

Título del estudio : Evaluación ambiental de seguimiento de la calidad del aire en el ámbito de influencia de la unidad fiscalizable Quellaveco, distrito de Torata, provincia Mariscal Nieto, departamento de Moquegua, enero a diciembre de 2024

Fecha de ejecución : Del 01 de enero al 31 de diciembre de 2024

Expediente de evaluación : 009-2021-DEAM-EAS Código de acción: 0008-1-2024-417
0007-2-2024-417
0011-3-2024-417
0009-4-2024-417
0011-5-2024-417
0015-5-2024-417
0013-6-2024-417
0011-7-2024-417
0010-8-2024-417
0017-9-2024-417
0019-9-2024-417
0012-10-2024-417
0006-11-2024-417
0009-12-2024-417

Tipo de evaluación : Programada

Fecha de aprobación : 10 de abril de 2025 Reporte N° : REAS-019-2025-STEC

1. INFORMACIÓN GENERAL

Tabla 1.1. Información general de la evaluación ambiental de seguimiento en el ámbito de influencia de la unidad fiscalizable Quellaveco son presentados en la Tabla 1.1.

a.	Zona evaluada	Centro poblado de Tala, distrito Torata, provincia Mariscal Nieto, departamento Moquegua.
b.	Unidades fiscalizables o actividades económicas en la zona	Quellaveco
c.	Problemática identificada	Posible alteración de la calidad de aire en el ámbito de influencia de la unidad fiscalizable Quellaveco, por las actividades de operación y construcción del proyecto minero.
d.	La actividad se realizó en el marco de	PLANEFA 2024
e.	Tipo de evaluación	Evaluación ambiental de seguimiento
f.	Periodo de ejecución	Del 01 de enero al 31 de diciembre de 2024

Tabla 1.2. Listado de profesionales

N.º	Nombres y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada
1	Wilder Manuel Rojas Ortiz	Ingeniero metalúrgico	Gabinete
2	Andrés Daniel Bríos Abanto	Ingeniero ambiental y de recursos naturales	Gabinete
3	Jorge Iván García Riega	Ingeniero electrónico	Gabinete
4	Mariella Atala Alvarez	Ingeniera ambiental	Gabinete
5	Sergio Dennis Barriga Vitorino	Bachiller en ingeniería ambiental	Campo

2. METODOLOGÍA

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

2.1. Ubicación de estaciones de monitoreo

Tabla 2.2. Estación de monitoreo

N.º	Código	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 18 L		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
1	CA-TAL-01	321044	8108673	3286	Punto ubicado a 4 Kilómetros aproximadamente del área de operación de la unidad fiscalizable Quellaveco, en el centro poblado Tala, distrito Torata, provincia Mariscal Nieto, departamento Moquegua.

2.2. Equipos, materiales y metodologías de análisis

Tabla 2.3. Equipos utilizados en el monitoreo

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Certificado de calibración
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀) Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})	Monitor automático de partículas	GRIMM	EDM 180	18A20147	- LF-1202023 - LF-594-2024 - LPN - 016-2024 - LF -5202024
				18A22047	LF - 488 -2023
				18A19094	- LF-211-2023 - LF-3342023
Metales en PM ₁₀	Muestreador manual de bajo volumen	Met One	E-FRM-DC	B12689	- LF -308-2023 - LF - 4132023
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀) y metales en PM ₁₀	Muestreador manual de alto volumen	Thermo Scientific	G10557	P9309 X	- LF-2382024
Velocidad y dirección de viento	Sensor anemométrico	Lastem	DNB105.2	21020360/ 21005924	- LM-3842023
		Davis	Vantage Pro 2	BF191205 006	- OHLTH-441-2024
Presión atmosférica	Sensor de presión	Lastem	DQA251	21040130/ 3000827	- LM-3882023
		Davis	Vantage Pro 2	BF191205 006	- OHLTH-441-2024
Temperatura ambiente y humedad relativa	Sensor de temperatura y humedad	Lastem	DMA975	21020253	- LM-3862023 - LM-3822023
		Davis	Vantage Pro 2	BF191205 006	- OHLTH-298-2024 - OHLTH-299-2024
Precipitación	Sensor pluviométrico	Lastem	DQA231.1	21020280	- LM-3872023
		Davis	Vantage Pro 2	BF191205 006	- OHLTH-441-2024

Los certificados de calibración y reportes de verificación se encuentran en el Anexo 4.

Tabla 2.4. Métodos de análisis de aire

Parámetro	Método	Técnica Empleada	Estación de monitoreo
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	UNE-EN 16450:2017 Aire ambiente. Sistemas automáticos de medida para la	Dispersión de luz	Tala (CA-TAL-01)

Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})	medición de la concentración de materia particulada (PM ₁₀ ; PM _{2,5}).		
Velocidad de viento	Método automático	-	
Dirección de viento			
Temperatura ambiente			
Humedad relativa			
Precipitación			
Presión atmosférica			

Fuente: Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire (Decreto Supremo N.º 010-2019-MINAM).

2.3. Criterios de evaluación

Tabla 2.5. Estándares de calidad ambiental (ECA)

Parámetro	Periodo	Formato del estándar		Norma
		Valor (µg/m ³)	Criterios de evaluación	
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	24 horas	100	No exceder más de 7 veces al año	D.S. N.º 003-2017-MINAM «Estándares de calidad ambiental (ECA) para aire y disposiciones complementarias»
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})	24 horas	50	No exceder más de 7 veces al año	
Plomo (Pb) en material particulado menor a diez micras (PM ₁₀).	Mensual	1,5	No exceder más de 4 veces al año	
	Anual	0,5	Media aritmética de los valores mensuales	
Arsénico (As) en material particulado menor a diez micras (PM ₁₀).	24 horas	0,3	No exceder	D.S. N.º 011-2023-MINAM «Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de aire de los parámetros cadmio, arsénico y cromo en material particulado menor a diez micras (PM ₁₀)»
Cadmio (Cd) en material particulado menor a diez micras (PM ₁₀).	24 horas	0,09	No exceder	
Cromo (Cr) en material particulado menor a diez micras (PM ₁₀).	24 horas	0,5	No exceder	

3. RESULTADOS DEL MONITOREO Y ANÁLISIS

3.1. Estación de monitoreo de Tala (CA-TAL-01)

3.1.1. Parámetros meteorológicos

En relación con los parámetros meteorológicos registrados (datos horarios) en la estación de monitoreo Tala (CA-TAL-01) del 01 de enero al 31 de diciembre de 2024, se observa que la presión atmosférica varió de 515,3 a 520,7 mmHg, la precipitación mensual fue de 0,0 A 11,8 mm, la temperatura varió de 3,2 a 21,0 °C (como temperatura promedio presentó 12,1 °C), la humedad relativa varió de 0 a 99,2 % y la velocidad del viento de 0,3 a 8,9 m/s. Los valores se presentan en la Tabla 3.1 y el detalle del registro en el Anexo 3: Sistematización de datos.

Tabla 3.1. Parámetros meteorológicos horarios registrados en la estación de monitoreo Tala, de enero a diciembre de 2024.

Mes	Valores	Presión atmosférica (mmHg)	Precipitación (mm)*	Temperatura ambiental (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)
Enero	Mínimo	516.1	0	7.8	22.7	0.5
	Máximo	520.1	1	19.2	99.2	7.1
	Promedio	518.0	7.6	12.6	73.0	3.0
Febrero	Mínimo	516.0	0.0	6.0	24.4	0.4

Mes	Valores	Presión atmosférica (mmHg)	Precipitación (mm)*	Temperatura ambiental (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)
	Máximo	520.5	1.2	19.0	99.2	7.5
	Promedio	518.1	11.8	12.2	75.3	2.9
Marzo	Mínimo	516.2	0	7.5	42.3	0.4
	Máximo	519.9	1.4	19.1	99.2	6.4
	Promedio	518.2	2.2	11.9	77.9	2.7
Abril	Mínimo	516.0	0	7.6	2.0	0.5
	Máximo	520.0	1.4	19.1	94.9	7.0
	Promedio	518.0	3.6	12.8	47.8	3.4
Mayo	Mínimo	515,8	0,0	6,0	1,4	0,5
	Máximo	519,8	0,0	21,0	82,1	6,8
	Promedio	518,2	0,0	13,0	25,3	3,6
Junio	Mínimo	515.8	0,0	5.4	4.8	0.6
	Máximo	520.7	0,0	19.8	45.4	7.9
	Promedio	518,4	0,0	11.8	19.2	3.7
Julio	Mínimo	515,3	0	3.2	1	0.9
	Máximo	520,5	0	19.8	33.8	7.4
	Promedio	518	0	11.6	13.1	4.0
Agosto	Mínimo	516	0	3.8	0	0.8
	Máximo	519.7	0	20.3	49.6	8.9
	Promedio	518.1	0	11.3	17.5	3.8
Setiembre	Mínimo	515.8	0	6	1.1	0.5
	Máximo	519.3	0	20.4	74.6	7.1
	Promedio	517.6	0	12.9	21.8	3.8
Octubre	Mínimo	516,9	0	9,6	14,6	0,3
	Máximo	519,6	0	20	56,6	5,4
	Promedio	518,3	0	14,1	30,3	3
Noviembre	Mínimo	515.8	0	7.2	13.9	0.4
	Máximo	519.6	0	17.1	83.6	6.8
	Promedio	517.4	0	11.6	51.2	2.8
Diciembre	Mínimo	515.4	0	5.3	6.9	0.4
	Máximo	519.4	0	17.6	93.7	7.2
	Promedio	517.1	0	11.4	56	3.2
Valores promedio del período	Mínimo	515,3	0	3,2	0	0,3
	Máximo	520,7	1,4	21	99,2	8,9
	Promedio	517.9	25,2	12,1	42,6	3,4

*Precipitación acumulada

En la Figura 3.1 se grafica la rosa de viento de la estación de monitoreo Tala (CA-TAL-01), durante el periodo de monitoreo de enero a diciembre de 2024. Se observa en la rosa de vientos una predominancia proveniente del oeste (W) los cuales corresponden al 35,9 % de los datos con velocidades de hasta 7,5 m/s, seguida de vientos provenientes del este sureste (ESE) que representan un 29,2 % de los datos registrados con velocidades de hasta 7,2 m/s y en menor porcentaje vientos provenientes de otras direcciones.

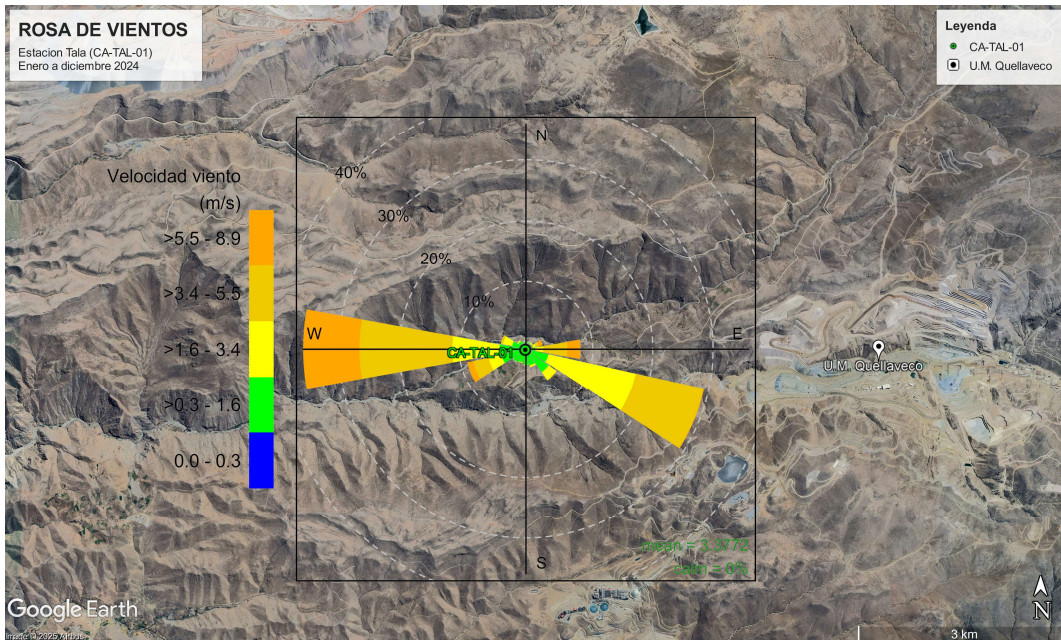


Figura 3.1. Mapa de rosa de los vientos de la estación de monitoreo Tala, de enero a diciembre de 2024.

3.1.2. Concentraciones de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀)

En la Figura 3.2. se presentan las concentraciones horarias de PM₁₀ obtenidas en la estación Tala (CA-TAL-01), de enero a diciembre de 2024. La mayor concentración horaria de PM₁₀ fue de 127,14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada el 28 de diciembre a las 07:00 horas. Las concentraciones horarias de PM₁₀ no fueron comparadas con los ECA para aire porque esta norma no contempla periodos de una hora para ese parámetro. Ver detalle en el Anexo 3: Sistematización de datos de aire.

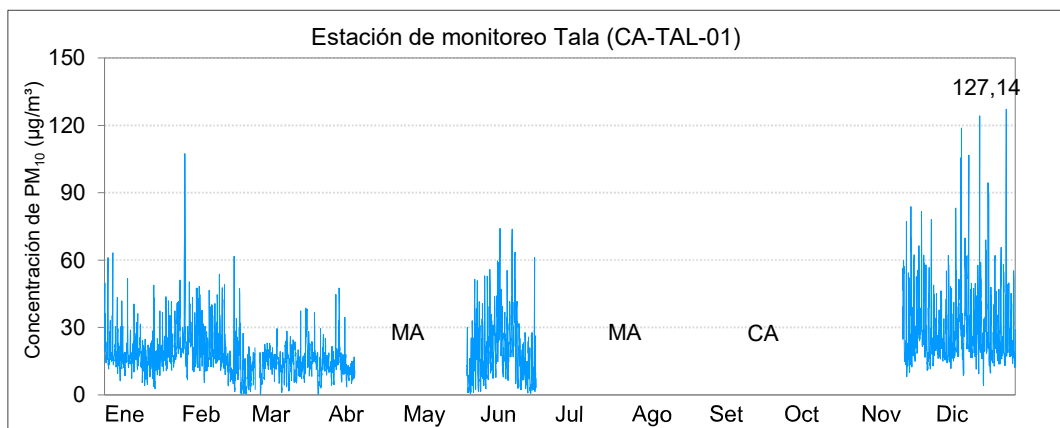


Figura 3.2 Concentraciones horarias de PM₁₀ registradas en la estación de monitoreo Tala (CA-TAL-01), de enero a diciembre de 2024.

MA: Mantenimiento de equipo
CA: Calibración anual de equipo

Las concentraciones promedio de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀) registradas en la estación Tala (CA-TAL-01) (Figura 3.3), de enero a diciembre de 2024, oscilaron entre una mínima de 5,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ el 26 de mayo y una máxima de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ el 13 de diciembre; las concentraciones no excedieron el valor de los ECA para aire de PM₁₀ (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas) durante el periodo de enero a diciembre de 2024. El detalle del registro de las concentraciones se presenta en el Anexo 3: Sistematización de datos de aire.

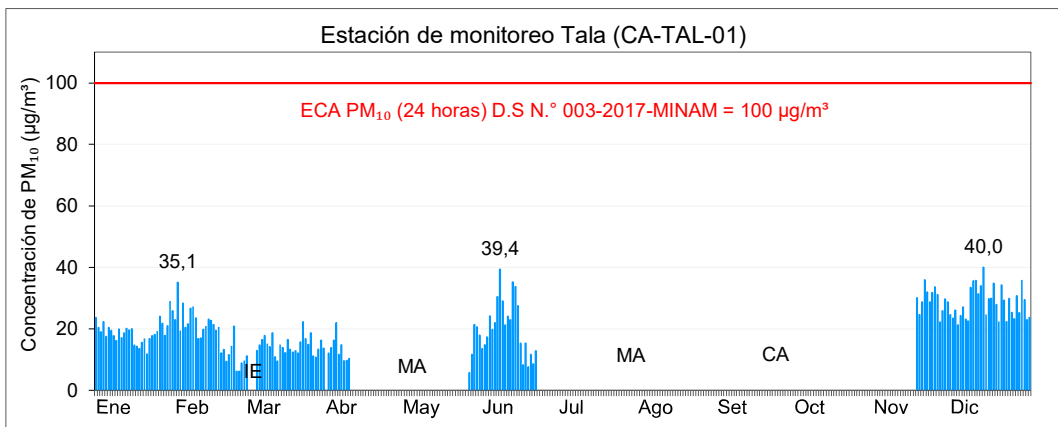


Figura 3.3 Concentraciones de 24 horas de PM₁₀ registradas en la estación de monitoreo Tala, de enero a diciembre de 2024.

MA: Mantenimiento de equipo
CA: Calibración anual de equipo
IE: Interrupción eléctrica

En la Figura 3.4 se grafican los promedios de las concentraciones horarias dividida por horas en los días de semana (3.4a), horarios (3.4b), días de la semana (3.4c) y por meses (3.4d), en relación con las concentraciones de PM₁₀ de enero a diciembre de 2024. En las medias horarias (3.4b), se aprecia que las concentraciones un incremento desde las 06:00 hasta las 08:00 horas, es decir, en ese periodo de tiempo se dieron las más altas concentraciones. En el comportamiento de la semana (3.4c) se observa que los viernes se registraron las mayores concentraciones de PM₁₀ y las menores se registraron los días martes y domingo. En la gráfica del comportamiento mensual de PM₁₀ (3.4d), el incremento de las mayores concentraciones se observa en los meses de noviembre y diciembre.

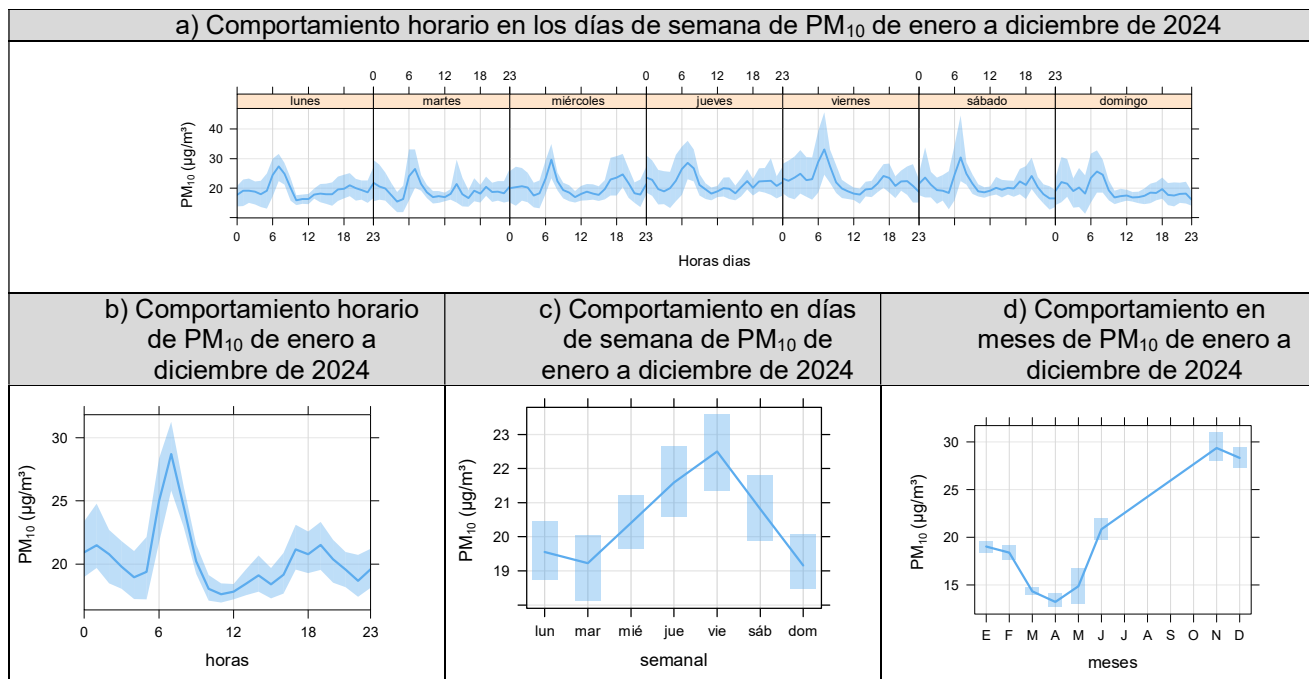


Figura 3.4. Valores promedio de las concentraciones PM₁₀ (µg/m³) en (a) 24 horas y días de la semana, (b) horario, (c) días de la semana y (d) mensual; desde la estación de monitoreo Tala (CA-TAL-01), de enero a diciembre de 2024.

En la Figura 3.5 se presentan las rosas de concentración promedio por hora para el PM₁₀, desde las 00:00 hasta las 23:00 horas, de enero a diciembre de 2024. Según las gráficas se determina que entre las 00:00 y las 06:00 horas se registraron concentraciones en el rango de 0,15 y 118,8 µg/m³ con vientos provenientes principalmente del sector este sureste (ESE), sureste (SE) y este (E); entre las 07:00 y las 19:00 horas se registraron concentraciones en el rango de 0,2 y 127,1 µg/m³ con vientos provenientes principalmente del sector oeste (O), oeste suroeste (OSO) y este sureste (ESE); entre las 20:00 y 23:00 horas se registraron concentraciones en el rango de 0,2 y 74,1 µg/m³ con vientos provenientes principalmente del sector este sureste (ESE), oeste suroeste (OSO), oeste (O) y sureste (SE).

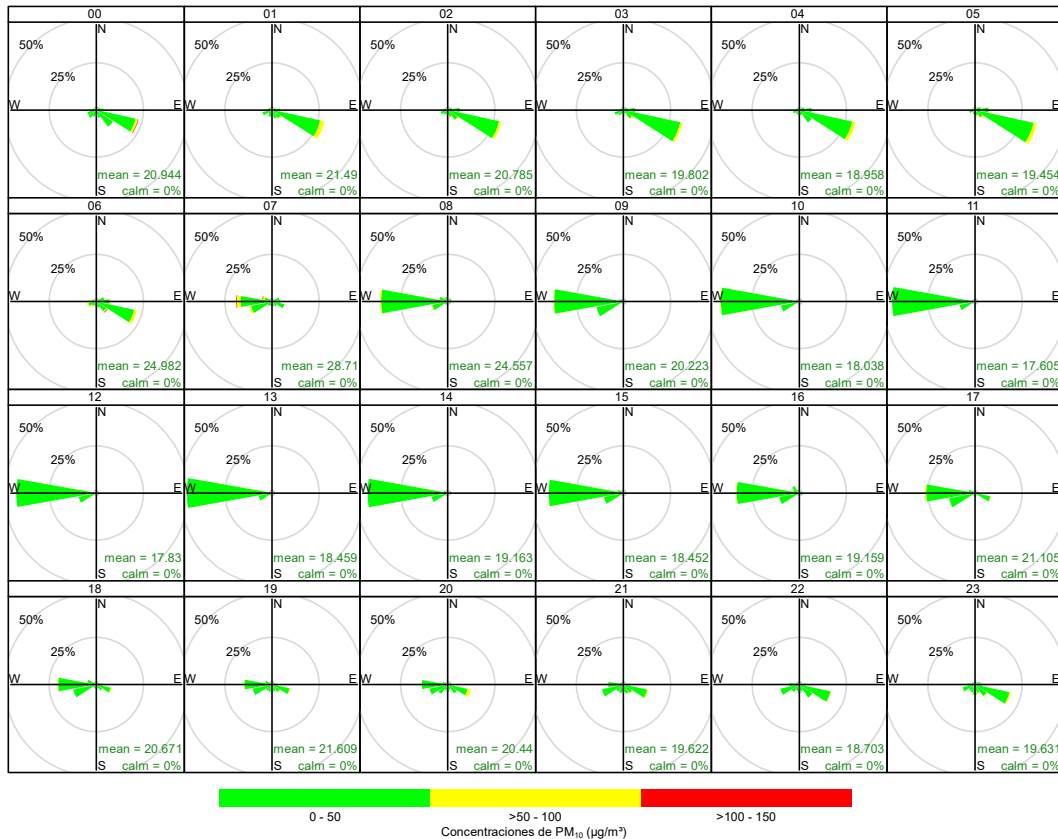


Figura 3.5 Rosas de concentración por horas para el PM₁₀, de las 00:00 horas hasta las 23:00 horas de la estación Tala, de enero a diciembre de 2024.

Nota: Las paletas indican la dirección de donde provienen las concentraciones PM₁₀

3.1.3. Concentraciones de material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM_{2,5})

En la Figura 3.6 se presentan las concentraciones horarias de PM_{2,5} obtenidas en la estación Tala (CA-TAL-01), de enero a diciembre de 2024. La más alta concentración se registró a las 03:00 horas en fecha del 2 de febrero, con un valor de 53,82 µg/m³. Las concentraciones horarias de PM_{2,5} no fueron comparadas con los ECA para aire porque la norma no contempla concentraciones de PM_{2,5} para periodo de una hora. Ver detalle en el Anexo 3: Sistematización de datos de aire. Las concentraciones horarias de PM_{2,5} no fueron comparados con los ECA para PM_{2,5}, porque esta norma no contempla concentraciones de PM_{2,5} para periodo de una (1) hora, ver detalle en el Anexo 3 - Sistematización de Datos.

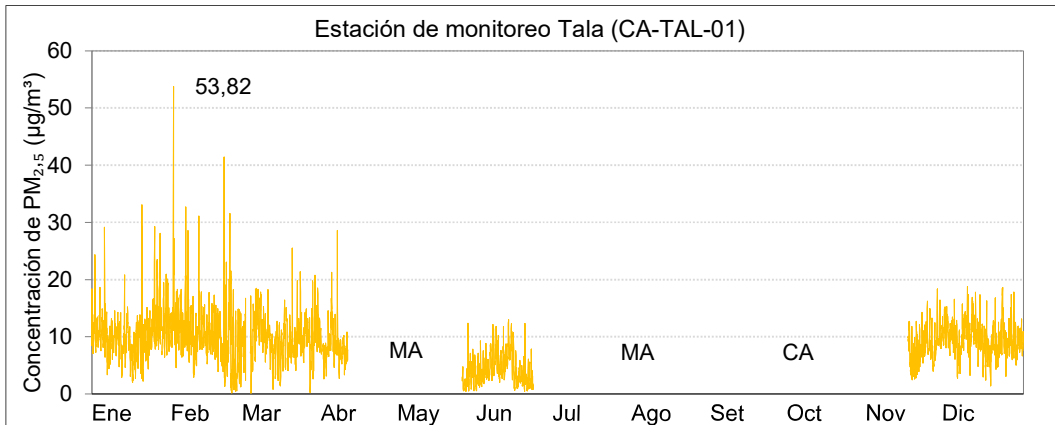


Figura 3.6. Concentraciones horarias de $PM_{2,5}$ registradas en la estación de monitoreo Tala, de enero a diciembre de 2024.

MA: Mantenimiento de equipo
CA: Calibración de equipo

Las concentraciones promedio de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 2,5 micras ($PM_{2,5}$) registradas en la estación de monitoreo Tala (Figura 3.7), de enero a diciembre de 2024, oscilaron entre una mínima de $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el 26 de mayo, y una máxima de $15,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el 2 de febrero. Estas concentraciones no excedieron el valor de los ECA para aire de $PM_{2,5}$ ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas). El detalle del registro de las concentraciones se presenta en el Anexo 3: Sistematización de datos de aire.

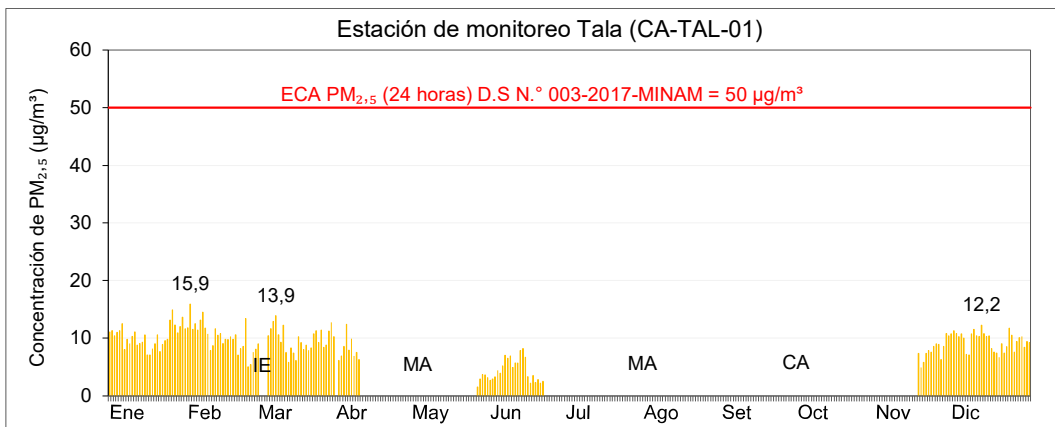


Figura 3.7 Concentraciones promedio de 24 horas de $PM_{2,5}$ registradas en la estación de monitoreo Tala, de enero a diciembre de 2024.

MA: Mantenimiento de equipo
CA: Calibración de equipo
IE: Interrupción eléctrica

En la Figura 3.8 se grafican los promedios de las concentraciones horarias dividida por horas en los días de semana (3.8a), horarios (3.8b), días de la semana (3.8c) y por meses (3.8d), en relación con las concentraciones de $PM_{2,5}$ de enero a diciembre de 2024. En el comportamiento de las medias horarias (3.8b), se aprecia los picos en las concentraciones de $PM_{2,5}$ a las 7:00 y 19:00 horas, en el comportamiento de la semana (3.8c) los jueves, viernes y sábado es donde se registraron las mayores concentraciones de $PM_{2,5}$ y las menores se registraron los días domingo. En la gráfica del comportamiento mensual de $PM_{2,5}$ (3.8d), se observa la mayor concentración en enero.

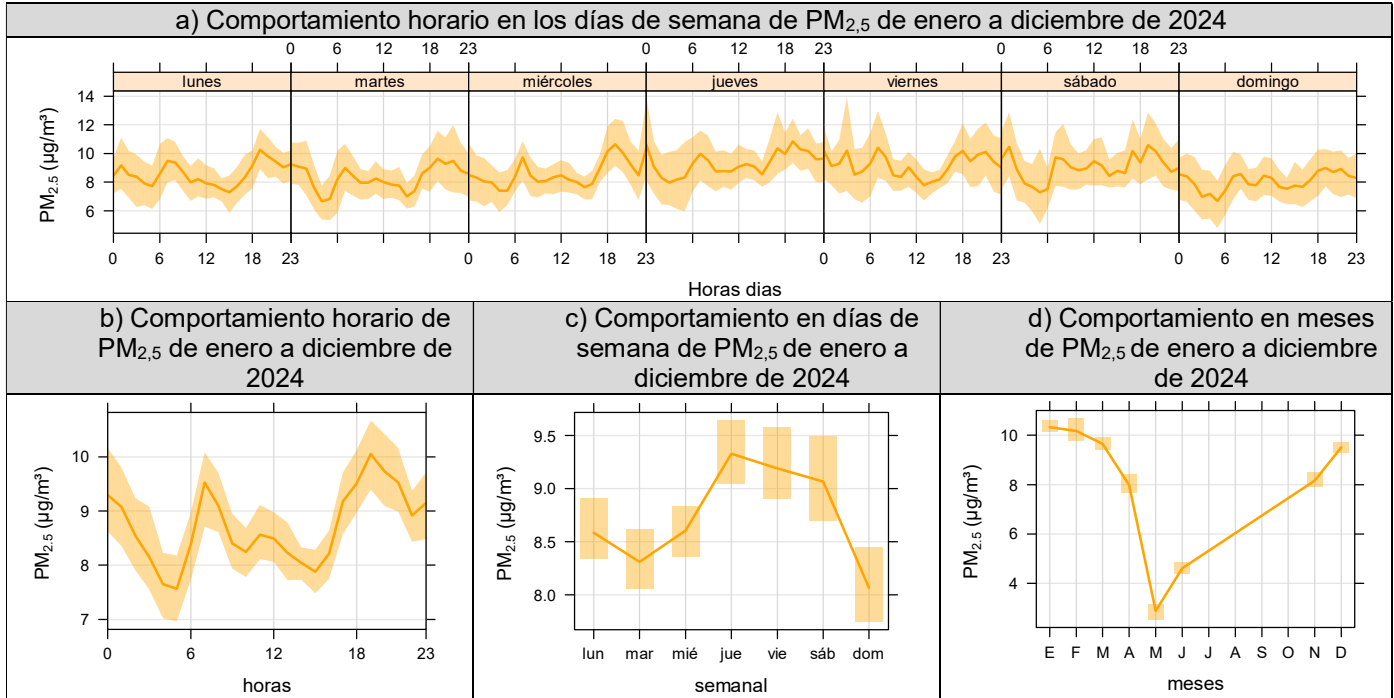


Figura 3.8 Valores promedio de las concentraciones PM_{2.5} (µg/m³) en (a) 24 horas y días de la semana, (b) horario, (c) días de la semana y (d) mensual, desde la estación de monitoreo Tala, de enero a diciembre de 2024.

En la Figura 3.9 se presentan las rosas de concentración promedio por hora para PM_{2.5}, desde las 00:00 hasta las 23:00 horas, de enero a diciembre de 2024. Según las gráficas se determina que entre las 00:00 y las 06:00 horas se registraron concentraciones en el rango de 0,15 y 53,82 µg/m³ con vientos provenientes principalmente del sector este sureste (ESE), sureste (SE) y este (E); entre las 07:00 y las 19:00 horas se registraron concentraciones en el rango de 0,16 y 33,08 µg/m³ con vientos provenientes principalmente del sector oeste (O), oeste suroeste (OSO) y este sureste (ESE); entre las 20:00 y 23:00 horas se registraron concentraciones en el rango de 0,2 y 32,71 µg/m³ con vientos provenientes principalmente del sector este sureste (ESE), oeste suroeste (OSO), oeste (O) y sureste (SE).

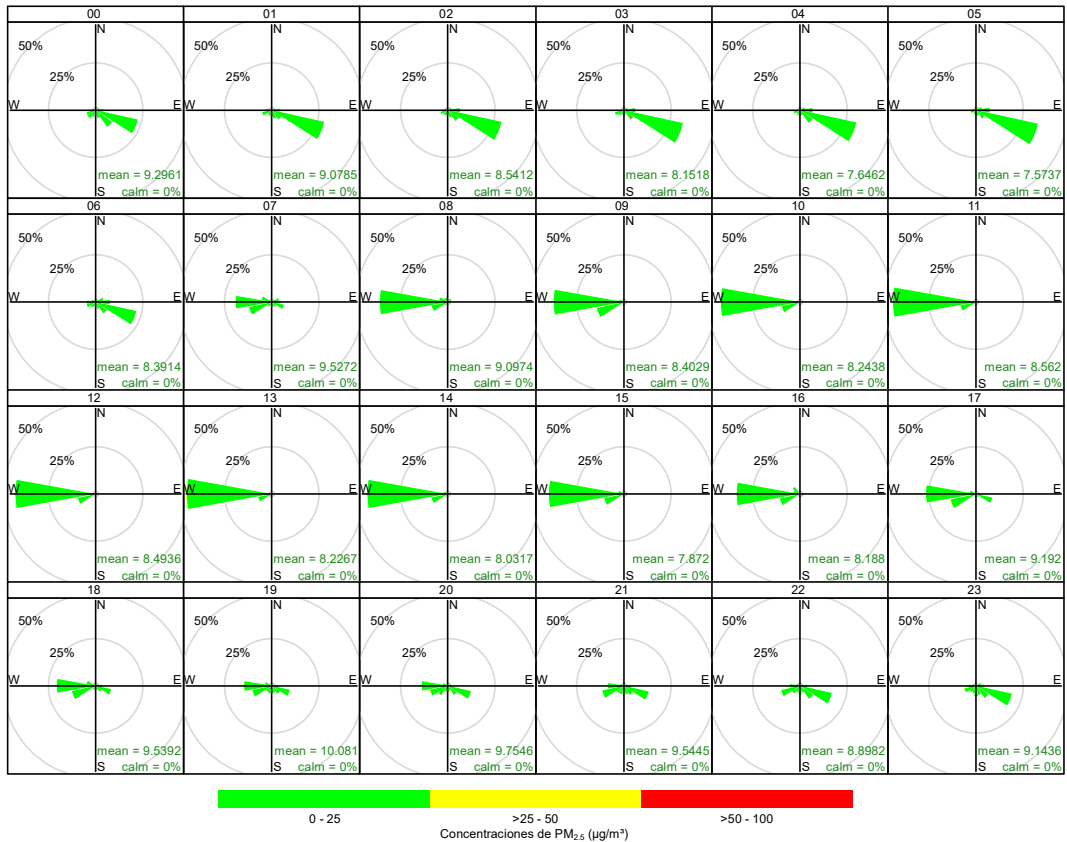


Figura 3.9. Rosas de concentración por horas para el PM_{2,5}, de las 00:00 horas hasta las 23:00 horas de la estación Tala, de enero a diciembre de 2024.

Nota: Las paletas indican la dirección de donde provienen las concentraciones PM_{2,5}

3.1.4. Metales determinados en PM₁₀

En la Figura 3.10 se despliega un diagrama de cajas que examina las concentraciones de 24 horas de metales en PM₁₀ en la estación Tala (CA-TAL-01) en los meses de julio, agosto, setiembre y octubre. Las concentraciones de Cromo (Cr) cuantificables oscilaron entre una mínima de 0,0014 µg/m³ (30 de octubre) y una máxima de 0,016 µg/m³ (19 de agosto), en el caso del cadmio (Cd) y Arsenico (As) no se obtuvieron muestras cuantificables. Los valores mencionados no excedieron los valores establecidos en los ECA para aire del D.S. N° 011-2023-MINAM. Las concentraciones mensuales de Plomo (Pb) cuantificables oscilaron entre una mínima media mensual de 0,0013 µg/m³ (setiembre) y una máxima de 0,0016 (julio y agosto) µg/m³, mientras que la media anual es de 0,0015 µg/m³; estos valores no excedieron los valores establecidos en los ECA para aire de 1,5 µg/m³ en un periodo mensual y 0,5 µg/m³ en un periodo anual aprobado mediante D.S. N° 003-2017- MINAM. Los cálculos de los resultados se hicieron a condiciones ambientales y se muestran en el Anexo 3: Sistematización de datos de aire.

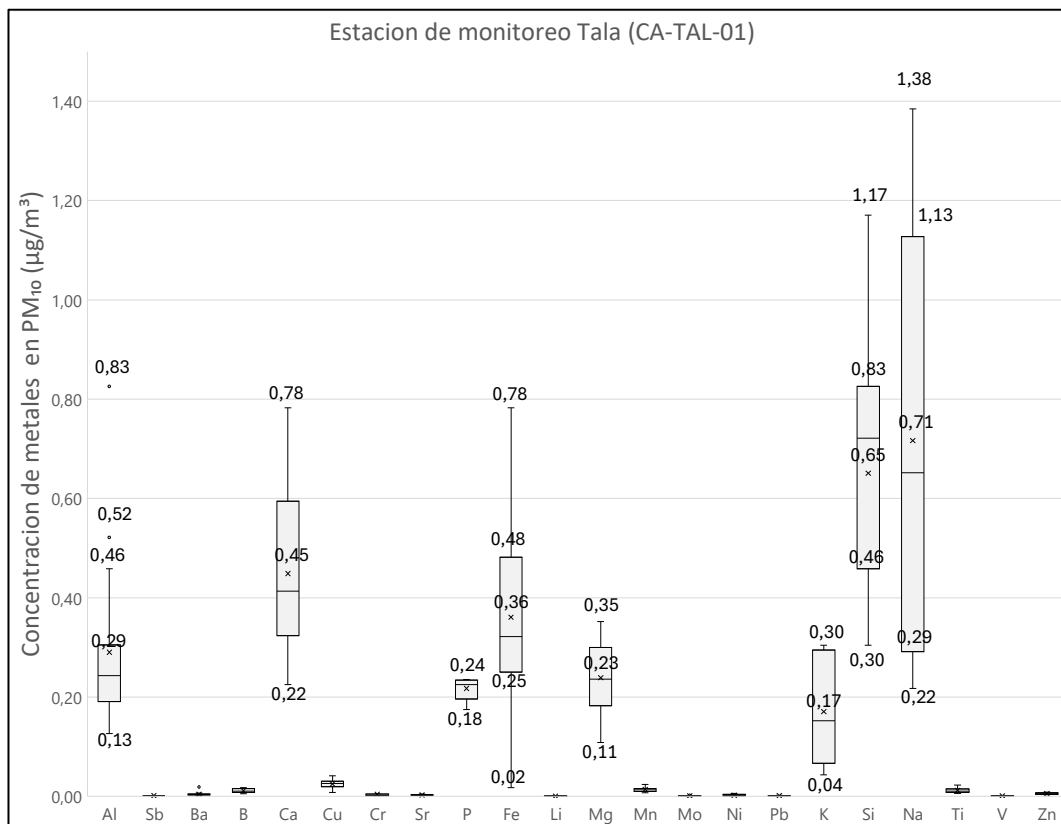


Figura 3.10 Diagrama de cajas de las concentraciones de metales en PM₁₀ en 24 horas en la estación de monitoreo Tala en los meses de julio, agosto, setiembre y octubre de 2024.

4. ALERTAS

Durante la evaluación ambiental de seguimiento de la calidad del aire en el ámbito de influencia de la unidad fiscalizable Quellaveco, realizada de enero a diciembre de 2024, no se han presentado alertas de superación del ECA para aire de material particulado menor a 10 micras (PM₁₀), material particulado menor a 2,5 micras (PM_{2,5}) y metales en PM₁₀ en la estación de monitoreo de Tala.

5. CONCLUSIONES

- Las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀) obtenidas en la estación de monitoreo Tala, no excedieron el valor del Estándar de Calidad Ambiental para aire (100 µg/m³ para promedio de 24 horas).
- Las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM_{2,5}) obtenidas en la estación de monitoreo Tala, no excedieron el valor del Estándar de Calidad Ambiental para aire (50 µg/m³ para promedio de 24 horas).
- Las concentraciones mensuales de plomo en PM₁₀ obtenidas en la estación Tala para los meses julio, agosto, setiembre y octubre no excedieron el valor establecido en el Estándar de Calidad Ambiental para aire de 1,5 µg/m³ para el periodo mensual.

- Las concentraciones de arsénico en PM_{10} en 24 horas obtenidas en los meses julio, agosto, setiembre y octubre de 2024 en la estación Tala no excedieron el valor establecido en el Estándar de Calidad Ambiental para aire de $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Las concentraciones de cadmio en PM_{10} en 24 horas obtenidas en los meses julio, agosto, setiembre y octubre de 2024 en la estación Tala no excedieron el valor establecido en el Estándar de Calidad Ambiental para aire de $0,09 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Las concentraciones de cromo en PM_{10} en 24 horas obtenidas en los meses julio, agosto, setiembre y octubre de 2024 en la estación Tala no excedieron el valor establecido en el Estándar de Calidad Ambiental para aire de $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

6. ANEXOS

Anexo 1: Mapa de ubicación

Anexo 2: Registro de datos crudos

Anexo 3: Sistematización de datos de aire

Anexo 4: Certificados de calibración y reportes de verificación

Anexo 5: Informes de ensayo de laboratorio

Atentamente,