



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 Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

2019-I01-049040

INFORME N° 00261-2019-OEFA/DEAM-STEC

A : **FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN**
Director de Evaluación Ambiental

DE : **LÁZARO WALTHER FAJARDO VARGAS**
Ejecutivo de la Subdirección Técnica Científica

JULIO ANDRES GONZALES ROSSEL
Coordinador de evaluaciones ambientales en pesquería, industria y otros

ASUNTO : Vigilancia ambiental de la calidad del aire en el ámbito de la Zona Industrial de Ventanilla (distrito Ventanilla) y del distrito Mi Perú, localizados en la provincia Constitucional del Callao – setiembre 2019

CUE : 2019-02-0013

CÓDIGO DE ACCIÓN : 0003-9-2019-411

REFERENCIA : Planefa 2019

FECHA : Lima, 25 de octubre de 2019

Tenemos el agrado de dirigirnos a usted para informarle lo siguiente:

1. INFORMACIÓN GENERAL

Los aspectos generales de la vigilancia ambiental realizada en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla y distrito Mi Perú son presentados en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Información general respecto de la actividad realizada

a.	Zona evaluada	Zona Industrial de Ventanilla y distrito Mi Perú, provincia Constitucional del Callao.
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., 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 del aire debido a las emisiones de la zona industrial de Ventanilla
d.	La actividad se realizó en el marco de	Planefa 2019
e.	Tipo de evaluación	Vigilancia Ambiental
f.	Periodo de ejecución	Del 17 al 26 de setiembre de 2019

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

Profesionales que aportaron a este documento:

Tabla 1.2. Listado de profesionales

N.º	Nombres y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada
1	Lázaro Walther Fajardo Vargas	Ing. Químico	Gabinete
2	Julio Andrés Gonzales Rossel	Ing. Ambiental	Gabinete
3	Mariella Rossana Atala Alvarez	Ing. Ambiental	Gabinete/campo
4	Cindy Aurora Alfaro Goicochea	Bach. Ing. Ambiental	Gabinete/campo

2. DATOS DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

Los parámetros evaluados en la vigilancia ambiental realizada en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla y del distrito Mi Perú, se presenta en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Parámetros evaluados

Matriz evaluada	Parámetros evaluados	Cantidad de estaciones
Aire	Material Particulado menor a 10 micras (PM ₁₀)	4
	Metales en PM ₁₀	4
	Material Particulado menor a 2,5 micras (PM _{2,5})	2
	Variables meteorológicas	2

3. OBJETIVO

Evaluar el comportamiento y la calidad ambiental del componente aire en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla (distrito Ventanilla) y del distrito Mi Perú localizados en la provincia Constitucional del Callao del 17 al 26 de setiembre de 2019.

4. METODOLOGÍA

4.1 Protocolo de monitoreo

El protocolo de monitoreo utilizado se describe en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1. Protocolo de monitoreo utilizado para el monitoreo de aire

Matriz	Protocolo	Sección	País	Institución	Dispositivo legal	Año
Aire	Protocolo de monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos	Todo el documento	Perú	Minsa – Digesa	Resolución Directoral N.º 1404-2005-DIGESA-SA	2005

DIGESA: Dirección General de Salud Ambiental
MINSA: Ministerio de Salud

4.2 Ubicación de las estaciones de vigilancia

La vigilancia ambiental de calidad del aire se realizó en 4 estaciones de vigilancia ambiental de la calidad del aire en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla y distrito Mi Perú. Es importante mencionar que 3 de las estaciones se encuentran a sotavento de la zona industrial (CA-VMP-1, CA-VMP-2 y CA-VMP-7) y 1 estación se encuentra en situación de barlovento (CA-VMP-6). En la Tabla 4.2. se describe la ubicación de cada estación.

**Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad**

Tabla 4.2. Estaciones de monitoreo de la red de vigilancia ambiental de la calidad del aire

N.º	Matriz	Código	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 18 L		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
			Este (m)	Norte (m)		
1	Aire	CA-VMP-1	268824	8687841	106	Ubicado en la azotea de la vivienda del A.H. Virgen de Guadalupe, Mz. O Lote 11, distrito Mi Perú
2		CA-VMP-2	268570	8688061	80	Ubicado en la I.E.P. Arturo Padilla Espinoza, Av. Revolución N.º 2494, distrito Ventanilla
3		CA-VMP-6	268441	8686660	50	Ubicado en la azotea del Hospital de Ventanilla. Av. Pedro Beltrán S/N Urb. Satélite, distrito de Ventanilla.
4		CA-VMP-7	268736	8687699	86	Ubicado en la azotea de la vivienda del A.H. Virgen de Guadalupe – 2 ^{da} etapa, Mz. Y Lt. 28, a 80 m aproximadamente del A.H. Las Casuarinas, distrito Mi Perú

A.H.: Asentamiento humano

I.E.P.: Institución Educativa Privada

4.3 Equipos utilizados y metodologías de análisis

En la Tabla 4.3 se detallan los equipos empleados y en la Tabla 4.4 los métodos de referencia utilizados en el análisis de los parámetros: material particulado menor a 10 micras (PM₁₀), metales en PM₁₀ y material particulado menor a 2,5 micras (PM_{2,5}).

Tabla 4.3. Equipos utilizados en la vigilancia ambiental de la calidad del aire

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo
Material particulado menor a 10 micras (PM ₁₀)	Motor Venturi (Equipo muestreador de alto volumen de material particulado)	Thermo Scientific	G10557
Material particulado menor a 2,5 micras (PM _{2,5})	Muestreador de aire de bajo volumen de flujo	BGI	PQ 200
Variables meteorológicas	Estación Meteorológica	Davis	Vantage Pro 2

Tabla 4.4. Métodos para el análisis de aire

Parámetro	Método	Técnica Empleada
Material particulado con diámetro menor 10 micras (PM ₁₀)	Método manual de la EPA/625/R-96-010 ^a -Compendium Method IO-3.1; Ítem 4 y 5 (excepto 5.1.1; 5.2.3.7 y 5.3), June 1999-(Validad)-No incluye muestreo	Reference Selection, Preparation and Extraction of Filter Material – PM ₁₀ Alto volumen
	Método manual IC-MA-95 Rev.02 (Validado) 2017	Determinación de Peso: Filtro PM ₁₀ Alto Volumen
Material particulado con diámetro menor 2,5 micras (PM _{2,5})	EPA CFR40 Part 50 Appendix L (Validado). 2017	Reference Method for the Determination of the Fine Particulate Matter as PM 2,5 in the Atmosphere.
Metales en PM ₁₀	EPA IO-3.5, June 1999	Determination of Metals in Ambient Particulate Matter Using Inductively Coupled Plasma / Mass Spectrometry (ICP/MS)
	EPA IO-3.4, 1999. Determination of Metals in Ambient Particulate Matter Using Inductively Coupled Plasma (ICP) Spectroscopy	Metales por ICP OES: Filtro PM ₁₀ Alto Volumen

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

Parámetro	Método	Técnica Empleada
- Velocidad de viento - Dirección de viento - Temperatura ambiente - Humedad relativa - Precipitación - Presión barométrica	Método automático	-

Fuente: PM₁₀: OCT1077.R19. PM_{2.5}: OCT1078.R19 y Blanco de campo: OCT1079.R19 del Laboratorio Certimin.

4.4 Procesamiento de datos

- Cálculo de las concentraciones de PM₁₀, PM_{2.5} y metales en PM₁₀

Las muestras de material particulado obtenidas en los filtros de PM₁₀ y PM_{2.5} fueron enviadas al laboratorio acreditado CERTIMIN S.A. para la determinación de su peso, así como para el análisis de metales en filtros PM₁₀. Adicionalmente, para la determinación de PM₁₀ y PM_{2.5} se calculó el flujo según la ecuación 4.1:

$$Q_{std} = Q_a \left(\frac{P_{av}}{T_{av}} \right) \left(\frac{T_{std}}{P_{std}} \right) \quad (4.1)$$

Donde:

Q_{std} = Flujo promedio (m³/min) a condiciones de referencia indicadas (25 °C y 101,3 kPa)

Q_a = Flujo promedio (m³/min) a condiciones ambientales

P_{av} = Presión barométrica promedio durante el período de muestreo o presión barométrica promedio para el lugar de muestreo (KPa ó mm de Hg)

T_{av} = Temperatura ambiente promedio durante el período de muestreo o temperatura ambiente estacional promedio para el lugar de muestreo (K)

T_{std} = Temperatura estándar (298 K)

P_{std} = Presión estándar (101,3 kPa o 760 mm de Hg)

Una vez calculado el flujo promedio se procedió a calcular el volumen total de aire muestreado, el cual se obtuvo de la ecuación 4.2.

$$V_{std} = (Q_{std})(t) \quad (4.2)$$

Donde:

V_{std} = Total de aire muestreado en unidades patrón de volumen (m³)

t = Tiempo de muestreo (min)

Sobre la base de la diferencia de pesos (muestra/filtro) reportados por el laboratorio en mención y los parámetros meteorológicos de presión y temperatura registrados en cada estación de monitoreo se calculó la concentración de material particulado en unidades de masa por unidad de volumen, de acuerdo con la ecuación 4.3¹ obtenida de la metodología para la determinación de material particulado indicada en la ecuación 4.2.

$$C_{PM_{10}} = 10^6 \cdot (W_f - W_i) / V_{std} \quad (4.3)$$

Donde:

$C_{PM_{10}}$ = Concentración de PM₁₀ ó PM_{2.5} (µg/m³)

$W_f - W_i$ = Diferencia de pesos final e inicial del filtro (g)

V_{std} = Volumen de aire muestreado a condiciones estándar (m³)²

¹ NTP 900.030 - 2003. Gestión Ambiental. Calidad de aire. Método de referencia para la determinación de material particulado respirable como PM₁₀ en la atmósfera.

² Condición estándar: 1 atmósfera de presión y 25 °C de temperatura para la medición de volúmenes de los gases

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

De manera análoga se determinó las concentraciones de metales totales en aire en los puntos de monitoreo, de acuerdo con la ecuación 4.4.

$$C_{Metal\ o\ ion} = 10^6 \cdot (W_{metal}) / V_{std} \tag{4.4}$$

Donde:

C_{metal} = Concentración del metal o ion ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

W_{metal} = Peso del metal o ion en gramos (g)

V_{std} = Volumen total de aire muestreado a condiciones estándar en (m^3)

4.5 Criterios de evaluación

Los resultados obtenidos de la vigilancia ambiental de la calidad del aire fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire aprobados mediante Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM. En la Tabla 4.5 se precisan los parámetros, los periodos de evaluación y sus respectivas concentraciones expresadas en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabla 4.5. Estándares de calidad ambiental (ECA) para aire

Parámetro	Periodo	Formato del estándar		Método de análisis	Norma
		Valor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	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»
	Anual	50	Media aritmética anual		
Plomo (Pb) en PM_{10}	Mensual	1,5	No exceder más de 4 veces al año	Método para PM_{10} (Espectrofotometría de absorción atómica)	
	Anual	0,5	Media aritmética de los valores mensuales		
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras ($\text{PM}_{2,5}$)	24 horas	50	No exceder más de 7 veces al año	Separación inercial / filtración (Gravimetría)	
	Anual	25	Media aritmética anual		

NE: No exceder

El Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM no considera concentraciones de metales en PM_{10} para un periodo de 24 horas, por lo que, se ha tomado en cuenta la guía de calidad de aire de Canadá (*Ontario's Ambient Air Quality Criteria - 2012*) como estándares de referencia para los elementos evaluados de la Tabla 4.6. Asimismo, en dicha norma se indica que las concentraciones se deben calcular a condiciones de 10°C y 760 mmHg .

Tabla 4.6. 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

**Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad**

CASRN	Contaminante	AAQC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tiempo promedio (h)
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)* – abril 2012:

www.airqualityontario.com/downloads/AmbientAirQualityCriteria.pdf

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

5.1 Resultado mensual

A continuación, se presentan los resultados obtenidos, en los ámbitos de la Zona Industrial de Ventanilla y el distrito Mi Perú, durante setiembre de 2019, en los parámetros meteorológicos y de calidad de aire como: concentraciones de material particulado (PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$) y concentración de metales en PM_{10} .

5.1.1 Parámetros meteorológicos

En la Tabla 5.1 se presenta el resumen de resultados de los parámetros meteorológicos: temperatura, presión, humedad relativa y velocidad del viento.

Los registros horarios de dichos parámetros se encuentran en el Anexo 3 del presente informe.

Tabla 5.1. Parámetros meteorológicos de las estaciones del 17 al 26 de setiembre de 2019

Estación	Valor	Temperatura (° C)	Humedad relativa (%)	Presión barométrica (mm Hg)	Velocidad del viento (m/s)
CA-VMP-1	Mínimo	14.8	61	753.7	0.0
	Máximo	23.8	86	757.6	3.6
	Promedio \pm SE	17.2 \pm 0.13	78.9 \pm 0.36	755.6 \pm 0.06	1.1 \pm 0.04
	Desviación estándar	1.88	5.26	0.85	0.64
CA-VMP-2	Mínimo	14.3	67	753.7	0.0
	Máximo	21.1	94	758.0	3.1
	Promedio \pm SE	16.5 \pm 0.09	85.8 \pm 0.35	756.0 \pm 0.06	1.3 \pm 0.04
	Desviación estándar	1.30	4.82	0.89	0.59

SE: Error estándar.

En cuanto a la dirección del viento se presenta como representación gráfica la rosa de vientos, la misma que proporcionó información sobre la procedencia (mediante la dirección) y velocidad del viento en la zona de monitoreo.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

En la Figura 5.1 se presenta la rosa de vientos de la estación CA-VMP-1 ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe y de la estación CA-VMP-2 ubicada en la Institución Educativa Arturo Padilla Espinoza del periodo de monitoreo del 17 al 26 de setiembre 2019, en donde la predominancia de vientos fue del oeste (W) seguido de vientos del oeste suroeste (WSW) en la estación CA-VMP-1 y del oeste suroeste (WSW) seguidos de vientos del sur (S) y del oeste (W) en la estación CA-VMP-2.

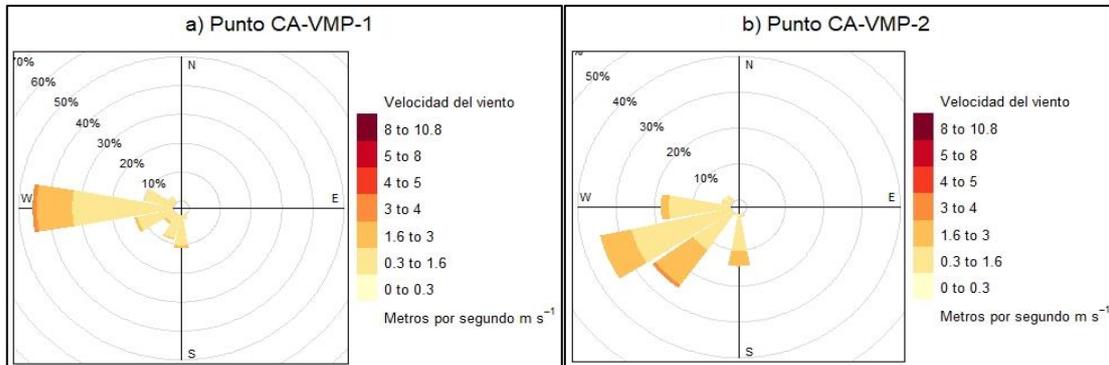


Figura 5.1. Diagrama de rosa de vientos de las estaciones de vigilancia ambiental: CA-VMP-1 ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe Mz. O Lote 11 y la estación CA-VMP-2 ubicada en la I.E.P Arturo Padilla Espinoza, desde el 17 al 26 de setiembre de 2019.

5.1.2 Concentración de material particulado menor a 10 micras (PM₁₀)

En la Figura 5.2 se presentan los resultados de la concentración de material particulado menor a 10 micras (PM₁₀) que fueron muestreadas en las 4 estaciones de vigilancia de la calidad del aire ubicadas en los distritos Ventanilla y Mi Perú, durante setiembre de 2019.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

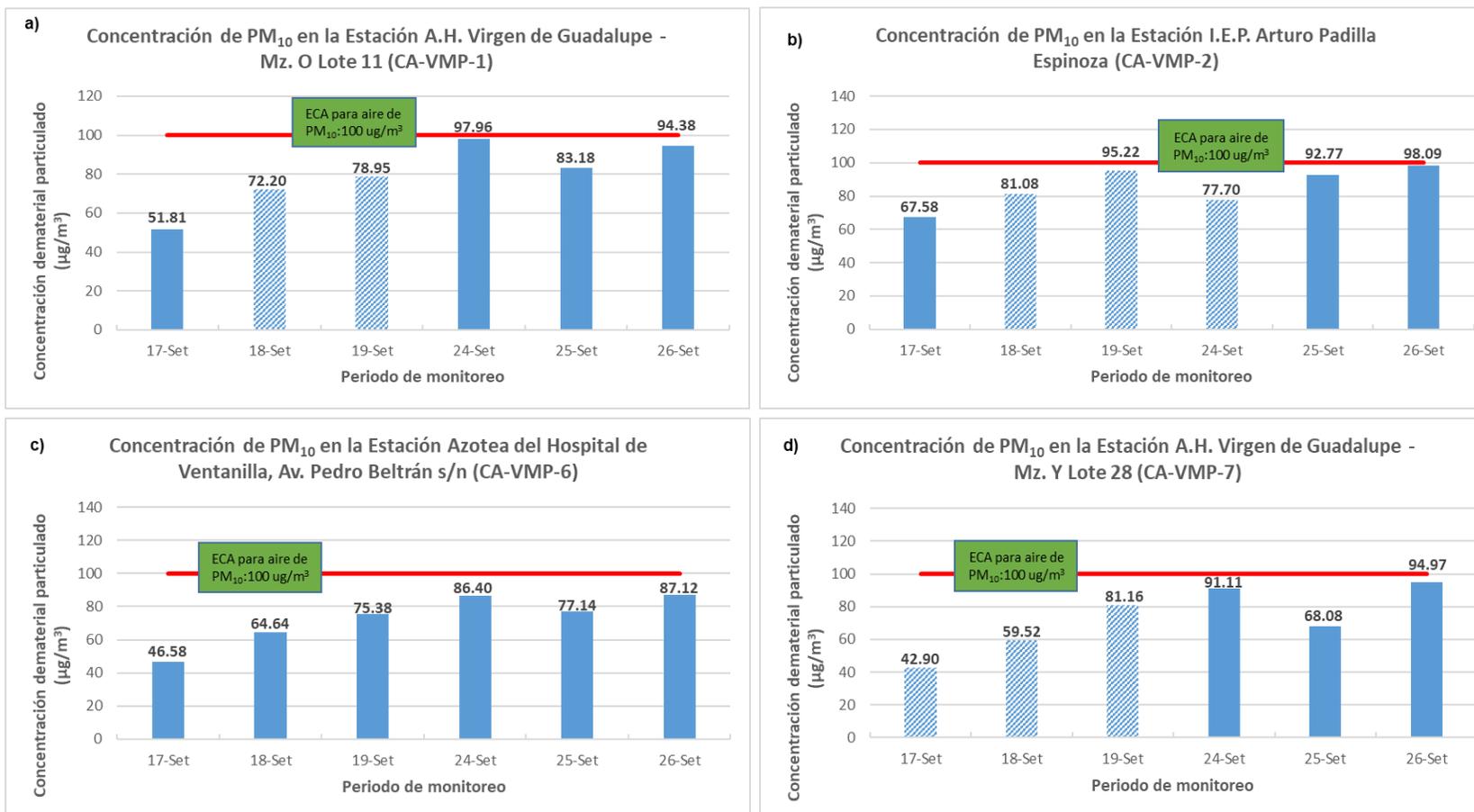


Figura 5.2. Concentraciones de material particulado menor a 10 micras (PM₁₀) en las estaciones de vigilancia ambiental de la calidad del aire en setiembre 2019 a) CA-VMP-1 ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe Mz. O Lote 11, b) CA-VMP-2 ubicada en la I.E.P. Arturo Padilla Espinoza, c) CA-VMP-6 ubicada en el Hospital de Ventanilla y d) CA-VMP-7 ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe Mz. Y Lote 28, del 17 al 26 de setiembre de 2019, comparado con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire de 100 µg/m³ para el periodo de 24 horas, establecido en el Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM. Las barras azules con trama en las estaciones CA-VMP-1, CA-VMP-2 y CA-VMP-7 presentaron cortes de energía eléctrica debido al mantenimiento de la empresa de distribución eléctrica Enel los días 17, 18, 19 y 24 de setiembre. Para la estación CA-VMP-1 los días 17 y 18, para la estación CA-VMP-2 los días 18, 19 y 24 y para la estación CA-VMP-7 los días 18 y 19 de setiembre los resultados son referenciales por no completar las 24 horas de monitoreo.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

5.1.3 Concentración de material particulado menor a 2,5 micras (PM_{2,5})

En la Figura 5.3 se presenta los resultados de las concentraciones de material particulado menor a 2,5 micras (PM_{2,5}) en las estaciones de vigilancia ambiental del A.H. Virgen de Guadalupe Mz. O Lote 11 (CA-VMP-1) y en la Institución Educativa Arturo Padilla Espinoza (CA-VMP-2), durante setiembre de 2019.

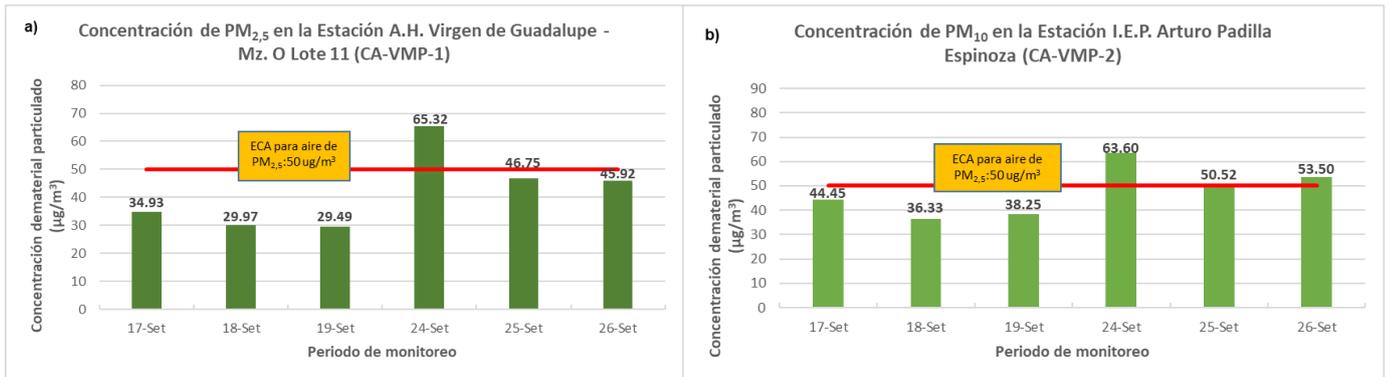


Figura 5.3. Concentraciones de material particulado menor a 2,5 micras (PM_{2,5}) en las estaciones de vigilancia ambiental de la calidad del aire a) CA-VMP-1 ubicada en el AH Virgen de Guadalupe Mz. O Lote 11 y b) CA-VMP-2 ubicada en la I.E.P. Arturo Pailla Espinoza del 17 al 26 de setiembre de 2019, comparado con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire de 50 µg/m³ en un periodo de 24 horas establecido en el Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM.

5.1.4 Concentración de plomo en material particulado menor a 10 micras (Pb en PM₁₀)

En la Figura 5.4 se presentan los resultados del promedio mensual de las concentraciones de plomo en PM₁₀ determinadas en cada una de las 4 estaciones de vigilancia ambiental de la calidad del aire, durante setiembre de 2019.

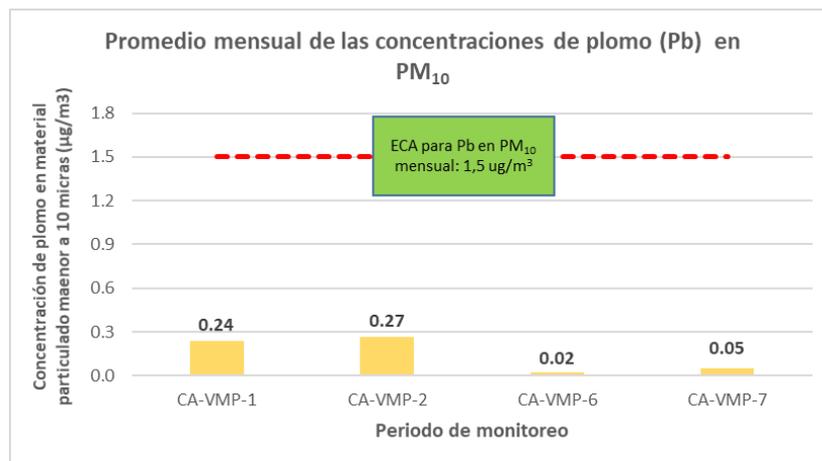


Figura 5.4. Promedio mensual de las concentraciones de plomo en material particulado menor a 10 micras (PM₁₀) en las estaciones de vigilancia ambiental de la calidad del aire

**Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad**

Dado que los ECA para Aire no contemplan un valor para el periodo de 24 horas para plomo en PM₁₀ se realizó la comparación referencial con los valores establecidos por la normativa canadiense a través del *Air Ambient Quality Criteria-2012* (AAQC). En la Figura 5.5 se presentan los resultados de la concentración de 24 horas de plomo en PM₁₀ en cada una de las estaciones de vigilancia ambiental de la calidad del aire.

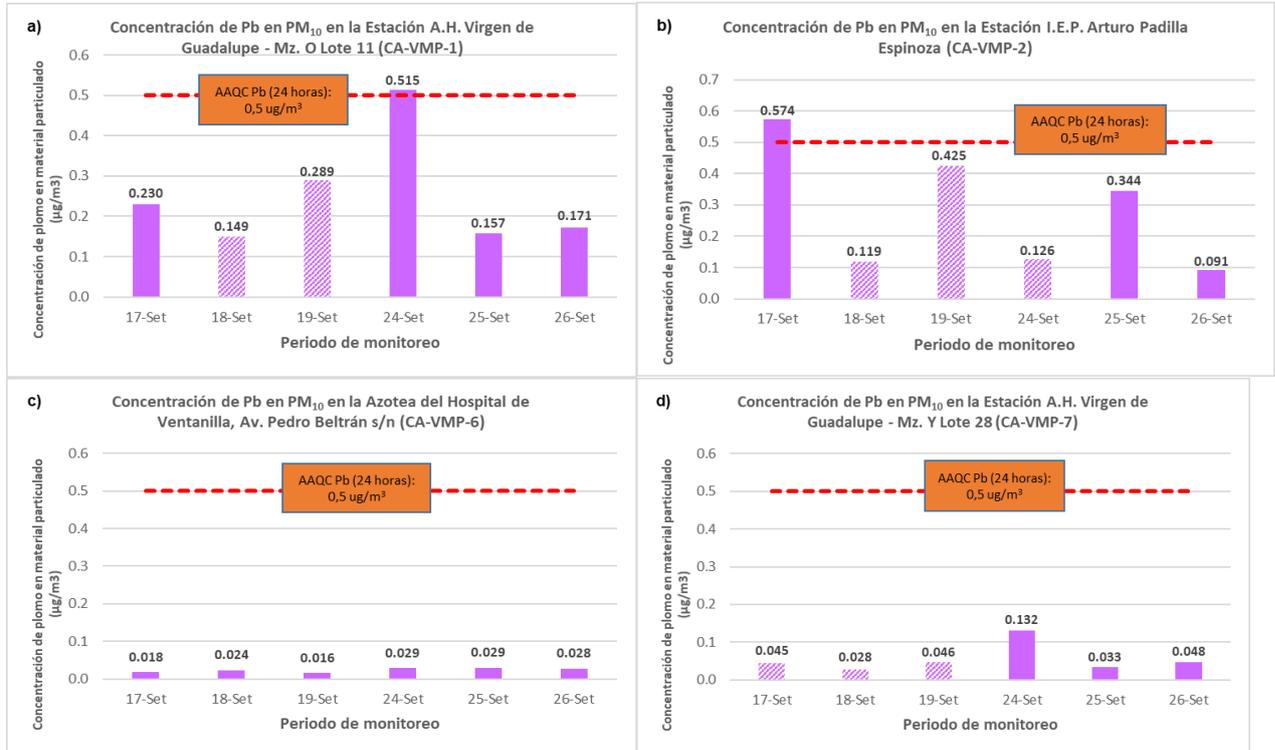


Figura 5.5. Concentraciones de plomo en material particulado menor a 10 micras (PM₁₀) en las estaciones de vigilancia ambiental de la calidad del aire

a) CA-VMP-1 ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe Mz. O Lote 11, b) CA-VMP-2 ubicada en la I.E.P. Arturo Padilla Espinoza, c) CA-VMP-6 ubicada en el Hospital de Ventanilla y d) CA-VMP-7 ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe Mz. Y, Lote 28, del 17 al 26 de setiembre de 2019, comparado referencialmente con la normativa canadiense *Air Ambient Quality Criteria 2012* (AAQC) de 0,5 µg/m³ para el periodo de 24 horas. En las estaciones CA-VMP-1, CA-VMP-2 y CA-VMP-7 presentaron cortes de energía eléctrica debido al mantenimiento de la empresa de distribución eléctrica Enel los días 17, 18, 19 y 24 de setiembre. Las barras moradas con trama en la estación CA-VMP-1 los días 17 y 18, para la estación CA-VMP-2 los días 18, 19 y 24 y para la estación CA-VMP-7 los días 18 y 19 de setiembre los resultados son referenciales por no completar las 24 horas de monitoreo.

5.1.5 Concentración de cadmio en material particulado menor a 10 micras (Cd en PM₁₀)

En los ECA para Aire no contempla un valor para el periodo de 24 horas para cadmio en PM₁₀. Por ello, se realizó la comparación referencial con los valores establecidos por la normativa canadiense a través del *Air Ambient Quality Criteria-2012* (AAQC).

En la Figura 5.6 se presentan los resultados de la concentración de 24 horas de cadmio en PM₁₀ en la estación CA-VMP-2 ubicada en la I.E.P. Arturo Padilla Espinoza, durante los días de la vigilancia ambiental de la calidad del aire en setiembre de 2019. Cabe precisar, que en las demás estaciones los resultados que se obtuvieron se encuentran por debajo del límite de detección.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

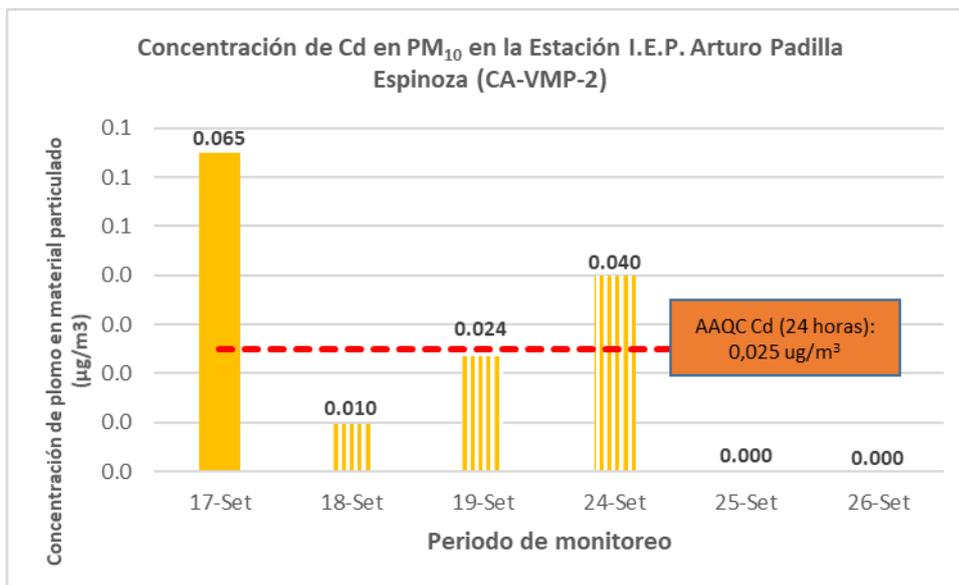


Figura 5.6. Concentraciones de cadmio en material particulado menor a 10 micras (PM₁₀) en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire.

CA-VMP-2 ubicada en la I.E.P. Arturo Padilla Espinoza, del 17 al 26 de setiembre de 2019, comparado referencialmente con la normativa canadiense *Air Ambient Quality Criteria 2012 (AAQC)* de 0,025 µg/m³ para el periodo de 24 horas. Los resultados obtenidos del 25 y 26 de setiembre se encuentran por debajo del límite de detección. Las barras amarillas con trama se deben a que se presentó cortes de energía eléctrica debido al mantenimiento de la empresa de distribución eléctrica Enel los días 18, 19 y 24 de setiembre, estos resultados son referenciales por no completar las 24 horas de monitoreo.

6. DISCUSIÓN

A continuación, se detallará la variabilidad de las concentraciones de los contaminantes atmosféricos registrados desde enero hasta setiembre de 2019 en el ámbito de la zona industrial del distrito de Ventanilla y del distrito Mi Perú.

6.1 Concentración de material particulado menor a 10 micras (PM₁₀) y 2,5 micras (PM_{2,5})

En las Figuras 6.1, 6.2, 6.3 y 6.4 se presentan los comportamientos mensuales (enero a setiembre 2019) de las concentraciones de material particulado menor a 10 micras (PM₁₀) de las estaciones CA-VMP-1, CA-VMP-2, CA-VMP-6 y CA-VMP-7 respectivamente, y en las Figuras 6.5 y 6.6 se presenta los comportamientos mensuales de las concentraciones de material particulado menor a 2,5 micras (PM_{2,5}) de las estaciones CA-VMP-1 (abril a setiembre 2019) y CA-VMP-2 (enero a setiembre 2019) respectivamente, que fueron muestreadas en las estaciones de vigilancia ambiental de la calidad del aire. Cabe precisar que tres estaciones se encuentran en condición de sotavento (CA-VMP-1, CA-VMP-2 y CA-VMP-7) y una a barlovento (CA-VMP-6).

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

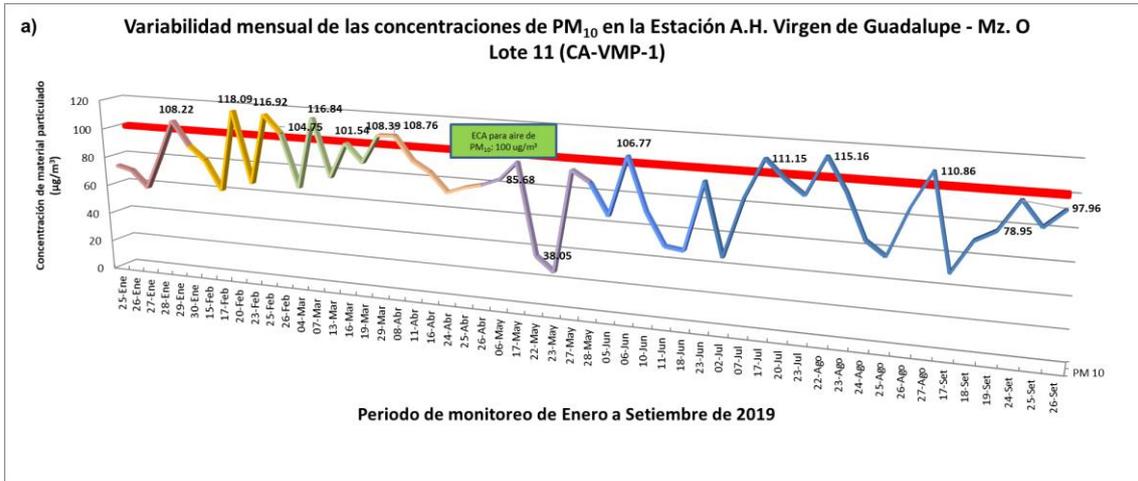


Figura 6.1. Concentraciones mensuales de enero a setiembre de 2019 de material particulado menor a 10 micras (PM₁₀) en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire: a) CA-VMP-1 ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe Mz. O Lote 11.

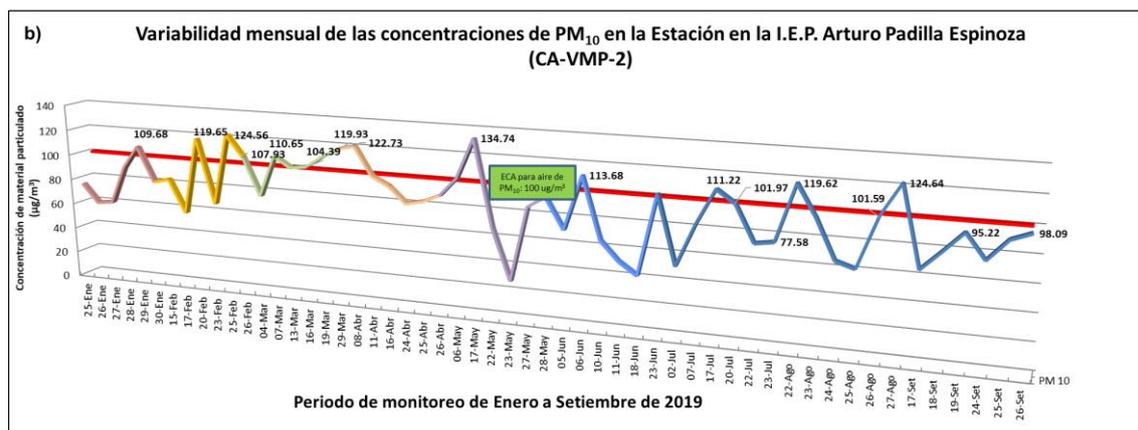


Figura 6.2. Concentraciones mensuales de enero a setiembre de 2019 de material particulado menor a 10 micras (PM₁₀) en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire: b) CA-VMP-2 ubicada en la I.E.P. Arturo Padilla Espinoza

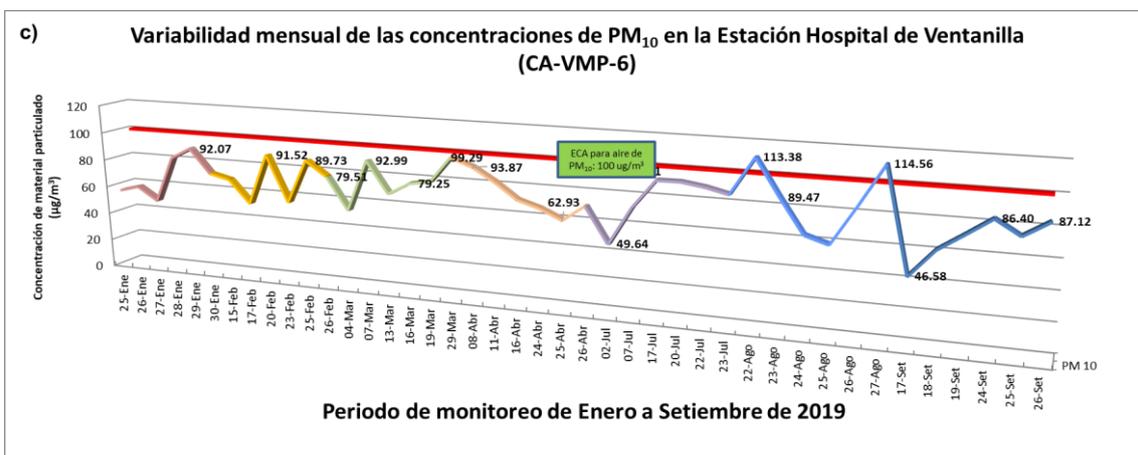


Figura 6.3. Concentraciones mensuales de enero a setiembre de 2019 de material particulado menor a 10 micras (PM₁₀) en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire: c) CA-VMP-6 ubicada en el Hospital de Ventanilla.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

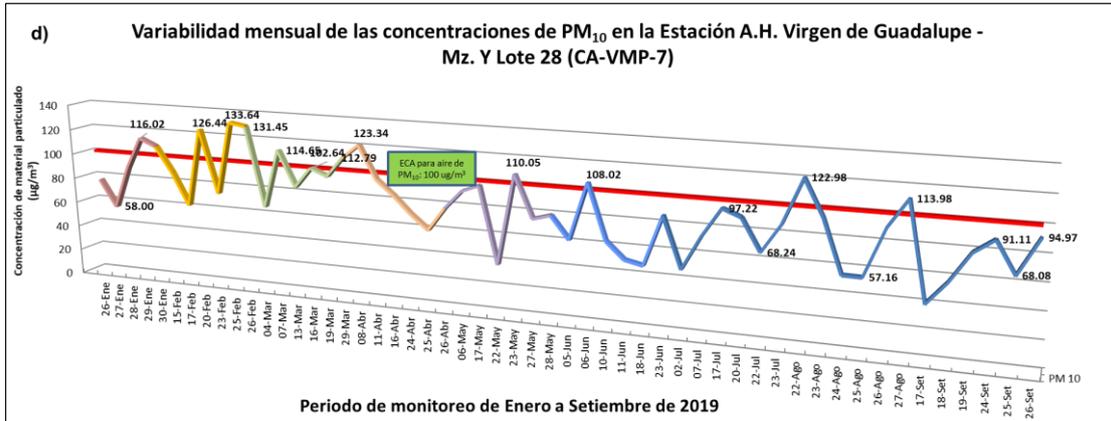


Figura 6.4. Concentraciones mensuales de enero a setiembre de 2019 de material particulado menor a 10 micras (PM₁₀) en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire: d) CA-VMP-7 ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe Mz. Y, Lote 28.

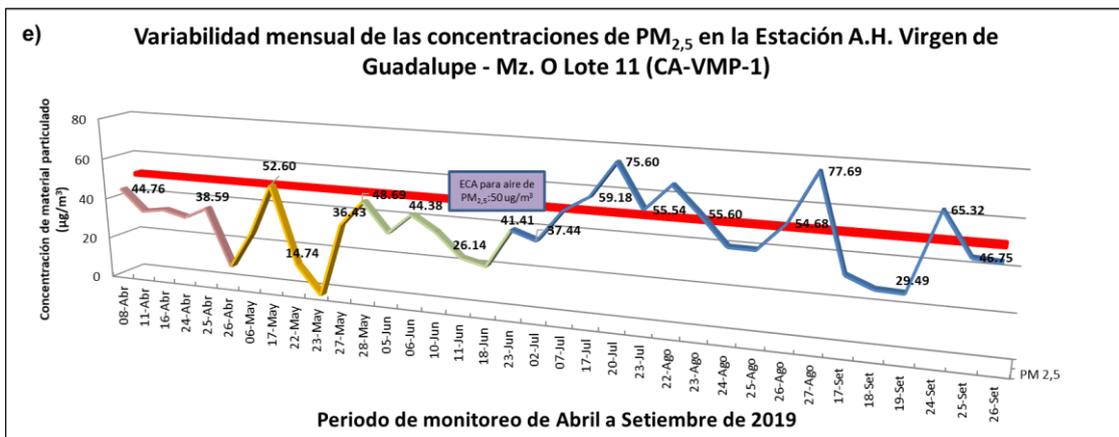


Figura 6.5. Concentraciones mensuales de abril a setiembre de 2019 de material particulado menor a 2,5 micras (PM_{2,5}) en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire: e) CA-VMP-1 ubicada en el AH Virgen de Guadalupe Mz. O, Lote 11.

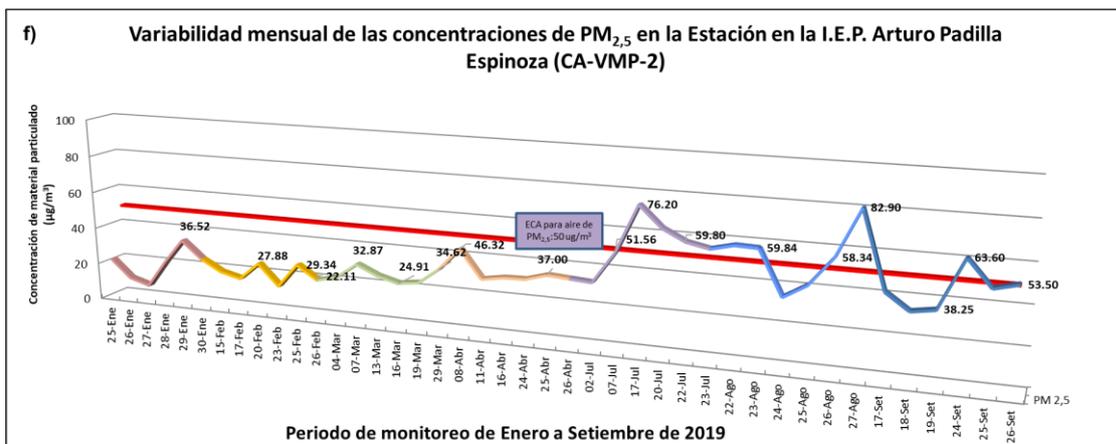


Figura 6.6. Concentraciones mensuales de enero a setiembre de 2019 de material particulado menor a 2,5 micras (PM_{2,5}) en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire: f) CA-VMP-2 ubicada en la I.E.P. Arturo Padilla Espinoza.

En las Figuras 6.1, 6.2, 6.3 y 6.4 se visualiza que las concentraciones de material particulado menor a 10 micras (PM₁₀) son mayores de enero a marzo, es decir, que

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

estacionalmente son más altas en el tiempo de verano, existiendo mayor resuspensión de las mismas, en cambio en los meses de abril a junio y setiembre disminuye las concentraciones, sin embargo, entre los meses de julio y agosto se muestra un mayor incremento de las concentraciones a los meses anteriores.

En las Figuras 6.5 y 6.6 se muestra las concentraciones de material particulado menor a 2,5 micras (PM_{2,5}) con un comportamiento variable que guarda relación con las concentraciones de PM₁₀ de dichas estaciones. En ambos gráficos se observa en el tiempo de medición (enero a setiembre) una tenencia de crecimiento de las concentraciones de este parámetro, aunque, entre los meses de enero a junio casi no presentan superación de los Estándares de Calidad Ambiental para Aire de 50 µg/m³ establecido en el Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM, sin embargo, este incremento supera dichos estándares en los meses de julio a setiembre, superando 5, 4 y 3 días de los 6 muestreados en los meses de julio, agosto y setiembre respectivamente.

6.2 Concentración de plomo en material particulado menor a 10 micras (PM₁₀)

En las Figuras 6.7, 6.8, 6.9 y 6.10 se presentan los comportamientos mensuales (enero a setiembre 2019) de las concentraciones de plomo en material particulado menor a 10 micras (PM₁₀) de las estaciones CA-VMP-1, CA.VMP-2, CA-VMP-6 y CA-VMP-7 respectivamente.

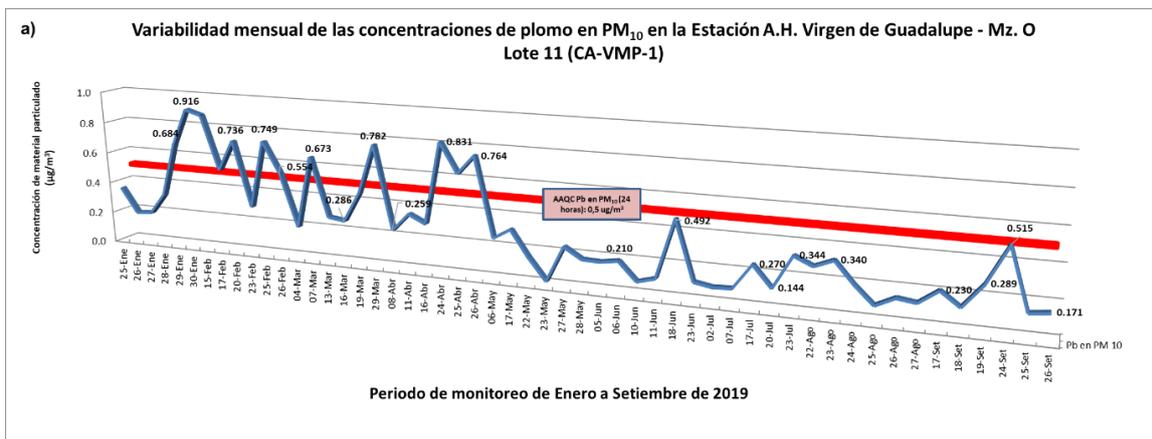


Figura 6.7. Concentraciones mensuales de enero a setiembre de 2019 de plomo (Pb) en material particulado menor a 10 micras (PM₁₀) en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire: a) CA-VMP-1 ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe Mz. O, Lote 11.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

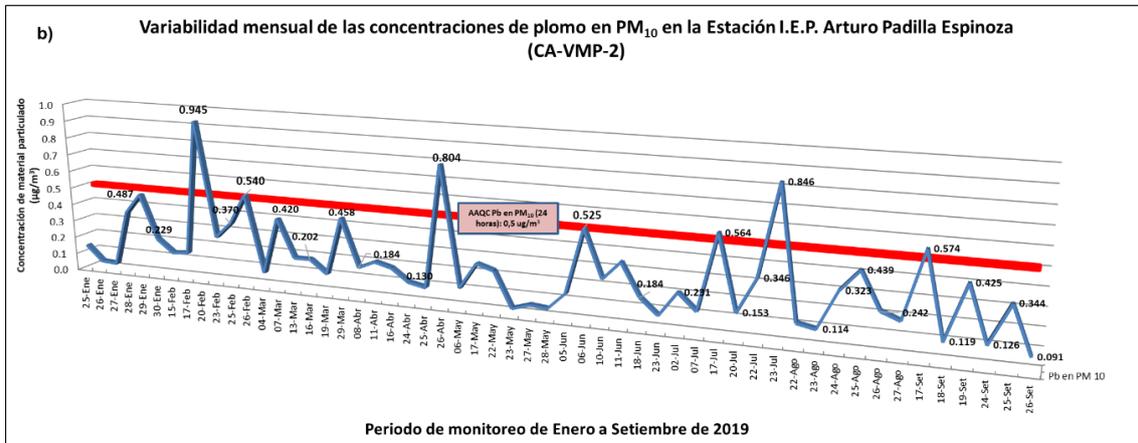


Figura 6.8. Concentraciones mensuales de enero a setiembre de 2019 de plomo (Pb) en material particulado menor a 10 micras (PM₁₀) en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire: b) CA-VMP-2 ubicada en el I.E.P. Arturo Padilla Espinoza.

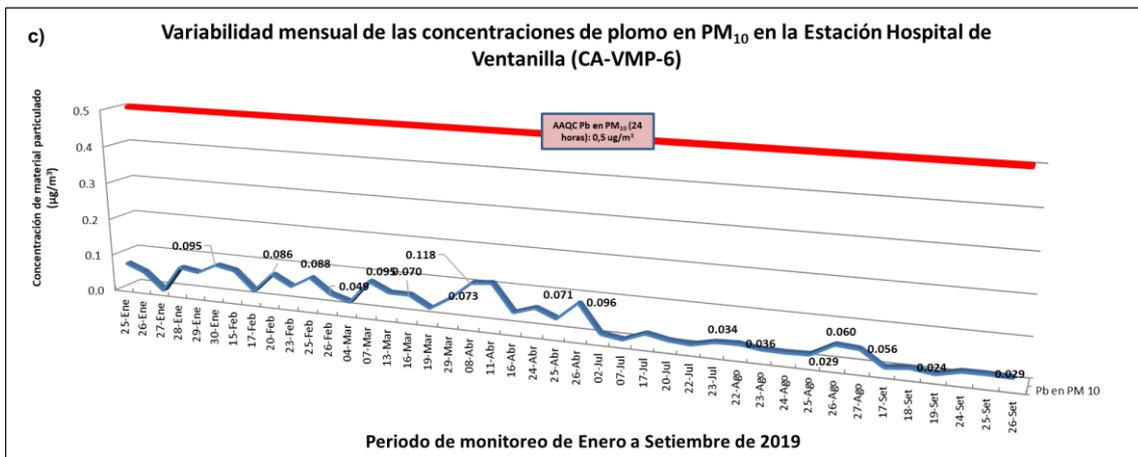


Figura 6.9. Concentraciones mensuales de enero a setiembre de 2019 de plomo (Pb) en material particulado menor a 10 micras (PM₁₀) en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire: c) CA-VMP-6 ubicada en el Hospital de Ventanilla.

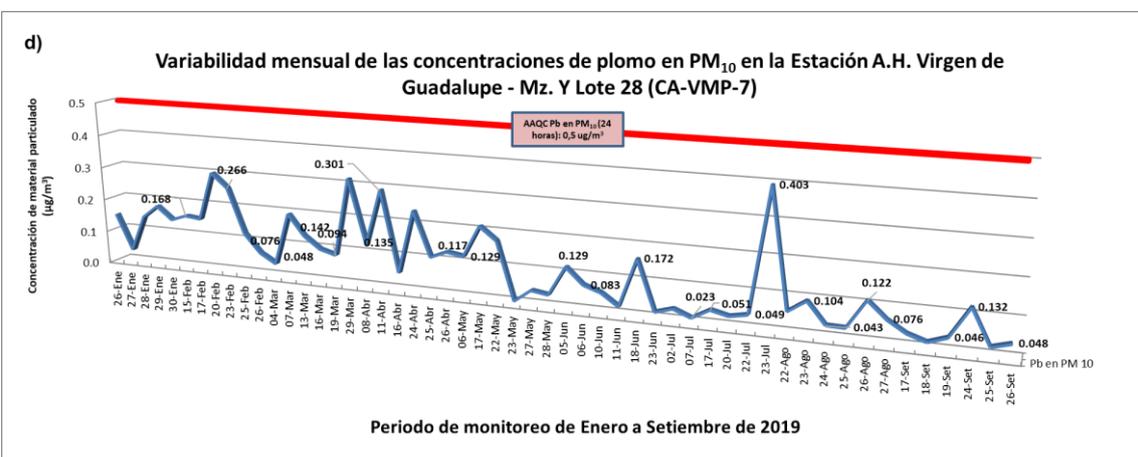


Figura 6.10. Concentraciones mensuales de enero a setiembre de 2019 de plomo (Pb) en material particulado menor a 10 micras (PM₁₀) en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire: d) CA-VMP-7 ubicada en el A.H. Virgen de Guadalupe Mz. Y, Lote 28.

**Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad**

En las Figuras 6.7, 6.8, 6.9 y 6.10 se observa los comportamientos del plomo en las cuatro estaciones, muestreadas entre los meses de enero a setiembre de 2019, evidenciando que en las ubicaciones de las estaciones CA-VMP-1 y CA.VMP-2 reciben mayores aportes de concentraciones de plomo, inclusive superan la normativa referencial canadiense.

En las gráficas se observa que en el tiempo de medición (enero a setiembre) las concentraciones son mayores sobre todo en los meses de febrero a abril y entre julio a setiembre y con mayor incidencia en la estación CA-VMP-2 (I.E.P. Arturo Padilla Espinoza), sin embargo, en la estación CA-VMP-7 aunque no exceda la normativa referencial se verifica la existencia de concentraciones de plomo en menor proporción que las otras 2 estaciones además de estar cerca a superar los estándares referenciales (julio). Por otro lado, en la estación CA-VMP-6 las concentraciones de plomo son menores a las otras 3 estaciones.

7. CONCLUSIONES

- La vigilancia ambiental de calidad de aire en el ámbito de la zona industrial de Ventanilla (distrito Ventanilla) y del distrito Mi Perú comprendió el monitoreo de material particulado PM_{10} , $PM_{2,5}$ y metales en PM_{10} y se realizó los días 17, 18, 19, 24, 25 y 26 de setiembre de 2019.
- Las concentraciones de material particulado menor a 10 micras monitoreadas en un tiempo de 24 horas durante el periodo evaluado, no excedieron 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 las 4 estaciones de vigilancia ambiental.
- Las concentraciones de material particulado menor a 2,5 micras monitoreadas en un tiempo de 24 horas durante el periodo evaluado excedieron los Estándares de Calidad Ambiental para Aire de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido en el Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM en las 2 estaciones de vigilancia ambiental: en el A.H. Virgen de Guadalupe Mz. O, Lote 11 (CA-VMP-1) el 24 de setiembre y en la I.E.P. Arturo Padilla Espinoza (CA-VMP-2) el 24, 25 y 26 de setiembre de 2019.
- El promedio mensual de las concentraciones de plomo en material particulado menor a 10 micras en el periodo evaluado no excedió de manera referencial el valor del Estándar de Calidad Ambiental para Aire de $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido en el Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM en las 4 estaciones de vigilancia de calidad de aire ubicadas en el distrito Ventanilla y Mi Perú. Las concentraciones de 24 horas de plomo en material particulado menor a 10 micras excedieron el valor de la normativa referencial canadiense establecido en $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación CA-VMP-1 (A.H. Virgen de Guadalupe Mz. O, Lote 11) el 24 de setiembre y en la estación CA-VMP-2 (I.E.P. Arturo Padilla Espinoza) el 17 de setiembre de 2019.
- Las concentraciones de 24 horas de cadmio en material particulado menor a 10 micras excedieron el valor de la normativa referencial canadiense establecido en $0,025 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación CA-VMP-2 (I.E.P. Arturo Padilla Espinoza) el 17 de setiembre y de manera referencial (sólo monitoreó 10 de las 24 horas, debido al corte de energía eléctrica) el 24 de setiembre de 2019.
- Durante el periodo de vigilancia del 17 al 26 de setiembre de 2019 la dirección del viento tuvo una predominancia del oeste (W) seguido de vientos del oeste suroeste (WSW) y del sur (S) en ambas estaciones meteorológicas.



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 Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

8. RECOMENDACIONES

- Remitir, para los fines correspondientes, una copia del presente informe a las siguientes instituciones:
 - Dirección de Supervisión Ambiental en Actividades Productivas.
 - Municipalidad distrital Mi Perú.
 - Municipalidad distrital Ventanilla.

9. ANEXOS

Anexo 1: Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad de aire
Anexo 2: Ficha fotográfica
Anexo 3: Datos de campo, cartillas de flujo, cálculos de aire, data meteorológica y resultados de laboratorio
Anexo 3.1: Datos de campo y cartillas de flujo
Anexo 3.2: Cálculos de aire
Anexo 3.3: Data meteorológica
Anexo 3.4: Resultados
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]

[JGONZALEZ]



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 Lucha contra la Corrupción y la Impunidad**

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

Atentamente:

[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: 05323032"



05323032