

SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE

Informe Tecnico No. 01367, 30 de septiembre del 2020



**Informe Mensual  
de Calidad del Aire  
en Bogotá**

.....

**Julio 2020**

Estación Los Hornos

Red de Monitoreo de Calidad del Aire de  
Bogotá - RMCAB



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.



**BOGOTÁ**  
Secretaría de Ambiente



**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 de la RMCAB

**Luis Álvaro Hernández González**

Coordinador Técnico de la RMCAB

**Leonardo Quiñones Cantor**

Profesional Especializado del SATAB

**EdisonYesid Ortíz Durán**

Líder del SIMCAB

**Daissy Lizeth Zambrano Bohórquez**

**Eaking Ballesteros Urrutia**

**Edna Lizeth Montealegre Garzón**

Grupo de Validación y Análisis de la RMCAB

**Darío Alejandro Gómez Flechas**

**Henry Ospino Dávila**

**Luz Dary González González**

**Jesús Alberto Herrera Dallos**

**Luis Hernando Monsalve Guiza**

Grupo de Operación de la RMCAB

**Maria Camila Buitrago Jiménez**

Profesional Especializado del SATAB



## 1 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 mes de julio de 2020, teniendo en cuenta que se muestran los resultados que tuvieron una representatividad temporal mayor al 75% del tiempo.

En la siguiente tabla se muestran las estaciones activas para el mes de julio de 2020, las abreviaturas de las estaciones usadas en las tablas y gráficas, y los números con los que se identifican en los mapas.

Estación	Guaymaral	Usaquén	Suba	Las Ferias	Centro de Alto Rendimiento	MinAmbiente	Móvil 7ma	Fontibón	Puente Aranda	Kennedy	Carvajal-Sevillana	Tunal	San Cristóbal
Abrev.	GYR	USQ	SUB	LFR	CDAR	MAM	MOV	FTB	PTE	KEN	CSE	TUN	SCR
No. Estación	8	1	11	6	5	2	12	14	13	9	3	4	7

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

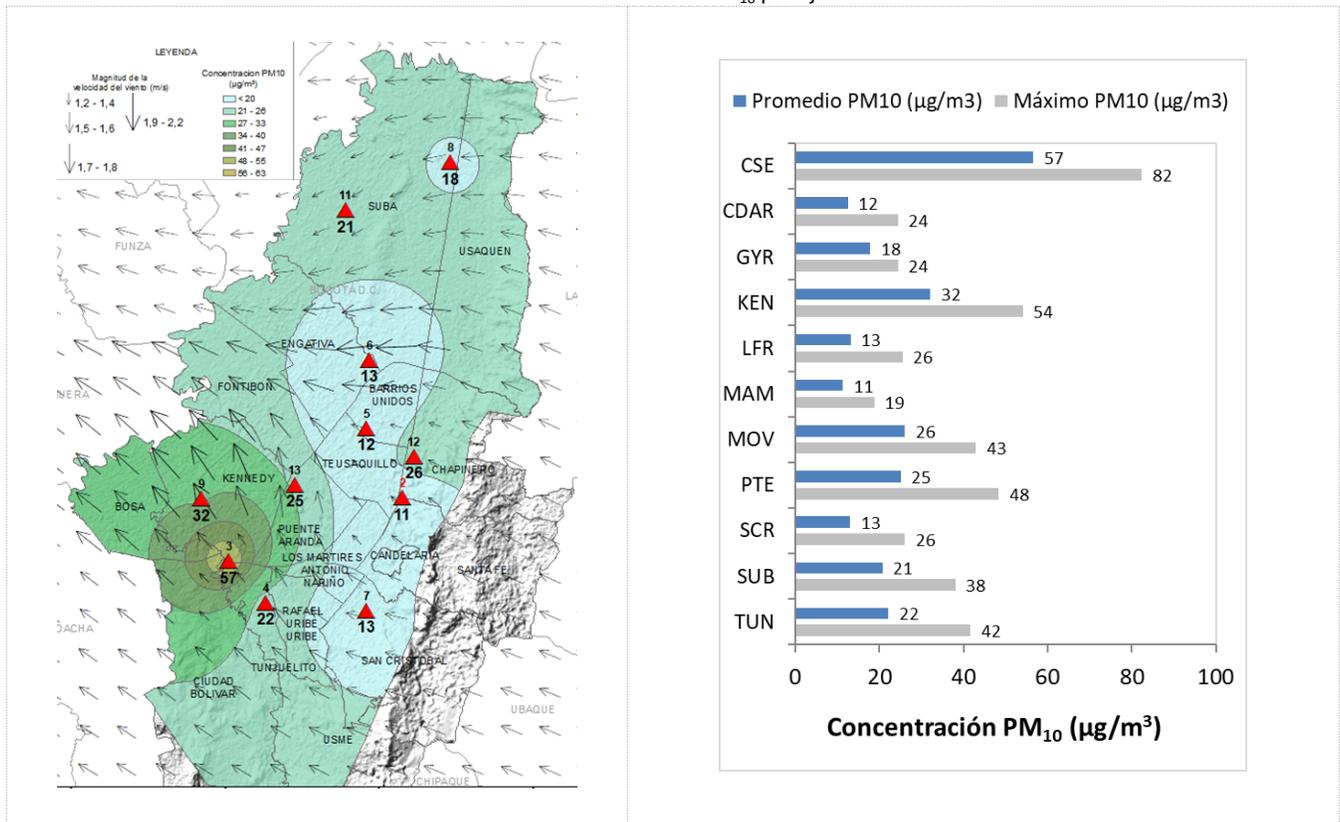
La Tabla 1 muestra los datos obtenidos para material particulado PM<sub>10</sub> en el mes de julio de 2020, incluyendo las concentraciones promedio mensuales, concentraciones diarias máximas, número de excedencias a la norma diaria establecida por la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y porcentaje de datos válidos en el mes (de acuerdo al total de datos diarios registrados), además de la distribución espacial de las concentraciones.

En este mes, las concentraciones promedio mensual más altas se presentaron en la zona suroccidente de la ciudad en la estación Carvajal - Sevillana (**56.6 µg/m<sup>3</sup>**) y en la estación Kennedy (**32.1 µg/m<sup>3</sup>**), mientras que las menores concentraciones se registraron en la zona centro-oriental en la estación MinAmbiente (**11.3 µg/m<sup>3</sup>**) y en la estación Centro de Alto Rendimiento (**12.5 µg/m<sup>3</sup>**). Las concentraciones máximas

diarias más altas para el mes corresponden a **82.4 µg/m<sup>3</sup>** en la estación Carvajal - Sevillana, y **54.1 µg/m<sup>3</sup>** en la estación Kennedy; la concentración diaria máxima registrada en la estación Carvajal-Sevillana sobrepasó el nivel máximo definido por la norma nacional diaria (75 µg/m<sup>3</sup>).

Este mes se han registrado menores concentraciones de PM<sub>10</sub> en relación a los meses anteriores en la mayoría de zonas de la ciudad. Por una parte la meteorología favorece la dispersión de los contaminantes dado el aumento de la velocidad del viento, y por otra se mantuvieron las restricciones a las actividades en varias localidades de la ciudad, por lo cual se redujeron las emisiones en ciertas zonas y por ende disminuyeron las concentraciones.

Tabla 1. Resumen de datos de PM<sub>10</sub> para julio de 2020



Estación	CSE	CDAR	FTB*	GYR	KEN	LFR	MAM	MOV	PTE	SCR	SUB	TUN
Promedio PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	56.6	12.5	25.4	17.8	32.1	13.1	11.3	26.1	25.1	13.0	20.7	22.1
Máxima PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	82.4	24.4	42.5	24.4	54.1	25.5	18.8	42.9	48.3	26.0	38.1	41.7
Excedencias 24h	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Datos válidos (%)	100%	100%	35%	84%	100%	94%	87%	100%	100%	100%	100%	100%

La Figura 1 presenta las concentraciones diarias de PM<sub>10</sub> del mes comparadas con el valor máximo establecido por la norma nacional. De acuerdo con la ubicación, se observa que las concentraciones más altas de PM<sub>10</sub> se presentaron en el suroccidente de la ciudad (Carvajal-Sevillana y Kennedy), principalmente en la segunda semana del mes. Las concentraciones diarias más bajas se observaron en la zona norte (Guaymaral) y en el oriente de la ciudad (MinAmbiente y San Cristóbal), durante la tercera semana del mes. En general se mantuvieron bajas las concentraciones en las estaciones del oriente y centro de la ciudad, sin incrementos notables, mientras que en el sur y suroccidente aumentaron desde el 21 de julio. En este periodo se registraron dos (2) excedencias de los promedios diarios de concentración en la estación Carvajal-Sevillana, las cuales sobrepasaron la norma nacional diaria de PM<sub>10</sub> según la Resolución 2254 de 2017 del MADS (75 µg/m<sup>3</sup>).

El monitor de PM<sub>10</sub> de la estación Usaqué no registró información durante el mes de julio de 2020 debido a que varios datos fueron invalidados, ya que registraba un comportamiento atípico respecto a las concentraciones de PM<sub>2.5</sub>. Por otro lado, solamente el monitor de la estación Fontibón registró datos válidos de PM<sub>10</sub> en un porcentaje menor al 75%, ya que registró datos desde el 23 de julio, debido a la ruptura de la cinta filtro del equipo y las restricciones de acceso a la estación por cuenta de los protocolos de bioseguridad para prevenir el contagio por COVID-19.

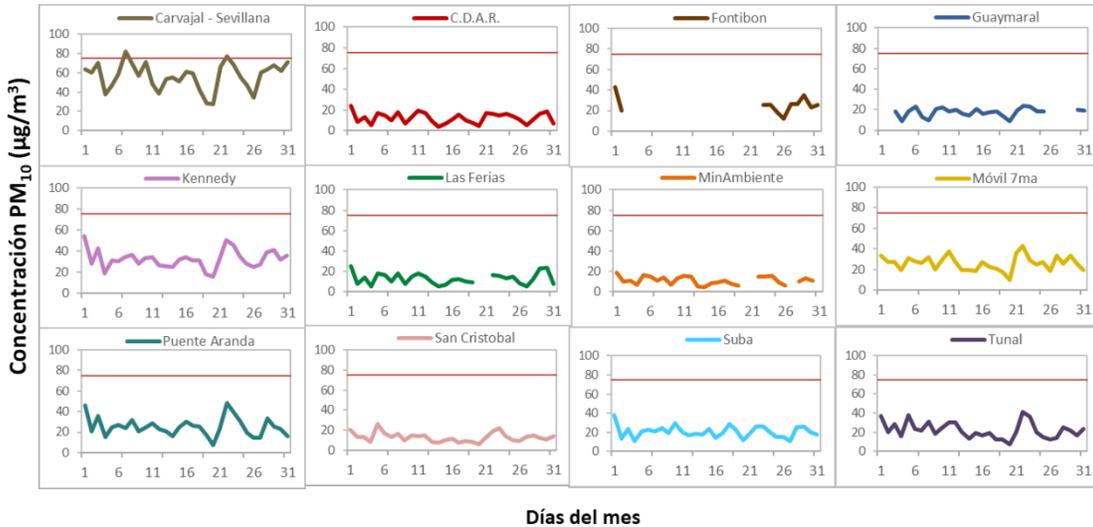


Figura 1. Comportamiento de las concentraciones diarias de PM<sub>10</sub> para julio de 2020

La Figura 2 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones promedio mensual de PM<sub>10</sub> para el mes de julio en los últimos cuatro años. Se observa que las concentraciones registradas en el 2020 en la zona suroccidente se mantuvieron similares a las del año anterior, mientras que las estaciones de la zona oriente fueron menores a las de años anteriores. La reducción más notable se observó en Suba, con 18 µg/m<sup>3</sup> en relación al 2019.

Las concentraciones más altas en la ciudad se observan en el suroccidente, aunque en 2018 se incrementaron también en la zona norte de la ciudad.

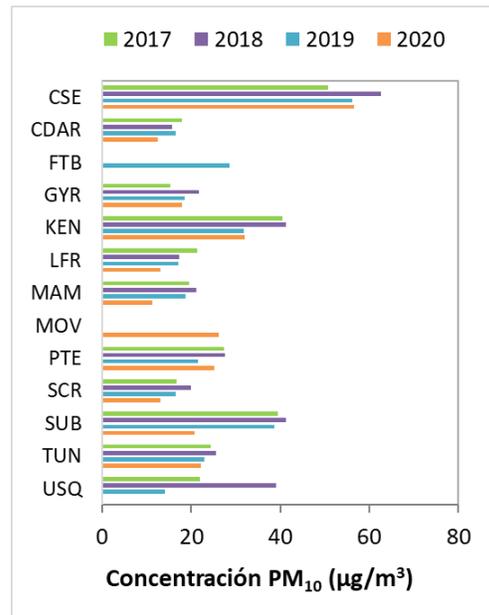


Figura 2. Comportamiento interanual de las concentraciones de PM<sub>10</sub> (2017-2018-2019-2020) para los meses de julio

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

La Tabla 2 muestra los datos obtenidos para material particulado  $PM_{2.5}$  en el mes de julio de 2020, incluyendo las concentraciones promedio mensuales, concentraciones diarias máximas, número de excedencias a la norma diaria establecida por la Resolución 2254 de 2017 del MADS y el porcentaje de datos válidos en el mes (de acuerdo al total de datos diarios registrados), además de la distribución espacial de las concentraciones.

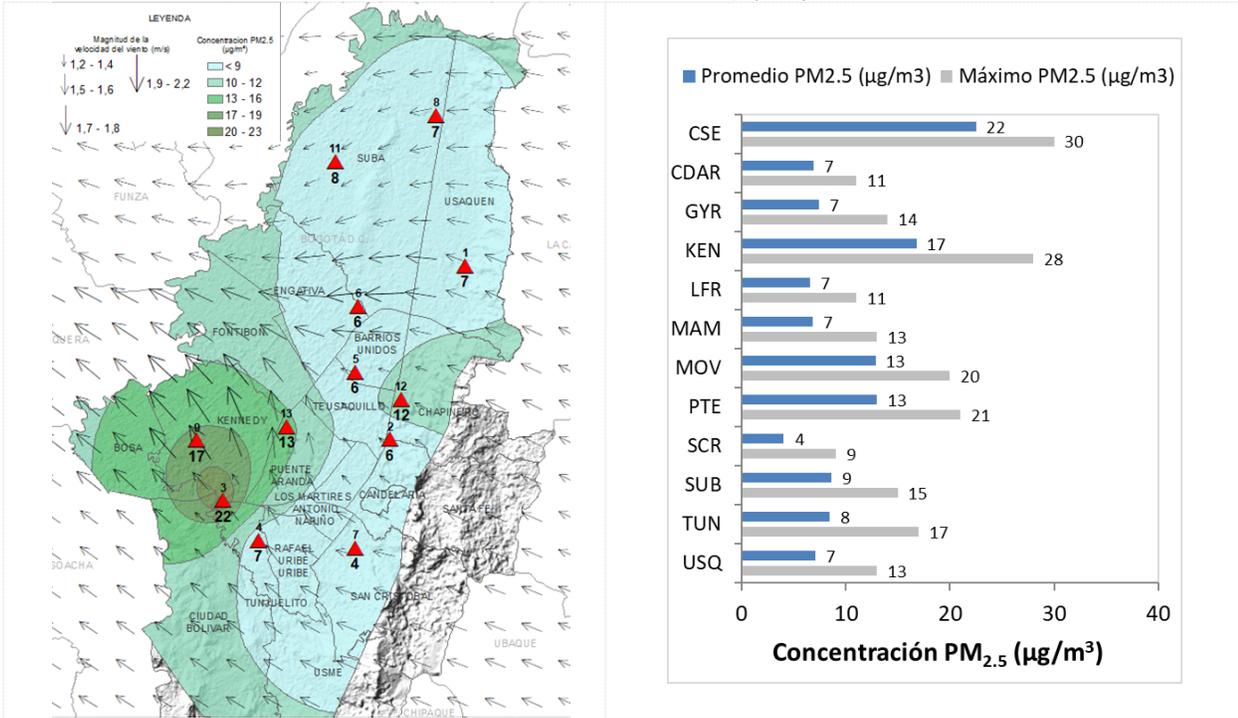
Se puede observar que las concentraciones promedio mensuales más altas se presentaron en la zona suroccidental de la ciudad en la estación Carvajal - Sevillana con **22.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  y en la estación Kennedy con **16.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$** ; mientras que las menores concentraciones se registraron en la zona suroriente, en la estación San Cristóbal con **4.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  y en el centro de la ciudad en la estación Las Ferias con **6.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . La concentración máxima diaria de  $PM_{2.5}$  más alta en el mes fue de **30.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  en la estación Carvajal - Sevillana, seguida de **28.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  en Kennedy; durante el mes ninguna concentración máxima excedió el nivel máximo establecido por la norma nacional diaria (37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Al igual que en el caso del  $PM_{10}$ , las concentraciones fueron bajas en la mayoría de las estaciones en relación a las registradas en los meses anteriores del año. En las estaciones del oriente y centro de la ciudad se observaron los datos más bajos, dadas las condiciones favorables para la dispersión de los contaminantes y la reducción de la actividad de fuentes de emisión en ciertas localidades de la ciudad.

La Figura 3 presenta las concentraciones diarias de  $PM_{2.5}$  registradas en el mes de julio en comparación con el nivel máximo permisible establecido por la norma nacional. De acuerdo con la ubicación, se observa que las concentraciones más altas de  $PM_{2.5}$  se presentaron en la zona suroccidente (Carvajal-Sevillana, Kennedy y Puente Aranda) principalmente en la cuarta semana del mes; mientras que las concentraciones más bajas se registraron en la zona oriental (San Cristóbal, Usaqué), durante todo el mes. En julio de 2020 no se registraron excedencias al valor establecido por la norma nacional diaria de  $PM_{2.5}$  (37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Solamente la estación de Fontibón registró menos del 75% de datos válidos, la cinta filtro del monitor de  $PM_{2.5}$  debió ser reemplazada, pero debido a las restricciones el reemplazo se realizó hasta la cuarta semana del mes, con lo cual el monitor quedó en funcionamiento normal.

Tabla 2. Resumen de datos de PM<sub>2.5</sub> para julio de 2020



Estación	CSE	CDAR	FTB*	GYR	KEN	LFR	MAM	MOV	PTE	SCR	SUB	TUN	USQ
<b>Promedio PM<sub>2.5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>	22.5	6.9	13.4	7.4	16.8	6.5	6.8	12.9	13.0	4.0	8.6	8.4	7.1
<b>Máximo PM<sub>2.5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>	30.0	11.0	21.0	14.0	28.0	11.0	13.0	20.0	21.0	9.0	15.0	17.0	13.0
<b>Excedencias 24h</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Datos válidos (%)</b>	100%	100%	39%	100%	100%	97%	100%	100%	100%	97%	90%	97%	100%

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

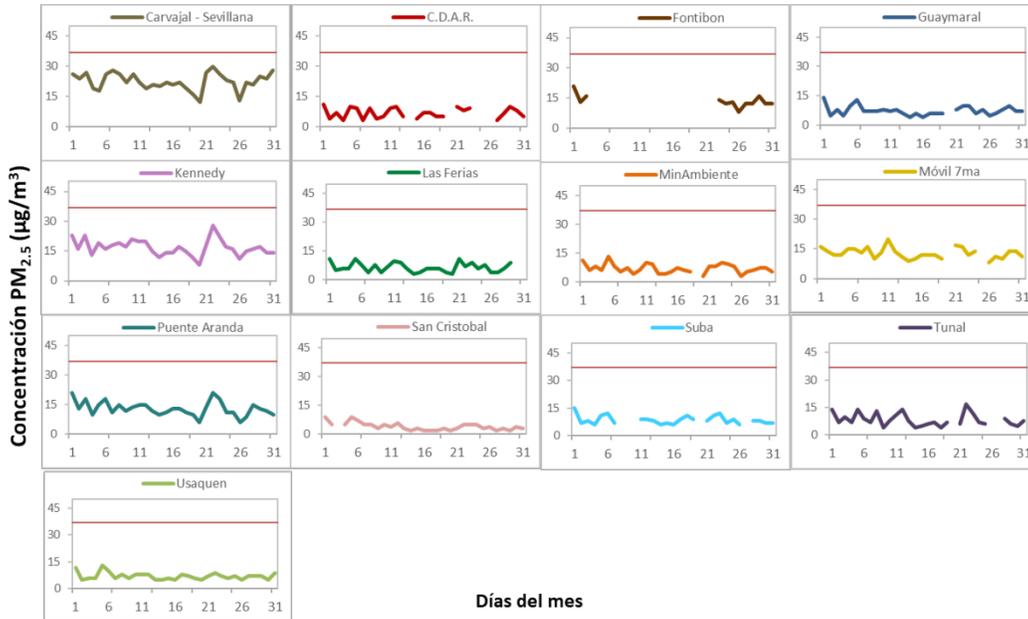


Figura 3. Comportamiento de las concentraciones diarias PM<sub>2.5</sub> para julio de 2020

La Figura 4 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> para el mes de julio en los últimos 4 años. Se evidencia que en la mayoría de estaciones las concentraciones permanecen estables, aunque en la estación Carvajal-Sevillana hubo una reducción notable en relación al año anterior, de 7 µg/m<sup>3</sup>.

En este mes se observa que las concentraciones en todas las estaciones son menores a los 20 µg/m<sup>3</sup> a excepción de Carvajal-Sevillana, que ha registrado concentraciones hasta de 30 µg/m<sup>3</sup>, siendo la estación con los mayores niveles de material particulado, aunque en julio se observen los niveles más bajos del año.

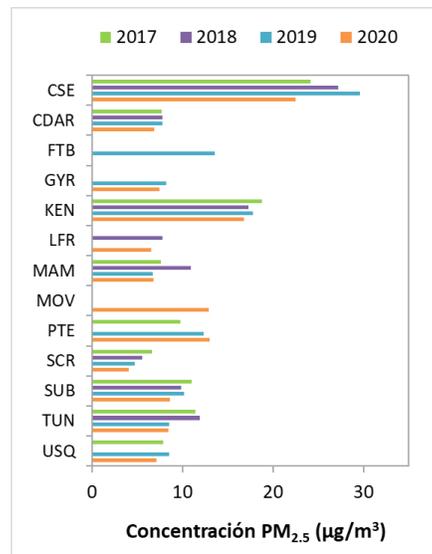


Figura 4. Comportamiento interanual de las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> (2017-2018-2019-2020) para los meses de julio

#### 4 COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LA CONCENTRACIÓN DE OZONO (O<sub>3</sub>). PROMEDIOS MÓVILES DE 8 HORAS.

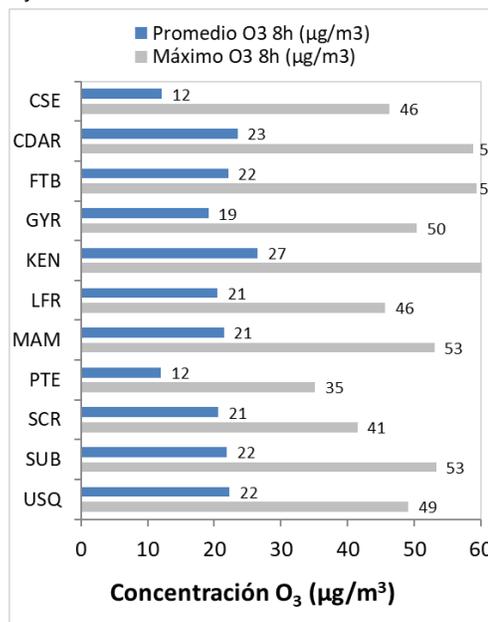
La Tabla 3 presenta los datos obtenidos para ozono (O<sub>3</sub>) en el mes de julio de 2020, incluyendo los promedios mensuales, concentraciones 8 horas máximas, número de excedencias a la norma 8 horas establecida por la Resolución 2254 de 2017 del MADS y porcentaje de datos válidos en el mes (de acuerdo al total de datos de media móvil 8 horas).

Se observa que las mayores concentraciones como promedio mensual con base en datos 8 horas se presentaron en la zona suroccidente y zona centro de la ciudad, en la estación Kennedy con **26.547 µg/m<sup>3</sup>** y en Centro de Alto Rendimiento con **23.474 µg/m<sup>3</sup>** respectivamente, mientras que las menores concentraciones se presentaron en la zona centro-occidente y sur, en la estación Puente Aranda con **11.976 µg/m<sup>3</sup>** y la estación Carvajal - Sevillana con **12.110 µg/m<sup>3</sup>**. En este mes se registran altas concentraciones nuevamente en el suroccidente de la ciudad, aunque en gran parte del oriente y centro de la ciudad las concentraciones fueron del orden de 20 µg/m<sup>3</sup>. La concentración máxima más alta con base en promedios 8 horas fue de **61.705 µg/m<sup>3</sup>** en la estación Kennedy; la cual no excedió la norma nacional 8 horas (100 µg/m<sup>3</sup>).

Tabla 3. Resumen de datos de O<sub>3</sub> para julio de 2020

Estación	Promedio O <sub>3</sub> 8h (µg/m <sup>3</sup> )	Máximo O <sub>3</sub> 8h (µg/m <sup>3</sup> )	Excedencias 8h	Datos válidos (%)
CSE	12.110	46.254	0	100%
CDAR	23.474	58.786	0	97%
FTB	22.080	59.375	0	98%
GYR	19.147	50.399	0	99%
KEN	26.547	61.705	0	94%
LFR	20.515	45.617	0	100%
MAM	21.463	52.999	0	98%
PTE	11.976	35.144	0	99%
SCR	20.595	41.447	0	100%
SUB	21.854	53.268	0	100%
TUN*	19.365	50.718	0	65%
USQ	22.264	49.083	0	81%

\*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 los datos promedio media móvil 8 horas durante el mes de julio de 2020 y la comparación respecto a la norma nacional 8 horas. De acuerdo con las gráficas por estación, se observa que las concentraciones más altas de O<sub>3</sub> se presentaron en las áreas cercanas a las estaciones Kennedy y Centro de Alto Rendimiento, durante la segunda y tercera semana del mes; mientras que las concentraciones más bajas se observaron en la zona de influencia de las estaciones Puente Aranda y Carvajal-Sevillana, en la cuarta semana del mes. En julio de 2020, no se registraron excedencias de los promedios 8 horas de concentración con respecto a la norma nacional 8 horas de O<sub>3</sub> según la Resolución 2254 de 2017 del MADS (100 µg/m<sup>3</sup>).

Solamente la estación Tunal registró un porcentaje de datos válidos menor al 75%, dado que se registraron datos negativos en la tercera y cuarta semana del mes, por lo cual tuvieron que ser invalidados.

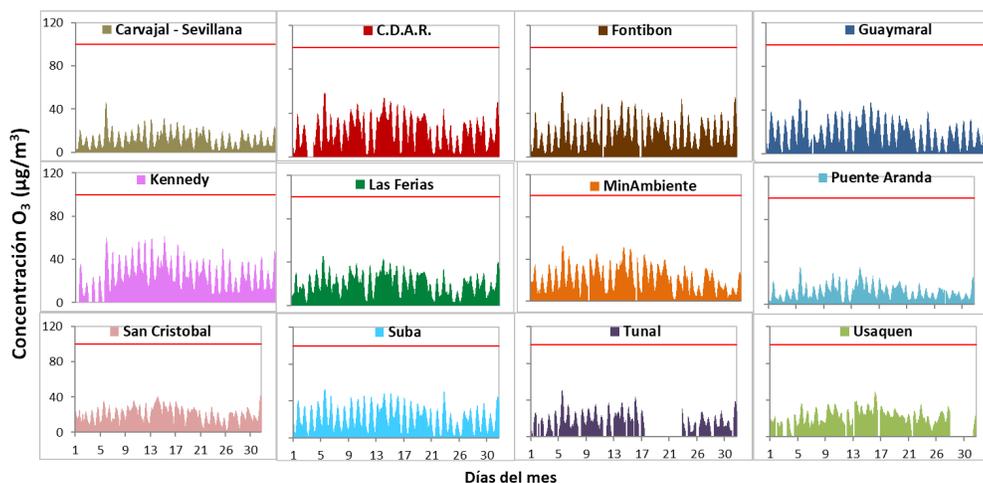


Figura 5. Comportamiento de las concentraciones 8h de O<sub>3</sub> para julio 2020 y comparación con norma nacional.

La Figura 6 muestra el comportamiento interanual de las concentraciones de O<sub>3</sub> del mes de julio en los últimos 4 años. Se observa que las concentraciones registradas en el año 2020 tienen un comportamiento variable en las diferentes zonas de la ciudad. Se registraron incrementos notables respecto al 2019 en Fontibón, Kennedy y MinAmbiente, sin embargo, en Usaquén se observó una disminución importante en relación a los dos años anteriores.

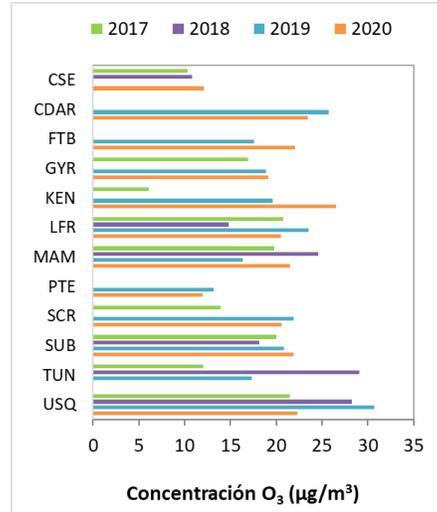


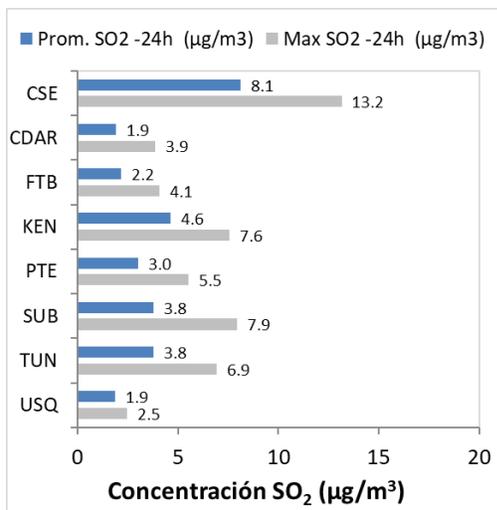
Figura 6. Comportamiento interanual de las concentraciones de O<sub>3</sub> (2017-2018-2019-2020) para los meses de julio

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

La Tabla 4, Tabla 5, y Tabla 6 presentan las concentraciones promedio mensuales y máximas de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y monóxido de carbono (CO), correspondientes al mes de julio de 2020. 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 mes, e históricamente las concentraciones se han mantenido por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad vigente (Resolución 2254 de 2017 del MADS) en sus respectivos tiempos de exposición; además no se registraron excedencias a los niveles máximos permisibles para los diferentes tiempos de exposición establecidos en la norma. Adicionalmente, la afectación a la salud pública causada por los efectos potenciales de estos contaminantes es menor que la generada por el material particulado y el ozono.

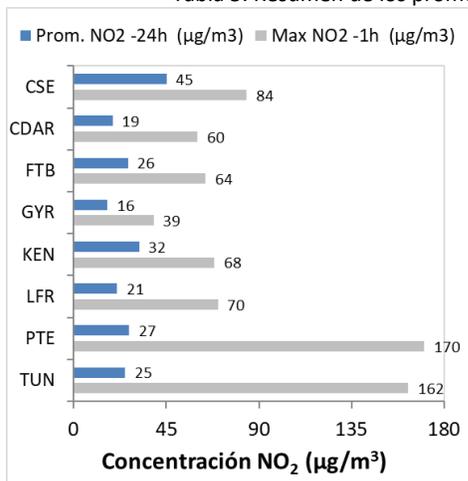
Solamente el monitor de CO de la estación Puente Aranda registró menos del 75% de datos válidos, debido a que durante 9 días del mes registró datos atípicos, por lo cual se invalidó dicha información.

Tabla 4. Resumen de los promedios 24 horas para SO<sub>2</sub>, julio 2020.



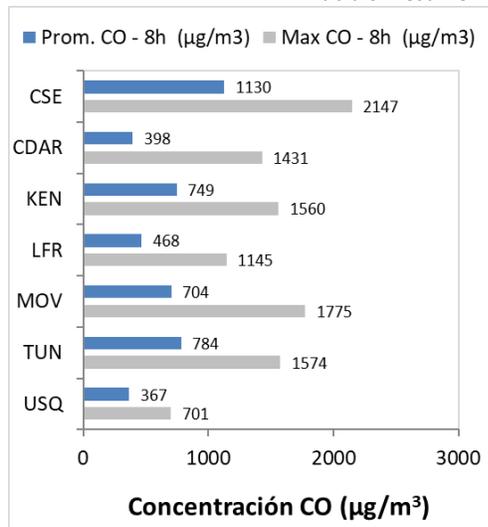
Est.	Prom. SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Máx. SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Exc. 24h	Exc. 1h	Datos válidos (%)
CSE	8.1	13.2	0	0	100%
CDAR	1.9	3.9	0	0	94%
FTB	2.2	4.1	0	0	100%
KEN	4.6	7.6	0	0	100%
PTE	3.0	5.5	0	0	100%
SUB	3.8	7.9	0	0	100%
TUN	3.8	6.9	0	0	90%
USQ	1.9	2.5	0	0	100%

Tabla 5. Resumen de los promedios diarios y excedencias horarias para NO<sub>2</sub>, julio 2020.



Est.	Prom.24h NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Máx. 1h NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Exc. 1h	Datos válidos (%)
CSE	45.1	83.9	0	100%
CDAR	19.0	60.2	0	87%
FTB	26.4	64.1	0	100%
GYR	16.5	38.9	0	100%
KEN	31.8	68.4	0	100%
LFR	21.0	70.1	0	100%
PTE	26.9	170.4	0	77%
TUN	25.1	162.3	0	90%

Tabla 6. Resumen de los promedios 8 horas para CO. julio 2020.



Est.	Prom. CO (µg/m <sup>3</sup> )	Máx. CO (µg/m <sup>3</sup> )	Exc. 8h	Exc. 1h	Datos válidos (%)
CSE	1129.5	2146.7	0	0	100%
CDAR	397.9	1431.1	0	0	100%
KEN	749.4	1559.9	0	0	100%
LFR	467.9	1144.9	0	0	100%
MOV	704.2	1774.6	0	0	92%
PTE*	703.6	1808.9	0	0	68%
TUN	783.9	1574.2	0	0	94%
USQ	366.9	701.3	0	0	100%

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

## 6 COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LAS CONCENTRACIONES DE BLACK CARBON

La Red de Monitoreo de Black Carbon – RMBC, se encuentra asociada a la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB, la cual es propiedad de la Secretaría Distrital de Ambiente. Los instrumentos dispuestos para esta red se encargan de realizar monitoreo de los aerosoles atmosféricos, que corresponden a partículas sólidas o líquidas que se encuentran suspendidas en la atmosfera y cuyo tamaño varía entre 0.001 y 100 µm.

La RMBC cuenta con ocho aethalometros que funcionan en dos (2) longitudes de onda. La longitud de onda de 880 nm se utiliza para medir la concentración de black carbon (BC) del aerosol, el cual está formado por la combustión incompleta de combustibles fósiles, especialmente diésel, así como el aporte de las emisiones industriales, domésticas y por quema de biomasa. La longitud de onda de 370 nm proporciona una medida del “componente UV”, es decir, para medir concentraciones de brown carbon (UV-BC) del aerosol proveniente de la quema directa de biomasa, ya sea por la ocurrencia de incendios forestales, así como de la combustión de madera y carbono para la calefacción doméstica y la liberación biogénica de materia húmica, restos vegetales y de hongos.

## 6.1 COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LAS CONCENTRACIONES DE BLACK CARBON

Durante el mes de julio las concentraciones de black carbon en las longitudes de onda 370 nm y 800 nm tuvieron un comportamiento similar en donde los promedios mensuales más altos se presentaron en la zona suroccidental de la ciudad, en las estaciones de Carvajal - Sevillana con 7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y Kennedy con 6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; por otro lado, las menores concentraciones se registraron en la zona centro oriental de la ciudad en la estación de Las Ferias y la zona Suroriental en la estación de San Cristóbal con 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente. Las concentraciones máximas diarias más altas se presentaron en la estación de Centro de Alto Rendimiento con 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y en la estación de Tunal con 43  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Adicionalmente, durante el mes de julio, las estaciones que presentan una captura de datos menor al 75% son aquellas en las que se han presentado dificultades para acceder a la estación a realizar las labores de mantenimiento preventivo y correctivo; en este caso, durante este mes presentó un porcentaje de datos menor al 75% en las estaciones de Fontibón y San Cristóbal debido a problemas de accesibilidad del lugar por las restricciones del Aislamiento Preventivo Obligatorio declarado a nivel nacional.

Tabla 7. Resumen de datos obtenidos de black carbon en las dos longitudes de onda (370 nm y 880 nm) julio de 2020.

Estación	Prom. 370 nm	Max. 370 nm	Prom. 880 nm	Max 880 nm	Datos capturados (%)
Carvajal – Sevillana	7	21	7	32	100%
CDAR	3	22	3	50	99%
Fontibón*	6	32	6	34	30%
Kennedy	6	29	6	41	100%
Las Ferias	2	14	2	14	100%
Min Ambiente	3	22	4	38	99%
San Cristóbal*	2	14	2	14	69%
Tunal	4	32	4	43	88%

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

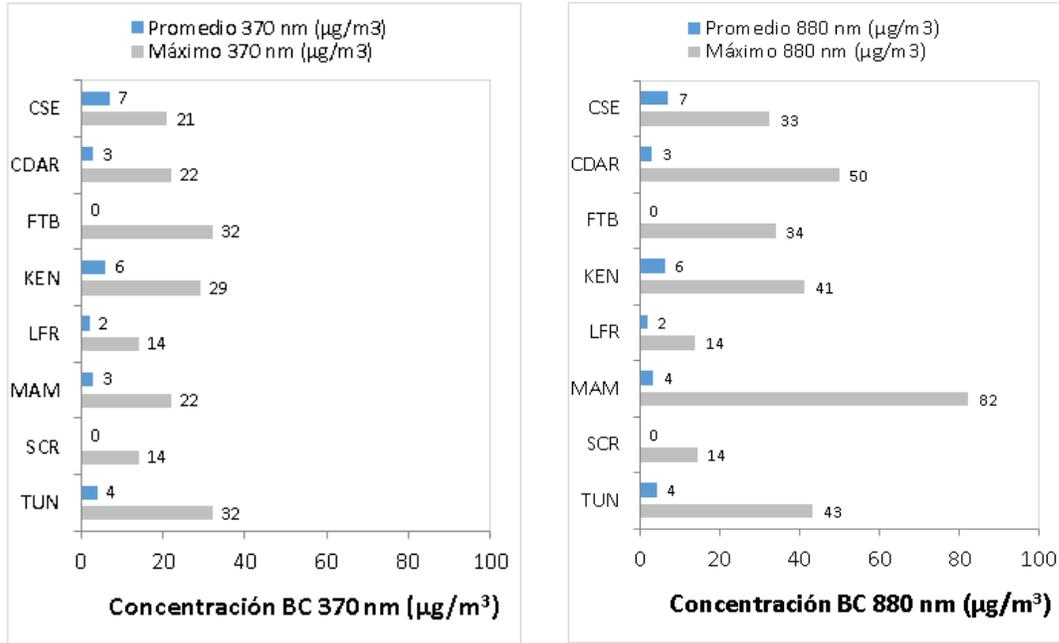


Figura 7. Promedios de concentraciones mensuales, valores máximos para las longitudes de onda 370 nm y 880 nm. Julio de 2020

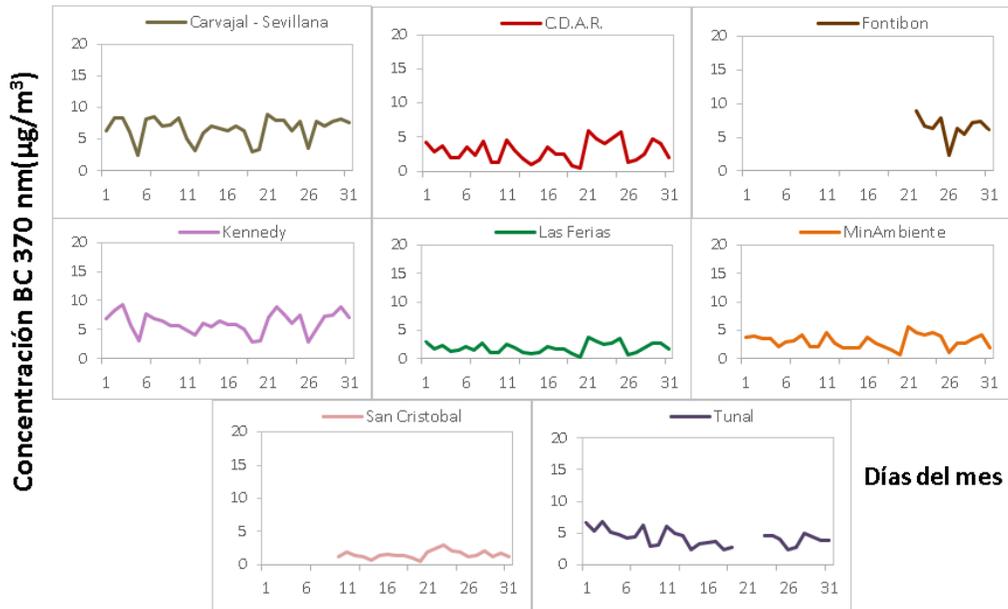


Figura 8. Comportamiento de las concentraciones diarias de longitud de onda 370 nm para julio de 2020

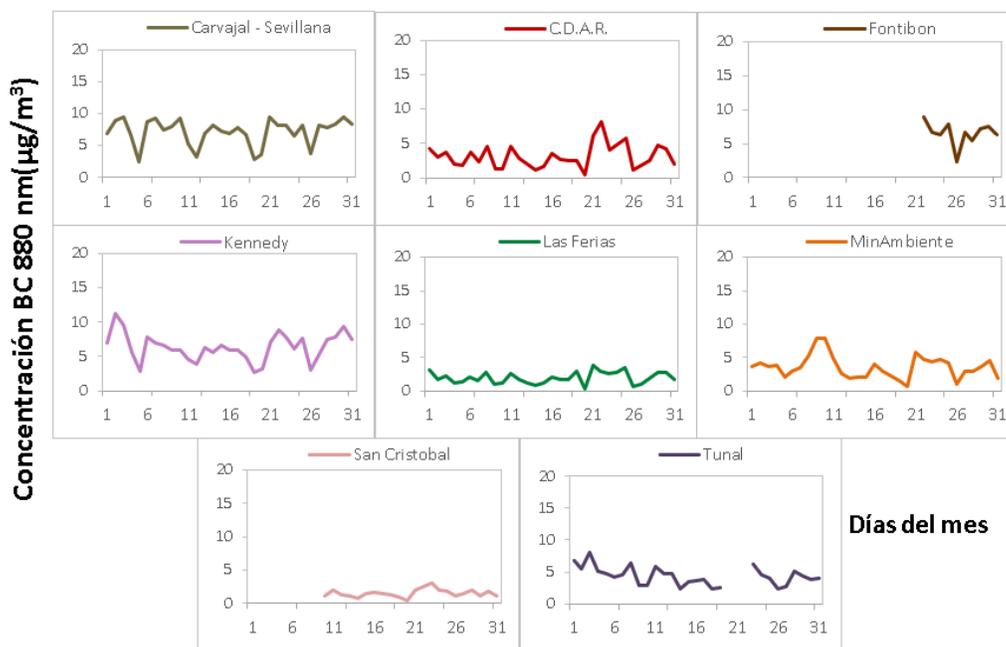


Figura 9. Comportamiento de las concentraciones diarias de longitud de onda 880 nm para julio de 2020

En las Figuras 8 y 9 se presentan las concentraciones diarias de las longitudes de onda 370 nm y 880 nm para el mes de julio de 2020. De acuerdo con la ubicación y su comportamiento, las concentraciones más altas se presentaron en la estación de Kennedy, presentando unos incrementos superiores a los 10 µg/m<sup>3</sup> durante la primera semana del mes. La estación de Carvajal – Sevillana presentó un incremento similar durante todo el transcurso del mes, sin embargo, no superó los 10 µg/m<sup>3</sup>.

Por otro lado, en la estación de Centro de Alto Rendimiento se evidencia que las concentraciones de Black Carbon en la longitud de onda 880 fueron mayores durante la tercera semana llegando a los 8 µg/m<sup>3</sup>; La estación de Min Ambiente, presenta un incremento en las concentraciones durante la segunda semana alcanzando los 8 µg/m<sup>3</sup>.

Cabe resalta que durante los meses anteriores se han presentado bajas concentraciones de Black Carbon debido al periodo de Aislamiento Preventivo Obligatorio que fue declarado a nivel distrital a través del Decreto 090 de 2020 desde el 19 de marzo y a nivel nacional debido a la pandemia del Coronavirus COVID-19 desde el 24 de marzo de 2020. Sin embargo, a partir de la reactivación de las actividades económicas en la ciudad a partir del mes de mayo, se evidencia que el incremento de las concentraciones de black carbon han aumentado de forma gradual.

## 7 INDICE BOGOTANO DE CALIDAD DEL AIRE (IBOCA)

El Índice Bogotano de Calidad de Aire, IBOCA, adoptado mediante la Resolución Conjunta 2410 de 2015, es un indicador multipropósito adimensional, calculado a partir de las concentraciones de contaminantes atmosféricos que indican el estado de la calidad del aire y que se basa en el contaminante que presenta la mayor afectación a la salud en un momento determinado, sin embargo, puede ser calculada para cada contaminante prioritario con el fin de establecer la importancia en términos de afectación para cada uno.

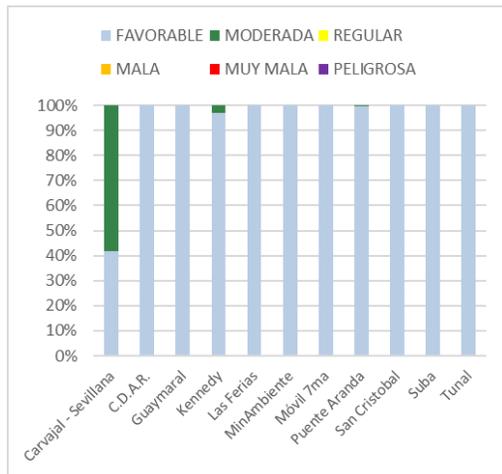


Figura 10. IBOCA para PM<sub>10</sub> por estación en julio 2020

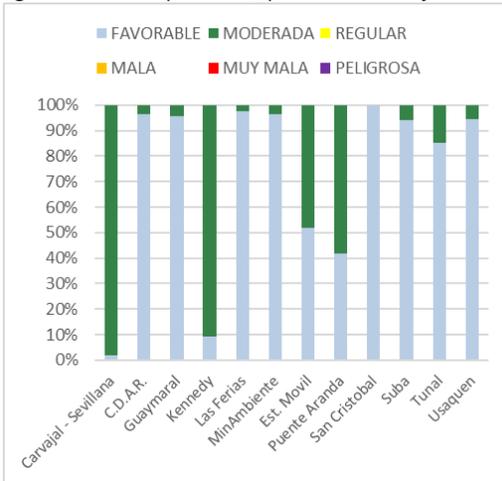


Figura 11. IBOCA para PM<sub>2.5</sub> por estación en julio 2020

La Figura 10 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM<sub>10</sub> por estación de monitoreo registrados en el mes de julio. Se observa que predominó la categoría “favorable” en la mayoría de las estaciones de la ciudad.

Solamente las estaciones Carvajal-Sevillana y Kennedy registraron la condición “Moderada”, la primera estación registró dicha condición durante el 58% del mes, y la segunda solamente un 3% del tiempo.

La Figura 11 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM<sub>2.5</sub> en cada estación de monitoreo. Se observa que en el mes de julio predominan las categorías “favorable” y “moderada” en todas las estaciones. La estación Carvajal-Sevillana presentó la condición “moderada” durante la mayor parte del mes, con un 98%. Por el contrario, la estación San Cristóbal presentó la condición “favorable” durante la totalidad del mes (100%).

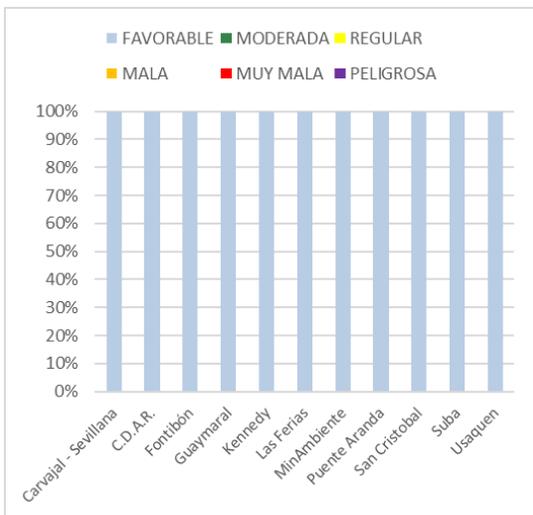


Figura 12. IBOCA para O<sub>3</sub> por estación en julio 2020

La Figura 12 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 8 horas de O<sub>3</sub> en cada una de las estaciones de monitoreo para el mes de julio. Se observa que la categoría “favorable” predomina en todas las estaciones de la RMCAB, con un 100% del tiempo del mes, por lo cual las concentraciones de ozono se mantuvieron bajas durante el mes.

## 8 COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN

De acuerdo con el comportamiento histórico de las lluvias en la ciudad de Bogotá, el mes de julio es un mes de baja precipitación. Efectivamente, en la mayoría de las estaciones de la RMCAB los totales de lluvia registrados dan cuenta del bajo régimen de lluvia para este mes. Sin embargo, la estación de Kennedy registró un total acumulado que se podría considerar atípico dentro del comportamiento normal de las lluvias en la ciudad, tal como se puede observar en la Figura 13, el total acumulado en la estación de Kennedy alcanzó 281 mm triplicando aproximadamente el acumulado de la estación de Suba que fue la segunda estación con el registro más alto de la ciudad durante el mes de julio de 2020. Este registro de lluvias supone una contribución al mejoramiento de la calidad del aire del suroccidente de la ciudad, si se tiene en cuenta que es el sector más contaminado del distrito. Adicionalmente, la reducción en la tasa de emisiones por fuentes fijas y móviles contribuyó con una disminución importante en la ciudad en virtud de las condiciones de aislamiento preventivo obligatorio debido a la pandemia.

En cuanto al número de días con lluvia, el sector de Puente Aranda reporta el mayor número de días con eventos de precipitación en la ciudad; no obstante, el total acumulado de precipitación en el sector de Puente Aranda estuvo por debajo de los 100 mm, lo que permite inferir que las lluvias en dicho sector fueron de baja intensidad. Al contrario, en los sectores de Kennedy y Suba el número de días con lluvia fue menor, pero fueron los lugares donde posiblemente las lluvias fueron más intensas; esto, si se considera

que con un menor número de días con lluvia se logró acumular una mayor cantidad de precipitación. Para mayor detalle ver la Figura 13 y Tabla 8.

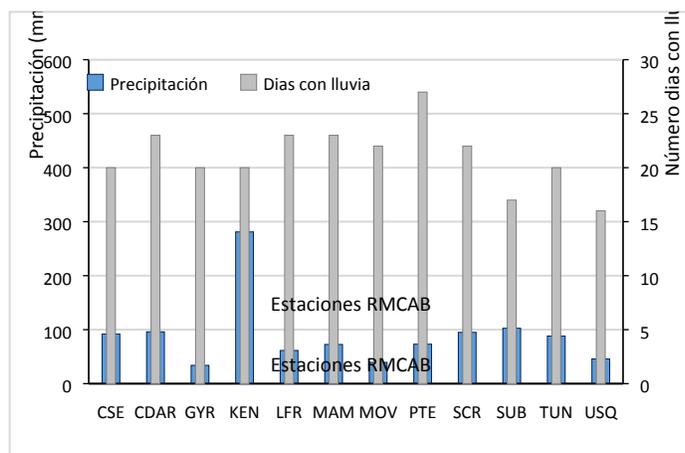


Figura 13 Precipitación media mensual por estaciones y número de días con precipitación (julio -2020).

Tabla 8 Precipitación acumulada media mensual por estaciones y número de días con lluvia (julio -2020)

Estación	Precipitación acumulada (mm/mes)	Días con lluvia
CSE	92	20
CDAR	96	23
GYR	34	20
KEN	281	20
LFR	62	23
MAM	73	23
MOV	39	22
PTE	73	27
SCR	95	22
SUB	103	17
TUN	88	20
USQ	46	16

## 9 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA

Durante el mes de julio de 2020 se observa una reducción en la temperatura media superficial del aire en la ciudad de Bogotá con respecto al mes anterior. De acuerdo con los registros de la RMCAB esta reducción se dio principalmente en la franja central de sur a norte con sus menores valores en el sector de San Cristóbal como es frecuente y en el centro geográfico de la ciudad. Sin embargo, hacia el suroccidente y centro oriente de la ciudad las temperaturas del aire ambiente, aunque ligeramente más bajas que el mes anterior, presentaron un comportamiento homogéneo de 15,4 °C en las tres estaciones representativas de este sector de la ciudad, es decir, en las estaciones de Kennedy, Carvajal y Tunal. Mientras que en el mes de junio de 2020 las temperaturas en dichas estaciones fluctuaron entre 15,7 a 15,8 °C, al centro oriente de la ciudad la temperatura media superficial del mes de julio estuvo alrededor de los 15,8 °C, reduciéndose en 0,2 °C con respecto al mes anterior. Ver Figura 14.

En relación con los valores extremos, las temperaturas máximas absolutas se registraron hacia los sectores de Kennedy, Suba y la estación Móvil 7ma; las mínimas absolutas hacia el sector de CDAR y la estación Móvil 7ma. Ver Tabla 9 y Figura 15. Asimismo, los sectores con mayor amplitud térmica se presentaron hacia la estación móvil y el Centro de Alto Rendimiento; variaciones de temperatura que podrían contribuir

con la generación de vórtices turbulentos, debido a las diferencias térmicas, que contribuyen con la turbulencia mecánica y la mezcla de los contaminantes, debidos principalmente a la convección térmica.

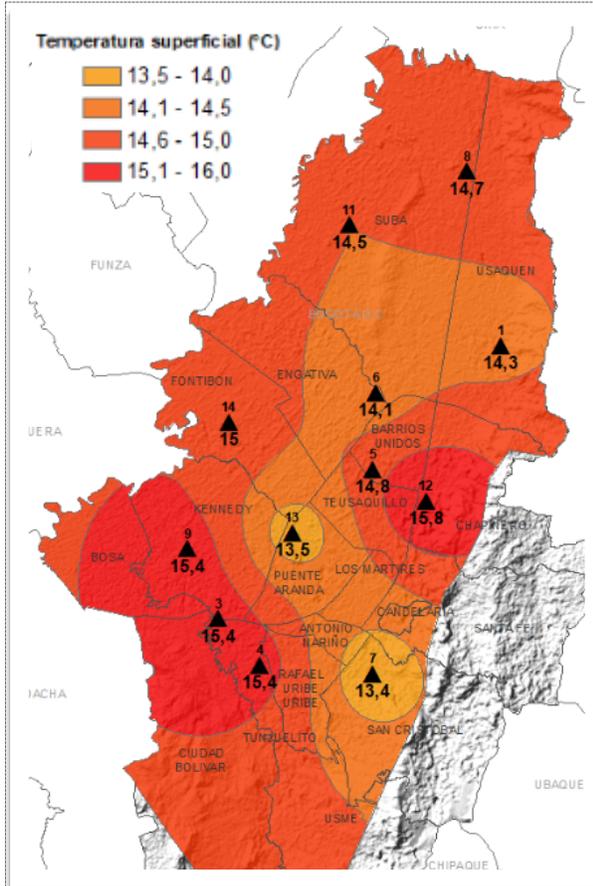


Figura 14. Mapa del promedio de temperatura superficial de las estaciones de la RM CAB con base en el método de interpolación de Kriging – (julio - 2020)

Tabla 9. Resumen Temperaturas medias, máximas y mínima absolutas por estación y promedio ciudad (julio - 2020)

Estación	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura media (°C)
CSE	10,7	23,2	15,4
CDAR	7,8	23,3	14,8
FTB	10,5	21,0	15,0
GYR	8,2	21,8	14,7
KEN	10,3	23,9	15,4
LFR	9,8	20,8	14,1
MOV	7,4	23,6	15,8
PTE	9,9	18,7	13,5
SCR	9,2	19,7	13,4
SUB	8,6	23,9	14,5
TUN	9,9	23,5	15,4
USQ	10,0	20,9	14,3
<b>Promedio</b>	<b>9,4</b>	<b>22,0</b>	<b>14,7</b>

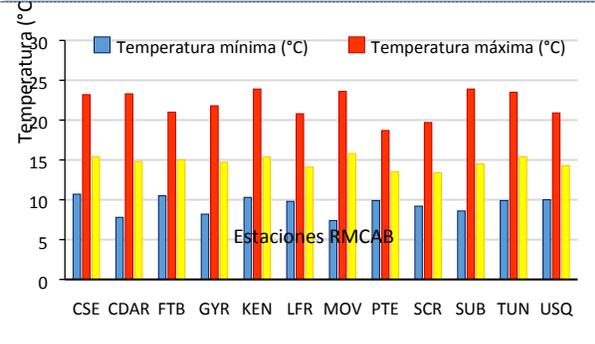


Figura 15. Temperaturas medias, máximas y mínimas absolutas por estación (julio - 2020)

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

Durante el mes de julio de 2020 el comportamiento de los vientos representa el patrón de flujo medio más frecuente en la ciudad, es decir, los vientos alisios del suroriente ingresan en la ciudad por los cerros orientales, rodeándolos por el norte y el sur, para luego confluir en el centro geográfico de la ciudad y continuar su flujo hacia el noroccidente. El sentido oriente-occidente de estas corrientes de viento contribuye a que la zona oriental de la ciudad registre los niveles más bajos de contaminación.

Respecto al mes anterior, tanto la dirección como las velocidades del viento fueron muy semejantes, con ligeros incrementos en el centro geográfico de la ciudad y como es frecuente, hacia el suroccidente del distrito. El mayor incremento se presentó hacia la estación de las ferias pasando de 1,8 m/s en junio, a 2,1 m/s en el mes de julio. En promedio de las velocidades del viento fluctuaron entre 1,1 m/s a 2,3 m/s con las velocidades más bajas hacia los extremos norte y sur de la ciudad y las de mayor magnitud hacia el occidente de la misma como es frecuente. Ver Figura 16.

En cuanto al comportamiento de las máximas absolutas del viento, estas se registraron en el sector de Puente Aranda con un registro promedio horario de 6,9 m/s, y la estación Móvil 7ma con 6,5 m/s. Ver Figura 17 y Tabla 10. No obstante, se debe anotar que en el mes anterior los valores máximos absolutos alcanzaron magnitudes de 10,5 m/s en la estación de Guaymaral y 7,2 m/s es en la estación de Puente Aranda.

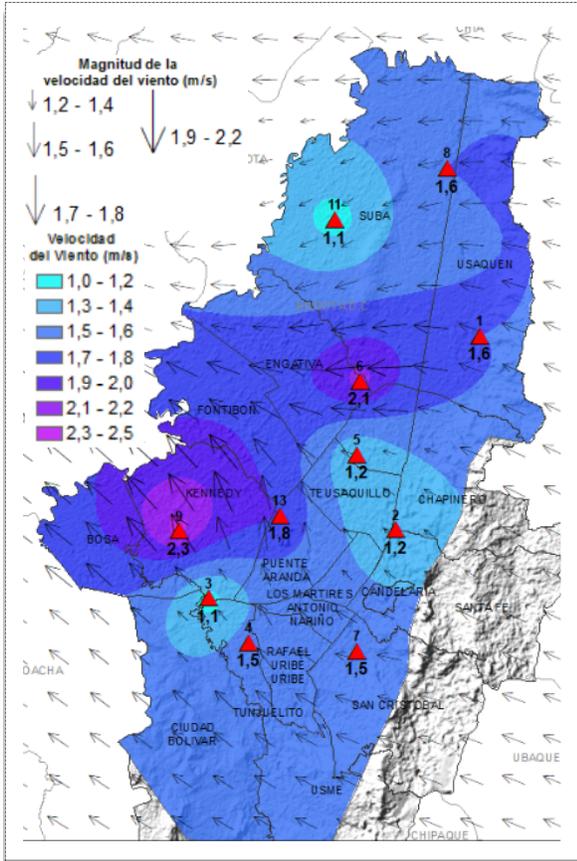


Figura 16. Velocidad promedio (Superficie en colores) y Dirección promedio (Vectores) del Viento de Bogotá con base en la interpolación de Kriging (julio - 2020)

Tabla 10. Velocidades del viento reportadas para julio de 2020

Estación	Vel. mínima	Vel. máxima	Vel. media
CSE	0,0	4,7	1,1
CDAR	0,0	3,8	1,2
GYR	0,6	4,3	1,6
KEN	0,1	5,6	2,3
LFR	0,0	5,8	2,1
MAM	0,0	5,4	1,2
MOV	0,0	6,5	1,0
PTE	0,1	6,9	1,8
SCR	0,0	5,6	1,5
SUB	0,1	3,9	1,1
TUN	0,1	4,3	1,5

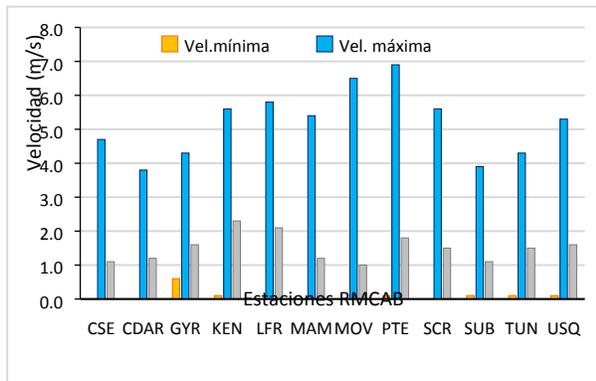


Figura 17 Velocidad del viento media, máxima y mínima absolutas por estación (julio - 2020)

### 10.1 ESTIMACIÓN DE LA ALTURA DE LA CAPA LÍMITE

Con la reducción en la temperatura del aire ambiente durante el mes de julio se presentó una ligera disminución de la altura de la capa límite promedio mensual, en la hora de mayor expansión de la misma. Se debe anotar que, en junio de 2020, hacia el sur de la ciudad, la altura de la capa límite, representada por la estación de tunal, alcanzó un valor cercano a los 1580 m, mientras que en este mes se estimó en 1533 m. Asimismo, hacia el norte de la ciudad paso de 1462 m en junio a 1452 m en julio en la hora de

mayor amplitud, de acuerdo con los registros de la estación de Guaymaral. Sin embargo, tal como se describió anteriormente, las diferencias entre uno y otro mes fueron exiguas, con lo cual, la turbulencia convectiva y mecánica debidos a los flujos de calor debieron haber contribuido con la dispersión de contaminantes en la jornada diurna, sobre todo en las horas de mayor acumulación de energía.

De otra parte, en horas nocturnas se estima un decaimiento de la altura de la capa límite a valores medios cercanos a los 400 m, por el enfriamiento del aire sobreyacente por la pérdida de calor en el suelo. Ver Figura 18 a) y b).

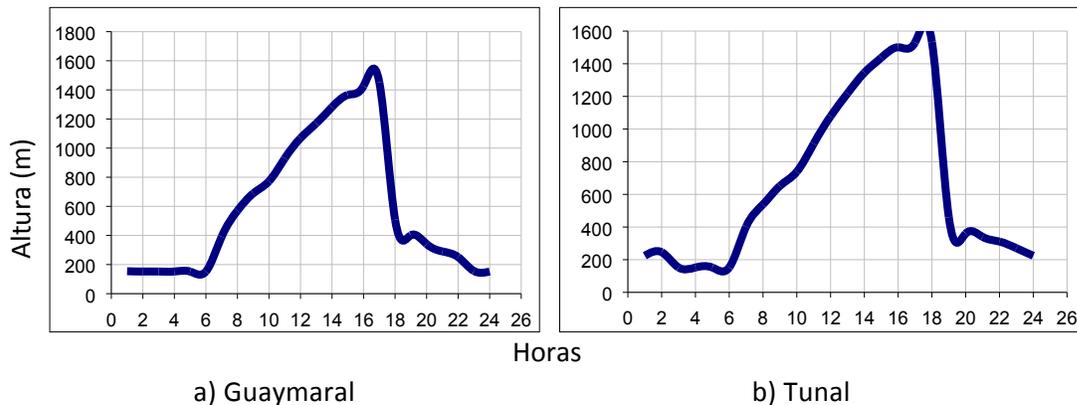


Figura 18. Estimación del perfil promedio horario mensual de la altura de la capa de mezcla a) Guaymaral y b) Tunal - julio de 2020

Ahora bien, en cuanto al comportamiento de la estabilidad de la atmósfera, de acuerdo con las estimaciones realizadas, es normal que entre las 9 de la mañana y las 3 de la tarde, la atmósfera presente una mayor inestabilidad, debido al ingreso del flujo de radiación solar y calentamiento de las superficies que producen las variaciones semidiurnas en el campo de presión, que son las que propician el movimiento de las masas de aire, el transporte y la mezcla turbulenta en la ciudad. De allí, que en promedio la estabilidad de la atmósfera en la ciudad durante el mes de julio entre las 9:00 am y las 3:00 pm se califique como B de acuerdo con las categorías de estabilidad de Pasquill-Gifford.

En la Tabla 11 y Tabla 12 presentan parámetros de escala que caracterizan y permiten describir las condiciones atmosféricas predominantes en el distrito capital, durante el mes de julio. De lo observado en dichas tablas se desprende que, en horas de la madrugada y la noche, sobre todo al norte de la ciudad, predominaron las estabilidades E y F, debido a la disminución de la radiación solar y consecuente pérdida de energía del suelo, que se traducen en bajas velocidades del viento, que son menos favorables

para la dispersión de contaminantes.

Asimismo, tomando en consideración el ciclo radiativo del sol, en horas de la mañana a la tarde, las estabildades pasaron de condición neutral (D) a inestables (B), por la transferencia de calor del suelo que calienta el aire superficial o sobreyacente, tomando lugar las fuerzas convectivas, que son propicias para mezclar y dispersar los contaminantes generados en la ciudad.

Tabla 11. Estimación de la altura de la capa de mezcla de la ciudad de Bogotá. Estación Guaymaral (julio – 2020)

Hora Local	Vel Viento	T	R <sub>g</sub>	R <sub>n</sub>	z <sub>o</sub>	z <sub>m</sub>	u <sub>o</sub>	N	H <sub>o</sub>	Q*	LN (z <sub>m</sub> /z <sub>o</sub> )	C <sub>DN</sub>	u <sub>o</sub> <sup>2</sup>	C	u*	h <sub>mec</sub>	h <sub>conv</sub>	H <sub>z</sub>	Estab
Hr	m/s	°C	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	m	m	m/s								m/s	m	m	M	
1	1,0	11,8	0,0	-73,4	1	6	-	1	-6,9	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,12	154	154	154	F
2	0,9	11,6	0,0	-73,5	1	6	-	1	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
3	0,9	11,3	0,0	-73,7	1	6	-	1	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
4	0,9	11,1	0,0	-67,1	1	6	-	2	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
5	0,9	11,1	0,0	-67,1	1	6	-	2	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
6	0,9	11,0	0,0	-60,5	1	6	-	3	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
7	0,9	11,5	49,6	7,0	1	6	0,23	8	13,4	0,14	1,8	-	-	-	0,29	-	219	392	D
8	1,2	14,3	206,2	108,5	1	6	0,28	7	57,4	0,27	1,8	-	-	-	0,43	-	395	570	C
9	1,5	16,4	346,0	205,0	1	6	0,35	7	99,3	0,51	1,8	-	-	-	0,52	-	587	689	B
10	1,9	17,3	413,7	251,9	1	6	0,43	7	119,6	0,96	1,8	-	-	-	0,58	-	757	772	B
11	2,2	18,5	532,2	326,7	1	6	0,50	6	152,2	1,52	1,8	-	-	-	0,65	-	929	929	B
12	2,5	19,0	498,6	311,1	1	6	0,58	7	145,1	2,30	1,8	-	-	-	0,71	-	1069	1069	B
13	2,7	18,9	409,9	250,8	1	6	0,61	7	118,5	2,72	1,8	-	-	-	0,72	-	1170	1170	B
14	2,7	19,3	502,3	307,2	1	6	0,62	6	143,2	2,92	1,8	-	-	-	0,75	-	1282	1282	B
15	2,7	18,9	408,1	242,9	1	6	0,61	6	114,9	2,74	1,8	-	-	-	0,72	-	1365	1365	B
16	2,5	18,8	333,6	185,5	1	6	0,58	5	89,6	2,38	1,8	-	-	-	0,69	-	1427	1427	B
17	2,3	17,8	194,5	70,1	1	6	0,52	2	38,9	1,72	1,8	-	-	-	0,60	-	1452	1452	C
18	1,8	16,4	66,3	-24,9	1	6	-	1	-22,8	-	1,8	0,23	0,06	0,67	0,38	-	-	508	D
19	1,5	14,3	0,0	-71,6	1	6	-	1	-18,0	-	1,8	0,23	0,06	0,53	0,30	402	402	402	F
20	1,4	13,4	0,0	-72,3	1	6	-	1	-15,3	-	1,8	0,23	0,06	0,41	0,26	341	341	341	F
21	1,2	12,9	0,0	-72,6	1	6	-	1	-13,0	-	1,8	0,23	0,06	0,29	0,22	290	290	290	F
22	1,2	12,5	0,0	-72,9	1	6	-	1	-11,3	-	1,8	0,23	0,06	0,18	0,19	251	251	251	F
23	1,0	12,2	0,0	-73,1	1	6	-	1	-7,0	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,12	156	156	156	F
24	1,0	11,9	0,0	-73,3	1	6	-	1	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F

Tabla 12. Estimación de la altura de la capa de mezcla de la ciudad de Bogotá. Estación Tunal (julio – 2020)

Hora Local	Vel Viento	T	R <sub>g</sub>	R <sub>n</sub>	z <sub>o</sub>	z <sub>m</sub>	u <sub>o</sub>	N	H <sub>o</sub>	Q*	LN (z <sub>m</sub> /z <sub>o</sub> )	C <sub>DN</sub>	u <sub>o</sub> <sup>2</sup>	C	u*	h <sub>mec</sub>	h <sub>conv</sub>	H <sub>z</sub>	Estab
Hr	m/s	°C	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	m	m	m/s	Octas							m/s	m	m	M	
1	1,1	12,2	0,0	-73,1	1	6	-	1	-10,0	-	1,8	0,23	0,06	0,11	0,17	224	224	224	F
2	1,1	12,0	0,0	-73,2	1	6	-	1	-11,0	-	1,8	0,23	0,06	0,17	0,18	246	246	246	F
3	1,0	11,9	0,0	-73,3	1	6	-	1	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
4	1,0	11,9	0,0	-66,6	1	6	-	2	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
5	0,9	11,8	0,0	-66,7	1	6	-	2	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
6	0,9	11,5	0,0	-66,8	1	6	-	2	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
7	1,0	11,7	68,1	12,9	1	6	0,23	7	15,9	0,14	1,8	-	-	-	0,30	-	230	402	D
8	1,2	13,8	176,7	88,1	1	6	0,26	7	48,5	0,22	1,8	-	-	-	0,40	-	380	538	C
9	1,3	16,1	306,8	178,2	1	6	0,31	7	87,5	0,35	1,8	-	-	-	0,49	-	557	652	B
10	1,7	17,7	404,9	246,2	1	6	0,39	7	117,0	0,71	1,8	-	-	-	0,56	-	730	738	B
11	2,1	19,3	538,5	331,7	1	6	0,47	6	154,1	1,28	1,8	-	-	-	0,64	-	910	910	B
12	2,3	20,3	603,8	377,1	1	6	0,52	6	173,6	1,67	1,8	-	-	-	0,68	-	1079	1079	B
13	2,2	20,7	579,7	361,1	1	6	0,51	6	166,4	1,58	1,8	-	-	-	0,67	-	1218	1218	B
14	2,4	20,6	589,1	367,4	1	6	0,55	6	169,2	2,02	1,8	-	-	-	0,70	-	1345	1345	B
15	2,2	20,1	465,7	283,2	1	6	0,50	6	132,2	1,55	1,8	-	-	-	0,64	-	1437	1437	B
16	2,1	19,6	372,0	205,7	1	6	0,48	4	98,1	1,31	1,8	-	-	-	0,60	-	1501	1501	B
17	1,9	18,9	230,1	88,5	1	6	0,44	1	46,5	1,05	1,8	-	-	-	0,53	-	1530	1530	C
18	2,0	17,5	101,4	-6,8	1	6	0,45	0	4,9	1,10	1,8	-	-	-	0,50	-	1533	1533	D
19	1,7	14,9	0,0	-77,8	1	6	-	0	-20,6	-	1,8	0,23	0,06	0,62	0,35	460	460	460	F
20	1,4	13,6	0,0	-78,8	1	6	-	0	-16,1	-	1,8	0,23	0,06	0,45	0,27	360	360	360	F
21	1,4	13,1	0,0	-79,2	1	6	-	0	-15,2	-	1,8	0,23	0,06	0,41	0,26	340	340	340	F
22	1,3	12,9	0,0	-79,3	1	6	-	0	-13,9	-	1,8	0,23	0,06	0,34	0,23	311	311	311	F
23	1,2	12,7	0,0	-72,7	1	6	-	1	-12,1	-	1,8	0,23	0,06	0,24	0,20	271	271	271	F
24	1,1	12,5	0,0	-72,9	1	6	-	1	-10,0	-	1,8	0,23	0,06	0,11	0,17	224	224	224	F

Adicionalmente, para describir el comportamiento de los vientos durante el mes de julio de 2020, en la Figura 19 se presentan las rosas de los vientos de cada una de las estaciones, donde se puede apreciar con mayor detalle las direcciones ocurridas durante el mes y sus frecuencias, magnitudes y porcentajes de ocurrencia; asimismo, visualizar el vector resultante promedio mensual de todos los vientos por cada estación de la RMCAB que cumplen con el criterio de representatividad temporal del 75% de los datos válidos.

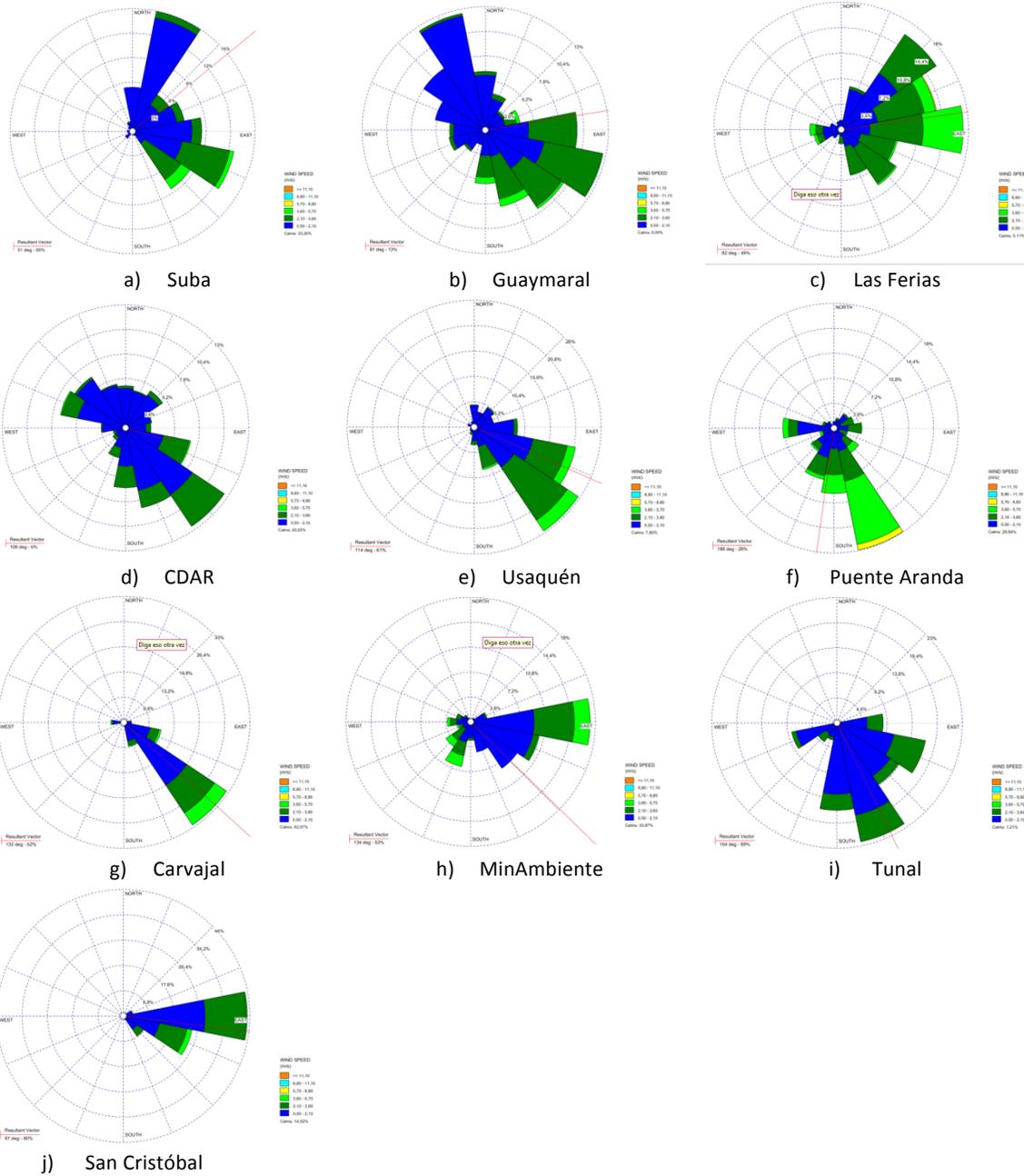


Figura 19. Rosas de viento RMCAB – julio de 2020

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

El comportamiento del perfil horario de la radiación solar en el mes de julio permite deducir que los totales acumulados durante el día fueron idénticos a los ocurridos durante el mes de junio de 2020 y con ello el perfil promedio horario de las concentraciones de ozono en la ciudad. Así pues, en promedio horario los picos de radiación durante un día normal estuvieron en su mayoría por debajo de los 590 W/m<sup>2</sup>, salvo en la estación de San Cristóbal donde normalmente se reportan acumulados mayores al resto de la ciudad. Asociado a los acumulados de radiación solar entrantes, se encuentran las concentraciones de ozono a nivel superficial las cuales presentaron un ligero incremento con respecto al mes anterior. Las mayores concentraciones de ozono en la ciudad, a nivel promedio diario, se presentaron en el sector de Kennedy con alrededor de 46,1 µg/m<sup>3</sup> en la hora de mayor concentración, y CDAR con 40,7 µg/m<sup>3</sup>. Ver Figura 20.

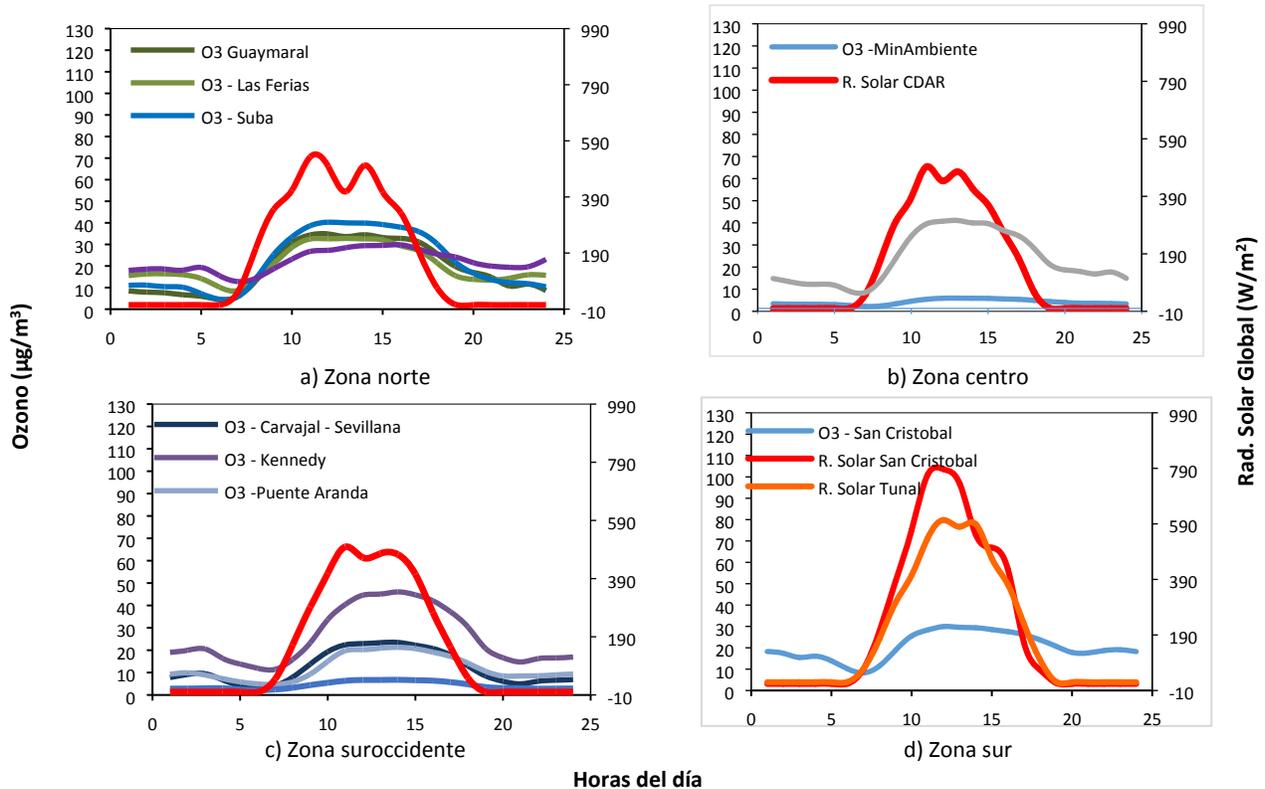


Figura 20. Comportamiento horario de las concentraciones de O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>) y su relación con la Radiación Solar entrante (W/m<sup>2</sup>), julio 2020. a) zona norte, b) zona centro, c) zona suroccidente y d) zona sur

## **12 REPORTE MENSUAL DE VALIDACIÓN SIMCAB PARA EL MES DE JULIO DE 2020.**

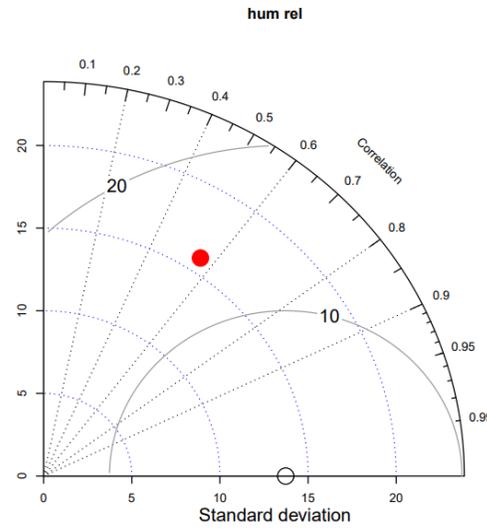
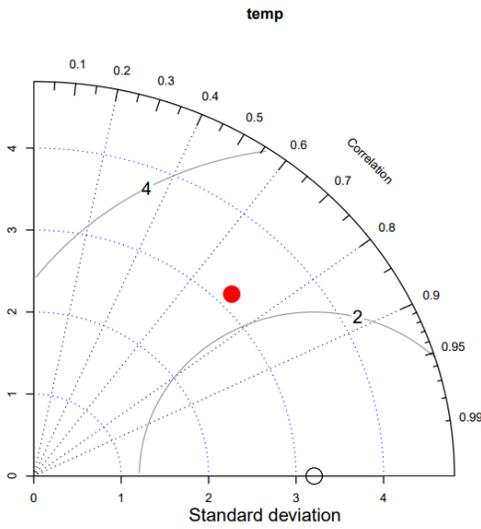
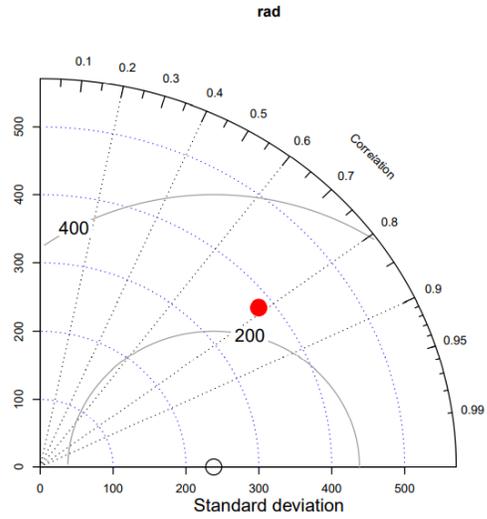
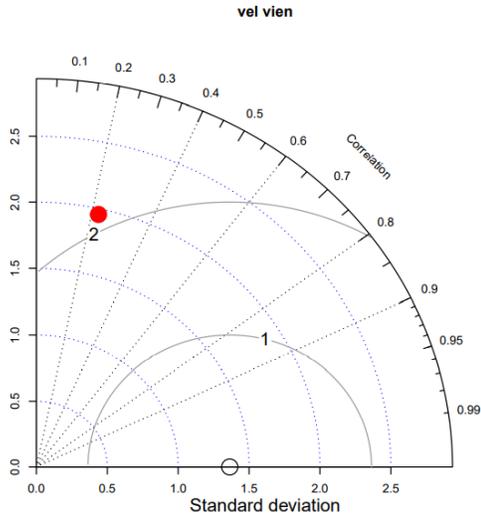
El presente informe contiene el reporte de validación del comportamiento del modelo WRF del mes de julio de 2020 con respecto de los datos monitoreados por parte de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire de Bogotá – RMCAB, para el mismo periodo.

### **12.1 MODELO METEOROLÓGICO WRF**

Para explicar el grado de acierto entre las variables meteorológicas continuas modeladas a través de WRF y los valores medidos por la RMCAB para la ciudad de Bogotá y sus distintas estaciones de monitoreo, se hace uso de los diagramas de Taylor (Figura 21) y los Box Plot (Figura 22). Los diagramas de Taylor a nivel ciudad muestran que la correlación de la velocidad del viento se mantuvo cercana a 0,2 y el RMSE ligeramente por encima de 2 m/s. Además, la frecuencia de velocidades del viento altas, modeladas en horas de la mañana, se mantuvo baja. Por su parte La temperatura, presenta un RMSE más cercano a 2°C y una correlación que se redujo a 0,7 con respecto al mes de julio. Respecto a la radiación, su comportamiento fue semejante al mes anterior, correlación cercana a 0,8, con valores más altos en horas de la tarde.

Evaluando el grado de acierto por estación, se observa en general las estaciones Kennedy, Puente Aranda, San Cristóbal y Suba fueron las que presentaron mayor correlación en la velocidad del viento (cerca de 0,5) y menor RMSE (entre 1,5 y 2 m/s). Por su parte, Móvil 7ma y Usaquén son las que presentan menor correlación. En términos de temperatura y humedad relativa el comportamiento sigue siendo muy homogéneo entre estaciones.

En lo que respecta a la precipitación, la validación se realiza por medio de tablas de contingencia, utilizando como variable categórica la condición lluvia – no lluvia (ver Tabla 13); los resultados indican que el modelo sigue pronosticando más días con lluvias de los que en realidad sucedieron, debido al BIAS mayor a 1, especialmente en Las Ferias, Puente Aranda, Kennedy, Suba. Las estaciones que mejor detectaron la lluvia fueron Guaymaral, CDAR, ya que tuvieron un alto percent correct y un bajo false alarm ratio, mientras que la estación Las Ferias fue la que tuvo el percent correct más bajo y el false alarm ratio más alto.



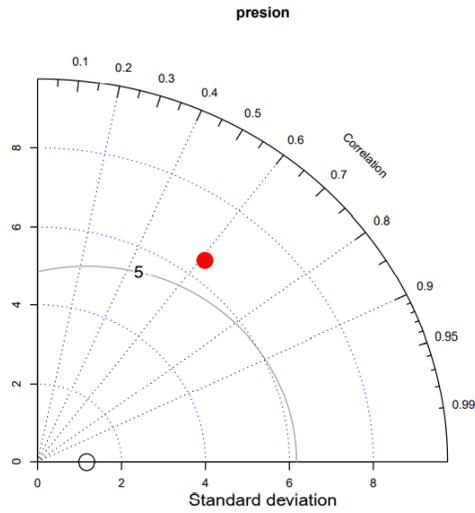
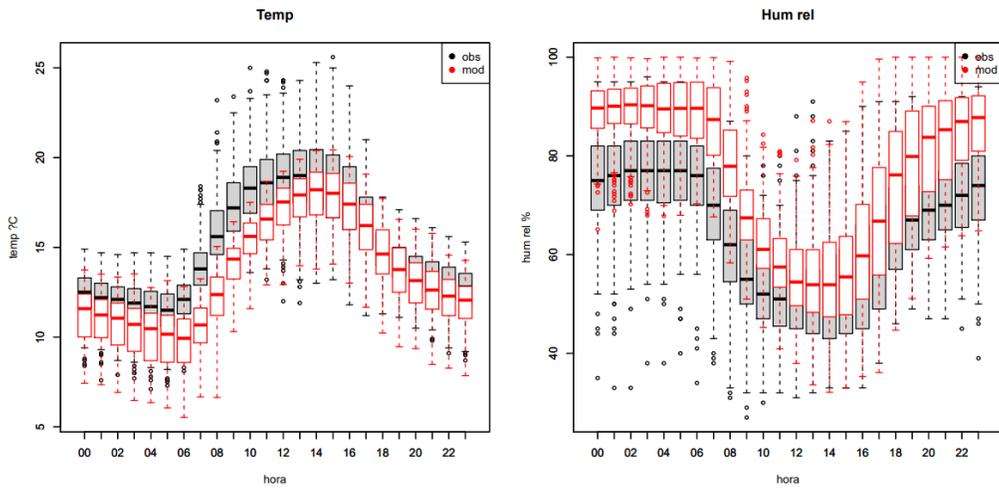


Figura 21. Diagramas de Taylor parámetros meteorológicos. ---Julio 2020.



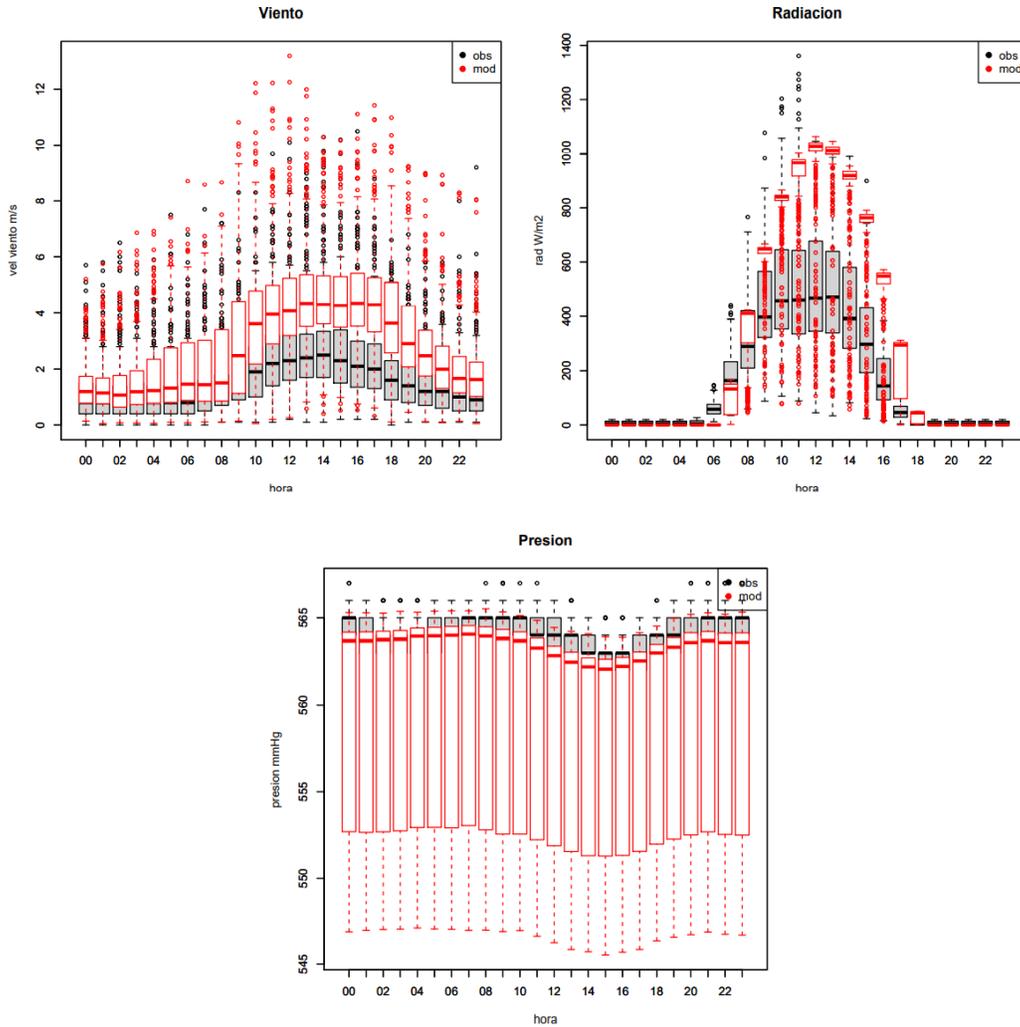


Figura 22. Box Plot parámetros meteorológicos – Julio 2020

Tabla 13, Validación de la Precipitación por estación – Julio 2020

ESTACIÓN	THREAT SCORE	POD	FAR	PERCENT CORRECT	BIAS
Carvajal	0,6	0,9	0,3	0,6	1,2
CDAR	0,7	0,9	0,3	0,7	1,2
Guaymaral	0,7	0,9	0,2	0,7	1,1

ESTACIÓN	THREAT SCORE	POD	FAR	PERCENT CORRECT	BIAS
Kennedy	0,7	1,0	0,3	0,7	1,5
Las Ferias	0,5	0,9	0,4	0,5	1,6
MinAmbiente	0,6	0,9	0,3	0,6	1,2
Movil_7ma	0,6	0,9	0,3	0,6	1,3
Puente Aranda	0,6	0,9	0,4	0,6	1,6
San Cristóbal	0,6	0,9	0,3	0,6	1,4
Suba	0,7	1,0	0,3	0,7	1,5
Tunal	0,6	1,0	0,3	0,6	1,5
Usaquén	0,6	0,9	0,3	0,6	1,4

## 12.2 MODELO DE PRONÓSTICO DE CALIDAD DEL AIRE

A partir de los datos medidos en las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire de Bogotá, se realizó una validación del modelo de pronóstico para los contaminantes PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y CO en el mes de julio de 2020. Para el material particulado (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>), se realizó el diagrama de Taylor para los promedios diarios, dado que éstos valores son los que se comparan con la normatividad actual. Con los ajustes a los resultados producto del análisis del modelo con observaciones en meses anteriores, se estableció que, para PM<sub>10</sub>, el modelo tiene una correlación de Pearson cercana a 0.85, adicionalmente, el modelo presenta un RMSE cercano a 8 µg/m<sup>3</sup>; Por otro lado, para PM<sub>2.5</sub> el modelo tiene una correlación con respecto a los datos observados de 0.80, con un RMSE de 3 µg/m<sup>3</sup>.

Dado que el material particulado es el contaminante más crítico en la ciudad, se muestran en la Tabla 14 los valores de sesgos (BIAS, definido como concentración modelada menos concentración observada), que muestra el comportamiento promedio de los sesgos del modelo para el mes de julio, por estación. De esta tabla se puede concluir que para este mes, el modelo tendió a subestimar las concentraciones de material particulado hasta 2 µg/m<sup>3</sup> en promedio para PM<sub>10</sub> y hasta 1 µg/m<sup>3</sup> en promedio para PM<sub>2.5</sub>.

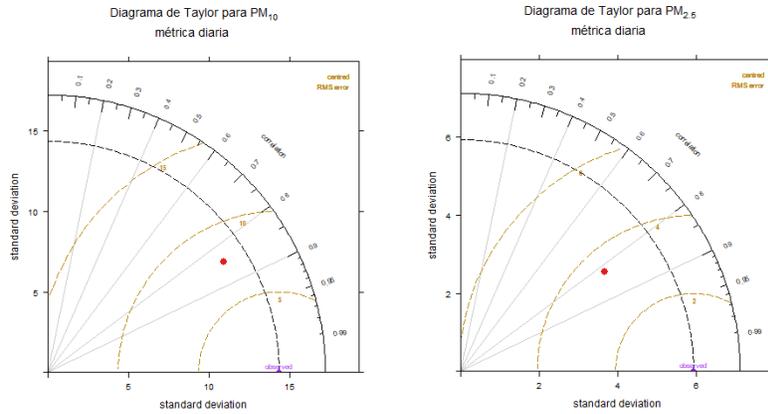


Figura 23. Diagramas de Taylor para material particulado, en métrica diaria. Julio 2020

En cuanto a los gases, el NO<sub>2</sub> es el que mejor se representa en métrica horaria por el modelo con un RMSE menor de 15 µg/m<sup>3</sup> y una correlación de Pearson cercana a 0.65; mientras que los demás gases muestran correlaciones entre 0.2 y 0.6.

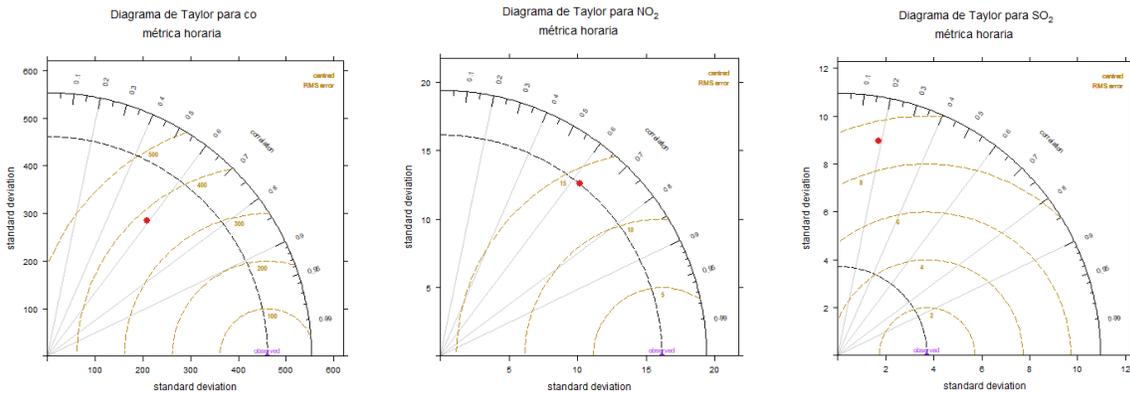


Figura 24. Diagramas de Taylor para distintos gases, en métrica horaria. Julio 2020

Tabla 14. Sesgos en los promedios diarios de material particulado determinados para julio 2020 por el modelo (IC 95%).

Estación	Sesgo Diario PM10	Sesgo Diario PM2.5
Carvajal	-4 ± 12	-3 ± 3
CDAR	-2 ± 5	-1 ± 3
Fontibón	-4 ± 9	-1 ± 3

Estación	Sesgo Diario PM10	Sesgo Diario PM2.5
Guaymaral	-7 ± 5	-1 ± 3
Kennedy	1 ± 9	-4 ± 4
Las Ferias	0 ± 6	-1 ± 3
MinAmbiente	0 ± 4	-1 ± 3
Móvil 7ma	0 ± 7	0 ± 3
Puente Aranda	-2 ± 9	-1 ± 4
San Cristóbal	-2 ± 5	1 ± 2
Suba	0 ± 7	-1 ± 3
Tunal	-2 ± 8	-1 ± 4
Usaquén	No medido	0 ± 2

### 13 AISLAMIENTO POR CONTINGENCIA DEL VIRUS COVID-19

Desde el día 19 de marzo, en la ciudad de Bogotá se establecieron medidas de aislamiento y confinamiento, con el fin de reducir la posibilidad del contagio del virus COVID-19. Durante el mes de julio se emitieron dos actos administrativos por parte de la Presidencia de la República con el fin de reglamentar las actividades que hacían parte de las excepciones para circular en el territorio nacional: el Decreto 878 del 25 de junio de 2020, el cual estableció la extensión de la cuarentena hasta el 15 de julio de 2020, y el Decreto 990 del 9 de julio de 2020, en el que se extendieron las medidas hasta el 01 de agosto de 2020. En este último decreto se permitió la realización de nuevas actividades, como peluquería y pilotos de restaurantes a cielo abierto en lugares que no registraran casos del virus.

Sin embargo, desde la Alcaldía de Bogotá se realizó la implementación de una medida de cuarentena por grupos de localidades, con lo cual se permitía la ejecución de las actividades asociadas a necesidades básicas, tal como se estableció en el mes de abril de 2020. En la siguiente tabla se mencionan las fechas definidas para cada grupo de localidades:

Chapinero, Los Mártires, San Cristóbal, Tunjuelito, Rafael Uribe Uribe, Ciudad Bolívar, Santa Fe y Usme	Julio 13 al 26 de 2020
Bosa, Antonio Nariño, Kennedy, Puente Aranda y Fontibón	Julio 23 a Agosto 6 de 2020
Suba – Barrios unidos - Engativá	Julio 31 a Agosto 14 de 2020

En la Figura 25, se observan las concentraciones media móvil 24 horas de PM<sub>2.5</sub> durante el mes de julio de 2020. Las concentraciones permanecieron en la condición “favorable” en la zona centro y norte de la

ciudad, mientras que la condición “moderada” fue predominante en la zona suroccidental. A partir del 17 de julio se observa un aumento en las concentraciones de  $PM_{2.5}$  en la mayoría de las estaciones, evidenciando el aumento en mayor proporción en la estación Carvajal-Sevillana, que registró la condición “regular” por 20 horas. Dicho aumento pudo estar influenciado por el retorno de ciertas actividades económicas en la ciudad, sin embargo, en términos generales se registraron buenas condiciones de calidad del aire durante todo el mes.

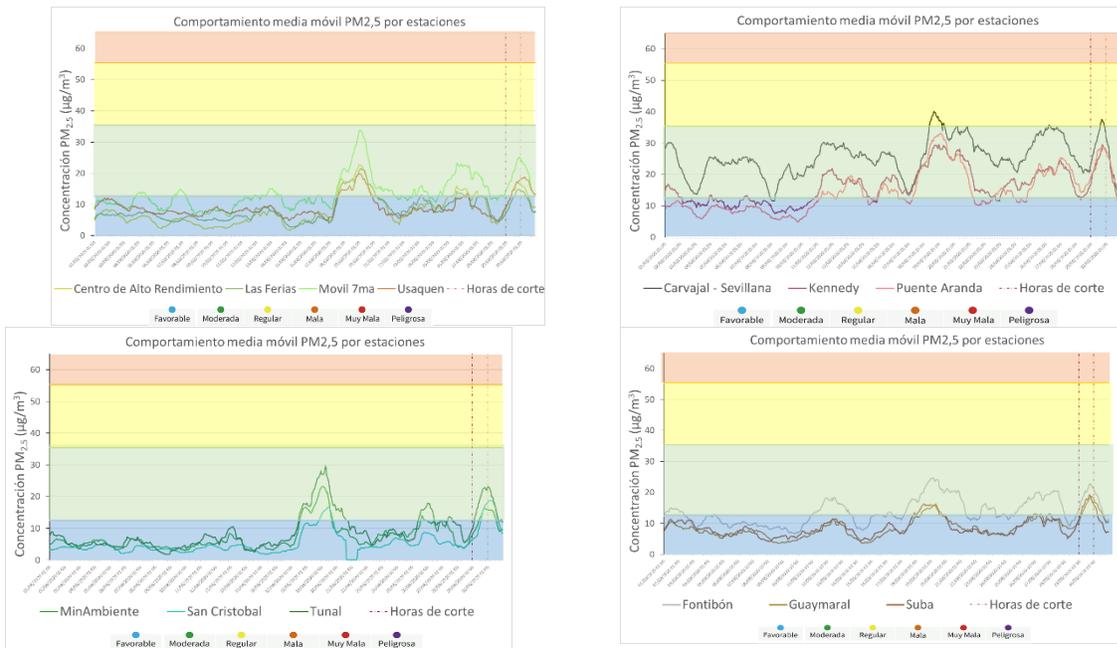


Figura 25. Concentraciones media móvil de  $PM_{2.5}$  por zona. julio 2020

ANEXOS

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

Tabla 15. Estaciones de monitoreo y variables monitoreadas de la RMCAB

Característica	Carvajal-Sevillana	Centro de Alto Rendimiento	Fontibón	Guaymaral	Kennedy	Las Ferias	Min. Ambiente	Estación Móvil	Puente Aranda	San Cristóbal	Suba	Tunal	Usaquén	Bolivia
Sigla	CSE	CDAR	FTB	GYR	KEN	LFR	MAM	MOV	PTE	SCR	SUB	TUN	USQ	BOL
Código	60303	120305	90314	110308	80309	100306	170302	20312	160313	40307	110311	30304	10301	100210
Latitud	4°35'44.22"N	4°39'30.48"N	4°40'41.67"N	4°47'1.52"N	4°37'30.18"N	4°41'26.52"N	4°37'31.75"N	4°38'32.75"N	4°37'54.36"N	4°34'21.19"N	4°45'40.49"N	4°34'34.41"N	4°42'37.26"N	4°44'9.12"N
Longitud	74°8'54.90"W	74°5'2.28"W	74°8'37.75"W	74°2'39.06"W	74°9'40.80"W	74°4'56.94"W	74°4'1.13"W	74°5'2.28"W	74°7'2.94"W	74°5'1.73"W	74°5'36.46"W	74°7'51.44"W	74°1'49.50"W	74°7'33.18"W
Altitud	2563 m	2577 m	2551 m	2580 m	2580 m	2552 m	2621 m	2583 m	2590 m	2688 m	2571 m	2589 m	2570 m	2574 m
Altura del suelo	3 m	0 m	11 m	0 m	3 m	0 m	15 m	0 m	10 m	6 m	0 m	6 m	10 m	0 m
Localidad	Kennedy	Barrios Unidos	Fontibón	Suba	Kennedy	Engativá	Santa Fe	Chapinero	Puente Aranda	San Cristóbal	Suba	Tunjuelito	Usaquén	Engativá
Dirección	Autopista Sur # 63-40	Calle 63 #59A-06	Carrera 104 #20 C-31	Autopista Norte #205-59	Carrera 80 #40-55 sur	Avenida Calle 80 #69Q-50	Calle 37 #8-40	Carrera 7 con calle 60	Calle 10 #65-28	Carrera 2 Este #12-78 sur	Carrera 111 #159A-61	Carrera 24 #49-86 sur	Carrera 78 Bis #132-11	Avenida Calle 80 #121-98
Tipo de zona	Urbana	Urbana	Urbana	Suburbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana	Suburbana	Urbana	Urbana	Suburbana
Tipo de estación	Tráfico Industrial	De fondo	De tráfico	De fondo	De fondo	De tráfico	De tráfico	De tráfico	Industrial	De fondo	De fondo	De fondo	De fondo	De fondo
Localización toma muestra	Azotea	Zona Verde	Azotea	Zona Verde	Zona Verde	Zona Verde	Azotea	Andén	Azotea	Zona Verde	Azotea	Zona Verde	Azotea	Zona Verde
Altura punto de muestra	4.2 m	4.05 m	15 m	4.8 m	7.71 m	4.02 m	4.67 m	4 m	18.7 m	4.88 m	11.4 m	3.62 m	16.45 m	4.6 m
Altura del sensor de viento	13 m	10 m	17.4 m	10 m	10 m	10 m	19 m	12.3 m	20 m	10 m	10 m	10 m	19 m	10 m
Contaminantes	PM <sub>10</sub>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	PM <sub>2.5</sub>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	O <sub>3</sub>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	NO <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	CO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	SO <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Var. Meteorológicas	V. Viento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	D. Viento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Temperatura	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Precipitación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	R. Solar	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	H. Relativa	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Presión Atm.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

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 a 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 2019<sup>1</sup>. 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<sup>2</sup>. (Tabla 16)

Tabla 16. 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	

<sup>1</sup> United States Environmental Protection Agency. List of designated reference and equivalent methods. Diciembre 2019. [https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-08/documents/designated\\_reference\\_and-equivalent\\_methods.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-08/documents/designated_reference_and-equivalent_methods.pdf)

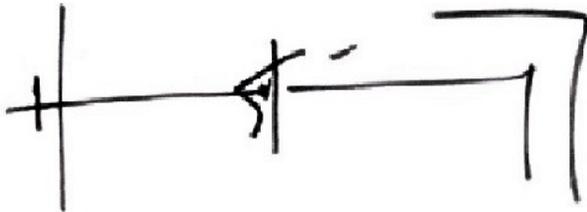
<sup>2</sup> 40 CFR Appendix Table A-1 to Subpart A of Part 53, Summary of Applicable Requirements for Reference and Equivalent Methods for Air Monitoring of Criteria Pollutants. [https://www.law.cornell.edu/cfr/text/40/appendix-Table\\_A-1\\_to\\_subpart\\_A\\_of\\_part\\_53](https://www.law.cornell.edu/cfr/text/40/appendix-Table_A-1_to_subpart_A_of_part_53)

**NOTA**

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 1 y el 31 de julio de 2020, y adicionalmente los resultados del informe sólo están relacionados con los ítems ensayados o calibrados.

Este informe fue elaborado con base en el modelo de los informes periódicos de la RMCAB establecido en el procedimiento interno PA10-PR04 Generación y Control de Informes de la RMCAB (v. 5.0). Adicionalmente para la validación de los datos se tiene en cuenta lo definido en el procedimiento interno PA10-PR05- Validación de datos de la RMCAB (v. 3.0). Adicionalmente, los procesos de monitoreo de contaminantes en la RMCAB se realizan bajo los siguientes procedimientos internos:

PA10-PR02 (v. 10.0)	Operación de la Red de Monitoreo y Calidad del Aire de Bogotá
PA10-PR06 (v. 6.0)	Monitoreo y revisión rutinaria de la operación del analizador de PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub>
PA10-PR07 (v. 5.0)	Monitoreo y revisión rutinaria de la operación de los analizadores de los gases NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , CO y O <sub>3</sub>



**HUGO ENRIQUE SAENZ PULIDO**  
**SUBDIRECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE, AUDITIVA Y VISUAL**

**Elaboró:**

JENNYFER MONTOYA QUIROGA C.C: 1026283268 T.P: N/A CPS: CONTRATO 20201644 DE 2020 FECHA EJECUCION: 13/09/2020

**Revisó:**

LUIS ALVARO HERNANDEZ GONZALEZ C.C: 80164122 T.P: N/A CPS: Contrato SDA- CPS-20201256 de 2020 FECHA EJECUCION: 13/09/2020

**Aprobó:**

**Firmó:**

HUGO ENRIQUE SAENZ PULIDO C.C: 79876838 T.P: N/A CPS: FUNCIONARIO FECHA EJECUCION: 30/09/2020



SECRETARÍA DE  
AMBIENTE

