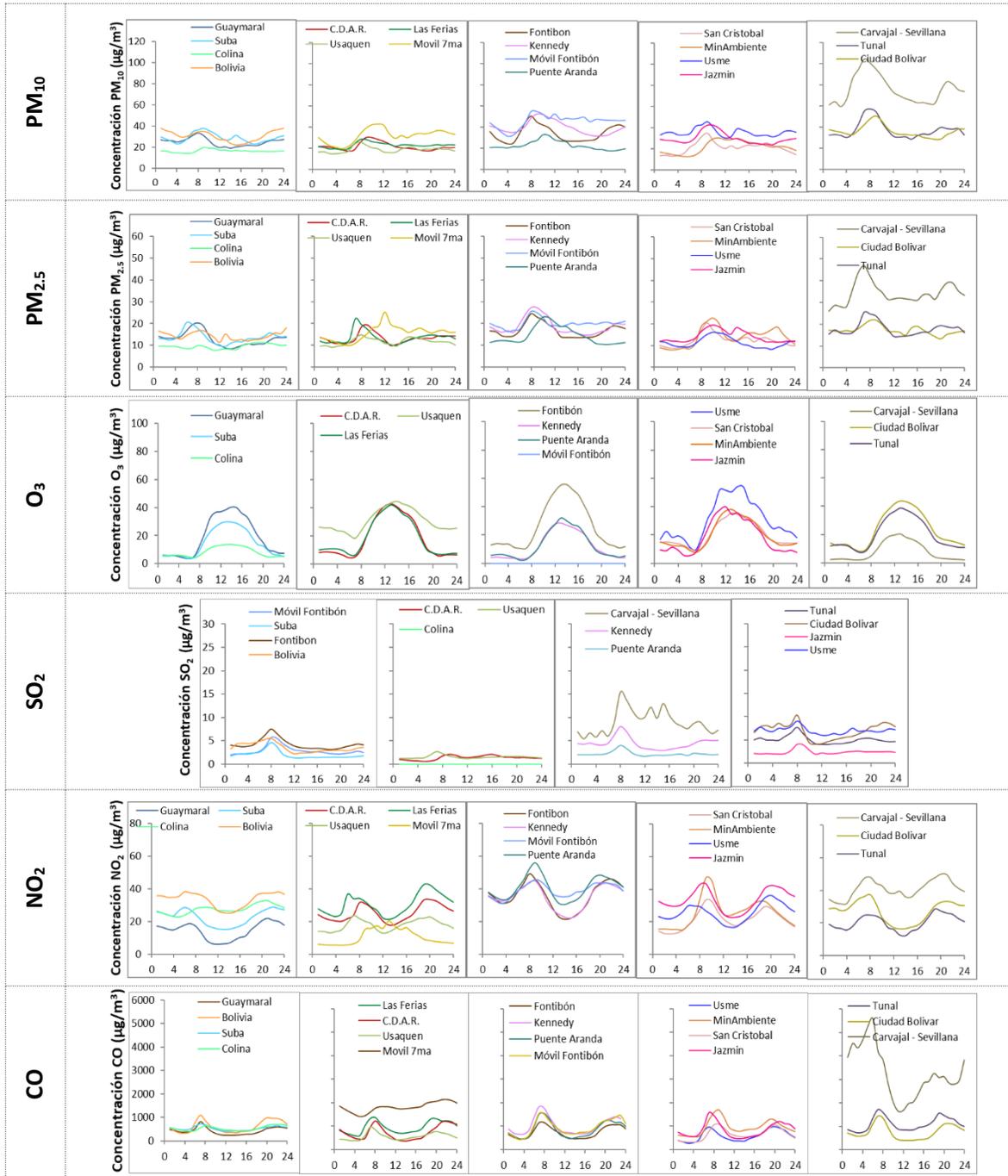
ANEXOS

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

Tabla 13. Características de las estaciones de monitoreo de la RMCAB

| Características | Ubicación | | | | | | | | Contaminantes | | | | | Variables Meteorológicas | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----------|--------------|--------------|-------------|------------|----------------|--------------|----------------------|----------------------------|------------------|-------------------|----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|-----------|-----------|-------------|---------------|----------|-------------|--------------|---|
| | Sigla | Latitud | Longitud | Altitud (m) | Altura (m) | Localidad | Tipo de zona | Tipo de estación | Dirección | PM ₁₀ | PM _{2.5} | O ₃ | NO _x | CO | SO ₂ | V. Viento | D. Viento | Temperatura | Precipitación | R. Solar | H. Relativa | Presión Atm. | |
| Guaymaral | GYR | 4°47'1.52"N | 74°2'39.06"W | 2580 | 0 | Suba | Suburbana | De fondo | Autopista Norte # 205-59 | 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 | Urbana | De fondo | Carrera 78 Bis # 132-11 | 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 | Suburbana | De fondo | Carrera 111 # 150A-61 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Bolivia | BOL | 4°44'9.12"N | 74°7'33.18"W | 2574 | 0 | Engativá | Suburbana | De fondo | Avenida Calle 80 # 121-98 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Las Ferias | LFER | 4°41'26.52"N | 74°4'56.94"W | 2552 | 0 | Engativá | Urbana | De tráfico | Avenida Calle 80 # 69Q-50 | X | X | X | X | 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 | Urbana | De fondo | Calle 63 # 59A-06 | X | 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 | Urbana | De tráfico | Carrera 7 con calle 60 | X | 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 | Urbana | De tráfico | Calle 37 # 8-40 | X | 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 | Urbana | De tráfico | Carrera 104 # 20 C-31 | X | X | 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 | Urbana | Industrial | Calle 10 # 65-28 | X | 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 | Urbana | De fondo | Carrera 80 # 40-55 sur | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Carvajal - Sevillana | CSE | 4°35'44.22"N | 74°8'54.90"W | 2563 | 3 | Kennedy | Urbana | Tráfico / Industrial | Autopista Sur # 63-40 | X | X | X | X | 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 | Urbana | De fondo | Carrera 24 # 49-86 sur | 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 | Urbana | De fondo | Carrera 2 Este # 12-78 sur | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| El Jazmín | JAZ | 4°36'30.6"N | 74°06'53.8"W | 2559 | 0 | Puente Aranda | Urbana | Residencial | Calle 1 G # 41 A-39 | X | X | X | 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 | Urbana | Residencial | Carrera 11 # 65 D 50 Sur | 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 | 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 | Urbana | Residencial | Avenida Boyacá No 142-55 | X | 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 | Urbana | Tráfico / Industrial | Cra. 98 # 16 B 50 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

B. Promedios horarios de contaminantes segundo trimestre 2022 (Abril - Junio)



| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|  | METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN | |
| | INFORME TRIMESTRAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB | |
| | Código: PA10-PR04-M2 | Versión: 7 |

C. 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 diciembre de 2021² (EPA, 2021). 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 14).

Tabla 14. 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-0206-148 | |
| | | 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 | |

² United States Environmental Protection Agency. List of Designated Reference and Equivalent Methods, December 15, 2021. <https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-12/designated-referene-and-equivalent-methods-12152021.pdf>

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|  | METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN | |
| | INFORME TRIMESTRAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB | |
| | Código: PA10-PR04-M2 | Versión: 7 |

| | | | |
|-----------------|-------------------------------------------|---------------|-----|
| | | RFCA-1093-093 | |
| | | RFCA-0915-228 | |
| SO ₂ | Fluorescencia Pulsante en el Ultravioleta | EQSA-0495-100 | A-1 |
| | | EQSA-0802-149 | |
| | | EQSA-0486-060 | |

D. Declaraciones

Se declara que los resultados relacionados en el presente informe trimestral 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 de abril y 30 de junio de 2022.

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 trimestral 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 TRIMESTRAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB | |
| | Código: PA10-PR04-M2 | Versión: 7 |

Tabla 15. 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$:

Tabla 16. Factores de conversión de concentraciones de gases contaminantes ppm, ppb a $\mu\text{g}/\text{m}^3$

| 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