

Informe Anual de Calidad del Aire

2024

IA-003-M

Subdirección de
Ordenamiento y Planificación
Integral del Territorio - SOPIT



JUAN CARLOS REYES NOVA
Director General CDMB

LEONEL ENRIQUE HERRERA
Subdirector de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio
Director SVCA

JOHANA PATRICIA ARDILA LERMA
Coordinadora de Gestión del Conocimiento e Investigación Ambiental
Líder SVCA

VERONICA VANESSA CARDONA OLIVEROS
Líder de Aseguramiento de Calidad

MANUEL ANTONIO CAMPOS MALAGÓN
Profesional Auxiliar Operativo SVCA

EMILIO ALEXANDER MEDINA
Auxiliar Operativo SVCA



GINA YULIANA RIVERA SÁNCHEZ
Profesional de Análisis SVCA

JAIVERTH LEANDRO LÓPEZ GONZÁLEZ
Profesional Auxiliar de Análisis SVCA

GERMAN CAMILO VELANDIA
Auxiliar de Análisis SVCA

FECHA DE EMISIÓN: 2025/10/29
Dirección: Anillo Vial, Girón LT PR3+958
Contacto: info@cdmb.gov.co



Revisó IT-003-M	Líder del SVCA.	Ing. Johanna Patricia Ardila	
Aprobó	Director del SVCA.	Ing. Leonel Enrique Herrera	

Nota aclaratoria

El presente informe constituye una modificación al informe trimestral original IA-003 del periodo comprendido entre el 01 de enero al 31 de diciembre de 2024, presentado el día 31 de marzo de 2025

A continuación, se presentan las modificaciones realizadas:

- En el numeral 2.3.4. se actualizan las fichas técnicas de las estaciones de monitoreo del Hospital Local del Norte y del CCDMO- Piedecuesta.
- En el numeral 3.1 se complementa la declaración de resultados del SVCA
- En el numeral 4.1.3. y 4.2.3 se realiza aclaración de los datos obtenidos por el equipo de medición de ozono de la estación Club Unión, que se encuentran fuera del alcance de acreditación del Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA), debido al reemplazo del equipo realizado el 27 de noviembre de 2023.
- En los numerales 4.1.3, 4.1.4, 4.2.3 y 4.2.4 se presentan las aclaraciones correspondientes a los datos obtenidos por fuera del alcance de acreditación en las estaciones Club Unión y CCDMO Piedecuesta para el parámetro NO_2 , así como en las estaciones Colegio Gaitán, Hospital Local del Norte y CCDMO Piedecuesta para el parámetro O_3 , durante el periodo comprendido entre el 22 de marzo y el 3 de agosto de 2024. Esta condición se debe a que, durante dicho periodo, el certificado de calibración del equipo calibrador de dilución (AirQ Rate) se encontraba vencido.
- En los numerales 4.1.5, 4.1.6, 4.1.7, 4.2.5 y 4.2.6 se realizan aclaraciones sobre los datos registrados por fuera del alcance acreditado en las estaciones Club Unión y CCDMO Piedecuesta para los parámetros SO_2 y CO , y en las estaciones Colegio Gaitán y Hospital Local del Norte para el parámetro TRS expresado como SO_2 , desde el 01 de junio de 2024 hasta el 3 de agosto,

debido a que el equipo calibrador de dilución se encontraba en proceso de calibración metrológica.

- En el numeral 6 de las conclusiones se ajustan las declaraciones de conformidad de los datos obtenidos por el SVCA correspondientes a los contaminantes Ozono (O_3) y Dióxido de Nitrógeno (NO_2), Dióxido de Azufre (SO_2), Monóxido de Carbono (CO) y Azufre Total Reducido (TRS).

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	15
1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	17
2. GENERALIDADES	19
2.1. Parámetros monitoreados de calidad del aire y sus efectos para la salud humana 19	
2.1.1. Material Particulado (PM ₁₀ y PM _{2.5}).....	19
2.1.2. Dióxido de Azufre (SO ₂).....	20
2.1.3. Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	21
2.1.4. Ozono Troposférico (O ₃).....	22
2.1.5. Monóxido de Carbono (CO).....	23
2.2. Marco normativo: norma de calidad del aire	23
2.2.1. Índice de Calidad del Aire: procedimiento de cálculo y rangos.	24
2.3. Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire:.....	26
2.3.1. Condiciones ambientales y poblacionales de la región cubierta por el SVCA. 26	
2.3.2. Ubicación geográfica de estaciones y entorno.....	28
2.3.3. Tecnologías de monitoreo y métodos analíticos utilizados.....	32
2.3.4. Resumen ficha técnica de las estaciones	37
2.4. Estadísticas empleadas.....	42
2.5. Meteorología:.....	43
2.6. Incertidumbre de las mediciones	44
3. EVALUACIÓN DE LA CANTIDAD, CALIDAD, OPORTUNIDAD Y DISPONIBILIDAD DE LA INFORMACIÓN EN LA BASE DE DATOS	44
3.1. Declaración de resultados	44
3.2. Análisis del porcentaje de captura de datos.....	46

3.3.	Declaración de conformidad	47
4.	CALIDAD DEL AIRE Y METEOROLOGÍA	48
4.1.	Resultados de Calidad del Aire	48
4.1.1.	MATERIAL PARTICULADO PM 2.5	48
4.1.2.	MATERIAL PARTICULADO PM 10	55
4.1.3.	OZONO O ₃	60
4.1.4.	DIOXIDO DE NITROGENO (NO ₂)	66
4.1.5.	MONOXIDO DE CARBONO (CO)	71
4.1.6.	DIOXIDO DE AZUFRE (SO ₂)	76
4.1.7.	AZUFRE TOTAL REDUCIDO (TRS)	81
4.2.	Análisis de la Calidad del Aire	84
4.2.1.	Índice de Calidad de Aire PM 2.5 (ICA)	84
4.2.2.	Índice de calidad de aire PM 10 (ICA)	88
4.2.3.	Índice de Calidad de Aire O ₃ (ICA)	90
4.2.4.	Índice de Calidad de Aire NO ₂ (ICA)	92
4.2.5.	Índice de Calidad de Aire CO	93
4.2.6.	Índice de Calidad de Aire SO ₂	94
4.3.	Comparación multianual Material Particulado	95
4.3.1.	Comparación multianual PM10	95
4.3.2.	Comparación multianual PM2.5	97
4.4.	Particularidades del periodo	103
4.5.	Resultados de las mediciones meteorológicas	104
4.5.1.	Temperatura	104
4.5.2.	Precipitación	110
4.5.3.	Humedad	115
4.5.4.	Velocidad y Dirección del viento	118
4.6.	Determinación de áreas – fuente de contaminación.	123

4.7. Estudios especiales	123
5. CONCLUSIONES	124
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Comparación del tamaño de las partículas de PM.	19
Imagen 2 Ubicación espacial de las estaciones del SVCA.....	29
Imagen 3. Analizador de partículas Fidas 200	32
Imagen 4. Analizador de Dióxido de Nitrógeno Envea AC32e	33
Imagen 5. Analizador de Dióxido de Azufre Envea AF22e	34
Imagen 6. Analizador de Monóxido de Carbono Envea CO12e	34
Imagen 7. Analizador de Ozono Troposférico Envea O342e.....	35
Imagen 8. Módulo convertidor de TRS CTRS S2-E	35
Imagen 9. Ficha técnica Estación Hospital Local del Norte.....	38
Imagen 10. Ficha técnica Estación Colegio Gaitán	39
Imagen 11. Ficha técnica Estación Club Unión.....	40
Imagen 12. Ficha técnica Estación CCDMO - Piedecuesta.....	41

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Niveles Máximos Permisible de Contaminantes Criterio en el aire	24
Tabla 2. Descripción del ICA, sus efectos y Puntos de Corte.....	25
Tabla 3. Ubicación geográfica Estación Club Unión.....	30
Tabla 4. Ubicación geográfica Estación Colegio Gaitán.....	30
Tabla 5. Ubicación geográfica Estación Centro Cultural Daniel Mantilla Piedecuesta.....	31
Tabla 6. Ubicación geográfica Estación Hospital Local del Norte.....	31
Tabla 7. Resumen de las tecnologías y métodos de monitoreo utilizadas SVCA CDMB..	36
Tabla 8 Representatividad de captura de datos por contaminante en las estaciones del SVCA.....	46
Tabla 9 Incertidumbre por contaminante.....	48
Tabla 10 Representatividad datos PM 2.5 Año 2024.	49
Tabla 11 Representatividad datos PM 10 Año 2024	56
Tabla 12 Representatividad datos anuales O ₃ 2024	62
Tabla 13 Representatividad de datos NO ₂ año 2024	67
Tabla 14 Representatividad de datos CO-Año 2024	73
Tabla 15 Representatividad SO ₂ - Año 2024.....	78
Tabla 16 Índice de Calidad de Aire por días en las estaciones del SVCA PM 2.5.....	85
Tabla 17 Índice de Calidad de Aire por días en las estaciones del SVCA PM 10.....	88

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Concentración promedio anual PM 2.5	50
Figura 2 Concentración temporal Hospital Local Norte PM 2.5 año 2024	52
Figura 3 Concentración temporal Centro Cultural Piedecuesta PM 2.5 año 2024	52
Figura 4 Concentración temporal Club Unión PM 2.5 año 2024.....	52
Figura 5 Concentración temporal Colegio Gaitán PM 2.5 año 2024.....	53
Figura 6 Perfil Horario estaciones del SVCA PM 2.5.....	54
Figura 7 Perfil diario de PM 2.5.....	55
Figura 8 Concentración promedio anual de PM 10 año 2024.....	57
Figura 9 Concentración temporal Hospital Local Norte PM 10 año 2024	58
Figura 10 Concentración temporal Centro Cultural Piedecuesta PM 10 año 2024	58
Figura 11 Concentración temporal Club Unión PM 10 año 2024.....	58
Figura 12 Concentración temporal Colegio Gaitán PM 10 año 2024.....	59
Figura 13 Perfil Horario estaciones SVCA PM 10	59
Figura 14 Perfil diario PM 10 estaciones del SVCA	60
Figura 15 Distribución temporal de la concentración de O ₃ estación Hospital del Norte...	63
Figura 16 Distribución temporal de la concentración de O ₃ estación Centro Cultural Piedecuesta.....	63
Figura 17 Distribución temporal de la concentración de O ₃ estación Club Unión	63
Figura 18 Distribución temporal de la concentración de O ₃ estación Colegio Gaitán.....	64
Figura 19 Perfil Horario estaciones SVCA O ₃	65
Figura 20 Perfil Diario estaciones SVCA O ₃	65
Figura 21 Distribución temporal de la concentración de NO ₂ estación Piedecuesta.....	69
Figura 22 Distribución temporal de la concentración de NO ₂ estación Club Unión.....	69
Figura 23 Perfil horario de NO ₂ Año 2024.....	70
Figura 24 Perfil diario de NO ₂ año 2024.....	71
Figura 25 Distribución temporal horaria de Concentración de CO estación Piedecuesta- Año 2024	74
Figura 26 Distribución temporal 8 horas de Concentración de CO estación Piedecuesta- Año 2024	74
Figura 27 Distribución temporal horaria de Concentración de CO estación Club Unión- Año 2024	74

Figura 28 Distribución temporal 8 horas de Concentración de CO estación Club Unión- Año 2024	74
Figura 29 Perfil horario CO-Año 2024.....	75
Figura 30 Perfil diario CO-Año 2024	76
Figura 31 Distribución temporal horaria de Concentración de SO ₂ estación Piedecuesta- Año 2024	79
Figura 32 Distribución temporal 24 horas de Concentración de SO ₂ estación Piedecuesta- Año 2024	79
Figura 33 Distribución temporal horaria de Concentración de SO ₂ estación Club Unión- Año 2024	79
Figura 34 Distribución temporal 24 horas de Concentración de SO ₂ estación Club Unión- Año 2024	80
Figura 35 Perfil horario SO ₂ -Año 2024	80
Figura 36 Perfil diario SO ₂ -Año 2024	81
Figura 37 Comportamiento anual de concentración TRS 24 Horas estación Colegio Gaitán- año 2024.....	82
Figura 38 Comportamiento anual de concentración TRS Horario estación Colegio Gaitán- año 2024.....	83
Figura 39 Comportamiento anual de concentración TRS 24 Horas estación Hospital Norte- año 2024.....	83
Figura 40 Comportamiento anual de concentración TRS Horario estación Hospital Norte - año 2024.....	83
Figura 41 Índice de Calidad de Aire estación Hospital Local del Norte del SVCA PM 2.5	85
Figura 42 Índice de Calidad de Aire estación Piedecuesta del SVCA PM 2.5	85
Figura 43 Índice de Calidad de Aire estación Club Unión del SVCA PM 2.5	85
Figura 44 Índice de Calidad de Aire estación Club Unión del SVCA PM 2.5	86
Figura 45 Porcentajes mensual del Índice de calidad de Aire (ICA)	87
Figura 46 Índice de Calidad de Aire estación Hospital Local del Norte del SVCA PM 10 .	89
Figura 47 Índice de Calidad de Aire estación Piedecuesta del SVCA PM 10	89
Figura 48 Índice de Calidad de Aire estación Club Unión del SVCA PM 10	89
Figura 49 Índice de Calidad de Aire estación Colegio Gaitán del SVCA PM 10	90
Figura 50 Índice de Calidad de Aire estación Hospital Local del Norte del SVCA O ₃	91
Figura 51 Índice de Calidad de Aire estación Piedecuesta del SVCA O ₃	91
Figura 52 Índice de Calidad de Aire estación Club Unión del SVCA O ₃	91

Figura 53 Índice de Calidad de Aire estación Colegio Gaitán del SVCA O ₃	92
Figura 54 Índice de Calidad de Aire estación Piedecuesta del SVCA NO ₂ Año 2024.....	93
Figura 55 Índice de Calidad de Aire estación Club Unión del SVCA NO ₂ Año 2024.....	93
Figura 56 Índice de Calidad de Aire estación de Piedecuesta del SVCA CO- Año 2024..	94
Figura 57 Índice de Calidad de Aire estación Club Unión del SVCA CO- Año 2024.....	94
Figura 58 Índice de Calidad de Aire estación Piedecuesta del SVCA SO ₂ - Año 2024.....	95
Figura 59 Índice de Calidad de Aire estación Piedecuesta del SVCA SO ₂ - Año 2024.....	95
Figura 60 Comparación multianual PM 10	96
Figura 61 Comparación multianual PM 2.5	98
Figura 62 Porcentaje de Índice de Calidad de Aire 2022 - 2023 - 2024	99
Figura 63 Índice de Calidad de Aire por mes estación Piedecuesta año 2023 -2024	100
Figura 64 Índice de Calidad de Aire por mes estación Club Unión año 2023 - 2024	101
Figura 65 Índice de Calidad de Aire por mes estación Colegio Gaitán año 2022 – 2023 - 2024	102
Figura 66 Índice de Calidad de Aire por mes estación Hospital Local del Norte año 2022 – 2023 - 2024	103
Figura 67 Comportamiento temperatura anual 2024.....	105
Figura 68 Temperaturas máximas y mínimas mensuales años 2024.....	106
Figura 69 Comportamiento temperatura anual 2024.....	106
Figura 70 Temperaturas máximas y mínimas mensuales años 2024.....	107
Figura 71 Comportamiento temperatura anual 2024.....	107
Figura 72 Temperaturas máximas y mínimas mensuales años 2024.....	108
Figura 73 Comportamiento temperatura anual 2024.....	109
Figura 74 Temperaturas máximas y mínimas mensuales años 2024.....	110
Figura 75 Comportamiento precipitación anual 2024	111
Figura 76 Precipitación acumulada por mes año 2024.....	111
Figura 77 Comportamiento precipitación anual 2024	112
Figura 78 Precipitación acumulada por mes año 2024.....	112
Figura 79 Comportamiento precipitación anual 2024	113
Figura 80 Precipitación acumulada por mes año 2024.....	113
Figura 81 Comportamiento precipitación anual 2024	114
Figura 82 Precipitación acumulada por mes año 2024.....	115
Figura 83 Comportamiento humedad relativa anual 2024.....	116
Figura 84 Comportamiento humedad relativa anual 2024.....	116

Figura 85 Comportamiento humedad relativa anual 2024	117
Figura 86 Comportamiento humedad relativa anual 2024	117
Figura 87 Rosa de Vientos estación Piedecuesta año 2024	118
Figura 88 Rosa de Vientos horarios diario y nocturno estación Piedecuesta año 2024..	119
Figura 89 Rosa de vientos estación Club Unión año 2024	120
Figura 90 Rosa de vientos diurna y nocturna estación Club Unión año 2024.....	120
Figura 91 Rosa de vientos estación Colegio Gaitán año 2024	121
Figura 92 Rosa de Vientos diurno y nocturno estación Colegio Gaitán año 2024	121
Figura 93 Rosa de vientos estación Hospital Local del Norte año 2024	122
Figura 94 Rosa de vientos diurno y nocturno de la estación Hospital Local del Norte año 2024	123



INTRODUCCIÓN

La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB, en ejercicio de las funciones de máxima autoridad ambiental en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón, Piedecuesta, Lebrija, Rionegro, El Playón, Matanza, Suratá, Charta, Tona, Vetas y California, establecidas por el Artículo 31° de la Ley 99 de 1993, dentro de las cuales se destaca el numeral 22 que ordena implantar y operar el Sistema de Información Ambiental en el área de su jurisdicción, de acuerdo con las directrices trazadas por el Ministerio del Medio Ambiente (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible).

En este orden de ideas, el Sistema de Información Ambiental se compone, entre otros, del Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire – SVCA, el cual debe diseñarse y operarse de acuerdo con lo dispuesto en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (Manuales de Diseño y Operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire), la Resolución MADS No. 2254 del 01 de noviembre de 2017 y la Política para el Mejoramiento de la Calidad del Aire – Documento CONPES 3943 de 2018.

Así las cosas, el Grupo de Gestión del Conocimiento Ambiental para la Sostenibilidad de la Subdirección de Ordenamiento y Planificación Ambiental del Territorio – SOPIT, presenta el informe anual del Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire – SVCA de la CDMB correspondiente al periodo comprendido del 01 de enero al 31 de diciembre de 2024.

El SVCA de la CDMB está conformado por cuatro estaciones automáticas de referencia que suministran información en tiempo real de los contaminantes criterio establecidos en la Resolución MADS No. 2254 del 01 de noviembre de 2017 (PM10, PM2.5, SO₂, NO₂, CO y O₃) y la sustancia generadora de olor ofensivo Azufre Total

Reducido (TRS), estipulada en la Resolución MAVDT No. 1541 del 15 de noviembre de 2013, teniendo en cuenta la problemática que desde hace varios años viene atendiendo la Corporación derivada de las plantas de tratamiento térmico de subproductos de animales (Rendering) ubicadas en el corredor vial entre el Palenque y Café Madrid de Bucaramanga. Por último, las estaciones del Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire de la CDMB están ubicadas en los sectores de Hospital Local del Norte, Institución Educativa Integrada Jorge Eliécer Gaitán y Club Unión en el Municipio de Bucaramanga y en el Centro Cultural Daniel Mantilla Orbezo del Municipio de Piedecuesta, cumpliendo con los criterios de macro y micro localización definidos en el documento de rediseño del sistema, en aras de cumplir con el objetivo principal de determinar el cumplimiento de los niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire establecidos en la Resolución MADS No. 2254 de 2017 y la Resolución MAVDT No. 1541 de 2013. El SVCA se encuentra acreditado ante el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, por la Resolución 1257 del 14 de septiembre de 2023, corregida por la Resolución 055 del 17 de enero de 2024, conforme con lo establecido en la Norma Técnica Colombiana NTC ISO/IEC 17025:2017 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- Realizar la comparación del valor de la concentración en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) del contaminante criterio PM_{10} con el nivel máximo permisible en el aire para un tiempo de exposición de 24 horas y anual establecido en la Resolución MADS No. 2254 del 01 de noviembre de 2017, correspondiente a las estaciones automáticas ubicadas en los sectores Club Unión, Institución Educativa Jorge Eliécer Gaitán y Hospital Local del Norte en Bucaramanga y Centro Cultural Daniel Mantilla Orbegozo en Piedecuesta.
- Realizar la comparación del valor de la concentración en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) del contaminante criterio $\text{PM}_{2.5}$ con el nivel máximo permisible en el aire para un tiempo de exposición de 24 horas y anual establecido en la Resolución MADS No. 2254 del 01 de noviembre de 2017, correspondiente a las estaciones automáticas ubicadas en los sectores de Club Unión, Institución Educativa Jorge Eliécer Gaitán y Hospital Local del Norte en Bucaramanga y Centro Cultural Daniel Mantilla Orbegozo en Piedecuesta.
- Realizar la comparación del valor de la concentración en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) del contaminante criterio O_3 con el nivel máximo permisible en el aire para un tiempo de exposición de 8 horas establecido en la Resolución MADS No. 2254 del 01 de noviembre de 2017, correspondiente a las estaciones automáticas ubicadas en los sectores de Club Unión, Institución Educativa Jorge Eliécer Gaitán y Hospital Local del Norte en Bucaramanga; Centro Cultural Daniel Mantilla Orbegozo en Piedecuesta.
- Realizar la comparación del valor de la concentración en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) del contaminante criterio SO_2 con el nivel máximo permisible en

el aire para los tiempos de exposición de 24 horas y 1 hora establecidos en la Resolución MADS No. 2254 del 01 de noviembre de 2017, correspondiente a las estaciones automáticas ubicadas en los sectores de Club Unión en Bucaramanga y Centro Cultural Daniel Mantilla Orbegozo en Piedecuesta.

- Realizar la comparación del valor de la concentración en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) del contaminante criterio NO_2 con el nivel máximo permisible en el aire para un tiempo de exposición de 1 hora establecido en la Resolución MADS No. 2254 del 01 de noviembre de 2017, correspondiente a la estación automática ubicada en el Club Unión de Bucaramanga.
- Realizar la comparación del valor de la concentración en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) del contaminante criterio CO con el nivel máximo permisible en el aire para los tiempos de exposición de 8 horas y 1 hora establecidos en la Resolución MADS No. 2254 del 01 de noviembre de 2017, correspondiente a las estaciones automáticas ubicadas en los sectores de Club Unión en Bucaramanga y Centro Cultural Daniel Mantilla Orbegozo en Piedecuesta.
- Realizar la comparación del valor de la concentración en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) del contaminante criterio TRS con el nivel máximo permisible en el aire para los tiempos de exposición de 24 horas y 1 hora establecidos en la Resolución MADS No. 1541 del 12 de noviembre de 2013, correspondiente a las estaciones automáticas ubicadas en la Institución Educativa Jorge Eliécer Gaitán y el Hospital Local del Norte en Bucaramanga.
- Realizar el cálculo del Índice de Calidad del Aire (ICA) para los contaminantes criterio PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, SO_2 , NO_2 , O_3 y CO, de acuerdo con los puntos de corte establecidos en la Resolución MADS No. 2254 del 01 de noviembre de 2017, estableciendo las categorías correspondientes para la calidad del aire de las zonas evaluadas.

2. GENERALIDADES

2.1. Parámetros monitoreados de calidad del aire y sus efectos para la salud humana

2.1.1. Material Particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$)

PM significa material particulado (también llamado contaminación por partículas): el término para una mezcla de partículas sólidas y gotas líquidas que se encuentran en el aire. Algunas partículas, como el polvo, la suciedad, el hollín, o el humo, son lo suficientemente grandes y oscuras como para verlas a simple vista. Otras son tan pequeñas que solo pueden detectarse mediante el uso de un microscopio electrónico. La contaminación por partículas incluye:

- **PM_{10}** : partículas inhalables que tienen diámetros de, por lo general, 10 micrómetros y menores;
- **$PM_{2.5}$** : partículas inhalables finas que tienen diámetros de, por lo general, 2,5 micrómetros y menores.



Imagen 1. Comparación del tamaño de las partículas de PM.

El tamaño de las partículas se encuentra directamente vinculado con el potencial para provocar problemas de salud. Las partículas pequeñas de menos de 10 micrómetros de diámetro suponen los mayores problemas, debido a que pueden llegar a la profundidad de los pulmones, y algunas hasta pueden alcanzar el torrente sanguíneo. (AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL (EPA), 2022)

La exposición a estas partículas puede afectar tanto a los pulmones como al corazón. Múltiples estudios científicos vincularon la exposición a la contaminación por partículas a una variedad de problemas, que incluye:

- Muerte prematura en personas con enfermedades cardíacas o pulmonares
- Síntomas respiratorios aumentados, como irritación en las vías respiratorias, tos o dificultad para respirar. (AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL (EPA), 2022)
- La exposición a la contaminación por partículas tiende a afectar en su mayoría a personas con enfermedades cardíacas o pulmonares, niños y adultos mayores.

2.1.2. Dióxido de Azufre (SO₂)

El Dióxido de azufre es un gas incoloro, irritante, con un olor penetrante que se comienza a percibir con 0,3 a 1,4 ppm y es perfectamente distinguible a partir de 3 ppm -partes por millón-. Su densidad es el doble que la del aire. No es un gas inflamable, ni explosivo y tiene mucha estabilidad, es muy soluble en agua y en contacto con ella se convierte en ácido sulfúrico. Consiste en un átomo de azufre y dos de oxígeno.

Durante su proceso de oxidación en la atmósfera, este gas forma sulfatos. Estos sulfatos forman parte del material particulado PM10. En presencia de humedad el dióxido de azufre forma ácidos en forma de aerosoles y se produce una parte

importante del material particulado secundario o fino (PM2.5). El SO₂ es el responsable de la lluvia ácida.

Tanto la exposición a sulfatos como a los ácidos derivados del SO₂, comportan graves riesgos para la salud ya que éstos pasan directamente al sistema circulatorio humano a través de las vías respiratorias.

2.1.3. Dióxido de Nitrógeno (NO₂)

El dióxido de nitrógeno NO₂ es un compuesto químico gaseoso de color marrón amarillento formado por la combinación de un átomo de nitrógeno y dos de oxígeno. Es un gas tóxico e irritante. El NO₂ junto al NO-óxido nitroso- son conocidos como NO_x y son algunos de los principales contaminantes en las ciudades.

En la naturaleza se produce por los incendios forestales o las erupciones volcánicas. También se produce de forma natural por la descomposición de nitratos orgánicos. El volumen total que se produce de forma natural es infinitamente menor que el que se produce por efecto del hombre.

La mayor parte tiene su origen en la oxidación del NO que se produce en la combustión de los motores de los vehículos, fundamentalmente los diésel. El NO emitido por los motores, una vez en la atmosfera, se oxida y se convierte en NO₂. Es también un potenciador del material particulado, sobre todo de partículas finas PM2.5 que son las más perjudiciales. En su reacción con la luz UV del sol es un precursor de O₃ ozono troposférico.

La Agencia para la protección ambiental EPA (AGENCIA PROTECCIÓN AMBIENTAL (EPA), 2023) presenta las afectaciones que puede presentar en la salud:

- El NO₂ actúa principalmente como un irritante que afecta a la mucosa de los ojos, la nariz, la garganta y las vías respiratorias.

- La exposición a dosis de NO₂ extremadamente altas (como en un incendio de un edificio) puede provocar edema pulmonar y una lesión pulmonar difusa.
- La exposición continua a altos niveles de NO₂ puede contribuir al desarrollo de bronquitis aguda o crónica.
- **La exposición a niveles bajos de NO₂ puede causar:**
- Aumento de la reactividad bronquial en algunos asmáticos
- Disminución de la función pulmonar en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica
- Aumento del riesgo a infecciones respiratorias, especialmente en niños pequeños

2.1.4. Ozono Troposférico (O₃)

El ozono es un gas incoloro, formado por tres moléculas de oxígeno, que se encuentra de forma natural en la troposfera y la estratosfera.

Se distinguen dos tipos en función de su ubicación:

El ozono presente en la estratosfera forma una capa que nos protege de las radiaciones ultravioletas; “La capa de Ozono”. Debido a la contaminación por actividades antropogénicas se ha generado uno de los mayores problemas ambientales “El agujero de la capa de Ozono” relacionado directamente con el Cambio Climático.

Por otro lado, el ozono presente en la troposfera de forma natural es producto del transporte de éste desde la estratosfera y de diferentes reacciones químicas. Los precursores para la formación del ozono troposférico mediante dichas reacciones son los COV, CO y los NO_x.

Normalmente el ozono no se produce de forma directa si no por la transformación de otros compuestos llamado precursores. La actividad antrópica ha generado un aumento de las concentraciones de estos precursores, especialmente NO_x y los

COV, generando un problema de contaminación atmosférica. Los NO_x actúan como catalizadores y forman ozono a partir de los COV, por lo que el O₃ es clasificado como un contaminante secundario.

La contaminación por ozono troposférico está determinada por las concentraciones de los precursores y las condiciones meteorológicas, afectando especialmente durante la primavera y el verano en áreas suburbanas y rurales influenciadas por áreas urbanas.

En los últimos años ha aumentado la importancia sobre este contaminante por varios aspectos; la afección sobre la salud y el medio ambiente, así como la dificultad para predecir las concentraciones de este contaminante debido a su carácter de contaminante secundario.

2.1.5. Monóxido de Carbono (CO)

El CO se produce por la combustión incompleta de materiales combustibles como gas, gasolina, queroseno, carbón, petróleo o madera. Las chimeneas de hornos e incineradores industriales, las calderas para generación de vapor, los calentadores de agua y los aparatos domésticos que queman combustibles fósiles o derivados del petróleo, como las estufas u hornillas de la cocina o los calentadores de queroseno, también pueden producir CO si no están funcionando bien.

Tanto los automóviles en movimiento como los automóviles parados con el motor encendido (en ralentí) emiten CO. El monóxido de carbono tiene una afinidad mucho más alta que el oxígeno por la hemoglobina de la sangre, por lo que forma carboxihemoglobina que impide a la hemoglobina transportar el oxígeno a las células, y, por tanto, el organismo no puede obtener la energía necesaria para sobrevivir.

2.2. Marco normativo: norma de calidad del aire

La norma de calidad de aire vigente es la Resolución 2254 de 2017 emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que entre otras disposiciones, establece en su artículo No. 2 los niveles máximos permitidos a condiciones de referencia para los contaminantes criterio para el periodo comprendido desde el 1 de julio de 2018 hasta el 31 de diciembre de 2029, indicados en la Tabla 1, los cuales son base para evaluar e identificar el comportamiento de los contaminantes monitoreados.

Tabla 1. Niveles Máximos Permisible de Contaminantes Criterio en el aire

Contaminante	Nivel Máximo Permisible [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Tiempo de Exposición
PM10	50	Anual
	75	24 horas
PM2.5	25	Anual
	37	24 horas
O ₃	100	8 horas
NO ₂	60	Anual
	200	1 hora
SO ₂	50	24 horas
	100	1 hora
CO	5,000	8 horas
	35,000	1 hora

2.2.1. Índice de Calidad del Aire: procedimiento de cálculo y rangos.

Por otra parte, la Resolución 2254 de 2017, en el capítulo IV define el Índice de Calidad de Aire (ICA) para cada uno de los contaminantes criterio, así como los puntos de corte para realizar el cálculo, esto se resume en la Tabla 2.

De acuerdo a las Resolución del MADS 2254 de 2017, el Índice de Calidad de Aire-ICA es un valor adimensional para reportar el estado de la calidad de aire en función de un código de colores al que están asociados unos efectos generales que deben ser tenidos en cuenta para reducir la exposición a altas concentraciones por parte de la población. (MADS, 2017). Su cálculo ha sido adoptado a partir de las recomendaciones técnicas consignadas en el Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality – The Air Quality Index (AQI), como se explica en

el Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire del Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT, 2010)

Tabla 2. Descripción del ICA, sus efectos y Puntos de Corte

Color	Categoría	Valor ICA	PM 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 24 horas	PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 24 horas	CO $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 8 horas	SO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1 hora	NO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1 hora	O ₃ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 8 horas	O ₃ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1 hora
Verde	Buena	0-50	0-54	0-12	0-5094	0-93	0-100	0-106	-----
Amarillo	Aceptable	51-100	55-154	13-37	5095-10819	94-147	101-189	107-138	-----
Naranja	Dañina a la salud de grupos sensibles	101-150	155-254	38-55	10820-14254	198-486	190-677	139-167	245-323
Rojo	Dañina a la salud	151-200	255-354	56-150	14255-17688	487-797	678-1221	168-207	324-401
Púrpura	Muy dañina a la salud	201-300	355-424	151-250	17689-34862	798-1583	1222-2349	208-393	402-794
Marrón	Peligrosa	301-500	425-604	251-500	34863-57703	1584-2629	2350-3853	394 ²	795-1185

Método de calculo

El indicador se calcula a partir de las mediciones de concentración de los contaminantes monitoreados en los SVCA, y los puntos de corte preestablecidos para cada uno de los contaminantes, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$ICA_p = \frac{I_{Alto} - I_{Bajo}}{PC_{Alto} - PC_{Bajo}} \times (C_p - PC_{Bajo}) + I_{Bajo}$$

Ecuación 1 Calculo Índice de Calidad de Aire

En donde:

ICA_p = Índice de Calidad de Aire para el contaminante p

C_p = Concentración medida para el contaminante p

PC_{Alto} = Punto de corte mayor o igual a C_p

PC_{Bajo} = Punto de corte menor o igual a C_p

I_{Alto} = Valor del ICA correspondiente al PC_{Alto}

I_{Bajo} = Valor del ICA correspondiente al PC_{Bajo}

2.3. Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire:

2.3.1. Condiciones ambientales y poblacionales de la región cubierta por el SVCA.

Condiciones ambientales y poblacionales

Los municipios del área metropolitana de Bucaramanga forman una conurbación que se encuentra ubicada en el valle del Río de Oro, donde su núcleo principal es el municipio de Bucaramanga al ser el que cuenta con mayor número de habitantes. Es de anotar que estos municipios de igual forma se encuentran inscritos en la cuenca alta del río Lebrija. La zona urbana de los municipios pertenece a la subcuenca del Río de Oro y hacen parte de la zona hidrográfica del Magdalena Medio.

De acuerdo con los resultados presentados en el inventario de emisiones realizado con año base 2021, se muestra el comportamiento de las emisiones a partir de las actividades que se desarrollan en los municipios del área metropolitana de Bucaramanga. Estas actividades han venido en aumento de la mano con el crecimiento que han presentado los municipios y así mismo la demanda de bienes y servicios de la población. Dentro de los principales factores se encuentran junto con el crecimiento de las ciudades, el aumento de las tasas de motorización (aumento del parque automotor), incremento del número de viajes y distancias recorridas por los vehículos (aquí se encuentra el aumento del uso de vehículos particulares), y la ocupación de nuevos territorios. Adicionalmente, se da la particularidad que las personas, por ejemplo, que viven en Piedecuesta se desplazan hacia Bucaramanga para realizar sus actividades laborales y así entre

los demás municipios, determinando las mayores distancias que se deben recorrer. (CDMB-UPB, 2022)

Respecto al uso del suelo, Bucaramanga Metropolitana Como Vamos, indica en su informe de calidad de vida, que desde el año 2016 se mantiene una tendencia creciente de viviendas, especialmente el municipio de Girón con un 4,5% de aumento, seguido de Piedecuesta con un 4,3%, Floridablanca con 3,8% y Bucaramanga del 3,4%

Actividad económica

Según el Informe de Calidad de Vida que se ha venido mencionando, en los municipios del área metropolitana de Bucaramanga, la dinámica empresarial se concentra en el municipio de Bucaramanga, seguido de Floridablanca, Piedecuesta y Girón. En todos los municipios que conforman el AMB se evidencia un incremento de 21,3% en el número de empresas formales entre 2019 y 2020. El 60% de las empresas formalizadas e inscritas en la Cámara de Comercio de Bucaramanga se focalizan en el sector comercio, seguido del sector servicios. De acuerdo con información esta entidad, en la capital del departamento solo hay 148 empresas grandes, mientras en Floridablanca se ubican 48, en Girón 22 y en Piedecuesta. En Piedecuesta el 97,9%, de las empresas son micro, en Floridablanca el 96,3%, Girón el 95,7% y Bucaramanga el 94,3%. (CDMB-UPB, 2022)

Transporte

El análisis del parque automotor registrado en las secretarías de movilidad de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta mostró que el 63% del parque automotor que circula en la región metropolitana corresponde a motocicletas 4T, el 30% a autos particulares, las demás categorías representan menos del 10% del parque automotor, correspondiendo el 3% a autos comerciales (taxis y servicio especial), el 2 % a motocicletas 2T y el 5% restante a camiones, buses, buses de servicio especial, tractocamiones, Metrolínea y volquetas. El incremento del parque automotor respecto al año base 2016 se ha dado

principalmente en las motos y los vehículos particulares. Actualmente el parque automotor está conformado por 779.878 vehículos. (CDMB-UPB, 2022)

2.3.2. Ubicación geográfica de estaciones y entorno

El sistema de Vigilancia de Calidad de Aire (SVCA) en el año 2024 conto con 4 estaciones monitoreo automático, ubicadas en 2 municipios del área metropolitana de Bucaramanga. La Imagen 2 presenta el mapa con la ubicación geográfica de las diferentes estaciones automáticas de la CDMB.

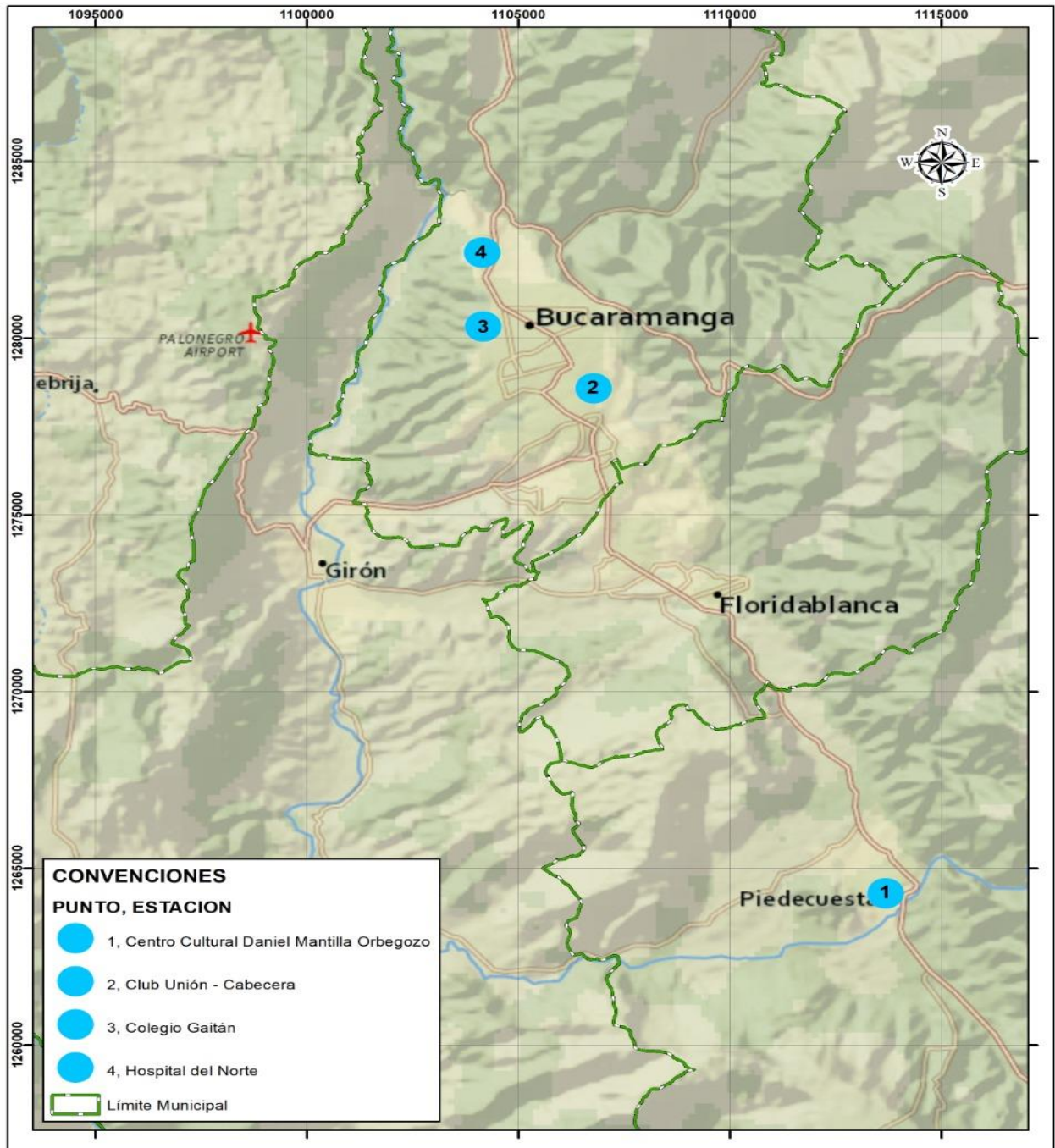


Imagen 2 Ubicación espacial de las estaciones del SVCA

Tabla 3. Ubicación geográfica Estación Club Unión.

ESTACIÓN	DIRECCIÓN	COORDENADAS		
		LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
Club Unión	Calle 49 # 32-20 Terraza Club Unión	7°06'51.6"N	73°06'39.5"W	977
<p>Zona de alto trafico y congestion vehicular caracterizada por la presencia de locales comerciales y oficinas.</p>				

Tabla 4. Ubicación geográfica Estación Colegio Gaitán

ESTACIÓN	DIRECCIÓN	COORDENADAS		
		LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
Colegio Gaitán	Calle 16 # 9-54 Institución Educativa Jorge Eliecer Gaitán	7°07'48.7"N	73°08'04.4"W	928
<p>Sector principalmente residencial, con instituciones educativas y algunas actividades comerciales y de servicios</p>				

Tabla 5. Ubicación geográfica Estación Centro Cultural Daniel Mantilla Piedecuesta

ESTACIÓN	DIRECCIÓN	COORDENADAS		
		LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
Centro Cultural Daniel Mantilla – Piedecuesta	Carrera 8 # 10-65 Centro Cultural Daniel Mantilla Orbeozo	6°59'06.4"N	73°02'55.6"W	1040.151
Sector de trafico liviano, ubicado en la terraza del edificio				

Tabla 6. Ubicación geográfica Estación Hospital Local del Norte

ESTACIÓN	DIRECCIÓN	COORDENADAS		
		LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
Hospital Local del Norte	Carrera 9 Calle 12 Norte Barrio Kennedy Hospital Local del Norte	7° 8'57.38" N	73° 8'4.59" 'W	803.5
Sector residencial con liviano flujo vehicular, cercano al polideportivo recrear del norte				

2.3.3. Tecnologías de monitoreo y métodos analíticos utilizados

Material Particulado PM₁₀ y PM_{2.5}

El medidor de partículas finas Fidas 200, es un espectrómetro de aerosol de partículas finas con la certificación EN 16450. Analiza continuamente las partículas finas presentes en el aire ambiente y calcula simultáneamente los valores de inmisión PM_{2.5} y PM₁₀ que deben controlarse. Al mismo tiempo se calculan y registran los valores PM₁, PM₄, PM_{tot}, la concentración en número de partículas C_n y la distribución granulométrica. El número de partículas se mide mediante la dispersión de luz óptica.

El aparato consta básicamente de los siguientes componentes:

- Cabezal de toma de muestras
- Tubo de toma de muestras
- Estación meteorológica
- Unidad de control



Imagen 3. Analizador de partículas Fidas 200

Dióxido de Nitrógeno NO₂

El AC32e es un analizador de monóxido de nitrógeno y dióxido de nitrógeno específico para bajas concentraciones en el aire ambiente (con un límite de detección de 0.2 ppb). Su principio de medición se basa en la quimioluminiscencia del óxido de nitrógeno (NO) en presencia de moléculas de ozono altamente oxidantes. Debido a las recientes tecnologías ópticas y electrónicas, el dispositivo

ofrece muchas ventajas y solo requiere un mantenimiento limitado. La muestra se toma utilizando un tubo de teflón (6 mm de diámetro externo) conectado al panel posterior del analizador. La muestra es aspirada por una bomba externa. La medición se muestra en una pantalla a color equipada con una pantalla táctil ubicada en el panel frontal.

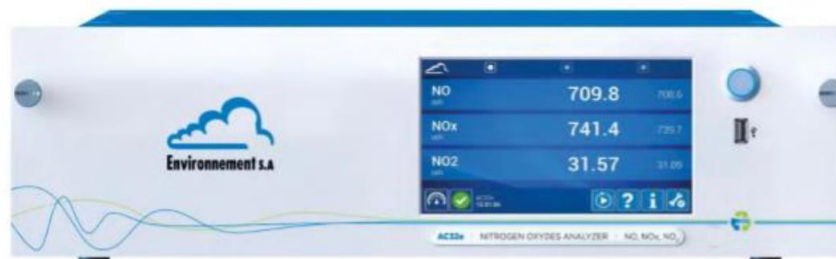


Imagen 4. Analizador de Dióxido de Nitrógeno Envea AC32e

Dióxido de Azufre SO₂

El AF22e es un analizador de dióxido de azufre continuo (con un límite de detección de 0.4 ppb). Su detección se basa en el principio de fluorescencia ultravioleta. La muestra se toma utilizando un tubo de teflón (6 mm de diámetro externo) conectado al panel posterior del analizador. La muestra es aspirada por una bomba interna. La medición se muestra en una pantalla a color equipada con una pantalla táctil ubicada en el panel frontal.



Imagen 5. Analizador de Dióxido de Azufre Envea AF22e

Monóxido de Carbono CO

El CO12e es un analizador continuo de monóxido de carbono (con un límite de detección de 0.05 ppm). Su principio de medición se basa en la detección de monóxido de carbono por absorción en luz infrarroja. La muestra se toma utilizando un tubo de teflón (6 mm de diámetro externo) conectado al panel posterior del analizador. La muestra es aspirada por una bomba interna. La medición se muestra en una pantalla a color equipada con una pantalla táctil ubicada en el panel frontal.

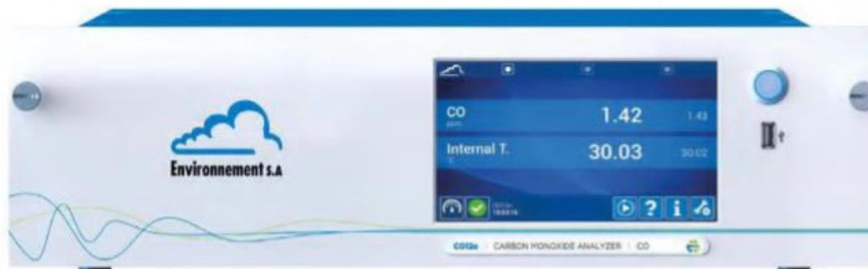


Imagen 6. Analizador de Monóxido de Carbono Envea CO12e

Ozono Troposférico O₃

El O342e es un analizador de ozono continuo (con un límite de detección de 0.2 ppb). Su principio de medición se basa en la detección de ozono por absorción

directa en luz ultravioleta. Con la incorporación de tecnologías ópticas y electrónicas recientes, el analizador ofrece muchas ventajas mientras que requiere un mantenimiento limitado. La muestra se toma con un tubo de teflón (6 mm de diámetro externo) conectado al panel posterior del analizador. La muestra es aspirada por una bomba interna. La medición se muestra en una pantalla a color equipada con una pantalla táctil.



Imagen 7. Analizador de Ozono Troposférico Envea O342e

Azufre Total Reducido TRS

La muestra tomada por la bomba del AF22E cruza el bloque de la válvula solenoide. Luego pasa al módulo CTRS donde cruza: – el Permapure, el filtro donde se filtra el SO_2 , – el horno donde el CTRS se convierte en SO_2 . La muestra vuelve al AF22E donde se analiza el SO_2 resultante de la conversión de TRS.



Imagen 8. Módulo convertidor de TRS CTRS S2-E

Resumen de tecnologías de monitoreo y métodos analíticos utilizados


Tabla 7. Resumen de las tecnologías y métodos de monitoreo utilizadas SVCA CDMB

ESTACIÓN	CONTAMINANTE CRITERIO	PRINCIPIO DE OPERACIÓN	REGIMEN DE OPERACIÓN	METODO
CCDMO - Piedecuesta, Club Unión, Colegio Gaitán, Hospital Local del Norte.	PM ₁₀	Espectrometría	Continuo - Automático	Sistemas de Medición Automatizados para la determinación de la Concentración de Material Particulado (PM ₁₀ ; PM _{2.5}): EN 16450:2017
CCDMO - Piedecuesta, Club Unión, Colegio Gaitán, Hospital Local del Norte.	PM _{2.5}	Espectrometría	Continuo - Automático	Sistemas de Medición Automatizados para la determinación de la Concentración de Material Particulado (PM ₁₀ ; PM _{2.5}): EN 16450:2017
CCDMO - Piedecuesta, Club Unión	SO ₂	Fluorescencia ultravioleta	Continuo - Automático	U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice A-1. Fluorescencia Ultravioleta. Método de Referencia Automático: EQSA- 0802-149
CCDMO - Piedecuesta, Club Unión	NO ₂	Quimioluminiscencia	Continuo - Automático	U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice F. Quimioluminiscencia en Fase Gaseosa. Método de Referencia Automático: RFNA- 0118-249.

ESTACIÓN	CONTAMINANTE CRITERIO	PRINCIPIO DE OPERACIÓN	REGIMEN DE OPERACIÓN	METODO
CCDMO - Piedecuesta, Club Unión, Colegio Gaitán, Hospital Local del Norte.	O ₃	Fotometría ultravioleta	Continuo - Automático	U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice D. Método de Referencia Automático: EQOA- 0515-225.
CCDMO - Piedecuesta, Club Unión	CO	Espectroscopía de absorción infrarroja	Continuo - Automático	:U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice C. Método de Referencia Automático: RFCA- 0915-228.
Colegio Gaitán, Hospital Local del Norte	TRS	Fluorescencia ultravioleta	Continuo - Automático	U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice A-1. Fluorescencia Ultravioleta / Oxidación Termocatalítica, Método de Referencia Automático: EQSA- 0802-149

2.3.4. Resumen ficha técnica de las estaciones

Estación Hospital Local del Norte

	CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA- CDMB.		
	ELABORO:	REVISO:	APROBO:
	Gestion del Conocimiento Ambiental	Delegado Dirección SIGC	Director(a) General
CODIGO: M-CA-FO128 VERSION: 01	FICHA TECNICA ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE		

INFORMACION GENERAL																																											
PROYECTO: NOMBRE DE LA ESTACION: COORDENADAS: Descripción de la ubicación:	SISTEMA DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE																																										
	HOSPITAL LOCAL DEL NORTE		MUNICIPIO:	BUCARAMANGA																																							
	LATITUD:	7° 8'57.38" N	ALTITUD:	803.5																																							
	LONGITUD:	73° 8'4.59" W	ALT. DEL SUELO:	14.91																																							
PUNTO UBICADO EN EL BARRIO KENNEDY, EN EL HOSPITAL LOCAL DEL NORTE, EN UN SECTOR RESIDENCIAL, CON TRAFICO VEHICULAR LIVIANO EN SU MAYORIA, CERCAÑO AL POLIDEPORTIVO RECREAR DEL NORTE																																											
TIPO DE ESTACION: Nivel I: Area Urbana: <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Suburbana: <input type="checkbox"/> Rural: <input type="checkbox"/> Nivel II: Tiempo Fija: <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Indicativa: <input type="checkbox"/> Nivel III: Emisiones Dominantes Tráfico: <input checked="" type="checkbox"/> Punto Crítico: <input type="checkbox"/> Industrial: <input checked="" type="checkbox"/> De Fondo: <input checked="" type="checkbox"/> Nivel IV: Información Adicional <u>TRAFICO:</u> Distancia al borde (m): <input type="text" value="40"/> Ancho de la Vía: <input type="text" value="6"/> Trafico Diario Sentido 1: <input type="text" value="BAJO"/> Trafico Diario Sentido 2: <input type="text" value="BAJO"/> Velocidad Promedio: <input type="text" value="30 Km/h"/> % Vehiculos Pesados: <input type="text" value="10"/> Estado de la Vía: <input type="text" value="PAVIMENTADA"/> <u>INDICATIVAS:</u> Tiempo de Muestreo: <input type="text" value="PERMANENTE"/> Seco/Humedo: <input type="text"/> Fecha Inicio: <input type="text" value="05-11-2021"/> OBJETIVOS REPRESENTATIVIDAD DE LA ESTACION: OBJETIVOS: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> REPRESENTATIVIDAD: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> FUENTES DE EMISION: Principal Fuente: <input type="text" value="TRAFICO VEHICULAR"/> Segunda Fuente: <input type="text" value="INDUSTRIAS"/> Tercera Fuente: <input type="text"/>																																											
<u>INDUSTRIAL:</u> Tipo de Industria: <input type="text" value="Parque Industrial II, Bavaria"/> Distancia Fuentes (Km): <input type="text" value="2.30, 1.56"/> Dirección (Grados): <input type="text" value="247.33, 348.04"/> <u>PUNTO CRITICO:</u> Fuente Evaluada: <input type="text"/> Calle Encajonada: <input type="text"/> Calle Libre: <input checked="" type="checkbox"/> <u>RURALES DE FONDO:</u> Cercana Ciudades Regionales: <input checked="" type="checkbox"/>																																											
CONFIGURACION DE LA ESTACION: <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>PARAMETRO</th> <th>TECNOLOGIA</th> <th>METODO REFERENCIA</th> <th>ESTACION METEREOLÓGICA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PM10</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>ESPECTOMETRIA</td> <td>Serial: <input type="text" value="20100319"/></td> </tr> <tr> <td>PM2.5</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>ESPECTOMETRIA</td> <td>DV <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>PST</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td>VV <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>CO</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td>PRESION <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>SO2</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td>TEMP. <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>NOx</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td>HR <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>O3</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>FOTOMETRIA UV</td> <td>PRECIP. <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Otro:</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td>RAD. SOLAR <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>OTROS <input type="text"/></td> </tr> </tbody> </table>				PARAMETRO	TECNOLOGIA	METODO REFERENCIA	ESTACION METEREOLÓGICA	PM10	<input checked="" type="checkbox"/>	ESPECTOMETRIA	Serial: <input type="text" value="20100319"/>	PM2.5	<input checked="" type="checkbox"/>	ESPECTOMETRIA	DV <input checked="" type="checkbox"/>	PST	<input type="checkbox"/>		VV <input checked="" type="checkbox"/>	CO	<input type="checkbox"/>		PRESION <input checked="" type="checkbox"/>	SO2	<input type="checkbox"/>		TEMP. <input checked="" type="checkbox"/>	NOx	<input type="checkbox"/>		HR <input checked="" type="checkbox"/>	O3	<input checked="" type="checkbox"/>	FOTOMETRIA UV	PRECIP. <input checked="" type="checkbox"/>	Otro:	<input checked="" type="checkbox"/>		RAD. SOLAR <input checked="" type="checkbox"/>				OTROS <input type="text"/>
PARAMETRO	TECNOLOGIA	METODO REFERENCIA	ESTACION METEREOLÓGICA																																								
PM10	<input checked="" type="checkbox"/>	ESPECTOMETRIA	Serial: <input type="text" value="20100319"/>																																								
PM2.5	<input checked="" type="checkbox"/>	ESPECTOMETRIA	DV <input checked="" type="checkbox"/>																																								
PST	<input type="checkbox"/>		VV <input checked="" type="checkbox"/>																																								
CO	<input type="checkbox"/>		PRESION <input checked="" type="checkbox"/>																																								
SO2	<input type="checkbox"/>		TEMP. <input checked="" type="checkbox"/>																																								
NOx	<input type="checkbox"/>		HR <input checked="" type="checkbox"/>																																								
O3	<input checked="" type="checkbox"/>	FOTOMETRIA UV	PRECIP. <input checked="" type="checkbox"/>																																								
Otro:	<input checked="" type="checkbox"/>		RAD. SOLAR <input checked="" type="checkbox"/>																																								
			OTROS <input type="text"/>																																								
OTROS CAL. AIRE: <input type="text" value="TRS - FLUORESCENCIA UV - EPA TITULO 40 PARTE 50"/> OTROS MET.: <input type="text"/>																																											

Imagen 9. Ficha técnica Estación Hospital Local del Norte

Estación Colegio Gaitán



	CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA- CDMB.		
	ELABORO: Gestion del Conocimiento Ambiental	REVISO: Delegado Dirección SIGC	APROBO: Director(a) General
CODIGO: M-CA-FO128 VERSION: 01	FICHA TECNICA ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE		
INFORMACION GENERAL			
SISTEMA DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE			
PROYECTO:	COLEGIO GAITAN		
NOMBRE DE LA ESTACION:	MUNICIPIO: BUCARAMANGA		
COORDENADAS:	LATITUD: 7°07'48.7"N	ALTITUD: 928	
	LONGITUD: 73°08'04.4"W	ALT. DEL SUELO: 4	
Descripción de la ubicación:	PUNTO UBICADO EN EL BARRIO GAITAN EN LA CALLE 16 # 10, EN EL COLEGIO JORGE ELIECER GAITAN CERCANO A VIVIENDAS, TRAFICO VEHICULAR LIVIANO, Y BOSQUE DE LA ESCARPA DE BUCARAMANGA		
TIPO DE ESTACION:			
Nivel I: Area	Nivel II: Tiempo	Nivel III: Emisiones Dominantes	
Urbana: <input checked="" type="checkbox"/>	Fija: <input checked="" type="checkbox"/>	Tráfico: <input checked="" type="checkbox"/>	
Suburbana: <input type="checkbox"/>	Indicativa: <input type="checkbox"/>	Punto Crítico: <input type="checkbox"/>	
Rural: <input type="checkbox"/>		Industrial: <input checked="" type="checkbox"/>	
		De Fondo: <input checked="" type="checkbox"/>	
Nivel IV: Información Adicional			
TRAFICO:	INDUSTRIAL:		
Distancia al borde (m): 20	Tipo de Industria: Sector Harinagro, Alimentos (Sector)		
Ancho de la Vía: 6	Distancia Fuentes (Km): 2.25, 3.88		
Trafico Diario Sentido 1: BAJO	Dirección (Grados): 293.65, 232.69		
Trafico Diario Sentido 2: BAJO			
Velocidad Promedio: 20 Km/h	PUNTO CRITICO:		
% Vehiculos Pesados: 5	Fuente Evaluada: <input type="checkbox"/>		
Estado de la Vía: PAVIMENTADA	Calle Encajonada: <input checked="" type="checkbox"/>		
INDICATIVAS:	Calle Libre: <input type="checkbox"/>		
Tiempo de Muestreo: PERMANENTE	RURALES DE FONDO:		
Seco/Humedo: <input type="checkbox"/>	Cercana Ciudades: <input checked="" type="checkbox"/>		
Fecha Inicio: 25-10-2021	Regionales: <input type="checkbox"/>		
OBJETIVOS REPRESENTATIVIDAD DE LA ESTACION:			
REPRESENTATIVIDAD:	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE PERMANENTE		
FUENTES DE EMISION:			
Principal Fuente: TRAFICO VEHICULAR			
Segunda Fuente: INDUSTRIAS			
Tercera Fuente:			
CONFIGURACION DE LA ESTACION:			
PARAMETRO	TECNOLOGIA	METODO REFERENCIA	ESTACION METEOROLOGICA
PM10 <input checked="" type="checkbox"/>	ESPECTOMETRIA	UNE-EN 16450	Serial: 21010131
PM2.5 <input checked="" type="checkbox"/>	ESPECTOMETRIA		DV <input checked="" type="checkbox"/>
PST <input type="checkbox"/>			VV <input checked="" type="checkbox"/>
CO <input type="checkbox"/>			PRESION <input checked="" type="checkbox"/>
SO2 <input type="checkbox"/>			TEMP. <input checked="" type="checkbox"/>
NOx <input type="checkbox"/>			HR <input checked="" type="checkbox"/>
O3 <input checked="" type="checkbox"/>	FOTOMETRIA UV	EPA TITULO 40 PARTE 50	PRECIP. <input checked="" type="checkbox"/>
Otro: <input checked="" type="checkbox"/>			RAD. SOLAR <input checked="" type="checkbox"/>
			OTROS <input type="checkbox"/>
OTROS CAL. AIRE	TRS - FLUORESCENCIA UV - EPA TITULO 40 PARTE 50		
OTROS MET.			

Imagen 10. Ficha técnica Estación Colegio Gaitán


Estación Club Unión

	CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA- CDMB.		
	ELABORO: Gestión del Conocimiento Ambiental	REVISO: Delegado Dirección SIGC	APROBO: Director(a) General
CODIGO: M-CA-FO128	FICHA TECNICA ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE		
VERSION: 01			

INFORMACION GENERAL				
PROYECTO: NOMBRE DE LA ESTACION: COORDENADAS: Descripción de la ubicación:	SISTEMA DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE			
	CLUB UNIÓN	MUNICIPIO:	BUCARAMANGA	
	LATITUD:	7°06'S1.6"N	ALTITUD:	977
	LONGITUD:	73°06'39.5"W	ALT. DEL SUELO:	12
PUNTO UBICADO EN EL SECTOR DE CABECERA EN LA CARRERA 33 ENTRE CALLES 49 Y 51 EN EL CLUB UNION, CERCANO A UNA VIA PRINCIPAL CON ALTO TRAFICO VEHICULAR MIXTO Y ZONAS COMERCIALES				
TIPO DE ESTACION: Nivel I: Area Urbana: <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Suburbana: <input type="checkbox"/> Rural: <input type="checkbox"/> Nivel II: Tiempo Fija: <input checked="" type="checkbox"/> Indicativa: <input type="checkbox"/> Nivel III: Emisiones Dominantes Tráfico: <input checked="" type="checkbox"/> Punto Crítico: <input type="checkbox"/> Industrial: <input type="checkbox"/> De Fondo: <input checked="" type="checkbox"/> Nivel IV: Información Adicional TRAFICO: Distancia al borde (m): 7 Y 24 Ancho de la Vía: 6 Y 12 Trafico Diario Sentido 1: ALTO Trafico Diario Sentido 2: ALTO Velocidad Promedio: 30 km/h % Vehiculos Pesados: 20 Estado de la Vía: PAVIMENTADO INDICATIVAS: Tiempo de Muestreo: PERMANENTE Seco/Humedo: Fecha Inicio: 15-10-21				
INDUSTRIAL: Tipo de Industria: Parque industrial Distancia Fuentes (Km): 5.71 Dirección (Grados): 265.91 PUNTO CRITICO: Fuente Evaluada: Calle Encajonada: <input checked="" type="checkbox"/> Calle Libre: <input type="checkbox"/> RURALES DE FONDO: Cercana Ciudades Regionales: <input checked="" type="checkbox"/>				
OBJETIVOS REPRESENTATIVIDAD DE LA ESTACION: _____ _____				
REPRESENTATIVIDAD: MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE PERMANENTE				
FUENTES DE EMISION: Principal Fuente: TRAFICO VEHICULAR Segunda Fuente: INDUSTRIA Tercera Fuente:				
CONFIGURACION DE LA ESTACION:				
PARAMETRO PM10 PM2.5 PST CO SO2 NOx O3 Otro:	TECNOLOGIA ESPECTOMETRIA ESPECTOMETRIA INFRAROJO FLUORESCENCIA UV QUIMIOLUMINISCENCIA FOTOMETRIA UV	METODO REFERENCIA UNE-EN 16450 UNE-EN 16450 EPA TITULO 40 PARTE 50 EPA TITULO 40 PARTE 50 EPA TITULO 40 PARTE 50 EPA TITULO 40 PARTE 50	ESTACION METEREOLÓGICA Serial: 21010132 DV: <input checked="" type="checkbox"/> VV: <input checked="" type="checkbox"/> PRESION: <input checked="" type="checkbox"/> TEMP.: <input checked="" type="checkbox"/> HR: <input checked="" type="checkbox"/> PRECIP.: <input checked="" type="checkbox"/> RAD. SOLAR: <input checked="" type="checkbox"/> OTROS:	
OTROS CAL. AIRE _____				
OTROS MET. _____				

Imagen 11. Ficha técnica Estación Club Unión

Estación Centro Cultural Daniel Mantilla Orbezo Piedecuesta / CCDMO - Piedecuesta

	CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA- CDMB.		
	ELABORO: Gestion del Conocimiento Ambiental	REVISO: Delegado Dirección SIGC	APROBO: Director(a) General
CODIGO: M-CA-FO128 VERSION: 01	FICHA TECNICA ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE		

INFORMACION GENERAL			
PROYECTO: SISTEMA DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE			
NOMBRE DE LA ESTACION: CENTRO CULTURAL DANIEL MANTILLA - PIEDECUESTA		MUNICIPIO: PIEDECUESTA	
COORDENADAS:		ALTITUD: 1040.151	
LATITUD: 6°59'06.4"N		LONGITUD: 73°02'55.6"W	
LONGITUD: 73°02'55.6"W		ALT. DEL SUELO: 14.609	
Descripción de la ubicación: PUNTO UBICADO EN EL MUNICIPIO DE PIEDECUESTA, EN EL LUGAR CONOCIDO COMO INDERPIDECUESTA, EN LA CARRERA 8 # 11, SOBRE LA AZOTEA DEL EDIFICIO, PASO CONSTANTE DE VEHICULOS DE TRAFICO LIVIANO			
TIPO DE ESTACION:			
Nivel I: Area			
Urbana:	<input checked="" type="checkbox"/>	Nivel II: Tiempo	Nivel III: Emisiones Dominantes
Suburbana:	<input type="checkbox"/>	Fija:	Tráfico:
Rural:	<input type="checkbox"/>	Indicativa:	Punto Crítico:
			Industrial:
			De Fondo:
Nivel IV: Información Adicional			
TRAFICO:		INDUSTRIAL:	
Distancia al borde (m):	10	Tipo de Industria:	Alimentos (Sector Guatiguara)
Ancho de la Vía:	5	Distancia Fuentes (Km):	3.5
Trafico Diario Sentido 1:	MEDIO	Dirección (Grados):	109.04
Trafico Diario Sentido 2:	MEDIO		
Velocidad Promedio:	30 Km/h	PUNTO CRITICO:	
% Vehiculos Pesados:	15	Fuente Evaluada:	<input type="checkbox"/>
Estado de la Vía:	PAVIMENTADA	Calle Encajonada:	<input checked="" type="checkbox"/>
		Calle Libre:	<input type="checkbox"/>
INDICATIVAS:		RURALES DE FONDO:	
Tiempo de Muestreo:	PERMANENTE	Cercana Ciudades Regionales:	<input checked="" type="checkbox"/>
Seco/Humedo:			
Fecha Inicio:	23/09/21		
OBJETIVOS REPRESENTATIVIDAD DE LA ESTACION:			
REPRESENTATIVIDAD:			
MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE PERMANENTE			
FUENTES DE EMISION:			
Principal Fuente:	TRAFICO VEHICULAR		
Segunda Fuente:	INDUSTRIA		
Tercera Fuente:			
CONFIGURACION DE LA ESTACION:			
PARAMETRO	TECNOLOGIA	METODO REFERENCIA	ESTACION METEOROLOGICA
PM10	<input checked="" type="checkbox"/> ESPECTOMETRIA	UNE-EN 16450	Serial: 21010129
PM2.5	<input checked="" type="checkbox"/> ESPECTOMETRIA	UNE-EN 16450	DV: <input checked="" type="checkbox"/>
PST	<input type="checkbox"/>		VV: <input checked="" type="checkbox"/>
CO	<input checked="" type="checkbox"/> INFRAROJO	EPA TITULO 40 PARTE 50	PRESION: <input checked="" type="checkbox"/>
SO2	<input checked="" type="checkbox"/> FLUORESCENCIA UV	EPA TITULO 40 PARTE 50	TEMP.: <input checked="" type="checkbox"/>
NOx	<input checked="" type="checkbox"/> QUIMIOLUMINISCENCIA	EPA TITULO 40 PARTE 50	HR: <input checked="" type="checkbox"/>
O3	<input checked="" type="checkbox"/> FOTOMETRIA UV	EPA TITULO 40 PARTE 50	PRECIP.: <input checked="" type="checkbox"/>
Otro:	<input type="checkbox"/>		RAD. SOLAR: <input checked="" type="checkbox"/>
			OTROS: <input type="checkbox"/>
OTROS CAL. AIRE			
OTROS MET.			

Imagen 12. Ficha técnica Estación CCDMO - Piedecuesta

2.4. Estadísticas empleadas

Los datos que se descargan de la plataforma AmbiensQ están validados con pruebas de escritorio, estas operaciones se validan por la empresa que desarrollo la plataforma y estas operaciones son las siguientes:

- Promedio aritmético: Es lo que se conoce como media al uso. Sumamos todos los valores y lo dividimos entre la cantidad de observaciones:

$$\text{Promedio aritmetico} = \frac{\sum_1^N xi}{N}$$

Ecuación 2 Promedio aritmético

- Desviación estándar: La desviación estándar es una medida de extensión o variabilidad en la estadística descriptiva. Se utiliza para calcular la variación o dispersión en la que los puntos de datos individuales difieren de la media.

Una desviación baja indica que los puntos de datos están muy cerca de la media, mientras que una desviación alta muestra que los datos están dispersos en un rango mayor de valores.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X - x.)^2}{n - 1}}$$

Ecuación 3 Desviación estándar

S= Desviación estándar

X= Cada Valor

x.= Promedio aritmético

- Conversión de unidades: Para comparar con la normativa es necesario hacer un cambio de unidades ya que los equipos los toman muestra en partes por

billón (ppb) y la normativa esta expresada en microgramo por metro cubico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

$$\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} = \frac{(x * \text{peso molecular contaminante})}{24.45}$$

Ecuación 4 Conversión de unidades

X= valor medido en el equipo ppb

24.45= volumen que ocupa un mol de aire a 25 °C y 1 atm.

2.5. Meteorología:

Las variables meteorológicas medidas por el SVCA de la CDMB incluyen, temperatura, precipitación, humedad relativa, dirección de viento y velocidad de viento. Para su análisis se tiene en cuenta:

- ❖ Precipitación total anual y mensual: señala el régimen de la precipitación total en milímetros.
- ❖ Temperatura media del aire: Corresponde al promedio aritmético de los valores de temperatura ambiente media diaria medidos durante un mes.
- ❖ Temperatura máxima del aire: Corresponde a la Temperatura ambiente máxima mensual, que se obtiene de los valores máximos de temperatura diaria durante un mes.
- ❖ Temperatura mínima del aire: Corresponde al promedio aritmético de los valores de temperatura ambiente mínima diaria medidos durante un mes.

2.6. Incertidumbre de las mediciones

La palabra “incertidumbre” significa duda, y, por tanto, en un sentido más amplio “incertidumbre de medición” significa duda en la validez del resultado de una medición. Debido a la falta de palabras diferentes para este concepto general de incertidumbre y para las magnitudes específicas que suministran las medidas cuantitativas del concepto, por ejemplo, la desviación estándar, es necesario usar la palabra “incertidumbre” en estos dos sentidos diferentes. (ICONTEC, 2019)

La incertidumbre en el resultado de una medición refleja la imposibilidad de conocer exactamente el valor del mensurando. (ICONTEC, 2019).

El SVCA de la CDMB, en cumplimiento a los procedimientos establecidos, determino la incertidumbre de medición para los contaminantes medidos en cada una de las estaciones de monitoreo, dichos valores pueden ser consultados en el numeral 3.2 en la declaración de conformidad.

3. EVALUACIÓN DE LA CANTIDAD, CALIDAD, OPORTUNIDAD Y DISPONIBILIDAD DE LA INFORMACIÓN EN LA BASE DE DATOS

3.1. Declaración de resultados

Los resultados presentados en este informe hacen referencia exclusivamente al monitoreo de los contaminantes PM₁₀ (24 h), PM_{2.5} (24 h), CO (8 h y 1 h), SO₂ (24 h y 1 h), NO₂ (1 h), O₃ (8 h) y TRS (1 h y 24 h), correspondientes al periodo comprendido entre el primero (01) de enero y el treinta y uno (31) de diciembre de 2024. Todos estos contaminantes se expresan en unidades de concentración de µg/m³ y se presentan conforme a la temporalidad establecida en la Resolución 2254 de 2017 y la Resolución 1541 de 2013.

Los datos provienen de las estaciones automáticas Hospital Local del Norte, Colegio Gaitán, Club Unión y CCDMO Piedecuesta del Sistema de Vigilancia de la Calidad

del Aire (SVCA) de la CDMB, entidad acreditada para “producir información cuantitativa física y química para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes”, según lo dispuesto en el artículo 1 de la Resolución de Acreditación N.º 1257 del 14 de septiembre de 2023 del IDEAM, corregida por la Resolución 055 del 17 de enero de 2024, bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025:2017 – Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

Se precisa que algunos datos incluidos en este informe, en periodos específicos, no hacen parte del alcance acreditado vigente. En concordancia con lo anterior, en los numerales 4.1 y 4.2 se presenta de manera textual y gráfica la identificación de dichos datos fuera del alcance. En este sentido, estos valores se reportan únicamente con fines informativos y de seguimiento técnico, sin ser considerados como datos acreditados ni utilizados para declaraciones de conformidad.

Las actividades de ensayo se realizaron empleando métodos acreditados ante el IDEAM, bajo condiciones controladas y conforme a los protocolos técnicos establecidos. Se aclara que todos los métodos fueron aplicados según lo establecido en los procedimientos normalizados, con excepción del parámetro TRS, para el cual se utilizó una modificación validada del método original, manteniendo su trazabilidad y confiabilidad técnica.

Se informa que los datos consignados en este informe son de carácter público y pueden ser consultados por cualquier parte interesada. No obstante, se solicita que su uso se realice de manera responsable, evitando interpretaciones descontextualizadas o ajenas al propósito del monitoreo ambiental. La CDMB no se hace responsable por interpretaciones o usos indebidos de esta información fuera del contexto técnico en el cual fue generada, por tal motivo se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización previa y expresa del Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA) de la CDMB.

Los resultados reportados son válidos únicamente para las condiciones y fechas específicas en las que se llevó a cabo el muestreo

3.2. Análisis del porcentaje de captura de datos

Las 4 estaciones de calidad de aire con que cuenta la CDMB iniciaron operaciones el día 01/12/2021, sin embargo desde el mes de agosto de 2022 entro en operación el Sistema de Vigilancia de Calidad de Aire (SVCA) bajo la norma ISO 17025 del 2017, se destaca para el año el cual se presenta este informe (2024) que durante algunos intervalos de tiempo no se presentan datos para algunos contaminantes esto se debe a que durante parte del año se estuvo realizando ajustes, calibraciones con el fin de poner a punto las estaciones, por ende fueron invalidados, se muestra representatividad de datos en la Tabla 8, no obstante se presenta el análisis de los datos obtenidos para que los diferentes actores conozcan el comportamiento temporal de los contaminantes medidos.

Tabla 8 Representatividad de captura de datos por contaminante en las estaciones del SVCA.

Estación	Contaminante	%Representatividad
Piedecuesta	PM 10	90 %
	PM2.5	90 %
	Ozono (O ₃)	92 %
	Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	93 %
	Dióxido de azufre (SO ₂)	89 %
	Monóxido de carbono (CO)	96 %
Club Unión	PM10	97 %
	PM2.5	97 %
	Ozono (O ₃)	97 %
	Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	88 %
	Dióxido de azufre (SO ₂)	87 %
	Monóxido de carbono (CO)	91 %
Colegio Gaitán	PM10	36 %
	PM2.5	36 %
	Ozono (O ₃)	96 %
Hospital Local del Norte	PM10	95 %
	PM2.5	95 %
	Ozono(O ₃)	97 %

3.3. Declaración de conformidad

La determinación de la conformidad se realiza usando la regla de decisión “Declaración Binaria para una regla de aceptación simple $w=0$ ” siguiendo la “Guía para establecer reglas de decisión en la declaración de conformidad”, esto entendiendo que la resolución 2254 de 2017 ofrece un límite único de cumplimiento para los diferentes contaminantes medidos y la resolución 1541 de 2013 respecto a las sustancias generadoras de olores ofensivos. La conformidad del dato de concentración obtenido se declarará cuando al sumársele el valor en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de la incertidumbre expandida, dicho resultado no supere el valor del nivel máximo permisible del respectivo contaminante criterio y para el tiempo de exposición correspondiente, en caso de superar el límite permisible el dato se declarará no conforme frente a los límites establecidos en la resolución MADS No. 2254 de 2017 y la Resolución MAVDT No. 1541 de 2013.

A continuación, se presenta la incertidumbre de medición para el análisis de los datos, clasificada como tipo A (método para evaluar la incertidumbre mediante análisis estadístico de una serie de observaciones) y tipo B (método para evaluar la incertidumbre por otros medios distintos al análisis estadístico). Esta se determina para cada contaminante y se aplica a cada una de las estaciones del SVCA. Cabe señalar que, si bien la mayoría de los datos registrados durante el periodo del informe (enero – diciembre) se mantuvieron alejados de los límites establecidos por la norma, en el mes de abril algunos valores de material particulado 2.5 (PM2.5) se aproximaron a dichos límites. Por tal motivo, fue necesario aplicar la incertidumbre correspondiente y considerar la regla de decisión para evaluar un incumplimiento normativo. En la Tabla 9 se presentan las incertidumbres asociadas a cada uno de los contaminantes medidos.

Tabla 9 Incertidumbre por contaminante

ESTACIÓN	Incertidumbre Estándar Expandida						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	NO ₂	O ₃	SO ₂	TRS
CLUB UNIÓN	1.06	1.06	0.84	1.42	4.64	4.31	NA
COLEGIO GAITÁN	1.10	1.10	NA	NA	3.88	NA	4.32
HOSPITAL LOCAL DEL NORTE	1.06	1.06	NA	NA	4.38	NA	3.48
CCDMO - PIEDECUESTA	1.08	1.08	0.89	3.49	3.13	6.14	NA

Las declaraciones de conformidad de los datos generados y validados se concluyen en el numeral seis (6) del presente informe.

4. CALIDAD DEL AIRE Y METEOROLOGÍA

4.1. Resultados de Calidad del Aire

4.1.1. MATERIAL PARTICULADO PM 2.5

El Material Particulado menor a 2.5 μm (PM2.5) es uno de los contaminantes criterio que tienen más impacto en la calidad del aire del área metropolitana de Bucaramanga. El PM2.5 es clave para establecer el estado de la calidad del aire de la región y, para lo cual se considera como información base la presentada en la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. De acuerdo con la última actualización del inventario de emisiones del área metropolitana de Bucaramanga año base 2021, las emisiones de PM2.5 están asociadas mayoritariamente a las fuentes móviles, siendo las motos 4 tiempos y los camiones los que más aportan (CDMB-UPB, 2022).

Datos anuales PM 2.5

Para la presentación de los datos de PM 2.5 en las estaciones es importante recalcar que el SVCA inicio su operación el día 23 de agosto de 2022 esto bajo la norma ISO 17025 de 2017 que posteriormente fue acreditada bajo Resolución 1257 del 14 de septiembre de 2023, en la Tabla 10 se presenta la representatividad de mediciones horarias presentadas así como la concentración promedio anual registrada. Se destaca que los datos registrados por la estación de monitoreo ubicada en el Colegio Gaitán no presentan una representatividad adecuada, debido a una falla técnica en el equipo de medición. Aunque dicha falla fue corregida y el funcionamiento del sistema fue restablecido, el incumplimiento en los criterios mínimos de representatividad impide considerar estos datos en el análisis de concentración promedio anual, así como en los análisis de ciclos horarios y diarios. Por lo tanto, la información proveniente de esta estación no será objeto de dichos análisis en el presente informe.

Tabla 10 Representatividad datos PM 2.5 Año 2024.

Estación	Contaminante	% Representatividad datos	Concentración Promedio anual PM 2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Hospital Norte	PM 2.5	95 %	12.37
CCDMO - Piedecuesta	PM 2.5	90 %	12.75
Club Unión	PM 2.5	97 %	13.08
Colegio Gaitán	PM 2.5	36 %	---

Comportamiento anual de PM2.5

La Figura 1 muestra la concentración anual promedio de PM2.5 en tres de las cuatro estaciones que miden este parámetro, se observa que los valores registrados están por debajo de la norma anual vigente de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

En general, la concentración en todas las estaciones se mantiene entre 12 y 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, lo que indica una mayor proximidad al objetivo intermedio establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y a la meta planteada en la Resolución 2254 de 2017 para el año 2030, que es de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Por otro lado, la Resolución 2254 de 2017 también establece un límite anual para el año 2024. Sin embargo, las concentraciones medidas aún se encuentran alejadas de este umbral.

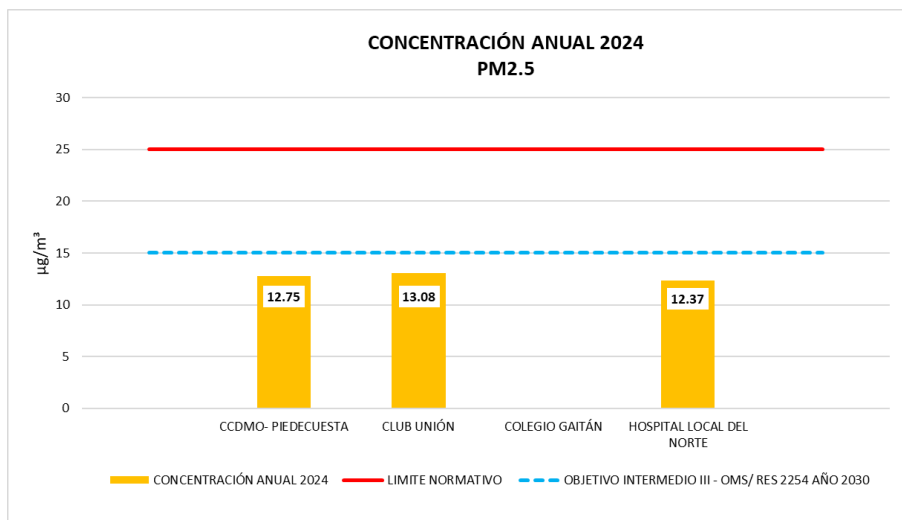


Figura 1 Concentración promedio anual PM 2.5

En las gráficas que se presentan en la Figura 2 a la Figura 5 se presenta la información referente al material particulado PM 2.5, donde se observa que las concentraciones más altas ocurren durante los primeros meses del año periodo en el cual se presentan menos lluvias y se generan incendios forestales que afectan directamente la calidad de aire en la región y a nivel nacional, específicamente, en el mes de abril de 2024 se superó el límite establecido en la Resolución 2254 de 2017, siendo las estaciones de Piedecuesta y Club Unión aquellas en las que se registraron excedencias de dicha norma, sin embargo, no se cumplieron las condiciones necesarias para emitir una medida de alerta, posterior a estos 4 primeros meses factores como el aumento de precipitaciones favorece la reducción en las concentraciones de PM 2.5. Por otro lado, la estación Gaitán, como se

mencionó anteriormente, no cuenta con datos válidos desde el mes de abril hasta el mes de noviembre, debido a una falla en el equipo de medición.

Excedencias normativas

En la estación Club Unión se registraron excedencias normativas en las concentraciones diarias de material particulado PM_{2.5} durante el mes de abril. Específicamente, el día 13 de abril se registró una concentración de 37.52 µg/m³ y el día 14 de abril una concentración de 39.52 µg/m³, ambas por encima del límite diario establecido por la norma (37 µg/m³). Adicionalmente, el día 15 de abril se obtuvo una medición de 35.86 µg/m³, valor que se encuentra cercano al límite normativo. Por esta razón, se aplicó la incertidumbre correspondiente y, de acuerdo con la regla de decisión establecida por el SVCA y la incertidumbre específica para este contaminante en la estación Club Unión —como se detalla en la tabla 9—, se concluye que esta fecha también presenta una excedencia normativa.

En la estación Piedecuesta se evidenciaron excedencias normativas en las concentraciones diarias de material particulado PM_{2.5} durante el mes de abril. Los días 13, 14 y 15 de abril se registraron concentraciones de 37.95 µg/m³, 38.10 µg/m³ y 37.08 µg/m³, respectivamente, todas por encima del límite diario establecido por la normativa vigente. Asimismo, el día 16 de abril se reportó una concentración de 36.4 µg/m³, valor cercano al umbral normativo, por lo que fue necesario aplicar la incertidumbre correspondiente. De acuerdo con la regla de decisión definida por el SVCA y considerando la incertidumbre determinada para esta estación —según lo consignado en la tabla 9—, se concluye que el 16 de abril también debe considerarse como un día con excedencia normativa.



Figura 2 Concentración temporal Hospital Local Norte PM 2.5 año 2024



Figura 3 Concentración temporal Centro Cultural Piedecuesta PM 2.5 año 2024

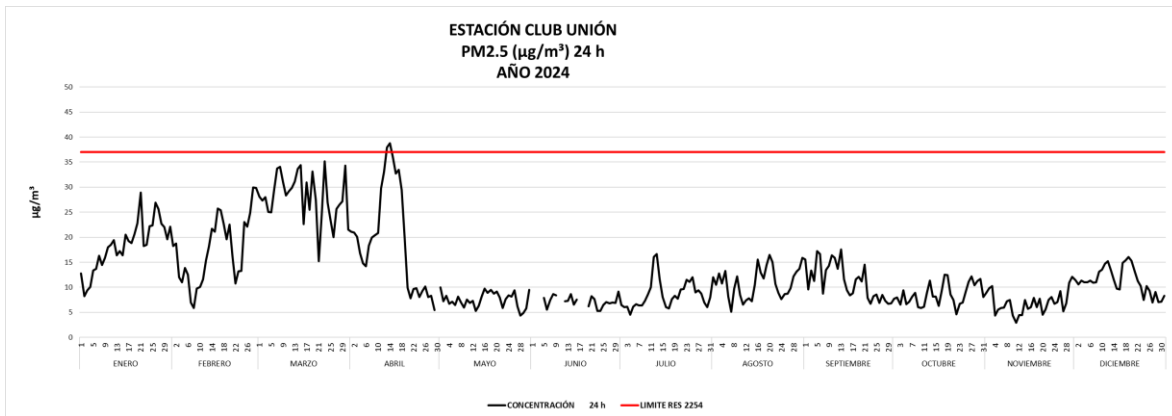


Figura 4 Concentración temporal Club Unión PM 2.5 año 2024

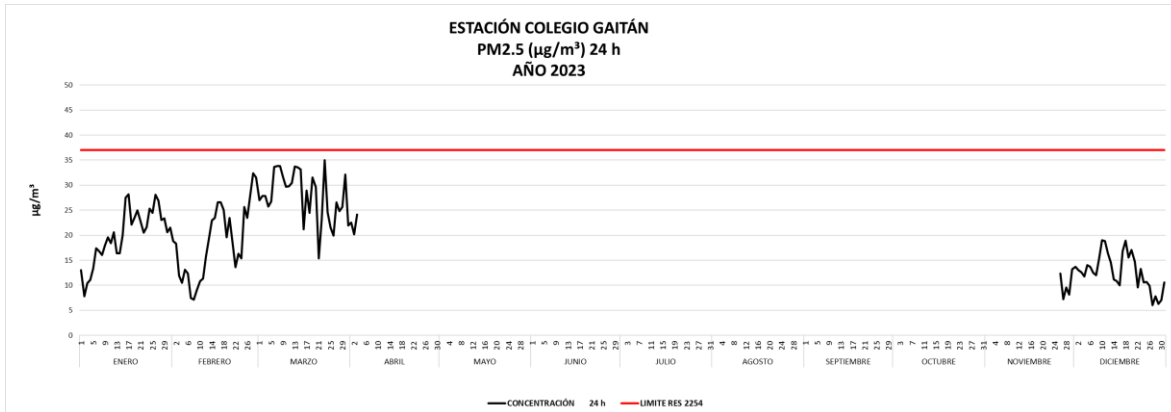


Figura 5 Concentración temporal Colegio Gaitán PM 2.5 año 2024

Ciclos diarios

La Figura 6 muestra el comportamiento promedio diario de las concentraciones de PM 2.5 durante el año 2024, en general, se observa un patrón típico a lo largo del día, con dos picos de concentración: el primero, más pronunciado, ocurre entre las 07:00 y las 10:00, y el segundo, de menor intensidad, entre las 20:00 y las 23:00.

Durante estos periodos de mayor concentración, las estaciones registran niveles similares, que oscilan entre 14 y 17 µg/m³

Las concentraciones más altas se presentan en horas de estabilidad atmosférica lo cual se relaciona con que la atmosfera aún no ha sido calentada por los efectos de la radiación solar, impidiendo la dispersión y el ascenso de contaminantes a la atmosfera libre; (Haro, Limaico, Perugachi, & Fernandez, 2018).

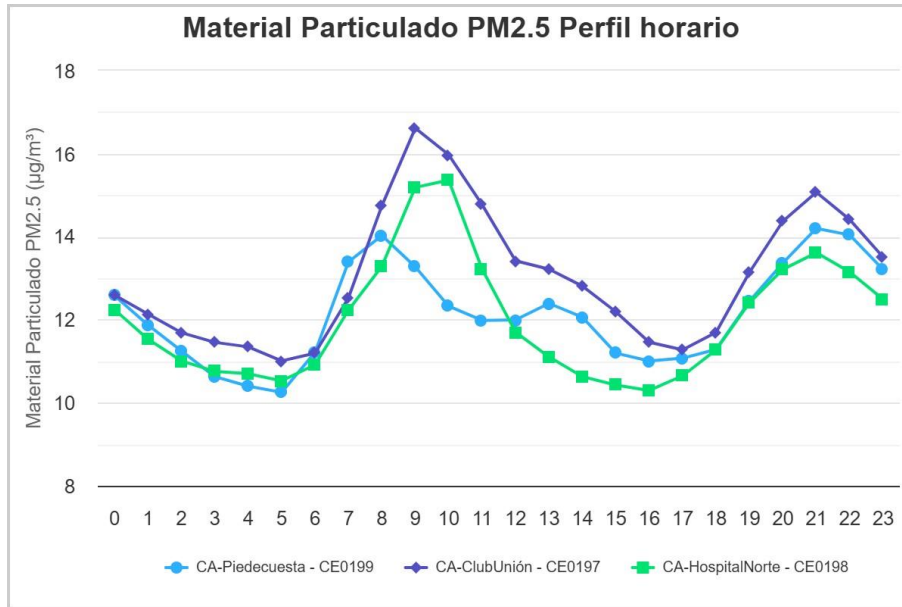


Figura 6 Perfil Horario estaciones del SVCA PM 2.5

En cuanto al comportamiento diario las concentraciones más altas de PM2.5 se ven los días viernes y sábado como se observa en la Figura 7, se observa que la estación Club Unión presenta los valores más altos durante toda la semana, alcanzando su pico el día viernes, con una concentración cercana a 14 µg/m³. En contraste, Hospital Local del Norte muestra las concentraciones más bajas a lo largo de la semana, con una ligera disminución hacia el fin de semana. La estación Piedecuesta refleja una tendencia ascendente desde el lunes hasta el viernes, con un incremento notable hacia el cierre de la semana.

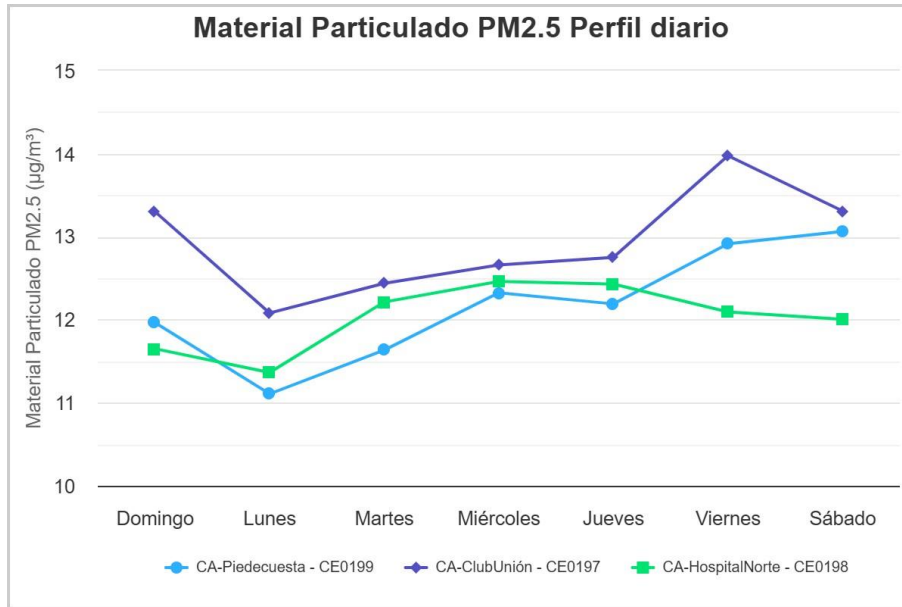


Figura 7 Perfil diario de PM 2.5

4.1.2. MATERIAL PARTICULADO PM 10

El material particulado menor a 10 µm (PM10) es uno de los contaminantes criterio monitoreados por el Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA) de la CDMB.

Según la última actualización del Inventario de Emisiones del Área Metropolitana de Bucaramanga, elaborada para la CDMB en 2021, las emisiones de PM10 provienen principalmente de fuentes fijas, dentro de estas, el mayor aporte corresponde al sector de cerámicos, vítreos, ladrilleras, alfarerías y tejares.

Durante el año 2024 el SVCA tuvo en operación 4 estaciones de monitoreo automático de PM10 ubicadas en dos (Bucaramanga y Piedecuesta) de los cuatro municipios del área metropolitana de Bucaramanga (ver Imagen 2)

Datos Anual PM 10

La representatividad del contaminante PM 10 supera el 75% de los datos en 3 de las 4 estaciones¹, como se observa en la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.**, de igual forma se presentan graficas con los datos que se generaron durante la vigencia 2024, hay que recordar que el SVCA inicio operación bajo ISO 17025 en el mes de agosto del año 2022.

Tabla 11 Representatividad datos PM 10 Año 2024

Estación	Contaminante	% Representatividad datos	Concentración Promedio anual PM 2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Hospital Norte	PM 10	95 %	22.14
Centro Cultural Piedecuesta	PM 10	90 %	23.94
Club Unión	PM 10	97 %	30.98
Colegio Gaitán	PM 10	26 %	---

Comportamiento Anual de PM 10

El promedio anual de PM10 en las estaciones de monitoreo se mantuvo por debajo del valor establecido en la Resolución 2254 de 2017, como se muestra en la Figura 8. Sin embargo, la estación Centro Cultural, ubicada en el municipio de Piedecuesta, registró la concentración más alta en comparación con las estaciones de Bucaramanga, estas concentraciones oscilaron entre 20.98 y 23.94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

A pesar de esto, las concentraciones en todas las estaciones se mantuvieron alejadas del límite normativo. Las Figuras 9 a 12 muestran la variación de la concentración de PM10 a lo largo del año, destacando que los meses de enero, febrero, marzo y abril registraron los niveles más altos, este comportamiento es similar al observado con el PM2.5, debido a que las condiciones meteorológicas y

¹ La estación Colegio Gaitán, como se mencionó anteriormente, no cuenta con datos válidos desde el mes de abril hasta el mes de noviembre, debido a una falla en el equipo de medición de material particulado, por lo cual no se cuenta con la representatividad necesaria para el reporte de concentración anual y perfiles horarios y diarios.

la incidencia de incendios forestales influyen directamente en el aumento de la concentración durante estos periodos.

Cabe resaltar que, se ha tomado también como referencia el valor objetivo intermedio III establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para material particulado PM10, correspondiente a una concentración anual de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Este valor constituye un nuevo límite normativo, sino un umbral intermedio propuesto por la OMS en su actualización de guías de calidad del aire, y ha sido adoptado como referencia en la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en el marco de las metas progresivas de mejora de la calidad del aire proyectadas hacia el año 2030. Las mediciones realizadas por las estaciones del Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA) muestran valores que se aproximan a este umbral, lo cual representa un desafío para la gestión ambiental en la región y refuerza la necesidad de implementar acciones efectivas de mitigación de emisiones.

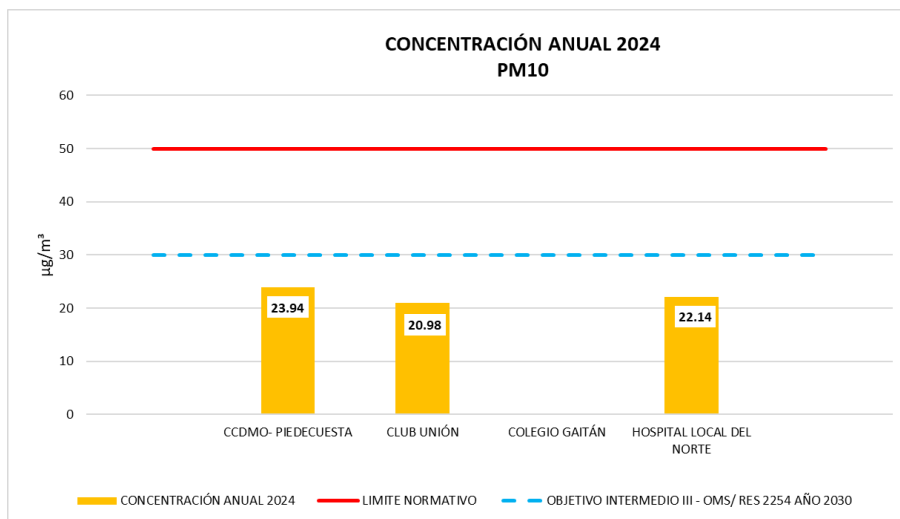


Figura 8 Concentración promedio anual de PM 10 año 2024

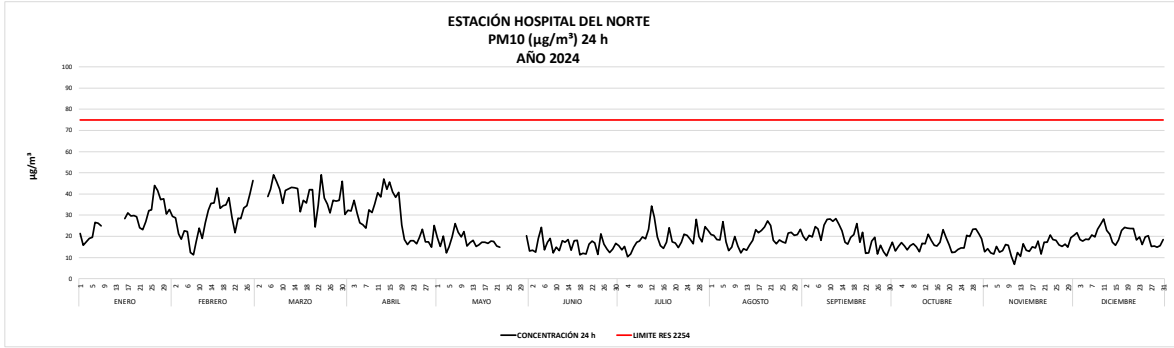


Figura 9 Concentración temporal Hospital Local Norte PM 10 año 2024

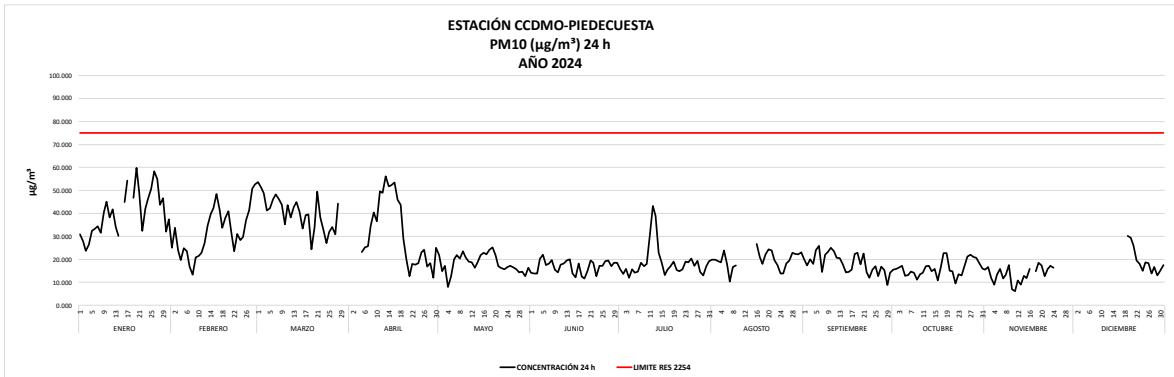


Figura 10 Concentración temporal Centro Cultural Piedecuesta PM 10 año 2024

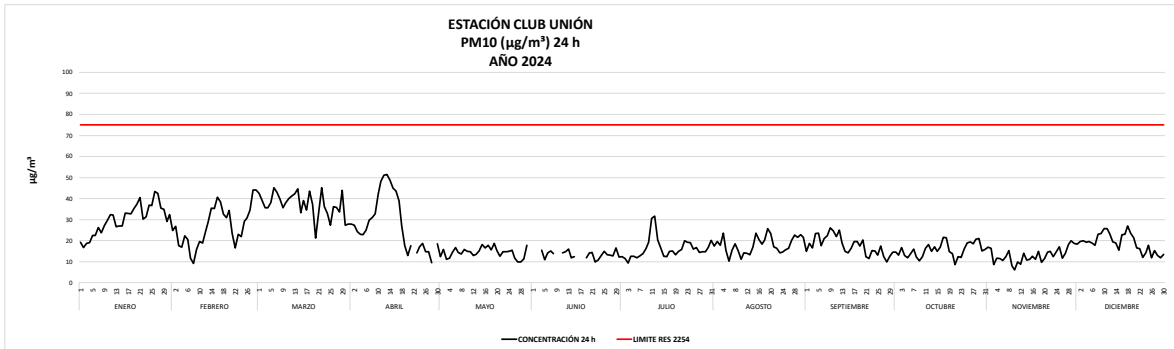


Figura 11 Concentración temporal Club Unión PM 10 año 2024

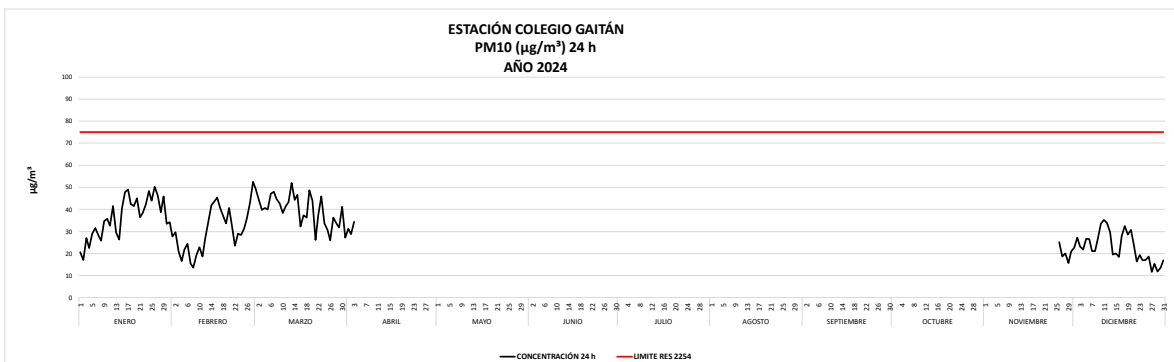


Figura 12 Concentración temporal Colegio Gaitán PM 10 año 2024

Ciclos diarios y horarios

La Figura 13 muestra el comportamiento horario de PM10, evidenciando un patrón recurrente en todas las estaciones de monitoreo, se observa un pico máximo de concentración en horas de la mañana, entre las 07:00 y las 10:00, seguido de un pico menor después de las 20:00 horas.

Asimismo, se destaca que las estaciones Hospital Local del Norte y Piedecuesta registran las concentraciones más altas durante los periodos de mayor contaminación, este comportamiento ha sido consistente en los últimos años.

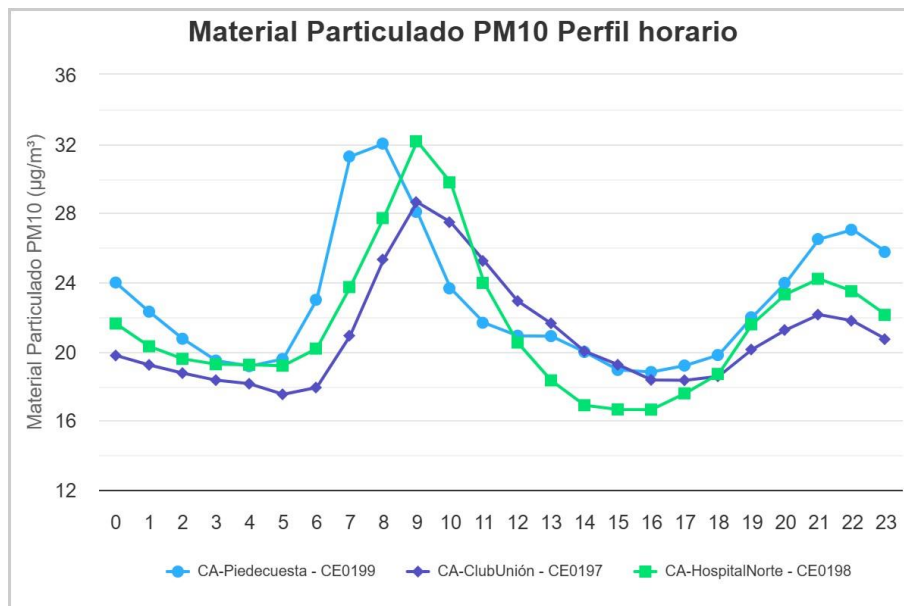


Figura 13 Perfil Horario estaciones SVCA PM 10

Al igual que el PM 2.5 en la Figura 14 se observa que los días viernes y sábado empieza a incrementarse la concentración de PM10 y que en pico más alto es el día viernes, la estación ubicada en Piedecuesta es la que presenta una concentración más alta que las ubicadas en Bucaramanga.

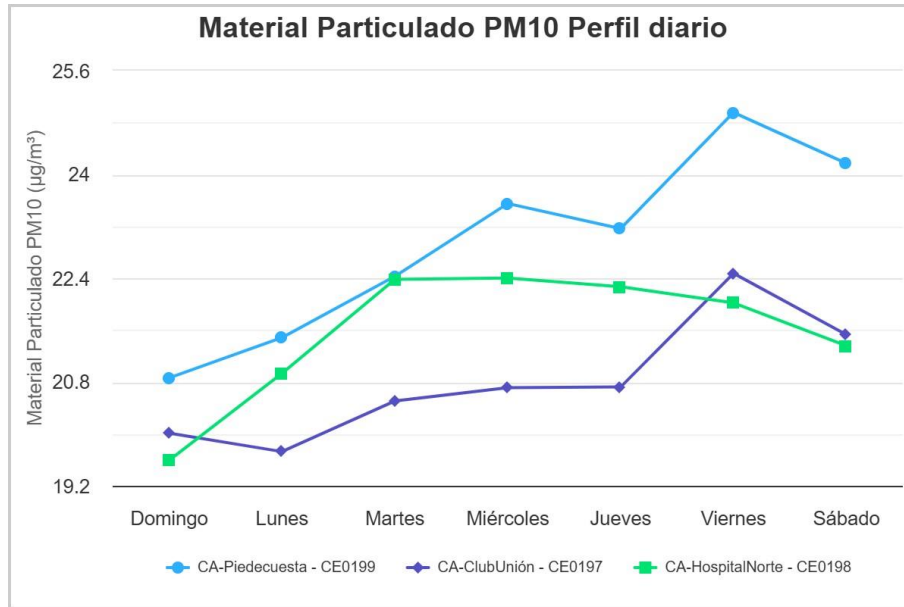


Figura 14 Perfil diario PM 10 estaciones del SVCA

4.1.3. OZONO O₃

A continuación, se presentan las concentraciones del contaminante O₃ para las estaciones del SVCA, sin embargo, se deben tener en cuenta las siguientes aclaraciones:

Desde el 27 de noviembre de 2023, los datos obtenidos por el equipo de medición de ozono (O₃) de la estación Club Unión se consideran fuera del alcance de acreditación del Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA), debido al reemplazo del equipo efectuado en esa fecha, conforme a lo dispuesto en la Norma Resolución 104 de 2022 del IDEAM.

No obstante, la información registrada tanto previa como posterior al cambio del equipo ha sido verificada y evaluada dentro del proceso interno de análisis de datos del SVCA-CDMB, garantizando la consistencia y trazabilidad de los datos generados durante el periodo correspondientes.

Adicionalmente, se aclara que desde el 22 de marzo de 2024 y hasta el 3 de agosto de 2024, los datos correspondientes al parámetro de ozono (O₃) en las estaciones

Hospital Local del Norte, Colegio Gaitán y Centro Cultural Daniel Mantilla (Piedecuesta), se consideran por fuera del alcance de acreditación debido a que durante este periodo el certificado de calibración del equipo calibrador de dilución (AirQ Rate) se encontraba vencido.

Esta observación se registra como parte del proceso de revisión y ajuste de informes, en el marco del sistema de gestión de calidad del SVCA-CDMB

El ozono (O_3) es un gas presente en diferentes capas de la atmósfera. En la estratósfera, se forma de manera natural y cumple una función esencial al actuar como un filtro protector contra la radiación ultravioleta. Sin embargo, en las capas bajas de la atmósfera se convierte en un contaminante perjudicial para los seres vivos, conocido como ozono troposférico.

El ozono troposférico es un oxidante fuerte e irritante que, en altas concentraciones, puede afectar el sistema respiratorio humano, dañando mucosas y tejidos pulmonares, además de causar toxicidad en las plantas. A diferencia de otros contaminantes, no es emitido directamente a la atmósfera, sino que se forma a partir de una reacción química entre el oxígeno del aire y los óxidos de nitrógeno (NO_x) e hidrocarburos, los cuales actúan como precursores en presencia de la luz solar.

En Bucaramanga, este fenómeno puede verse acentuado en los meses con mayor radiación solar, lo que favorece la formación de ozono troposférico y, en consecuencia, el incremento de sus efectos negativos en la calidad del aire y la salud ambiental.

Durante el año 2024 el SVCA tuvo en operación 4 estaciones de monitoreo automático de Ozono ubicadas en dos de los cuatros municipios del área metropolitana de Bucaramanga (Bucaramanga y Piedecuesta) (ver Imagen 2)

Datos anual Ozono (O_3)

La Tabla 12 presenta los valores de representatividad de las estaciones Hospital Local del Norte, CCDMO Piedecuesta, Club Unión y Colegio Gaitán, las cuales

alcanzaron un porcentaje de captura de datos superior al 75%, cumpliendo con el criterio establecido en los lineamientos técnicos para los sistemas de vigilancia de calidad del aire. Este cumplimiento respalda la validez de los datos generados por estas estaciones para el análisis anual y la evaluación de tendencias en la concentración de contaminantes atmosféricos. No obstante, se debe tener en cuenta que, durante el periodo comprendido entre el 22 de marzo y el 3 de agosto de 2024, los datos de ozono reportados por las estaciones del SVCA se consideran por fuera del rango de acreditación, ya que el calibrador Airq Rate no contaba con la calibración correspondiente debido a procesos administrativos. A pesar de esta situación, desde el equipo técnico del SVCA se decidió presentar la representatividad total de los datos recopilados durante el año, dejando constancia expresa de esta condición para la correcta interpretación de los resultados asociados al contaminante ozono.

Tabla 12 Representatividad datos anuales O₃ 2024

Estación	Contaminante	% Representatividad datos
Hospital Norte	O ₃	97 %
CCDMO- Piedecuesta	O ₃	92 %
Club Unión	O ₃	97 %
Colegio Gaitán	O ₃	96 %

Comportamiento Anual O₃

En el análisis de la distribución temporal de las concentraciones de ozono (O₃), se observa una tendencia común entre las estaciones de monitoreo, registrándose las concentraciones más elevadas durante los primeros cuatro meses del año. En la Figura 15, la estación Hospital Local del Norte presenta picos de concentración en los meses de febrero, marzo y abril. Por su parte, la estación Piedecuesta, representada en la Figura 16, muestra un comportamiento más estable a lo largo del año, aunque con máximos también en marzo y abril. En la Figura 17, se observa que la estación Club Unión alcanza sus concentraciones más altas entre enero y abril, mientras que la estación del Colegio Gaitán presenta un comportamiento

relativamente homogéneo, con picos en febrero, marzo y abril. Este patrón coincide con el inicio de la temporada seca, cuando la radiación solar es más intensa, favoreciendo las reacciones fotoquímicas que generan ozono troposférico.

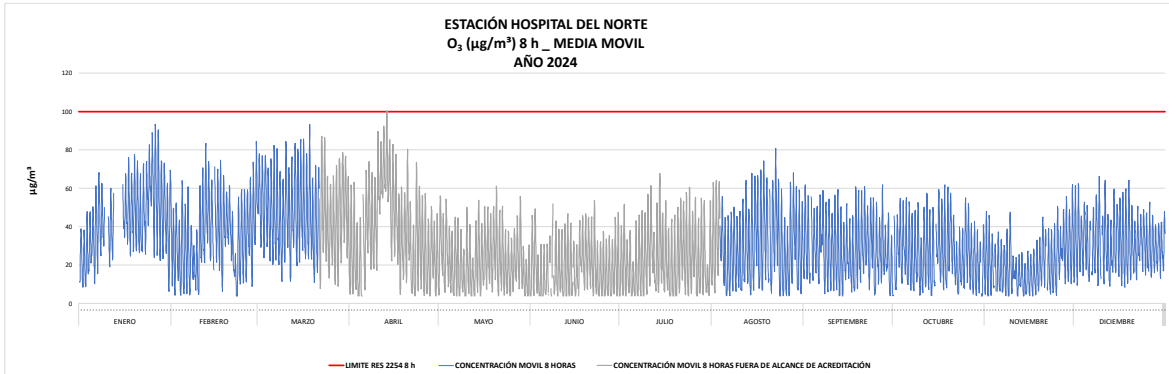


Figura 15 Distribución temporal de la concentración de O₃ estación Hospital del Norte

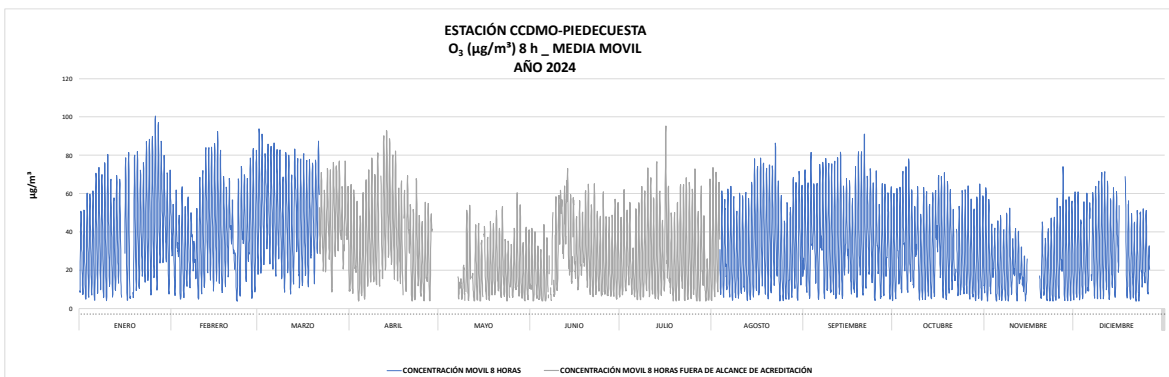


Figura 16 Distribución temporal de la concentración de O₃ estación Centro Cultural Piedecuesta



Figura 17 Distribución temporal de la concentración de O₃ estación Club Unión

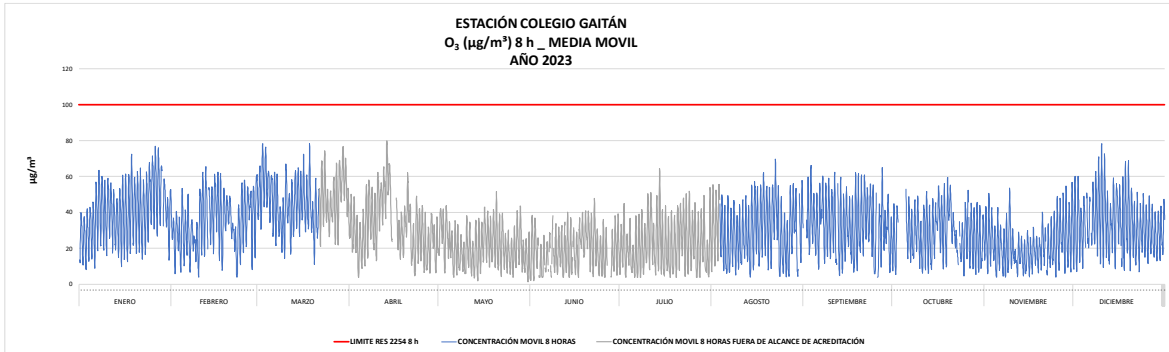


Figura 18 Distribución temporal de la concentración de O₃ estación Colegio Gaitán

Ciclos diarios y horarios

La Figura 19 presenta el ciclo diurno de la concentración de ozono (O₃) registrado en las cuatro estaciones de monitoreo del Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA) durante el año 2024.

En todas las estaciones analizadas se observa un comportamiento típico de a lo largo del día, con un pico máximo de concentración alrededor del mediodía, momento en el que hay mayor disponibilidad de radiación solar, entre las estaciones, la ubicada en Piedecuesta presenta la concentración más alta durante este pico, alcanzando valores cercanos a los 80 µg/m³.

Además, se evidenció un aumento en las concentraciones horarias de ozono en comparación con el año anterior, tendencia que se presentó en las cuatro estaciones del SVCA.

Este comportamiento se explica principalmente por el ciclo diurno de la radiación solar, ya que la formación de ozono troposférico requiere de dos condiciones fundamentales: la presencia de óxidos de nitrógeno (NO_x) o compuestos orgánicos volátiles (COVs) en la atmósfera, y la incidencia de luz solar, que actúa como catalizador de la reacción fotoquímica que genera este contaminante

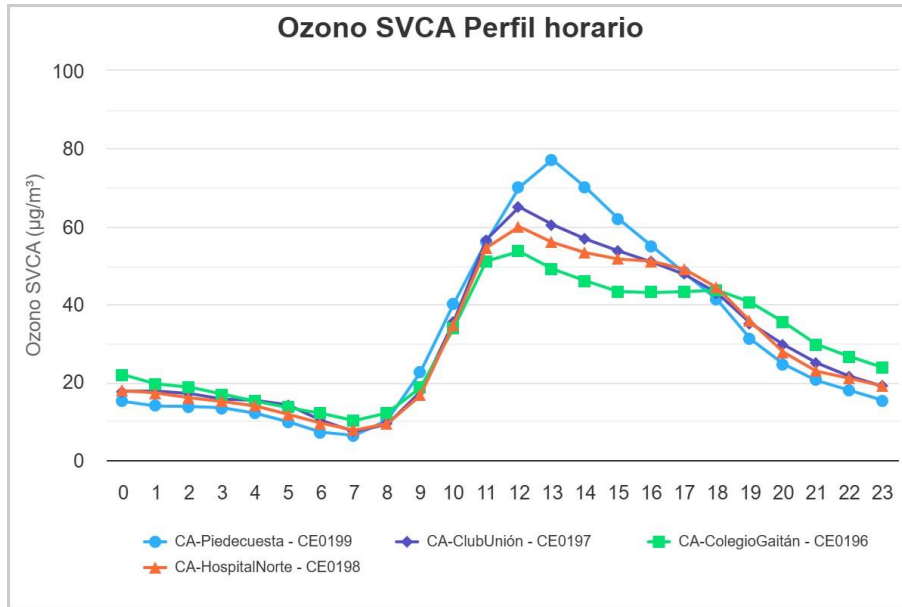


Figura 19 Perfil Horario estaciones SVCA O₃

En general las concentraciones se encuentran entre valores muy cercanos durante la semana, pero se observaron descensos de concentración los martes y jueves, y un aumento los domingos y miércoles respecto a los otros días de la semana, es importante destacar que en la Figura 20 las estaciones de Club Unión y la estación de Piedecuesta presentan las concentraciones más altas.

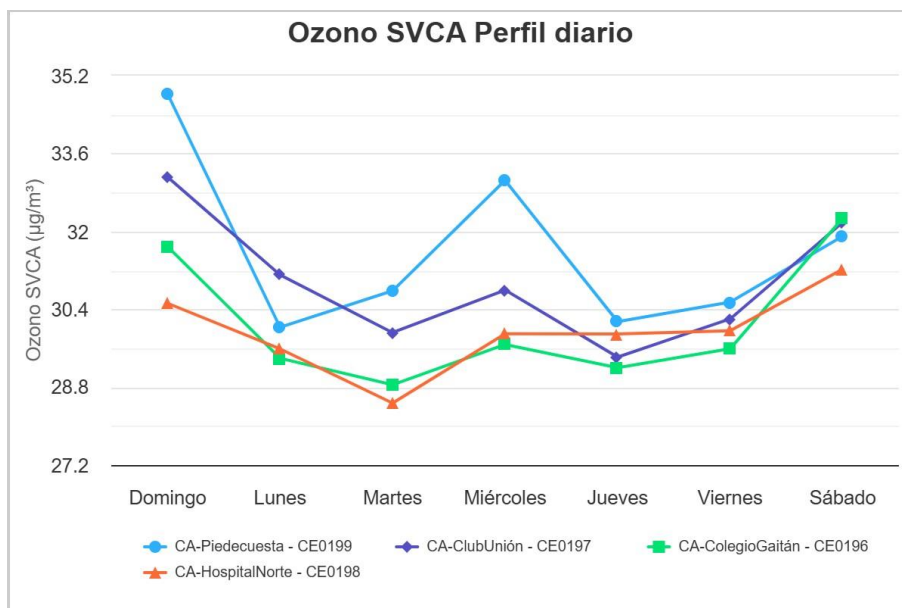


Figura 20 Perfil Diario estaciones SVCA O₃

4.1.4. DIOXIDO DE NITROGENO (NO₂)

A continuación, se presentan las concentraciones del contaminante NO₂ para las estaciones del SVCA, sin embargo, se deben tener en cuenta las siguientes aclaraciones:

Los datos de dióxido de nitrógeno (NO₂) de las estaciones de Club Unión y CCDMO-Piedecuesta desde el 22 de marzo y hasta el 3 de agosto se encuentran fuera del alcance de acreditación, debido a que el certificado de calibración del equipo calibrador de dilución estaba vencido.

La suma del dióxido de nitrógeno (NO₂) y el óxido de nitrógeno (NO) se conoce como óxidos de nitrógeno (NO_x), estas dos moléculas pertenecen a una misma familia química.

Durante los procesos de combustión, el compuesto que se forma en mayor proporción es el óxido nítrico (NO), mientras que el dióxido de nitrógeno (NO₂) se emite en cantidades menores, sin embargo, el NO₂ también puede generarse en la atmósfera a partir de la oxidación del NO.

Según el inventario de emisiones actualizado con año base 2021, los óxidos de nitrógeno (NO_x) están principalmente asociados a las fuentes móviles, siendo los camiones, autos particulares y buses los principales responsables de las emisiones de este contaminante

El Sistema de Vigilancia de la Calidad de Aire (SVCA) desde el año 2022 ha tenido en operación dos estaciones de NO₂, ubicadas en los municipios de Bucaramanga y Piedecuesta (Club Unión, Centro Cultural Daniel Mantilla Orbezo).

Datos anuales de NO₂

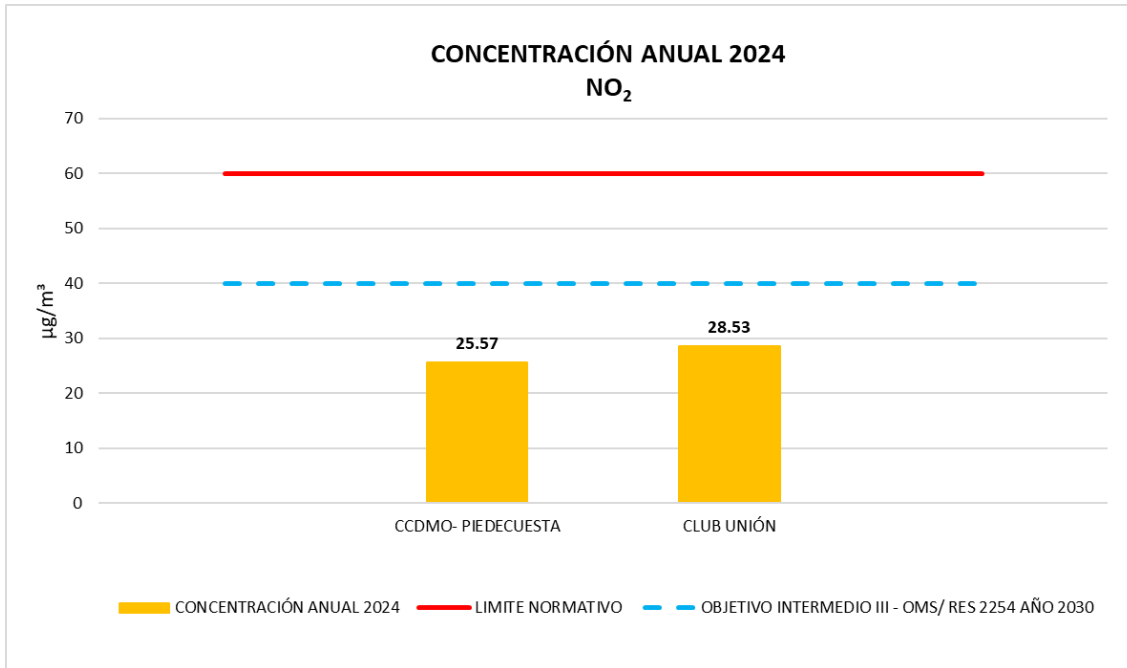
Para este contaminante se cumple con el criterio del 75% de captura de datos (operación de estaciones) durante el año 2024, tal como se indica en la Tabla 13. No obstante, es importante señalar que los datos registrados entre el 22 de marzo y el 3 de agosto de 2024 deben considerarse como fuera el rango de acreditación, debido a que durante este periodo el calibrador de gases Airq Rate correspondiente se encontraba en proceso de verificación. A pesar de esta condición, el equipo técnico del SVCA decidió presentar la representatividad total de los datos del año, dejando constancia expresa de esta situación para una adecuada interpretación de los resultados asociados a este contaminante.

Tabla 13 Representatividad de datos NO₂ año 2024

Estación	Contaminante	% Representatividad datos
CCDMO- Piedecuesta	NO ₂	93 %
Club Unión	NO ₂	88 %

Comportamiento Anual NO₂

Se presenta la concentración anual de dióxido de nitrógeno (NO₂) registrada en el año 2024 para las estaciones CCDMO Piedecuesta y Club Unión. Se observa que ambas estaciones se encuentran por debajo del límite normativo actual de 60 µg/m³ establecido en la legislación nacional. Sin embargo, la estación Club Unión, con un valor de 28.53 µg/m³, se aproxima al objetivo intermedio III recomendado por la OMS y adoptado en la Resolución 2254 de 2017 como meta a alcanzar en el año 2030, fijado en 40 µg/m³. Por su parte, la estación de Piedecuesta reporta una concentración de 25.57 µg/m³, manteniéndose más alejada de dicho umbral. Aunque los niveles no superan los límites vigentes, la cercanía a las metas futuras de calidad del aire evidencia la necesidad de continuar fortaleciendo las estrategias de reducción de emisiones.



Las Figuras 21 y 22 muestran la distribución temporal de las concentraciones de dióxido de nitrógeno (NO₂) durante el año, específicamente en las estaciones de monitoreo CCDMO- Piedecuesta y Club Unión.

En la estación de Piedecuesta, las concentraciones se mantienen en su mayoría por cercano de los 50 µg/m³, registrando algunos picos cercanos a los 80 µg/m³ en determinados periodos del año. Por su parte, la estación del Club Unión también presenta concentraciones predominantemente alrededor de los 50 µg/m³, aunque se evidencian valores más elevados durante el mes de septiembre, con picos que alcanzan los 100 µg/m³.

A pesar de esto, se presentan horas de altas concentraciones, en ambas estaciones los niveles de NO₂ se mantienen por debajo de los límites establecidos en la Resolución 2254 de 2017, lo cual indica que, si bien existen variaciones significativas a lo largo del año, las concentraciones no superan los valores normativos establecidos para la protección de la salud y el ambiente

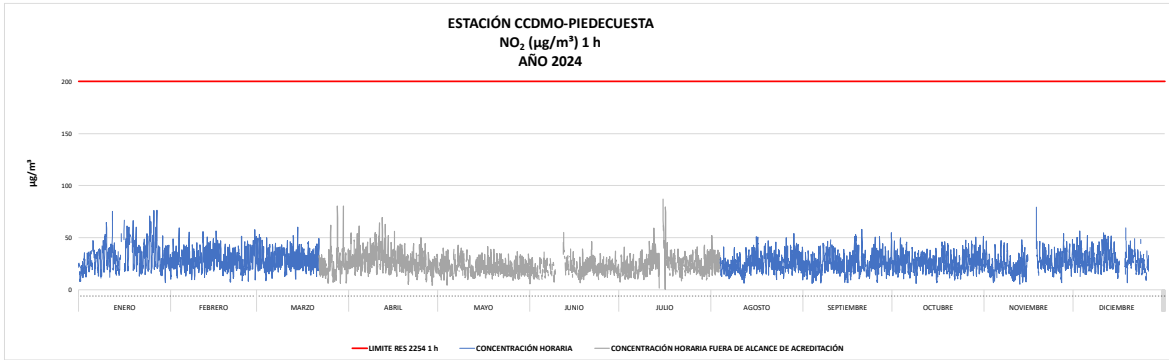


Figura 21 Distribución temporal de la concentración de NO₂ estación Piedecuesta.

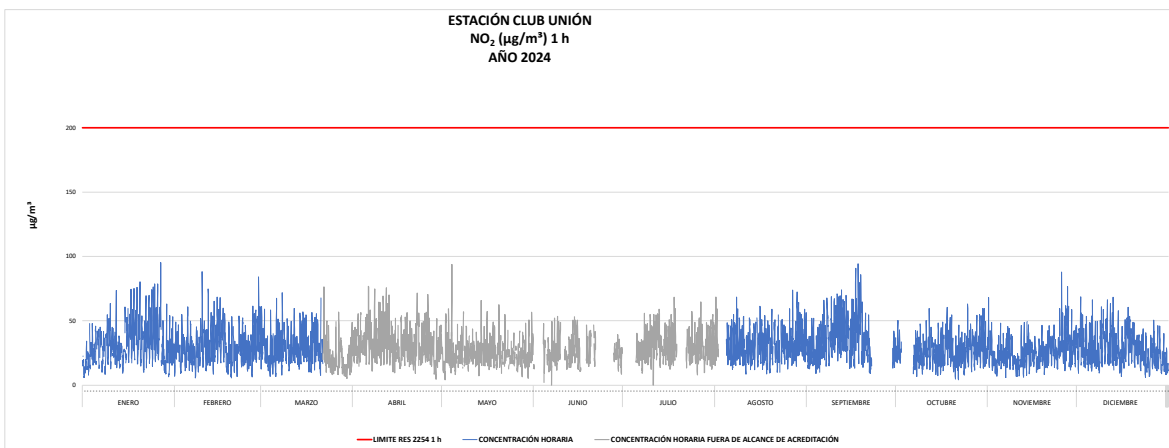


Figura 22 Distribución temporal de la concentración de NO₂ estación Club Unión.

Ciclos diarios y horarios NO₂

La Figura 23 muestra el comportamiento horario del dióxido de nitrógeno (NO₂), donde se identifican dos franjas de concentración elevada: una en las horas de la mañana y otra en la tarde, con una notable reducción hacia el mediodía, este comportamiento está fuertemente influenciado por las horas pico del tráfico vehicular en la ciudad, coincidiendo con los periodos de mayor movilidad: en la mañana, durante los desplazamientos hacia los lugares de trabajo y centros educativos; y en la tarde, con el retorno a los hogares.

Estas concentraciones reflejan claramente el impacto de las fuentes móviles como principal origen de NO₂, especialmente vehículos particulares, buses y motocicletas, los cuales aumentan significativamente en estos horarios, la disminución en horas

de la tarde puede atribuirse a la menor actividad vehicular y a una mayor dispersión atmosférica favorecida por la radiación solar y la temperatura

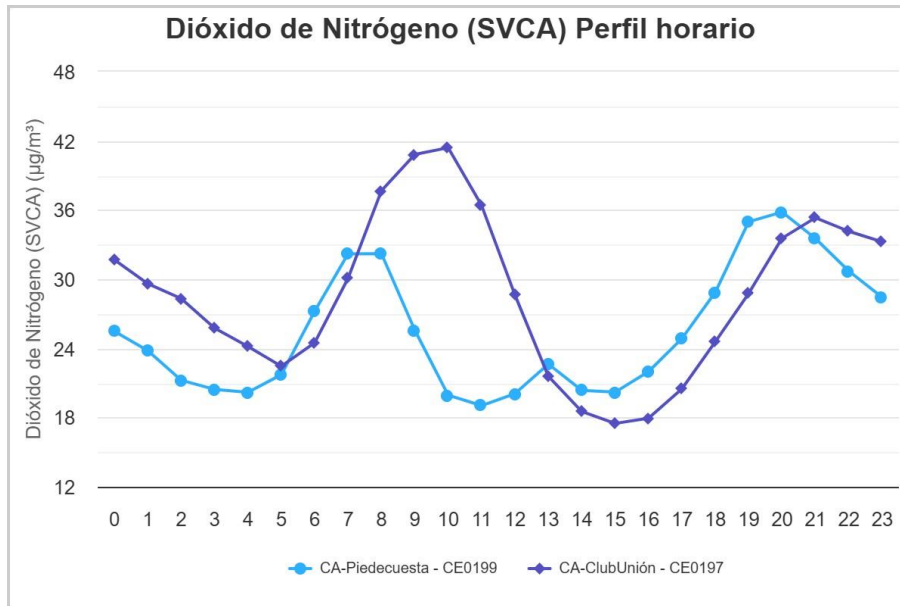


Figura 23 Perfil horario de NO₂ Año 2024

Por su parte, la Figura 24 presenta el ciclo diario de concentración de NO₂ a lo largo de la semana. Se observa un incremento en las concentraciones durante los días jueves, viernes y sábado, lo cual puede relacionarse con el aumento progresivo del tráfico hacia el fin de semana, incluyendo actividades comerciales, recreativas y sociales, en contraste, los domingos muestran una notable disminución en los niveles de NO₂, lo que se asocia con una reducción en el flujo vehicular y una menor actividad urbana en general.

Este comportamiento semanal y horario evidencia el rol protagónico del transporte como fuente emisora de óxidos de nitrógeno, y resalta la necesidad de implementar estrategias de gestión de la movilidad urbana y promoción del transporte sostenible para mejorar la calidad del aire en la ciudad.

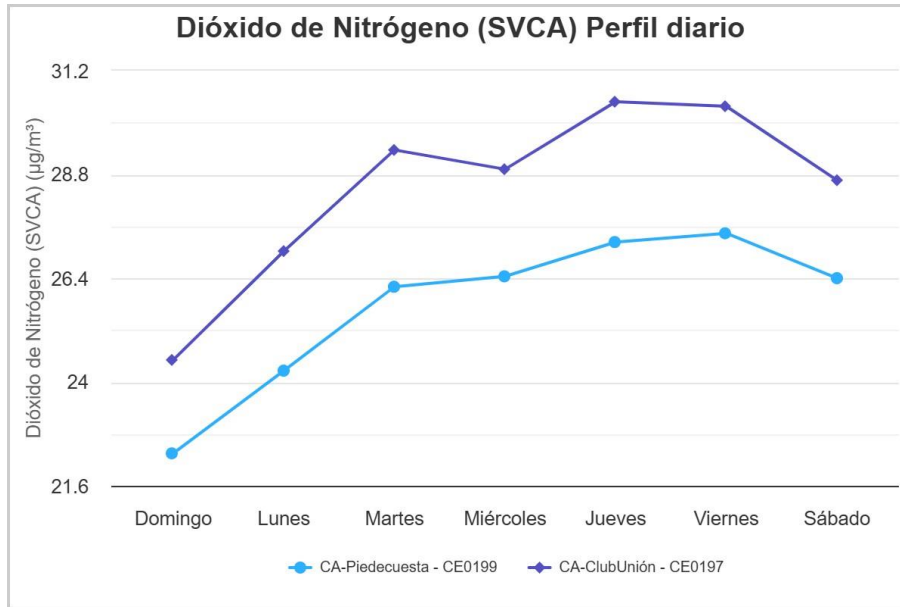


Figura 24 Perfil diario de NO₂ año 2024

4.1.5. MONOXIDO DE CARBONO (CO)

A continuación, se presentan las concentraciones del contaminante SO₂ para las estaciones del SVCA, sin embargo, se deben tener en cuenta las siguientes aclaraciones:

Los datos de dióxido de azufre (SO₂) de las estaciones de Club Unión y CCDMO-Piedecuesta desde el 1 de junio hasta el 3 de agosto se encuentran fuera del alcance de acreditación, debido a que el equipo calibrador de dilución se encontraba en proceso de calibración metrológica.

Cabe destacar que durante este último periodo se elaboró un informe técnico de evaluación del desempeño de los equipos analizadores de gases, con el fin de verificar el comportamiento de los parámetros NO₂, CO, O₃, TRS y SO₂, evidenciando que los equipos operaron dentro de los límites establecidos en el QA Handbook, Volumen II, garantizando la confiabilidad y estabilidad de la información registrada.

No obstante, los datos generados antes y después de los periodos mencionados han sido verificados y evaluados dentro del proceso interno de control de calidad del SVCA-CDMB, asegurando su coherencia, trazabilidad y validez.

Esta observación se consigna como parte del proceso de revisión y corrección de informes en el marco del sistema de gestión de calidad del SVCA-CDMB, en cumplimiento de los lineamientos de la Norma ISO/IEC 17025.

El CO es un contaminante criterio monitoreado por el Sistema de Vigilancia de Calidad de Aire (SVCA) es un gas inflamable, inodoro, incoloro e insípido. Este gas afecta la salud puesto que tiene mayor afinidad con la hemoglobina de la sangre que el oxígeno, por lo cual en altas concentraciones puede llegar a interferir en el proceso de transporte de oxígeno en la sangre, según el inventario de emisiones actualizado al año 2021 son las fuentes móviles las que más aportan este contaminante siendo las motos 4 tiempos y los autos particulares las categorías vehiculares que más lo emiten.

El Sistema de Vigilancia de la Calidad de Aire (SVCA) para el año 2024 tuvo en operación dos estaciones que monitorean CO ubicadas en los municipios de Bucaramanga y Piedecuesta (Club Unión, Centro Cultural Daniel Mantilla Orbegozo).

Datos Anuales CO

En la siguiente tabla se muestra la representatividad de datos durante el año 2024, y posteriormente el comportamiento del contaminante, se resalta que se cumplen con la representatividad de datos según se exige que sea mayor al 75%. No obstante, es importante señalar que los datos registrados entre el 1 de junio y el 3 de agosto de 2024 deben considerarse por fuera del rango de acreditación, debido a que durante este periodo el calibrador de gases Airq Rate correspondiente se encontraba en proceso de verificación. A pesar de esta condición, el equipo técnico del SVCA decidió presentar la representatividad total de los datos del año, dejando

constancia expresa de esta situación para una adecuada interpretación de los resultados asociados a este contaminante.

Estación	Contaminante	% Representatividad datos
CCDMO Piedecuesta	CO	96 %
Club Unión	CO	91 %

Tabla 14 Representatividad de datos CO-Año 2024

Comportamiento Anual CO

De la Figura 25 a la Figura 28 se presenta el comportamiento mensual del monóxido de carbono (CO), con base en los datos validados para las estaciones del Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA), en las figuras se evalúan los dos niveles de exposición establecidos por la Resolución 2254 de 2017: el valor horario y el promedio móvil de 8 horas, ambos diseñados para proteger la salud humana frente a exposiciones tanto puntuales como prolongadas a este contaminante.

En todas las estaciones y para ambos indicadores, las concentraciones registradas se mantuvieron por debajo de los límites normativos, e incluso considerablemente alejadas de estos valores, lo cual indica una baja presencia de este contaminante en la atmósfera durante el periodo evaluado.

El comportamiento del monóxido de carbono está estrechamente relacionado con las emisiones provenientes de fuentes móviles, especialmente vehículos de combustión interna, sin embargo, algunos factores como la dispersión atmosférica, la ventilación natural y las condiciones meteorológicas locales también influyen en las concentraciones medidas.

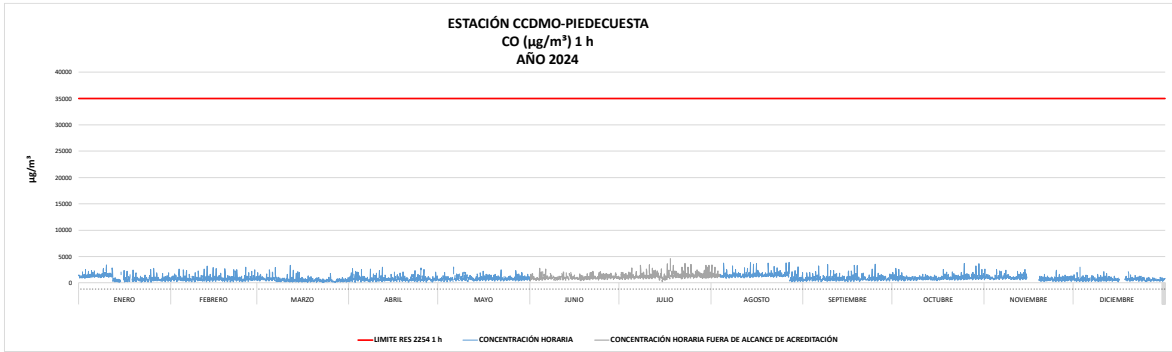


Figura 25 Distribución temporal horaria de Concentración de CO estación Piedecuesta- Año 2024

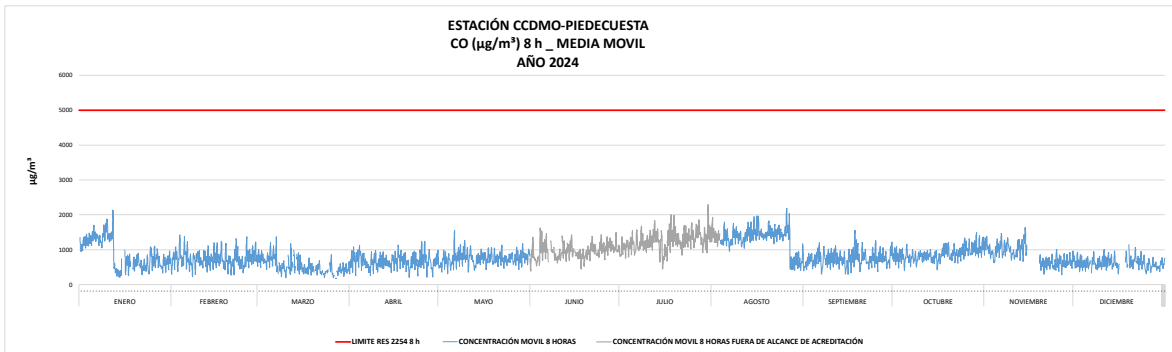


Figura 26 Distribución temporal 8 horas de Concentración de CO estación Piedecuesta- Año 2024

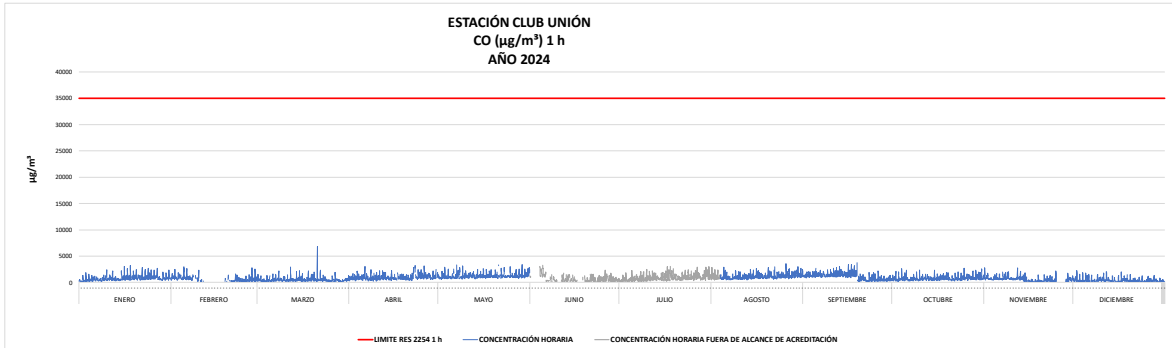


Figura 27 Distribución temporal horaria de Concentración de CO estación Club Unión- Año 2024



Figura 28 Distribución temporal 8 horas de Concentración de CO estación Club Unión- Año 2024

Ciclos diarios y horarios CO.

La Figura 29 muestra un comportamiento bimodal en las concentraciones horarias de monóxido de carbono (CO) para ambas estaciones analizadas. Este patrón se caracteriza por la presencia de dos picos diarios de concentración: el primero, más pronunciado, se presenta entre las 07:00 y las 09:00 horas, mientras que el segundo, de menor intensidad, ocurre entre las 19:00 y las 22:00 horas.

Este comportamiento bimodal está fuertemente influenciado por el ciclo diurno de la actividad vehicular en el Área Metropolitana de Bucaramanga en las primeras horas del día, el aumento en la circulación de vehículos debido a los desplazamientos hacia el trabajo, instituciones educativas y actividades comerciales genera un incremento en las emisiones, de manera similar, el segundo pico coincide con el retorno a los hogares al final de la jornada laboral y académica.

La variabilidad observada en las concentraciones también puede estar asociada a condiciones meteorológicas locales, como la estabilidad atmosférica durante la madrugada y la noche, que tiende a reducir la dispersión de contaminantes, permitiendo su acumulación en niveles más bajos de la atmósfera.

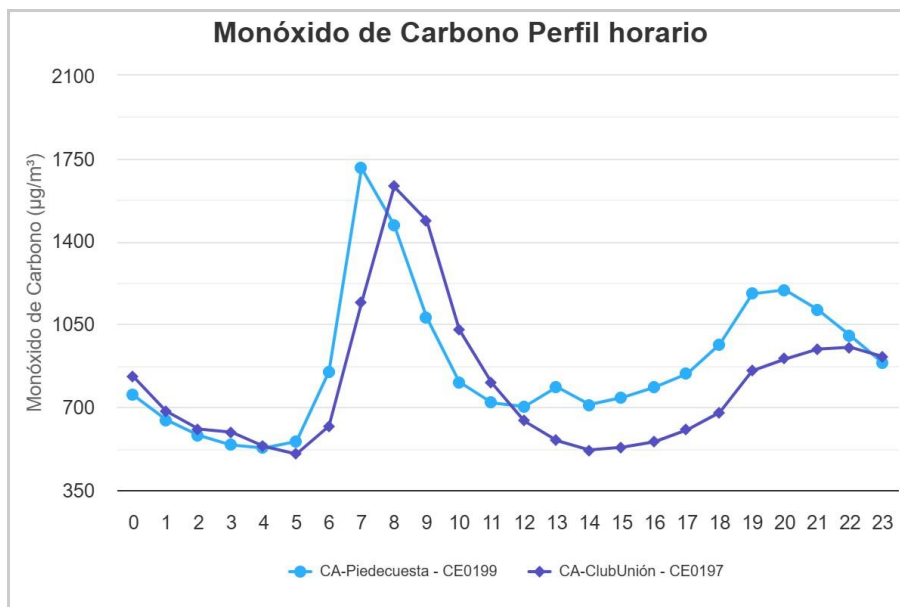


Figura 29 Perfil horario CO-Año 2024

El comportamiento de las estaciones muestra los niveles más altos de concentración desde el día martes hasta el viernes los días martes, miércoles y jueves la estación de Piedecuesta es más alta y el día martes la concentración en la estación del Club Unión es más alta (Ver Figura 30)

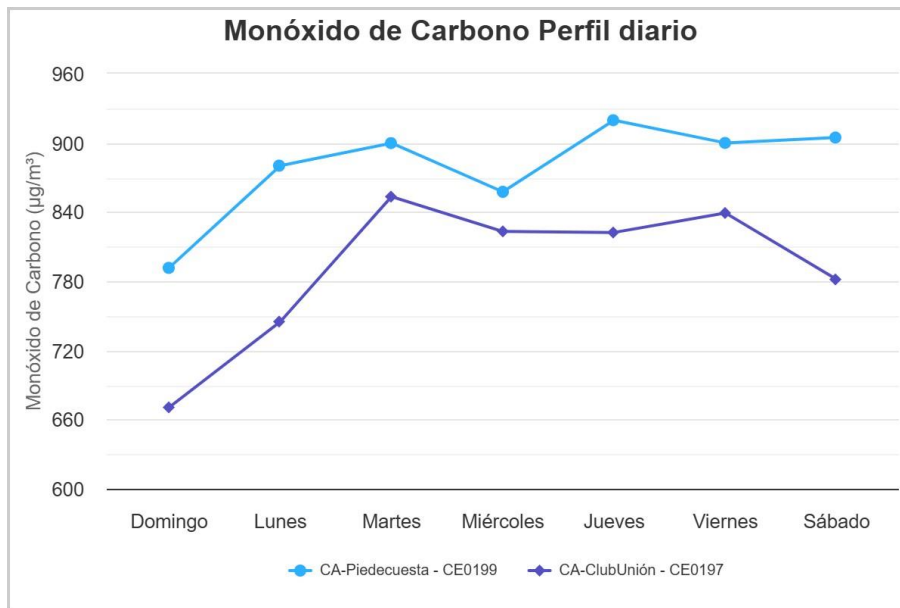


Figura 30 Perfil diario CO-Año 2024

4.1.6. DIOXIDO DE AZUFRE (SO₂)

A continuación, se presentan las concentraciones del contaminante SO₂ para las estaciones del SVCA, sin embargo, se deben tener en cuenta las siguientes aclaraciones:

Los datos de dióxido de azufre (SO₂) de las estaciones de Club Unión y CCDMO-Piedecuesta desde el 1 de junio hasta el 3 de agosto se encuentran fuera del alcance de acreditación, debido a que el equipo calibrador de dilución se encontraba en proceso de calibración metrológica.

Cabe destacar que durante este último periodo se elaboró un informe técnico de evaluación del desempeño de los equipos analizadores de gases, con el fin de verificar el comportamiento de los parámetros NO₂, CO, O₃, TRS y SO₂,

evidenciando que los equipos operaron dentro de los límites establecidos en el QA Handbook, Volumen II, garantizando la confiabilidad y estabilidad de la información registrada.

No obstante, los datos generados antes y después de los periodos mencionados han sido verificados y evaluados dentro del proceso interno de control de calidad del SVCA-CDMB, asegurando su coherencia, trazabilidad y validez.

Esta observación se consigna como parte del proceso de revisión y corrección de informes en el marco del sistema de gestión de calidad del SVCA-CDMB, en cumplimiento de los lineamientos de la Norma ISO/IEC 17025.

El dióxido de azufre (SO_2) es un contaminante primario que es monitoreado por el Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA), se trata de un gas incoloro, irritante.

Este contaminante se genera principalmente a partir de la combustión de combustibles fósiles que contienen azufre, tales como el carbón, el diésel y la gasolina, los cuales son comúnmente utilizados en procesos industriales y en el transporte, la quema de estos combustibles libera SO_2 directamente a la atmósfera, donde puede contribuir a la formación de otros contaminantes secundarios, como los aerosoles sulfatos, y afectar negativamente la salud humana y el ambiente en general.

El Sistema de Vigilancia de la Calidad de Aire (SVCA) desde el año 2022 tiene en operación dos estaciones que monitorean SO_2 ubicadas en los municipios de Bucaramanga y Piedecuesta (Club Unión, Centro Cultural Daniel Mantilla Orbezo).

Datos Anuales SO_2

El contaminante SO_2 presenta una representatividad superior al 75% esto indica que los datos que se presentan los cuales ya están validados tal como muestra la

Tabla 15. No obstante, es importante señalar que los datos registrados entre el 1 de junio y el 3 de agosto de 2024 deben considerarse por fuera del alcance de acreditación, debido a que durante este periodo el calibrador de gases Airq Rate correspondiente se encontraba en proceso de verificación. A pesar de esta condición, el equipo técnico del SVCA decidió presentar la representatividad total de los datos del año, dejando constancia expresa de esta situación para una adecuada interpretación de los resultados asociados a este contaminante.

Tabla 15 Representatividad SO₂- Año 2024

Estación	Contaminante	% Representatividad datos
CCDMO Piedecuesta	SO ₂	89 %
Club Unión	SO ₂	97 %

Comportamiento Anual SO₂

Las concentraciones de dióxido de azufre (SO₂), según lo evidenciado en las Figuras 31 a 34, se mantienen muy por debajo de los límites establecidos por la Resolución 2254 de 2017, en las dos estaciones de monitoreo evaluadas Piedecuesta y Club Unión, los valores registrados no superan los 10 µg/m³, frente al límite normativo de 50 µg/m³ para la media de 24 horas.

Este comportamiento refleja una baja presencia de SO₂ en la atmósfera del área de influencia, lo cual puede estar asociado a un uso reducido de combustibles con alto contenido de azufre en las fuentes locales, también se observa que las concentraciones de SO₂ se mantienen relativamente estables y homogéneas a lo largo del año en ambas estaciones, sin registrar picos significativos.

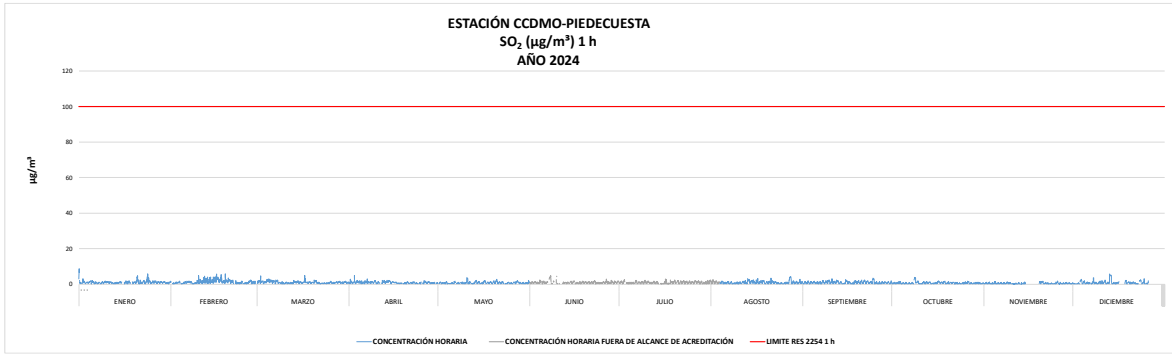


Figura 31 Distribución temporal horaria de Concentración de SO₂ estación Piedecuesta- Año 2024



Figura 32 Distribución temporal 24 horas de Concentración de SO₂ estación Piedecuesta- Año 2024



Figura 33 Distribución temporal horaria de Concentración de SO₂ estación Club Unión- Año 2024



Figura 34 Distribución temporal 24 horas de Concentración de SO₂ estación Club Unión- Año 2024

Ciclos diarios y horarios SO₂

Las concentraciones horarias presentan diferencias en las dos estaciones que reportan este contaminante para la estación de Piedecuesta se presenta el pico más alto en las horas de la mañana 8:00 a 9:00 horas, al igual que en la estación del Club Unión presenta un pico en la mañana de 8:00 a 9:00 horas (Ver Figura 35)

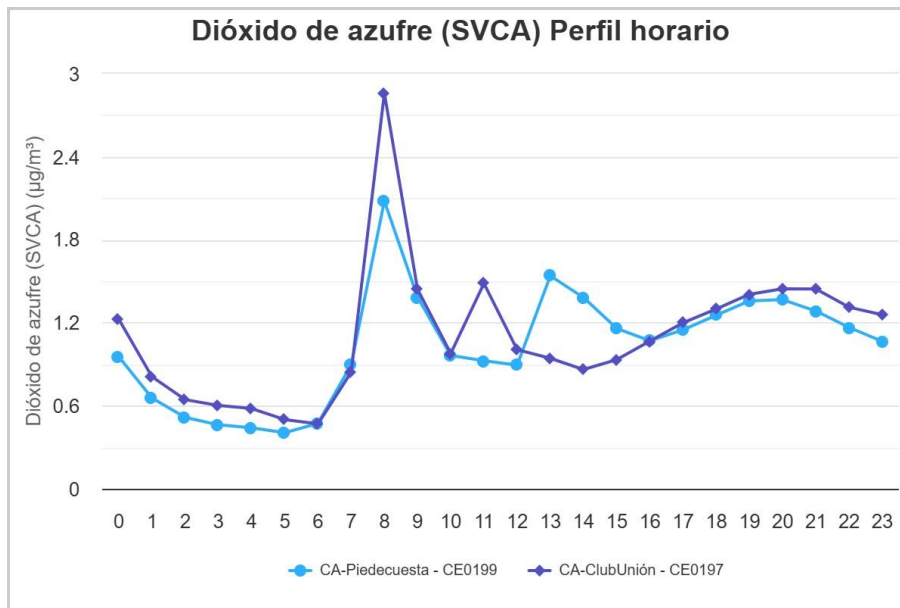


Figura 35 Perfil horario SO₂ -Año 2024

La Figura 36 muestra comportamiento semanal de la concentración de SO₂ donde la estación de Piedecuesta incrementa su concentración desde el día martes y su pico más alto es el día miércoles, por otra parte, la estación Club Unión incrementa desde el día miércoles encontrando el jueves su valor más alto los valores más altos en las dos estaciones oscilan entre 1.5 y 2 µg/m³.

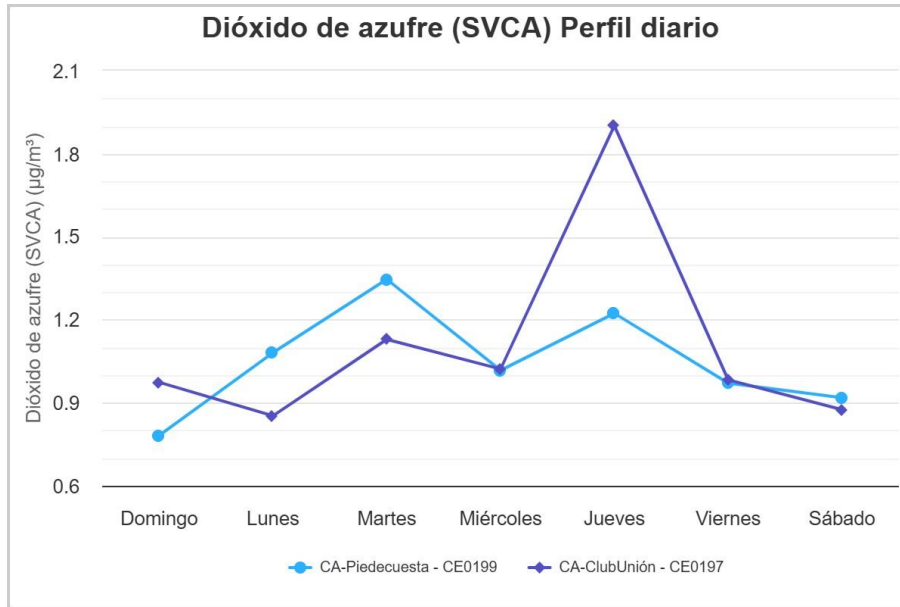


Figura 36 Perfil diario SO₂ -Año 2024

4.1.7. AZUFRE TOTAL REDUCIDO (TRS)

A continuación, se presentan las concentraciones del contaminante TRS para las estaciones del SVCA, sin embargo, se deben tener en cuenta las siguientes aclaraciones:

Los datos de azufre total reducido expresado en SO₂ (TRS expresado en SO₂) de las estaciones de Club Unión y CCDMO-Piedecuesta desde el 1 de junio hasta el 3 de agosto se encuentran fuera del alcance de acreditación, debido a que el equipo calibrador de dilución se encontraba en proceso de calibración metrológica.

Cabe destacar que durante este último periodo se elaboró un informe técnico de evaluación del desempeño de los equipos analizadores de gases, con el fin de verificar el comportamiento de los parámetros NO₂, CO, O₃, TRS y SO₂, evidenciando que los equipos operaron dentro de los límites establecidos en el QA Handbook, Volumen II, garantizando la confiabilidad y estabilidad de la información registrada.

No obstante, los datos generados antes y después de los periodos mencionados han sido verificados y evaluados dentro del proceso interno de control de calidad del SVCA-CDMB, asegurando su coherencia, trazabilidad y validez.

El azufre total reducido (TRS) expresado como SO₂ es una sustancia generadora de olor ofensivo que se reglamenta en la Resolución 1541 de 2013 y el Sistema de Vigilancia de la Calidad de Aire (SVCA) para el año 2024 tuvo en operación dos estaciones que monitorean TRS ubicadas en el municipio de Bucaramanga (Hospital del Norte y el Colegio Jorge Eliecer Gaitán).

Datos anuales de TRS

De la Figura 37 a la Figura 40 se presenta el comportamiento anual de las concentraciones de Azufre Total Reducido TRS, evaluadas según los dos límites establecidos en la Resolución 1541 de 2013: el límite horario y el de promedio en 24 horas, en las dos estaciones, se observa que las concentraciones registradas cumplen con los valores normativos en las dos estaciones que monitorean este parámetro.

En particular, la estación Gaitán 24 horas muestra los valores más altos durante los meses de noviembre y diciembre, mientras que en la estación Hospital Local del Norte, el pico más significativo se presenta en el mes de agosto, sin embargo, a pesar de estos incrementos, no se superaron los límites establecidos para el promedio de 24 horas, lo que indica un cumplimiento normativo sostenido.

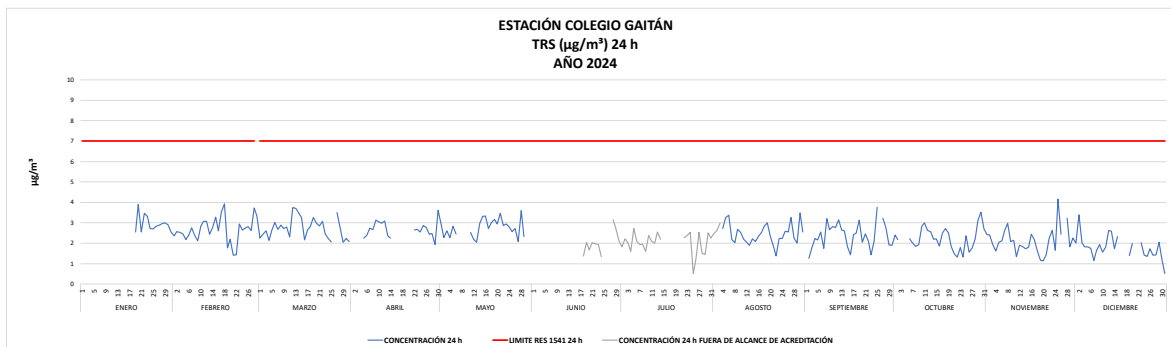


Figura 37 Comportamiento anual de concentración TRS 24 Horas estación Colegio Gaitán- año 2024

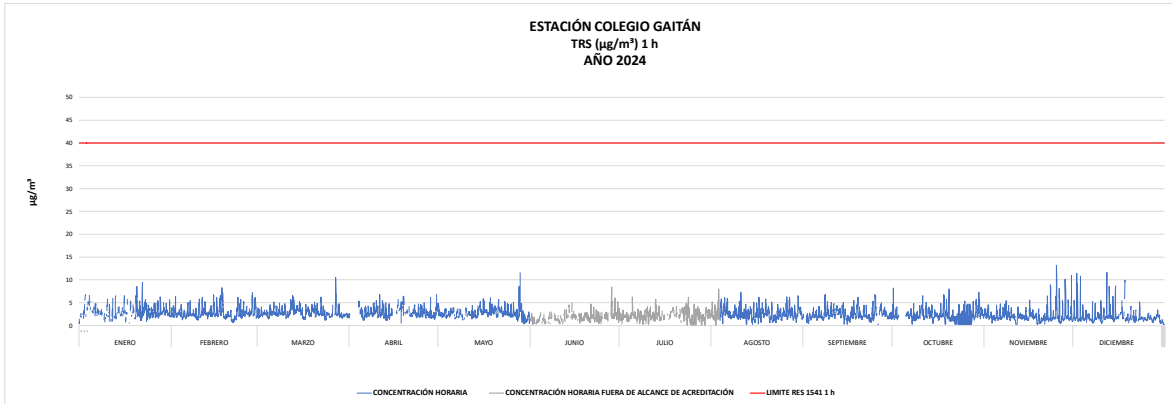


Figura 38 Comportamiento anual de concentración TRS Horario estación Colegio Gaitán- año 2024

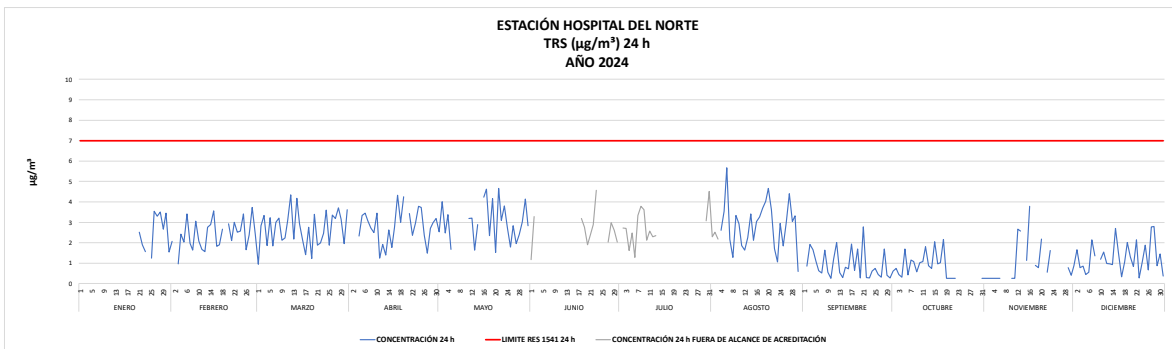


Figura 39 Comportamiento anual de concentración TRS 24 Horas estación Hospital Norte- año 2024

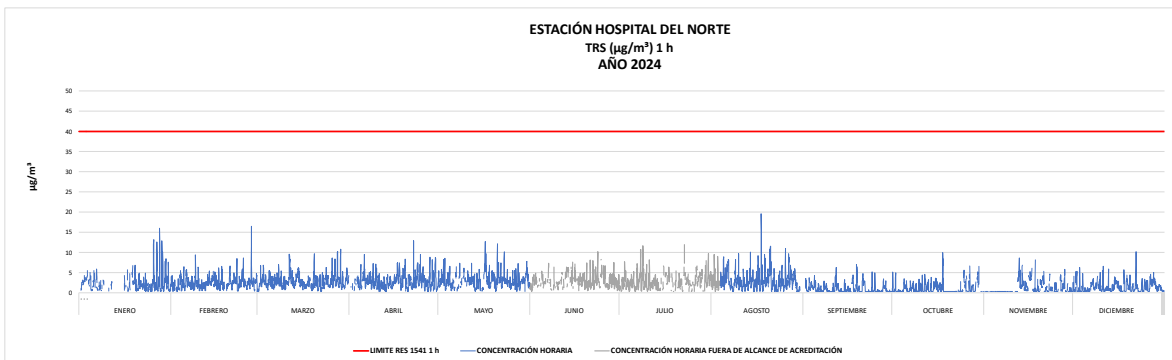


Figura 40 Comportamiento anual de concentración TRS Horario estación Hospital Norte - año 2024

4.2. Análisis de la Calidad del Aire

4.2.1. Índice de Calidad de Aire PM 2.5 (ICA)

El Índice de Calidad del Aire (ICA) para $PM_{2.5}$ durante el periodo evaluado se mantuvo predominantemente en las categorías de "Bueno" y "Aceptable", siendo la categoría "Bueno" la más frecuente, como se evidencia en la Tabla 16.

Sin embargo, durante los meses de enero, febrero, marzo y abril, se concentró el mayor número de días categorizados como "Aceptable", lo cual se relaciona con condiciones meteorológicas y ambientales que favorecen el aumento de partículas en el aire, entre estas condiciones se incluyen una menor frecuencia de lluvias, mayor estabilidad atmosférica, y un incremento en la ocurrencia de incendios forestales, especialmente durante el fenómeno de El Niño registrado este año en evaluación, el cual generó eventos de quema en diversas regiones del país, impactando negativamente la calidad del aire incluso a nivel regional.

Es importante destacar que, en el mes de abril, dos de las cuatro estaciones del Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA) registraron épocas en las que la calidad del aire fue clasificada como "Dañina para grupos sensibles" debido a elevadas concentraciones de $PM_{2.5}$ estas estaciones fueron Piedecuesta y Club Unión, no obstante, no se cumplieron los criterios establecidos para la declaración oficial de un episodio de contaminación atmosférica, según la normatividad vigente.

Estos resultados reflejan la necesidad de mantener una vigilancia constante de los contaminantes criterio, especialmente en temporadas propensas a eventos críticos, para proteger la salud de la población más vulnerable.

Tabla 16 Índice de Calidad de Aire por días en las estaciones del SVCA PM 2.5

Estación	Días ICA BUENA	Días ICA ACEPTABLE	Días ICA DAÑINO A LA SALUD DE GRUPOS SENSIBLES
Hospital Local Norte	229	118	0
Centro Cultural Piedecuesta	218	102	2
Club Unión	224	130	2
Colegio Gaitán	---	---	---

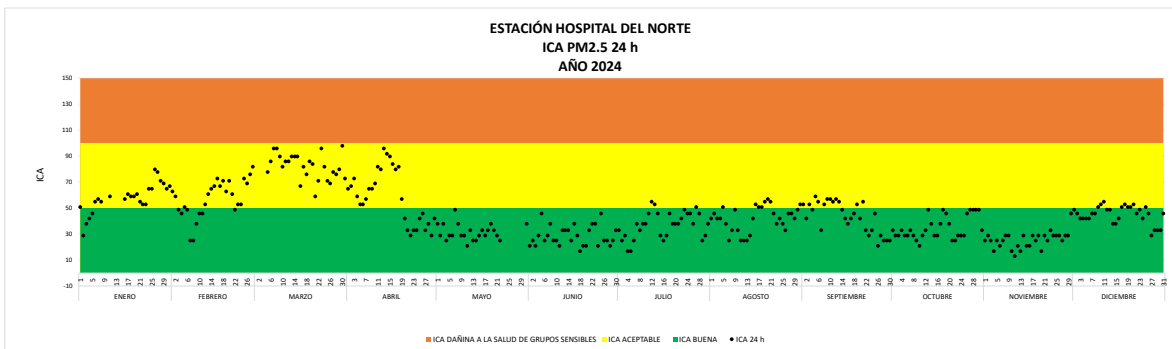


Figura 41 Índice de Calidad de Aire estación Hospital Local del Norte del SVCA PM 2.5

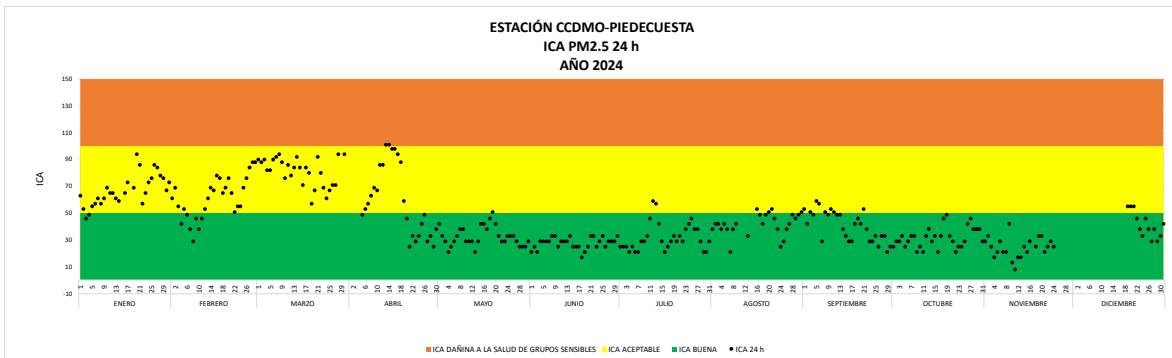


Figura 42 Índice de Calidad de Aire estación Piedecuesta del SVCA PM 2.5

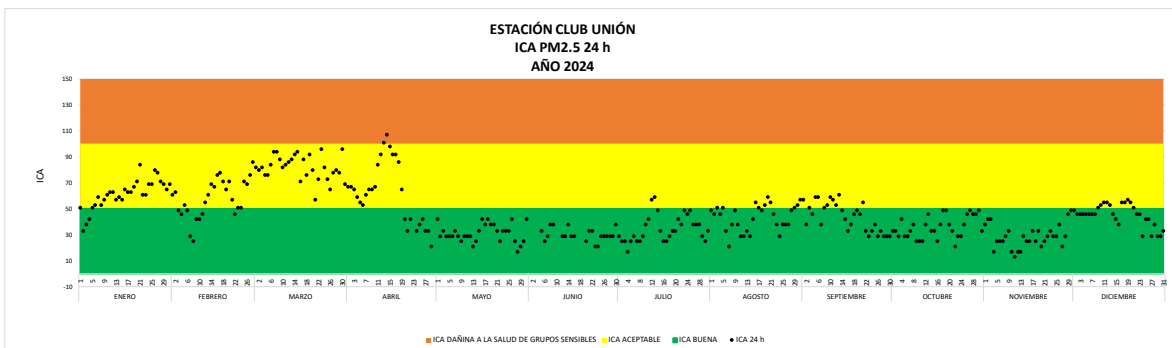


Figura 43 Índice de Calidad de Aire estación Club Unión del SVCA PM 2.5

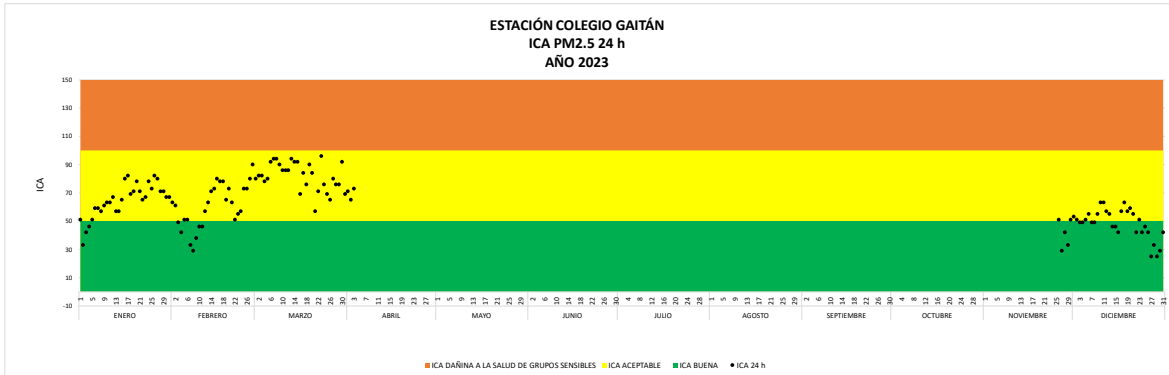


Figura 44 Índice de Calidad de Aire estación Club Unión del SVCA PM 2.5

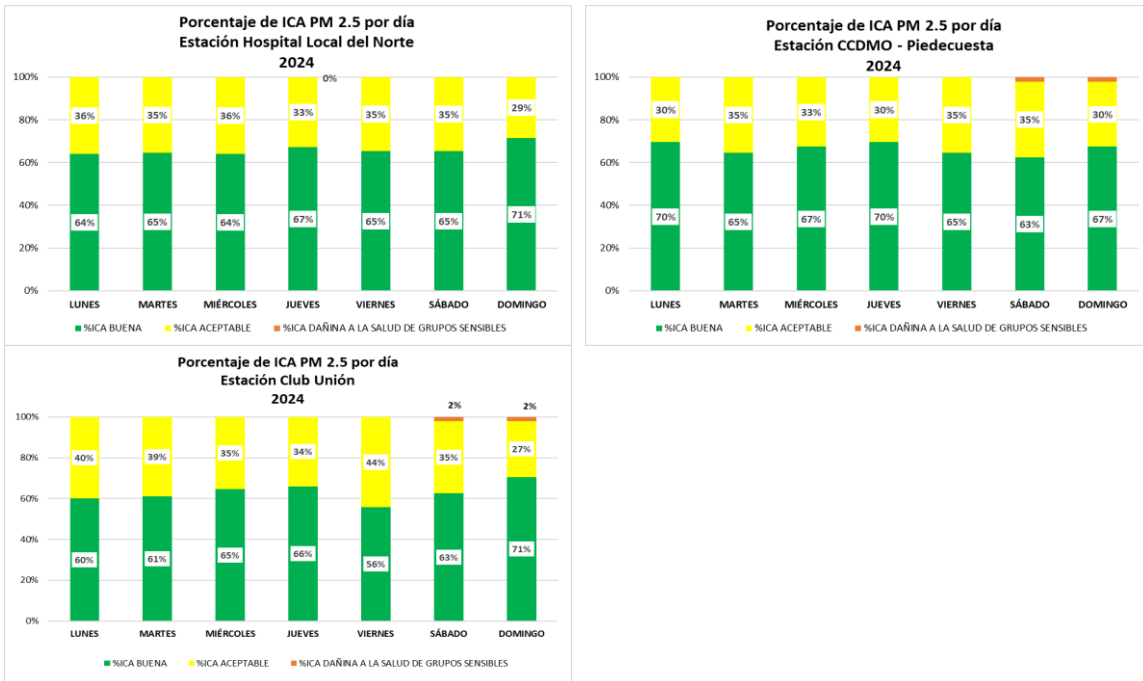
Durante los meses de enero y marzo de 2024 se registró el mayor porcentaje de días con Índice de Calidad del Aire (ICA) en la categoría "Aceptable", tal como se observa en la Figura 45. Este comportamiento está estrechamente relacionado con la ocurrencia de múltiples incendios forestales a nivel regional y nacional, los cuales liberan grandes cantidades de material particulado, afectando significativamente la calidad del aire.

Además de las fuentes emisoras, las condiciones meteorológicas características de este periodo también juegan un papel determinante. Entre ellas se destacan la disminución en las precipitaciones, el aumento en las temperaturas y, especialmente, la estabilidad atmosférica. Esta última se manifiesta en fenómenos como la inversión térmica, que consiste en una capa de aire caliente situada sobre una capa más fría cerca de la superficie, lo cual impide el ascenso y la dispersión vertical de los contaminantes, esta condición favorece la acumulación de partículas contaminantes como el $PM_{2.5}$ en niveles bajos de la atmósfera, incrementando la exposición de la población.

En conjunto, estos factores explican el deterioro en la calidad del aire durante estos meses y la mayor frecuencia de registros en la categoría "Aceptable".



Figura 45 Porcentajes mensual del Índice de calidad de Aire (ICA)



4.2.2. Índice de calidad de aire PM 10 (ICA)

En tres de las cuatro estaciones del Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA) que monitorean PM₁₀, predominó el Índice de Calidad del Aire (ICA) de 24 horas en la categoría "Buena", como se evidencia en la Tabla 17 y en las Figuras 46 a 49, se recuerda que la estación de Gaitán en el año 2024 no cumple con la representatividad requerida para presentar datos.

Las concentraciones más elevadas de PM₁₀ se registraron durante los primeros cuatro meses del año, un comportamiento que coincide con condiciones climáticas y ambientales menos favorables para la dispersión de contaminantes, como una menor frecuencia de lluvias y el aumento de incendios forestales.

Entre las estaciones, la ubicada en el municipio de Piedecuesta presentó las concentraciones más altas de PM₁₀ a lo largo del año, siendo la única estación que registró el ICA en categoría "Aceptable" durante 7 días. A pesar de estos picos, las concentraciones se mantuvieron dentro de los límites establecidos por la normatividad nacional, lo que indica un cumplimiento general de los estándares de calidad del aire

Tabla 17 Índice de Calidad de Aire por días en las estaciones del SVCA PM 10

Estación	Días ICA BUENA	Días ICA ACEPTABLE
Hospital Local Norte	347	0
Centro Cultural Piedecuesta	321	7
Club Unión	356	0
Colegio Gaitán	--	--

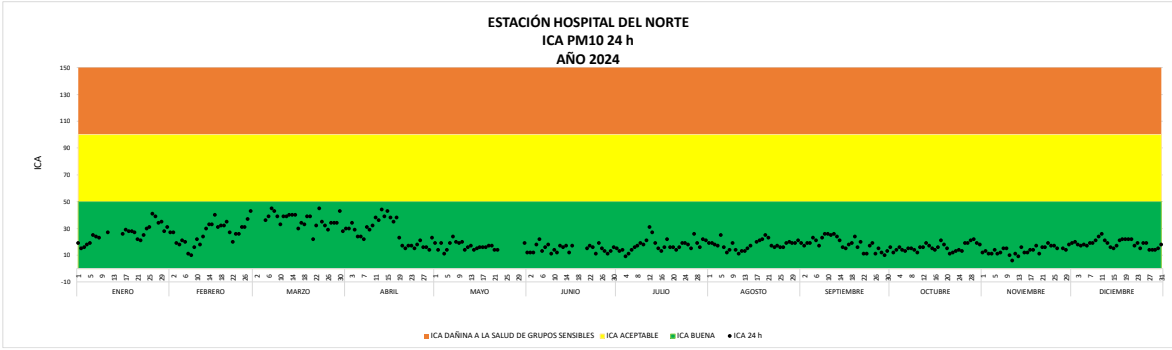


Figura 46 Índice de Calidad de Aire estación Hospital Local del Norte del SVCA PM 10

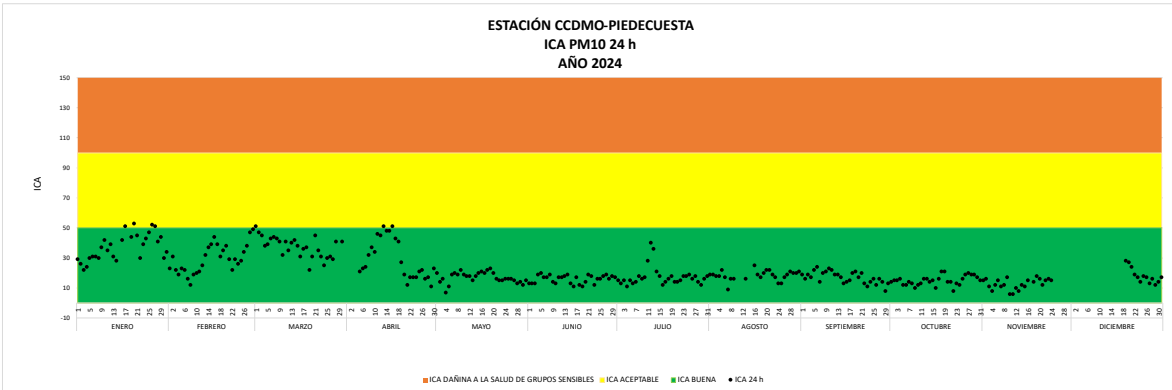


Figura 47 Índice de Calidad de Aire estación Piedecuesta del SVCA PM 10



Figura 48 Índice de Calidad de Aire estación Club Unión del SVCA PM 10

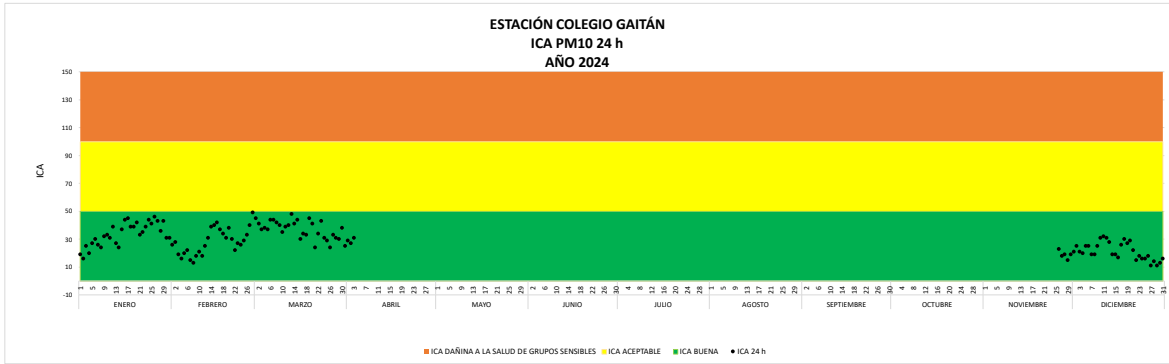


Figura 49 Índice de Calidad de Aire estación Colegio Gaitán del SVCA PM 10

4.2.3. Índice de Calidad de Aire O₃ (ICA)

A continuación, se presentan los ICAS para el contaminante ozono, los resultados se muestran gráficamente identificando los periodos en que los datos se encuentran por fuera del alcance de acreditación como se indica en el numeral 4.1.3 del presente informe.

La Resolución 2254 de 2017 establece los puntos de corte para el cálculo del Índice de Calidad del Aire (ICA) asociado a cada contaminante criterio. En el caso del ozono (O₃) horario, el ICA considera que las concentraciones superiores a 245 µg/m³ corresponden a una calidad del aire dañina para la salud de los grupos sensibles.

Durante el año 2024, los niveles horarios de ozono registrados por las estaciones del Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA) se mantuvieron por debajo de este umbral, por lo que no se generaron valores de ICA horarios representativos para este contaminante.

Respecto al ozono en promedio de 8 horas, como se muestra en la Figura 50, todas las estaciones del SVCA de la CDMB se registraron concentraciones que se ubicaron dentro de la categoría "Buena" a lo largo del año, esto indica que, en términos de exposición prolongada, la población no estuvo sometida a niveles de

ozono que representaran un riesgo para la salud, lo cual es un indicador positivo de la calidad del aire respecto a este contaminante.

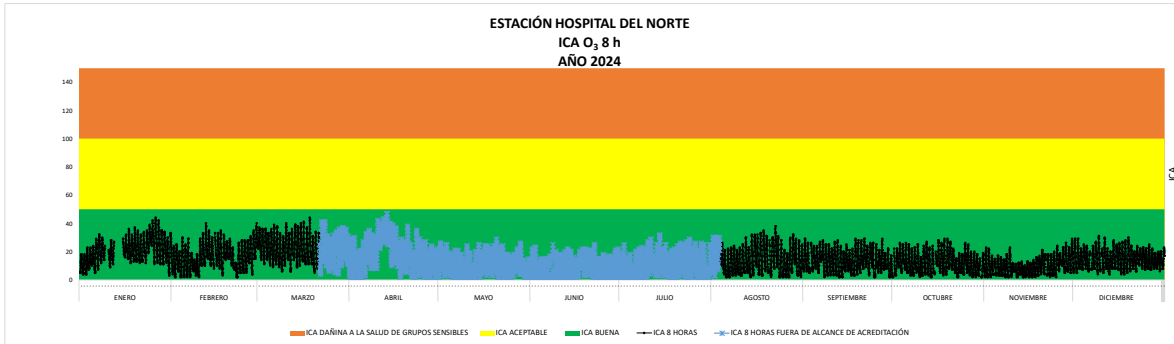


Figura 50 Índice de Calidad de Aire estación Hospital Local del Norte del SVCA O₃

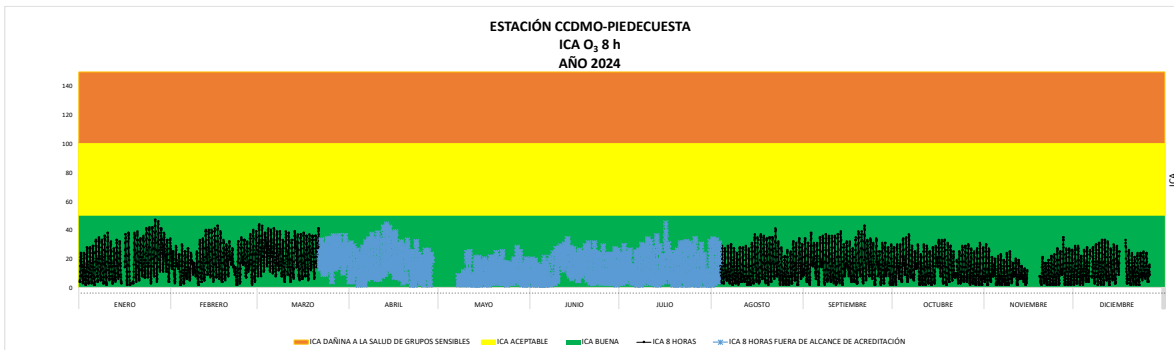


Figura 51 Índice de Calidad de Aire estación Piedecuesta del SVCA O₃

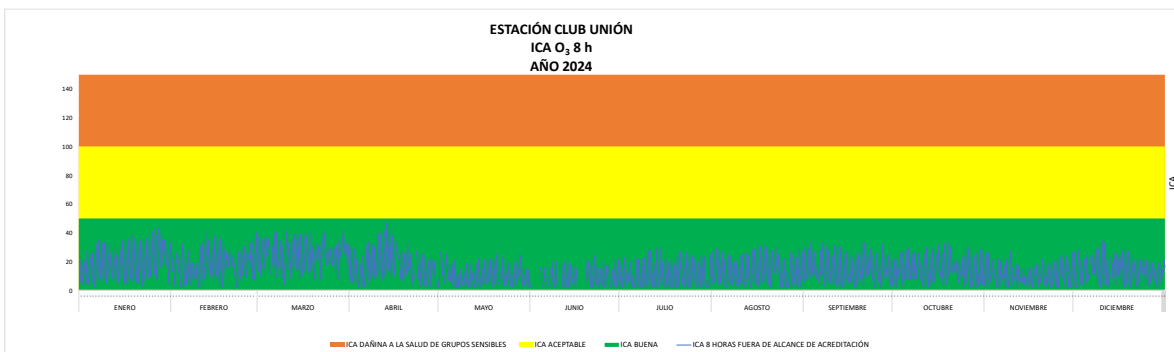


Figura 52 Índice de Calidad de Aire estación Club Unión del SVCA O₃



Figura 53 Índice de Calidad de Aire estación Colegio Gaitán del SVCA O₃

4.2.4. Índice de Calidad de Aire NO₂ (ICA)

A continuación, se presentan los ICAS para el contaminante NO₂, los resultados se muestran gráficamente identificando los periodos en que los datos se encuentran por fuera del alcance de acreditación como se indica en el numeral 4.1.4 del presente informe.

El Índice de Calidad del Aire (ICA) asociado al dióxido de nitrógeno (NO₂), calculado de forma horaria para las estaciones del Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA), se mantuvo en la categoría "Buena" durante todo el año 2024, como se puede observar en la Figura 54.

A pesar de este comportamiento favorable, se identificaron picos relativos de concentración en determinados periodos del año. En la estación de Piedecuesta, los valores más altos se registraron entre los meses de enero y febrero, así como en julio de 2024, por su parte, la estación ubicada en el Club Unión presentó concentraciones ligeramente más elevadas durante los meses de enero, febrero y septiembre.

Estos incrementos puntuales, aunque no superaron los niveles establecidos por la normatividad, reflejan la influencia de factores como el aumento en el flujo vehicular, condiciones meteorológicas.

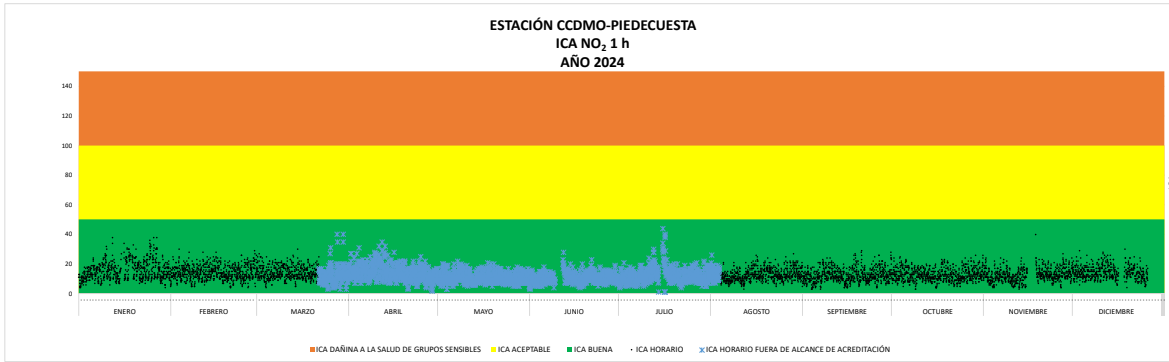


Figura 54 Índice de Calidad de Aire estación Piedecuesta del SVCA NO₂ Año 2024.

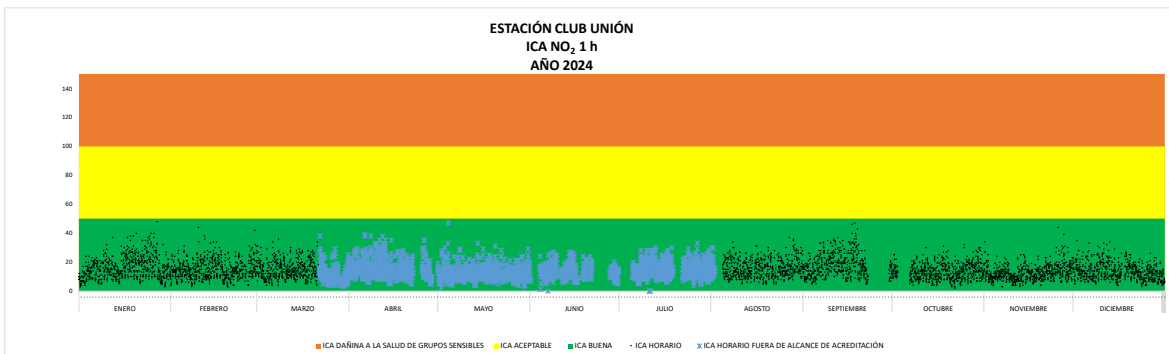


Figura 55 Índice de Calidad de Aire estación Club Unión del SVCA NO₂ Año 2024.

4.2.5. Índice de Calidad de Aire CO

A continuación, se presentan los ICAS para el contaminante CO, los resultados se muestran gráficamente identificando los periodos en que los datos se encuentran por fuera del alcance de acreditación como se indica en el numeral 4.1.5 del presente informe.

La Figura 56 muestra el comportamiento del Monóxido de Carbono (CO) durante el año 2024 en las estaciones de monitoreo de Piedecuesta y Club Unión, en ambas estaciones, el Índice de Calidad del Aire (ICA) asociado a este contaminante se mantuvo dentro de la categoría "Buena" durante todo el periodo para el que se presenta este informe.

Este resultado indica que los niveles de CO registrados estuvieron muy por debajo de los límites establecidos por la normativa nacional, sin representar riesgos para la salud de la población

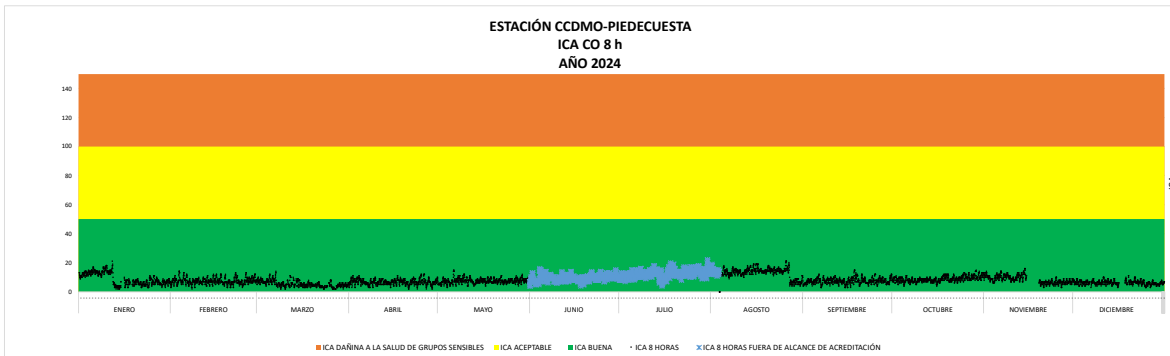


Figura 56 Índice de Calidad de Aire estación de Piedecuesta del SVCA CO- Año 2024



Figura 57 Índice de Calidad de Aire estación Club Unión del SVCA CO- Año 2024

4.2.6. Índice de Calidad de Aire SO₂

A continuación, se presentan los ICAS para el contaminante O₂, los resultados se muestran gráficamente identificando los periodos en que los datos se encuentran por fuera del alcance de acreditación como se indica en el numeral 4.1.6 del presente informe.

Tal como se ha mencionado previamente, la Figura 58 muestra que el Índice de Calidad del Aire (ICA) asociado al dióxido de azufre (SO₂) se mantuvo en

la categoría "Buena" durante todo el periodo evaluado en el año 2024. Esto refleja los bajos niveles de concentración de este contaminante registrados por las estaciones del Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA)

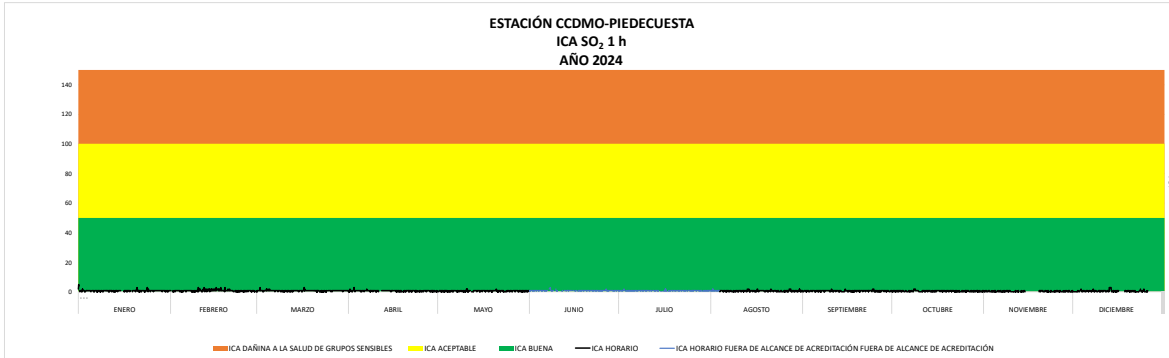


Figura 58 Índice de Calidad de Aire estación Piedecuesta del SVCA SO₂- Año 2024



Figura 59 Índice de Calidad de Aire estación Club Unión del SVCA SO₂- Año 2024

4.3. Comparación multianual Material Particulado

4.3.1. Comparación multianual PM₁₀

Las concentraciones de PM₁₀ han presentado un incremento de entre 0.17 y 1.15 µg/m³ respecto al año anterior en las tres estaciones del Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA) que cuentan con los criterios de representatividad, tal como se evidencia en la Figura 60, el mayor aumento se registró en la estación ubicada en el municipio de Piedecuesta.

A pesar de este incremento, los niveles registrados siguen cumpliendo con el valor límite anual establecido por la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), que es de 50 µg/m³. No obstante, es importante destacar que la Organización Mundial de la Salud (OMS), a través de su Objetivo Intermedio III, recomienda una concentración anual máxima de 30 µg/m³ para este contaminante, valor que también ha sido adoptado por la Resolución 2254 como meta nacional a alcanzar para el año 2030.

Si bien actualmente se cumple con ambos límites normativos, las concentraciones observadas en las estaciones del SVCA se encuentran cada vez más cercanas a este valor objetivo, lo que representa un desafío para la gestión de la calidad del aire en el área metropolitana de Bucaramanga.

Por esta razón, la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) se encuentra actualmente en la fase de implementación del Plan de Gestión de la Calidad del Aire (PGCA), con el fin de garantizar una reducción progresiva de las concentraciones de PM₁₀ y proteger la salud de la población.

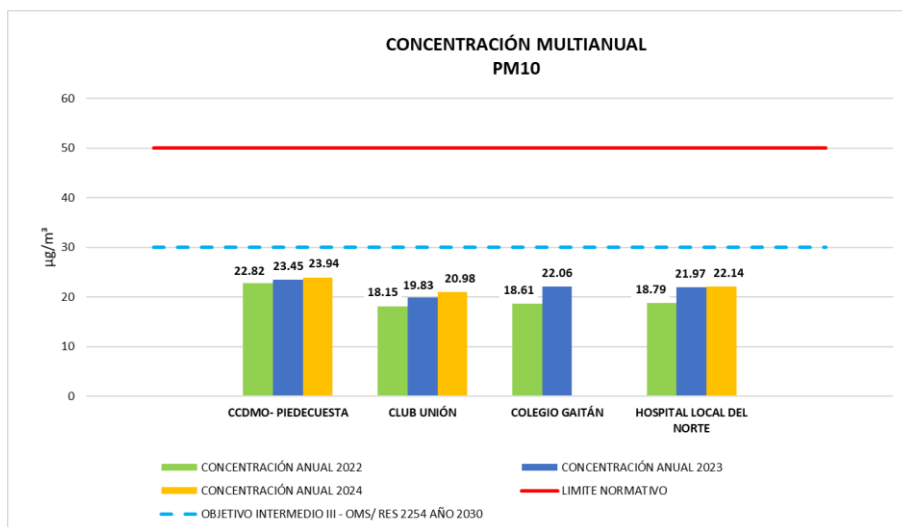


Figura 60 Comparación multianual PM 10

4.3.2. Comparación multianual PM_{2.5}

Las concentraciones de PM_{2.5} han mostrado un incremento de entre 1.1 y 1.46 µg/m³ respecto al año anterior en las tres estaciones del Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA) que cumplen con criterios de representatividad para el año 2024, según se observa en la Figura 61 y la Figura 62. Este aumento está en concordancia con una mayor proporción de días en categoría "Aceptable" en el Índice de Calidad del Aire (ICA) durante el mismo año.

A pesar del aumento, las concentraciones aún se encuentran por debajo del límite anual de 25 µg/m³ establecido por la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), lo que indica cumplimiento de la normativa vigente.

Sin embargo, es importante señalar que el Objetivo Intermedio III de la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece una concentración anual máxima recomendada de 15 µg/m³, valor que también ha sido adoptado por la Resolución 2254 como meta nacional para el año 2030, las concentraciones actuales medidas por las estaciones del SVCA se encuentran cada vez más próximas a este valor objetivo, lo que representa un desafío para el control de emisiones y la protección de la salud pública.

Este comportamiento resalta la necesidad de fortalecer la implementación de las medidas dentro del Plan de Gestión de la Calidad del Aire (PGCA) liderado por la CDMB, con el fin de garantizar la mejora continua en la calidad del aire del área metropolitana de Bucaramanga.

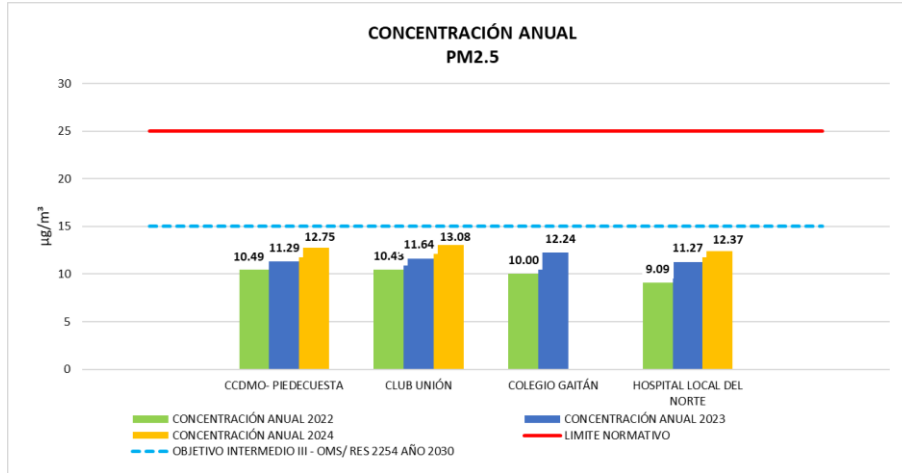
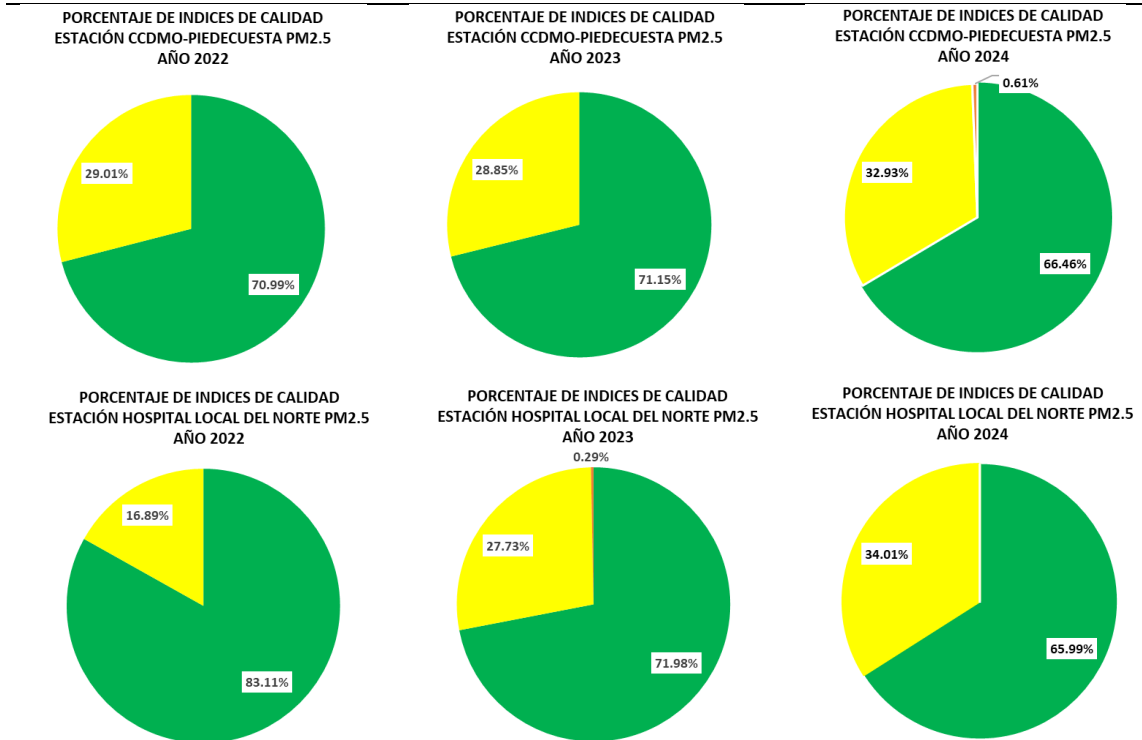


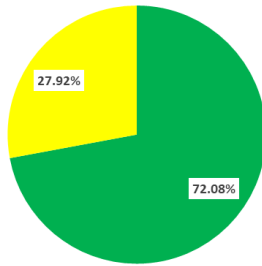
Figura 61 Comparación multianual PM 2.5

Porcentaje de Índices de Calidad - PM2.5 - 2022 - 2023 - 2024

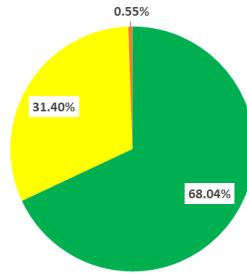
ICA – Buena Aceptable Dañina a la salud de grupos sensibles



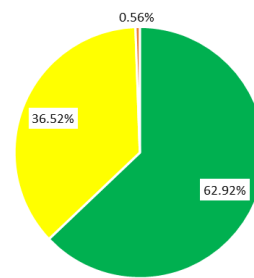
PORCENTAJE DE INDICES DE CALIDAD
ESTACIÓN CLUB UNIÓN PM2.5
AÑO 2022



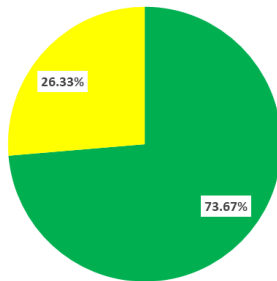
PORCENTAJE DE INDICES DE CALIDAD
ESTACIÓN CLUB UNIÓN PM2.5
AÑO 2023



PORCENTAJE DE INDICES DE CALIDAD
ESTACIÓN CLUB UNIÓN PM2.5
AÑO 2024



PORCENTAJE DE INDICES DE CALIDAD
ESTACIÓN COLEGIO GAITÁN PM2.5
AÑO 2022



PORCENTAJE DE INDICES DE CALIDAD
ESTACIÓN COLEGIO GAITÁN PM2.5
AÑO 2023

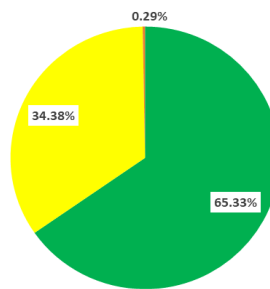


Figura 62 Porcentaje de Índice de Calidad de Aire 2022 - 2023 - 2024

4.3.2.1. ANALISIS INDICE DE CALIDAD DE AIRE MENSUAL PM2.5

Las estaciones que monitorean PM_{2.5} dentro del Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA) registraron un incremento en el Índice de Calidad del Aire (ICA) en la categoría Aceptable durante los meses de febrero, marzo, y abril del año 2024, en comparación con los mismos meses del año 2023 (ver Figuras 63 a 66).

Este comportamiento está asociado a condiciones meteorológicas adversas que limitan la dispersión de contaminantes atmosféricos, tales como la disminución de las lluvias, la estabilidad atmosférica y la inversión térmica. A estos factores se suma la ocurrencia de incendios forestales, tanto en zonas aledañas al área metropolitana de Bucaramanga como en otras regiones del territorio nacional, lo que incrementa significativamente la concentración de material particulado fino (PM_{2.5}) en el aire.

Esta situación pone de manifiesto la necesidad de fortalecer las estrategias de gestión ambiental y de resiliencia frente a eventos climáticos extremos, con el fin de mitigar los impactos sobre la calidad del aire y la salud pública.

ANÁLISIS ICA MENSUAL ESTACIÓN CCDMO- PIEDECUESTA



Figura 63 Índice de Calidad de Aire por mes estación Piedecuesta año 2023 -2024

ANÁLISIS ICA MENSUAL ESTACIÓN CLUB UNIÓN



Figura 64 Índice de Calidad de Aire por mes estación Club Unión año 2023 - 2024

ANÁLISIS ICA MENSUAL ESTACIÓN COLEGIO GAITÁN

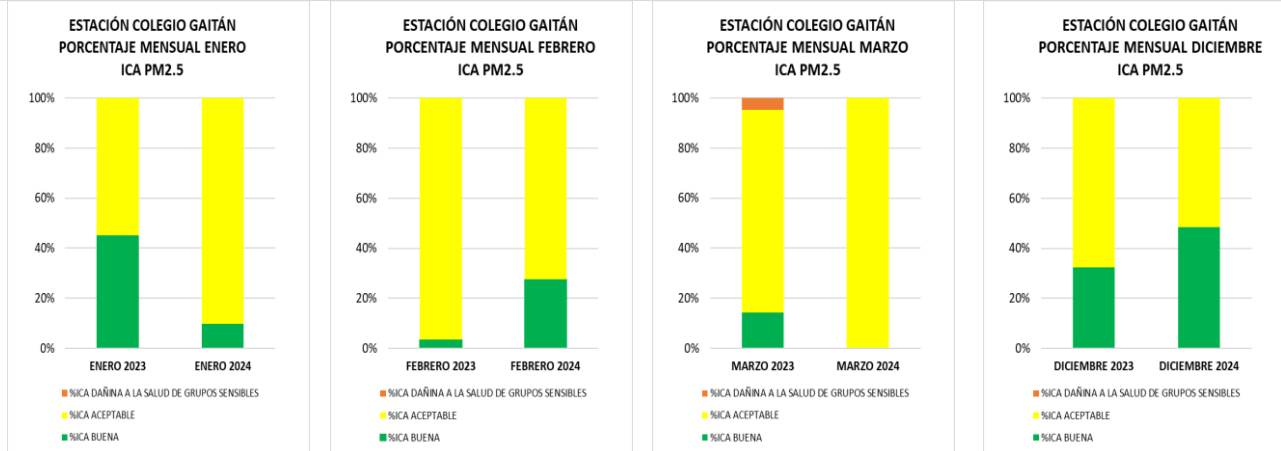
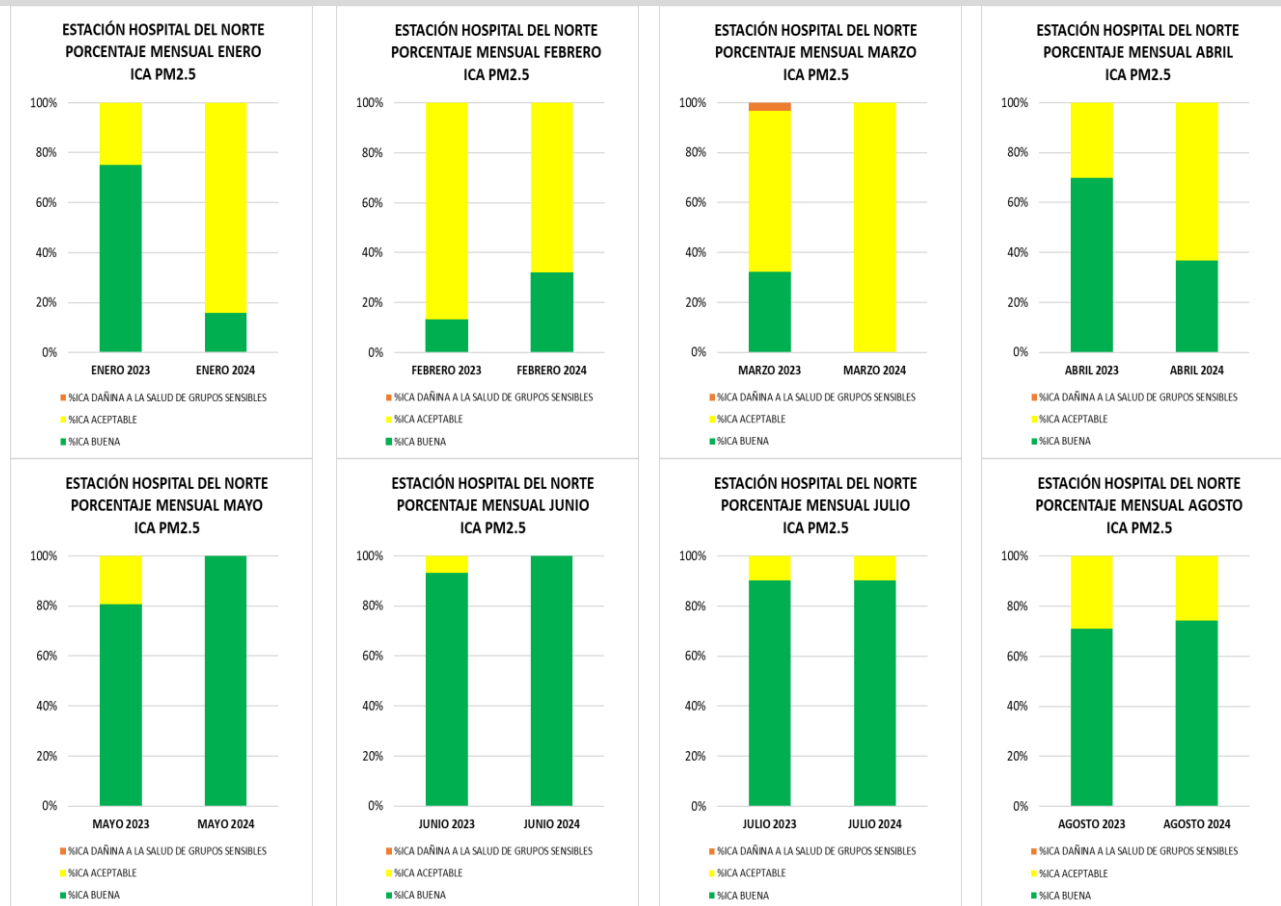


Figura 65 Índice de Calidad de Aire por mes estación Colegio Gaitán año 2022 – 2023 - 2024

ANÁLISIS ICA MENSUAL ESTACIÓN HOSPITAL LOCAL DEL NORTE



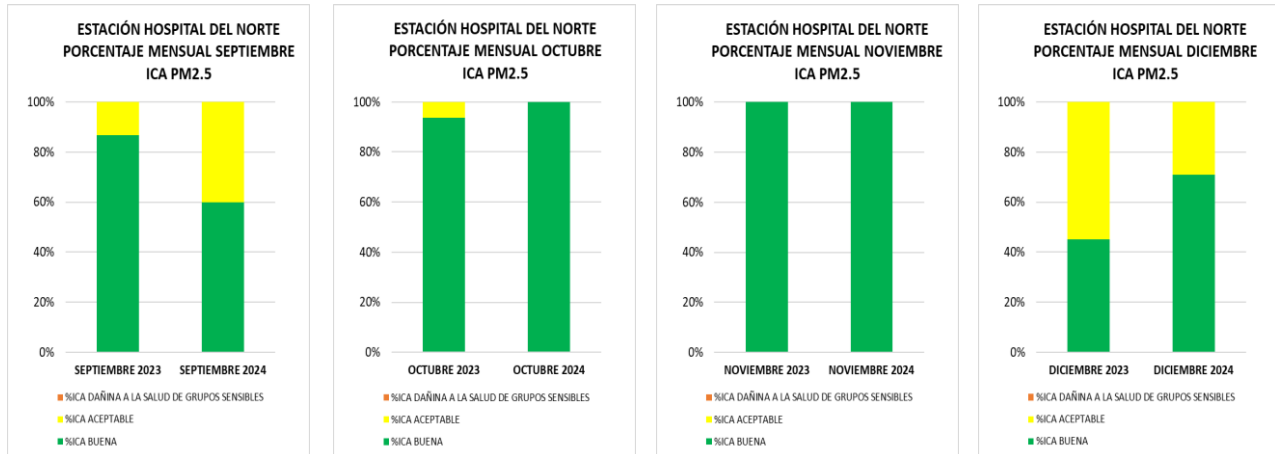


Figura 66 Índice de Calidad de Aire por mes estación Hospital Local del Norte año 2022 – 2023 - 2024

4.4. Particularidades del periodo

Para el período analizado, las concentraciones de los contaminantes monitoreados por el Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA) registraron excedencias en los niveles de $PM_{2.5}$, según los límites establecidos en la Resolución 2254 de 2017, sin embargo, estos aumentos no cumplieron con los criterios requeridos para la emisión de una alerta ambiental.

No obstante, debido al incremento en las concentraciones de $PM_{2.5}$, la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) emitió la Resolución N° 0214 del 14 de marzo de 2024, mediante la cual se declaró un "Período de Gestión para el Control de Episodios de Contaminación Atmosférica en el Primer Semestre del Año 2024" en los municipios del Área Metropolitana de Bucaramanga.

El objetivo de esta resolución fue coordinar acciones con las alcaldías locales para implementar medidas de reducción de emisiones de $PM_{2.5}$ y mantener informada a la comunidad sobre el comportamiento de este contaminante durante el período establecido.

A continuación, se encuentra el enlace donde fue publicada la Resolución de la CDMB para la gestión de episodios de contaminación:

https://www.cdmb.gov.co/images/documentos/micrositios/svca/resolucion_0214_d_e_14_de_marzo_de_2024.pdf

4.5. Resultados de las mediciones meteorológicas

Cada una de las estaciones que forman parte del SVCA posee una estación meteorológica de la cual a continuación se realizara un análisis del comportamiento para el año 2024.

4.5.1. Temperatura

La temperatura del aire ambiente juega un papel fundamental en los procesos de difusión y dispersión de contaminantes, ya que contribuye al incremento de los flujos turbulentos atmosféricos, facilitando el ascenso vertical, el transporte horizontal y la mezcla de contaminantes en la atmósfera. Estos procesos son clave para diluir o concentrar los contaminantes que diariamente se emiten en la ciudad, ya sea desde fuentes locales (como el tráfico vehicular o la industria) o desde fuentes externas, como las quemadas regionales, las cuales son comunes en los primeros meses del año. En el año 2024, se registraron temperaturas particularmente elevadas en el mes de marzo, coincidiendo con estas quemadas, aunque también se observaron picos térmicos en los meses de julio y septiembre, lo cual pudo haber influido en los patrones de dispersión y acumulación de contaminantes durante dichos periodos.

Hospital Local del Norte

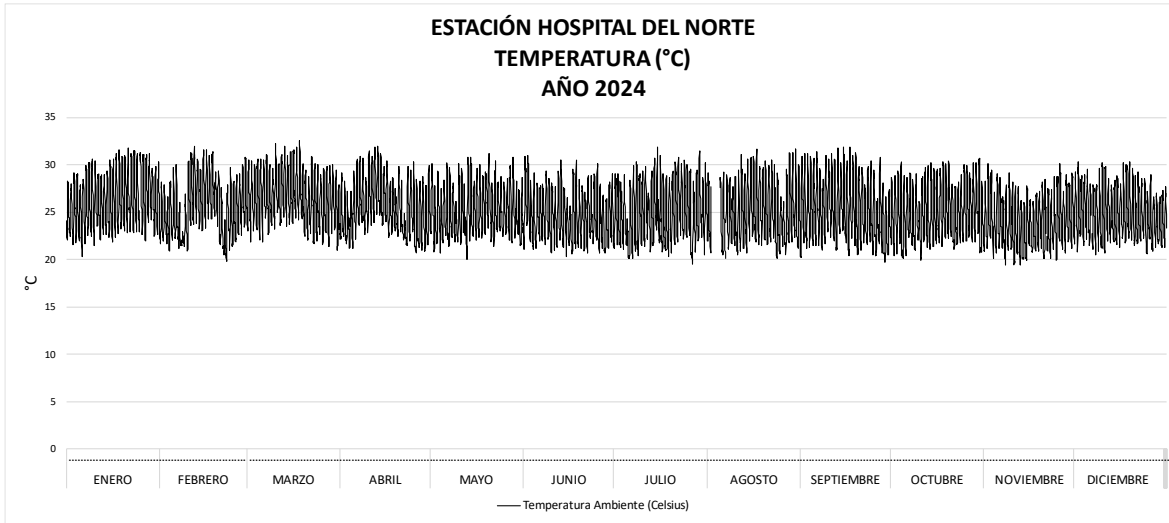


Figura 67 Comportamiento temperatura anual 2024.

La temperatura tal como lo muestra la Figura 67 estuvo en valores entre 20°C y 30°C, comportamiento que se mantuvo durante todo el año 2024, esto se corrobora en la Figura 68 que indica que los meses con mayores temperaturas máximas fueron marzo (32.6 °C), seguido de febrero (32.0 °C), condiciones que favorecen fenómenos como las quemadas regionales y la formación de ozono troposférico. En contraste, los meses de julio (19.6 °C) y noviembre (19.4 °C) presentaron las temperaturas mínimas más bajas. A pesar de las fluctuaciones, la temperatura media mensual se mantuvo relativamente constante, oscilando entre 24.5 °C y 26.5 °C, lo cual indica un régimen térmico cálido característico de la región, con ligeros descensos hacia mitad y final de año. Este comportamiento térmico tiene un impacto directo sobre la dispersión de contaminantes, ya que temperaturas más altas pueden intensificar los procesos de mezcla y transporte atmosférico.

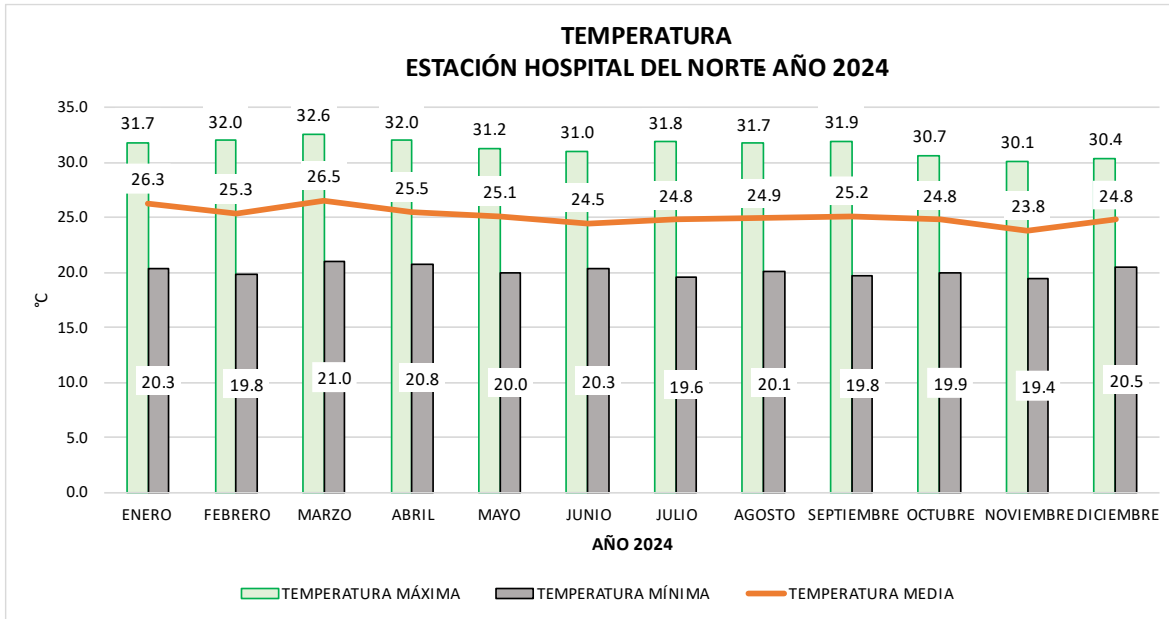


Figura 68 Temperaturas máximas y mínimas mensuales años 2024

Estación Piedecuesta

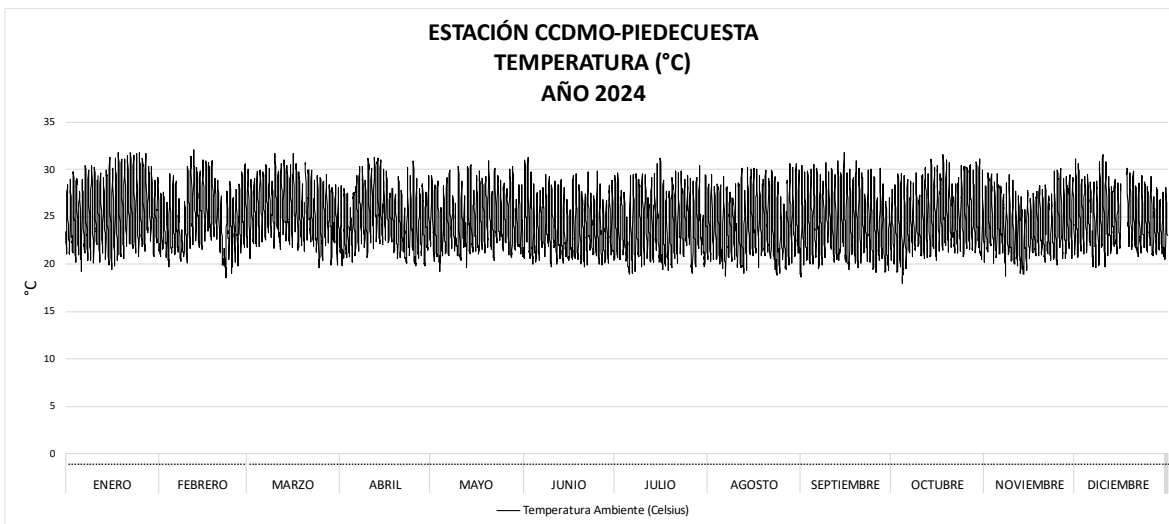


Figura 69 Comportamiento temperatura anual 2024

Para la estación de Piedecuesta la temperatura horaria oscilo en el año 2024 entre 18°C a los 32°C (Ver Figura 69), en datos mensuales (Figura 70) se muestra un comportamiento térmico constante a lo largo del año, con temperaturas máximas que oscilan entre 30.1 °C y 32.1 °C, siendo febrero el mes con el valor más alto (32.1 °C), seguido de enero y marzo. En cuanto a las temperaturas mínimas, se

identifican los registros más bajos entre febrero (18.6 °C) y octubre (18.0 °C), indicando noches más frescas en estos periodos. La temperatura media mensual se mantiene relativamente estable, con valores entre 23.8 °C y 25.7 °C, siendo marzo el mes con el promedio más alto.

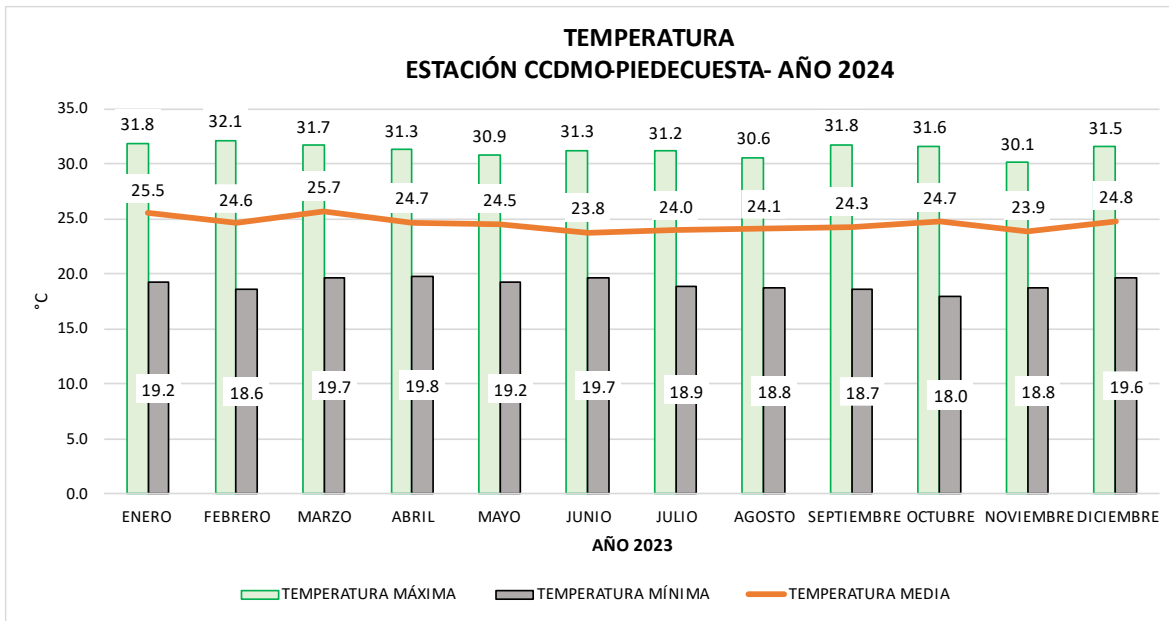


Figura 70 Temperaturas máximas y mínimas mensuales años 2024

Estación Club Unión.

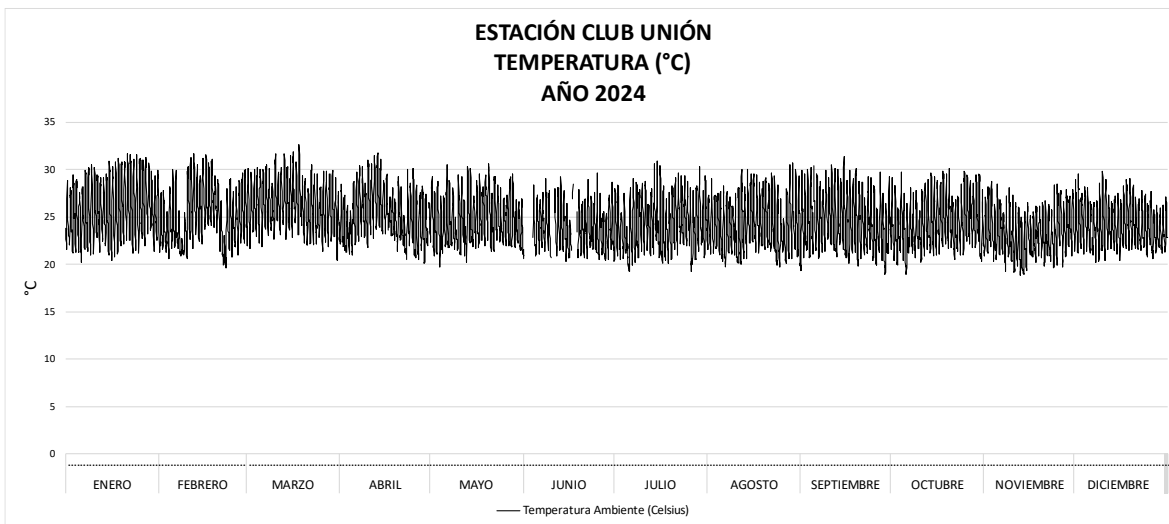


Figura 71 Comportamiento temperatura anual 2024

El comportamiento es similar al ya mencionado en las otras dos estaciones donde las temperaturas máximas alcanzan su punto más alto en marzo (32.6 °C), seguido de abril y enero, mientras que los valores más bajos se registran entre octubre (28.7 °C) y noviembre (28.9 °C). Las temperaturas mínimas se mantienen relativamente estables, fluctuando entre 18.9 °C y 20.5 °C, con febrero y noviembre como los meses más frescos. En cuanto a la temperatura media, esta oscila entre 23.2 °C (noviembre) y 26.2 °C (marzo), confirmando a marzo como el mes más cálido del año.

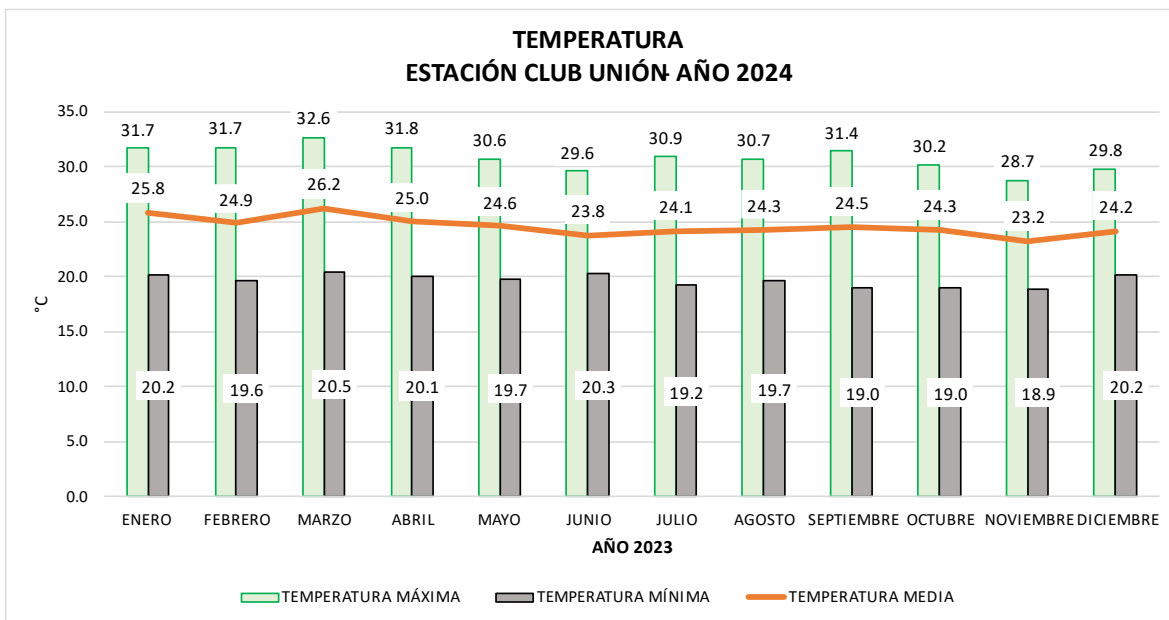


Figura 72 Temperaturas máximas y mínimas mensuales años 2024

Estación Colegio Gaitán.

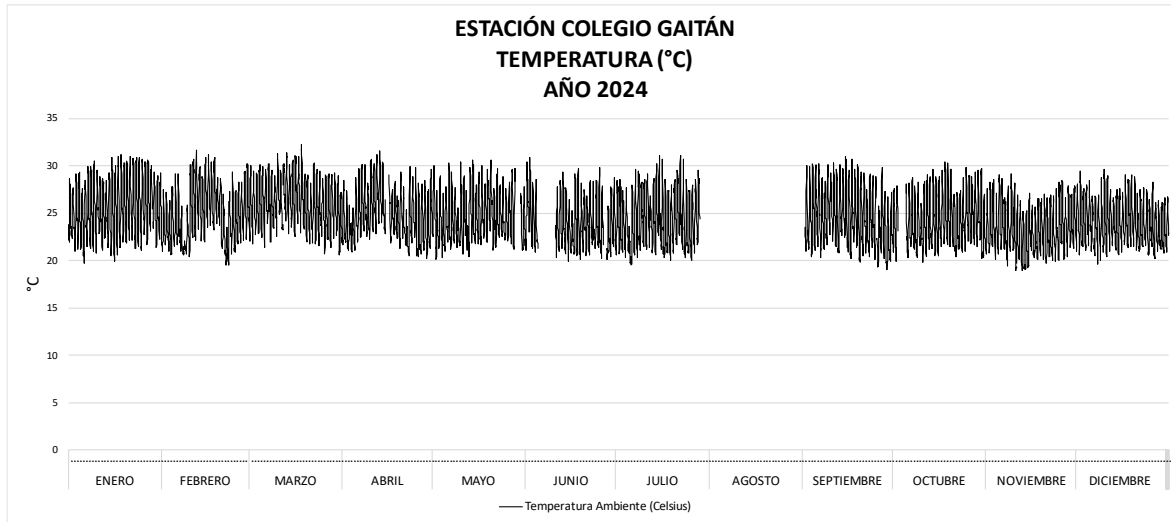


Figura 73 Comportamiento temperatura anual 2024

La temperatura correspondiente a la estación Colegio Gaitán para el año 2024 muestra un comportamiento térmico consistente con las demás estaciones del área metropolitana. Las temperaturas máximas alcanzan su punto más alto en marzo (32.3 °C), mientras que los valores más bajos se evidencian hacia noviembre (29.2 °C). Las temperaturas mínimas varían entre 18.9 °C (noviembre) y 20.6 °C (marzo), como se muestra en la Figura 73 y la Figura 74.

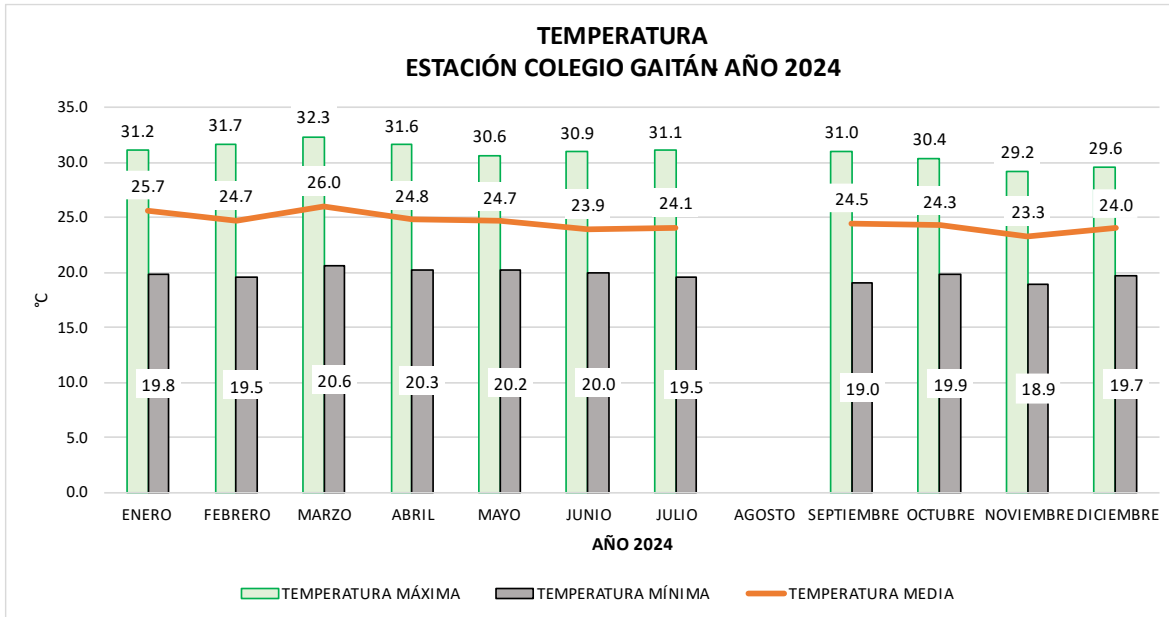


Figura 74 Temperaturas máximas y mínimas mensuales años 2024

4.5.2. Precipitación

La precipitación se define como el producto líquido o sólido de la condensación del vapor de agua que cae de las nubes o del aire y se deposita en el suelo, la lluvia ejerce una labor muy importante en la limpieza de la atmósfera, puesto que al tener las gotas un diámetro mayor que el tamaño de las partículas contaminantes, puede producir arrastre de partículas presentes en la atmósfera, contribuyendo con la descontaminación de la ciudad, mayormente cuando se presentan lluvias intensas, aunque existen periodos particulares (primer trimestre del año) en que la lluvia precipita las partículas, pero las corrientes de aire transportan el contaminante de otros lugares.

Estación Hospital local del Norte

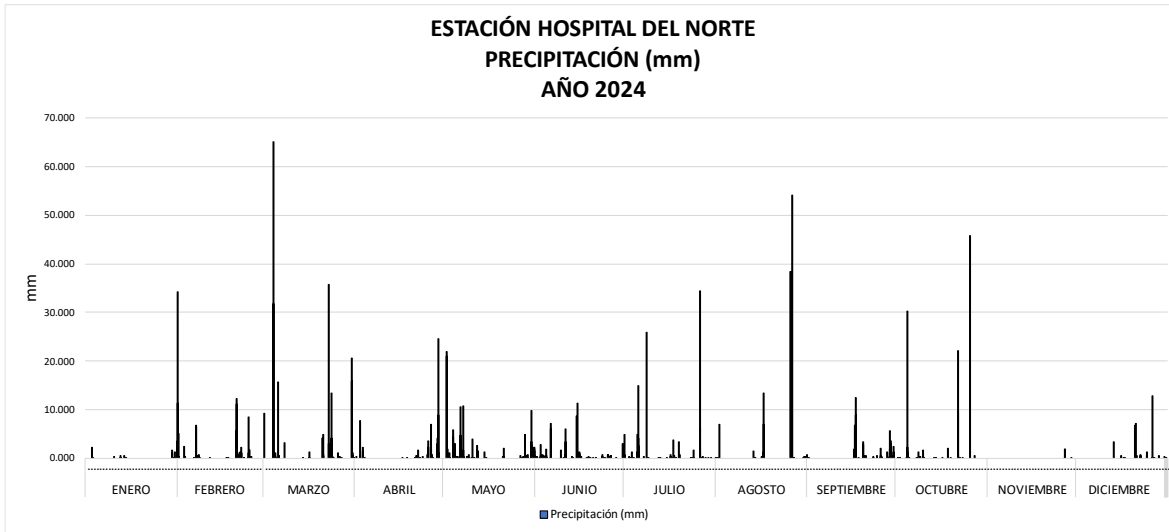


Figura 75 Comportamiento precipitación anual 2024

La precipitación para la estación Hospital Local del Norte en el año 2024 refleja que en los meses de enero y diciembre fue el periodo donde hubo menos lluvias periodo en el que concentración de PM 2.5 estuvo dentro de los rangos más altos, los meses donde mayor promedio de lluvias acumulado hubo fue en marzo y mayo según lo observado en la Figura 76

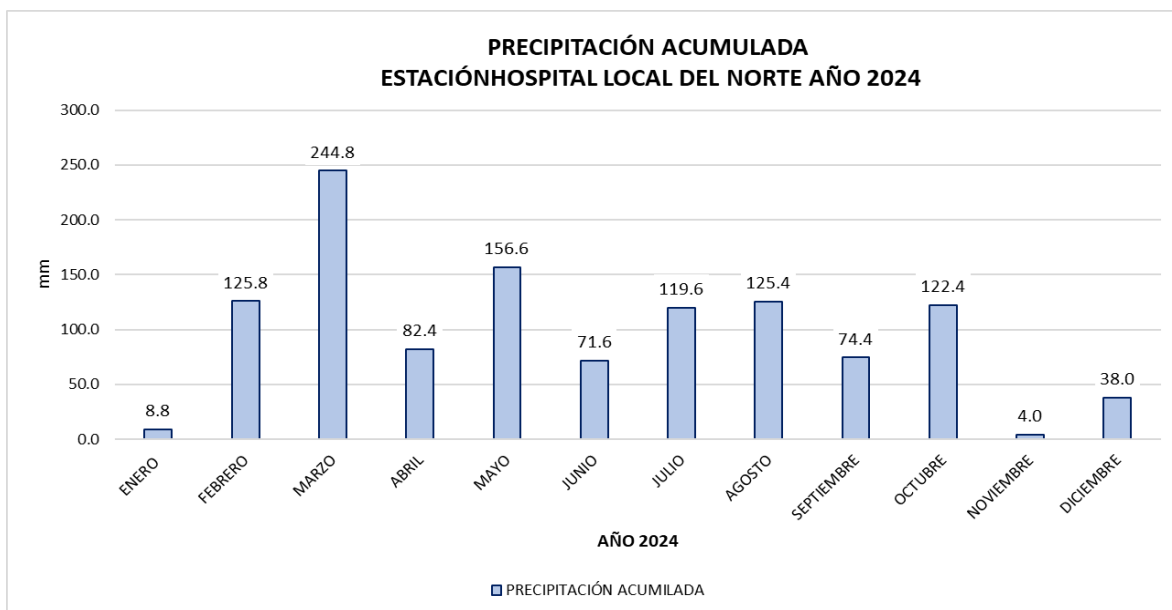


Figura 76 Precipitación acumulada por mes año 2024

Estación Piedecuesta

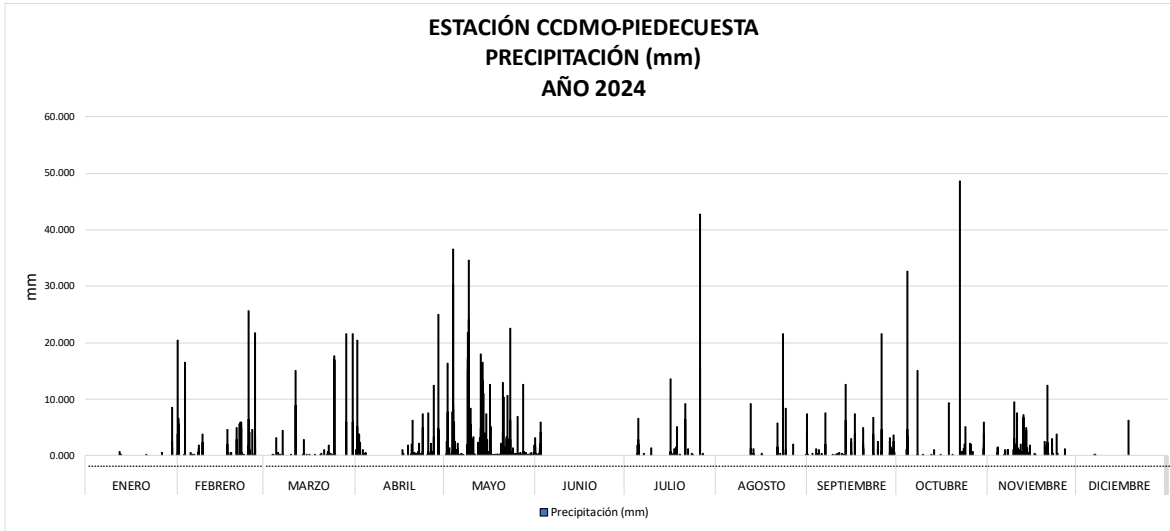


Figura 77 Comportamiento precipitación anual 2024

Para la estación de Piedecuesta las lluvias se concentran principalmente en el mes de mayo donde según la Figura 78 hay un acumulado de lluvias por encima de los 600 mm, cabe destacar que en los primeros meses del año y en el mes de diciembre es donde se presentan menos lluvias.

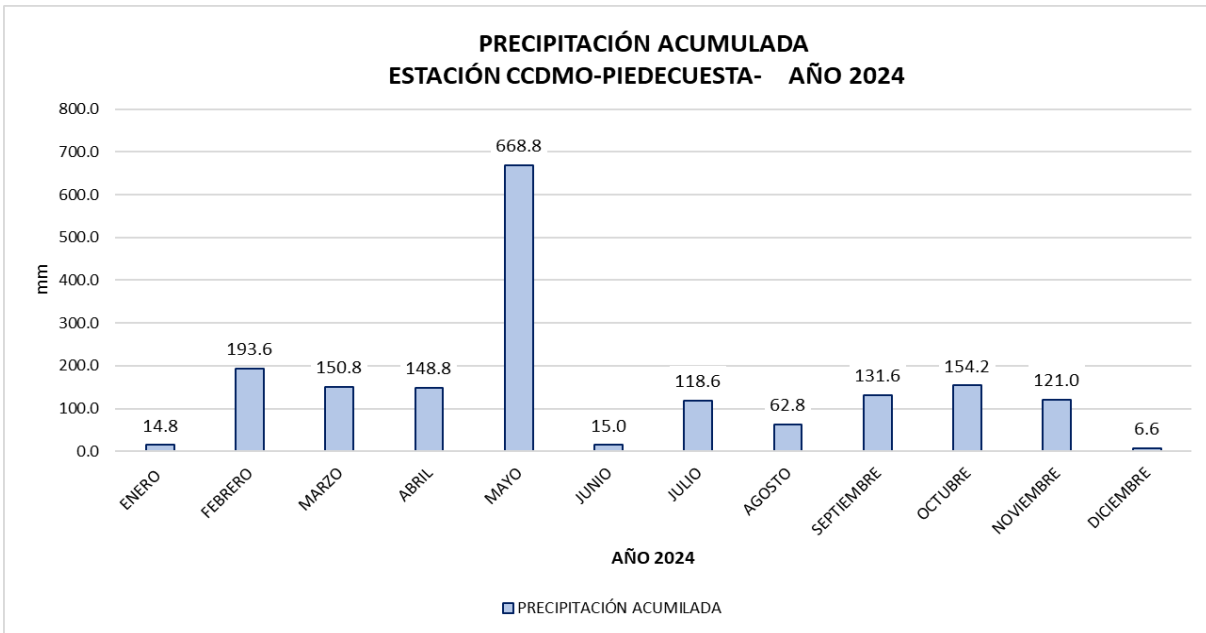


Figura 78 Precipitación acumulada por mes año 2024

Estación Club Unión

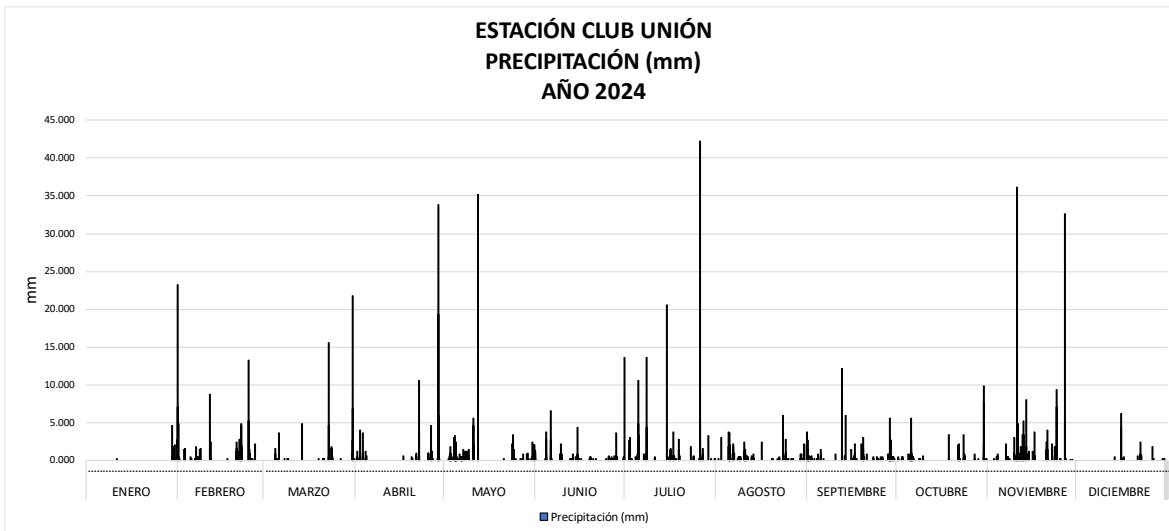


Figura 79 Comportamiento precipitación anual 2024

La precipitación para la estación ubicada en el club unión estuvo más constante durante el año, como se observa en la Figura 80 los meses de julio y noviembre presentan mayor cantidad de precipitación acumulada, y el mes de enero y diciembre menos lluvias.

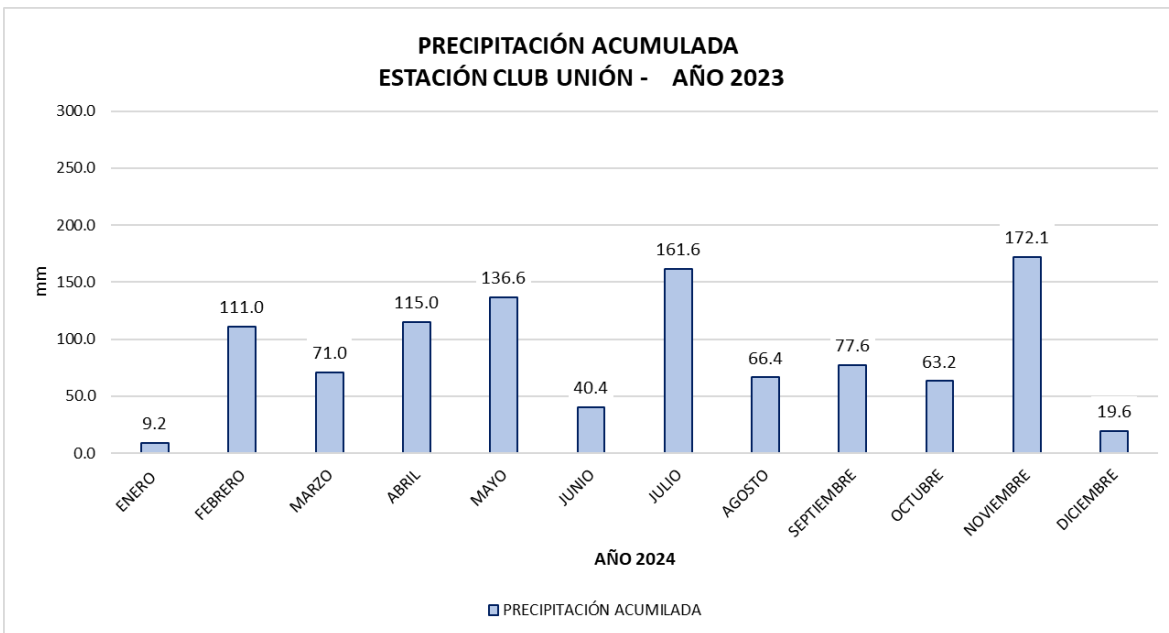


Figura 80 Precipitación acumulada por mes año 2024

Estación Colegio Gaitán.

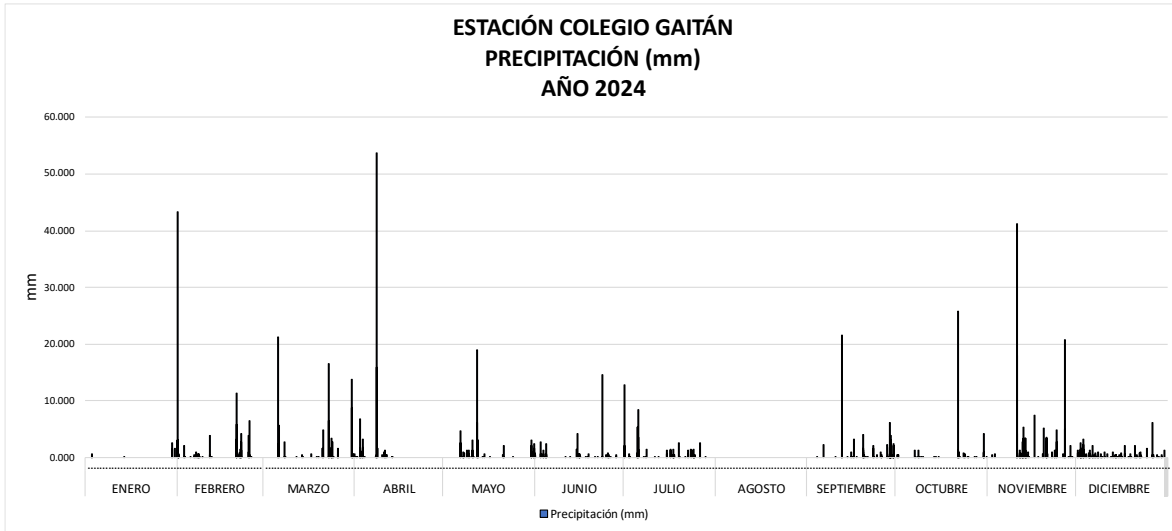


Figura 81 Comportamiento precipitación anual 2024

En la estación del Colegio Gaitán se observa una marcada variabilidad a lo largo del año, con un pico significativo en noviembre (160.6 mm), seguido por valores altos en febrero (108.4 mm) y marzo (103.0 mm). En contraste, los meses de menor precipitación fueron enero (7.0 mm), junio (37.0 mm) y octubre (45.4 mm), indicando una temporada seca intermedia entre mayo y octubre. Este patrón sugiere una distribución bimodal de las lluvias, típica de regiones con dos periodos lluviosos al año

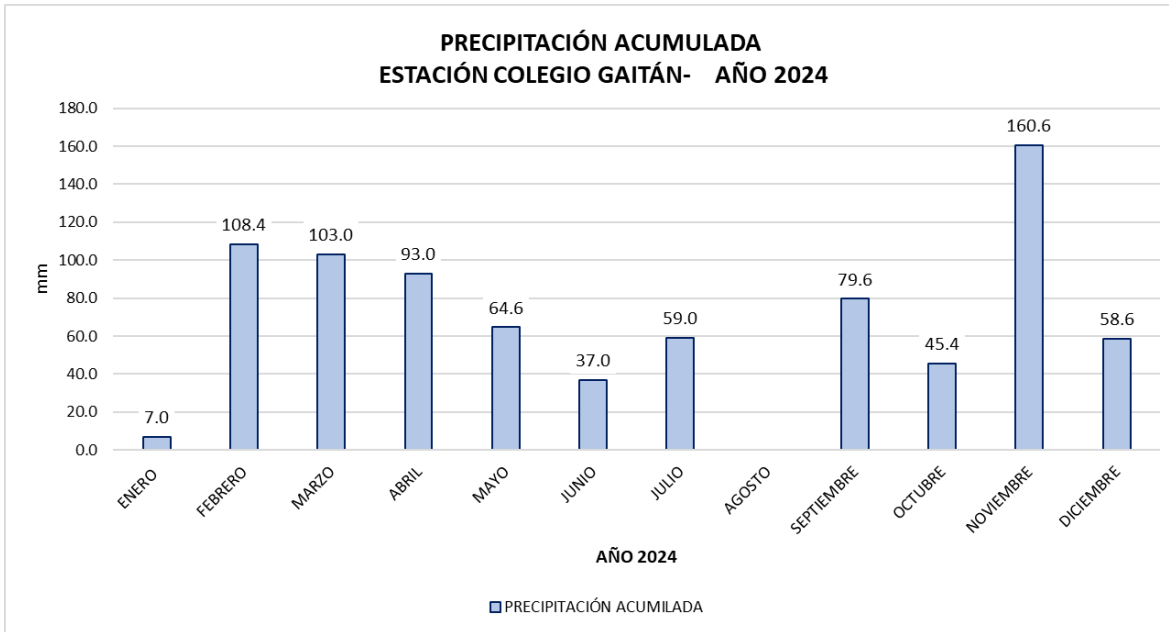


Figura 82 Precipitación acumulada por mes año 2024

4.5.3. Humedad

Es la cantidad de vapor de agua presente en el aire, se puede expresar de forma absoluta mediante la humedad absoluta, o de forma relativa mediante la humedad relativa o grado de humedad. La humedad del aire juega un papel importante en los procesos de reducción o transformación de sustancias contaminantes en el aire, puede contribuir con la decantación o deposición de material particulado.

La humedad relativa en las 4 estaciones del SVCA oscilan entre el 40 y 100 %, siendo para las 4 estaciones los primeros meses del año la humedad más baja (ver Figura 83 a la Figura 86), el comportamiento en todo el año 2024 es uniforme para todas las estaciones donde la mayoría de datos para humedad relativa se encuentran entre el 60% y el 100%.

Estación Hospital Local del Norte

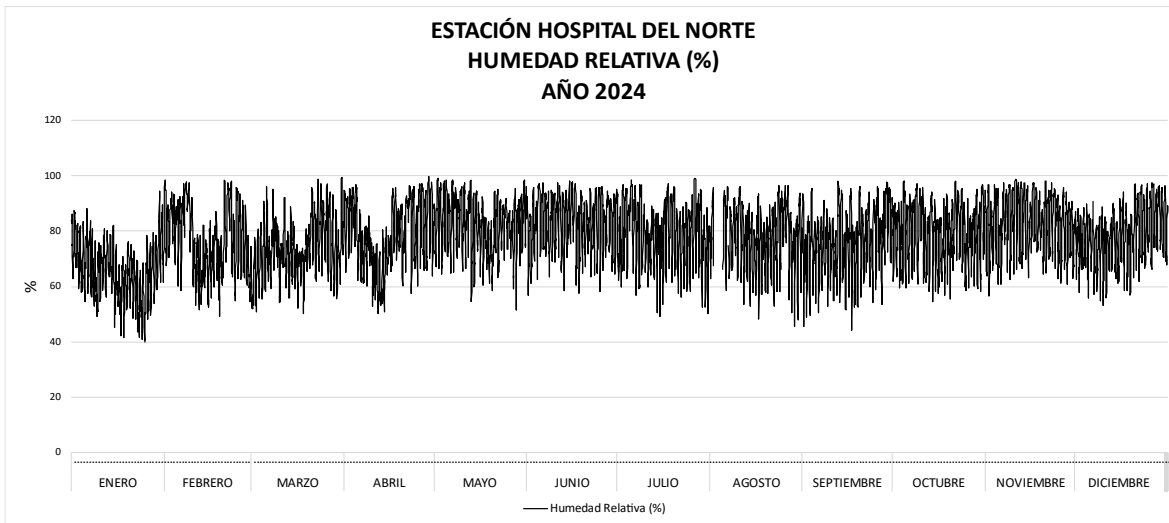


Figura 83 Comportamiento humedad relativa anual 2024

Estación Piedecuesta

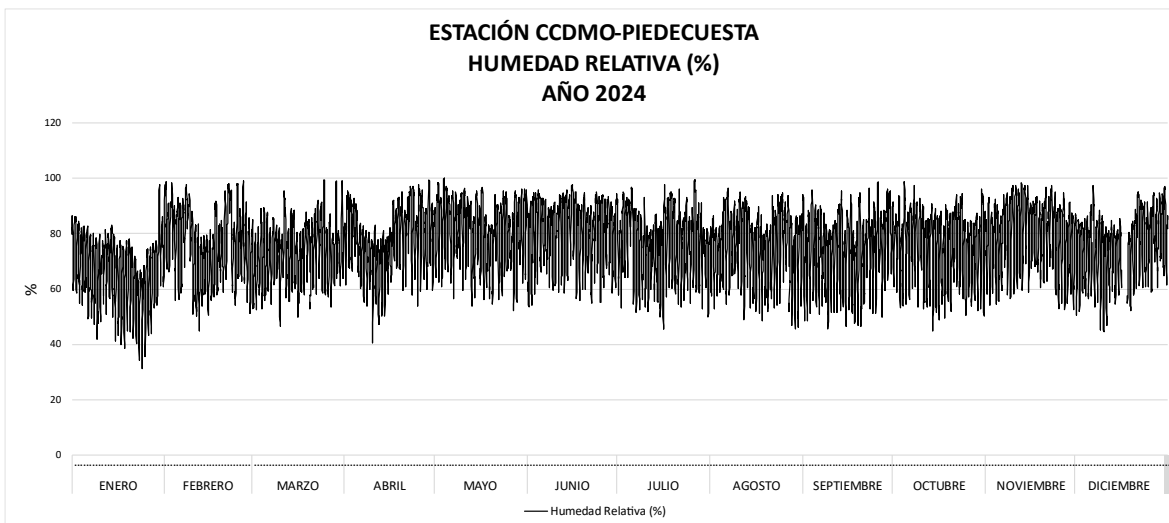


Figura 84 Comportamiento humedad relativa anual 2024

Estación Club Unión.

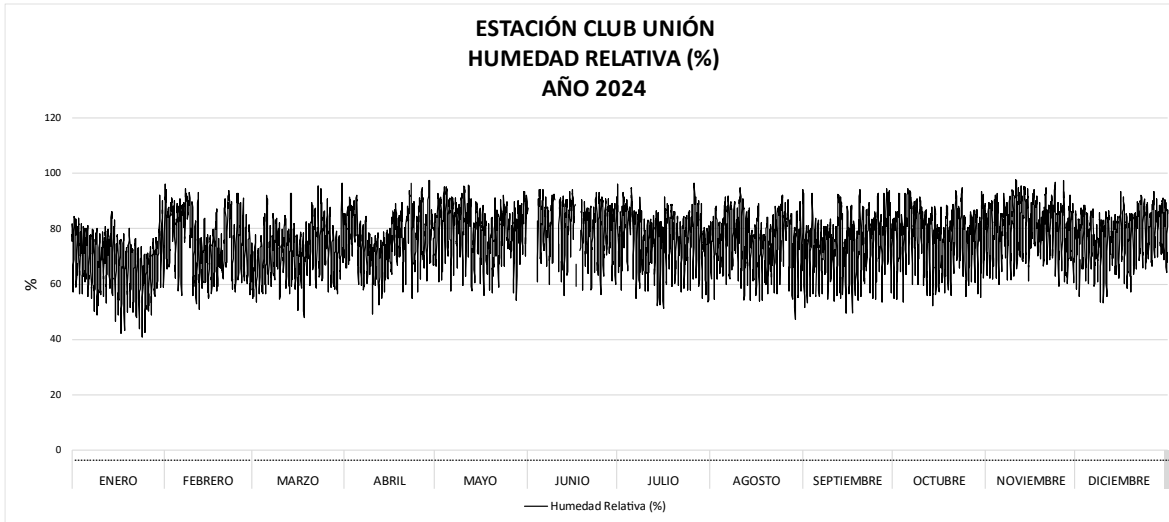


Figura 85 Comportamiento humedad relativa anual 2024

Estación Colegio Gaitán

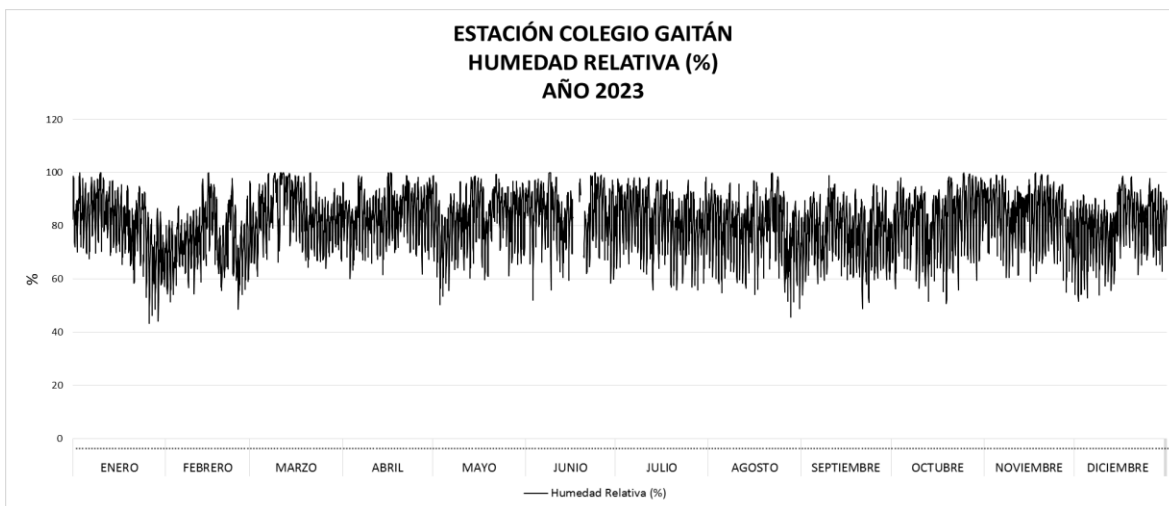


Figura 86 Comportamiento humedad relativa anual 2024

4.5.4. Velocidad y Dirección del viento

ESTACIÓN CCDMO- PIEDECUESTA

Para la estación CCDMO - Piedecuesta, la velocidad y la dirección del viento muestra la predominancia desde el Noroeste, con velocidades máximas entre 3.4 y 5.5 m/s, para los horarios nocturnos tanto norte como sueste predominan con velocidades entre 0.3 y 1.6 m/s.

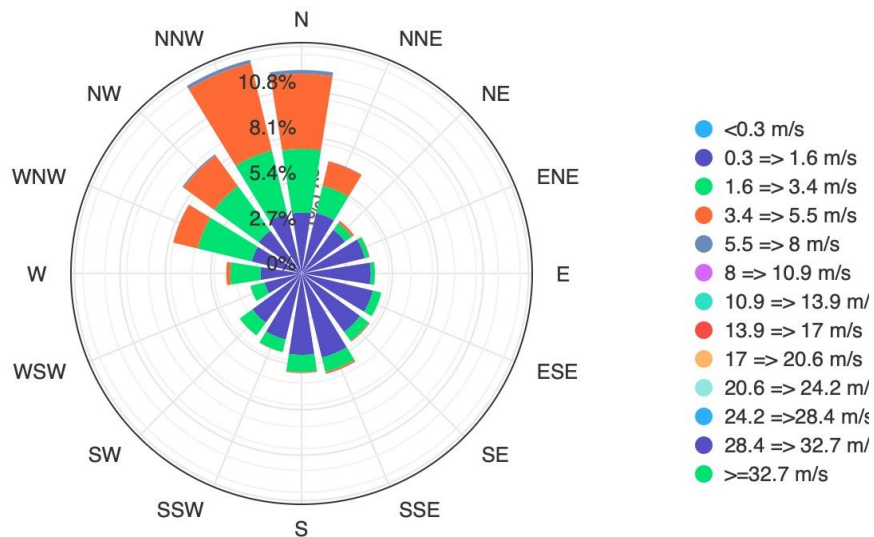


Figura 87 Rosa de Vientos estación Piedecuesta año 2024

Rosa de vientos diurna (06:00 a 17:00 horas)

Rosa de vientos nocturna (18:00 a 05:00 horas)



Figura 88 Rosa de Vientos horarios diario y nocturno estación Piedecuesta año 2024

ESTACIÓN CLUB UNIÓN

Para la estación Club Unión, la velocidad y la dirección del viento en el año 2024 muestra la predominancia desde el Noroeste, las velocidades máximas están entre 3.4 y 5.5 m/s, con velocidades entre 1.6 y 3.4 m/s principalmente tanto en horas diurnas, en horas nocturnas hay vientos que proceden del sureste con velocidades entre 0.3 y 1.6 m/s.

Rosa de vientos Totales

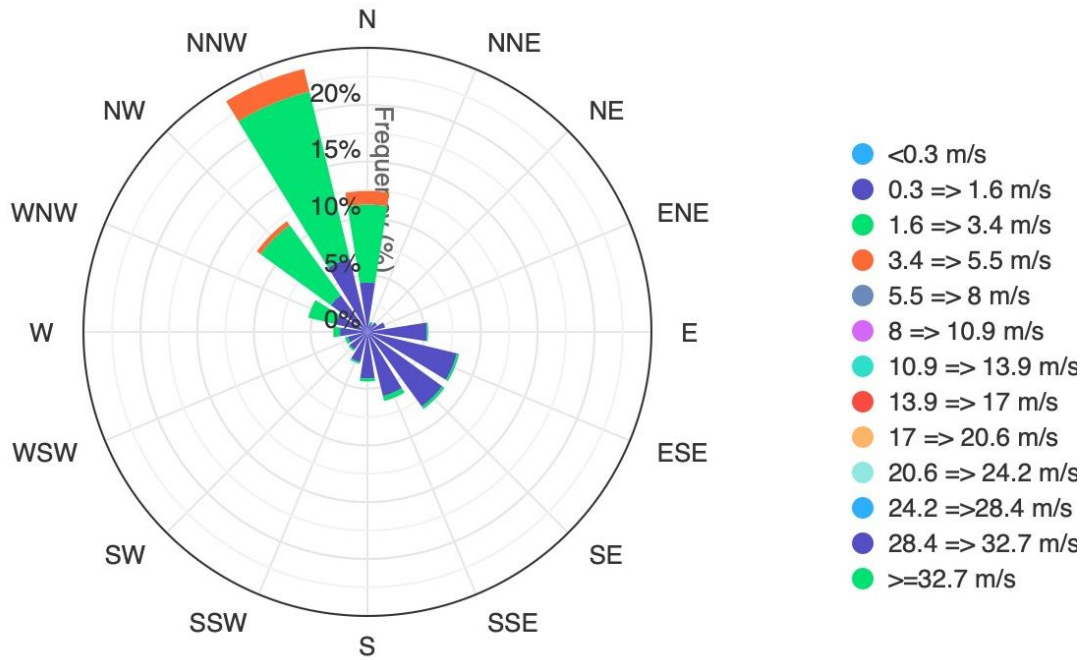


Figura 89 Rosa de vientos estación Club Unión año 2024

Rosa de vientos diurna (06:00 a 17:00 horas)

Rosa de vientos nocturna (18:00 a 05:00 horas)

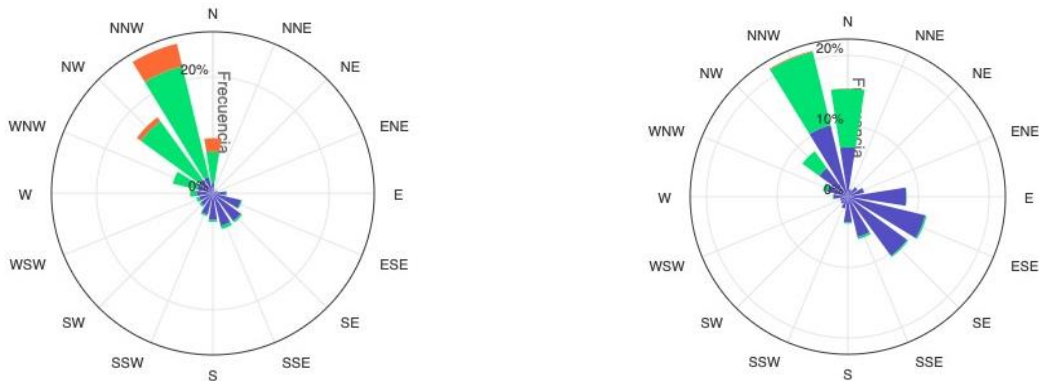


Figura 90 Rosa de vientos diurna y nocturna estación Club Unión año 2024

ESTACIÓN COLEGIO GAITÁN

Para la Estación Colegio Gaitán, la velocidad y la dirección del viento para el año 2024 nos muestra la tendencia desde el Noroeste, con velocidades máximas entre 1.6 y 3.4 m/s, tanto en horas diurnas como en nocturnas, sin embargo, en horas nocturnas se observan predominancia en velocidades menores, que van desde 0.3 a 1.6 m/s y en la dirección suroeste.

Rosa de vientos Totales

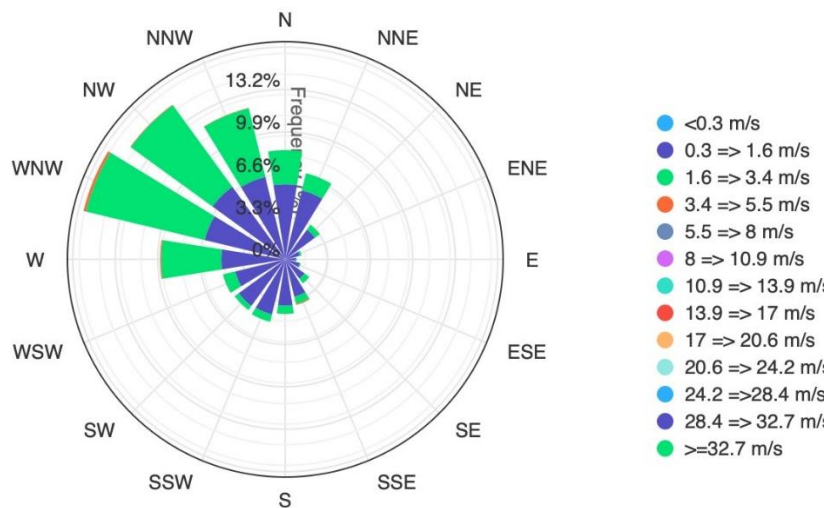


Figura 91 Rosa de vientos estación Colegio Gaitán año 2024

Rosa de vientos diurna (06:00 a 17:00 horas)

Rosa de vientos nocturna (18:00 a 05:00 horas)

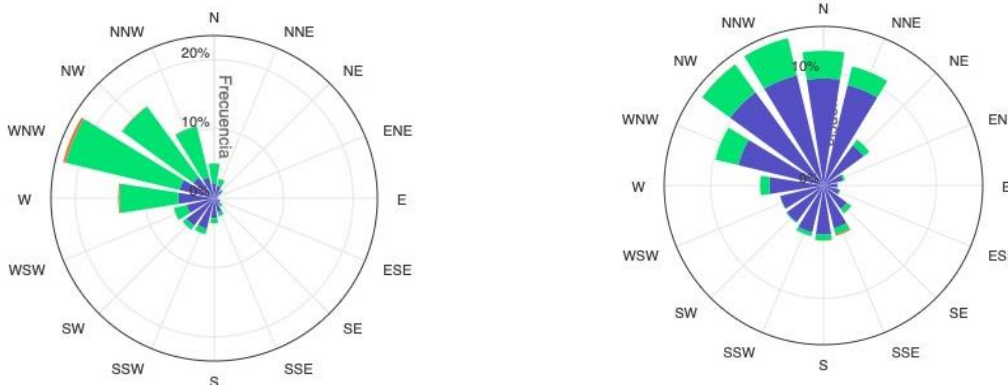


Figura 92 Rosa de Vientos diurno y nocturno estación Colegio Gaitán año 2024

ESTACIÓN HOSPITAL LOCAL DEL NORTE

Para la estación Hospital Local del Norte, la velocidad y la dirección del viento en el año 2024 nos muestra predominancia desde el Noroeste, con velocidades máximas entre 3.4 y 5.5 m/s, para horas diurnas y para horas nocturnas predominan las velocidades máximas de 0.3 a 1.6 m/s en dirección Sureste.

Rosa de vientos Totales

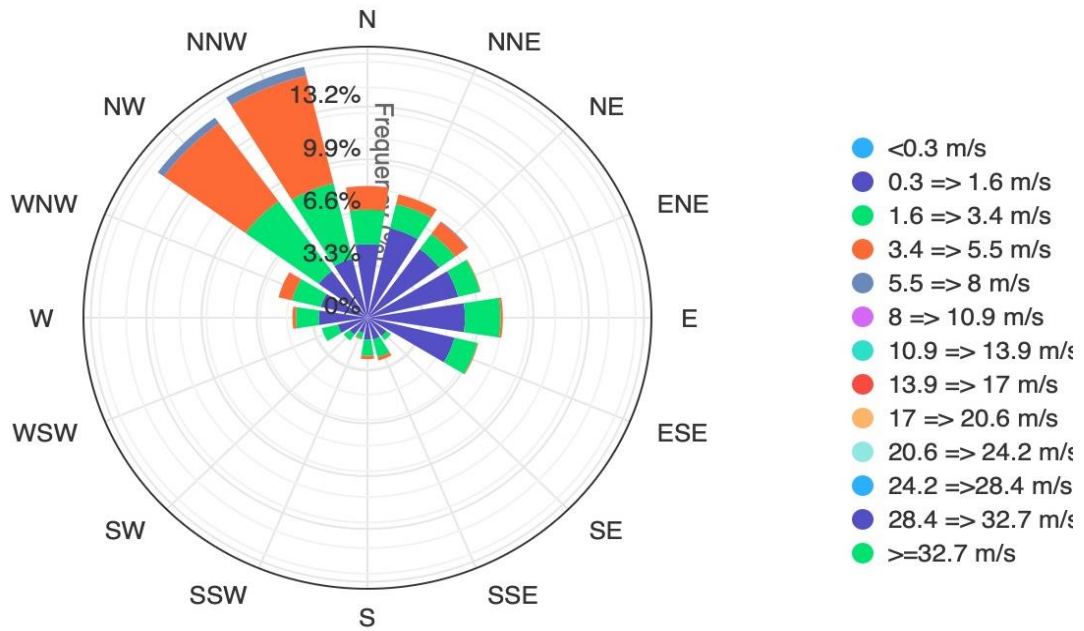
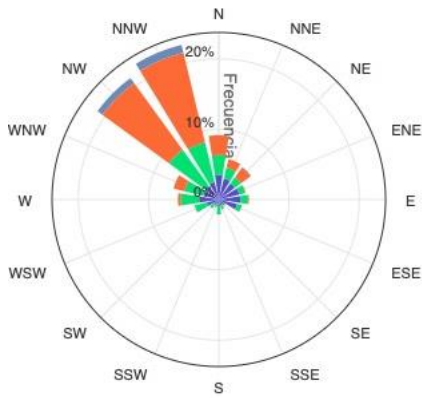


Figura 93 Rosa de vientos estación Hospital Local del Norte año 2024

Rosa de vientos diurna (06:00 a 17:00 horas)



Rosa de vientos nocturna (18:00 a 05:00 horas)

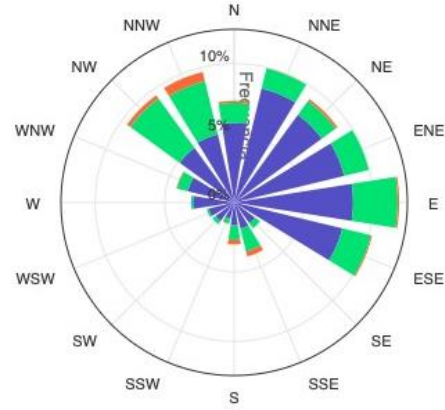


Figura 94 Rosa de vientos diurno y nocturno de la estación Hospital Local del Norte año 2024

4.6. Determinación de áreas – fuente de contaminación.

En el plan de gestión de la calidad de aire realizado en el convenio entre la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) y la CDMB, se determinó mediante la metodología que presenta la Resolución 2254 de 2017 que actualmente no se cuenta con datos suficientes para analizar los resultados de los diferentes contaminantes (PM10, PM2.5, NO₂, etc.), por ende no es posible para el tiempo de este informe (año 2024) determinar áreas-fuente de contaminación para ninguno de los contaminantes medidos en las estaciones del SVCA de la CDMB.

4.7. Estudios especiales

Durante el año 2024, se continuo con el fortalecimiento institucional para el Plan de Atención de Episodios de Contaminación del Aire PLAN-ECA, con el que se buscó articular la autoridad ambiental con la autoridad municipal para atender los episodios

de contaminación que se puedan presentar en los municipios del área metropolitana de Bucaramanga, como resultado de este convenio se logró:

- Socializar el Plan de Atención de Episodios de Calidad del Aire PLAN-ECA con los municipios del área metropolitana de Bucaramanga.
- Asesorar la formulación de un Plan de Acción Municipal para la implementación del Plan para la atención de episodios de contaminación del aire de la CDMB.

Todos estos resultados son parte de las acciones establecidas en la implementación del Plan de Gestión de Calidad de Aire.

5. CONCLUSIONES

En las siguientes conclusiones se declara la conformidad de los datos analizados que se encuentran dentro del rango de acreditación otorgado al Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire, conforme a la Resolución 1257 del 14 de septiembre de 2023, corregida por la Resolución 055 del 17 de enero de 2024. Dichos datos corresponden a los contaminantes Ozono (O_3) y Dióxido de Nitrógeno (NO_2) en los periodos comprendidos entre el 1 de enero y el 21 de marzo, y entre el 4 de agosto y el 31 de diciembre de 2024; así como a los contaminantes Dióxido de Azufre (SO_2), Monóxido de Carbono (CO) y Azufre Total Reducido (TRS) en el periodo del 1 de enero al 31 de mayo y del 4 de agosto al 31 de diciembre de 2024.

Así mismo, se confirma que la información presentada cumple con los requisitos establecidos en la norma NTC-ISO/IEC 17025:2017, garantizando la validez, confiabilidad y trazabilidad de los resultados reportados.

- De acuerdo con los datos obtenidos de PM_{10} para el año 2024, las estaciones de calidad automáticas del aire ubicadas en el Club Unión, Colegio Gaitán, Hospital Local del Norte y Centro Cultural Daniel Mantilla Orbeago de

CCDMO - Piedecuesta reflejaron el cumplimiento del límite máximo permisible diario establecido en la Resolución MADS No. 2254 de 2017.

- De acuerdo con los datos obtenidos de PM_{2.5} para el año 2024, las estaciones automáticas de calidad del aire ubicadas en el Club Unión y Piedecuesta registraron incumplimientos del límite máximo permisible diario establecido en la Resolución MADS No. 2254 de 2017, específicamente los días 13, 14, 15 y 16 de abril de 2024. Sin embargo, no se cumplieron las condiciones necesarias para declarar una emergencia. Cabe resaltar que, en los demás días del año, ambas estaciones (Club Unión y Piedecuesta) presentaron cumplimiento con la normatividad. Asimismo, las estaciones Colegio Gaitán y Hospital Local del Norte cumplieron con los valores establecidos durante el 100% del tiempo en que hubo mediciones.
- De acuerdo con los datos obtenidos de PM₁₀ y PM_{2.5} para el año 2024, las estaciones automáticas de calidad del aire ubicadas en el Club Unión, el Hospital Local del Norte y el Centro Cultural Daniel Mantilla Orbezo (CCDMO) en Piedecuesta reflejaron el cumplimiento del límite máximo permisible anual establecido en la Resolución MADS No. 2254 de 2017. No obstante, para la estación ubicada en el Colegio Gaitán no se puede otorgar la conformidad, ya que no se alcanzó la representatividad necesaria en las mediciones para establecer una concentración anual confiable.
- De acuerdo con los datos obtenidos de O₃ desde el 1 de enero hasta el 21 de marzo y desde el 4 de agosto hasta el 31 de diciembre del año 2024, las estaciones de calidad automáticas del aire ubicadas en el Colegio Gaitán, Hospital Local del Norte y CCDMO - Piedecuesta reflejaron el cumplimiento del límite máximo permisible octohorario establecido en la Resolución MADS No. 2254 de 2017.
- De acuerdo con los datos obtenidos de NO₂ desde el 1 de enero hasta el 21 de marzo y desde el 4 de agosto hasta el 31 de diciembre del año 2024, las estaciones de calidad automáticas del aire ubicadas en el Club Unión y CCDMO - Piedecuesta reflejaron el cumplimiento del límite máximo permisible horario establecido en la Resolución MADS No. 2254 de 2017..

- De acuerdo con los datos obtenidos de SO₂ desde el 1 de enero hasta el 31 de mayo y desde el 4 de agosto hasta el 31 de diciembre del año 2024, las estaciones de calidad automáticas del aire ubicadas en el Club Unión y CCDMO - Piedecuesta reflejaron el cumplimiento del límite máximo permisible horario y diario establecido en la Resolución MADS No. 2254 de 2017.
- De acuerdo con los datos obtenidos de CO desde el 1 de enero hasta el 31 de mayo y desde el 4 de agosto hasta el 31 de diciembre del año 2024, las estaciones de calidad automáticas del aire ubicadas en el Club Unión y CCDMO - Piedecuesta reflejaron el cumplimiento del límite máximo permisible horario y octohorario establecido en la Resolución MADS No. 2254 de 2017.
- De acuerdo con los datos obtenidos de TRS desde el 1 de enero hasta el 31 de mayo y desde el 4 de agosto hasta el 31 de diciembre del año 2024, las estaciones de calidad automáticas del aire ubicadas en el Colegio Gaitán y el Hospital Local del Norte reflejaron el cumplimiento del límite máximo permisible horario y diario establecido en la Resolución MADS No. 2254 de 2017.
- Con respecto a los Índices de Calidad del Aire (ICA) obtenidos para los parámetros PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, NO₂, SO₂ y CO durante el año 2024, para todos los contaminantes criterio la categoría de calidad del aire predominante fue la de BUENA, con excepción del material particulado menor a 2.5 micras (PM_{2.5}), en el cual la categoría osciló entre BUENA, ACEPTABLE y DAÑINA PARA LA SALUD DE GRUPOS SENSIBLES esta última en las estaciones de Piedecuesta y Club Unión del SVCA. Es necesario destacar que el PM_{2.5} es el contaminante más crítico en lo que a afectación a la salud pública significa, por lo que se requiere realizar un especial seguimiento al comportamiento de dicho contaminante, en aras de garantizar el efectivo derecho de un ambiente sano a los ciudadanos.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL (EPA). (MAYO de 2022). Obtenido de <https://espanol.epa.gov/espanol/efectos-del-material-particulado-pm-sobre-la-salud-y-el-medioambiente>
- AGENCIA PROTECCIÓN AMBIENTAL (EPA). (MARZO de 2024). Obtenido de <https://espanol.epa.gov/cai/el-impacto-del-dioxido-de-nitrogeno-en-la-calidad-del-aire-interior>
- CDMB - UPB. (2022). *Plan para la atención de episodios de contaminación del aire de la CDMB.*
- CDMB-UPB. (2022). *Plan de Gestión para la Calidad del Aire de la CDMB.* CDMB - UPB, Santander.
- Haro, A. X., Limaico, C. T., Perugachi, N. P., & Fernandez, M. I. (Junio de 2018). *Scielo*. Obtenido de <https://doi.org/10.1590/0102-7786332015>
- ICONTEC. (22 de 05 de 2019). GTC-ISO/IEC 98-3 Incertidumbre de medición. Parte 3: Guia para la expresión de la incertidumbre de la medición.
- MADS. (01 de 11 de 2017). Resolución 2254 de 2017 del MADS.
- MAVDT. (2010). Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire. 132 a 138.



FIN DEL INFORME

