

Título del estudio : Evaluación ambiental de seguimiento de la calidad del aire en los distritos Ilo y Pacocha, provincia Ilo, departamento Moquegua, en junio de 2022.

Fecha de ejecución : Del 1 al 30 de junio de 2022

Expediente : 2020-02-0015 Código de acción : 004-6-2022-417

Tipo de evaluación : Programada

Fecha de aprobación : 27 de julio de 2022 Reporte N° : REAS-107-2022-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	Fundición y refinería de cobre - Ilo, Central Termoeléctrica Ilo1, Central Termoeléctrica Ilo21, Central Termoeléctrica Nodo energético Del Sur – Planta Ilo, Central Termoeléctrica Reserva Fría de Generación – Planta Ilo
c.	Problemática identificada	Presunta afectación de la calidad del aire debido a las actividades económicas en la provincia Ilo
d.	Periodo de ejecución	Del 1 al 30 de junio de 2022

**Tabla 1.2.** Listado de profesionales

N.º	Nombres y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada
1	Lázaro Walthier Fajardo Vargas	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/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	Ubicado en la Av. Pacífico 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 <sub>10</sub> )	Monitor automático de partículas	GRIMM	EDM 180	18A19094	LF-1702022
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>	<i>Thermo Scientific</i>	43i	1200416204	LG-130-2022 LF-1542022
Dióxido de Nitrógeno	Monitor automático de NO <sub>2</sub>	<i>Thermo Scientific</i>	42i	1192914962	LG-129-2022 LF-1532022
Sulfuro de Hidrógeno	Monitor automático de H <sub>2</sub> S	<i>Thermo Scientific</i>	450i	CM1949014 1	LG-128-2022 LF-1522022
Monóxido de carbono	Monitor automático de CO	<i>Thermo Scientific</i>	48i	1193085163	LG-127-2022 LF-1512022
- Velocidad de viento - Dirección de viento	Estación meteorológica	<i>Campbell Scientific</i>	CR310	WM174404	LM – 3612022
- Temperatura ambiente - Humedad relativa				1669292130	LM-3602022 LM-3592022
- Presión barométrica				BPA11352	LM - 3622022
- Precipitación				TB00015748	LM – 3632022
- Radiación Solar				193237	LM – 3642022
Estación de monitoreo CA - ILO – 02					
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Monitor automático de partículas	GRIMM	EDM 180	18A19091	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>	<i>Thermo Scientific</i>	43i	1192914947	LG-138-2022 LF-1622022
Sulfuro de Hidrógeno	Monitor automático de H <sub>2</sub> S	<i>Thermo Scientific</i>	450i	CM1949013 9	LG-136-2022 LF-1602022

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Certificado calibración
Monóxido de carbono	Monitor automático de CO	<i>Thermo Scientific</i>	48i	1193085161	LG-135-2022 LF-1592022
- Velocidad de viento - Dirección de viento	Estación meteorológica	<i>Campbell Scientific</i>	CR300	WM174402	LM - 3732022
- Temperatura ambiente - Humedad relativa				1663393889	LM - 3722022 LM - 3712022
- Presión barométrica				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	<i>GRIMM</i>	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	<i>TISCH</i>	TE-6070VFC+BL X	Venturi: P10790BLX	LF-1672022
Dióxido de Azufre	Monitor automático de SO <sub>2</sub>	<i>Thermo Scientific</i>	43i	1192914948	LG-134-2022 LF-1582022
Dióxido de Nitrógeno	Monitor automático de NO <sub>2</sub>	<i>Thermo Scientific</i>	42i	1192914961	LG-133-2022 LF-1572022
Sulfuro de Hidrógeno	Monitor automático de H <sub>2</sub> S	<i>Thermo Scientific</i>	450i	CM19490140	LG-132-2022 LF-1562022
Monóxido de carbono	Monitor automático de CO	<i>Thermo Scientific</i>	48i	1193085162	LG-131-2022 LF-1552022
- Velocidad de viento - Dirección de viento	Estación meteorológica	<i>Campbell Scientific</i>	CR300	WM174403	LM - 3672022
- Temperatura ambiente - Humedad relativa				1665884185	LM - 3662022 LM - 3652022
- Presión barométrica				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		

Parámetro	Método	Técnica Empleada
Humedad relativa		
Precipitación		
Presión barométrica		
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 (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	

Los ECA para aire no consideran concentraciones de metales en  $\text{PM}_{10}$ , para un periodo de 24 horas; por lo que, se tomó la guía de calidad del aire de Canadá (Ontario's Ambient Air Quality Criteria - 2012) como estándares de referencia para los parámetros de metales evaluados como se detalla en la tabla 2.6. Las notas de esta norma indican que las concentraciones expresadas en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  se encuentran a condiciones de  $10^\circ\text{C}$  y  $760\text{ mmHg}$ .

**Tabla 2.6.** Estándares de calidad de aire de Canadá

CASRN	Contaminante	AAQC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo promedio (h)
7440-36-0	Antimonio y compuestos de antimonio	25	24
7784-42-1	Arsénico y compuestos de arsénico	0,3	24
7440-41-7	Berilio y compuestos de berilio	0,01	24
7440-42-8	Boro	120	24
7440-43-9	Cadmio y compuestos de cadmio	0,025	24
7440-48-4	Cobalto	0,1	24
7440-50-8	Cobre	50	24
7440-47-3	Cromo y compuestos	0,5	24
15438-31-0	Hierro (metálico)	4	24
7439-92-1	Plomo y compuestos de plomo	0,5	24
7439-96-5	Manganeso y compuestos de manganeso	0,2	24
7439-97-6	Mercurio (Hg)	2	24
7439-98-7	Molibdeno	120	24
7440-02-0	Níquel y compuestos de níquel	0,1	24
7782-49-2	Selenio	10	24
7440-22-4	Plata	1	24
7440-24-6	Estroncio	120	24
7440-31-5	Estaño	10	24
7440-32-6	Titanio	120	24
7440-61-1	Uranio y compuestos de uranio	0,15	24
7440-62-2	Vanadio	2	24

7440-66-6	Zinc	120	24
-----------	------	-----	----

CASRN: *Chemical Abstracts Services Registry Number* o Número de Registro CAS.  
 Fuente: *Ontario's Ambient Air Quality Criteria Standards (AAQC)* – noviembre 2020  
<https://files.ontario.ca/mecp-ambient-air-quality-criteria-list-en-2020-05-01.pdf>

### 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 junio de 2022, son presentadas en el Anexo 3.

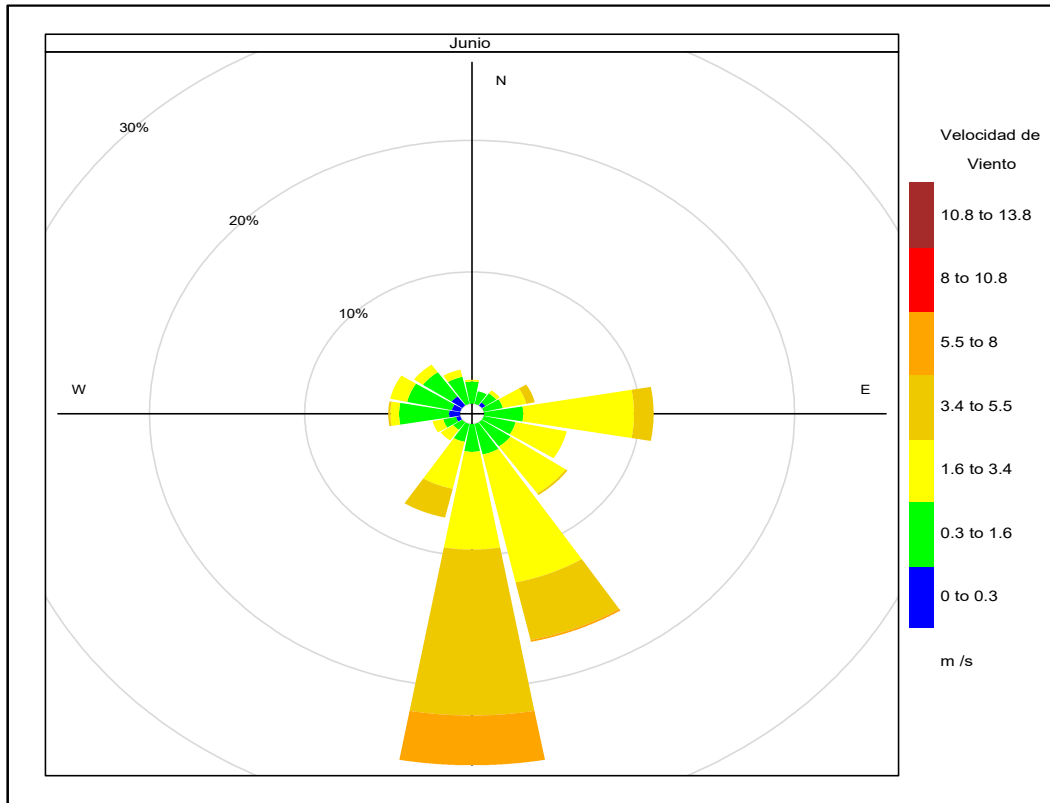
#### 3.1 Parámetros meteorológicos

En la Tabla 3.1 se presentan los parámetros meteorológicos en la estación de monitoreo CA-ILO-01 en junio de 2022, se aprecia que la presión barométrica varió entre una mínima de 1004,3 hPa y máxima de 1013,1 hPa, se registraron precipitaciones máximas de 0,1 mm en junio. La temperatura promedio fue de 17,1 °C alcanzando una mínima de 13,6 °C y una máxima de 20,3 °C, la humedad relativa varió entre 55,9 % y 92,5% y la velocidad del viento osciló entre 0,1 m/s y 7,0 m/s. El parámetro de radiación solar reporta una Irradiancia máxima de 846,1 W/m<sup>2</sup> durante el mes de junio. Los valores se presentan en la Tabla 3.1 y el detalle del registro en el Anexo 3.

**Tabla 3.1.** Parámetros meteorológicos registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-01 en junio de 2022

Valores	Presión barométrica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación Solar (W/m <sup>2</sup> )
Mínimo	1004,3	0,0	13,6	55,9	0,1	0,0
Máximo	1013,1	0,1	20,3	92,5	7,0	846,1
Promedio	1009,3	0,0	17,1	74,0	2,5	--

En la Figura 3.1 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-01 correspondiente a junio de 2022. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia Sur (S). Es preciso mencionar que, en la referida dirección se encuentran los almacenes de Ceticos Ilo, teniendo como referencia la ubicación de la estación de monitoreo CA-ILO-01.



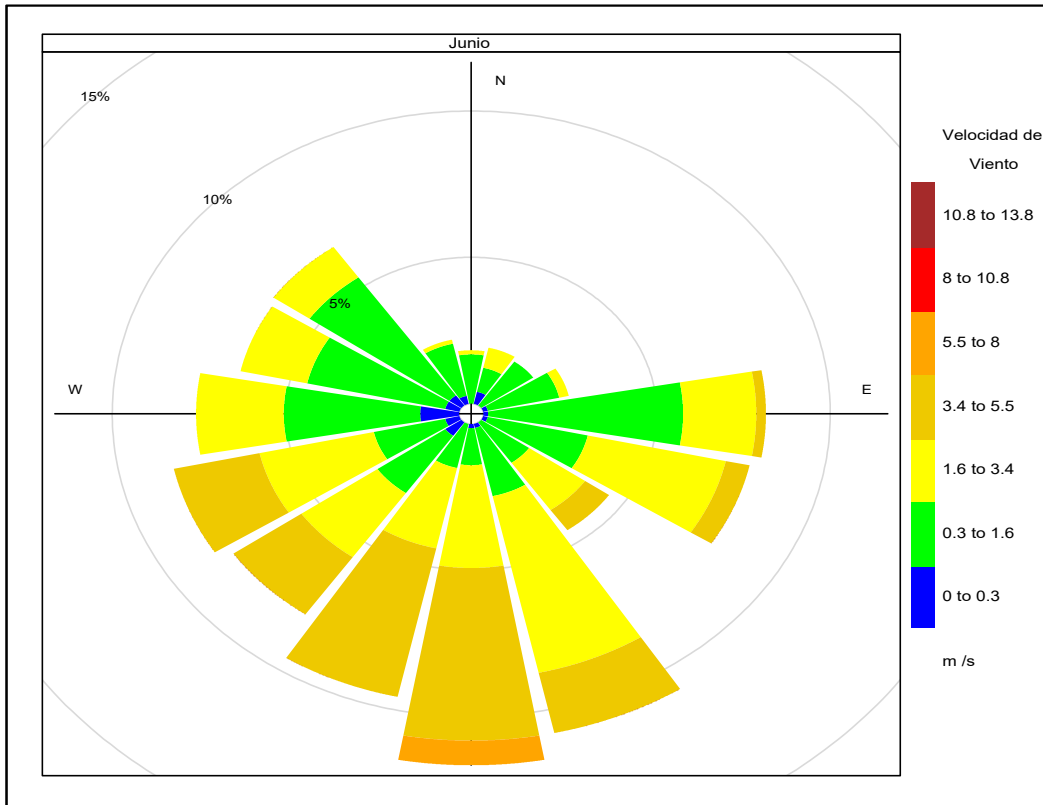
**Figura 3.1.** Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-01, en junio de 2022

En la Tabla 3.2 se presentan los parámetros meteorológicos en la estación de monitoreo CA-ILO-02 en junio de 2022, se aprecia que la presión barométrica varió entre una mínima de 1006,0 hPa y máxima de 1014,4 hPa, no se registraron precipitaciones en junio. La temperatura promedio fue de 17,2 °C alcanzando una mínima de 13,9°C y una máxima de 20,7 °C, la humedad relativa varió entre 63,6% y 85,3% y la velocidad del viento osciló entre 0,1 m/s y 6,2 m/s. El parámetro de radiación solar reporta una Irradiancia máxima de 752,3 W/m<sup>2</sup> durante el mes de junio. 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 en junio de 2022

Valores	Presión barométrica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación Solar (W/m <sup>2</sup> )
Mínimo	1006,0	0,0	13,9	63,6	0,1	0,0
Máximo	1014,4	0,0	20,7	85,3	6,2	752,3
Promedio	1010,5	0,0	17,2	73,9	2,2	--

En la Figura 3.2 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-02 correspondiente a junio de 2022. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia Sur (E) y en menor proporción hay una presencia multidireccional que comprende desde el Noroeste (NW) hasta el Suroeste (SW) y desde el Este (E) y Este SurEste (ESE).



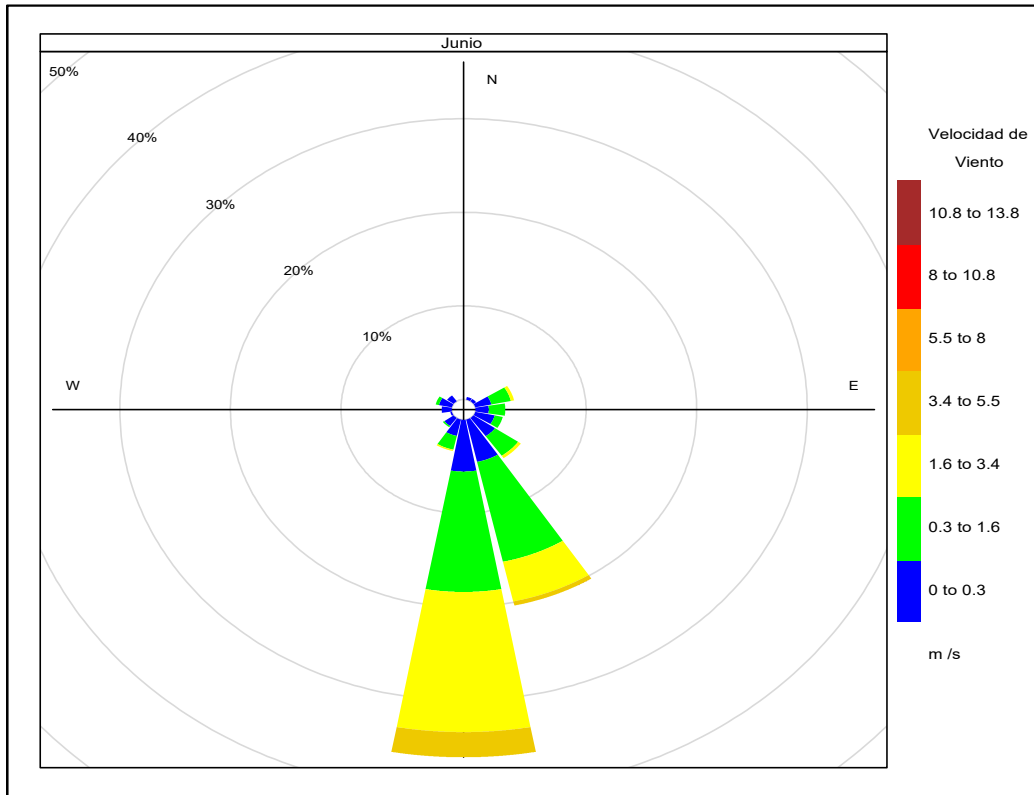
**Figura 3.2.** Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-02, en junio de 2022

En la Tabla 3.3 se presentan los parámetros meteorológicos en la estación de monitoreo CA-ILO-03 en junio de 2022, se aprecia que la presión barométrica varió entre una mínima de 985,6 hPa y máxima de 995,0 hPa, se registraron precipitaciones máximas de 0,3 mm en junio. La temperatura promedio fue de 15,8°C alcanzando una mínima de 12,3 °C y una máxima de 18,7 °C, la humedad relativa varió entre 58,9 % y 96,9 % y la velocidad del viento osciló entre 0,0 m/s y 4,2 m/s. El parámetro de radiación solar reporta un máximo de 772,3 W/m<sup>2</sup> durante el mes de junio. 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 en junio de 2022

Valores	Presión barométrica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Radiación Solar (W/m <sup>2</sup> )
Mínimo	985,6	0,0	12,3	58,9	0,0	0,0
Máximo	995,0	0,3	18,7	96,9	4,2	772,3
Promedio	990,9	0,0	15,8	79,3	0,9	--

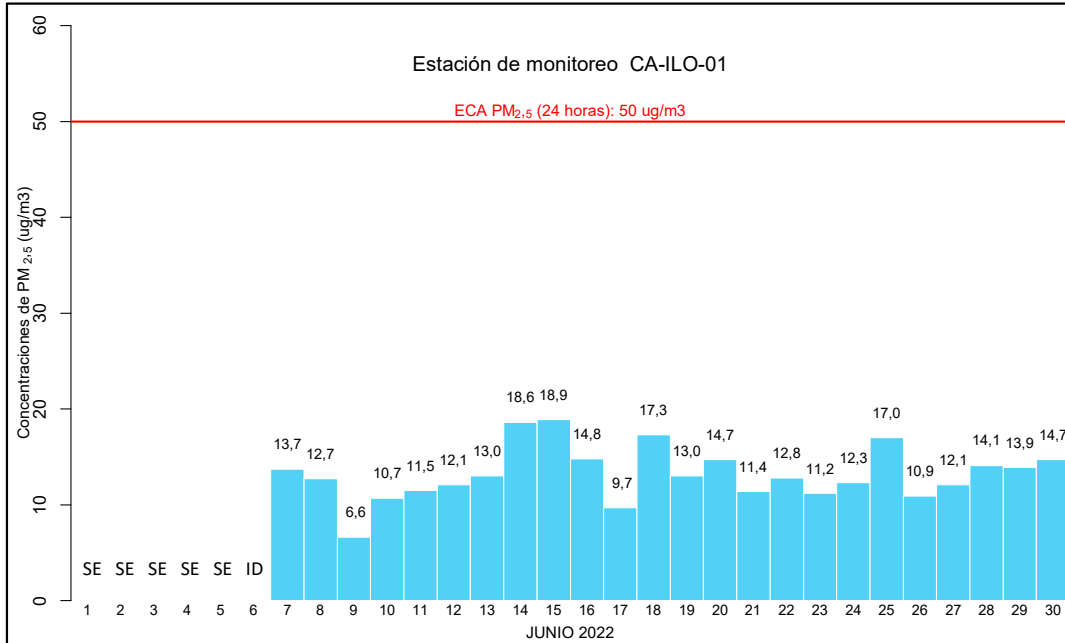
En la Figura 3.3 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-03 correspondiente a junio de 2022. Se observa que la rosa de viento tuvo una predominancia sur (S). Es preciso mencionar que, en la referida dirección se encuentra el terminal terrestre de Ilo, teniendo como referencia la ubicación de la estación de monitoreo CA-ILO-03.



**Figura 3.3.** Rosa de viento de la estación de monitoreo CA-ILO-03, en junio de 2022

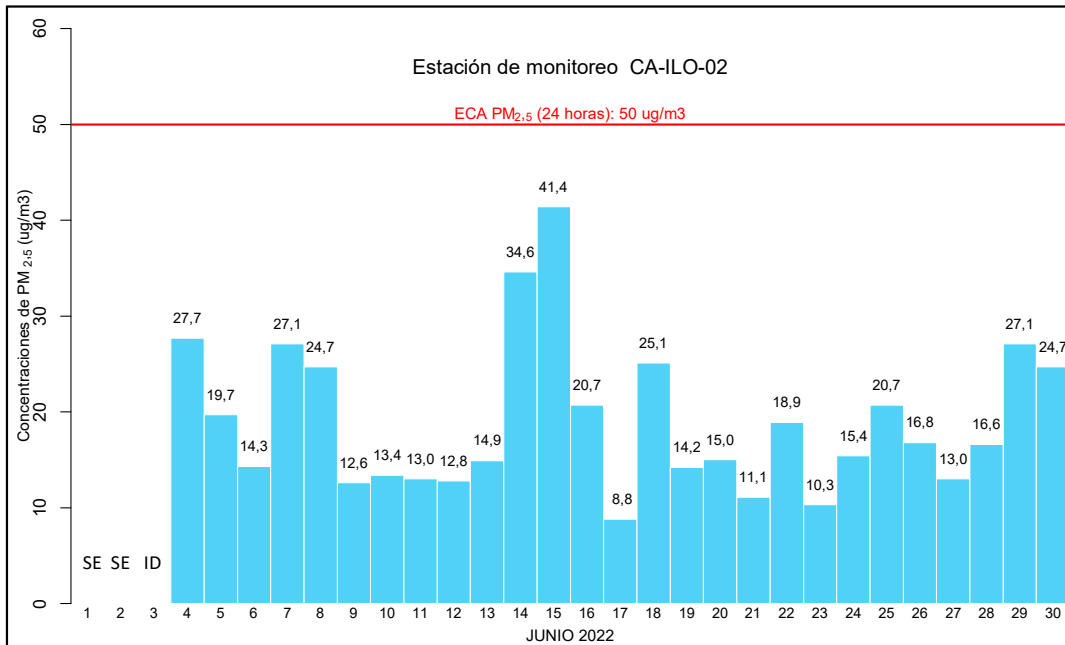
### 3.2 Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras ( $PM_{2,5}$ )

En las Figuras 3.4, 3.5 y 3.6 se presentan las concentraciones de 24 horas de  $PM_{2,5}$  de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, respectivamente, en junio de 2022. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de  $PM_{2,5}$  ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 24 horas).



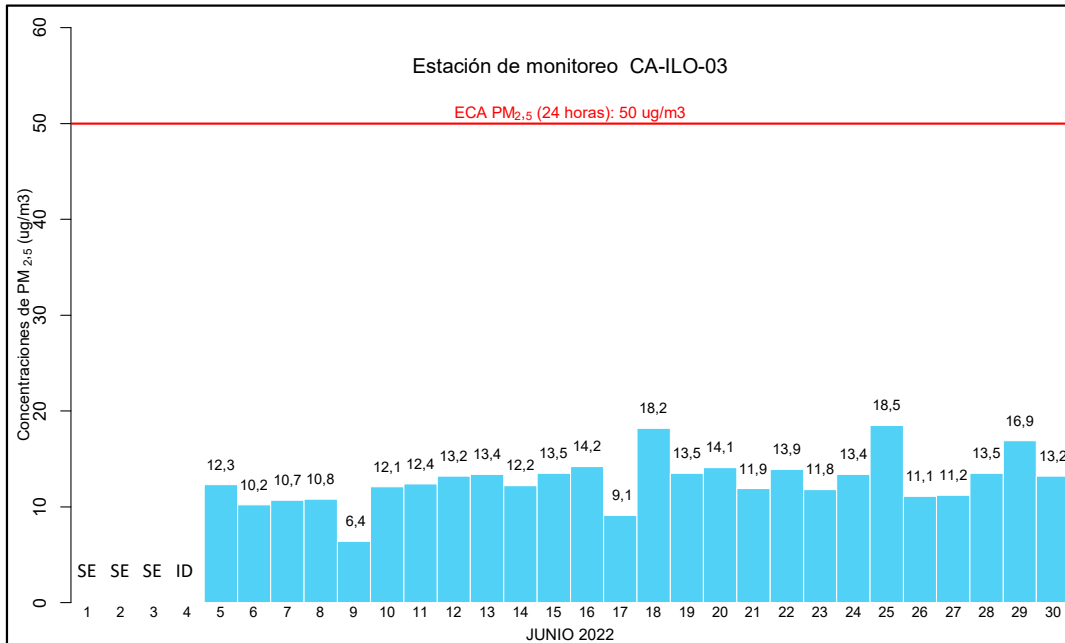
**Figura 3.4.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>2.5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en junio de 2022

ID: Insuficiencia de datos para calcular promedio de 24 horas (menor del 75%).  
SE: Sin equipo instalado



**Figura 3.5.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>2.5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en junio de 2022

ID: Insuficiencia de datos para calcular promedio de 24 horas (menor del 75%).  
SE: Sin equipo instalado



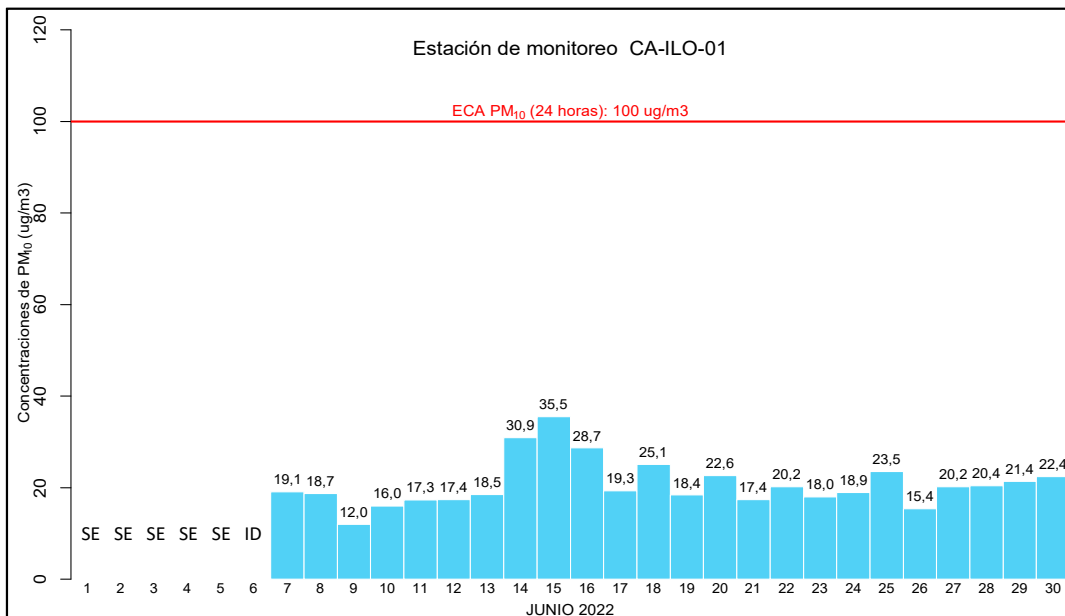
**Figura 3.6.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>2.5</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en junio de 2022

ID: Insuficiencia de datos para calcular promedio de 24 horas (menor del 75%).

SE: Sin equipo instalado

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

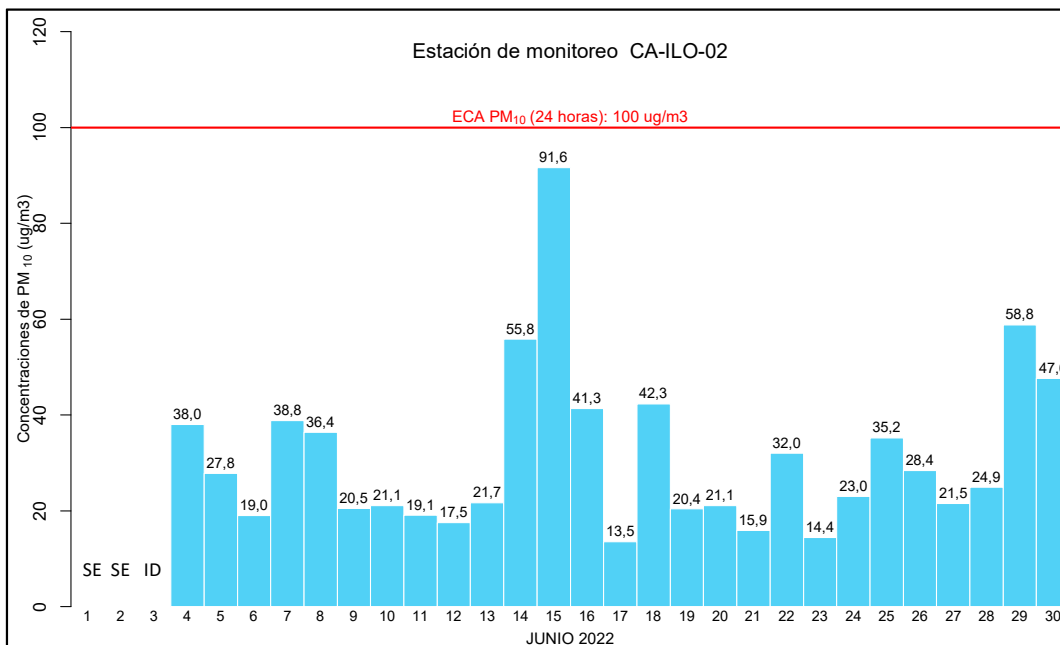
En las Figuras 3.7, 3.8 y 3.9 se presentan las concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub> de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, respectivamente, en junio de 2022. Además, se observa que todas las concentraciones de 24 horas no excedieron el ECA para aire de PM<sub>10</sub> (100 µg/m<sup>3</sup> en 24 horas).



**Figura 3.7.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en junio de 2022

ID: Insuficiencia de datos para calcular promedio de 24 horas (menor del 75%).

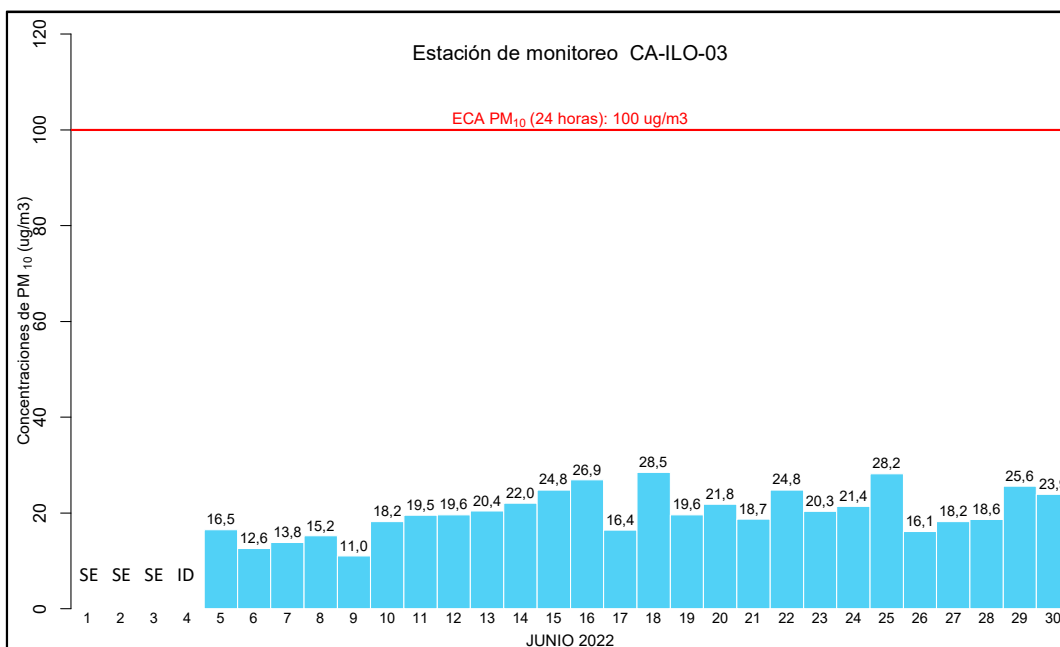
SE: Sin equipo instalado



**Figura 3.8.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en junio de 2022

ID: Insuficiencia de datos para calcular promedio de 24 horas (menor del 75%).

SE: Sin equipo instalado



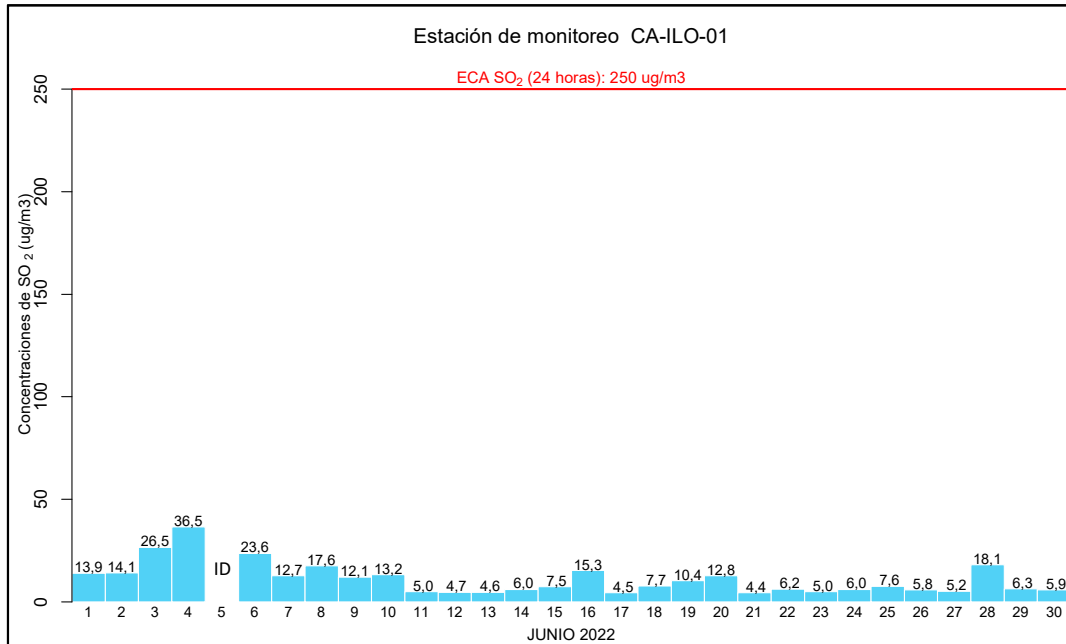
**Figura 3.9.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en junio de 2022

ID: Insuficiencia de datos para calcular promedio de 24 horas (menor del 75%).

SE: Sin equipo instalado

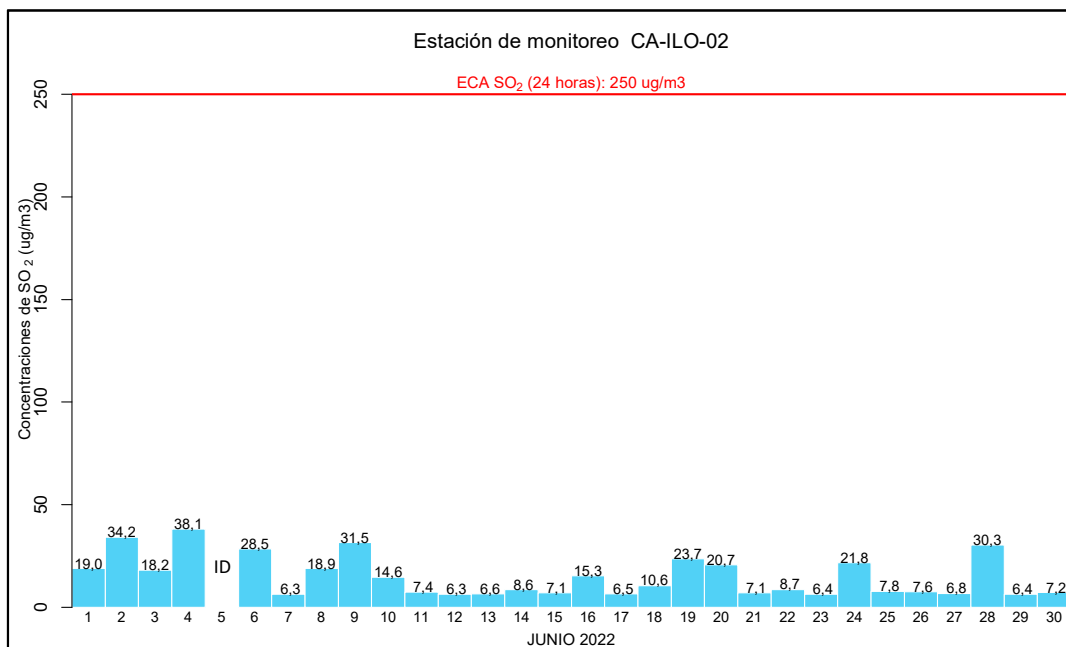
### 3.4 Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

En las Figuras 3.10, 3.11 y 3.12 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, en junio de 2022. 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).



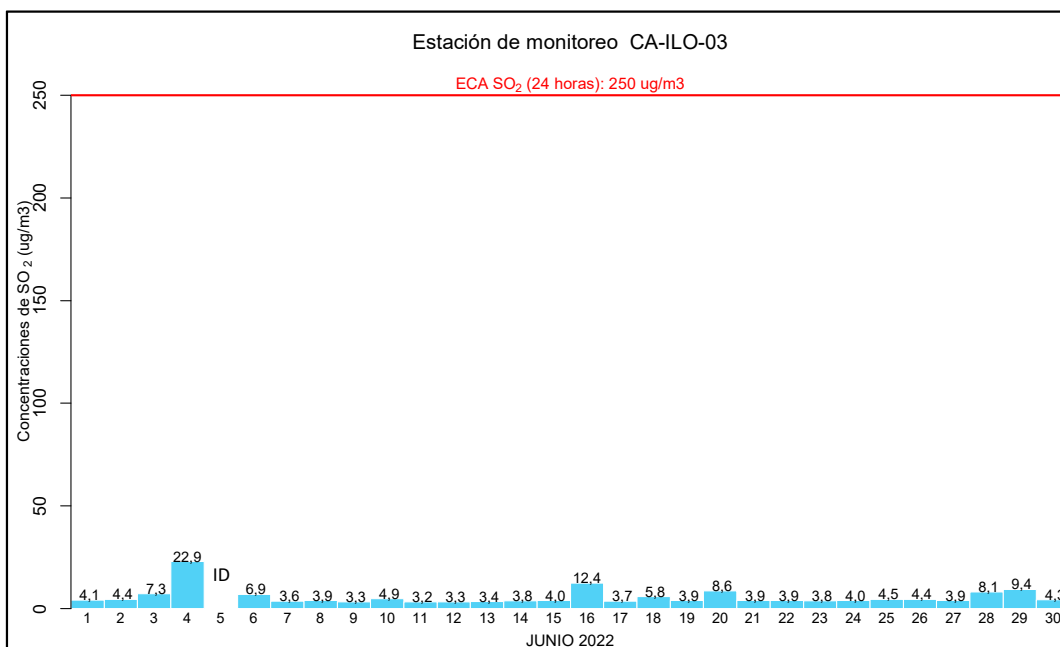
**Figura 3.10.** Concentraciones de 24 horas de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en junio de 2022

ID: Insuficiencia de datos para calcular promedio de 24 horas (menor del 75%).



**Figura 3.11.** Concentraciones de 24 horas de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en junio de 2022

ID: Insuficiencia de datos para calcular promedio de 24 horas (menor del 75%).

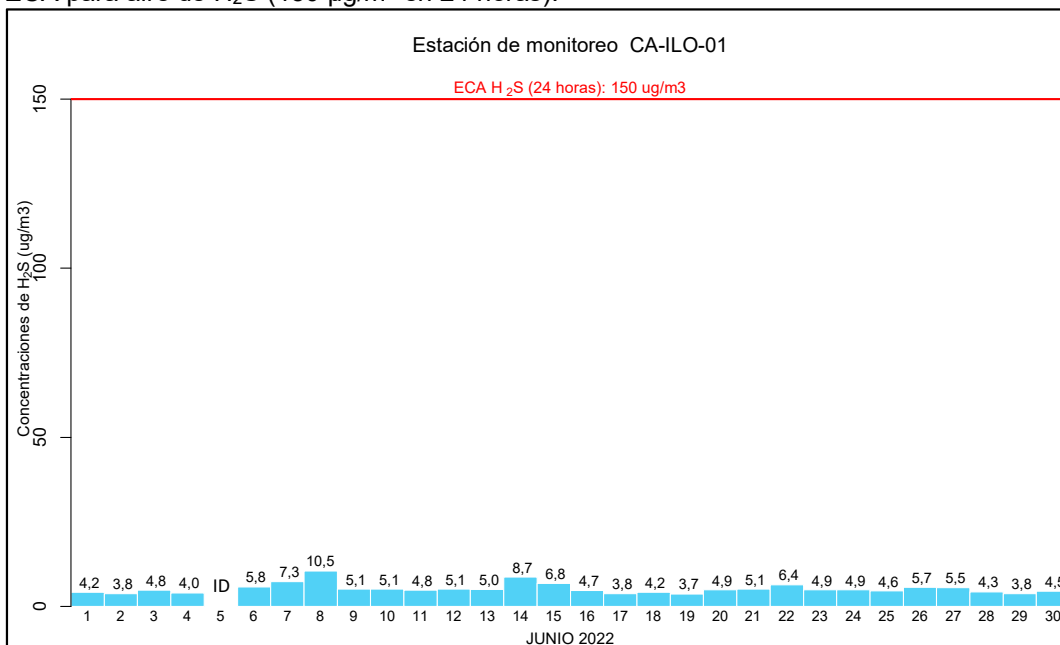


**Figura 3.12.** Concentraciones de 24 horas de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en junio de 2022

ID: Insuficiencia de datos para calcular promedio de 24 horas (menor del 75%).

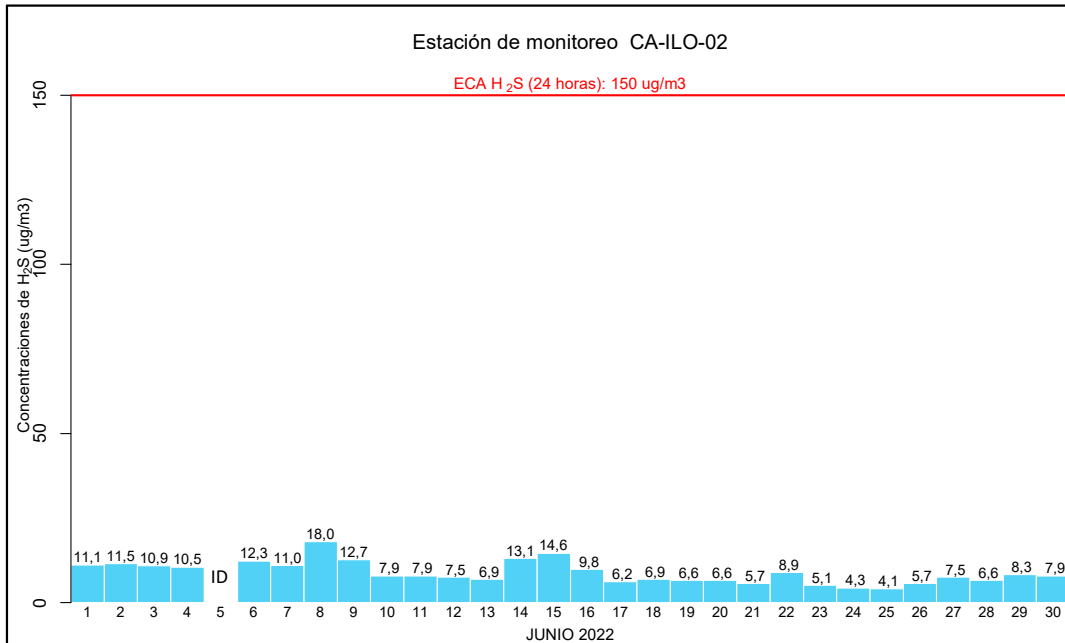
### 3.5 Sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S)

En las Figuras 3.13, 3.14 y 3.15 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, respectivamente, en junio de 2022. 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).



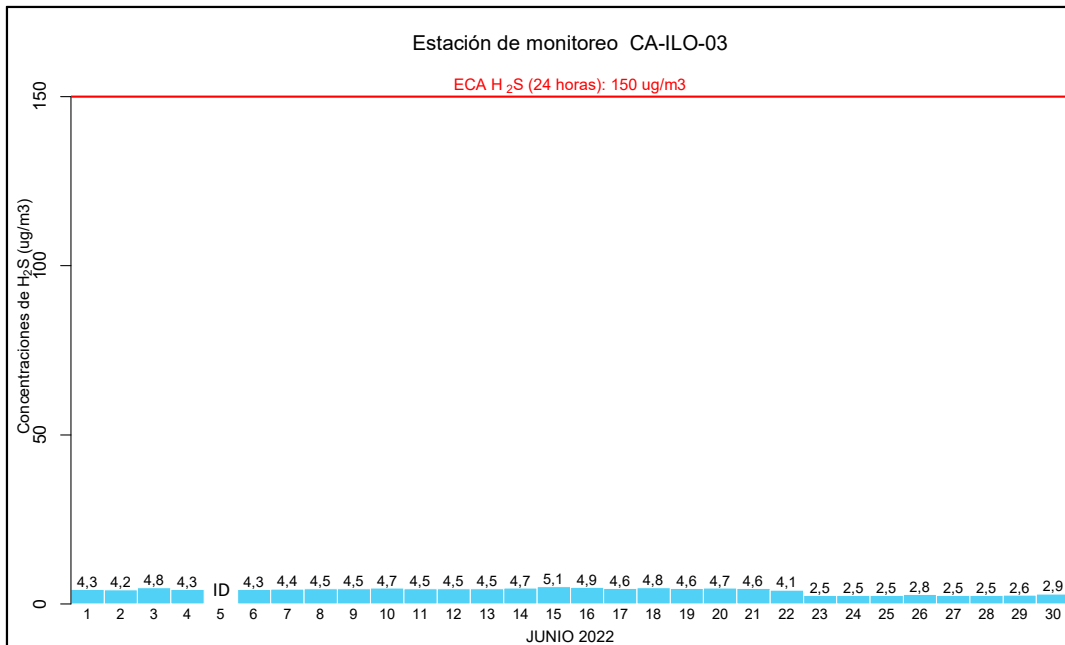
**Figura 3.13.** Concentraciones de 24 horas de H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en junio de 2022

ID: Insuficiencia de datos para calcular promedio de 24 horas (menor del 75%).



**Figura 3.14.** Concentraciones de 24 horas de H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en junio de 2022

ID: Insuficiencia de datos para calcular promedio de 24 horas (menor del 75%).

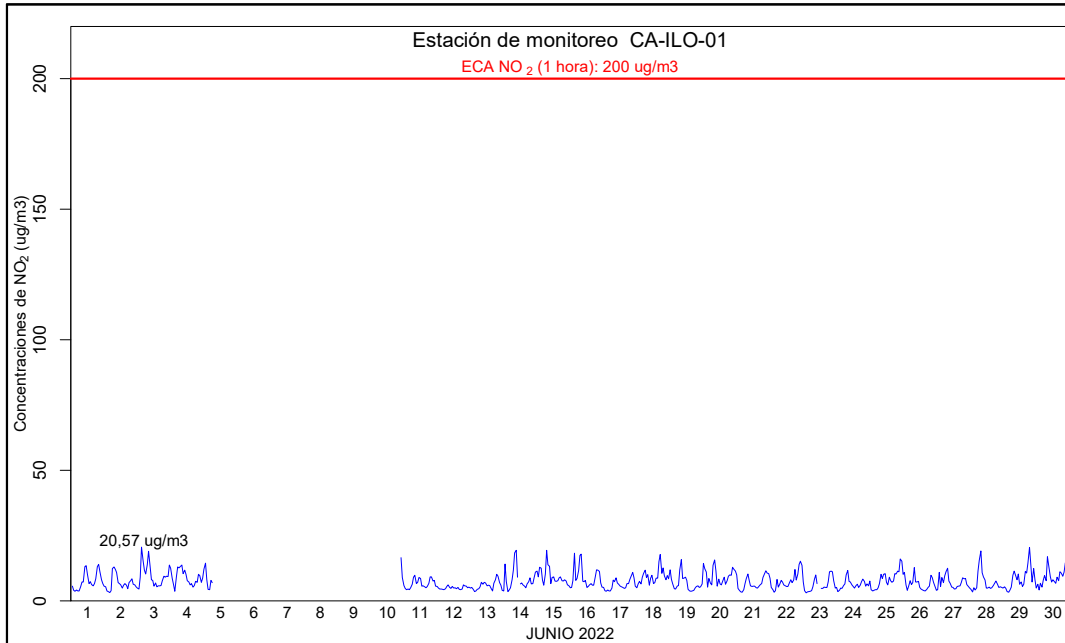


**Figura 3.15.** Concentraciones de 24 horas de H<sub>2</sub>S en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en junio de 2022

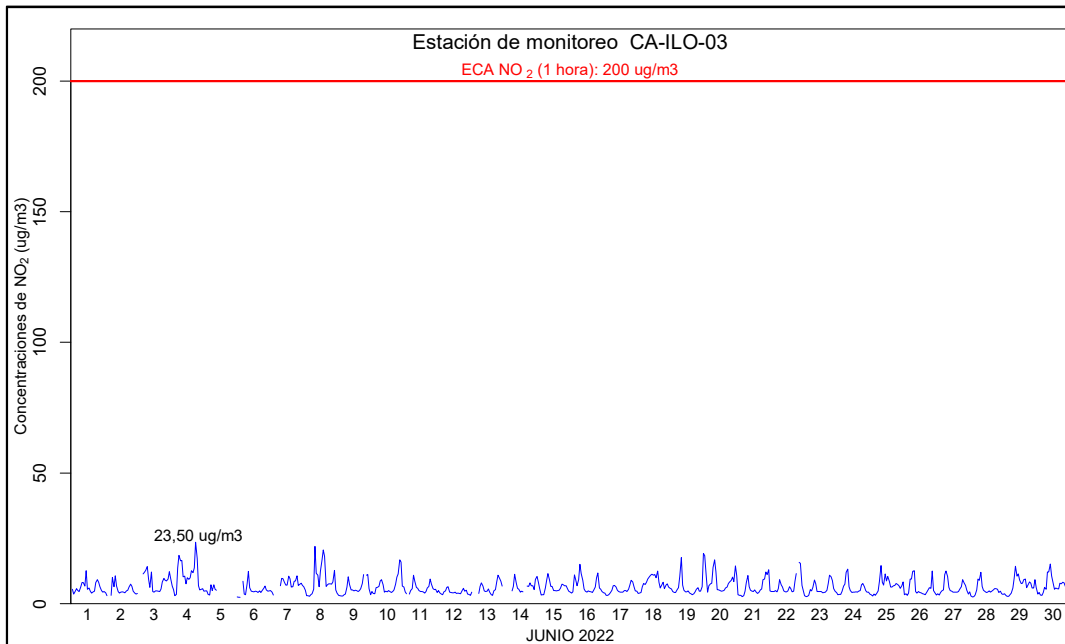
ID: Insuficiencia de datos para calcular promedio de 24 horas (menor del 75%).

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

En las Figuras 3.16 y 3.17 se presentan las concentraciones horarias de NO<sub>2</sub> de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01 y CA-ILO-03, respectivamente, en junio de 2022. 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 3.16.** Concentraciones de horarias de NO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en junio de 2022



**Figura 3.17.** Concentraciones de horarias de NO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en junio de 2022

### 3.7 Monóxido de carbono (CO)

En las Figuras 3.18, 3.19 y 3.20 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, respectivamente, en junio de 2022. Además, se observa que todas las concentraciones horarias no excedieron el ECA para CO (30 000 µg/m<sup>3</sup> en 1 hora).

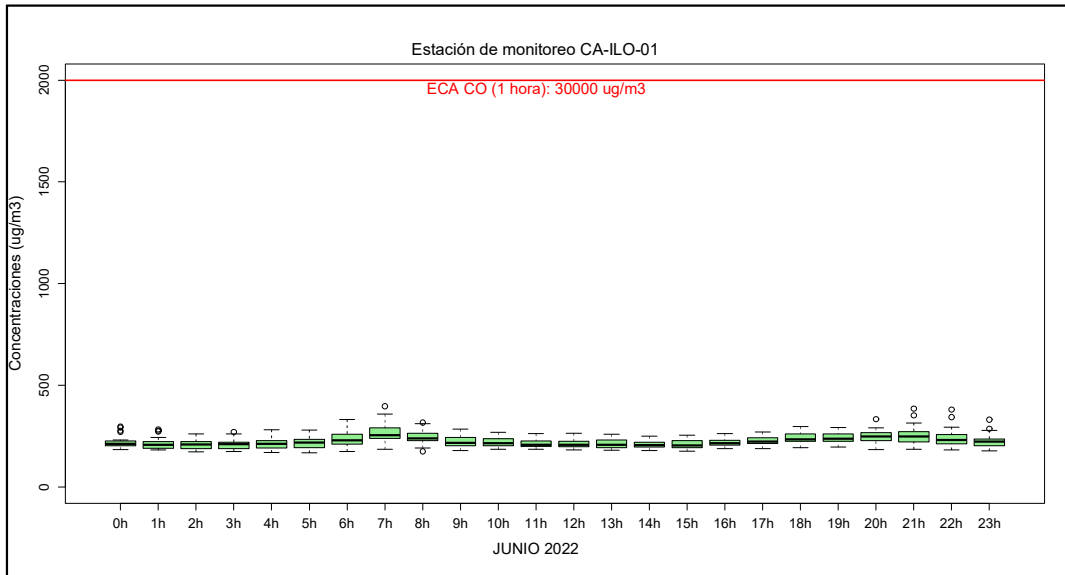


Figura 3.18. Concentraciones horarias de CO, estación de monitoreo CA-ILO-01, junio del 2022

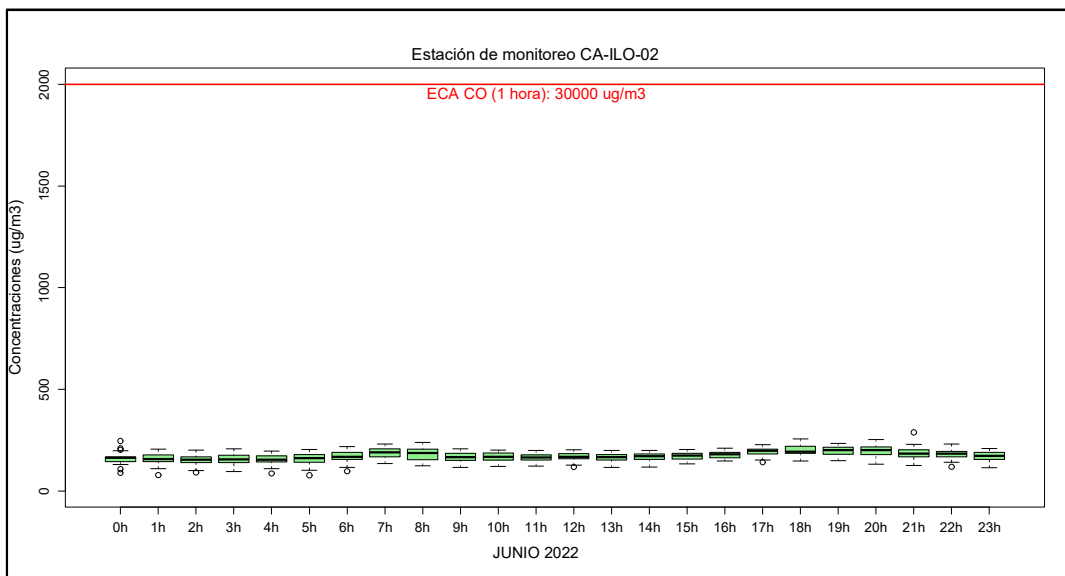
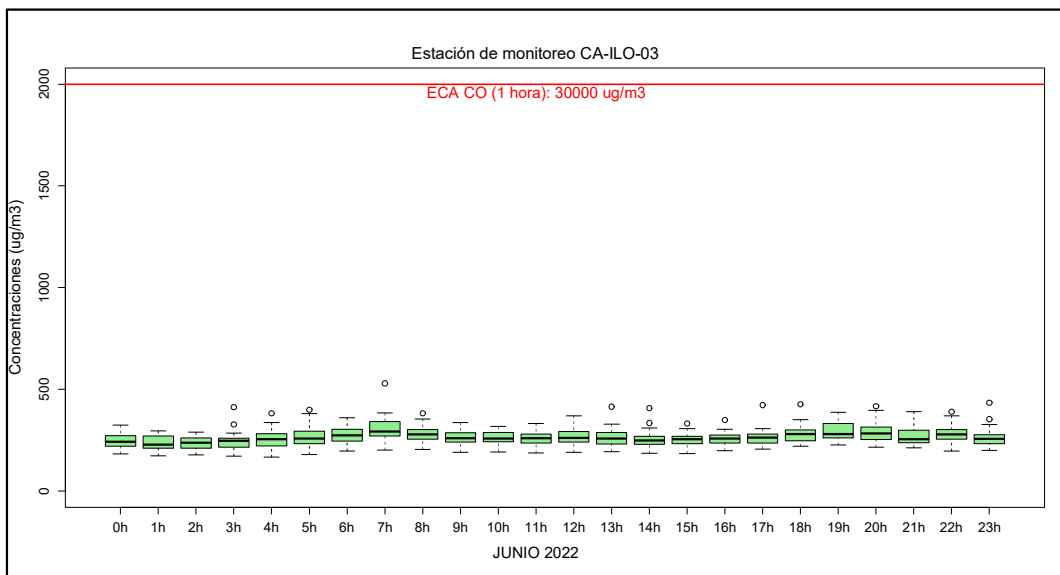
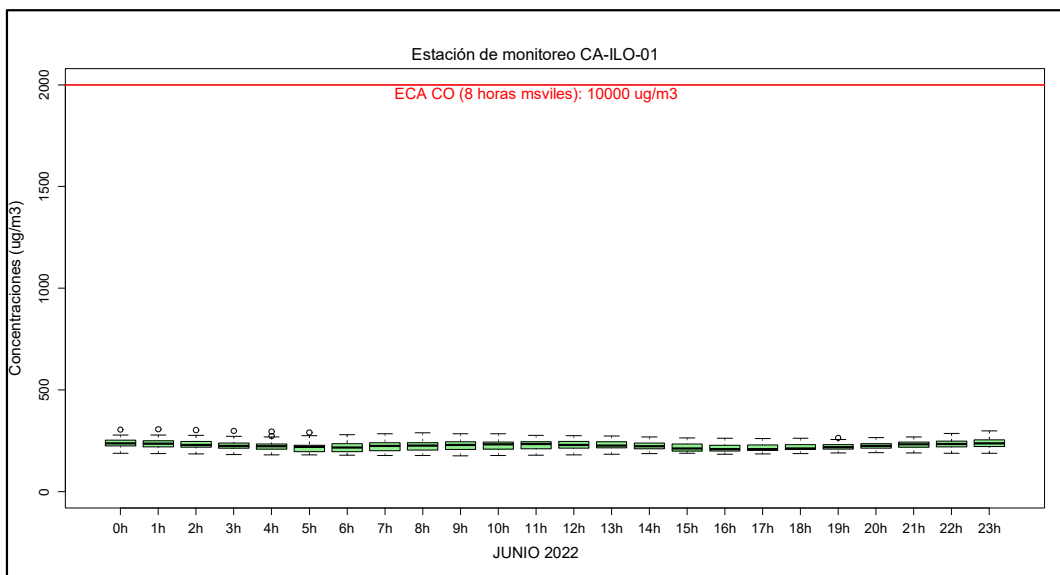


Figura 3.19. Concentraciones horarias de CO, estación de monitoreo CA-ILO-02, junio del 2022

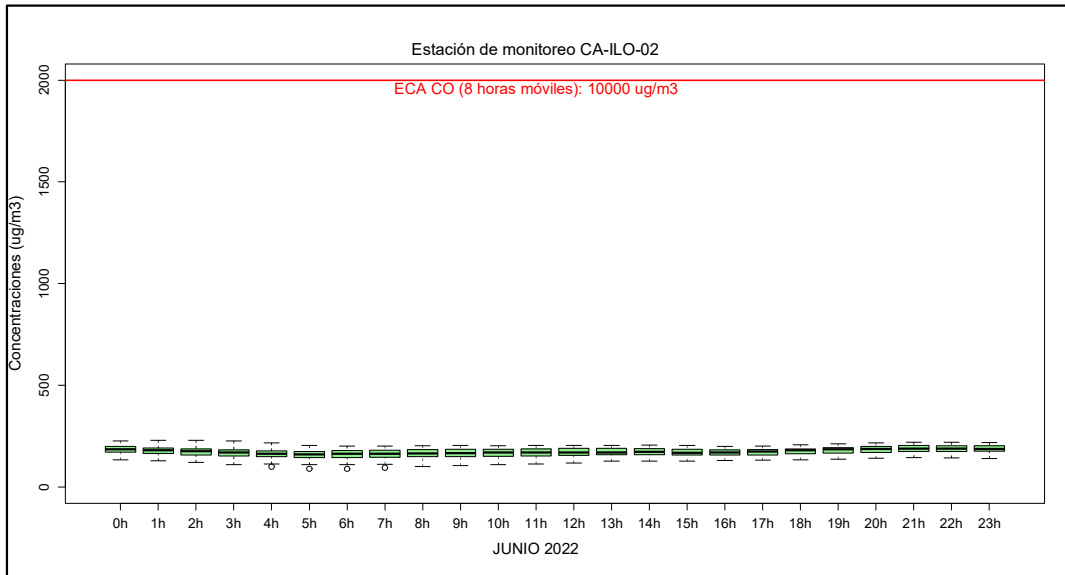


**Figura 3.20.** Concentraciones horarias de CO, estación de monitoreo CA-ILO-03, junio del 2022

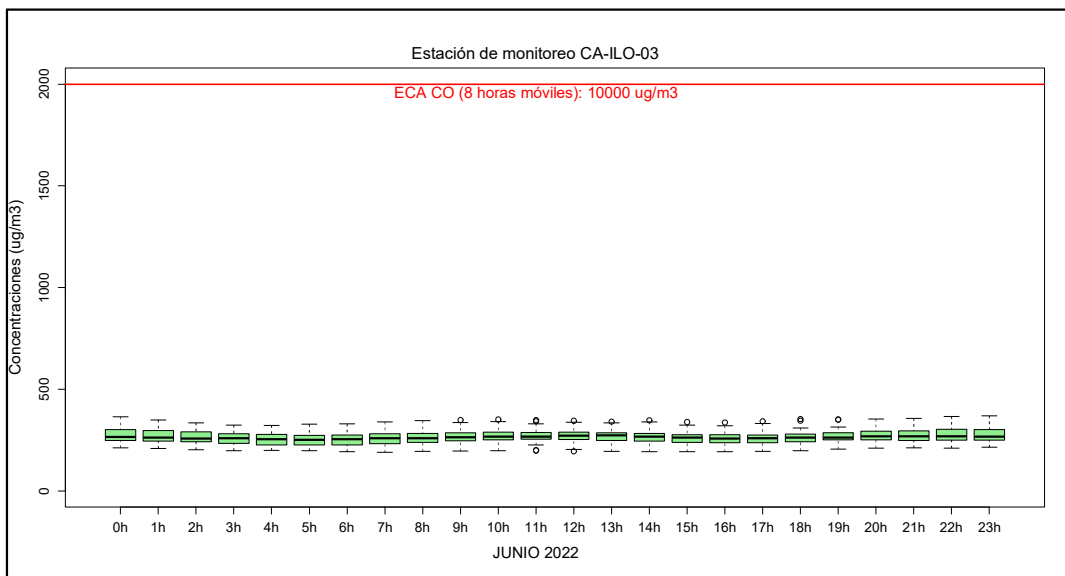
En las Figuras 3.21, 3.22 y 3.23 se presenta el diagrama de cajas por hora de las concentraciones móviles de 8 horas de CO correspondiente a las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, respectivamente, en junio de 2022. Además, se observa que todas las concentraciones de promedio móvil de 8 horas no excedieron el ECA para CO (10 000 µg/m<sup>3</sup> en 8 horas móviles).



**Figura 3.21.** Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en junio de 2022



**Figura 3.22.** Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en junio de 2022



**Figura 3.23.** Concentraciones de promedio móvil de 8 horas de CO en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en junio de 2022

### 3.8 Concentración de metales en PM<sub>10</sub>

En las Tablas 3.4 y 3.5 se presentan las concentraciones de los metales<sup>1</sup> contenidos en el material particulado PM<sub>10</sub>: antimonio (Sb), arsénico (As), berilio (Be), boro (B), cadmio (Cd), cobalto (Co), cobre (Cu), cromo (Cr), estaño (Sn), estroncio (Sr), hierro (Fe), manganeso (Mn), mercurio (Hg), molibdeno (Mo), níquel (Ni), plata (Ag), plomo (Pb), selenio (Se), titanio (Ti), vanadio (V) y zinc (Zn) de las estaciones de monitoreo CA-ILO-01 y CA-ILO-03, monitoreadas del 20 al 24 de junio de 2022, las cuales no excedieron los valores criterio

<sup>1</sup> Para fines del presente informe tanto los metales como metaloides se les denominarán metales

para promedios de 24 horas establecidos en la norma canadiense comparadas referencialmente.

Las concentraciones mensuales del Pb en PM<sub>10</sub> calculadas a partir de las concentraciones de 24 horas a condiciones ambientales no excedieron el valor de los ECA para aire en Pb de 1,5 µg/m<sup>3</sup> mensual, en las estaciones de monitoreo CA-ILO-01 y CA-ILO-03, del 20 al 24 de junio de 2022. El detalle del registro de las concentraciones se presenta en el Anexo 3.

**Tabla 3.4.** Concentración de metales registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-01 en junio del 2022

CONCENTRACIÓN DE METALES									
Metal medido en PM <sub>10</sub>		Unidad	CA-ILO-01					Media aritmética mensual	AAQC-Ontario 24 horas
			20/06/2022	21/06/2022	22/06/2022	23/06/2022	24/06/2022		
Aluminio	Al	µg/m <sup>3</sup>	0,1781	0,1293	0,1458	0,1335	0,0878	0,1349	-
Antimonio	Sb	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	25
Arsénico	As	µg/m <sup>3</sup>	0,0015	0,0030	0,0016	0,0022	0,0009	0,0018	0,3
Bario	Ba	µg/m <sup>3</sup>	0,0034	0,0022	0,0024	0,0021	0,0014	0,0023	120
Berilio	Be	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	0,01
Bismuto	Bi	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	-
Boro	B	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	120
Cadmio	Cd	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	0,025
Calcio	Ca	µg/m <sup>3</sup>	0,3973	0,3008	0,4504	0,3224	0,2141	0,3370	-
Cobalto	Co	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	0,1
Cobre	Cu	µg/m <sup>3</sup>	0,0077	0,0128	0,0088	0,0085	0,0048	0,0085	50
Cromo	Cr	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	0,5
Estaño	Sn	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	10
Estroncio	Sr	µg/m <sup>3</sup>	0,0024	0,0010	0,0018	0,0012	0,0008	0,0014	120
Fósforo	P	µg/m <sup>3</sup>	0,0144	0,0141	0,0165	0,0140	0,0103	0,0138	-
Hierro	Fe	µg/m <sup>3</sup>	0,2657	0,1998	0,2070	0,1970	0,1266	0,1992	4
Litio	Li	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	-
Magnesio	Mg	µg/m <sup>3</sup>	0,3484	0,2764	0,2737	0,3109	0,2888	0,2997	-
Manganeso	Mn	µg/m <sup>3</sup>	0,0058	0,0043	0,0047	0,0042	0,0030	0,0044	0,2
Mercurio	Hg	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	-
Molibdeno	Mo	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	120
Níquel	Ni	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	0,1
Plata	Ag	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	1
Plomo <sup>2</sup>	Pb	µg/m <sup>3</sup>	0,0020	0,0096	< L.C.	0,0040	< L.C.	<L.C.	1,5
Potasio	K	µg/m <sup>3</sup>	0,1078	0,1054	0,0870	0,0859	0,1561	0,1084	-
Selenio	Se	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	10
Silicio	Si	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	-
Sodio	Na	µg/m <sup>3</sup>	1,6484	1,3271	1,1091	1,5205	1,7881	1,4786	-
Talio	Tl	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	-
Titanio	Ti	µg/m <sup>3</sup>	0,0046	0,0040	0,0043	0,0038	0,0028	0,0039	120
Vanadio	V	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	0,0012	< L.C.	0,0013	0,0013	<L.C.	2
Zinc	Zn	µg/m <sup>3</sup>	0,0108	0,0070	0,0027	0,0032	< L.C.	<L.C.	120

< L.C.: Debajo del límite de cuantificación del método de ensayo de laboratorio

Fuente: Informe de Ensayo N° MA2227893 del laboratorio SGS DEL PERÚ SAC .

Método de ensayo: EPA Compendium Method IO-3.5:1999; Determination Of Metals in Ambient Particulate matter using inductively Coupled Plasma/mass spectroscopy (ICP/MS)(Validado).

<sup>2</sup> En el caso del Plomo se usa el Estándar de Calidad de Aire (ECA) Nacional, D.S.N° 003-2017 MINAM.

**Tabla 3.5.** Concentración de metales registrados en la estación de monitoreo CA-ILO-03 en junio del 2022

Metal medido en PM <sub>10</sub>		Unidad	CONCENTRACIÓN DE METALES								
			CA-ILO-03							Media aritmética mensual	AAQC-Ontario 24 horas
			20/06/2022	21/06/2022	22/06/2022	23/06/2022	24/06/2022				
Aluminio	Al	µg/m <sup>3</sup>	0,1585	0,1351	0,1924	0,1911	0,1469	0,1648	-		
Antimonio	Sb	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	25		
Arsénico	As	µg/m <sup>3</sup>	0,0015	0,0013	0,0015	0,0017	0,0012	0,0015	0,3		
Bario	Ba	µg/m <sup>3</sup>	0,0036	0,0027	0,0043	0,0039	0,0031	0,0035	120		
Berilio	Be	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	0,01		
Bismuto	Bi	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	-		
Boro	B	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	120		
Cadmio	Cd	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	0,025		
Calcio	Ca	µg/m <sup>3</sup>	0,3861	0,3049	0,6589	0,6046	0,5560	0,5021	-		
Cobalto	Co	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	0,1		
Cobre	Cu	µg/m <sup>3</sup>	0,0058	0,0063	0,0091	0,0074	0,0058	0,0069	50		
Cromo	Cr	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	0,5		
Estaño	Sn	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	10		
Estroncio	Sr	µg/m <sup>3</sup>	0,0013	< L.C.	0,0025	0,0022	0,0033	<L.C.	120		
Fósforo	P	µg/m <sup>3</sup>	0,0153	0,0151	0,0230	0,0214	0,0170	0,0183	-		
Hierro	Fe	µg/m <sup>3</sup>	0,2401	0,2155	0,2707	0,2889	0,2126	0,2456	4		
Litio	Li	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	-		
Magnesio	Mg	µg/m <sup>3</sup>	0,3022	0,2335	0,3787	0,4081	0,3531	0,3351	-		
Manganeso	Mn	µg/m <sup>3</sup>	0,0057	0,0047	0,0059	0,0068	0,0051	0,0056	0,2		
Mercurio	Hg	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	-		
Molibdeno	Mo	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	120		
Níquel	Ni	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	0,1		
Plata	Ag	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	1		
Plomo <sup>3</sup>	Pb	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	0,0030	0,0022	<L.C.	1,5		
Potasio	K	µg/m <sup>3</sup>	0,0863	0,1123	0,1022	0,1248	0,2090	0,1269	-		
Selenio	Se	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	10		
Silicio	Si	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	-		
Sodio	Na	µg/m <sup>3</sup>	1,3251	0,9290	1,3746	1,8429	1,7616	1,4466	-		
Talio	Tl	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	<L.C.	-		
Titanio	Ti	µg/m <sup>3</sup>	0,0048	0,0042	0,0059	0,0058	0,0048	0,0051	120		
Vanadio	V	µg/m <sup>3</sup>	< L.C.	< L.C.	< L.C.	0,0013	0,0013	<L.C.	2		
Zinc	Zn	µg/m <sup>3</sup>	0,0044	0,0047	< L.C.	0,0035	< L.C.	<L.C.	120		

< L.C.: debajo del límite de cuantificación del método de ensayo de laboratorio

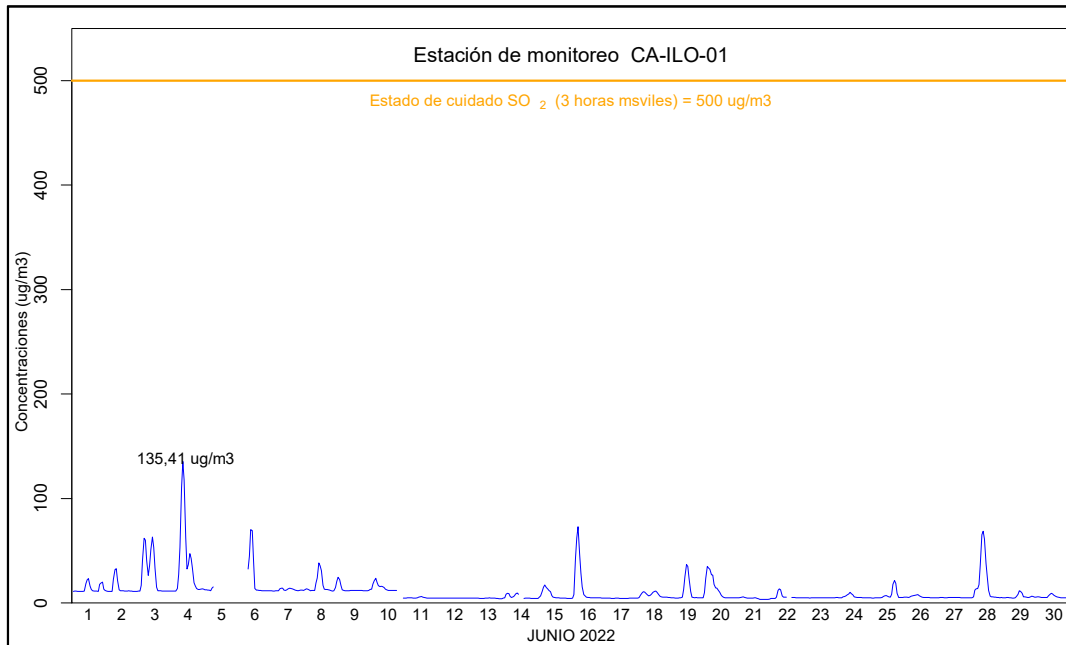
Fuente: Informe de Ensayo N° MA2227893 del laboratorio SGS DEL PERÚ SAC

Método de ensayo: EPA Compendium Method IO-3.5:1999; Determination Of Metals in Ambient Particulate matter using inductively Coupled Plasma/mass spectroscopy (ICP/MS)(Validado).

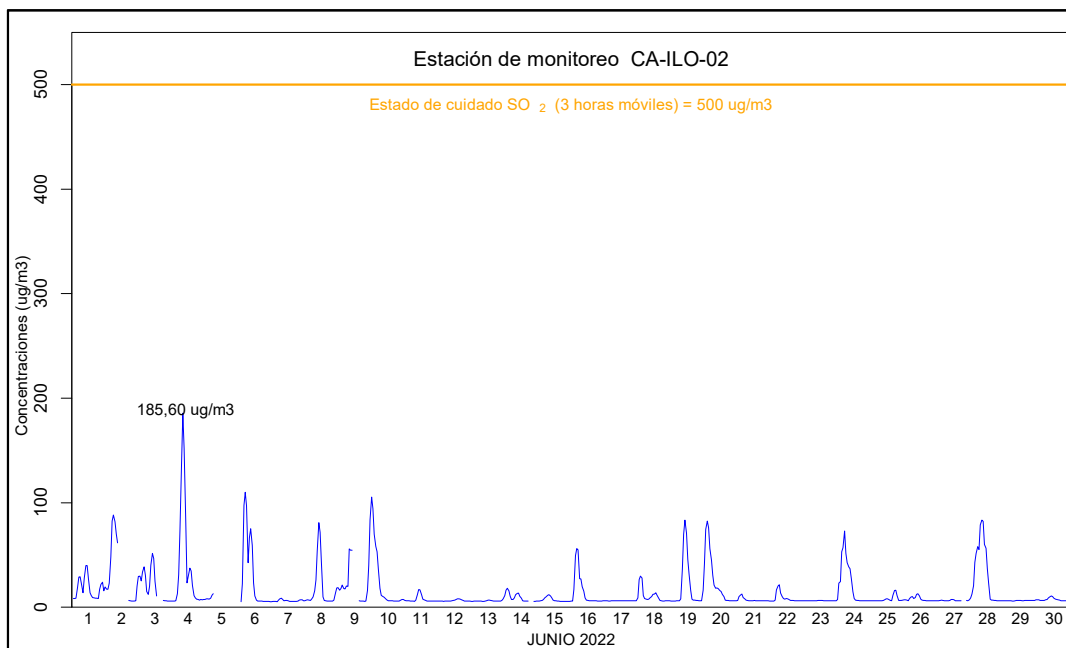
<sup>3</sup> En el caso del Plomo se usa el Estándar de Calidad de Aire (ECA) Nacional, D.S.N° 003-2017 MINAM.

#### 4 ESTADOS DE ALERTA

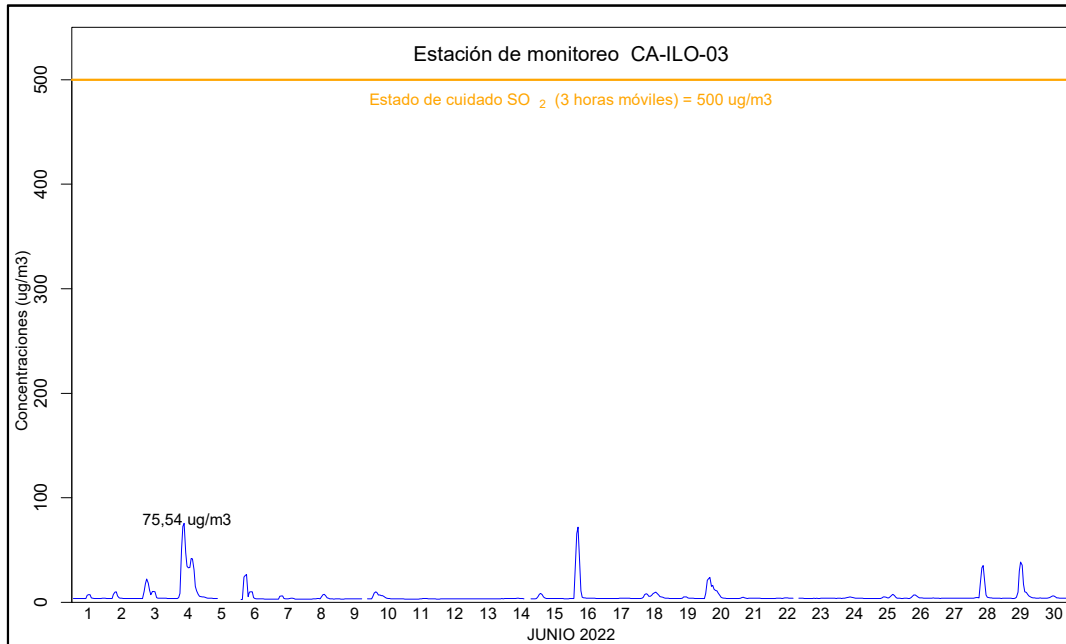
En las Figuras 4.1, 4.2 y 4.3 se presenta las concentraciones móviles de 3 horas de SO<sub>2</sub> correspondiente a las estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, respectivamente, en junio de 2022. Además, se observa que todas las concentraciones de promedio móvil de 3 horas no excedieron el estado de cuidado para SO<sub>2</sub> (500 µg/m<sup>3</sup>) según el Decreto Supremo N.°009-2003-SA.



**Figura 4.1.** Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-01, en junio de 2022



**Figura 4.2.** Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de SO<sub>2</sub> en la estación de monitoreo CA-ILO-02, en junio de 2022



**Figura 4.3.** Concentraciones de promedio móvil de 3 horas de  $\text{SO}_2$  en la estación de monitoreo CA-ILO-03, en junio de 2022

## 5 CONCLUSIONES

- En las tres 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 ( $\text{PM}_{10}$ ), material particulado con diámetro menor a 2,5 micras ( $\text{PM}_{2,5}$ ), dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) y sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ) no excedieron su respectivo ECA, durante junio de 2022.
- Las concentraciones de los metales: antimonio, arsénico, berilio, boro, cadmio, cobalto, cobre, cromo, estaño, estroncio, hierro, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, plata, selenio, titanio, vanadio y zinc, monitoreadas del 2 al 6 de junio de 2022 en las estaciones CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, no excedieron los valores establecidos en la norma de referencia canadiense Air Ambient Quality Criteria 2012 (AAQC).
- Las concentraciones de 24 horas de plomo en  $\text{PM}_{10}$  registradas del 20 al 24 de junio de 2022 en las estaciones CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, no excedieron el valor establecido en la normativa referencial canadiense Air Ambient Quality Criteria 2020 (AAQC) de  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- La concentración mensual de plomo en  $\text{PM}_{10}$  registrada del 20 al 24 de junio de 2022 en las estaciones CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03 no excedieron el valor establecido en los ECA para aire de  $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mensual, aprobado mediante Decreto Supremo N.º 003- 2017-MINAM.
- En las tres estaciones de monitoreo CA-ILO-01, CA-ILO-02 y CA-ILO-03, las concentraciones horarias de monóxido de carbono (CO) y dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) no excedieron su respectivo ECA, así como lo promedios móviles de 8 horas de CO, en junio de 2022.
- No se presentaron Estados de Alerta sobre los niveles de cuidado de  $\text{SO}_2$  ( $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 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, en junio de 2022.

## **6 ANEXOS**

Anexo 1: Mapa de ubicación.

Anexo 2: Registro de datos crudos.

Anexo 3: Sistematización de datos de aire de equipos automáticos y manual activo.

Anexo 4: Certificados de calibración de los equipos.

Anexo 5: Registro de verificaciones operacionales en los equipos.

Anexo 6: Resultados de laboratorio-análisis de metales en PM<sub>10</sub>.

Atentamente:

Jorge Luis Hualpa Amable

DNI: 10734302