



# Informe Trimestral de Calidad del Aire de Bogotá



**Octubre - Noviembre - Diciembre  
2021**



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 2021 – 4 (OCTUBRE – NOVIEMBRE - DICIEMBRE)**



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

**Camilo Alexander Rincón Escobar**  
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

**Leonardo Quiñones Cantor**  
Coordinación Técnica Sistema de Alertas Tempranas de  
Bogotá – Componente Aire (SATAB)

**María Camila Buitrago Jiménez**  
Profesional Especializado Componente Aire (SATAB)

Secretaría Distrital de Ambiente  
– SDA –

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

Año 2021  
Impreso en Colombia

## **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 octubre, noviembre y diciembre se presentaron cincuenta y seis (56) excedencias diarias de las concentraciones de material particulado menor a 10 micras  $PM_{10}$  y sesenta y cuatro (64) 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 siete (7) excedencias a la norma. Para las concentraciones de dióxido de azufre  $SO_2$  se registró una (1) excedencia 1h, para el monóxido de carbono  $CO$  y el dióxido de nitrógeno  $NO_2$  no se registraron excedencias de 1h a la normatividad.*

*Durante el trimestre de octubre, noviembre y diciembre se observó un incremento de concentraciones en el último mes del trimestre, debido a la influencia del aumento de actividad en la ciudad, mayor tráfico y uso de juegos pirotécnicos en las celebraciones de fin de año. Asimismo, se evidenció un incremento significativo en las concentraciones de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  y gases  $NO_2$  y  $O_3$ , sin embargo, se evidenció una disminución significativa en las excedencias de  $SO_2$  y  $CO$ .*

*Por otro lado, 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 no se vio afectada este trimestre por la temperatura interna y/o desviación estándar en ninguna de las estaciones.*

*Finalmente, como novedad, este trimestre la RMCAB trabajó en la actualización de varios procedimientos internos del grupo, adjudicó contratos de calibración de equipos y suscribió contratos para adquirir insumos y repuestos para la operación continua de equipos. También, envió progresivamente sensores de humedad y temperatura interna a calibración externa.*

### **Nota:**

***Este informe “informe trimestral de calidad del aire periodo octubre - diciembre de 2021”, se encuentra vinculado como anexo al resumen ejecutivo del proceso No. 5417095 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 PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> 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 cuarto trimestre de 2021 (octubre, noviembre y diciembre), 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 cuarto trimestre de 2021 y las abreviaturas con las que se identifican en los diferentes mapas, tablas y gráficas.

<b>Estación</b>	Guaymaral	Usaquén	Suba	Bolivia	Las Ferias	Centro de Alto Rendimiento	MinAmbiente	Móvil 7ma	Fontibón	Colina
<b>Sigla</b>	GYR	USQ	SUB	BOL	LFR	CDAR	MAM	MOV	FTB	COL
<b>Estación</b>	Puente Aranda	Jazmín	Kennedy	Carvajal - Sevillana	Bosa	Tunal	Ciudad Bolívar	San Cristóbal	Usme	Móvil Fontibón
<b>Sigla</b>	PTE	JAZ	KEN	CSE	BOS	TUN	CBV	SCR	USM	MOV 2

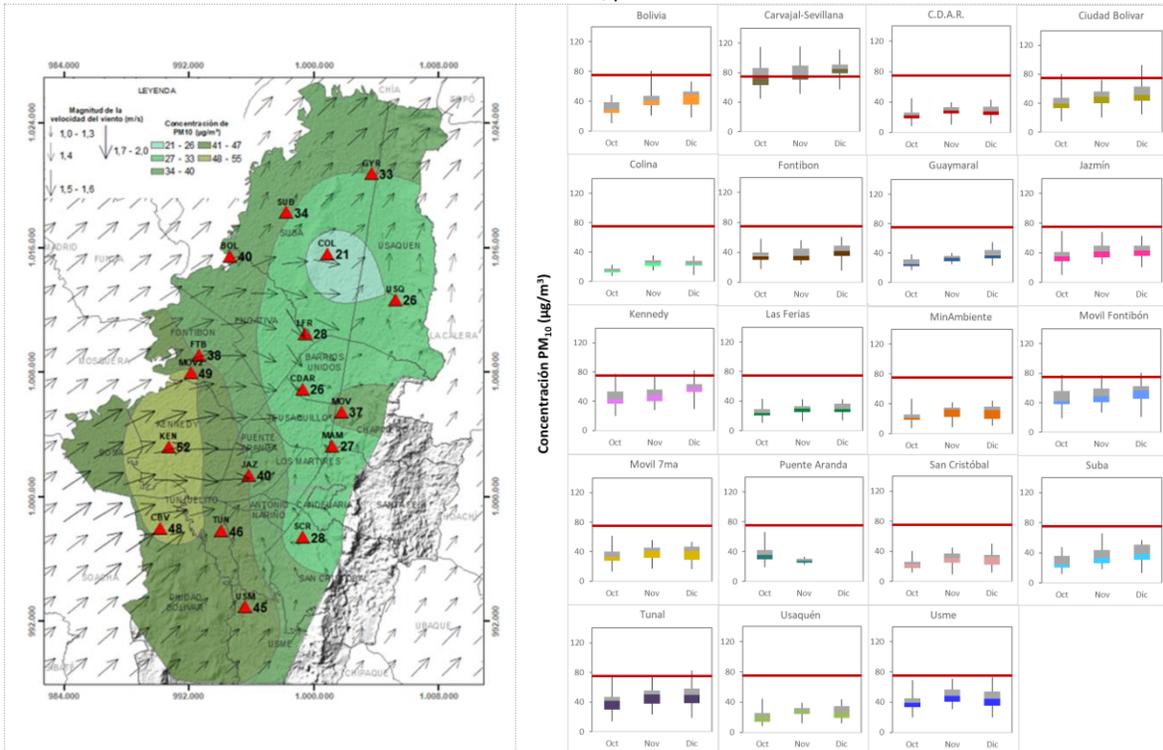
## 3. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM<sub>10</sub>

La Tabla 1 muestra los datos obtenidos de material particulado PM<sub>10</sub> en el cuarto trimestre de 2021, 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 sur occidente de la ciudad, en la estación Kennedy con **51,9 µg/m<sup>3</sup>** y al occidente en Móvil Fontibón con **49,8 µg/m<sup>3</sup>**, mientras que las menores concentraciones se registraron en el norte en la estación Colina con **21,9 µg/m<sup>3</sup>** y en Usaquén con **25,7 µg/m<sup>3</sup>**. La concentración máxima diaria para el mes fue de **115,6 µg/m<sup>3</sup>** en Carvajal – Sevillana el 8 de noviembre, la cual sobrepasó el nivel máximo permisible para concentraciones diarias.



Tabla 1. Resumen de datos de PM<sub>10</sub> para el trimestre Oct - Dic 2021



Estación	Prom. PM <sub>10</sub> 24h (µg/m <sup>3</sup> )	Mediana PM <sub>10</sub> 24h (µg/m <sup>3</sup> )	Max. PM <sub>10</sub> 24h (µg/m <sup>3</sup> )	Exc. 24h	Datos válidos (%)
BOL	39,7	38,5	80,8	1	99%
CSE*	77,3	76,5	115,6	37	73%
CDAR	26,4	26,2	44,9	0	100%
CBV	48,0	46,5	92,7	5	100%
COL	21,2	21,9	35,6	0	78%
FTB	38,0	37,8	60,8	0	99%
GYR	32,6	32,8	54,8	0	92%
JAZ	40,1	38,5	69,1	0	96%
KEN	51,8	51,1	82,4	6	100%
LFR	28,0	27,9	43,3	0	97%
MAM	27,0	27,4	46,7	0	99%
MOV2	49,4	47,2	80,6	3	98%
MOV	37,2	38,8	61,3	0	90%
PTE*	36,2	34,9	66,5	0	34%
SCR	27,6	26,5	50,0	0	99%
SUB	34,3	34,0	66,0	0	93%
TUN	46,1	47,2	83,0	4	100%
USQ*	25,7	25,6	44,4	0	97%
USM	45,0	42,9	73,2	0	98%

\*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 PM<sub>10</sub> de los meses octubre, noviembre y diciembre de 2021 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 PM<sub>10</sub> se presentaron en las zonas suroccidente, sur y occidente (Kennedy, Móvil Fontibón y Ciudad Bolívar), especialmente en la primera mitad del mes de diciembre; las concentraciones más bajas se observan en las zonas centro, suroriente y norte (Usaquén, Colina y San Cristóbal), durante la primera mitad de octubre.

En el cuarto trimestre del 2021 se registraron en total cincuenta y seis (56) excedencias de las concentraciones promedio 24 horas, las cuales NO CUMPLIERON con el nivel máximo permisible de la norma de PM<sub>10</sub>; treinta y siete (37) en Carvajal – Sevillana, seis (6) en Kennedy, cinco (5) en Ciudad Bolívar, cuatro (4) en Tunal, tres (3) en la Móvil Fontibón y una (1) en Bolivia. Las concentraciones restantes, CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma nacional diaria (75 µg/m<sup>3</sup>).

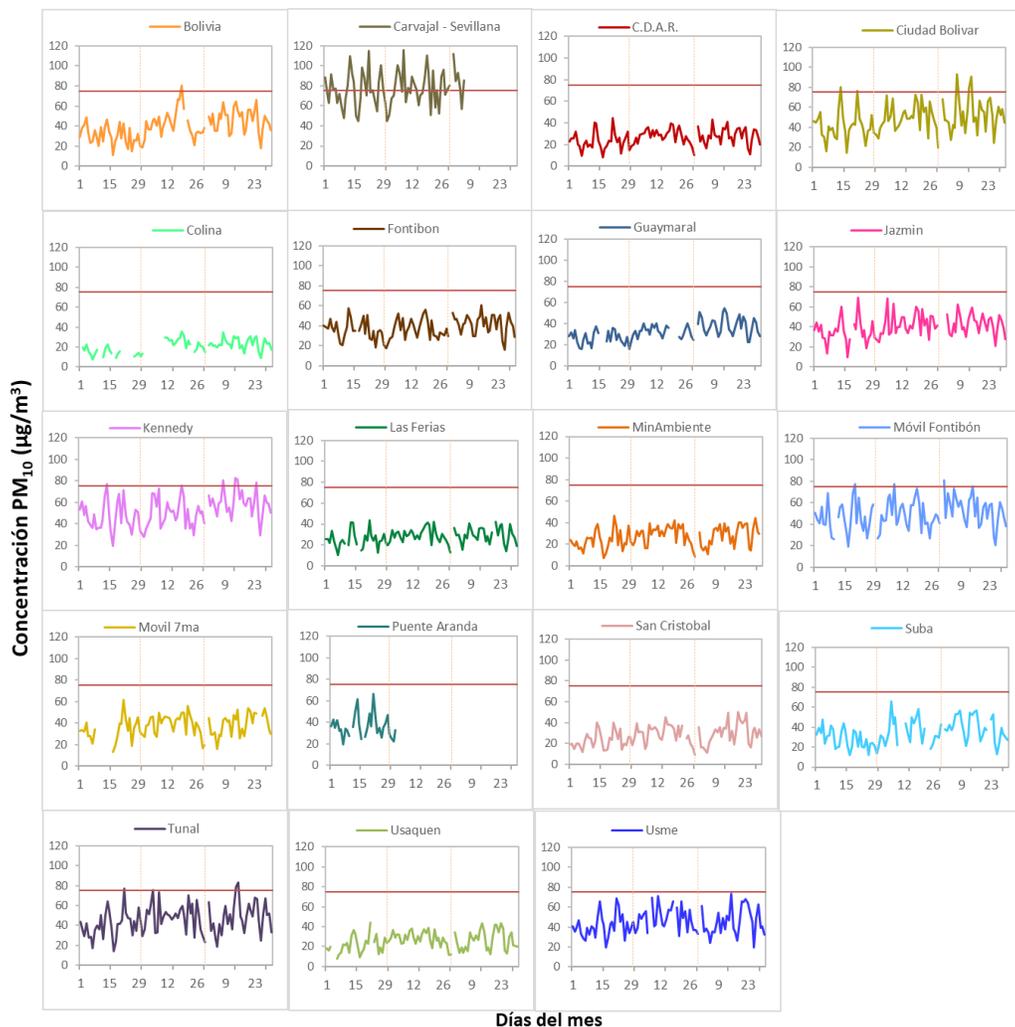


Figura 1. Comportamiento de las concentraciones diarias de PM<sub>10</sub> para el trimestre Oct – Dic 2021

La Figura 2 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones de  $PM_{10}$  del cuarto trimestre de cada año para el periodo 2018 - 2021. Se observa que las mayores concentraciones predominan en las estaciones Carvajal – Sevillana y Kennedy siendo la zona suroccidente la más influenciada por este contaminante. Las menores concentraciones se presentaron en San Cristóbal y CDAR (Suroriente y Centro).

La estación Colina registró el mayor descenso de concentración en relación con el 2020 de  $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

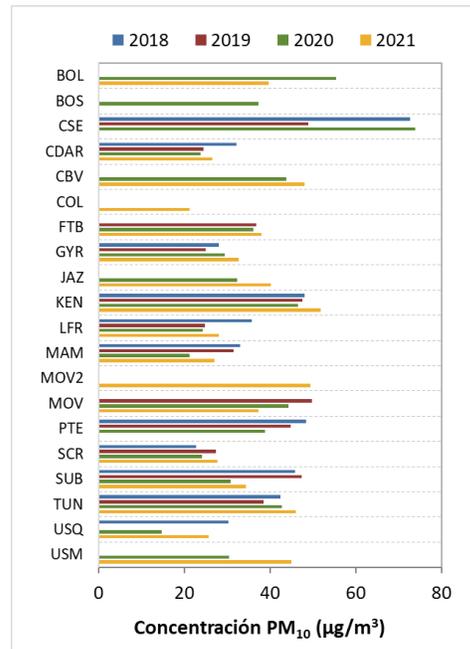


Figura 2. Comportamiento interanual de las concentraciones de  $PM_{10}$  (2018-2019-2020-2021) trimestre Oct - Dic

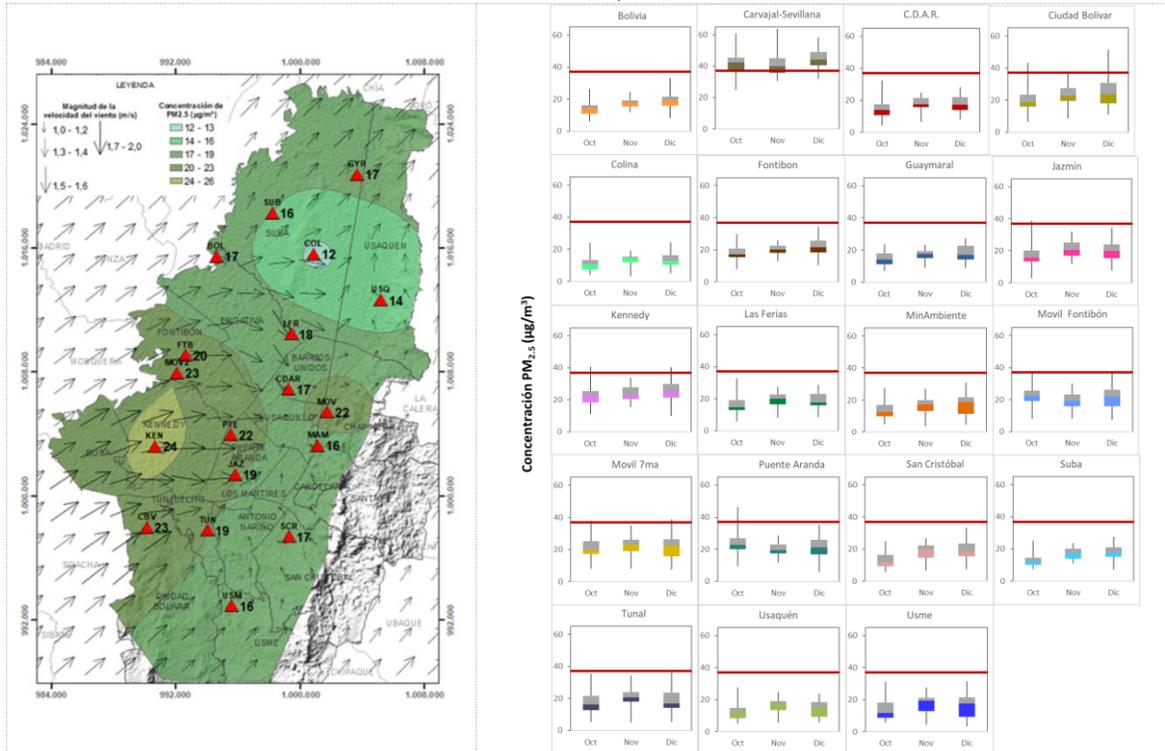
#### 4. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE $PM_{2.5}$

La Tabla 2 muestra los datos obtenidos de material particulado  $PM_{2.5}$  en el cuarto trimestre de 2021, 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 el suroccidente en la estación Kennedy con  $24,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; y en el sur en Ciudad Bolívar con  $23,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; mientras que las menores concentraciones se presentaron al norte en Colina con  $12,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y en Usaquén con  $14,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La concentración máxima diaria para el trimestre fue de  $63,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en Carvajal - Sevillana el día 20 de noviembre, la cual excedió el nivel máximo permisible establecido para el contaminante ( $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



Tabla 2. Resumen de datos de PM<sub>2.5</sub> para el trimestre Oct - Dic 2021



Estación	Prom. PM <sub>2.5</sub> 24h (µg/m <sup>3</sup> )	Mediana PM <sub>2.5</sub> 24h (µg/m <sup>3</sup> )	Max. PM <sub>2.5</sub> 24h (µg/m <sup>3</sup> )	Exc. 24h	Datos válidos (%)
BOL	17,0	16,7	33,0	0	100%
CSE*	41,9	40,3	63,7	49	73%
CDAR	16,8	16,6	32,3	0	100%
CBV	23,1	21,7	51,6	5	99%
COL	12,5	12,5	24,1	0	87%
FTB	20,3	20,1	34,4	0	100%
GYR	16,7	16,7	27,4	0	95%
JAZ	19,4	18,9	38,7	1	90%
KEN	24,4	24,0	40,5	4	100%
LFR	18,1	17,8	32,9	0	100%
MAM	16,0	15,9	30,8	0	98%
MOV2	22,7	21,8	39,4	1	100%
MOV	21,6	22,3	38,9	2	100%
PTE	21,8	21,6	45,0	2	96%
SCR	16,8	16,7	33,2	0	100%
SUB	16,0	15,4	27,7	0	92%
TUN	18,8	19,0	36,2	0	99%
USQ	14,4	14,8	27,8	0	100%
USM	15,8	14,5	31,6	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<sub>2.5</sub> comparadas respecto al nivel máximo permisible por la norma nacional. De acuerdo con la ubicación, se observa que las concentraciones más altas de PM<sub>2.5</sub> se presentaron en las zonas suroccidente, sur y occidente (Kennedy, Ciudad

Bolívar y Móvil Fontibón), mayormente en la primera mitad de diciembre; mientras que las concentraciones más bajas se registraron en el norte (Colina, Usaquén y Suba), especialmente en la primera mitad de octubre.

En el cuarto trimestre del 2021 se registraron en total sesenta y cuatro (64) excedencias de las concentraciones promedio 24 horas, las cuales NO CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma para  $PM_{2.5}$ , cuarenta y nueve (49) en Carvajal – Sevillana, cinco (5) en Ciudad Bolívar, cuatro (4) en Kennedy, dos (2) en: Móvil 7ma y Puente Aranda y una (1) en: Jazmín y Móvil Fontibón. Las concentraciones restantes, CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma nacional diaria ( $37 \mu g/m^3$ ).

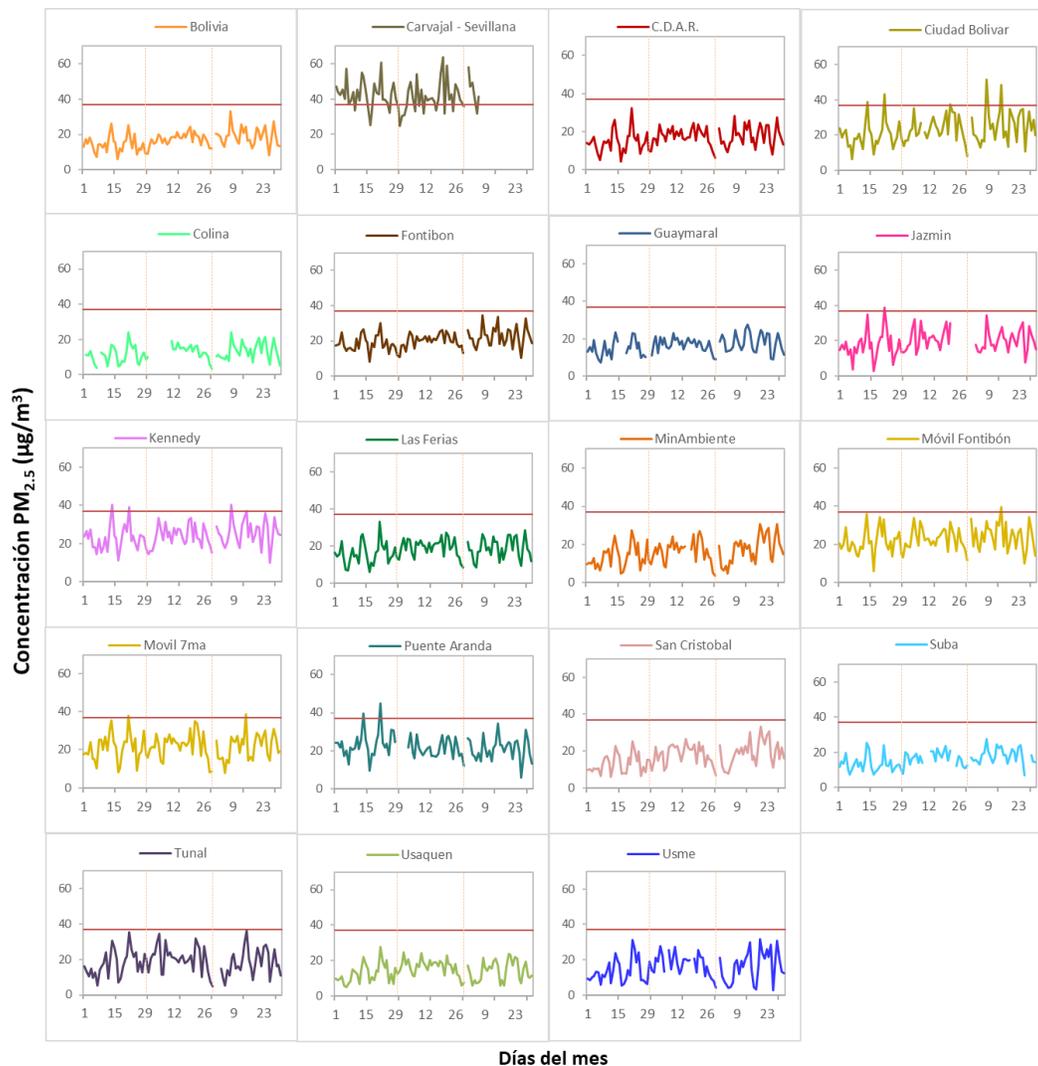


Figura 3. Comportamiento de las concentraciones diarias de  $PM_{2.5}$  para el trimestre Oct – Dic 2021

La Figura 4 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones de  $PM_{2.5}$  del cuarto trimestre de cada año para el periodo 2018 - 2021. Se observa que las mayores concentraciones se presentaron en la estación Carvajal – Sevillana, también que en la mayoría de las estaciones el mayor registro se presenta en 2021.

Por otro lado, las menores concentraciones las registran las estaciones Usaquén y MinAmbiente a través de los años. La estación Carvajal - Sevillana registró la mayor reducción de concentración en relación con el 2020 de  $10 \mu g/m^3$ .

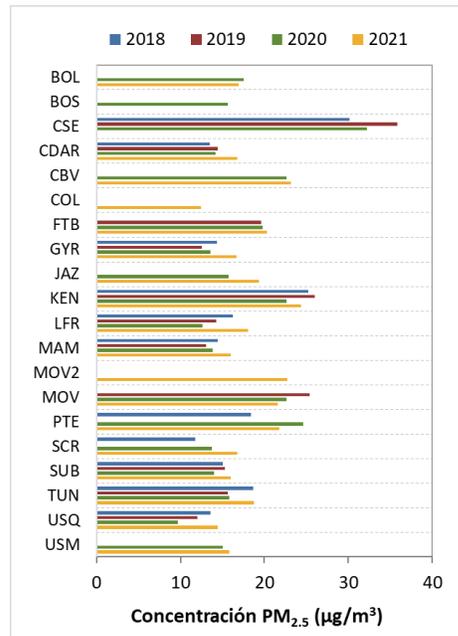


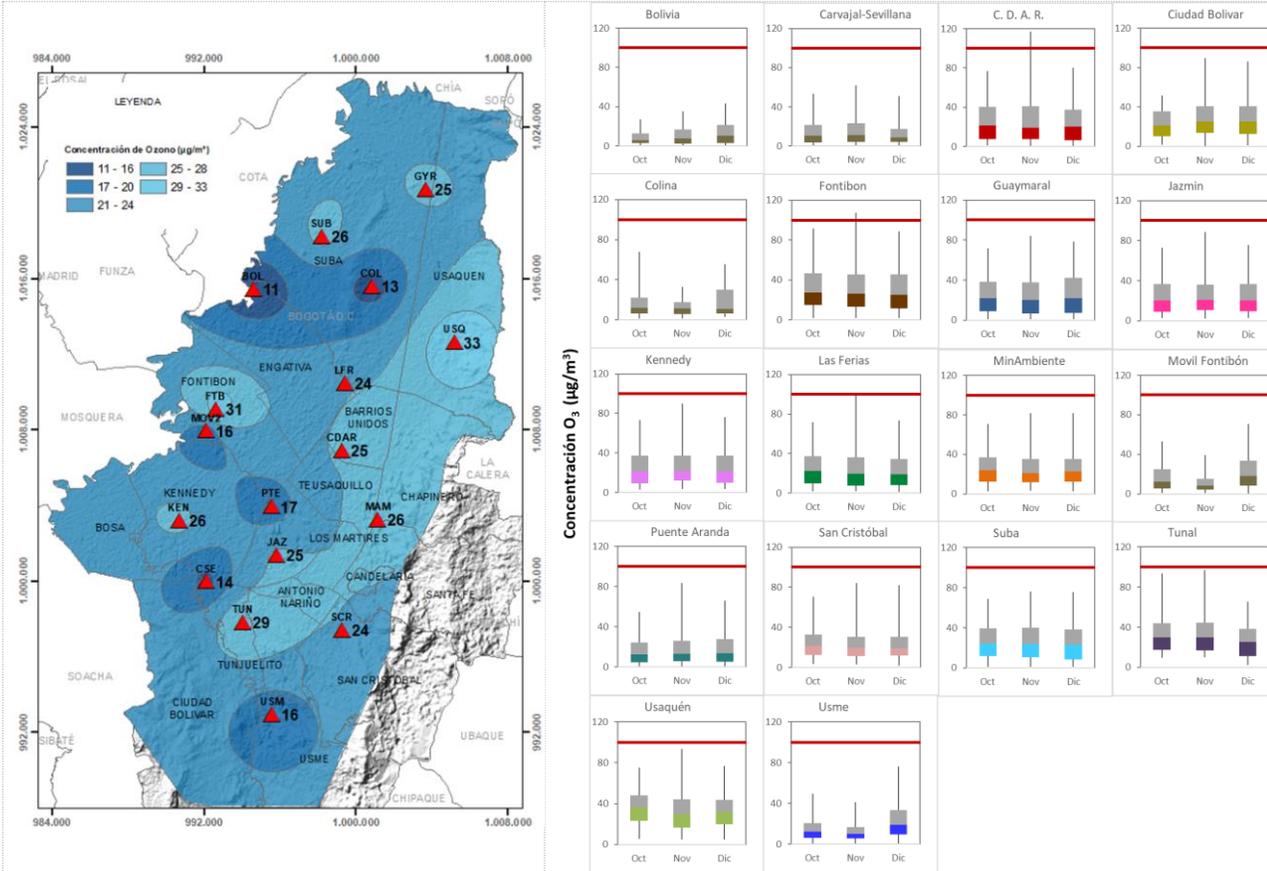
Figura 4. Comportamiento interanual de las concentraciones de  $PM_{2.5}$  (2018-2019-2020-2021) trimestre Oct - Dic

## 5. COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE OZONO ( $O_3$ ). PROMEDIOS MÓVILES DE 8 HORAS.

La Tabla 3 presenta los datos obtenidos para ozono -  $O_3$  - en el cuarto trimestre de 2021, 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 Usaquén con  $33,451 \mu g/m^3$  y en el occidente en Fontibón con  $31,446 \mu g/m^3$ ; mientras que las menores concentraciones se presentaron en el noroccidente en la estación Bolivia con  $10,573 \mu g/m^3$  y en el norte en Colina con  $13,320 \mu g/m^3$ . La concentración máxima con base en promedios media móvil 8 horas fue de  $117,094 \mu g/m^3$  en C.D.A.R., la cual excedió el nivel máximo permisible para concentraciones 8 horas.

Tabla 3. Resumen de datos de O<sub>3</sub> para el trimestre Oct - Dic 2021



Estación	Prom. O <sub>3</sub> 8h (µg/m <sup>3</sup> )	Mediana O <sub>3</sub> 8h (µg/m <sup>3</sup> )	Max. O <sub>3</sub> 8h (µg/m <sup>3</sup> )	Exc. 8h	Datos válidos (%)
BOL	10,573	7,713	43,279	0	94%
CSE	13,846	10,201	62,179	0	100%
CDAR	25,088	20,276	117,094	4	93%
CBV*	27,809	24,553	89,770	0	72%
COL	13,320	11,457	46,559	0	86%
FTB	31,446	26,514	107,472	3	100%
GYR	25,202	21,208	84,181	0	89%
JAZ	24,639	20,488	88,616	0	97%
KEN	25,918	22,057	83,942	0	99%
LFR	24,125	20,275	99,603	0	100%
MAM	25,583	22,331	81,849	0	99%
MOV2	16,373	12,141	70,507	0	96%
SCR	16,929	12,955	83,494	0	99%
SUB	23,524	20,374	84,308	0	100%
TUN	25,922	23,754	76,310	0	94%
USQ	28,758	25,076	90,161	0	95%
USM	33,451	32,381	93,784	0	99%

\*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 cuarto trimestre del 2021 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 norte y en el occidente (Usaquén y Fontibón), durante la segunda y tercera semana de noviembre. Por otro lado, los registros más bajos se obtuvieron en el noroccidente y norte (Bolivia y Colina) en el transcurso del mes de octubre.

En el cuarto trimestre del 2021 se registraron en total siete (7) excedencias de las concentraciones promedio 24 horas, las cuales NO CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma para O<sub>3</sub>, cuatro (4) en C.D.A.R. y tres (3) en Fontibón. Las concentraciones restantes, CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma nacional de 8 horas (100 µg/m<sup>3</sup>).

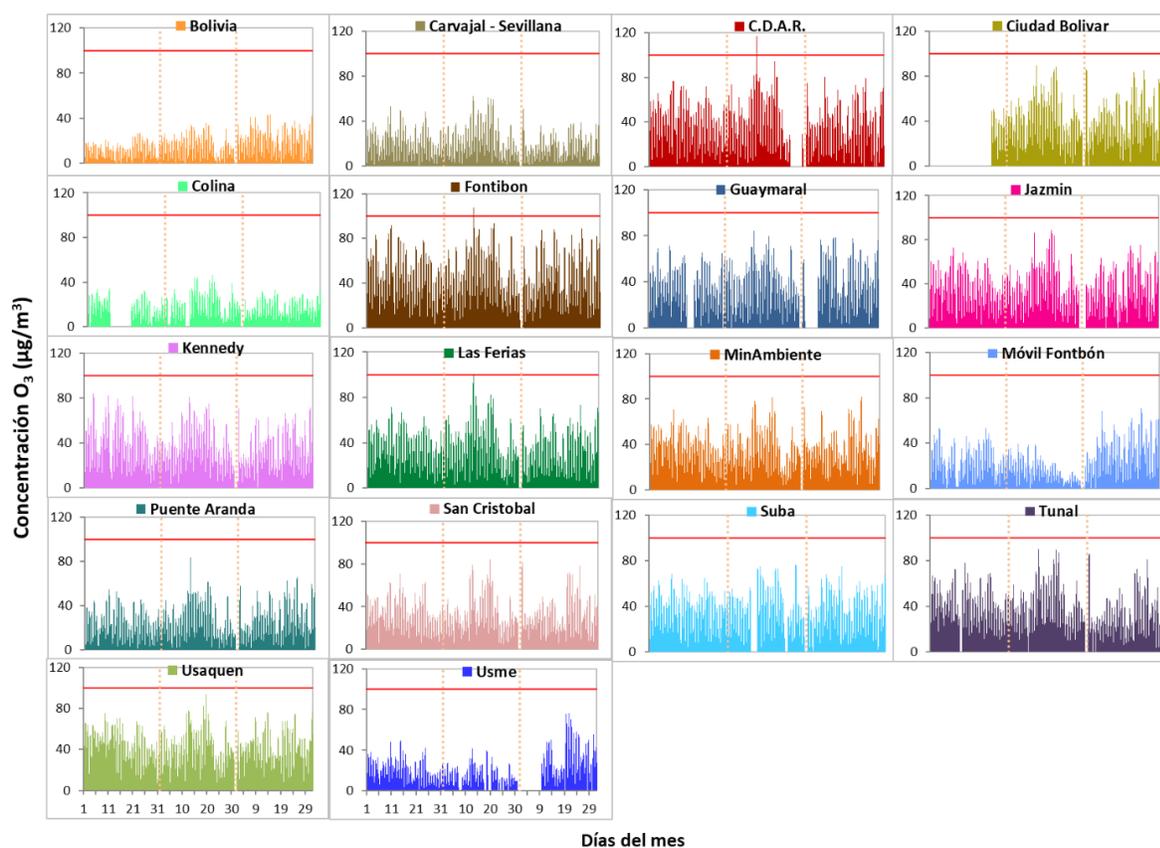


Figura 5. Comportamiento de las concentraciones 8h de O<sub>3</sub> para el trimestre Oct – Dic 2021

La Figura 6 muestra el comportamiento interanual de las concentraciones de O<sub>3</sub> durante el cuarto trimestre de cada año para el periodo 2018 - 2021.

Se observa las mayores concentraciones a lo largo de los años en las estaciones Usaquéen, Kennedy y Fontibón y las menores concentraciones en Carvajal – Sevillana y Puente Aranda.

De otra parte, se evidencia que la mayor concentración registrada fue de 33 µg/m<sup>3</sup> en la estación Usaquéen en el año 2021.

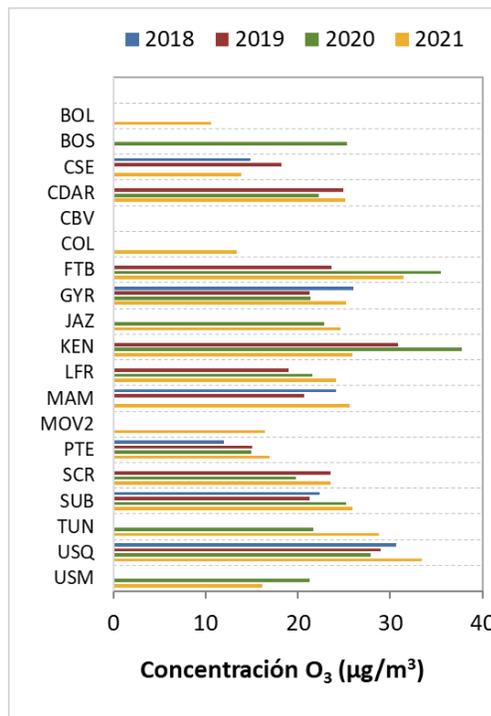


Figura 6. Comportamiento interanual de las concentraciones de O<sub>3</sub> (2018-2019-2020-2021) trimestre Oct - Dic

## 6. COMPORTAMIENTO DIARIO DE LAS CONCENTRACIONES DE SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO.

La Tabla 4, Tabla 5, y la Tabla 6 presentan las concentraciones de promedios, máximas y medianas de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y monóxido de carbono (CO) 24 horas, 1 hora y 8 horas respectivamente, correspondientes al cuarto trimestre de 2021. Igualmente se presenta el resumen de datos válidos y las excedencias, donde se observa que las concentraciones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> 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 cuarto trimestre de 2021 solo se registró una (1) excedencia de las concentraciones promedio 1h al nivel máximo permisible de la norma de SO<sub>2</sub> (100 µg/m<sup>3</sup>). Las concentraciones restantes, CUMPLIERON con los niveles máximos permisibles establecidos en la norma ya que no se registraron excedencias a la norma en: SO<sub>2</sub>: 50 µg/m<sup>3</sup> para datos 1h, NO<sub>2</sub>: 200 µg/m<sup>3</sup> para datos 1h, CO: 5000 µg/m<sup>3</sup> para datos 8h y CO: 35000 µg/m<sup>3</sup> para datos 1h.

Tabla 4. Resumen de los promedios 24 horas para SO<sub>2</sub> trimestre Oct - Dic 2021

Estación	Prom. SO <sub>2</sub> 24h (µg/m <sup>3</sup> )	Mediana SO <sub>2</sub> 24h (µg/m <sup>3</sup> )	Max. SO <sub>2</sub> 24h (µg/m <sup>3</sup> )	Exc. 24h	Exc. 1h	Datos válidos (%)
<b>BOL</b>	3,8	3,3	12,7	0	0	97%
<b>CSE</b>	10,8	10,0	24,7	0	1	100%
<b>CDAR</b>	2,9	2,9	6,6	0	0	100%
<b>CBV</b>	10,3	10,0	19,2	0	0	96%
<b>COL</b>	2,0	1,8	5,7	0	0	99%
<b>FTB</b>	3,8	3,3	12,6	0	0	100%
<b>JAZ</b>	3,5	3,4	7,2	0	0	97%
<b>KEN</b>	5,7	5,5	12,4	0	0	100%
<b>PTE</b>	4,6	4,5	9,9	0	0	99%
<b>SUB*</b>	5,4	4,1	16,1	0	0	47%
<b>TUN</b>	6,5	6,4	10,4	0	0	100%
<b>USQ</b>	2,3	2,3	5,6	0	0	82%
<b>USM</b>	8,1	7,7	14,9	0	0	98%

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

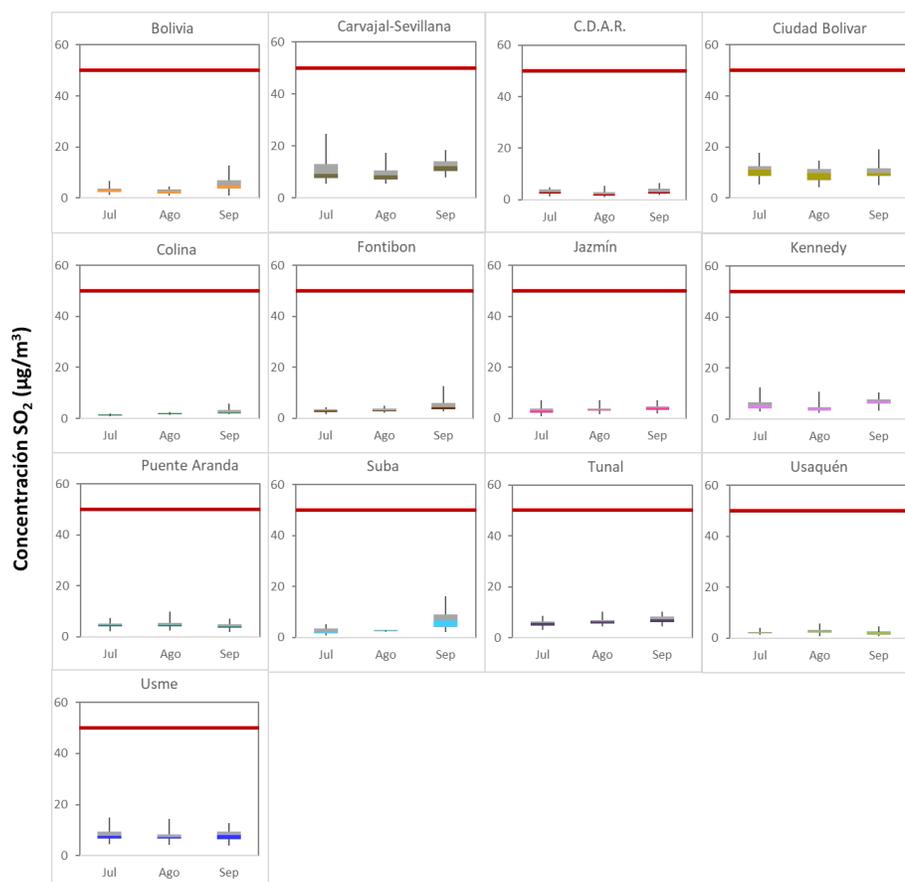


Figura 7. Boxplot de las concentraciones 24h y norma diaria (50 µg/m<sup>3</sup>) para SO<sub>2</sub> trimestre Oct - Dic 2021

Tabla 5. Resumen de los promedios horarios para NO<sub>2</sub> trimestre Oct - Dic 2021

Estación	Prom. NO <sub>2</sub> 24h (µg/m <sup>3</sup> )	Mediana NO <sub>2</sub> 24h (µg/m <sup>3</sup> )	Max. NO <sub>2</sub> 1h (µg/m <sup>3</sup> )	Exc. 1h	Datos válidos (%)
BOL	36	35,5	82,3	0	80%
CSE*	55	52,7	134,2	0	72%
CDAR	31	30,2	100,7	0	100%
CBV	35	34,9	124,9	0	100%
COL	39	34,3	116,5	0	99%
FTB	36	35,9	128,3	0	100%
GYR	22	18,1	122,8	0	84%
JAZ	42	41,0	131,0	0	79%
KEN	41	40,9	127,4	0	100%
LFR	36	35,0	122,1	0	100%
MAM	33	27,9	120,8	0	99%
MOV2	38	37,3	114,3	0	98%
MOV*	12	8,7	120,3	0	64%
PTE	43	40,0	125,5	0	100%
SCR	30	25,6	152,6	0	100%
SUB	23	23,2	84,9	0	89%
TUN	32	29,2	155,1	0	100%
USQ	26	22,5	104,4	0	100%
USM	34	32,4	146,2	0	98%

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

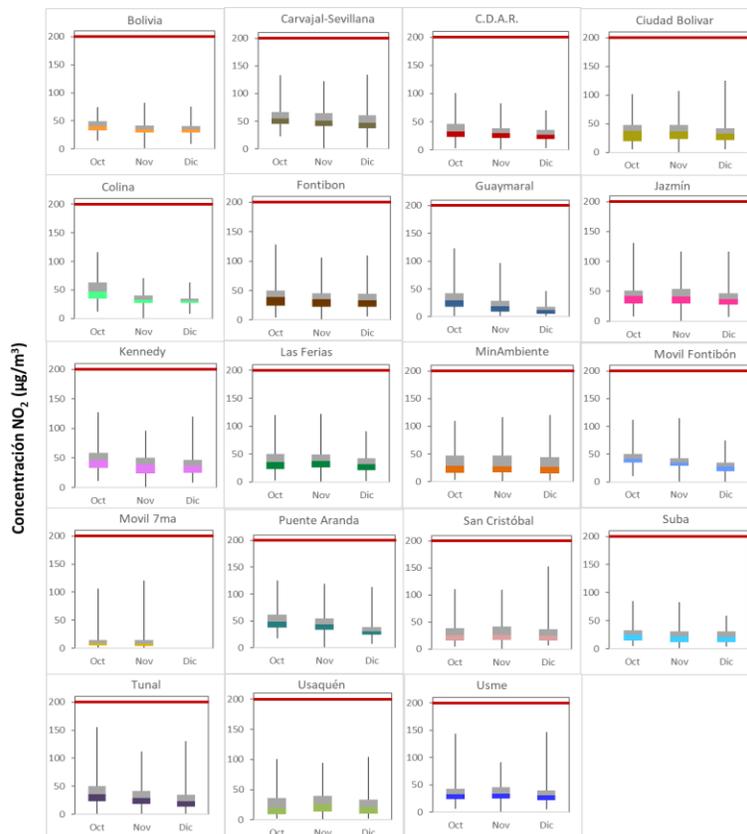


Figura 8. Boxplot de las concentraciones 1h y norma horaria (200 µg/m<sup>3</sup>) para NO<sub>2</sub> trimestre Oct - Dic 2021

Tabla 6. Resumen de los promedios 8 horas para CO trimestre Oct - Dic 2021

Estación	Prom. CO 8h (µg/m³)	Mediana CO 8h (µg/m³)	Max. CO 8h (µg/m³)	Exc. 8h	Exc. 1h	Datos válidos (%)
BOL	560	528	1600	0	0	98%
CSE	2362	2335	4929	0	0	99%
CDAR	727	659	2749	0	0	99%
CBV	932	850	3555	0	0	99%
COL	574	542	1605	0	0	96%
FTB	595	552	1867	0	0	100%
GYR	394	329	1417	0	0	94%
JAZ	863	824	3424	0	0	97%
KEN	979	915	2624	0	0	100%
LFR	1011	999	2525	0	0	99%
MAM	912	882	1954	0	0	99%
MOV	1716	1677	3671	0	0	75%
PTE	1275	1249	3161	0	0	99%
SCR	676	649	1682	0	0	100%
SUB	557	528	1484	0	0	95%
TUN	1158	1108	2936	0	0	99%
USQ	618	576	1877	0	0	97%
USM	629	599	1635	0	0	96%

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

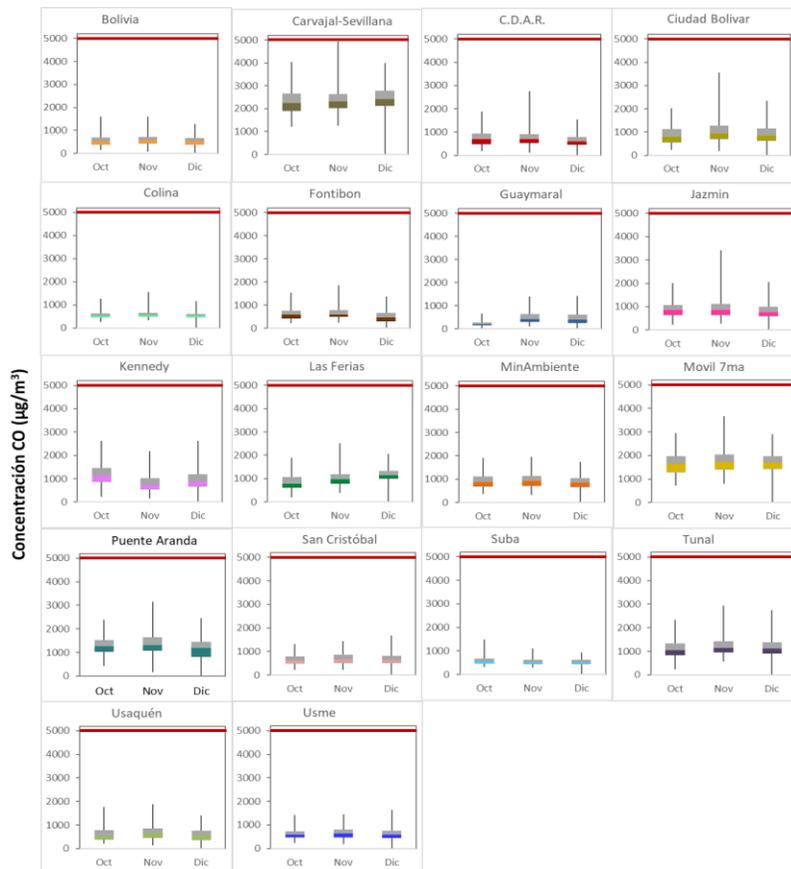


Figura 9. Boxplot de las concentraciones 8h y norma 8 horas (5000 µg/m³) para CO trimestre Oct - Dic 2021

## 7. COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LAS CONCENTRACIONES DE BLACK CARBON.

Durante el cuarto trimestre de 2021 se realizó el monitoreo de las concentraciones de Black Carbon en las estaciones Carvajal-Sevillana, Centro de Alto Rendimiento, Fontibón, Kennedy, Las Ferias, MinAmbiente, San Cristóbal y Tunal. Durante este periodo de tiempo, todas las estaciones reportaron más del 75% de las concentraciones horarias de Black Carbon, excepto Carvajal – Sevillana, que reportó 64% de las concentraciones horarias en el mes de octubre y no reportó datos en los meses de noviembre y diciembre. Por lo tanto, Carvajal – Sevillana es de carácter indicativo y las otras estaciones son de carácter representativo para el cuarto trimestre de 2021. La Figura 10 muestra el porcentaje de datos capturados en cada una de las estaciones para los meses de octubre, noviembre y diciembre, junto con las concentraciones horarias mínimas, máximas, promedio y mediana para todo el cuarto trimestre del año 2021. La máxima concentración horaria de Black Carbon se presentó en la estación Carvajal – Sevillana, el 19 de octubre a las 2:00 H con un valor de 50,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

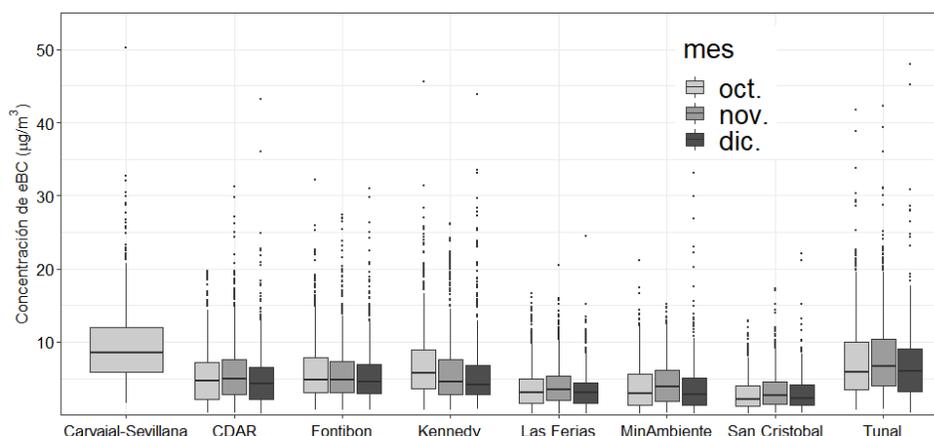


Figura 10. Diagrama de cajas de las concentraciones horarias de las concentraciones de BC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) estimadas a partir de las longitudes de onda de 880 nm. Oct – Dic 2021

\*Las concentraciones en la estación Carvajal-Sevillana son indicativas dado que la representatividad de los datos es menor al 75%

La Tabla 7 muestra el resumen estadístico de las concentraciones diarias (24H) de Black Carbón durante el cuarto trimestre de 2021, 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 cuarto trimestre de 2021. La estación Carvajal – Sevillana, presentó concentraciones diarias promedio de 8,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , con un máximo de 15,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Las mayores concentraciones de Black Carbon en la ciudad se registraron a mediados de noviembre y en la última semana de diciembre, coincidiendo con los incrementos de  $\text{PM}_{2.5}$  en las temporadas de reactivación económica y celebraciones de fin de año.

Tabla 7. Resumen estadístico de las concentraciones promedio 24h de BC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) medidas por la RMCAB. Oct - Dic 2021

Estación	Prom $\pm$ sd ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mediana ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Max ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Min ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Datos válidos (%)
Carvajal – Sevillana*	8,7 $\pm$ 2,6	8,3	15,6	4,7	21%
CDAR	4,7 $\pm$ 2,0	4,6	10,4	1,2	92%
Fontibón	4,9 $\pm$ 1,6	4,9	9,2	1,3	92%
Kennedy	5,0 $\pm$ 2,1	4,7	11,6	1,3	86%
Las Ferias	3,3 $\pm$ 1,3	3,4	6,4	0,7	97%
Min Ambiente	3,5 $\pm$ 1,8	3,2	7,8	0,6	88%
San Cristóbal	2,7 $\pm$ 1,2	2,5	5,3	0,8	97%
Tunal	6,6 $\pm$ 2,9	6,4	15,0	2,1	89%

La serie temporal de las concentraciones diarias de Black Carbon equivalente BCe (24H) se presentan en la Figura 11, en la cual se observa que la estación de Tunal presenta un incremento de las concentraciones de BCe durante el cuarto trimestre que supera los  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Por otro lado, durante la tercera semana de noviembre y cuarta semana de diciembre se presenta un incremento en las concentraciones de BC en con concentraciones máximas superiores a  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en las estaciones de Centro de Alto Rendimiento, Min Ambiente y Kennedy, mientras que las demás estaciones las concentraciones máximas se encuentran entre 10 y  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En la estación de San Cristóbal y Las Ferias no se aprecian picos de concentraciones de BCe, pero si una tendencia al incremento de los valores diarios de BCe.

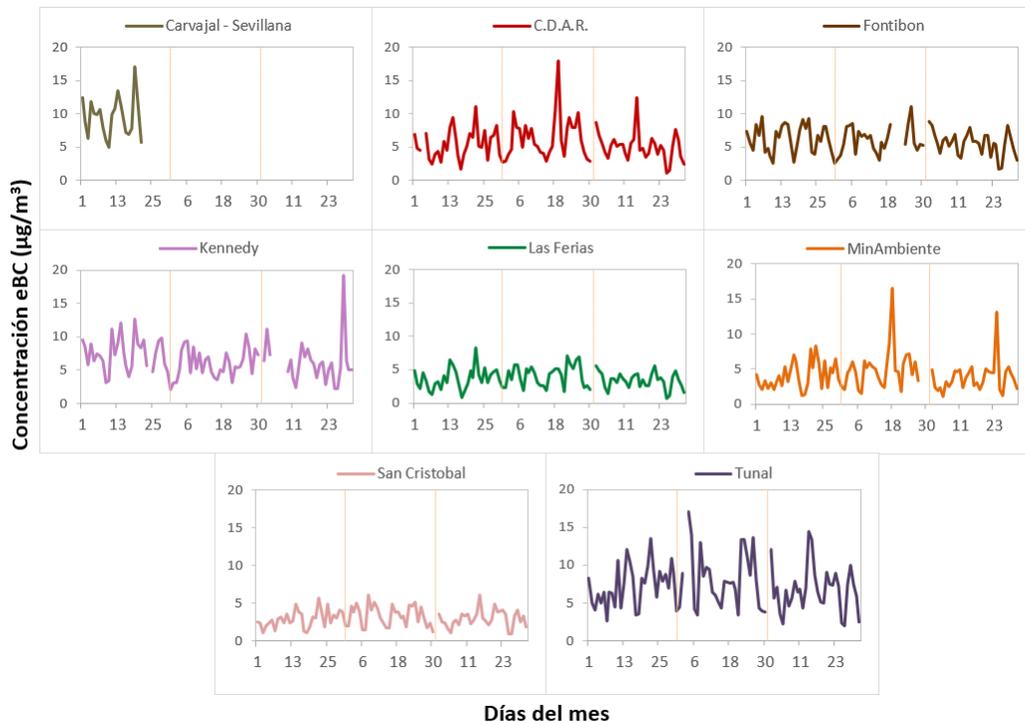


Figura 11. Concentraciones promedio diarias de BC (24h) en las estaciones de la RMCAB. Oct – Dic 2021

La Figura 12 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones de BCe durante el cuarto trimestre de cada año para el periodo 2019 - 2021. Se observa que en la mayoría de las estaciones las concentraciones del 2021 tuvieron un comportamiento similar al año 2020, dado que este último año presentó el evento atípico de la emergencia sanitaria por la pandemia por el Covid-19, que afectó las actividades y el transporte de la ciudad; de igual forma, se evidencia que las concentraciones de BCe se redujeron en todas las estaciones con respecto a 2019. La estación MinAmbiente presentó una disminución en el promedio anual de 2021 con respecto al 2020, mientras que la estación de C.D.A.R. presentó un incremento en 2021.

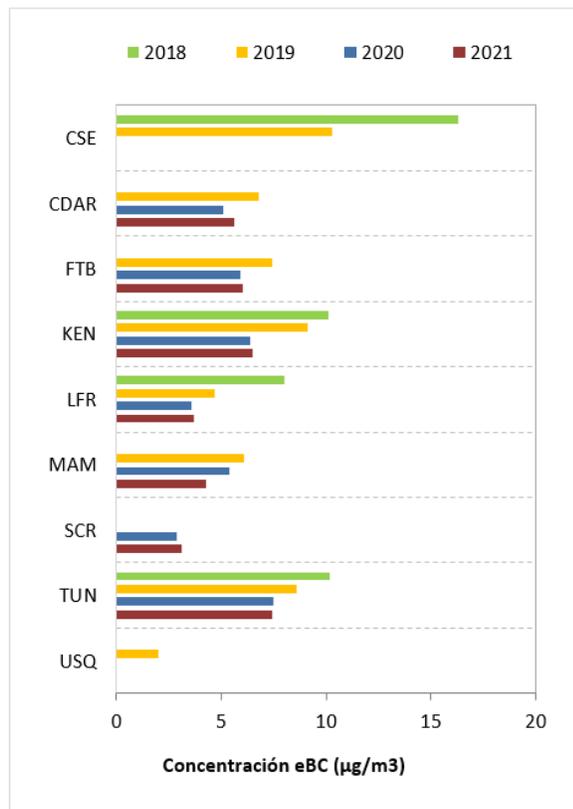


Figura 12. Comportamiento interanual de las concentraciones de BC (2018-2019-2020-2021) trimestre Oct – Dic

### COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE INCENDIOS ACTIVOS

Para el cálculo del Black Carbon biomasa se aplicó la metodología propuesta por Sandradewi (2008) el cual toma las mediciones de longitudes de onda para calcular un porcentaje de Black Carbon 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 el número de incendios activos detectados por el sensor MODIS en los días que se observó mayor concentración de BCe, entre octubre y diciembre de 2021. Las masas de aire proceden del sur del Colombia en octubre, especialmente de los departamentos de Amazonas y Caquetá. En el mes de noviembre las masas de aire proceden del oriente, de la Orinoquía Colombiana y venezolana. 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)<sup>1</sup>. La categoría 1 corresponde a incendios con FPR < 100MW, la categoría incendios con un FPR entre 100 y 500 y la categoría 3 representa incendios con un FRP entre 500 y 1000MW. Durante el cuarto trimestre de 2021 se percibieron incendios, que en su mayoría se encuentran clasificados en la categoría 1 (15371), en la categoría 2 (602) y unos pocos en la categoría 3 (1). Particularmente el 14 de octubre, 22 de octubre y 26 de noviembre, días que registraron mayores concentraciones de BC, se presentaron la siguiente cantidad de incendios: 59, 172 y 62, respectivamente.

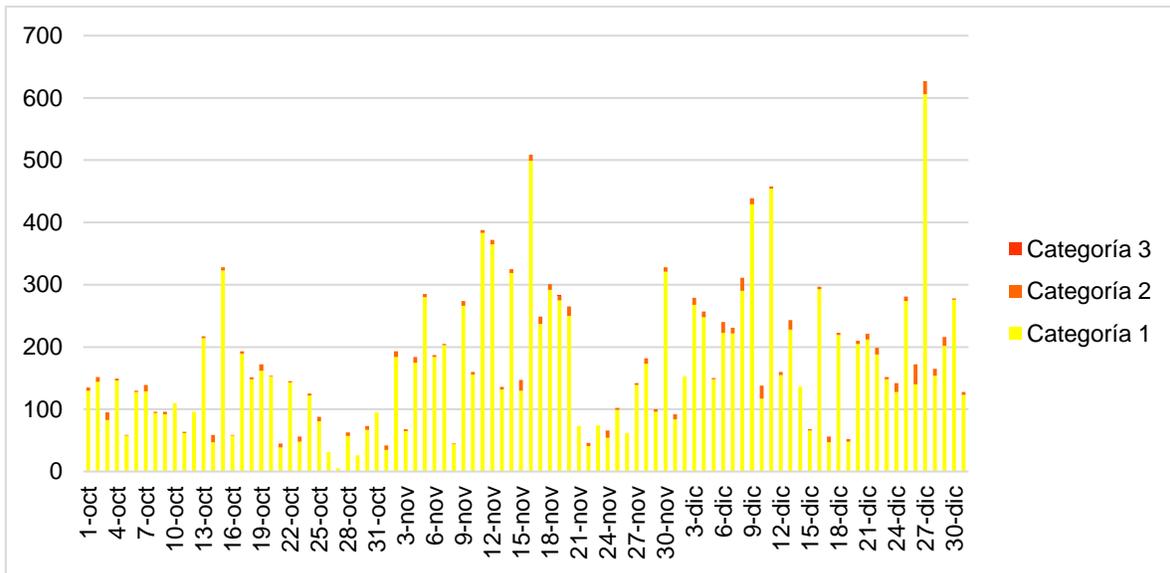
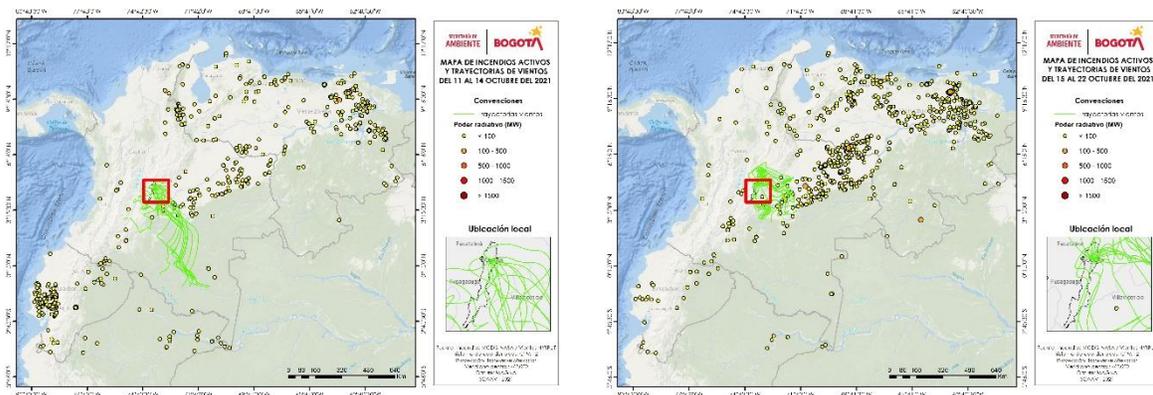


Figura 13. Gráfico de frecuencia de incendios activos censados por MODIS durante el cuarto trimestre 2021. La categoría 1 corresponde a incendios con poder radiativo (FPR) menor a 100 MW y la categoría 2 a los incendios con 100<FPR<500.



<sup>1</sup> 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.

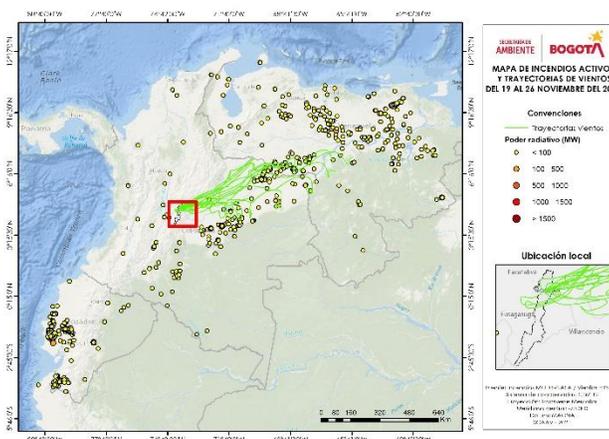


Figura 14. Mapa de incendios activos y trayectorias de vientos para los periodos: a) 11 – 14 octubre 2021, b) 19 – 22 de octubre de 2021, c) 19 – 26 noviembre 2021

La Figura 14 muestra en el mapa del norte de Sur América, las trayectorias de vientos e incendios activos censados para diferentes fechas del cuarto trimestre del 2021, específicamente para los días cuando se registraron las más altas concentraciones de Black Carbon. La mayoría de los incendios se localizaron en el norte y nororiente de Venezuela y en la región Orinoquía y parte de los Andes de Colombia. Los vientos se originaron al sur de Colombia en los departamentos del Amazonas y Meta, y en la región occidental de Venezuela hasta llegar a Bogotá. Los días del 11 al 14 de octubre se registró un total de 436 incendios, siendo el 13 de octubre el día con mayores registros (217), sin embargo, la modelación de trayectorias de masas de aire, indica que las trayectorias de las mismas, no coinciden con las áreas donde se censaron la mayor cantidad de incendios (Ver Figura 14a).

El día 22 de octubre registró altas concentraciones de BCE en Bogotá, no obstante, el número de incendios censados al norte de Suramérica (145) y trayectorias de masa de aire originadas y concentradas en los territorios de los departamentos del Meta y Cundinamarca, podría significar que las concentraciones registradas durante ese día no provengan de la quema de biomasa (Figura 14b). Por otro lado, el día 26 de noviembre registró concentraciones altas de BC y las trayectorias de vientos cambiaron de dirección en sentido oriente - occidente desde la región de los llanos en Venezuela hacia el territorio de la ciudad de Bogotá, esto pudo favorecer el transporte de partículas de incendios originados en las regiones central, oriental y llanos en Venezuela, (Figura 14c).

La Figura 15 muestra el comportamiento temporal de las concentraciones de quema de biomasa de Black Carbon por quema de biomasa BC(bb) comparados con el porcentaje de Black Carbon por combustibles fósiles BC(bb). 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 el mes de octubre en estaciones como Min Ambiente, mientras que durante el mes noviembre se evidencia este aumento en las estaciones Centro de Alto Rendimiento y Tunal. En el mes de diciembre se evidencia un incremento en todas las estaciones, específicamente el día 24.

Por otro lado, la estación que estimo el principal aporte de BC procedente de quema de biomasa es Tunal, la cual percibió eventos particulares que se observaron a lo largo de este trimestre en donde se superó un porcentaje del 30%. Por el contrario, las estaciones de Carvajal, Kennedy y Tunal presentaron menor variabilidad temporal de este porcentaje, lo cual refleja una influencia local en las concentraciones de BC monitoreadas en estas estaciones. Los principales eventos de quema de biomasa se percibieron durante la segunda, tercera y cuarta semana de noviembre, mientras que en diciembre el impacto regional se presentó durante la primera y cuarta semana.

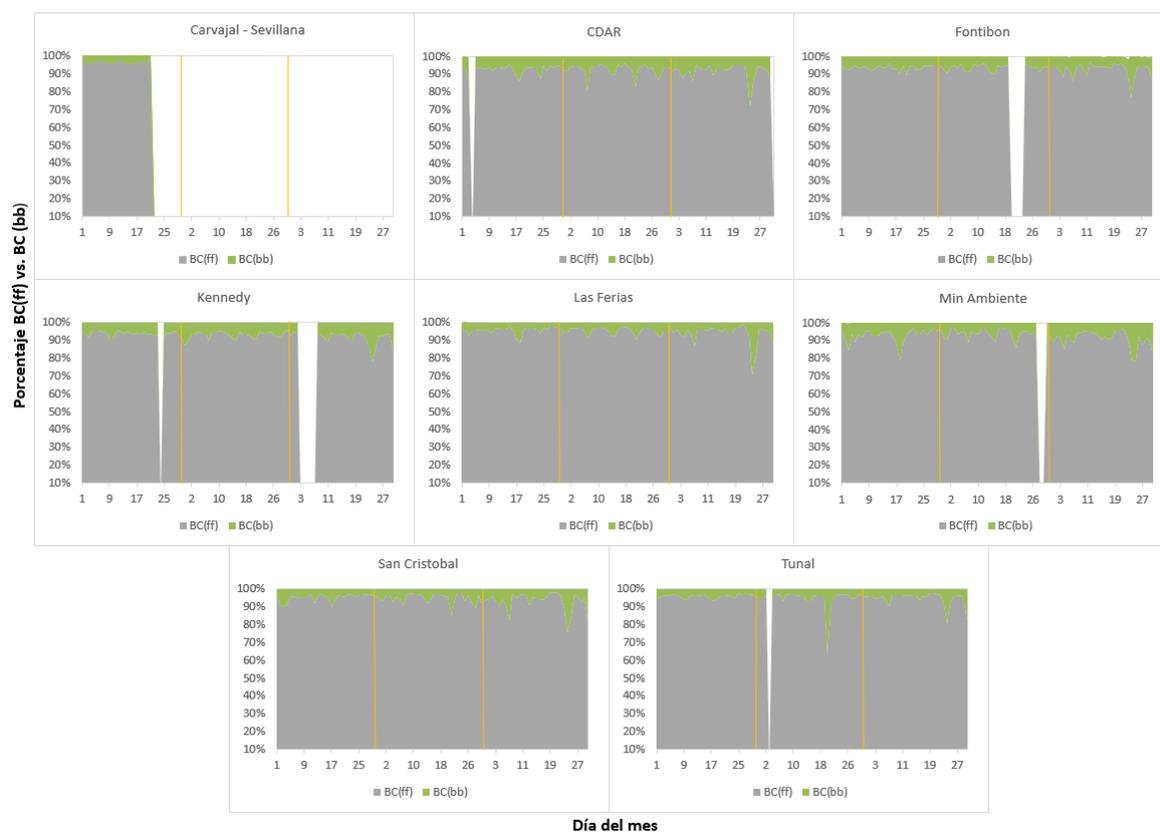


Figura 15. Serie temporal porcentaje de quema Black Carbon de combustibles fósiles BC(ff) vs. Black Carbon de quema de biomasa BC(bb) - Oct – Dic 2021

## 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.

A partir de abril de 2021 se usará 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

Atributos del IBOCA				Intervalos de concentración media móvil (µg/m³)					
Intervalo de valores adimensionales	Color	Estado de calidad del aire	Nivel de riesgo	PM <sub>10</sub> (24h)	PM <sub>2.5</sub> (24h)	CO (8h)	SO <sub>2</sub> (1h)	NO <sub>2</sub> (1h)	O <sub>3</sub> (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	-----

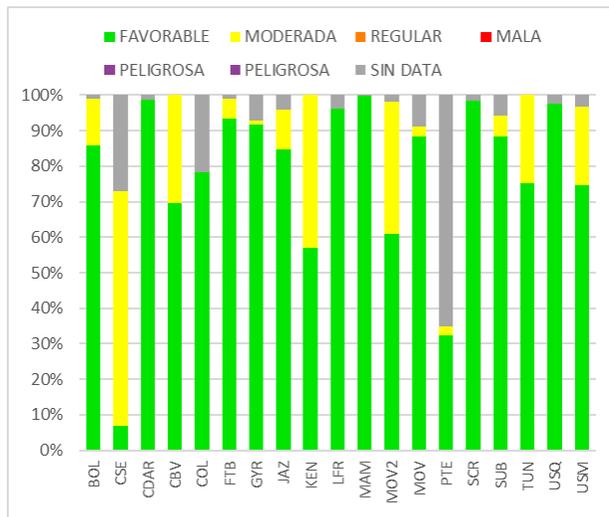


Figura 16. IBOCA para PM<sub>10</sub> por estación Oct - Dic 2021

La Figura 16 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM<sub>10</sub> por estación de monitoreo para el cuarto trimestre de 2021. Se observa que la condición “favorable” se registró en mayor proporción en la mayoría de las estaciones, a excepción de la estación Carvajal-Sevillana que registró la condición “moderada” en un 67% del mes, aunque esta condición fue notable también en Kennedy (43%) y Móvil Fontibón (37%).

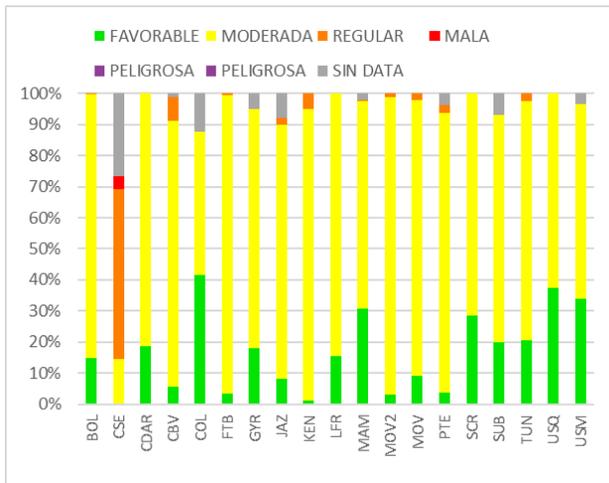


Figura 17. IBOCA para PM<sub>2.5</sub> por estación Oct - Dic 2021

La Figura 17 muestra el comportamiento del índice IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM<sub>2.5</sub> en cada estación de monitoreo para el cuarto trimestre de 2021. En la mayoría de las estaciones predominó la condición “moderada”, aunque en las estaciones Colina y Usaquén predominó la condición “favorable”, con 37 y 42% respectivamente. En contraste, Carvajal-Sevillana registró una predominancia de la condición “regular”, con 55% del mes, y registró también la condición “mala” en un 4%.

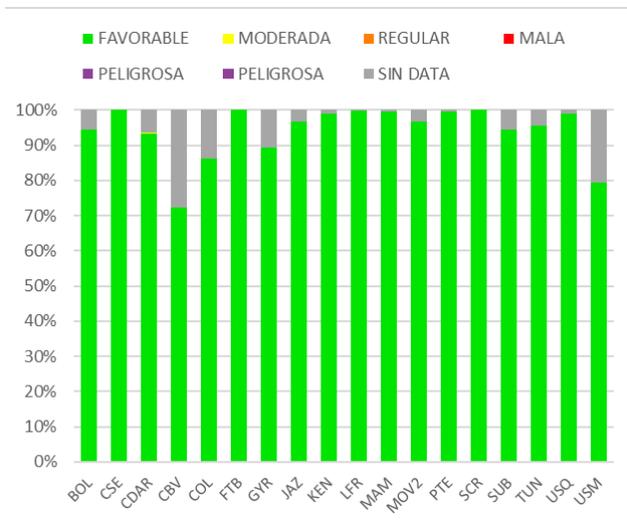


Figura 18. IBOCA para O<sub>3</sub> por estación Oct - Dic 2021

La Figura 18 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 8 horas de O<sub>3</sub> en cada estación de monitoreo durante el cuarto trimestre de 2021. Se observa que la categoría “favorable” predomina en todas las estaciones de la RMCAB que contaban con sensor de O<sub>3</sub>. Las estaciones Ciudad Bolívar y Usme registraron más del menos del 80% de datos válidos, ya que el resto del tiempo se observaron algunos datos atípicos.

## 9. EVENTOS DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

En la Figura 19 se representan las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> como media móvil 24 horas durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2021. Se evidencia que en la zona suroccidente se registraron las concentraciones más altas de PM<sub>2.5</sub>, ya que la estación Carvajal-Sevillana registró la mayoría de los datos en la condición “regular”, y también se registraron incrementos en varias fechas en las estaciones Kennedy y Ciudad Bolívar. En las demás estaciones las concentraciones permanecieron en la condición “moderada”, con algunos picos de concentración en Tunal, Fontibón y Móvil Fontibón en la condición “regular”. Dichos incrementos de concentración coincidieron con los fines de semana de diciembre y las festividades de diciembre, en las cuales aumentó el tráfico vehicular, la actividad comercial y el uso de juegos pirotécnicos.



SECRETARÍA DE  
AMBIENTE

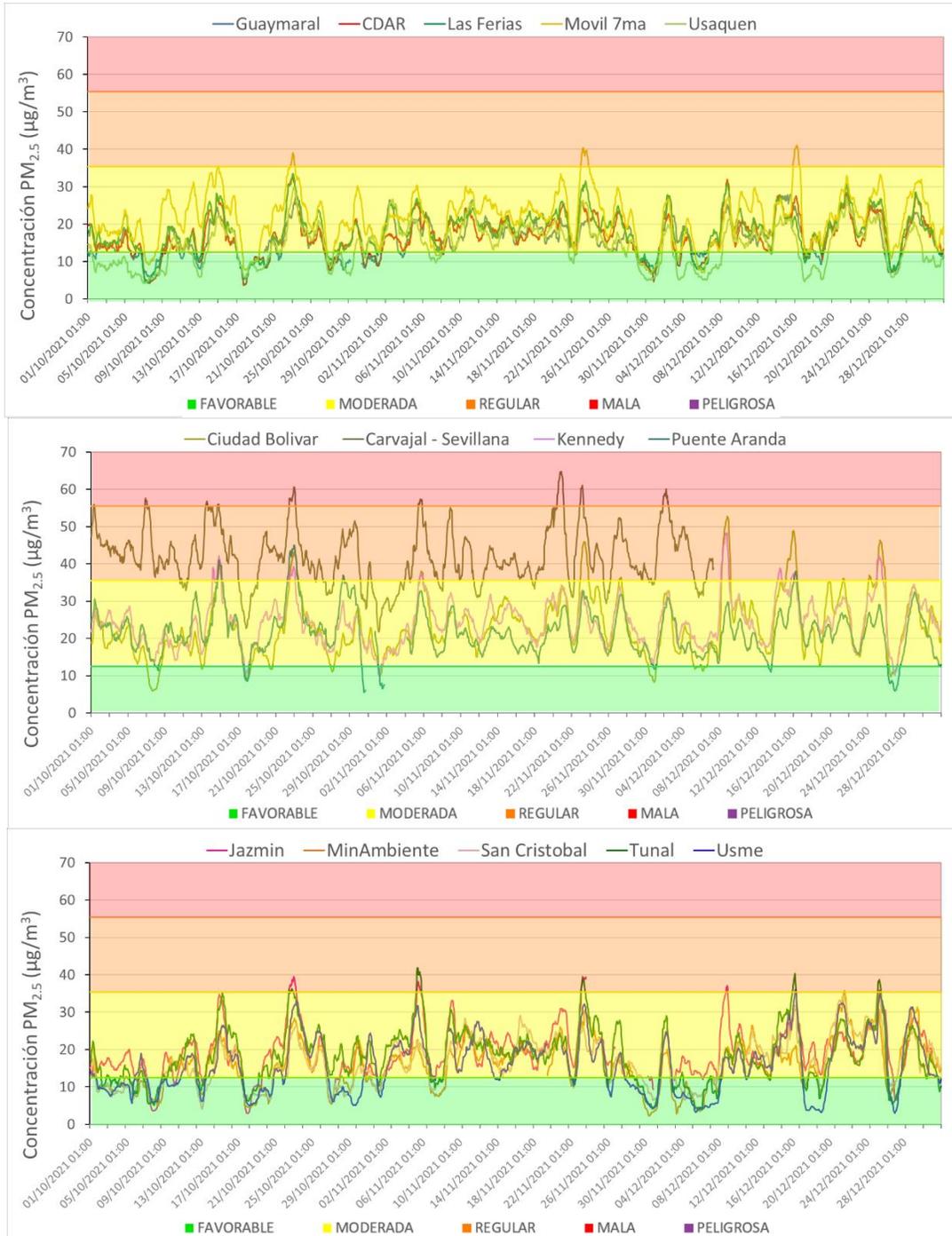


# METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN

## INFORME TRIMESTRAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ - RMCAB

Código: PA10-PR04-M2

Versión: 7



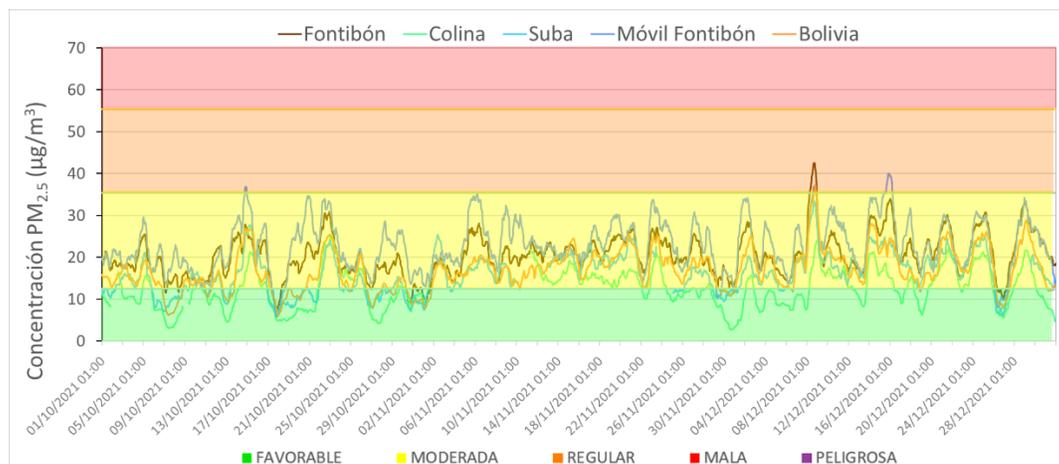


Figura 19. Comportamiento de las concentraciones media móvil 24 horas de PM<sub>2,5</sub> Oct - Dic 2021

## 10. COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN

El cuarto trimestre del ciclo anual de las precipitaciones coincide con el segundo periodo de lluvias del año. De allí que, la estación San Cristóbal registró totales mensuales por encima de los 700 mm. Se registraron totales acumulados importantes también en las estaciones Suba y Las Ferias con acumulados de 508 y 478 mm, respectivamente. Como es normal que ocurra, octubre y noviembre registraron los mayores acumulados de este trimestre, lo que se refleja en el número de días con lluvia entre los meses de octubre y noviembre que alcanzaron entre 25 y 26 días en algunos sectores de la ciudad. (Tabla 9 y Figura 20). Estos niveles de precipitación se vieron reflejados en una reducción de las concentraciones de PM<sub>10</sub> en el corredor de los cerros orientales y centro norte de la ciudad.

Comparado con las precipitaciones acumuladas durante el primer trimestre, los totales acumulados de este segundo trimestre fueron notablemente menores. Si se compara con la estación San Cristóbal donde se registraron los mayores acumulados en ambos trimestres, este segundo trimestre fue significativamente menor que en el primero en el cual se acumularon de 878 mm en la misma estación.

Tabla 9 Precipitación acumulada trimestral por estación y totales mensuales con número de días con lluvia- Trimestre Oct - Dic 2021

Estación	OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE		TOTAL
	Acumulado (mm)	Días con lluvia	Acumulado (mm)	Días con lluvia	Acumulado (mm)	Días con lluvia	Acumulado (mm))
<b>BOL</b>	208	26	121,1	23	52	17	380
<b>CSE</b>	185	21	140,5	17	11	9	337
<b>CDAR</b>	168	26	200,9	24	48	19	416
<b>FTB</b>	149	22	170,5	17	28	9	347

Estación	OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE		TOTAL
	Acumulado (mm)	Días con lluvia	Acumulado (mm)	Días con lluvia	Acumulado (mm)	Días con lluvia	Acumulado (mm)
<b>GYR</b>	116	21	99,5	25	47	17	263
<b>LFR</b>	223	22	187,3	18	68	16	478
<b>MAM</b>	156	20	136,8	17	27	10	320
<b>MOV</b>	153	20	182,4	16	51	13	386
<b>SCR</b>	340	24	293	14	86	12	719
<b>SUB</b>	308	21	129,3	14	71	11	508

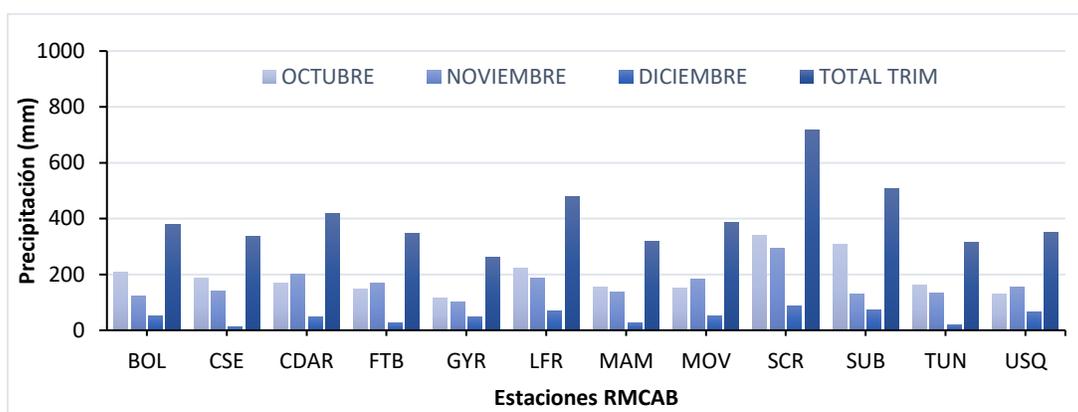


Figura 20 Precipitación acumulada trimestral por estación y totales mensuales - Oct - Dic 2021.

## 11.COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA

Las temperaturas medias superficiales para el cuarto trimestre del año muestran un ligero descenso en el flanco occidental de la ciudad, con respecto al mismo periodo del año 2020. Asimismo, frente al segundo trimestre de 2021 cuando ocurre el primer periodo de lluvias, muestra un comportamiento semejante, con algunas variaciones hacia el sur, donde las temperaturas en el segundo trimestre de 2021 fueron menores que en el cuarto trimestre. Es importante anotar que la zona de confluencia intertropical (ZCIT), se encuentra sobre gran parte del territorio nacional en el cuarto trimestre en su fase de descenso, así como en el segundo trimestre del año, en su fase de ascenso. Esta posición genera, en ambos casos, cobertura de nubes y fuertes lluvias que disminuyen de las temperaturas medias superficiales.

En términos generales, las temperaturas medias del cuarto trimestre de 2021 fluctuaron entre 14 °C a 16 °C, con un promedio ciudad de 15,2 °C. Como se puede observar en la Figura 21.

Espacialmente las mayores temperaturas se presentaron hacia el sur, suroccidente, centro oriente y norte de la ciudad. Las más bajas hacia el suroriente, centro y noroccidente de la ciudad. Ver Figura 21 y Figura 22.

En lo que respecta a las temperaturas extremas, las máximas absolutas del trimestre se presentaron

en las estaciones Tunal (26, 6 °C), Móvil 7ma(26,6 °C) y San Cristóbal (26,3 °C). (Tabla 10 y Figura 22). De acuerdo con los registros de la RMCAB, las mínimas absolutas del trimestre se presentaron en las estaciones Tunal (3,5 °C), C.D.A.R. (5,6 °C) y Suba (5,6 °C). Posiblemente en estos sectores de la ciudad las variaciones fueron favorables para la expansión térmica con vórtices turbulentos que contribuyen con la dispersión de los contaminantes por convección térmica, mezcla y transporte.

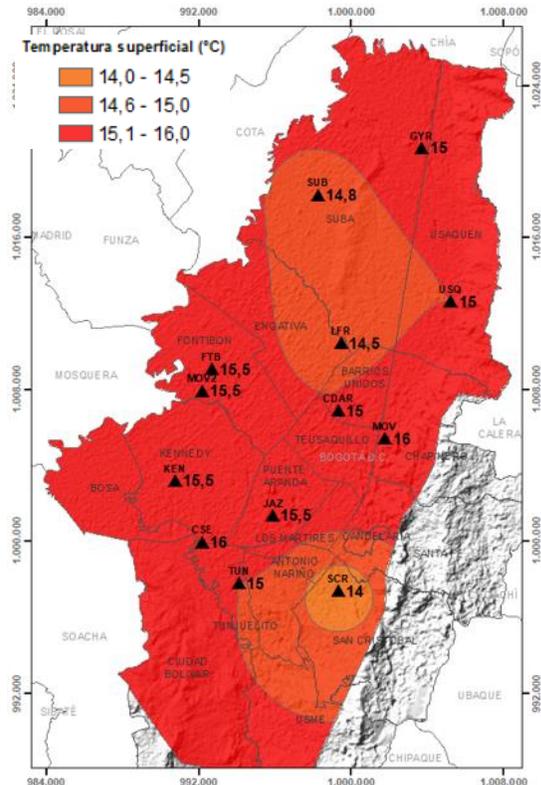


Figura 21. Mapa del promedio de temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB con base en el método de interpolación de Kriging - Oct - Dic 2021

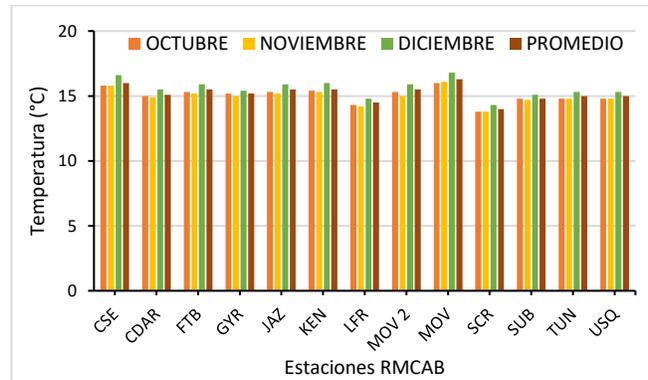


Figura 22. Temperatura media mensual y media trimestral por estación. Oct - Dic 2021

Tabla 10. Resumen Temperatura media mensual, media trimestral y máxima absoluta por estación. Oct - Dic 2021

ESTACIÓN	OCT	NOV	DIC	PROM	Max. Abs.
	Temp media (°C)				
CSE	15,8	15,8	16,6	16,0	25,0
CDAR	15,0	14,9	15,5	15,1	26,2
CBV	14,8	14,4	14,6	14,6	20,6
COL	15,2	14,7	15,1	15,0	22,0
FTB	15,3	15,2	15,9	15,5	23,3
GYR	15,2	15,0	15,4	15,2	25,4
JAZ	15,3	15,2	15,9	15,5	22,7
KEN	15,4	15,3	16,0	15,5	25,6
LFR	14,3	14,2	14,8	14,5	22,8
MOV 2	15,3	15,0	15,9	15,5	22,7
MOV	16,0	16,1	16,8	16,3	26,6
SCR	13,8	13,8	14,3	14,0	22,3
SUB	14,8	14,7	15,1	14,8	26,0
TUN	14,8	14,8	15,3	15,0	26,6
USQ	14,8	14,8	15,3	15,0	23,2
USM	14,9	14,5	15,8	15,2	23,4
Prom	15,0	14,9	15,6	15,2	23,9

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

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

Para el cuarto trimestre de 2021, el patrón de los vientos muestra un predominio de vientos del suroccidente, los cuales para este periodo del año y por el debilitamiento de los alisios del suroriente, adquieren mayor fuerza, constituyéndose en gran medida en los responsables de la introducción de aire húmedo desde el valle del Magdalena, detonante de fuertes eventos de precipitación, así como la introducción de gases contaminantes y material particulado a la ciudad. En la Figura 23 se puede apreciar como el flujo de vientos del suroccidente predominó en todo el flanco occidental interactuando con los cerros orientales para propiciar no sólo el forzamiento convectivo sino la acumulación de contaminantes hacia el centro oriente como se observa en los mapas de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.

Las velocidades del viento en superficie durante el cuarto trimestre del año fluctuaron en promedio entre 1,0 m/s a 2,2 m/s, con los mayores registros hacia el flanco suroccidental de la ciudad, como es frecuente, y hacia el centro geográfico y norte de la ciudad. Las velocidades más bajas se presentaron hacia el sur, suroriente y centro oriente registradas por las estaciones Tunal, San Cristóbal, Usme, MinAmbiente, C.D.A.R. y la estación Móvil 7ma. Este comportamiento es característico de este trimestre, cuando adquieren mayor influencia los vientos del valle del Rio Magdalena que ascienden por el flanco occidental de la ciudad, propiciando la ocurrencia de lluvias intensas por la formación de nubes profundas, debidas al forzamiento convectivo al que son sometidos por su colisión con los cerros orientales. Figura 23.

Con respecto al comportamiento del mismo trimestre para el año anterior, se puede concluir que presentan un patrón de flujo semejante, con vientos predominantes del suroccidente a lo largo de la franja occidental de la ciudad penetrando hasta los cerros orientales donde se ven forzados a ascender. Asimismo, la interacción o colisión con los vientos debilitados del sur oriente propicia bajas velocidades a lo largo de los cerros orientales, como se observa en la Figura 23.

En relación con las velocidades extremas, es frecuente que estas se registren en el sector suroccidente de la ciudad, lo que hace destacable su contribución en la depuración del sector de la ciudad con mayores niveles de contaminación atmosférica. En ese orden, se destacan las mayores velocidades registradas en las estaciones de Ciudad Bolívar, Kennedy y Carvajal-Sevillana, donde la RMCAB reporta los valores máximos absolutos de la velocidad del viento. Tabla 11.

A fin de complementar la descripción de los vientos durante el cuarto trimestre del año, en la Figura 25, presenta mayor detalle del comportamiento medio en diferentes fracciones del día durante el trimestre objeto de análisis.

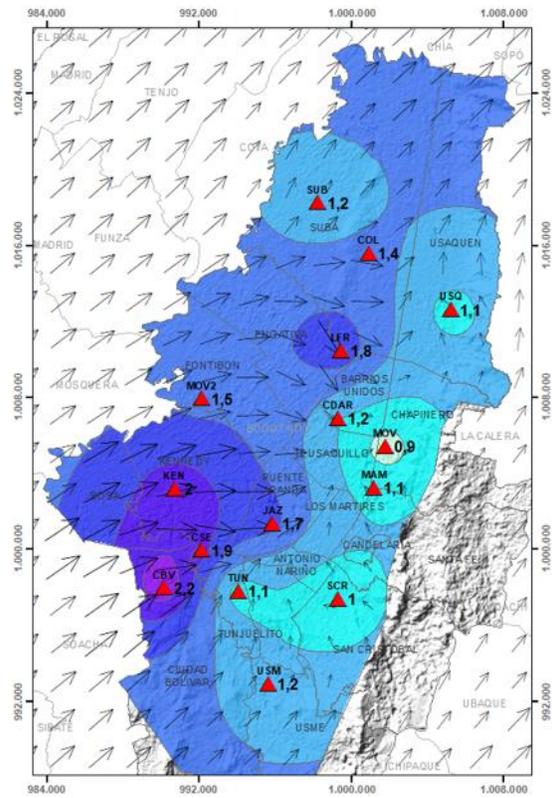


Figura 23. Velocidad promedio (Superficie en colores) y Dirección promedio (Vectores) del Viento de Bogotá con base en la interpolación de Kriging – Oct - Dic 2021

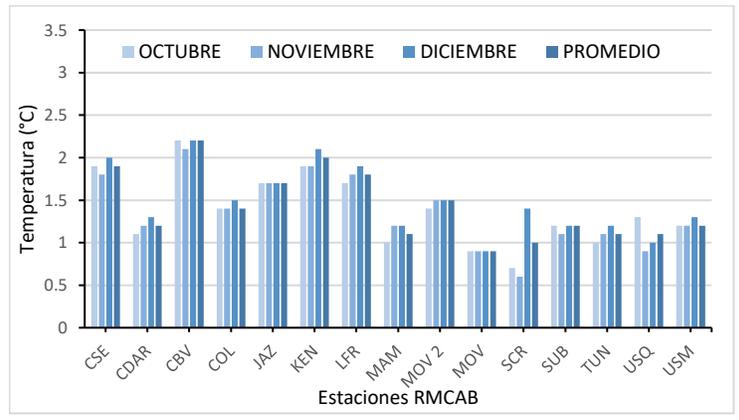


Figura 24 Velocidad media mensual y promedio trimestral del viento por estación– Oct - Dic 2021

Tabla 11. Velocidades medias y máximas trimestrales. Oct - Dic 2021

ESTACION	OCT	NOV	DIC	PROM	Max Abs
	Vel. med	Vel. med	Vel. med	Vel. med	Vel Max.
CSE	1,9	1,8	2	1,9	5,0
CDAR	1,1	1,2	1,3	1,2	5,2
CBV	2,2	2,1	2,2	2,2	8,6
COL	1,4	1,4	1,5	1,4	4,0
FTB	3,7	3,8	4,2	3,9	12,1
JAZ	1,7	1,7	1,7	1,7	8,0
KEN	1,9	1,9	2,1	2	5,9
LFR	1,7	1,8	1,9	1,8	6,4
MAM	1	1,2	1,2	1,1	7,2
MOV2	1,4	1,5	1,5	1,5	5,0
MOV	0,9	0,9	0,9	0,9	4,5
SCR	0,7	0,6	1,4	1	4,3
SUB	1,2	1,1	1,2	1,2	4,1
TUN	1	1,1	1,2	1,1	4,9
USQ	1,3	0,9	1	1,1	5,5
USM	1,2	1,2	1,3	1,2	5,5
<b>Promedio Ciudad</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,7</b>	<b>1,6</b>	<b>5,9</b>

**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 predominio medio de los vientos durante el cuarto trimestre del año. Sin embargo, en el transcurso del día se presentan variaciones del viento que están asociadas a la dinámica de las cantidades de radiación solar entrante durante el día y su interacción con diversos tipos de suelo, que transfiere el calor recibido de modo diferente. Dicho comportamiento puede ser observado si se fracciona el comportamiento del viento en diferentes

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

horas del día, a través de la descomposición vectorial y el cálculo de los vectores resultantes de cada estación, para las diferentes fracciones. Así las cosas, en las siguientes páginas se presenta un análisis de tal comportamiento durante la madrugada, mañana, tarde y noche de este trimestre.

De acuerdo con el registro de la RMCAB, en horas de la **madrugada (1 am – 6 am)** del cuarto trimestre de 2021, predominaron los vientos del suroccidente, en todo el flanco occidental. Al parecer su influencia alcanzó hasta la base de los cerros orientales donde se observa interacción con los debilitados vientos alisios de suroriente. Este encuentro entre las dos corrientes principales propició la ocurrencia de bajas velocidades del viento a lo largo de los cerros orientales con posibles acumulaciones de contaminantes bajo condiciones de atmosfera estable. Sumado a ello, en horas de la madrugada las velocidades de viento son relativamente bajas debido a reducción de energía solar entrante y a la pérdida de energía del suelo lo que se traduce en bajas velocidades de los vientos menores a 1,2 m/s. Figura 25 a).

En horas de la **mañana (7 am – 12 m)**, el comportamiento de los vientos continuó presentando el mismo patrón de la madrugada mostrando la persistencia del flujo del suroccidente por el flanco occidental, con mayor influencia en el centro sur de la ciudad, propiciando como en la madrugada posible acumulación de contaminantes. Aunque es posible que, dado el incremento de la magnitud de los vientos del suroriente, la influencia de la componente suroccidente, también haya reducido en horas de la mañana, y con ello, el proceso de acumulación de contaminantes en el sector centro oriente de la ciudad. Figura 25 b).

En horas de la **tarde (1 pm - 6 pm)**, los vientos, aunque con mayor capacidad de mezcla turbulenta debida a la acumulación de energía solar entrante, continuaron mostrando un predominio del suroccidente, lo que explica, como se dijo anteriormente, las concentraciones de PM<sub>10</sub> en el centro oriente, representada por la estación Móvil 7ma y las altas precipitaciones que ocurren para la fecha, por el ascenso forzado de los vientos debido a su interacción con los cerros orientales. Ver Figura 25 c).

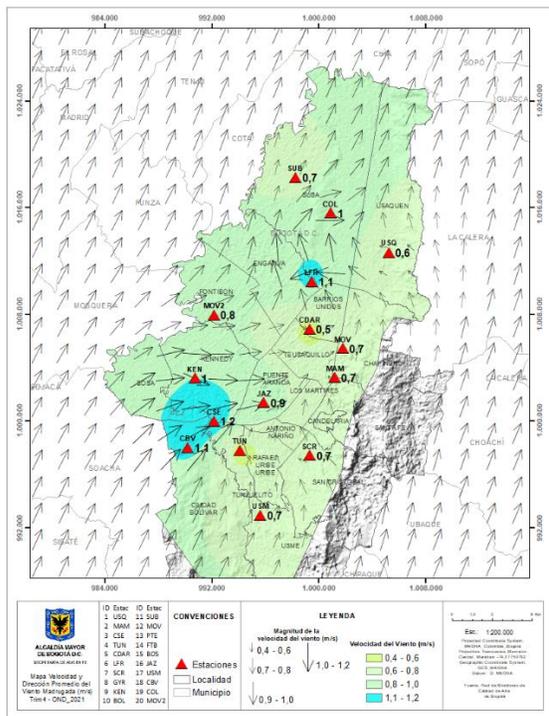
En horas de la **noche (7 pm – 12 am)** de este trimestre, el patrón de flujo con vientos predominantes del suroccidente se mantuvo al igual que las otras fracciones del día, con un descenso en las velocidades del viento. Ver Figura 25 d).

Del análisis anterior, se puede deducir que el predominio de los vientos del suroccidente, asociados a la circulación de vientos cálidos y húmedos provenientes del valle del Rio Magdalena, fue permanente durante gran parte del ciclo intradiurno de los días de octubre, noviembre y diciembre de 2021.

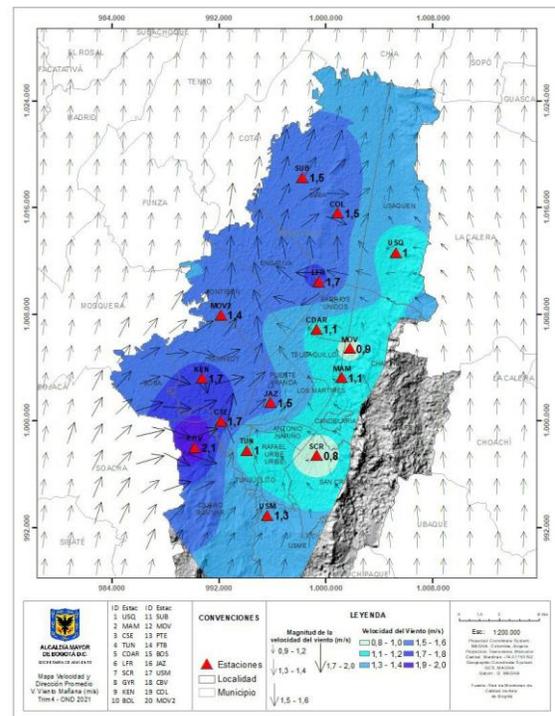
En la Tabla 12 se consolida la estimación de las direcciones y velocidades del viento producto de la descomposición vectorial de los registros de cada una de las estaciones de la RMCAB para el cuarto trimestre 2021.

Tabla 12. Valores promedio vectorial del viento resultante en diferentes fracciones del día por cada estación de la RMCAB – Oct - Dic 2021

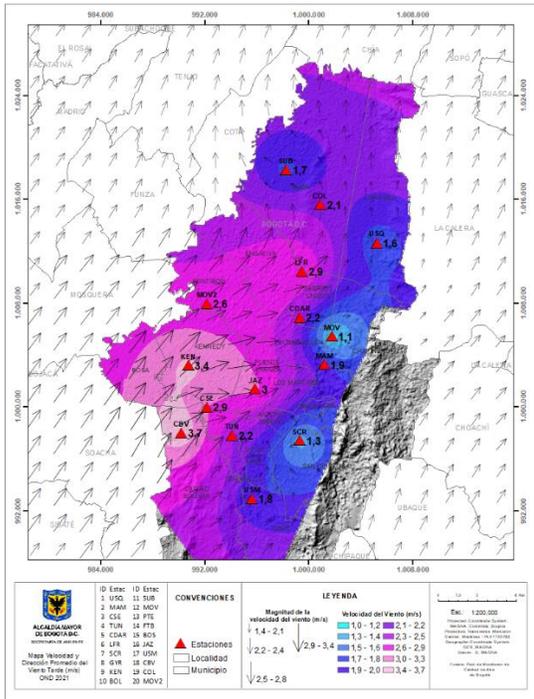
Estación	Velocidad promedio del viento (m/s)				Dirección promedio del viento (°)			
	Madrugada	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada	Mañana	Tarde	Noche
CSE	1,2	1,7	2,9	1,6	253	112	289	297
CDAR	0,5	1,1	2,2	0,9	318	5	276	314
CBV	1,1	2,1	3,7	1,8	243	359	211	233
COL	1,0	1,5	2,1	1,1	297	335	194	273
FTB	2,4	3,3	6,6	3,2	348	26	246	298
GYR	0,7	1,4	1,9	0,8	317	329	214	286
JAZ	0,9	1,5	3,0	1,3	274	267	265	276
KEN	1,0	1,7	3,4	1,7	299	359	224	240
LFR	1,1	1,7	2,9	1,5	5	45	250	308
MAM	0,7	1,1	1,9	0,9	145	106	317	137
MOV 2	0,8	1,4	2,6	1,1	274	220	243	255
MOV	0,7	0,9	1,1	0,8	225	249	312	245
SCR	0,7	0,8	1,3	0,9	87	65	19	72
SUB	0,7	1,5	1,7	0,7	201	209	71	152
TUN	0,5	1,0	2,2	0,8	165	161	216	186
USQ	0,6	1,0	1,6	0,9	67	30	155	110
USM	0,7	1,3	1,8	1,0	224	227	256	214
<b>Promedio</b>	<b>0,9</b>	<b>1,5</b>	<b>2,6</b>	<b>1,3</b>				



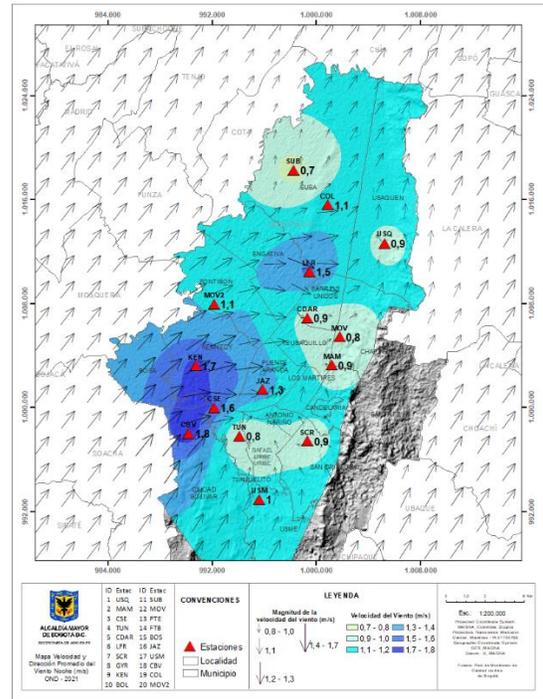
a) Madrugadas



b) Mañanas



c) Tardes

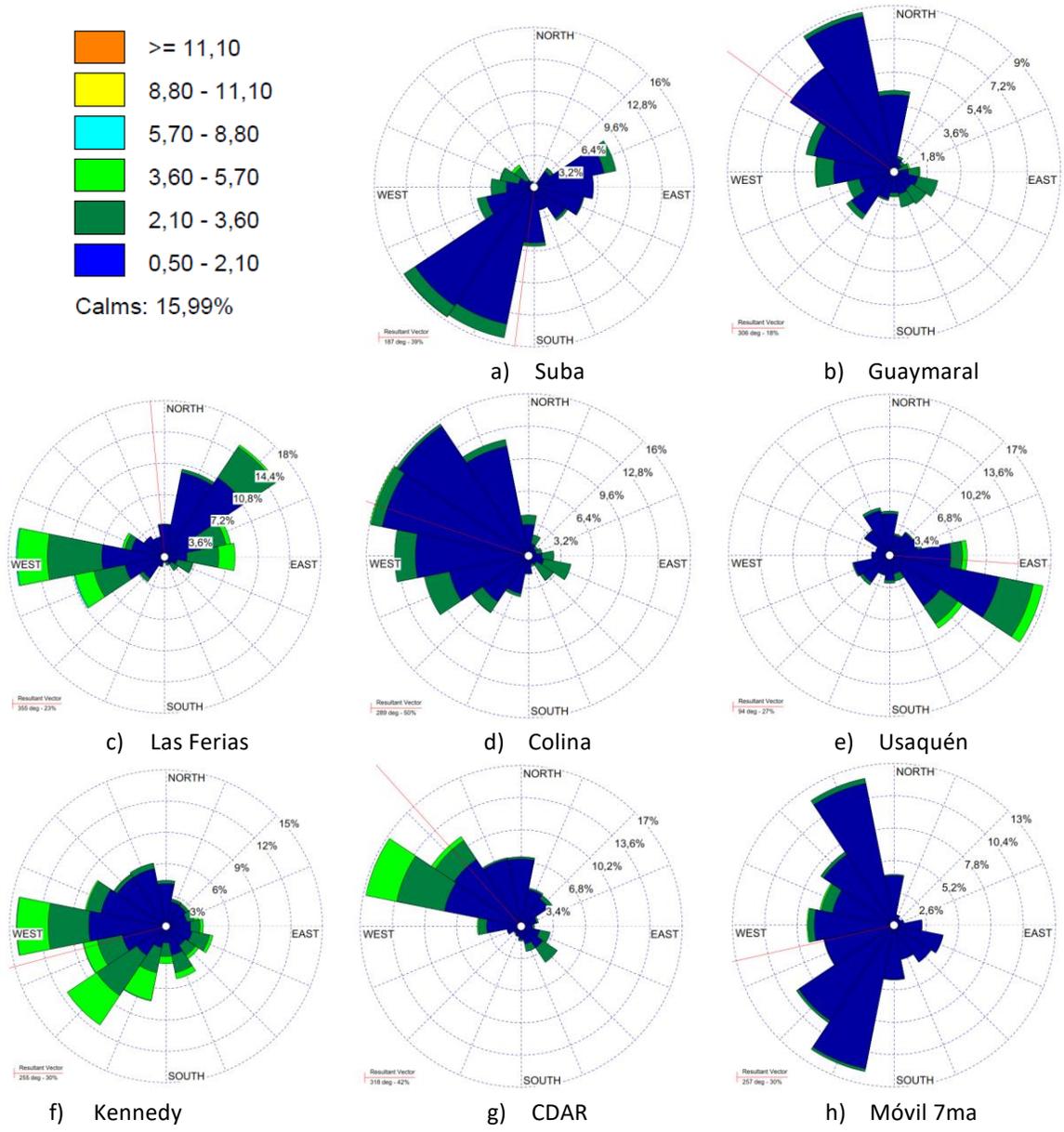


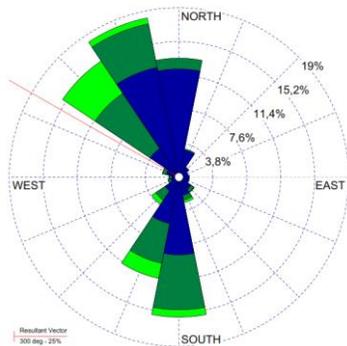
d) Noches

Figura 25. Mapas dirección y velocidad del viento para diferentes fracciones del día – del trimestre Oct-Dic de 2021. a) Madrugada, b) Mañana, c) Tardes, d) Noches

Complementariamente, a través de las rosas de viento de cada estación que cumplió con el criterio de representatividad temporal del 75% se pueden observar las frecuencias y direcciones predominantes registradas durante el cuarto trimestre de 2021 (Figura 26). De dichas rosas, se resaltan los vientos del suroccidente con un 35% de ocurrencia en Móvil de Fontibón, San Cristóbal con un 25% de vientos del oriente y la estación Jazmín con un 20% de vientos del occidente que junto con los registros de las estaciones Kennedy, Ciudad Bolívar y Carvajal-Sevillana, confirman la influencia de vientos del suroccidente para este trimestre con velocidades de entre 0,5 a 5,7 m/s.

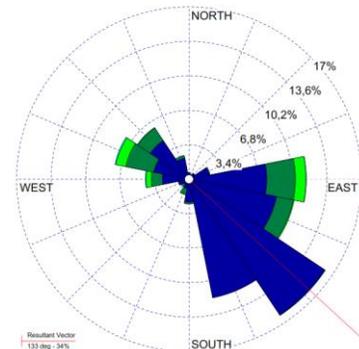
**A. Rosas de viento consolidadas para el cuarto trimestre de 2021**



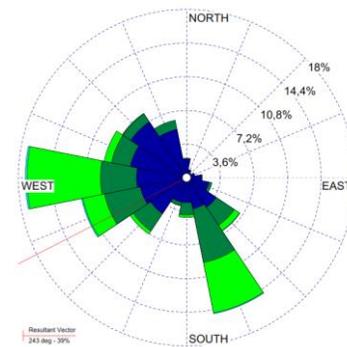


i) Carvajal-Sevillana

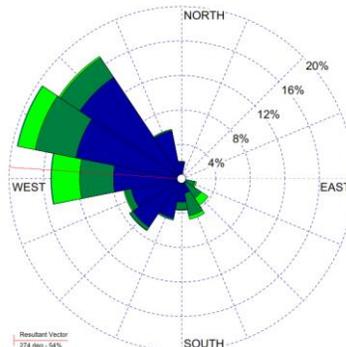
N.A.



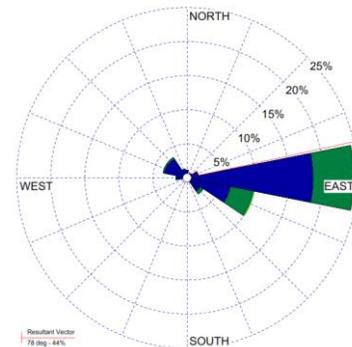
k) MinAmbiente



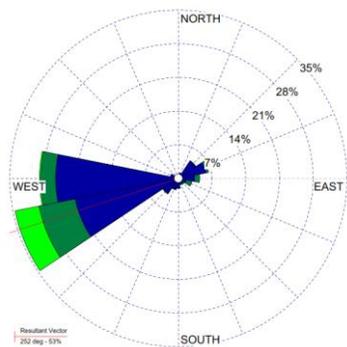
l) Ciudad Bolivar



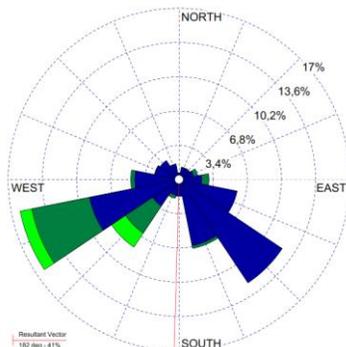
j) Puente Aranda



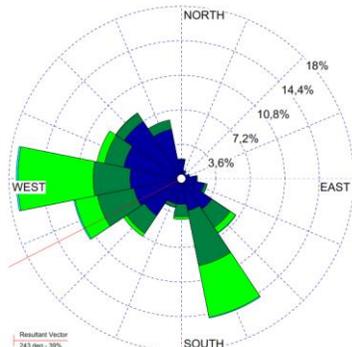
n) San Cristóbal



o) Móvil FTB



p) Tunal



q) Usme

Figura 26. Rosas de viento – Oct - Dic 2021. a) Suba, b) Guaymaral, c) Las Ferias, d) Colina e) Usaquén 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.

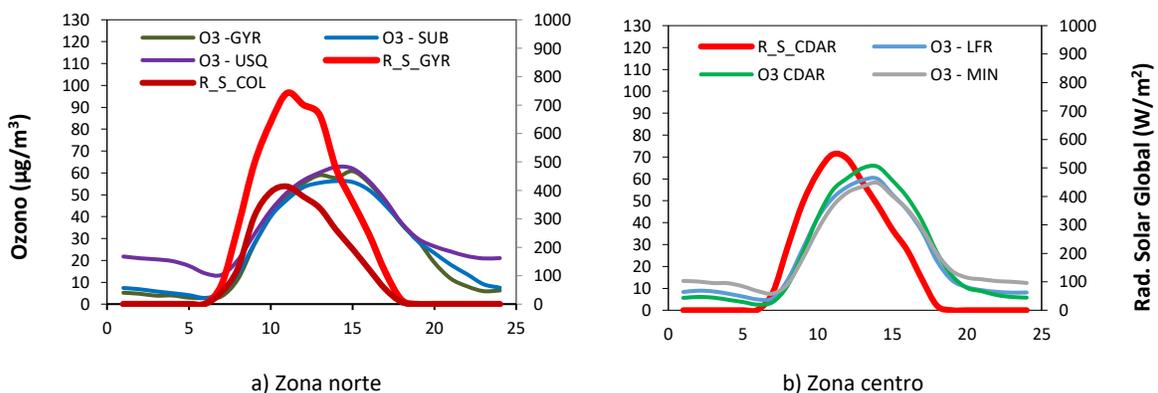
### 13. COMPORTAMIENTO DE LA RADIACIÓN SOLAR Y SU RELACIÓN CON LAS CONCENTRACIONES DE OZONO.

Para el cuarto trimestre de 2021, el flujo radiativo del sol en las horas de mayor incidencia, efectivamente presentó una reducción en gran parte del Distrito, con acumulados por debajo de los 700 W/m<sup>2</sup> en el sector de San Cristóbal, donde durante el año se presentan altos acumulados de radiación durante el día. Esta reducción se corresponde con los altos niveles de precipitación acumulados durante este trimestre. Asimismo, se observan bajas concentraciones de ozono hacia el sur de la ciudad, lo que se asocia principalmente, a las bajas cantidades de radiación solar entrantes.

A diferencia de la zona suroriente, los registros de la RMCAB en la zona norte, muestran altos acumulados de radiación lo que coincide también con los bajos niveles de lluvia registrados en la estación Guaymaral. Con todo, las concentraciones medias trimestrales de Ozono en las estaciones de la zona norte, alcanzaron valores cercanos a los 65 µg/m<sup>3</sup>.

Pese a que las cantidades de radiación solar hacia el suroccidente fueron menores que al norte, hacia el sector del suroccidente se presentaron las mayores concentraciones de Ozono, con promedios trimestrales de hasta 74 µg/m<sup>3</sup> en la hora de mayor concentración. Estas concentraciones podrían estar asociadas a transporte de fuentes vecinas introducidas por los vientos predominantes del occidente y sur occidente.

Las concentraciones de Ozono registradas en el centro de la ciudad, tienen mayor coherencia con las cantidades medias horarias trimestrales de radiación durante el día, bajo el entendido de que es la radiación solar ultravioleta la responsable o catalizadora de la producción de ozono en bajos niveles de la atmosfera. Así las cosas, las concentraciones de Ozono en este sector de la ciudad alcanzaron valores medios horarios trimestrales de hasta 66 µg/m<sup>3</sup> en la estación de C.D.A.R. Ver Figura 27.



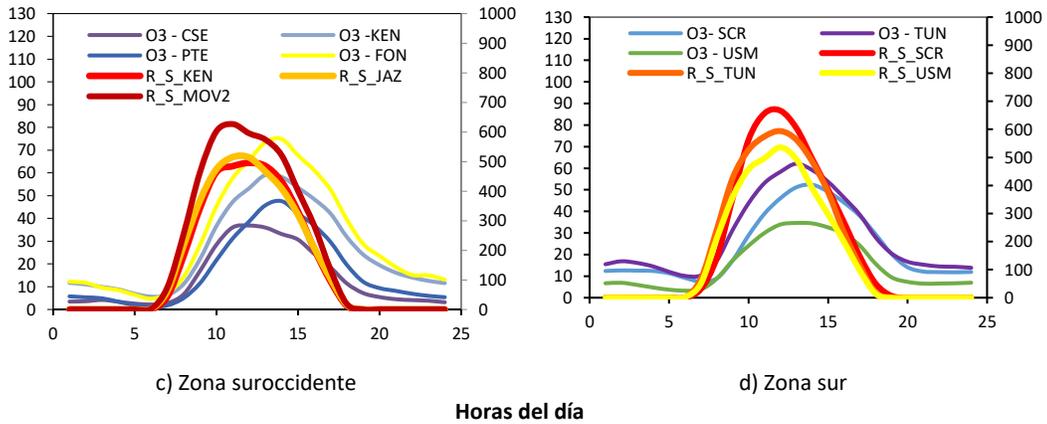


Figura 27. Comportamiento horario de O<sub>3</sub> (μg/m<sup>3</sup>) y su relación con la Radiación Solar entrante (W/m<sup>2</sup>) - Trimestre – Oct-Dic 2021. a) zona norte, b) zona centro, c) zona suroccidente y d) zona sur

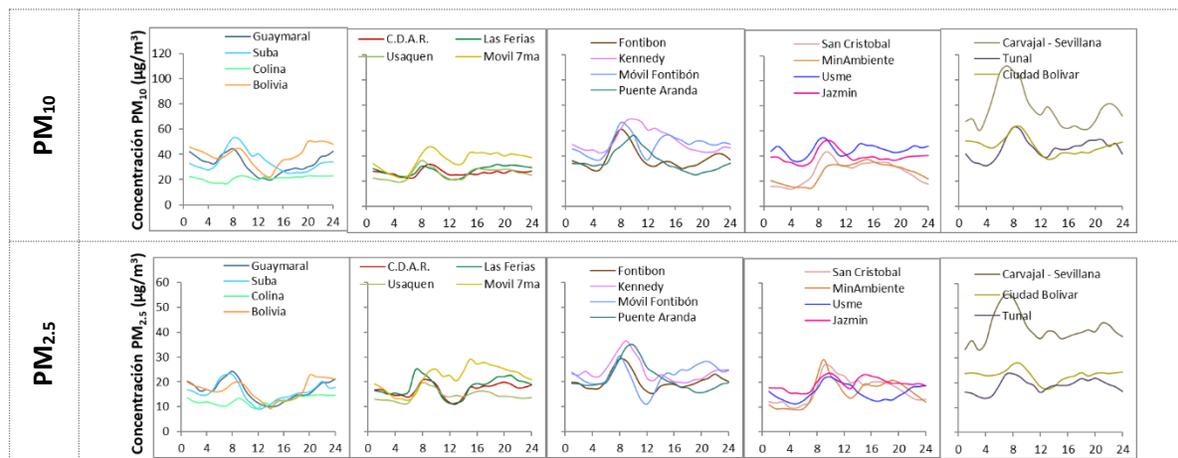
## ANEXOS

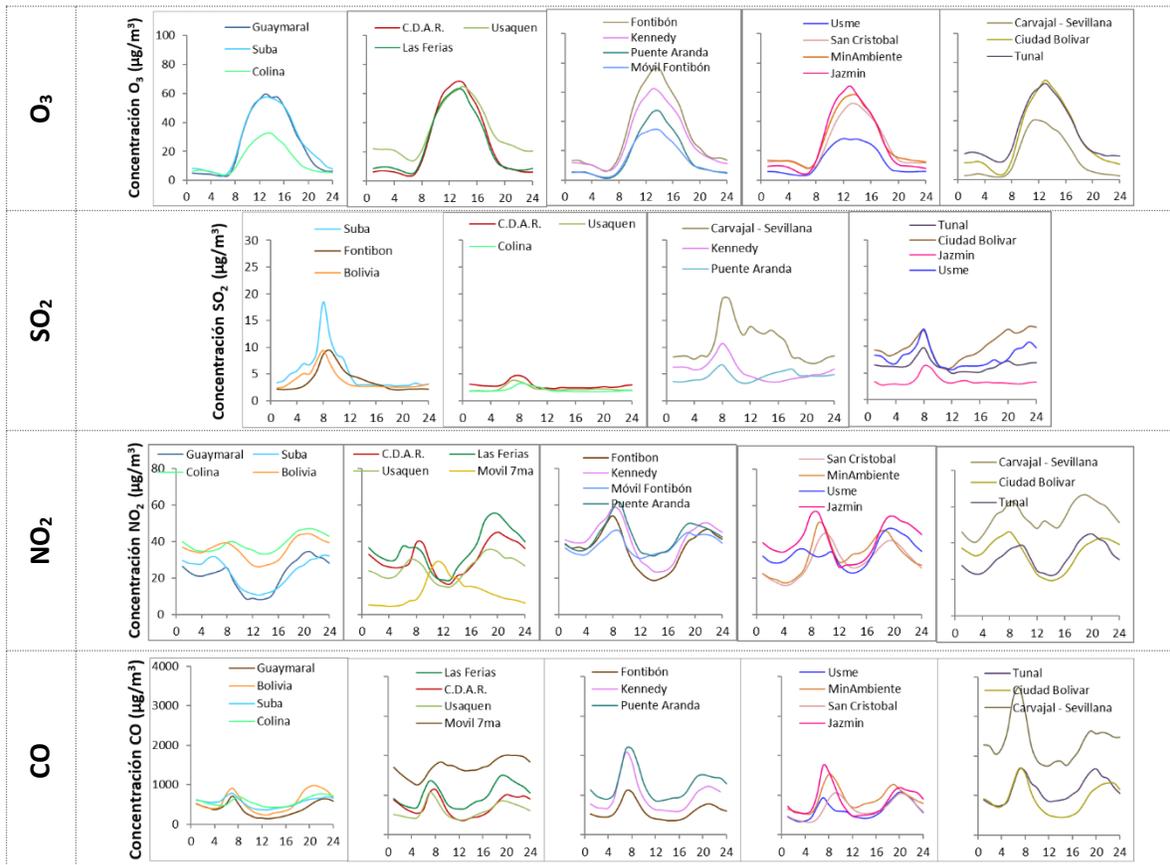
### A. Características de las estaciones de la RMCAB y métodos de referencia

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 <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	O <sub>3</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	V. Viento	D. Viento	Temperatura	Precipitación	R. Solar	H. Relativa	Presión Atm.	
Guaymaral	GYP	4°47'1.52"N	74°2'39.06"W	2580	0	Suba	Sub urbana	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	Sub urbana	De fondo	Carrera 111 # 159A-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	Sub urbana	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	MOV7	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 Jazmin	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	Gr. 98 #16 B 50	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

### B. Promedios horarios de contaminantes tercer trimestre 2021 (Octubre - Diciembre)





### 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 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

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

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 2021<sup>2</sup> (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 <sub>10</sub>	Atenuación por Radiación Beta	EQPM-0798-122	J
		EQPM-0404-151	
PM <sub>2,5</sub>	Atenuación por Radiación Beta	EQPM-0308-170	L
		EQPM-1013-211	
O <sub>3</sub>	Espectrofotometría de Absorción en el Ultravioleta	EQOA-0992-087	D
		EQOA-0193-091	
NO <sub>2</sub>	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 <sub>2</sub>	Fluorescencia Pulsante en el Ultravioleta	EQSA-0495-100	A-1
		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 octubre y el 31 de diciembre de 2021.

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

<sup>2</sup> 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>

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

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".

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 <sub>2</sub>	2,6186	ppb a $\mu\text{g}/\text{m}^3$

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

NO <sub>2</sub>	1,8804	ppb a µg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	1,9620	ppb a µg/m <sup>3</sup>

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***