

Título del estudio : Evaluación ambiental de seguimiento de la calidad del aire en los distritos Ilo y Pacocha, provincia Ilo, departamento Moquegua, en abril de 2023.

Fecha de ejecución : Del 1 al 30 de abril de 2023

Expediente : 2020-02-0015 Código de acción : 0016-4-2023-417

Tipo de evaluación : Programada

Fecha de aprobación : 1 de junio de 2023 Reporte N° : REAS-095-2023-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 30 de abril de 2023

**Tabla 1.2.** Listado de profesionales

N.°	Nombres y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada
1	Shianny Vásquez Cardeña	Ingeniera geóloga	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.° 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
<b>Estación de monitoreo CA-ILO-01</b>					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Monitor automático de partículas	GRIMM	EDM 180	18A22047	Certificado de Fabrica S/N
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM <sub>2.5</sub> )					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Equipo Manual Activo HiVol	TISCH	TE-6070VFC+BLX	Venturi: P10791BLX	LF-1662022
Dióxido de azufre	Monitor automático de SO <sub>2</sub>	Thermo Scientific	43i	1200416204	LG-130-2022 LF-1542022
Sulfuro de hidrógeno	Monitor automático de H <sub>2</sub> S	Thermo Scientific	450i	CM19490141	LG-128-2022 LF-1522022
Monóxido de carbono	Monitor automático de CO	Thermo Scientific	48i	1193085163	LG-127-2022 LF-1512022
- Velocidad de viento - Dirección de viento	Estación meteorológica	Campbell Scientific	CR310	WM174404	LM - 3612022
- Temperatura ambiente - Humedad relativa				1669292130	LM-3602022 LM-3592022
- Presión atmosférica				BPA11352	LM - 3622022
- Precipitación				TB00015748	LM - 3632022
- Radiación solar				193237	LM - 3642022
<b>Estación de monitoreo CA-ILO-02</b>					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Monitor automático de partículas	GRIMM	EDM 180	18A21063	LF-2932022
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM <sub>2.5</sub> )					
Dióxido de azufre	Monitor automático de SO <sub>2</sub>	Thermo Scientific	43i	1192914947	LG-138-2022 LF-1622022
Dióxido de Nitrógeno	Monitor automático de NO <sub>2</sub>	Thermo Scientific	42i	1192914960	LG-048-2021 LG-0172021
Sulfuro de hidrógeno	Monitor automático de H <sub>2</sub> S	Thermo Scientific	450i	CM19490139	LG-136-2022 LF-1602022
Monóxido de carbono	Monitor automático de CO	Thermo Scientific	48i	1193085161	LG-135-2022 LF-1592022
- Velocidad de viento - Dirección de viento	Estación meteorológica	Campbell Scientific	CR800	WM174402	LM - 3732022
- Temperatura ambiente - Humedad relativa				1663393889	LM - 3722022 LM - 3712022

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Certificado calibración
- Presión atmosférica				BPA11350	LM - 3742022
- Precipitación				TB00015746	LM - 3752022
- Radiación solar				193287	LM - 3762022
Estación de monitoreo CA-ILO-03					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Monitor automático de partículas	GRIMM	EDM 180	18A19093	LF-1692022
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> )					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Equipo Manual Activo HiVol	TISCH	TE-6070VFC+BLX	Venturi: P10790BLX	LF-1672022
Dióxido de azufre	Monitor automático de SO <sub>2</sub>	Thermo Scientific	43i	1192914948	LG-134-2022 LF-1582022
Dióxido de nitrógeno	Monitor automático de NO <sub>2</sub>	Thermo Scientific	42i	1192914961	LG-133-2022 LF-1572022
Sulfuro de hidrógeno	Monitor automático de H <sub>2</sub> S	Thermo Scientific	450i	CM19490140	LG-132-2022 LF-1562022
Monóxido de carbono	Monitor automático de CO	Thermo Scientific	48i	1193085162	LG-131-2022 LF-1552022
- Velocidad de viento - Dirección de viento	Estación meteorológica	Campbell Scientific	CR800	181893	LM - 3672022
- Temperatura ambiente - Humedad relativa				1665884185	LM - 3662022 LM - 3652022
- Presión atmosférica				BPA11351	LM - 3682022
- Precipitación				TB00015747	LM - 3692022
- Radiación solar				193240	LM - 3702022

**Tabla 2.4. Métodos de análisis de aire**

Parámetro	Método	Técnica Empleada
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> )	Método automático	Dispersión de luz
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )		
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )		Fluorescencia ultravioleta
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )		Quimioluminiscencia
Sulfuro de hidrógeno (H <sub>2</sub> S)		Fluorescencia ultravioleta
Monóxido de carbono (CO)		Infrarrojo no dispersivo
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Método manual activo	Separación inercial/filtración (gravimetría)
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.° 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 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Criterio de evaluación	
Material particulado con diámetro menor a 10 micras ( $\text{PM}_{10}$ )	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 ( $\text{PM}_{2.5}$ )	24 horas	50	No exceder más de 7 veces al año	
Sulfuro de hidrogeno ( $\text{H}_2\text{S}$ )	24 horas	150	Media aritmética	
Dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ )	24 horas	250	No exceder más de 7 veces al año	
Dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ )	1 hora	200	No exceder más de 24 veces al año	
Monóxido de carbono ( $\text{CO}$ )	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

Típos de Alerta	Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ )	Norma
Cuidado	>500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio móvil 3 horas	
Emergencia	>2500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 abril de 2023, son presentadas en el Anexo 3.

### 3.1 Parámetros meteorológicos

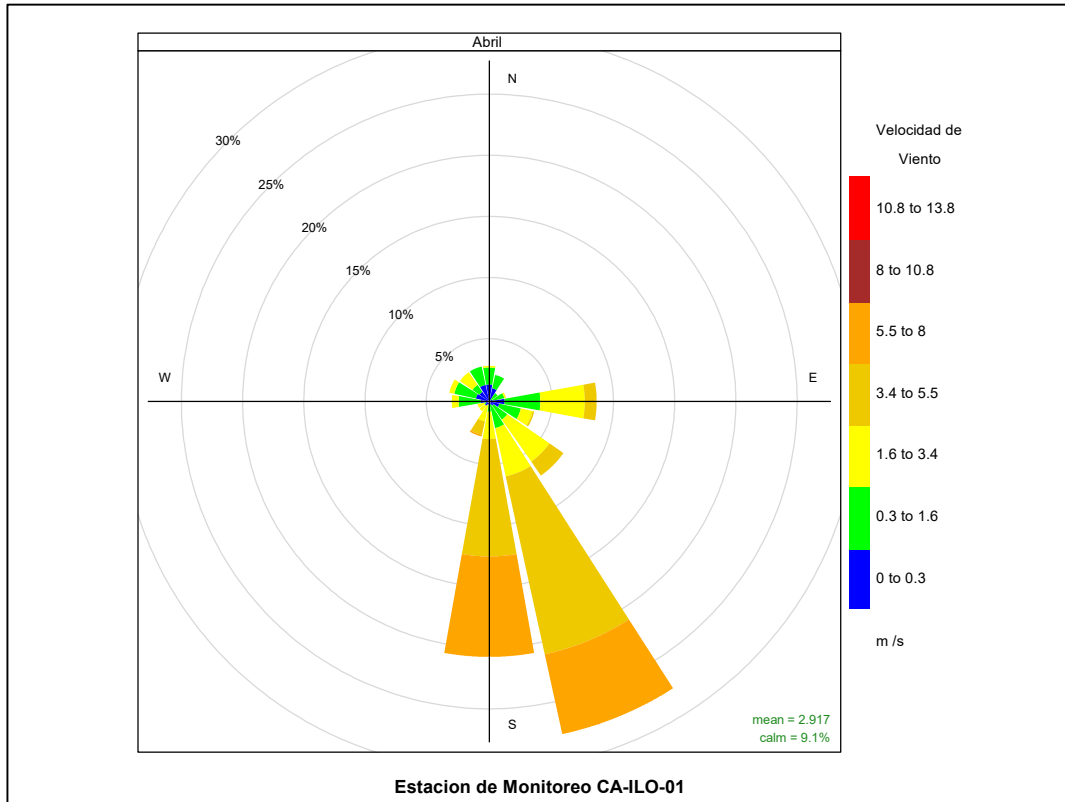
En la Tabla 3.1 se presentan los parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-01, durante el mes de abril de 2023. Se observa que la presión atmosférica varió entre una mínima de 997,8 hPa y una máxima de 1008,3 hPa, no se registraron precipitaciones en el mes. La temperatura promedio fue 23,3 °C, alcanzando una mínima de 19,1 °C y una máxima de 29,7 °C, la humedad relativa varió entre 55,5 y 92,0 % y la velocidad del viento osciló entre 0,0 y 7,7 m/s. El parámetro de radiación solar reporta una irradiancia máxima de 957,8  $\text{W}/\text{m}^2$  durante el mes de abril. 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, abril de 2023.

Valores	Presión atmosférica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación solar ( $\text{W}/\text{m}^2$ )
Mínimo	997,8	0,0	19,1	55,5	0,0	0,0
Máximo	1008,3	0,0	29,7	92,0	7,7	957,8
Promedio	1004,1	0,0	23,3	72,5	2,9	--

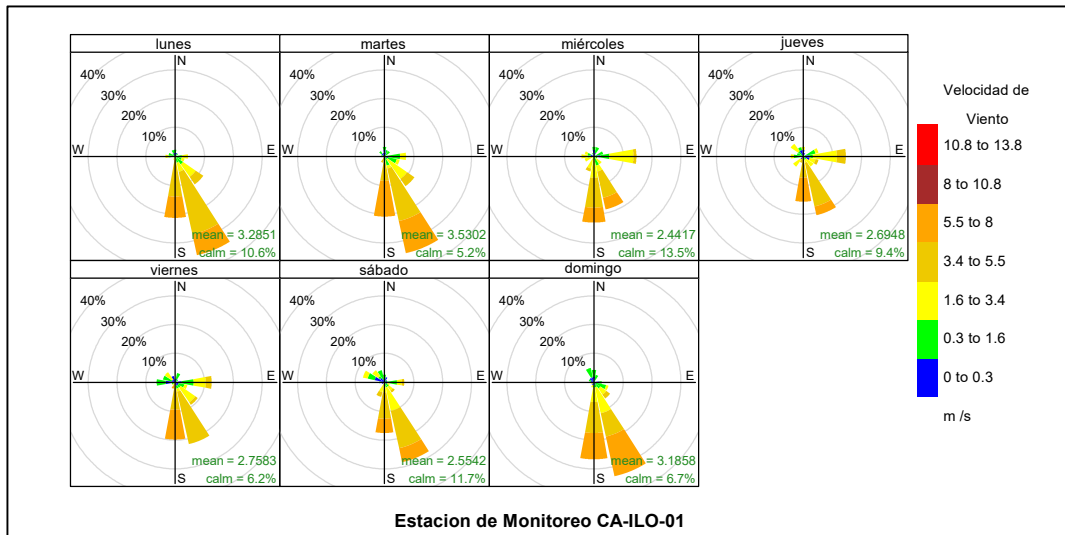
En la Figura 3.1.1 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-01, correspondiente al mes abril de 2023. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia sursureste (SSE) y sur (S). Es preciso mencionar que, en la referida dirección

se encuentran los almacenes de Ceticos Ilo (tomándose como referencia la ubicación de la estación de monitoreo CA-ILO-01).



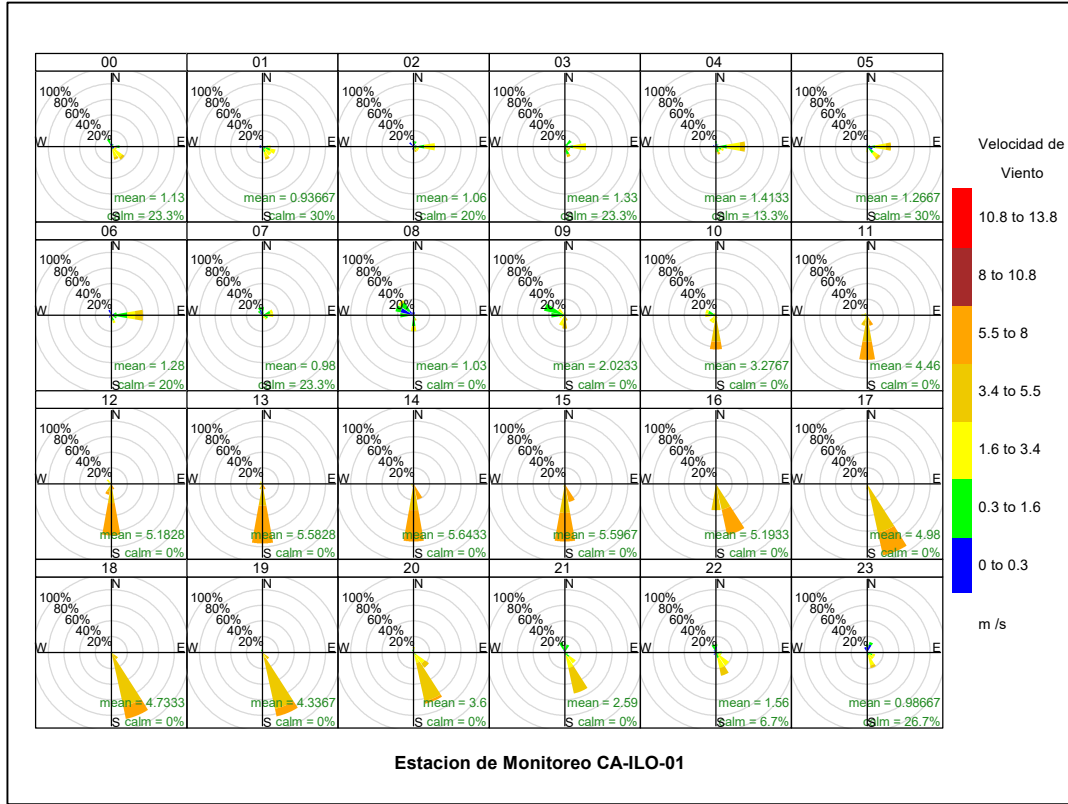
**Figura 3.1.1.** Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-01, abril de 2023

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 abril de 2023. Se observa que la predominancia sursureste (SSE) se mantiene todos los días de la semana a excepción de los miércoles.



**Figura 3.1.2.** Rosa de viento por días de la semana de la estación de monitoreo CA-ILO-01, abril de 2023

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 abril de 2023. Donde se observa, un incremento en la presencia de vientos bastante marcada durante el día, desde las 10:00 hasta las 21:00 horas aproximadamente, sobre todo de los vientos que vienen del sur (S) y sursureste (SSE). Por el contrario, durante la noche se observa un estado de calma respecto a los vientos durante el día.



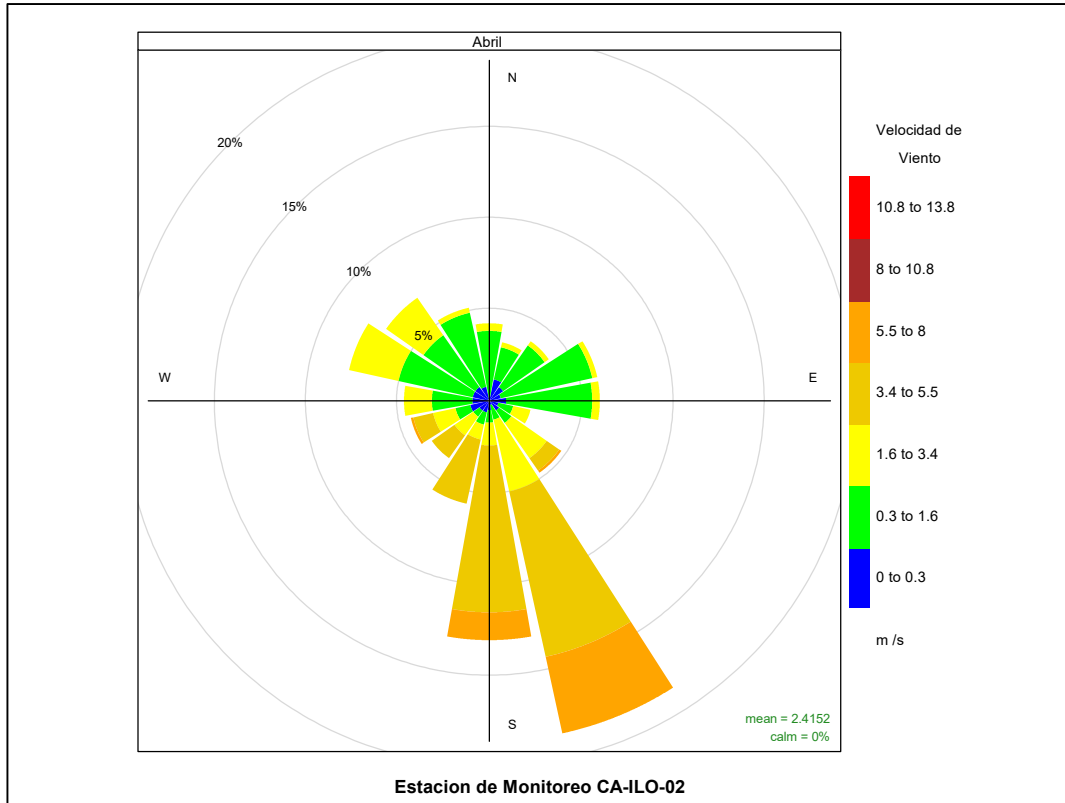
**Figura 3.1.3.** Rosa de viento horaria de la estación de monitoreo CA-ILO-01, abril de 2023

En la Tabla 3.2 se presentan los parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-02, durante el mes de abril de 2023. Se observa que la presión atmosférica varió entre una mínima de 1000,3 hPa y una máxima de 1010,7 hPa, no se registraron precipitaciones en el mes. La temperatura promedio fue de 23,1 °C, alcanzando una mínima de 18,6°C y una máxima de 30,0 °C, la humedad relativa varió entre 58,0 y 87,5% y la velocidad del viento osciló entre 0,1 y 7,1 m/s. El parámetro de radiación solar reporta una irradiancia máxima de 925,2 W/m<sup>2</sup> durante el mes de abril. 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, abril de 2023.

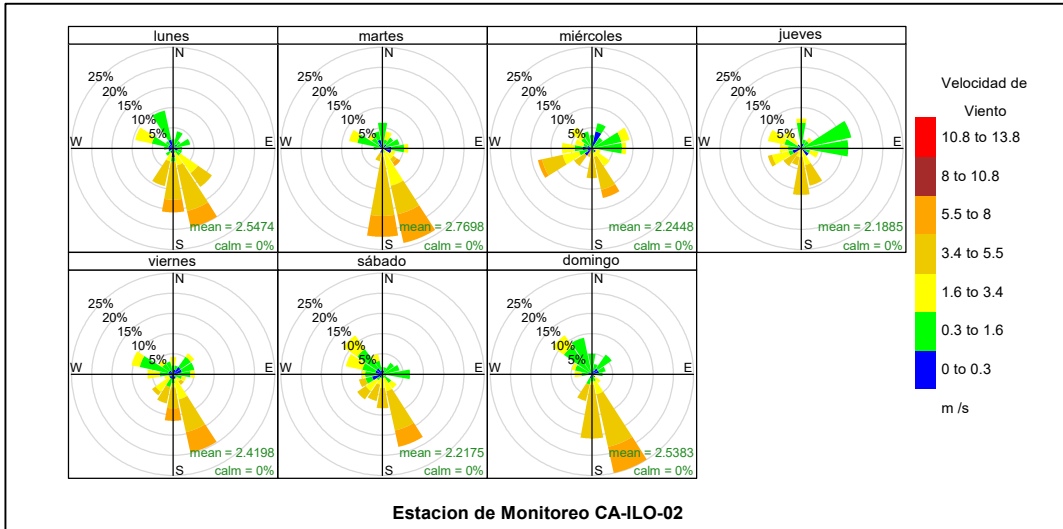
Valores	Presión atmosférica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación solar (W/m <sup>2</sup> )
Mínimo	1000,3	0,0	18,6	58,0	0,1	0,0
Máximo	1010,7	0,0	30,0	87,5	7,1	925,2
Promedio	1006,2	0,0	23,1	74,8	2,4	--

En la Figura 3.1.4 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-02 correspondiente al mes de abril de 2023. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia sursureste (SSE).



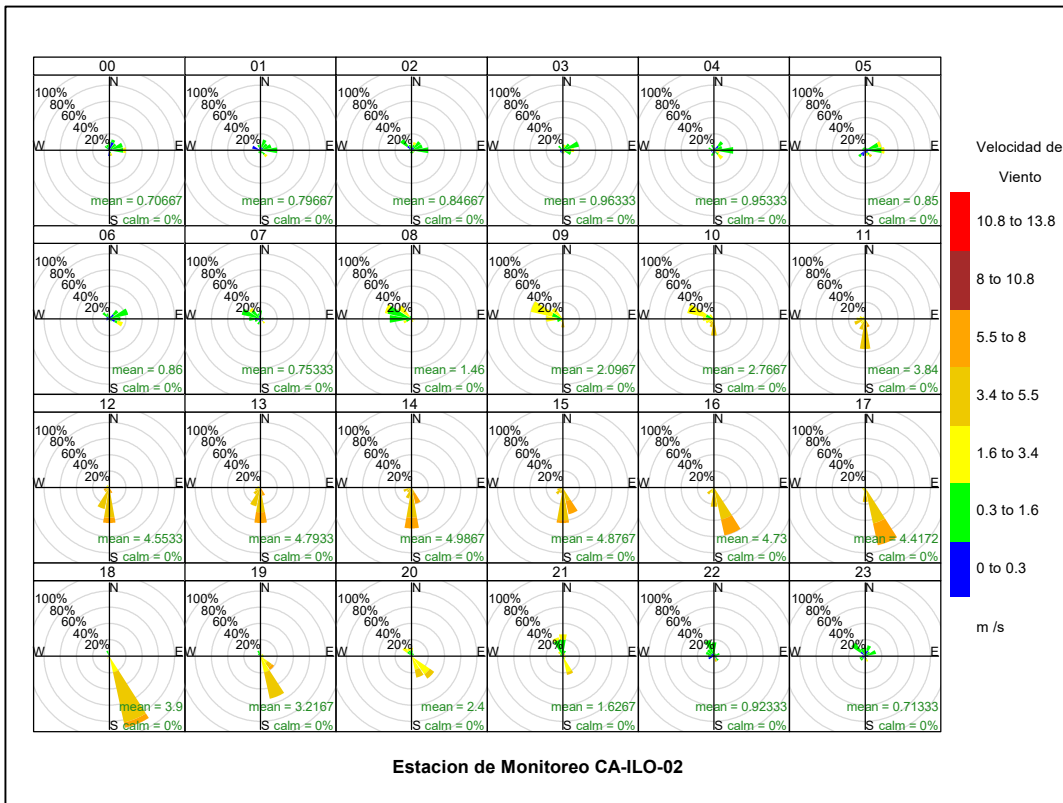
**Figura 3.1.4.** Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-02, abril de 2023

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 abril de 2023. Donde se observa una predominancia sursureste (SSE) todos los días de la semana a excepción de los miércoles y jueves.



**Figura 3.1.5.** Rosa de viento por días de la semana de la estación de monitoreo CA-ILO-02, abril de 2023

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 abril de 2023. Donde se observa un incremento en la presencia de vientos bien marcada durante el día, iniciando el incremento desde las 11:00 hasta las 19:00 horas aproximadamente, con vientos provenientes desde el sur (S) y sursureste (SSE). Durante la noche se aprecia una especie de calma relativa al comportamiento durante el día.



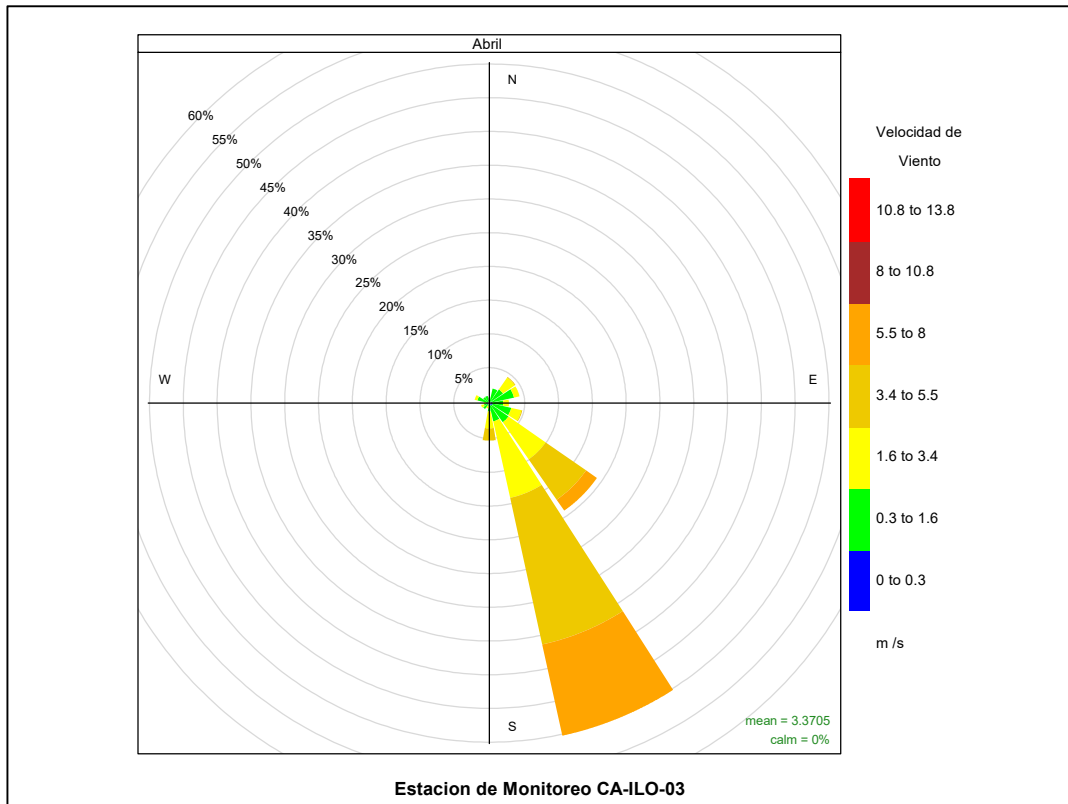
**Figura 3.1.6.** Rosa de viento horaria de la estación de monitoreo CA-ILO-02, abril de 2023

En la Tabla 3.3 se presentan los parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-03, durante el mes de abril de 2023. Se observa que la presión atmosférica varió entre una mínima de 981,3 hPa y una máxima de 991,3 hPa, no se registraron precipitaciones en el mes. La temperatura promedio fue 22,1°C, alcanzando una mínima de 18,0 °C y una máxima de 28,1 °C, la humedad relativa varió entre 57,2 y 89,7 % y la velocidad del viento osciló entre 0,1 y 8,0 m/s. El parámetro de radiación solar reporta un máximo de 951,8 W/m<sup>2</sup> durante el mes de abril. 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, abril de 2023

Valores	Presión atmosférica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación solar (W/m <sup>2</sup> )
Mínimo	981,3	0,0	18,0	57,2	0,1	0,0
Máximo	991,3	0,0	28,1	89,7	8,0	951,8
Promedio	987,0	0,0	22,1	74,1	3,4	--

En la Figura 3.1.7 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-03, correspondiente al mes de abril de 2023. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia sursureste (SSE). 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, abril de 2023

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 abril de 2023. Donde se observa una predominancia sur sureste (SSE) de lunes a domingo.

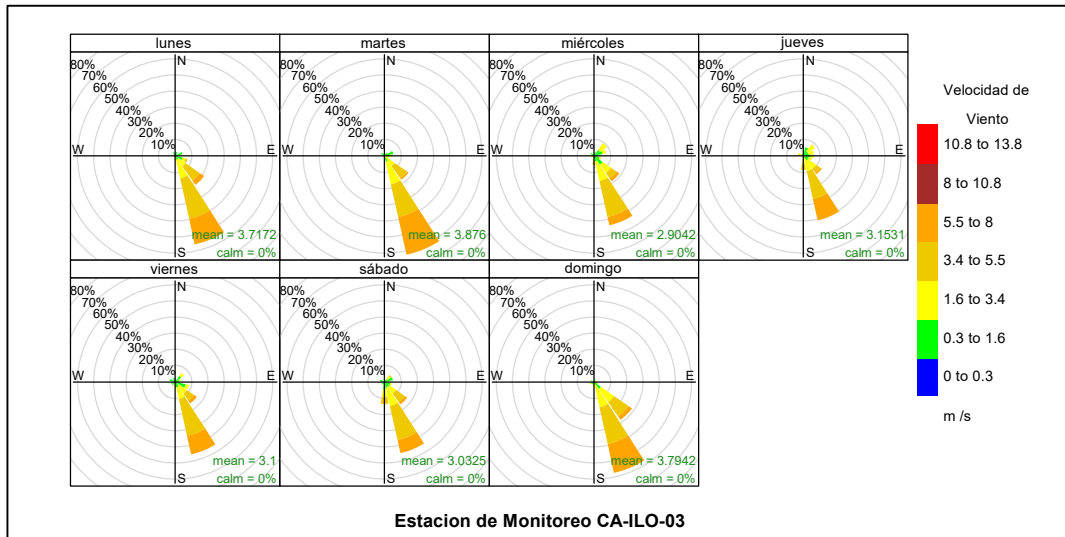


Figura 3.1.8. Rosa de viento por días de la semana de la estación de monitoreo CA-ILO-03, abril de 2023

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 abril de 2023. Donde se observa un incremento en la presencia de vientos bien marcada durante el día, iniciando el incremento a las 9:00 hasta las 21:00 horas aproximadamente, con vientos provenientes del sursureste (SSE). Durante la noche se aprecia una especie de calma relativa al comportamiento durante el día.

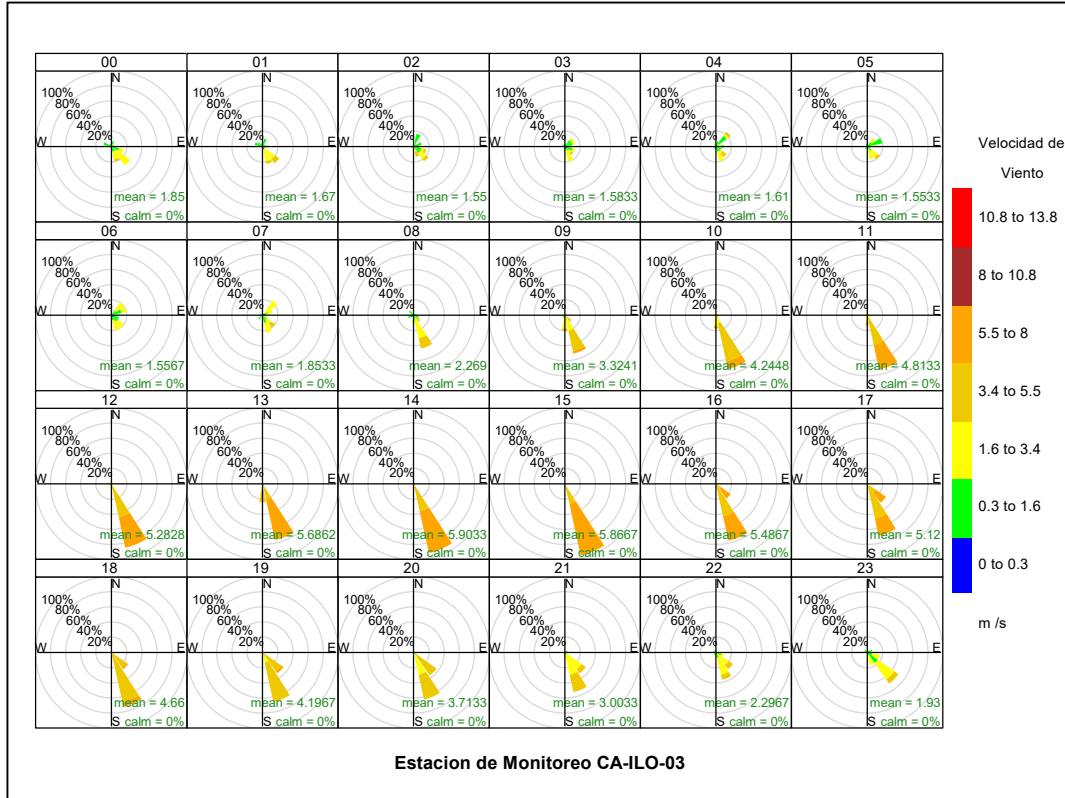
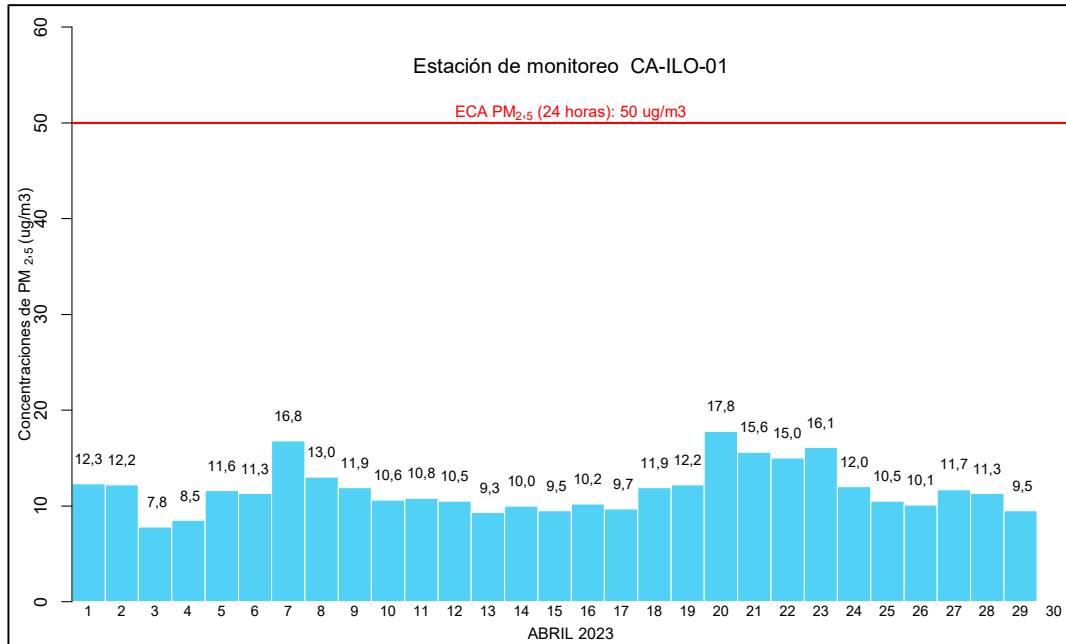


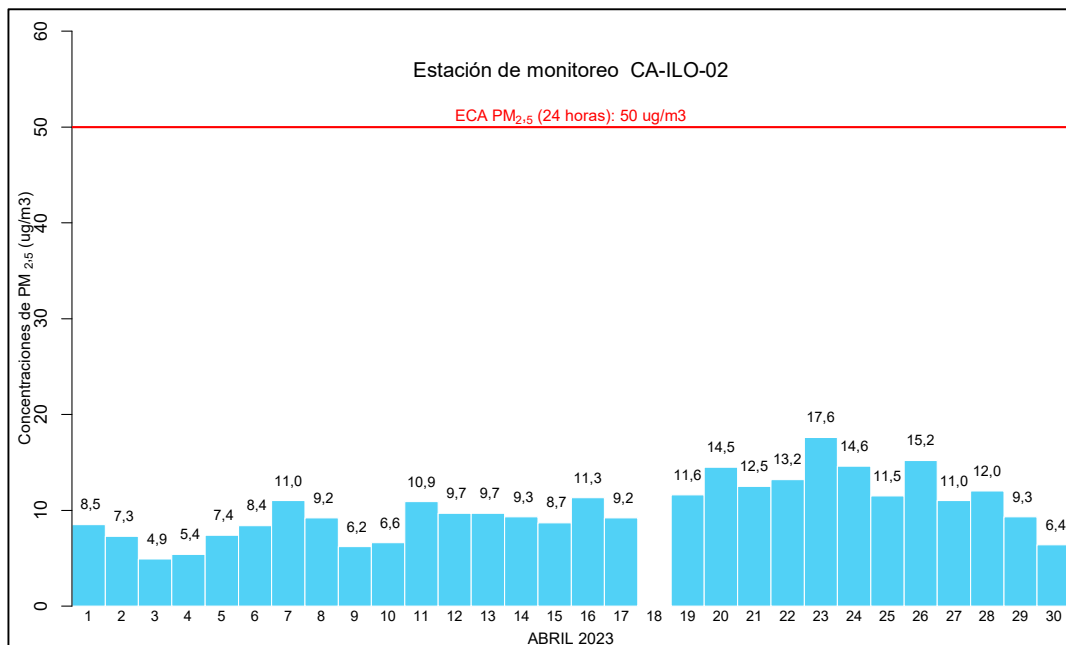
Figura 3.1.9. Rosa de viento horaria de la estación de monitoreo CA-ILO-03, abril de 2023

### 3.2 Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM<sub>2,5</sub>)

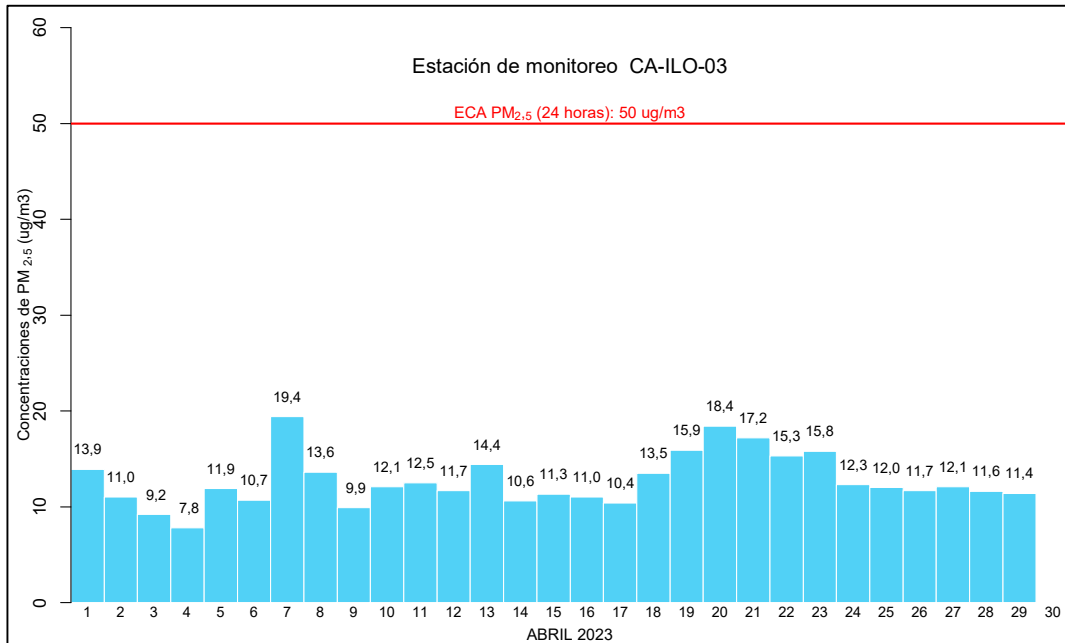
En las Figuras 3.2.1, 3.2.2 y 3.2.3 se presentan las concentraciones de 24 horas de PM<sub>2,5</sub> de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de abril de 2023. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de PM<sub>2,5</sub> (50 µg/m<sup>3</sup> en 24 horas).



**Figura 3.2.1.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>2,5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, abril de 2023



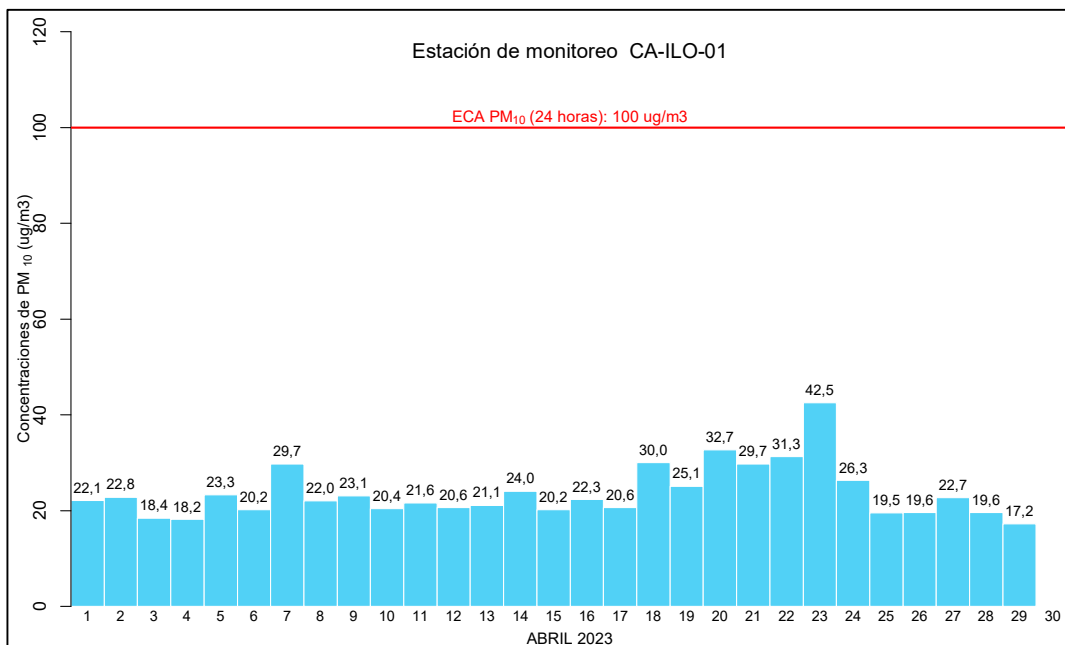
**Figura 3.2.2.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>2,5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, abril de 2023



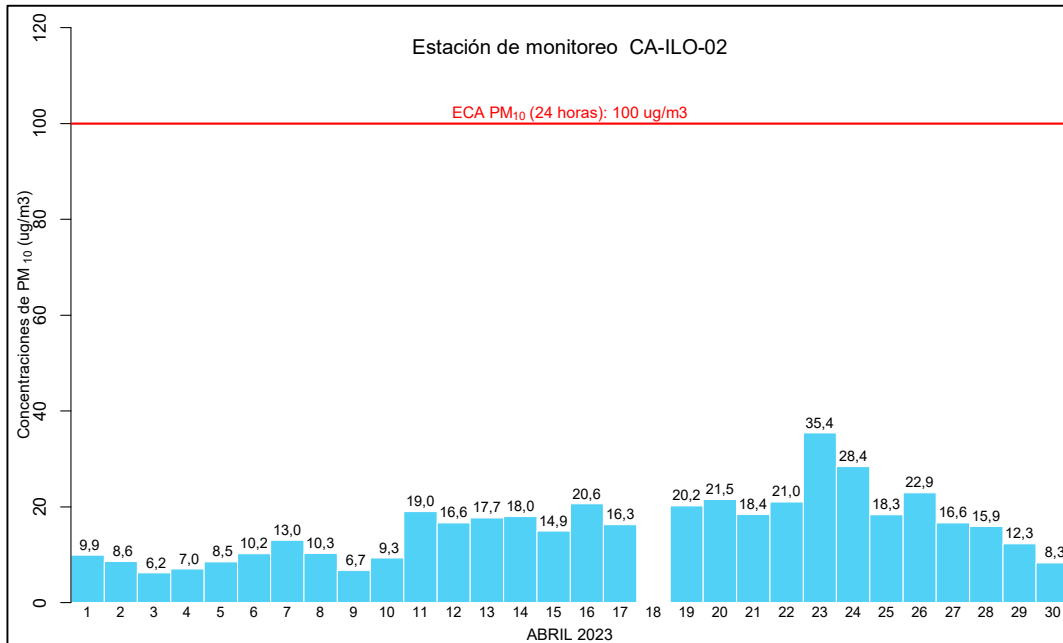
**Figura 3.2.3.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>2,5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en abril de 2023

### 3.3 Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>)

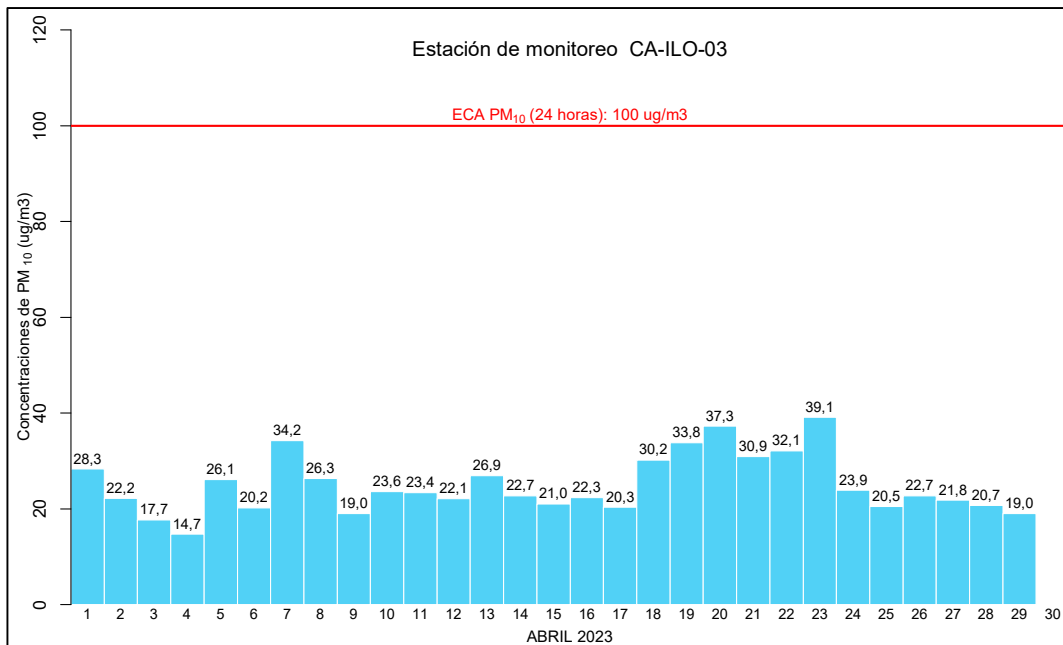
En las Figuras 3.3.1, 3.3.2 y 3.3.3 se presentan las concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub> de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de abril de 2023. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de PM<sub>10</sub> (100 µg/m<sup>3</sup> en 24 horas).



**Figura 3.3.1.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, abril de 2023



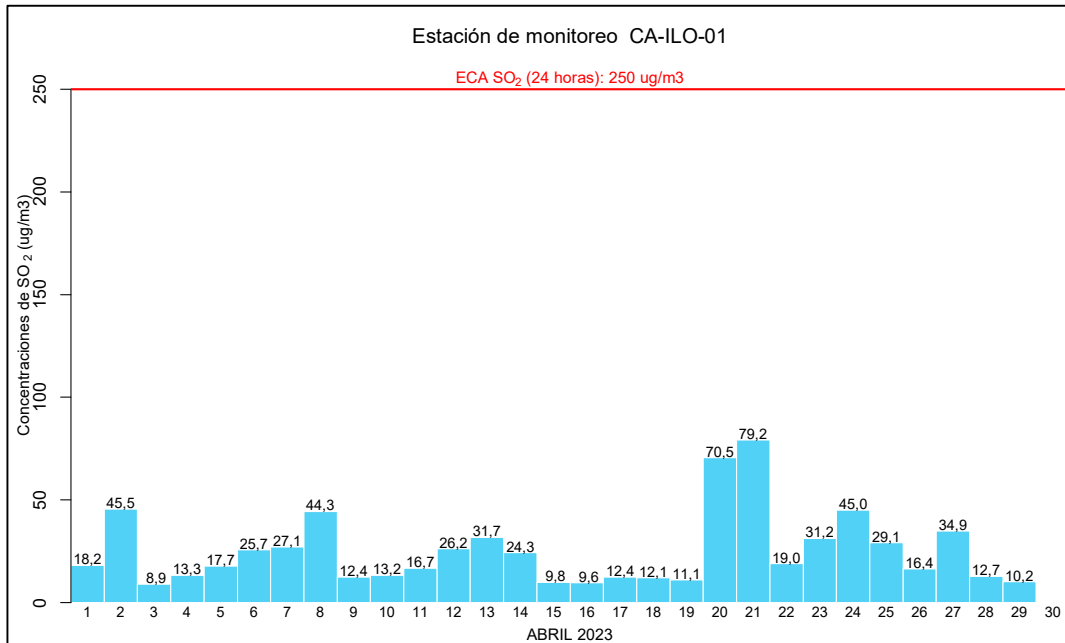
**Figura 3.3.2.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, abril de 2023



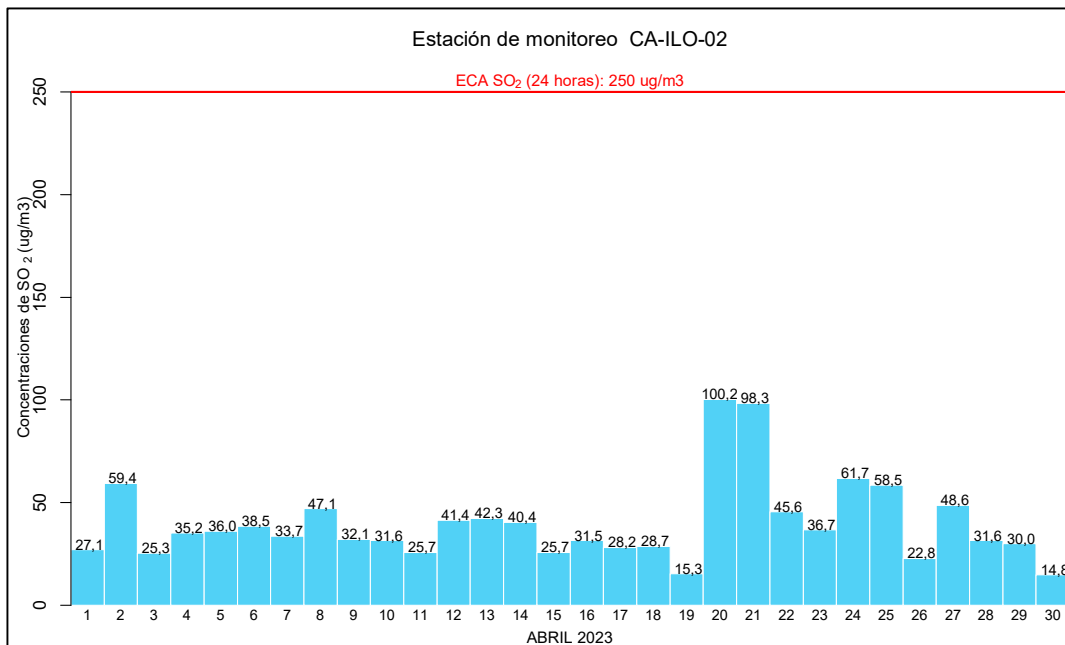
**Figura 3.3.3.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, abril de 2023

### 3.4 Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

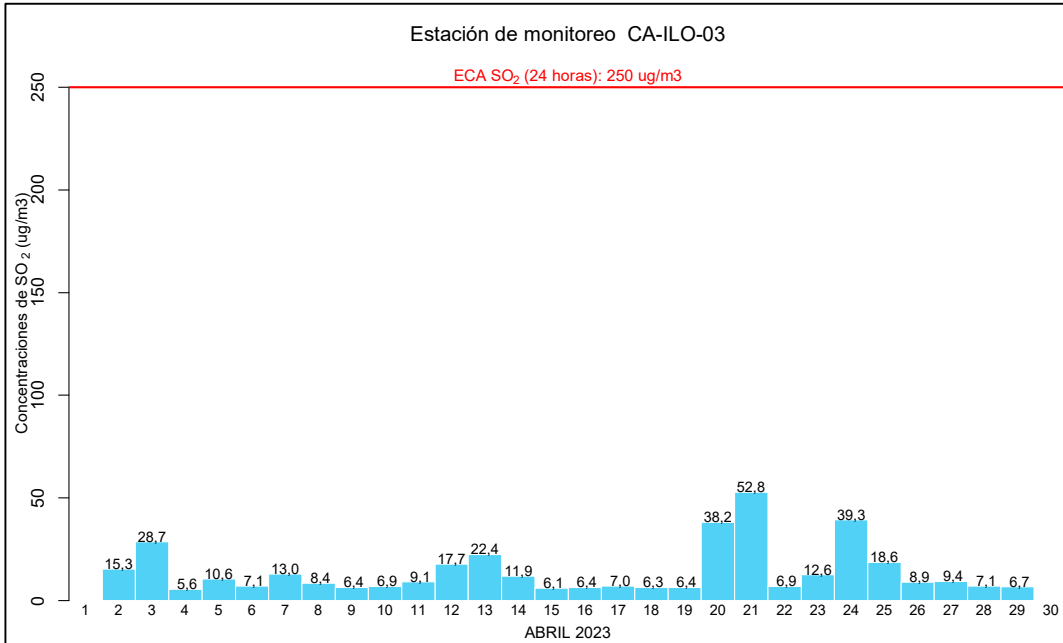
En las Figuras 3.4.1, 3.4.2 y 3.4.3 se presentan las concentraciones de 24 horas de SO<sub>2</sub> de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de abril de 2023. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para SO<sub>2</sub> (250 µg/m<sup>3</sup> en 24 horas).



**Figura 3.4.1.** Concentraciones de 24 horas de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, abril de 2023



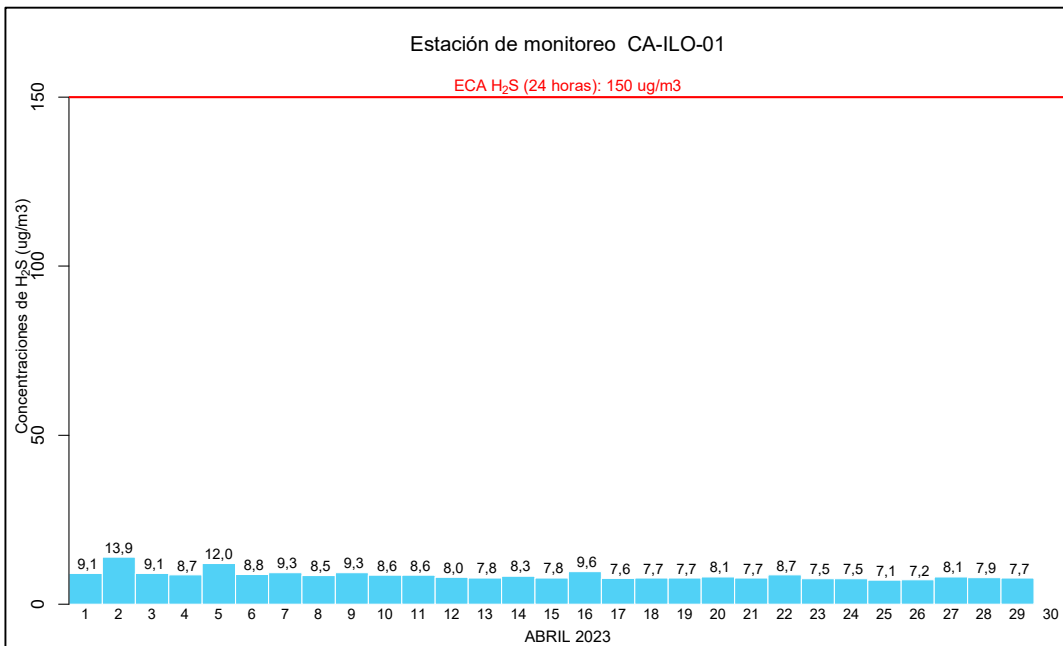
**Figura 3.4.2.** Concentraciones de 24 horas de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, abril de 2023



**Figura 3.4.3.** Concentraciones de 24 horas de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, abril de 2023.

### 3.5 Sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S)

En las Figuras 3.5.1, 3.5.2 y 3.5.3 se presentan las concentraciones de 24 horas de H<sub>2</sub>S de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de abril de 2023. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de H<sub>2</sub>S (150 µg/m<sup>3</sup> en 24 horas).



**Figura 3.5.1.** Concentraciones de 24 horas de H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, abril de 2023

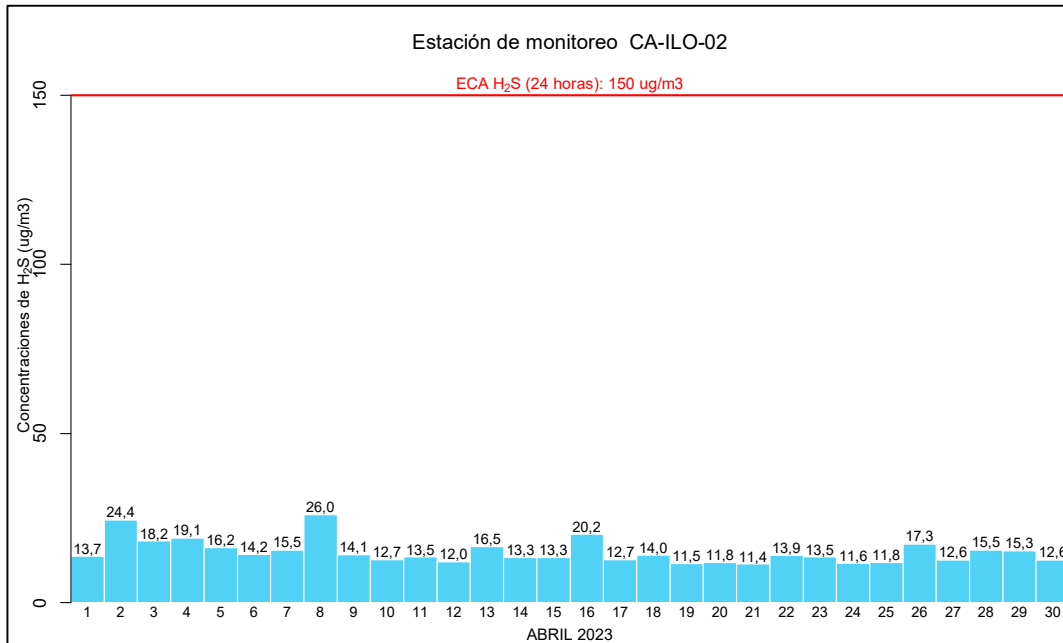


Figura 3.5.2. Concentraciones de 24 horas de H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, abril de 2023

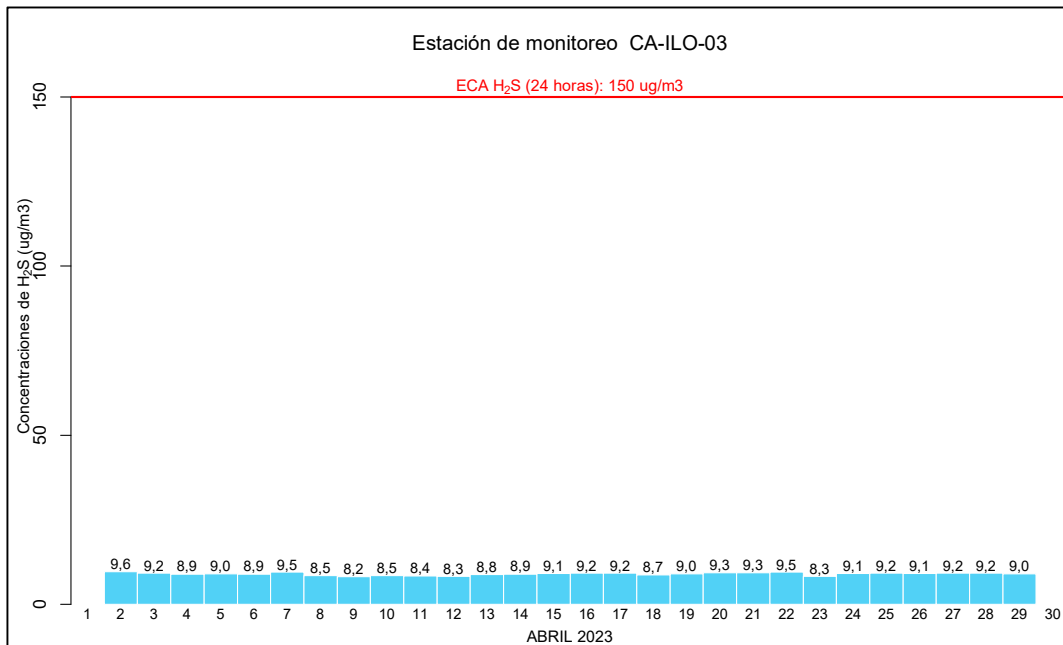
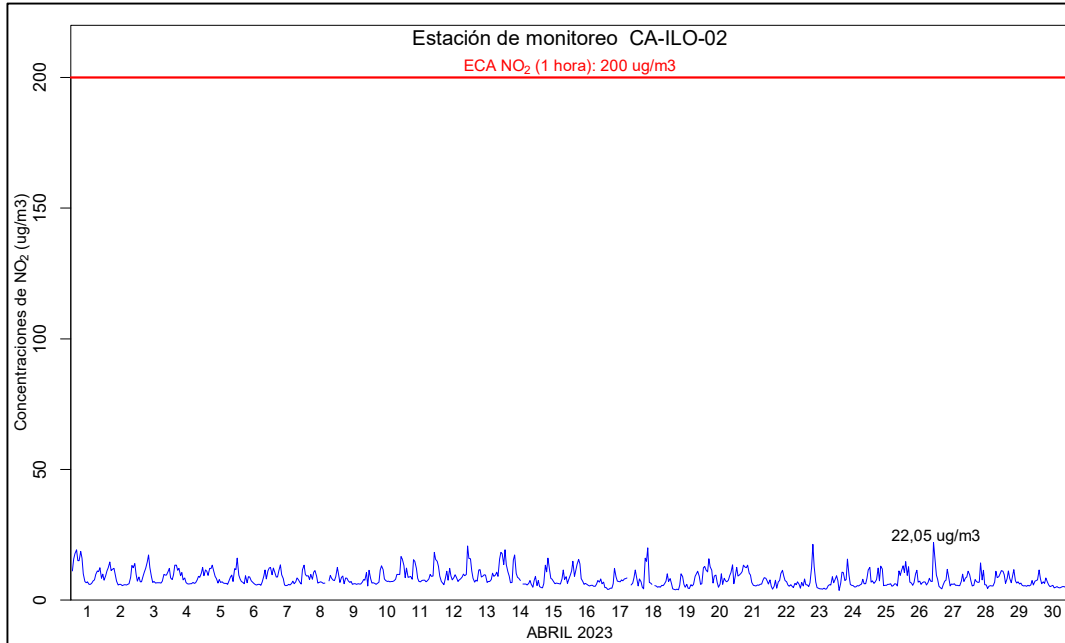


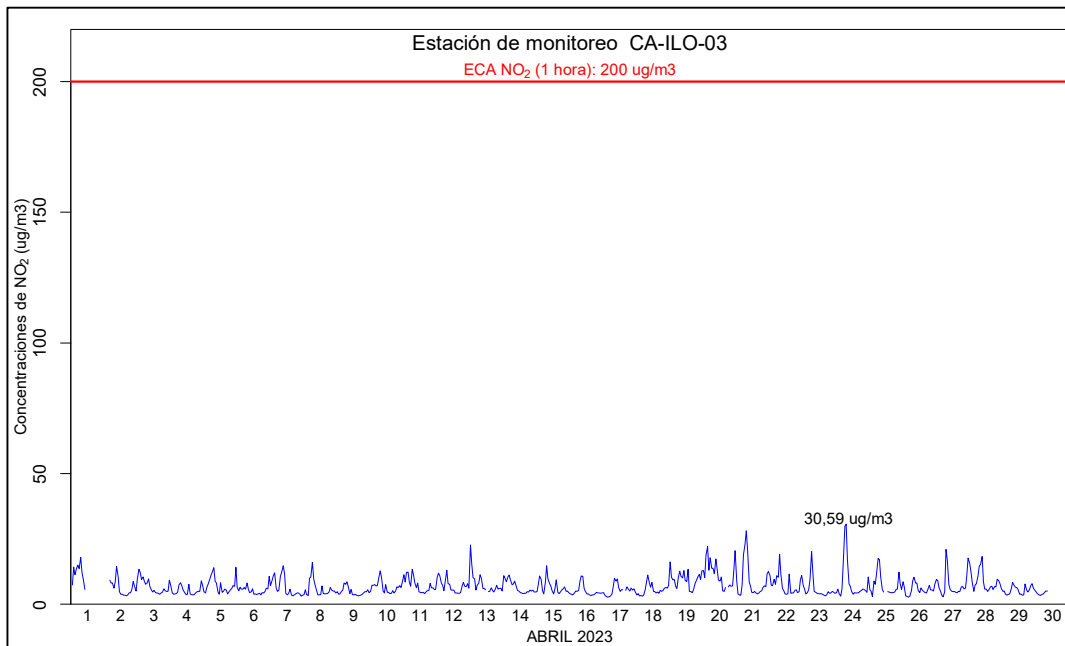
Figura 3.5.3. Concentraciones de 24 horas de H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, abril de 2023.

### 3.6 Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

En las Figuras 3.6.1 y 3.6.2 se presentan las concentraciones horarias de NO<sub>2</sub> de las estaciones de monitoreo CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de abril de 2023. Además, se observa que todas las concentraciones horarias no excedieron el ECA para NO<sub>2</sub> (200 µg/m<sup>3</sup> en 1 hora).



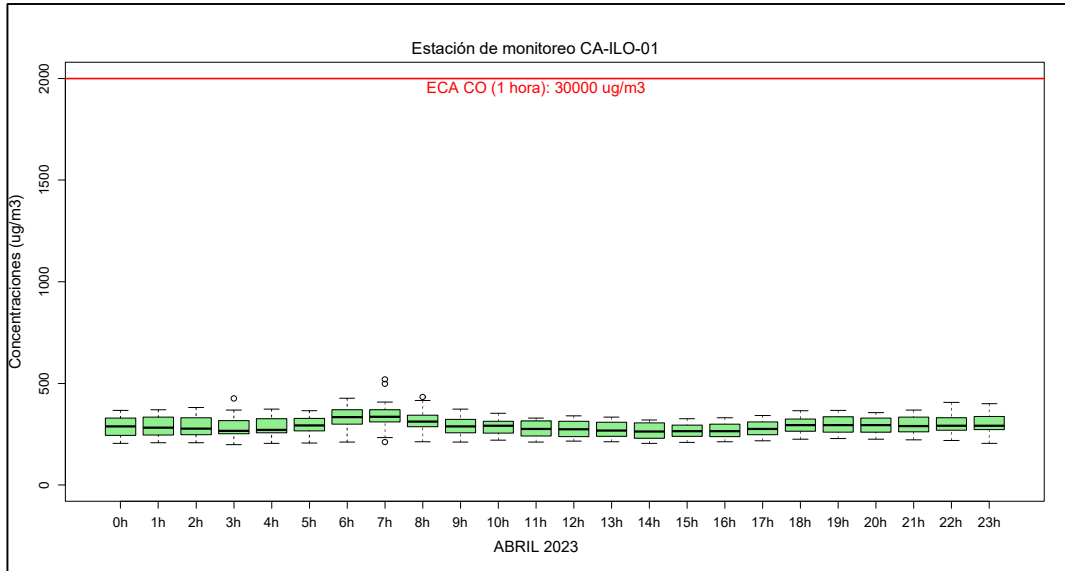
**Figura 3.6.1.** Concentraciones de horarias de NO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, abril de 2023.



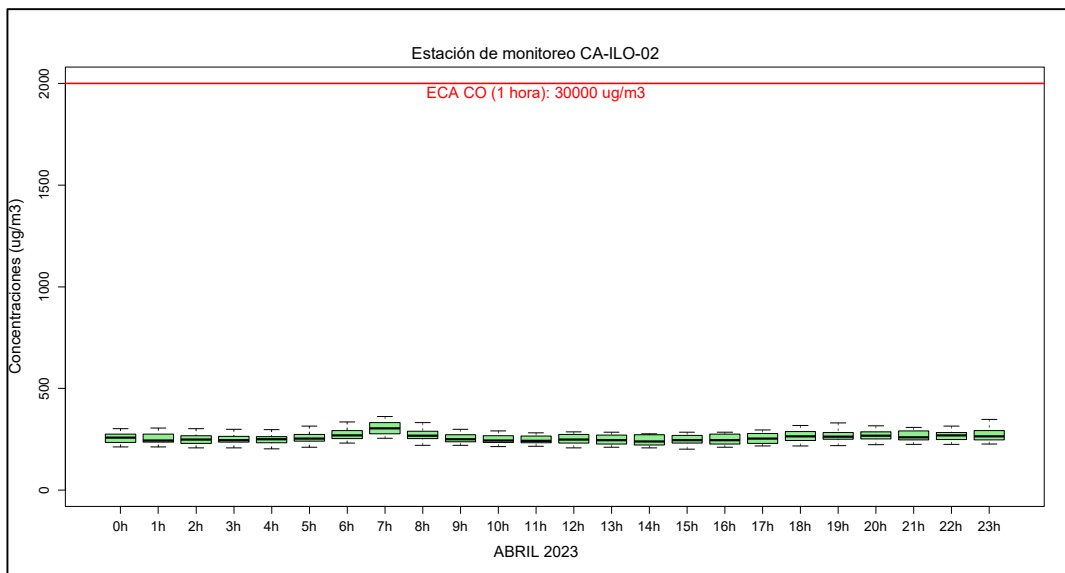
**Figura 3.6.2.** Concentraciones de horarias de NO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, abril de 2023.

### 3.7 Monóxido de carbono (CO)

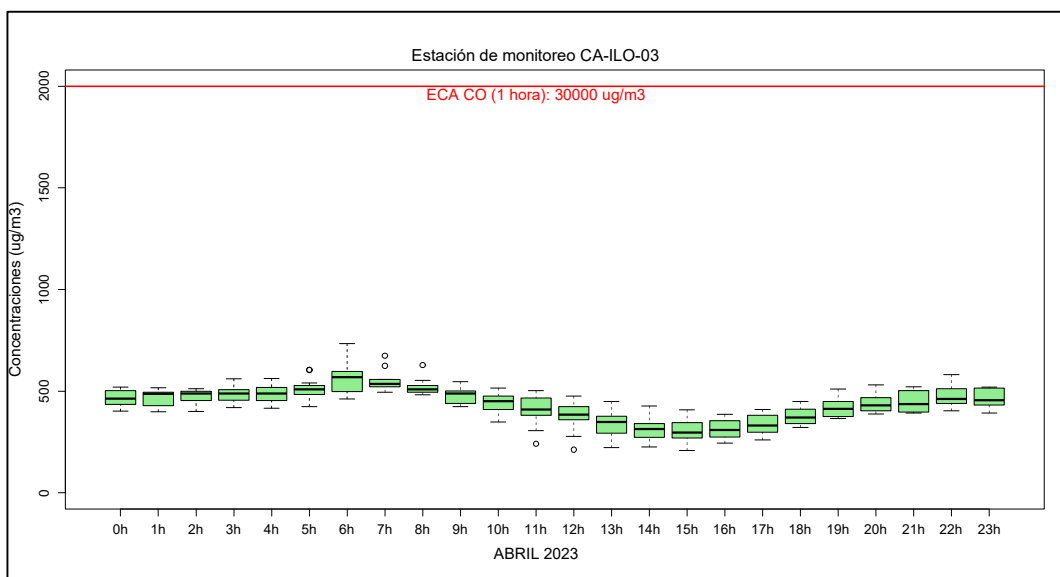
En las Figuras 3.7.1, 3.7.2 y 3.7.3 se presenta el diagrama de cajas por hora de las concentraciones horarias de CO correspondiente a las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de abril de 2023. Además, se observa que todas las concentraciones horarias no excedieron el ECA 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, abril de 2023

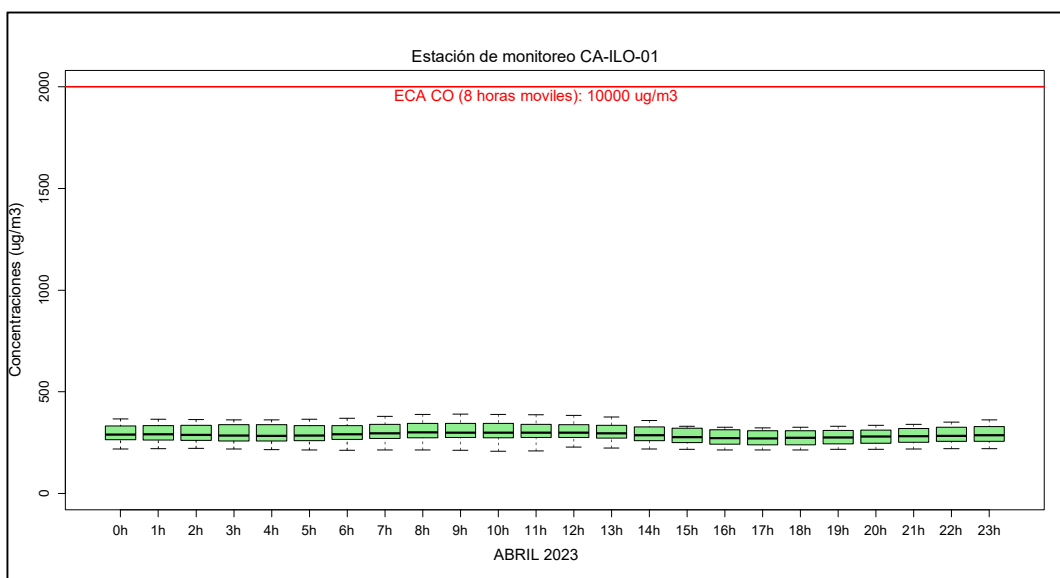


**Figura 3.7.2.** Concentraciones horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, abril de 2023

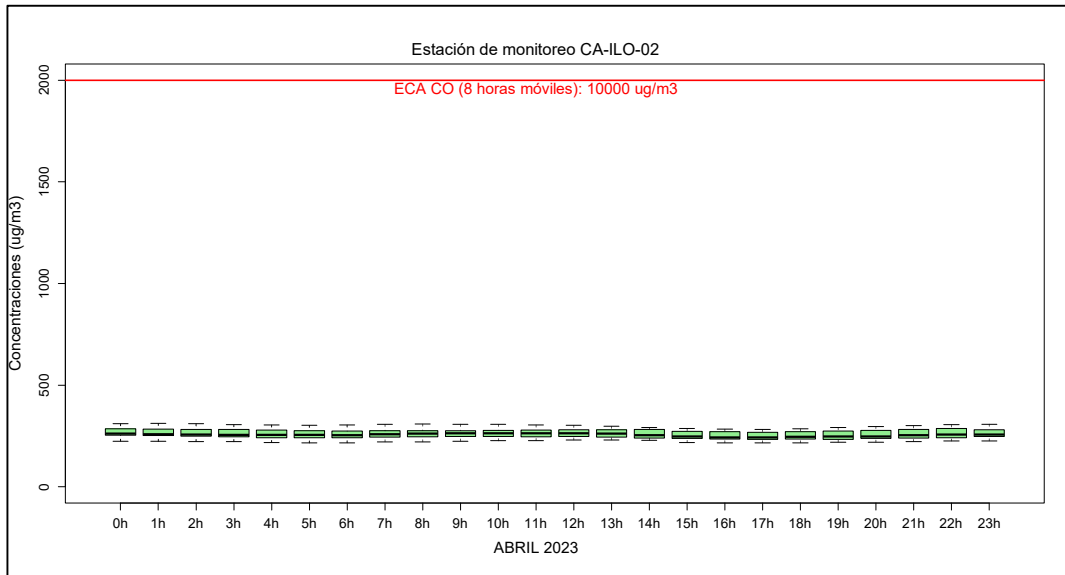


**Figura 3.7.3.** Concentraciones horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, abril de 2023

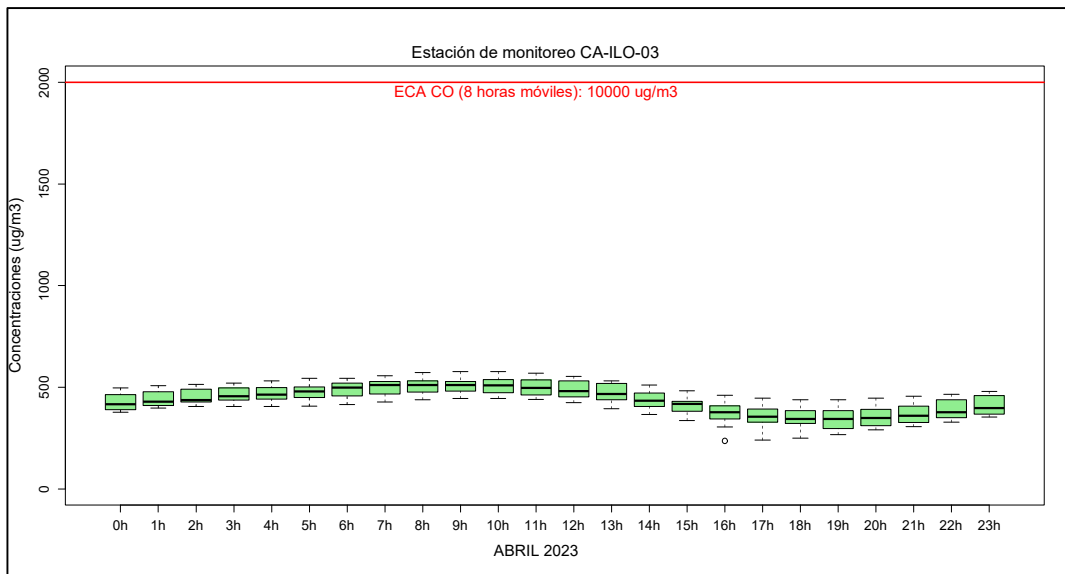
En las Figuras 3.7.4, 3.7.5 y 3.7.6 se presenta el diagrama de cajas por hora de las concentraciones móviles de 8 horas de CO, correspondiente a las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de abril de 2023. Además, se observa que todas las concentraciones de promedio móvil de 8 horas no excedieron el ECA para CO (10000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  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, abril de 2023



**Figura 3.7.5.** Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, abril de 2023



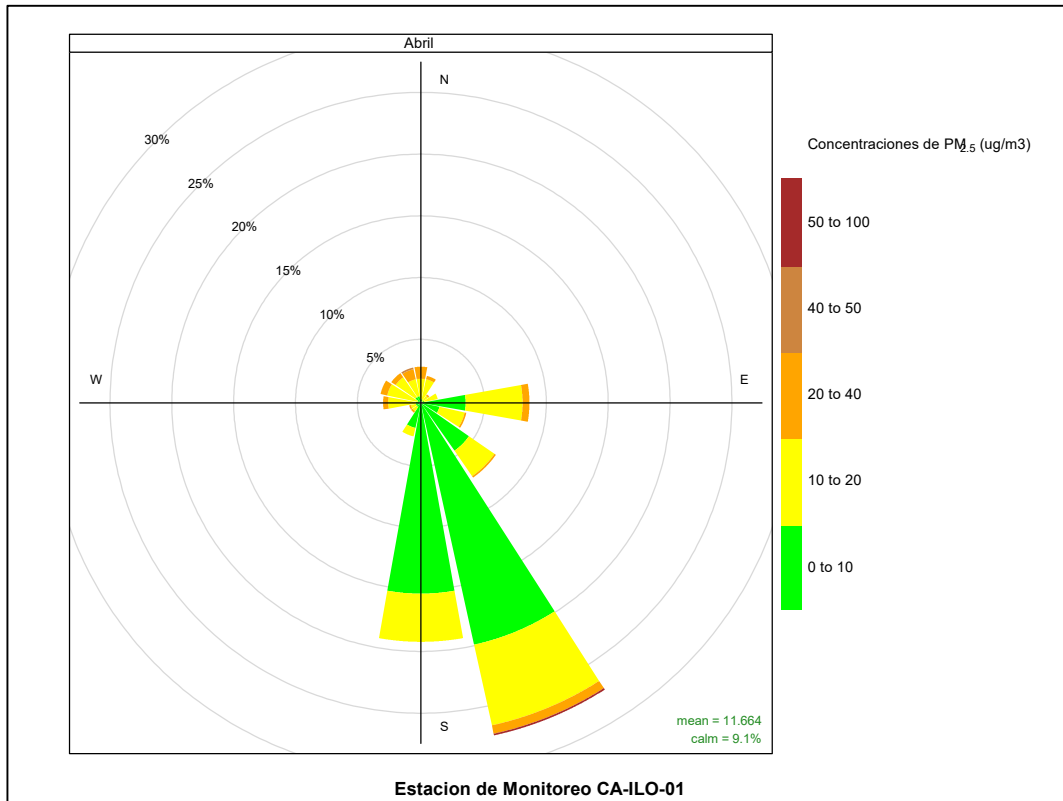
**Figura 3.7.6.** Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, abril de 2023

### 3.8 Rosas de concentraciones

#### 3.8.1 Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM<sub>2,5</sub>)

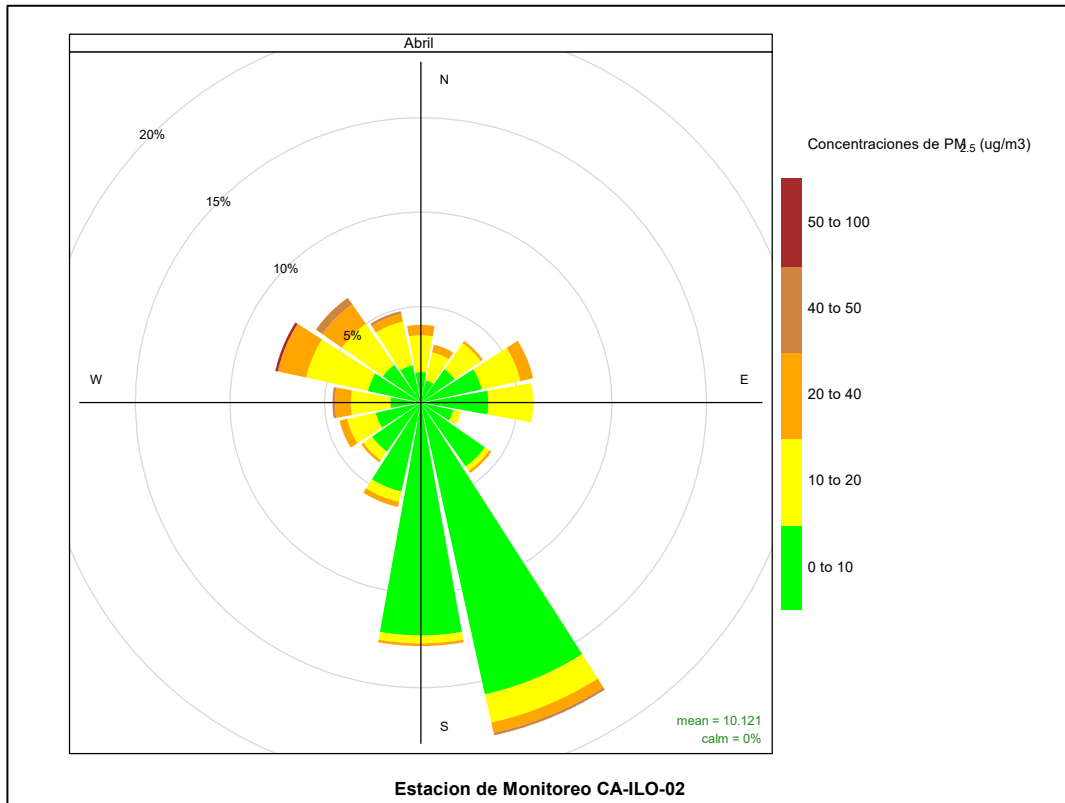
En las Figuras 3.8.1, 3.8.2 y 3.8.3 se presentan las rosas de concentraciones de PM<sub>2,5</sub> de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de abril de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que el 20 % de los vientos que vienen de la dirección predominante sursureste (SSE) corresponden a un rango de 0 a 10 µg/m<sup>3</sup> de concentración de PM<sub>2,5</sub>.



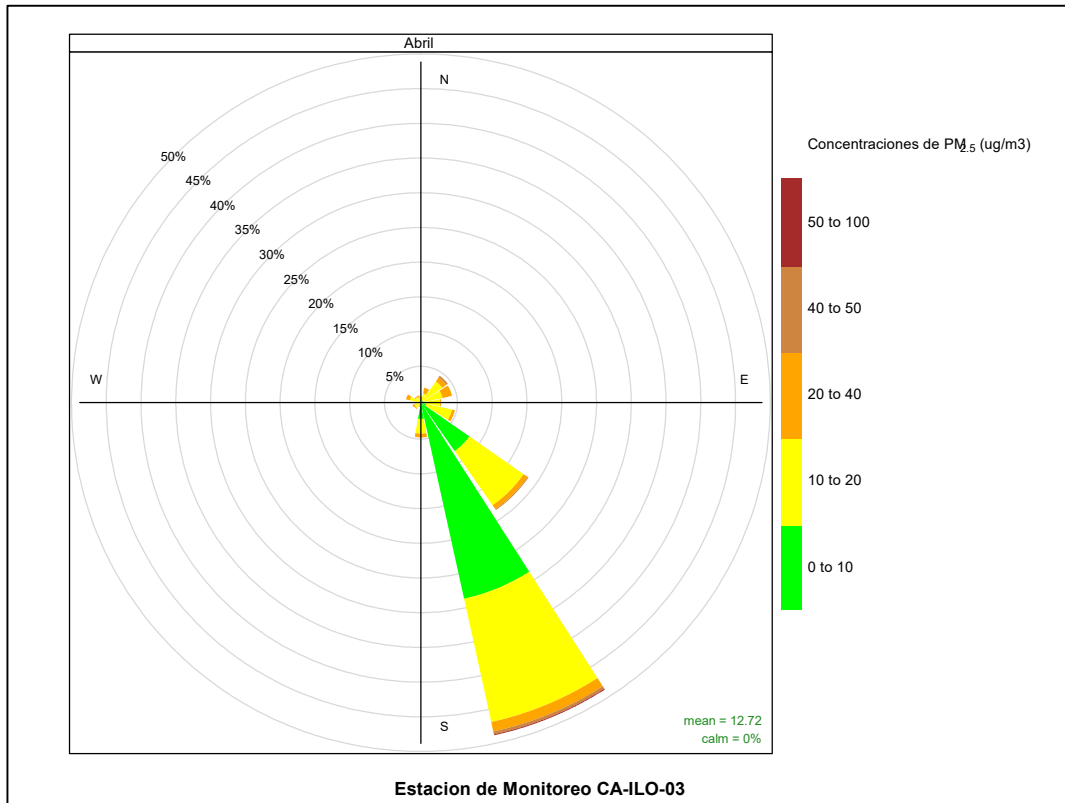
**Figura 3.8.1.** Rosa de concentración del PM<sub>2,5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, abril del 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que el 15,7 % de los vientos que vienen de la dirección predominante sursureste (SSE) corresponden a un rango de 0 a 10 µg/m<sup>3</sup> de concentración de PM<sub>2,5</sub>.



**Figura 3.8.2.** Rosa de concentración del  $PM_{2.5}$  en la estación de monitoreo CA-ILO-02, abril del 2023

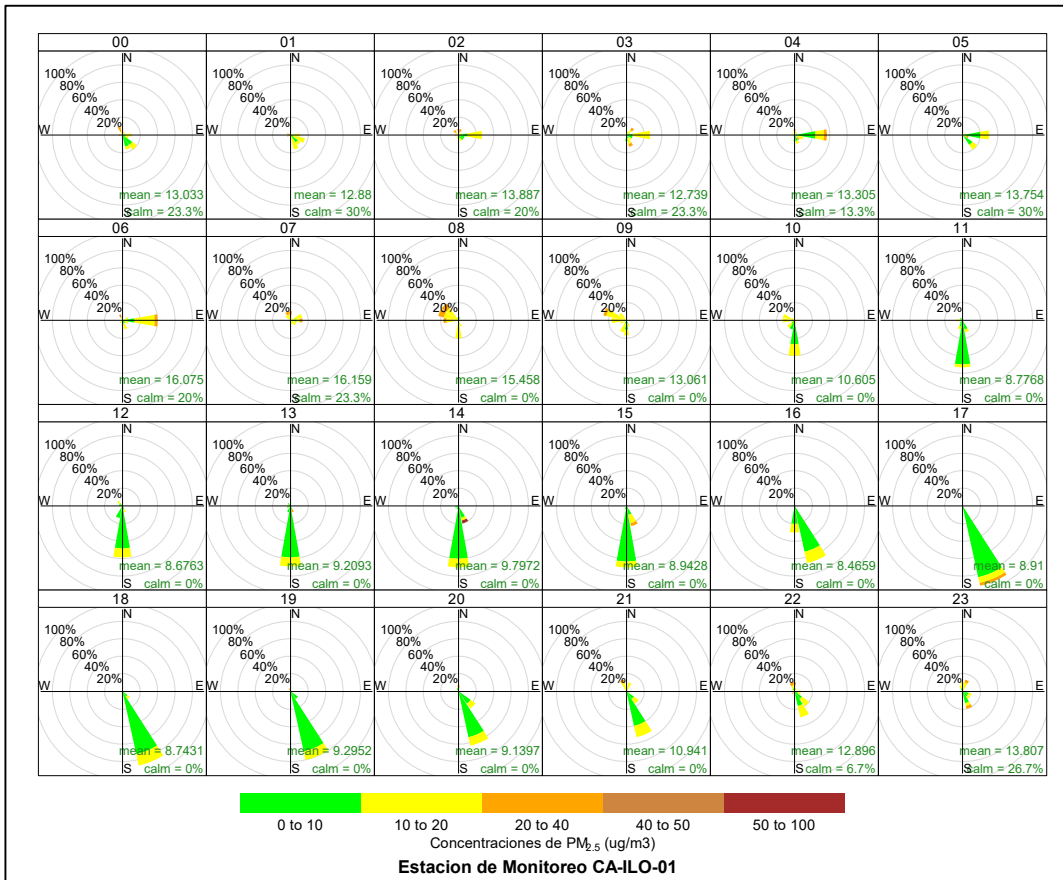
Y en la estación CA-ILO-03, se observa que el 29 % de los vientos que vienen de la dirección predominante sursureste (SSE) corresponden a un rango de 0 a  $10 \mu g/m^3$  de concentración de  $PM_{2.5}$ .



**Figura 3.8.3.** Rosa de concentración del  $PM_{2.5}$  en la estación de monitoreo CA-ILO-03, abril de 2023

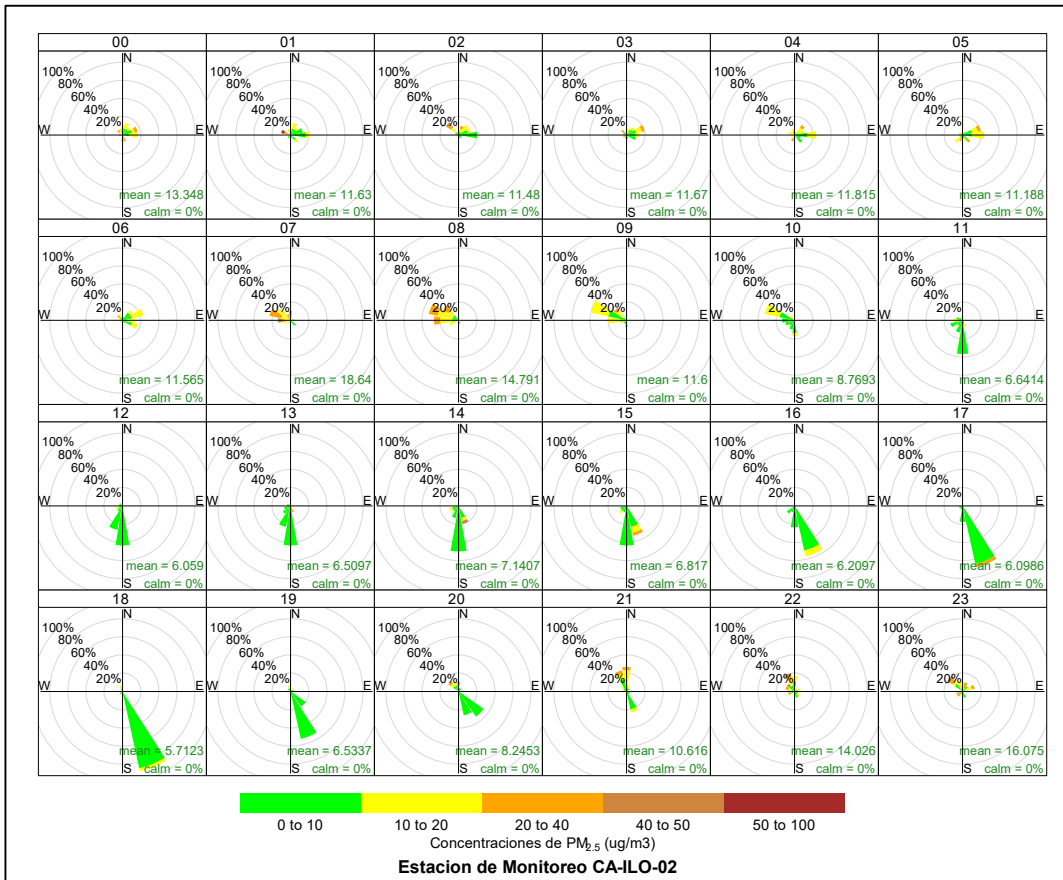
En las Figuras 3.8.4, 3.8.5 y 3.8.6 se presentan las rosas de concentraciones horarias de  $PM_{2.5}$  de las estaciones de monitoreo CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de abril de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que a las 17:00 horas hay presencia de vientos provenientes del sursureste (SSE) con un rango de concentración de 0 a 40  $\mu g/m^3$ .



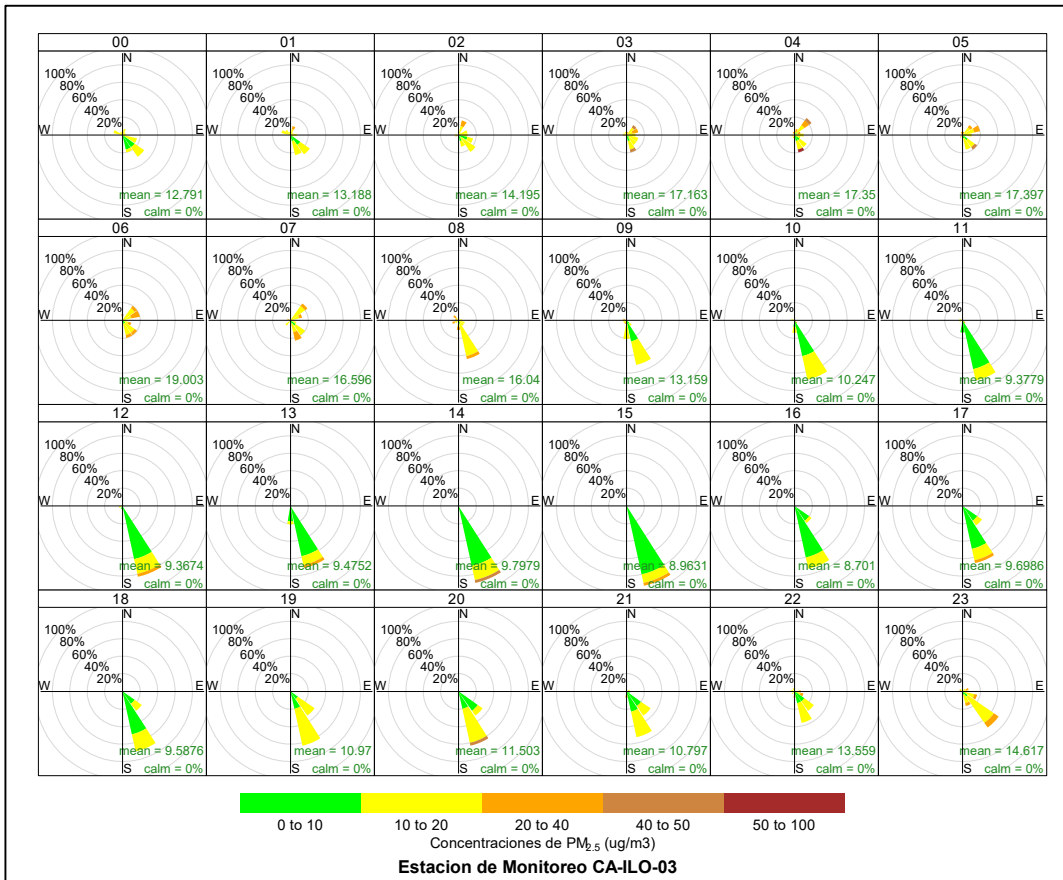
**Figura 3.8.4.** Rosa de concentración horaria del PM<sub>2.5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, abril de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que las mayores concentraciones coinciden, en gran medida, con los vientos en horario nocturno. Desde las 21:00 hasta las 8:00 horas aproximadamente, cabe mencionar que los vientos en ese horario son normalmente oeste (W), noroeste (NW) y nornoroeste (NNW).



**Figura 3.8.5.** Rosa de concentración horaria del PM<sub>2.5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, abril de 2023

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que en la dirección donde hay mayor predominancia de vientos desde el sursureste (SSE), las concentraciones se encuentran mayormente en un rango de 0 a 20 µg/m<sup>3</sup>.

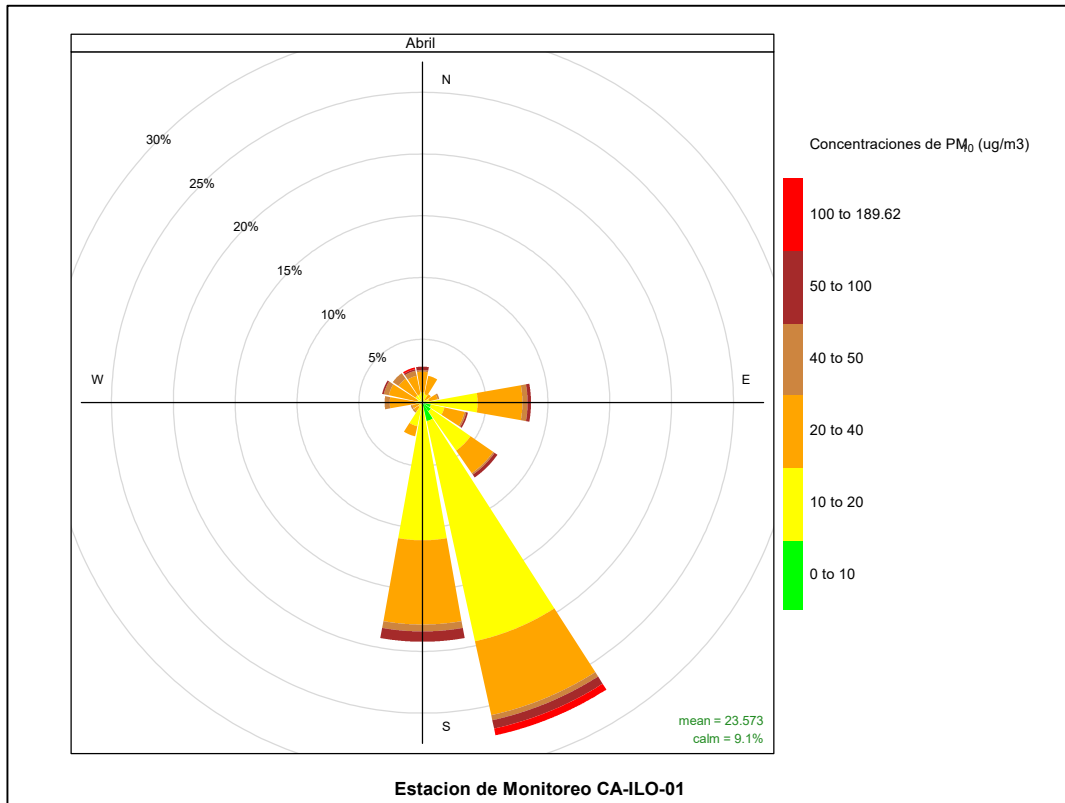


**Figura 3.8.6.** Rosa de concentración horaria del PM<sub>2,5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, abril de 2023

### 3.8.2 Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>)

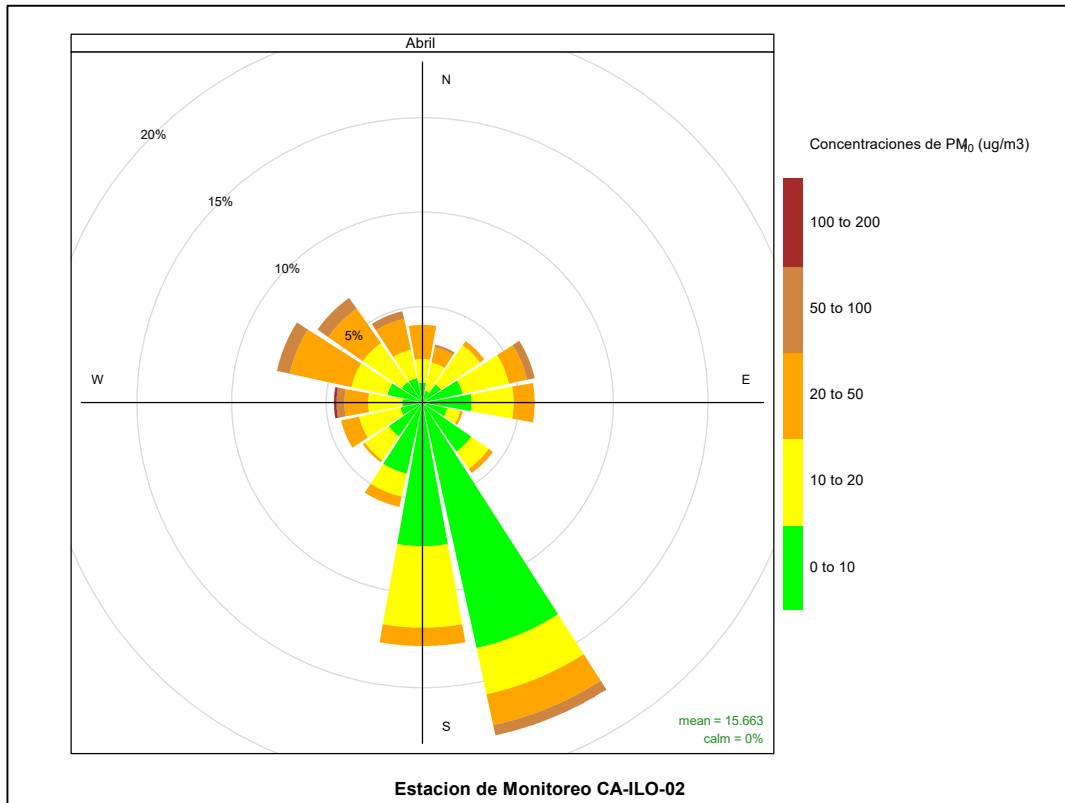
En las Figuras 3.8.7, 3.8.8 y 3.8.9 se presentan las rosas de concentraciones de PM<sub>10</sub> de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de abril de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que, en la dirección de viento predominante, del sursureste (SSE), las concentraciones de PM<sub>10</sub> son de 0 hasta 189,62 µg/m<sup>3</sup>.



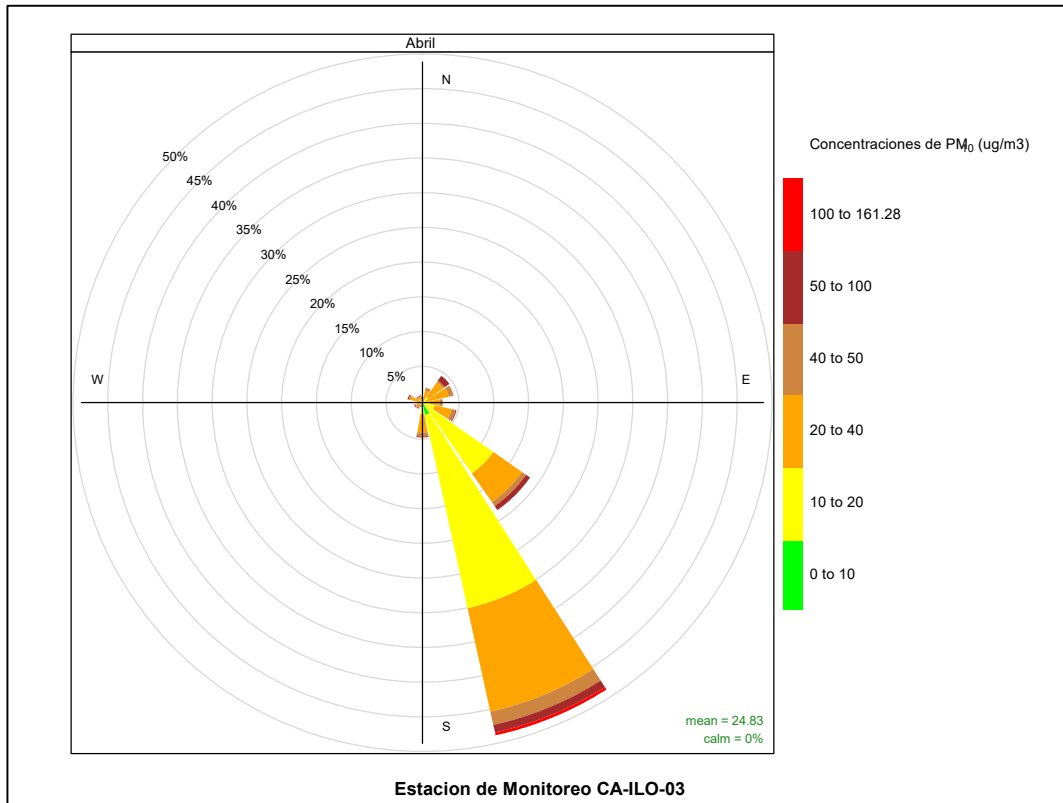
**Figura 3.8.7.** Rosa de concentración del PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, abril de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que, en la dirección de viento predominante, del sursureste (SSE), las concentraciones de PM<sub>10</sub> son de 0 hasta 100 µg/m<sup>3</sup>.



**Figura 3.8.8.** Rosa de concentración del PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, abril de 2023

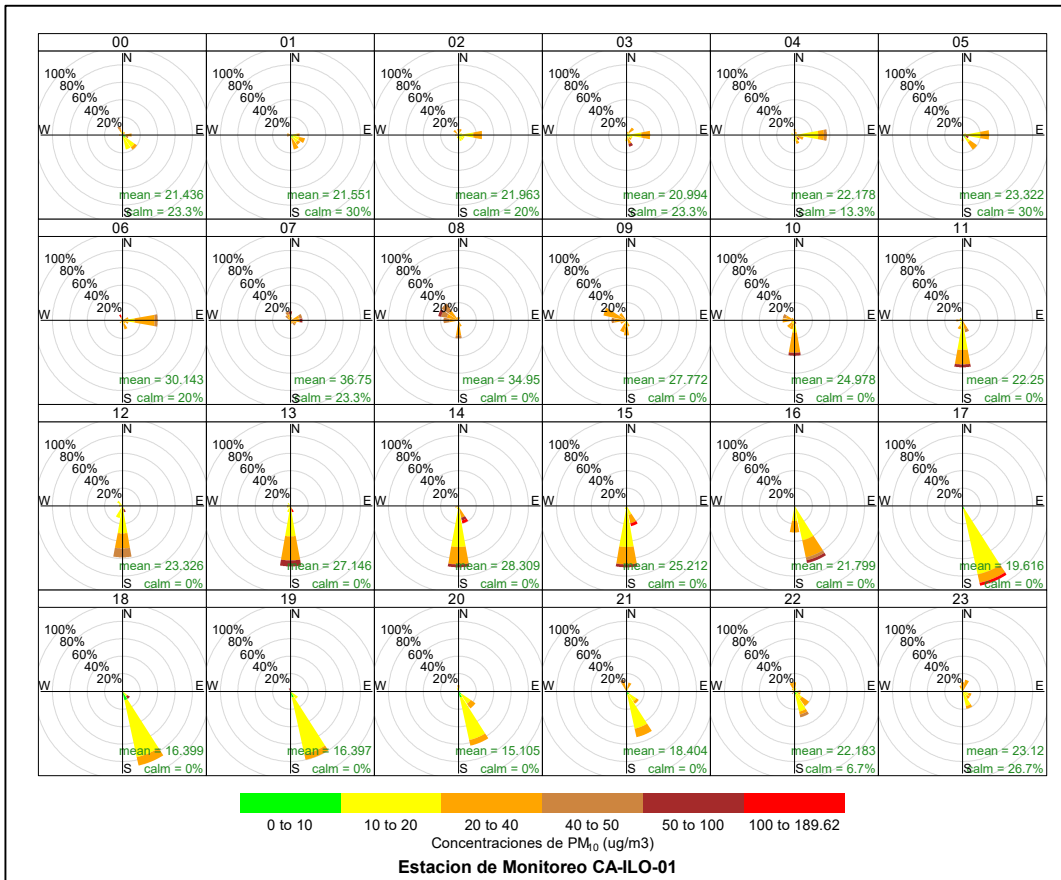
Y en la estación CA-ILO-03, se observa que en la dirección de viento predominante, del sursureste (SSE), las concentraciones de PM<sub>10</sub> son de 0 hasta 161,28 µg/m<sup>3</sup>.



**Figura 3.8.9.** Rosa de concentración del PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, abril de 2023

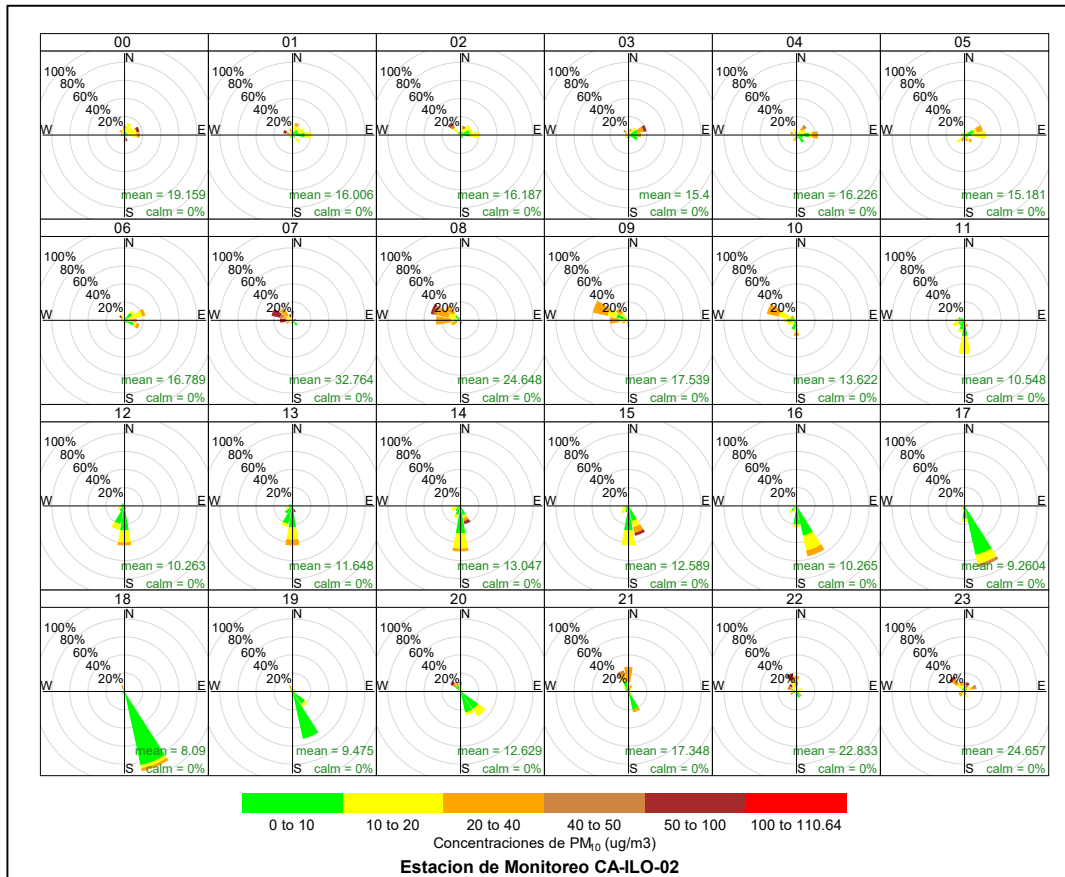
En las Figuras 3.8.10, 3.8.11 y 3.8.12 se presentan las rosas de concentraciones horarias de PM<sub>10</sub> de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes abril de 2023.

En la estación CA-ILO-01, se observa que las concentraciones normalmente en el rango de 0 hasta 50,0 µg/m<sup>3</sup> coinciden con los vientos provenientes del sur(S) y sursureste (SSE) entre las 10 y 22:00 horas.



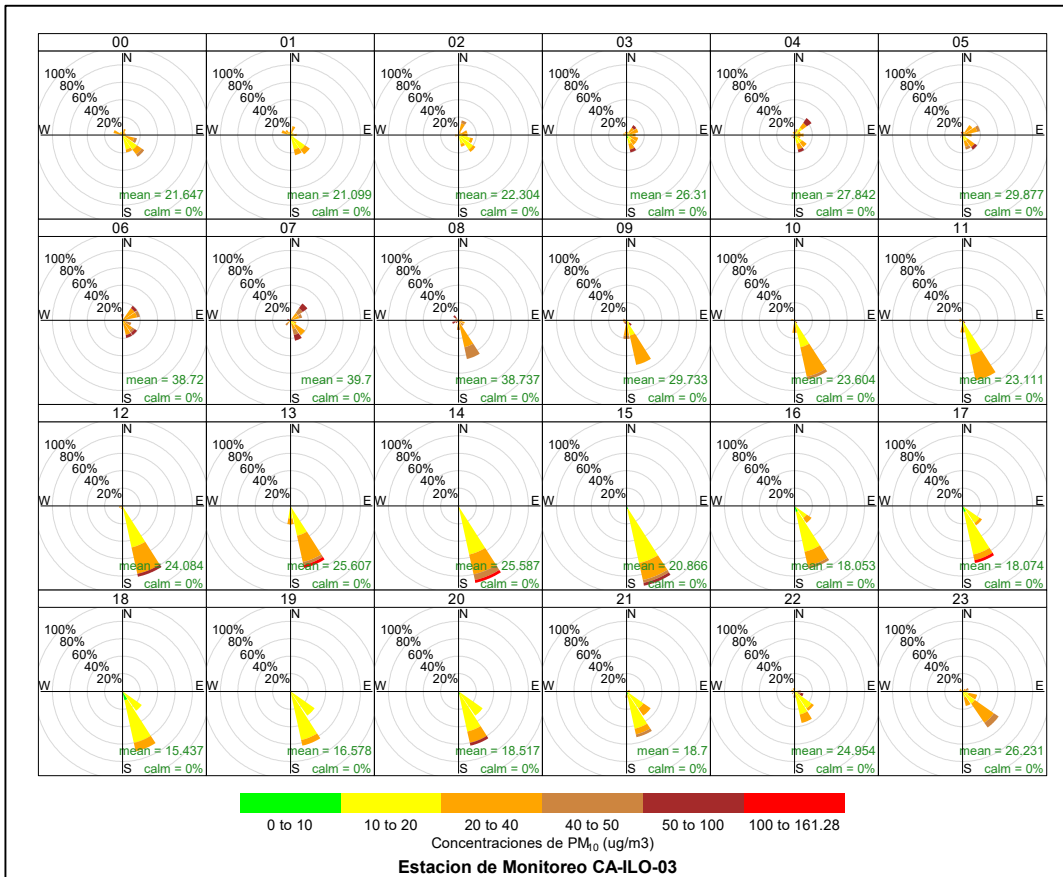
**Figura 3.8.10.** Rosa de concentración horaria del PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, abril de 2023

En la estación CA-ILO-02, se observa que las mayores concentraciones coinciden, en gran medida, con los vientos en horario nocturno. Desde las 21:00 hasta las 8:00 horas aproximadamente, cabe mencionar que los vientos en ese horario son normalmente oeste (W), noroeste (NW) y nornoroeste (NNW) y son, en su mayoría, de baja predominancia. Por lo que se debe a fuentes locales.



**Figura 3.8.11.** Rosa de concentración horaria del PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, abril de 2023

Y en la estación CA-ILO-03, se observa que en el horario donde hay mayor predominancia de vientos desde el sursureste (SSE), entre las 8:00 y 23:00 horas, las concentraciones se encuentran mayormente en un rango desde 0 a 50 µg/m<sup>3</sup>.

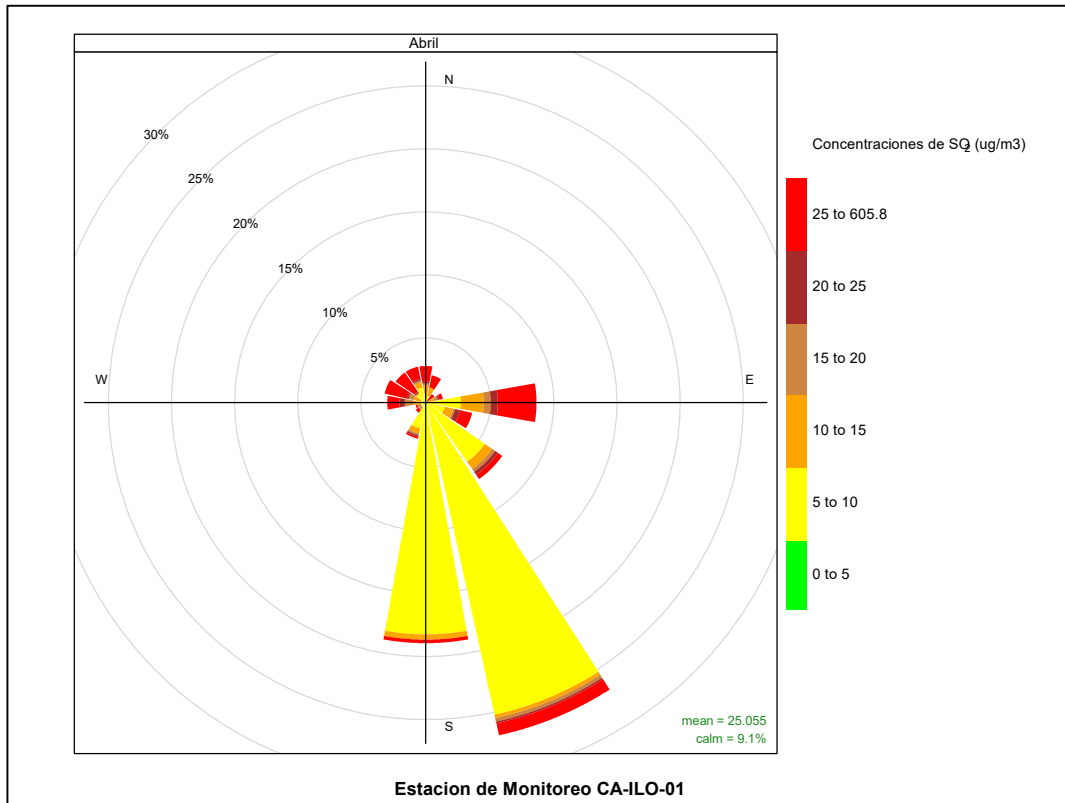


**Figura 3.8.12.** Rosa de concentración horaria del PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, abril de 2023

### 3.8.3 Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

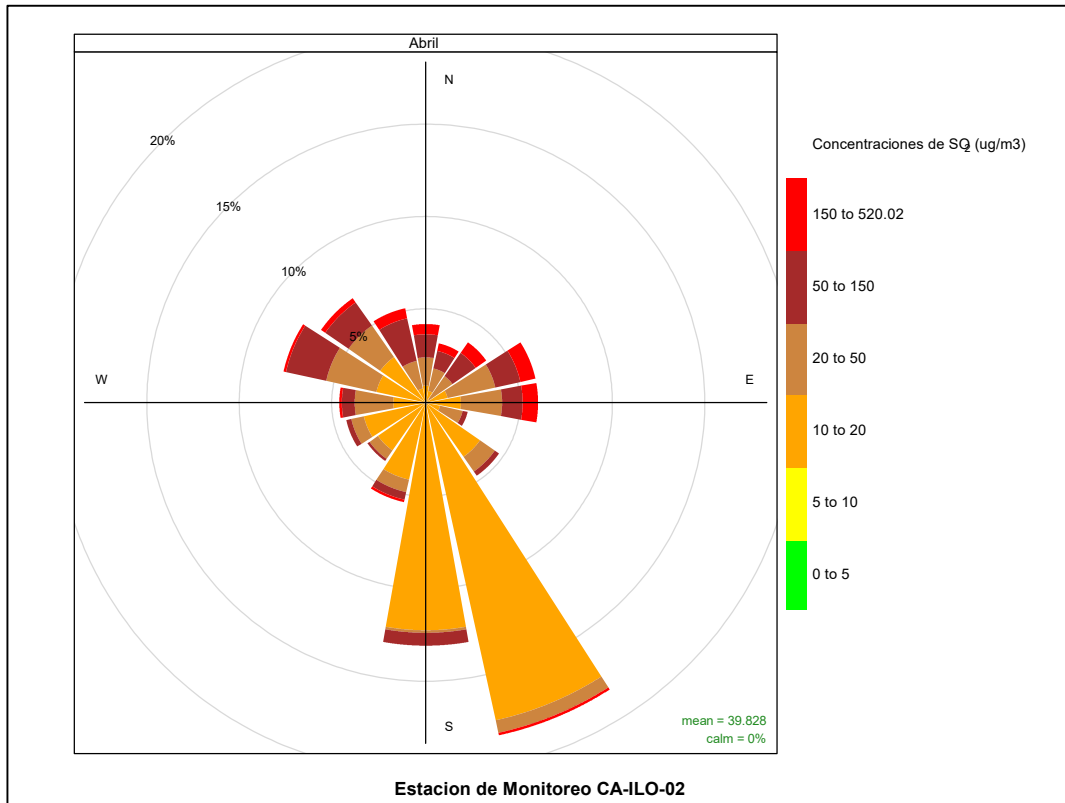
En las Figuras 3.8.13, 3.8.14 y 3.8.15 se presentan las rosas de concentraciones de SO<sub>2</sub> de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de abril de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que las mayores concentraciones de SO<sub>2</sub> coinciden con los vientos de mayor predominancia que provienen del sursureste (SSE) aunque con baja frecuencia, alrededor del 1% de los vientos del sursureste coinciden con un rango del 25 al 605,8 µg/m<sup>3</sup>.



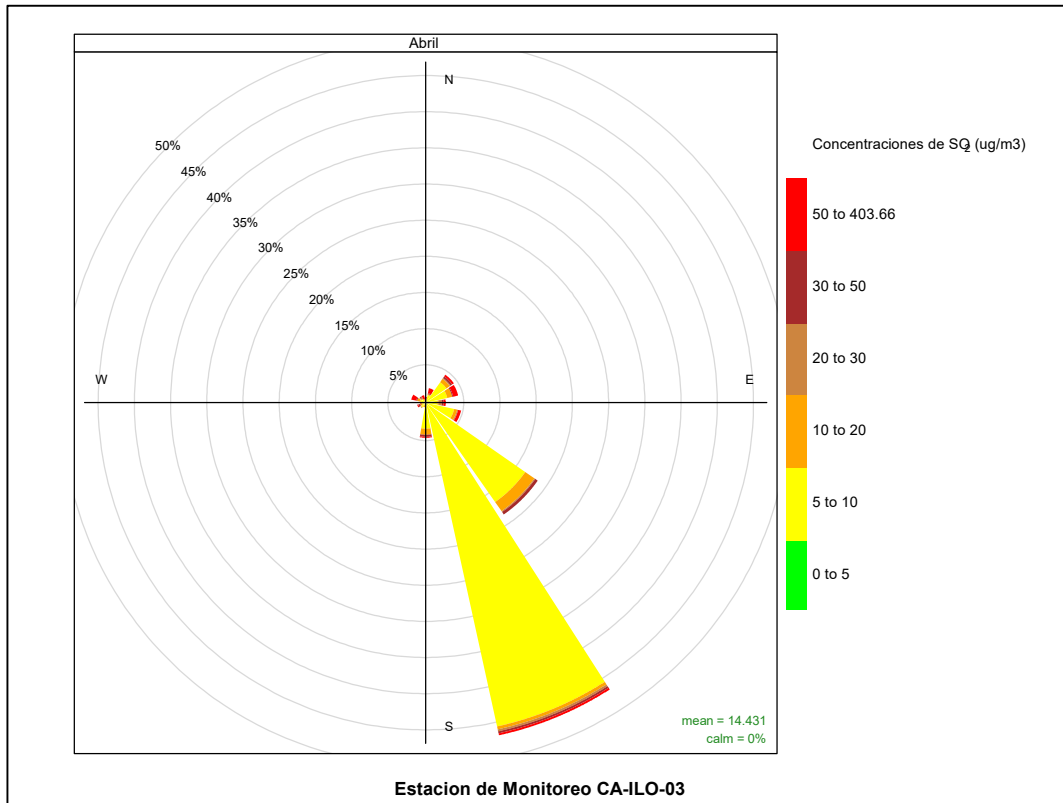
**Figura 3.8.13.** Rosa de concentración del SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, abril de 2023

En la estación CA-ILO-02, se observa, que las mayores concentraciones de SO<sub>2</sub> coinciden con los vientos de mayor predominancia que provienen del sursureste (SSE) aunque con baja frecuencia, alrededor del 0,5% de los vientos del sursureste coinciden con un rango del 150 al 520,2 µg/m<sup>3</sup>.



**Figura 3.8.14.** Rosa de concentración del SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, abril de 2023

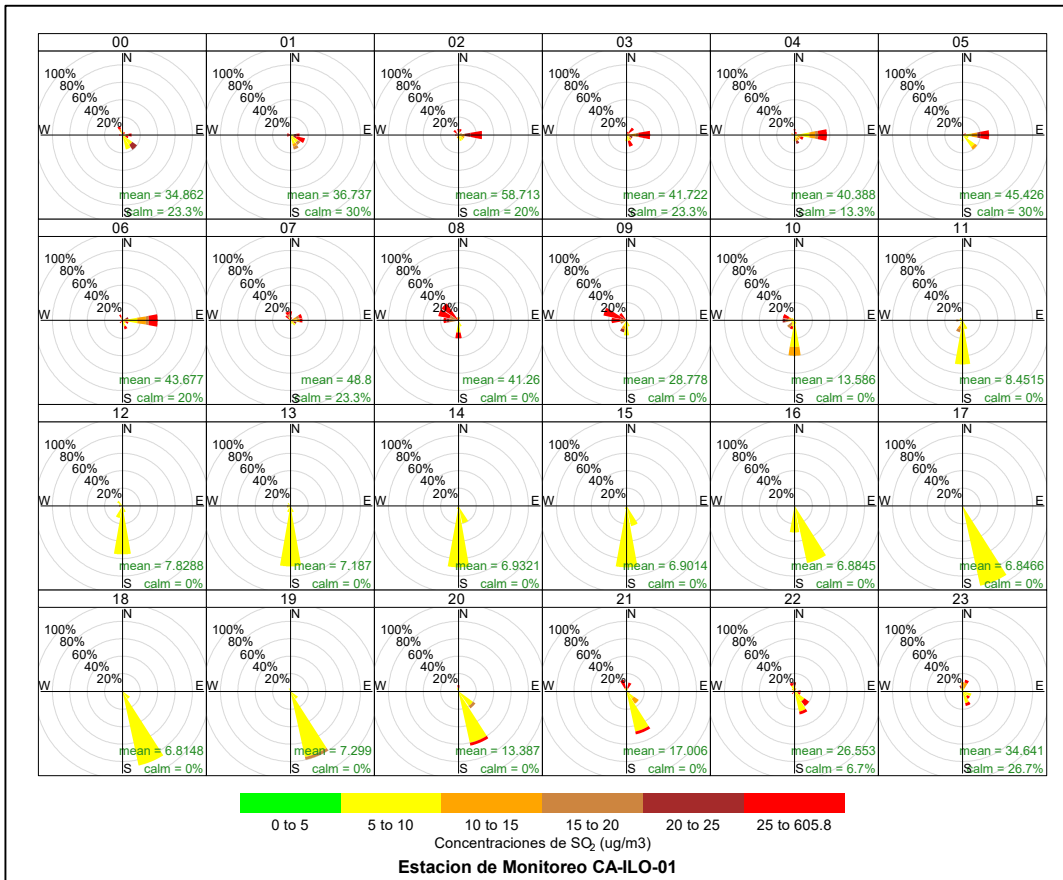
Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que, de los vientos de mayor predominancia, sursureste (SSE), las concentraciones están en el rango de 0 a 403,66  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Aunque con una mayor frecuencia de vientos en el rango de 5 a 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**Figura 3.8.15.** Rosa de concentración del  $SO_2$  en la estación de monitoreo CA-ILO-03, abril de 2023

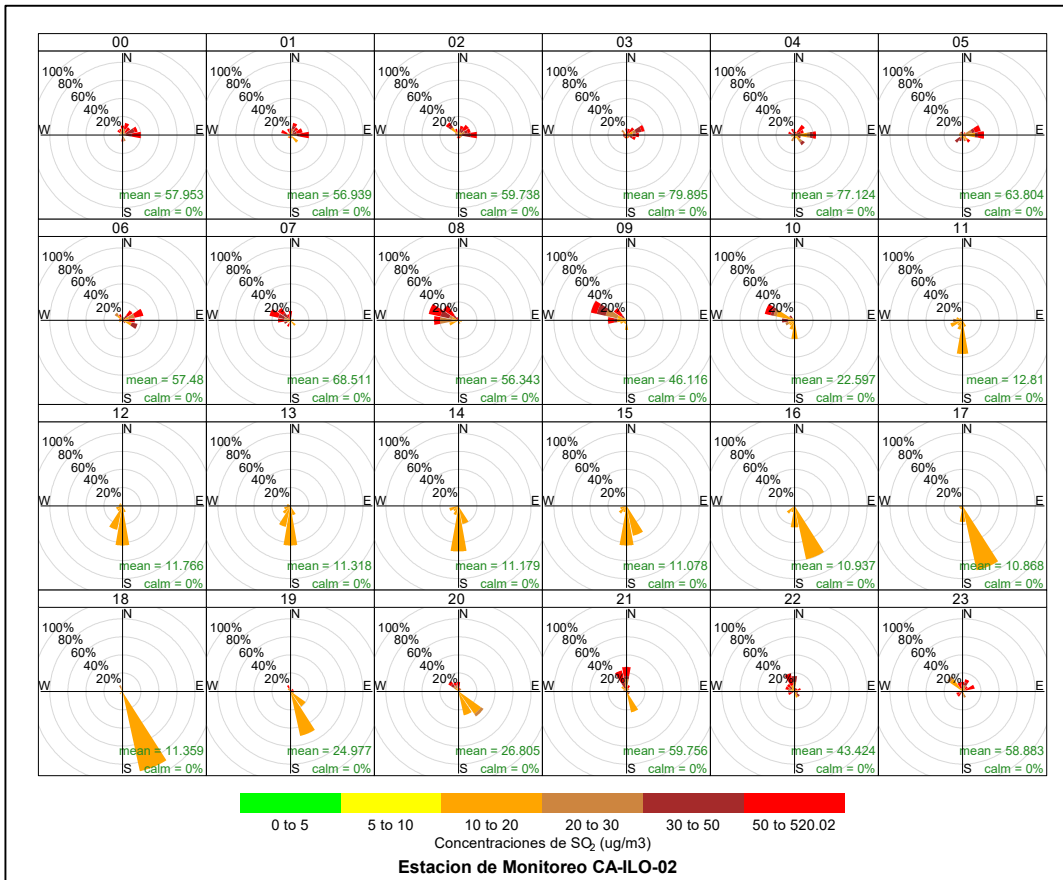
En las Figuras 3.8.16, 3.8.17 y 3.8.18 se presentan las rosas de concentraciones horarias de  $SO_2$  de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de abril de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que hay una mayor presencia de altas concentraciones durante el horario nocturno mayormente, desde las 21:00 hasta las 9:00 horas. Cabe mencionar que durante la noche hay una menor presencia de vientos respecto al horario diurno.



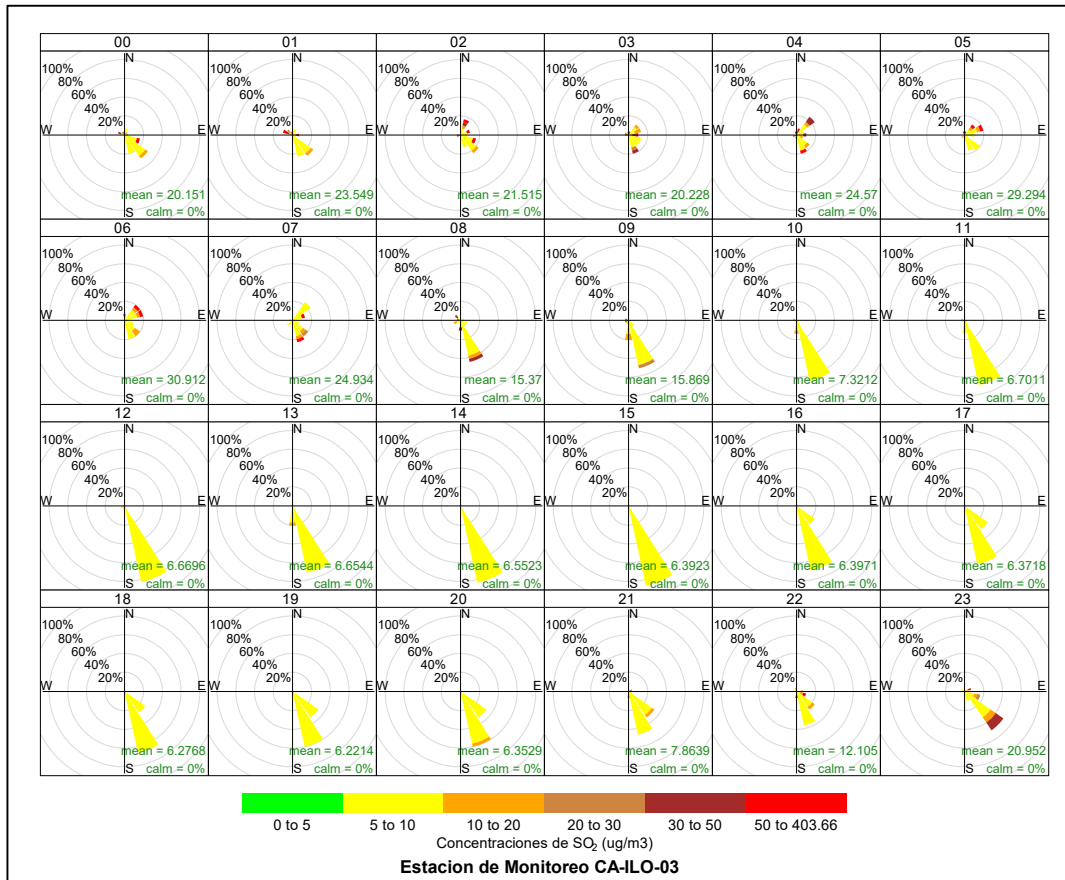
**Figura 3.8.16.** Rosa de concentración horaria del SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, abril de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que hay una mayor presencia de altas concentraciones durante el horario nocturno mayormente, desde las 21:00 hasta las 10:00 horas. Cabe mencionar que durante la noche hay una menor presencia de vientos respecto al horario diurno y una tendencia en el cambio de dirección al oeste (W), noroeste (NW), nornoroeste (NNW) y este (E) respecto al horario diurno.



**Figura 3.8.17.** Rosa de concentración horaria del SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, abril de 2023

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que desde las 10:00 hasta las 19:00 horas en los vientos de mayor predominancia, del sursureste (SSE), hay una coincidencia con un rango de concentraciones de 0 a 10 µg/m<sup>3</sup>. Sin embargo, se observa una mayor presencia de concentraciones más altas durante la noche, cabe mencionar que los vientos son de baja intensidad en ese horario.

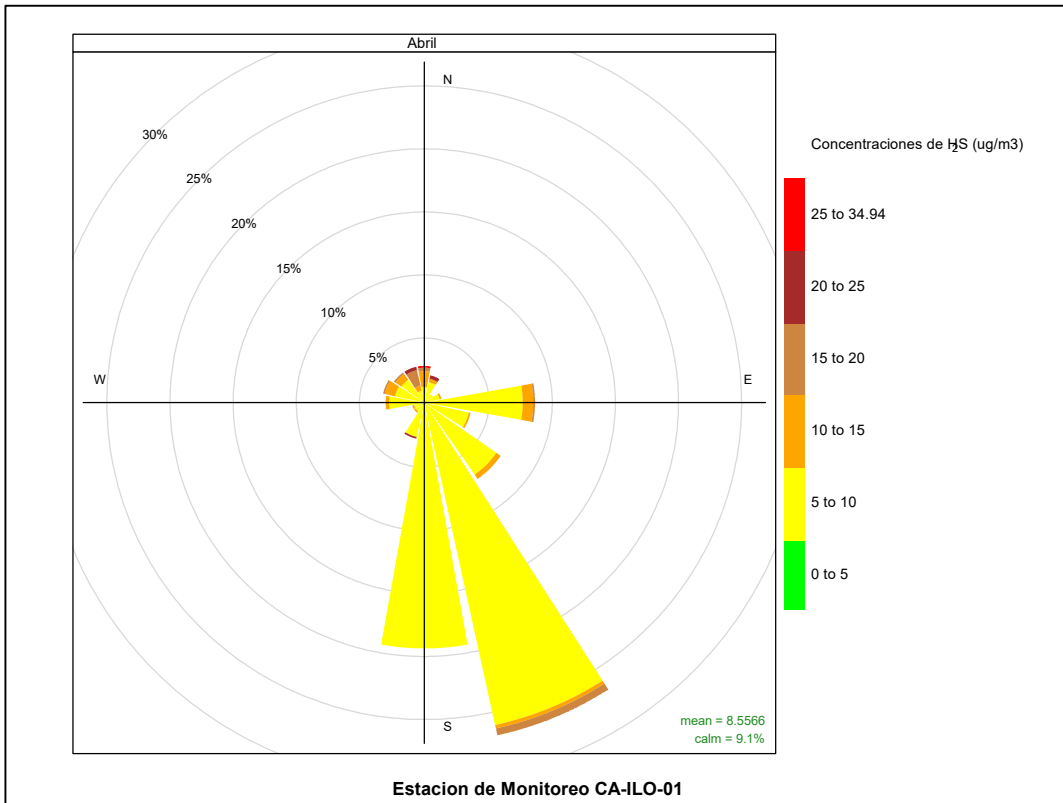


**Figura 3.8.18.** Rosa de concentración horaria del SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, abril de 2023

### 3.8.4 Sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S)

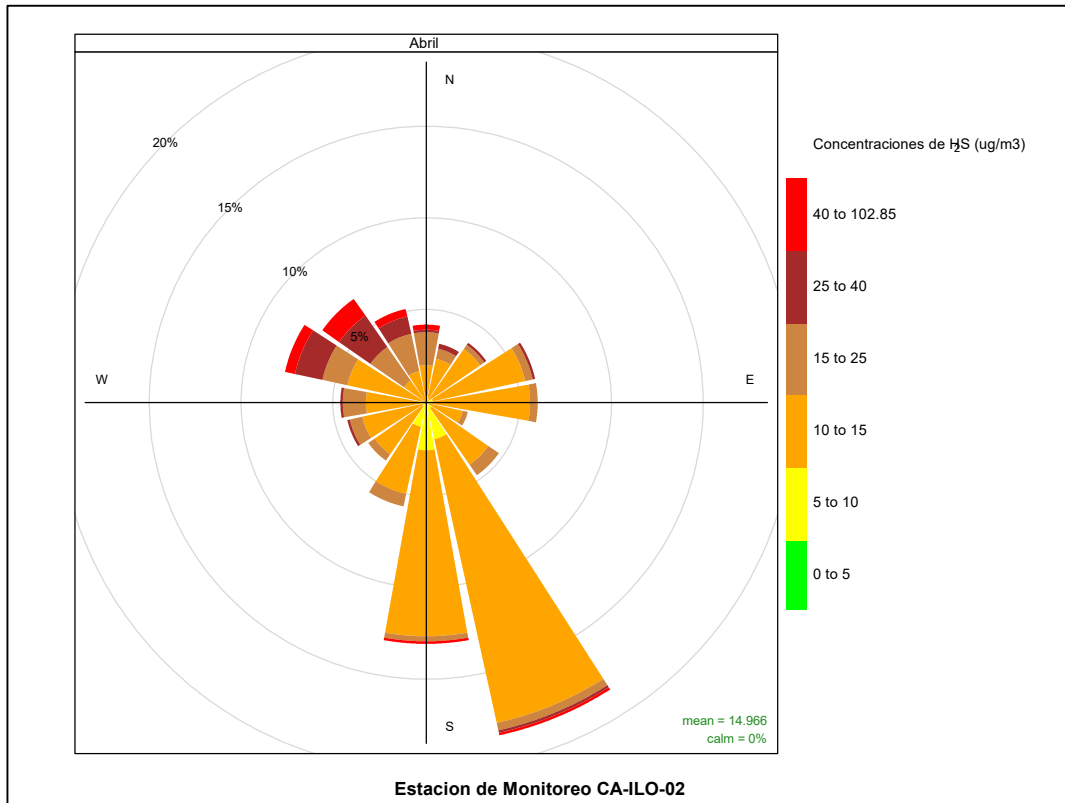
En las Figuras 3.8.19, 3.8.20 y 3.8.21 se presentan las rosas de concentraciones de H<sub>2</sub>S de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de abril de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observa que las mayores concentraciones coinciden con los vientos provenientes del noroeste (NNW) y norte (N), donde hay baja presencia de vientos.



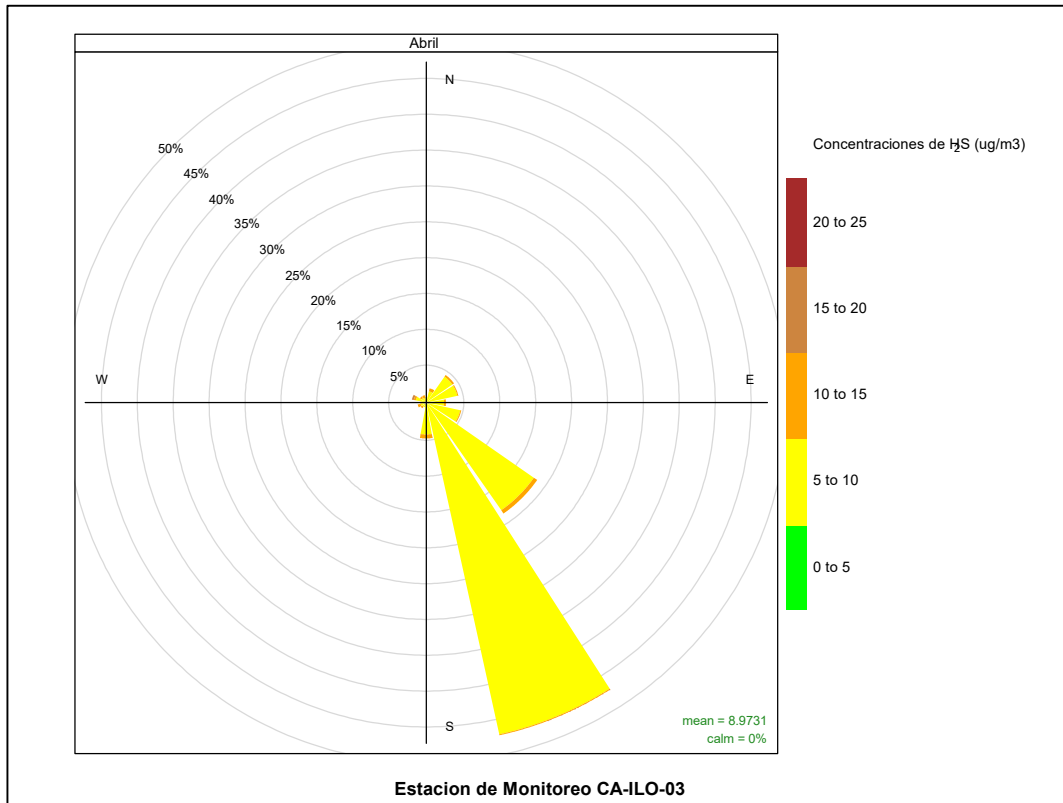
**Figura 3.8.19.** Rosa de concentración del H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, abril de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que las mayores concentraciones de H<sub>2</sub>S coinciden con los vientos de mayor predominancia que provienen del sursureste (SSE) aunque con baja frecuencia, alrededor del 0,6% de los vientos del sursureste coinciden con un rango del 40 al 102,85 µg/m<sup>3</sup>.



**Figura 3.8.20.** Rosa de concentración del H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, abril de 2023

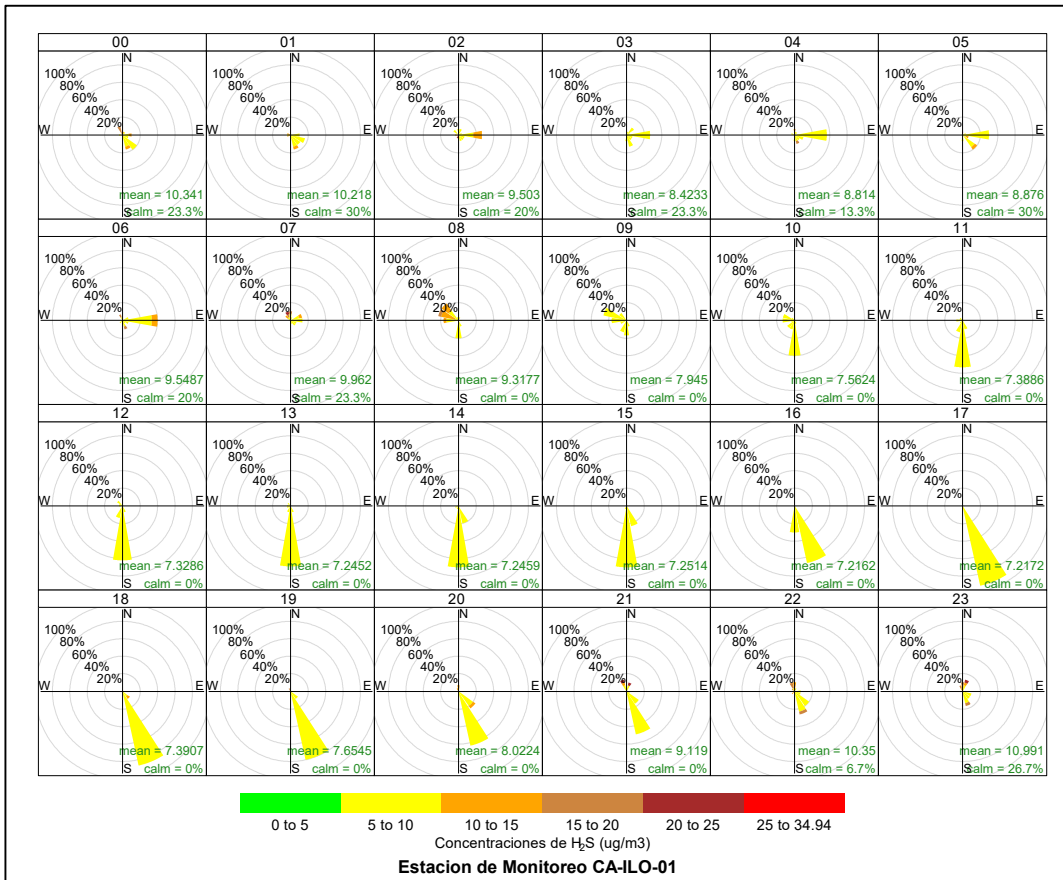
Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que las concentraciones de H<sub>2</sub>S en el rango de 5 a 10 µg/m<sup>3</sup> coinciden con los vientos de mayor predominancia que provienen del sursureste (SSE).



**Figura 3.8.21.** Rosa de concentración del H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, abril de 2023

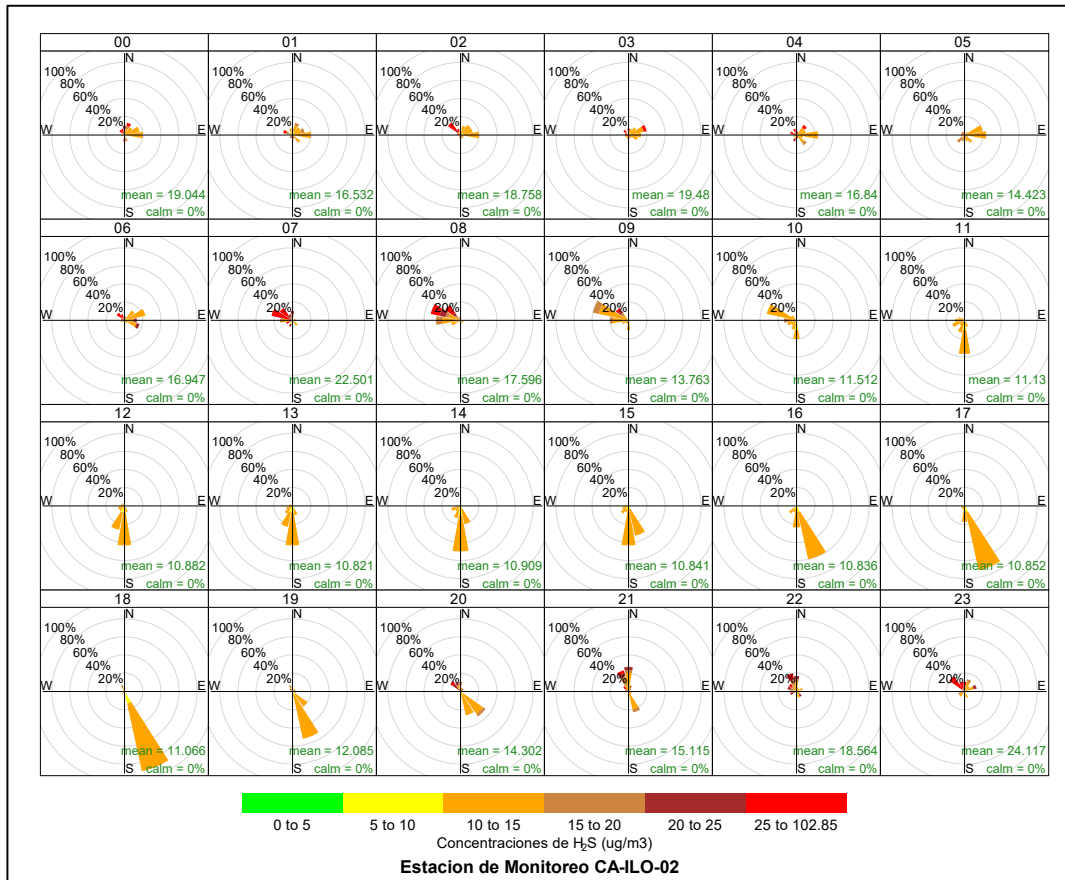
En las Figuras 3.8.22, 3.8.23 y 3.8.24 se presentan las rosas de concentraciones horarias de H<sub>2</sub>S de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de abril de 2023.

En la estación CA-ILO-01, se observa que las mayores concentraciones de H<sub>2</sub>S se presentan durante la noche a velocidades de viento muy bajas. Mientras que durante el día las direcciones predominantes sur (S) y sursureste (SSE) coinciden con rangos bajos de 5 a 10 µg/m<sup>3</sup>.



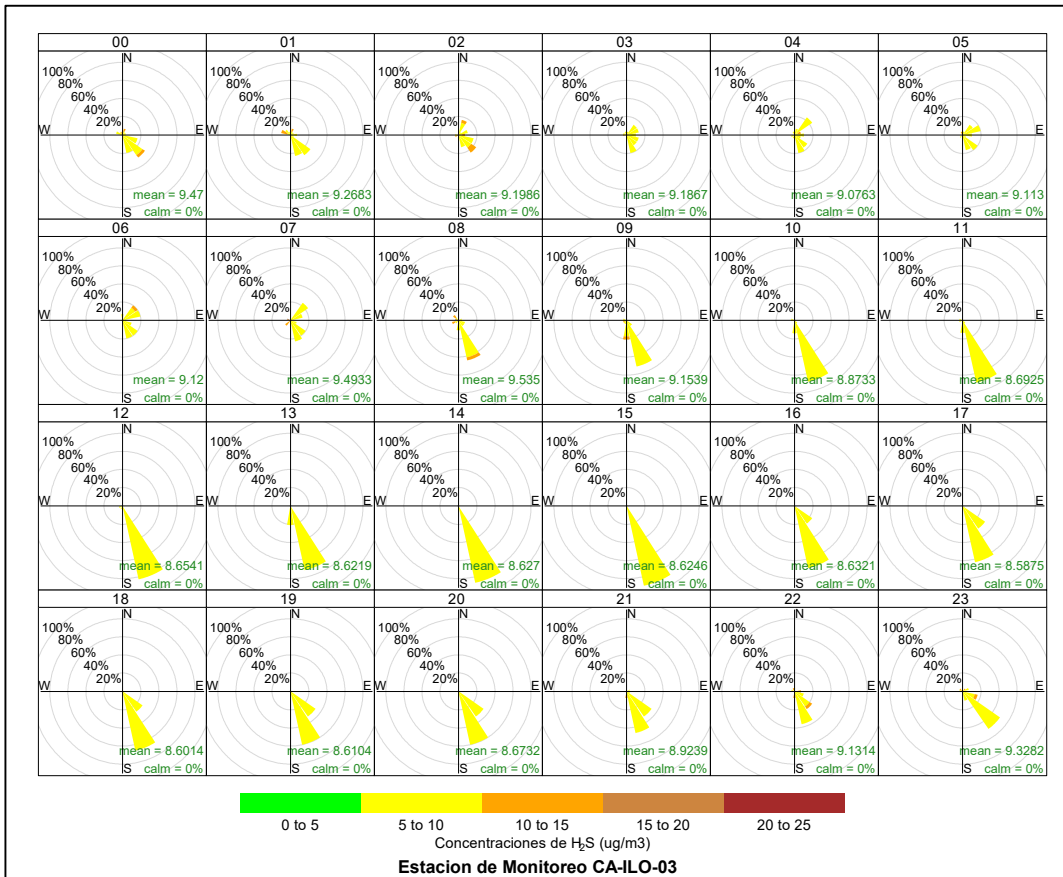
**Figura 3.8.22.** Rosa de concentración horaria del H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, abril de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que las mayores concentraciones de H<sub>2</sub>S se presentan durante la noche a velocidades de viento muy bajas y normalmente desde las direcciones oeste (W), noroeste (NW) y nornoroeste (NNW). Mientras que durante el día las direcciones predominantes sur (S) y sursureste (SSE) coinciden con rangos bajos de 10 a 15 µg/m<sup>3</sup>.



**Figura 3.8.23.** Rosa de concentración horaria del H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, abril de 2023

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que las concentraciones de H<sub>2</sub>S en el rango de 5 a 10 µg/m<sup>3</sup> están presentes en la mayoría de las horas del día, en los vientos que provienen del sursureste (SSE) y sureste (SE).

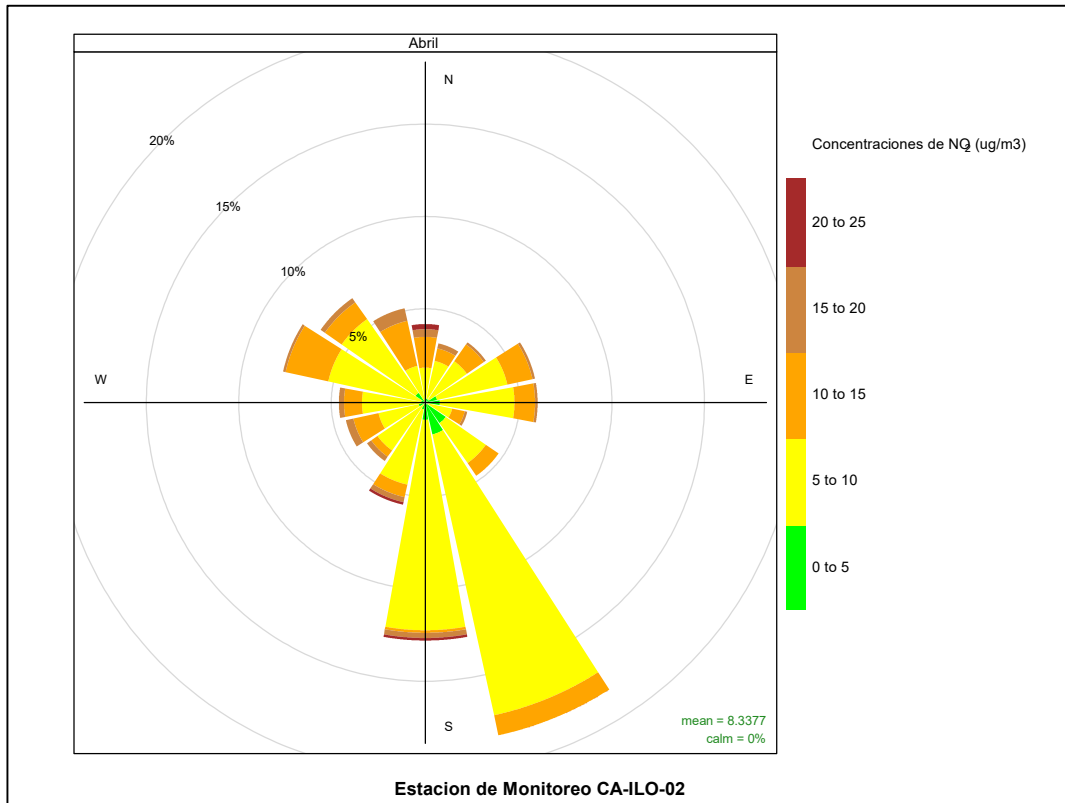


**Figura 3.8.24.** Rosa de concentración horaria del H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, abril de 2023

### 3.8.5 Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

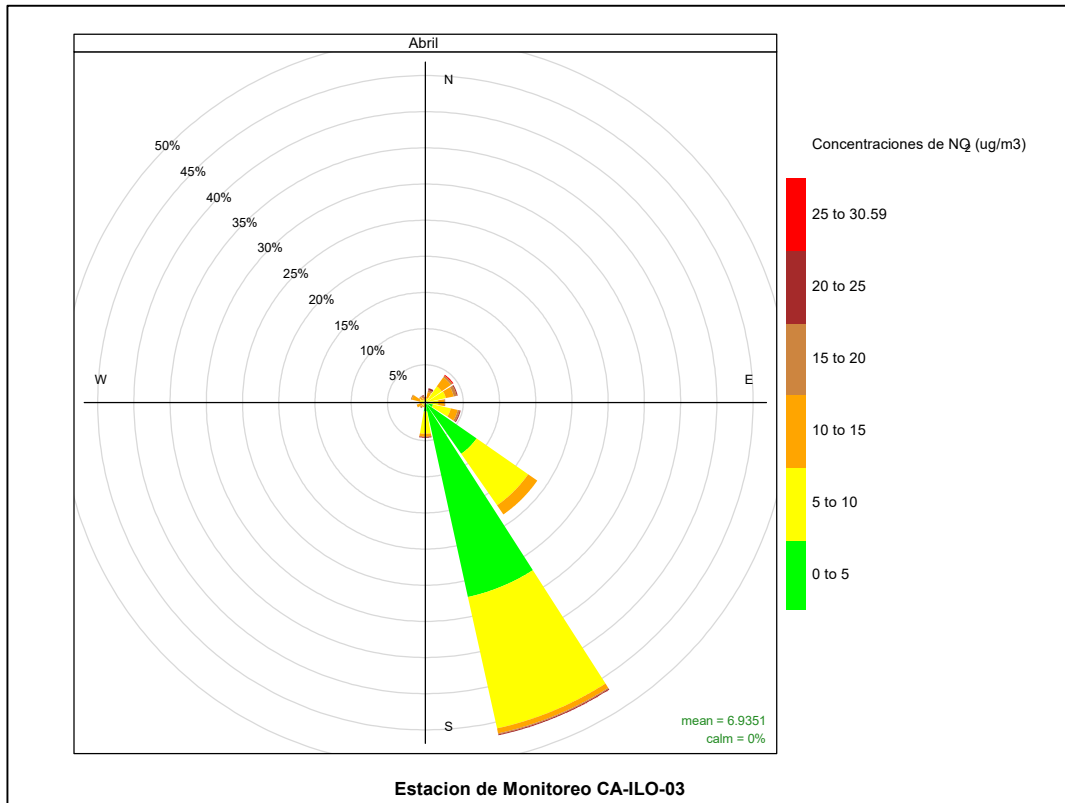
En las Figuras 3.8.25 y 3.8.26 se presentan las rosas de concentraciones de NO<sub>2</sub> de las estaciones de monitoreo CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de abril de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que las mayores concentraciones de NO<sub>2</sub> provienen del sursuroeste (SSW), norte (N) y sur (S) donde hay poca presencia de vientos.



**Figura 3.8.25.** Rosa de concentración del NO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, abril de 2023

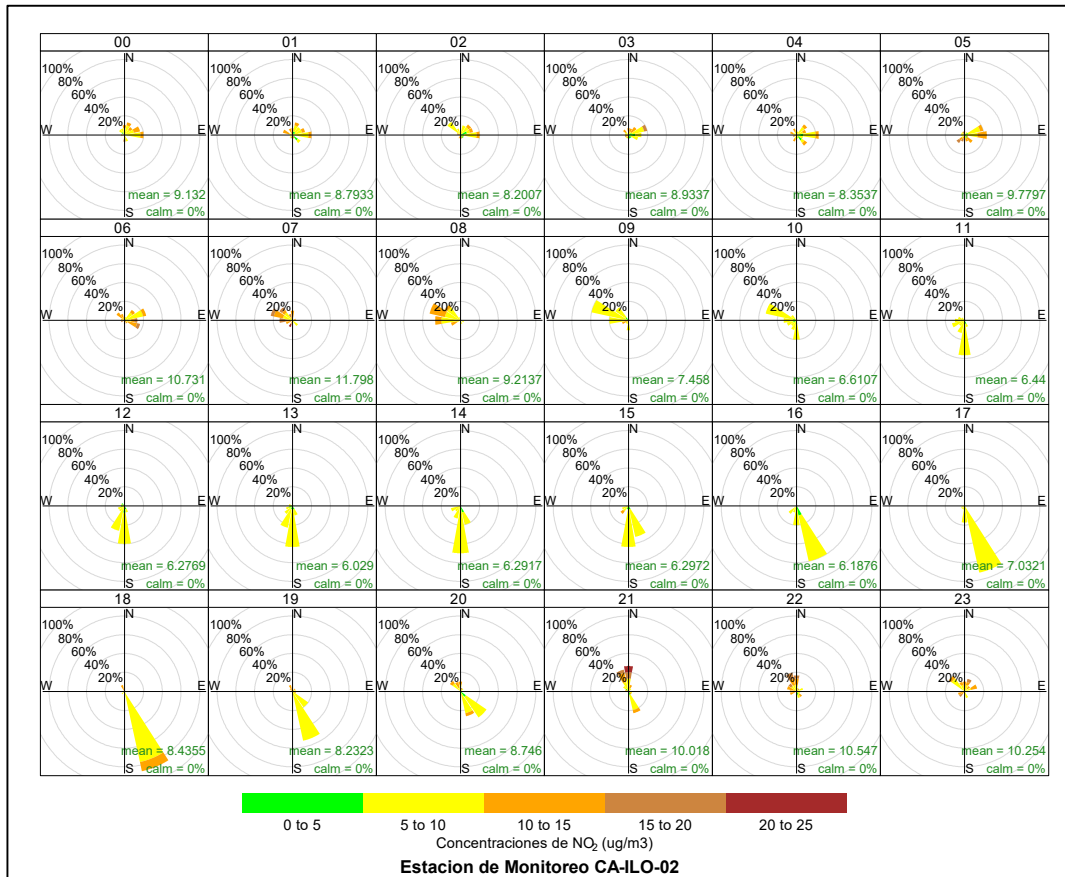
Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que, en la dirección predominante de vientos, desde el sursureste (SSE) las concentraciones presentes están en un rango desde 0 hasta 20 µg/m<sup>3</sup>.



**Figura 3.8.26.** Rosa de concentración del NO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, abril de 2023

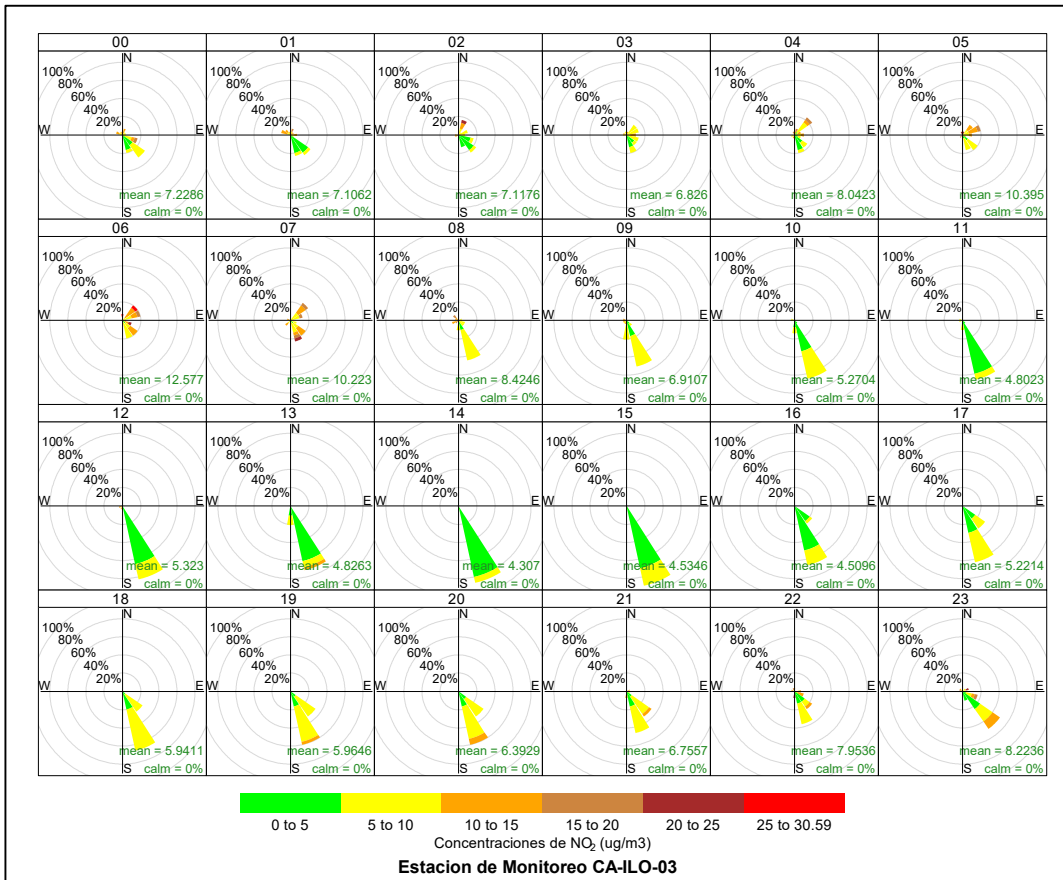
En las Figuras 3.8.27 y 3.8.28 se presentan las rosas de concentraciones horarias de NO<sub>2</sub> de las estaciones de monitoreo CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de abril de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que las mayores concentraciones se producen durante la noche donde los vientos cuentan con poca presencia.



**Figura 3.8.27.** Rosa de concentración horaria del NO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, abril de 2023

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observa que, durante el día, entre las 08:00 y 18:00 horas se muestra un rango bajo de concentraciones de 0 a 10 µg/m<sup>3</sup>, coincidente con los vientos predominantes del sursureste (SSE).

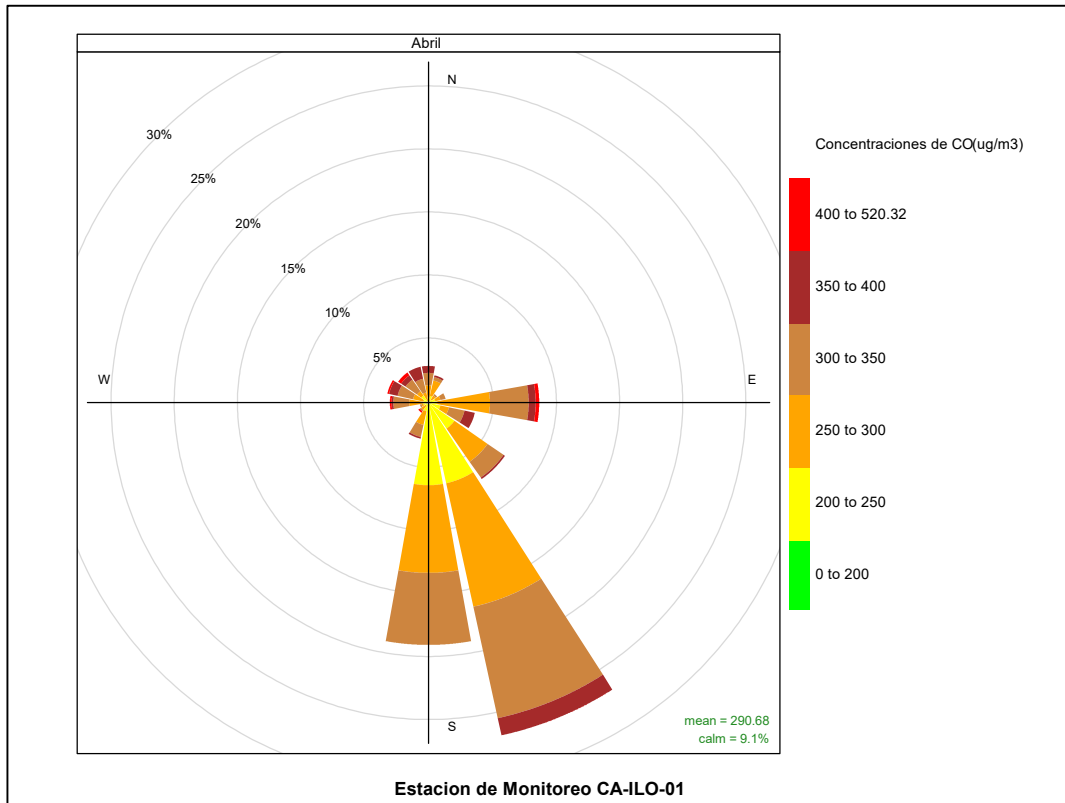


**Figura 3.8.28.** Rosa de concentración horaria del NO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, abril de 2023

### 3.8.6 Monóxido de carbono (CO)

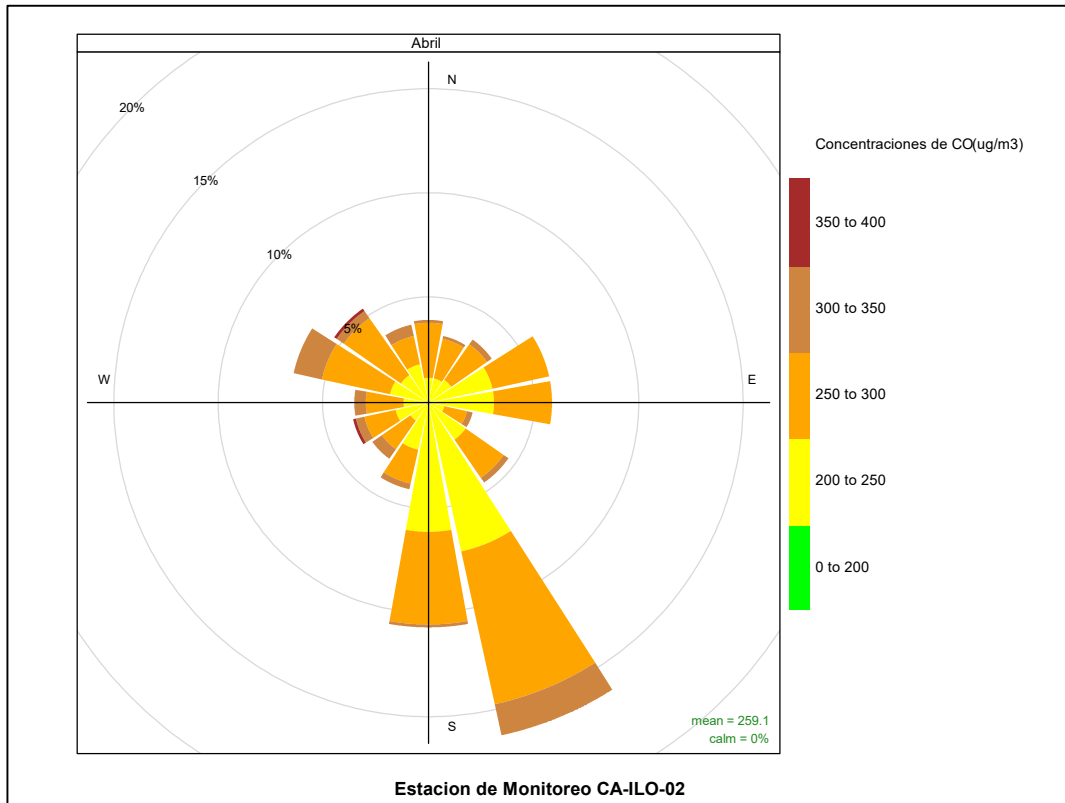
En las Figuras 3.8.29, 3.8.30 y 3.8.31 se presentan las rosas de concentraciones de CO de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de abril de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observan rangos de 200 hasta 400 µg/m<sup>3</sup> en la dirección de viento predominante del sursureste (SSE).



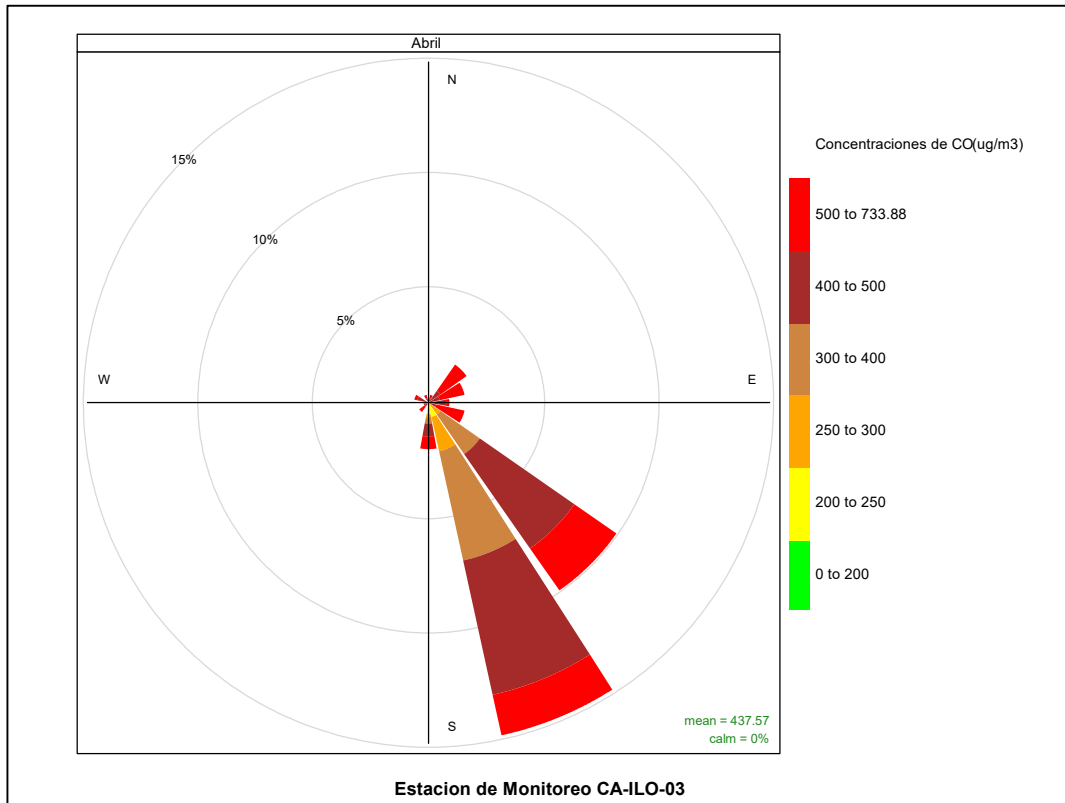
**Figura 3.8.29.** Rosa de concentración del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, abril de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observa que en la dirección de viento predominante sursureste (SSE), las concentraciones pueden llegar hasta valores de 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**Figura 3.8.30.** Rosa de concentración del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, abril de 2023

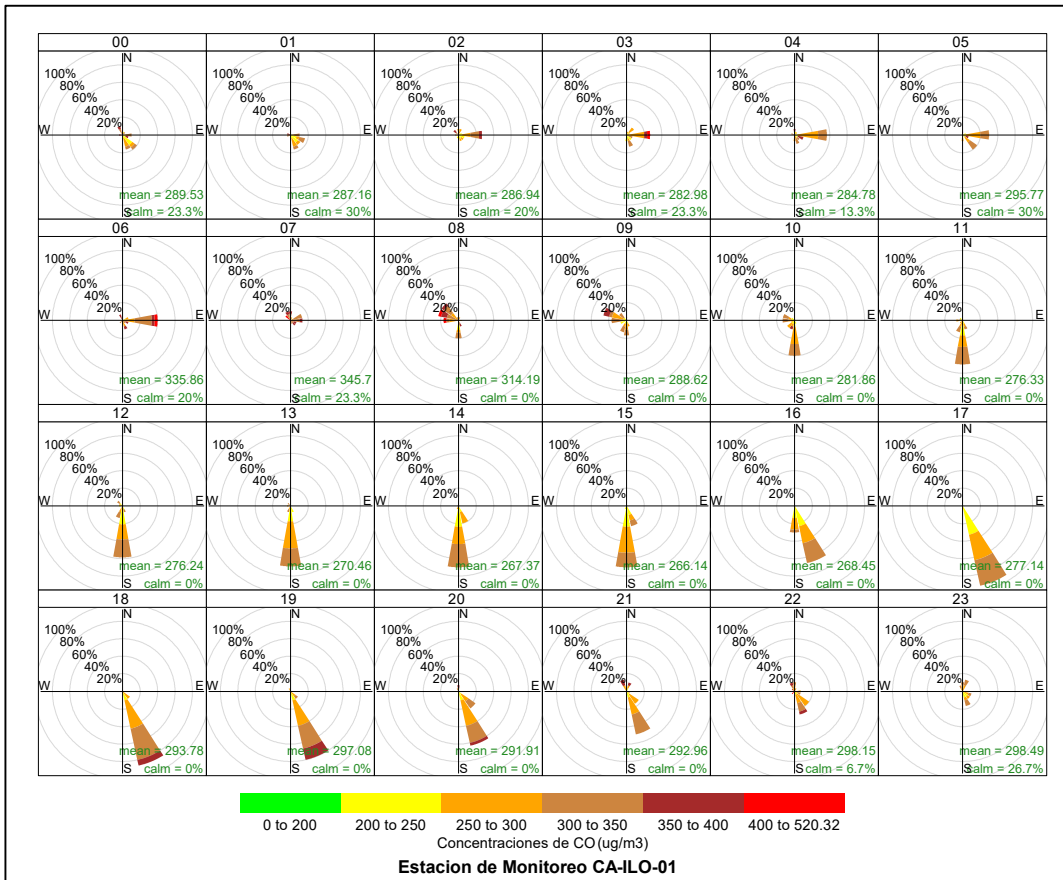
Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observan concentraciones en un rango de 200 a 733,88  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en la dirección predominante del sursureste (SSE).



**Figura 3.8.31.** Rosa de concentración del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, abril de 2023

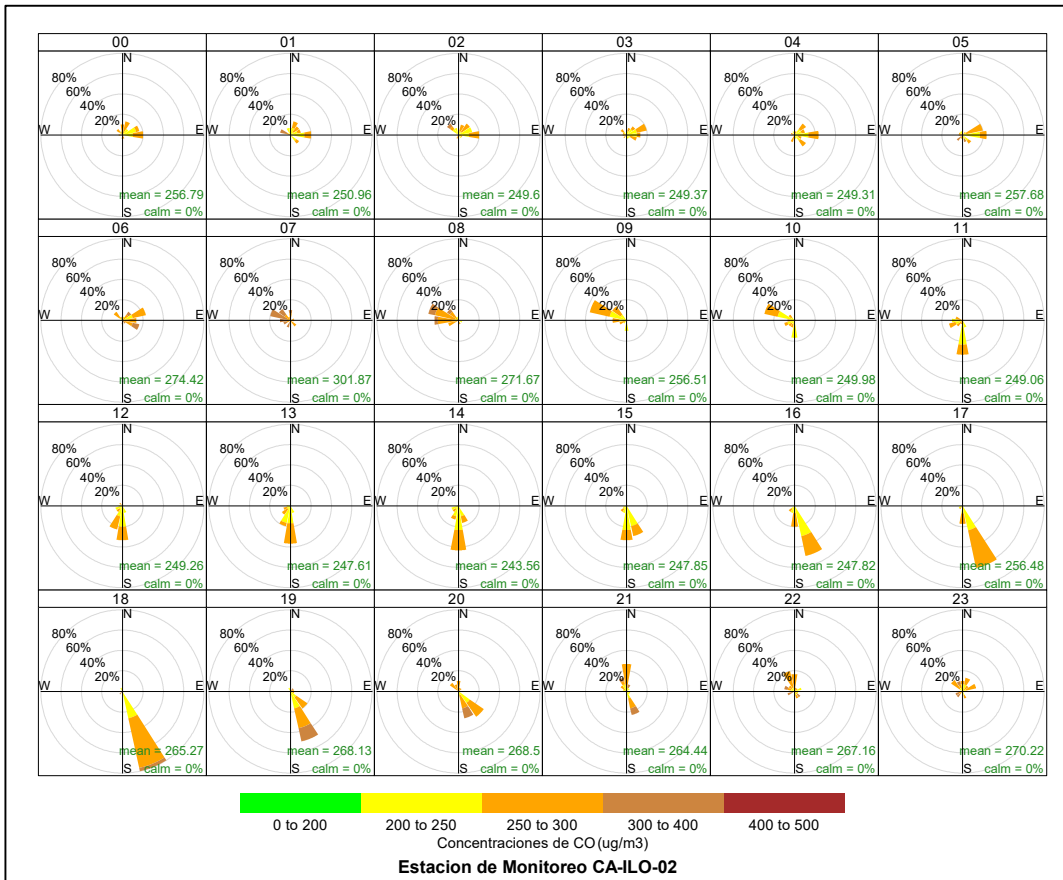
En las Figuras 3.8.32, 3.8.33 y 3.8.34 se presentan las rosas de concentraciones horarias de CO de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de abril de 2023.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, se observan concentraciones en un rango entre 200 y 400  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  entre las 18:00, 19:00 y 20:00 horas en la dirección predominante del sursureste (SSE), producto de entre otras fuentes al del tráfico vehicular.



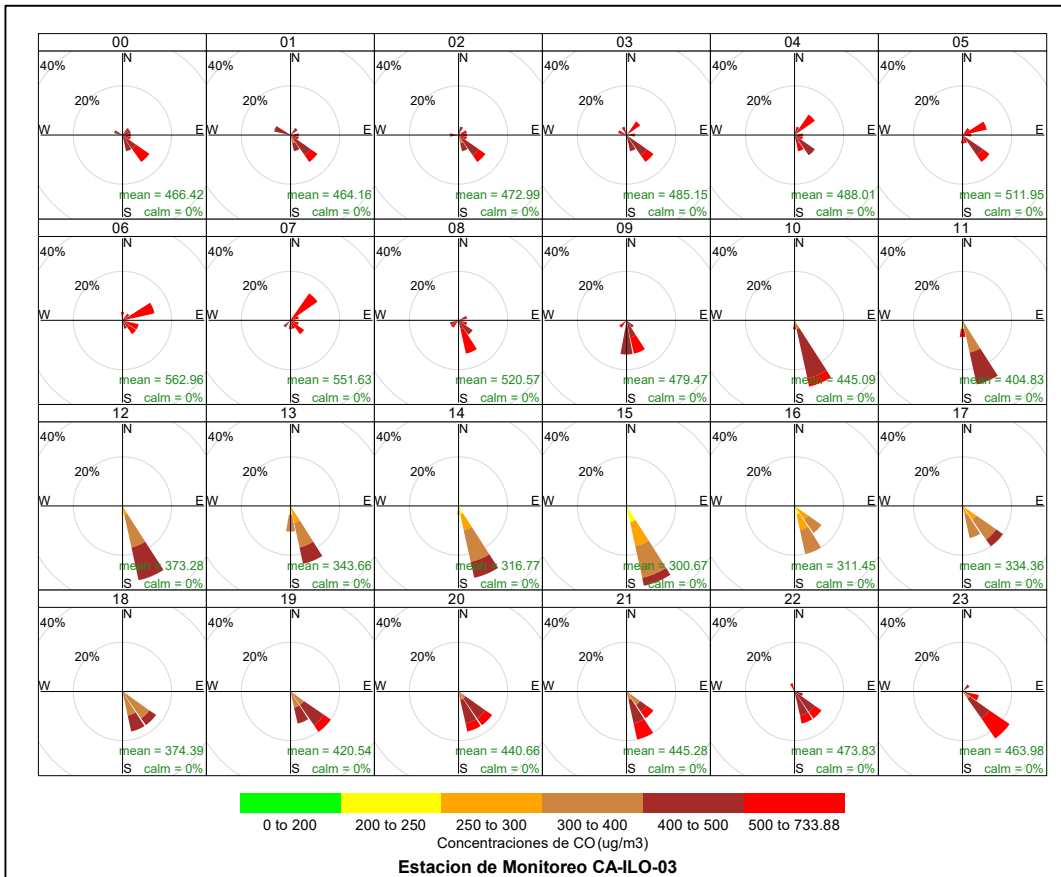
**Figura 3.8.32.** Rosa de concentración horaria del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, abril de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, se observan concentraciones en un rango entre 200 y 500 µg/m<sup>3</sup> entre las 18:00 y 21:00 horas en la dirección predominante del sursureste (SSE), producto de entre otras fuentes al del tráfico vehicular.



**Figura 3.8.33.** Rosa de concentración horaria del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, abril de 2023

Y en la estación de monitoreo CA-ILO-03, se observan mayores concentraciones de CO durante la noche, desde las 19:00 a las 9:00 horas aproximadamente en la dirección sursureste (SSE), con muy poca presencia de vientos.



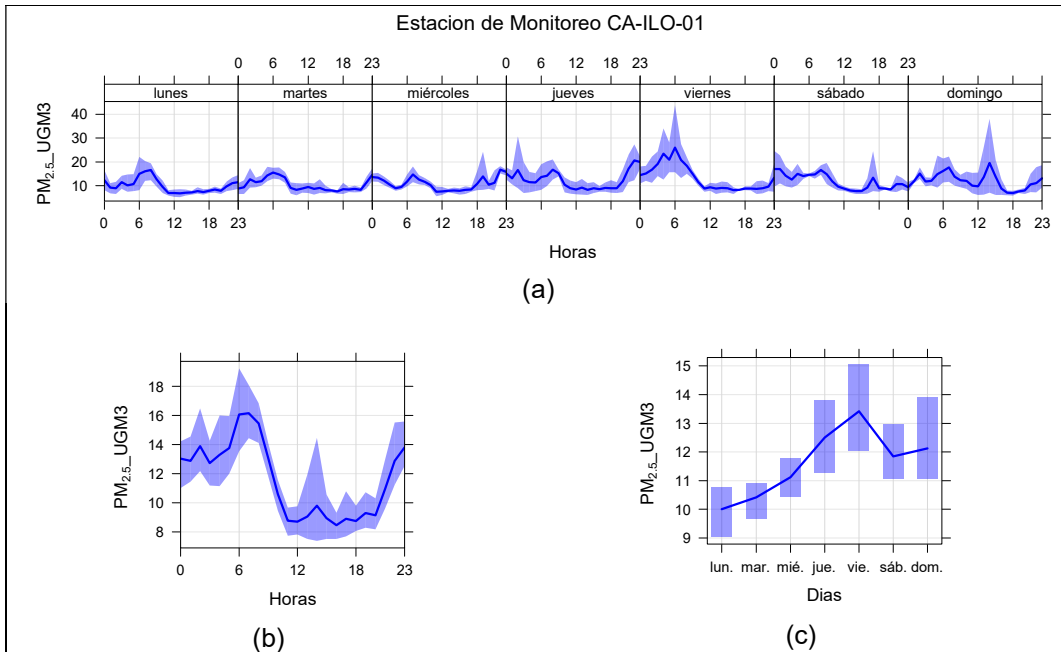
**Figura 3.8.34.** Rosa de concentración horaria del CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, abril de 2023

### 3.9 Comportamiento temporal

#### 3.9.1 Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM<sub>2,5</sub>)

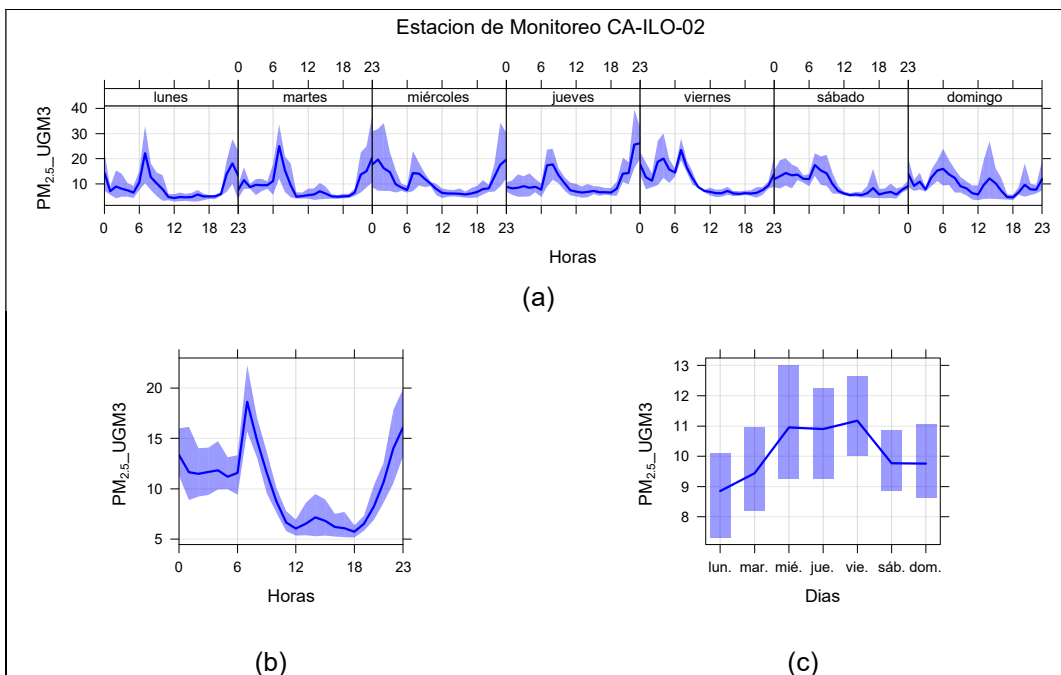
En la Figura 3.9.1, 3.9.2 y 3.9.3 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día en relación con las concentraciones de PM<sub>2,5</sub>, para las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de abril.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los días viernes se registraron las mayores concentraciones de PM<sub>2,5</sub>, según la validación de los datos se comprueba que el viernes 07 de abril se registraron picos de valores. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de PM<sub>2,5</sub> tienen valores elevados alrededor de las 7:00 horas y de las 23:00 horas.



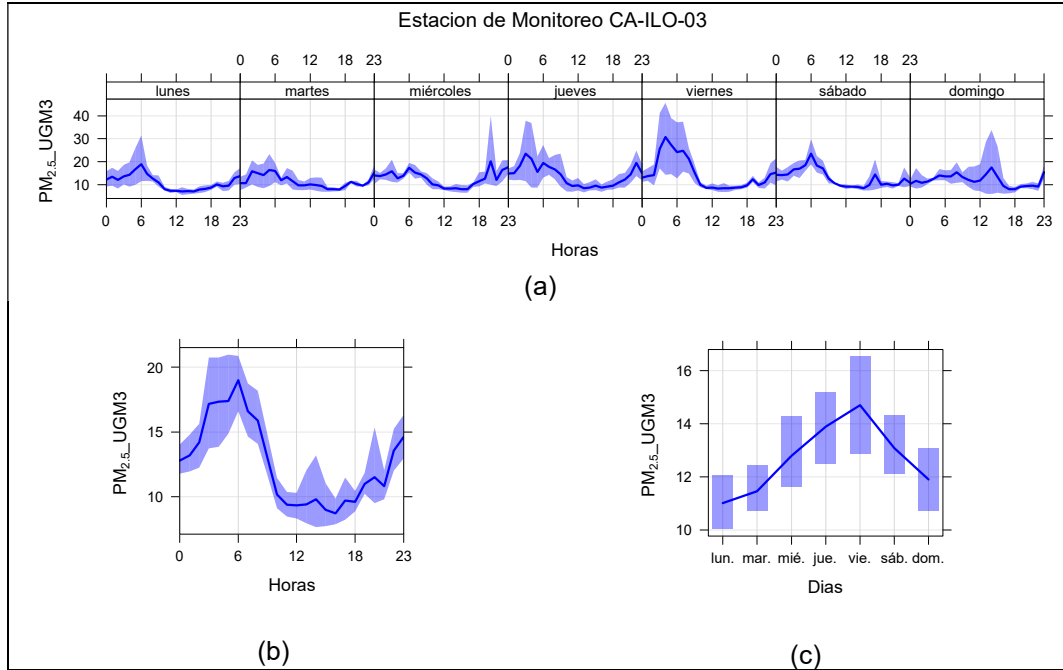
**Figura 3.9.1.** Concentraciones promedio horarias de  $PM_{2.5}$  en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de abril de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los miércoles, jueves y viernes se registraron las mayores concentraciones de  $PM_{2.5}$ , según la validación de los datos se comprueba que los días miércoles 12, jueves 13 y viernes 28 de abril 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 y de las 23:00 horas.



**Figura 3.9.2.** Concentraciones promedio horarias de  $PM_{2.5}$  en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de abril de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los días viernes se registraron las mayores concentraciones de  $PM_{2.5}$ , según la validación de los datos se comprueba que el día 'viernes' 07 de abril se registró un pico de concentración. En el caso de las medias horarias (b) se aprecia que las concentraciones de  $PM_{2.5}$  tiene valores elevados a las 6:00 horas.

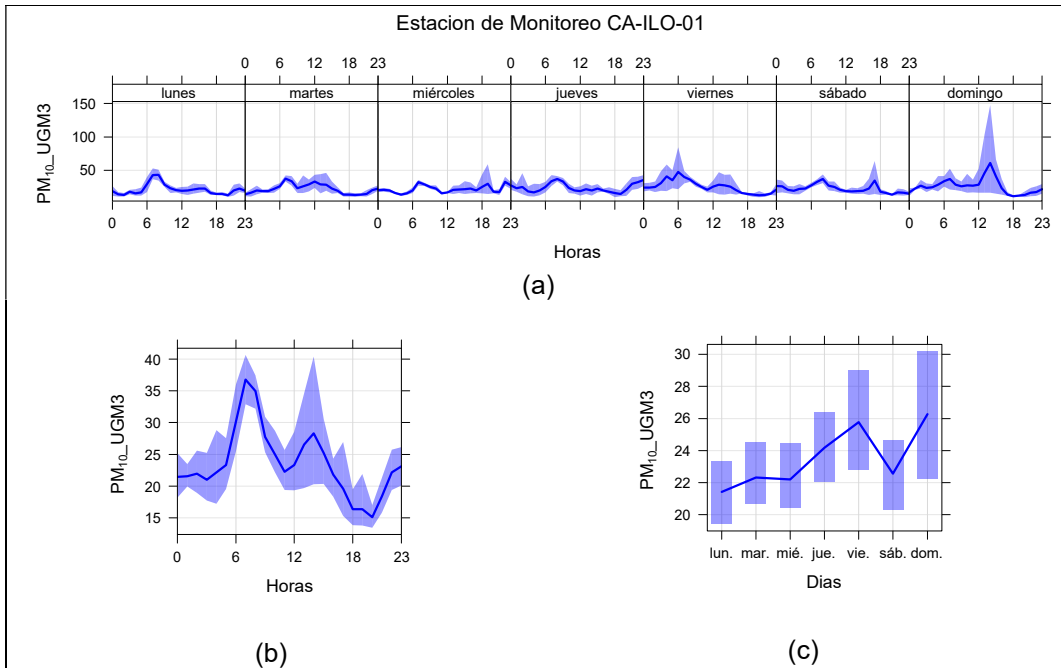


**Figura 3.9.3.** Concentraciones promedio horarias de  $PM_{2.5}$  en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de abril de 2023

### 3.9.2 Material particulado con diámetro menor a 10 micras ( $PM_{10}$ )

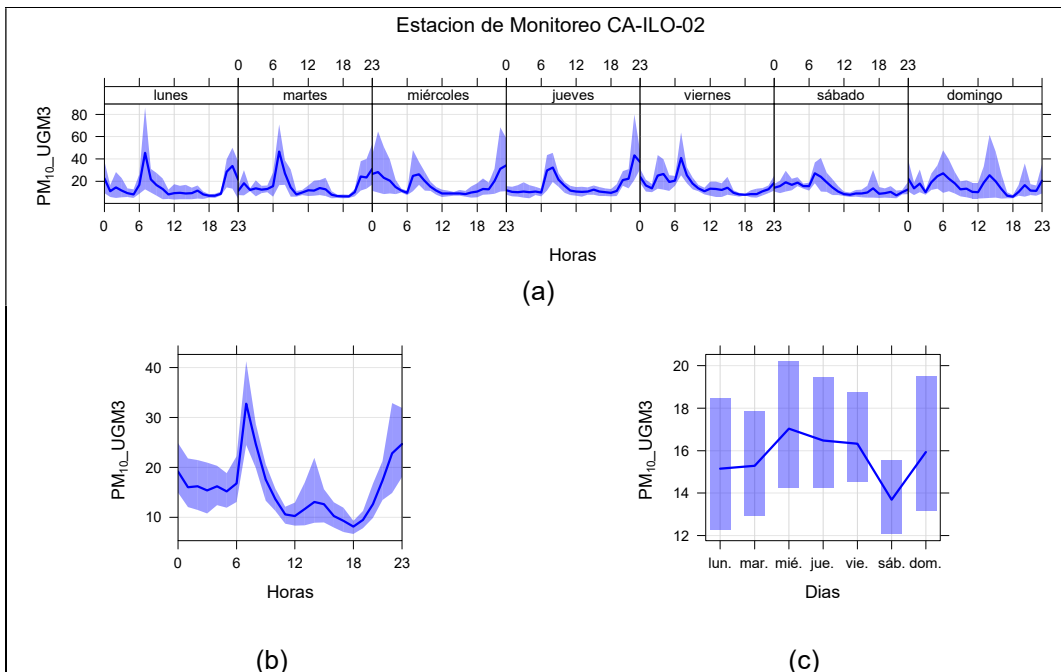
En la Figura 3.9.4, 3.9.5 y 3.9.6 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día en relación con las concentraciones de  $PM_{10}$ , para las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de abril.

En la estación CA-ILO-01, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los días viernes y domingo se registraron las mayores concentraciones de  $PM_{10}$ . En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de  $PM_{10}$  tienen valores elevados en horas cercanas a las 7:00 horas.



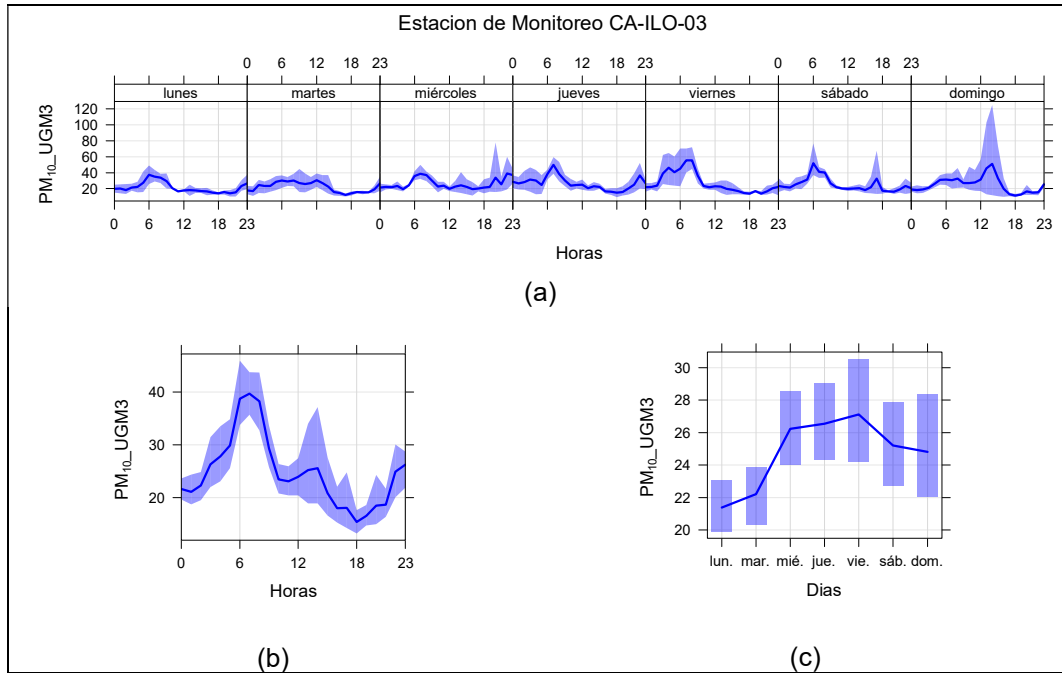
**Figura 3.9.4.** Concentraciones promedio horarias de  $PM_{10}$  en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de abril de 2023

En la estación CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los miércoles se registraron las mayores concentraciones de  $PM_{10}$ , según la validación de los datos se comprueba que los días miércoles 12 y 19 de abril se registraron picos importantes durante el día. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de  $PM_{10}$  tienen valores elevados en horas cercanas a las 6:00 horas y a las 23:00 horas.



**Figura 3.9.5.** Concentraciones promedio horarias de  $PM_{10}$  en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de abril de 2023

En la estación CA-ILO-03, la representación por días de monitoreo (c) muestra que en los viernes se registraron las mayores concentraciones de  $PM_{10}$ , según la validación de los datos se comprueba que el 'viernes' 07 de abril el parámetro mostró picos de concentración. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de  $PM_{10}$  tienen valores elevados alrededor de las 7:00 horas.

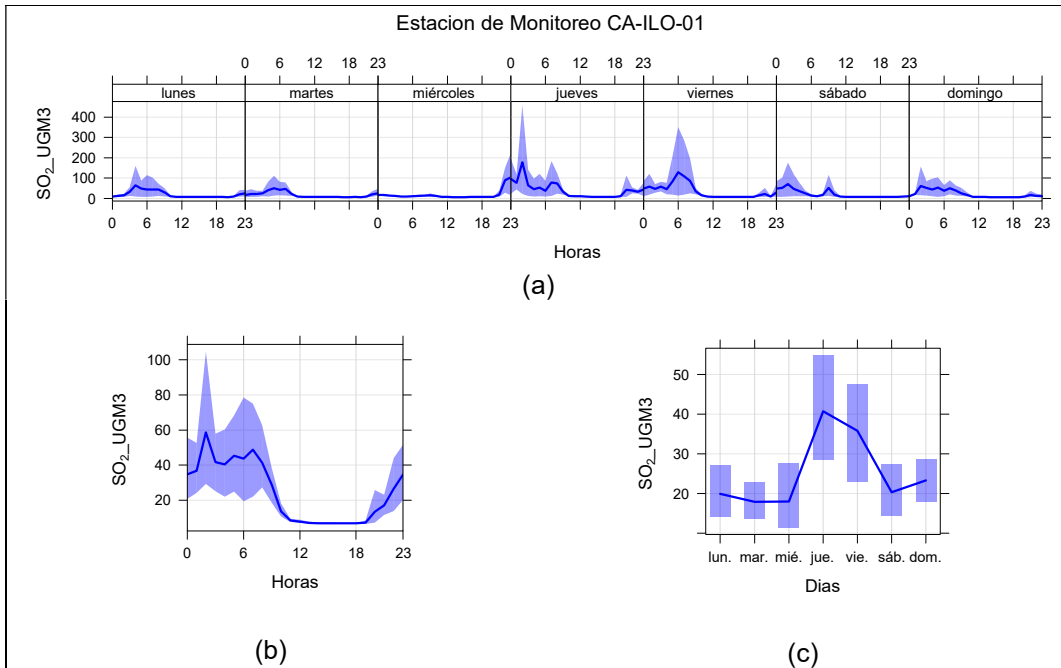


**Figura 3.9.6.** Concentraciones promedio horarias de  $PM_{10}$  en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de abril de 2023

### 3.9.3 Dióxido de azufre ( $SO_2$ )

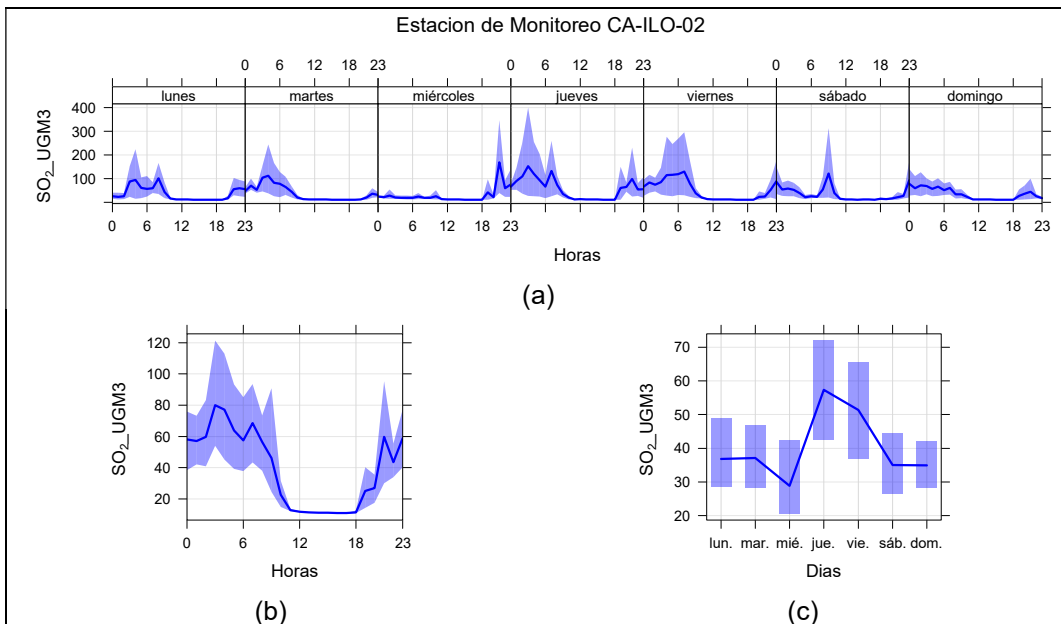
En la Figura 3.9.7, 3.9.8 y 3.9.9 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día en relación con las concentraciones de  $SO_2$  para las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de abril.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los jueves y viernes se registraron las mayores concentraciones de  $SO_2$ , según la validación de los datos se comprueba que los días jueves 20 y viernes 21 de abril se registraron picos de valores. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones tienen valores elevados en el horario nocturno, en un intervalo de las 23:00 y 07:00 horas aproximadamente.



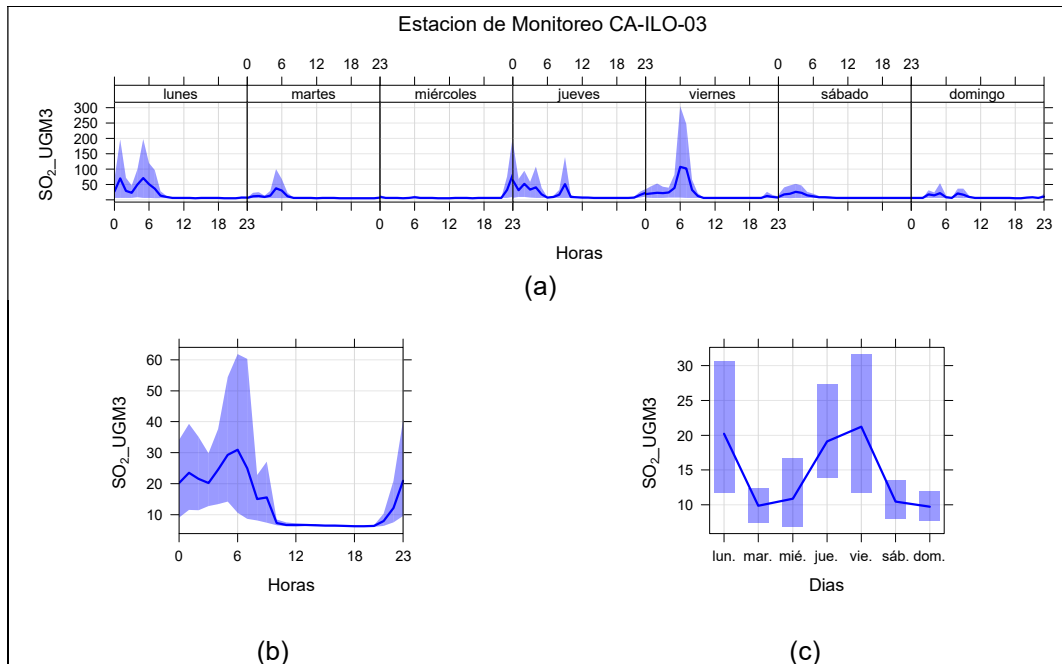
**Figura 3.9.7.** Concentraciones promedio horarios de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de abril de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los jueves y viernes se registraron las mayores concentraciones de SO<sub>2</sub>, según la validación de los datos se comprueba que los días jueves 20 y viernes 21 de abril se registraron picos de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de SO<sub>2</sub> tienen valores elevados en un intervalo de horas de las 21:00 a las 7:00 horas, sin embargo, cabe mencionar que en general los valores altos del parámetro son presentados en horario nocturno y también puede confirmarse lo mencionado al observar la gráfica por días de la semana (a).



**Figura 3.9.8.** Concentraciones promedio horarios de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de abril de 2023

En la estación CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo muestra que en los lunes, jueves y viernes se registraron las mayores concentraciones de SO<sub>2</sub>, según la validación de los datos se comprueba que los jueves 20, viernes 21, lunes 03 y 24 de abril se registraron picos de valores. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de SO<sub>2</sub> tienen valores elevados en el intervalo de las 23:00 y 6:00 horas, sin embargo, cabe mencionar que durante el horario nocturno se registraron valores más altos respecto al horario diurno, lo cual puede confirmarse al observar el gráfico horario por días de la semana (a).

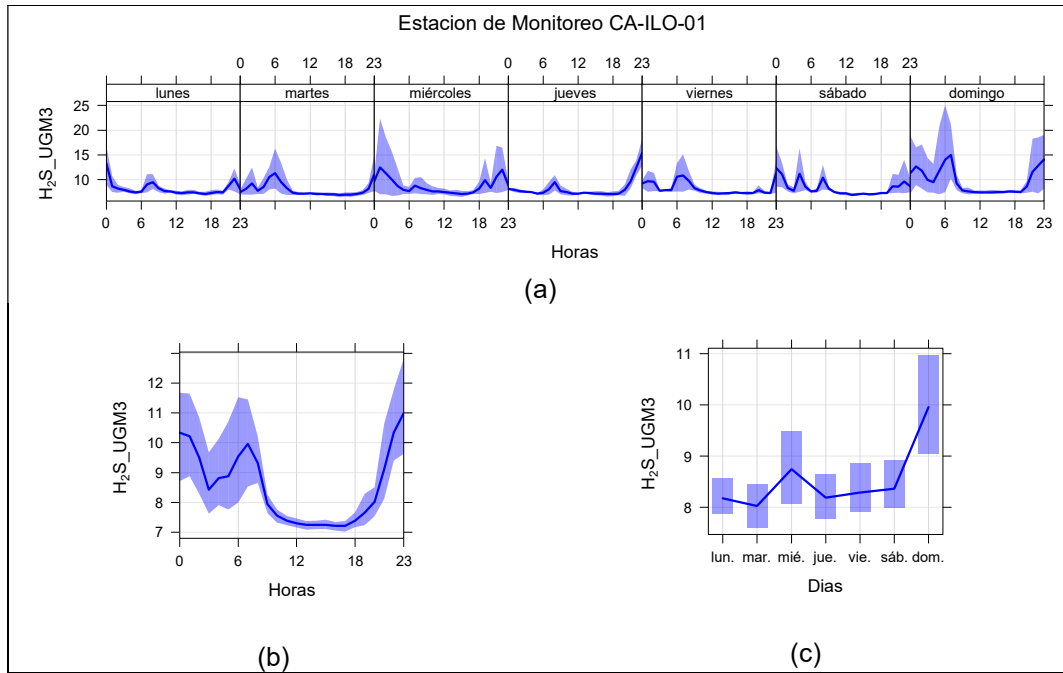


**Figura 3.9.9.** Concentraciones promedio horarios de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de abril de 2023

### 3.9.4 Sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S)

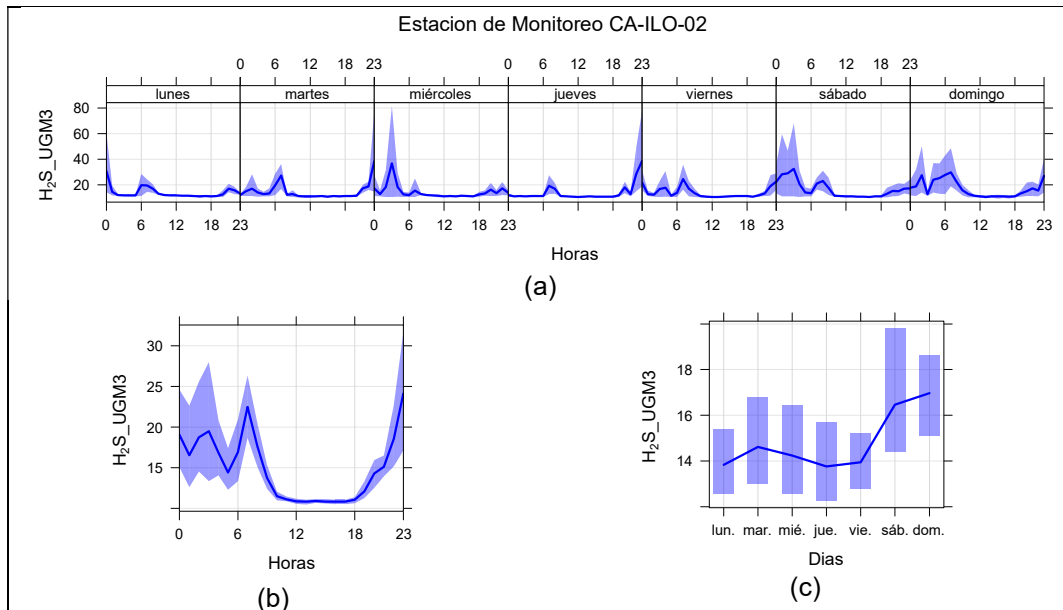
En la Figura 3.9.10, 3.9.11 y 3.9.12 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día en relación con las concentraciones de H<sub>2</sub>S, para las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de abril.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los domingos se registraron las mayores concentraciones de H<sub>2</sub>S, según la validación de los datos se comprueba que los días domingo 02 y 09 de abril se registraron picos importantes de valores. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de H<sub>2</sub>S tienen valores elevados en un intervalo de las 23:00 y 7:00 horas, sin embargo, cabe mencionar que durante el horario nocturno se registraron valores más altos respecto al horario diurno, lo cual puede confirmarse al observar el gráfico horario por días de la semana (a).



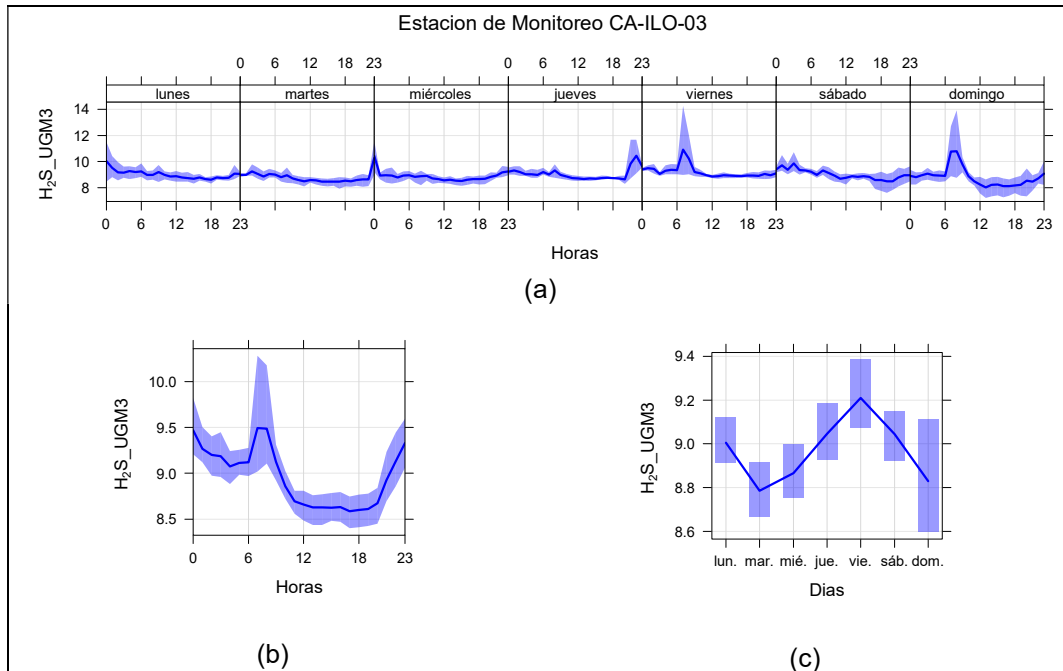
**Figura 3.9.10.** Concentraciones promedio horarios de  $H_2S$  en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de abril de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los sábados y domingos se registraron las mayores concentraciones de  $H_2S$ , según la validación de los datos se comprueba que en los lunes 03, domingo 02 y 16 de abril se registraron picos importantes de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de  $H_2S$  tienen valores elevados en un intervalo de horas entre las 23:00 y 07:00 horas, sin embargo, cabe mencionar que durante el horario nocturno se registraron valores más altos respecto al horario diurno, lo cual puede confirmarse al observar el grafico horario por días de la semana (a).



**Figura 3.9.11.** Concentraciones promedio horarios de  $H_2S$  en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de abril de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los viernes se registraron las mayores concentraciones de H<sub>2</sub>S, según la validación de los datos se comprueba que en el viernes 07 de abril se registraron picos importantes de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de H<sub>2</sub>S tienen valores elevados entre las 23:00 y las 07:00 horas.

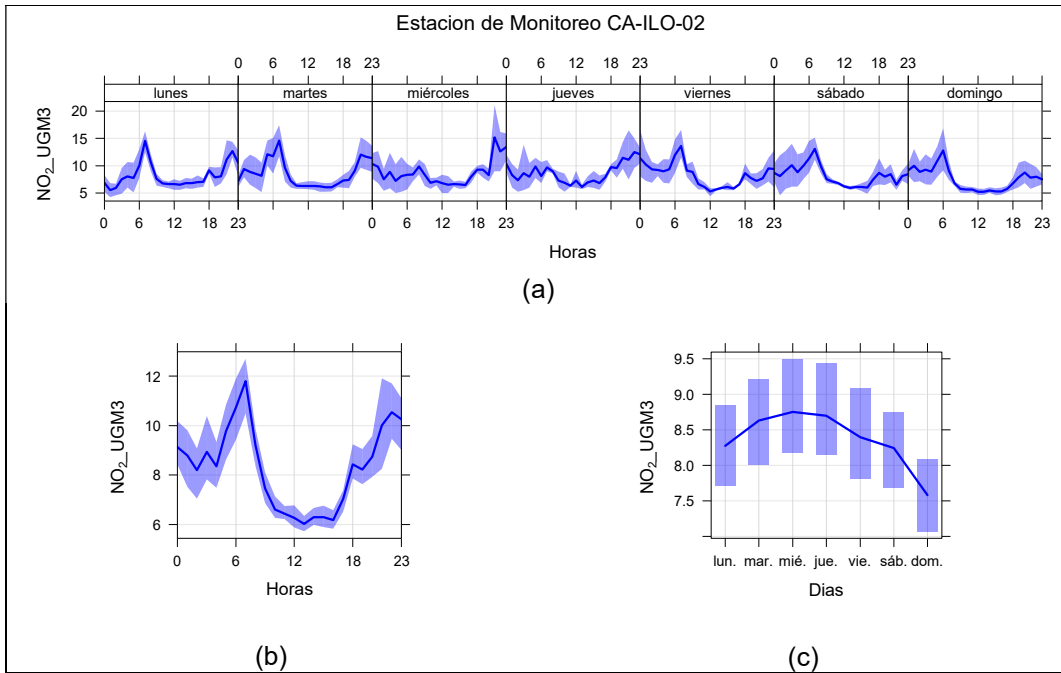


**Figura 3.9.12.** Concentraciones promedio horarias de H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de abril de 2023

### 3.9.5 Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

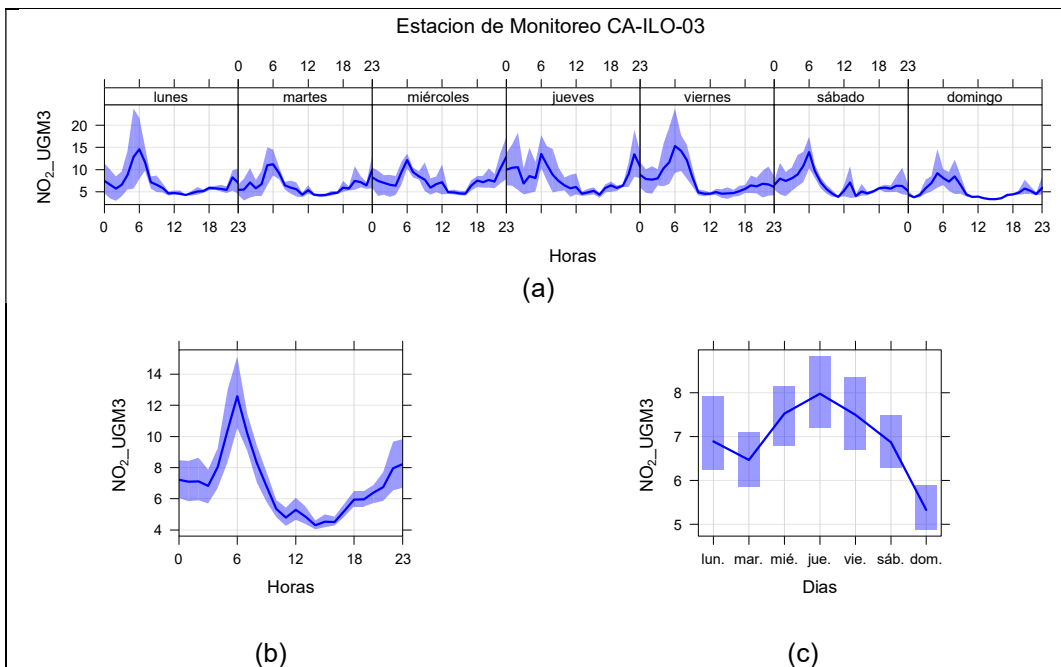
En la Figura 3.9.13 y 3.9.14 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día en relación con las concentraciones de NO<sub>2</sub>, para las estaciones de monitoreo CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de abril.

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los miércoles se registraron las mayores concentraciones de NO<sub>2</sub>, según la validación de los datos se comprueba que los miércoles 12 y 26 de abril se registraron picos de concentraciones. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de NO<sub>2</sub> tienen valores elevados alrededor de las 7:00 horas y a las 22:00 horas. Y observando la gráfica de medias horarias por días de la semana (a) hay un pico mostrado normalmente alrededor de las 6:00 y 7:00 horas de lunes a domingo, debido al tráfico vehicular.



**Figura 3.9.13.** Concentraciones promedio horarias de  $\text{NO}_2$  en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de abril de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que los jueves se registraron las mayores concentraciones de  $\text{NO}_2$ . En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de  $\text{NO}_2$  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 de lunes a domingo, debido al tráfico vehicular.

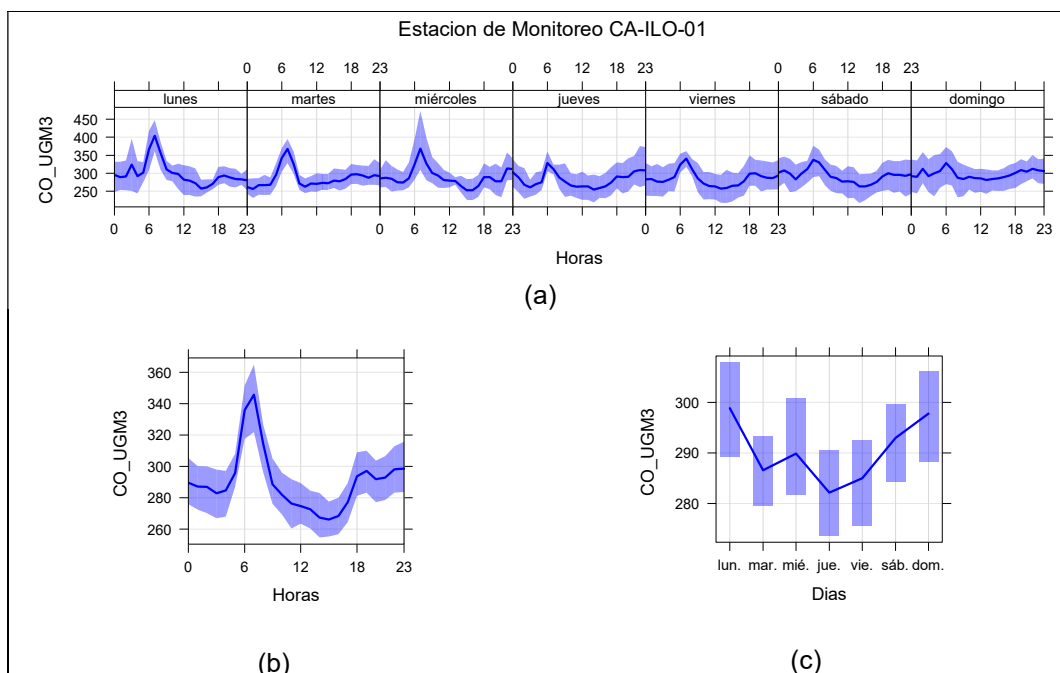


**Figura 3.9.14.** Concentraciones promedio horarias de  $\text{NO}_2$  en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de abril de 2023

### 3.9.6 Monóxido de carbono (CO)

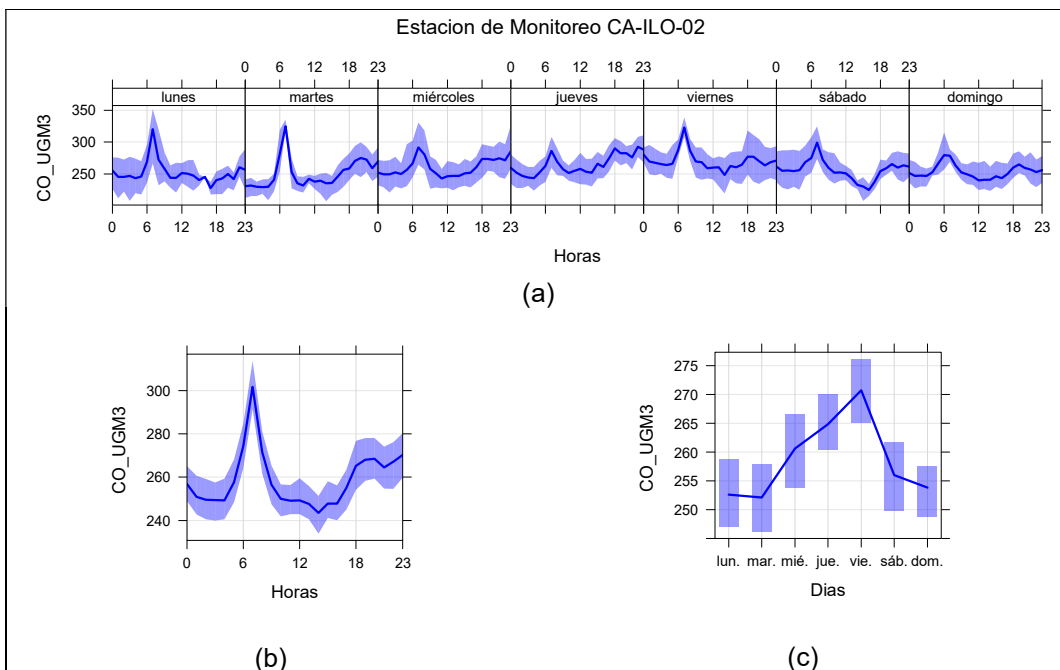
En la Figura 3.9.15, 3.9.16 y 3.9.17 se grafican las medias de las concentraciones horarias y por día en relación con las concentraciones de CO, para las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de abril.

En la estación de monitoreo CA-ILO-01, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los domingos y lunes se registraron las mayores concentraciones de CO. 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 al tráfico vehicular.



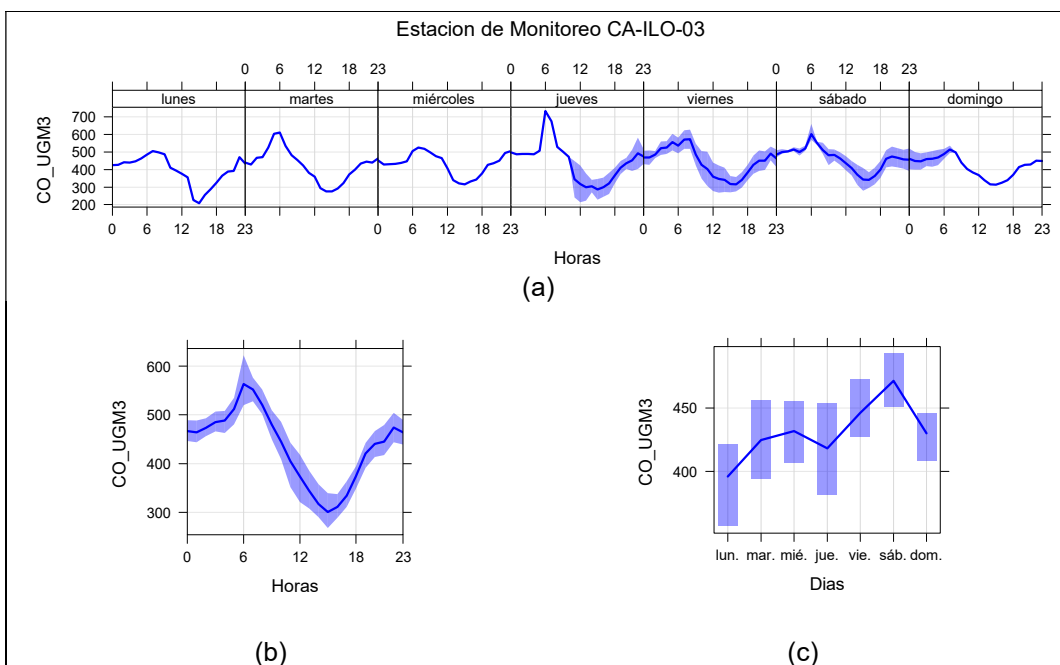
**Figura 3.9.15.** Concentraciones promedio horarias de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, de abril de 2023

En la estación de monitoreo CA-ILO-02, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los viernes se registraron las mayores concentraciones de CO. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de CO tienen valores elevados en horas cercanas a las 7:00 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 al tráfico vehicular.



**Figura 3.9.16.** Concentraciones promedio horarios de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, de abril de 2023

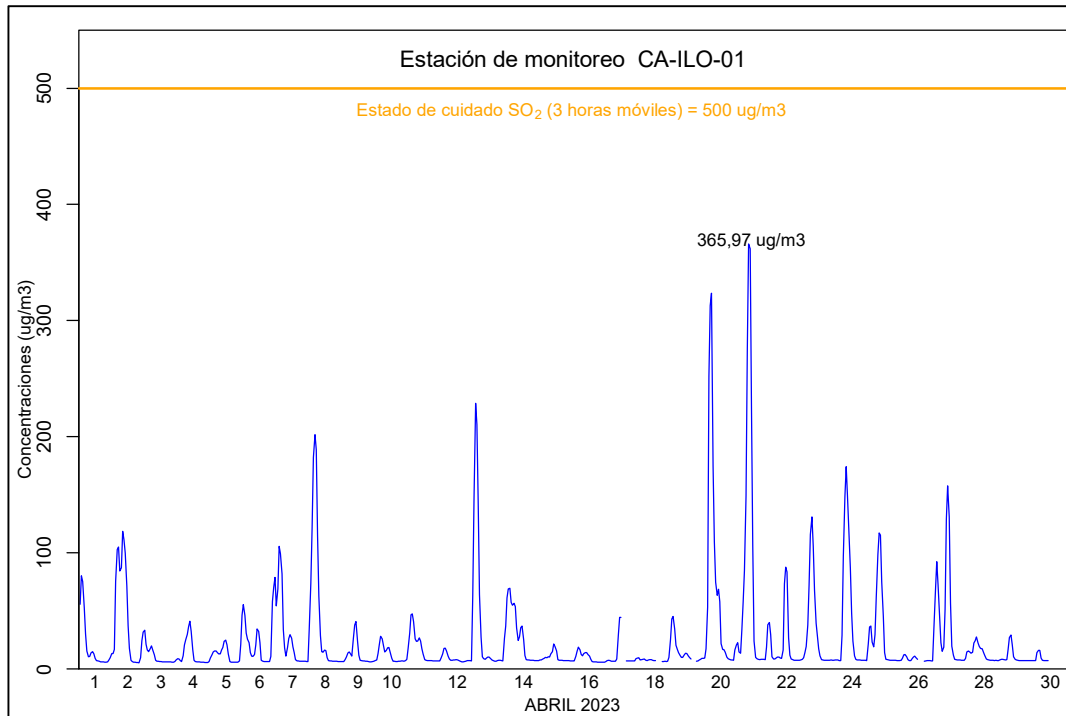
En la estación de monitoreo CA-ILO-03, la representación gráfica por días de monitoreo (c) muestra que en los días sábados se registraron las mayores concentraciones de CO. En el caso de las medias horarias (b), se observa que las concentraciones de CO tienen valores elevados alrededor de las 6:00 horas. 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 al tráfico vehicular.



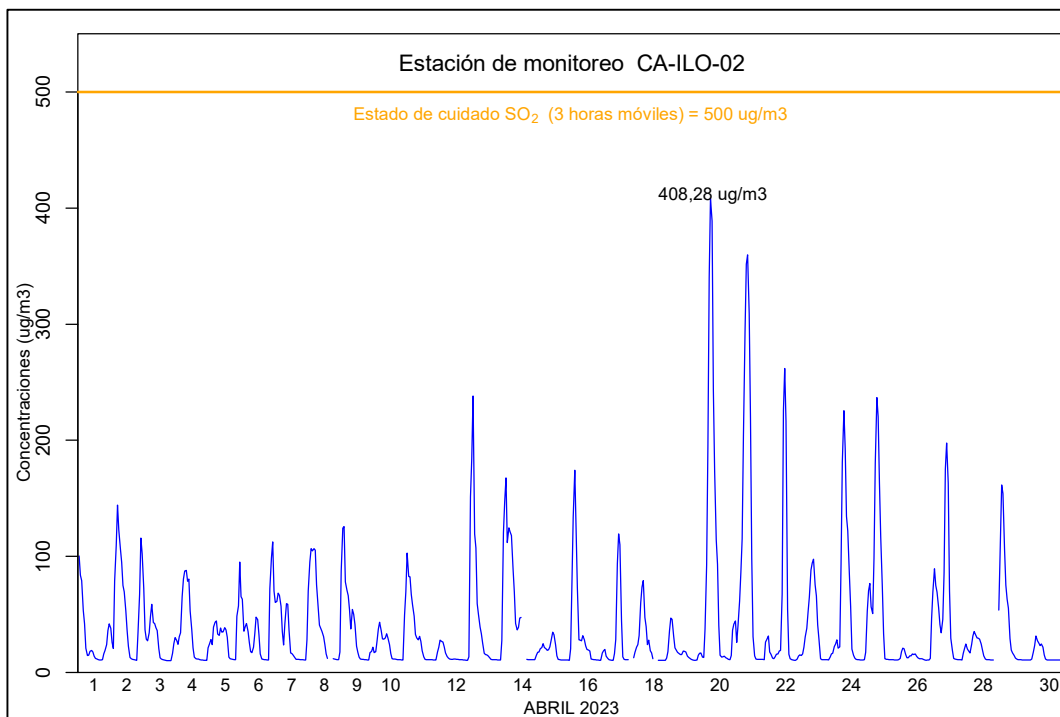
**Figura 3.9.17.** Concentraciones promedio horarios de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, de abril de 2023

### 3.10 Estados de alerta

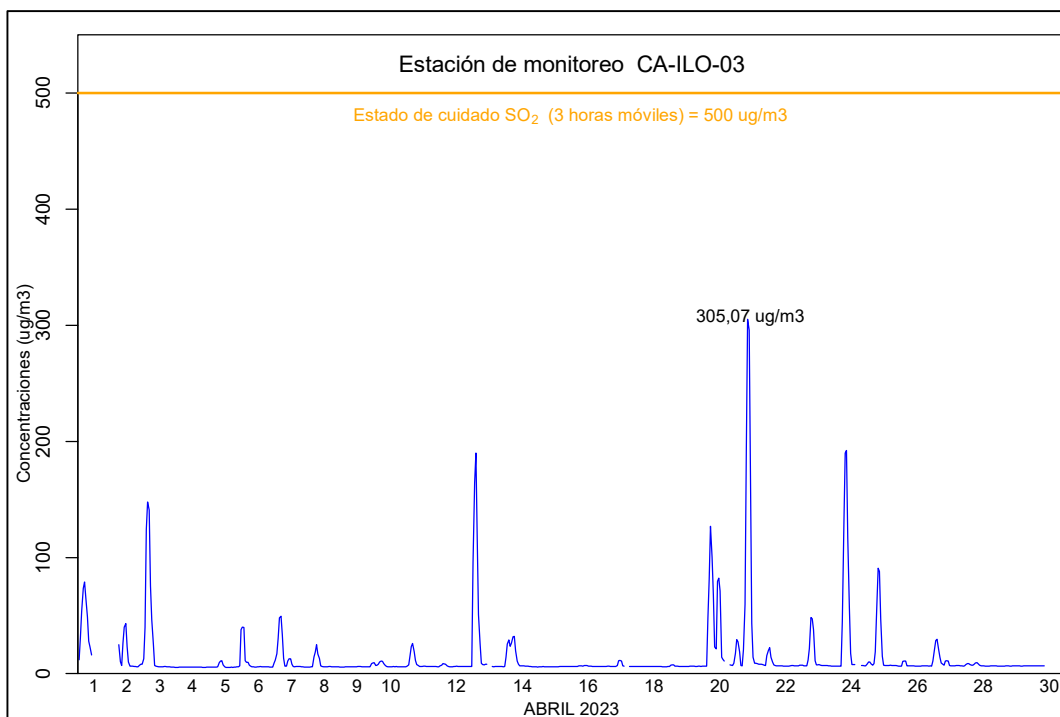
En las Figuras 3.10.1, 3.10.2 y 3.10.3 se presentan las concentraciones móviles de 3 horas de SO<sub>2</sub>, correspondiente a las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, del mes de abril de 2023. Además, se observa que todas las concentraciones de promedio móvil de 3 horas no excedieron el estado de cuidado para SO<sub>2</sub> (500 µg/m<sup>3</sup>) según el Decreto Supremo N.°009-2003-SA.



**Figura 3.10.1.** Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en abril de 2023



**Figura 3.10.2.** Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en abril de 2023



**Figura 3.10.3.** Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en abril de 2023

#### 4 CONCLUSIONES

- En las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, ubicadas en la provincia de Ilo, las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 10 micras ( $PM_{10}$ ) no excedieron su respectivo ECA, durante el mes de abril de 2023.
- En las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, ubicadas 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 abril de 2023.
- En las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, las concentraciones de dióxido de azufre ( $SO_2$ ) no excedieron su respectivo ECA, durante el mes de abril de 2023.
- En las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, las concentraciones de sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ) no excedieron su respectivo ECA, durante el mes de abril de 2023.
- 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 abril de 2023.
- En las tres estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, las concentraciones horarias de dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ) no excedieron su respectivo ECA, durante el periodo evaluado de abril de 2023.
- No se presentaron estados de alerta sobre los niveles de cuidado de  $SO_2$  ( $500 \mu g/m^3$ , 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 (abril de 2023).

#### 5 ANEXOS

Anexo 1: Mapa de ubicación.

Anexo 2: Datos crudos.

Anexo 3: Sistematización de datos válidos.

Anexo 4: Certificados de Calibración y fichas de verificación.

Atentamente:

Jorge Luis Hualpa Amable

DNI: 10734302