

**REPORTE N° 00004-2020-OEFA/DEAM-STEC**

- A** : **FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN**
Director 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 ámbito de la zona industrial de Ventanilla - Mi Perú ubicada en los distritos Ventanilla y Mi Perú, provincia Constitucional del Callao, de enero a octubre de 2020
- REFERENCIA** : Expediente de evaluación - 2020-02-0006
Códigos de acción
- 0005-1-2020-411
 - 0005-2-2020-411
 - 0005-7-2020-411
 - 0005-8-2020-411
 - 0005-9-2020-411
- FECHA** : Lima, 30 de noviembre de 2020

Tenemos el agrado de dirigirnos a usted para saludarlo cordialmente y, con relación al asunto de la referencia, informar lo siguiente:

1. INFORMACIÓN GENERAL**Tabla 1.1.** Información general respecto de la actividad realizada

a.	Zona evaluada	Zona Industrial de Ventanilla y distrito Mi Perú
b.	Unidades fiscalizables en la zona de estudio o actividades económicas	Consorcio Matrix Technology S.A.C, Metalexacto S.R.L., Rabanal Service S.A.C., Sol del Perú Alloys S.A.C., Fábrica Nacional de Acumuladores ETNA S.A., Envases Ventanilla S.A., Sulfato de Cobre del Perú SAC – SULCOPER, IC – Industrial S.R.L., Cuprica S.A.C. (Ex Sulfato de Cobre S.A.), Industrias Nacol S.A.C. (Ex Corporación Ferrol S.A.C.), Envasadora San Gabriel SRL, Intradevco Industrial S.A., Sociedad Química Alemana S.A., ConfiPeru S.A., Corporación Jeshua S.A.C.
c.	Problemática identificada	Presunta contaminación atmosférica debido a las emisiones de la zona industrial de Ventanilla
d.	Periodo de ejecución	De enero a octubre de 2020

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 Brios Abanto	Ingeniero ambiental y de recursos naturales	Gabinete



3	Edgar Escriba Gutiérrez	Ingeniero electrónico	Gabinete / Campo
---	-------------------------	-----------------------	------------------

2. OBJETIVO

Realizar la evaluación de seguimiento ambiental de la calidad del aire en el ámbito de la zona industrial de los distritos de Ventanilla y Mi Perú, provincia constitucional del Callao, a través, del monitoreo de parámetros que permitan identificar, registrar y alertar posibles alteraciones en la calidad del aire, durante el 2020

3. METODOLOGÍA

3.1. Protocolo de monitoreo

Tabla 3.1. 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. Estaciones de monitoreo

N.º	Código	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 18 L		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
1	CA-VMP-2*	268573	8687999	69	Azotea de pabellón de aulas de la I.E.P. Arturo Padilla Espinoza, Av. Revolución N° 2494, distrito Ventanilla.
2	CA-VMP-6	268424	8686660	40	Azotea del hospital de Ventanilla. Av. Pedro Beltrán S/N, Urb. Satélite, distrito Ventanilla.
3	CA-VMP-8	268699	8687894	76	Azotea de la vivienda del A.H. Virgen de Guadalupe – 2da etapa, Mz. I, lote 18, cuadra 4 de Av. Virgen de Guadalupe, distrito Mi Perú.
4	CA-VMP-9	268698	8687828	77	Azotea de la vivienda del A.H. Virgen de Guadalupe – 2da etapa, Mz. J, lote 20, cuadra 5 de Av. Virgen de Guadalupe, distrito Mi Perú
5	CA-VMP-10**	268260	8687676	54	Azotea del área de oficinas de la empresa Comercial Lider S.A., Calle Martin Paz 146, zona industrial de Ventanilla, distrito Ventanilla.

* La estación de monitoreo CA-VMP-2 se reubicó en el 2020 en el pabellón de aulas de la I.E.P. Arturo Padilla Espinoza

** La estación de monitoreo CA-VMP-10 empezó a funcionar desde febrero del 2020

3.3. Equipos, materiales y metodologías de análisis

Tabla 3.3. Equipos utilizados en el monitoreo de aire

Parámetro	Equipos	Marca	Modelo	Serie	Certificado de calibración
- Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀) - Metales en PM ₁₀	Muestreador manual de material particulado de alto volumen	Thermo Scientific	Hi vol	P9313X / P9329X / P9326X	LF - 2012019 / LF - 2562019 / ALF011-230820
				P9328X / P9309X	LF - 2032019 / ALF014-240820
				P9252X / P10312X	LF - 2022019 / ALF013-240820
				P5803PM10-1 / P9321X	LF - 2072019 / ALF015-240820
				P9316X	ALF012-230820



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

Parámetro	Equipos	Marca	Modelo	Serie	Certificado de calibración
- Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})*	Muestreador manual de material particulado de bajo volumen	BGI	PQ200	2080	LF - 2162019
				2082	LF - 1982019
				2086	LF - 1972019
				2087	LF - 2102019
- Velocidad del viento - Dirección del viento - Temperatura ambiente - Humedad relativa - Precipitación - Presión barométrica	Estación meteorológica	Davis	Vantage Pro 2	BB180411015	LM - 5622019
				BB171204030 / BF191205012	LM-4102019 / 180-19
				BB171204036	LM - 5582019

* Los muestreadores de material particulado de bajo volumen (PM_{2,5}) se utilizaron en enero y febrero

Tabla 3.4. Métodos de análisis de aire

Parámetro	Método de monitoreo y ensayo	Técnica Empleada
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀) (filtro de cuarzo)	Norma Técnica Peruana: NTP 900.030:2018 EPA/625/R-96/010 ^a Compendium Method IO-3.1 Item 4 y 5 (except 5.1.1, 5.2.3.7 y 5.3), june 1999 – (Validado) – No incluye muestreo	<i>Reference Selection, Preparation and Extraction of Filter Material – PM₁₀ Alto volumen</i>
Metales en PM ₁₀ (*)	EPA/625/R-96/010 ^a Compendium Method IO-3.5 june 1999 (validado 2018).	Determinación de Metales en Material Particulado del ambiente por ICP-MS (método equivalente)
Material particulado con diámetro menor 2,5 micras (PM _{2,5})	Norma Técnica Peruana: NTP 900.030 o NTP que la reemplace EPA CFR 40 Appendix L (Item 6 y 8) to Part 50. Octubre 2006 (Validado para pesaje) – No incluye muestreo - 2016	<i>Reference Method for the Determination of the Fine Particulate Matter as PM 2,5 in the Atmosphere.</i>

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 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	Separación inercial / filtración (Gravimetría)	D.S. N.º 003-2017-MINAM «Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen 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	Separación inercial / filtración (Gravimetría)	
Plomo (Pb) en PM ₁₀	Mensual	1,5	No exceder más de 4 veces al año	Método para PM ₁₀ (Espectrofotometría de absorción atómica)	

NE: No exceder

Sin embargo, los ECA para aire no consideran concentraciones de metales en PM₁₀ para un periodo de 24 horas, por consiguiente, se tomó en cuenta los criterios de calidad ambiental del aire de Canadá (AAQC: *Ontario's Ambient Air Quality Criteria*) como estándares de referencia para dichos parámetros. En la Tabla 2.6 se precisan los valores referenciales de las concentraciones para metales.

Tabla 3.6. Estándares de calidad de aire de Canadá

CASRN	Contaminante	AAQC (µg/m ³)	Tiempo promedio (h)
7440-36-0	Antimonio y compuestos de antimonio	25	24
7440-38-2	Arsénico y compuestos de arsénico	0,3	24



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

CASRN	Contaminante	AAQC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tiempo promedio (h)
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 (AAQC)*

Recuperado de: <https://www.ontario.ca/page/ontarios-ambient-air-quality-criteria-sorted-contaminant-name#fnd>

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1 Parámetros meteorológicos

En la Tabla 4.1, Tabla 4.2 y Tabla 4.3 se presentan el resumen de resultados de los parámetros meteorológicos: temperatura ambiental, humedad relativa, presión atmosférica y velocidad del viento, obtenidas en las estaciones de monitoreo de calidad del aire CA-VMP-2 (I.E.P. Arturo Padilla Espinoza), CA-VMP-6 (Hospital de Ventanilla) y CA-VMP-9 (A.H. Virgen de Guadalupe – 2da etapa, Mz. J, lote 20, distrito Mi Perú), respectivamente.

Con respecto a la temperatura en el ámbito de estudio de la zona industrial de Ventanilla - Mi Perú, registrados en la estación de monitoreo CA-VMP-9 (A.H. Virgen de Guadalupe – 2da etapa), mantuvo una variación entre 13,8 °C y 32,0 °C. La humedad relativa se encontró en un rango comprendido entre 50,0 % y 81,0 %. La presión barométrica varió entre 748,6 mm Hg a 761,6 mm Hg.

Respecto a la velocidad del viento se presentaron vientos de hasta 4,9 m/s en la estación de monitoreo CA-VMP-9 (A.H. Virgen de Guadalupe – 2da etapa). Los registros horarios de dichos parámetros se encuentran en el Anexo 2 del presente reporte para cada estación de monitoreo.

Tabla 4.1. Parámetros meteorológicos de la estación CA-VMP-9 durante enero a febrero y abril a octubre de 2020

Valor	Presión atmosférica (mm Hg)	Temperatura (° C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)
Enero				
Mínimo	751,0	21,5	53,0	0,0
Máximo	755,2	29,8	76,0	4,5
Promedio	753,1	25,1	67,4	2,1
Febrero				



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

Mínimo	748,6	20,7	51,0	0,0
Máximo	754,4	32,0	78,0	4,9
Promedio	752,1	24,9	67,2	2,0
Julio				
Mínimo	752,1	13,8	55,0	0,0
Máximo	760,5	20,8	76,0	4,0
Promedio	755,7	16,3	68,7	1,4
Agosto				
Mínimo	755,8	14,1	53,0	0,0
Máximo	761,6	21,9	74,0	4,5
Promedio	758,6	16,4	67,7	1,6
Setiembre				
Mínimo	755,4	13,9	60,0	0,0
Máximo	761,6	22,3	81,0	4,9
Promedio	758,5	16,8	73,2	1,7
Octubre				
Mínimo	755,4	15,7	59,0	0,0
Máximo	759,8	23,1	79,0	4,9
Promedio	757,7	18,3	71,8	1,9

En cuanto a la dirección del viento se presenta la gráfica de la rosa de los vientos, la misma que proporcionó información estadística sobre la procedencia (mediante la dirección) y velocidad del viento en la estación de monitoreo CA-VMP-9.

En la Figura 4.1 se presenta la rosa de vientos del periodo de monitoreo de enero a octubre de 2020 para la estación CA-VMP-9 ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe, donde se puede observar que en los seis meses evaluados la predominancia de vientos fue desde el oeste-suroeste (WSW) de enero a octubre y seguido de vientos del suroeste (SW) de julio a octubre y del oeste (W) de enero a febrero.

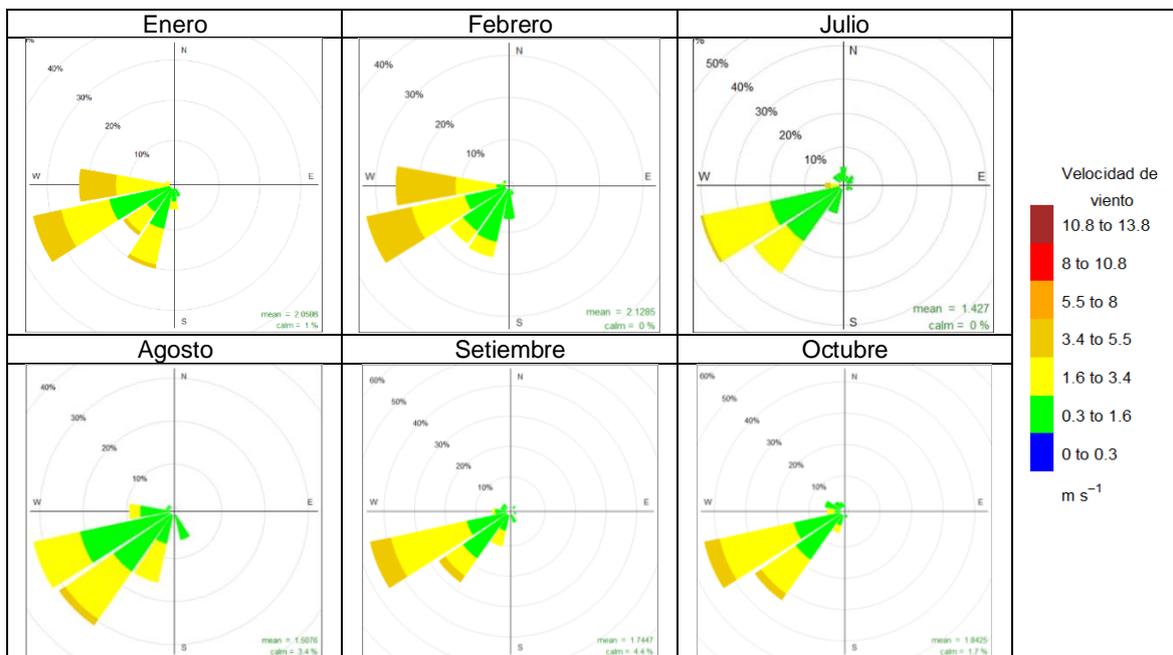


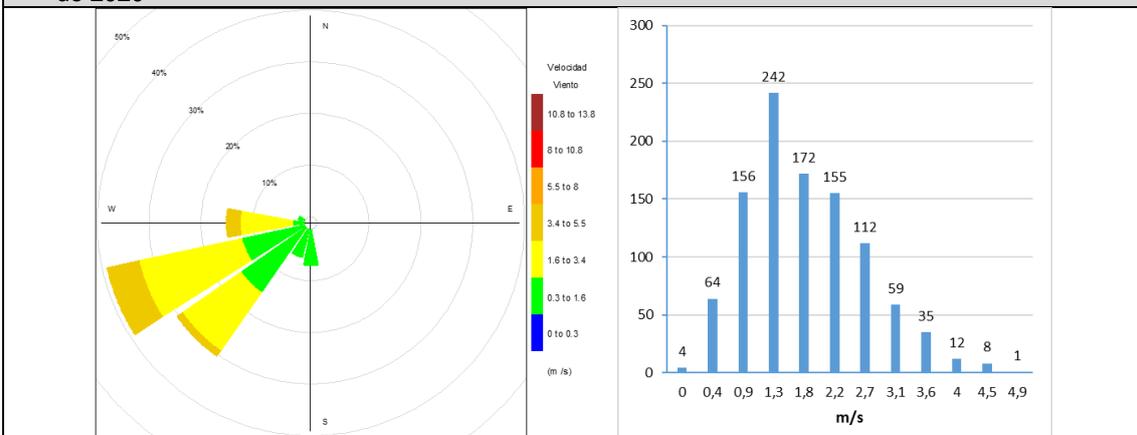
Figura 4.1. Diagrama de rosa de los vientos de la estación de monitoreo ambiental ubicada a sotavento CA-VMP-9 de enero a octubre de 2020.



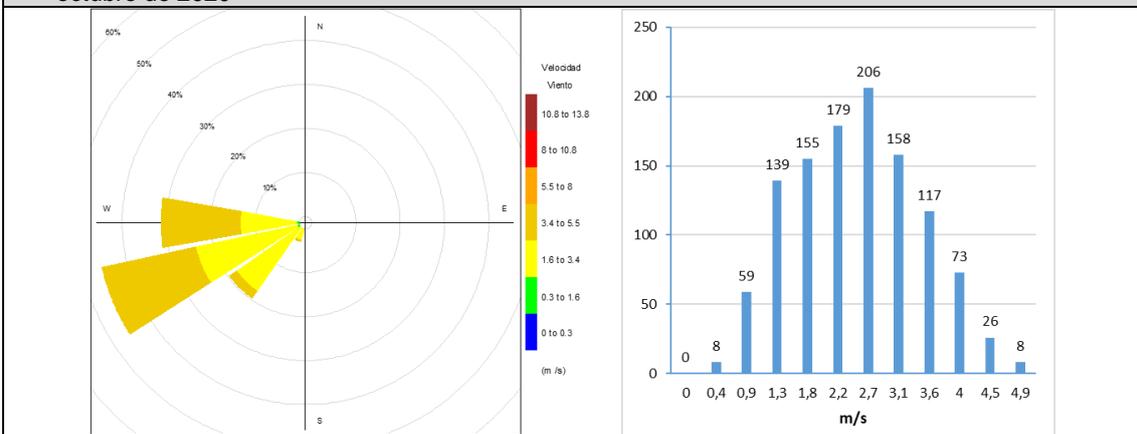
Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

A continuación, se presentan las rosas de vientos e histograma de velocidad en horarios diurno, vespertino y nocturno para los meses de enero hasta octubre. En la Figura 4.2a se presenta la rosa de vientos en horario diurno donde la predominancia de los vientos fue desde el oeste-suroeste (WSW), seguido de vientos del suroeste (SW) generalmente de tipo ventolina y brisa ligera (0,4 m/s - 4,5 m/s). En la Figura 4.2b, en el horario vespertino, donde la predominancia de los vientos también fue del oeste-suroeste (WSW), seguido de vientos del oeste (W) con brisas ligeras y suaves (0,4 m/s - 4,9 m/s). En la Figura 4.2c, en horario nocturno con una predominancia de vientos del oeste-suroeste (WSW), seguido de vientos del sur-suroeste (SSW), del oeste (W) y del suroeste (SW) con viento tipo ventolina (0,0 m/s - 4,9 m/s).

a) Rosa de vientos e histograma de velocidad en horario diurno (07:00 h a 11:00 h) de enero a octubre de 2020



b) Rosa de vientos e histograma de velocidad en horario vespertino (12:00 h a 18:00 h) de enero a octubre de 2020



c) Rosa de vientos e histograma de velocidad en horario nocturno (00:00 h a 6:00 h y 19:00 h a 23:00 h) de enero a octubre de 2020

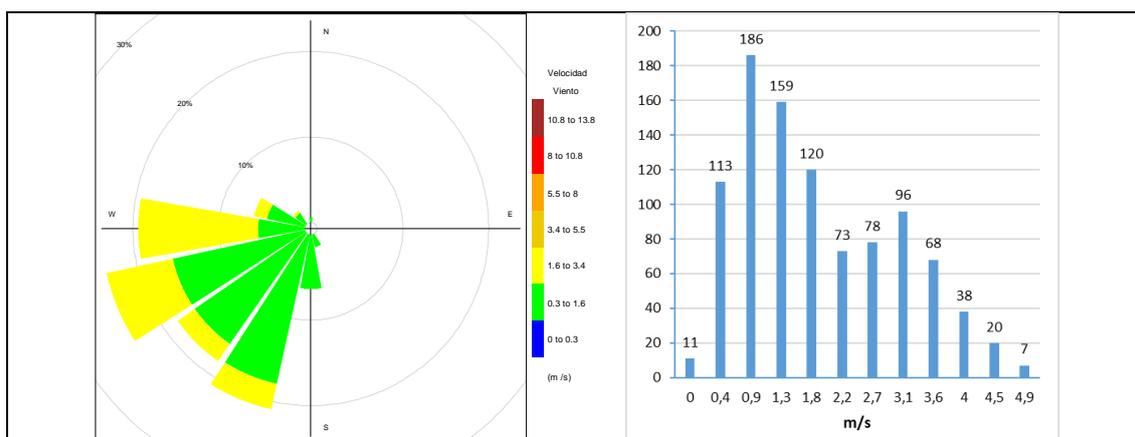


Figura 4.2. Rosa de vientos y velocidades de la estación de monitoreo ambiental CA-VMP-9 de enero a octubre de 2020, a) horario diurno, b) horario vespertino y c) horario nocturno.

4.2 Concentración de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀)

Se presentan los resultados de las concentraciones de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀) que fueron muestreadas en 5 estaciones de monitoreo ambiental de la calidad del aire de enero a octubre de 2020. En la Figura 4.3 se tienen los resultados de las estaciones: a) CA-VMP-2; b) CA-VMP-8 y c) CA-VMP-9 (ubicadas a sotavento); y en la Figura 4.4 se presentan los resultados de las estaciones: a) CA-VMP-6 y b) CA-VMP-10 (ubicadas a barlovento). Ver Anexo 3 del presente reporte.

En la Figura 4.3.a se observa que las concentraciones de PM₁₀ en 24 horas en la estación CA-VMP-2, ubicada en la I.E.P. Arturo Padilla Espinoza, excedieron el valor del ECA para aire de PM₁₀ (100 µg/m³) en 3 ocasiones, 2 veces en setiembre con concentraciones de 116,1 µg/m³ y 113,1 µg/m³ y 1 vez en octubre con 106,2 µg/m³. Las concentraciones oscilaron entre una mínima de 35,3 µg/m³ y máxima de 116,1 µg/m³.

En la Figura 4.3.b se observa que las concentraciones de PM₁₀ en 24 horas en la estación CA-VMP-8, ubicada en A.H. Virgen de Guadalupe – 2da etapa, Mz. I, lote 18, excedieron el valor del ECA para aire en PM₁₀ (100 µg/m³) en 5 ocasiones, 1 vez en enero con concentración de 105,2 µg/m³, 3 veces en setiembre con concentraciones que variaron entre 100,4 µg/m³ y 140,6 µg/m³ y 1 vez en octubre con 102,5 µg/m³. Las concentraciones oscilaron entre una mínima entre 27,1 µg/m³ y máxima de 140,6 µg/m³.

En la Figura 4.3.c se observa que las concentraciones de PM₁₀ en 24 horas en la estación CA-VMP-9, ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe – 2da etapa, Mz. J, lote 20, excedieron el valor del ECA para aire en PM₁₀ (100 µg/m³) en 3 ocasiones, 1 vez en enero con 100,4 µg/m³ y 2 veces en setiembre con concentraciones de 122,1 µg/m³ y 120,6 µg/m³. Las concentraciones oscilaron entre una mínima de 32,6 µg/m³ y máxima de 122,1 µg/m³.

En la Figura 4.4.a se observa que las concentraciones de PM₁₀ en 24 horas en la estación CA-VMP-6, ubicada en el Hospital de Ventanilla, no excedieron el valor del ECA para aire en PM₁₀ (100 µg/m³) durante el monitoreo. Las concentraciones oscilaron entre una mínima de 32,6 µg/m³ y máxima de 84,9 µg/m³.

En la Figura 4.4.b se observa que las concentraciones de PM₁₀ en 24 horas en la estación CA-VMP-10, ubicada en Comercial Líder S.A., no excedieron el valor del ECA para aire en PM₁₀ (100 µg/m³) durante el monitoreo. Las concentraciones oscilaron entre una mínima de 29,3 µg/m³ y máxima de 90,1 µg/m³.

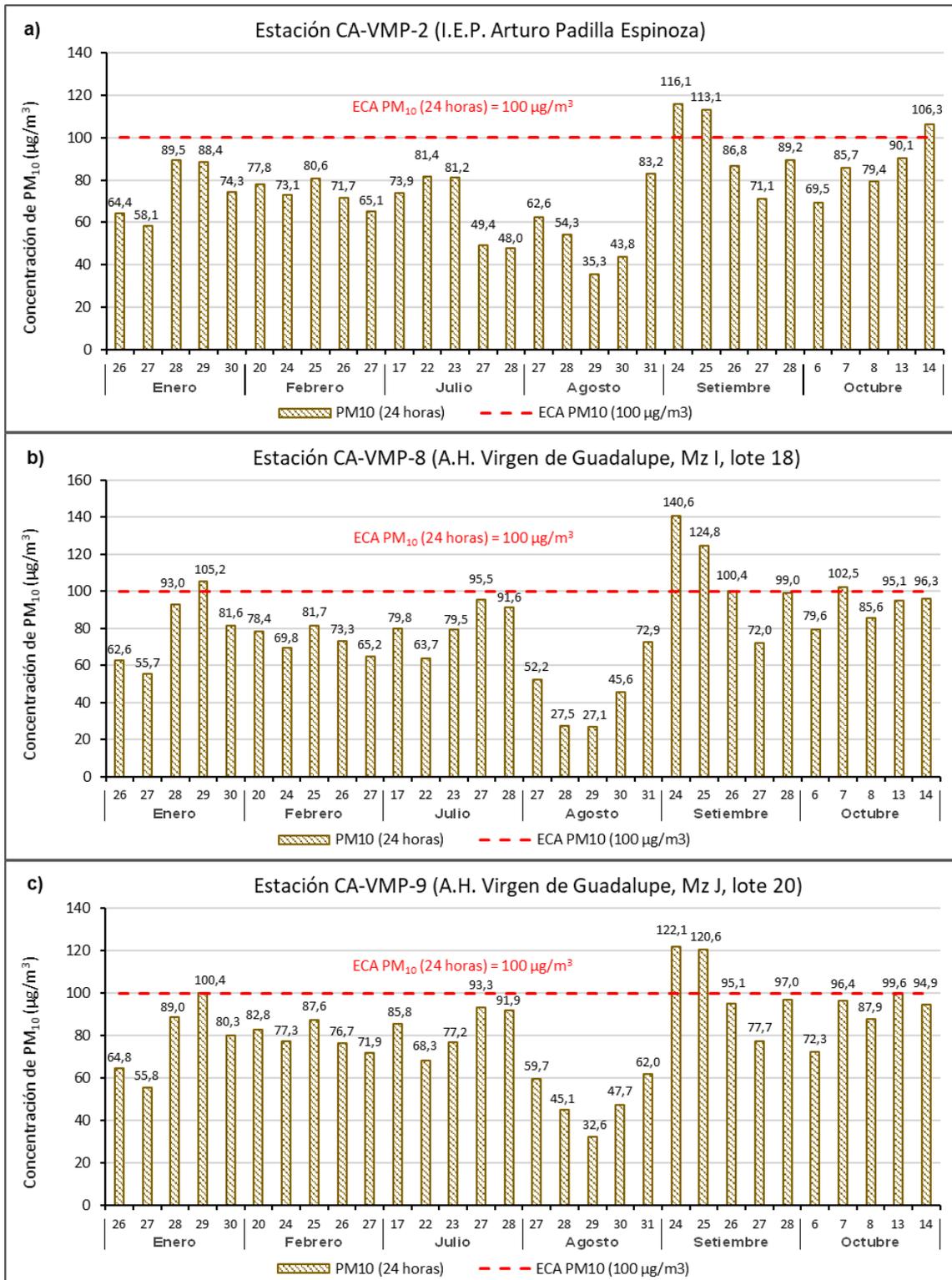


Figura 4.3. Concentraciones de PM₁₀ en 24 horas en las estaciones a sotavento a) CA-VMP-2, b) CA-VMP-8 y c) CA-VMP-9 de enero a octubre de 2020.

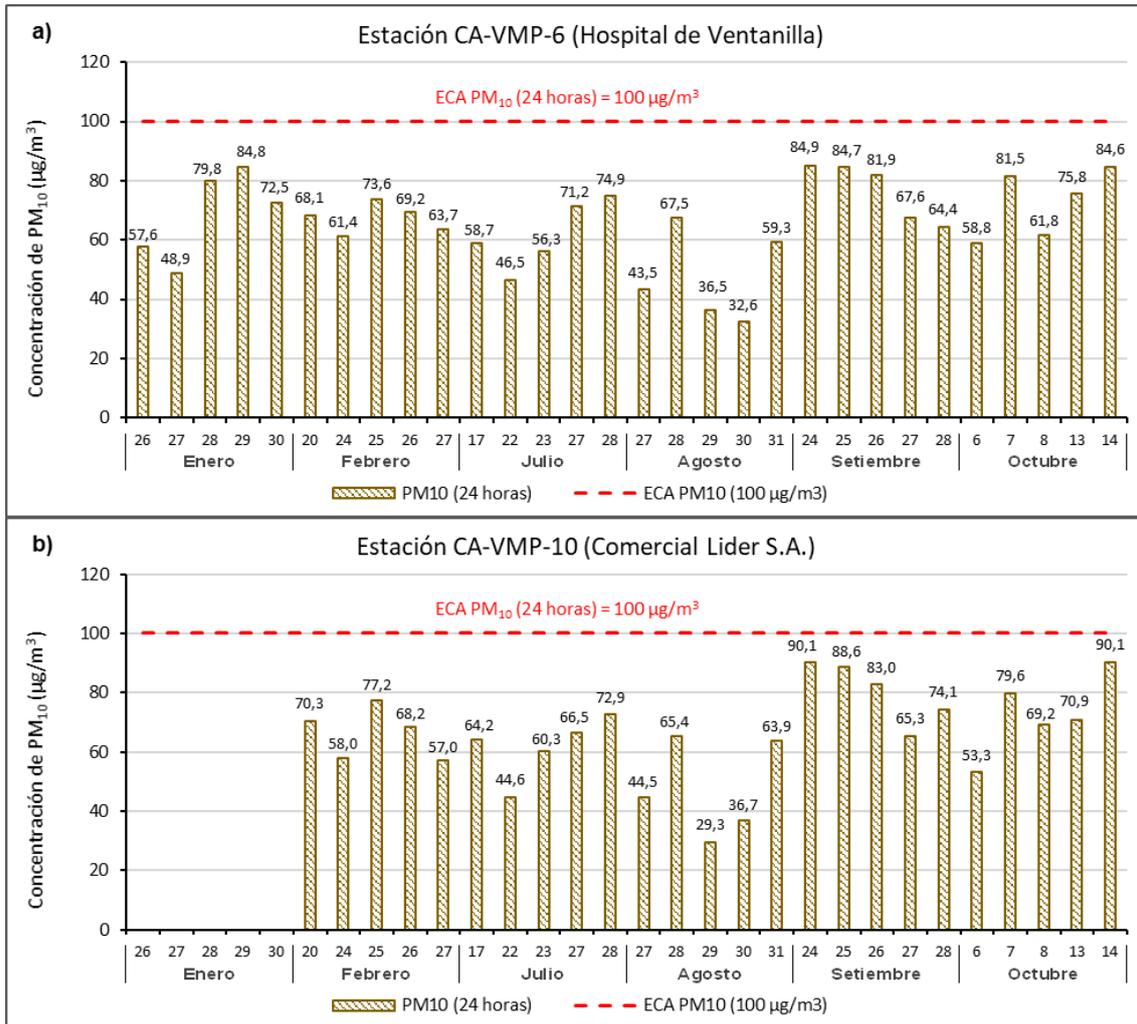


Figura 4.4. Concentraciones de PM₁₀ en 24 horas en las estaciones a barlovento a) CA-VMP-6 y d) CA-VMP-10 de enero a octubre de 2020.

Nota: La estación de monitoreo CA-VMP-10 empezó a funcionar desde febrero del 2020

En la Figura 4.5 se presenta el diagrama de caja de las concentraciones de 24 horas de PM₁₀ para las estaciones de monitoreo ambiental de la calidad del aire desde enero a octubre de 2020; donde se puede observar, de manera resumida, que entre las estaciones ubicadas a sotavento de la zona industrial de Ventanilla - Mi Perú (CA-VMP-2, CA-VMP-8 y CA-VMP-9) presentan mayores concentraciones que las ubicadas a barlovento de la zona industrial (CA-VMP-6 y CA-VMP-10).

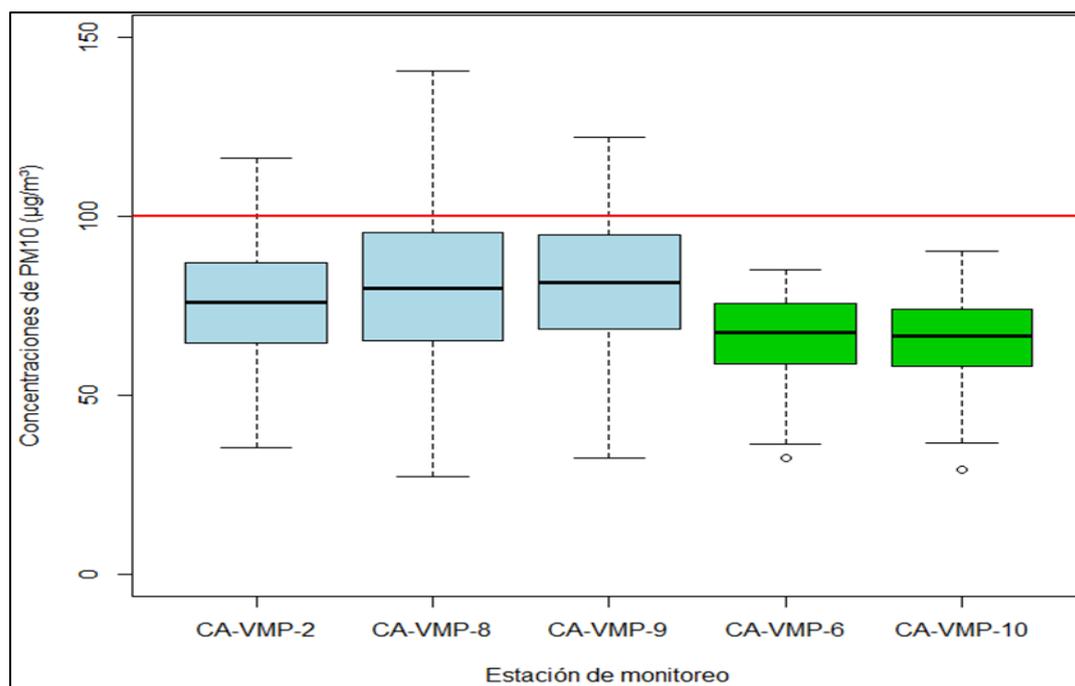


Figura 4.5. Diagrama de cajas de las concentraciones de PM₁₀ en 24 horas en las estaciones de monitoreo ubicadas a sotavento (CA-VMP-2, CA-VMP-8 y CA-VMP-9) y a barlovento (CA-VMP-6 y CA-VMP-10) de enero a octubre de 2020 con respecto al valor del ECA para aire en PM₁₀ (100 µg/m³).

4.3 Concentración de metales en material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀) muestreados a condiciones ambientales

La técnica de la espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente permite caracterizar a los metales¹ contenidas en el material particulado PM₁₀, determinándose los siguientes metales: aluminio (Al), antimonio (Sb), arsénico (As), bario (Ba), berilio (Be), bismuto (Bi), boro (B), cadmio (Cd), calcio (Ca), cobalto (Co), cobre (Cu), cromo (Cr), estaño (Sn), estroncio (Sr), fósforo (P), hierro (Fe), litio (Li), magnesio (Mg), manganeso (Mn), mercurio (Hg), molibdeno (Mo), níquel (Ni), plata (Ag), plomo (Pb), potasio (K), selenio (Se), silicio (Si), sodio (Na), talio (Tl), titanio (Ti), uranio (U), vanadio (V) y zinc (Zn).

Las concentraciones de metales en PM₁₀ obtenidas a condiciones ambientales en las cinco estaciones de monitoreo de calidad del aire desde enero a octubre de 2020 se muestran en el Anexo 3 del presente reporte.

En julio las concentraciones en 24 horas de arsénico, cobalto, níquel y vanadio en PM₁₀ en la estación CA-VMP-2, ubicado en la IEP Arturo Padilla Espinoza; y en setiembre las concentraciones en 24 horas de hierro en PM₁₀, en la estación CA-VMP-8, ubicada en A.H. Virgen de Guadalupe – 2da etapa, Mz. I, lote 18, han excedido los valores referenciales establecidos por la normativa canadiense a través del *Air Ambient Quality Criteria* (AAQC).

Con respecto a las concentraciones de los metales antimonio, berilio, boro, cobre, cromo, estaño, estroncio, manganeso, mercurio, molibdeno, plata, selenio, titanio, uranio y zinc,

¹ Para fines del presente reporte tanto los metales como a los metaloides se les denominaran metales.



durante enero a octubre, no excedieron los valores establecidos en la norma de referencia canadiense *Air Ambient Quality Criteria* (AAQC), respectivamente.

Para las concentraciones de plomo y cadmio; los resultados se presentan de manera detallada en los siguientes apartados.

4.4 Concentración de plomo en material particulado con diámetro menor a 10 micras (Pb en PM₁₀)

En la Figura 4.6 y Figura 4.7 se muestran los resultados del promedio mensual de las concentraciones de plomo en PM₁₀ determinadas en las 5 estaciones de monitoreo ambiental de la calidad del aire a condiciones ambientales desde enero a octubre de 2020. Ver Anexo 3.

En la Figura 4.6.a se observa que las concentraciones promedio mensual de plomo en PM₁₀ en la estación CA-VMP-2, ubicada en la I.E.P. Arturo Padilla Espinoza, no excedieron el valor del ECA para Aire de plomo en PM₁₀ (1,5 µg/m³) establecido por el Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM. Las concentraciones oscilaron entre una mínima de 0,30 µg/m³ y máxima de 1,36 µg/m³.

En la Figura 4.6.b se observa que las concentraciones promedio mensual de plomo en PM₁₀ en la estación CA-VMP-8, ubicada en A.H. Virgen de Guadalupe – 2da etapa, Mz. I, lote 18, excedieron el valor del ECA para Aire de plomo en PM₁₀ (1,5 µg/m³) en 5 meses durante enero, febrero, julio, setiembre y octubre, con concentración que variaron entre 1,72 µg/m³ y 9,53 µg/m³. Las concentraciones oscilaron entre una mínima de 0,30 µg/m³ y máxima de 9,53 µg/m³.

En la Figura 4.6.c se observa que las concentraciones promedio mensual de plomo en PM₁₀ en la estación CA-VMP-9, ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe – 2da etapa, Mz. J, lote 20, excedieron el valor del ECA para Aire de plomo en PM₁₀ (1,5 µg/m³) en 2 meses durante febrero y julio, con concentraciones de 2,36 µg/m³ y 3,49 µg/m³. Las concentraciones oscilaron entre una mínima de 0,19 µg/m³ y máxima de 3,49 µg/m³.

En la Figura 4.7.a se observa que las concentraciones promedio mensual de plomo en PM₁₀ en la estación CA-VMP-6, ubicada en el Hospital de Ventanilla, no excedieron el valor del ECA para Aire de plomo en PM₁₀ (1,5 µg/m³). Las concentraciones oscilaron entre una mínima de 0,03 µg/m³ y máxima de 0,07 µg/m³.

En la Figura 4.7.b se observa que las concentraciones promedio mensual de plomo en PM₁₀ en la estación CA-VMP-10, ubicada en Comercial Líder S.A., no excedieron el valor del ECA para Aire de plomo en PM₁₀ (1,5 µg/m³). Las concentraciones oscilaron entre una mínima de 0,03 µg/m³ y máxima de 0,19 µg/m³.

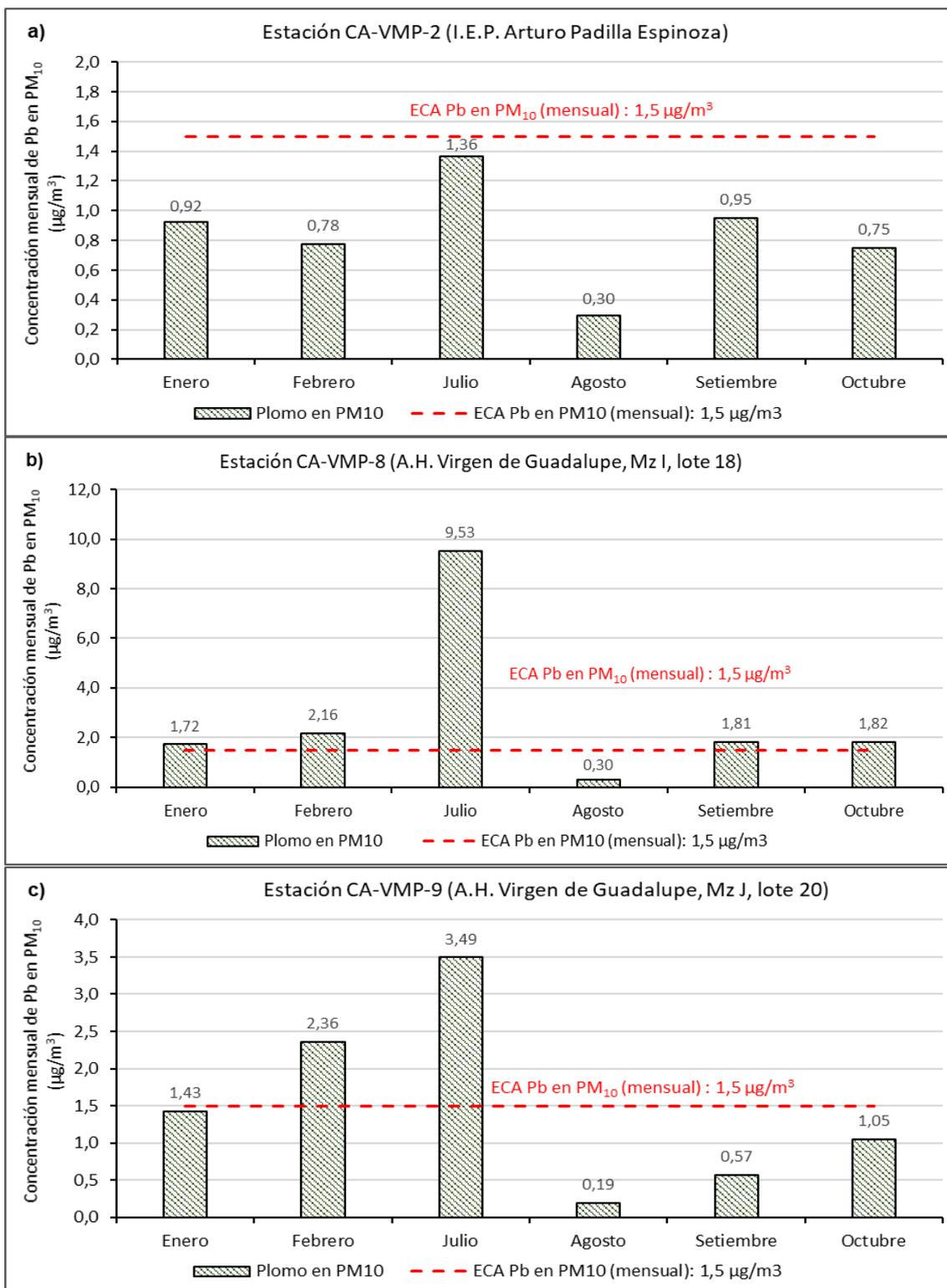


Figura 4.6. Promedio mensual de las concentraciones de plomo en PM₁₀ en las estaciones a sotavento a) CA-VMP-2, b) CA-VMP-8 y c) CA-VMP-9 de enero a octubre de 2020.

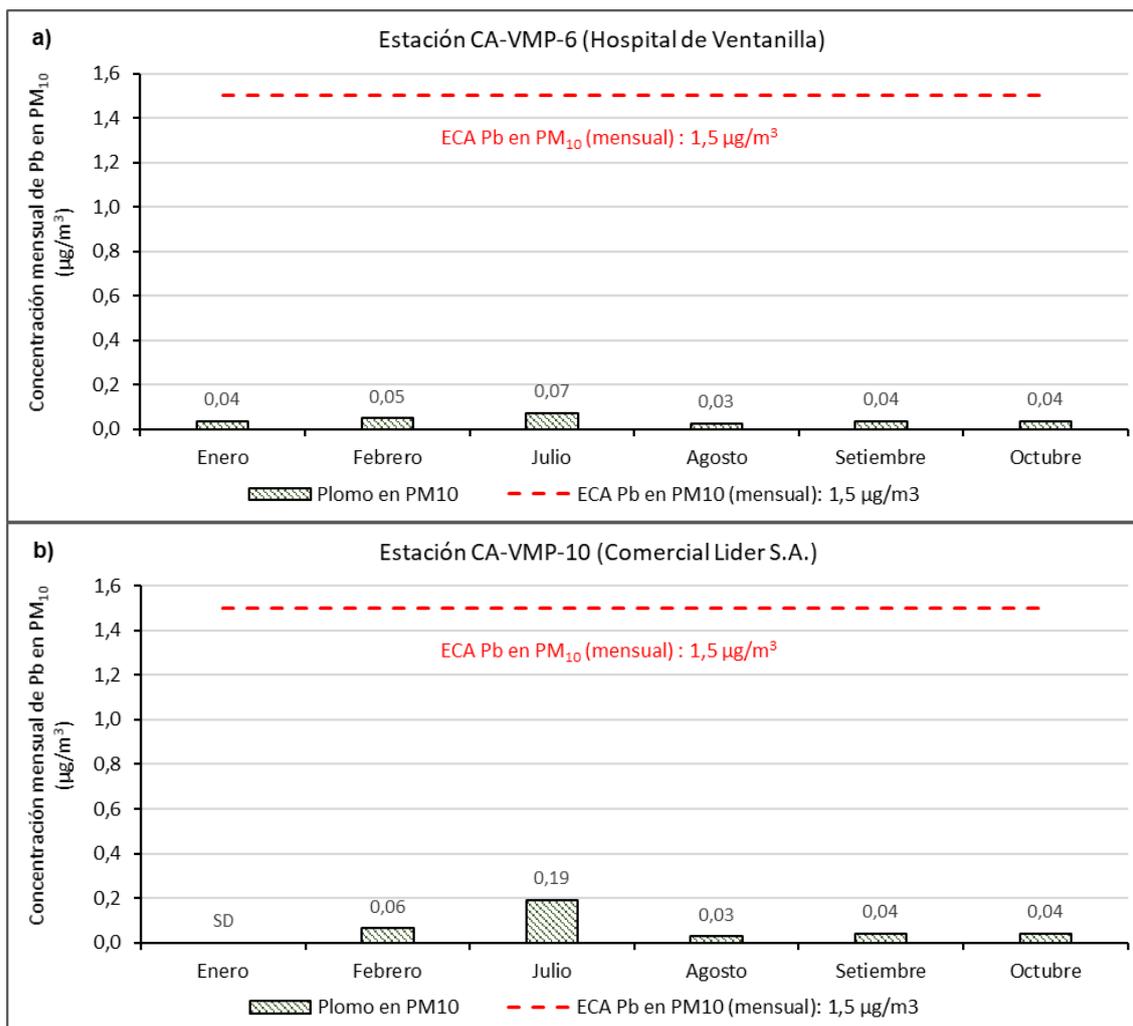


Figura 4.7. Promedio mensual de las concentraciones de plomo en PM₁₀ en las estaciones a barlovento CA-VMP-6 y CA-VMP-10 de enero a octubre de 2020.

Nota: La estación de monitoreo CA-VMP-10 empezó a funcionar desde febrero del 2020

En la Figura 4.8 se muestra el diagrama de caja de las concentraciones de plomo en PM₁₀ en promedio mensual obtenidos de enero a octubre de 2020 en las 5 estaciones de monitoreo ambiental, donde se observa que las concentraciones de Pb en PM₁₀ en las estaciones ubicadas a sotavento (CA-VMP-2, CA-VMP-8 y CA-VMP-9) fueron mayores a las estaciones ubicadas a barlovento de la zona industrial de Ventanilla (CA-VMP-6 y CA-VMP-10).

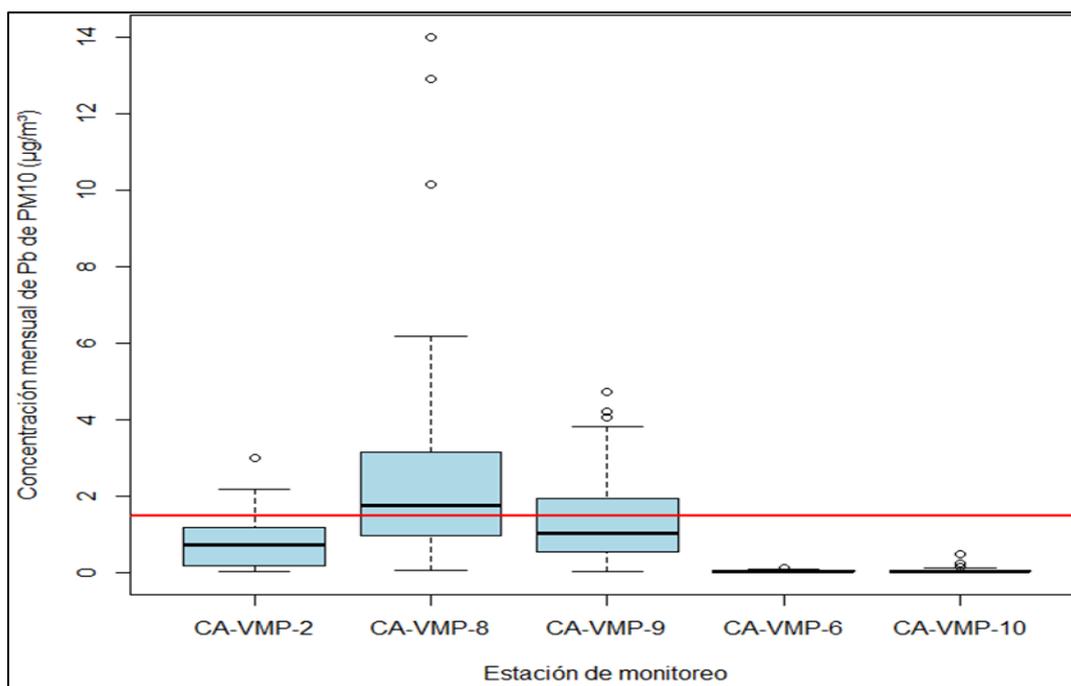


Figura 4.8. Diagrama de cajas de las concentraciones de plomo en PM₁₀ en promedio mensual en las 5 estaciones de monitoreo ubicadas a sotavento (CA-VMP-2, CA-VMP-8 y CA-VMP-9) y a barlovento (CA-VMP-6 y CA-VMP-10) de enero a octubre de 2020 con respecto al valor del ECA para aire de plomo en PM₁₀ (1,5 µg/m³).

Debido a que los ECA para aire no contempla concentraciones de plomo en PM₁₀ para un periodo de monitoreo de 24 horas, se realizó la comparación referencial con los valores establecidos por la normativa canadiense a través del *Air Ambient Quality Criteria* (AAQC). Dichas comparaciones se realizan a condiciones de temperatura a 10 °C (283,15 °K) y presión estándar (760 mmHg ó 1013,25 mBar). Asimismo, la información se muestra en el Anexo 3.

En las Figura 4.9 y Figura 4.10 se presentan los resultados de las concentraciones de plomo (Pb) en PM₁₀ para 24 horas en las estaciones de monitoreo ambiental de la calidad del aire de enero a octubre de 2020

En la Figura 4.9.a se observa que, las concentraciones de Pb en PM₁₀ en 24 horas en la estación CA-VMP-2, ubicada en la I.E.P. Arturo Padilla Espinoza, excedieron el valor referencial AAQC para plomo en PM₁₀ (0,5 µg/m³) en 20 días de monitoreo. Las concentraciones oscilaron entre una mínima de 0,02 µg/m³ y máxima de 3,08 µg/m³.

En las Figuras 4.9.b y 4.9.c se observan que, las concentraciones de Pb en PM₁₀ en 24 horas en las estaciones CA-VMP-8 y CA-VMP-9, ubicadas en el A.H. Virgen de Guadalupe, excedieron el valor referencial AAQC para plomo en PM₁₀ (0,5 µg/m³) durante 26 días de monitoreo para la estación CA-VMP-8 y durante 25 días de monitoreo para la estación CA-VMP-9. Las concentraciones oscilaron entre mínima de 0,06 µg/m³ y máxima de 14,31 µg/m³ para CA-VMP-8 y una mínima de 0,04 µg/m³ y máxima de 4,86 µg/m³ para CA-VMP-9.

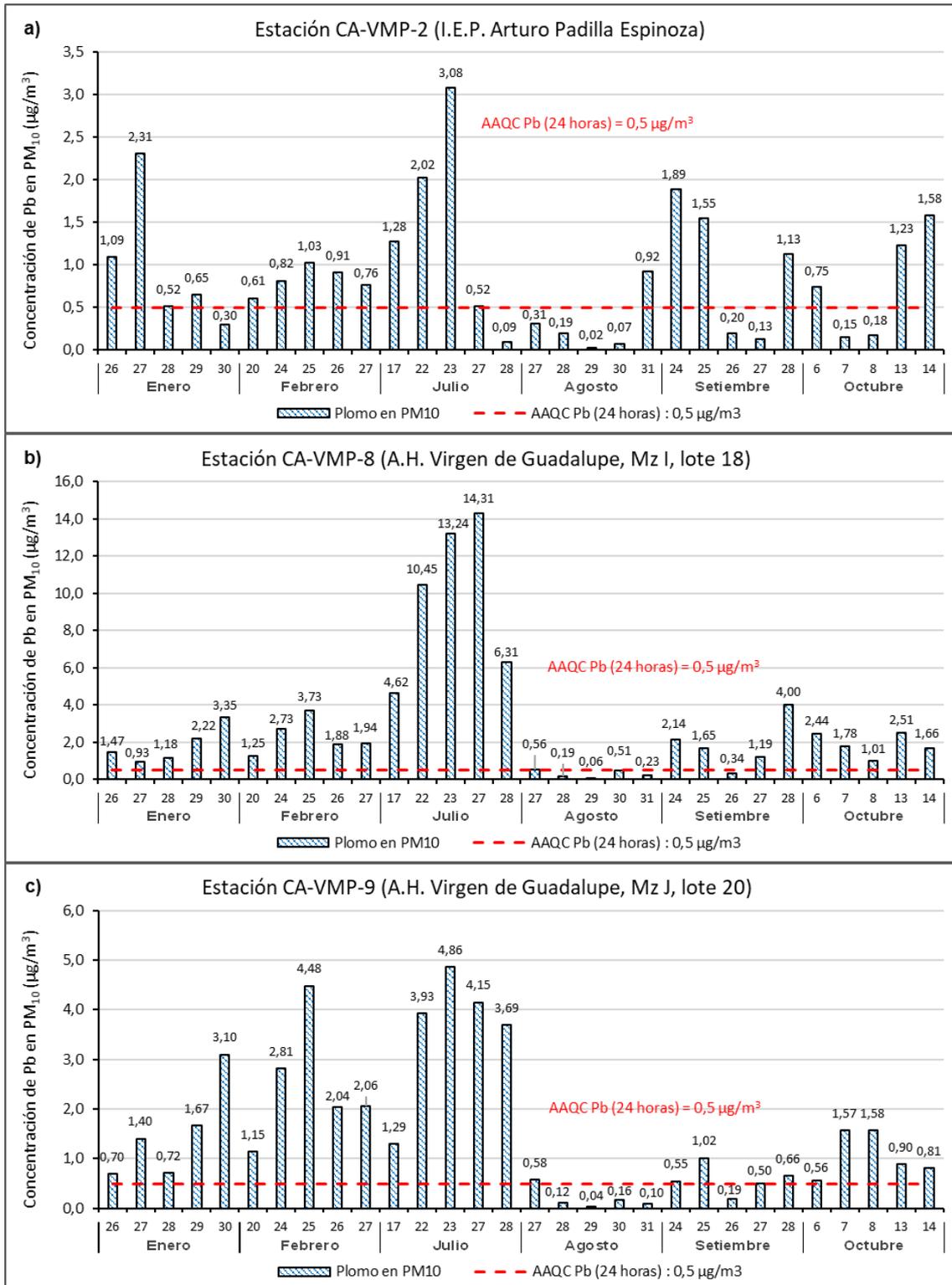


Figura 4.9. Concentraciones de plomo en PM₁₀ para 24 horas en las estaciones de monitoreo ubicadas a sotavento a) CA-VMP-2, b) CA-VMP-8, c) y A-VMP-9 de enero a octubre de 2020 comparado con la norma referencial AAQC para plomo (0,5 µg/m³)

En la Figura 4.10.a se observa que, las concentraciones de Pb en PM₁₀ en 24 horas en la estación CA-VMP-6, ubicada en el hospital de Ventanilla, no excedieron el valor referencial AAQC para plomo en PM₁₀ (0,5 µg/m³). Las concentraciones oscilaron entre una mínima de 0,02 µg/m³ y máxima de 0,13 µg/m³.

En la Figura 4.10.b se observa que, las concentraciones de Pb en PM₁₀ en 24 horas en la estación CA-VMP-10, ubicada en Comercial Líder S.A., no excedieron el valor referencial AAQC para plomo en PM₁₀ (0,5 µg/m³). Las concentraciones oscilaron entre una mínima de 0,02 µg/m³ y máxima de 0,496 µg/m³.

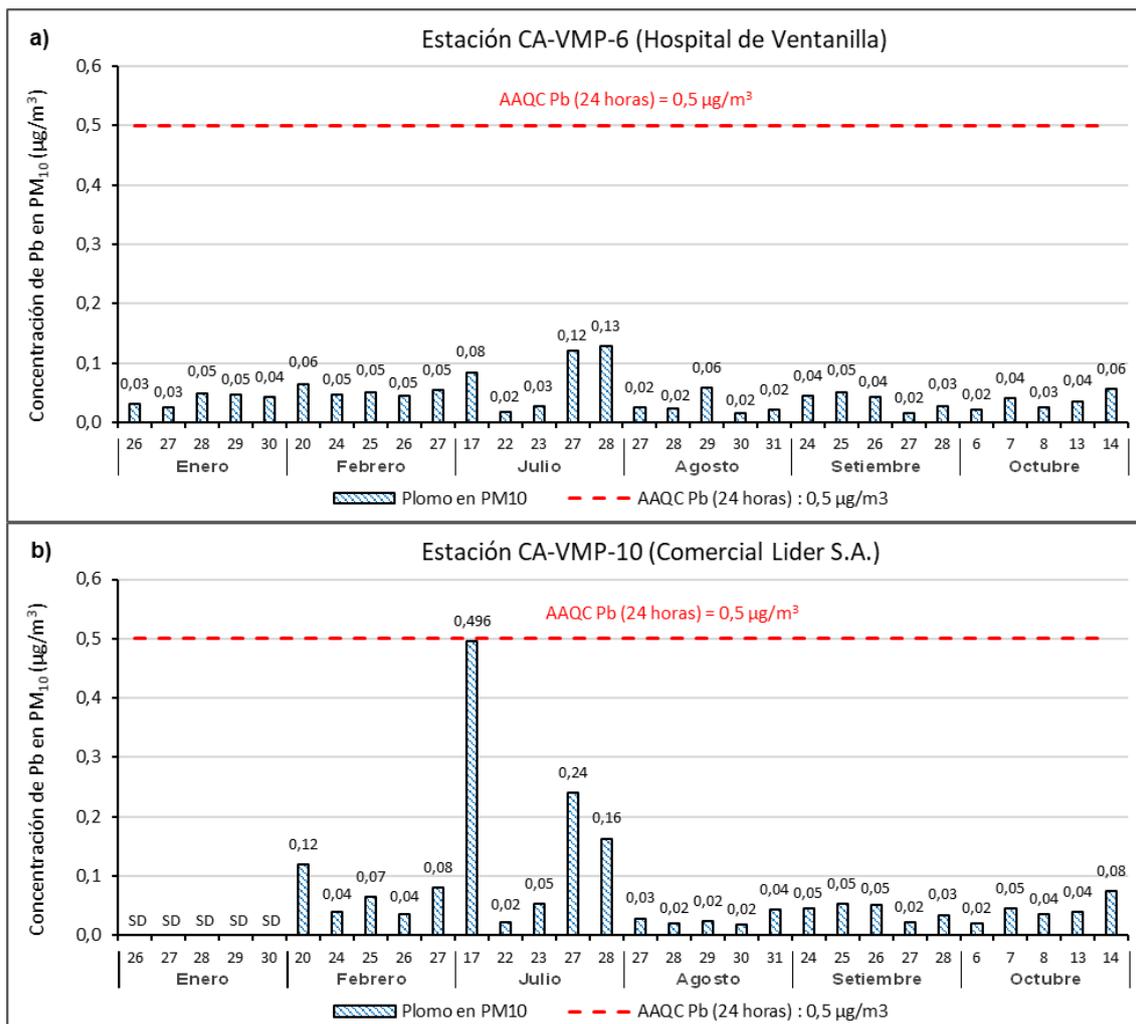


Figura 4.10. Concentraciones plomo en PM₁₀ para 24 horas en la estación de monitoreo ubicadas a barlovento a) CA-VMP-6 y b) CA-VMP-10, de enero a octubre de 2020, comparado con la norma referencial AAQC para plomo (0,5 µg/m³)

Nota: La estación de monitoreo CA-VMP-10 empezó a funcionar desde febrero del 2020

En la Figura 4.11 se muestra el diagrama de caja de las concentraciones de plomo en PM₁₀ en 24 horas obtenidos de enero a octubre de 2020 en las 5 estaciones de monitoreo ambiental, donde se observa que las concentraciones de Pb en PM₁₀ en las estaciones ubicadas a sotavento (CA-VMP-2, CA-VMP-8 y CA-VMP-9) fueron mayores a las estaciones ubicadas a barlovento de la zona industrial de Ventanilla (CA-VMP-6 y CA-VMP-10).

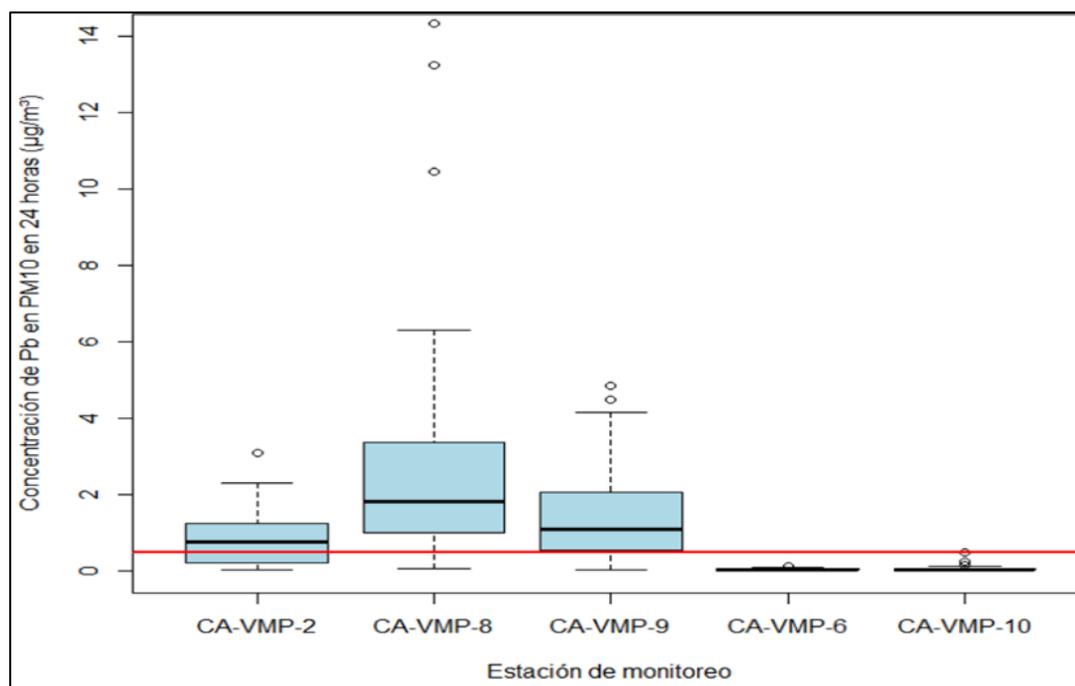


Figura 4.11. Diagrama de cajas de las concentraciones de plomo en PM₁₀ en 24 horas en las 5 estaciones de monitoreo ubicadas a sotavento (CA-VMP-2, CA-VMP-8 y CA-VMP-9) y a barlovento (CA-VMP-6 y CA-VMP-10) de enero a octubre de 2020 con respecto al valor de la norma referencial AAQC para aire de plomo en PM₁₀ (0,5 µg/m³).

4.5 Concentración de cadmio en material particulado con diámetro menor a 10 micras (Cd en PM₁₀)

En los ECA para aire no se contempla al cadmio en PM₁₀ para un período de monitoreo de 24 horas, por ello, se realizó la comparación referencial con los valores establecidos por la normativa canadiense a través del *Air Ambient Quality Criteria* (AAQC). Dichas comparaciones se realizan a condiciones de temperatura a 10 °C (283,15 °K) y presión estándar (760 mmHg ó 1013,25 mBar). Asimismo, la información se muestra en el Anexo 3.

En las Figuras 4.12 y 4.13 se presentan los resultados de la concentración de cadmio (Cd) en PM₁₀ para 24 horas en las estaciones de monitoreo ambiental de la calidad del aire de enero a octubre de 2020.

En la Figura 4.12.a se observa que, las concentraciones de Cd en PM₁₀ en 24 horas en la estación CA-VMP-2, ubicada en la I.E.P. Arturo Padilla Espinoza, excedieron el valor referencial AAQC para cadmio en PM₁₀ (0,025 µg/m³) en 19 días de monitoreo. Las concentraciones oscilaron entre una mínima de 0,0005 µg/m³ y máxima de 0,053 µg/m³.

En las Figuras 4.12.b y 4.12.c se observan que, las concentraciones de Cd en PM₁₀ en 24 horas en las estaciones CA-VMP-8 y CA-VMP-9, ubicadas en el A.H. Virgen de Guadalupe, excedieron el valor referencial AAQC para cadmio en PM₁₀ (0,025 µg/m³) durante 4 días de monitoreo para la estación CA-VMP-8 y 1 día de monitoreo para la estación CA-VMP-9. Las concentraciones oscilaron entre una mínima de 0,0017 µg/m³ y máxima de 0,065 µg/m³ para CA-VMP-8, asimismo, una mínima de 0,0012 µg/m³ y máxima de 0,026 µg/m³ para CA-VMP-9.

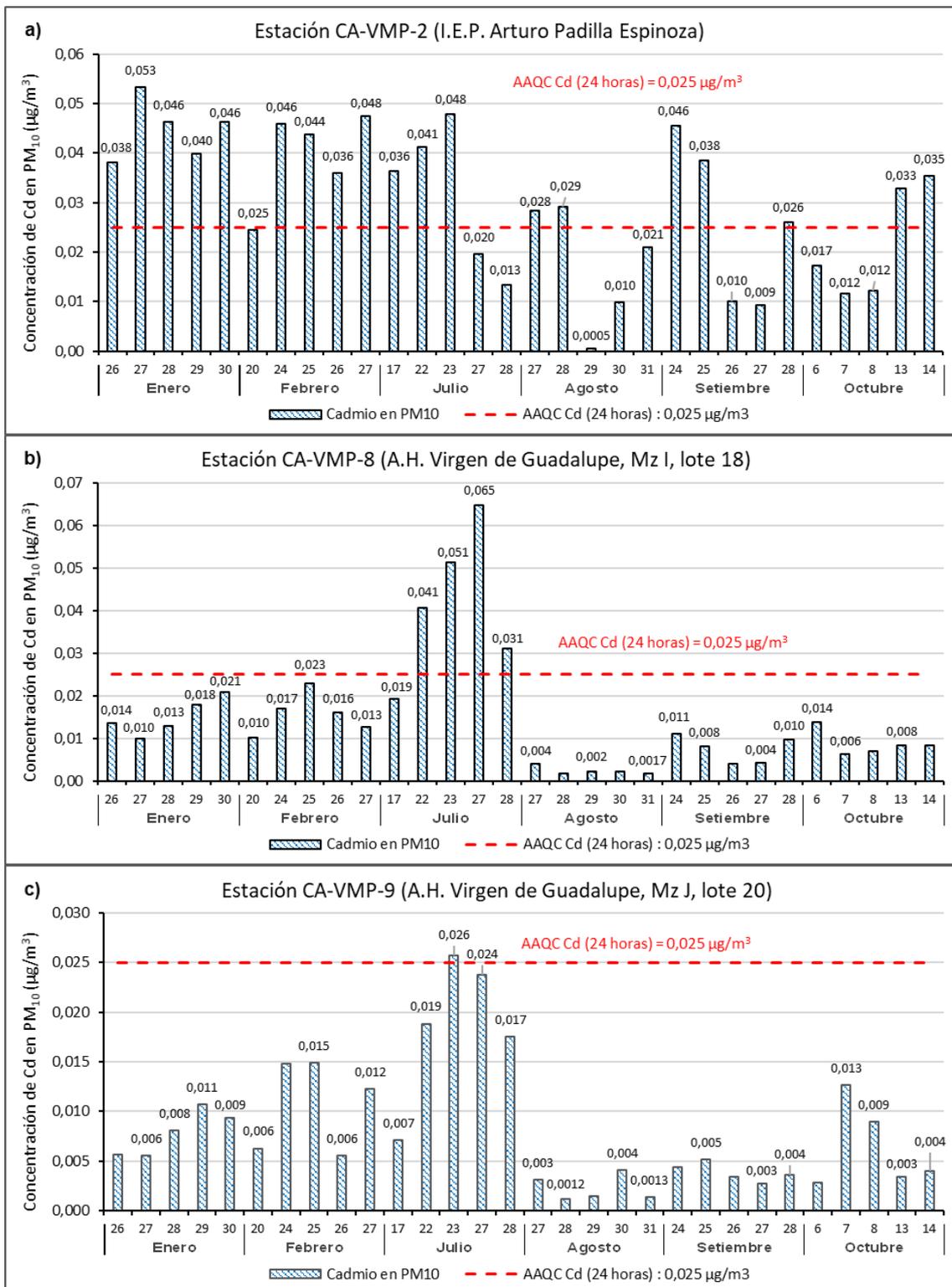


Figura 4.12. Concentraciones de cadmio en PM₁₀ para 24 horas en las estaciones de monitoreo ubicadas a sotavento a) CA-VMP-2, b) CA-VMP-8, c) y A-VMP-9 de enero a octubre de 2020, comparado con la norma referencial AAQC para cadmio (0,025 µg/m³).

En la Figura 4.13.a se observan que, las concentraciones de Cd en PM₁₀ en 24 horas en la estación CA-VMP-6, ubicada en el Hospital de Ventanilla, no excedieron el valor referencial

AAQC para cadmio en PM_{10} ($0,025 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Las concentraciones oscilaron entre una mínima de $0,0005 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y máxima de $0,0098 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

En la Figura 4.13.b se observan que, las concentraciones de Cd en PM_{10} en 24 horas en la estación CA-VMP-10, ubicada en Comercial Líder S.A., no excedieron el valor referencial AAQC para cadmio en PM_{10} ($0,025 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Las concentraciones oscilaron entre una mínima de $0,0004 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y máxima de $0,0030 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

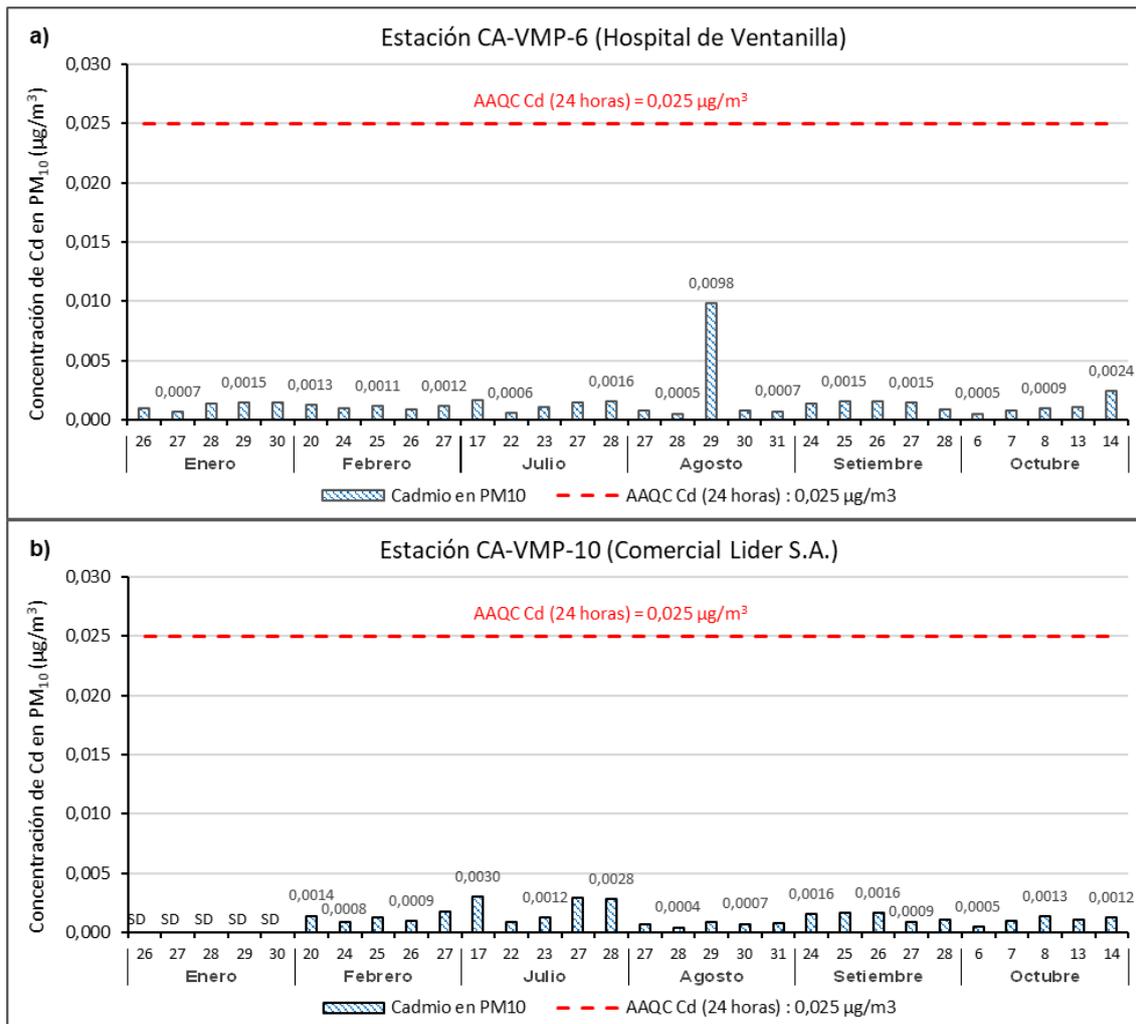


Figura 4.13. Concentración de cadmio en PM_{10} para 24 horas en la estación de monitoreo ubicadas a barlovento a) CA-VMP-6 y b) CA-VMP-10 de enero a octubre de 2020 comparado con la norma referencial AAQC para cadmio ($0,025 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Nota: La estación de monitoreo CA-VMP-10 empezó a funcionar desde febrero del 2020

En la Figura 4.14 se muestra el diagrama de caja de las concentraciones cadmio en PM_{10} en 24 horas obtenidos de enero a octubre de 2020 en las 5 estaciones de monitoreo ambiental, donde se observa que las concentraciones de Cd en PM_{10} en las estaciones ubicadas a sotavento (CA-VMP-2, CA-VMP-8 y CA-VMP-9), fueron mayores a las estaciones ubicadas a barlovento de la zona industrial de Ventanilla (CA-VMP-6 y CA-VMP-10).

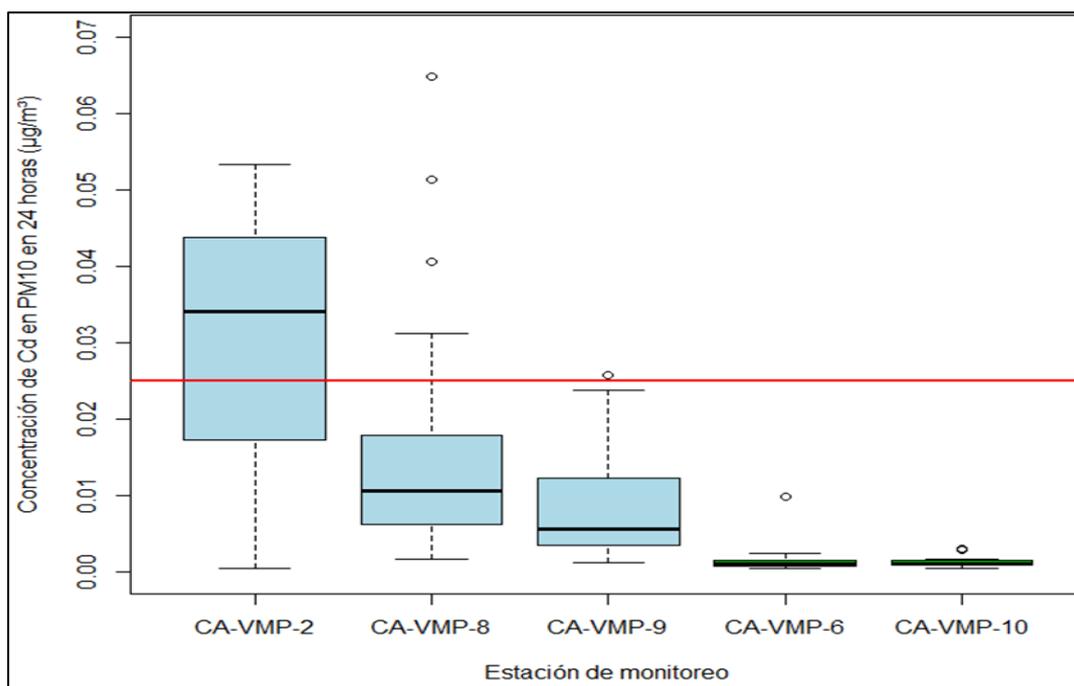


Figura 4.14. Diagrama de cajas de las concentraciones de cadmio en PM₁₀ en 24 horas en las estaciones de monitoreo ubicadas a sotavento (CA-VMP-2, CA-VMP-8 y CA-VMP-9) y a barlovento (CA-VMP-6 y CA-VMP-10) de enero a octubre de 2020 con respecto al valor de la norma referencial AAQC para aire de cadmio en PM₁₀ (0,025 µg/m³).

5. ALERTAS

Durante la evaluación ambiental de seguimiento de la calidad de aire en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla y el distrito Mi Perú se han emitido reportes de alerta considerando la excedencia del ECA para aire mensual de Plomo en PM₁₀ en las estaciones de monitoreo, correspondiente de enero a octubre de 2020.

Tabla 5.1. Alertas detectadas en la Zona Industrial de Ventanilla – Mi Perú de enero a octubre de 2020

N.º	N.º de reporte de alerta	Código de estación de monitoreo	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 18 L		Fecha	Parámetro	Valor (µg/m ³)	Nivel de estado de alerta o ECA	Sustento
			Este (m)	Norte (m)					
1	001	CA-VMP-8	268699	8687894	Del 21 al 31 de enero de 2020	Plomo en PM ₁₀ (Promedio mensual)	1,72	Superó el valor del ECA mensual: 1,5 µg/m ³	D.S. N° 003-2017-MINAM
2	002	CA-VMP-8	268699	8687894	Del 20 al 21 y del 24 al 28 de febrero de 2020	Plomo en PM ₁₀ (Promedio mensual)	2,16	Superó el valor del ECA mensual: 1,5 µg/m ³	D.S. N° 003-2017-MINAM
3		CA-VMP-9	268698	8687828			2,36		
4	003	CA-VMP-8	268699	8687894	Del 16 al 18 y del 20 al 24 de julio de 2020	Plomo en PM ₁₀ (Promedio mensual)	9,53	Superó el valor del ECA mensual: 1,5 µg/m ³	D.S. N° 003-2017-MINAM
5		CA-VMP-9	268698	8687828			3,49		



N.º	N.º de reporte de alerta	Código de estación de monitoreo	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 18 L		Fecha	Parámetro	Valor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nivel de estado de alerta o ECA	Sustento
			Este (m)	Norte (m)					
6	004	CA-VMP-8	268699	8687894	Del 24 al 29 de setiembre de 2020	Plomo en PM_{10} (Promedio mensual)	1,81	Superó el valor del ECA mensual: $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	D.S. N° 003-2017-MINAM
7	005	CA-VMP-8	268699	8687894	Del 6 al 9 y del 13 al 15 de octubre de 2020	Plomo en PM_{10} (Promedio mensual)	1,82	Superó el valor del ECA mensual: $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	D.S. N° 003-2017-MINAM

6. CONCLUSIONES

- Las concentraciones de 24 horas de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM_{10}) excedieron el valor de los Estándares de Calidad Ambiental para aire de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido en el Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM en la estación de monitoreo ambiental de la calidad de aire ubicada en la I.E.P. Arturo Padilla Espinoza (CA-VMP-2) durante tres ocasiones, los días 24 y 25 de setiembre y 14 de octubre de 2020. En la estación ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe – 2da etapa, Mz. I, lote 18 (CA-VMP-8) se excedió el valor de los ECA para aire de PM_{10} en cuatro ocasiones los días 29 de enero, 24, 25 y 26 de setiembre y 7 de octubre. Asimismo, en el A.H. Virgen de Guadalupe – 2da etapa, Mz. J, lote 20 (CA-VMP-9) se excedió el valor de los Estándares de Calidad Ambiental para aire de PM_{10} en tres ocasiones, los días 29 de enero, 24 y 25 de setiembre. Por otro lado, en las dos estaciones ubicadas a barlovento ubicados en el Hospital de Ventanilla (CA-VMP-6) y Comercial Líder S.A. (CA-VMP-10) no se excedieron el valor de los ECA para aire de PM_{10} .
- El promedio mensual de las concentraciones de plomo en material particulado con diámetro menor a 10 micras (Pb en PM_{10}) excedió el valor de los Estándares de Calidad Ambiental para aire de plomo mensual de $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido en el Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM en las estaciones de monitoreo ambiental de la calidad del aire ubicadas en el A.H. Virgen de Guadalupe (CA-VMP-8 y CA-VMP-9); es así que en la estación CA-VMP-8 se excedió durante 5 ocasiones en enero, febrero, julio, setiembre y octubre; sobrepasando el criterio de evaluación de no exceder más de 4 veces al año; asimismo, en la estación CA-VMP-9 se excedió dicho estándar durante 2 ocasiones en febrero y julio. Por otro lado, en las estaciones ubicadas en la I.E.P. Arturo Padilla Espinoza (CA-VMP-2), Hospital de Ventanilla (CA-VMP-6) y Comercial Líder S.A. (CA-VMP-10), no excedieron el valor de los Estándares de Calidad Ambiental para aire de plomo en PM_{10} .
- Las concentraciones de 24 horas de plomo en material particulado con diámetro menor a 10 micras (Pb en PM_{10}) excedieron valor de la normativa referencial canadiense establecido en $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el *Air Ambient Quality Criteria* (AAQC) en las estaciones de monitoreo ambiental I.E.P. Arturo Padilla Espinoza (CA-VMP-2) durante 20 ocasiones. En la estación ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe – 2da etapa, Mz. I, lote 18 (CA-VMP-8) se excedió el valor de la normativa referencial canadiense de plomo en PM_{10} durante 26 ocasiones. Asimismo, en el A.H. Virgen de Guadalupe – 2da etapa, Mz. J, lote 20 (CA-VMP-9) se excedió el valor de la normativa referencial canadiense de plomo en PM_{10} durante 25 ocasiones. Caso contrario, en las dos estaciones ubicadas a barlovento ubicados en el Hospital de Ventanilla (CA-VMP-6) y Comercial Líder S.A. (CA-VMP-10) las concentraciones de 24 horas de plomo en PM_{10} no excedieron el valor de la normativa referencial canadiense.



- Las concentraciones de 24 horas de cadmio en material particulado con diámetro menor a 10 micras (Cd en PM₁₀) excedieron valor de la normativa referencial canadiense establecido en 0,025 µg/m³ en el *Air Ambient Quality Gritería* (AAQC) en las estaciones de monitoreo ambiental I.E.P. Arturo Padilla Espinoza (CA-VMP-2) en 19 ocasiones. En la estación ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe – 2da etapa, Mz. I, lote 18 (CA-VMP-8) se excedió el valor de la normativa referencial canadiense de cadmio en PM₁₀ en 4 ocasiones. Asimismo, en el A.H. Virgen de Guadalupe – 2da etapa, Mz. J, lote 20 (CA-VMP-9) se excedió el valor de la normativa referencial canadiense de cadmio en PM₁₀ durante 1 ocasión. Por otro lado, en las dos estaciones ubicadas a barlovento ubicados en el Hospital de Ventanilla (CA-VMP-6) y Comercial Líder S.A. (CA-VMP-10) las concentraciones de 24 horas de cadmio en PM₁₀ no excedieron el valor de la normativa referencial canadiense.
- Las concentraciones de 24 horas de arsénico, cobalto, níquel y vanadio en material particulado con diámetro menor a 10 micras (As, Co, Ni y V en PM₁₀) excedieron valor de la normativa referencial canadiense establecido en 0,3 µg/m³; 0,1 µg/m³; 0,1 µg/m³ y 2,0 µg/m³ respectivamente en el *Air Ambient Quality Gritería* (AAQC) en 2 ocasiones para el arsénico y en 5 ocasiones para el cobalto, níquel y vanadio en las estaciones de monitoreo ambiental I.E.P. Arturo Padilla Espinoza (CA-VMP-2) del 17 al 24 de julio. Asimismo, las concentraciones de 24 horas de hierro en material particulado con diámetro menor a 10 micras (Fe en PM₁₀) excedieron valor de la normativa referencial canadiense establecido en 4,0 µg/m³ en el *Air Ambient Quality Gritería* (AAQC) en 1 ocasión en la estación de monitoreo ambiental A.H. Virgen de Guadalupe – 2da etapa, Mz. I, lote 18 (CA-VMP-8) el 24 de setiembre.
- Las concentraciones en 24 horas de los metales antimonio, berilio, boro, cobre, cromo, estaño, estroncio, manganeso, mercurio, molibdeno, plata, selenio, titanio, uranio y zinc, no excedieron los valores establecidos en la norma de referencia canadiense *Air Ambient Quality Criteria* (AAQC), respectivamente.
- Durante el periodo de monitoreo comprendido de enero a octubre de 2020 para la estación de monitoreo ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe – 2da etapa, Mz. J, lote 20 (CA-VMP-9), la dirección del viento tuvo una predominancia desde el oeste-suroeste (WSW) de enero a octubre y seguido de vientos del suroeste (SW) de julio a octubre y del oeste (W) de enero a febrero con velocidad de viento generalmente de tipo ventolina, con brisas ligeras y suaves.

7. RECOMENDACIONES

- Informar para conocimiento y fines pertinentes a los siguientes:
 - Dirección de Supervisión Ambiental de Actividades Productivas.
 - Municipalidad distrital de Mi Perú.
 - Municipalidad distrital de Ventanilla.
- Continuar con la vigilancia ambiental de la calidad del aire, en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla - Mi Perú, Provincia Constitucional de Callao.

8. ANEXOS

Anexo 1: Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad de aire

Anexo 2: Datos de campo



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección Técnica
Científica

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

Anexo 3: Sistematización de datos

Anexo 4: Certificados de calibración de los equipos

Anexo 5: Cadena de custodia

Anexo 6: Informes de ensayo de laboratorio

Es cuanto informamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente:

[LFAJARDO]

[ABRIOS]

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

[FGARCIA]



"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: 01860989"



01860989