



Gobierno de
Nuevo León



REPORTE

Meteorológico y de la Calidad del Aire

Febrero, 2024

Zona Metropolitana de Monterrey





Directorio

Dr. Alfonso Martínez Muñoz

Secretario de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Nuevo León

IQ Armandina Valdez Cavazos

Directora de la Agencia de la Calidad del Aire del Estado de Nuevo León

Elaboración

MIF José Heriberto Vélez Garza

Coordinador de Modelación y Pronósticos de la Calidad del Aire

LDGP Marisol Domínguez González

Analista de la Calidad del Aire

Citar este documento como:

Secretaría de Medio Ambiente de Nuevo León. "Reporte meteorológico y de la calidad del aire de la Zona Metropolitana de Monterrey: febrero 2024". Año de publicación: 2024. Dirección de Gestión Integral del Aire. Monterrey, Nuevo León.

Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Nuevo León
Torre Administrativa | Piso 26 Calle Washington 2000 Ote
Col. Obrera CP 64010 Monterrey, Nuevo León

Dirección de Gestión del Aire
Torre Administrativa | Piso 27 Calle Washington 2000 Ote
Col. Obrera CP 64010 Monterrey, Nuevo León



Contenido

Glosario.....	4
Introducción.....	7
Antecedentes de la Zona Metropolitana de Monterrey.....	8
Metodología del reporte.....	12
Variables Meteorológicas.....	13
Temperatura (°C).....	14
Humedad Relativa (%).....	14
Presión atmosférica (mmHg).....	15
Radiación solar (kWh/m ²).....	16
Precipitación (mm/h).....	17
Velocidad del viento (km/h;°).....	18
Concentraciones de contaminantes criterio.....	27
Comportamiento del Ozono (O ₃).....	28
Comportamiento del Bióxido de Azufre (SO ₂).....	29
Comportamiento del Monóxido de Nitrógeno (NO).....	30
Comportamiento del Bióxido de Nitrógeno (NO ₂).....	31
Comportamiento del Monóxido de Carbono (CO).....	32
Comportamiento del Material Particulado (PM ₁₀).....	33
Comportamiento del Material Particulado (PM _{2.5}).....	35
Programa de Respuesta a Contingencias Atmosféricas (PRCA).....	36



Glosario

- 1. Contaminante criterio:** Contaminantes medibles regulados por normas mediante la declaración de un límite máximo permisible, LMP, de concentración en el aire, con la finalidad de proteger la salud de los seres humanos y asegurar el bienestar de la población.
- 2. Microgramo por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$):** Unidades de medición para el contenido de un contaminante (especie gaseosa o sólida) que se refiere a la concentración en masa, μg , donde μ se refiere a un submúltiplo de gramo igual a 10^{-6} g, en un volumen de aire cuya longitud por lado es igual a un metro, es decir, 1 m^3 , a condiciones normales.
- 3. Parte por millón (ppm):** Unidades de medición para la concentración en términos de volumen de un gas, para este caso contaminante, con relación al volumen que ocupa en el aire.
- 4. Material particulado (PM_{10}):** Fragmentos de materia sólida que se transportan a través del aire cuyo diámetro aerodinámico, es decir, aquella partícula que tiene una densidad de $1 \text{ g}/\text{cm}^3$, la cual tiene una velocidad de desplazamiento similar a la partícula medible y que puede clasificarse con el uso de dispositivos conocidos como impactores. El diámetro de estas partículas es menor que 10 micrómetros.
- 5. Material particulado ($\text{PM}_{2.5}$):** Refiérase a la definición para PM_{10} , pero con la peligrosidad en términos de depositación en las paredes de los alvéolos, ocasionando enfermedades respiratorias como la fibrosis. El diámetro de estas partículas es menor que 2.5 micrómetros.
- 6. Ozono (O_3):** Gas compuesto por 3 átomos de oxígeno cuyas concentraciones máximas se localizan en la capa de la atmósfera que se llama: estratosfera. El ozono puede formarse a partir de reacciones químicas, así como por foto-reactividad entre otros contaminantes como los Óxidos de Nitrógeno (NO_x), Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's) o Hidrocarburos (CH_x) en fuentes de emisión radiante, principalmente del Sol.



7. **Dióxido de Azufre (SO₂):** Gas incoloro de olor fuerte e irritable, soluble en agua y que puede oxidarse para formar Trióxido de Azufre (SO₃) e Iones de Sulfato (SO₄²⁻), estos forman sales inorgánicas y ácidos, componentes importantes de las partículas secundarias.

8. **Dióxido de Nitrógeno (NO₂):** Gas que puede ser de origen primario a partir de la oxidación del nitrógeno atmosférico durante la combustión, o secundario mediante la oxidación del NO (Óxido de Nitrógeno) atmosférico cuya fuente principal son los vehículos, sin embargo, el NO se oxida en la atmósfera para formar NO₂. El NO₂ participa en la formación del ozono troposférico en ambientes antropogénicos, además, los NO_x son precursores de aerosoles de Nitrato de Amonio.

9. **Monóxido de Carbono (CO):** Gas incoloro, inodoro, producto de la combustión incompleta de material que contiene Carbono, como la gasolina, gas natural, petróleo, carbón, tabaco y otros materiales orgánicos.

10. **Fuente de emisión antropogénica:** Contaminantes generados por las actividades humanas que requieren la obtención de energía, alimento, transporte y la conversión de materiales para su bienestar.

11. **Fuente de emisión natural:** Son generados debido a procesos que ocurren en la naturaleza como el viento tangencial, incendios, emisiones volcánicas, la erosión, el choque de las olas del océano, entre otros ejemplos; estas fuentes pueden tomarse como referencia para la contaminación de fondo en el análisis de modelos atmosféricos, ya que son contrastes no vinculados con especies químicas contaminantes.

12. **Fuentes de emisión de área:** Son emisiones que no tienen conducción física, pero si logran transportarse por las corrientes del viento y el cambio en la densidad de las parcelas de aire.

13. **Fuentes de emisión fija:** Son emisiones resultantes de procesos industriales, de cocción o actividades afines que se desplazan a través de conductos o chimeneas. Estas fuentes



pueden localizarse desde 1 m hasta 60 m, la altura dependerá del flujo emisor del proceso, así como de la dispersión de los contaminantes.

14. **Fuentes de emisión móvil:** Son aquellas descargas hacia la atmósfera de residuos gaseosos o sólidos que se generan en combustiones de motores, como en el caso de vehículos, maquinaria o cualquier otro medio de transporte.
15. **Estación de monitoreo:** Es el conjunto de instrumentos y equipos utilizados para la medición de parámetros meteorológicos y de concentración de contaminantes con el objetivo de reunir información suficiente para determinar la calidad del aire en una región. Existen estaciones fijas, semifijas y móviles.
16. **Índice de Aire y Salud:** Indicador que muestra el estado de la calidad del aire en términos de pureza o de contaminación atmosféricas, así también los efectos potenciales para la salud.
17. **Inventario de emisiones:** Instrumentos de gestión para la calidad del aire en los que se determinan las emisiones de contaminantes provenientes de diversos tipos de fuentes establecidas en una determinada área geográfica, con una resolución espacial a nivel municipal o estatal y con una ventana de tiempo en un año específico de actividad denominado año base.
18. **Contingencia atmosférica:** Mediciones de una región que sobrepasan los Límites Máximos Permisibles, LMP, establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas, NOM; y que persisten en un periodo de tiempo en la atmósfera local de la ZMM.
19. **Programa de Contingencia Atmosférica:** Conjunto de estrategias, acciones y procedimientos que permiten prevenir, controlar y atender los episodios debidos a las altas concentraciones de contaminantes emitidos en la atmósfera y cuya exposición puede afectar la salud de los humanos. Las altas concentraciones de los contaminantes exceden los LMP de acuerdo con las NOM de la Secretaría de Salud.



Introducción

La contaminación atmosférica en la Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM) ha generado un constante interés en la ciudadanía, por lo cual, la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Nuevo León a través del Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA) se encarga de medir los parámetros meteorológicos e indicadores de la calidad del aire denominados contaminantes criterio. Esta información puede brindar diversos escenarios para conocer las tendencias del comportamiento de los parámetros y diseñar acciones de prevención, control y mitigación de la contaminación respirable.

En este reporte, se presenta el comportamiento temporal y espacial de los parámetros meteorológicos y los indicadores de la calidad del aire que se midieron en las 15 estaciones de monitoreo del SIMA para el mes de febrero de 2024; por otra parte, en conformidad con la NOM-172-SEMARNAT-2019 "Lineamientos para la obtención del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud", se



presentan los valores de cada contaminante criterio para el periodo mencionado anteriormente, también el Número de Eventos Activados en el “Plan de Contingencias Atmosféricas” en la ZMM.

La información que se obtiene de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire y que son presentadas en este reporte, pueden ser utilizados para estudios multidisciplinarios de investigadores, estudiantes y la ciudadanía en general.

¡Cuidar la calidad del aire impacta positivamente en nuestra salud!

Antecedentes de la Zona Metropolitana de Monterrey

La Zona Metropolitana de Monterrey, ZMM, comprende 12 municipios del Estado de Nuevo León, con una extensión territorial aproximada de 6 370 km², es la segunda zona más poblada en el país con 5 341 171 habitantes y ocupa el segundo puesto en generación económica, de la cual los sectores de manufactura y servicios aportan la principal derrama económica. Debido al crecimiento económico y urbano, el uso del suelo de la ZMM ha crecido constantemente y esto ha impactado en las emisiones de contaminantes hacia la atmósfera.

Debido a lo anterior, la medición de los contaminantes

atmosféricos es parte fundamental para establecer posibles repercusiones en la calidad de vida de la población que conforman sus municipios. Por esta razón, la Agencia de Calidad del Aire, a través del Sistema Integral de Monitoreo Ambiental, SIMA, mide las concentraciones de diversos contaminantes atmosféricos y divulga los valores de exposición a los cuales se encuentran los ciudadanos, además de emitir boletines cuando se presenten altos valores en la contaminación atmosférica.

La red de monitoreo que conforman el SIMA comenzó sus operaciones el 20 de noviembre de 1992 con 5 estaciones. Posteriormente, la red incremento el número de estaciones teniendo hasta el momento 15 estaciones fijas, operando en 11 de los 12 municipios que conforman la ZMM, además de 2 estaciones móviles, las cuales son empleadas para realizar monitoreos en el resto de los municipios del Estado de Nuevo León. En la Figura 1 se muestra la localización de cada estación de monitoreo continuo con una cobertura amplia de la ZMM.

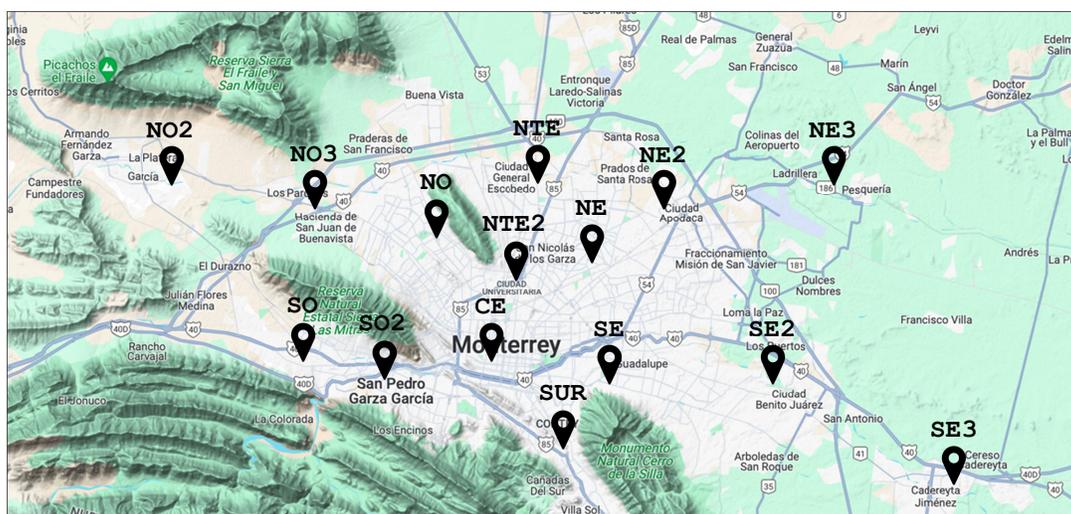


Figura 1. Representación espacial de las estaciones de monitoreo del SIMA.

En la Tabla 1 se presenta la ubicación por municipios de las estaciones del SIMA.

TABLA 1

Ubicación de las estaciones de monitoreo fijas del SIMA

Punto	Estación	Ubicación	Municipio ZMM
SE	Sureste	Tecnológico de Nuevo León	Guadalupe
NE	Noreste	Parque Los Naranjos	San Nicolás de los Garza
CE	Centro	Col. Obispado	Monterrey
NO	Noroeste	Prepa Militarizada San Bernabé	Monterrey
SO	Suroeste	Parque El Jarocho	Santa Catarina
NTE	Norte	Parque Los Olivos II sección	General Escobedo
NO2	Noroeste 2	Presidencia Municipal	García
NE2	Noreste 2	Col. Centro	Apodaca
SE2	Sureste 2	DIF Juárez Col. Centro	Juárez
SO2	Suroeste 2	Gimnasio CDI Col. Sauces	San Pedro
SUR	Sur	Preparatoria Tec Garza Lagüera	Monterrey
NTE2	Norte 2	Unidad Postgrado CEDEEM UANL	San Nicolás de los Garza
SE3	Sureste 3	Col. Jerónimo Treviño 1er Sector	Cadereyta
NE3	Noreste 3	Escuela Técnica Roberto Rocca	Pesquería



NO3	Noroeste 3	Col. Misión de San Juan	García
------------	---------------	-------------------------	--------

Los instrumentos de medición que miden las variables meteorológicas y que están instalados en las estaciones de monitoreo se presentan en la Tabla 2, en donde se registra continuamente: temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, precipitación, radiación solar y velocidad (rapidez y dirección) del viento. Por otra parte, los analizadores de gases y de partículas se presentan en la Tabla 3, en esta tabla se muestran los equipos de medición para monóxido de carbono, monóxido de nitrógeno, bióxido de nitrógeno, bióxido de azufre, ozono, material particulado menor que 2.5 micrómetros, PM_{2.5} y material particulado menor que 10 micrómetros, PM₁₀.

Los datos son obtenidos de cada una de las estaciones para llevar a cabo un proceso automático de validación, esto permite que se compare con los requerimientos establecidos por las NOMs y se tenga una base de datos en tiempo real que sirve para la formación de los indicadores que posteriormente se difunden en plataformas digitales y organismos nacionales e internacionales.

TABLA 2

VARIABLES METEOROLÓGICAS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Variable	Instrumento de medición
Temperatura	Termistor de estado sólido
Humedad relativa	Sensor de tipo capacitor
Presión atmosférica	Sensor de presión barométrica
Precipitación	Pluviómetro de tipo balancín
Rapidez del viento	Anemómetro
Dirección del viento	Veleta

Radiación solar	Piranómetro
-----------------	-------------

TABLA 3

Contaminantes criterio y método de medición

Contaminante	Método de medición
Monóxido de carbono	Fotometría IR
Ozono	Espectrofotometría UV
Bióxido de nitrógeno	Quimioluminiscencia
Bióxido de azufre	Fluorescencia de pulso en UV
PM ₁₀	Atenuación de Rayos-β
PM _{2.5}	Atenuación de Rayos-β y Dispersión de luz blanca

En la Figura 2, se observa que las diferentes fuentes emisoras, descargan sus residuos hacia la atmósfera, después, estos se miden con los equipos e instrumentos instalados en las casetas de monitoreo. Una vez registradas cada una de las variables, cada dato es procesado y validado para su veracidad. Una vez que han pasado un proceso de calidad, son divulgados a través de recursos oficiales de la Secretaría de Medio Ambiente, así como organismos asociados.

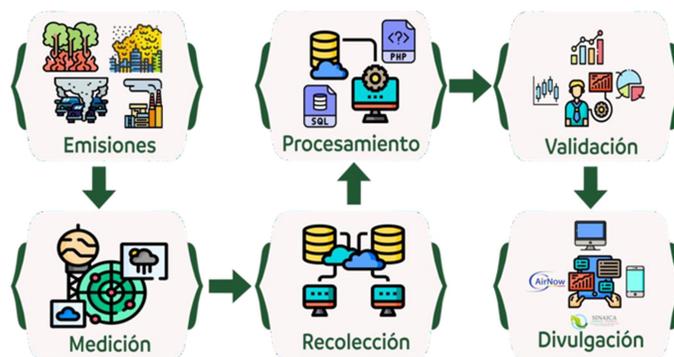


Figura 2. Ciclo de tratamiento de los datos del SIMA.

Metodología del reporte

La elaboración de este reporte comprende de elementos gráficos para 13 parámetros incluidos en las 15 estaciones de monitoreo, la medición se realiza de forma horaria por cada día del mes de febrero. Estos datos son validados y almacenados en el Sistema de la Agencia de Calidad del Aire para después mostrarlos mediante el presente reporte mensual.

Los contaminantes criterio son evaluados de acuerdo con la Normativa Oficial Mexicana que ha establecido los niveles máximos permisibles según la exposición e ingreso de estos compuestos al tracto respiratorio. En la Tabla 4 se presentan los valores para cada tipo de exposición y cada uno de los contaminantes que se miden en las estaciones del SIMA.

TABLA 4

Regulación de acuerdo con la exposición por contaminante

Contaminante	Unidad de medición	Promedio 24 h	Promedio anual	Máxima 1 h	Promedio móvil 8 h
PM ₁₀	µg/m ³	60	28	-	-
PM _{2.5}	µg/m ³	33	10	-	-
O ₃	ppm	-	-	0.090	0.060
SO ₂	ppm	0.040	-	0.075	-
NO ₂	ppm	-	0.021	0.11	-
CO	ppm			26	9.0

NOTA: Los valores se muestran a 2 cifras significativas.

Previo al trabajo de representación gráfica, se presenta un resumen con la unidad de medición de cada variable, el valor

promedio, la desviación estándar, el dato máximo y el dato mínimo.

Las variables meteorológicas son presentadas para cada una de las estaciones del SIMA con el apoyo visual de gráficas, se muestran los comportamientos promediados, así como los datos máximos y mínimos para el caso de la temperatura, la humedad relativa, la presión atmosférica y rapidez del viento, además, de la generación de gráficas de comportamiento lineal para la radiación solar y precipitación; por último, se mostrarán las representaciones polares, o rosas de los vientos, para la magnitud (rapidez) y dirección del viento.

Dentro del contexto relacionado con el Programa de Respuestas a Contingencias Atmosféricas (PRCA), se muestra el comportamiento durante el mismo mes para dar seguimiento a los criterios de activación para las fases de acuerdo con la situación presentada.

Variables Meteorológicas

En esta sección se presentará la variación temporal de cada variable meteorológica. Es importante mencionar que cada sensor que mide un parámetro en específico está asociado con una escala y precisión para su correcta interpretación. En la Tabla 5 se observan las variables meteorológicas medidas por cada una de las 15 estaciones del SIMA, en la tabla se pueden ver el parámetro, la unidad de medición, el promedio, la desviación estándar, el registro del valor máximo y mínimo.

TABLA 5

Variables meteorológicas registradas en la ZMM

Variable	Unidad de medición	Promedio mensual	Desviación estándar	Valor máximo	Valor mínimo
Temperatura	°C	19.32	0.78	40.75	1.59
Humedad relativa*	%	49	3	97	1
Radiación solar**	kWh/m ²	-	0.108	0.830	0.000



Presión atmosférica	mmHg	714.7	8.5	740.9	682.5
Precipitación	mm/h	-	-	0.75	0.00
Rapidez del viento	km/h	7.7	1.4	35.5	0.1

*El sensor de Humedad relativa de la estación NTE-Escobedo estuvo fuera de operación.

**El sensor de Radiación solar de las estaciones NO2-García y NTE-Escobedo estuvieron fuera de operación.

Temperatura (°C)

En la Figura 3 se muestra el comportamiento durante el mes de febrero para la temperatura. En promedio, la temperatura tuvo un valor de 19.32 ± 0.78 °C. La temperatura promedio máxima fue de 20.19 °C registrada en la estación NTE en el municipio de Escobedo. El dato de la máxima temperatura fue de 40.75 °C registrada en la estación SE2 en el municipio de Juárez, en cuanto al dato mínimo, este fue medido en la estación de NE en el municipio de San Nicolás de los Garza con un valor de 1.59 °C. En términos de cobertura, la temperatura tuvo un gradiente máximo, en promedio, de 36.67 °C en la estación NE.

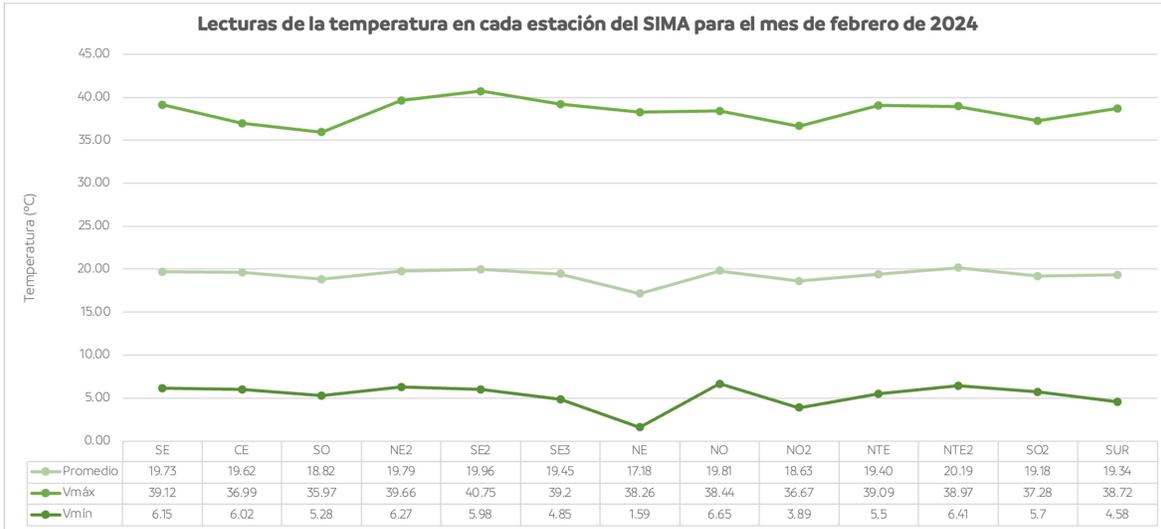


Figura 3. Comportamiento mensual de la temperatura en la ZMM.

NOTA: Los datos promedio son presentados con la desviación estándar, por esta razón, aparecen de la siguiente manera: 19.32 ± 0.78 , entonces, el primer número, 19.32, se refiere al dato promedio seguido del signo “±”, por último, el siguiente número, 0.78, es la desviación estándar. Esto aplicará para todas las variables a lo largo del reporte.

Humedad Relativa (%)

En Figura 4, se presenta el comportamiento de la humedad relativa para la ZMM en donde se obtuvo un valor promedio fue de $49 \pm 3\%$. La máxima humedad relativa promedio fue de 55% calculada en la estación SE3 en el municipio de Cadereyta Jiménez, por otra parte, el máximo dato de éste parámetro fue de 97% registrado en la estación NO en el municipio de Monterrey. Para el mes de febrero, se registraron algunos datos muy bajos de humedad relativa, hasta llegar a 1%, las estaciones que midieron este valor fueron CE, NE2, NO, NO2, NTE y NTE2. La oscilación (máx-min) para los datos máximos fueron de 97% hasta 87% en donde se puede apreciar un recorrido de 10%, mientras que para los datos mínimos fueron de 6% hasta 1% donde se tuvo un recorrido de 5%. En términos de promedios, podemos decir que la estación que presentó un índice de baja humedad relativa fue SO2 en el

municipio de San Pedro Garza García.

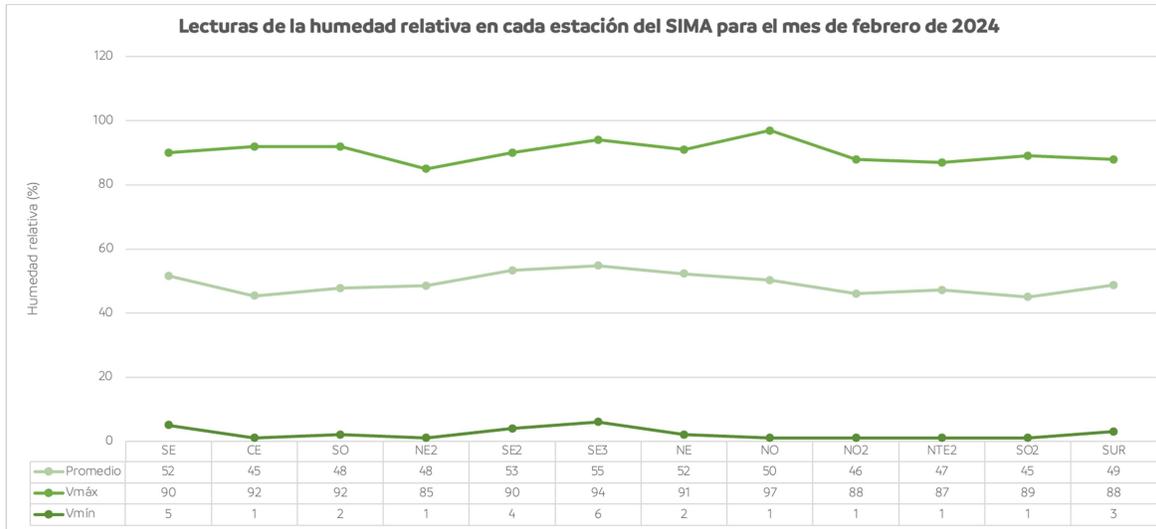


Figura 4. Comportamiento mensual de la humedad relativa en la ZMM.

Presión atmosférica (mmHg)

El valor promedio de la presión atmosférica fue de 714.7 ± 8.5 mmHg. Durante el mes de febrero, la presión atmosférica tuvo algunos comportamientos irregulares para las estaciones CE y NE, ver Figura 5. El valor del promedio máximo fue de 731.9 mmHg en la estación SE3 en el municipio de Cadereyta y valor del promedio mínimo fue de 700.8 mmHg en la estación SO en el municipio de Santa Catarina. En cuanto al valor máximo, este fue registrado en la estación SE3 y fue de 740.9 mmHg. El valor mínimo fue de 682.5 mmHg, registrado en la estación CE, en el municipio de Monterrey.

Como puede observarse, en 2 estaciones los valores de presión atmosférica están muy cercanos al promedio, estos casos son los de SE2 y SO2. Otra situación que se presentó, es que para los valores máximos, los datos siguen la tendencia del valor promedio, mientras que los mínimos muestran alejamientos de hasta 30.9 mmHg.

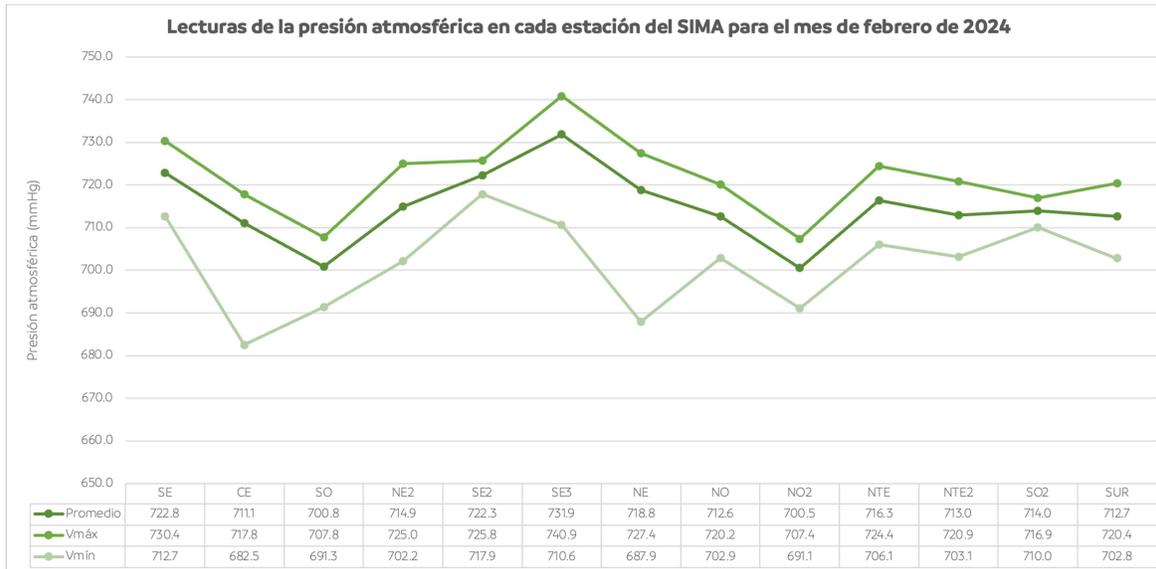


Figura 5. Comportamiento mensual de la presión atmosférica en la ZMM.

Radiación solar (kWh/m²)

En la Figura 6, se muestran los datos registrados para cada estación del SIMA. Para este caso, se graficaron los valores máximos mensuales, en donde la estación CE, ubicada en el municipio de Monterrey, tuvo un máximo de 0.830 kWh/m². Por otra parte, el dato mínimo fue de 0.480 kWh/m² en la estación NE en San Nicolás de los Garza.

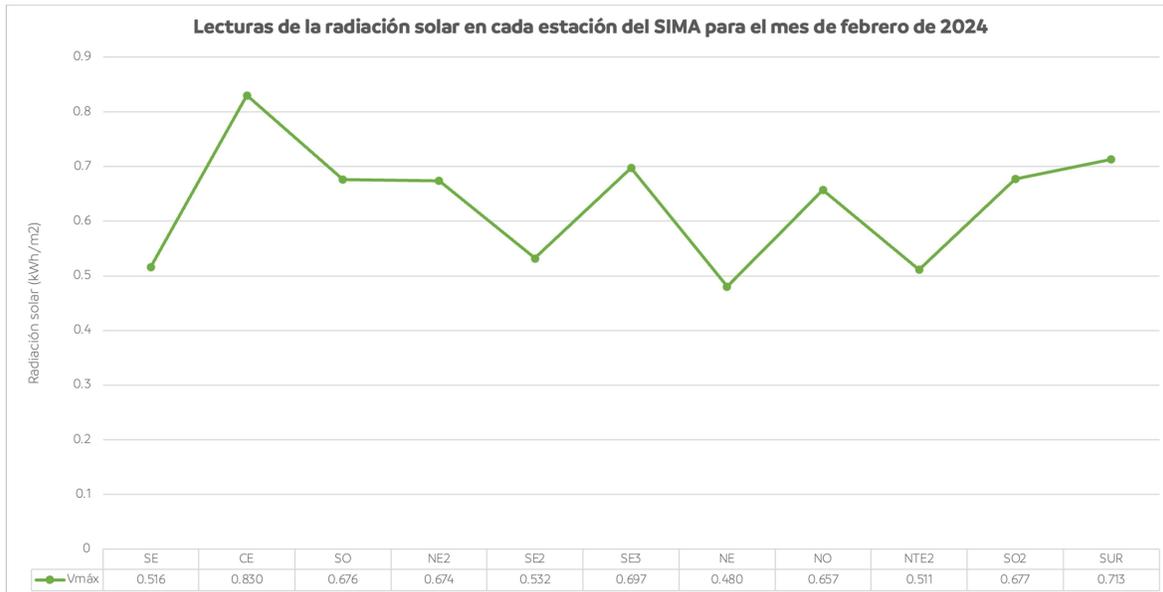


Figura 6. Comportamiento mensual de la radiación solar sobre la ZMM.

Precipitación (mm/h)

Durante el mes de febrero se presentaron algunas lloviznas y chubascos. En la Figura 7 se presenta la cantidad de precipitación acumulada de acuerdo con las estaciones mostradas. En la estación donde se registró más cantidad de agua fue en SE en el municipio de Guadalupe con un valor de 0.284 mm/h. En total, la precipitación fue de 0.754 mm/h.



Figura 7. Acumulación de precipitación en estaciones del SIMA.

Velocidad del viento (km/h; °)

En términos de magnitud, el valor promedio fue de 7.7 ± 1.4 km/h. El valor promedio máximo fue de 10.3 km/h en la estación NO2 en el municipio de García. En términos de la desviación absoluta, la máxima desviación se obtuvo en NO, con un valor de 25.7 km/h. La máxima rapidez se midió en la estación SO2 con un valor de 35.5 km/h. En términos generales, el promedio de la rapidez osciló entre 5.4 - 10.3 km/h en la ZMM.

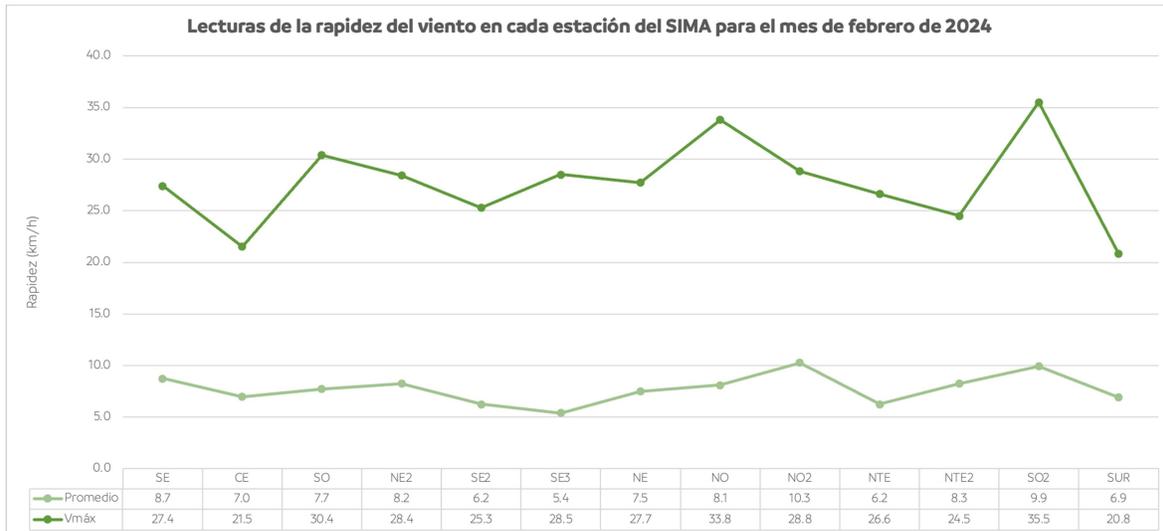


Figura 8. Rapidez del viento para cada estación del SIMA.

Ahora, como complemento de esta información, se presentarán las Rosas de los Vientos para cada estación asociando las magnitudes de la rapidez con la dirección predominante de las líneas de corriente del viento.

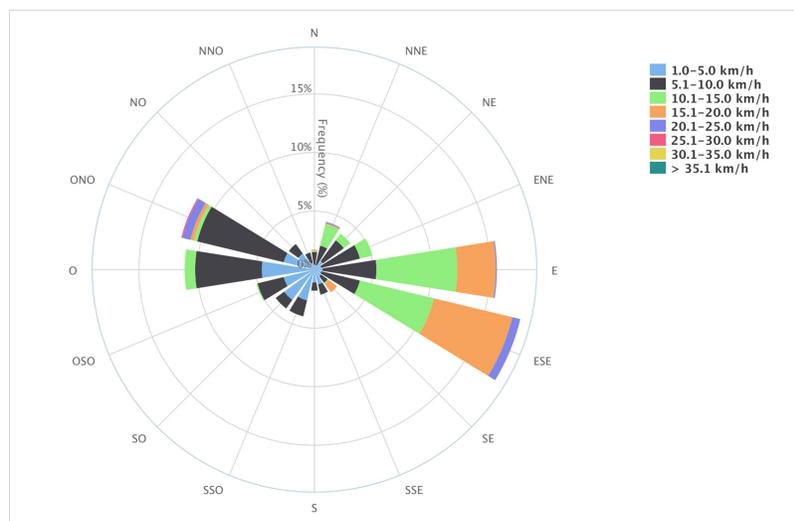


Figura 9. Distribución de la velocidad en la estación SE.

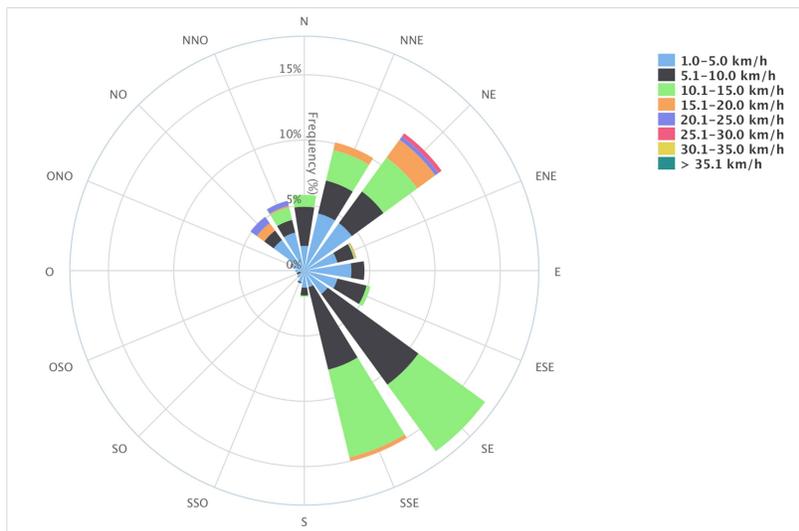


Figura 10. Distribución de la velocidad en la estación NE.

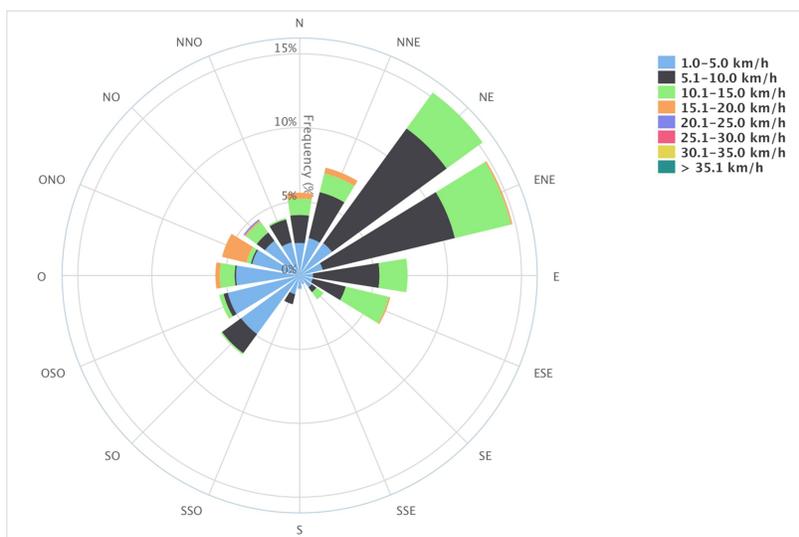


Figura 11. Distribución de la velocidad en la estación CE.

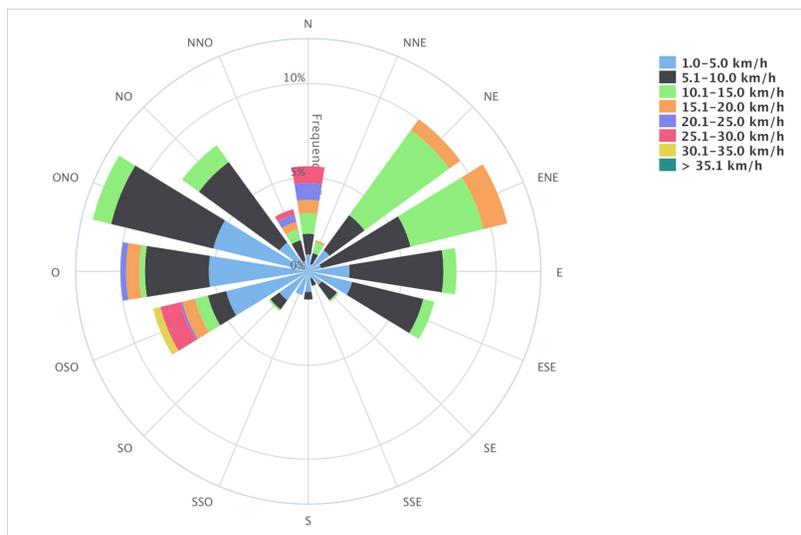


Figura 12. Distribución de la velocidad en la estación NO.

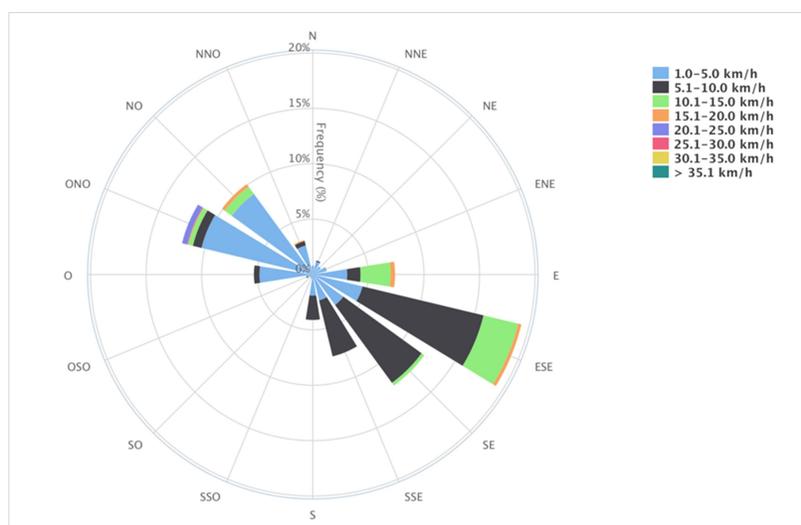


Figura 13. Distribución de la velocidad en la estación SO.

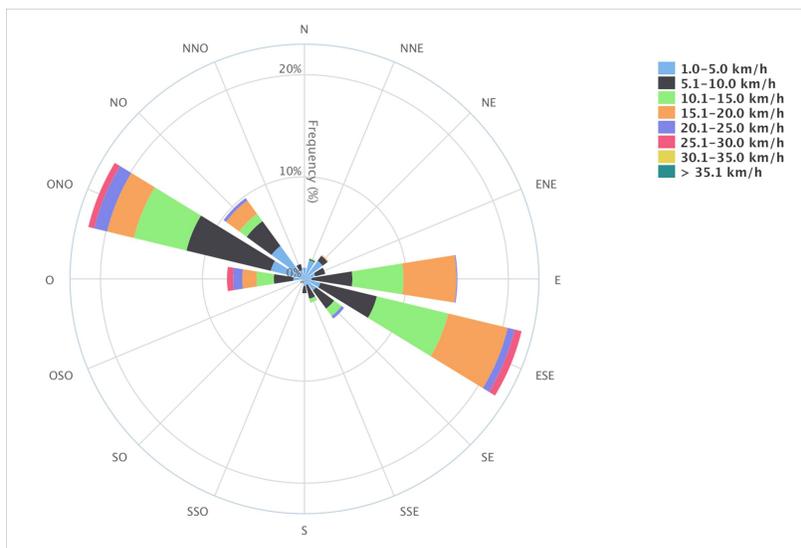


Figura 14. Distribución de la velocidad en la estación NO2.

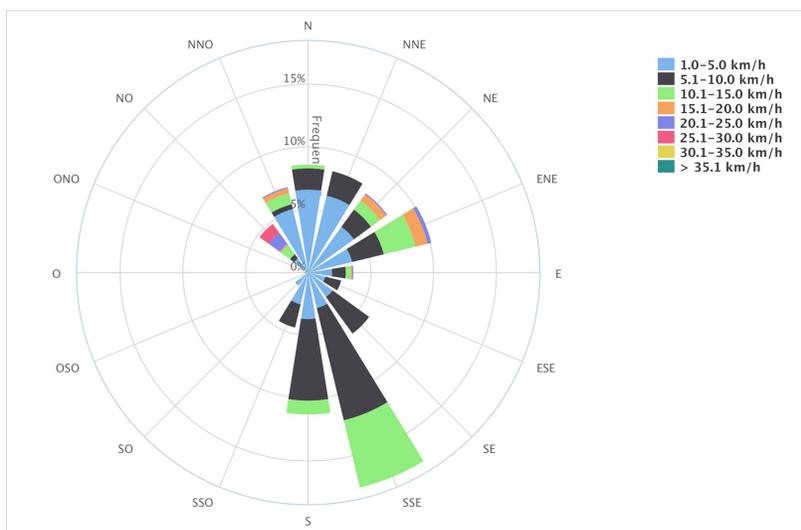


Figura 15. Distribución de la velocidad en la estación NTE.

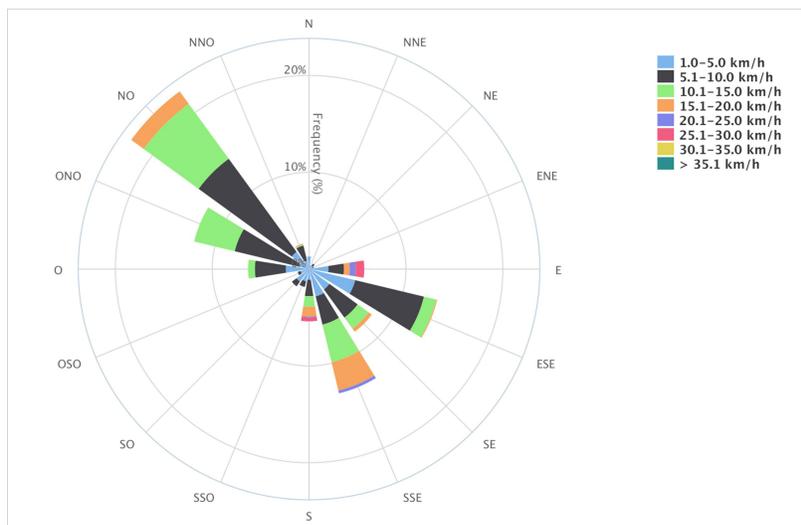


Figura 16. Distribución de la velocidad en la estación NE2.

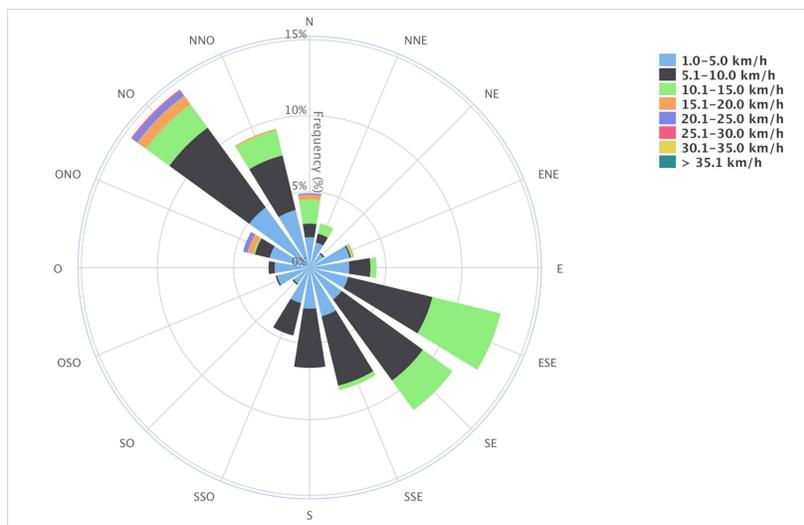


Figura 17. Distribución de la velocidad en la estación SE2.

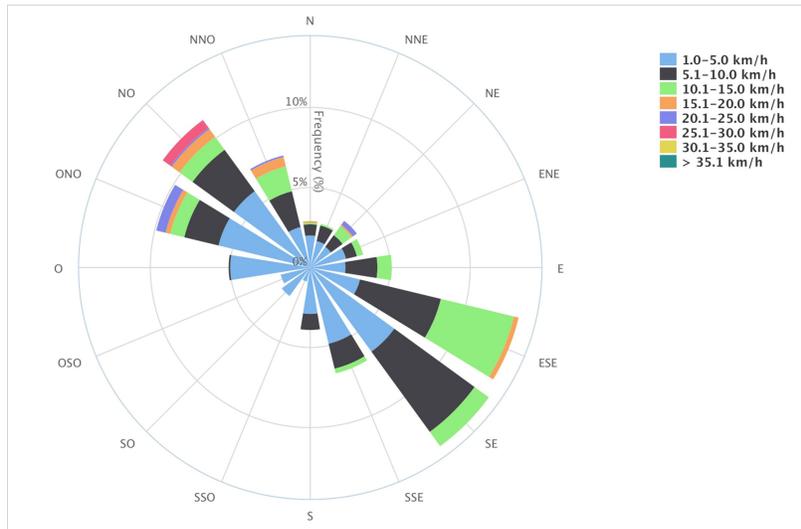


Figura 18. Distribución de la velocidad en la estación SE3.

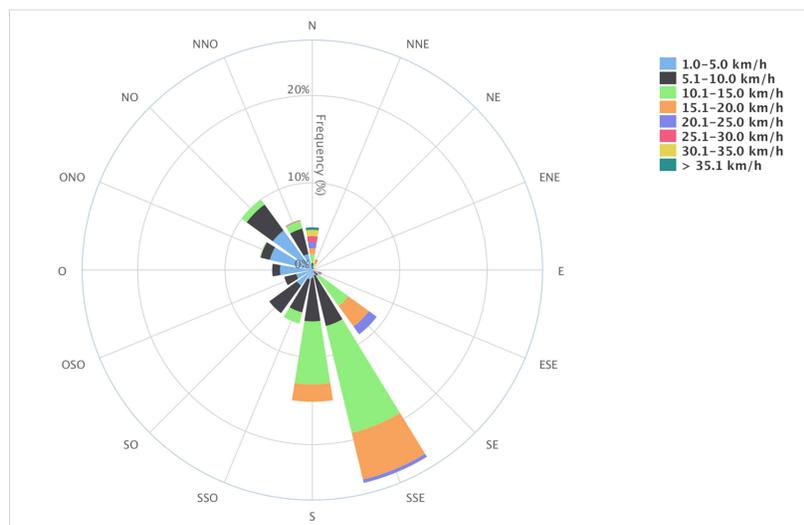


Figura 19. Distribución de la velocidad en la estación S02.

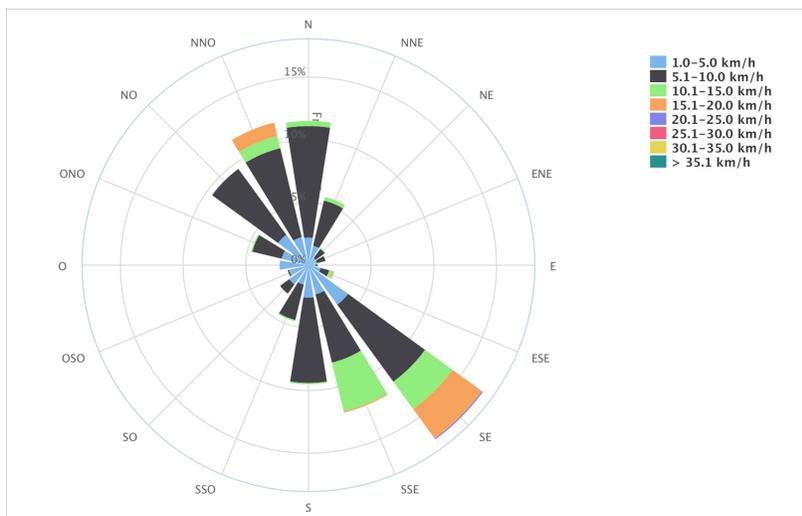


Figura 20. Distribución de la velocidad en la estación SUR.

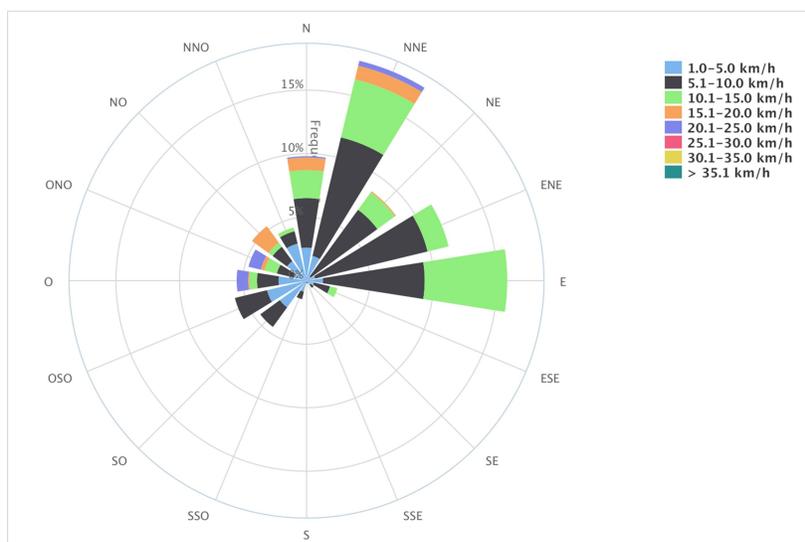


Figura 21. Distribución de la velocidad en la estación NTE2.

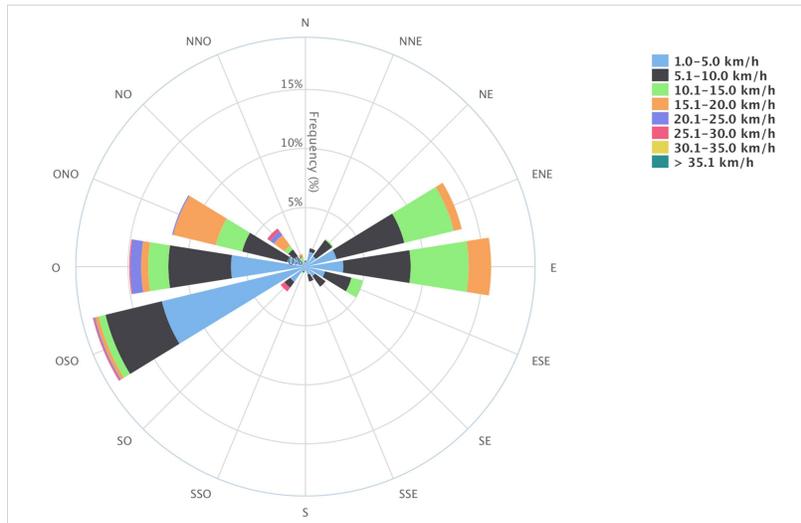


Figura 22. Distribución de la velocidad en la estación NE3.

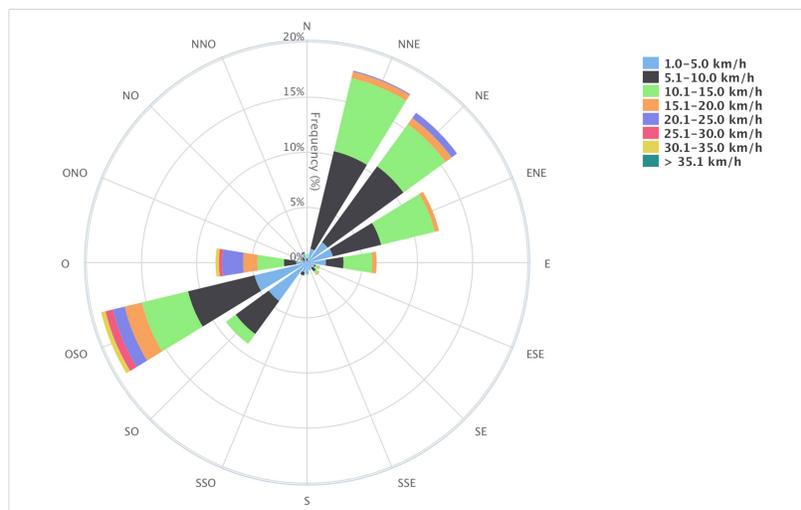


Figura 23. Distribución de la velocidad en la estación NO3.

Como pudo observarse, cada Rosa de los Vientos representa un perfil entrante del viento de acuerdo con las condiciones meteorológicas locales, de manera que las concentraciones contenidas en una masa de aire pueden propiciar buena, regular, mala, muy

mala o extremadamente mala calidad del aire.

Para continuar con este reporte, ahora se mostrarán los comportamientos de cada uno de los siguientes contaminantes: O₃, SO₂, CO, NO₂, NO, PM_{2.5} y PM₁₀.

Concentraciones de contaminantes criterio

Durante el mes de febrero se midieron aerosoles y gases con equipos de medición que permitieron almacenar datos en tiempo real. En esta sección del reporte, se mostrarán las tendencias para cada uno de los contaminantes.

Es importante aclarar que en las gráficas que se presentarán hay 3 tendencias, la más alta corresponde al máximo valor registrado, la más baja corresponde al mínimo valor registrado y la que está entre éstas dos, representa el valor medio de cada conjunto de datos horarios, a manera de resumen, en la Tabla 6 se muestra la estadística descriptiva por contaminante.

TABLA 6

Parámetros estadísticos de cada contaminante

Contaminante	Unidad de concentración	Promedio mensual	Desviación estándar	Valor máximo	Valor mínimo
O ₃	ppb ^a	31	2	176	2
SO ₂	ppb	4.882	1.344	126.5	1.5
NO ₂	ppb	20.9	6.0	92.5	0.5
NO	ppb	17.8	8.3	271.7	1.2
CO	ppm ^b	2.200	0.768	7.17	0.07
PM _{2.5}	µg/m ³ ^c	22	6	156	1
PM ₁₀	µg/m ³	77	14	702	2

^a ppm = partes por millón

^b ppb = partes por billón

^c µg/m³

=

Torre Administrativa, piso 26, Washington 2000 Ote., Col. Obrera, Monterrey, N.L., C.P. 64010

@MedioAmbienteNL   



microgramo por metro cúbico

Comportamiento del Ozono (O₃)

Durante las mediciones realizadas en el mes de febrero, el valor promedio del ozono fue de 31±2 ppb. El valor promedio máximo fue de 35 ppb registrado en la estación CE en el municipio de Monterrey, el valor promedio mínimo fue de 28 ppb y fue registrado en 2 estaciones de monitoreo: NE2 y SE3. La medición máxima fue de 176 ppb en la estación SO2 en San Pedro Garza García, mientras que la medición mínima fue de 2 ppb en la estación SO3 en el municipio de Cadereyta Jiménez.

En cuanto al comportamiento de los datos máximos de las gráficas, se pueden notar dos situaciones específicas, una de ellas en la estación NE2 con un valor de 95 ppb y la otra en SO2 con 176 ppb

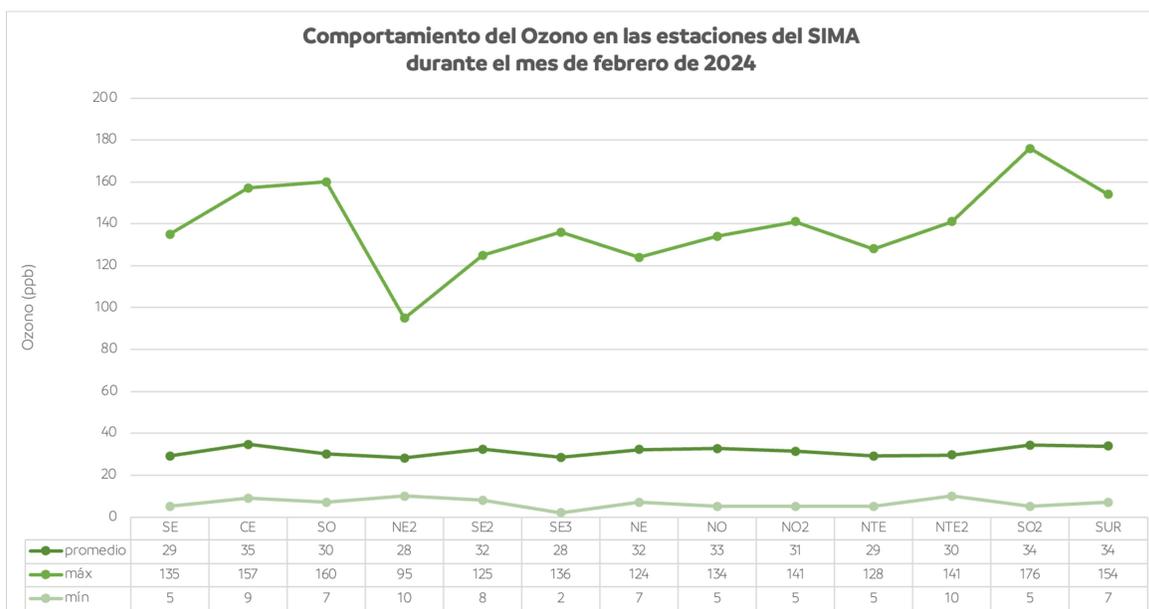


Figura 24. Comportamiento mensual del ozono en la ZMM.



Comportamiento del Bióxido de Azufre (SO₂)

Para el caso del bióxido de azufre, el dato promedio fue de 4.882±1.344 ppb, ver Figura 25. En términos de los promedios máximo y mínimo, se registraron los siguientes datos: 7.458 y 3.123 ppb, respectivamente, de aquí tenemos que la dispersión máxima absoluta es de 4.368 ppb. Las estaciones que reportaron los datos máximo y mínimo fueron SE3 y SUR, cuyos valores fueron 126.5 ppb y 1.5 ppb, respectivamente.

Como se aprecia en la gráfica, se presentan dos crestas o picos característicos en las estaciones de NE2 y SE3. Debido a lo anterior, se presenta un segundo gráfico sin considerar los datos de las estaciones anteriores (Figura 26) para mostrar claramente el comportamiento de la curva.

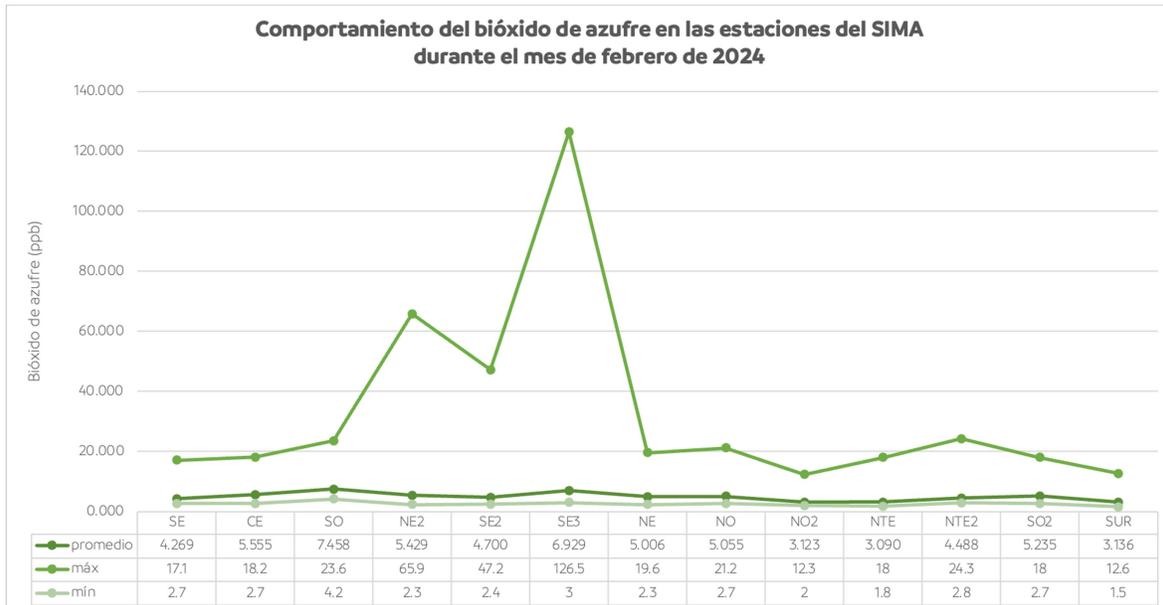


Figura 25. Comportamiento mensual del bióxido de azufre en la ZMM.

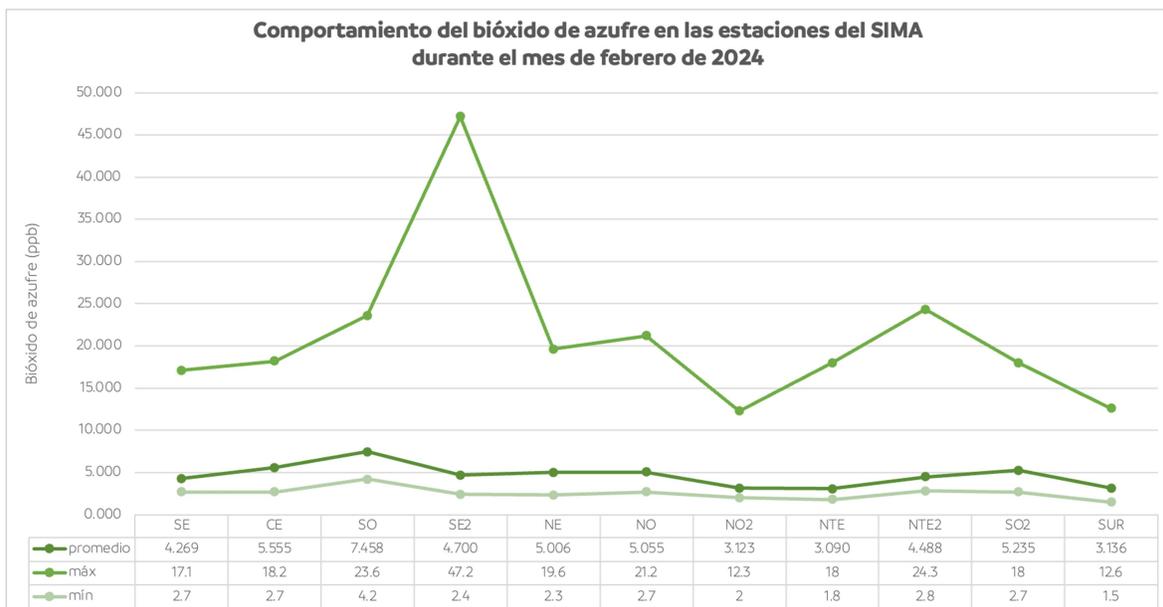


Figura 26. Comportamiento del SO₂ sin considerar las estaciones NE2 y SO3.

Comportamiento del Monóxido de Nitrógeno (NO)

La Figura 27 muestra las concentraciones del monóxido de nitrógeno. En estas concentraciones, se tuvo un promedio de 17.81±8.27 ppb. Las concentraciones máximas superan hasta 14 veces el promedio. La concentración máxima se registró en la estación NE2 en el municipio de Apodaca y la mínima en la estación SO2 en San Pedro Garza García. La amplitud (desviación absoluta máxima) para el promedio fue de 250.4 ppb, esto ocurrió en la estación NE2 en Apodaca.

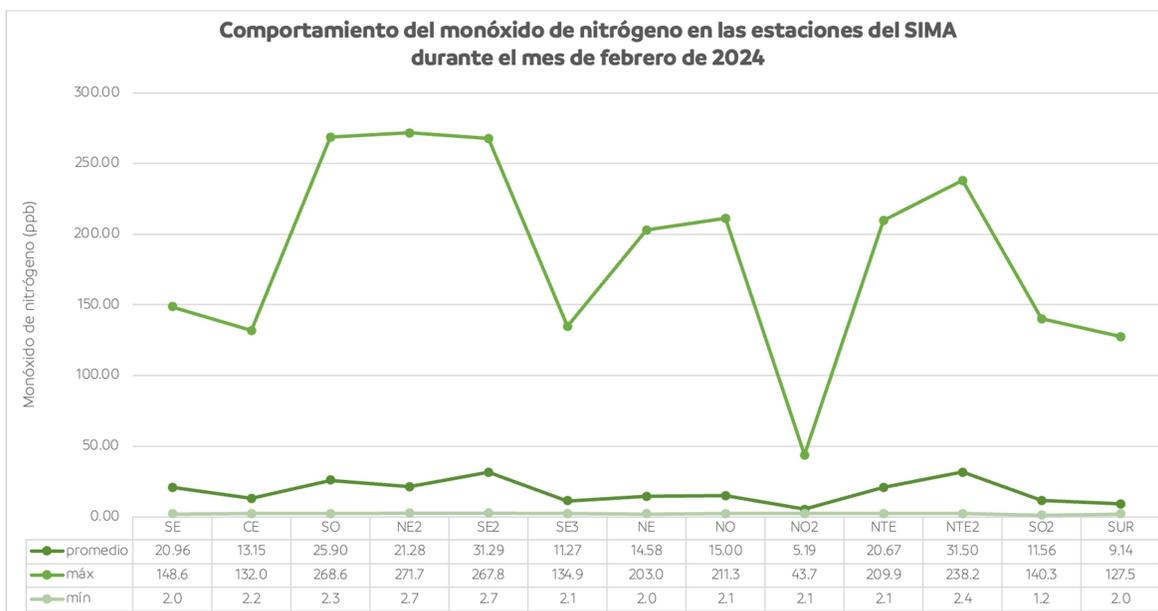


Figura 27. Comportamiento mensual del monóxido de nitrógeno en la ZMM.

Comportamiento del Bióxido de Nitrógeno (NO₂)

Para este contaminante, el promedio por todas las estaciones fue de

Torre Administrativa, piso 26, Washington 2000 Ote., Col. Obrera, Monterrey, N.L., C.P. 64010

@MedioAmbienteNL   

20.91±6.04 ppb, ver Figura 28. En cuanto a los máximos de la concentración se detectaron 2 valores característicos: 92.5 ppb en la estación SO y 91.9 ppb en la estación NTE2, por otra parte, el valor máximo menor fue de 18.9 ppb. La estación que presentó las concentraciones menores durante el mes de febrero fue NO₂; la estación NTE2 también fue la estación que tuvo las más altas concentraciones. La estación que registró la menor concentración de NO₂ fue NO₂ ubicada en el municipio de García.

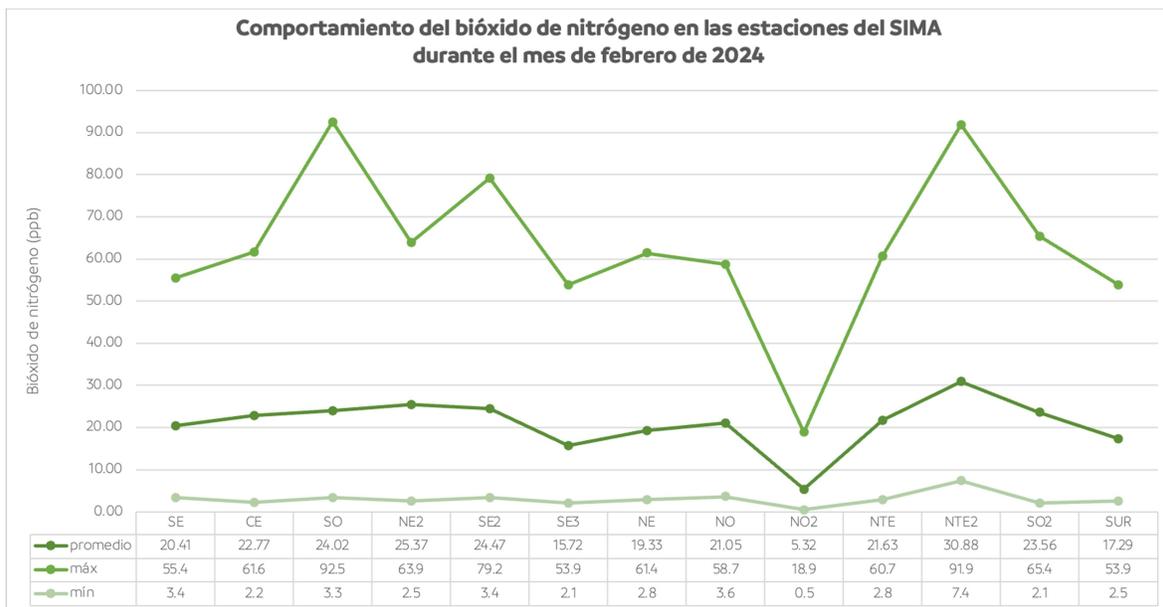


Figura 28. Comportamiento mensual del bióxido de nitrógeno en la ZMM

Comportamiento del Monóxido de Carbono (CO)

El valor promedio del monóxido de carbono fue de 2.20±0.77 ppm, el dato del promedio máximo fue de 3.47 ppm en la estación SO₂, mientras que el valor del promedio mínimo fue de 0.69 ppm en la estación NTE, ver Figura 29. En términos de valores máximos y mínimos, este contaminante fue medido con 7.17 ppm en la estación NO₂ y 0.07 ppm en la

estación NTE.

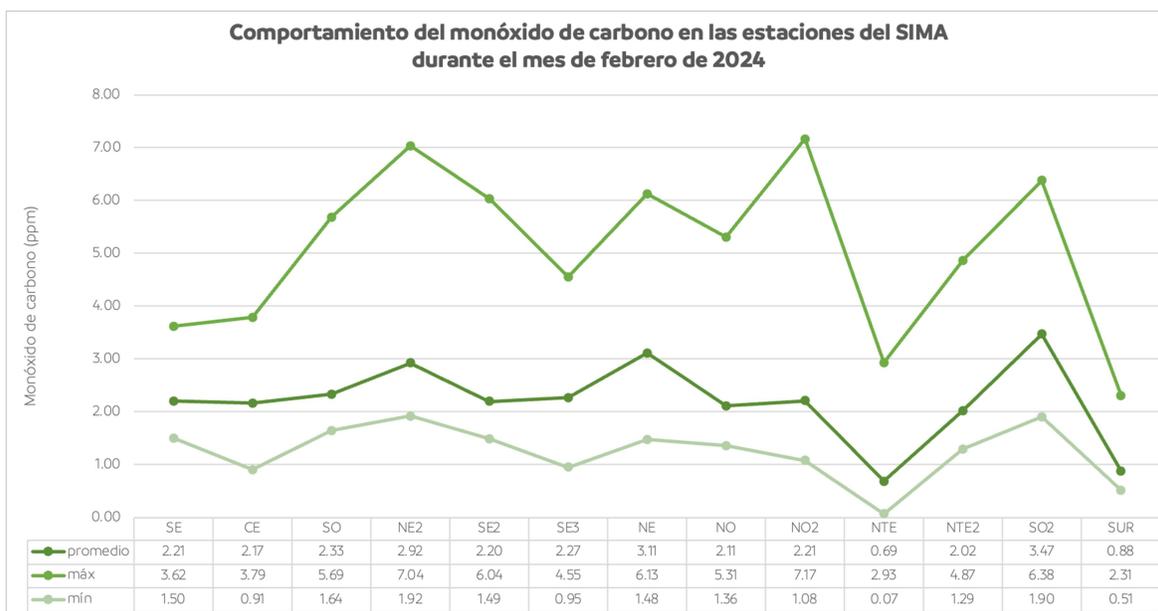


Figura 29. Comportamiento mensual del monóxido de carbono en la ZMM.

Comportamiento del Material Particulado (PM₁₀)

En la gráfica de la Figura 30, se observa que la concentración máxima fue de 702 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada en la estación NE2, además, el máximo con menor valor numérico fue de 195 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En términos de ubicación espacial, se observa que hubo más concentraciones de partículas PM₁₀ en el noreste (NE+NE2) de la ZMM, seguido del suroeste (SO+S02).

En cuanto al promedio de este contaminante, en la Figura 31, se observa que oscilo entre 52 y 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el valor nominal calculado fue de $77 \pm 14 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El dato mínimo, por otro lado, fue de 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

cuantificado en la estación NO en el municipio de Monterrey.

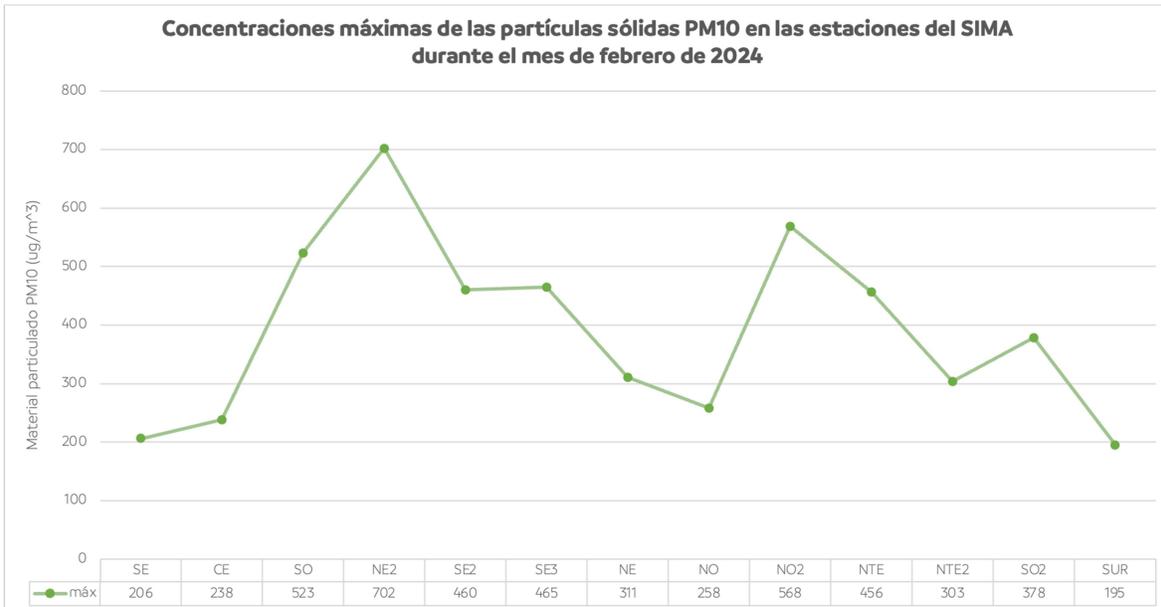


Figura 30. Comportamiento mensual máximo de PM₁₀ en la ZMM.

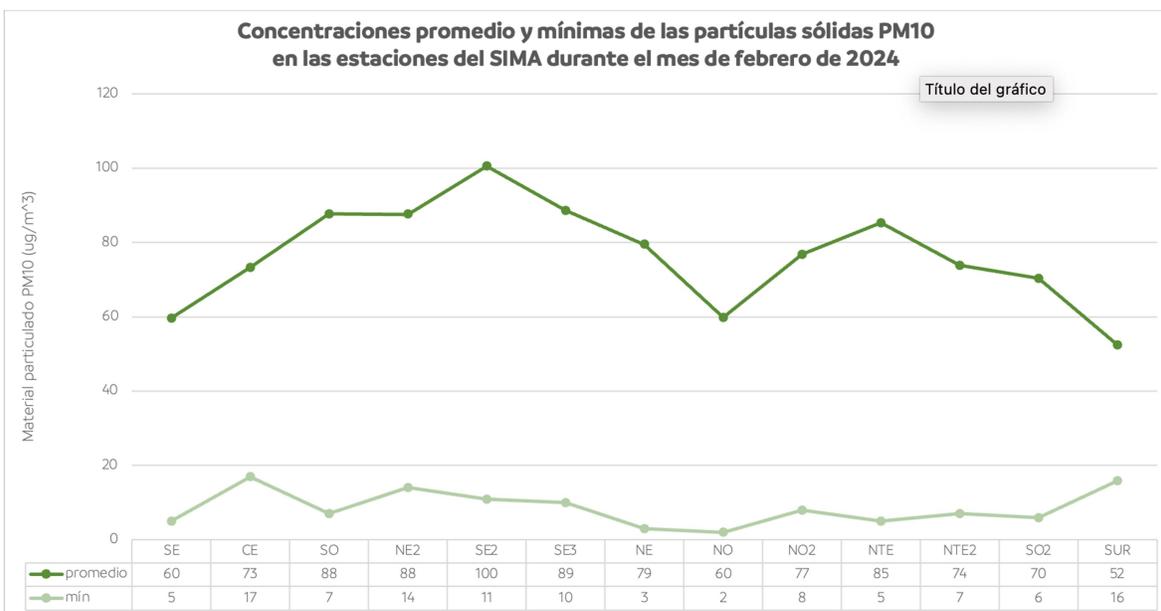


Figura 31. Comportamiento mensual promedio y mínimo de PM₁₀ en la ZMM.

Comportamiento del Material Particulado (PM_{2.5})

Para este último contaminante medido durante el mes de febrero, se han presentado en la Figura 32 las concentraciones máximas y en la Figura 33 los datos promedio y mínimos por cada estación de la red de monitoreo.

En los datos máximos, se puede detectar el valor más alto en la escala de las concentraciones, el cual fue de 156 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La concentración de los datos máximos promedio fue de $85\pm 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en donde el rango estuvo entre 156 y 54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Otro de los datos interesantes es que las estaciones SE y SE3 midieron valores muy cercanos entre sí, estos fueron, 58 y 63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pero no fue así para SE2 el cual fue de 156 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

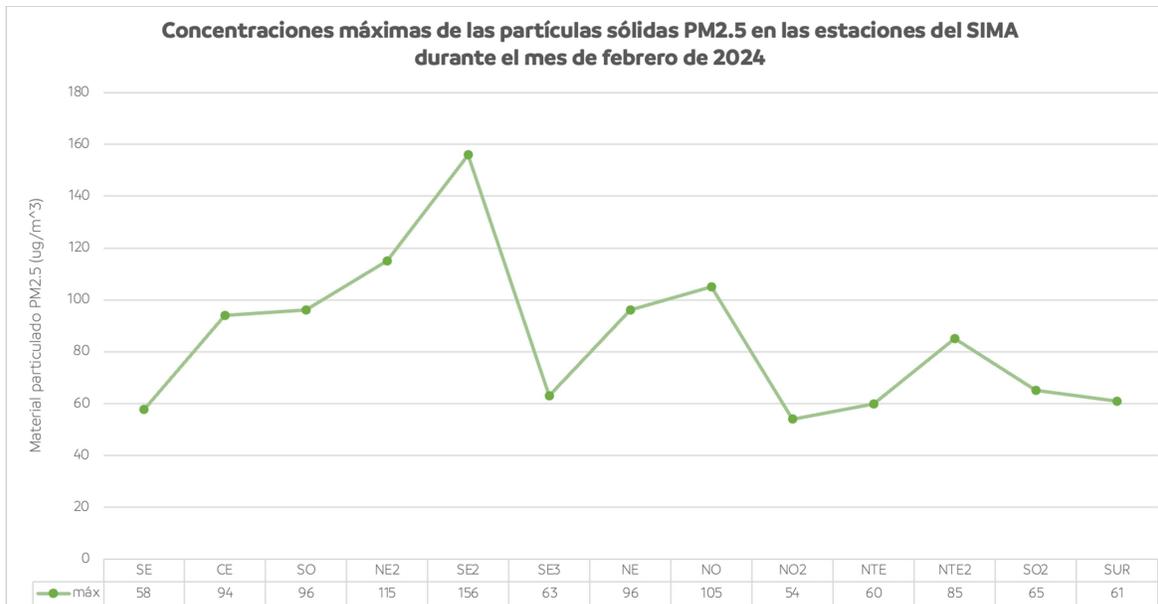


Figura 32. Comportamiento mensual máximo de PM_{2.5} en la ZMM.

En cuanto al dato promedio durante el mes, este fue de $22\pm 6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El dato promedio máximo fue de 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el valor promedio mínimo fue de 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Para estos datos, las estaciones SE y SE2

tuvieron los mismos promedios con un valor de $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La dispersión absoluta máxima fue de 23, es decir, el valor máximo promedio menos el valor mínimo promedio. Por ultimo, el dato mínimo fue de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ medido en la estación NTE2.

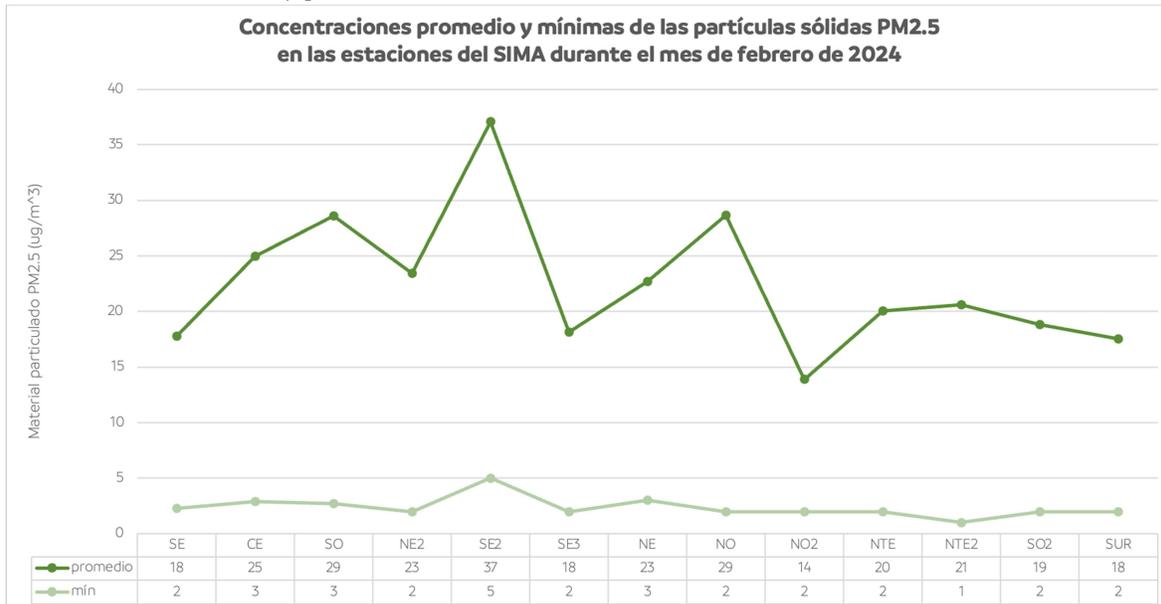


Figura 33. Comportamiento mensual promedio y mínimo de $\text{PM}_{2.5}$ en la ZMM.

Programa de Respuesta a Contingencias Atmosféricas (PRCA)

En cuanto al Programa de Respuesta a Contingencia Atmosférica se presentó una alerta emitida el **26 de febrero** en donde se informó lo siguiente:

- 1. Fase:** Alerta
- 2. Fundamento:** Altas concentraciones de partículas menores a 10 micrómetros (PM_{10}) en la Zona Metropolitana de Monterrey.
- 3. Justificación:** Emisiones generadas por parte de la Refinería de PEMEX ubicada en el municipio de Cadereyta Jiménez así como el comportamiento de la temperatura, humedad relativa, presión atmosférica y velocidad del



viento. En cuanto a las condiciones meteorológicas, los gradientes térmicos (cambios en las temperaturas) no han permitido el transporte disperso a lo largo del canal atmosférico, provocando una zona de estabilidad de los contaminantes.

4. Municipios afectados con EMCA: Cadereyta Jiménez, Santa Catarina

5. Municipios afectados con MMCA: Juárez, Apodaca, San Nicolás de los Garza y General Escobedo.

NOTA: EMCA: Extremadamente Mala Calidad del Aire; MMCA: Muy Mala Calidad del Aire.