

**REPORTE N° 00003-2021-OEFA/DEAM-STEC****A :** **DORA HERCILIA RAMOS GARCÍA**  
Directora de Evaluación Ambiental**DE :** **LÁZARO WALTHER FAJARDO VARGAS**  
Ejecutivo de la Subdirección Técnica Científica**ANDRÉS DANIEL BRÍOS ABANTO**  
Coordinador de Vigilancia Ambiental**ASUNTO :** Evaluación ambiental de seguimiento de la calidad del aire en el área de influencia de la unidad minera Cerro de Pasco ubicada en el centro poblado Paragsha, distrito Simón Bolívar, provincia y departamento Pasco, de enero a octubre de 2021**REFERENCIA :** Expediente de evaluación 2020-02-0002

Códigos de acción:

- 0001-2-2021-412
- 0003-4-2021-412
- 0004-5-2021-412
- 0003-6-2021-412
- 0001-7-2021-412
- 0002-8-2021-412
- 0002-9-2021-412
- 0003-10-2021-412

**FECHA :** Lima, 30 de noviembre de 2021**1. INFORMACIÓN GENERAL****Tabla 1.1.** Información general respecto de la actividad realizada

a.	Zona evaluada	Centro poblado Paragsha, distrito Simón Bolívar, provincia y departamento Pasco
b.	Unidades fiscalizables en la zona de estudio o actividades económicas	Unidad minera Cerro de Pasco
c.	Problemática identificada	Presunta contaminación atmosférica por actividades de la unidad minera Cerro de Pasco
d.	Periodo de ejecución	De enero a octubre de 2021

**Tabla 1.2.** Listado de profesionales

N.º	Nombres y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada
1	Lázaro Walther Fajardo Vargas	Ingeniero químico	Gabinete
2	Andrés Daniel Bríos Abanto	Ingeniero ambiental y de recursos naturales	Gabinete
3	Rulman Raphael Aliaga Martínez	Bach. ingeniero ambiental	Gabinete/campo
4	James Manolo Tamara Trinidad	Ingeniero ambiental	Campo (ODES Pasco) <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Oficina Desconcentrada del Organismo de evaluación y Fiscalización Ambiental



## 2. OBJETIVO

Realizar la evaluación ambiental de seguimiento de la calidad de aire en el área de influencia de la UM Cerro de Pasco ubicada en el centro poblado Paragsha, distrito Simón Bolívar, Provincia y departamento Pasco, a través del monitoreo continuo de parámetros que permitan identificar, registrar y alertar posibles alteraciones en la calidad del aire, durante el 2021.

## 3. METODOLOGÍA

### 3.1. 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

### 3.2. Ubicación de estaciones de monitoreo

**Tabla 3.2.** 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-SB-01	361188	8819605	4258	Al costado del Parque Infantil Ecológico del centro poblado Paragsha, distrito Simón Bolívar, provincia y departamento Pasco. Aproximadamente a 100 m de los <i>Stock Piles</i> .

### 3.3. Equipos, materiales y metodologías de análisis

**Tabla 3.3.** Equipos utilizados en el monitoreo

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Certificado de calibración / Reporte de verificación*
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Monitor automático de partículas	Thermo Scientific	TEOM 1405	1405A208441003	-Certificado de calibración LF-0642020 (28/02/2020) -Reporte de verificación intermedia de equipos ambientales (18/08/2020)
				1405A208321003	-Certificado de calibración LF-0302021 (22/02/2021) -Reporte de verificación intermedia de equipos ambientales (23/02/2021) -Reporte de verificación intermedia de equipos ambientales (21/09/2021)
Metales en PM <sub>10</sub>	Muestreador manual de alto volumen (HiVol) de material particulado	Thermo Scientific	G10557	P9327X	-Certificado de calibración ALF019-290820 (28/08/20) -Reporte de verificación de muestreadores de partículas HiVol (22/04/2021) -Reporte de verificación de muestreadores de partículas HiVol (25/05/2021) -Reporte de verificación de muestreadores de partículas HiVol (21/06/2021) -Reporte de verificación de muestreadores de partículas HiVol (20/07/2021)



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Certificado de calibración / Reporte de verificación*
					-Reporte de verificación de muestreadores de partículas HiVol (23/08/2021) -Reporte de verificación de muestreadores de partículas HiVol (21/09/2021) -Reporte de verificación de muestreadores de partículas HiVol (27/10/2021)
- Velocidad de viento - Dirección de viento - Temperatura ambiente - Humedad relativa - Precipitación - Presión barométrica	Estación meteorológica	Davis Instruments	Vantage Pro 2	BE181010012	-Certificado de calibración LM-4622020 (08/10/2020) -Certificado de calibración LM-4632020 (09/10/2020) -Certificado de calibración LM-4642020 (09/10/2020) -Certificado de calibración LM-4652020 (10/10/2020)
		Campbell Scientific	CR1000	30825	-Certificado de calibración LM-4742020 (09/10/2020) -Certificado de calibración LM-4752020 (09/10/2020) -Certificado de calibración LM-4762020 (09/10/2020) -Certificado de calibración LM-4772020 (10/10/2020) -Reporte de verificación intermedia de equipos ambientales (21/09/2021)

\* Los certificados de calibración y verificación de los equipos se encuentran en el anexo 4

**Tabla 3.4. Métodos de análisis de aire**

Parámetro	Método	Técnica Empleada
Material particulado con diámetro menor 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Método automático	Microbalanza Oscilatoria de Elemento Cónico (TEOM)
Metales en PM <sub>10</sub>	EPA/625/R-96/010 <sup>a</sup> Compendium Method IO-3.5 June 1999 (validado 2018) *	Determinación de Metales en Material Particulado del ambiente por ICP-MS
Velocidad de viento	Método automático	-
Dirección de viento		
Temperatura ambiente		
Humedad relativa		
Precipitación		
Presión barométrica		

(\*) Informes de ensayo N°: MA2113670, MA2116167, MA2119223, MA2122137, MA2126479, MA2130556 y MA2135754  
(-): No aplica

### 3.4. Criterios de evaluación

**Tabla 3.5. Estándares de calidad ambiental (ECA) para aire**

Parámetro	Periodo	Formato del estándar		Método de análisis	Norma
		Valor (µg/m <sup>3</sup> )	Criterios de evaluación		
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	24 horas	100	No exceder más de 7 veces al año	Separación inercial / filtración (gravimetría)	D.S. N.º 003-2017-MINAM "Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias"
Plomo (Pb) en PM <sub>10</sub>	Mensual	1,5	No exceder más de 4 veces al año	Método para PM <sub>10</sub> (espectrofotometría de absorción atómica)	



Los ECA para aire no consideran concentraciones de metales en  $PM_{10}$ , 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 3.6. Las notas de esta norma indican que las concentraciones expresadas en  $\mu g/m^3$  se encuentran a condiciones de 10 °C y 760 mmHg.

**Tabla 3.6.** Estándares de calidad de aire de Canadá

CASRN	Contaminante	AAQC ( $\mu g/m^3$ )	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)* – setiembre 2020

<https://files.ontario.ca/mecp-ambient-air-quality-criteria-list-en-2020-05-01.pdf>

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Concentraciones del material particulado con diámetro menor a 10 micras.

En la Figura 4.1. se presentan las concentraciones horarias de  $PM_{10}$  de enero a octubre de 2021, cuyo máximo valor fue 207,2  $\mu g/m^3$  y se registró el 3 de marzo a las 12:00 horas. Estas concentraciones no fueron comparadas con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire porque esta norma no contempla concentraciones de  $PM_{10}$  para periodo de 1 hora. Ver detalles en los Anexos 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10 (Tabla 3.1 Concentraciones horarias de  $PM_{10}$ ).

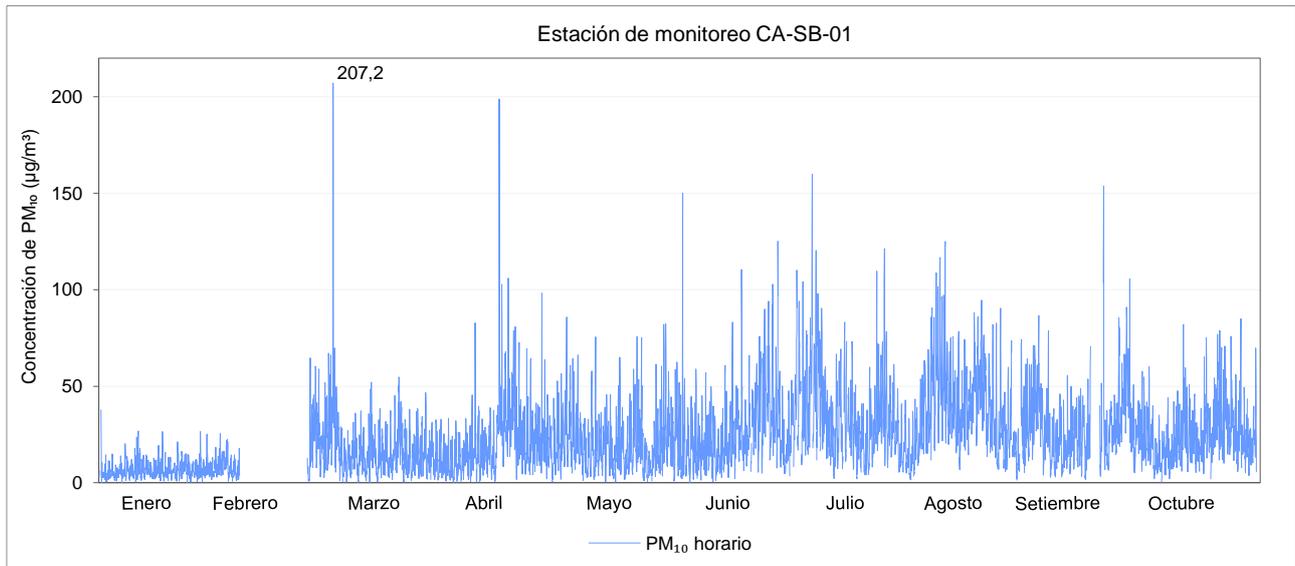


Figura 4.1. Concentraciones horarias de PM<sub>10</sub>, de enero a octubre de 2021

En la Figura 4.2.a, 4.2.b y 4.2.c se presenta la evolución horaria semanal de PM<sub>10</sub> dividida por días de la semana y en horas del día de la estación de vigilancia CA-SB-01 de enero a octubre de 2021; se observa que en los días de la semana la evolución horaria del PM<sub>10</sub> presenta un comportamiento bimodal es decir que durante el día se dan dos incrementos y se dieron en horas de la mañana aproximadamente entre las 4:00 a 8:00 horas y en la tarde de 13:00 a 19:00 horas, y es similar en todos los días de la semana con un notable descenso de las concentraciones los días martes, miércoles, jueves y domingos; en la figura 4.2.d el comportamiento mensual de enero hasta agosto las concentraciones se incrementaron gradualmente y de agosto a octubre va en descenso.

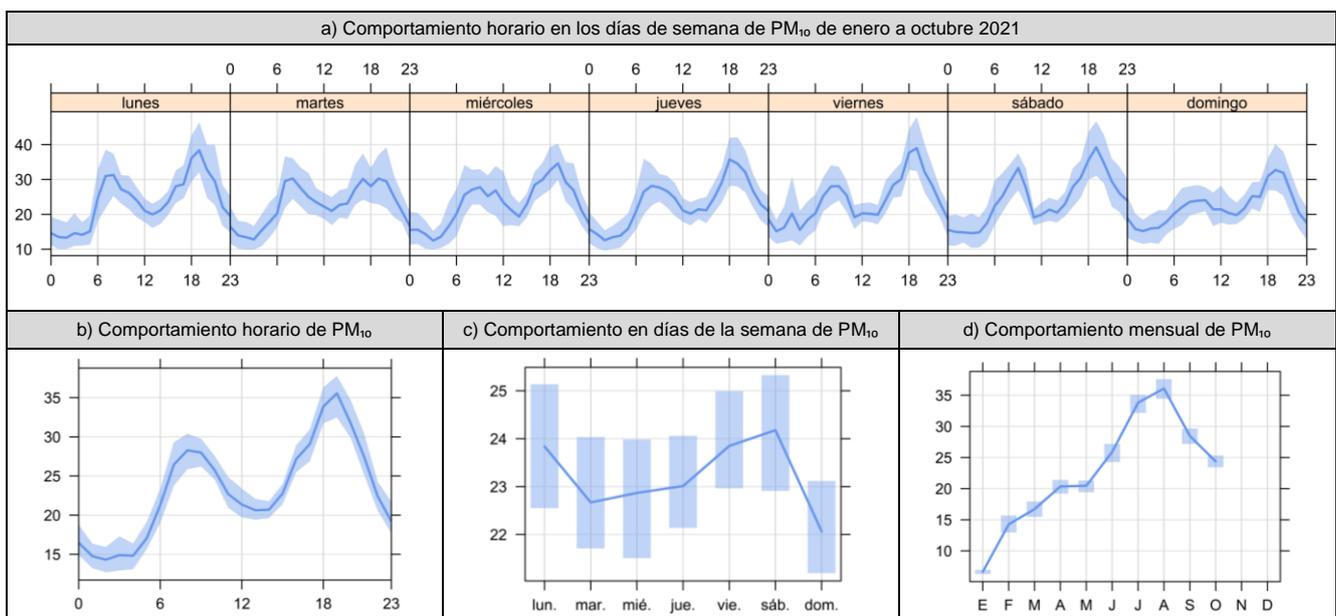
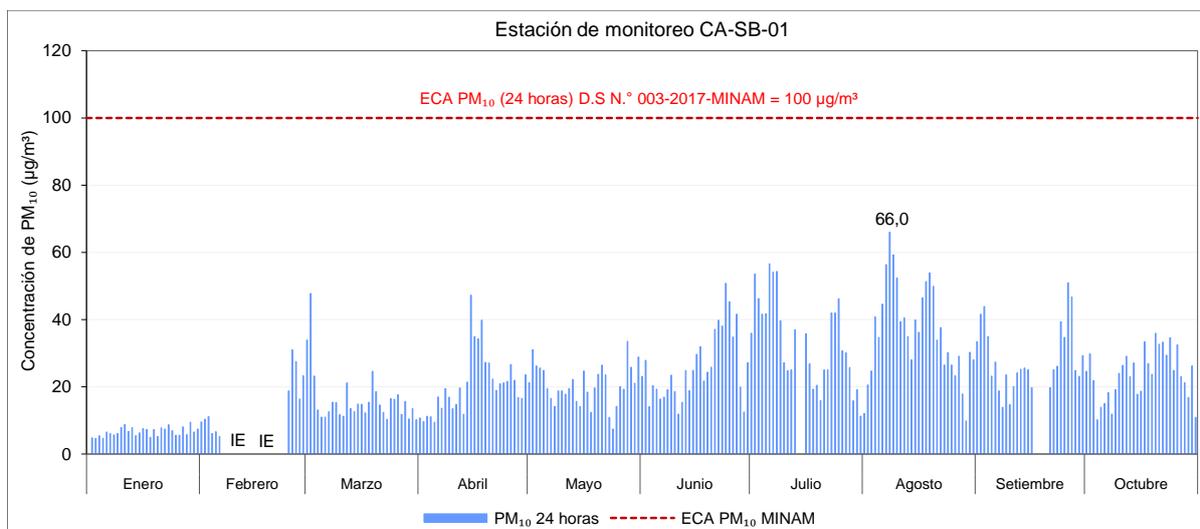


Figura 4.2. Concentraciones de PM<sub>10</sub> promediadas en: a) horas de días de semana, b) horarios en el día, c) días de semana y d) mensual, de enero a octubre 2021

En la Figura 4.3. se presentan las concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub> de enero a octubre de 2021; las concentraciones oscilaron entre una mínima de 4,6 µg/m<sup>3</sup> registrada el 3 de enero y máxima de 66,0 µg/m<sup>3</sup> registrada el 9 de agosto, las cuales no excedieron el valor de los ECA para aire (100 µg/m<sup>3</sup>). El detalle del registro se presenta en los Anexos 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10 (Tablas 3.1 Concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub>).



**Figura 4.3.** Concentraciones de 24 horas de PM<sub>10</sub> de enero a octubre de 2021  
IE: Dato no registrado por la interrupción eléctrica en la estación de vigilancia ambiental

#### 4.2 Resumen de los parámetros meteorológicos

Las condiciones meteorológicas registradas en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire CA-SB-01 de enero a octubre de 2021 son presentadas en la Tabla 4.1 y el detalle del registro de los parámetros en los Anexos 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10 (Tablas 3.2. Datos horarios meteorológicos).

**Tabla 4.1.** Resumen de los parámetros meteorológicos registrados de enero a octubre de 2021

Mes	Valores	Presión barométrica (mmHg)	Precipitación (mm)	Temperatura ambiental (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)
Enero	Mínimo	454,8	0,0	0,6	56,0	0,0
	Máximo	458,7	7,6	13,1	95,0	3,1
	Promedio	457,0	0,3	5,5	84,2	0,9
Febrero	Mínimo	455,3	0,0	-0,5	19,0	0,0
	Máximo	459,3	2,6	16,1	94,0	3,1
	Promedio	457,3	0,1	6,3	73,8	1,0
Marzo	Mínimo	455,1	0,0	0,4	29,0	0,0
	Máximo	459,0	3,4	13,3	94,0	3,6
	Promedio	457,2	0,1	5,6	80,5	0,9
Abril	Mínimo	455,8	0,0	-0,2	34,0	0,0
	Máximo	459,7	6,0	14,3	94,0	2,7
	Promedio	457,8	0,1	5,6	81,4	0,9
Mayo	Mínimo	456,6	0,0	-1,2	38,0	0,0
	Máximo	460,5	1,8	12,9	94,0	3,1
	Promedio	458,4	0,02	5,3	78,5	1,0
Junio	Mínimo	456,6	0,0	-2,6	22,0	0,0
	Máximo	461,0	1,5	13,9	99,4	3,1
	Promedio	458,7	0,02	5,3	77,5	1,0
Julio	Mínimo	457,6	0,0	-4,3	18,0	0,0
	Máximo	461,5	1,2	13,2	99,4	2,9
	Promedio	459,4	0,01	4,4	74,1	1,0



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia

Table with 7 columns: Mes, Valores, Presión barométrica (mmHg), Precipitación (mm), Temperatura ambiental (°C), Humedad relativa (%), Velocidad del viento (m/s). Rows include data for Agosto, Setiembre, and Octubre.

En la Figura 4.4 se grafica las rosas de concentración horarias distribuidas por mes para el PM10 de enero a octubre de 2021. Se aprecia que la mayor predominancia de los vientos provino del norte (N), norte-noreste (NNE) y noreste (NE), transportando las concentraciones de 0,2 µg/m³ a 162,2 µg/m³, sin embargo, en menor predominancia se registró vientos que provinieron del sur-sureste (SSE), oeste (W), sur (S) y suroeste (SW) con un rango de concentración de 101 µg/m³ a 207,2 µg/m³ en cuyas direcciones se encuentran los stocks piles de la Unidad Minera Cerro de Pasco en los meses de marzo, abril, junio, julio y agosto.

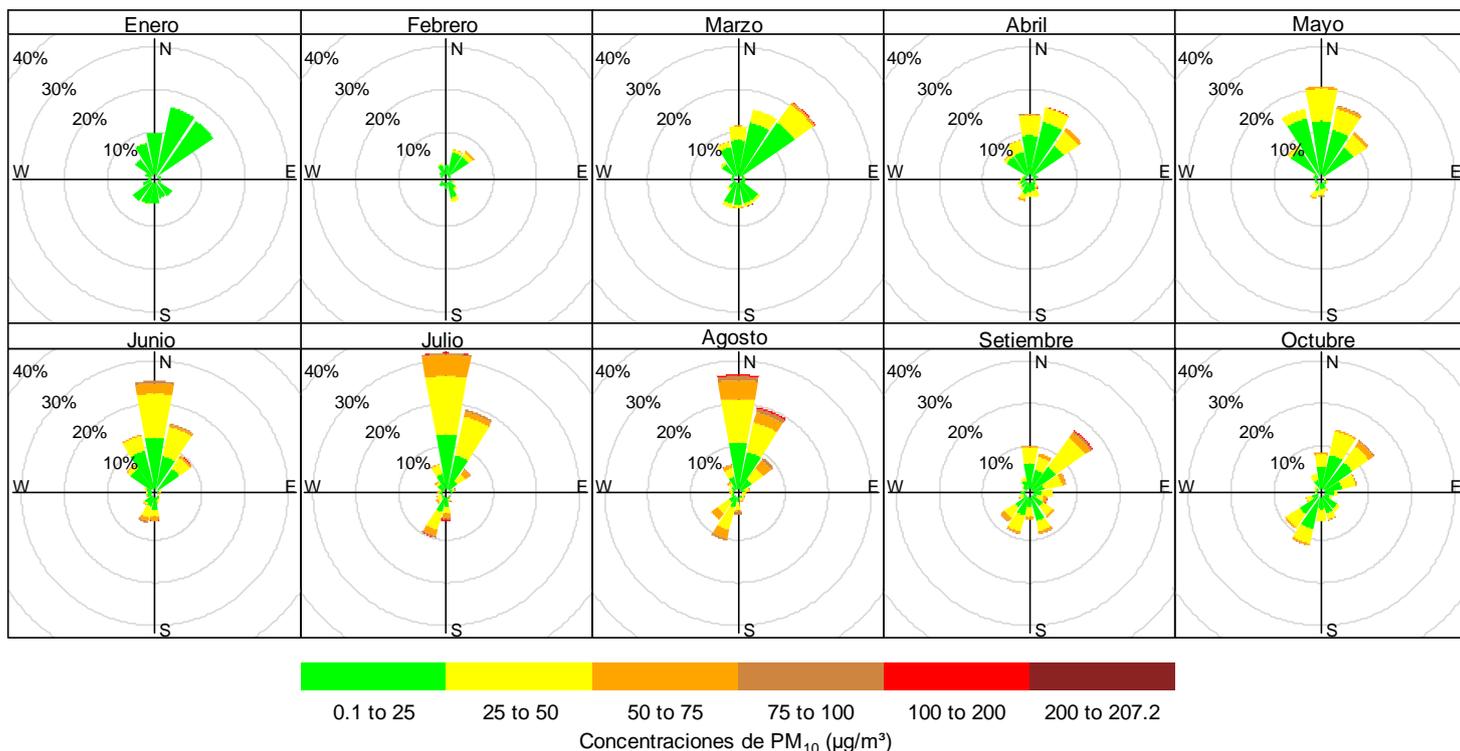


Figura 4.4. Rosas de concentración por horas para el PM10 desde las 00:00 horas hasta las 23:00 horas de enero a octubre de 2021

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

4.3 Concentración de metales en PM10

Las concentraciones de los metales Ag, As, B, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Sb, Se, Sn, Sr, Ti, U, V y Zn en PM10 no excedieron los valores establecidos en la norma canadiense de referencia en los meses de abril a octubre. El detalle del registro de concentraciones se presenta en los Anexos 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10 (Tabla 3.7. Concentración de metales en PM10 a condiciones ambientales).



En la Figura 4.5 se presentan las concentraciones de 24 horas de plomo (Pb) en PM<sub>10</sub> de abril a octubre de 2021 a condiciones ambientales. Se observa que los días monitoreados en los meses mencionados, las concentraciones oscilaron en un rango de 0,0027 µg/m<sup>3</sup> a 0,0309 µg/m<sup>3</sup>. El detalle del registro de concentraciones se presenta en los Anexos 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10 (Tabla 3.7. Concentración de metales en PM<sub>10</sub> a condiciones ambientales).

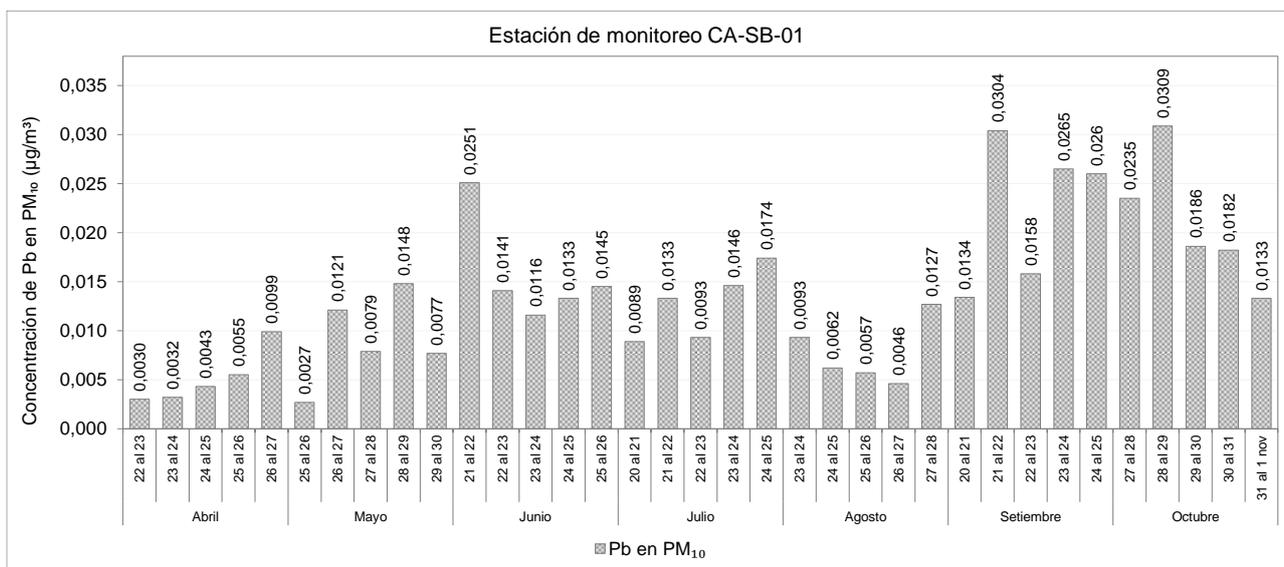


Figura 4.5. Concentración de 24 horas de plomo (Pb) en PM<sub>10</sub> a condiciones ambientales de abril a octubre de 2021

En la Figura 4.6 se presentan las concentraciones de 24 horas de plomo (Pb) en PM<sub>10</sub> de abril a octubre de 2021 a 10°C y 760 mmHg. Se observa que los días monitoreados, las concentraciones oscilaron de 0,0044 µg/m<sup>3</sup> a 0,0502 µg/m<sup>3</sup> por ello no se excedió el valor del estándar canadiense referencial<sup>2</sup> de 0,5 µg/m<sup>3</sup>. El detalle del registro de concentraciones se presenta en los Anexos 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10 (Tablas 3.9. Concentración de metales en PM<sub>10</sub> a temperatura de 10°C.

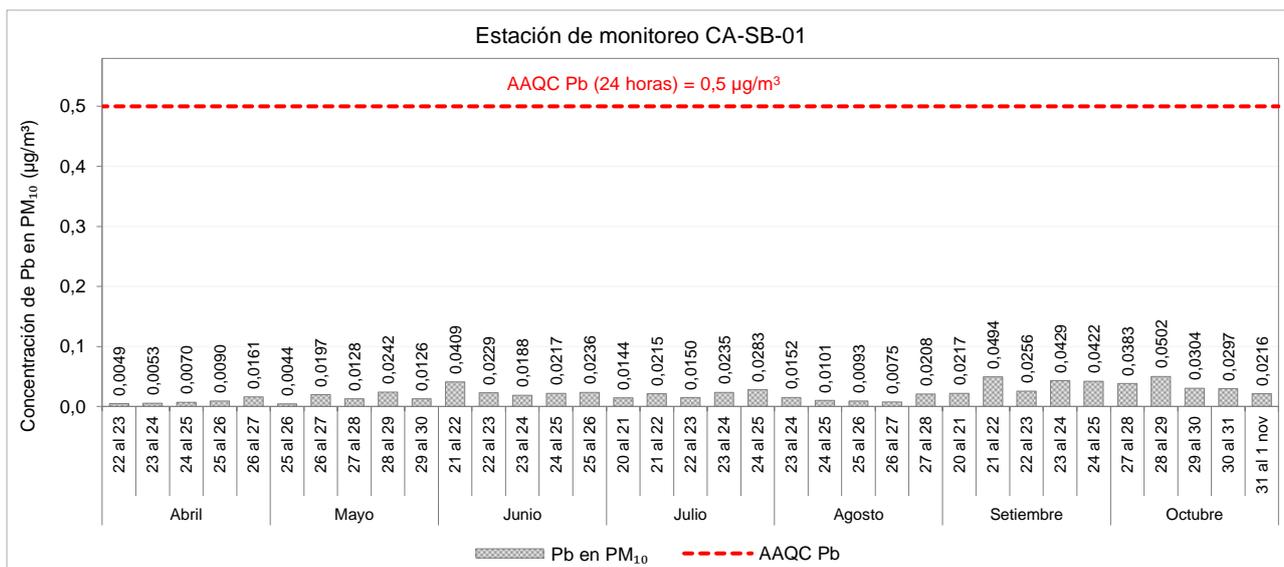
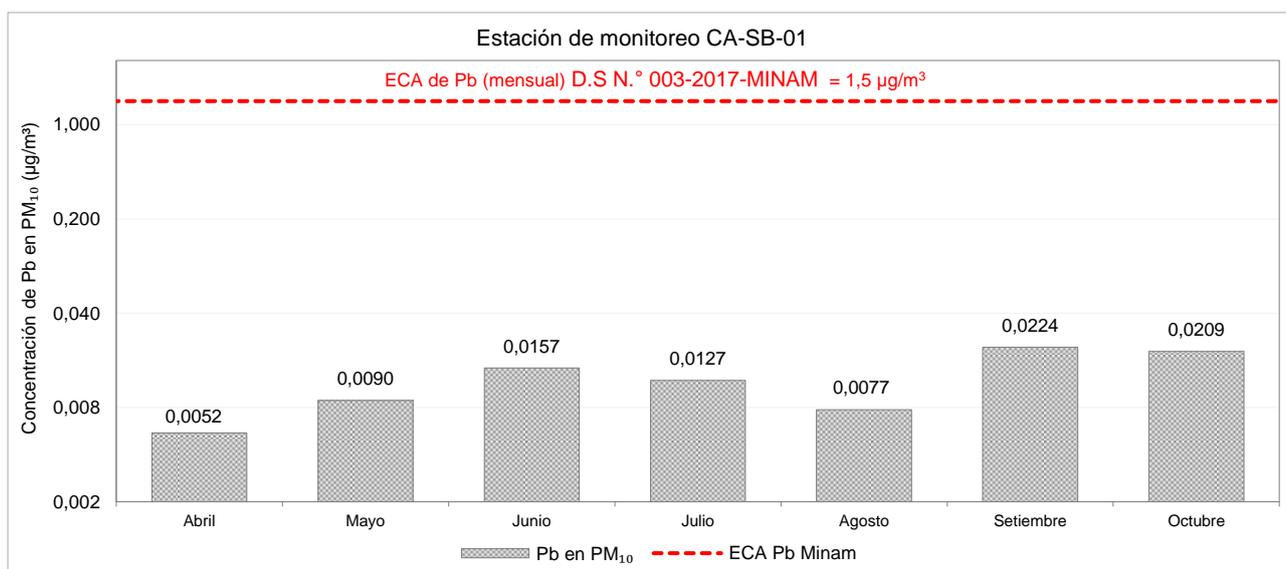


Figura 4.6. Concentración de 24 horas de plomo (Pb) en PM<sub>10</sub> a temperatura de 10°C y 760 mmHg de abril a octubre de 2021

<sup>2</sup> Norma de Calidad de Aire de Canadá (Ontario's Ambient Air Quality Criteria)



En la Figura 4.7 se presenta la concentración mensual<sup>3</sup> de Pb en PM<sub>10</sub> calculada a partir de las concentraciones de 24 horas a condiciones ambientales, y se observa que en los meses monitoreados la concentración mensual osciló de 0,0052 µg/m<sup>3</sup> a 0,0224 µg/m<sup>3</sup> por lo que no se excedió el valor de los ECA para aire (1,5 µg/m<sup>3</sup>). El detalle del registro de concentraciones se presenta en los Anexos 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10 (Tabla 3.7. Concentración de metales en PM<sub>10</sub> a condiciones ambientales).



**Figura 4.7.** Concentración mensual de plomo (Pb) en PM<sub>10</sub> a condiciones ambientales de abril a octubre de 2021

## 5. ALERTAS

No se presentaron alertas durante la evaluación ambiental de seguimiento de la calidad del aire en la estación Simón Bolívar de enero a octubre de 2021.

## 6. CONCLUSIONES

- Las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>) registradas en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire CA-SB-01 de enero a octubre de 2021 no excedieron el ECA para aire de PM<sub>10</sub> de 100 µg/m<sup>3</sup> aprobado mediante Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM.
- Las concentraciones de los metales: plata, aluminio, arsénico, boro, berilio, bario, bismuto, calcio, cadmio, cobalto, cromo, cobre, hierro, mercurio, potasio, litio, magnesio, manganeso, molibdeno, sodio, níquel, fosforo, antimonio, selenio, silicio, estaño, estroncio, titanio, talio, uranio, vanadio, zinc, monitoreados de abril a octubre de 2021 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 PM<sub>10</sub> registradas de abril a octubre de 2021 en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire CA-SB-01 no excedieron el valor establecido en la normativa referencial canadiense *Air Ambient Quality Criteria* 2012 (AAQC) de 0,5 µg/m<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Periodo de medición mensual calculado en base a 5 muestras diarias contiguas dentro del periodo del mes, según Tabla 4. del Protocolo nacional de monitoreo de la calidad del aire, aprobado con Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia

- Las concentraciones mensuales de plomo en  $PM_{10}$  registradas en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire CA-SB-01 de abril a octubre de 2021 no excedieron el valor establecido en los ECA para aire de  $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aprobado mediante Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM. Las concentraciones mensuales fueron calculadas con datos de 24 horas disponibles a condiciones ambientales.
- Las rosas de concentración para el  $PM_{10}$  de enero a octubre de 2021 tuvieron la mayor predominancia de los vientos del norte (N), norte-noreste (NNE) y noreste (NE), transportando las concentraciones de  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $162,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sin embargo, en menor predominancia se registró vientos que provinieron del sur-sureste (SSE), oeste (W), sur (S) y suroeste (SW) con un rango de concentración de  $101 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $207,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en cuyas direcciones se encuentran los *stocks piles* de la Unidad Minera Cerro de Pasco en los meses de marzo, abril, junio, julio y agosto.

## 7. ANEXOS

- Anexo 1: Mapa de ubicación
- Anexo 2: Registro de datos crudos
- Anexo 3: Sistematización de datos válidos de aire
- Anexo 4: Certificados de calibración de los equipos
- Anexo 5: Datos de campo de aire
- Anexo 6: Cartillas de flujo de aire
- Anexo 7: Cadenas de custodia
- Anexo 8: Informes de ensayo de laboratorio

Atentamente:

[LFAJARDO]

[ABRIOS]

Visto este reporte la Dirección de Evaluación Ambiental ha dispuesto su aprobación.

Atentamente:

[DRAMOS]



"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el OEFA, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. N° 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: <https://sistemas.oefa.gob.pe/verifica> e ingresando la siguiente clave: 00407264"



00407264