



# ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

BUCARAMANGA - FLORIDABLANCA - GIRÓN - PIEDECUESTA

INFORME MENSUAL DE OPERACIÓN  
RED METROPOLITANA DE CALIDAD DEL AIRE-EOLO

## Autoridad Ambiental Urbana

Sistema de Vigilancia  
de Calidad del Aire

MARZO 2020



Tecnología  
para respirar  
una nueva ciudad.



**Iván José Vargas Cárdenas**

Director ( E ) General Área Metropolitana de Bucaramanga

**Oscar Mauricio Rojas Figueredo**

Coordinador Matriz Aire Área Metropolitana de Bucaramanga

**Diana Alexandra Ramirez Cardona**

Lider Técnico Red Metropolitana Calidad del Aire-EOLO

**Javier Flórez Guevara**






**Fredy Quintanilla Barajas**

Grupo Operativo de la Red Metropolitana Calidad del Aire-EOLO

## 1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED METROPOLITANA DE CALIDAD DEL AIRE

Este Sistema de Vigilancia de Calidad de Aire está conformado por 5 estaciones fijas, de las cuales tres están ubicadas en Bucaramanga, una en Girón y una en Floridablanca, a continuación en la Tabla 1 se describen las características.

Tabla 1 Estaciones de monitoreo Red Metropolitana de Calidad del Aire

CARACTERÍSTICAS	ESTACIÓN LA CIUDEDELA	ESTACIÓN SAN FRANCISCO	ESTACIÓN LAGOS DEL CACIQUE	ESTACIÓN LAGOS 1 F/BLANCA	ESTACIÓN SANTA CRUZ DE GIRÓN
Abreviatura*	CIU	SAN.FRA	LAG.CAQ	F/BLANCA	GIRÓN
Latitud	7°06'26.2" N	7° 7'33,6" N	7° 06'00.1" N	7°04'19.2" N	7° 3'39" N
Longitud	73°07'25,6 W	73° 07' 12,3" O	73° 6' 11.9" W	73°06'5" O	73° 10' 19" O
Altitud (m)	887	1011	1000	880	710
Dirección	Estudiantes #9-323, Bucaramanga, Santander	Cl. 30 #26-56 Bucaramanga, Santander	Transversal Oriental - Lagos del Cacique, Bucaramanga, Santander	Cl. 29 #10-13, Floridablanca, Santander	Cra 26 #17-32, Girón, Santander
PM10	X	X	X	X	X
PM2.5	X	X	X	X	X
NO2	X			X	
O3	X			X	
V. Viento	X	X	X	X	X
D.Viento	X	X	X	X	X
Temperatura	X	X	X	X	X
R.Solar	X	X	X	X	X
Precipitación	X	X	X	X	X
H. Relativa	X	X	X	X	X
Foto Estación					

Abreviaturas usadas las estaciones usadas en las tablas y gráficas para identificar

Los métodos de medición utilizados por los analizadores de la Red Metropolitana de Calidad del Aire se encuentran descritos en la lista de métodos de referencia y equivalentes designados, publicada en junio 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 al método

<sup>1</sup> United States Environmental Protection Agency. List of Designated Reference and Equivalent Methods, June 15, 2019 [https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-06/documents/list\\_of\\_designated\\_reference\\_and\\_equivalent\\_methods\\_0.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-06/documents/list_of_designated_reference_and_equivalent_methods_0.pdf)





equivalente por el cual funciona cada analizador, lo cual se encuentra establecido en los apéndices de la Parte 50 del Título 40 del CFR<sup>2</sup>.

A continuación, se presentan las técnicas de medición de los equipos y los métodos equivalentes de la EPA

*Tabla 2 Técnicas de medición automáticas de los equipos de la Red Metropolitana Calidad del Aire-EOLO, métodos equivalentes y de referencia EPA*

Contaminante	Principio de Medición	Método equivalente automatizado EPA	Apéndice Parte 50 del CFR
PM <sub>10</sub>	Espectrometría de Luz Dispersa	EQPM-0516-239	J
PM <sub>2.5</sub>	Espectrometría de Luz Dispersa	EQPM-0516-238	L
O <sub>3</sub>	Espectrofotometría de Absorción en el Ultravioleta	EQOA-0992-087	D
NO <sub>2</sub>	Quimioluminiscencia	RFNA -1194-099	F

En la Figura 1 se presentan los equipos con los cuales se realiza la operación de la Red Metropolitana de Calidad del Aire de Bucaramanga.

EQUIPO	FUNCION	FOTOGRAFIA	EQUIPO	FUNCION	FOTOGRAFIA
<p>Marca: Met one instruments</p> <p>Modelo: 083E</p>	Sensor de humedad relativa y temperatura ambiente		<p>Marca: Teledyne</p> <p>Modelo: T640X</p>	Monitor de PM10 y PM2.5	
<p>Marca: Met one instrument</p> <p>Modelo: 094</p>	Sensor de radiación solar		<p>Marca: Teledyne</p> <p>Modelo: T200</p>	Analizador de Óxidos de Nitrógeno (NO, NO2 y NOx)	
<p>Marca: GILL INSTRUMENT</p> <p>Modelo: WINDSONIC</p>	Sensor de velocidad y dirección del viento		<p>Marca: Teledyne</p> <p>Modelo: T400</p>	Analizador de Ozono (O3)	
<p>Marca: HSA (hidrológica services América)</p> <p>Modelo: TB6</p>	Sensor de precipitación		<p>Marca: Teledyne</p> <p>Modelo: T700</p>	Calibrador Dinámico, equipo utilizado para realizar las calibraciones del zero y el span de los equipos encargados de la medición de ozono y óxidos de nitrógeno.	
			<p>Marca: Teledyne</p> <p>Modelo: T701</p>	Generador de Aire Zero Equipo utilizado para generar el zero para calibrar los equipos encargados de la medición de ozono y óxidos de nitrógeno	
			<p>Marca: TetraCal</p>	Calibrador de Flujo Equipo utilizado para la calibración de presión y flujo de los equipos encargados de la medición de material particulado, ozono y óxidos de nitrógeno	

*Figura 1 Equipos Red Metropolitana de Calidad del Aire*

<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)

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

La Red de Metropolitana de Calidad del Aire-EOLO tiene como principal objetivo generar información confiable, continua y en tiempo real sobre el estado de la calidad del aire a la cual está expuesta la población.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Evaluar el cumplimiento de los estándares de calidad del aire dados por la Resolución 2254 de 2017.
2. Activar procedimientos de control de episodios de contaminación (corto plazo)
3. Validar modelos de dispersión de calidad de aire (mediano plazo)
4. Evaluar estrategias de control (largo plazo)
5. Observar tendencias de mediano y largo (largo plazo)

## 3 NORMATIVIDAD

La normatividad de calidad del aire adoptada para la evaluación de las concentraciones de contaminantes atmosféricos en el área metropolitana de Bucaramanga se establece según la Resolución 2254 de 2017 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), a continuación, se presentan los niveles máximos permitidos para los contaminantes criterio.

Contaminante	Nivel máximo permisible ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo de exposición
PM <sub>10</sub>	50	Anual
	75	24 horas
PM <sub>2.5</sub>	25	Anual
	37	24 horas
NO <sub>2</sub>	60	Anual
	200	1 hora
O <sub>3</sub>	100	8 horas

## 4 CALIDAD DEL AIRE

Esta sección corresponde al análisis realizado a partir de los datos de concentraciones de contaminantes atmosféricos medidos por los equipos de la Red metropolitana de Calidad del Aire EOLO durante el mes de marzo. Este análisis incluye tablas y gráficas donde se comparan los promedios horarios, diarios, y móviles de 8 horas, según corresponda y la evaluación con los niveles máximos permisibles de acuerdo a los tiempos de exposición establecidos en la normatividad nacional (Resolución 2254 de 2017 del MADS).

### 4.1 COMPORTAMIENTO DIARIO MATERIAL PARTICULADO $PM_{10}$

El comportamiento de las concentraciones diarias de  $PM_{10}$  se evalúa con base en las excedencias sobre el valor de la norma respectiva, que corresponde a  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cada dato diario se calcula a partir del promedio aritmético de los valores horarios, los cuales deben cumplir con el criterio de representatividad temporal del 75% para los datos validados, es decir, un mínimo de 18 concentraciones horarias por día para que el dato diario sea considerado válido.

En la Figura 2 se presenta las concentraciones diarias de  $PM_{10}$  y son comparadas con el límite máximo permitido, se observa que todas las estaciones presentaron excedencias a la norma, siendo la ubicada en lagos del cacique la que reporto la mayor cantidad con 21 excedencias, seguida de las estaciones ubicadas en lagos I de F/blanca, San francisco, Santa Cruz de Girón y la Ciudadela de real de minas.

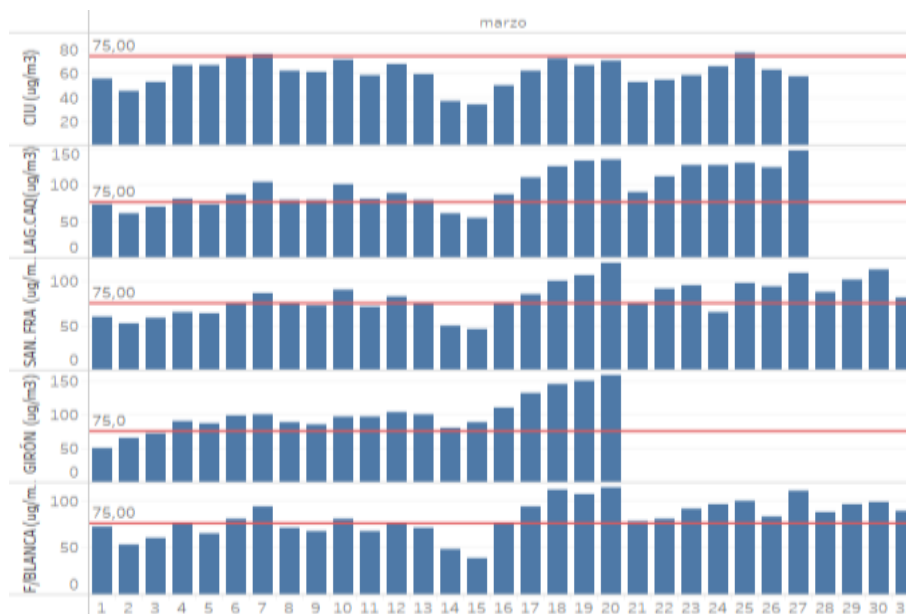


Figura 2 Comportamiento de las concentraciones 24h  $PM_{10}$  para marzo de 2020 y comparación con Res 2254 de 2017

Tabla 3 Excedencias y Representatividad para  $PM_{10}$

ESTACIÓN	LA CIUDEDELA	LAGOS DEL CACIQUE	LAGOS I F/BLANCA	SAN FRANCISCO	SANTA CRUZ GIRÓN
EXCEDENCIAS 24H	3	21	20	19	17
DATOS VÁLIDOS (%)	87%	100%	100%	100%	65%

Para este periodo el monitor de  $PM_{10}$  de la estación ubicada en Girón estuvo en mantenimiento correctivo desde el 21 de marzo.



#### 4.2 CICLO HORARIO PM<sub>10</sub>

En la Figura 3 se presenta el comportamiento del ciclo horario y los valores máximos y mínimos reportados para PM<sub>10</sub> durante el primer trimestre del año, donde se observa un aumento progresivo de las concentraciones en cada mes para cada una de las estaciones, además se observan cambios en este ciclo, pues se registraron los mayores picos de concentración en las noches para el mes de marzo, algo atípico considerando que el comportamiento característico obedece a un pico en las mañanas (7-9) debido a la dinámica de ciudad (aumento en las emisiones vehiculares) y a condiciones meteorológicas (inversión térmica), y otro pico de menor proporción en las tardes, pero para el mes de marzo este comportamiento fue diferente, lo cual puede estar asociado a condiciones meteorológicas que favorecen el transporte de fuentes externas, afectando la calidad del aire.

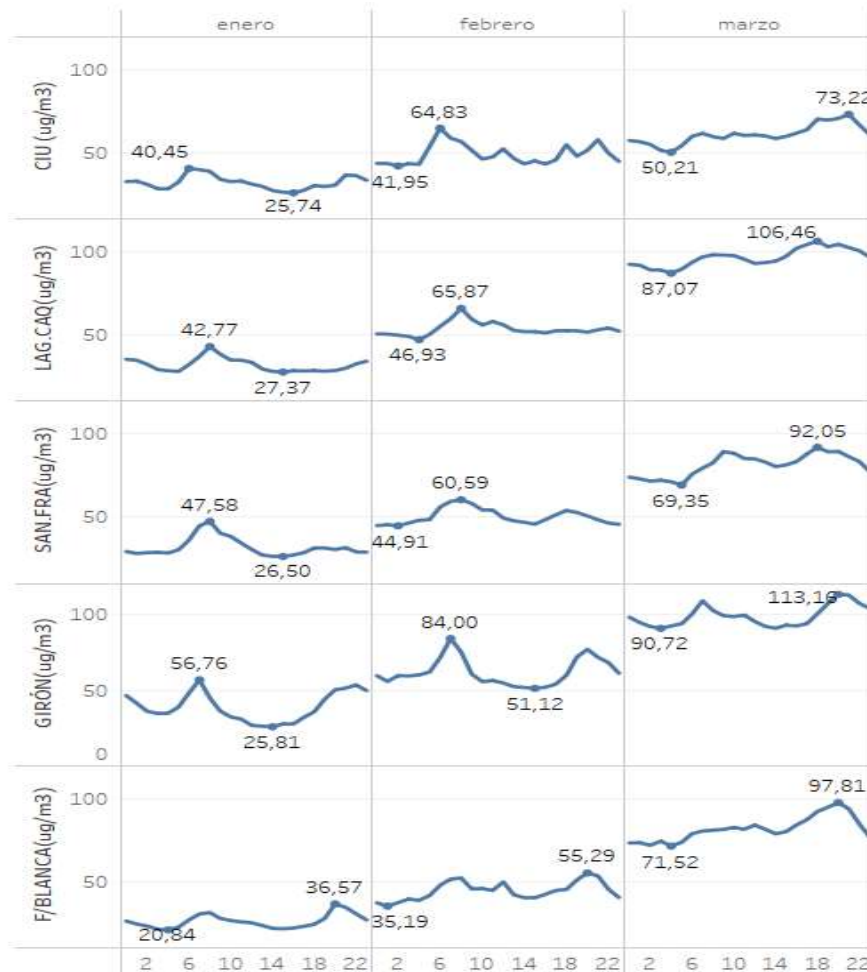


Figura 3 Comportamiento ciclo horario PM<sub>10</sub>

### 4.3 COMPORTAMIENTO MENSUAL DE PM<sub>10</sub>

A continuación se presenta el comportamiento mensual para PM<sub>10</sub> durante el mes de abril.

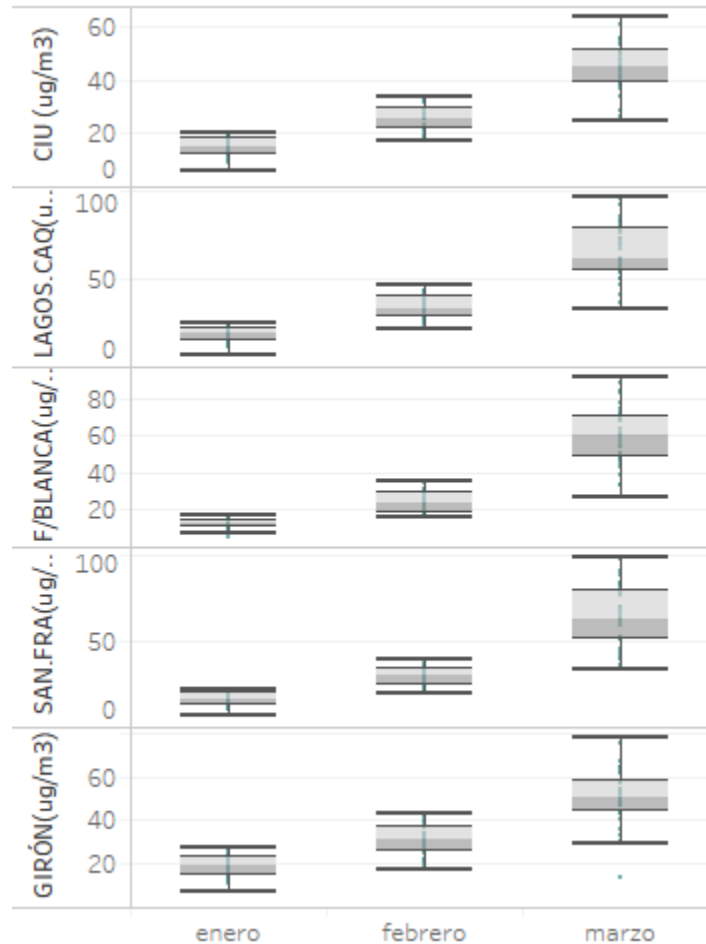


Figura 4 Diagrama de cajas para PM<sub>10</sub> mensual

### 4.4 COMPORTAMIENTO DIARIO MATERIAL PARTICULADO PM<sub>2.5</sub>

En la Figura 5 se presenta el comportamiento de las concentraciones diarias de PM<sub>2.5</sub>, éstas se evalúan con base en las excedencias sobre el valor de la norma respectiva, que corresponde a 37 µg/m<sup>3</sup>. Cada dato diario se calcula a partir del promedio aritmético de los valores horarios, los cuales deben cumplir con el criterio de representatividad temporal del 75% para los datos validados, es decir, un mínimo de 18 concentraciones horarias por día para que el dato diario sea válido.

Se puede observar que en todas las estaciones se presentaron excedencias que permanecieron más del 75% de los días del mes, además para el periodo del 14 -16 de marzo se presentó una disminución de las concentraciones lo que coincide con lluvias en la madrugada de ese fin de semana y la implementación de nuevas disposiciones reglamentarias de pico y placa decretadas por el director de tránsito mediante la Resolución 094 de 2020, las cuales el 17 de marzo fueron modificadas en su periodo de rotación por la Resolución 096 de 2020.

Después de estos días se ve el aumento progresivo desde el 17 de marzo, presentándose el mayor pico el 20 de marzo, y hasta el final de mes se mantuvieron concentraciones con valores por encima de la norma nacional.



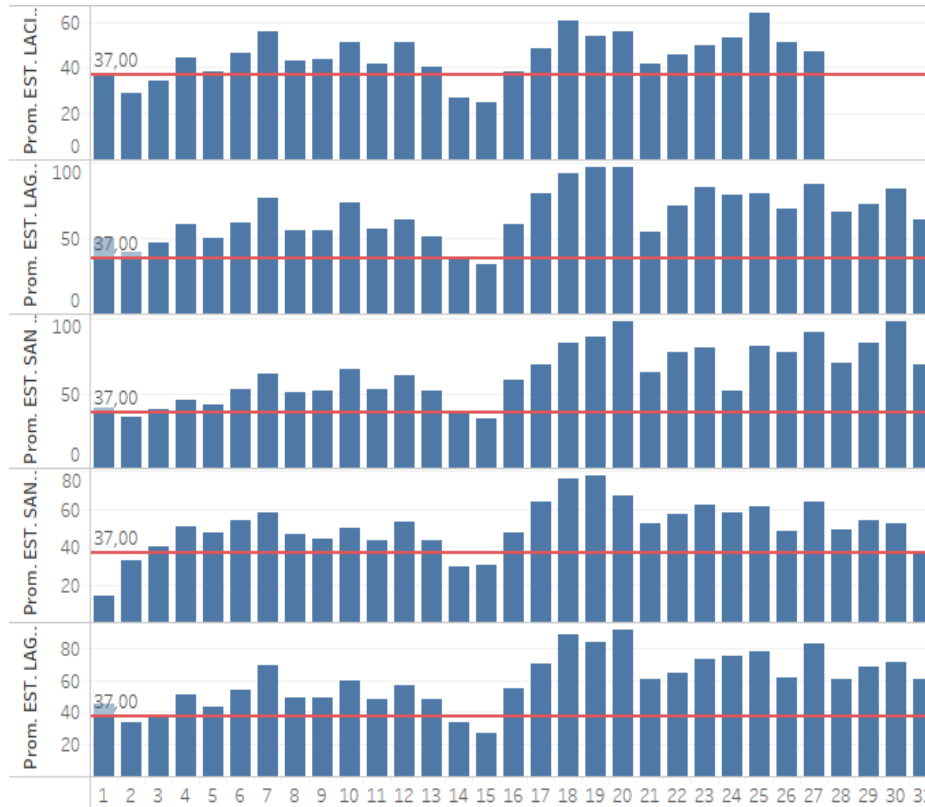


Figura 5 Comportamiento de las concentraciones 24h  $PM_{2.5}$  para marzo de 2020 y comparación con Res 2254 de 2017

Tabla 4 Excedencias y Representatividad para  $PM_{2.5}$

	LA CIUDELA	LAGOS DEL CACIQUE	LAGOS I F/BLANCA	SAN FRANCISCO	SANTA CRUZ GIRÓN
<b>Excedencias 24h</b>	23	29	28	28	26
<b>Datos Válidos (%)</b>	87%	100%	100%	100%	100%

Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó la vigilancia a la información de pronóstico de aerosoles CAMS de los satélites Copernicus, y esta indica que estos aumentos podrían estar asociados a fuegos activos en la zona norte de Suramérica. En la siguiente figura se presenta el pronóstico de CAMS para los días 5 y 6 de marzo.

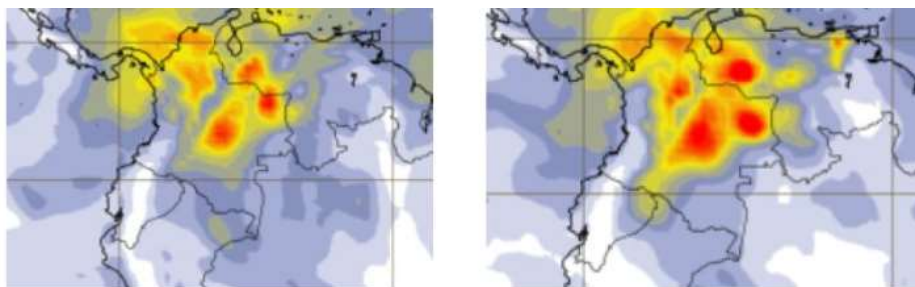


Figura 6 Capa de aerosoles (AOD) 05-06 de marzo 2020

### 4.5 CICLO HORARIO PM<sub>2.5</sub>

A continuación se presenta el comportamiento del ciclo horario y los valores máximos y mínimos reportados por las estaciones para PM<sub>2.5</sub> durante el primer trimestre del año, este comportamiento demuestra la entrada de partículas en las noches entre las 18 y 22 horas para los días el mes de marzo, alterando el comportamiento del ciclo típico, el cual como se mencionó anteriormente para PM<sub>10</sub> obedece a picos en la mañana y otro de menor proporción en la tarde. (Ver Figura 7).

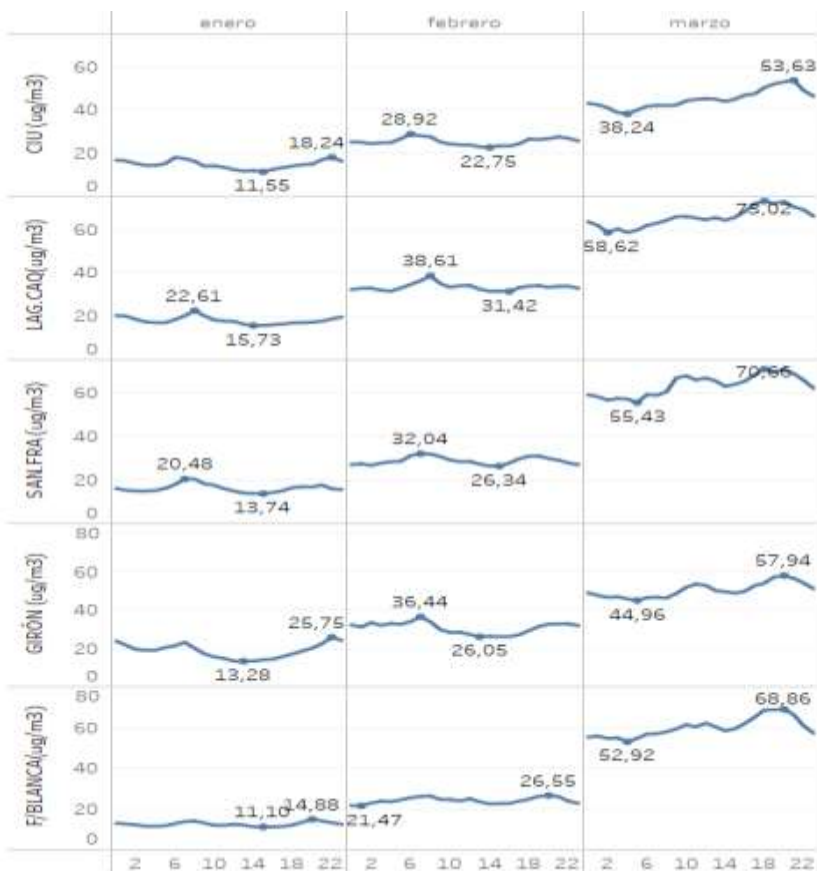


Figura 7 Comportamiento ciclo horario PM<sub>2.5</sub>

#### 4.6 COMPORTAMIENTO MENSUAL $PM_{2.5}$

A continuación, se presenta el comportamiento mensual de  $PM_{2.5}$  para el primer trimestre del año.

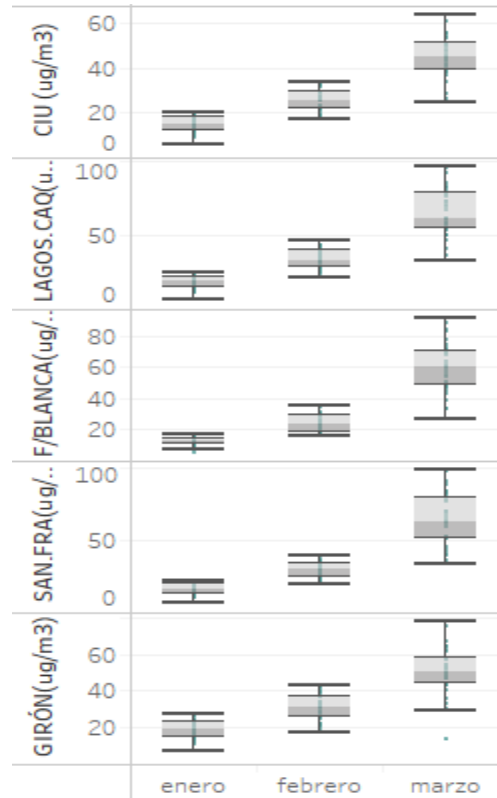


Figura 8 Diagrama de cajas  $PM_{2.5}$

#### 4.7 COMPORTAMIENTO PROMEDIO MÓVILES DE 8 HORAS OZONO ( $O_3$ )

El ozono  $O_3$  es un gas que no se emite a la atmosfera por fuentes directas primarias, este se produce a partir de reacciones fotoquímicas en presencia de radiación solar y precursores, tales como los óxidos de nitrógeno ( $NO_2$ ) y los compuestos orgánicos volátiles (COVs).

Este contaminante se mide en las estaciones ubicadas en la ciudadela de real de minas en Bucaramanga y en Lagos 1 de F/blanca, en la Figura 9 se presentan los datos obtenidos para este contaminante en el mes de marzo de 2020, esta evaluación se realiza con base en las excedencias sobre el valor de la norma respectiva, que corresponde a  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para una exposición de 8 horas.

Durante este periodo no se presentaron excedencias y el comportamiento se encuentran influenciados por las variaciones en la radiación solar durante el mes.

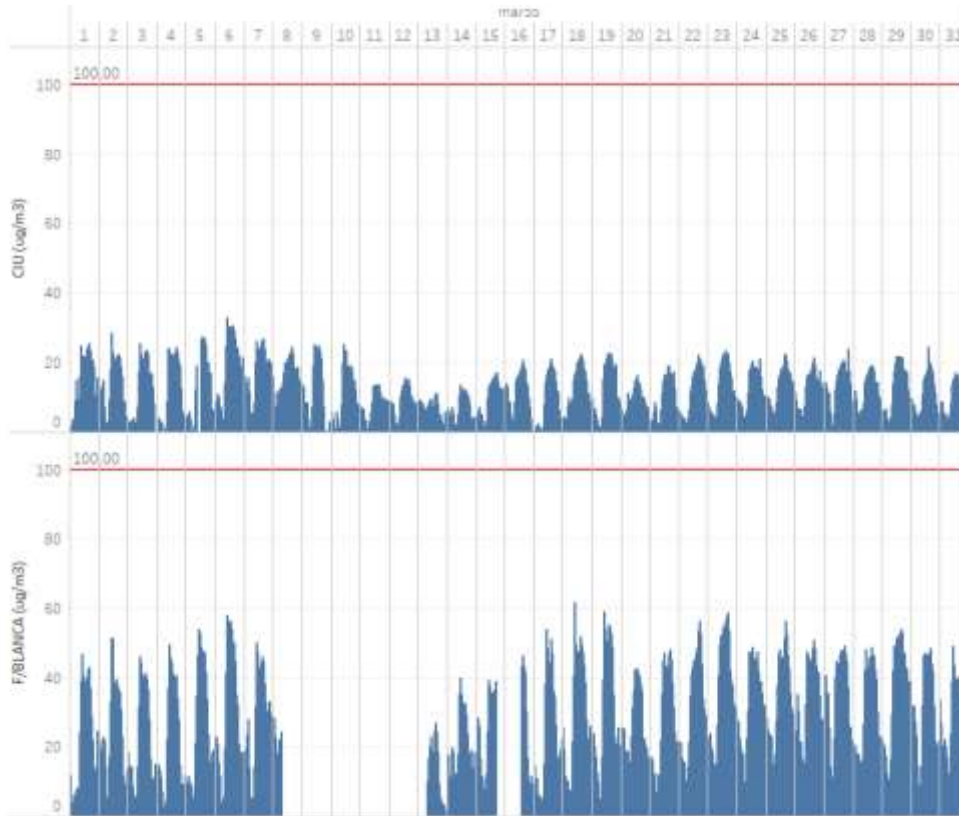


Figura 9 Comportamiento de las concentraciones 8h de O<sub>3</sub> para marzo2020 y comparación con Res 2254 de 2017

Tabla 5 Excedencias y Representatividad para O<sub>3</sub>

	LA CIUADELA	LAGOS I F/BLANCA
Excedencias 24h	0	0
Datos Válidos (%)	100%	83%

Para este periodo el analizador de ozono de la estación ubicada en Floridablanca estuvo en mantenimiento correctivo del 8-13 de marzo.

#### 4.7.1 COMPORTAMIENTO HORARIO DIOXIDO DE NITROGENO (NO<sub>2</sub>)

El dióxido de nitrógeno es un compuesto que se forma a causa de las altas temperaturas que se producen en los procesos de combustión. Las altas temperaturas permiten la combinación directa del oxígeno y el nitrógeno de la atmósfera y se produce óxido nítrico. Este gas se oxida posteriormente y produce dióxido de nitrógeno.

A continuación se presentan el comportamiento de las concentraciones horarias para el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), donde se observa que éstas presentan magnitudes bajas durante el mes de marzo de 2020 y no se presentan excedencias a la normatividad, a la cual le corresponde un valor de 200 µg/m<sup>3</sup> para una exposición horaria.

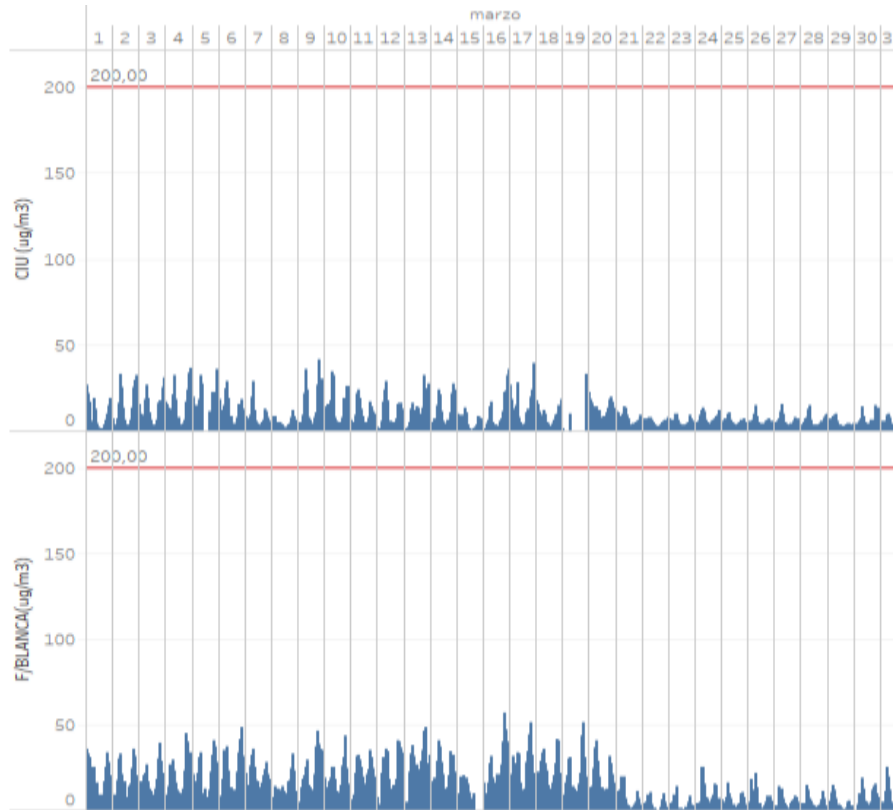


Figura 10 Comportamiento de las concentraciones 1h de NO<sub>2</sub> para abril 2020

Tabla 6 Excedencias y Representatividad para O<sub>3</sub>

	LA CIUADELA	LAGOS I F/BLANCA
Excedencias 24h	0	0
Datos Válidos (%)	95%	96%

Otro de los aspectos que se analizó durante este periodo, fue el comportamiento del NO<sub>2</sub> antes y durante el aislamiento obligatorio, esto con el fin de ver e impacto de la salida de circulación de los vehículos, teniendo en cuenta que la presencia de este contaminante en la atmosfera está relacionada a la oxidación del NO generado por las fuentes móviles,

La gráfica indica claramente su disminución desde el 21 el marzo, día en que comenzó el aislamiento, el impacto de la baja del promedio fue entre un 60 y 70 % para las dos estaciones.

## 5 INDICE DE CALIDAD DEL AIRE-ICA

El índice de calidad del aire-ICA es un valor adimensional para reportar el estado de la calidad del aire en función de un código de colores al que están asociados unos efectos generales que debe ser tenidos en cuenta para reducir la exposición a altas concentraciones por parte de la población.

La Figura 11 muestra el ICA por estación de monitoreo durante el mes de marzo representando el porcentaje de tiempo en que se registró una determinada condición de la calidad del aire, donde se evidencia que la estación ubicada en lagos del cacique fue la que tuvo mayor permanencia en condiciones dañinas para la salud

## INFORME ANÁLISIS MENSUAL RED METROPOLITANA DE CALIDAD DEL AIRE-EOLO

MARZO 2020

con un 68%, seguida de las estaciones ubicadas en F/blanca, San Francisco, Girón y la Ciudadela respectivamente.

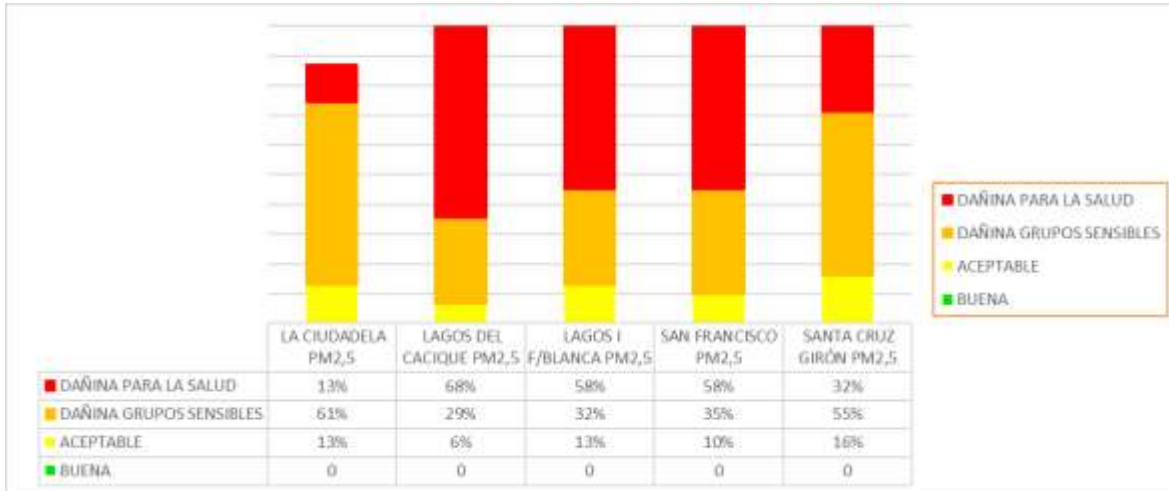


Figura 11 ICA PM<sub>2,5</sub>

## 6 METEOROLOGÍA

### 6.1 TEMPERATURA

Durante el mes de marzo se observa que la temperatura media (línea roja) del aire para el área metropolitana estuvo entre 25 y 27°C, y las mayores temperaturas se presentaron en la estación ubicada en el barrio santa cruz en Girón y en lagos 1 en F/blanca, donde se registraron temperaturas máximas promedio por encima de los 30 ° al medio día.

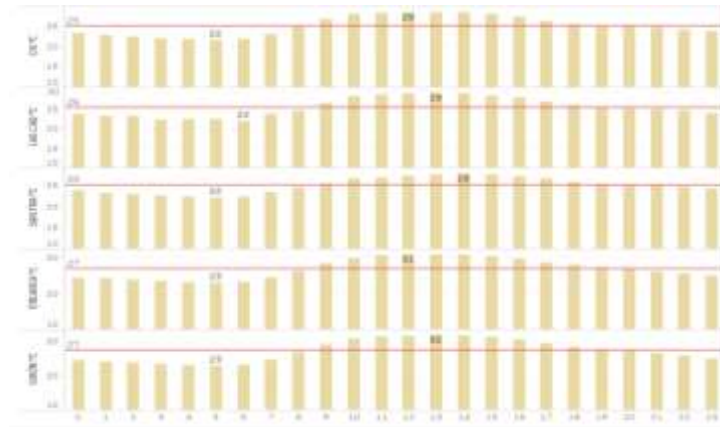


Figura 12 Comportamiento horario de la temperatura °C

### 6.2 HUMEDAD

A continuación, se presenta la humedad relativa máxima, mínima y promedio (línea roja) reportada por las estaciones, para el mes de marzo en promedio la humedad estuvo entre 62% y 66%, los valores más altos se presentan en las madrugadas (80%) y los más bajos a medio día (45%).

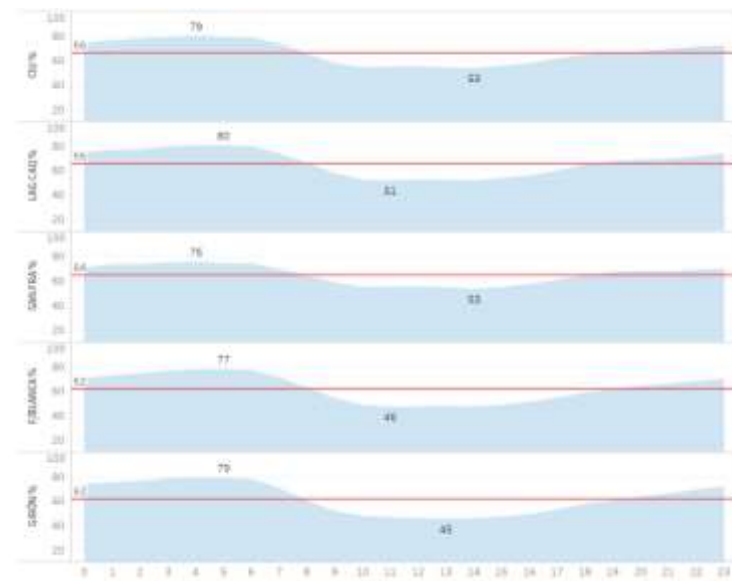


Figura 13 Comportamiento horario %Humedad Relativa



### 6.3 RADIACIÓN SOLAR

A continuación, se presentan el promedio horario reportado por las estaciones para la radiación solar en el mes de marzo, se puede observar que los valores máximos promedio horarios reportaron valores entre 640 y 760  $W/m^2$ , siendo la estación ubicada en lagos I de F/Blanca la que reporta los mayores valores y la estación ubicada en lagos del cacique de Bucaramanga la menor.

Además se presenta el análisis de las concentraciones de  $O_3$ , las cuales tienen directa relación con la radiación solar, pues con el ingreso de esta a la baja atmósfera, ocurre un rompimiento (fotodisociación) de los gases generadores de  $O_3$ , presentes en la baja atmósfera, esta fotodisociación crece aceleradamente conforme se incrementa la cantidad de radiación entrante, dada su eficiencia en la absorción de radiación Ultra Violeta (UV), lo anterior se puede ver que en la Figura 14, donde para las estaciones ubicadas en la ciudadela y lagos I F/blanca se evidencia este comportamiento para el  $O_3$ .

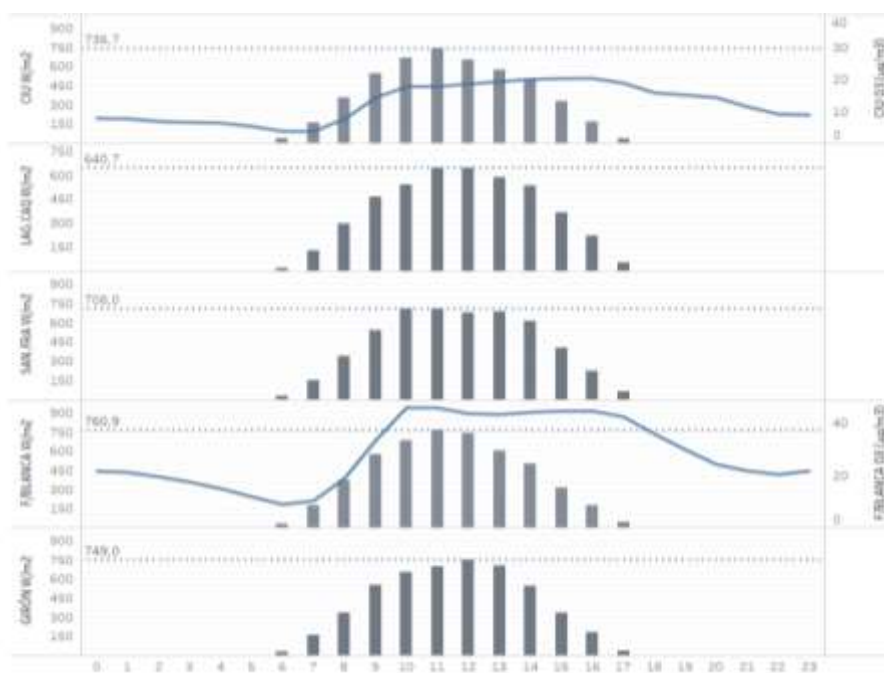
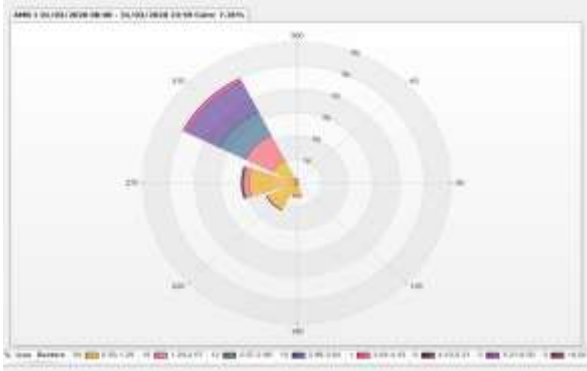


Figura 14 Comportamiento horario de  $O_3(\mu g/m^3)$  y su relación con la Radiación Solar entrante ( $W/m^2$ ) marzo

**6.4 VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO**

A continuación, se presentan el comportamiento para la velocidad y dirección del viento, donde se evidencia la marcada componente del oeste y fluctuación de las velocidades entre 0.7m/s y 3m/s.

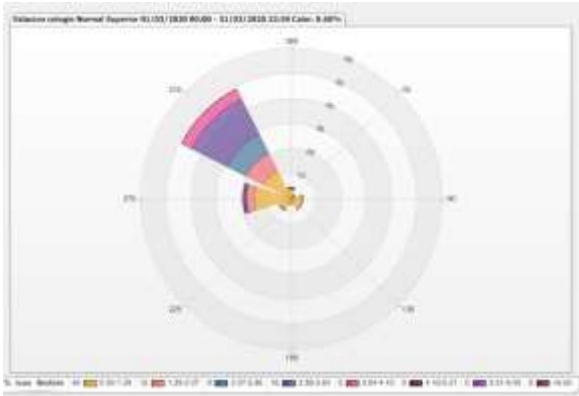
**ESTACIÓN CIUDADELA**



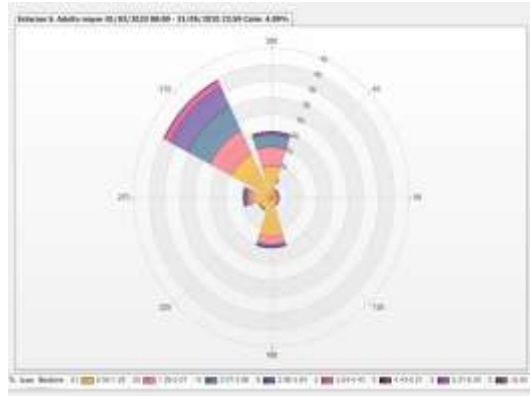
**ESTACIÓN LAGOS DEL CACIQUE**



**ESTACIÓN SAN FRANCISCO**



**ESTACIÓN SANTA CRUZ DE GIRÓN**



## 6.5 PRECIPITACIÓN

A continuación, se presentan los acumulados de lluvia para el mes de marzo, donde se puede evidenciar que para el periodo del 12-15 se presentaron los mayores acumulados diarios, la estación ubicada en el barrio San Francisco reportó el mayor acumulado diario con 97.4mm el 15 de marzo. En cuanto al número de días con lluvia, en la mayoría de las estaciones se contaron eventos inferiores a 20 días, donde solo los eventos del 12, 14 y 15 fueron de alta intensidad.

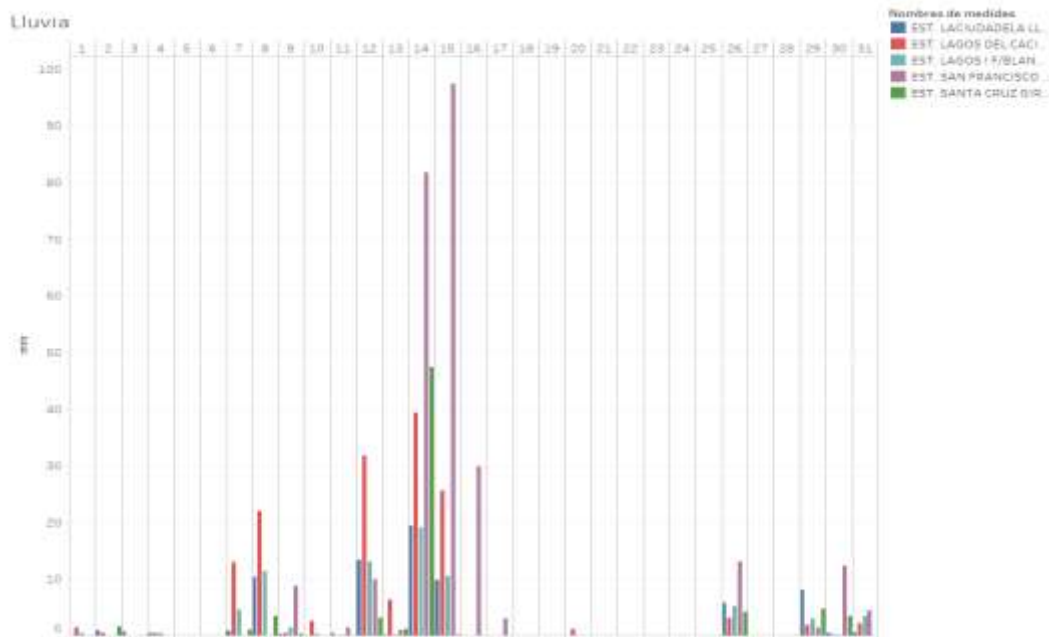


Figura 15 Variación diaria de la precipitación marzo 2020

## FIN DEL INFORME

### Elaboró

Diana Alexandra Ramírez Cardona Profesional Área Metropolitana de Bucaramanga-AMB

### Revisó

Oscar Mauricio Rojas Figueredo Profesional Universitario Subdirección Ambiental del AMB

### Autorizó

Iván José Vargas Cárdenas Director ( E ) General Área Metropolitana de Bucaramanga