

Título del estudio : Evaluación ambiental de seguimiento de la calidad del aire en los distritos Ilo y Pacocha, provincia Ilo, departamento Moquegua, en febrero de 2024.

Fecha de ejecución : Del 1 al 29 de febrero de 2024

Expediente : 2020-02-0015 Código de acción : no aplica

Tipo de evaluación : Programada

Fecha de aprobación : 31 de marzo de 2024 Reporte N° : REAS-037-2024-STECS

1 INFORMACIÓN GENERAL

Tabla 1.1. Información general respecto de la actividad realizada

a.	Zona evaluada	Distritos Ilo y Pacocha, provincia Ilo, departamento Moquegua
b.	Unidades fiscalizables en la zona de estudio o actividades económicas	(1) Fundición y refinería de cobre Ilo-SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION, SUCURSAL DEL PERÚ. (2) Central Termoeléctrica Ilo1- ENGIE Energía Perú S.A. (3) Central Termoeléctrica Ilo21- ENGIE Energía Perú S.A. (4) Central Termoeléctrica Nodo energético Del Sur – Planta Ilo- ENGIE Energía Perú S.A. (5) Central Termoeléctrica Reserva Fría de Generación – Planta Ilo- ENGIE Energía Perú S.A.
c.	Problemática identificada	Presunta afectación de la calidad del aire debido a las actividades económicas, de la provincia Ilo.
d.	Periodo de ejecución	Del 1 al 29 de febrero de 2024

Tabla 1.2. Listado de profesionales

N.º	Nombres y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada
1	Richard Teodoro Julca Cruz	Ingeniero químico	Gabinete
2	Andrés Daniel Brios Abanto	Ingeniero ambiental y de recursos naturales	Gabinete
3	Mariella Rossana Atala Alvarez	Ingeniera ambiental	Gabinete
4	Jorge Luis Hualpa Amable	Ingeniero químico	Gabinete y campo

2 METODOLOGÍA

2.1 Protocolo de monitoreo

Tabla 2.1. Protocolo de monitoreo

Matriz	Protocolo	Sección	País	Institución	Dispositivo legal	Año
Aire	Protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire	Todo el documento	Perú	Minam	Decreto Supremo N.º 010-2019-MINAM	2019

2.2 Ubicación de estaciones de monitoreo

Tabla 2.2. Estaciones de monitoreo

N.º	Código	Coordenadas UTM WGS-84			Altitud m s. n. m.	Descripción
		Este (m)	Norte (m)	Zona		
1	CA-ILO-01	252226	8048774	19K	40	Ubicada en la Av. Pacifico, Mz. L, lote 1, UPIS Miramar, distrito de Ilo.
2	CA-ILO-02	251618	8051342	19K	30	Ubicado en la Av. Ingeniera, Mz. C, lote SC2, Agrupación Familiar Pueblo Nuevo (Plaza El Minero), distrito de Pacocha.
3	CA-ILO-03	253350	8047344	19K	174	Ubicado en Av. Mirador Boca de Sapo, Mz. 50, lote 9, Pampa Inalámbrica, distrito de Ilo.

2.3 Equipos y metodologías de análisis

Tabla 2.3. Equipos utilizados en las estaciones de monitoreo

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Certificado calibración	
Estación de monitoreo CA-ILO-01						
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	Monitor automático de partículas	GRIMM	EDM 180	18A19094	LF-3342023	
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})					LF-2112023 (19/07/2023)	
Dióxido de azufre	Monitor automático de SO ₂	Thermo Scientific	43i	1200416204	LG-130-2022 LF-1542022	
Sulfuro de hidrógeno	Monitor automático de H ₂ S	Thermo Scientific	450i	CM19490141	LF-1412023 (27/05/2023) LF-2572023 (27/05/2023)	
Monóxido de carbono	Monitor automático de CO	Thermo Scientific	48i	1193085163	LF-1422023 (27/05/2023) LF-2562023 (27/05/2023)	
- Velocidad de viento	Estación meteorológica	Campbell Scientific	CR310	WM174404	LM-1712023 (27/05/2023)	
- Dirección de viento					1669292130	LM-1702023 (27/05/2023)
- Temperatura ambiente					BPA11352	LM-1742023 (27/05/2023)
- Humedad relativa						LM-1722023 (27/05/2023)
- Presión atmosférica					193237	LM-1732023 (27/05/2023)
- Precipitación						LM-1732023 (27/05/2023)
- Radiación solar						
Estación de monitoreo CA-ILO-02						
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	Monitor automático de partículas	GRIMM	EDM 180	18A19091	LF-1352023 (31/05/2023)	
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})					LF-2502023 (29 al 31/05/2023)	
Dióxido de azufre	Monitor automático de SO ₂	Thermo Scientific	43i	1192914947	LF-1402023 (26/05/2023) LF-2532023 (26/05/2023) LG-3212023 (26/05/2023)	
Dióxido de Nitrógeno	Monitor automático de NO ₂	Thermo Scientific	42i	1192914960	LF-1372023 (25/05/2023) LF-2542023 (25/05/2023) LG-1812023 (25/05/2023)	

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Certificado calibración
Sulfuro de hidrógeno	Monitor automático de H ₂ S	<i>Thermo Scientific</i>	450i	CM19490139	LF-1382023 (26/05/2023) LF-2552023 (26/05/2023) LG-3202023 (26/05/2023)
Monóxido de carbono	Monitor automático de CO	<i>Thermo Scientific</i>	48i	1193085161	LF-1392023 (26/05/2023) LF-2522023 (26/05/2023) LG-1792023 (26/05/2023)
- Velocidad de viento - Dirección de viento	Estación meteorológica	<i>Campbell Scientific</i>	CR800	201043	Documento de fabrica s/n (equipo nuevo)
- Temperatura ambiente - Humedad relativa				1663393889	LM-1662023 (25/05/2023)
- Presión atmosférica				BPA11350	LM-1652023 (25/05/2023)
- Precipitación				TB00015746	LM-1692023 (25/05/2023)
- Radiación solar				193287	LM-1672023 (26/05/2023)
Estación de monitoreo CA-ILO-03					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	Monitor automático de partículas	<i>GRIMM</i>	EDM 180	18A19093	LF-1362023 (31/05/2023)
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})					LF-2512023 (29 al 31/05/2023)
Dióxido de azufre	Monitor automático de SO ₂	<i>Thermo Scientific</i>	43i	1192914948	LF-1472023 (29/05/2023) LF-2602023 (28/05/2023) LG-3192023 (29/05/2023)
Dióxido de nitrógeno	Monitor automático de NO ₂	<i>Thermo Scientific</i>	42i	1192914961	LF-2612023 (28/05/2023) LF-3372023 (28/05/2023) LG-3092023 (28/05/2023)
Sulfuro de hidrógeno	Monitor automático de H ₂ S	<i>Thermo Scientific</i>	450i	CM19490140	LF-1452023 (29/05/2023) LF-4572023 (28/05/2023) LG-3172023 (29/05/2023)
Monóxido de carbono	Monitor automático de CO	<i>Thermo Scientific</i>	48i	1193085162	LF-1462023 (29/05/2023) LF-4582023 (28/05/2023) LG-1862023 (29/05/2023)
- Velocidad de viento - Dirección de viento	Estación meteorológica	<i>Campbell Scientific</i>	CR800	181893	LM-1762023 (29/05/2023)
- Temperatura ambiente - Humedad relativa				1665884185	LM-1752023 (29/05/2023)
- Presión atmosférica				BPA11351	LM-1792023 (29/05/2023)
- Precipitación				TB00015747	LM-1772023 (29/05/2023)
- Radiación solar				193240	LM-1782023 (29/05/2023)

Tabla 2.4. Métodos de análisis de aire

Parámetro	Método	Técnica Empleada
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})	Método automático	Dispersión de luz
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)		
Dióxido de azufre (SO ₂)		Fluorescencia ultravioleta
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)		Quimioluminiscencia
Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S)		Fluorescencia ultravioleta
Monóxido de carbono (CO)		Infrarrojo no dispersivo
Velocidad de viento	Método automático	-
Dirección de viento		
Temperatura ambiente		
Humedad relativa		
Precipitación		
Presión atmosférica		
Radiación solar		

Nota: las tres estaciones de monitoreo de la provincia de Ilo cuentan con las mismas técnicas de medición.
Fuente: Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire (Decreto Supremo N.º 010-2019-MINAM)
(-): no aplica

2.4 Criterios de evaluación

Tabla 2.5. Estándares de calidad ambiental (ECA) para aire

Parámetro	Periodo	Formato del estándar		Norma
		Valor (µg/m ³)	Criterio de evaluación	
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	24 horas	100	No exceder más de 7 veces al año	D.S. N.º 003-2017-MINAM «Estándares de calidad ambiental (ECA) para aire y disposiciones complementarias»
Material particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM _{2.5})	24 horas	50	No exceder más de 7 veces al año	
Sulfuro de hidrogeno (H ₂ S)	24 horas	150	Media aritmética	
Dióxido de azufre (SO ₂)	24 horas	250	No exceder más de 7 veces al año	
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	1 hora	200	No exceder más de 24 veces al año	
Monóxido de carbono (CO)	1 hora	30000	No exceder más de 1 vez al año	
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	

Tabla 2.6. Niveles de estado de alerta nacionales para contaminantes de aire

Tipos de Alerta	Dióxido de Azufre (SO ₂)	Norma
Cuidado	>500 ug/m ³ promedio móvil 3 horas	D. S. N.º 009-2003-SA «Reglamento de los niveles de estados de alerta nacionales para Contaminantes del aire»
Peligro	>1500 ug/m ³ promedio móvil 3 horas	
Emergencia	>2500 ug/m ³ promedio móvil 3 horas	

3 RESULTADOS

Las condiciones meteorológicas y los parámetros atmosféricos registrados en las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, en febrero de 2024, son presentadas en el Anexo 3.

3.1 Parámetros meteorológicos

En la Tabla 3.1 se presentan los parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-01, durante el mes de febrero de 2024. Se observa que la presión atmosférica varió entre una mínima de 998,8 hPa y una máxima de 1008,0 hPa, se registraron precipitaciones totales de 0,2 mm durante el mes. La temperatura promedio fue 25,7 °C, alcanzando una mínima de 21,9 °C y una máxima de 31,6 °C, la humedad relativa varió entre 52,8 y 95,6 % y la velocidad del viento osciló entre 0,1 y 8,0 m/s. El parámetro de radiación solar reporta una irradiancia máxima de 1070,6 W/m² durante el mes de febrero. Los valores se presentan en la Tabla 3.1, y el detalle del registro en el Anexo 3.

Tabla 3.1. Resultados de los parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-01, febrero de 2024.

Valores	Presión atmosférica (hPa)	Precipitación (mm) ¹	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación solar (W/m ²)
Mínimo	998,8	0,0	21,9	52,8	0,1	0,0
Máximo	1008,0	0,1	31,6	95,6	8,0	1070,6
Promedio	1003,8	0,2	25,7	75,6	2,9	---

En la Figura 3.1.1 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-01, correspondiente al mes febrero de 2024. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia sursureste, esto por influencia del Anticiclón del Pacífico Sur. Observándose además, que el 1,2% de los vientos provienen del sursureste y coinciden con el rango de 5,5 a 8 m/s, así mismo el 13,5% de los vientos provienen del sursureste y caen en el rango de 3,4 a 5,5 m/s, el 8,1% de los vientos provenientes del sursureste caen en el rango de 1,6 a 3,4 m/s y el 1,9% de los vientos provienen del sur y caen en el rango de 0,3 a 1,6 m/s. Es preciso mencionar que, en la referida dirección sursureste se encuentran los almacenes de Céticos Ilo (tomándose como referencia la ubicación de la estación de monitoreo CA-ILO-01).

¹ En el caso de precipitación se muestra la suma de los datos del mes en lugar del promedio.

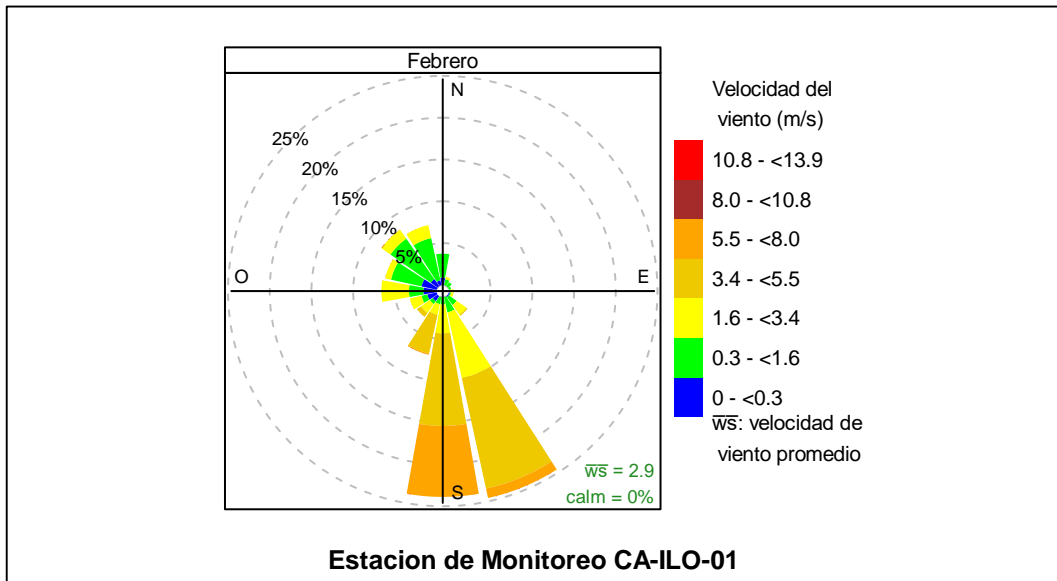


Figura 3.1.1. Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-01, febrero de 2024

En la Figura 3.1.2 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-01, por días de la semana, correspondiente al mes febrero de 2024. Se observa que la predominancia sursureste se impone los lunes, martes y domingo.

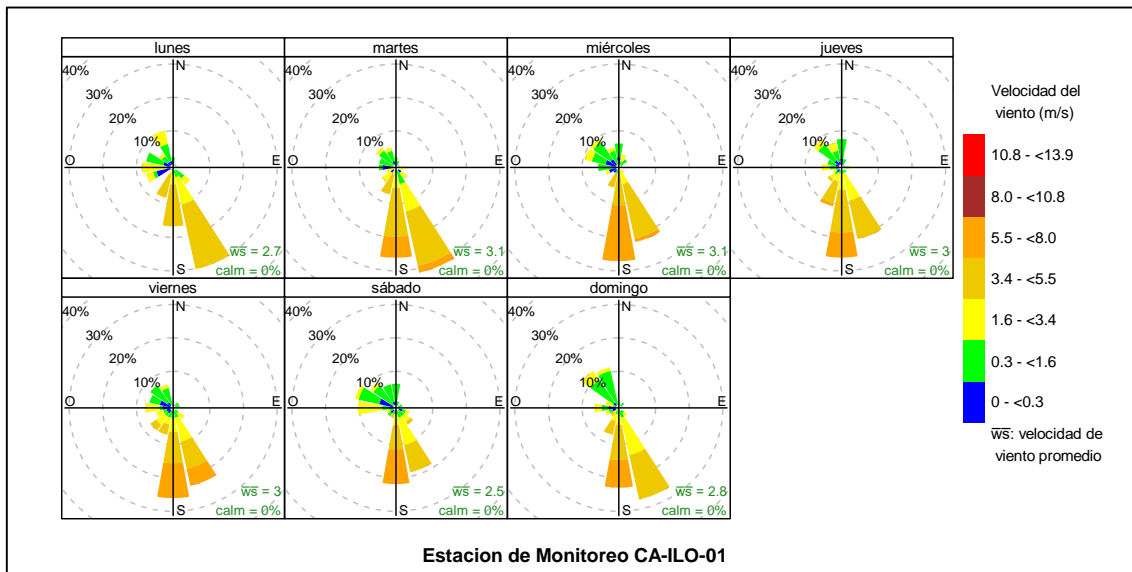


Figura 3.1.2. Rosa de viento por días de la semana de la estación de monitoreo CA-ILO-01, febrero de 2024

En la Figura 3.1.3 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-01, por horas del día, correspondiente al mes febrero de 2024. Donde se observa, un incremento en la presencia de vientos durante el día, desde las 10:00 hasta las 21:00 horas aproximadamente, sobre todo de los vientos que vienen del sur y sursureste. Cabe mencionar que luego de pasada las 21:00 horas, en general, comienza a perder participación gradualmente los vientos provenientes del sur. Y sobretodo en el horario nocturno, se observan vientos de baja velocidad desde múltiples puntos cardinales, principalmente a partir de las 5:00 horas.

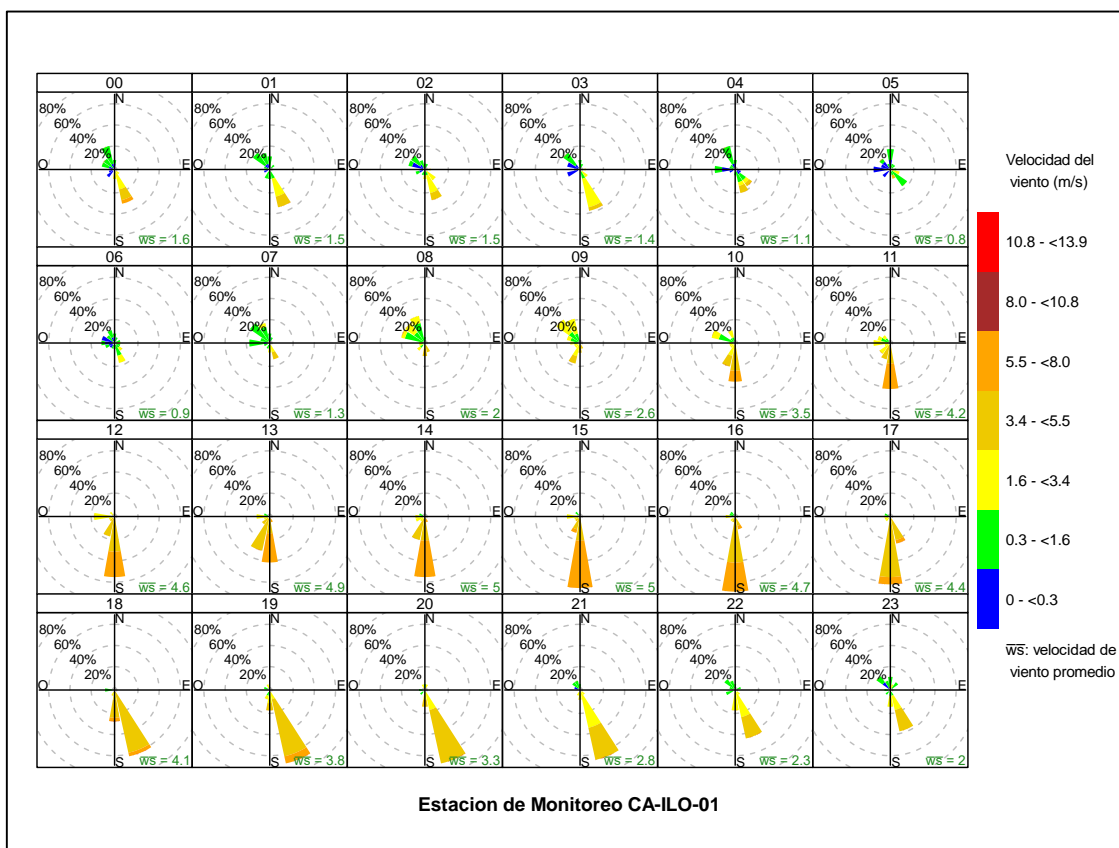


Figura 3.1.3. Rosa de viento horaria de la estación de monitoreo CA-ILO-01, febrero de 2024

En la Tabla 3.2 se presentan los parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-02, durante el mes de febrero de 2024. Se observa que la presión atmosférica varió entre una mínima de 1000,0 hPa y una máxima de 1009,6 hPa, se registraron precipitaciones totales de 2,0 mm durante el mes. La temperatura promedio fue de 25,2 °C, alcanzando una mínima de 21,4°C y una máxima de 31,0 °C, la humedad relativa varió entre 59,3 y 93,2%. El parámetro de radiación solar reporta una irradiancia máxima de 1055,2 W/m² durante el mes de febrero. Los valores se presentan en la Tabla 3.2, y el detalle del registro en el Anexo 3.

Tabla 3.2. Parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-02, febrero de 2024.

Valores	Presión atmosférica (hPa)	Precipitación (mm) ²	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación solar (W/m ²)
Mínimo	1000,0	0,0	21,4	59,3	0,2	0,0
Máximo	1009,6	1,2	31,0	93,2	8,2	1055,2
Promedio	1005,4	2,0	25,2	75,9	2,8	---

En la Figura 3.1.4 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-02 correspondiente al mes de febrero de 2024. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia sursureste, esto por influencia del Anticiclón del Pacífico Sur. Observándose además, que el 4,9% de los vientos provienen del sursureste y coinciden con el rango de 5,5 a 8,0 m/s, el 10,1% de los vientos provienen del sursureste y coinciden con el rango de 3,4 a 5,5 m/s así mismo el 4,3% de los vientos provienen del sursureste y caen en el rango de 1,6 a 3,4 m/s, el 0,6% de los vientos provienen del sursureste y caen en el rango de 0,3

² En el caso de precipitación se muestra la suma de los datos del mes en lugar del promedio.

a 1,6 m/s y el 0,1% de los vientos provienen del sursureste y caen en el rango de 0,0 a 0,3 m/s.

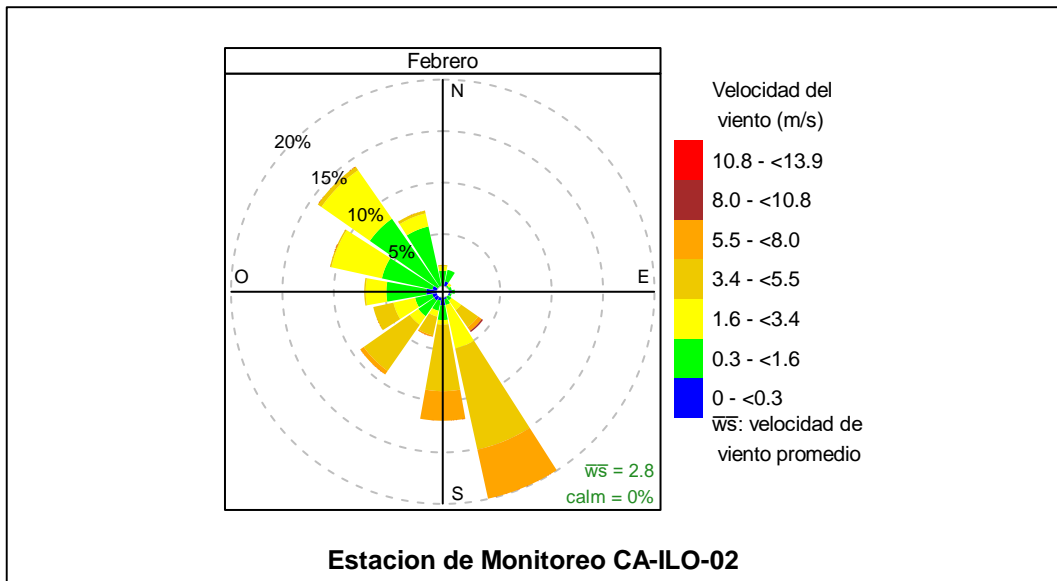


Figura 3.1.4. Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-02, febrero de 2024

En la Figura 3.1.5 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-02, por días de la semana, correspondiente al mes febrero de 2024. Donde se observa una predominancia sursureste de lunes a sábado.

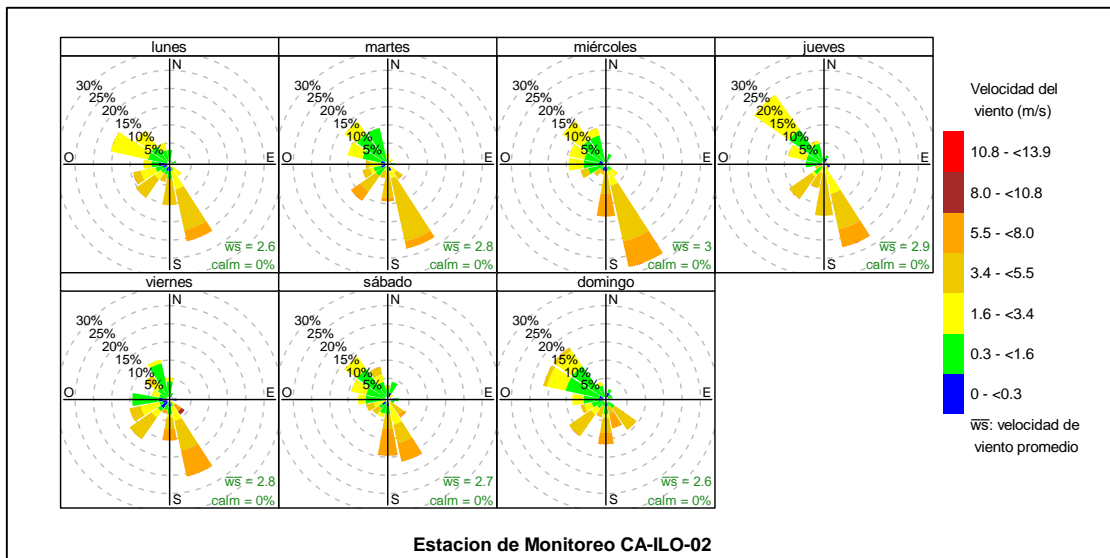


Figura 3.1.5. Rosa de viento por días de la semana de la estación de monitoreo CA-ILO-02, febrero de 2024

En la Figura 3.1.6 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-02, por horas del día, correspondiente al mes febrero de 2024. Donde se observa un incremento en la participación de los vientos provenientes del sursureste y sur, durante el día, que llegan a unas velocidades de viento de 5,5 a 8 m/s, iniciando el incremento desde las 14:00 hasta las 20:00 horas aproximadamente. A partir de las 21:00 horas en adelante, inicia un descenso gradual en la presencia de los vientos del sur y después de la medianoche, se observan calmas, ventolinillas y brisas proveniente de diversas direcciones principalmente del norte, oeste y noroeste. Cabe mencionar que entre las 7:00 y 9:00 horas se observan brisas

provenientes del oeste y oeste noroeste originados por el virazón desde el mar, que ocurre en la mañana.

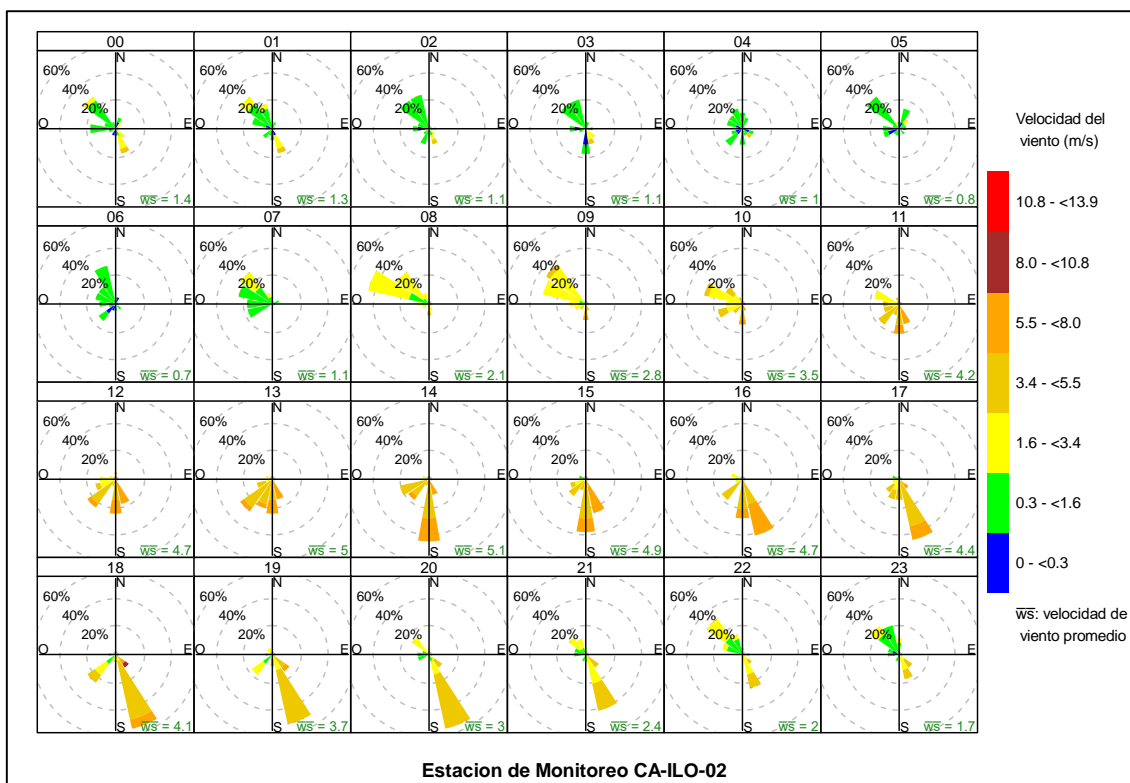


Figura 3.1.6. Rosa de viento horaria de la estación de monitoreo CA-ILO-02, febrero de 2024

En la Tabla 3.3 se presentan los parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-03, durante el mes de febrero de 2024. Se observa que la presión atmosférica varió entre una mínima de 981,9 hPa y una máxima de 990,5 hPa, se registraron precipitaciones totales de 0,4 mm durante el mes. La temperatura promedio fue 24,4 °C, alcanzando una mínima de 21,5 °C y una máxima de 29,0 °C, la humedad relativa varió entre 56,1 y 97,6 % y la velocidad del viento osciló entre 1,3 y 8,2 m/s. El parámetro de radiación solar reporta un máximo de 1116,6 W/m² durante el mes de febrero. Los valores se presentan en la Tabla 3.3, y el detalle del registro en el Anexo 3.

Tabla 3.3. Parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-03, febrero de 2024

Valores	Presión atmosférica (hPa)	Precipitación (mm) ³	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación solar (W/m ²)
Mínimo	981,9	0,0	21,5	56,1	1,3	0,0
Máximo	990,5	0,1	29,0	97,6	8,2	1116,6
Promedio	986,5	0,4	24,4	76,4	3,6	---

En la Figura 3.1.7 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-03, correspondiente al mes de febrero de 2024. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia sursuroeste, esto por influencia del Anticiclón del Pacífico Sur. Observándose además, que el 0,1% de los vientos provienen del sursuroeste y coinciden con el rango de 8,0 a 10,8 m/s, el 10,9% de los vientos provienen del sursuroeste y coinciden con el rango de 5,5 a 8 m/s, así mismo el 23,0% de los vientos provienen del sursuroeste y caen en el rango de 3,4 a 5,5 m/s, el 17,5% de los vientos provienen del sursuroeste y caen en el rango

³ En el caso de precipitación se muestra la suma de los datos del mes en lugar del promedio.

de 1,6 a 3,4 m/s y el 0,9% de los vientos provienen del sursuroeste y caen en el rango de 0,3 a 1,6 m/s. Es preciso mencionar que, en la referida dirección se encuentra el terminal terrestre de Ilo (tomándose como referencia la ubicación de la estación de monitoreo CA-ILO-03).

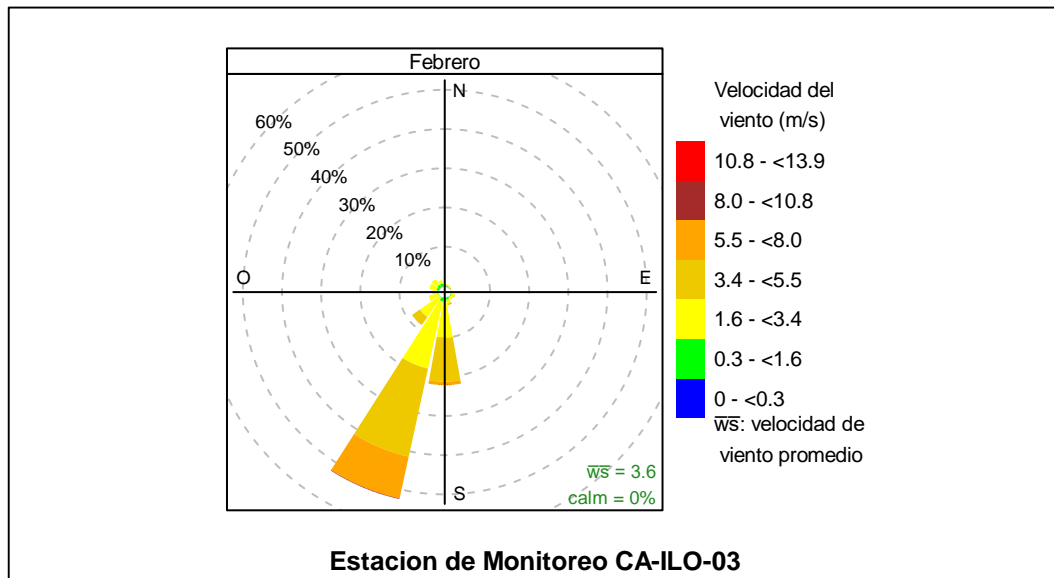


Figura 3.1.7. Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-03, febrero de 2024

En la Figura 3.1.8 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-03, por días de la semana, correspondiente al mes de febrero de 2024. Donde se observa una predominancia sursuroeste de lunes a domingo, a excepción de los días sábados cuya predominancia de vientos se comparte entre el sur y sursuroeste.

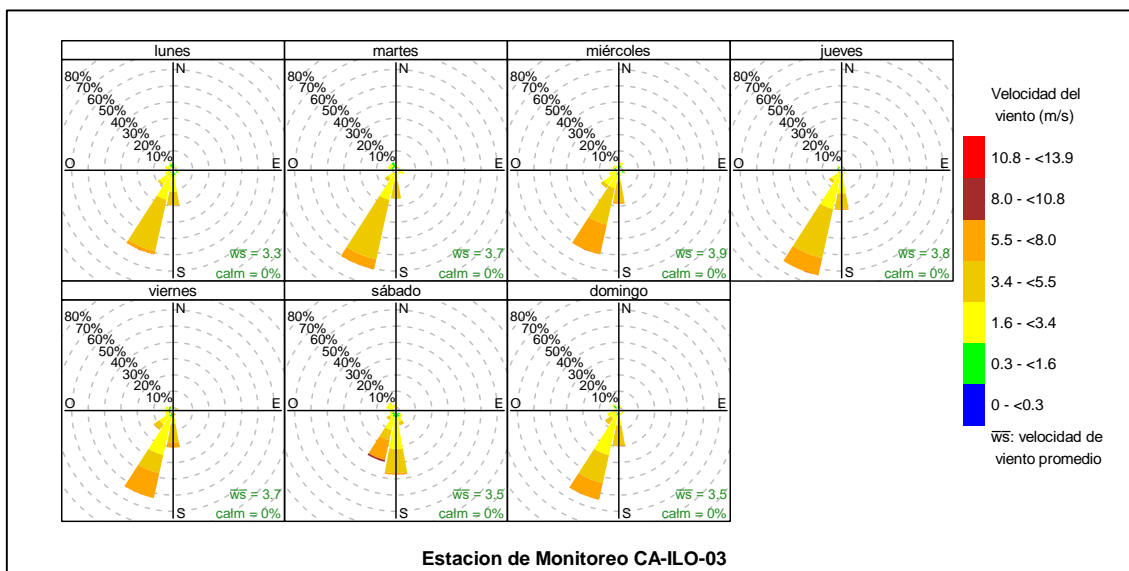


Figura 3.1.8. Rosa de viento por días de la semana de la estación de monitoreo CA-ILO-03, febrero de 2024

En la Figura 3.1.9 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-03, por horas del día, correspondiente al mes febrero de 2024. Donde se observa un incremento en las velocidades de vientos que provienen del sursuroeste durante el día, llegando al rango de 5,5 a 8 m/s, sobre todo entre las 9:00 y 17:00 horas aproximadamente.

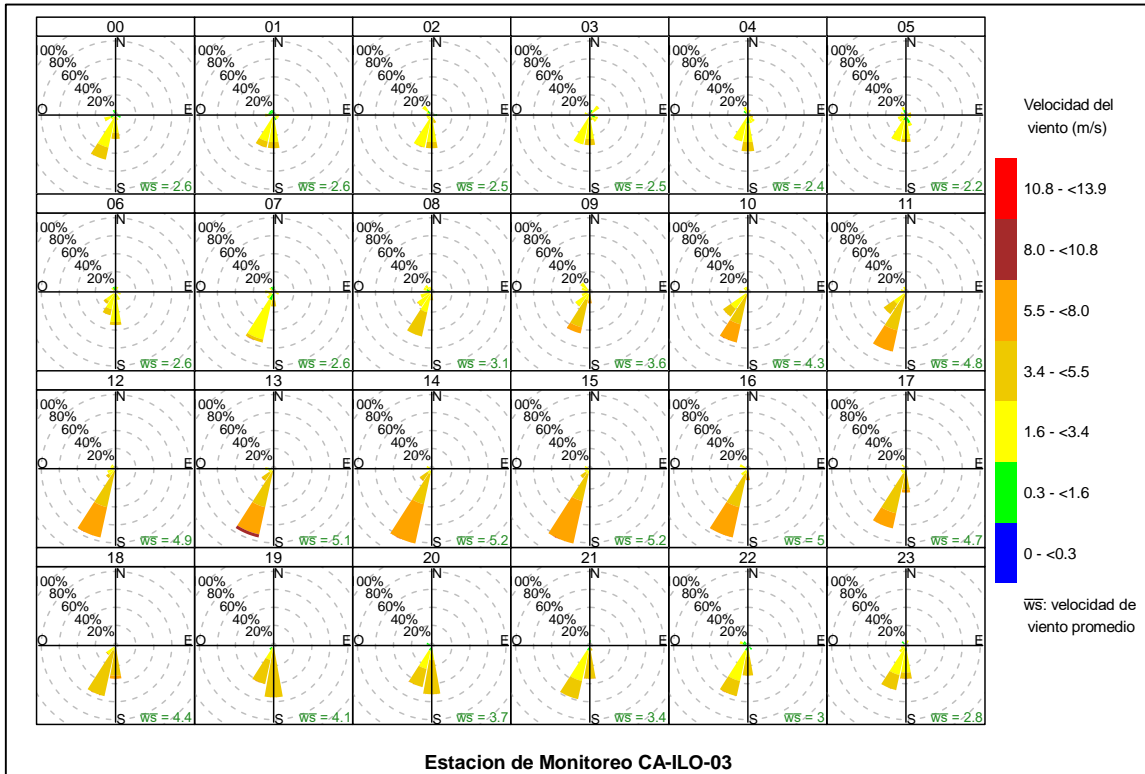


Figura 3.1.9. Rosa de viento horaria de la estación de monitoreo CA-ILO-03, febrero de 2024

3.2 Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM_{2,5})

En las Figuras 3.2.1 y 3.2.2 se presentan las concentraciones de 24 horas de PM_{2,5} de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01 y CA-ILO-02, del mes de febrero de 2024. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de PM_{2,5} (50 µg/m³ en 24 horas).

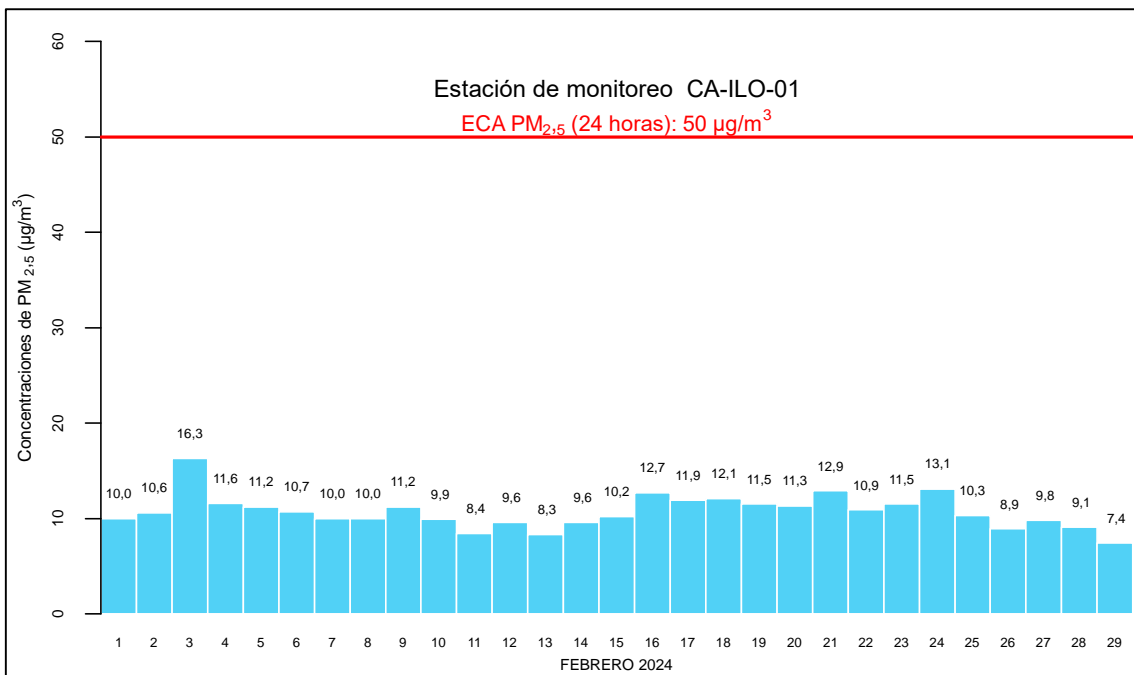


Figura 3.2.1. Concentraciones de 24 horas de PM_{2,5} en la estación de monitoreo CA-ILO-01, febrero de 2024

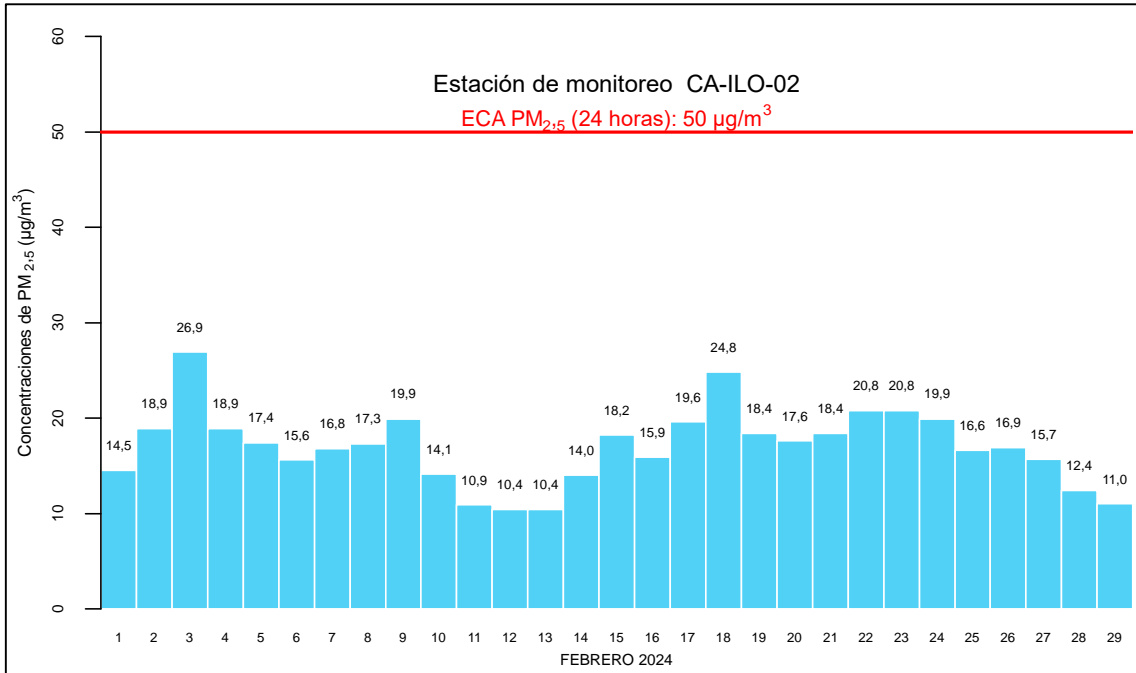


Figura 3.2.2. Concentraciones de 24 horas de PM_{2,5} en la estación de monitoreo CA-ILO-02, febrero de 2024

3.3 Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀)

En las Figuras 3.3.1 y 3.3.2 se presentan las concentraciones de 24 horas de PM₁₀ de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01 y CA-ILO-02 del mes de febrero de 2024. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de PM₁₀ (100 µg/m³ en 24 horas).

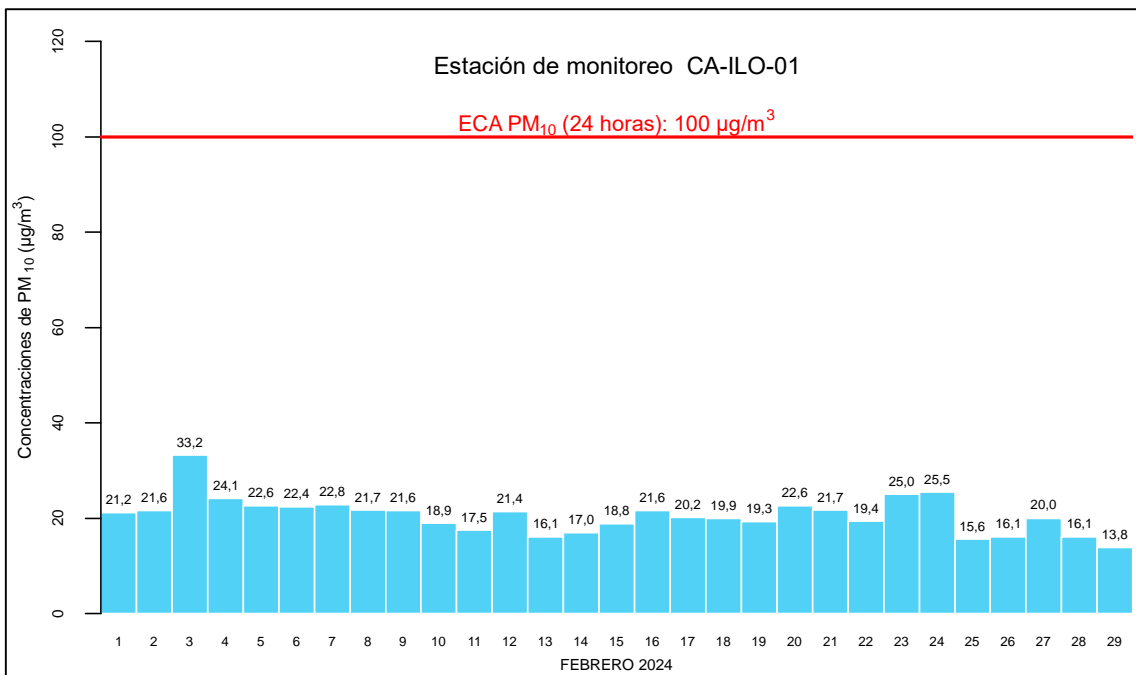


Figura 3.3.1. Concentraciones de 24 horas de PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, febrero de 2024

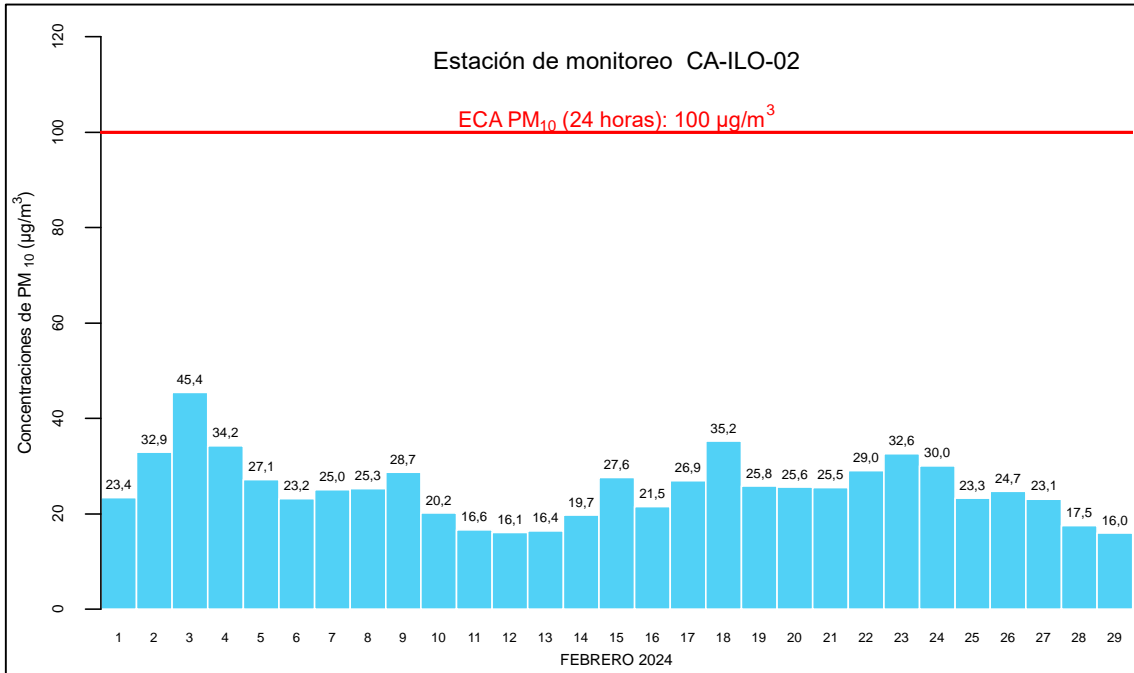


Figura 3.3.2. Concentraciones de 24 horas de PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, febrero de 2024

3.4 Dióxido de azufre (SO₂)

En las Figuras 3.4.1, 3.4.2 y 3.4.3 se presentan las concentraciones de 24 horas de SO₂ de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de febrero de 2024. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para SO₂ (250 µg/m³ en 24 horas).

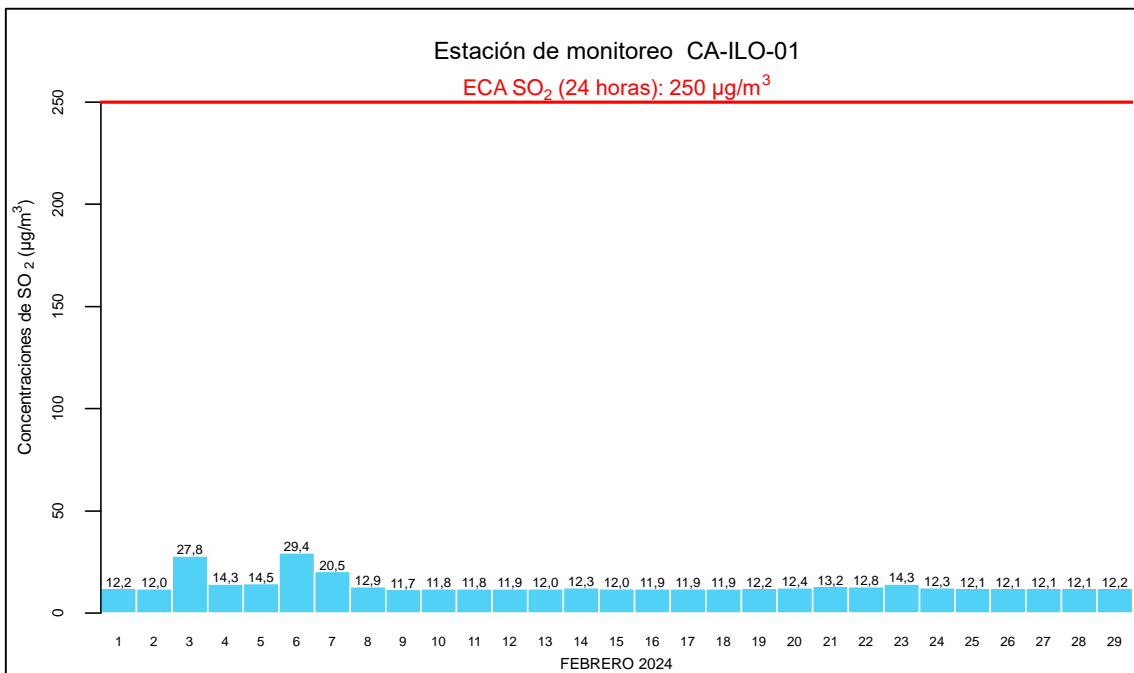


Figura 3.4.1. Concentraciones de 24 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, febrero de 2024

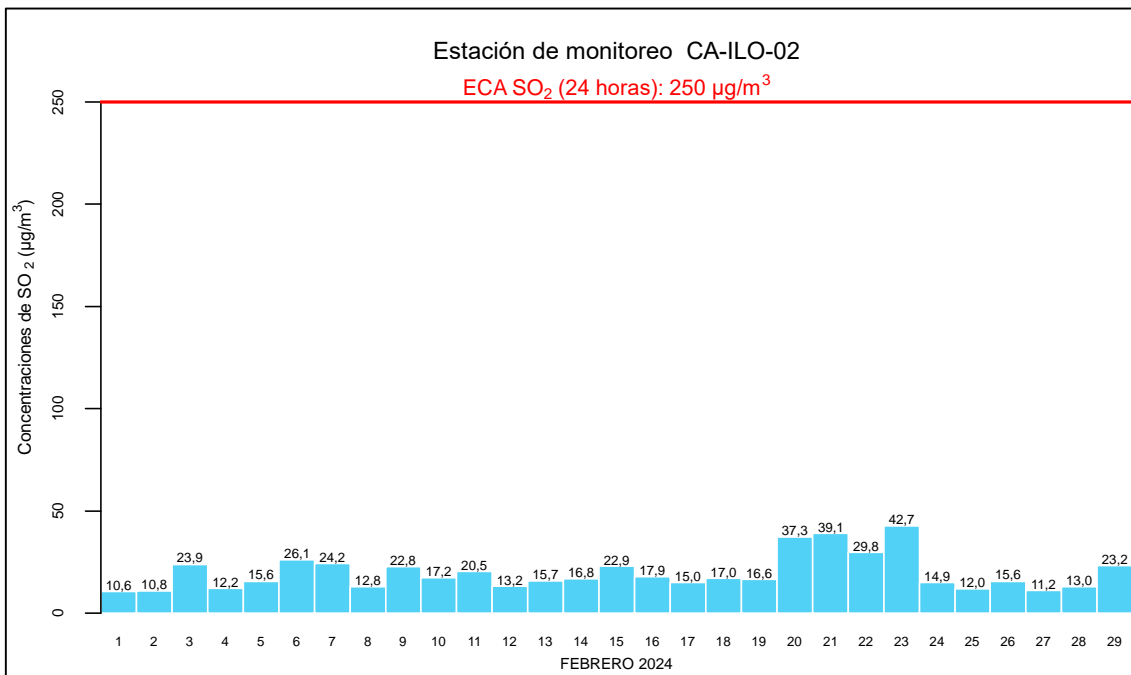


Figura 3.4.2. Concentraciones de 24 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, febrero de 2024

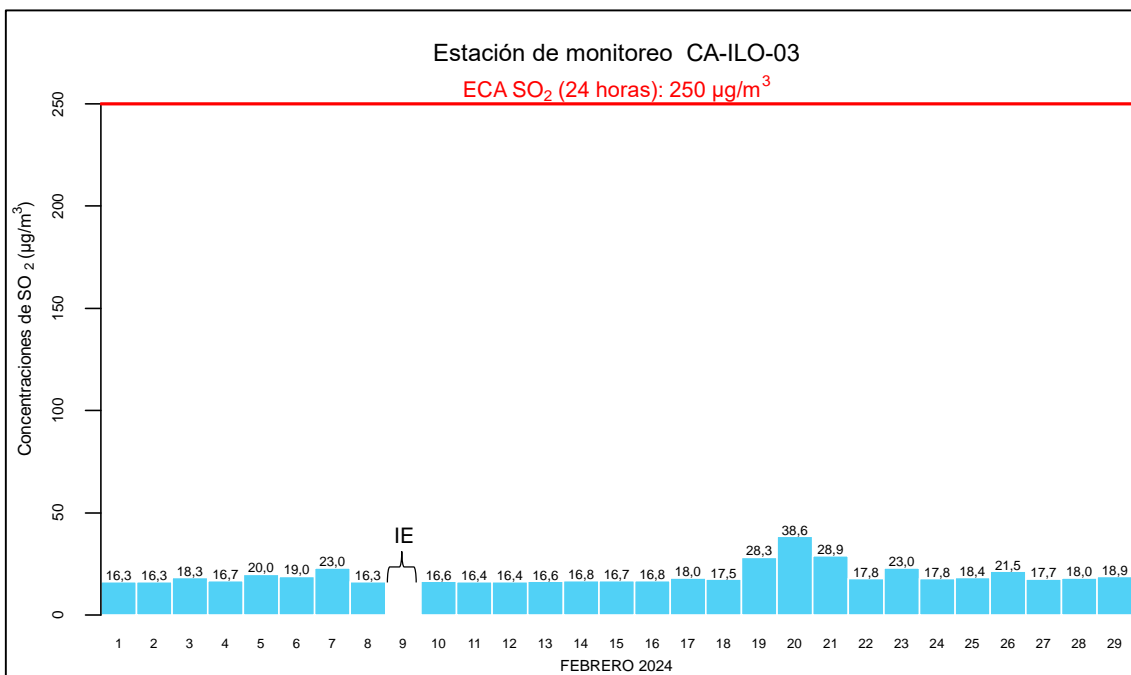


Figura 3.4.3. Concentraciones de 24 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, febrero de 2024.

IE: Interrupción eléctrica

3.5 Sulfuro de hidrogeno (H₂S)

En las Figuras 3.5.1, 3.5.2 y 3.5.3 se presentan las concentraciones de 24 horas de H₂S de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de febrero de 2024. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de H₂S (150 µg/m³ en 24 horas).

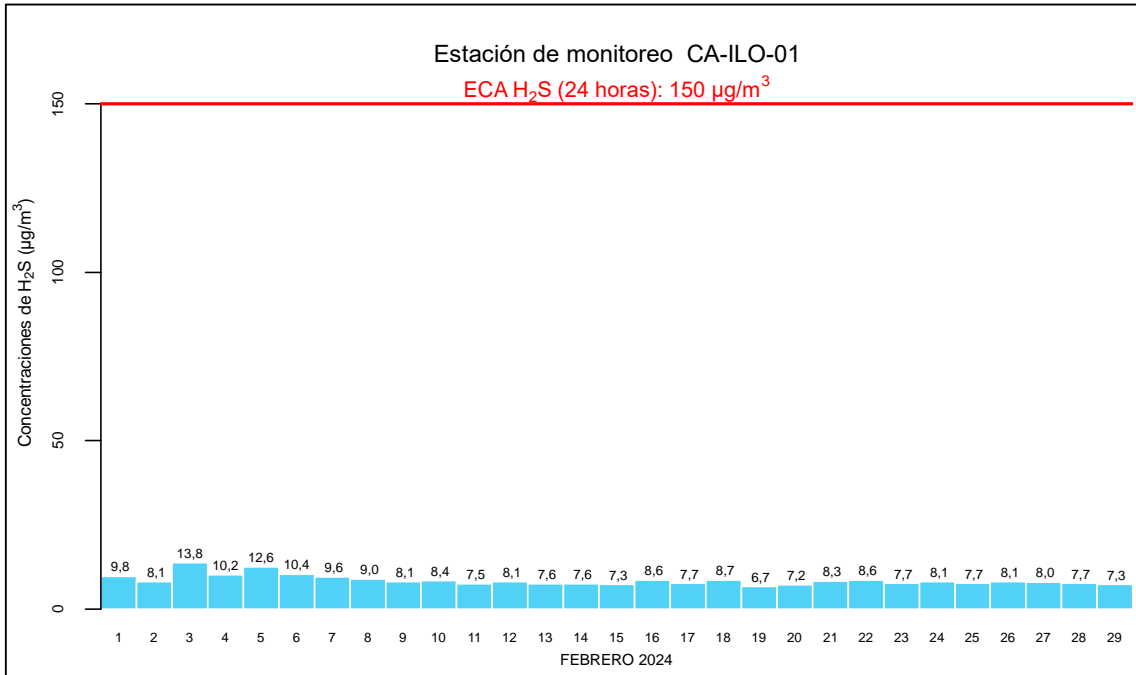


Figura 3.5.1. Concentraciones de 24 horas de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, febrero de 2024

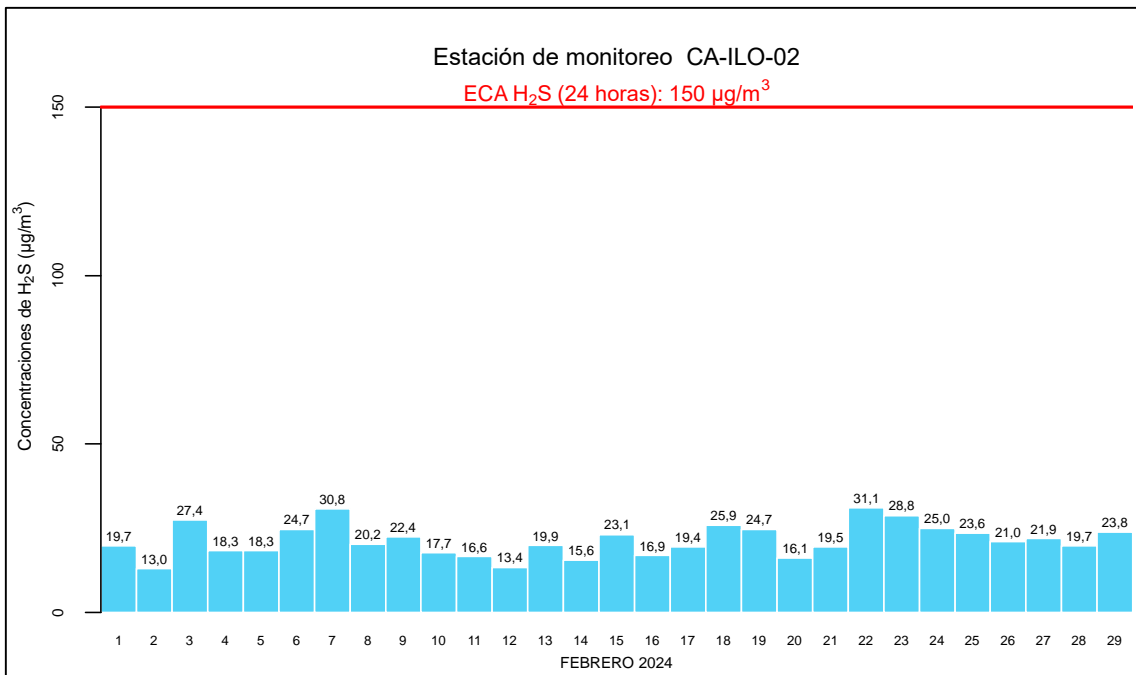


Figura 3.5.2. Concentraciones de 24 horas de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, febrero de 2024

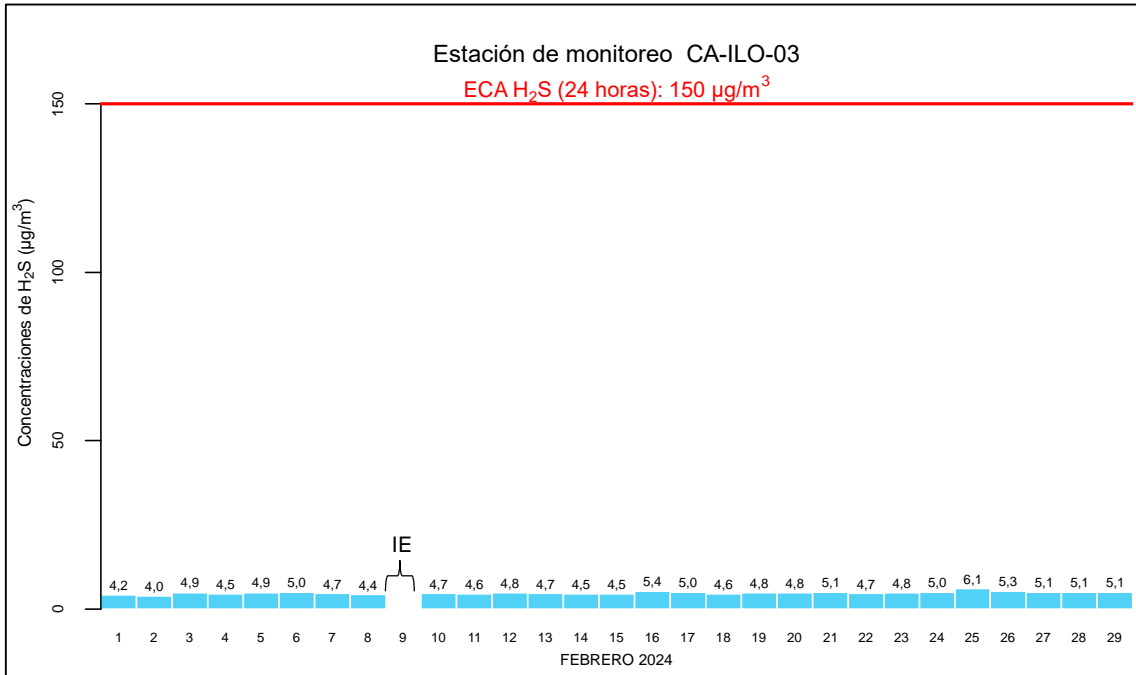


Figura 3.5.3. Concentraciones de 24 horas de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, febrero de 2024.

IE: Interrupción eléctrica

3.6 Dióxido de nitrógeno (NO₂)

En las Figuras 3.6.1 se presentan las concentraciones horarias de NO₂ de las estaciones de monitoreo CA-ILO-03, del mes de febrero de 2024. Además, se observa que todas las concentraciones horarias no excedieron el ECA para NO₂ (200 µg/m³ en 1 hora).

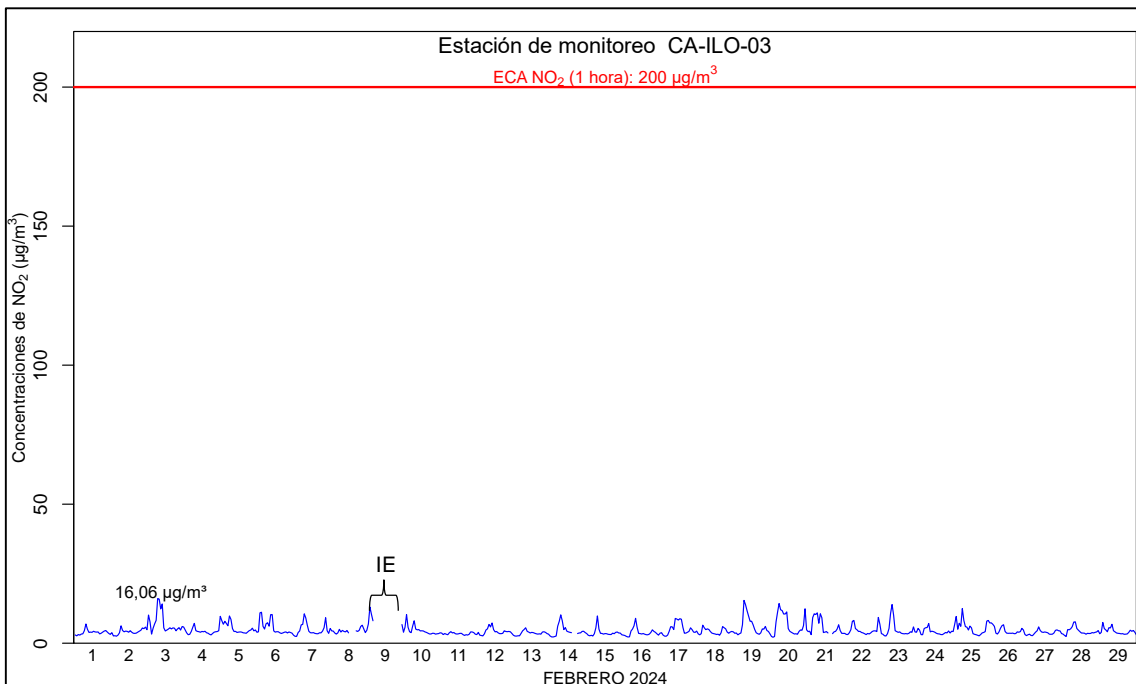


Figura 3.6.1. Concentraciones de horarias de NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, febrero de 2024.

IE: Interrupción eléctrica

3.7 Monóxido de carbono (CO)

En las Figuras 3.7.1, 3.7.2 y 3.7.3 se presenta el diagrama de cajas por hora de las concentraciones horarias de CO correspondiente a las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de febrero de 2024. Además, se observa que todas las concentraciones horarias no excedieron el ECA para CO (30000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 1 hora).

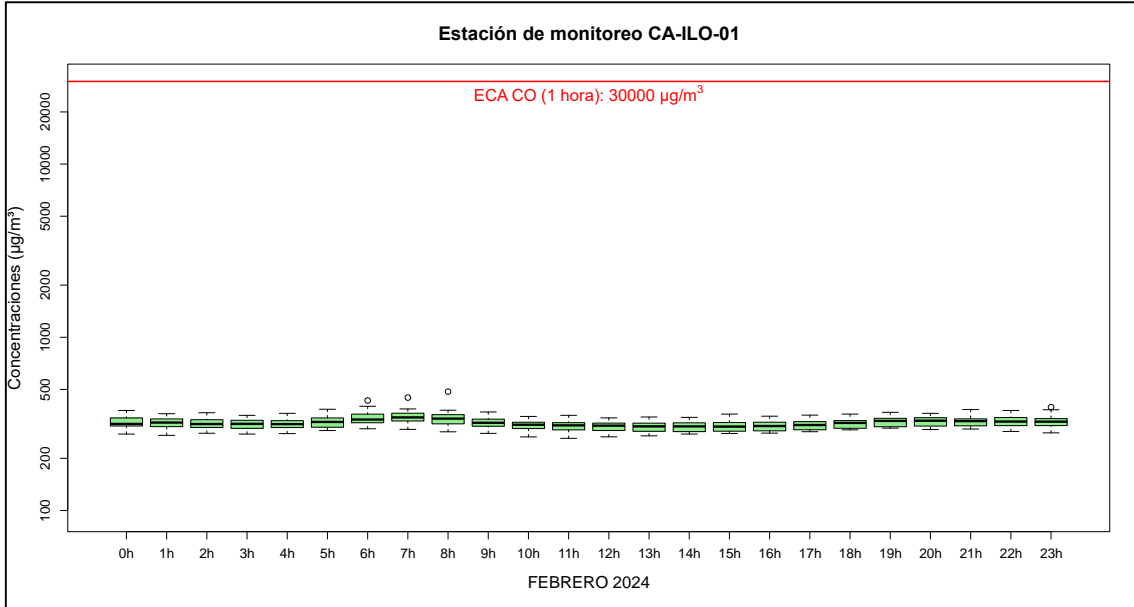


Figura 3.7.1. Concentraciones horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, febrero de 2024

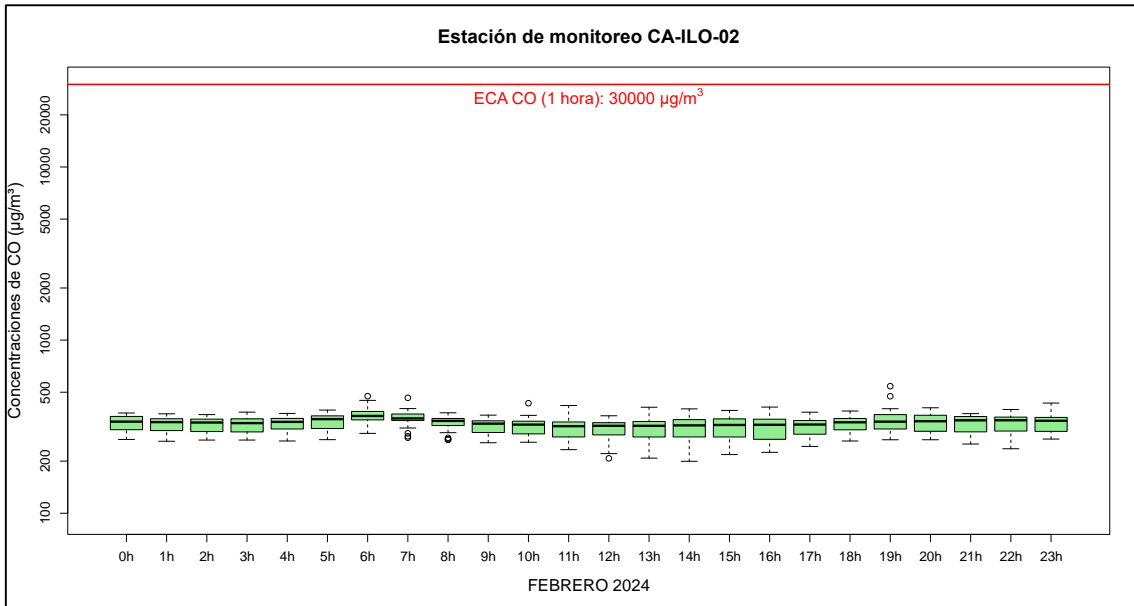


Figura 3.7.2. Concentraciones horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, febrero de 2024

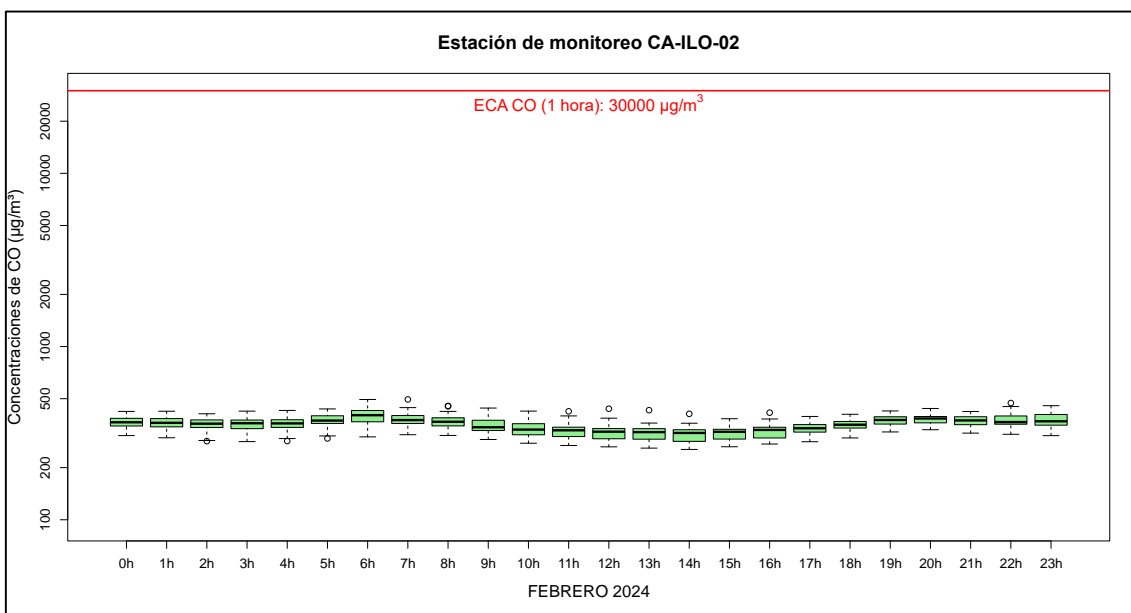


Figura 3.7.3. Concentraciones horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, febrero de 2024

En las Figuras 3.7.4, 3.7.5 y 3.7.6 se presenta el diagrama de cajas por hora de las concentraciones móviles de 8 horas de CO, correspondiente a las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de febrero de 2024. Además, se observa que todas las concentraciones de promedio móvil de 8 horas no excedieron el ECA para CO (10000 µg/m³ en 8 horas móviles).

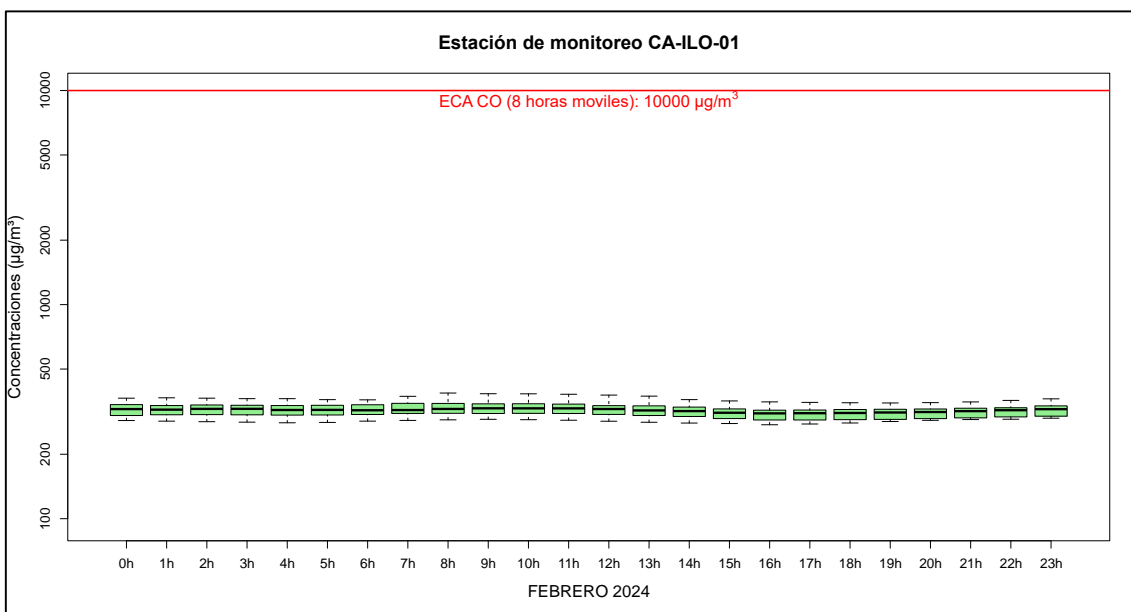


Figura 3.7.4. Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, febrero de 2024

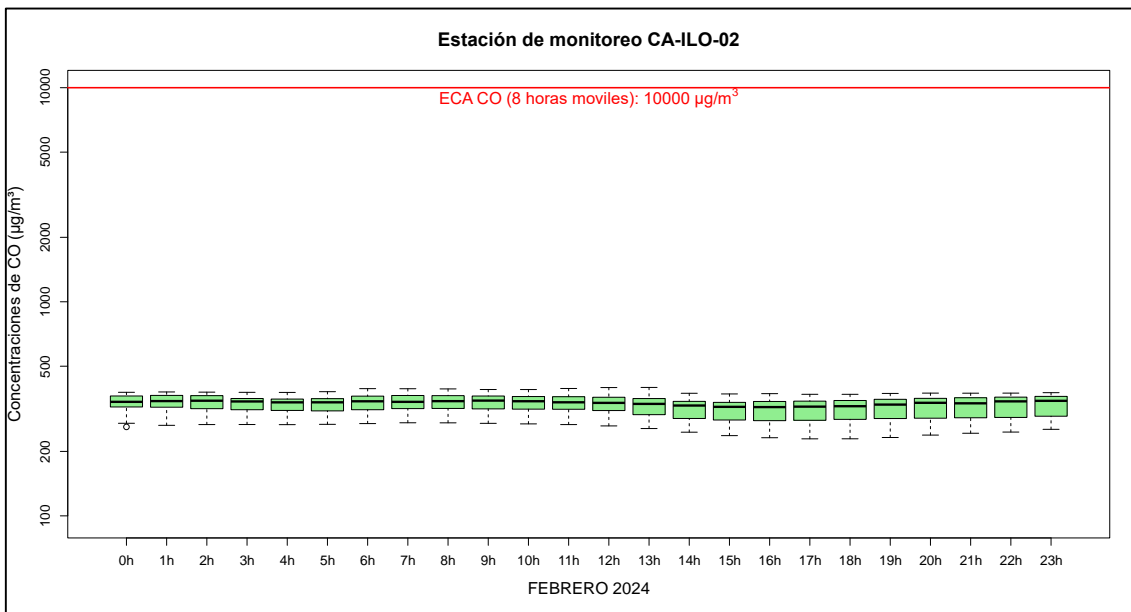


Figura 3.7.5. Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, febrero de 2024

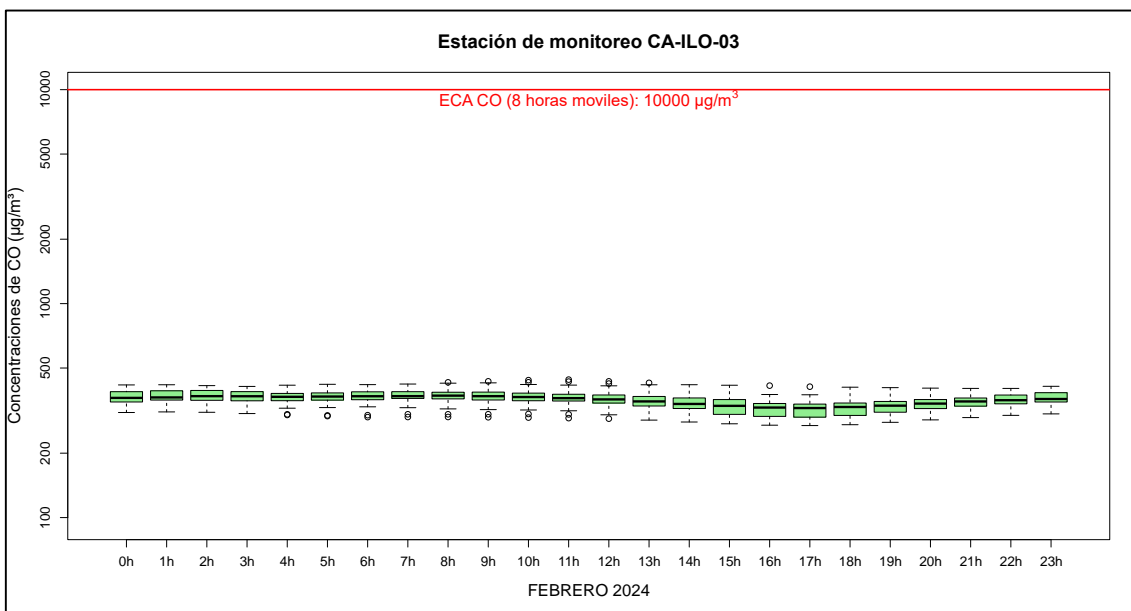


Figura 3.7.6. Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, febrero de 2024

3.8 Rosas de concentraciones

3.8.1 Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM_{2,5})

En las Figuras 3.8.1 y 3.8.2 se presentan las rosas de concentraciones de PM_{2,5} de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01 y CA-ILO-02, del mes de febrero de 2024.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que el 4,8 % de los vientos vienen de la dirección sursureste y corresponden a un rango de 10 a 20 µg/m³ y el 19,9 % de los vientos vienen de la dirección sursureste y corresponden a un rango de 0 a 10 µg/m³ de concentración de PM_{2,5}. También se observa que el 1,9 % de los vientos vienen de la dirección nornoroeste y corresponden a un rango de 20 a 40 µg/m³, el 3,9 % de los vientos

vienen de la dirección nornoroeste y corresponden a un rango de 10 a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el 1,6 % de los vientos vienen de la dirección nornoroeste y corresponden a un rango de 0 a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de concentración de $\text{PM}_{2.5}$. Cabe mencionar que los rangos de alta concentración, mayores a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, coinciden con los vientos que provienen de direcciones de menor predominancia, principalmente oestenoroeste, nornoroeste, noroeste y norte, y se hace mención debido a que el administrado Southern Peru Copper Corporation (SPCC) se encuentra hacia el nornoroeste tomando como referencia a la estación CA-ILO-01, tal y como se muestra en la figura 3.8.1.a.

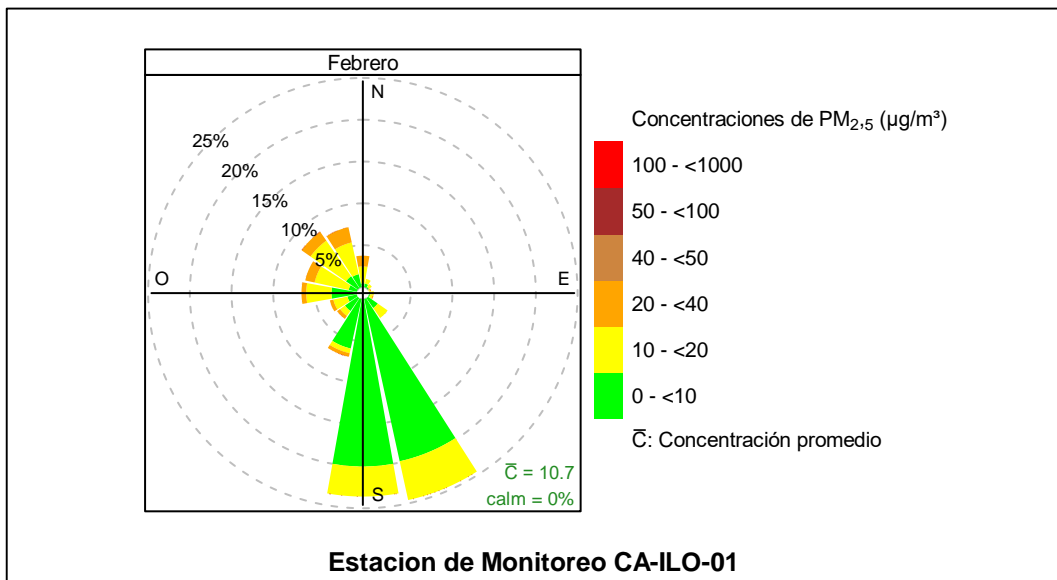


Figura 3.8.1. Rosa de concentración del $\text{PM}_{2.5}$ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, febrero del 2024



Figura 3.8.1.a. Ubicación de las estaciones de Vigilancia respecto al administrado Southern Peru Copper Corporation

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que el 0,4 % de los vientos vienen de la dirección sursureste y corresponden a un rango de 20 a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 1,3 % de los vientos vienen de la dirección sursureste y corresponden a un rango de 10 a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el 18,2 % de los vientos vienen de la dirección sursureste y corresponden a un rango de 0 a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de concentración de $\text{PM}_{2.5}$. También se observa que el 0,1 % de los vientos vienen de la dirección nornoroeste y corresponden a un rango de 50 a 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 0,1 % de los vientos

vienen de la dirección nornoroeste y corresponden a un rango de 40 a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 4,2 % de los vientos vienen de la dirección nornoroeste y corresponden a un rango de 20 a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 2,4 % de los vientos vienen de la dirección nornoroeste y corresponden a un rango de 10 a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el 0,6 % de los vientos vienen de la dirección nornoroeste y corresponden a un rango de 0 a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de concentración de $\text{PM}_{2.5}$. Cabe mencionar que los rangos de alta concentración, incluso mayores a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, coinciden con los vientos que provienen de direcciones de menor predominancia, principalmente oestenoroeste, nornoroeste, noroeste y norte, y se hace mención debido a que el administrado Southern Peru Copper Corporation (SPCC) se encuentra hacia el nornoroeste tomando como referencia a la estación CA-ILO-02, tal y como se muestra en la figura 3.8.2.a.

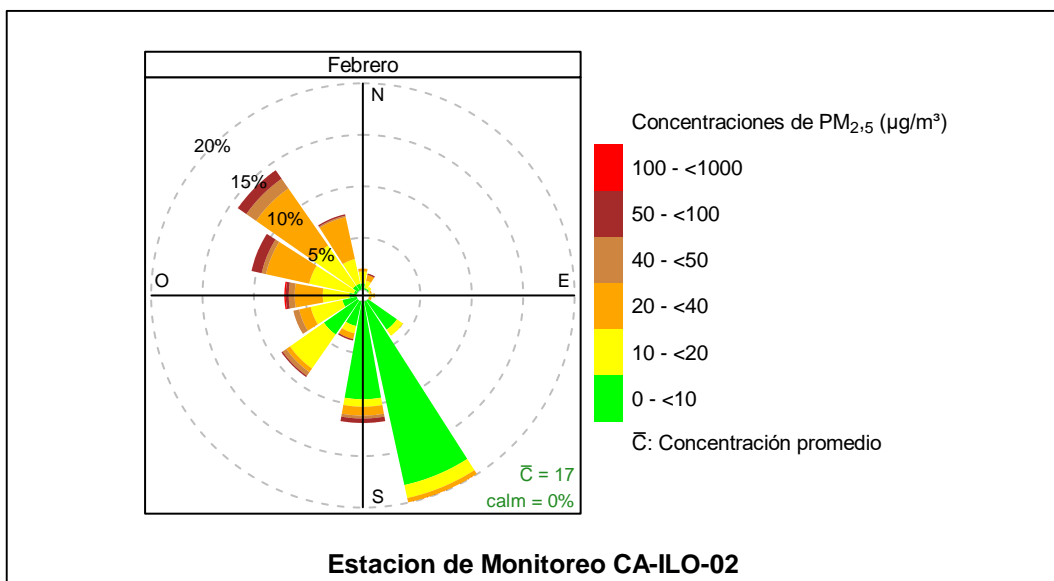


Figura 3.8.2. Rosa de concentración del $\text{PM}_{2.5}$ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, febrero del 2024



Figura 3.8.2.a. Ubicación de las estaciones de Vigilancia respecto al administrado Southern Peru Copper Corporation

En las Figuras 3.8.3 y 3.8.4 se presentan las rosas de concentraciones horarias de $\text{PM}_{2.5}$ de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01 y CA-ILO-02, del mes de febrero de 2024.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que en el intervalo de las 10:00 y 17:00 horas hay una predominancia de vientos que provienen del sur y estos a su vez coinciden con rangos de concentración de hasta 10 a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. A partir de las 18:00 horas se observan concentraciones de 0 a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que provienen del sursureste, pero los vientos en esa dirección van reduciendo progresivamente su participación y predominancia a medida que avanzan las horas. A partir de la medianoche se observan que las mayores concentraciones provienen de direcciones alrededor del norte y oeste. Y a partir de las 6:00 hasta las 8:00 horas se mantienen concentraciones entre 10 y 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que coinciden con los vientos provenientes básicamente del oeste por acción del virazón del mar al amanecer.

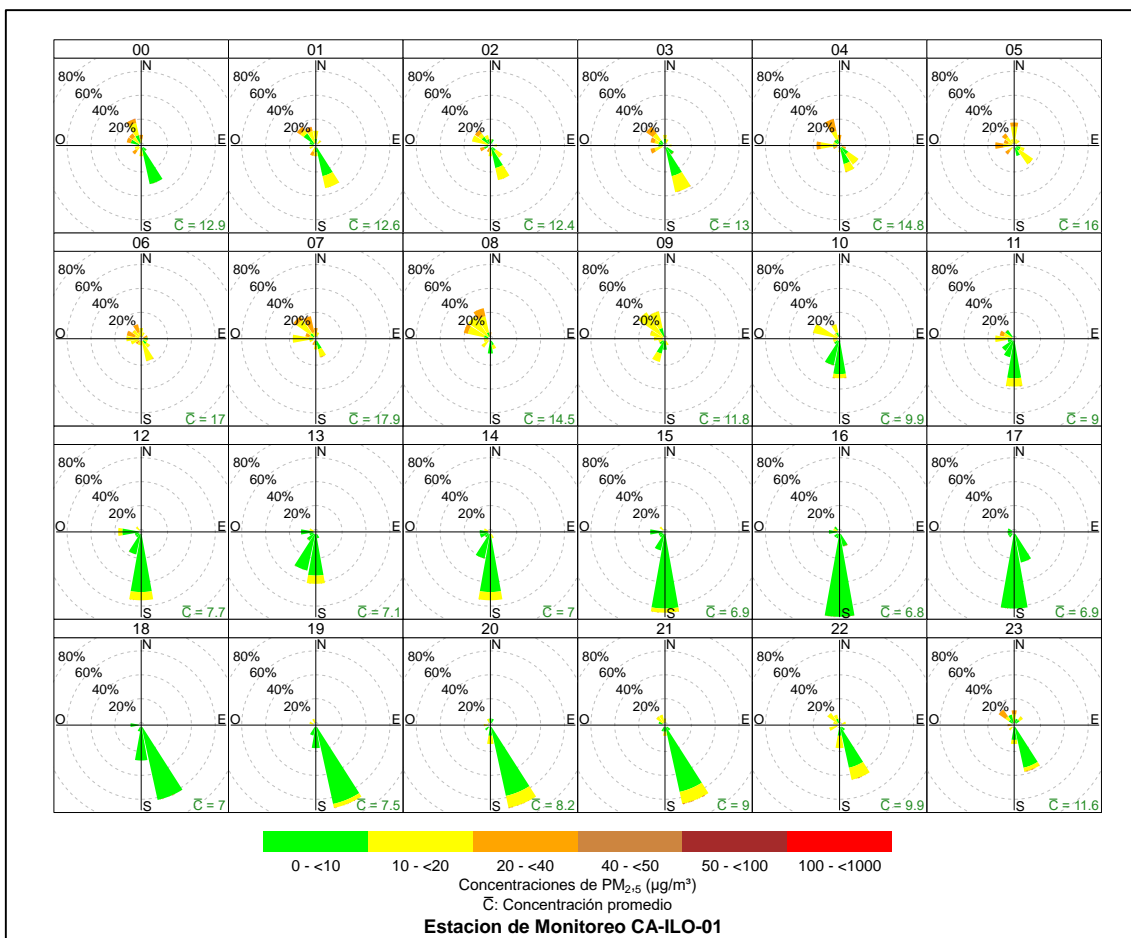


Figura 3.8.3. Rosa de concentración horaria del $\text{PM}_{2.5}$ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, febrero de 2024

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que, durante el día, en el intervalo de las 12:00 y 18:00 horas hay rangos de concentración mayormente de 0 a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que provienen del sur y sursureste. A partir de las 22:00 horas se observan concentraciones altas, incluso mayores a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que provienen de diversas direcciones, entre ellas el norte, noroeste, oeste y oestenoroeste y se mantiene así hasta las 5:00 horas. Y a partir de las 6:00 hasta las 8:00 horas se mantienen altas concentraciones incluso entre 50 y 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que coinciden con los vientos provenientes básicamente del oeste por acción del virazón del mar y por las muy bajas velocidades de viento en ese intervalo de horas, lo que produce una especie de calma, razón por la cual tienden a elevarse las concentraciones de particulados.

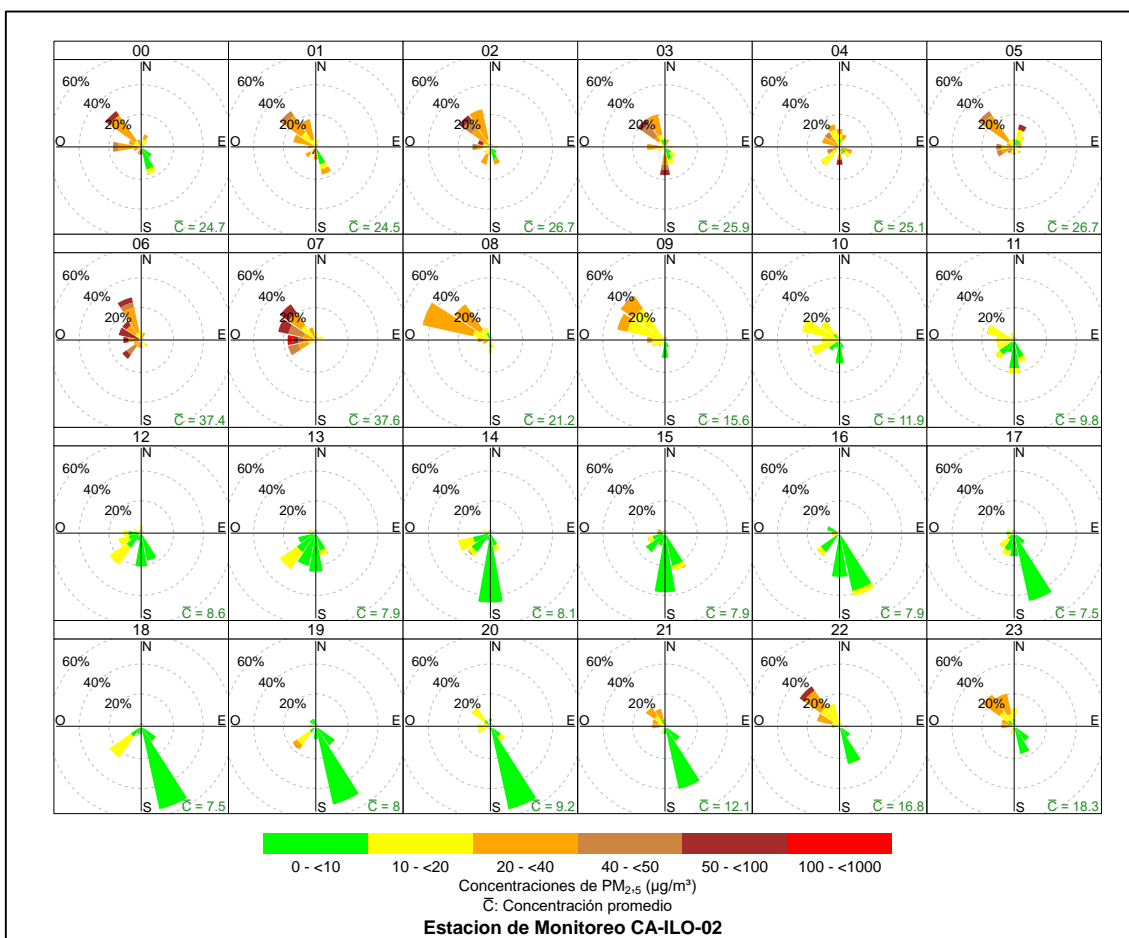


Figura 3.8.4. Rosa de concentración horaria del $PM_{2.5}$ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, febrero de 2024

3.8.2 Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM_{10})

En las Figuras 3.8.5 y 3.8.6 se presentan las rosas de concentraciones de PM_{10} de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01 y CA-ILO-02, del mes de febrero de 2024.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que, el 0,3% de los vientos provienen de la dirección sursureste y coinciden con el rango de 40 hasta $50 \mu g/m^3$, el 4,2% de los vientos provienen de la dirección sursureste y coinciden con el rango de 20 hasta $40 \mu g/m^3$, el 15,7% de los vientos provienen de la dirección sursureste y coinciden con el rango de 10 hasta $20 \mu g/m^3$ y el 4,5% de los vientos provienen de la dirección sursureste y coinciden con el rango de 0 hasta $10 \mu g/m^3$ de las concentraciones de PM_{10} . También se observa que, el 0,6% de los vientos provienen de la dirección nornoroeste y coinciden con el rango de 50 hasta $100 \mu g/m^3$, el 0,7% de los vientos provienen de la dirección nornoroeste y coinciden con el rango de 40 hasta $50 \mu g/m^3$, el 3,2% de los vientos provienen de la dirección nornoroeste y coinciden con el rango de 20 hasta $40 \mu g/m^3$ y el 2,9% de los vientos provienen de la dirección nornoroeste y coinciden con el rango de 10 hasta $20 \mu g/m^3$ de las concentraciones de PM_{10} . Cabe mencionar que los rangos de alta concentración, mayores a $50 \mu g/m^3$ coinciden con los vientos que provienen de direcciones de menor predominancia, principalmente oestenoroeste, nornoroeste, noroeste y norte, y se hace mención debido a que el administrado Southern Perú Copper Corporation (SPCC) se encuentra hacia el nornoroeste tomando como referencia a la estación CA-ILO-01, tal y como se muestra en la figura 3.8.5.a.

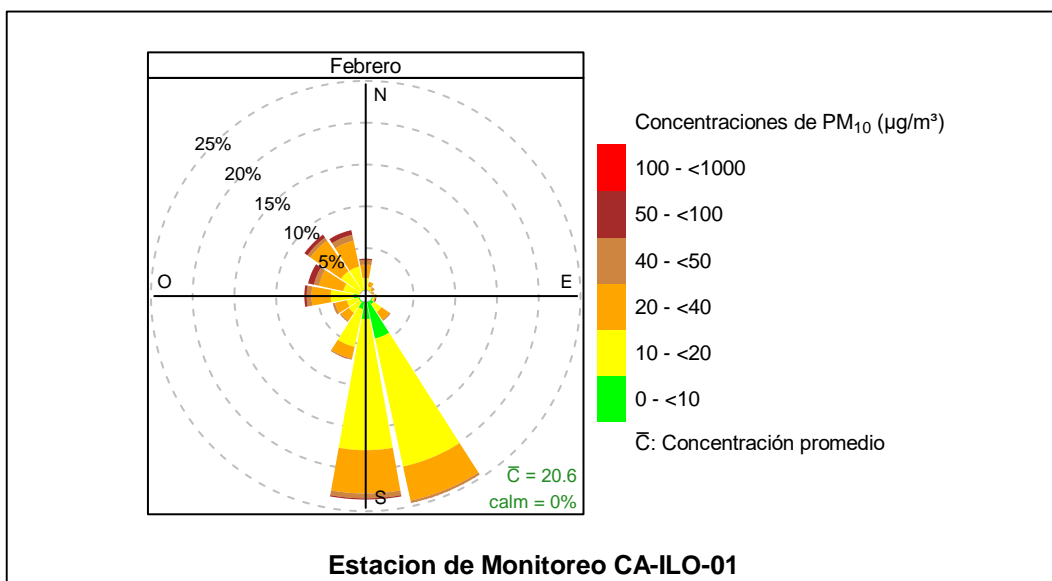


Figura 3.8.5. Rosa de concentración del PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, febrero de 2024



Figura 3.8.5.a. Ubicación de las estaciones de Vigilancia respecto al administrado Southern Peru Copper Corporation

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que, el 0,1% de los vientos provienen de la dirección sursureste y coinciden con el rango de 50 hasta 100 µg/m³, el 0,1% de los vientos provienen de la dirección sursureste y coinciden con el rango de 40 hasta 50 µg/m³, el 1,4% de los vientos provienen de la dirección sursureste y coinciden con el rango de 20 hasta 40 µg/m³, el 3,3% de los vientos provienen de la dirección sursureste y coinciden con el rango de 10 hasta 20 µg/m³ y el 14,9% de los vientos provienen de la dirección sursureste y coinciden con el rango de 0 hasta 10 µg/m³ de las concentraciones de PM₁₀. También se observa que, el 1,0% de los vientos provienen de la dirección nornoroeste y coinciden con el rango de 50 hasta 100 µg/m³, el 1,6% de los vientos provienen de la dirección nornoroeste y coinciden con el rango de 40 hasta 50 µg/m³, el 3,0% de los vientos provienen de la dirección nornoroeste y coinciden con el rango de 20 hasta 40 µg/m³, el 1,6% de los vientos provienen de la dirección nornoroeste y coinciden con el rango de 10 hasta 20 µg/m³ y el 0,3% de los vientos provienen de la dirección nornoroeste y coinciden con el rango de 0 hasta 10 µg/m³ de las concentraciones de PM₁₀. Cabe mencionar que los rangos de alta concentración, incluso mayores a 100 µg/m³ coinciden con los vientos que provienen de

las 8:00 horas se observan concentraciones mayores a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que coinciden con los vientos provenientes básicamente del oeste por acción del virazón del mar al amanecer.

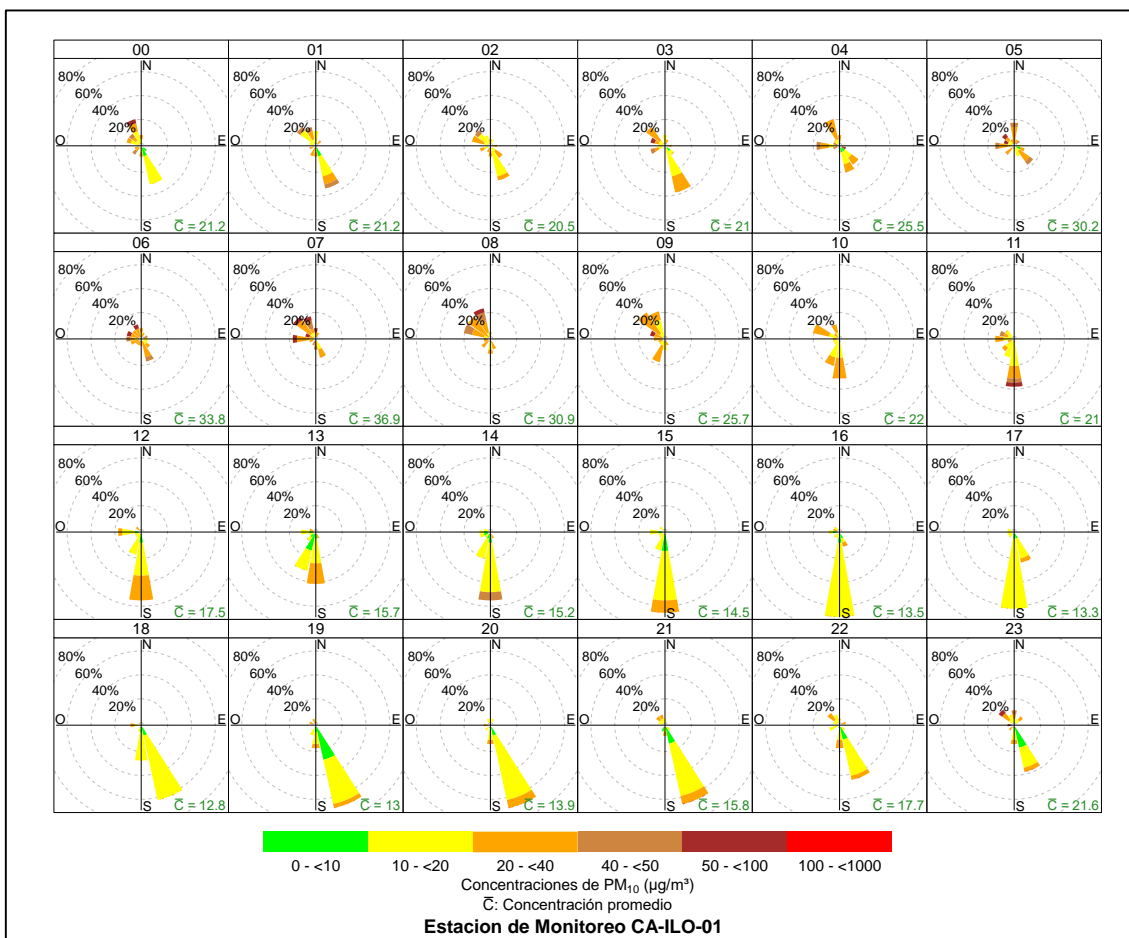


Figura 3.8.7. Rosa de concentración horaria del PM_{10} en la estación de monitoreo CA-ILO-01, febrero de 2024

En la estación CA-ILO-02, a partir de las 22:00 horas y durante toda la noche, incluso hasta las 8:00 horas se observan concentraciones altas, mayores a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que provienen de múltiples direcciones pero sobre todo del noroeste, y luego en menor medida se observan desde el norte, oeste y oestenoeste. Y a partir de las 6:00 hasta las 7:00 horas se mantienen altas concentraciones incluso mayores a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que coinciden con los vientos provenientes básicamente del oeste por acción del virazón del mar al amanecer y por las muy bajas velocidades de viento en ese intervalo de horas, lo que produce una especie de calma, razón por la cual tienden a elevarse las concentraciones de particulados.

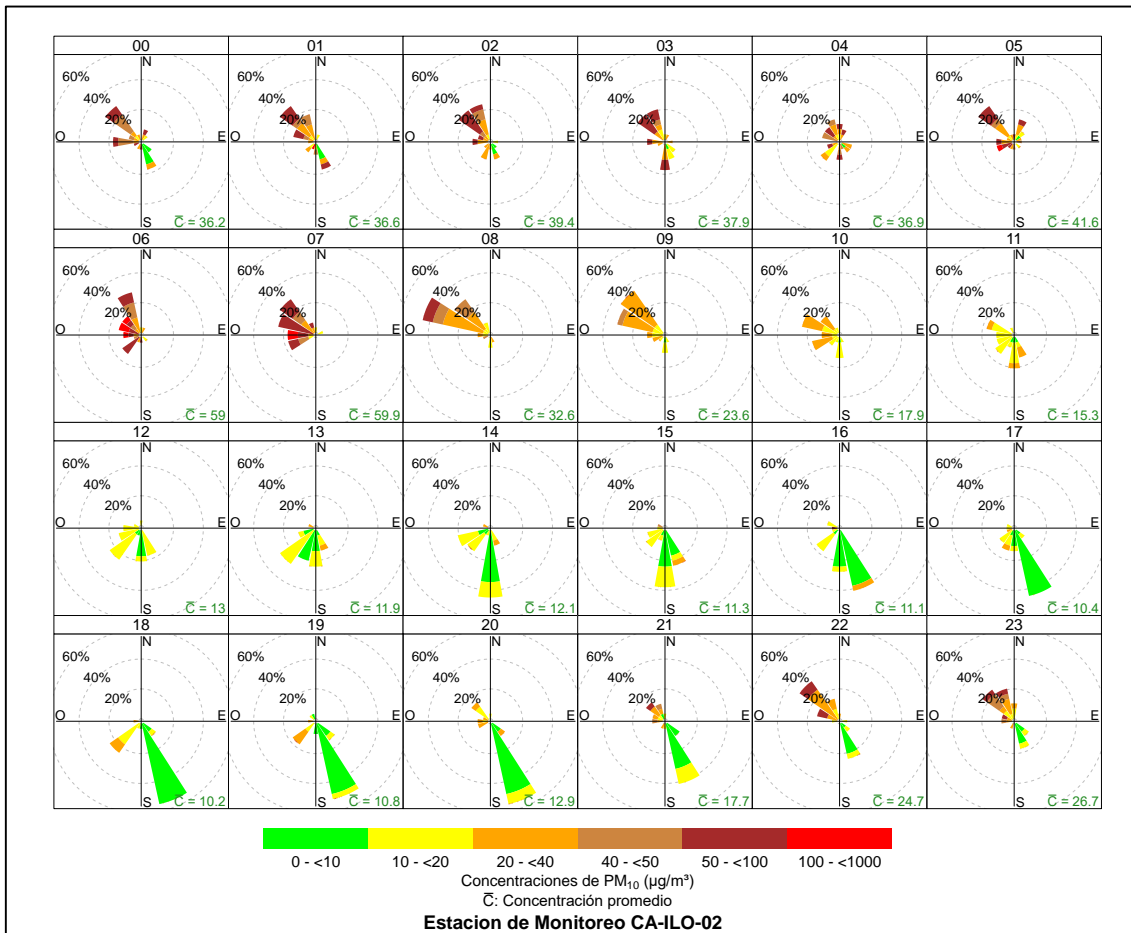


Figura 3.8.8. Rosa de concentración horaria del PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, febrero de 2024

3.8.3 Dióxido de azufre (SO₂)

En las Figuras 3.8.9, 3.8.10 y 3.8.11 se presentan las rosas de concentraciones de SO₂ de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de febrero de 2024.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que en la dirección de viento predominante sursureste, el 0,1 % de los vientos coinciden con valores mayores a 25 µg/m³ y el 24,2 % de los vientos coinciden con el rango del 10 al 15 µg/m³. Y se observa que en la dirección de viento nornoroeste, el 0,6 % de los vientos coinciden con valores mayores a 25 µg/m³, el 0,1 % de los vientos coinciden con el rango del 20 al 25 µg/m³, el 0,4 % de los vientos coinciden con el rango del 15 al 20 µg/m³ y el 6,2 % de los vientos coinciden con el rango del 10 al 15 µg/m³. Cabe mencionar que hay rangos de alta concentración, mayores a 25 µg/m³ y que coinciden con los vientos que provienen de direcciones de menor predominancia, principalmente oestenoroeste, nornoroeste, noroeste, norte y nornoroeste y se hace mención debido a que el administrado Southern Perú Copper Corporation (SPCC) se encuentra hacia el nornoroeste tomando como referencia a la estación CA-ILO-01, tal y como se muestra en la figura 3.8.9.a.

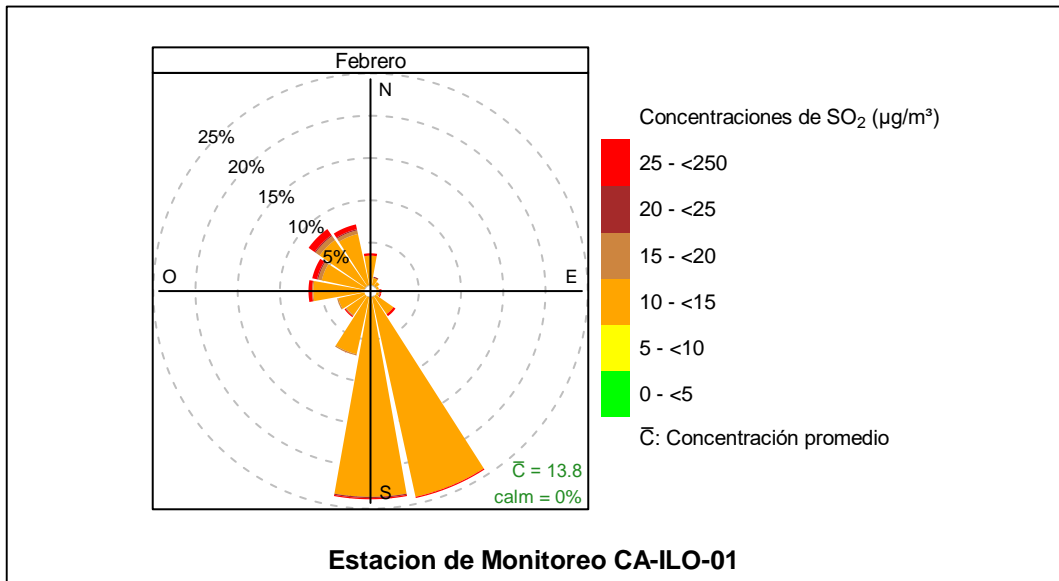


Figura 3.8.9. Rosa de concentración del SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, febrero de 2024



Figura 3.8.9.a. Ubicación de las estaciones de Vigilancia respecto al administrado Southern Peru Copper Corporation

En la estación CA-ILO-02, se observa, que en la dirección predominante del sursureste, el 0,3% de los vientos caen en el rango del 50 a 150 µg/m³, el 0,1% de los vientos caen en el rango de 20 a 50 µg/m³, el 0,7% de los vientos caen en el rango de 10 a 20 µg/m³ y así también, el 18,8% de los vientos caen en el rango de 5 a 10 µg/m³. Y se observa que en la dirección de viento nornoroeste, el 0,1 % de los vientos coinciden con valores mayores a 150 µg/m³, el 2,2 % de los vientos coinciden con el rango del 50 al 150 µg/m³, el 3,2 % de los vientos coinciden con el rango del 20 al 50 µg/m³, el 1,7 % de los vientos coinciden con el rango del 10 al 20 µg/m³ y el 0,3 % de los vientos coinciden con el rango del 5 al 10 µg/m³. Cabe mencionar que los rangos de alta concentración, mayores a 150 µg/m³, se observan en los vientos con menor predominancia, que vienen desde el oestenoeste, noroeste, norte, noreste y estenoeste. Y se hace mención debido a que el administrado Southern

Perú Copper Corporation (SPCC) se encuentra hacia el noroeste tomando como referencia a la estación CA-ILO-02, tal y como se muestra en la figura 3.8.10.a.

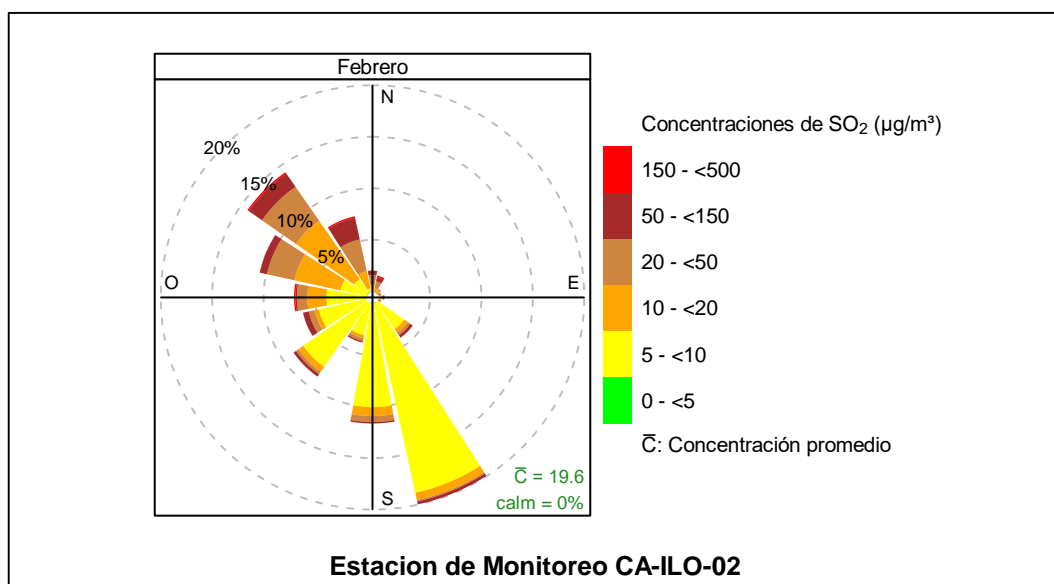


Figura 3.8.10. Rosa de concentración del SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, febrero de 2024

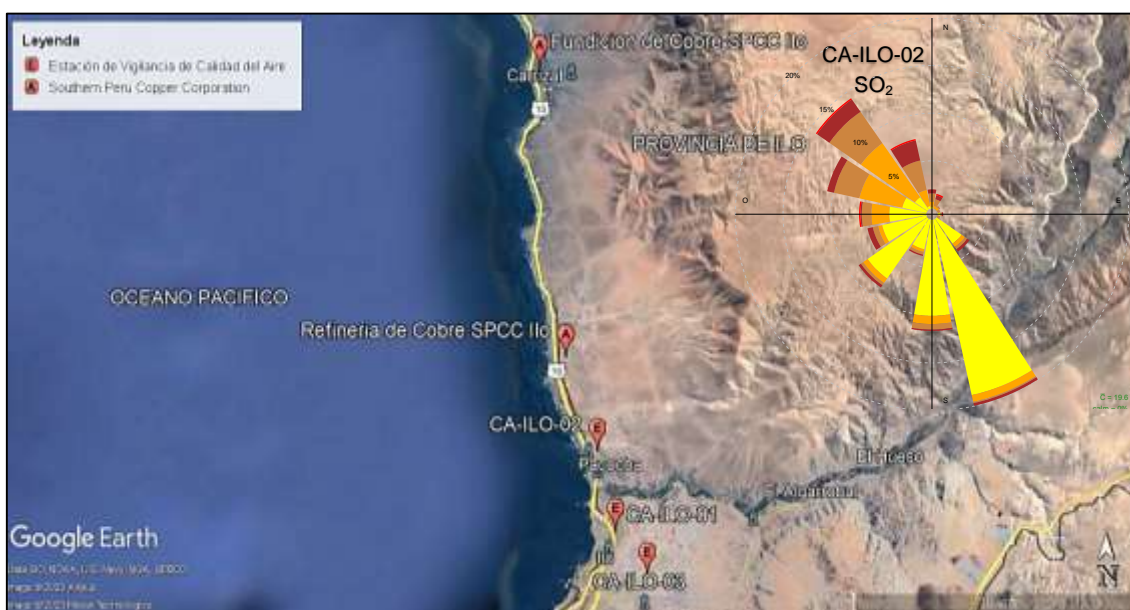


Figura 3.8.10.a. Ubicación de las estaciones de Vigilancia respecto al administrado Southern Peru Copper Corporation

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que, en la dirección de mayor predominancia del sur, el 0,1% de los vientos coinciden con las concentraciones en el rango de 30 a 50 µg/m³, el 0,4% de los vientos coinciden con las concentraciones en el rango de 20 a 30 µg/m³ y el 49,1% de los vientos coinciden con las concentraciones en el rango de 10 a 20 µg/m³. Además, se observa que en la dirección noroeste: el 0,4% de los vientos coinciden con las concentraciones mayores a 50 µg/m³, el 0,4% de los vientos coinciden con las concentraciones en el rango de 30 a 50 µg/m³, el 0,3% de los vientos coinciden con las concentraciones en el rango de 20 a 30 µg/m³ y el 0,4% de los vientos coinciden con las concentraciones en el rango de 10 a 20 µg/m³. Cabe mencionar que el rango de concentraciones, mayores a 50 µg/m³, corresponde a los vientos que provienen

principalmente del noroeste, oestenoeste, nornoroeste, direcciones con baja presencia de vientos, pero se hace mención debido a que el administrado Southern Perú Copper Corporation (SPCC) se encuentra hacia el nornoroeste tomando como referencia a la estación CA-ILO-03, tal y como se muestra en la figura 3.8.10.a.

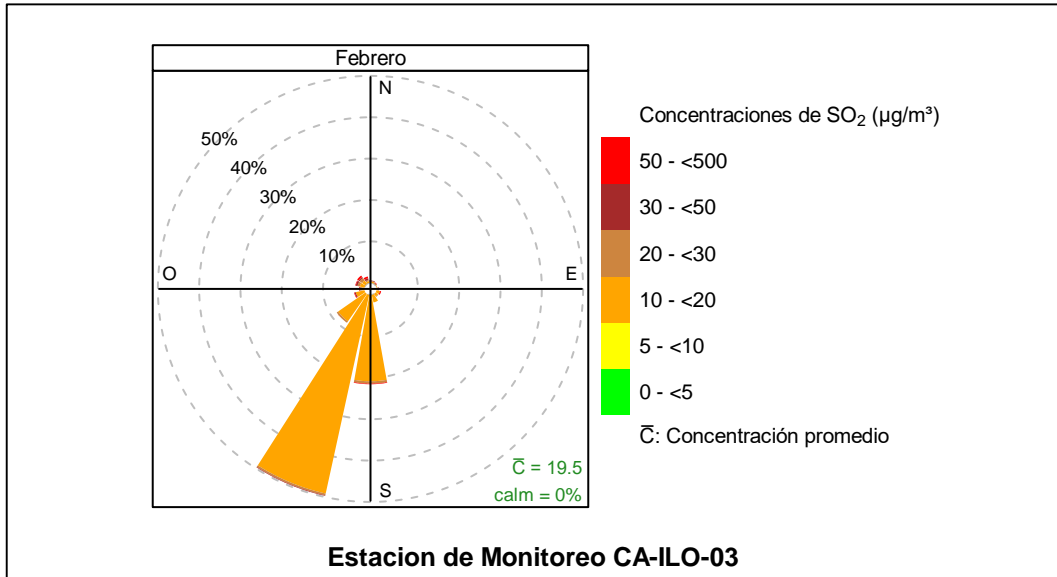


Figura 3.8.11. Rosa de concentración del SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, febrero de 2024

En las Figuras 3.8.12, 3.8.13 y 3.8.14 se presentan las rosas de concentraciones horarias de SO₂ de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de febrero de 2024.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se destaca que, hay presencia de altas concentraciones en horario nocturno, desde las 23:00 hasta las 5:00 horas que coinciden con los vientos que provienen mayormente del oeste, oestenoeste, noroeste y nornoroeste. Y a partir de las 6:00 hasta las 7:00 horas se mantienen altas concentraciones incluso mayores a 25 µg/m³ que coinciden con los vientos provenientes básicamente del oeste por acción del virazón del mar al amanecer y por las muy bajas velocidades de viento en ese intervalo de horas, lo que produce una especie de calma, razón por la cual tienden a elevarse las concentraciones. Y durante el día, normalmente desde las 11:00 horas hasta las 17:00 horas, las concentraciones entre 10 a 15 µg/m³ provienen del sur.

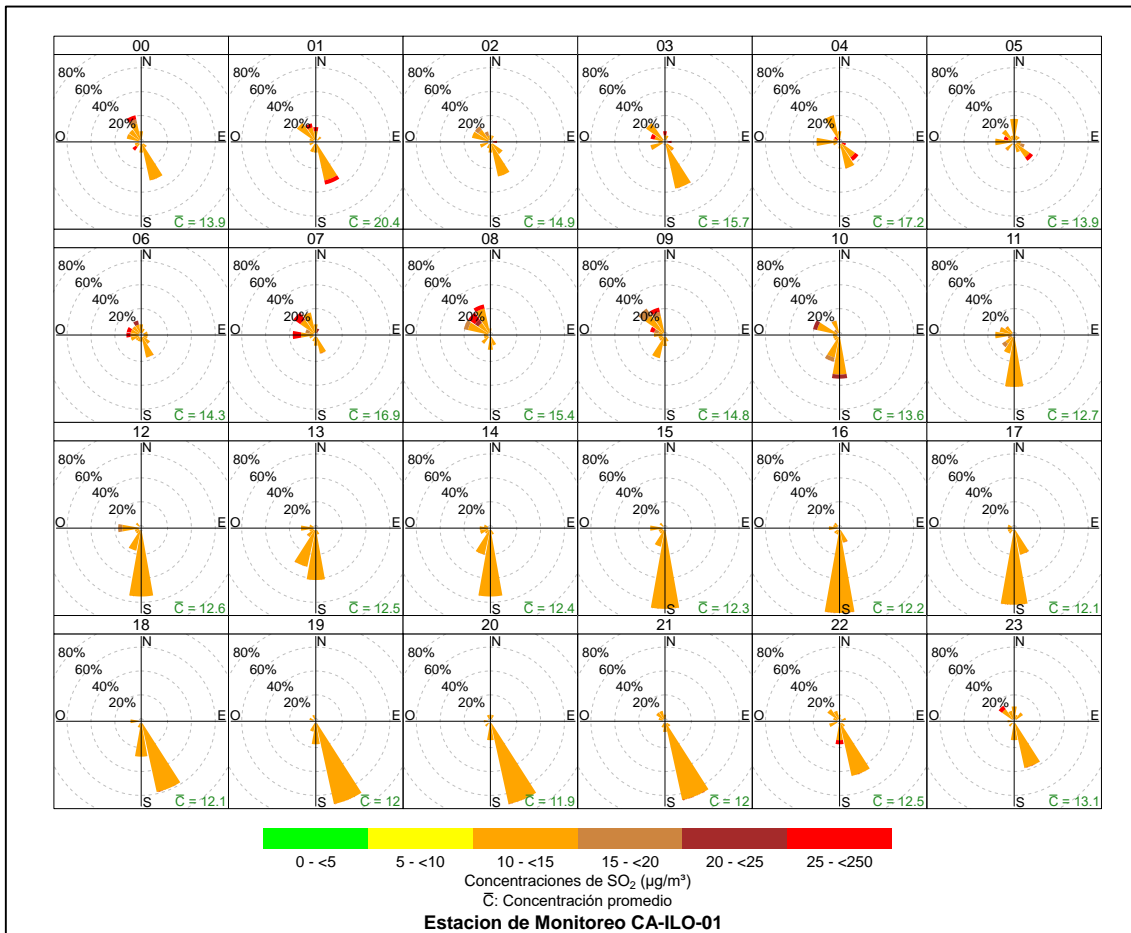


Figura 3.8.12. Rosa de concentración horaria del SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, febrero de 2024

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se destaca que, hay presencia de altas concentraciones en horario nocturno, desde las 21:00 hasta las 5:00 horas que coinciden con los vientos que provienen mayormente del oeste, oestenoroeste, noroeste y nornoroeste. Y a partir de las 6:00 hasta las 8:00 horas se mantienen altas concentraciones incluso mayores a 30 µg/m³ que coinciden con los vientos provenientes básicamente del oeste por acción del virazón del mar al amanecer y por las muy bajas velocidades de viento en ese intervalo de horas, lo que produce una especie de calma, razón por la cual tienden a elevarse las concentraciones.

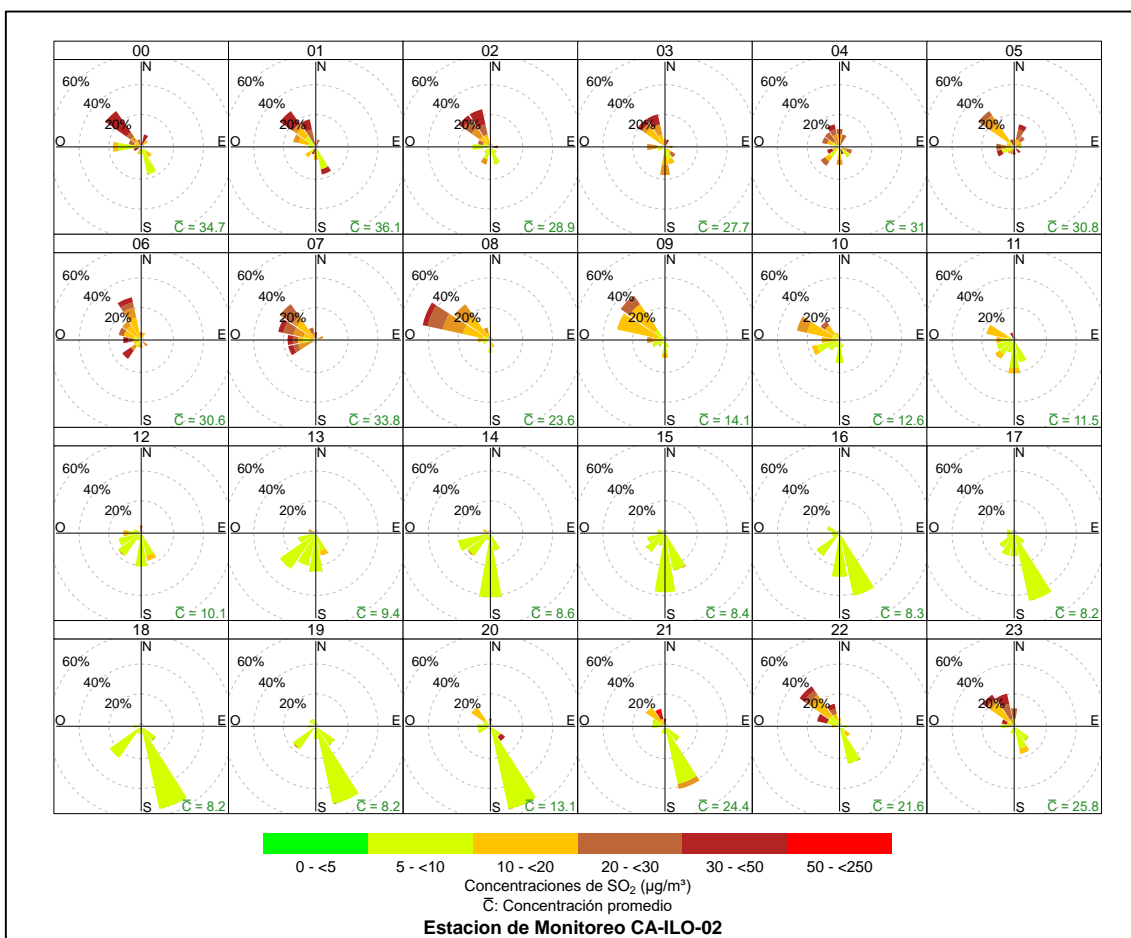


Figura 3.8.13. Rosa de concentración horaria del SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, febrero de 2024

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que normalmente las concentraciones en el rango de 10 a 20 µg/m³ coinciden con los vientos predominantes provenientes de sursuroeste, en cualquier hora del día. Sin embargo, en el horario nocturno, se identifican concentraciones altas, incluso mayores a 50 µg/m³, que provienen de múltiples direcciones, entre otras, noroeste, normoroeste, oestenoroeste y sur, incluso se observan al amanecer entre las 6:00 y 9:00 horas.

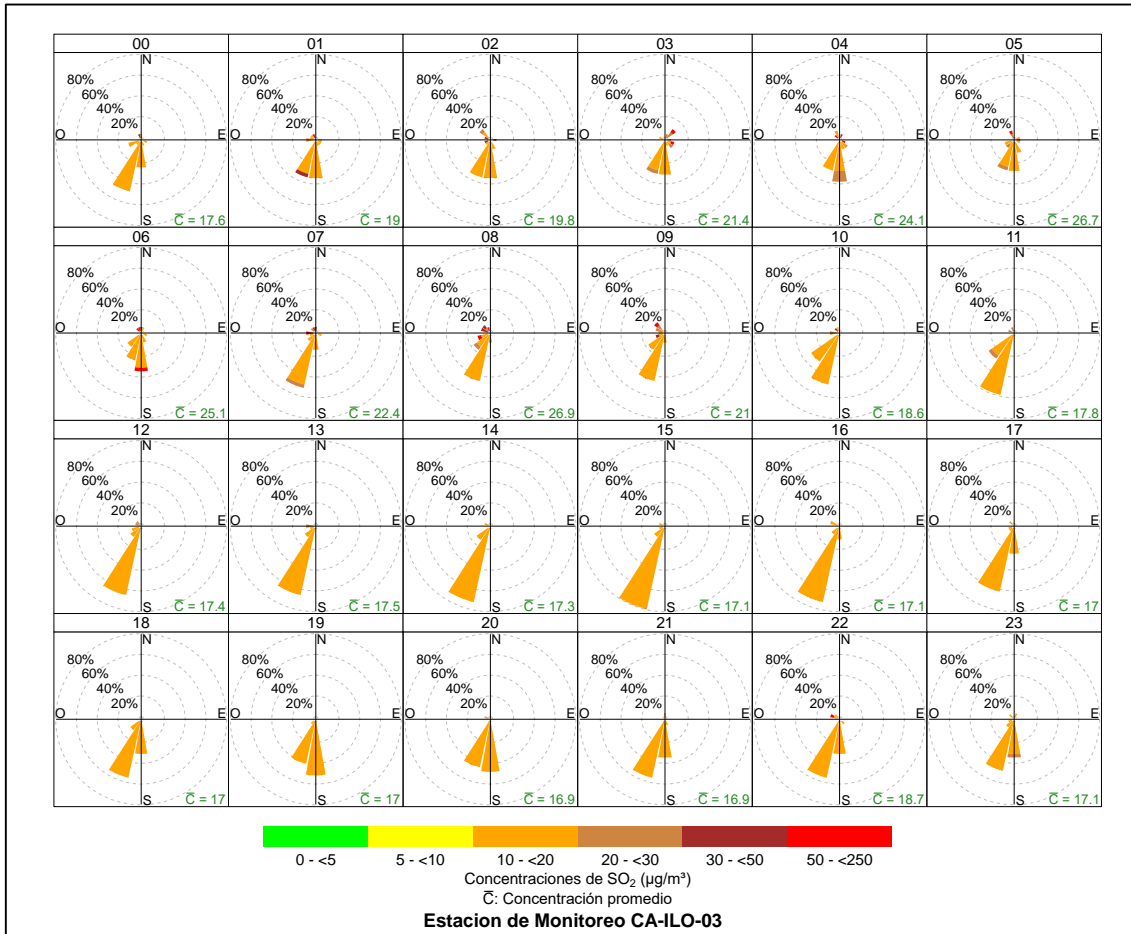


Figura 3.8.14. Rosa de concentración horaria del SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, febrero de 2024

3.8.4 Sulfuro de hidrogeno (H₂S)

En las Figuras 3.8.15, 3.8.16 y 3.8.17 se presentan las rosas de concentraciones de H₂S de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de febrero de 2024.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que el 0,1% de los vientos que vienen desde la dirección predominante del sursureste coinciden en el rango de 15 a 20 µg/m³, el 23,9 % de los vientos que provienen del sursureste coinciden con el rango de 5 a 10 µg/m³ y el 0,3 % de los vientos que provienen del sursureste coinciden con el rango de 0 a 5 µg/m³. Y se observa que el 0,3% de los vientos que vienen del nornoroeste coinciden con valores mayores a 25 µg/m³, el 0,6 % de los vientos que provienen del nornoroeste coinciden con el rango de 15 a 20 µg/m³, el 1,7 % de los vientos que provienen del nornoroeste coinciden con el rango de 10 a 15 µg/m³ y el 4,7 % de los vientos que provienen del nornoroeste coinciden con el rango de 5 a 10 µg/m³. Cabe mencionar que las concentraciones mayores a 25 µg/m³ aparece en la dirección con menos presencia de vientos, nornoroeste, ostenoroeste y noroeste. De igual manera se hace mención que la Planta de Tratamiento de aguas residuales se encuentra al nornoroeste tomando como referencia la estación CA-ILO-01.

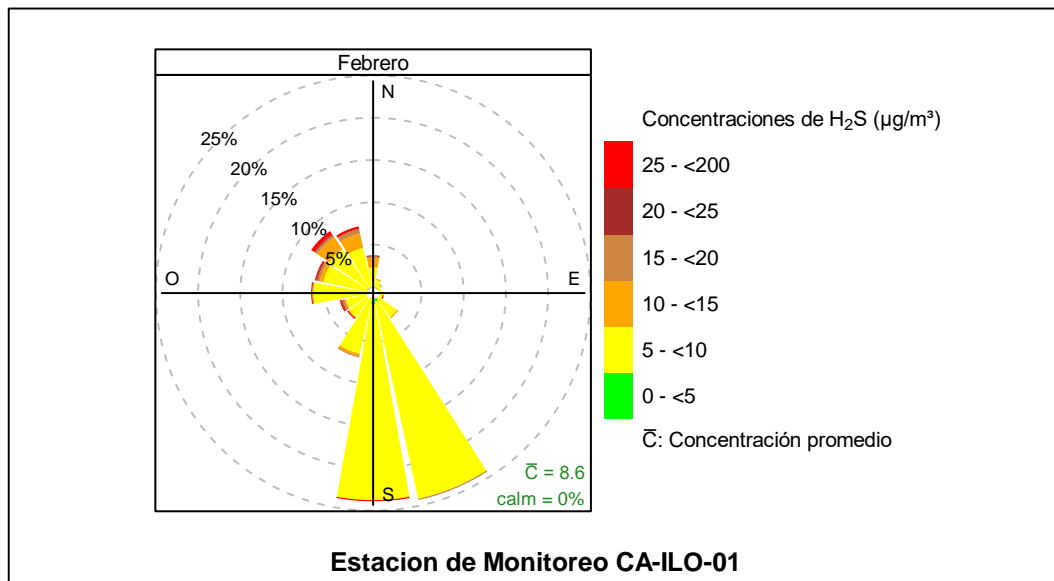


Figura 3.8.15. Rosa de concentración del H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, febrero de 2024

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que el 0,1% de los vientos que vienen de la dirección predominante sursureste coinciden con concentraciones mayores a 40 µg/m³, el 0,3% de los vientos que vienen de la dirección sursureste coinciden con el rango de 25 a 40 µg/m³, el 19,0% de los vientos que vienen de la dirección sursureste coinciden con el rango de 10 a 20 µg/m³ y el 0,6% de los vientos que vienen de la dirección sursureste coinciden con el rango de 5 a 10 µg/m³. Y se observa que el 4,6% de los vientos que vienen de la dirección noroeste coinciden con valores mayores a 40 µg/m³, el 5,9% de los vientos que vienen de la dirección noroeste coinciden con el rango de 25 a 40 µg/m³, el 1,4% de los vientos que vienen de la dirección noroeste coinciden con el rango de 20 a 25 µg/m³ y el 2,3% de los vientos que vienen de la dirección noroeste coinciden con el rango de 10 a 20 µg/m³. Cabe mencionar que la Planta de Tratamiento de aguas residuales se encuentra al noroeste tomando como referencia la estación CA-ILO-02.

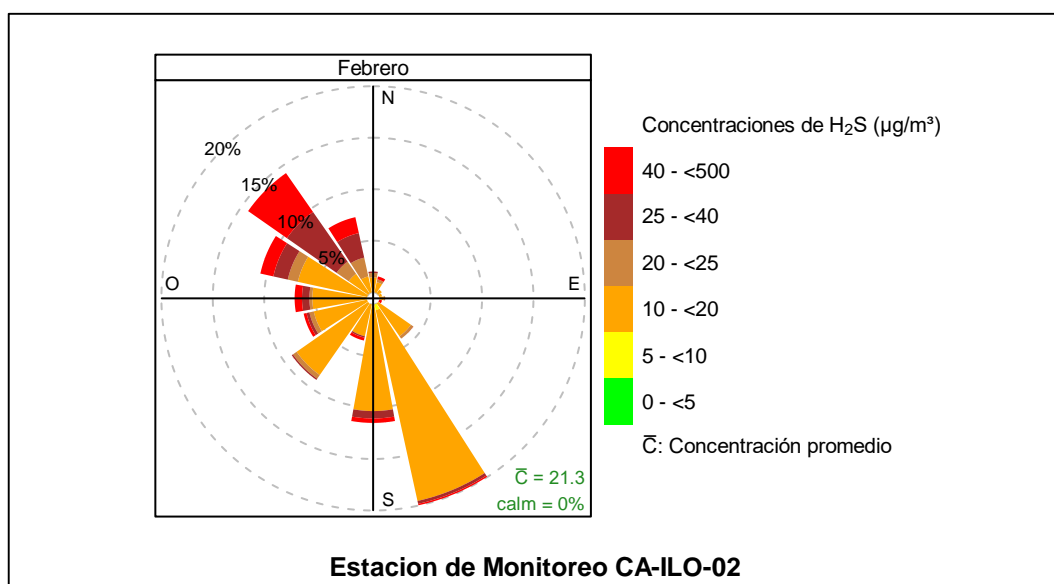


Figura 3.8.16. Rosa de concentración del H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, febrero de 2024

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que el 5,3% de los vientos provienen de la dirección predominante del sursuroeste y coinciden con el rango de concentraciones de H₂S de 5 a 10 µg/m³, el 44,7% de los vientos provienen de la dirección del sursuroeste y coinciden con el rango de concentraciones de H₂S de 0 a 5 µg/m³.

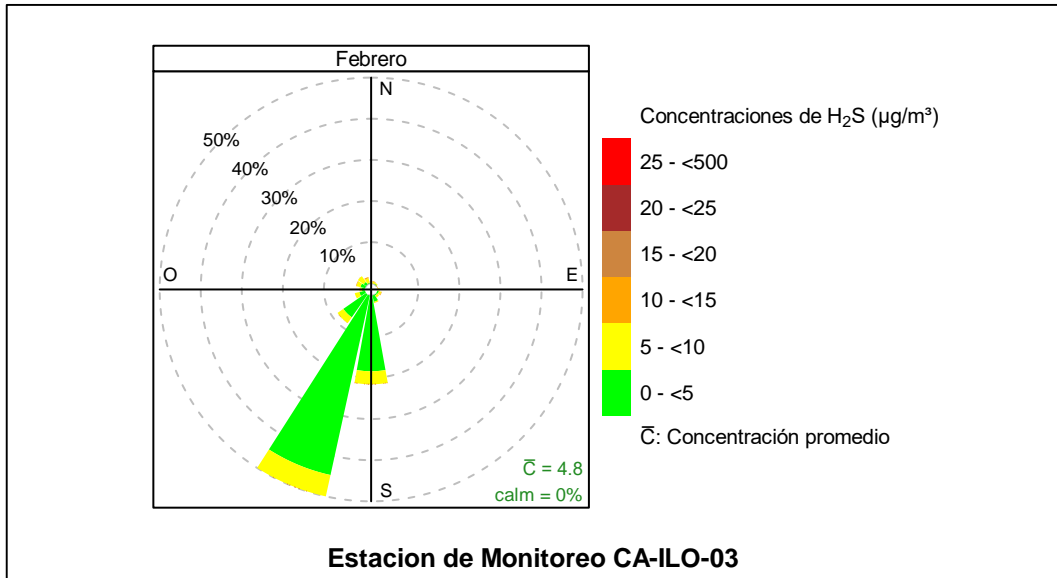


Figura 3.8.17. Rosa de concentración del H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, febrero de 2024

En las Figuras 3.8.18, 3.8.19 y 3.8.20 se presentan las rosas de concentraciones horarias de H₂S de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de febrero de 2024.

En la estación CA-ILO-01, se observa que, durante el día, entre las 11:00 y 17:00 horas normalmente las concentraciones se presentan en un rango de 5 a 10 µg/m³ provenientes principalmente del sur, a excepción de las 6:00 hasta las 8:00 horas donde se mantienen altas concentraciones incluso mayores a 10 µg/m³ que coinciden con los vientos provenientes básicamente del oeste por acción del virazón del mar al amanecer y por las muy bajas velocidades de viento en ese intervalo de horas, lo que produce una especie de calma, razón por la cual tienden a elevarse las concentraciones. Durante la noche también se observan concentraciones altas entre las 22:00 y las 5:00 horas en múltiples direcciones comprendidas entre el noreste y oeste-noroeste normalmente.

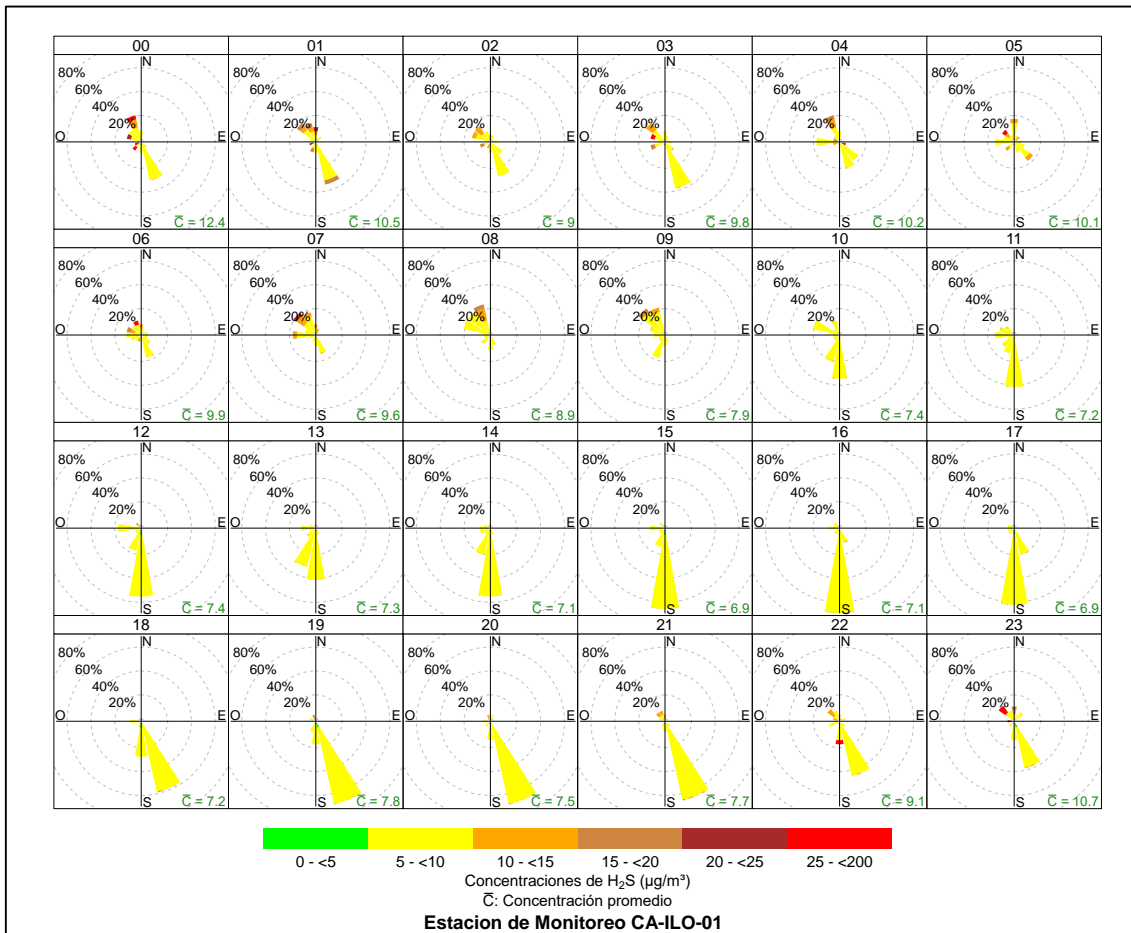


Figura 3.8.18. Rosa de concentración horaria del H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, febrero de 2024

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que, desde las 20:00 hasta las 5:00 horas, las concentraciones mayores a 25 µg/m³ de H₂S provienen principalmente de las brisas y ventolinas que provienen del noroeste. Y durante la mañana, entre las 6:00 y 7:00 horas se mantienen altas concentraciones incluso mayores a 25 µg/m³ que coinciden con los vientos provenientes básicamente del oeste por acción del virazón del mar al amanecer y por las muy bajas velocidades de viento en ese intervalo de horas, lo que produce una especie de calma, razón por la cual tienden a elevarse las concentraciones.

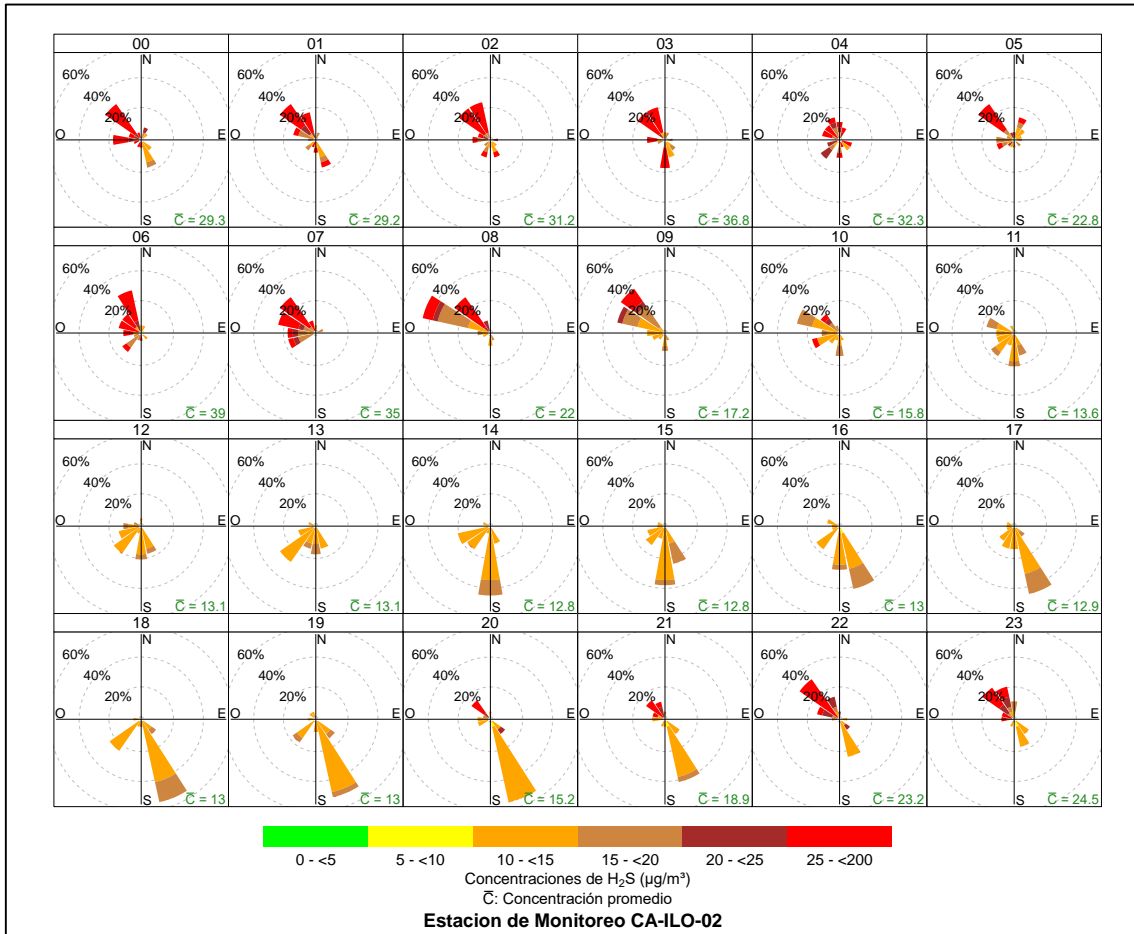


Figura 3.8.19. Rosa de concentración horaria del H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, febrero de 2024

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que las concentraciones de H₂S en el rango de 0 a 10 µg/m³ están presentes en la mayoría de las horas del día y la noche, en los vientos que provienen normal y predominantemente del sur y sursuroeste.

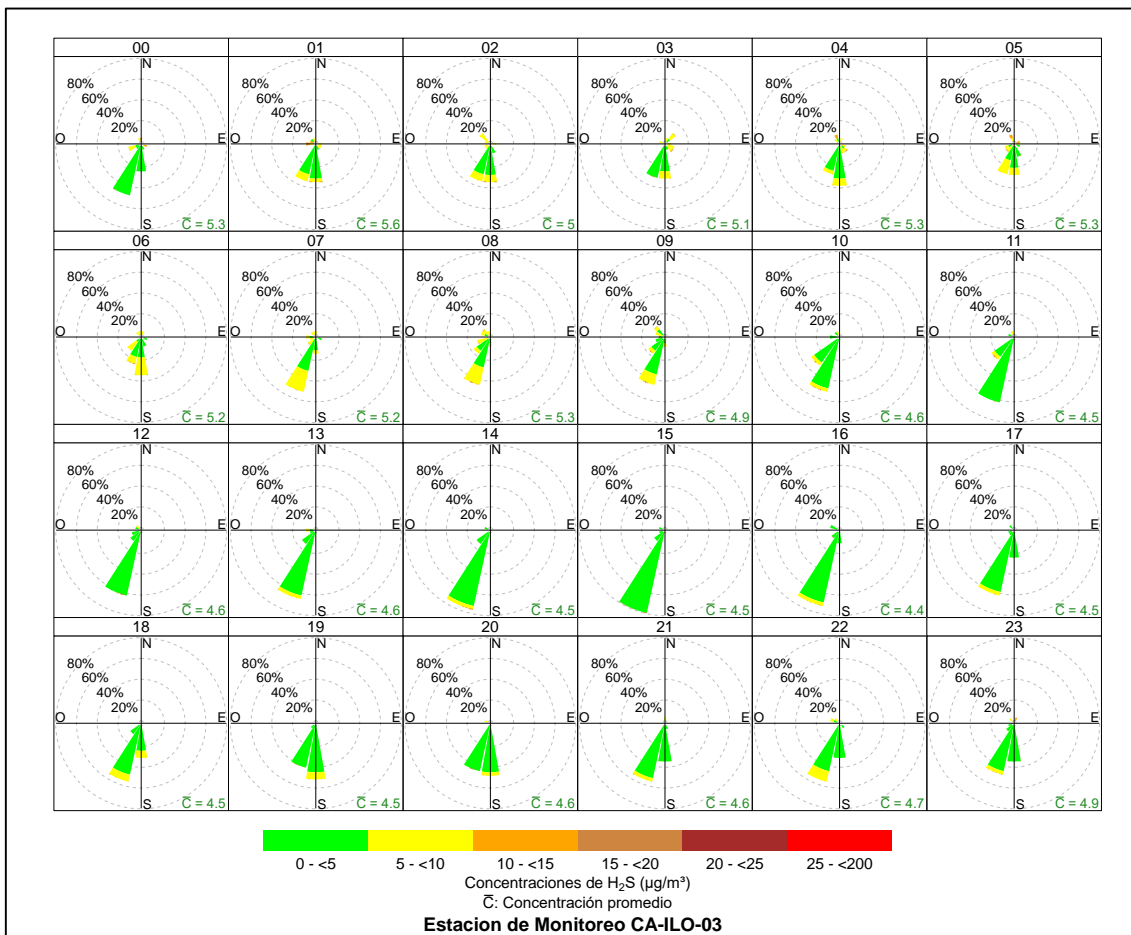


Figura 3.8.20. Rosa de concentración horaria del H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, febrero de 2024

3.8.5 Dióxido de nitrógeno (NO₂)

En la Figuras 3.8.21 se presenta la rosa de concentración de NO₂ de la estación de monitoreo CA-ILO-03, del mes de febrero de 2024.

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que, el 0,1% de los vientos, provienen de la dirección predominante sursuroeste y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 10 a 15 µg/m³, el 5,5% de los vientos provienen del sursuroeste y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 5 a 10 µg/m³ y el 44,0% de los vientos provienen del sursuroeste y coinciden con el rango de concentraciones de NO₂ de 0 a 5 µg/m³.

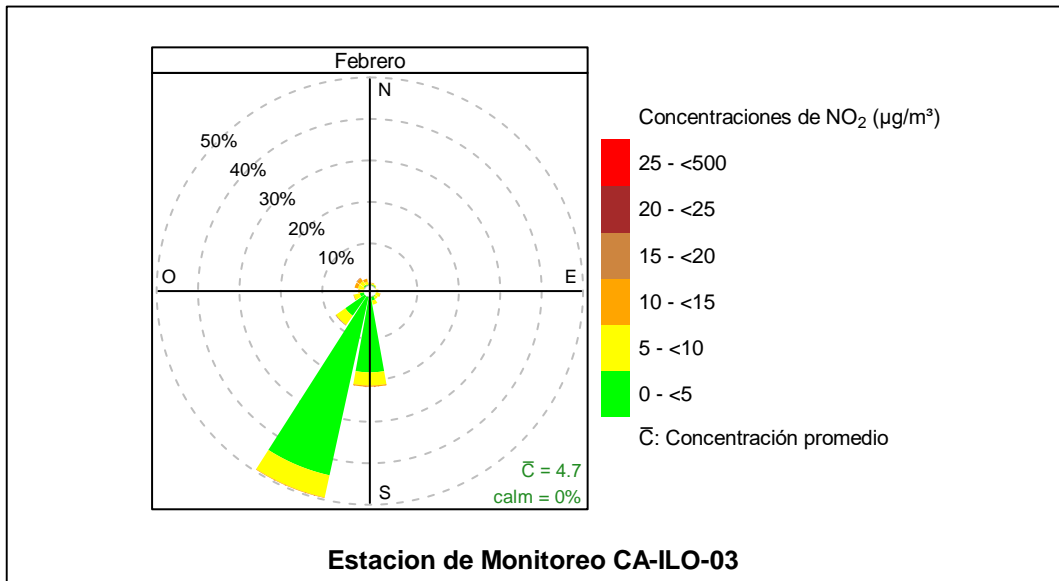


Figura 3.8.21. Rosa de concentración del NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, febrero de 2024

En la Figura 3.8.22 se presenta la rosa de concentración horaria de NO₂ de la estación de monitoreo CA-ILO-03, del mes de febrero de 2024.

En la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que las concentraciones de NO₂ muestran rangos de concentración de 0 a 10 µg/m³ en el horario nocturno, desde las 19:00 hasta las 5:00 horas, provenientes de las direcciones sursuroeste y sur principalmente. Y durante la mañana, entre las 6:00 y 8:00 horas se mantienen altas concentraciones, mayores a 10 µg/m³ incluso, pero que provienen de distintas direcciones, una de las razones es el tráfico vehicular de la zona.

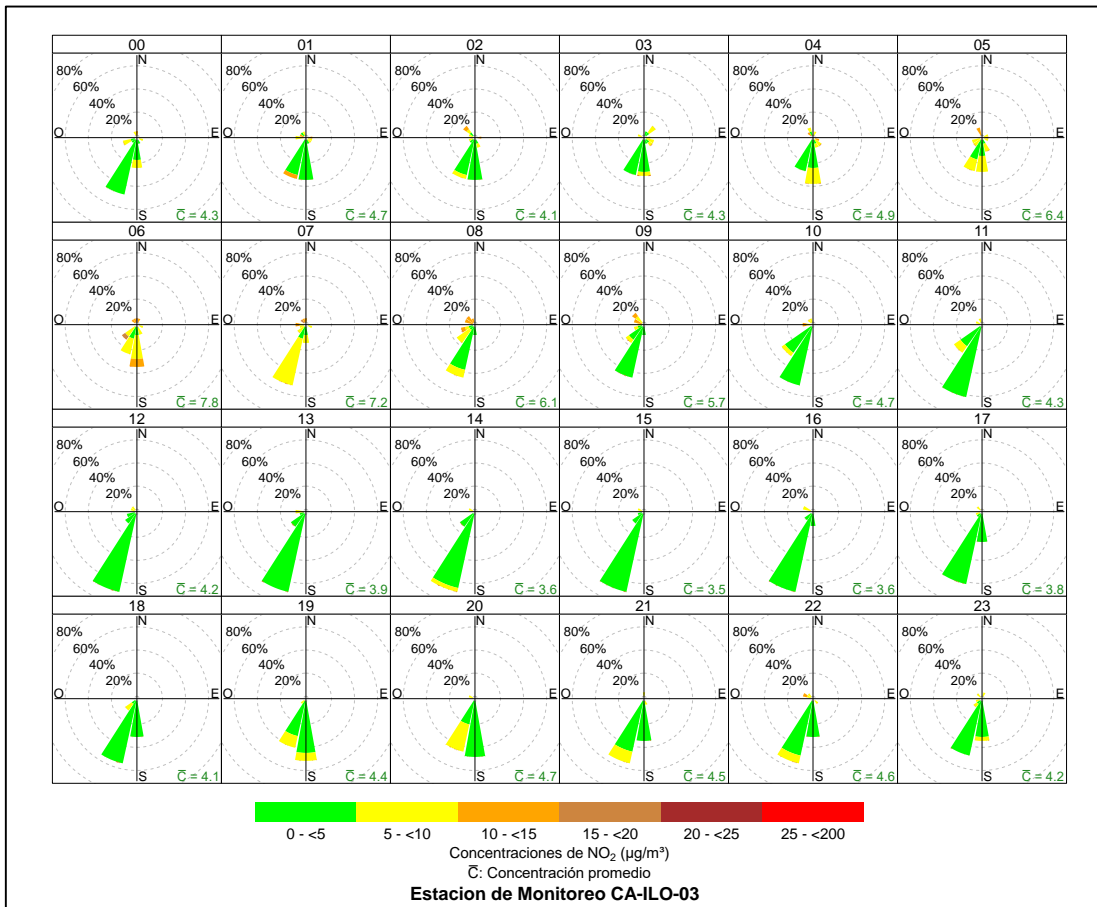


Figura 3.8.22. Rosa de concentración horaria del NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, febrero de 2024

3.8.6 Monóxido de carbono (CO)

En las Figuras 3.8.23, 3.8.24 y 3.8.25 se presentan las rosas de concentraciones de CO de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de febrero de 2024.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que el 1,3% de los vientos provienen de la dirección predominante sursureste y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 350 hasta 400 µg/m³, el 17,1% de los vientos provienen de la dirección predominante sursureste y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 300 hasta 350 µg/m³ y el 5,9% de los vientos provienen de la dirección sursureste y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 250 hasta 300 µg/m³.

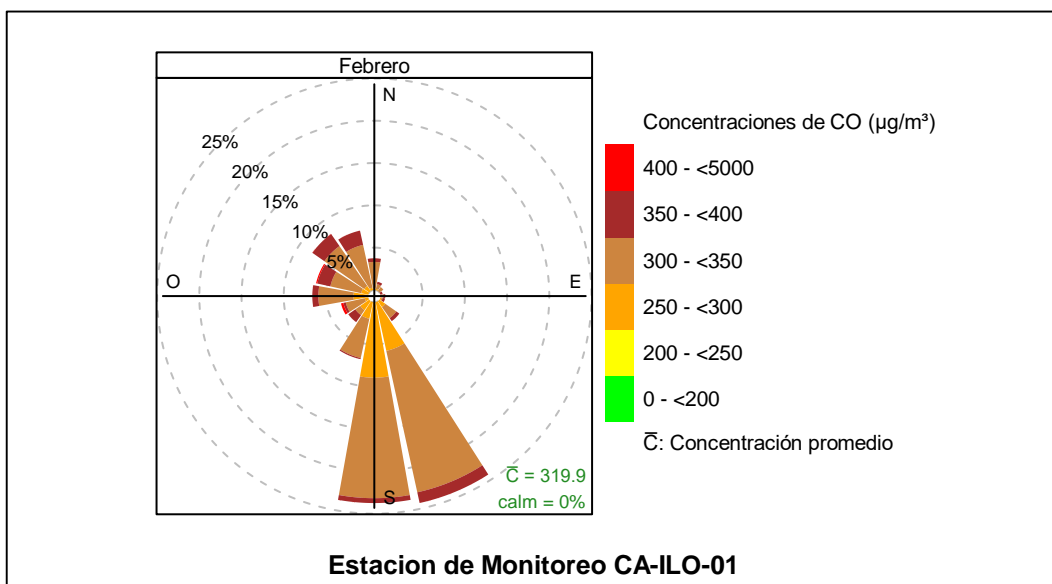


Figura 3.8.23. Rosa de concentración del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, febrero de 2024

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que el 0,4% de los vientos provienen de la dirección predominante sursureste y a su vez coinciden con concentraciones de CO mayores a $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el 5,9% de los vientos provienen de la dirección predominante sursureste y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 350 hasta $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el 6,9% de los vientos provienen de la dirección predominante sursureste y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 300 hasta $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el 5,6% de los vientos provienen de la dirección sursureste y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 250 hasta $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y el 1,1% de los vientos provienen de la dirección sursureste y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 200 hasta $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

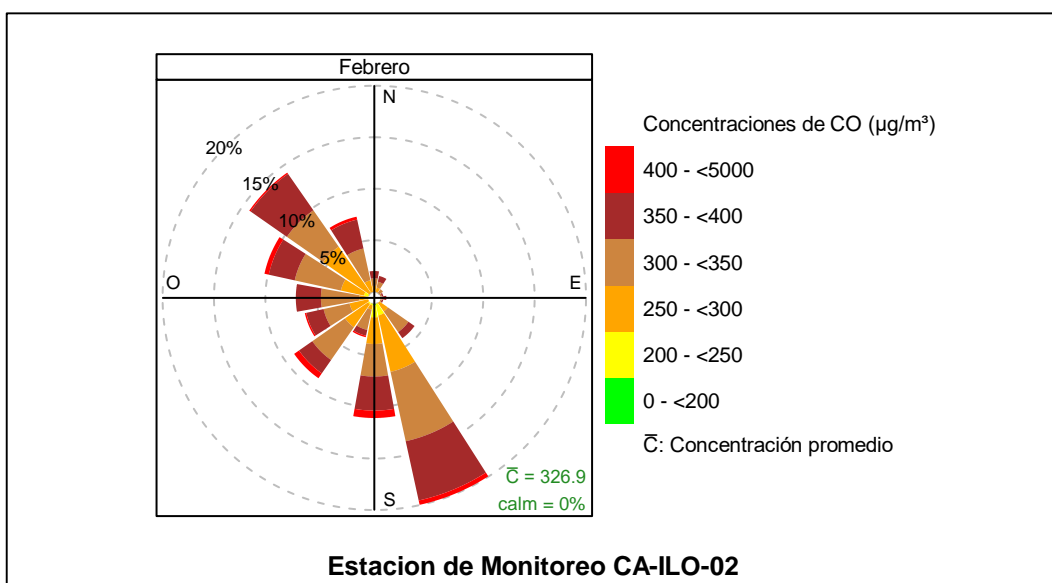


Figura 3.8.24. Rosa de concentración del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, febrero de 2024

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que el 2,4% de los vientos provienen de la dirección predominante sursuroeste y a su vez coinciden con concentraciones de CO mayores a $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el 14,4% de los vientos provienen de la dirección predominante

sursuroeste y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 350 hasta 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 19,4% de los vientos provienen de la dirección sursuroeste y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 300 hasta 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el 4,9% de los vientos provienen de la dirección sursuroeste y a su vez coinciden con un rango de concentración de CO de 250 hasta 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

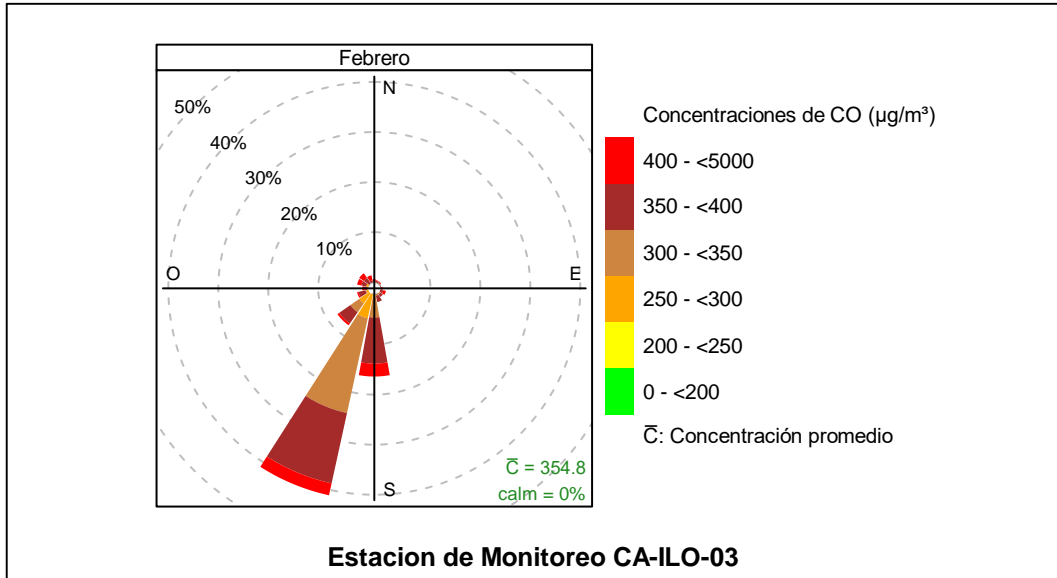


Figura 3.8.25. Rosa de concentración del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, febrero de 2024

En las Figuras 3.8.26, 3.8.27 y 3.8.28 se presentan las rosas de concentraciones horarias de CO de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de febrero de 2024.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observan concentraciones altas durante la mañana, entre las 6:00 y 8:00 horas, incluso mayores a 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que provienen de múltiples direcciones y en la tarde y noche entre las 18:00 y 21:00 horas son transportados por vientos que provienen, entre otros, del sursureste, en ambos casos esos picos se deben principalmente al tráfico vehicular.

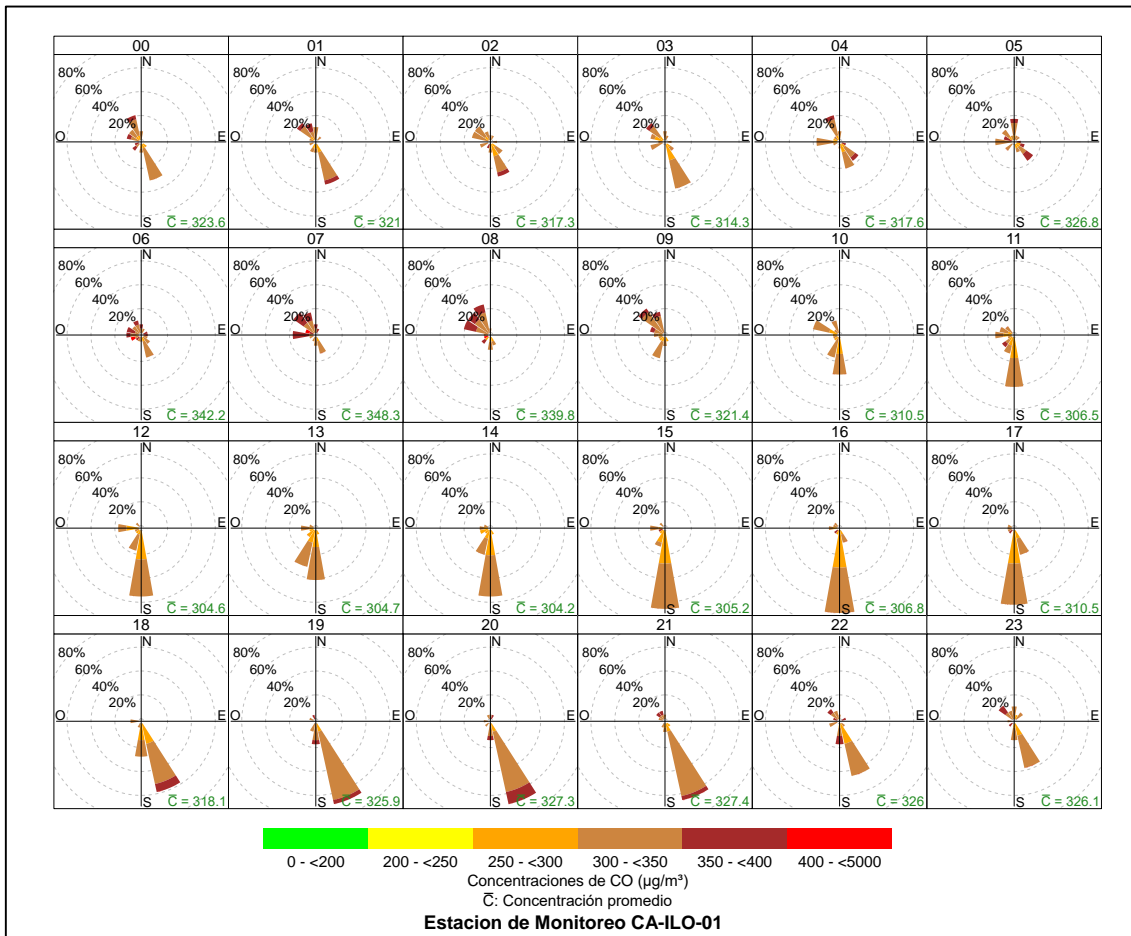


Figura 3.8.26. Rosa de concentración horaria del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, febrero de 2024

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se destaca que durante la mañana, entre las 6:00 y 7:00 horas son transportadas concentraciones mayores a $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$, generadas principalmente del tráfico vehicular, desde direcciones como suroeste, oestesuroeste, oeste, ostenoroeste, noroeste, nornoroeste, vientos clasificados como ventolinas y brisas débiles propios del virazón.

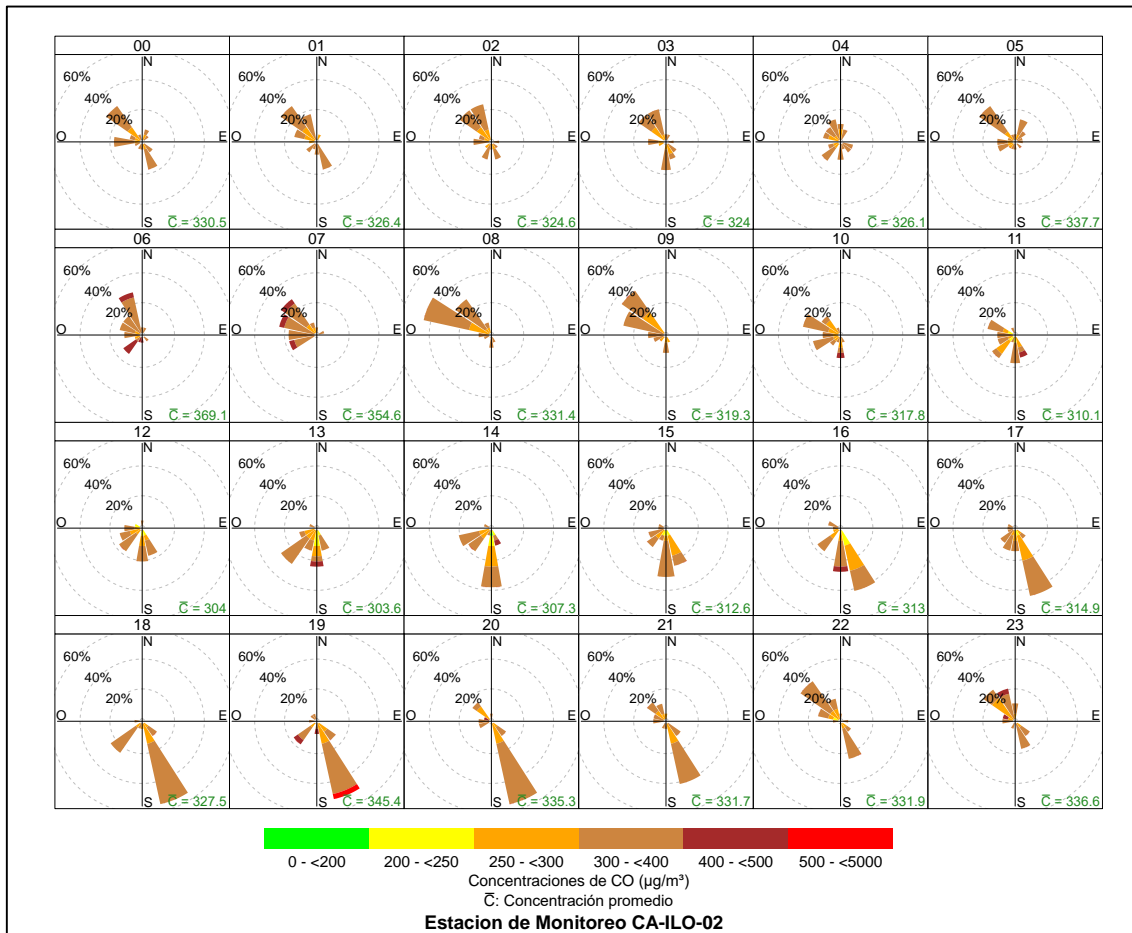


Figura 3.8.27. Rosa de concentración horaria del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, febrero de 2024

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observan concentraciones de CO en el rango de 400 a 500 µg/m³ en mayor medida durante la noche, con una predominancia de vientos que vienen del sursureste.

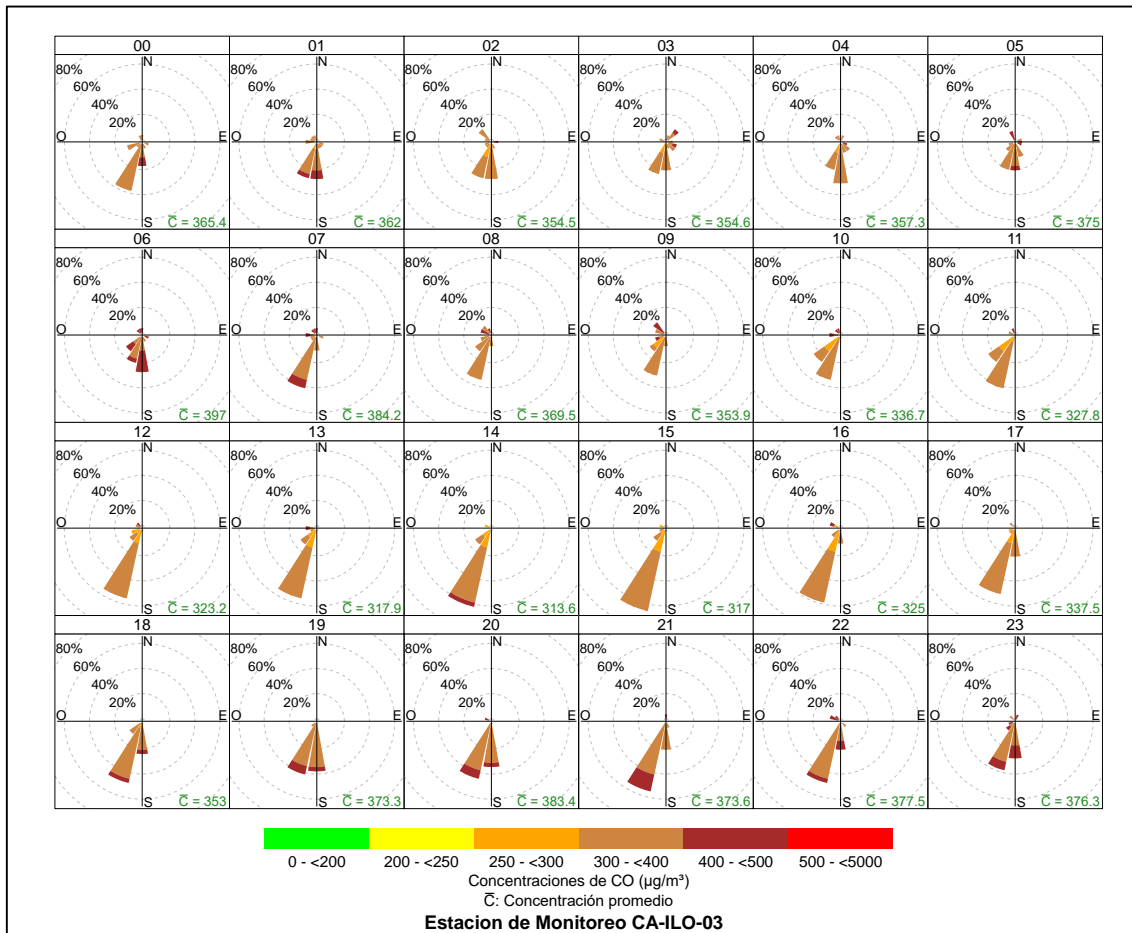


Figura 3.8.28. Rosa de concentración horaria del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, febrero de 2024

3.9 Comportamiento temporal

3.9.1 Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM_{2,5})

En la Figura 3.9.1 y 3.9.2 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día en relación con las concentraciones de PM_{2,5}, para las estaciones de monitoreo CA-ILO-01 y CA-ILO-02, del mes de febrero.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los sábados se registraron las mayores concentraciones de PM_{2,5}, según la validación de los datos se comprueba que los días 3 y 24 de febrero se registraron picos de concentración. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de PM_{2,5} tienen valores elevados alrededor de las 7:00 horas de la mañana.

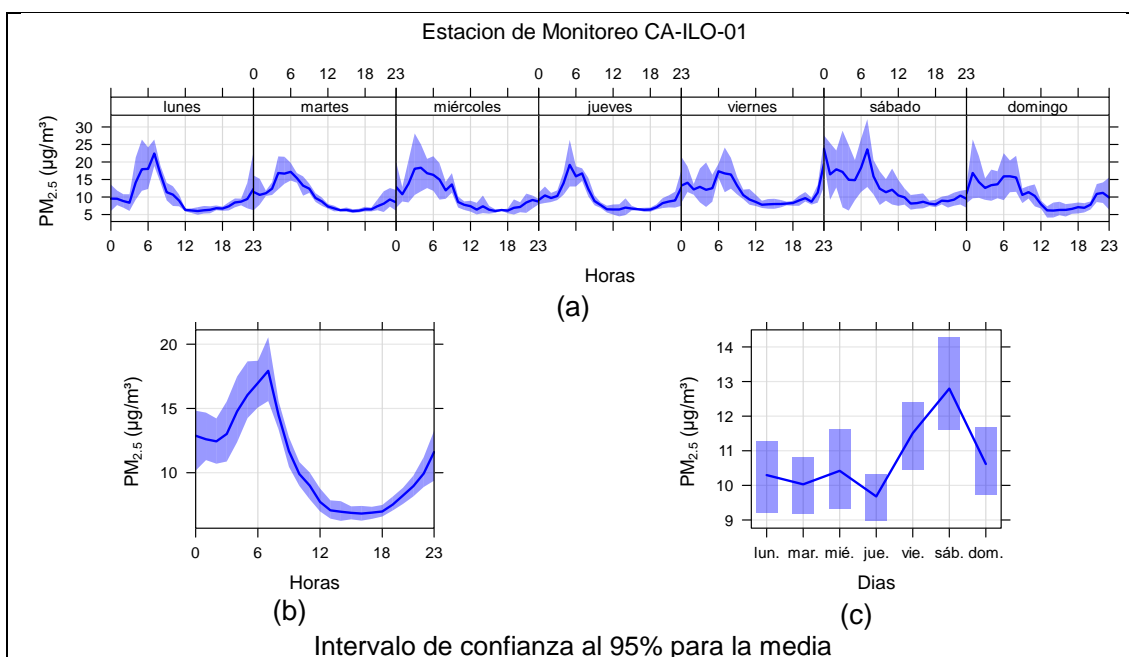


Figura 3.9.1. Concentraciones promedio horarias de $PM_{2.5}$ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de febrero de 2024

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los sábados se registraron las mayores concentraciones de $PM_{2.5}$, según la validación de los datos se comprueba que los días sábados 3 y 24 de febrero se registraron picos de concentración. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de $PM_{2.5}$ tienen valores elevados alrededor de las 6:00 y 7:00 horas de la mañana.

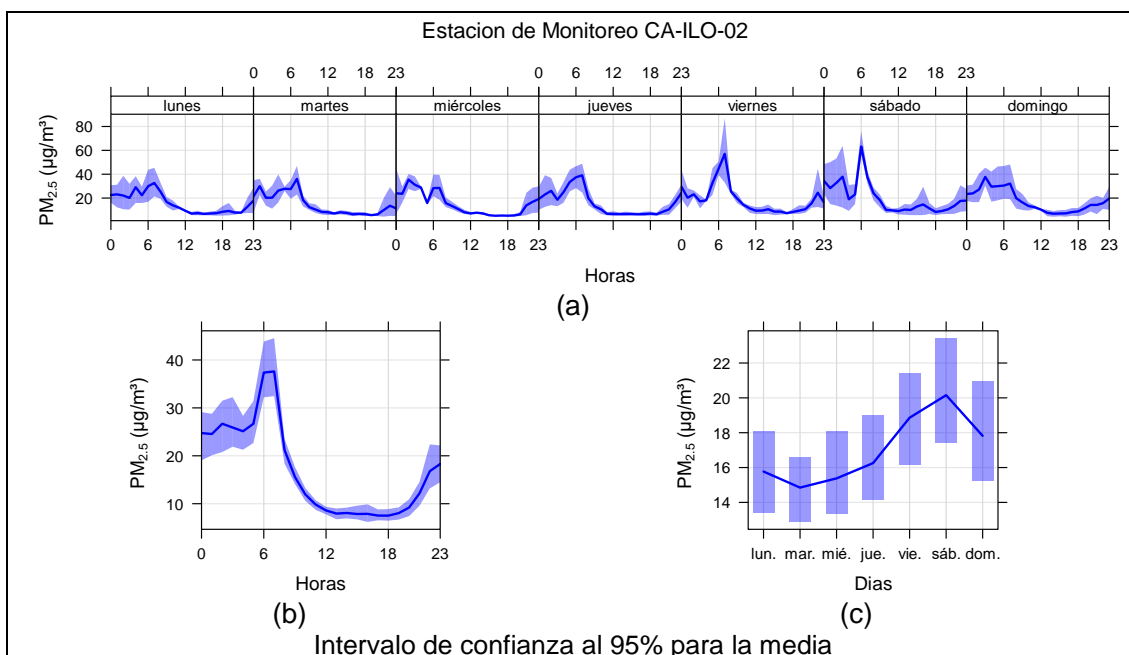


Figura 3.9.2. Concentraciones promedio horarias de $PM_{2.5}$ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de febrero de 2024

3.9.2 Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀)

En la Figura 3.9.3 y 3.9.4 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día en relación con las concentraciones de PM₁₀, para las estaciones de monitoreo CA-ILO-01 y CA-ILO-02, del mes de febrero.

En la estación CA-ILO-01, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los días sábados se registraron las mayores concentraciones de PM₁₀, según la validación de los datos se comprueba que el día sábado 3 de febrero se registraron picos importantes de concentración durante el día. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de PM₁₀ tienen valores elevados alrededor de las 7:00 horas.

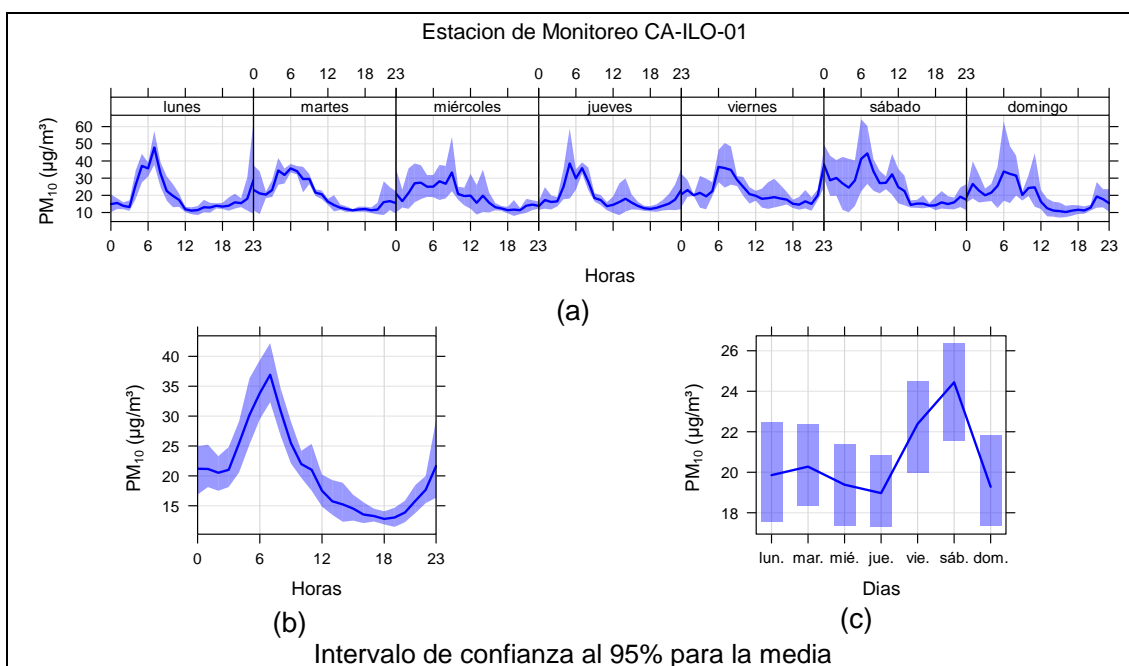


Figura 3.9.3. Concentraciones promedio horarias de PM₁₀ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de febrero de 2024

En la estación CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los días sábados se registraron las mayores concentraciones de PM₁₀, según la validación de los datos se comprueba que el día sábado 3 de febrero se registraron picos importantes de concentración durante el día. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de PM₁₀ tienen valores elevados alrededor de las 6:00 y 7:00 horas.

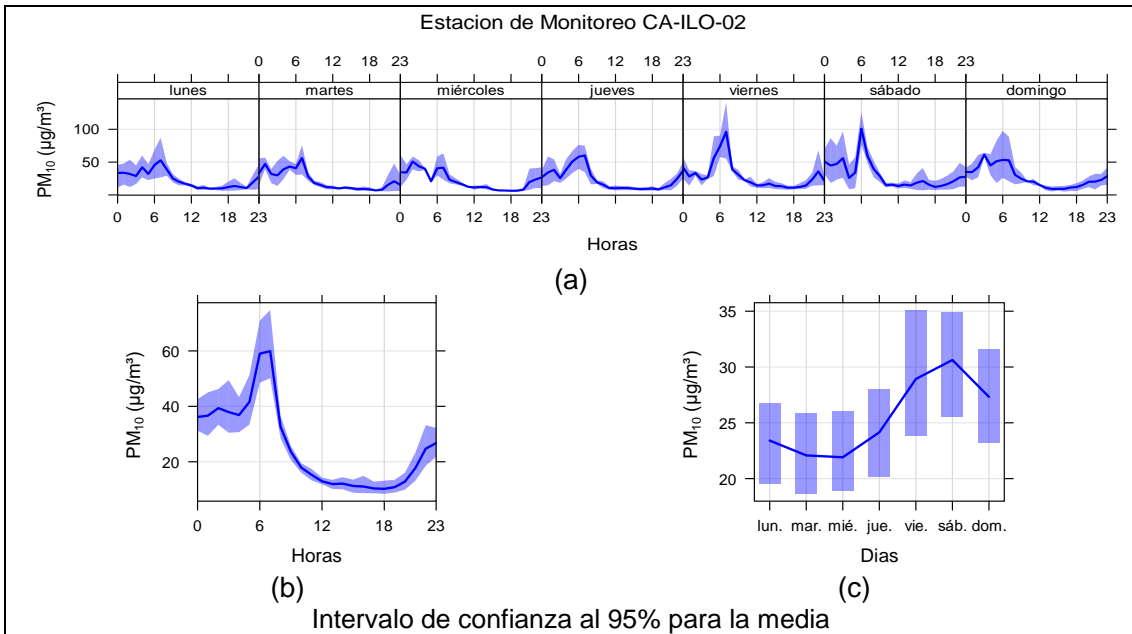


Figura 3.9.4. Concentraciones promedio horarias de PM_{10} en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de febrero de 2024

3.9.3 Dióxido de azufre (SO_2)

En la Figura 3.9.5, 3.9.6 y 3.9.7 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día en relación con las concentraciones de SO_2 para las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de febrero.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los días martes y sábados se registraron las mayores concentraciones de SO_2 , según la validación de los datos se comprueba que los días sábado 3 y martes 6 de febrero se registraron picos de concentración. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones tienen valores elevados alrededor de la 01:00 y luego a las 4:00 y 7:00 horas aproximadamente.

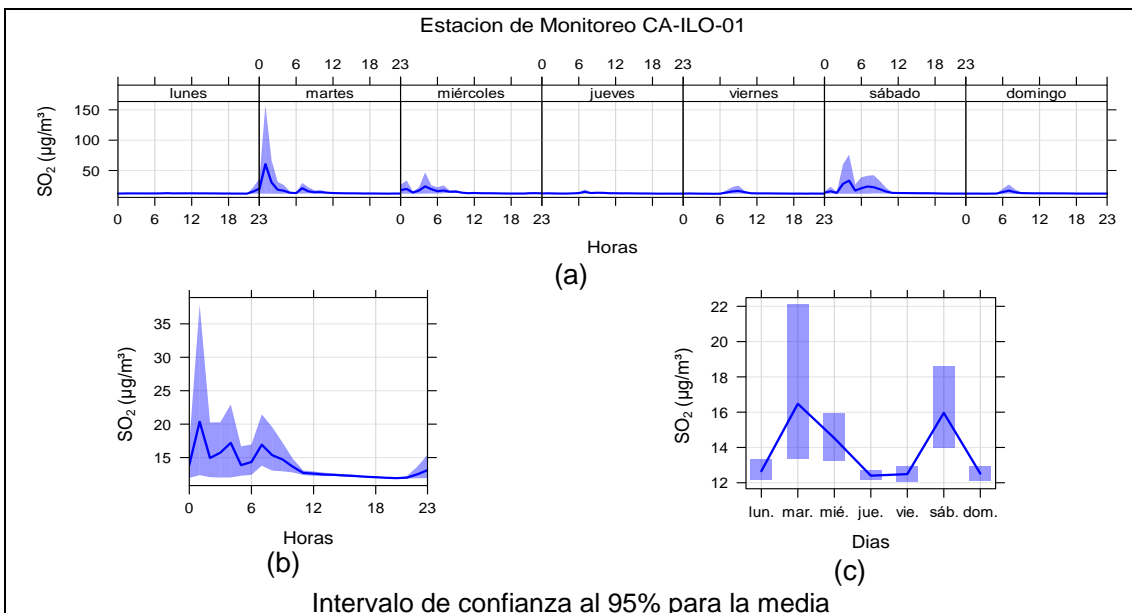


Figura 3.9.5. Concentraciones promedio horarias de SO_2 en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de febrero de 2024

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los días martes, miércoles y viernes se registraron las mayores concentraciones de SO₂, según la validación de los datos se comprueba que los días martes 6 y 20, miércoles 7 y 21 y viernes 9 y 23 de febrero se registraron picos de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de SO₂ tienen valores elevados entre la medianoche y las 7:00 horas.

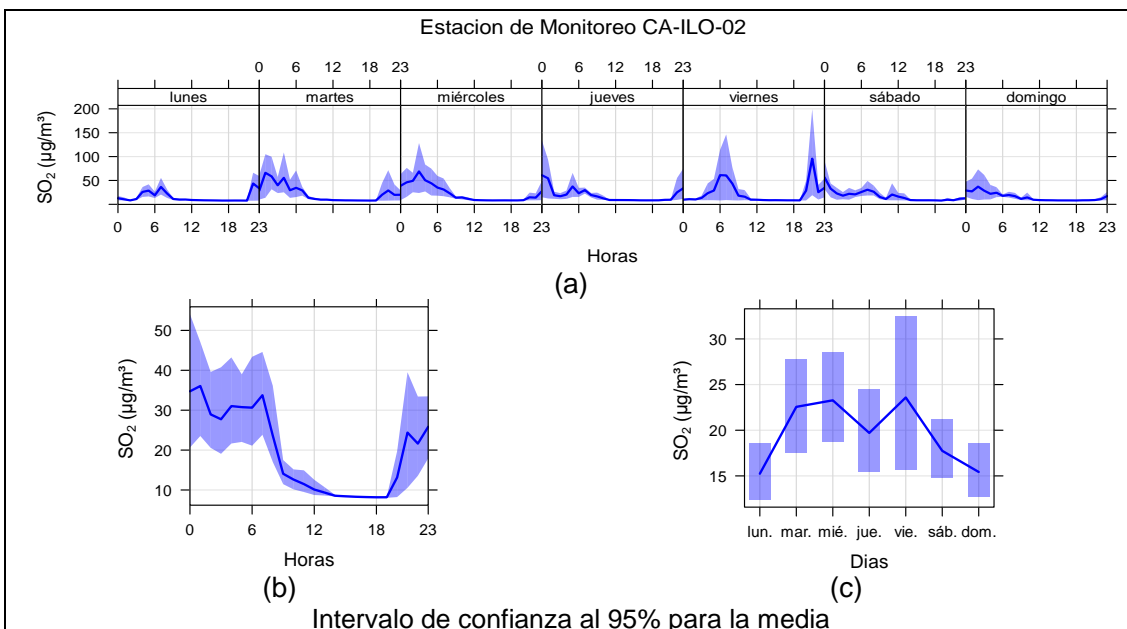


Figura 3.9.6. Concentraciones promedio horarios de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de febrero de 2024

En la estación CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los martes se registraron las mayores concentraciones de SO₂, según la validación de los datos se comprueba que el día martes 20 de febrero se registraron picos de valores. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de SO₂ tienen valores elevados entre las 5:00 y 8:00 horas aproximadamente.

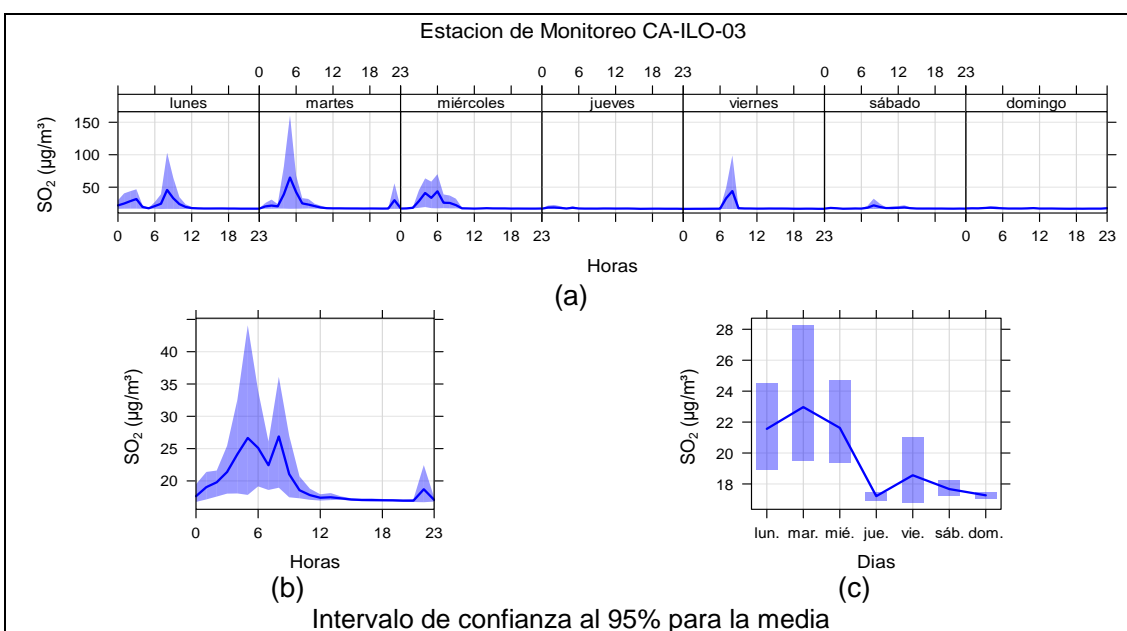


Figura 3.9.7. Concentraciones promedio horarios de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de febrero de 2024

3.9.4 Sulfuro de hidrogeno (H₂S)

En la Figura 3.9.8, 3.9.9 y 3.9.10 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día en relación con las concentraciones de H₂S, para las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de febrero.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los días sábados se registraron las mayores concentraciones de H₂S, según la validación de los datos se comprueba que el día sábado 3 de febrero se registraron picos de valores. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de H₂S tienen valores elevados alrededor de las 00:00 horas aproximadamente.

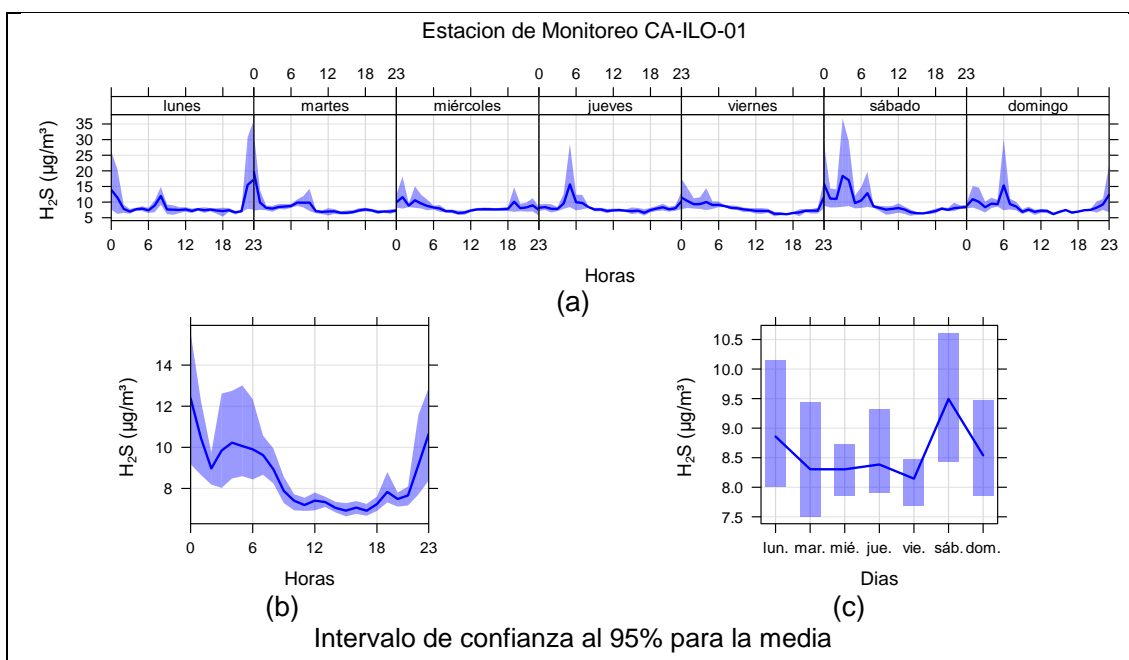


Figura 3.9.8. Concentraciones promedio horarios de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de febrero de 2024

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los días jueves, se registraron las mayores concentraciones de H₂S, según la validación de los datos se comprueba que el día jueves 1 de febrero se registraron picos importantes de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de H₂S tienen valores elevados alrededor de las 3:00 y luego a las 6:00 aproximadamente.

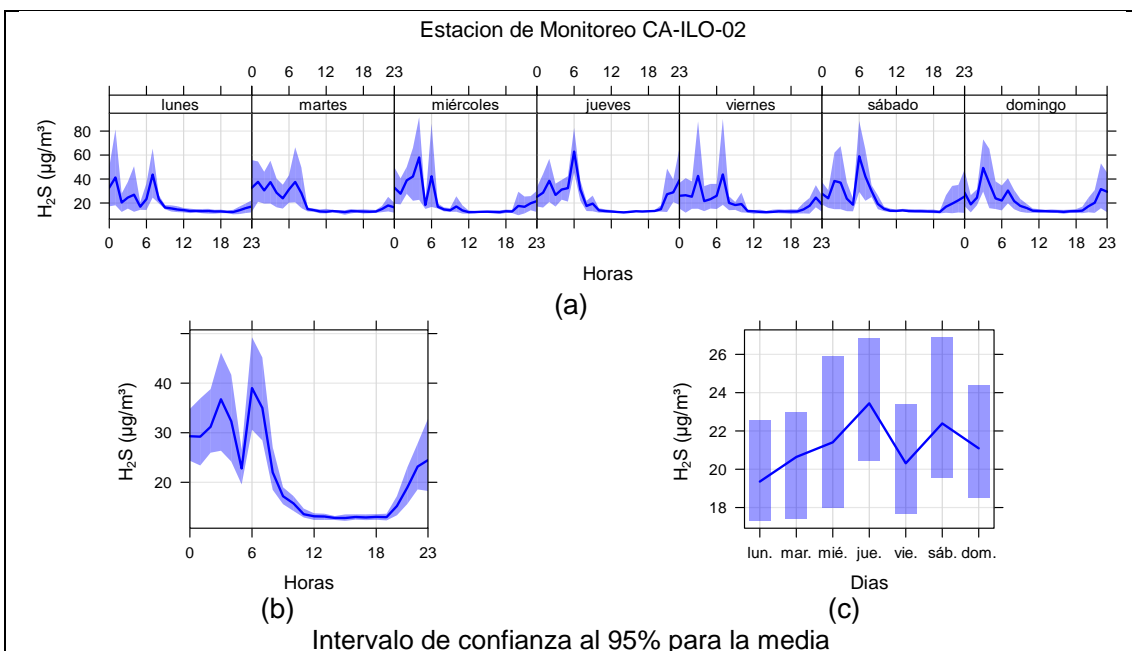


Figura 3.9.9. Concentraciones promedio horarias de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de febrero de 2024

En la estación de monitoreo CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los días domingos se registraron concentraciones relativamente altas de H₂S, según la validación de los datos se comprueba que los días domingos 4 y 25 de febrero se registraron picos importantes de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de H₂S tienen valores elevados entre las 00:00 a 8:00 horas.

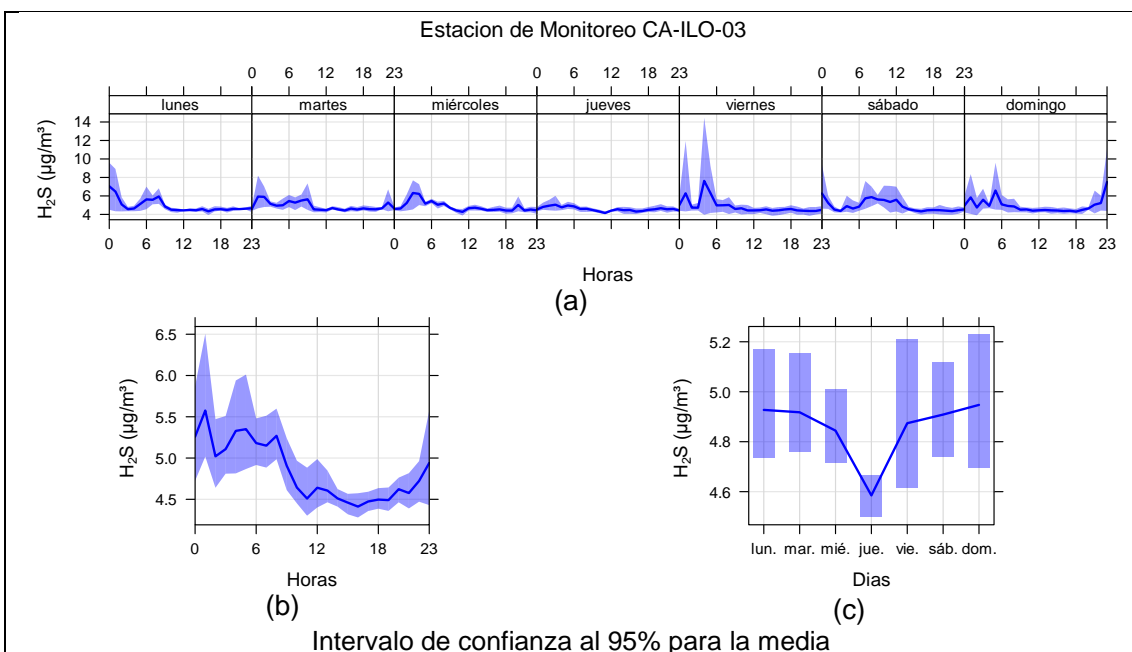


Figura 3.9.10. Concentraciones promedio horarias de H₂S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de febrero de 2024

3.9.5 Dióxido de nitrógeno (NO₂)

En la Figura 3.9.11 se grafica la media de las concentraciones horarias y por día en relación con las concentraciones de NO₂, para la estación de monitoreo CA-ILO-03, del mes de febrero.

En la estación de monitoreo CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los días sábados se registraron concentraciones altas de NO₂, según la validación de los datos se comprueba que el día sábado 3 de febrero se registraron picos de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de NO₂ tienen valores elevados en horas cercanas a las 6:00 horas. Y observando la gráfica de medias horarias por días de la semana (a) hay un pico mostrado normalmente alrededor de las 6:00 horas debido, entre otros, al tráfico vehicular.

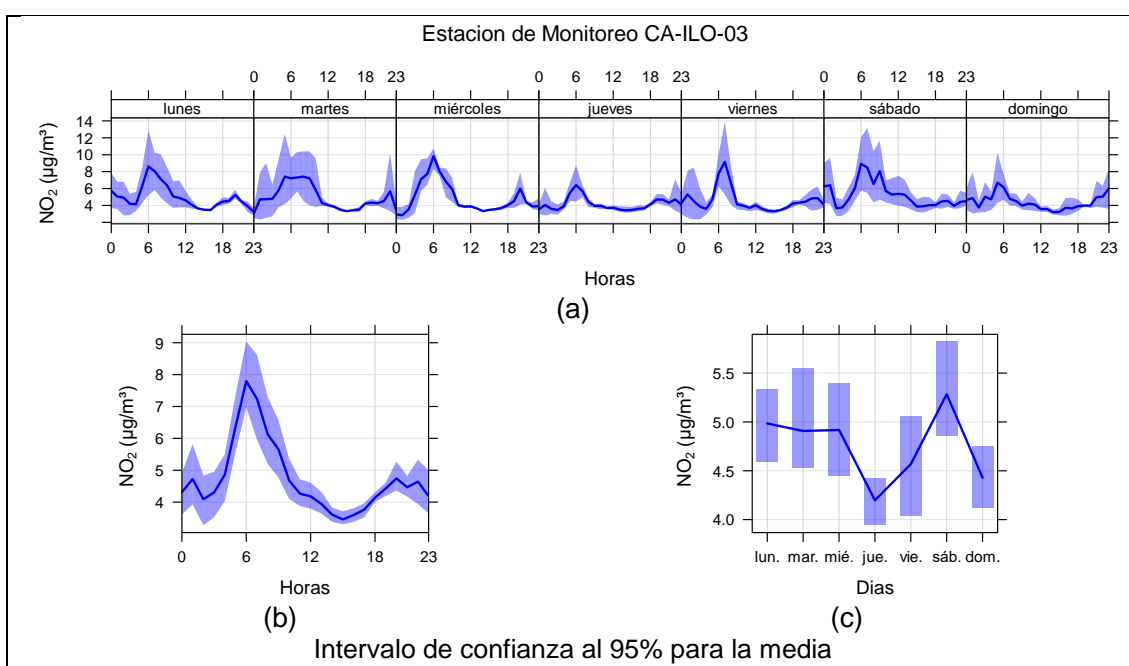


Figura 3.9.11. Concentraciones promedio horarias de NO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de febrero de 2024

3.9.6 Monóxido de carbono (CO)

En la Figura 3.9.12, 3.9.13 y 3.9.14 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día en relación con las concentraciones de CO, para las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de febrero.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los miércoles se registraron las mayores concentraciones de CO, según la validación de los datos se comprueba que el día miércoles 7 de febrero se registraron picos de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de CO tienen valores elevados alrededor de las 6:00 horas. También se confirma en la gráfica de medias horarias por día de la semana (a) los picos mencionados de las 6:00 horas de lunes a domingo, debido, entre otros, al tráfico vehicular.

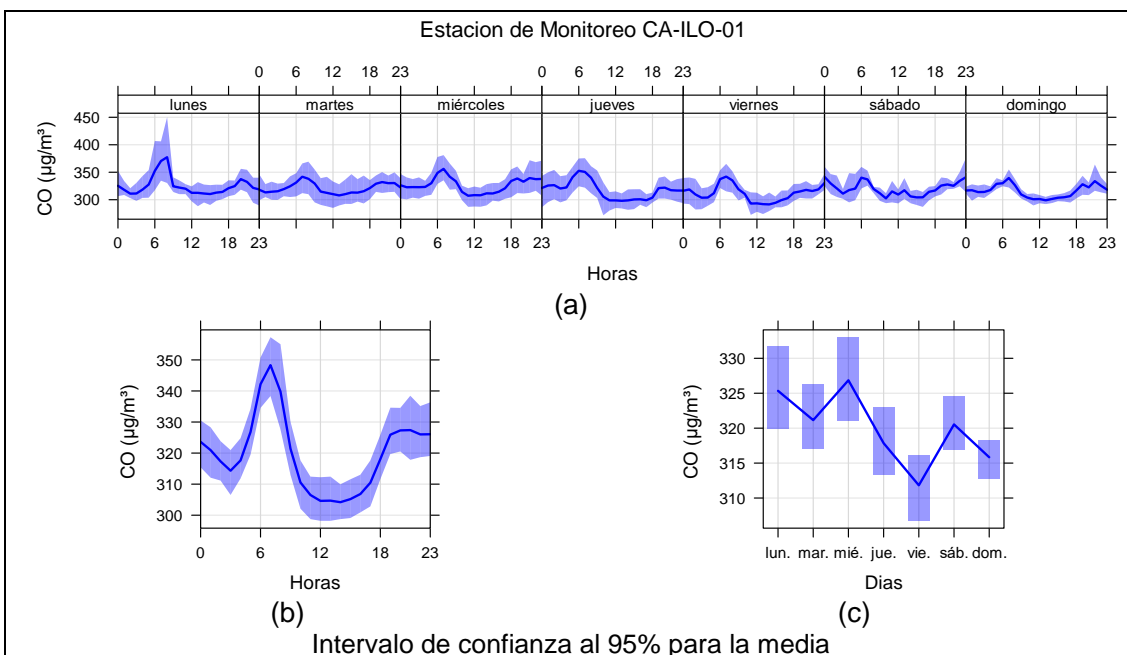


Figura 3.9.12. Concentraciones promedio horarios de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de febrero de 2024

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los días miércoles se registraron las mayores concentraciones de CO, según la validación de los datos se comprueba que los días miércoles 14 y 21 de febrero se registraron picos de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de CO tienen valores elevados en horas cercanas a las 6:00 horas y luego a las 19:00 horas. También se confirma en la gráfica de medias horarias por día de la semana (a) los picos mencionados de las 7:00 horas y 19:00 horas de lunes a sábado, debido, entre otros, al tráfico vehicular.

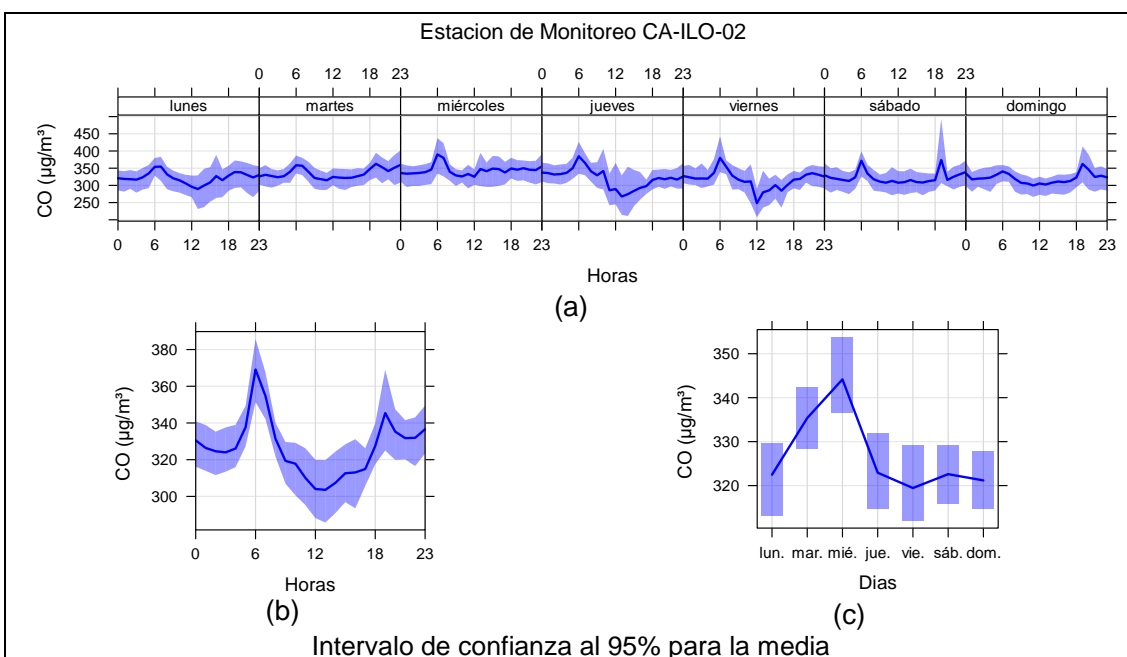


Figura 3.9.13. Concentraciones promedio horarios de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de febrero de 2024

En la estación de monitoreo CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los días lunes, martes y sábado se registraron las mayores concentraciones de CO, según la validación de los datos se comprueba que los días lunes 19, martes 20 y sábado 3 de febrero se registraron picos de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de CO tienen valores elevados alrededor de las 6:00 horas, después hay un pico a las 19:00 horas. También se confirma en la gráfica de medias horarias por día de la semana (a) los picos mencionados de las 7:00 horas y 19:00 horas de lunes a sábado, debido, entre otros, al tráfico vehicular.

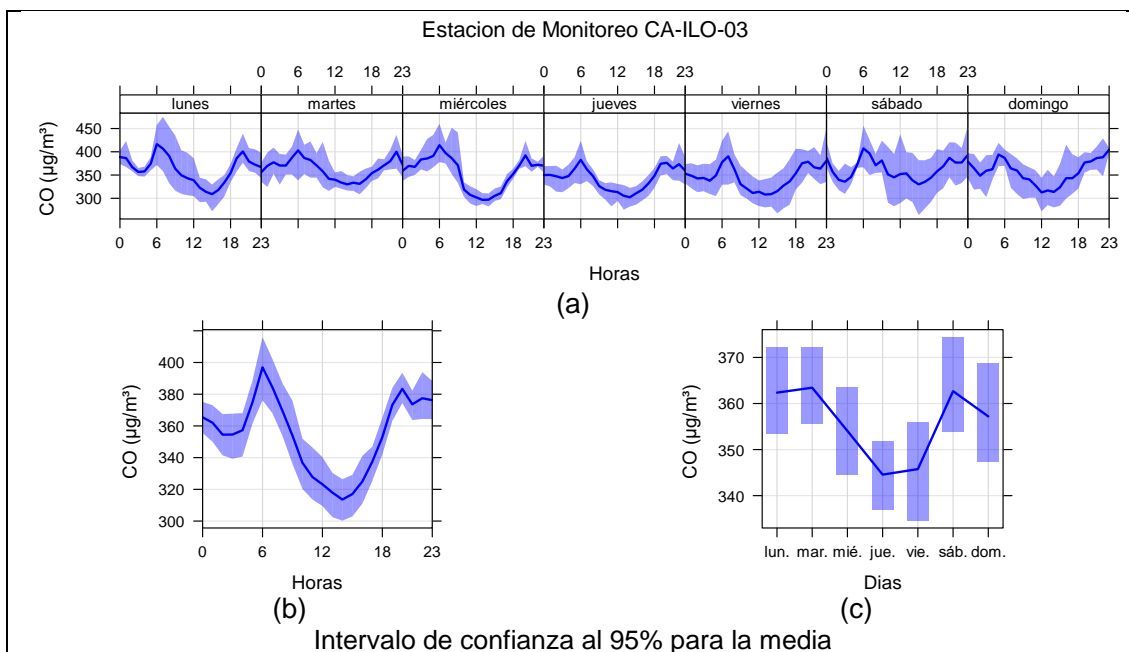


Figura 3.9.14. Concentraciones promedio horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de febrero de 2024

3.10 Estados de alerta

En las Figuras 3.10.1, 3.10.2 y 3.10.3 se presentan las concentraciones móviles de 3 horas de SO_2 , correspondiente a las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de febrero de 2024. Además, se observa que todas las concentraciones de promedio móvil de 3 horas no excedieron el estado de cuidado para SO_2 ($500 \mu\text{g}/\text{m}^3$) según el Decreto Supremo N.º009-2003-SA.

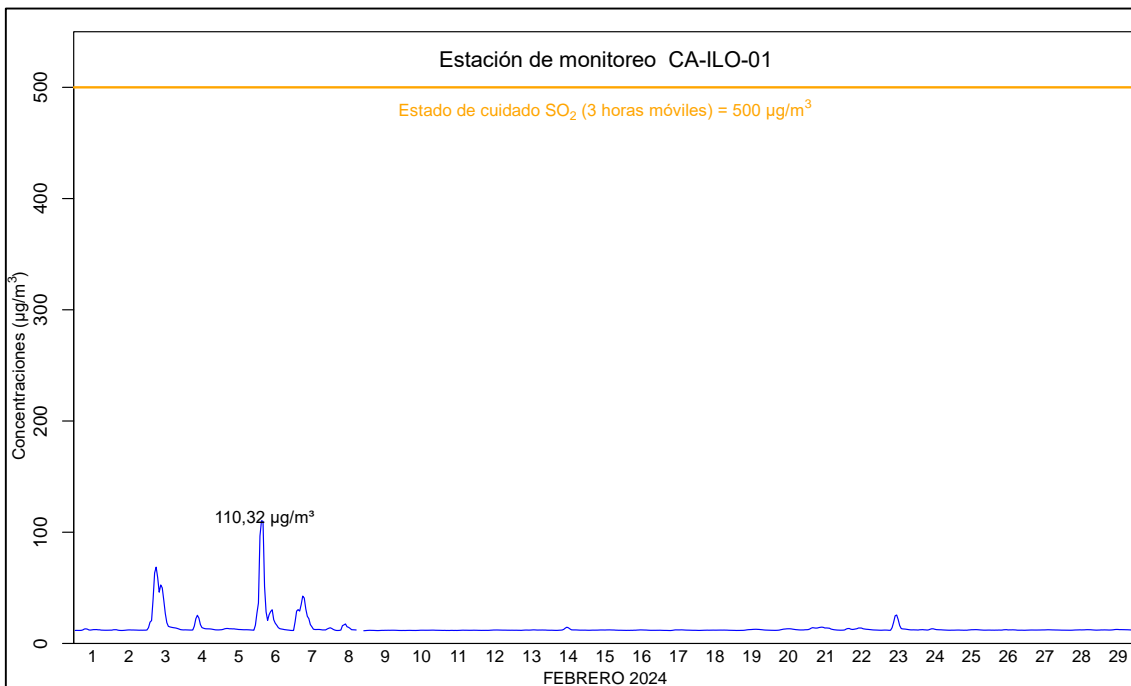


Figura 3.10.1. Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en febrero de 2024

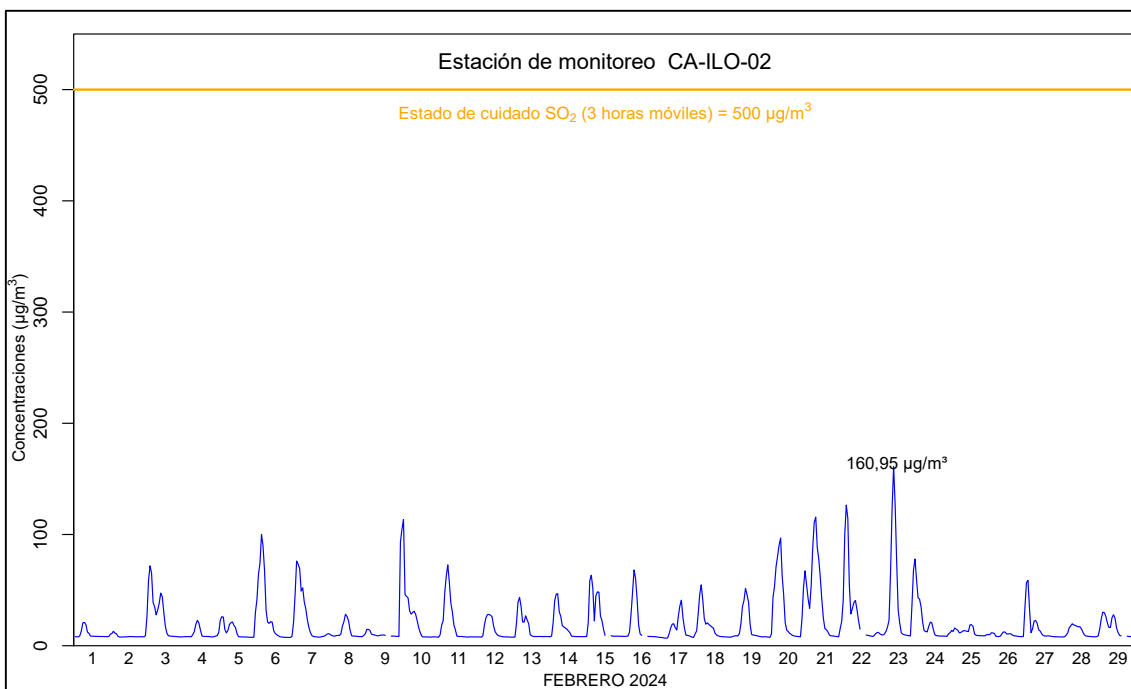


Figura 3.10.2. Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en febrero de 2024

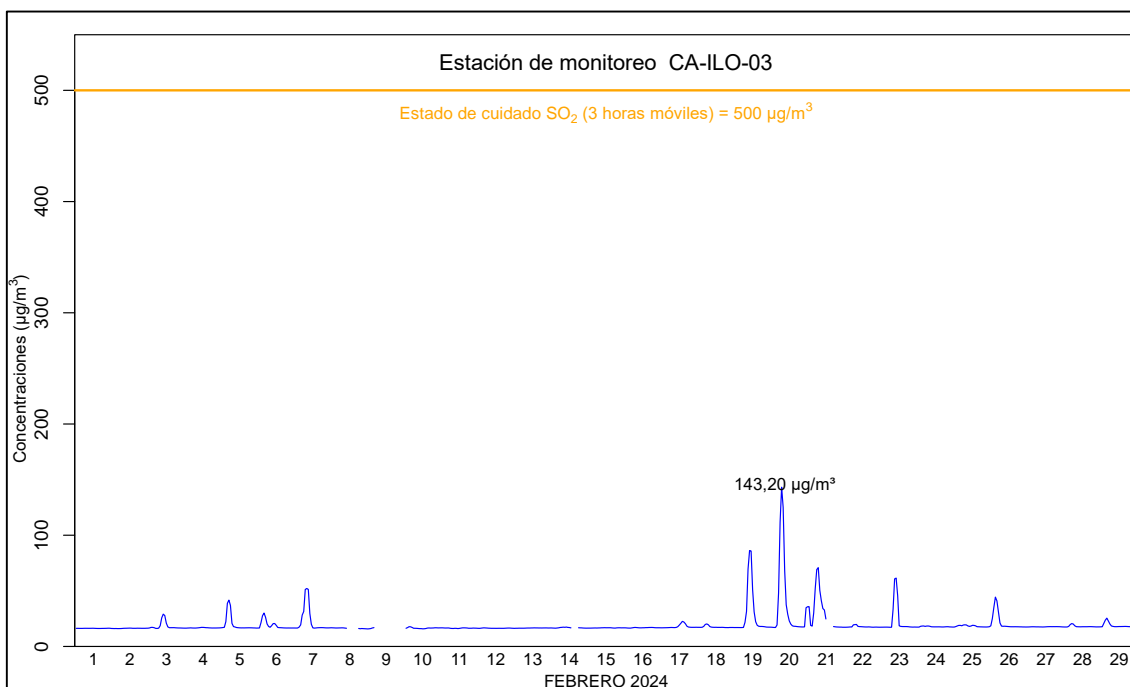


Figura 3.10.3. Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO₂ en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en febrero de 2024

4 CONCLUSIONES

- En la estación de monitoreo CA-ILO-01 y CA-ILO-02, ubicada en la provincia de Ilo, las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀) no excedieron su respectivo ECA, durante el mes de febrero de 2024.
- En la estación de monitoreo CA-ILO-01 y CA-ILO-02, ubicada en la provincia de Ilo, las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM_{2,5}) no excedieron su respectivo ECA, durante el mes de febrero de 2024.
- En las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, las concentraciones de dióxido de azufre (SO₂) no excedieron su respectivo ECA, durante el mes de febrero de 2024.
- En las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, las concentraciones de sulfuro de hidrógeno (H₂S) no excedieron su respectivo ECA, durante el mes de febrero de 2024.
- En las tres estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, las concentraciones horarias de monóxido de carbono (CO) no excedieron su respectivo ECA, así como lo promedios móviles de 8 horas de CO, durante el periodo evaluado de febrero de 2024.
- En la estación de monitoreo CA-ILO-03, las concentraciones horarias de dióxido de nitrógeno (NO₂) no excedieron su respectivo ECA, durante el periodo evaluado de febrero de 2024.

- No se presentaron estados de alerta sobre los niveles de cuidado de SO_2 ($500 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 3 horas promedio móvil), durante la evaluación ambiental de seguimiento de la calidad del aire en las tres estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, ubicadas en la provincia de Ilo (febrero de 2024).

5 ANEXOS

Anexo 1: Mapa de ubicación.

Anexo 2: Datos crudos.

Anexo 3: Sistematización de datos válidos.

Anexo 4: Certificados de Calibración.

Anexo 5: Fichas de verificación.

Atentamente