

SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE

Informe Técnico No. 01123, 27 de julio del 2020





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
Zaira Natalia Torres Castro
Grupo de Validación y Análisis de la RMCAB

Darío Alejandro Gómez Flechas
Henry Ospino Dávila
Luz Dary González González
Jesús Alberto Herrera Dallos
Grupo de Operación de la RMCAB

Maria Camila Buitrago Jiménez
Profesional Especializado del SATAB

Página 2 de 42



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

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_{10} , $PM_{2.5}$, O_3 , SO_2 , NO_2 y CO , y las variables meteorológicas precipitación, temperatura, presión atmosférica, radiación, solar, velocidad y dirección del viento. A continuación, se presenta el análisis de los datos registrados durante el mes de junio 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 junio 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_{10}

La Tabla 1 muestra los datos obtenidos para material particulado PM_{10} en el mes de junio 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.

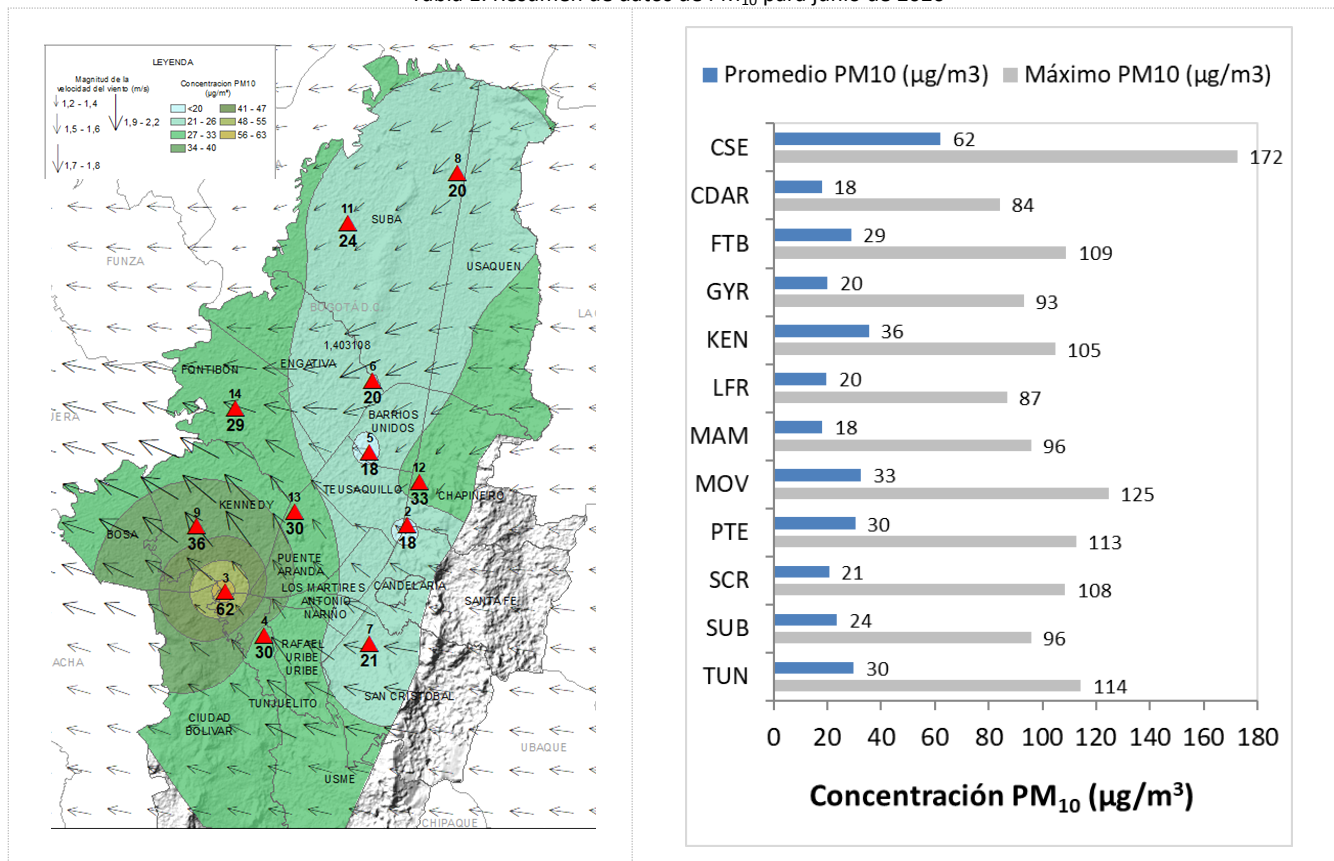
En este mes, las concentraciones promedio mensual más altas se presentaron en la zona suroccidente de la ciudad en la estación Carvajal - Sevillana (**$62.1 \mu g/m^3$**) y en la estación Kennedy (**$35.5 \mu g/m^3$**), mientras que las menores concentraciones se registraron en la zona centro en la estación Centro de Alto Rendimiento (**$18.0 \mu g/m^3$**) y en la zona oriental en la estación MinAmbiente (**$18.2 \mu g/m^3$**). Las

Página 3 de 42

concentraciones máximas diarias más altas para el mes corresponden a **172.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** en la estación Carvajal - Sevillana, y **124.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** en la estación Móvil 7ma; las cuales sobrepasaron el nivel máximo definido por la norma nacional diaria (75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Aunque las concentraciones de material particulado aún se mantienen bajas en la mayoría de las estaciones debido a las restricciones en el marco del Aislamiento Preventivo, se han registrado incrementos graduales especialmente en la zona suroccidental de la ciudad. Sin embargo, en el mes de junio de 2020 se registraron aumentos notables de concentración de PM_{10} en la última semana del mes, debido al transporte de polvo del Sahara, por lo cual se registró al menos una excedencia en las estaciones de la RMCAB.

Tabla 1. Resumen de datos de PM_{10} para junio de 2020



Estación	CSE	CDAR	FTB	GYR	KEN	LFR	MAM	MOV	PTE	SCR	SUB	TUN
Promedio PM₁₀ (µg/m³)	62.1	18.0	29.0	20.1	35.5	19.7	18.2	32.6	30.4	20.6	23.6	29.9
Máxima PM₁₀ (µg/m³)	172.4	84.1	108.7	93.1	104.7	86.9	95.8	124.5	112.5	108.4	95.7	114.2
Excedencias 24h	5	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1
Datos válidos (%)	80%	93%	100%	80%	100%	97%	90%	97%	97%	93%	100%	93%

La Figura 1 presenta las concentraciones diarias de PM₁₀ 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 PM₁₀ se presentaron en el suroccidente de la ciudad (Carvajal-Sevillana y Kennedy), principalmente en la última semana del mes. Las concentraciones diarias más bajas se observaron en la zona norte (Guaymaral) y en el oriente de la ciudad (MinAmbiente), durante la primera semana del mes. Se evidencia que en todas las estaciones las concentraciones se incrementaron para la última semana, lo que se asocia a la influencia del fenómeno global de arenas del Sahara, evidenciado en la segunda mitad del mes en varios países de Centroamérica y el Caribe. En este periodo se registraron diecinueve (19) excedencias de los promedios diarios de concentración con respecto a la norma nacional diaria de PM₁₀ según la Resolución 2254 de 2017 del MADS (75 µg/m³), en la estación Carvajal-Sevillana se registró el mayor número de excedencias, con 5 registros en el mes.

El monitor de PM₁₀ de la estación Usaquén no registró información durante el mes de junio de 2020 debido a que varios datos fueron invalidados, ya que registraban un comportamiento atípico respecto a las concentraciones de PM_{2.5}.

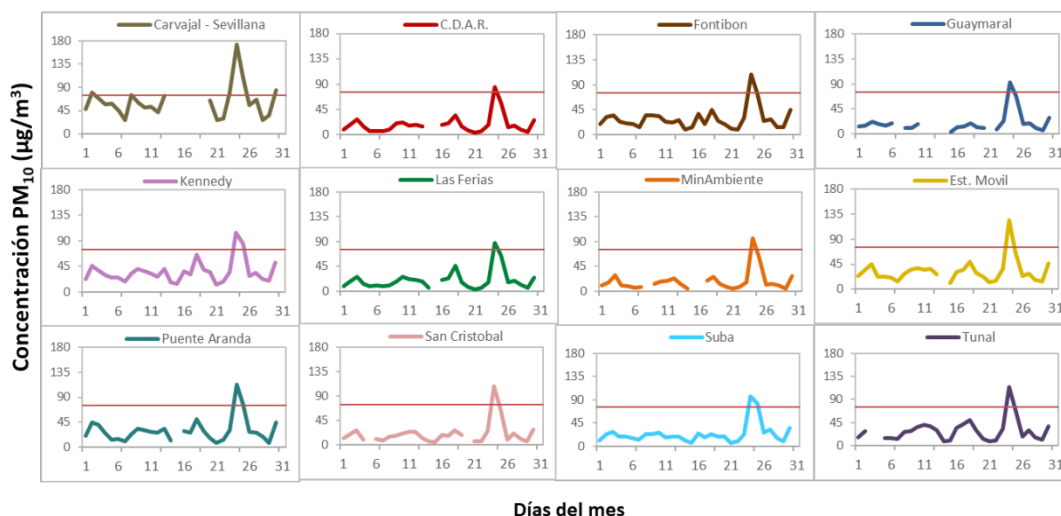


Figura 1. Comportamiento de las concentraciones diarias de PM₁₀ para junio de 2020

La Figura 2 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones promedio mensual de PM₁₀ para el mes de junio en los últimos 4 años. En general se observa que las concentraciones del año 2020 fueron mayores a las registradas en el año 2019, aunque son más bajas que las obtenidas en los años previos. El mayor aumento en relación al año 2019 se observó en la estación Carvajal-Sevillana con 11 µg/m³.

En general se observa una tendencia a la reducción de las concentraciones con el paso del tiempo, sin embargo, el fenómeno de transporte de arenas del Sahara influyó en gran medida el comportamiento del contaminante en 2020 en relación a los años anteriores.

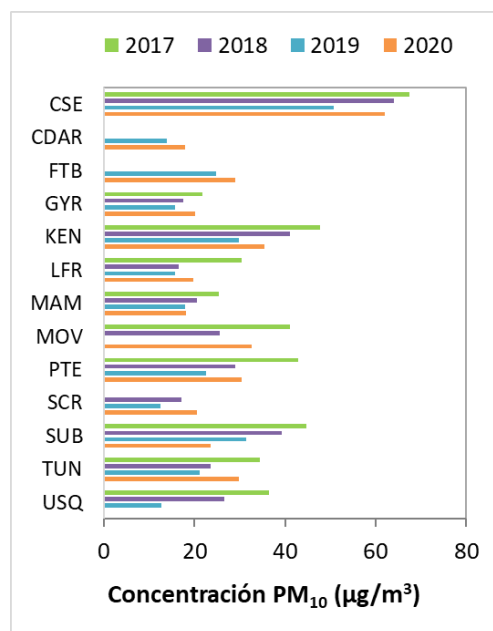


Figura 2. Comportamiento interanual de las concentraciones de PM₁₀ (2017-2018-2019-2020) para los meses de junio

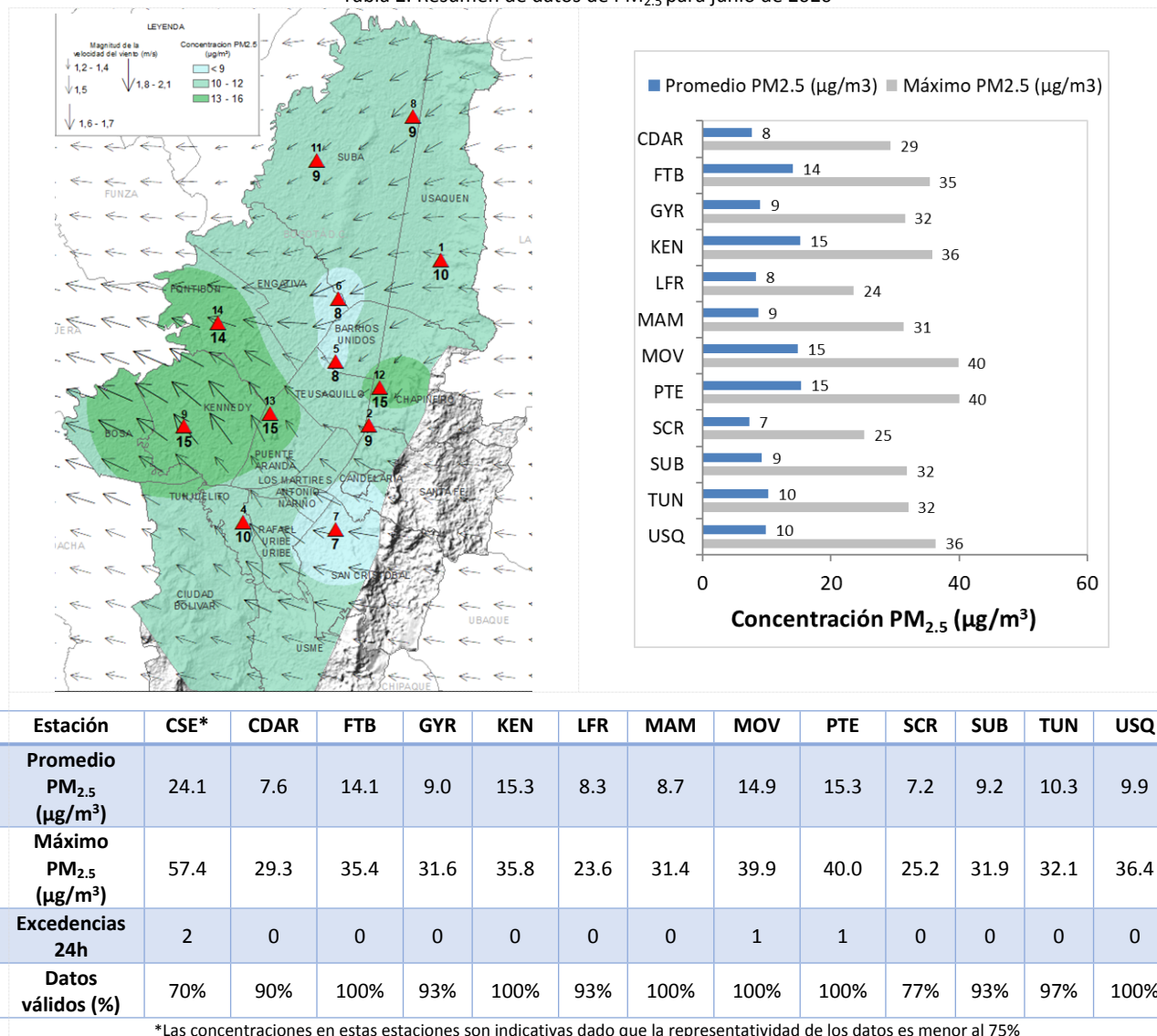
3 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE $PM_{2.5}$

La Tabla 2 muestra los datos obtenidos para material particulado $PM_{2.5}$ en el mes de junio 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 evidencia que las concentraciones promedio mensuales más altas se presentaron en la zona suroccidental de la ciudad en las estaciones Kennedy y Puente Aranda con **$15.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$** y en el oriente de la ciudad en la estación Móvil 7ma con **$14.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$** ; mientras que las menores concentraciones se registraron en la zona suroriente, en la estación San Cristóbal con **$7.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$** y en el centro de la ciudad en la estación Centro de Alto Rendimiento con **$7.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$** . La concentración máxima diaria de $PM_{2.5}$ más alta en el mes fue de **$57.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$** en la estación Carvajal - Sevillana, seguida de **$40.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$** en Puente Aranda; dichas concentraciones máximas excedieron el nivel máximo establecido por la norma nacional diaria ($37 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Teniendo en cuenta las restricciones impuestas debido a las medidas para evitar la propagación del COVID-19, se ha observado una disminución en las concentraciones con respecto al comportamiento típico del mes. Con las reactivaciones graduales que se han implementado en la ciudad, se ha observado un cambio en el comportamiento de las concentraciones, siendo más altas en los fines de semana. En la última semana del mes también se observó un aumento notable de concentración respecto a los días previos, causado por el transporte de polvo del Sahara en la segunda mitad del mes.

Tabla 2. Resumen de datos de PM_{2.5} para junio de 2020



La Figura 3 presenta las concentraciones diarias de PM_{2.5} comparadas 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 última semana del mes; mientras que las concentraciones más bajas se registraron

Página 8 de 42

en la zona norte (Guaymaral, Suba), en la tercera semana del mes. En junio de 2020 se registraron cuatro (4) excedencias al valor establecido por la norma nacional diaria de $PM_{2.5}$ ($37 \mu g/m^3$) en las estaciones Carvajal-Sevillana (2), Móvil 7ma (1) y Puente Aranda (1).

El monitor de $PM_{2.5}$ de la estación Carvajal-Sevillana registró menos del 75% de datos válidos en el mes, debido a que hubo una ruptura en la cinta del equipo en la tercera semana del mes y debido a las restricciones de accesibilidad del lugar por las medidas de Aislamiento Preventivo Obligatorio declarado a nivel nacional, no se pudo atender el problema de forma inmediata, por lo que no se registraron datos en dicho intervalo de tiempo.

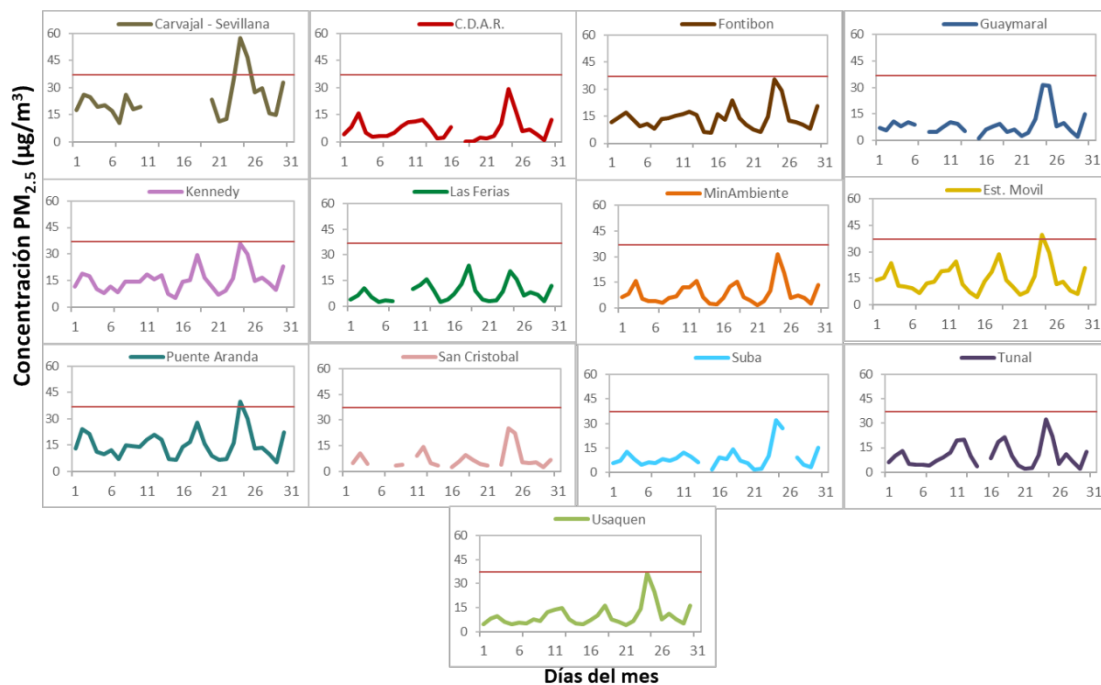


Figura 3. Comportamiento de las concentraciones diarias $PM_{2.5}$ para junio de 2020

La Figura 4 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones de $PM_{2.5}$ para el mes de junio en los últimos 4 años. Se evidencia que las concentraciones registradas en el 2020 fueron más altas en relación a los años anteriores en la mayoría de las estaciones. El mayor incremento se obtuvo en la estación de Puente Aranda, con $3 \mu g/m^3$.

El comportamiento del contaminante es variable en la ciudad, en Kennedy y algunas estaciones del norte hay una tendencia a la reducción de las concentraciones en el tiempo, mientras que en Carvajal - Sevillana, Usaquén y Puente Aranda se ha observado un incremento gradual con el paso de los años.

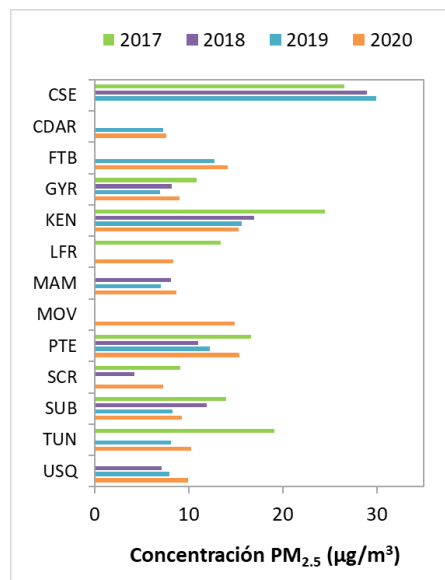


Figura 4. Comportamiento interanual de las concentraciones de $PM_{2.5}$ (2017-2018-2019-2020) para los meses de junio

4 COMPORTAMIENTO TEMPORAL 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 mes de junio 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).

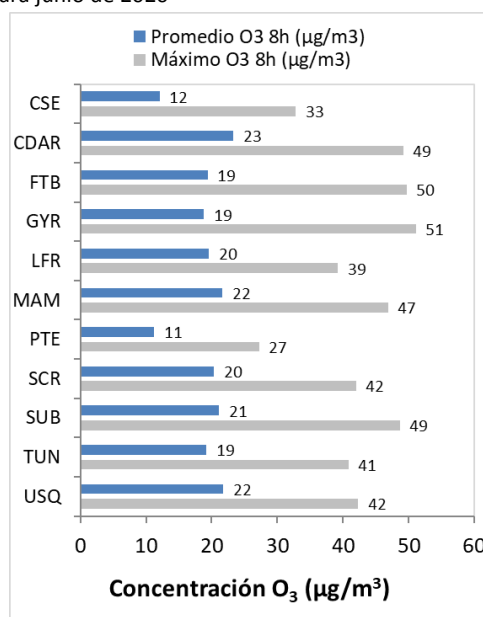
Se observa que las mayores concentraciones como promedio mensual con base en datos 8 horas se presentaron en la zona centro y suroriente de la ciudad, en la estación Centro de Alto Rendimiento con **$23.343 \mu g/m^3$** y en MinAmbiente con **$21.615 \mu g/m^3$** respectivamente, mientras que las menores concentraciones se presentaron en la zona centro-occidente y sur, en la estación Puente Aranda con **$11.276 \mu g/m^3$** y la estación Carvajal - Sevillana con **$12.077 \mu g/m^3$** . Este mes registró cambios en la distribución espacial de las concentraciones, que se incrementaron en la zona centro y suroriental en comparación con las demás zonas de la ciudad, sin embargo, en el mes de junio disminuyeron las concentraciones con respecto al mes anterior. La concentración máxima más alta con base en promedios

8 horas fue de **51.077 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** en la estación Guaymaral; la cual no excedió la norma nacional 8 horas (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabla 3. Resumen de datos de O_3 para junio de 2020

Estación	Promedio O_3 8h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Máximo O_3 8h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Excedencias 8h	Datos válidos (%)
CSE	12.077	32.814	0	99%
CDAR	23.343	49.173	0	99%
FTB	19.370	49.688	0	100%
GYR	18.851	51.077	0	100%
KEN*	18.671	44.636	0	64%
LFR	19.571	39.215	0	97%
MAM	21.615	46.867	0	97%
PTE	11.276	27.223	0	89%
SCR	20.343	41.987	0	100%
SUB	21.115	48.658	0	100%
TUN	19.218	40.810	0	80%
USQ	21.778	42.330	0	92%

*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 junio 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_3 se presentaron en las zonas centro- y norte de la ciudad, en las estaciones Centro de Alto Rendimiento y Guaymaral, durante la última 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 segunda semana del mes. En junio de 2020, no se registraron excedencias de los promedios 8 horas de concentración con respecto a la norma nacional 8 horas de O_3 según la Resolución 2254 de 2017 del MADS (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Solamente la estación Kennedy registró datos válidos en un porcentaje menor al 75%, dado que no se registraron datos en la tercera y cuarta semana del mes, debido a un desajuste del cero que causó que no se registraran datos por una alarma propia del monitor.

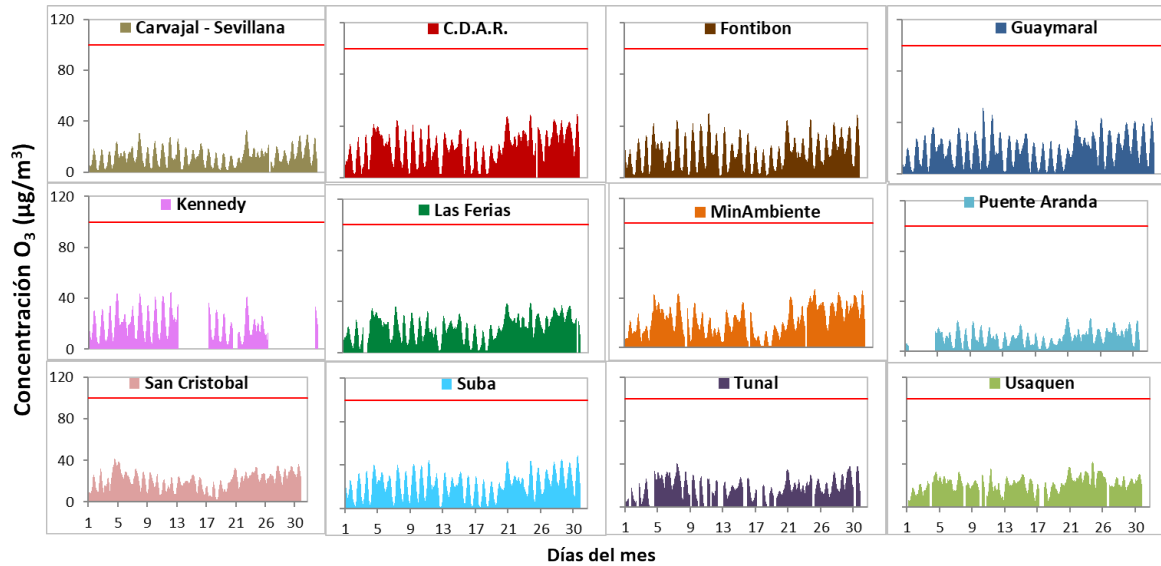


Figura 5. Comportamiento de las concentraciones 8h de O₃ para junio 2020 y comparación con norma nacional.

La Figura 6 muestra el comportamiento interanual de las concentraciones de O₃ del mes de junio en los últimos 4 años. Se observa que las concentraciones registradas en el año 2020 fueron mayores a las registradas en los años anteriores, lo cual pudo ser influenciado por la variación de los precursores de ozono en el mes, y la variación de la dinámica de la atmósfera respecto a años anteriores. En el año 2018, también se midieron altas concentraciones, siendo la estación San Cristóbal la que obtuvo el valor más alto de los últimos cuatro años, con 24 µg/m³.

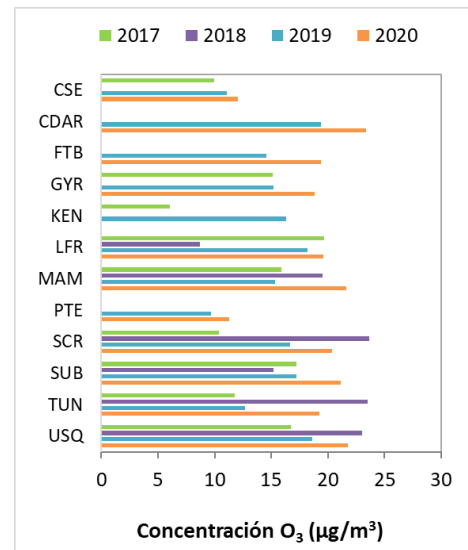
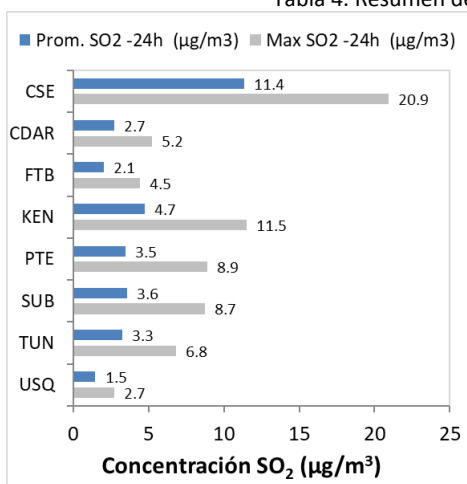


Figura 6. Comportamiento interanual de las concentraciones de O₃ (2017-2018-2019-2020) para los meses de junio

5 COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LAS CONCENTRACIONES DE SO₂, NO₂, CO.

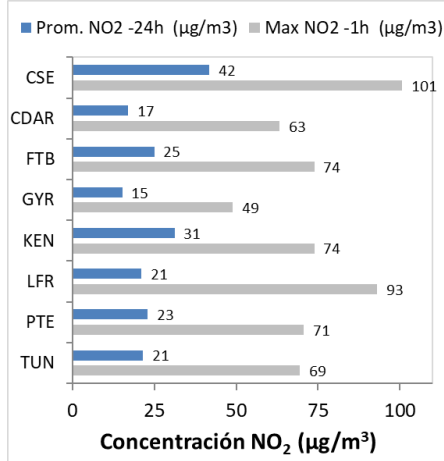
La Tabla 4, Tabla 5, y Tabla 6 presentan las concentraciones promedio mensuales y máximas de dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂) y monóxido de carbono (CO), correspondientes al mes de junio de 2020. Igualmente se presenta el resumen de datos válidos y las excedencias, donde se observa que las concentraciones de SO₂, NO₂ y CO, presentaron magnitudes relativamente bajas durante el 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.

Tabla 4. Resumen de los promedios 24 horas para SO₂, junio 2020.



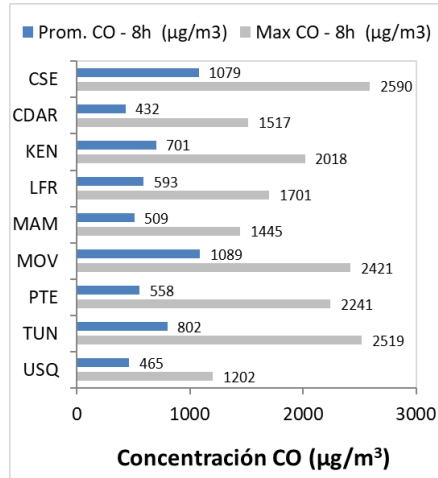
Est.	Prom. SO ₂ (µg/m³)	Máx. SO ₂ (µg/m³)	Exc. 24h	Exc. 1h	Datos válidos (%)
CSE	11.4	20.9	0	0	97%
CDAR	2.7	5.2	0	0	100%
FTB	2.1	4.5	0	0	100%
KEN	4.7	11.5	0	0	100%
PTE	3.5	8.9	0	0	100%
SUB	3.6	8.7	0	0	100%
TUN	3.3	6.8	0	0	100%
USQ	1.5	2.7	0	0	100%

Tabla 5. Resumen de los promedios diarios y excedencias horarias para NO₂. junio 2020.



Est.	Prom. NO ₂ (µg/m³)	Máx. 1h NO ₂ (µg/m³)	Exc. 1h	Datos válidos (%)
CSE	41.8	100.6	0	100%
CDAR	17.0	63.2	0	100%
FTB	24.9	73.9	0	100%
GYR	15.1	48.9	0	100%
KEN	31.2	73.9	0	100%
LFR	21.1	93.1	0	100%
PTE	23.0	70.7	0	87%
TUN	21.5	69.4	0	100%

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



Est.	Prom. CO (µg/m³)	Máx. CO (µg/m³)	Exc. 8h	Exc. 1h	Datos válidos (%)
CSE	1079.3	2590.3	0	0	99%
CDAR	432.1	1517.0	0	0	99%
KEN	701.1	2017.9	0	0	95%
LFR	592.8	1701.0	0	0	100%
MOV	1089.3	2420.6	0	0	96%
PTE	557.7	2240.7	0	0	80%
TUN	801.7	2518.8	0	0	100%
USQ	465.4	1202.1	0	0	100%

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 atmósfera y cuyo tamaño varía entre 0.001 y 100 μm .

La RMBC cuenta con ocho aethalómetros 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.¹

6.1 COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LAS CONCENTRACIONES DE BLACK CARBON

Durante el mes de junio 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 Tunal con 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; por otro lado, las menores concentraciones se registraron en la zona centro oriental de la ciudad en la estación de Usaquén 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Las concentraciones máximas diarias más altas se presentaron en la estación de Tunal con 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y en la estación de Centro de Alto Rendimiento con 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Adicionalmente, durante el mes de junio, 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 Carvajal – Sevillana, Fontibón y Kennedy debido a problemas de accesibilidad del lugar por las restricciones del Aislamiento Preventivo Obligatorio declarado a nivel nacional.

¹ Determinación de la contribución de brown carbon en el material particulado presente en el aire de Bogotá durante la temporada de incendios enero- febrero de 2016. Paula Marcela Ramirez Cely, 2016. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/17937/u729349.pdf?sequence=1>

En este mes no se reportan datos de la estación Las Ferias debido al mantenimiento preventivo y correctivo que se realizó al equipo.

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

Estación	Prom. 370 nm	Max. 370 nm	Prom. 880 nm	Max 880 nm	Datos capturados (%)
Carvajal – Sevillana*	6	16	7	30	49%
CDAR	3	23	3	25	99%
Fontibón*	5	38	5	39	13%
Kennedy*	6	35	6	36	63%
Min Ambiente	3	22	4	33	100%
Tunal	5	31	5	31	99%
Usaquén	1	8	1	7	100%

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

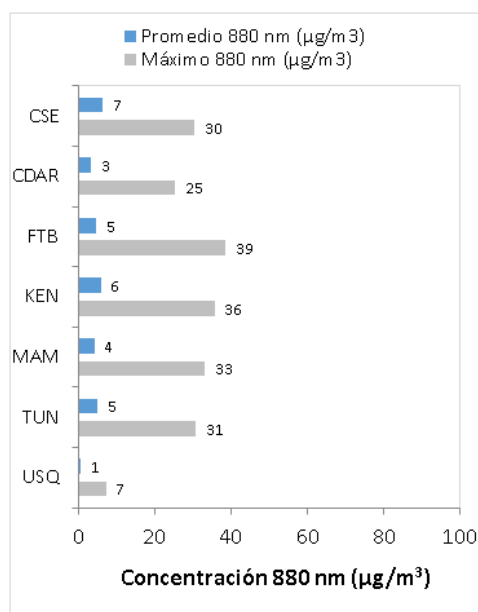
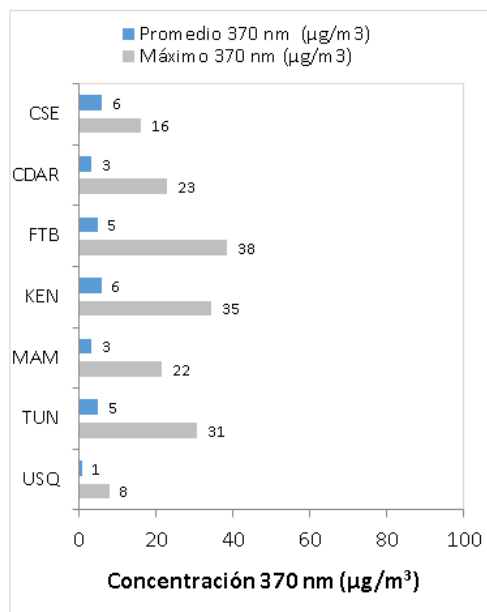
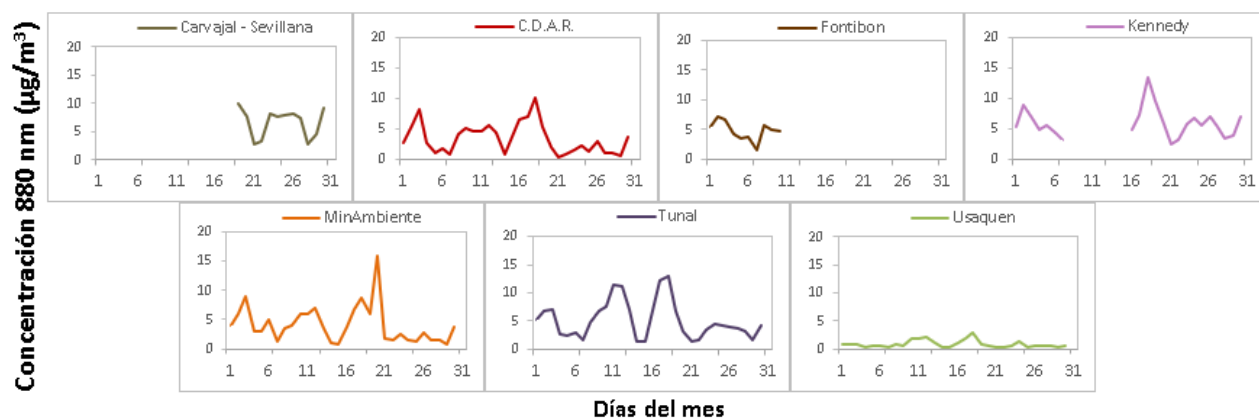
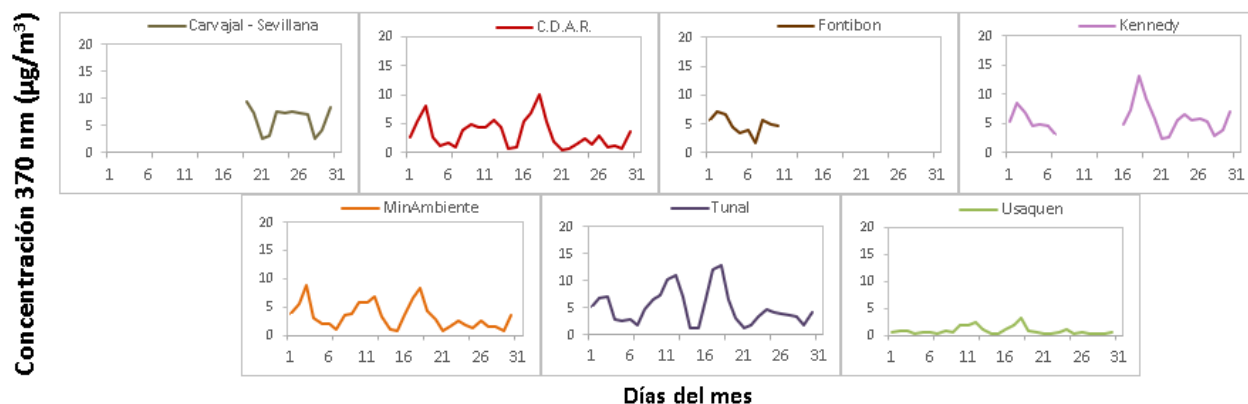


Figura 7. Promedios de concentraciones mensuales, valores máximos para las longitudes de onda 370 nm y 880 nm. Junio de 2020



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 junio de 2020. De acuerdo con la ubicación y su comportamiento, las concentraciones más altas se presentaron en las estaciones de Tunal y Centro de alto Rendimiento, presentando incrementos superiores a los 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, durante la segunda y tercera semana del mes.

Por otro lado, en la estación de Min Ambiente se evidencia que las concentraciones de Black Carbon en la longitud de onda 880 fueron mayores durante la tercera semana llegando a los $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Adicionalmente, la estación de Usaqué presenta unas concentraciones inferiores a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Cabe resaltar 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 del mes de mayo se evidencia el aumento en dichas concentraciones, ya que varios sectores de la economía de la ciudad se han reactivado.

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.

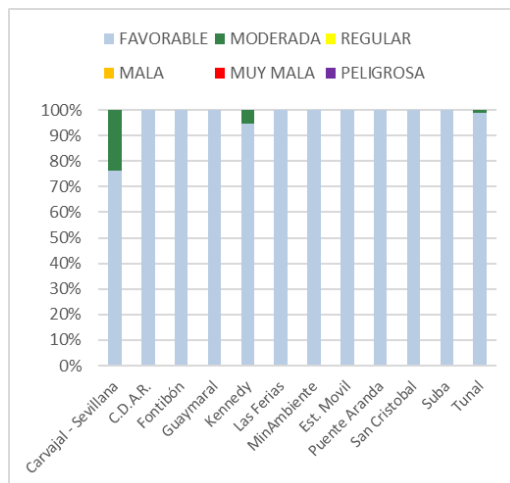


Figura 10. IBOCA para PM_{10} por estación en junio 2020

La Figura 10 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM_{10} por estación de monitoreo registrados en el mes de junio. Se observa que predominó la categoría “favorable” en todas las estaciones de la ciudad.

Solamente las estaciones Carvajal-Sevillana, Kennedy y Tunal registraron la condición “Moderada”, la primera estación registró dicha condición durante el 24% del mes.

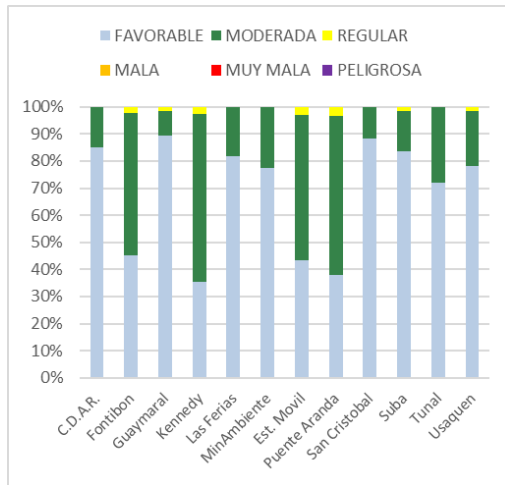


Figura 11. IBOCA para PM_{2.5} por estación en junio 2020

La Figura 11 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM_{2.5} en cada estación de monitoreo. Se observa que en el mes de junio predominan las categorías “favorable” y “moderada” en todas las estaciones, aunque la categoría “regular” se registró también en algunas estaciones. La estación Kennedy presentó la condición “moderada” por mayor tiempo, durante el 62% del mes, “favorable” el 14% y “regular” el 3% del tiempo. Por otro lado, la estación Guaymaral presentó la condición “favorable” por más tiempo en relación a las demás estaciones, durante el 90% del mes.

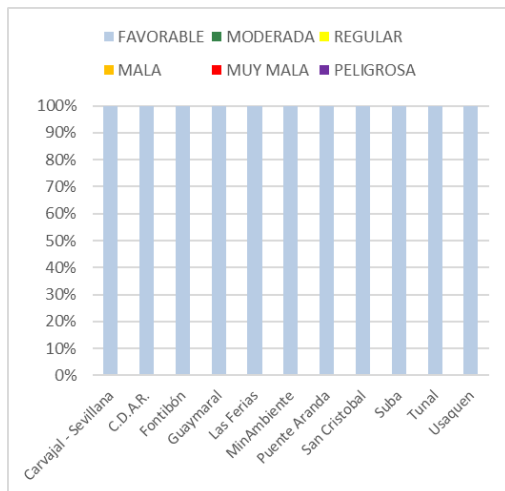


Figura 12. IBOCA para O₃ por estación en junio 2020

La Figura 12 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 8 horas de O₃ en cada una de las estaciones de monitoreo para el mes de junio. 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 Y ESPACIAL DE LA PRECIPITACIÓN

Página 19 de 42

De acuerdo con el comportamiento histórico de la precipitación de la ciudad de Bogotá, el mes de junio es considerado un mes de transición; es decir, cuando las lluvias comienzan a disminuir y se da paso al segundo periodo seco del año. Sin embargo, el mes de junio de 2020 presentó un comportamiento atípico, registrando acumulados de lluvia incluso superiores a los meses de abril y mayo, los cuales se han caracterizado como los meses más lluviosos de la primera temporada de lluvias del año. Este comportamiento del mes de junio obedece al debilitamiento de El Niño, la reactivación de la zona de confluencia intertropical (ZCIT) y el ingreso de vapor de agua desde la Amazonía.

Así pues, en virtud de la reactivación de la ZCIT los acumulados de la precipitación en la ciudad se incrementaron en poco de más de 30 mm hacia el sector de la estación de Kennedy donde registró un total acumulado de 230 mm frente a los 188 mm del mes de mayo. Para el sector de Kennedy la ocurrencia de estos niveles de lluvia, sobre todo los eventos intensos, resultan favorables para reducir las concentraciones de contaminantes, dada la capacidad de arrastre de las gotas de lluvia y transformaciones químicas que ocurren con el agua. En el resto de la ciudad los acumulados de precipitación estuvieron por debajo de los 100 mm de lluvia. Después de Kennedy los sectores donde mayor cantidad de agua precipitó fueron Suba y Guaymaral. El menor número de días con lluvia se presentó entre las estaciones de Las Ferias (18), Puente Aranda (18) y Kennedy (20); sin embargo, en Kennedy se presentaron los mayores acumulados del mes, lo que permite deducir que algunas lluvias fueron intensas. Ver Figura 13 y Tabla 8.

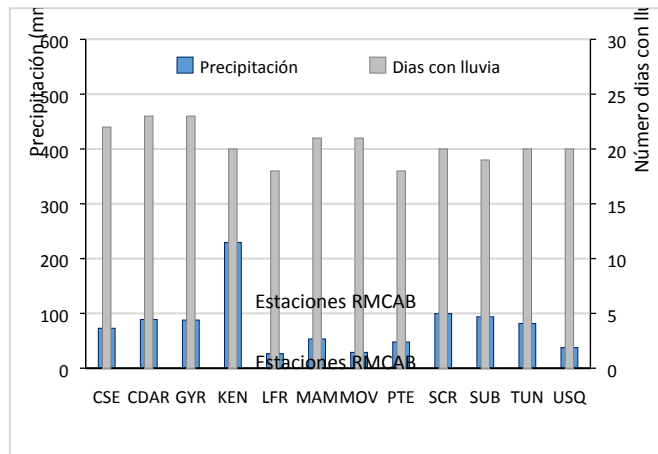


Figura 13. Precipitación media mensual por estaciones y número de días con precipitación (junio-2020).

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

Estación	Precipitación acumulada (mm/mes)	Días con lluvia
CSE	73	22
CDAR	89	23
GYR	88	23
KEN	230	20
LFR	26	18
MAM	53	21
MOV	29	21
PTE	48	18
SCR	100	20
SUB	94	19
TUN	82	20
USQ	38	20

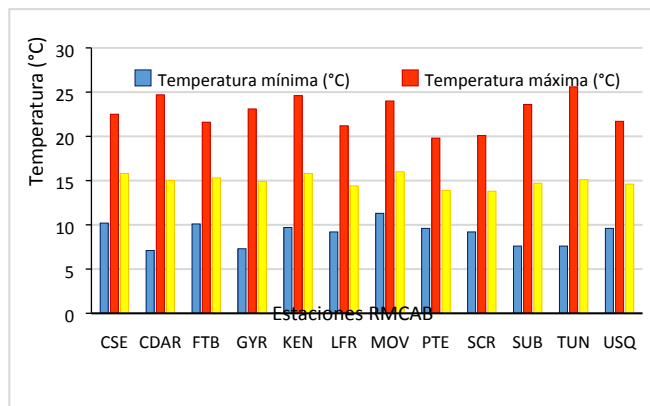


Figura 15. Temperaturas medias, máximas y mínimas absolutas por estaciones (junio - 2020)

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

El comportamiento promedio de los vientos durante el mes de junio de 2020 muy semejante al mes anterior. Predominaron los vientos del oriente los cuales tienden a rodear los cerros orientales para luego confluir en el centro geográfico de la ciudad y continuar su recorrido hacia el occidente. Este patrón de flujo es muy favorable para la ciudad toda vez que permite el transporte y el arrastre contaminantes fuera de la ciudad. Las velocidades medias del viento fueron muy similares, con un ligero incremento al sur (alrededor de 0,2 m/s) y centro geográfico de la ciudad (0,1 m/s), pero en términos generales el comportamiento fue muy semejante al mes anterior. Como es normal, las mayores velocidades se presentaron al occidente, aspecto que en conjunto con las temperaturas son propicias para dispersar la contaminación del aire que se concentra en dicho sector del distrito capital. Ver Figura 16.

Respecto de los valores máximos las velocidades máximas absolutas se registraron en las estaciones de Guaymaral (10,5 m/s) y Puente Aranda (7,2 m/s). Magnitudes como estas son propicias para la ciudad toda vez que su capacidad de mezcla contribuye con la dispersión de la contaminación del aire. Ver Tabla 10 y Figura 17.

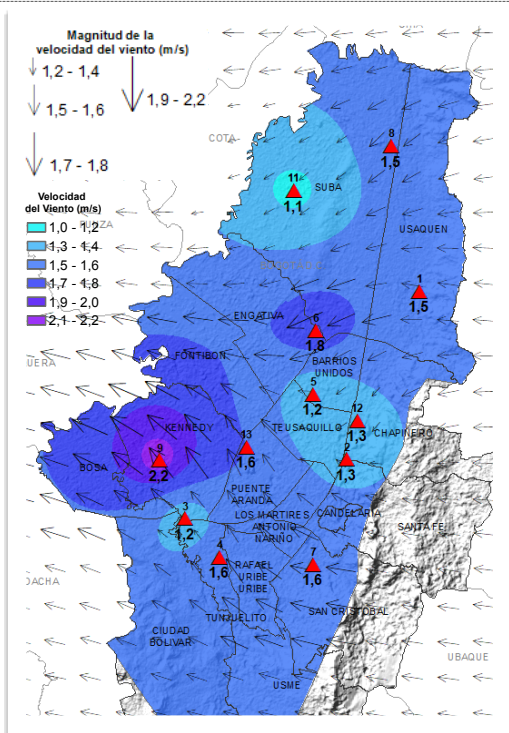


Figura 16. Velocidad promedio (Superficie en colores) y Dirección promedio (Vectores) del Viento de Bogotá con base en la interpolación de Kriging (junio - 2020)

Tabla 10. Velocidades reportadas para junio de 2020

Estación	Vel. mínima	Vel. máxima	Vel. media
CSE	0,0	5,8	1,2
CDAR	0,0	3,9	1,2
GYR	0,1	10,5	4,0
KEN	0,6	5,4	1,5
LFR	0,0	6,5	2,2
MAM	0,0	6,2	1,8
MOV	0,0	6,5	1,3
PTE	0,1	3,9	1,3
SCR	0,0	7,2	1,6
SUB	0,1	5,6	1,6
TUN	0,1	4,2	1,1
USQ	0,4	3,8	1,6

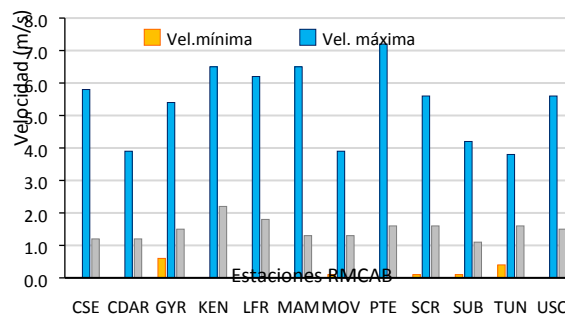


Figura 17. Velocidad del viento media, máxima y mínima absolutas por estación (junio - 2020)

10.1 ESTIMACIÓN DE LA ALTURA DE LA CAPA LÍMITE

Asociado a los incrementos de temperatura del aire hacia el sur de la ciudad, durante el mes junio de 2020 se estimó una altura media máxima mensual de la capa límite de 1580 m. El efecto del incremento de temperatura al sur de la ciudad, es que se traduce en un incremento en el flujo de calor desde el suelo, que además se ve reflejado en un predominio de las fuerzas convectivas, que son las que mayormente contribuyen con el incremento de la altura de capa limite durante el día. El que haya un incremento de la altura de capa limite es benéfico para los procesos de mezcla y reducción de las concentraciones de contaminantes en la ciudad. Contrario ocurre en horas de la noche y la madrugada, cuando la capa limite

desciende por la pérdida de energía del suelo y enfriamiento del aire en superficie, reduciendo su altura como se observa en la Figura 18 a) y b).

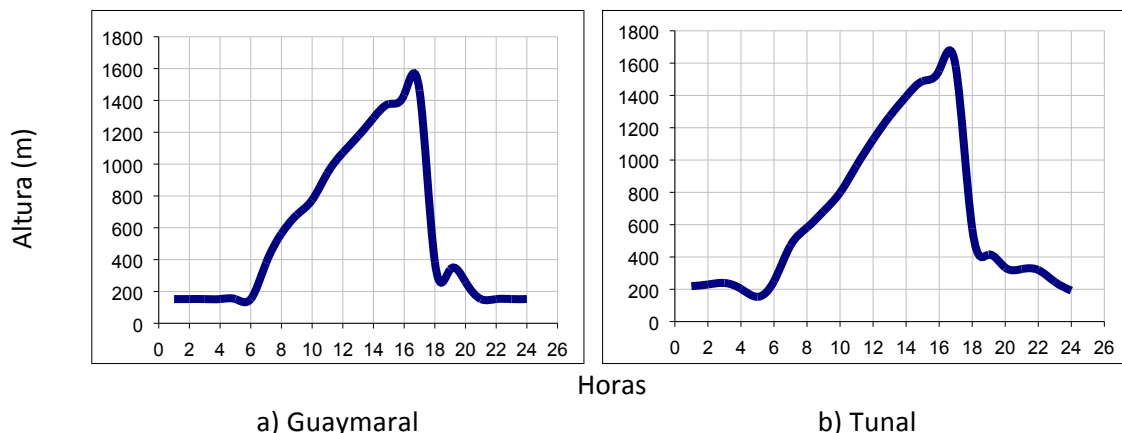


Figura 18. Estimación del perfil promedio horario mensual de la altura de la capa de mezcla a) Guaymaral y b) Tunal - junio de 2020

De esta manera, la cantidad de energía entrante determina el comportamiento de la estabilidad de la atmosfera. Por esta razón se observa que, en el mes de junio, entre las 9 de la mañana y las 4 de la tarde, la atmósfera presentó mayor inestabilidad y por ende capacidad de mezclado, tanto al sur como al norte de la ciudad. Y en horas de la noche y la madrugada se redujo su altura como es normal que ocurra, debido a que la atmosfera se vuelve estable y reduce su capacidad de mezcla y difusión de contaminantes.

Las estimaciones de los parámetros de estabilidad junto con otras variables se pueden apreciar en la Tabla 11 y Tabla 12. Estos parámetros de escala permiten describir, las condiciones atmosféricas que predominaron durante el mes de junio en la capa de mezcla local, donde ocurren desequilibrios térmicos y/o mecánicos, que producen intensificación de los movimientos caóticos del aire, favoreciendo el fenómeno de difusión y transporte de energía y materia.

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

Hora Local	Vel Viento	T	R _g	R _n	z ₀	z _m	u ₀	N	H ₀	Q*	LN (z _m /z ₀)	C _{DN}	u ₀ ²	C	u*	h _{mec}	h _{conv}	H _z	Estabilidad
Hr	m/s	°C	W/m ²	W/m ²	m	m	m/s								m/s	m	m	M	
1	0,9	11,8	0,0	-73,4	1	6	-	1	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	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

Hora Local	Vel Viento	T	R _g	R _n	z ₀	z _m	u ₀	N	H ₀	Q*	LN (z _m /z ₀)	C _{DN}	u ₀ ²	C	u*	h _{mec}	h _{conv}	H _z	Estab
Hr	m/s	°C	W/m ²	W/m ²	m	m	m/s								m/s	m	m	M	
3	0,9	11,4	0,0	-73,6	1	6	-	1	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
4	0,9	11,3	0,0	-67,0	1	6	-	2	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
5	0,8	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	10,9	0,0	-67,2	1	6	-	2	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
7	1,0	11,8	39,4	0,3	1	6	0,23	8	10,3	0,14	1,8	-	-	-	0,29	-	206	379	D
8	1,0	14,3	201,8	105,5	1	6	0,24	7	56,0	0,16	1,8	-	-	-	0,42	-	385	563	C
9	1,3	16,5	359,2	207,4	1	6	0,31	6	100,3	0,34	1,8	-	-	-	0,51	-	582	681	B
10	1,8	17,8	471,6	284,9	1	6	0,41	6	134,0	0,82	1,8	-	-	-	0,58	-	771	774	B
11	2,2	18,8	542,3	333,7	1	6	0,51	6	155,2	1,62	1,8	-	-	-	0,66	-	944	944	B
12	2,4	19,1	460,6	285,4	1	6	0,55	7	133,7	1,97	1,8	-	-	-	0,68	-	1071	1071	B
13	2,6	19,6	422,0	259,6	1	6	0,59	7	122,1	2,52	1,8	-	-	-	0,71	-	1176	1176	B
14	2,6	19,6	515,1	316,1	1	6	0,59	6	147,0	2,52	1,8	-	-	-	0,72	-	1290	1290	B
15	2,6	19,3	429,1	257,5	1	6	0,60	6	121,2	2,64	1,8	-	-	-	0,72	-	1377	1377	B
16	2,4	18,7	318,5	175,2	1	6	0,55	5	85,0	1,99	1,8	-	-	-	0,65	-	1435	1435	B
17	1,9	18,4	201,4	75,3	1	6	0,44	2	40,9	1,05	1,8	-	-	-	0,52	-	1462	1462	C
18	1,5	16,6	0,0	-69,7	1	6	-	1	-17,3	-	1,8	0,23	0,06	0,50	0,29	386	386	386	F
19	1,4	14,8	0,0	-71,2	1	6	-	1	-15,1	-	1,8	0,23	0,06	0,41	0,25	338	338	338	F
20	1,2	13,9	0,0	-71,9	1	6	-	1	-11,6	-	1,8	0,23	0,06	0,21	0,20	260	260	260	F
21	1,0	13,3	0,0	-72,3	1	6	-	1	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
22	0,9	12,7	0,0	-72,8	1	6	-	1	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
23	0,9	12,1	0,0	-73,2	1	6	-	1	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
24	0,8	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 (junio – 2020)

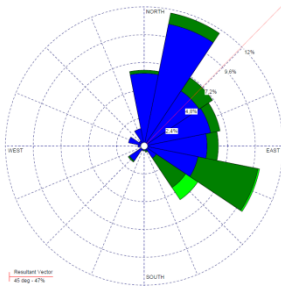
Hora Local	Vel Viento	T	R _g	R _n	z ₀	z _m	u ₀	N	H ₀	Q*	LN (z _m /z ₀)	C _{DN}	u ₀ ²	C	u*	h _{mec}	h _{conv}	H _z	Estab
Hr	m/s	°C	W/m ²	W/m ²	m	m	m/s	Octas							m/s	m	m	m	
1	1,1	11,1	0,0	-73,8	1	6	-	1	-9,8	-	1,8	0,23	0,06	0,10	0,16	219	219	219	F
2	1,1	10,8	0,0	-74,0	1	6	-	1	-10,3	-	1,8	0,23	0,06	0,12	0,17	230	230	230	F
3	1,1	10,7	0,0	-74,0	1	6	-	1	-10,7	-	1,8	0,23	0,06	0,15	0,18	239	239	239	F
4	1,1	10,5	0,0	-74,2	1	6	-	1	-9,1	-	1,8	0,23	0,06	0,06	0,15	203	203	203	F
5	1,0	10,3	0,0	-74,3	1	6	-	1	-6,9	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,12	153	153	153	F
6	1,2	10,2	0,0	-74,4	1	6	-	1	-11,2	-	1,8	0,23	0,06	0,18	0,19	250	250	250	F
7	1,2	11,3	157,5	33,2	1	6	0,27	1	24,8	0,23	1,8	-	-	-	0,35	-	329	471	C
8	1,4	14,5	193,5	100,0	1	6	0,32	7	53,5	0,38	1,8	-	-	-	0,44	-	458	582	C
9	1,5	17,3	333,2	197,2	1	6	0,35	7	95,5	0,52	1,8	-	-	-	0,51	-	626	683	B

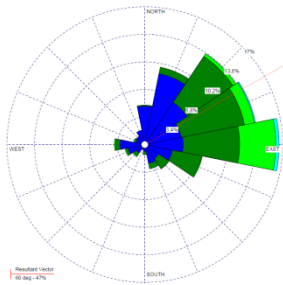
Hora Local	Vel Viento	T	R _g	R _n	z _o	z _m	u _o	N	H _o	Q*	LN (z _m /z _o)	C _{DN}	u _o ²	C	u*	h _{mec}	h _{conv}	H _t	Estab
Hr	m/s	°C	W/m ²	W/m ²	m	m	m/s	Octas							m/s	m	m	m	
10	1,8	19,1	452,0	272,8	1	6	0,41	6	128,1	0,82	1,8	-	-	-	0,58	-	798	798	B
11	2,1	20,6	537,7	332,6	1	6	0,47	6	153,8	1,27	1,8	-	-	-	0,63	-	966	966	B
12	2,2	21,0	603,4	377,5	1	6	0,50	6	173,5	1,51	1,8	-	-	-	0,66	-	1126	1126	B
13	2,3	21,4	621,7	390,4	1	6	0,53	6	179,0	1,77	1,8	-	-	-	0,69	-	1270	1270	B
14	2,3	21,0	589,4	368,1	1	6	0,53	6	169,3	1,81	1,8	-	-	-	0,68	-	1393	1393	B
15	2,2	21,0	509,1	306,9	1	6	0,50	5	142,2	1,54	1,8	-	-	-	0,65	-	1488	1488	B
16	2,1	20,5	393,6	221,2	1	6	0,48	4	104,6	1,35	1,8	-	-	-	0,61	-	1555	1555	B
17	2,2	19,4	213,1	77,5	1	6	0,50	1	41,4	1,50	1,8	-	-	-	0,58	-	1580	1580	C
18	2,0	16,8	0,0	-76,2	1	6	-	0	-25,8	-	1,8	0,23	0,06	0,74	0,43	576	576	576	F
19	1,6	14,4	0,0	-78,2	1	6	-	0	-18,6	-	1,8	0,23	0,06	0,55	0,31	415	415	415	F
20	1,3	13,3	0,0	-79,0	1	6	-	0	-15,0	-	1,8	0,23	0,06	0,40	0,25	334	334	334	F
21	1,3	12,8	0,0	-79,4	1	6	-	0	-14,5	-	1,8	0,23	0,06	0,38	0,24	325	325	325	F
22	1,3	12,3	0,0	-79,7	1	6	-	0	-14,3	-	1,8	0,23	0,06	0,36	0,24	319	319	319	F
23	1,1	11,8	0,0	-73,4	1	6	-	1	-11,0	-	1,8	0,23	0,06	0,17	0,19	246	246	246	F
24	1,1	11,3	0,0	-73,7	1	6	-	1	-8,6	-	1,8	0,23	0,06	0,03	0,14	191	191	191	F

Para efectos de complementar la información relacionada con el comportamiento los vientos, a continuación, se presentan las rosas de vientos, de cada una de las estaciones de la RMCAB las cuales muestran no solo la resultante del viento promedio del mes, sino las frecuencias y velocidades en sus distintas direcciones. Se puede apreciar la resultante promedio del mes, que permite discernir la dirección predominante del viento por cada estación. Ver Figura 19.

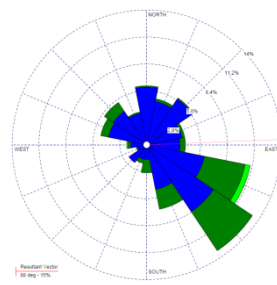
N.A.

a) Bolivia

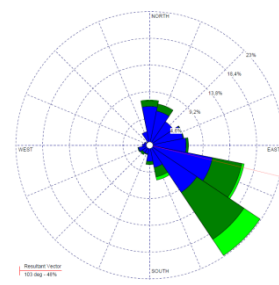




d) Las Ferias

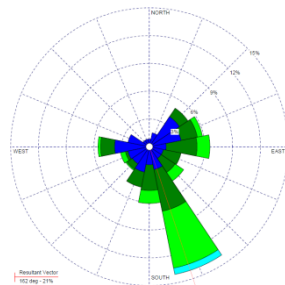


e) CDAR

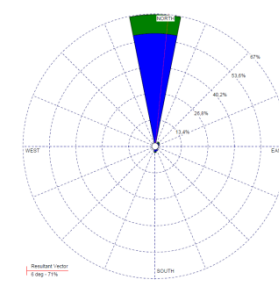


f) Usaqué

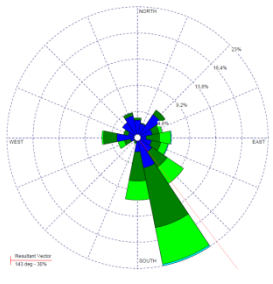
N.A.



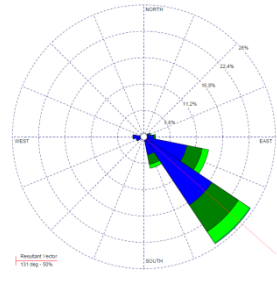
h) Puente Aranda



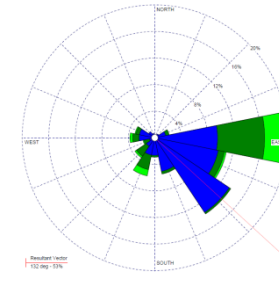
i) Móvil 7ma



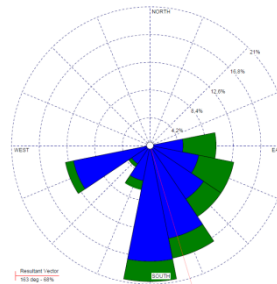
j) Kennedy



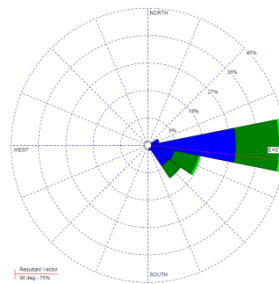
k) Carvajal



l) MinAmbiente



m) Tunal



n) San Cristóbal

Figura 19. Rosas de viento – junio de 2020

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

Durante el mes de junio se observa una disminución de las concentraciones de ozono troposférico. Esta disminución se encuentra estrechamente relacionada con la activación de la ZCIT que trajo consigo mayor nubosidad sobre gran parte del territorio nacional incluyendo el área del distrito capital. Con la cobertura de la bóveda celeste del distrito, se redujo el ingreso de radiación solar y con ello la influencia de radiación ultravioleta responsable en gran parte de la producción de ozono troposférico por la descomposición de moléculas de NO_x a nivel superficial, resultantes de la combustión de hidrocarburos en la ciudad. De allí que, durante el día las concentraciones de ozono se hayan reducido en las horas pico a valores de entre 30 µg/m³ y 37 µg/m³ en la zona norte, 38 µg/m³ en la zona centro, 23 µg/m³ a 37 µg/m³ en la zona occidente y alrededor de 29 µg/m³ en la zona sur. Ver Figura 20.

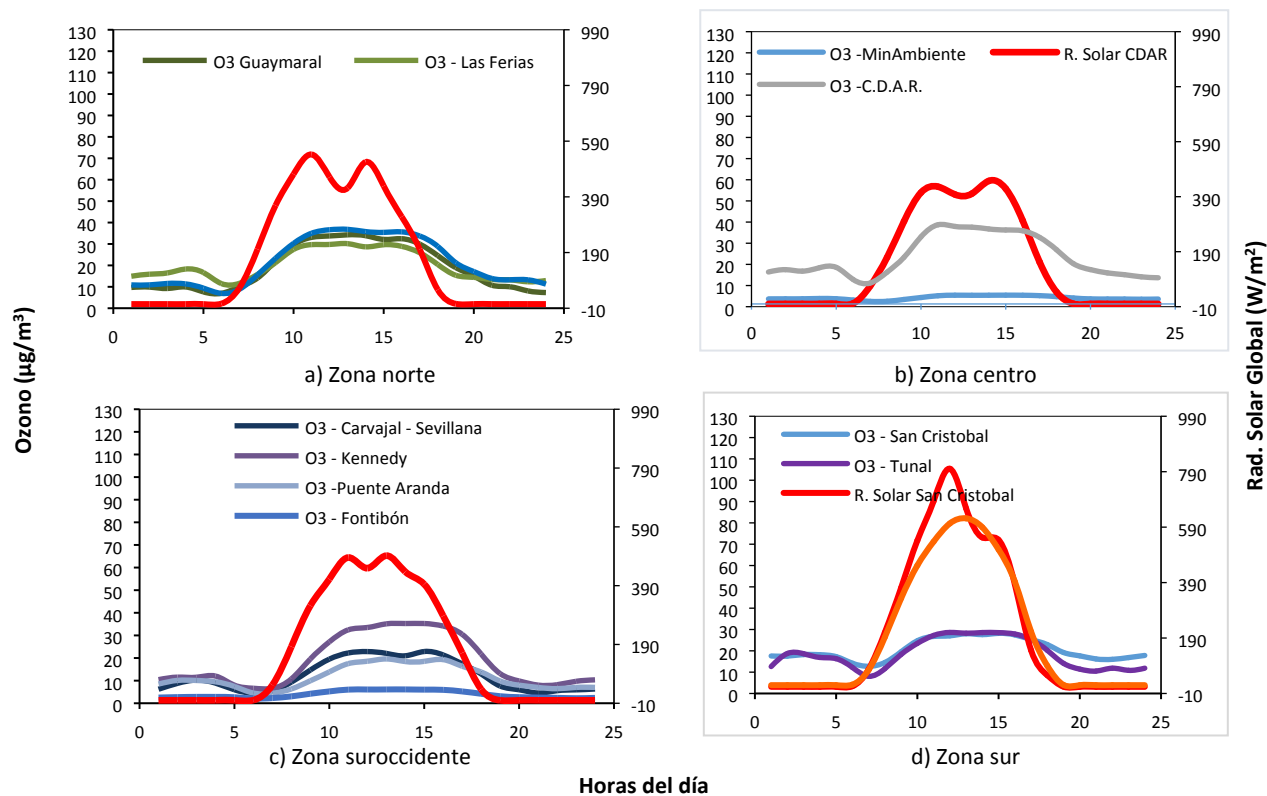


Figura 20. Comportamiento horario de O₃ (µg/m³) y su relación con la Radiación Solar entrante (W/m²), junio 2020. a) zona norte, b) zona centro, c) zona suroccidente y d) zona sur

12 REPORTE MENSUAL DE VALIDACIÓN SIMCAB PARA EL MES DE JUNIO DE 2020.

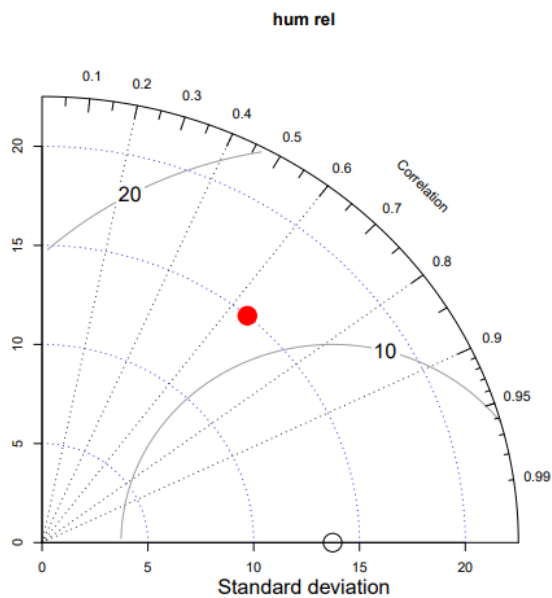
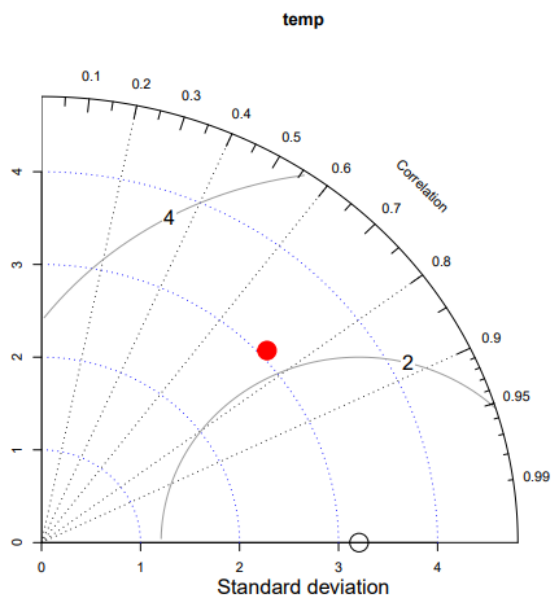
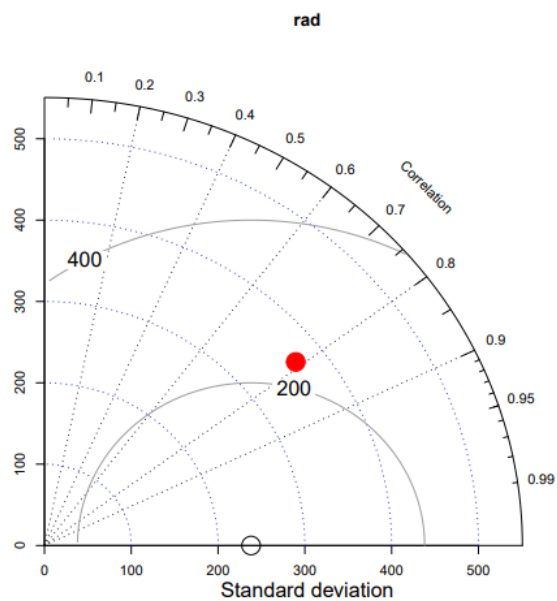
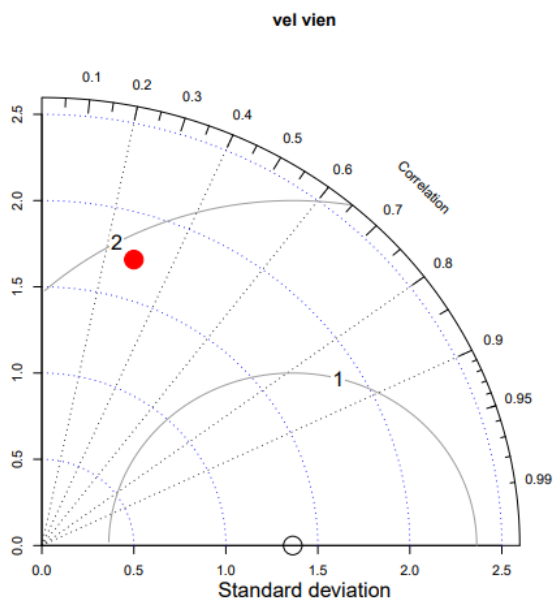
El presente informe contiene el reporte de validación del comportamiento del modelo WRF del mes de junio de 2020 con respecto de los datos monitoreados por parte de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire de Bogotá – RMCAB, para el mismo periodo.

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 0,3 y el RMSE estuvo por debajo de 2 m/s. Además, se presentaron menos velocidades del viento altas modeladas en horas de la mañana. Por su parte La temperatura, presenta un RMSE más cercano a 2 °C y una correlación que se mantiene cercana a 0,8. Con respecto a la radiación, su comportamiento fue idéntico al mes de mayo, con valores más altos en horas de la tarde con respecto a meses anteriores.

Evaluando el grado de acierto por estación, se observa en general las estaciones Kennedy, Puente Aranda y Fontibón fueron las que presentaron mayor correlación en la velocidad del viento (cerca de 0.6) y menor RMSE (entre 1.5 y 2 m/s). Por su parte, Móvil 7ma, MinAmbiente y Guaymaral 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 mejoró la predicción de la lluvia con respecto al mes anterior, ya que el percent correct aumento en casi todas las estaciones y, de igual manera, el POD aumentó y varias estaciones estuvieron en 1, lo cual es el mejor resultado para dicho estadístico, mientras que el FAR, es decir las falsas alarmas disminuyeron con respecto al mes anterior. Las estaciones que mejor fueron modeladas en términos de lluvia este mes fueron CDAR, Kennedy y San Cristóbal, mientras que las estaciones que tuvieron una menor correlación en los parámetros estadísticos fueron Usaquén, Suba y Puente Aranda.



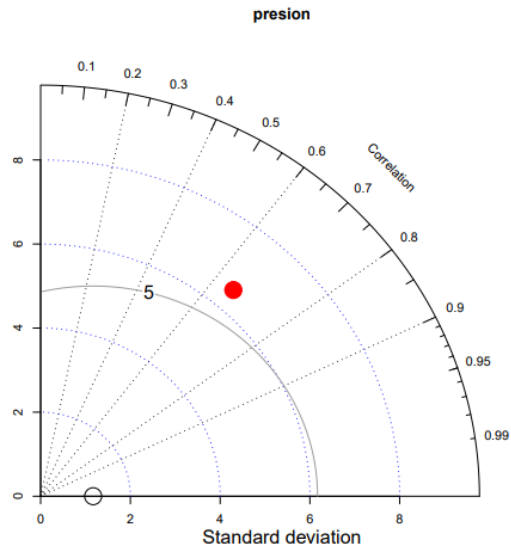
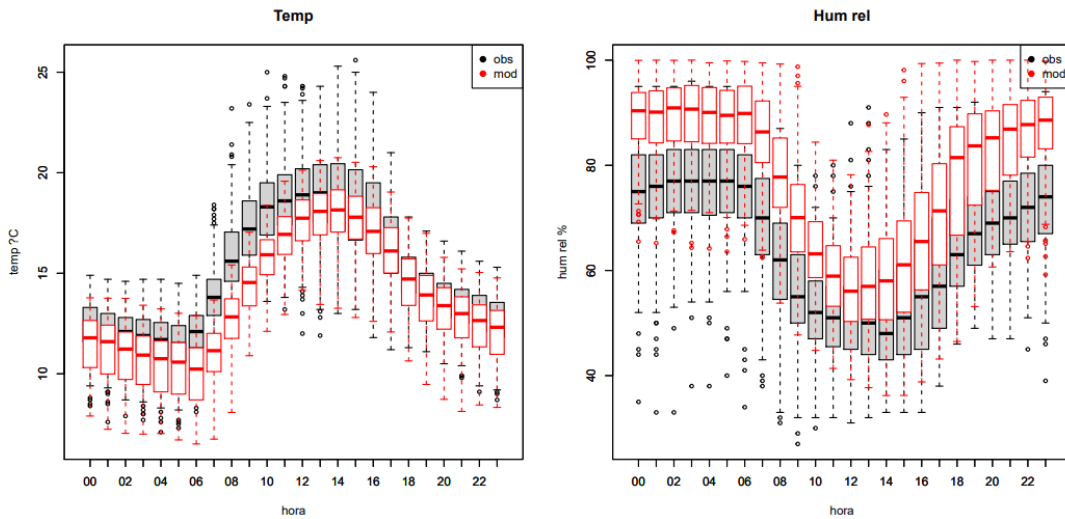


Figura 21. Diagramas de Taylor parámetros meteorológicos. ---Junio 2020.



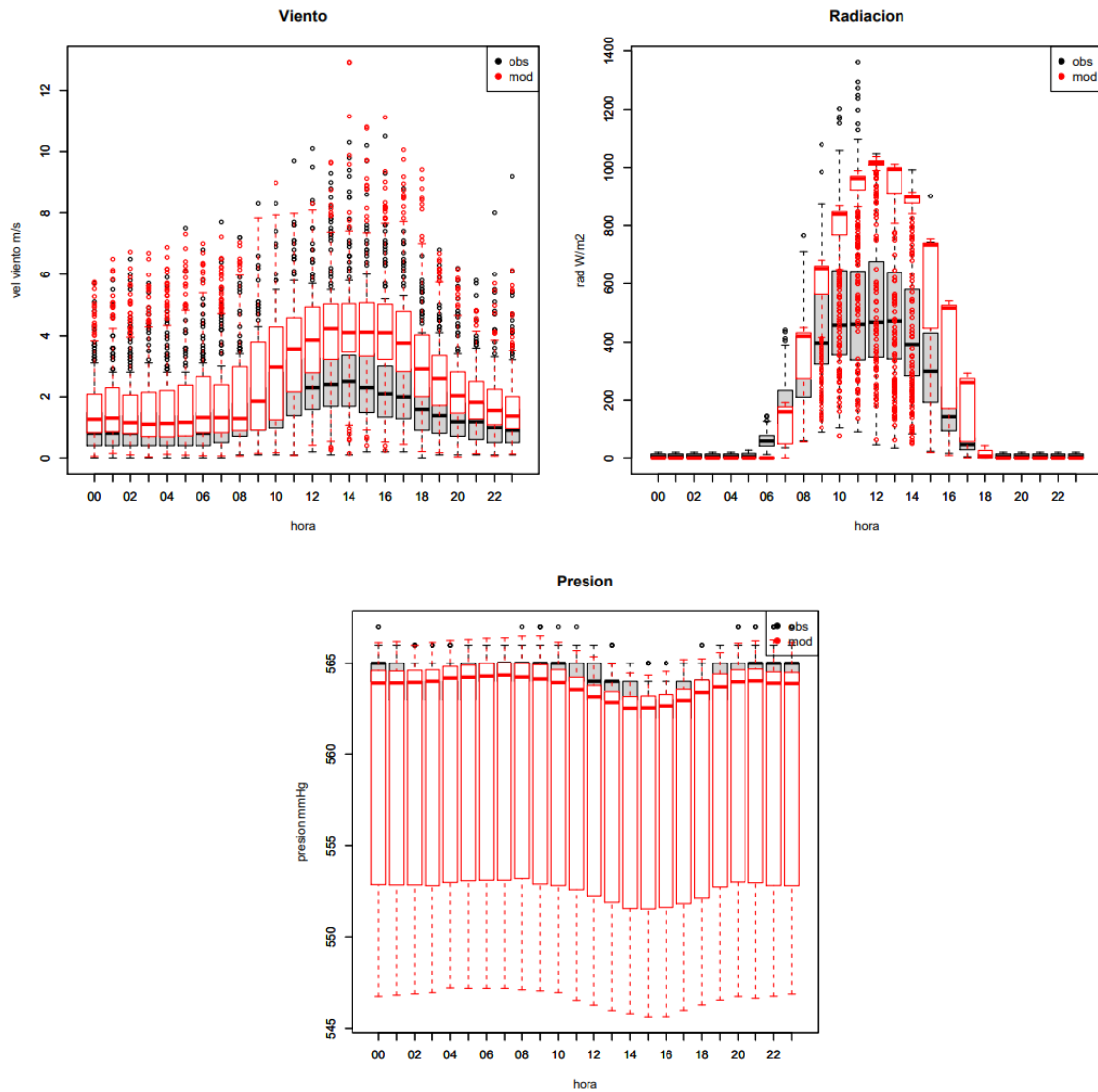


Figura 22. Box Plot parámetros meteorológicos – Junio 2020

Tabla 13. Validación de la Precipitación por estación – Junio 2020

ESTACIÓN	THREAT SCORE	POD	FAR	PERCENT CORRECT	BIAS
Carvajal	0,79	1	0,21	0,8	1,27
CDAR	0,72	0,91	0,22	0,73	1,17
Guaymaral	0,72	0,91	0,22	0,73	1,17
Kennedy	0,71	1	0,29	0,73	1,4
Las Ferias	0,64	1	0,36	0,67	1,56
MinAmbiente	0,63	0,9	0,32	0,63	1,33
Movil_7ma	0,69	0,95	0,29	0,7	1,33
Puente Aranda	0,59	0,94	0,39	0,6	1,56
San Cristóbal	0,62	0,9	0,33	0,63	1,35
Suba	0,64	0,95	0,33	0,67	1,42
Tunal	0,68	0,95	0,3	0,7	1,35
Usaquén	0,64	0,9	0,31	0,67	1,3

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_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 , SO_2 y CO en el mes de junio de 2020. Para el material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$), 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_{10} , el modelo tiene una correlación de Pearson cercana a 0.85, adicionalmente, el modelo presenta un RMSE cercano a $8 \mu g/m^3$; Por otro lado, para $PM_{2.5}$ el modelo tiene una correlación con respecto a los datos observados de 0.75, con un RMSE de $4 \mu g/m^3$.

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 junio, por estación. De esta tabla se puede concluir que, para este mes, el modelo tendió a subestimar las concentraciones de material particulado hasta $3 \mu g/m^3$ en promedio para PM_{10} y hasta $2 \mu g/m^3$ en promedio para $PM_{2.5}$.

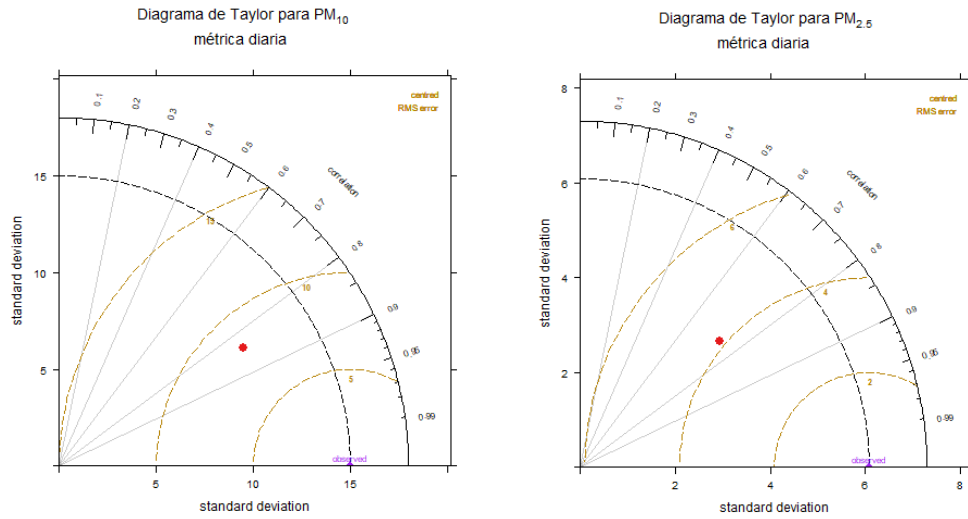
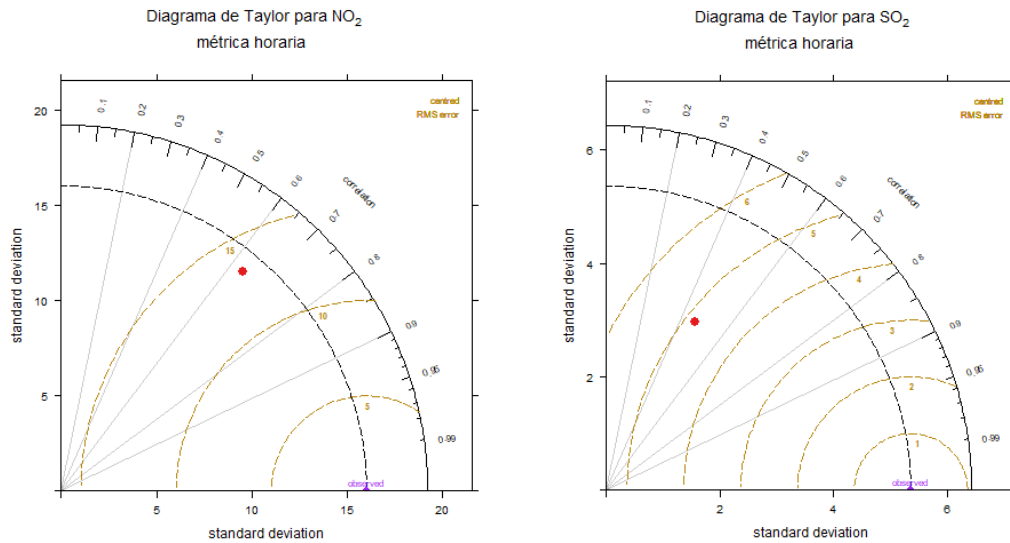


Figura 23. Diagramas de Taylor para material particulado, en métrica diaria. Junio 2020



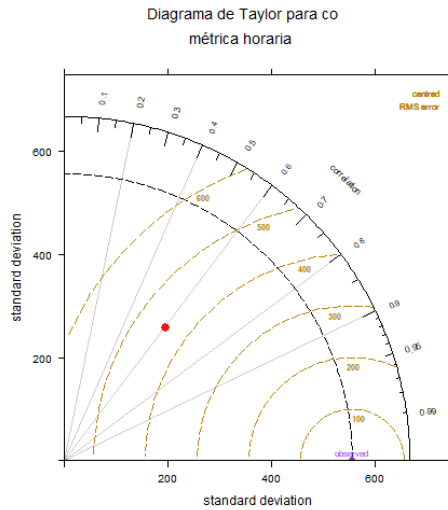


Figura 24. Diagramas de Taylor para distintos gases, en métrica horaria. Junio 2020

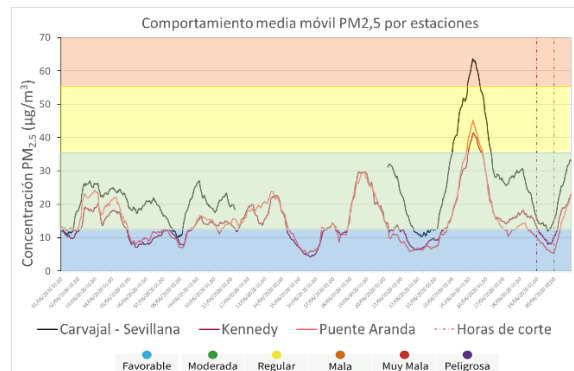
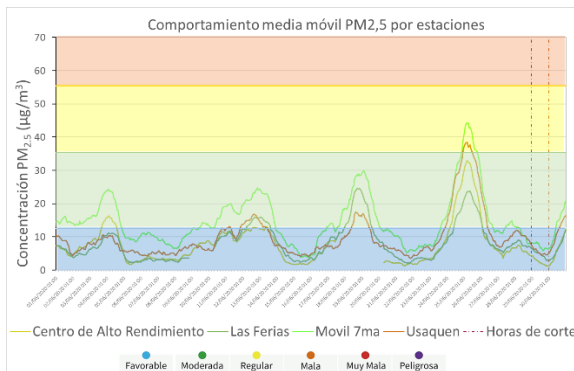
Tabla 14. Sesgos en los promedios diarios de material particulado determinados para junio 2020 por el modelo (IC 95%).

Estación	Sesgo Diario PM ₁₀	Sesgo Diario PM _{2.5}
Carvajal	-8 ± 15	-3 ± 6
CDAR	-4 ± 7	-2 ± 3
Fontibón	No medido	No medido
Guaymaral	-1 ± 5	0 ± 2
Kennedy	-2 ± 10	-2 ± 4
Las Ferias	-4 ± 7	-2 ± 5
MinAmbiente	-2 ± 5	-2 ± 4
Móvil 7ma	-4 ± 7	-2 ± 5
Puente Aranda	-5 ± 8	-3 ± 5
San Cristóbal	-4 ± 5	0 ± 3
Suba	2 ± 6	0 ± 2
Tunal	-5 ± 9	-3 ± 5
Usaquén	No medido	-1 ± 3

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. A partir del 1 de junio se implementó una nueva fase del aislamiento preventivo obligatorio, de acuerdo a lo establecido en el Decreto Nacional 749 del 28 de mayo de 2020, en el cual se establecieron 43 excepciones y se permitió el retorno de actividades a varios sectores económicos y sitios de la ciudad, tales como peluquerías, centros comerciales y parqueaderos, entre otros. Posteriormente, se firmó el Decreto Nacional 847 del 14 de junio de 2020, en el cual se establece la ampliación de la vigencia de aislamiento obligatorio hasta el 01 de julio, además de definir la opción de realizar planes piloto para apertura de negocios en municipios que no presenten casos del virus y planes piloto para la realización de vuelos aéreos, entre otras medidas.

En la Figura 25, se observan las concentraciones expresadas como media móvil 24 horas de $PM_{2.5}$ durante el mes de junio. Las concentraciones permanecieron en los niveles “favorable” y “moderado” en la mayor parte del mes, aunque los incrementos se registraron principalmente los días de fin de semana en la mayoría de las estaciones. El 25 y 26 de junio se observaron las concentraciones más altas del mes, por influencia del transporte de arenas del Sahara, con lo cual las concentraciones de $PM_{2.5}$ llegaron hasta la condición “mala” por un intervalo de 18 horas.



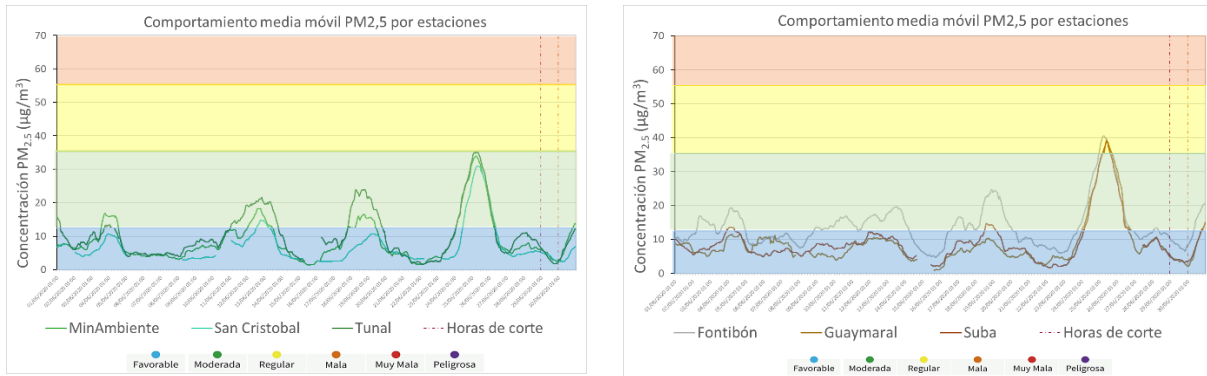


Figura 25. Concentraciones media móvil 24 h de $PM_{2.5}$ por zona. junio 2020

14 TRANSPORTE DE ARENAS DEL SAHARA EN JUNIO DE 2020

Desde mediados de junio de 2020, los satélites registraron una nube de aerosoles proveniente del desierto del Sahara, que se desplazó desde África, alcanzó parte del occidente de España, y se transportó a través del océano Atlántico hasta llegar al norte de Suramérica, el mar Caribe y el golfo de México.² La nube de polvo del Sahara generada se evidenció por un aumento en la profundidad óptica de los aerosoles, y su llegada a los países de América y el Caribe generó un aumento en los niveles de contaminación por material particulado, además de una reducción en la visibilidad. Las imágenes registradas y procesadas por los satélites se observan en la Figura 26.

² NASA-NOAA's Suomi NPP Satellite Analyzes Saharan Dust Aerosol Blanket. NASA, 2020.

<https://www.nasa.gov/feature/goddard/2020/nasa-noaa-s-suomi-npp-satellite-analyzes-saharan-dust-aerosol-blanket>

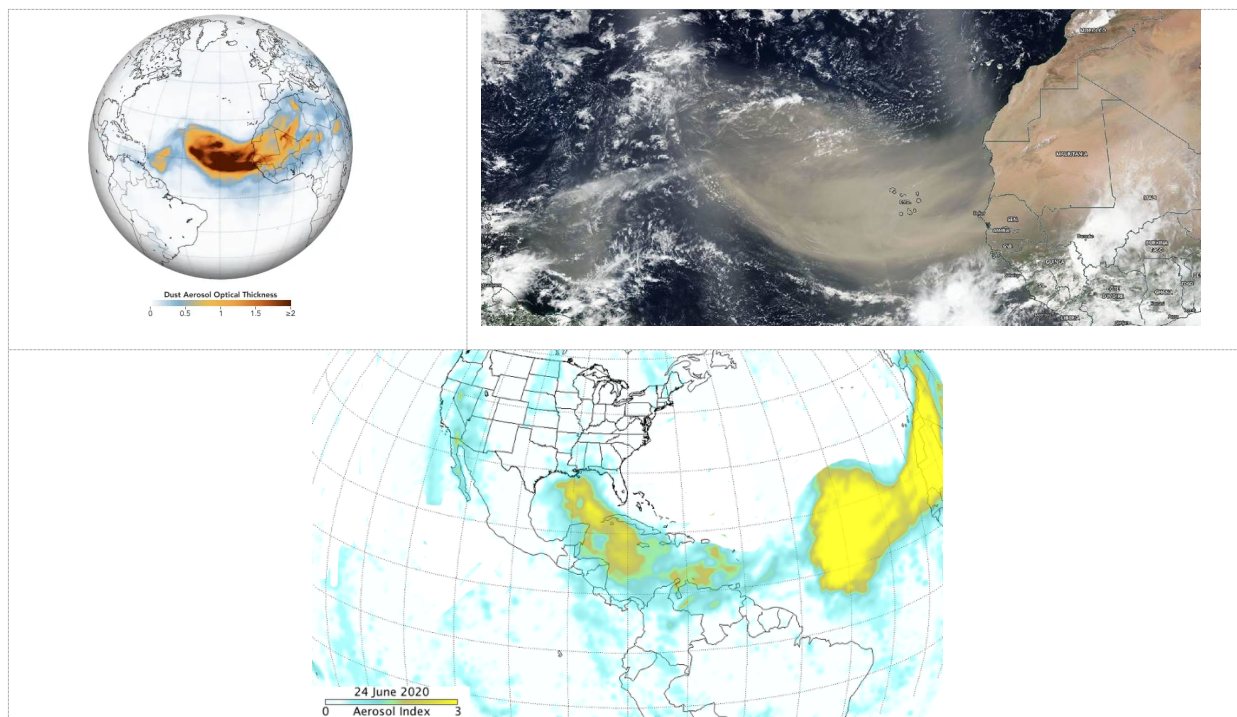


Figura 26. Imágenes satelitales transporte de polvo del Sahara. Fuente: NASA

En la Figura 27 se representan las concentraciones horarias de PM_{10} para todas las estaciones de la RMCAB. Debido a las medidas implementadas en el marco de Aislamiento Preventivo en el país, la actividad de las fuentes de emisión ha sido menor en relación a los años anteriores, con lo cual se ha observado un mejoramiento de la calidad del aire en la ciudad en los últimos tres meses. Sin embargo, entre los días 23 y 26 de junio se registraron aumentos notables de concentración de material particulado, siendo las estaciones del suroccidente de la ciudad y la estación Móvil 7ma las que presentaron los niveles más altos, con registros entre 220 a 290 $\mu g/m^3$, debido a la influencia de la arena de Sahara. El día 27 descendieron las concentraciones nuevamente, con registros menores a los 100 $\mu g/m^3$ durante el resto del mes.

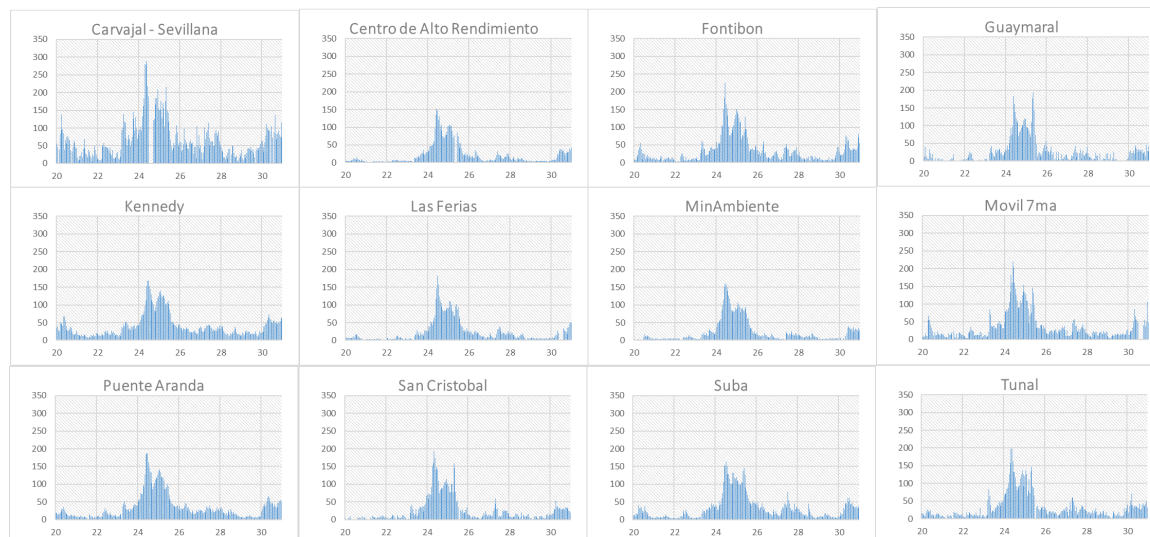


Figura 27. Concentraciones horarias PM₁₀ Junio 20 - 30 de 2020

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	Bolívia
Ubicación														
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°52.28"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°52.28"W	74°72.94"W	74°51.73"W	74°536.46"W	74°751.44"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	0 m	6 m	0 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	4.05m	15 m	4.8 m	7.71 m	4.02m	4.67 m	4 m	18.7 m	4.88 m	11.4 m	3.62 m	16.45m	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 ₁₀	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
PM _{2.5}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
O ₃	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
NO ₂	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 ₂	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	X
D. Viento	X	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	X
Precipitación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
R. Solar		X		X	X		X		X		X		X	
H. Relativa		X	X	X	X	X	X		X		X		X	
Presión Atm.				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 2019³. 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 CFR⁴. (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 ₁₀	Atenuación por Radiación Beta	EQPM-0798-122	J
		EQPM-0404-151	
PM _{2.5}	Atenuación por Radiación Beta	EQPM-0308-170	L
		EQPM-1013-211	
O ₃	Espectrofotometría de Absorción en el Ultravioleta	EQOA-0992-087	D
		EQOA-0193-091	
NO ₂	Quimioluminiscencia	RFNA-1289-074	F
		RFNA-1194-099	
		RFNA-0118-249	
CO	Espectrofotometría de Absorción en el Infrarrojo	RFCA-0992-088	C
		RFCA-0981-054	
		RFCA-1093-093	
		RFCA-0915-228	
SO ₂	Fluorescencia Pulsante en el Ultravioleta	EQSA-0495-100	A-1
		EQSA-0486-060	

NOTA

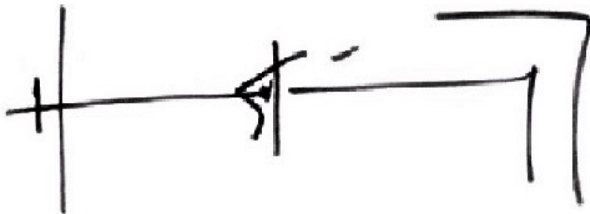
El análisis realizado en el presente informe mensual corresponde a los datos recolectados por la Red de Monitoreo de Calidad el Aire de Bogotá – RMCAB durante el período comprendido entre el 1 y el 30 de junio de 2020, y adicionalmente los resultados del informe sólo están relacionados con los ítems ensayados o calibrados.

³ 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

⁴ 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

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 ₁₀ y PM _{2.5}
PA10-PR07 (v. 5.0)	Monitoreo y revisión rutinaria de la operación de los analizadores de los gases NO _x , SO ₂ , CO y O ₃



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

Elaboró:

DAISSY LIZETH ZAMBRANO
BOHORQUEZ

C.C: 1023908909 T.P: N/A

CONTRATO
CPS: 20200374 DE 2020 FECHA
EJECUCION: 24/07/2020

Revisó:

LUIS ALVARO HERNANDEZ
GONZALEZ

C.C: 80164122 T.P: N/A

Contrato SDA-
CPS-20200239 FECHA
de 2020 EJECUCION: 24/07/2020

Aprobó:

Firmó:

HUGO ENRIQUE SAENZ PULIDO

C.C: 79876838 T.P: N/A

CPS: FUNCIONARIO FECHA
EJECUCION: 27/07/2020