

**INFORME MENSUAL DE CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA MINERA DE LA GUAJIRA**

**NOVIEMBRE DE 2021**

**EIDER JOSÉ GÁMEZ FRÍAS**  
Profesional Especializado

**JOHANA ACOSTA MAESTRE**  
Profesional Especializado

**JOSE DEL CARMEN AYUS RICARDO**  
Técnico Operativo

**Riohacha, La Guajira**



## 1. INTRODUCCIÓN

La posición geográfica del departamento de La Guajira es uno de los aspectos principales que han permitido su crecimiento, siendo uno de los principales aportantes en la economía colombiana y convirtiéndose en el principal centro minero energético de la Región Caribe.

En el departamento se encuentran asentadas grandes multinacionales para extracción de recursos naturales que en sus procesos generan emisiones de contaminantes atmosféricos dentro de los cuales se pueden enunciar el material particulado, gases y ruido.

La Corporación Autónoma Regional de La Guajira (CORPOGUAJIRA) como máxima autoridad ambiental del departamento incluyó el Proyecto “*Calidad del Aire*” dentro del Plan de Acción 2020 - 2023 “*La sostenibilidad ambiental, un compromiso de todos*” aprobado por el Consejo Directivo. Para ejecutar dicho proyecto, CORPOGUAJIRA entre otras cosas, cuenta con un sistema de vigilancia que, de acuerdo con el “*Manual de diseño de sistemas de vigilancia de la calidad del aire*” del Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire que fue adoptado mediante la Resolución 650 de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS), modificada por la Resolución 2154 de 2010 del mismo Ministerio; es un Sistema Especial de Vigilancia de la Calidad del Aire (SEVCA) que posee estaciones en poblaciones de cualquier número de habitantes bajo la influencia de fuentes de gran magnitud (zonas mineras para el caso del departamento). La toma de muestras de dicho SEVCA se encuentra acreditada ante el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), mediante la Resolución 1010 del 09 de septiembre de 2021; sin embargo, el proceso analítico llevado a cabo en el Laboratorio del SEVCA ubicado en la Territorial Sur (municipio de Fonseca) no se encuentra acreditado en la actualidad.

**El presente informe contiene los resultados de la calidad del aire obtenidos durante los monitoreos realizados en el mes de noviembre de 2021 en el Sistema Especial de Vigilancia de la Calidad del Aire (SEVCA) de CORPOGUAJIRA, ubicado en la Zona Minera de La Guajira.**

## 2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El principal objetivo de un Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire es medir la cantidad de contaminantes atmosféricos de determinadas regiones o áreas en un periodo de tiempo determinado.

Para el caso del SEVCA de CORPOGUAJIRA, con el monitoreo de material particulado menor de 10 micras (PM10) en la zona minera del departamento se pretenden atender los siguientes objetivos:

- Ejercer actividades de monitoreo y control que permitirán evaluar los niveles de material particulado en el aire que respira la población ubicada en el área de influencia de las actividades mineras, buscando determinar el cumplimiento de la norma de calidad del aire establecida para Colombia mediante Resolución 2254 de 2017 del MADS.
- Observar las tendencias a mediano y largo plazo respecto a las concentraciones de material particulado menor de 10 micras (PM10).

### 3. GENERALIDADES

3.1. Ubicación geográfica de estaciones y entorno: En la actualidad el SEVCA de CORPOGUAJIRA tiene ocho (8) estaciones de monitoreo fijas que se encuentran ubicadas en la Zona Minera del departamento de La Guajira, en el área de influencia de las empresas Carbones del Cerrejón Limited (Cerrejón) y Carbones Colombianos del Cerrejón (CCC). Anteriormente eran nueve (9) estaciones, pero la ubicada en el Resguardo Indígena de Provincial (Barrancas), fue hurtada. Las coordenadas y ubicación geográfica se observan en la Tabla 1 y Figura 1 respectivamente.

Tabla 1. Coordenadas de las estaciones de monitoreo de calidad del aire de CORPOGUAJIRA.

Estación	Ubicación	Coordenadas (Datum Magna Sirgas)			
		Origen Nacional CTM12 (m)		Geográficas	
		X	Y	N	W
Cuestecitas	Corregimiento Cuestecitas, Albania	5042765.13	2793683.56	11°10'55.1"	72°36'29.3"
Albania	Zona Urbana de Albania	5044924.31	2790984.64	11°09'27.1"	72°35'18.2"
Los Remedios	Corregimiento Los Remedios, Albania	5049994.30	2784559.82	11°05'57.6"	72°32'31.3"
Hatonuevo	Zona Urbana de Hatonuevo	5025517.04	2780622.99	11°03'50.3"	72°45'58.6"
Papayal	Corregimiento Papayal, Barrancas	5024679.67	2773045.08	10°59'43.5"	72°46'26.4"
Barrancas	Zona Urbana de Barrancas	5024224.42	2769256.13	10°57'40.1"	72°46'41.5"
Pacharoca	Reasentamientos, Barrancas	5021550.08	2767074.44	10°56'29.1"	72°48'09.7"
Conejo	Corregimiento Conejo, Fonseca	5022277.86	2749516.65	10°46'57.2"	72°47'46.1"

Fuente: CORPOGUAJIRA, 2021.

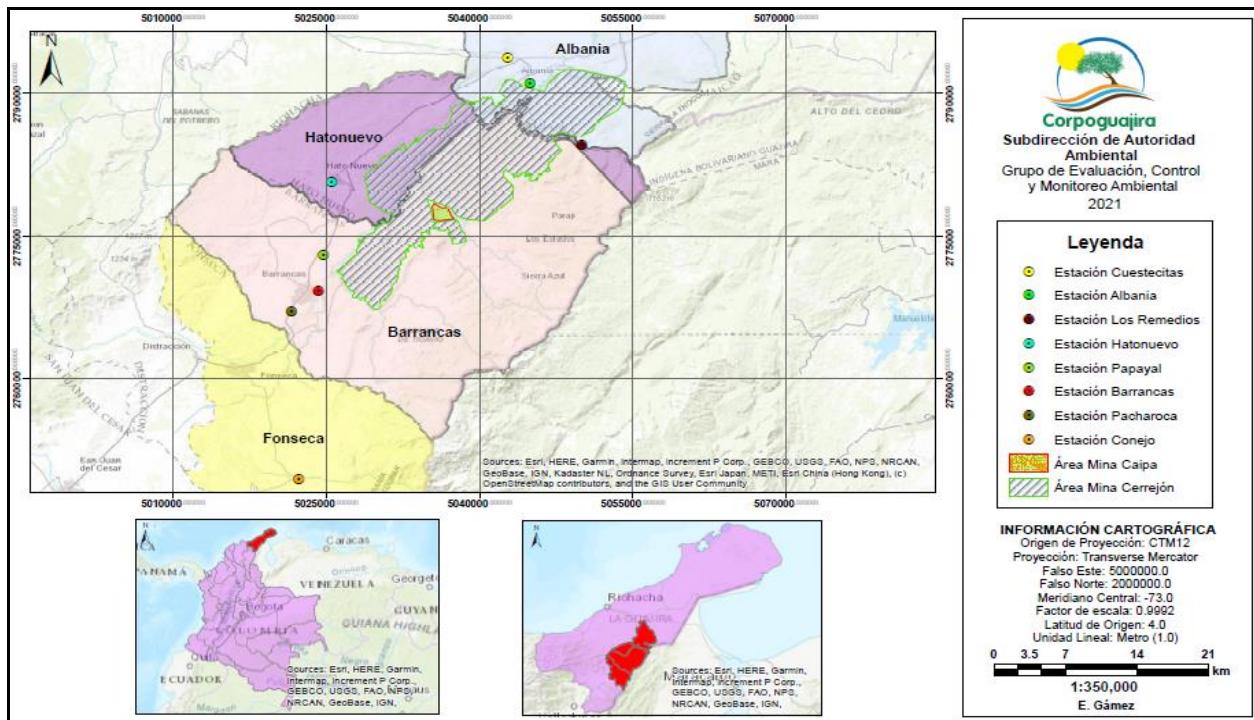


Figura 1. Ubicación geográfica de las estaciones del SEVCA de CORPOGUAJIRA.

Fuente: CORPOGUAJIRA, 2021.



- 3.2. Tecnologías de medición de las estaciones: Los equipos de monitoreo del SEVCA de CORPOGUAJIRA son de tecnología manual en donde se toman muestras cada tercer día que son analizadas en el Laboratorio del SEVCA ubicado en la Territorial Sur (municipio de Fonseca), para generar resultados que luego son compilados en informes de calidad del aire.

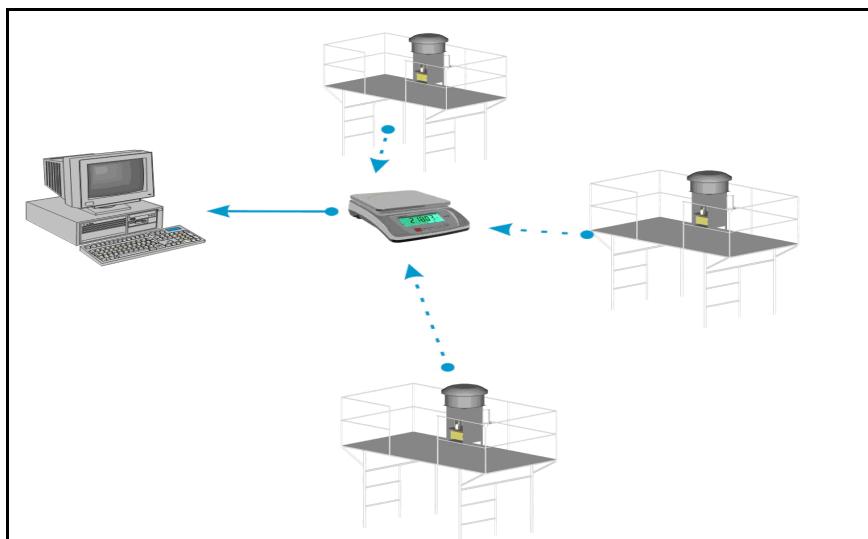


Figura 2. Esquema de un SEVCA manual.

(Fuente: Manual de Operaciones de SVCA).

- 3.3. Resumen de la ficha técnica de las estaciones: Todas las estaciones de monitoreo del SEVCA de CORPOGUAJIRA son fijas. Las fichas técnicas resumidas de cada estación se encuentran en la Tabla 2.

Tabla 2. Ficha técnica de las estaciones del SEVCA de CORPOGUAJIRA.

Estación	Tipo de estación			Objetivo de representatividad
	Área	Tiempo	Emisiones Dominantes	
Cuestecitas	Semiurbana	Fija	Punto crítico y tráfico	Obtener información de calidad del aire en poblaciones influenciadas directamente por las actividades mineras para determinar el cumplimiento de la norma de calidad del aire.
Albania	Urbana	Fija	Punto crítico	
Los Remedios	Rural	Fija	Punto crítico	
Hatonuevo	Urbana	Fija	Punto crítico	
Papayal	Urbana	Fija	Punto crítico	
Barrancas	Urbana	Fija	Punto crítico	
Pacharoca	Semiurbana	Fija	Punto crítico y tráfico	
Conejo	Rural	Fija	Fondo (Zona Minera del sur del departamento)	Línea base para la minería en el sur del departamento.

Fuente: CORPOGUAJIRA, 2021.

- 3.4. Contaminantes evaluados: El material particulado menor de 10 micras (PM10) es el único contaminante evaluado en todas las estaciones de monitoreo del SEVCA de CORPOGUAJIRA. El monitoreo se realiza con base en el método de referencia para la determinación de material particulado como PM10 en la atmósfera: EPA e - CFR Titulo 40, parte 50, apéndice J.



3.5. Tecnologías de monitoreo utilizadas: Todos los equipos de monitoreo son de alto volumen (Hi-Vol) y tienen tecnología manual.

El monitoreo de material particulado se realiza usando equipos muestreadores de alto volumen (Hi-Vol), los cuales se componen básicamente de una bomba de succión, un porta-filtros, un registrador de flujo (o indicador de flujo) y un programador de tiempo de muestreo (Timer), todo esto se halla cubierto con una coraza de protección, diseñada aerodinámicamente para retener el material particulado deseado.

El diseño de los equipos permite que las partículas de diámetro menor o igual a diez micras ( $10\mu\text{m}$ ) sigan las líneas de la corriente de flujo de aire dirigiéndose a los tubos inyectores, mientras las partículas de tamaño, con suficiente inercia salen de las líneas de flujo impactando contra el plato. Para operar correctamente, este equipo debe hacer pasar aire ambiente por el filtro a una tasa de flujo determinada. Cuando se opera en este rango de flujo, las muestras pueden ser colectadas por períodos de 24 horas ( $\pm 1$  hora). La concentración de la masa de las partículas suspendidas se calcula por medio de la diferencia en pesos del filtro antes y después del muestreo y del total del flujo de aire muestreado.



#### 4. RESULTADOS DE LOS MONITOREOS CALIDAD DEL AIRE

##### 4.1. Gráficas de evolución diaria de la concentración del contaminante y comparación con la norma:

Durante el mes de noviembre se programó la colocación de ocho (8) muestras en cada una de las ocho (8) estaciones, para un total de sesenta y cuatro (64) muestras, de las cuales solo se tomaron sesenta y tres (63) muestras y no se colocó la del 09 de noviembre de 2021 en Pacharoca por problemas de energía. Fueron invalidadas tres (3) muestras por problemas mecánicos (dos por operar fuera del rango de flujo y la otra por trabajar más de 25 horas).

La Figura 3 presenta gráficamente las concentraciones diarias en cada estación del SEVCA y la confrontación con el valor límite normativo diario para este contaminante.

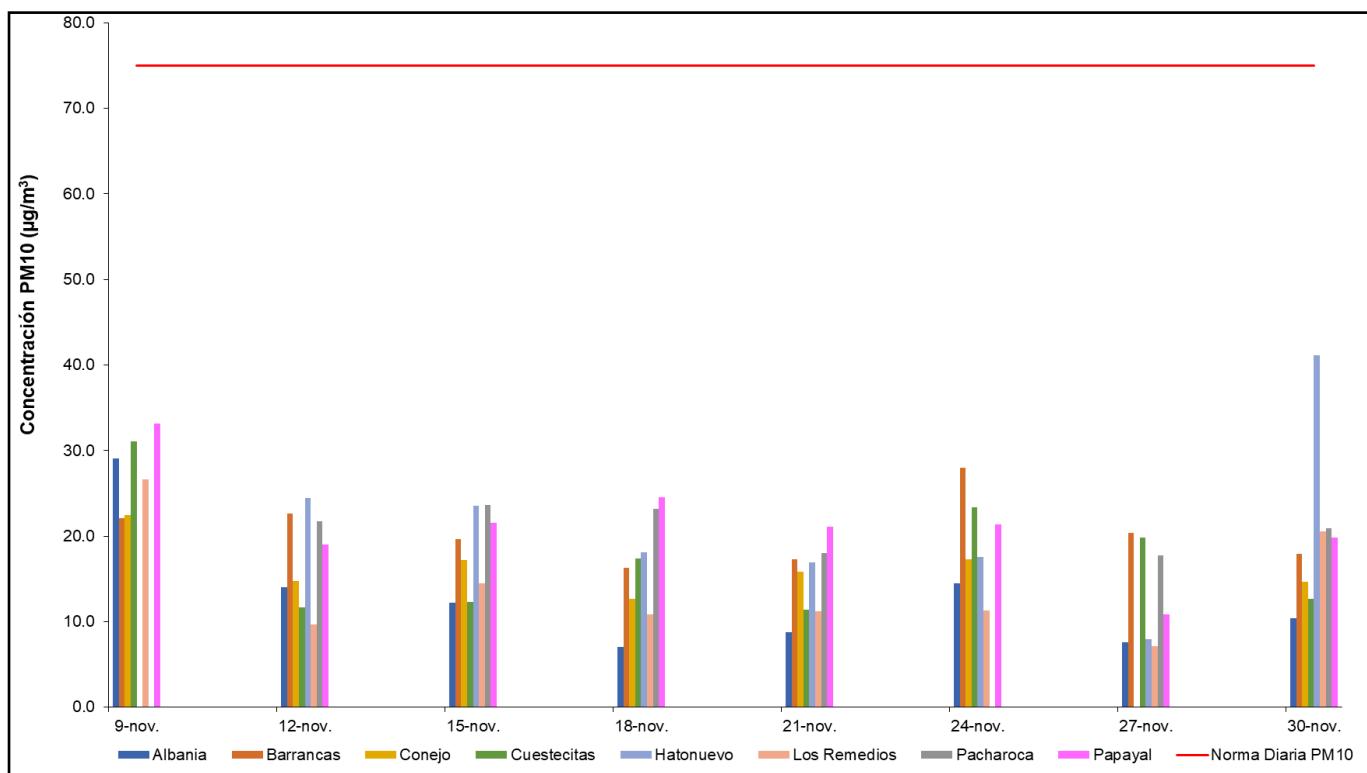


Figura 3. Comportamiento diario del PM10 en noviembre de 2021.

Fuente: CORPOGUAJIRA, 2021.

**Las concentraciones de material particulado PM10 durante el mes de noviembre de 2021, mostraron cumplimiento de la Norma diaria ( $>75.0 \mu\text{g/m}^3$ ) establecida en la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible**

Los valores oscilaron entre  $7.1 \mu\text{g/m}^3$  (estación Albania en el muestreo del 18 de noviembre de 2021) y  $41.1 \mu\text{g/m}^3$  (estación Hatonuevo el 30 de noviembre de 2021). En general durante el mes, las concentraciones de PM10 fueron regulares, manteniendo niveles controlados en todo el periodo.

La Figura 4 nos muestra la dispersión de los datos para cada una de las estaciones de monitoreo del SEVCA con el fin de identificar datos atípicos.

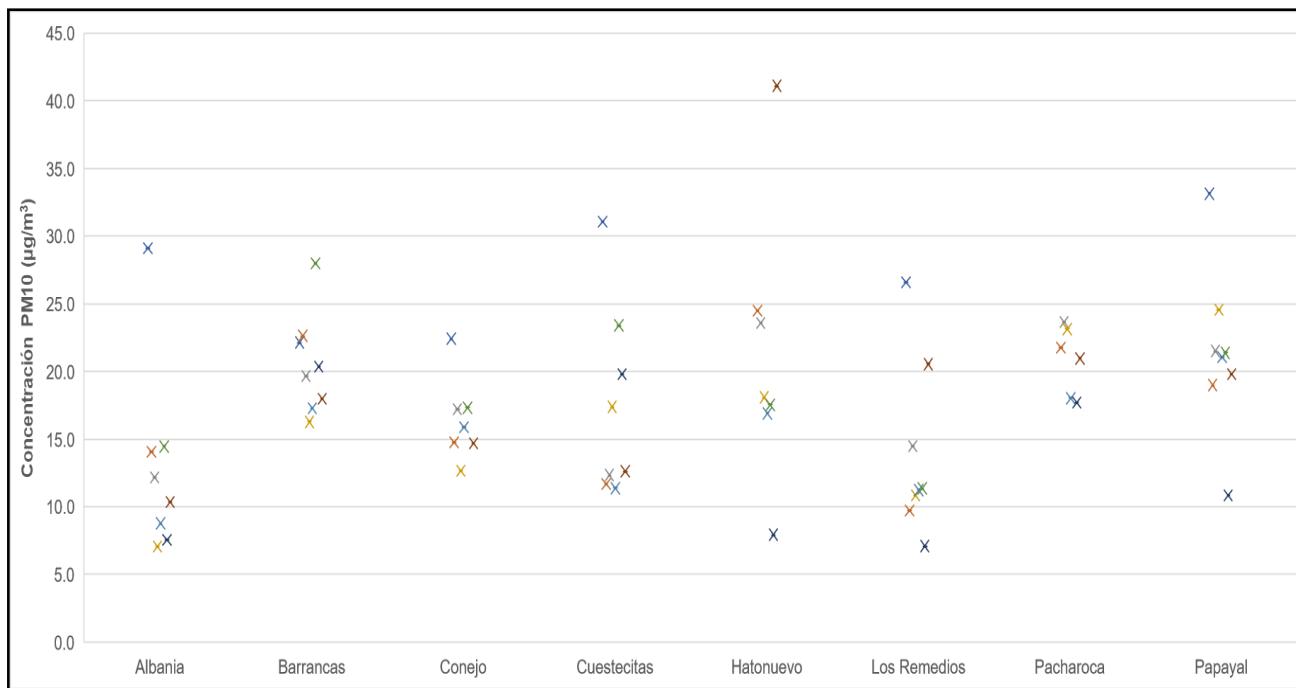


Figura 4. Dispersión de los datos en cada estación de monitoreo.

Fuente: CORPOGUAJIRA, 2021.

4.2. Gráficas del promedio anual de PM10 y comparación con la norma: En la Tabla 3 y la Figura 5 se detallan los resultados del promedio indicativo anual de las concentraciones de PM10 en el SEVCA para el 2021 (solo datos de noviembre de 2021).

Cabe enunciar que, aunque no se ha obtenido la representatividad  $\geq$  al 75% de datos válidos para poder comparar con la Norma anual de calidad del aire ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) establecida en la Resolución 2254 de 2017; se optó por realizar una comparación indicativa buscando verificar conocer la evolución de concentraciones en cada estación a medida que transcurre el año, lo cual permitirá conocer la tendencia al cumplimiento de la Norma Anual y tomar los correctivos que sean necesarios y pertinentes.

Tabla 3. Representatividad y promedio anual indicativo de PM10 en el SEVCA.

Estación	% Representatividad (debe ser $\geq$ 75%)	Promedio Anual Indicativo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Norma Anual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Albania	6.67	12.9	50.0
Barrancas	6.67	20.5	
Conejo	5.83	16.4	
Cuestecitas	6.67	17.5	
Hatonuevo	5.83	21.4	
Los Remedios	6.67	14.0	
Pacharoca	5.00	20.9	
Papayal	6.67	21.4	

Fuente: CORPOGUAJIRA, 2021.



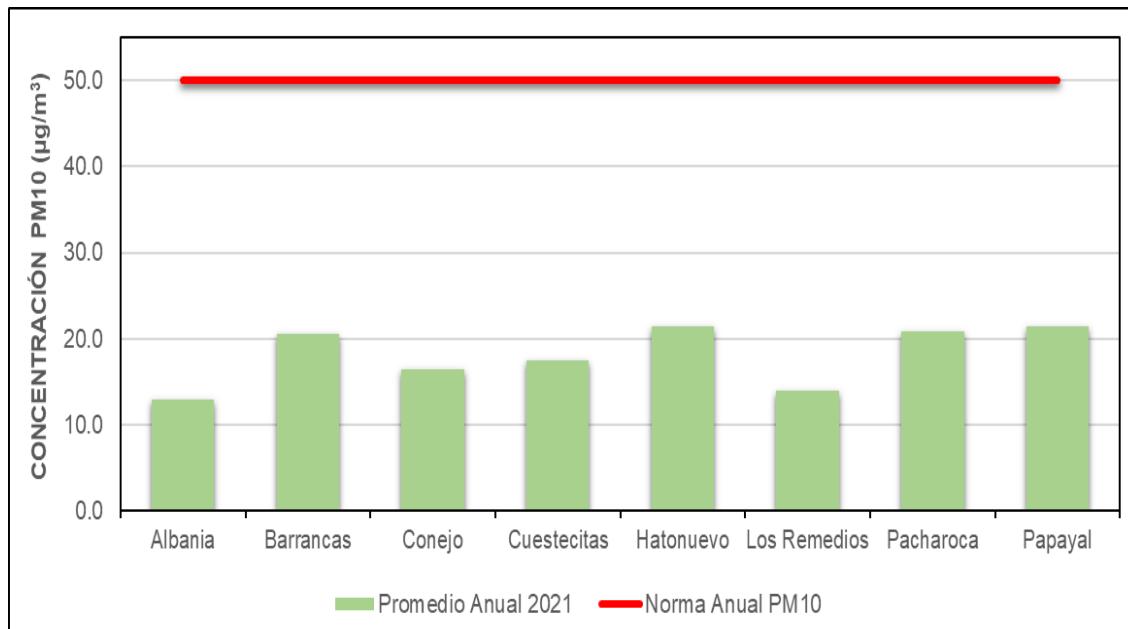


Figura 5. Promedio anual indicativo de PM10 para el SEVCA.

Fuente: CORPOGUAJIRA, 2021.

**4.3. Resultados estadísticos:** Los resultados estadísticos para noviembre de 2021, se observan en la Tabla 4. Se calcularon los datos necesarios para conocer la tendencia de concentraciones en cada sector y la cantidad de muestras válidas. De igual forma en la misma tabla se presentan los valores de dispersión de los datos durante los monitoreos del mes.

Tabla 4. Resultados estadísticos para noviembre de 2021.

Descriptor	Albania	Barrancas	Conejo	Cuestecitas	Hatonuevo	Los Remedios	Pacharoca	Papayal
Número de datos	8	8	7	8	7	8	6	8
Promedio aritmético (µg/m³)	12.9	20.5	16.4	17.5	21.4	14.0	20.9	21.4
Número de excedencias	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor más alto (µg/m³)	29.1	28.0	22.4	31.1	41.1	26.6	23.7	33.1
Valor más bajo (µg/m³)	7.1	16.3	12.6	11.4	7.9	7.1	17.7	10.8
Desviación estándar (µg/m³)	7.1	3.8	3.1	7.0	10.2	6.5	2.5	6.2
Mediana (µg/m³)	11.3	20.0	15.9	15.0	18.1	11.3	21.4	21.2
Percentil 25 (µg/m³)	8.5	17.8	14.7	12.2	17.2	10.5	18.8	19.6
Percentil 75 (µg/m³)	14.1	22.3	17.3	20.7	24.0	16.0	22.8	22.3

Fuente: CORPOGUAJIRA, 2021.



4.4. **Resultados consolidados:** Los resultados consolidados del periodo evaluado se observan en la Tabla 5, allí se aprecian las concentraciones diarias, la variación de los datos y su comparación con la norma diaria.

Tabla 5. Resultados consolidados de para noviembre de 2021.

Fecha	Estación								Norma Diaria ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
	Albania	Barrancas	Conejo	Cuestecitas	Hatonuevo	Los Remedios	Pacharoca	Papayal	
9-nov.	29.1	22.1	22.4	31.1		26.6		33.1	75.0
12-nov.	14.0	22.6	14.8	11.7	24.5	9.7	21.8	19.0	
15-nov.	12.2	19.7	17.2	12.3	23.6	14.5	23.7	21.5	
18-nov.	7.1	16.3	12.6	17.4	18.1	10.8	23.1	24.6	
21-nov.	8.8	17.3	15.9	11.4	16.9	11.2	18.0	21.1	
24-nov.	14.4	28.0	17.3	23.4	17.5	11.3		21.4	
27-nov.	7.6	20.4		19.8	7.9	7.1	17.7	10.8	
30-nov.	10.4	18.0	14.7	12.6	41.1	20.5	21.0	19.8	

Fuente: CORPOGUAJIRA, 2021.

4.5. **Cálculo de Índice de Calidad del Aire (ICA) para cada estación:** Con base en el Artículo 19 de la Resolución 2254 de 2017, la descripción del Índice de Calidad del Aire se establece en la Tabla 6. El Índice de Calidad del Aire (ICA) para cada estación se puede observar en la Tabla 7 y gráficamente en la Figura 6.

Tabla 6. Descripción general del Índice de Calidad del Aire.

Rango	Color	Estado de la calidad del aire	Efectos
0-50	Verde	Buena	La contaminación atmosférica supone un riesgo bajo para la salud.
51-100	Amarillo	Aceptable	Posibles síntomas respiratorios en grupos poblacionales sensibles.
101-150	Naranja	Dañina a la salud de grupos sensibles	Los grupos poblaciones sensibles pueden presentar efectos sobre la salud. Material Particulado: Las personas con enfermedad cardíaca o pulmonar, los adultos mayores y los niños se consideran sensibles y por lo tanto en mayor riesgo.
151-200	Rojo	Dañina para la salud	Todos los individuos pueden comenzar a experimentar efectos sobre la salud. Los grupos sensibles pueden experimentar efectos más graves para la salud.
201-300	Púrpura	Muy Dañina para la salud	Estado de alerta que significa que todos pueden experimentar efectos más graves para la salud.
301-500	Marrón	Peligroso	Advertencia sanitaria. Toda la población puede presentar efectos adversos graves en la salud humana y están propensos a verse afectados por graves efectos sobre la salud.

Fuente: Resolución 2254 de 2017.



Tabla 7. Cálculo del Índice de Calidad del Aire.

Fecha	Estación								
	Albania	Barrancas	Conejo	Cuestecitas	Hatonuevo	Los Remedios	Pacharoca	Papaya	
9-nov.	27	20	21	29		25			31
12-nov.	13	21	14	11	23	9	20		18
15-nov.	11	18	16	11	22	13	22		
18-nov.	7	15	12	16	17	10	21		36
21-nov.	8	16	15	11	16	10	17		34
24-nov.	13	26	16	22	16	11			34
27-nov.	7	19		18	7			16	10
30-nov.	10	17	14	12	38	19	19		18

Fuente: CORPOGUAJIRA, 2021.

Todos los datos validados en noviembre de 2021 indicaron un buen estado de la calidad del aire en las estaciones que conforman el SEVCA de CORPOGUAJIRA.

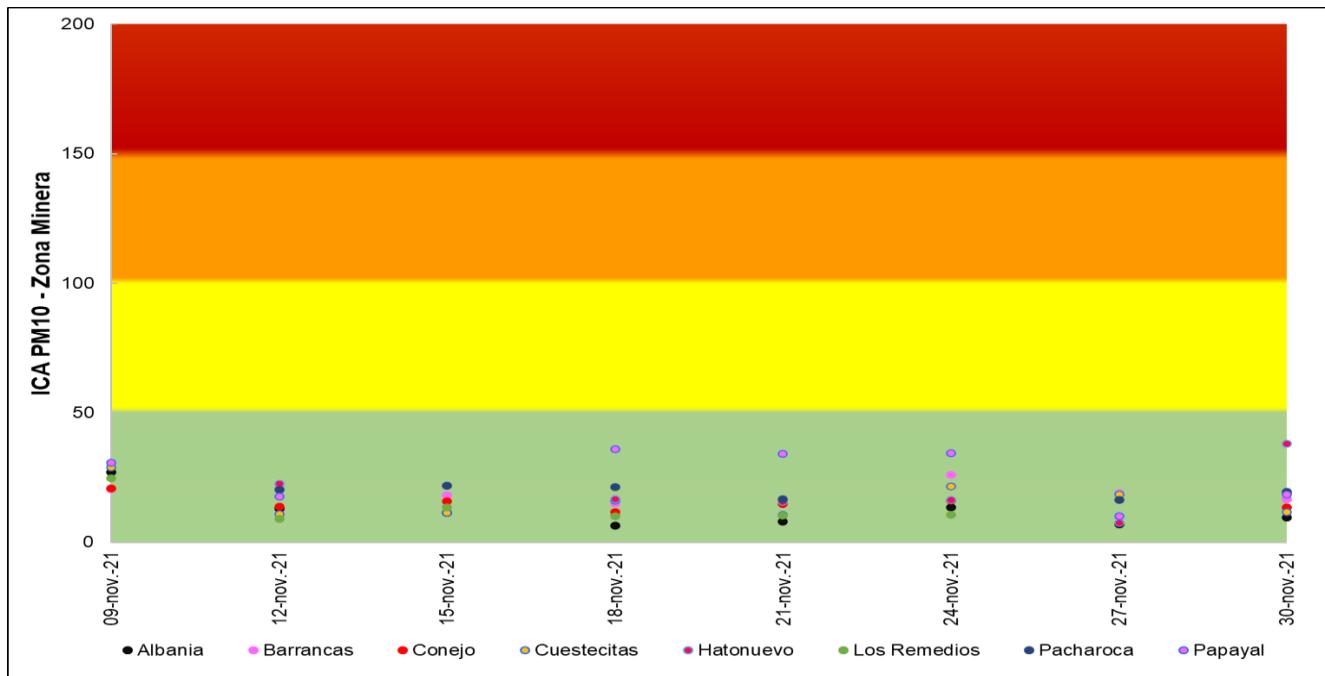


Figura 6. Índice de calidad del aire diario para el periodo evaluado.

Fuente: CORPOGUAJIRA, 2021.

4.6. Análisis de datos atípicos: Durante el mes de noviembre de 2021 y con base en lo ilustrado en la Figura 3 y en la Figura 4, el único dato atípico se presentó en la estación Hatonuevo con una concentración de  $41.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el monitoreo del 30 de noviembre de 2021. Dicho dato se encuentra sobre el límite superior, exhibiéndose por fuera del comportamiento regular (muy disperso) de las concentraciones durante el resto del periodo de monitoreo.



## 5. METEOROLOGÍA DEL PERÍODO

Para evaluar la meteorología del periodo se usó información obtenida de la estación meteorológica "CDA" ubicada en el Centro de Desarrollo Ambiental de la empresa Carbones del Cerrejón Limited - Cerrejón. Se realizó de esta manera porque las estaciones de CORPOGUAJIRA se encuentran en proceso de puesta a punto.

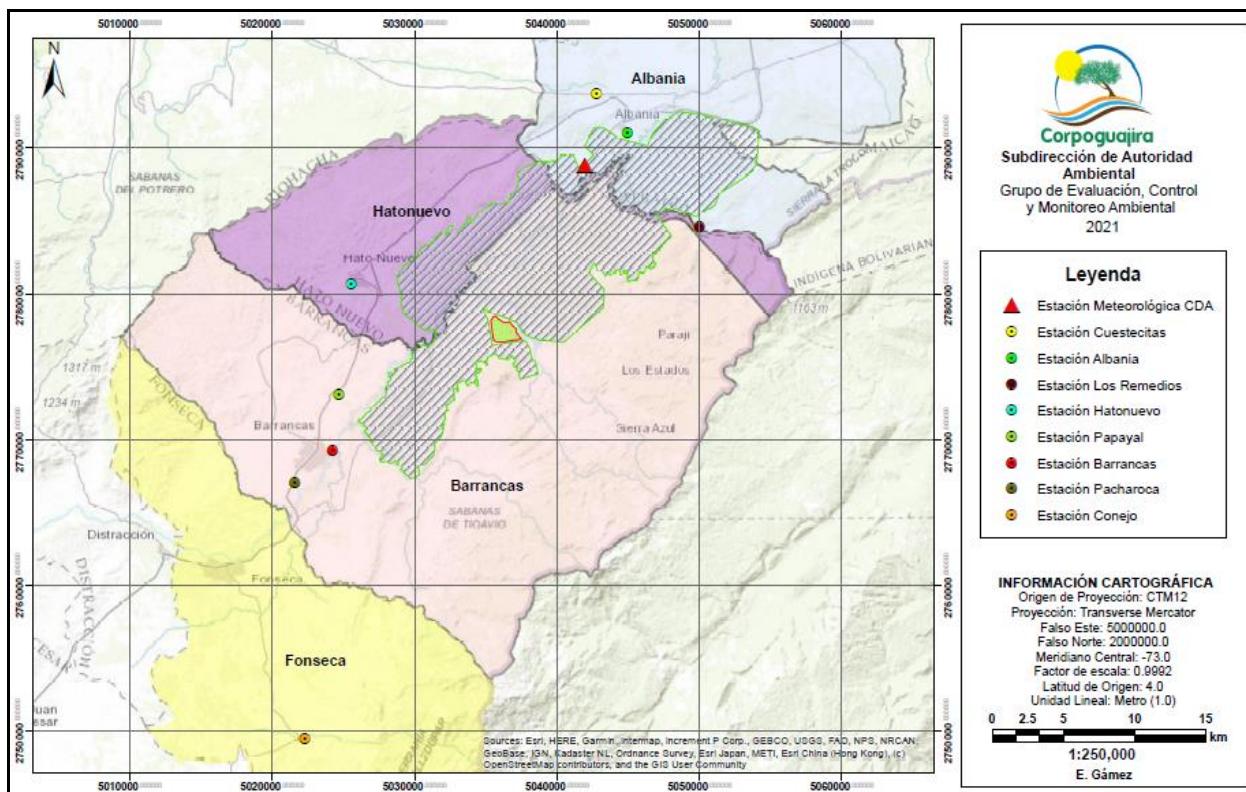


Figura 7. Ubicación de la estación meteorológica CDA respecto a las estaciones del SEVCA.

Fuente: CORPOGUAJIRA, 2021.

La Tabla 8 presenta el resumen de los parámetros meteorológicos que sirvieron para el análisis de las concentraciones de material particulado en noviembre de 2021.

Tabla 8. Resumen de parámetros meteorológicos en la estación CDA.

Fecha	Temperatura (°C)	Velocidad del Viento (m/s)	Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)
1-nov.	26.55	2.62	2.20	79.85
2-nov.	26.50	2.62	0.00	75.69
3-nov.	27.36	1.97	0.00	73.66
4-nov.	27.38	2.07	0.00	77.13
5-nov.	28.20	2.88	0.00	70.19
6-nov.	28.86	3.36	0.00	71.85



Fecha	Temperatura (°C)	Velocidad del Viento (m/s)	Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)
7-nov.	29.23	3.42	0.00	71.10
8-nov.	28.59	3.23	0.00	71.25
9-nov.	28.25	2.96	0.00	69.27
10-nov.	27.94	2.99	0.00	68.38
11-nov.	28.11	3.00	0.00	65.39
12-nov.	28.75	3.13	0.00	65.27
13-nov.	28.80	3.57	0.00	66.07
14-nov.	28.76	3.28	0.00	66.79
15-nov.	28.51	3.24	0.00	67.16
16-nov.	28.80	3.86	0.00	64.91
17-nov.	28.67	3.18	0.00	62.00
18-nov.	28.36	2.96	0.00	64.60
19-nov.	28.43	3.05	0.00	67.55
20-nov.	28.02	3.14	0.00	73.81
21-nov.	28.59	3.39	0.00	69.08
22-nov.	28.41	2.76	0.00	72.50
23-nov.	28.32	2.35	0.00	70.91
24-nov.	25.33	1.28	11.90	85.48
25-nov.	27.55	2.67	5.20	75.54
26-nov.	26.36	1.60	0.20	81.51
27-nov.	26.73	2.27	0.30	81.13
28-nov.	28.10	2.89	0.00	69.83
29-nov.	28.23	2.95	0.00	72.29
30-nov.	28.87	3.40	0.00	69.79
<b>Promedio</b>	<b>28.02</b>	<b>2.87</b>	<b>0.66</b>	<b>71.33</b>
<b>Mínimo</b>	<b>25.33</b>	<b>1.28</b>	<b>0.00</b>	<b>62.00</b>
<b>Máximo</b>	<b>29.23</b>	<b>3.86</b>	<b>11.90</b>	<b>85.48</b>

Fuente: Adaptado de Carbones del Cerrejón, 2021.

- 5.1. Temperatura: En la Figura 8 se observa el comportamiento de los valores diarios de temperatura durante noviembre de 2021. Los registros fluctuaron entre 25.33 °C y 29.23 °C con un promedio diario de 28.02 °C. Los valores más bajos estuvieron relacionados con eventos de precipitaciones.



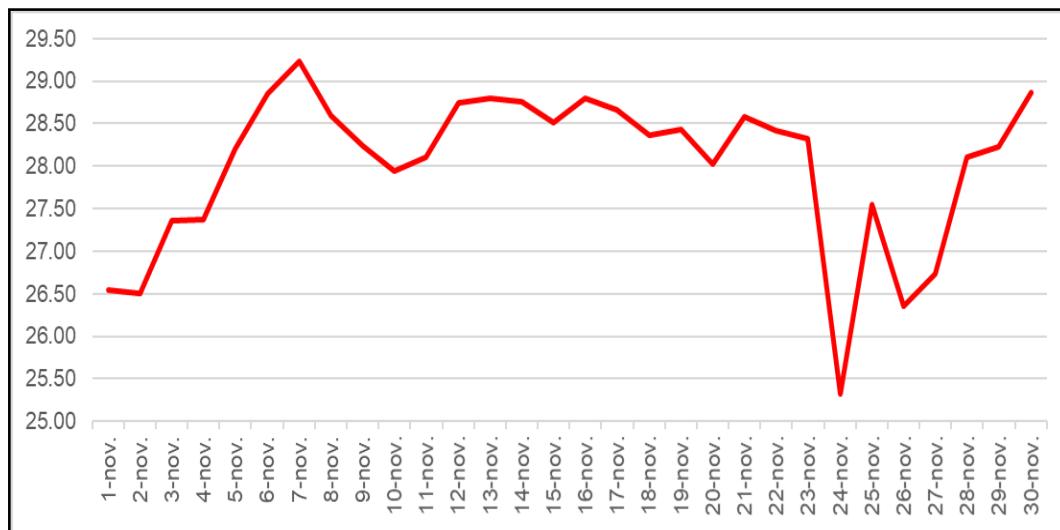


Figura 8. Comportamiento por día de la temperatura ambiente.

Fuente: CORPOGUAJIRA, 2021.

5.2. Viento: Durante noviembre de 2021, en la estación meteorológica CDA el viento predominó desde la dirección Noreste (NE) tal como se ilustra en la Figura 9, con velocidades horarias que fluctuaron entre los 2.00 y 6.00 m/s. La velocidad del viento diaria estuvo entre 1.28 y 3.86 m/s, con un promedio diario de 2.87 m/s (ver Figura 10).

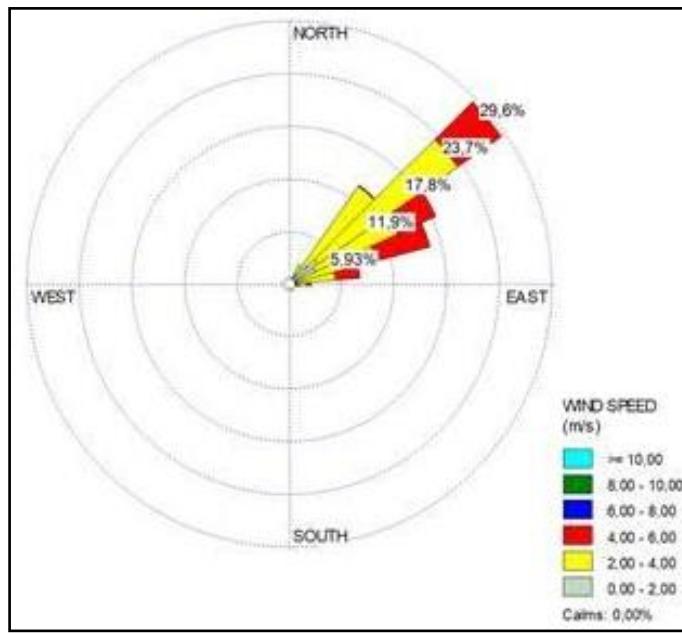


Figura 9. Rosa del Viento Horaria en noviembre de 2021 .

Fuente: Carbones del Cerrejón, 2021.



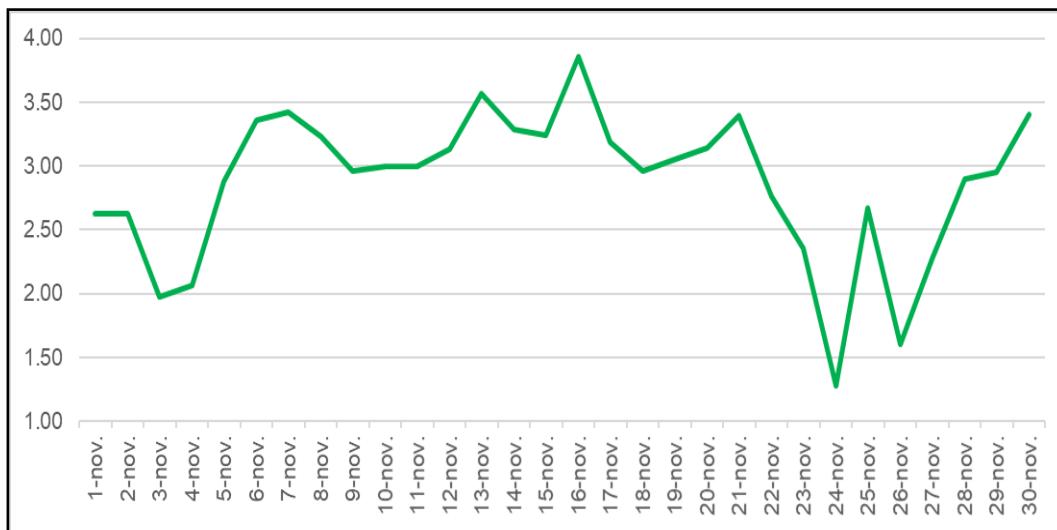


Figura 10. Comportamiento por día de la Velocidad del Viento.

Fuente: CORPOGUAJIRA, 2021.

- 5.3. Precipitación: En noviembre de 2021 se registraron cinco (5) días de lluvia con una precipitación acumulada mensual de 19.80 mm. El promedio diario en el mes fue de 0.66 mm y el mayor registro de lluvia fue el 24 de noviembre de 2021 con 11.90 mm/día.

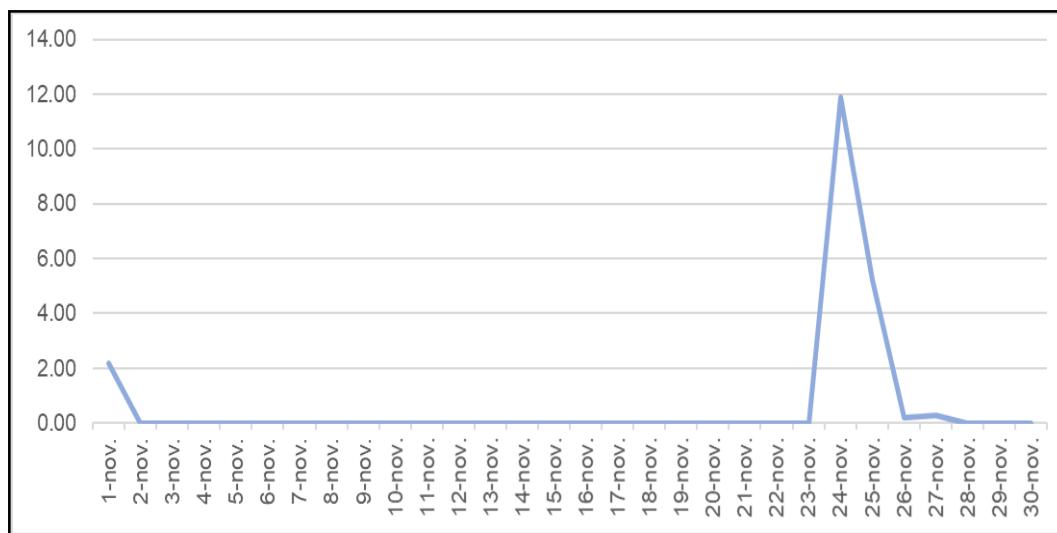


Figura 11. Precipitación diaria en noviembre de 2021.

Fuente: CORPOGUAJIRA, 2021.

- 5.4. Humedad Relativa: Los registros diarios de humedad relativa estuvieron entre 62.00 y 85.48% con un promedio de 71.33%. Los valores más altos se relacionaron con los días en donde hubieron registros de precipitación.



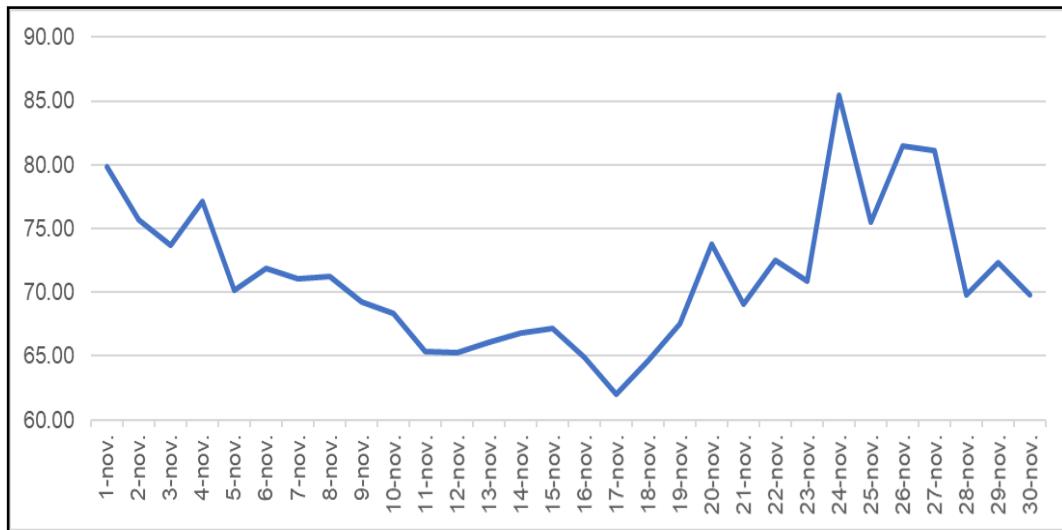


Figura 12. Humedad Relativa diaria en noviembre de 2021.

Fuente: CORPOGUAJIRA, 2021.



## 6. CONCLUSIONES

- Buscando reactivar la operación en el SEVCA, durante noviembre de 2021 se planificó la realización de sesenta y cuatro (64) muestras, de las cuales solo se tomaron sesenta y tres (63) muestras y no se colocó la del 09 de noviembre de 2021.
- En noviembre de 2021, no se presentaron excedencias a la Norma diaria ( $75,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) establecida en la Resolución 2254 de 2017, mostrando un comportamiento estable en los promedios de concentraciones.
- Según los resultados obtenidos, durante el mes de noviembre de 2021 la calidad del aire medida en todas las estaciones del SEVCA se situó en el rango bueno del Índice de Calidad del Aire ICA.
- Entendiendo que se tienen pocos registros de concentraciones (solo las obtenidas en noviembre de 2021), la comparación indicativa de los promedios anuales con los límites establecidos en la norma anual, muestra niveles cercanos a los  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en todas las estaciones el SEVCA.