

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFASTEC: Subdirección
Técnica CientíficaDecenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud**2020-I01-005830****INFORME N° 00010-2020-OEFA/DEAM-STEC**

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

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

ANDRÉS DANIEL BRIOS ABANTO
Especialista de Evaluaciones Ambientales

JORGE IVÁN GARCÍA RIEGA
Especialista en Monitoreo y Vigilancia Ambiental

ASUNTO : Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el distrito Torata, provincia Mariscal Nieto, departamento Moquegua, durante el periodo enero - diciembre 2019.

C.U.E. : 2019-02-0010

CÓDIGO DE ACCIÓN 0004-2-2019-401, 0022-3-2019-401, 0015-4-2019-401
0021-5-2019-401, 0020-6-2019-401, 0008-8-2019-401
0010-9-2019-412, 0005-10-2019-412, 0001-11-2019-412

REFERENCIA : Planefa 2019

FECHA : Lima, 13 de febrero de 2020

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

1. INFORMACIÓN GENERAL

Los aspectos generales de la vigilancia ambiental realizada en el distrito Torata, provincia Mariscal Nieto, departamento Moquegua son presentados en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Datos generales de la actividad realizada

a.	Zona evaluada	Distrito Torata, provincia Mariscal Nieto, departamento Moquegua
b.	Unidades fiscalizables en la zona de estudio o actividades económicas	Unidad Minera Cuajone
c.	Problemática identificada	Presunta afectación de la calidad del aire debido a las actividades de remoción de material particulado en el área de influencia directa de la Unidad Minera Cuajone
d.	La actividad se realizó en el marco de	Planefa 2019
e.	Tipo de evaluación	Vigilancia Ambiental
f.	Periodo de ejecución	Enero - diciembre de 2019

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	Ingeniero químico	Gabinete
2	Rina Torres Pereira	Bióloga	Gabinete
3	Andrés Daniel Brios Abanto	Ingeniero ambiental	Gabinete
4	Jorge Iván García Riega	Ingeniero electrónico	Gabinete
5	Xiomara Solanch Mandujano Reyes	Ingeniera ambiental	Campo/Gabinete

2. DATOS DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

Los parámetros evaluados en la vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el área de influencia de la Unidad Minera Cuajone se presentan en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Parámetros evaluados

Matriz	Fecha (Mes/Periodo)	Parámetros	Cantidad de puntos/estaciones
Aire	Mensual	Material particulado con diámetro menor a 10 micras - PM ₁₀	1
	Febrero y octubre	Metales en PM ₁₀	

3. ANTECEDENTES

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA, a través del Servicio de Información Nacional de Denuncias Ambientales (en adelante, Sinada), recibió denuncias de los pobladores del distrito de Torata, por la presunta alteración de la calidad del río Torata y de la calidad del aire producidas por las actividades de la Unidad Minera Cuajone (en adelante, UM Cuajone).

Durante el 2015 y 2016, el OEFA a través de la Dirección de Evaluación Ambiental (en adelante, DEAM), realizó la Evaluación Ambiental de la cuenca Ilo – Moquegua, elaborando el Informe N.º 00125-2016-OEFA/DE-SDLB-CEAI, aprobado el 29 de diciembre de 2016. La evaluación ambiental registró elevadas concentraciones metálicas (boro y manganeso) y valores de pH alcalinos en el río Torata, el cual se encuentra influenciada por la UM Cuajone en la parte alta de la cuenca Ilo – Moquegua.

El 05 de marzo del 2018, la DEAM en el marco de su función evaluadora, instaló una estación de vigilancia de calidad de aire en el centro poblado Torata Alta, distrito Torata, provincia Mariscal Nieto, departamento Moquegua para monitorear de manera continua, en tiempo real y sistemática la calidad ambiental del aire en esta zona, la cual se encuentra en el área de influencia de la UM Cuajone operada por la empresa Southern Perú Cooper Corporation.

Durante el 2018, en cumplimiento del Plan de Evaluación y Fiscalización Ambiental del 2018 (Planefa 2018), la DEAM ejecutó la vigilancia ambiental de la calidad del aire en el centro poblado Torata Alta, generando mensualmente los informes detallados en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Informes de vigilancia ambiental de calidad del aire 2018

Título del informe	Número de aprobación	Fecha de aprobación
Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento Moquegua en marzo de 2018	N.º 0132-2018-OEFA/DEAM-STEC	30 de abril de 2018
Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento Moquegua en abril de 2018	N.º 0177-2018-OEFA/DEAM-STEC	31 de mayo de 2018

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

Título del informe	Número de aprobación	Fecha de aprobación
Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento Moquegua en mayo de 2018	N.º 0213-2018-OEFA/DEAM-STEC	28 de junio de 2018
Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento Moquegua en junio de 2018	N.º 0239-2018-OEFA/DEAM-STEC	31 de julio de 2018
Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento Moquegua en julio de 2018	N.º 0263-2018-OEFA/DEAM-STEC	28 de agosto de 2018
Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento Moquegua en agosto de 2018	N.º 0297-2018-OEFA/DEAM-STEC	28 de septiembre de 2018
Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento Moquegua en septiembre de 2018	N.º 0315-2018-OEFA/DEAM-STEC	30 de octubre de 2018
Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento Moquegua en el 2018	N.º 0361-2018-OEFA/DEAM-STEC	30 de noviembre de 2018
Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento Moquegua en noviembre de 2018	N.º 0375-2018-OEFA/DEAM-STEC	31 de diciembre de 2018
Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento Moquegua en diciembre de 2018	N.º 0008-2019-OEFA/DEAM-STEC	31 de enero de 2019

En el 2019, la DEAM, en cumplimiento del Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental del 2019 (en adelante, Planefa 2019), continuó ejecutando la vigilancia ambiental de la calidad del aire en la estación de vigilancia CA-TO-01, ubicado en el centro poblado Torata Alta; emitiendo informes de vigilancia ambiental correspondientes a los monitoreos realizados desde enero hasta noviembre 2019 (Tabla 3.2), ya que en el presente informe se incorpora los resultados obtenidos de la vigilancia realizada en diciembre 2019.

Tabla 3.2. Informes de vigilancia ambiental de calidad del aire 2019

Título del informe	Número de aprobación	Fecha de aprobación
Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento Moquegua en enero de 2019	N.º 0021-2019-OEFA/DEAM-STEC	28 de febrero de 2019
Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento Moquegua en febrero de 2019	N.º 0049-2019-OEFA/DEAM-STEC	27 de marzo de 2019
Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento Moquegua en marzo de 2019	N.º 0069-2019-OEFA/DEAM-STEC	17 de abril de 2019
Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento Moquegua en abril de 2019	N.º 0099-2019-OEFA/DEAM-STEC	17 de mayo de 2019
Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento Moquegua en mayo de 2019	N.º 0137-2019-OEFA/DEAM-STEC	25 de junio de 2019
Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento Moquegua en junio de 2019	N.º 0166-2019-OEFA/DEAM-STEC	25 de julio de 2019
Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento Moquegua en julio de 2019	N.º 0194-2019-OEFA/DEAM-STEC	28 de agosto de 2019
Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento Moquegua en agosto de 2019	N.º 0226-2019-OEFA/DEAM-STEC	24 de setiembre de 2019

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

Título del informe	Número de aprobación	Fecha de aprobación
Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento Moquegua en setiembre de 2019	N.º 0264-2019-OEFA/DEAM-STEC	28 de octubre de 2019
Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento Moquegua durante el 2019	N.º 0319-2019-OEFA/DEAM-STEC	29 de noviembre de 2019
Vigilancia ambiental de la calidad de aire realizada en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento Moquegua en noviembre de 2019	N.º 0338-2019-OEFA/DEAM-STEC	13 de diciembre de 2019

4. OBJETIVO

Evaluar el comportamiento y la calidad ambiental del aire en el área de influencia de la UM Cuajone, operada por la empresa Southern Perú Cooper Corporation, en el centro poblado Torata Alta, distrito Torata, provincia Mariscal Nieto y departamento Moquegua, durante el periodo enero – diciembre de 2019.

5. ÁREA DE ESTUDIO

Las actividades de vigilancia ambiental de la calidad del aire se realizaron en la Vivienda El fundo la Pampita, ubicada en el centro poblado Torata Alta dentro del área de influencia de la UM Cuajone (Anexo 1. Mapa de ubicación de la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01).



Figura 5.1. Ubicación de la estación CA-TO-01 en relación a la UM Cuajone

6. METODOLOGÍA

6.1 Protocolo de monitoreo

El protocolo de monitoreo utilizado se describe en la Tabla 6.1.

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

Tabla 6.1.1. Protocolo de monitoreo utilizado en la vigilancia ambiental de la calidad 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	Dirección General de Salud Ambiental ¹ (DIGESA)	Resolución Directoral N.º 1404-2005-DIGESA/SA.	2005

6.2 Ubicación de la estación de vigilancia ambiental

La vigilancia ambiental de la calidad del aire se realizó en la estación identificada con código CA-TO-01. El código, coordenadas y descripción de la estación se visualizan en la Tabla 6.2.

Tabla 6.2.2. Ubicación de la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire

Lugar	Código	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 19K		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
Vivienda El fundo la Pampita Centro poblado de Torata Alta, distrito de Torata.	CA-TO-01	305512	8111192	2516	Aproximadamente a 6 km lineales a la UM Cuajone.

6.3 Equipos utilizados y metodología de análisis

Los equipos, métodos y técnicas empleadas en la vigilancia ambiental de la calidad del aire se presentan en la Tabla 6.3 y Tabla 6.4.

Tabla 6.3. Equipos utilizados en la vigilancia ambiental de la calidad del aire

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo	Serie
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	Monitor automático de partículas	<i>Thermo Scientific</i>	TEOM 1405	1405A208321003
Metales en PM ₁₀ – Alto Volumen	Muestreador de alto volumen (HiVol) de material particulado	<i>Thermo Scientific</i>	G10557	P9324
				P10321X
<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad de viento • Dirección de viento • Temperatura ambiente • Humedad relativa • Precipitación • Presión barométrica 	Estación meteorológica	<i>Campbell</i>	CR1000	25512
		<i>Campbell Scientific</i>	CR6	2590

Tabla 6.4. Métodos para el análisis de aire

Parámetro	Método de Referencia	Técnica Empleada
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	Método automático	Micro balanza oscilante de elementos cónicos ⁽¹⁾
Metales en PM ₁₀ – Alto Volumen	<i>EPA Compendium method IO-3.4 1999. Determination of Metals in Ambient Particulate Matter using Inductively Coupled Plasma (ICP)</i>	Metales por ICP OES Filtro PM ₁₀ Alto Volumen ⁽²⁾

¹ Actualmente Dirección General de Salud Ambiental e inocuidad Alimentaria.

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

Parámetro	Método de Referencia	Técnica Empleada
	<i>Spectroscopy.</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad de viento • Dirección de viento • Temperatura ambiente • Humedad relativa • Precipitación • Presión barométrica 	Método automático	-

(1): Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos, de la Dirección General de Salud Ambiental (Digesa)

(2): Según informes de ensayo N.º FEB1131.R19 y N.º OCT1197.R19, laboratorio CERTIMIN S.A.

(-): No aplica

6.4 Procesamiento de datos

Los datos meteorológicos fueron procesados para la elaboración de los diagramas denominados rosas de vientos. Estos diagramas representan la dirección y velocidad de viento en un plano polar con las coordenadas geográficas de la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire, para evaluar la influencia de la meteorología local sobre los parámetros ambientales y su posible procedencia.

Los datos meteorológicos fueron procesados en base a las horas diurnas (07:00 h - 11:00 h), horas vespertinas (12:00 h - 18:00 h) y horas nocturnas (00:00 h - 6:00 h y 19:00 h - 23:00 h)² con el fin de analizar y evaluar la influencia de la meteorología local sobre los contaminantes monitoreados y su posible procedencia, evolución y transporte local durante la mañana, tarde y noche. Además, se graficaron rosas de vientos mensuales con el fin de analizar la influencia de la meteorología local sobre los contaminantes monitoreados durante el 2019.

Los datos del parámetro PM₁₀ son transmitidos vía internet a la base de datos del OEFA, donde se realiza la validación de las concentraciones de los parámetros ambientales, a través, de un sistema de validación de datos, obteniéndose como producto los datos validados. Estos resultados se encuentran expresados en microgramo por metro cúbico (µg/m³) a condiciones estándar de temperatura y presión (298,15 K y 1 atm).

El procesamiento de datos de 24 horas obtenidos de PM₁₀, consistió en promediar las concentraciones horarias con un 75% de datos válidos (18 horas como mínimo) de las 24 horas, los cuales fueron comparados con los ECA para aire, aprobados mediante Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM.

Las muestras de material particulado a obtenerse en los filtros de PM₁₀ fueron enviadas a un laboratorio acreditado para el análisis de metales. Adicionalmente, para la determinación de PM₁₀ se calculó el flujo según la siguiente ecuación:

$$Q_{std} = Q_a \left(\frac{P_{av}}{T_{av}} \right) \left(\frac{T_{std}}{P_{std}} \right) \quad (6.1)$$

Donde:

Q_{std} = Flujo promedio (m³/min) a condiciones de referencia indicadas (i.e. 10 °C, 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 o mmHg).

² Guía del Sistema Mundial de Observación de la OMM, pág. 180 y 181

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

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

T_{std} = Temperatura estándar para metales a 25 °C o 10°C (i.e. 298 K o 283 K).

P_{std} = Presión estándar (i.e. 101,3 kPa o 1 atm).

Una vez calculado el flujo promedio se procedió a calcular el volumen total de aire muestreado, el cual se obtiene de la ecuación 6.2.

$$V_{std} = (Q_{std})(t) \tag{6.2}$$

Donde:

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

t = Tiempo de muestreo (min).

A partir del análisis de metales en los filtros de PM₁₀ se obtuvieron las concentraciones de metales en el aire, de acuerdo con la ecuación 6.3.

$$C_{Metal} = 10^{-6} \cdot (W_{metal})/V_{std} \tag{6.3}$$

Dónde:

C_{metal} = Concentración del metal (µg/m³).

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

V_{std} = Volumen total de aire muestreado a condiciones estándar en (m³)³.

Para el cálculo del volumen de aire muestreado de los metales en PM₁₀ se empleó la temperatura de 10°C como temperatura estándar, para su comparación con la norma de referencia *Ontario's Ambient Air Quality Criteria Standards* (AAQC) - abril 2012 (Anexo 2, Tablas 14 y 15).

6.5 Criterios de evaluación

Las concentraciones obtenidas de PM₁₀ y metales en PM₁₀ fueron comparadas con los ECA para aire, aprobadas con Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM, según se indica en la Tabla 6.5.

Tabla 6.5. Estándares de calidad ambiental para aire de acuerdo al Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM

Parámetro	Periodo	Valor (µg/m ³)	Criterio de evaluación
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras	24 horas	100	NE más de 7 veces al año
	Anual	50	Media aritmética anual
Plomo (Pb) en PM ₁₀	Mensual	1,5	NE más de 4 veces al año

NE: No exceder

Los ECA para aire no consideran concentraciones de metales en PM₁₀, 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 evaluados, según se indica en la Tabla 6.6. Las notas de esta norma indican que las concentraciones expresadas en µg/m³ se encuentran a condiciones de 10 °C y 1 atm.

Tabla 6.6. Estándares referenciales de metales en material particulado

CASRN	Contaminante	AAQC (µg/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

³ 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 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 Standards (AAQC)* - abril 2012:

www.airqualityontario.com/downloads/AmbientAirQualityCriteria.pdf

7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En esta sección, se presentan los registros de las condiciones meteorológicas y las concentraciones de PM_{10} , así como, el análisis de la calidad de aire, realizado del 1 al 31 de diciembre de 2019 en la estación de vigilancia CA-TO-01.

7.1. Condiciones meteorológicas

Las condiciones meteorológicas registradas en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01 son presentadas en la Tabla 7.1, mientras que, detalle del registro de los parámetros meteorológicos se presenta en el Anexo 2. (Tabla 13. Datos meteorológicos).

Tabla 7.1. Parámetros meteorológicos registrados en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01, diciembre 2019.

Valores	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Presión barométrica (mmHg)	Velocidad del viento (m/s)	Precipitación (mm)
Mínimo	10,5	25,8	561,1	0,0	0,0
Máximo	20,8	84,5	565,7	4,2	0,0
Promedio	15,6	53,0	563,1	1,6	0,0

En cuanto a la velocidad y dirección del viento, en la Figura 7.1 se observan las rosas de vientos para el periodo del 1 al 31 de diciembre, elaboradas con el fin de obtener información estadística de la estación CA-TO-01. En la Figura 7.1a se presenta la rosa de vientos en horario diurno; donde se observa vientos del tipo ventolina (paleta verde), brisas ligeras (paleta amarilla) y brisas suaves (paleta mostaza) procedentes, predominantemente, del suroeste (SW) con una frecuencia de 75%.

En la Figura 7.1b se presenta la rosa de vientos en horario vespertino; donde se muestra vientos del tipo brisas ligeras y brisas suaves procedentes, predominantemente, del suroeste (SW) con una frecuencia de 70%. En la Figura 7.1c se presenta la rosa de vientos en horario nocturno; donde se aprecia vientos del tipo calma (paleta azul), ventolina y brisas ligeras procedentes, predominantemente, del este-sureste (ESE), este (E) y sureste (SE) con frecuencias de 45%, 21% y 17%, respectivamente.

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

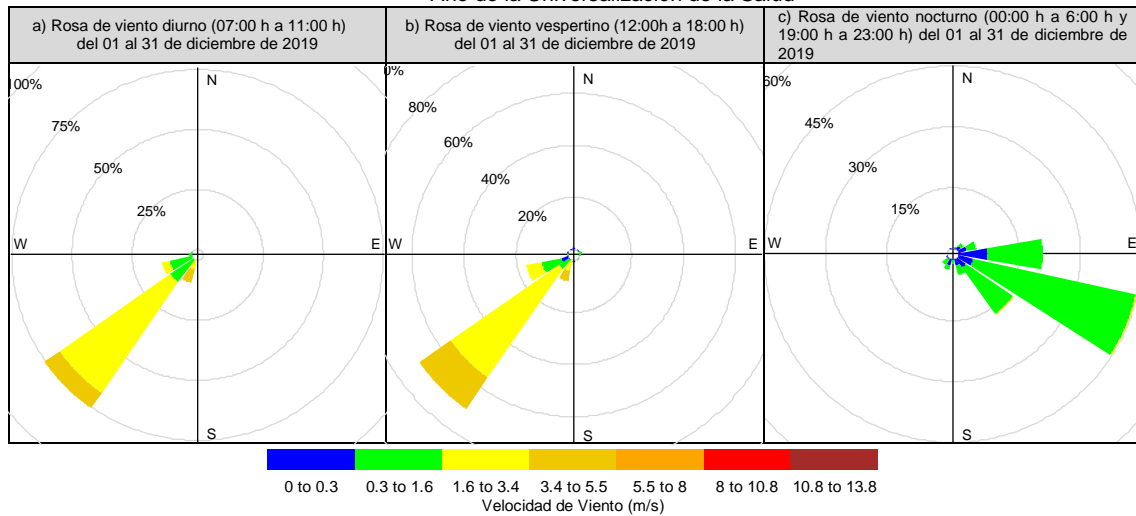


Figura 7.1. Representación gráfica de las rosas de vientos en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01, en diciembre de 2019 a) en horario diurno, b) en horario vespertino, c) en horario nocturno, Nota: Las paletas indican la dirección desde donde provienen los vientos

La Figura 7.2 muestra la ubicación de la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01, respecto a la UM Cuajone y la distribución de los vientos registrados en la vigilancia. Durante los días monitoreados, los vientos predominantes fueron del tipo calma, ventolina, brisas ligeras y brisas suaves procedentes del suroeste (SW) y este-sureste (ESE) con frecuencias de 37% y 22%, respectivamente. Además, se registraron vientos provenientes del este (E) y este-noreste (ENE), direcciones donde se encuentra la UM Cuajone, con frecuencias de 10% y 3%, respectivamente.

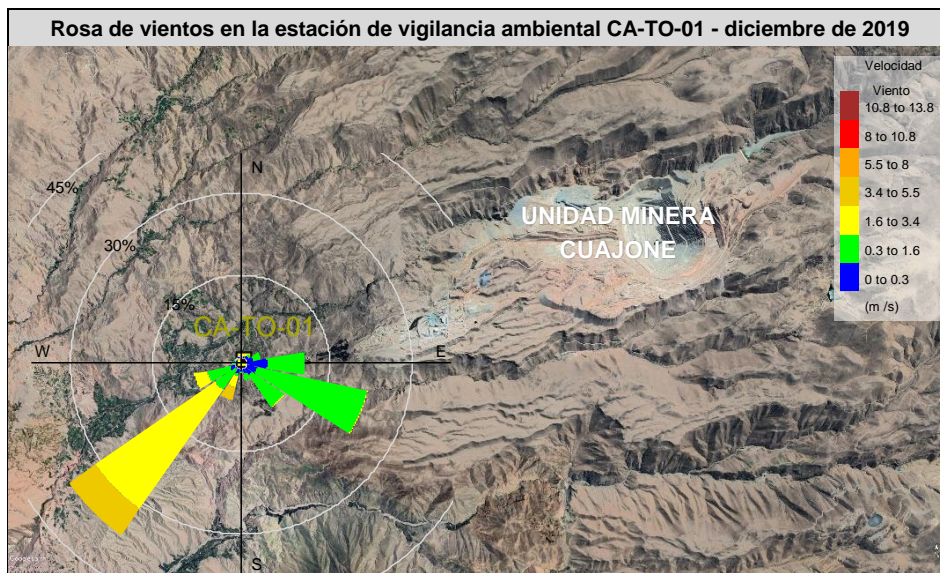


Figura 7.2. Rosa de vientos en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01 en diciembre 2019
Referencia: Imágenes satelital extraídas de Google Earth

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

En la Figura 7.3 se presentan las concentraciones de PM₁₀ en 24 horas, en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01, observando que en una oportunidad se excedió el valor de los ECA para aire de 100 µg/m³, el 24 de diciembre. Las concentraciones oscilaron entre

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

una mínima de 39,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada el 13 de diciembre y máxima de 109,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada el 24 de diciembre. El detalle del registro de concentraciones se presenta en el Anexo 2. (Tabla 12. Concentración de PM_{10}).

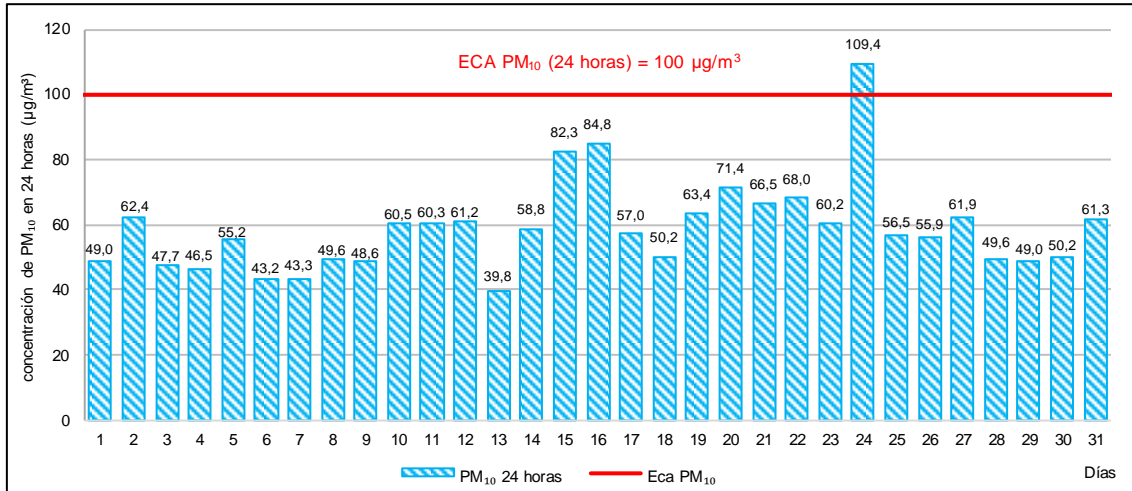


Figura 7.3. Concentraciones de PM_{10} en 24 horas, en diciembre de 2019.

En la Figura 7.4 se presentan las concentraciones horarias de PM_{10} , en la estación de vigilancia CA-TO-01, cuyo valor más alto fue 821,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y se registró el 24 de diciembre a las 09:00 horas. Cabe precisar que, las concentraciones horarias de PM_{10} no fueron comparados con los ECA para Aire porque esta norma no contempla concentraciones de PM_{10} para periodo de 1 hora.

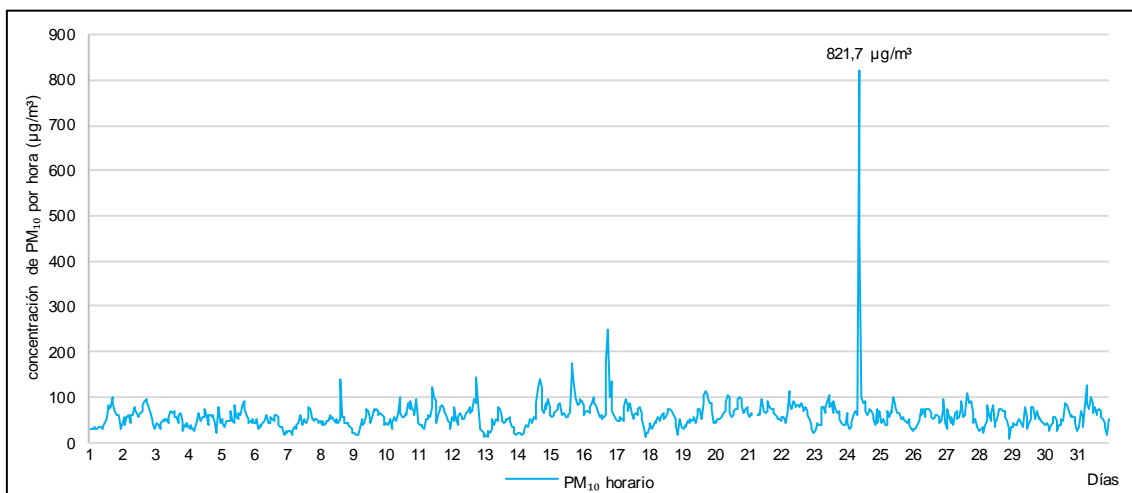


Figura 7.4. Concentraciones horarias de PM_{10} en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01 en diciembre de 2019.

En la Figura 7.5 se grafican las rosas de concentración por horas (desde las 00:00 horas hasta las 23:00 horas) para PM_{10} , correspondientes a los 31 días de diciembre de 2019. Se puede apreciar que aproximadamente a las 09:00 horas y 10:00 horas se alcanzó el rango de concentración de PM_{10} más alto (paleta marrón, 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – 821,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) provenientes del suroeste (SW). Cabe señalar que, la UM Cuajone se encuentra en dirección este (E) y este-noreste (ENE) de la estación.

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

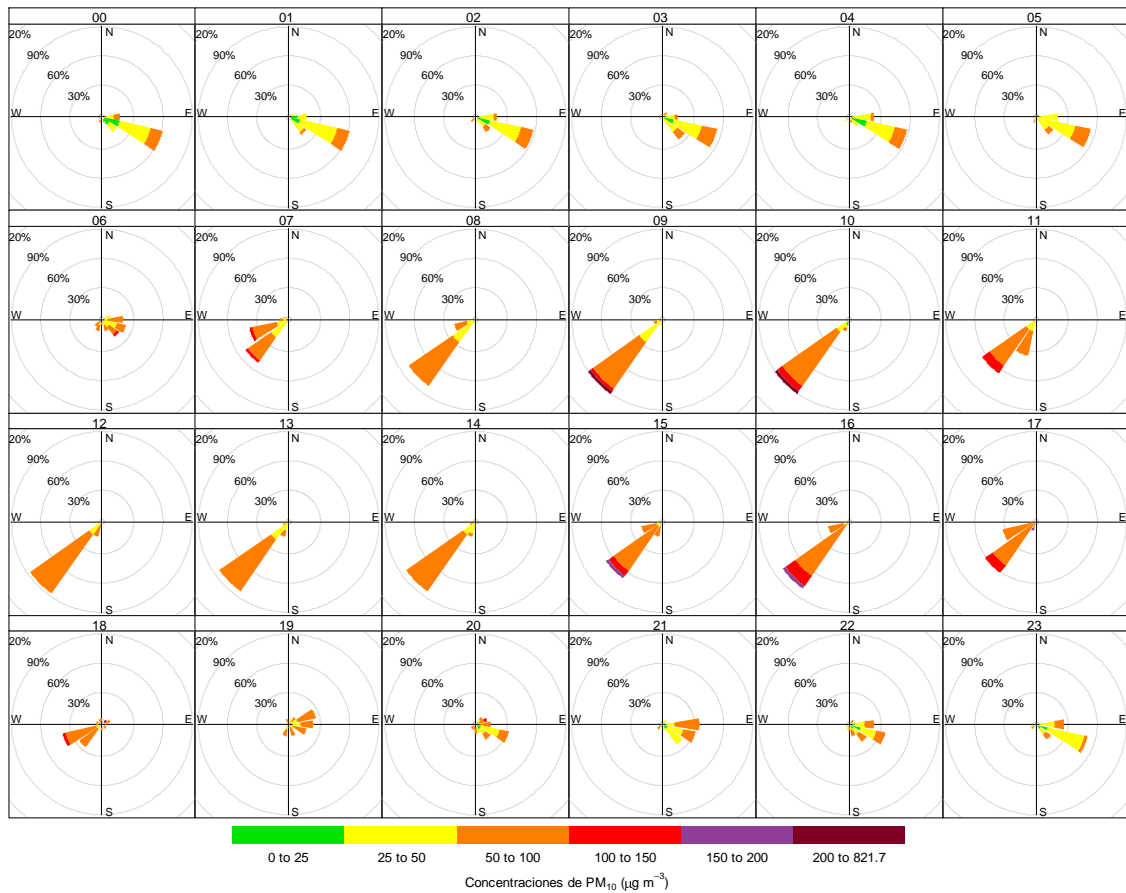


Figura 7.5. Rosas de concentración por horas de PM_{10} en la estación de vigilancia CA-TO-01, desde las 00:00 horas hasta las 23:00 horas, en diciembre de 2019

Nota: Las paletas indican la dirección de donde provienen las concentraciones de PM_{10}

En la Figura 7.6 se muestra los promedios por hora con un intervalo de confianza al 95%, de las concentraciones de PM_{10} , correspondiente a diciembre, en la estación de vigilancia CA-TO-01. El mayor promedio de las concentraciones de PM_{10} fue de $84,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y se presentó a las 09:00 horas, mientras que, el menor promedio fue de $37,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y se presentó a las 01:00 horas. Por otro lado, la mayor variabilidad de las concentraciones de PM_{10} sucedió a las 09:00 horas.

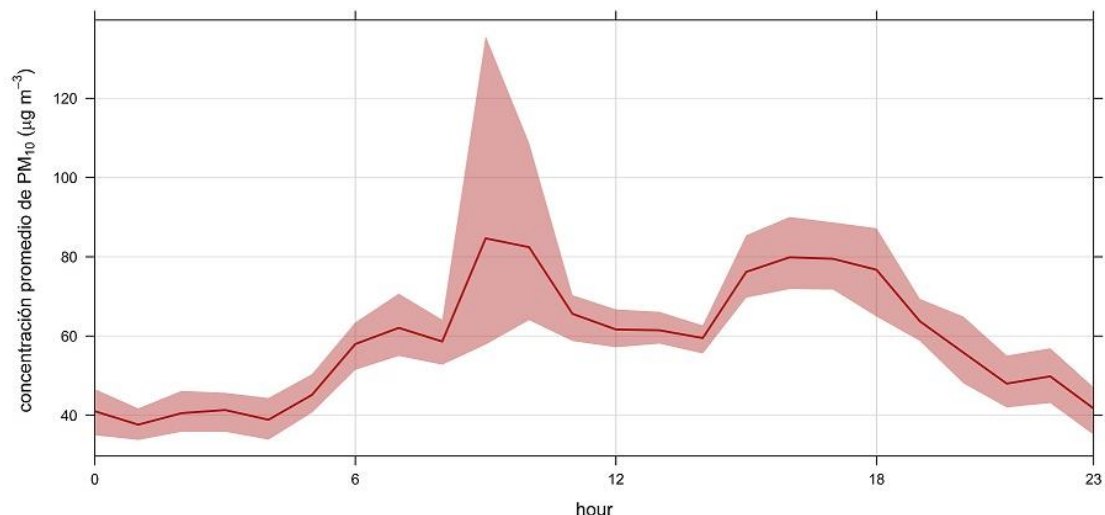


Figura 7.6. Promedios por hora y el intervalo de confianza (95%) de las concentraciones horarias de PM_{10} en la estación de vigilancia CA-TO-01, en diciembre de 2019

8. DISCUSIÓN

En esta sección, se presentan los registros de las condiciones meteorológicas, las concentraciones de PM₁₀ y metales en PM₁₀, así como, el análisis de la calidad de aire, realizado de enero a diciembre de 2019, en la estación de vigilancia CA-TO-01.

8.1. Condiciones meteorológicas

Los valores máximos, mínimos y promedios mensuales de los parámetros meteorológicos registrados, en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01, son presentadas en la Tabla 8.1. y el detalle del registro se encuentra en el Anexo 2 (Tabla 13. Datos meteorológicos).

Tabla 8.1. Parámetros meteorológicos registrados en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01, de enero a diciembre de 2019.

Valores	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Presión barométrica (mmHg)	Velocidad del viento (m/s)	Precipitación (mm)
Enero (01 - 31)					
Mínimo	8,5	21,3	564,3	0,0	0,0
Máximo	21,2	89,2	568,8	4,2	0,4
Promedio	14,7	65,1	566,7	1,4	0,001
Febrero (01 - 28)					
Mínimo	11,2	45,3	565,3	0,0	0,0
Máximo	20,4	88,9	567,4	3,9	0,4
Promedio	14,6	74,1	566,9	1,3	0,003
Marzo (01 - 31)					
Mínimo	12,2	19,3	564,8	0,1	0,0
Máximo	20,3	85,3	568,9	3,9	0,2
Promedio	15,5	56,4	566,9	1,6	0,001
Abril (01 - 30)					
Mínimo	8,8	13,3	565,6	0,0	0,0
Máximo	22,0	85,8	568,9	3,7	0,0
Promedio	15,4	44,5	567,1	1,4	0,0
Mayo (01 - 31)					
Mínimo	11,2	4,5	565,4	0,2	0,0
Máximo	21,9	58,9	569,5	6,0	0,0
Promedio	16,2	24,1	567,2	1,7	0,0
Junio (01 - 30)					
Mínimo	11,0	4,4	565,2	0,2	0,0
Máximo	23,5	48,1	569,1	4,5	0,0
Promedio	16,7	17,0	567,3	1,6	0,0
Julio (01 - 31)					
Mínimo	6,7	2,3	564,8	0,1	0,0
Máximo	21,9	49,4	569,3	6,3	0,0
Promedio	15,9	15,9	567,3	1,7	0,0
Agosto (01 - 31)					
Mínimo	11,0	5,1	565,5	0,2	0,0
Máximo	22,5	33,6	569,2	5,8	0,0
Promedio	16,3	14,1	567,3	1,8	0,0
Setiembre (01 - 30)					
Mínimo	11,2	6,2	565,1	0,1	0,0
Máximo	22,6	65,7	570,1	5,9	0,0
Promedio	15,9	25,4	567,3	1,7	0,0
Octubre (01 - 31)					
Mínimo	9,6	3,9	564,4	0,1	0,0
Máximo	21,5	63,8	569,0	6,0	0,0
Promedio	15,1	28,9	566,7	1,8	0,0
Noviembre (01 - 30)					

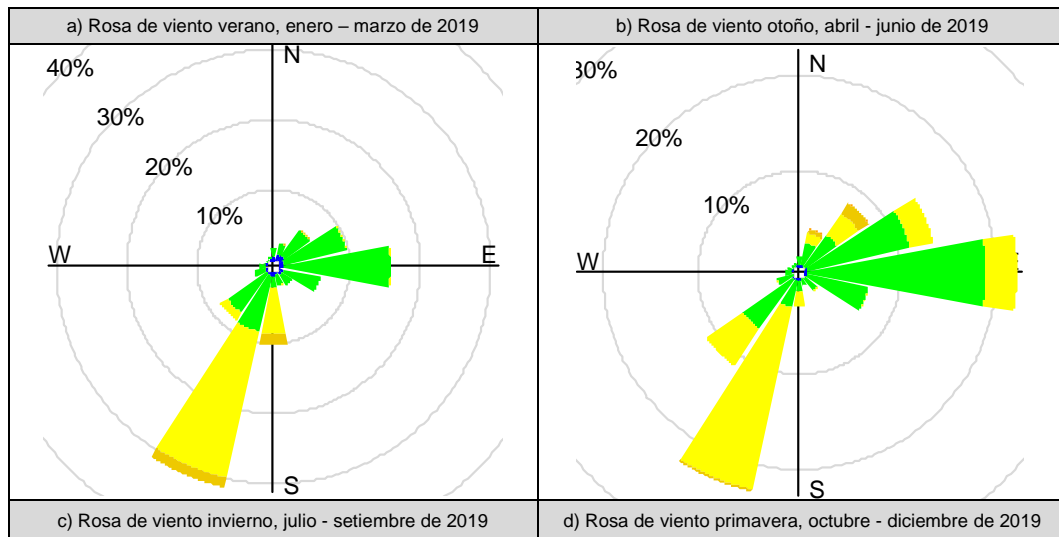
**Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud**

Valores	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Presión barométrica (mmHg)	Velocidad del viento (m/s)	Precipitación (mm)
Mínimo	10,1	20,3	550,8	0,0	0,0
Máximo	21,3	87,6	568,2	4,1	0,0
Promedio	15,5	48,6	563,5	1,6	0,0
Diciembre (01 - 31)					
Mínimo	10,5	25,8	561,1	0,0	0,0
Máximo	20,8	84,5	565,7	4,2	0,0
Promedio	15,6	53,0	563,1	1,6	0,0

En la Figura 8.1 se grafican las rosas de vientos por estaciones del año, correspondientes al periodo de evaluación enero – diciembre de 2019. En la Figura 8.1a se presenta la rosa de vientos de la estación de verano, donde se aprecia vientos del tipo ventolina, brisas ligeras y brisas suaves proveniente, predominantemente, del sur-suroeste (SSW) con una frecuencia de 31%.

En la Figura 8.1b, se presenta la rosa de vientos de la estación de otoño, donde se aprecia vientos del tipo ventolina y brisas ligeras proveniente, predominantemente, del sur-suroeste (SSW), este (E) y este-noreste (ENE) con frecuencias de 23%, 22% y 14%, respectivamente. En la Figura 8.1c, se presenta la rosa de vientos de la estación de invierno, donde se aprecia vientos del tipo ventolina, brisas ligeras y brisas suaves proveniente, predominantemente, del sur-suroeste (SSW), este (E) y este-noreste (ENE) con frecuencias de 23%, 20% y 12%, respectivamente.

En la Figura 8.1d, se presenta la rosa de vientos de la estación de primavera, donde se aprecia vientos del tipo ventolina, brisas ligeras y brisas suaves proveniente, predominantemente, del suroeste (SW), oeste-suroeste (WSW), este-sureste (ESE) y sureste (SE) con frecuencias de 25%, 19%, 17% y 14%, respectivamente.



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

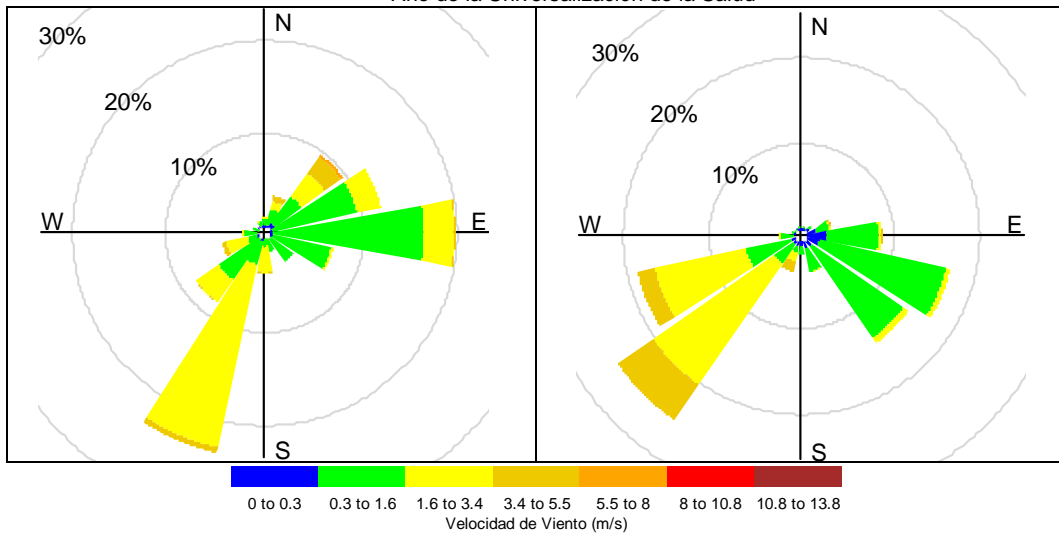
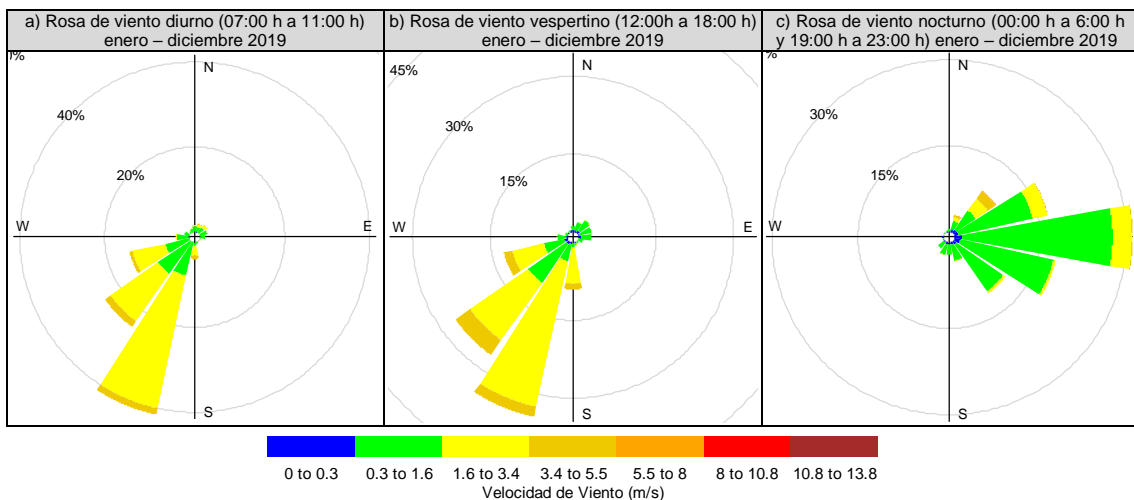


Figura 8.1. Representación gráfica de las rosas de concentración de PM₁₀ en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01, durante el periodo de evaluación enero – diciembre de 2019
a) estación de verano, b) estación de otoño, c) estación de invierno y d) estación de primavera
Nota: Las paletas indican la dirección desde donde provienen los vientos

En la Figura 8.2 se observan las rosas de vientos en el centro poblado Torata Alta, durante el periodo de evaluación enero – diciembre de 2019, clasificados en horario diurno (07:00 h a 11:00 h), horario vespertino (12:00 h a 18:00 h) y horario nocturno (00:00 h a 6:00 h y 19:00 h a 23:00 h). En la Figura 8.2a se presenta la rosa de vientos en horario diurno; donde se aprecia vientos del tipo ventolina, brisas ligeras y brisas suaves procedentes, predominantemente, del sur-suroeste (SSW), suroeste (SW) y oeste-suroeste (WSW) con frecuencias de 42%, 24% y 15%, respectivamente.

En la Figura 8.2b, se presenta la rosa de vientos en horario vespertino; donde se aprecia vientos del tipo ventolinas, brisas ligeras y brisas suaves procedentes, predominantemente, del sur-suroeste (SSW), suroeste (SW) y oeste-suroeste (WSW) con frecuencias de 34%, 27% y 13%, respectivamente. En la Figura 8.2c se presenta la rosa de vientos en horario nocturno; donde se aprecia vientos del tipo ventolina y brisas ligeras procedentes, predominantemente, del este (E), este-sureste (ESE) y este-noreste (ENE) con frecuencias de 31%, 18% y 17%, respectivamente.



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

Figura 8.2. Rosa de viento en el centro poblado Torata Alta, durante el periodo de evaluación enero – diciembre de 2019, clasificados en a) horario diurno (07:00 h a 11:00 h), b) horario vespertino (12:00 h a 18:00 h) y c) horario nocturno (00:00 h a 6:00 h y 19:00 h a 23:00 h).

Nota: Las paletas indican la dirección desde donde provienen los vientos

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

En la Figura 8.3 se presentan las concentraciones de 24 horas de PM₁₀ en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01, observando que en una oportunidad (24 de diciembre) se excedió el valor de los ECA para aire de 100 µg/m³, durante el periodo de evaluación enero – diciembre de 2019. Las concentraciones oscilaron entre una mínima de 14,8 µg/m³ registrada el 5 de octubre y una máxima de 109,4 µg/m³ registrada el 24 de diciembre. El detalle del registro de concentraciones se presenta en el Anexo 2 (Tablas 1 al 12. Concentración de PM₁₀).

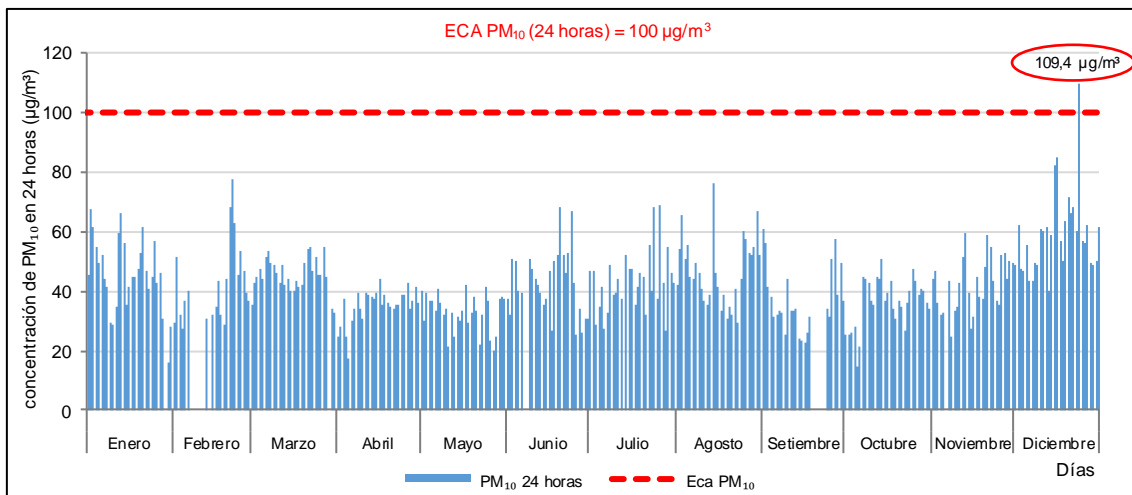


Figura 8.3. Concentraciones de PM₁₀ en 24 horas en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01, durante el periodo de evaluación enero – diciembre de 2019.

La concentración media anual de PM₁₀, registrada en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01, durante el periodo de evaluación enero – diciembre de 2019, fue de 42,4 µg/m³ y no excedió el valor de los ECA para aire de 50 µg/m³, aprobado mediante Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM.

En la Figura 8.4 se muestran las rosas de concentración por horas (desde las 00:00 horas hasta las 23:00 horas) para el PM₁₀, correspondientes al periodo de evaluación enero – diciembre de 2019. Se aprecia que a las 16:00 horas se alcanzó el rango de concentración de PM₁₀ más alto (200 µg/m³ – 821,7 µg/m³, paleta marrón) proveniente del suroeste (SW); sin embargo, a las 6:00, 7:00, 18:00 y 20:00 horas se registraron concentraciones de PM₁₀ provenientes de la UM Cuajone, del este (E) y este-noreste (ENE), con valores entre 100 µg/m³ y 200 µg/m³.

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

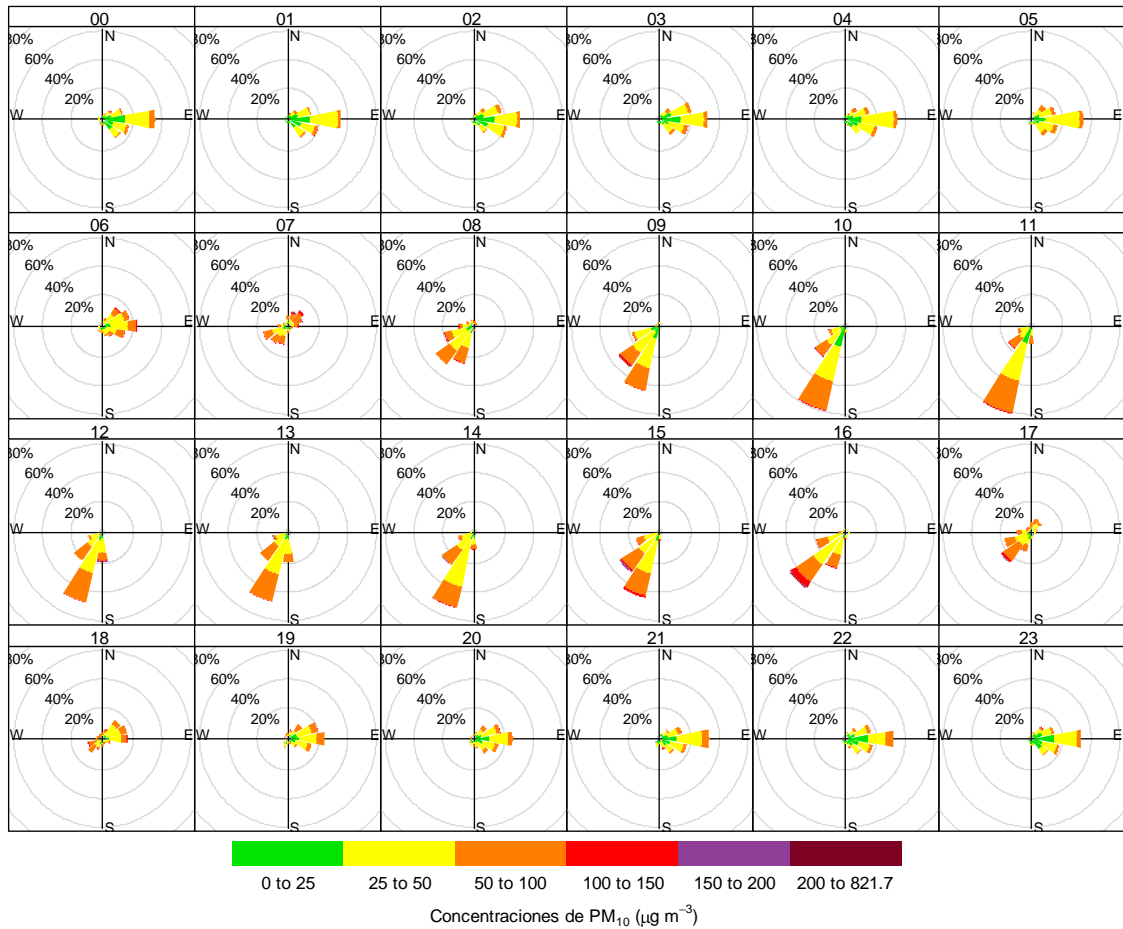


Figura 8.4. Rosas de concentración horaria de PM_{10} en la estación de vigilancia CA-TO-01, desde las 00:00 horas hasta las 23:00 horas, durante el periodo de evaluación enero – diciembre de 2019.
Nota: Las paletas indican la dirección de donde provienen las concentraciones de PM_{10}

En la Figura 8.5 se grafican las rosas de concentración por estaciones del año para el PM_{10} , correspondientes al periodo de evaluación enero – diciembre de 2019. La Figura 8.5a presenta la rosa de concentración de la estación verano, donde se muestra que las concentraciones de PM_{10} más altas ($200 \mu g/m^3 - 240,5 \mu g/m^3$, paleta marrón) provienen del suroeste (SW); sin embargo, se registraron concentraciones de PM_{10} con valores entre $100 \mu g/m^3$ y $150 \mu g/m^3$ provenientes de la UM Cuajone, del este (E) y este-noreste (ENE).

En la Figura 8.5b, se presenta la rosa de concentración de la estación otoño, donde se muestra que las concentraciones de PM_{10} más altas ($150 \mu g/m^3 - 200 \mu g/m^3$, paleta morada) provienen del sur (S); sin embargo, se registraron concentraciones de PM_{10} con valores entre $100 \mu g/m^3$ y $150 \mu g/m^3$ provenientes de la UM Cuajone, del este-noreste (ENE). En la Figura 8.5c, se presenta la rosa de concentración de la estación de invierno, donde se muestra que las concentraciones de PM_{10} más altas ($200 \mu g/m^3 - 463,3 \mu g/m^3$, paleta marrón) provienen del suroeste (SW), oeste-suroeste (WSW) y este (E), en esta última dirección se encuentra la UM Cuajone.

En la Figura 8.5d, se presenta la rosa de concentración de la estación de primavera, donde se muestra que las concentraciones de PM_{10} más altas ($200 \mu g/m^3 - 821,7 \mu g/m^3$, paleta marrón) provienen del suroeste (SW) y noreste (NE); sin embargo, se registraron concentraciones de PM_{10} con valores entre $100 \mu g/m^3$ y $150 \mu g/m^3$ provenientes de la UM Cuajone, del este (E) y este-noreste (ENE).

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

Si bien se alcanzaron los rangos de concentración más altos (paleta marrón y morada) en todas las estaciones del año, las concentraciones que predominaron durante el periodo de evaluación enero – diciembre de 2019, estuvieron en el rango de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (paleta amarilla y anaranjada).

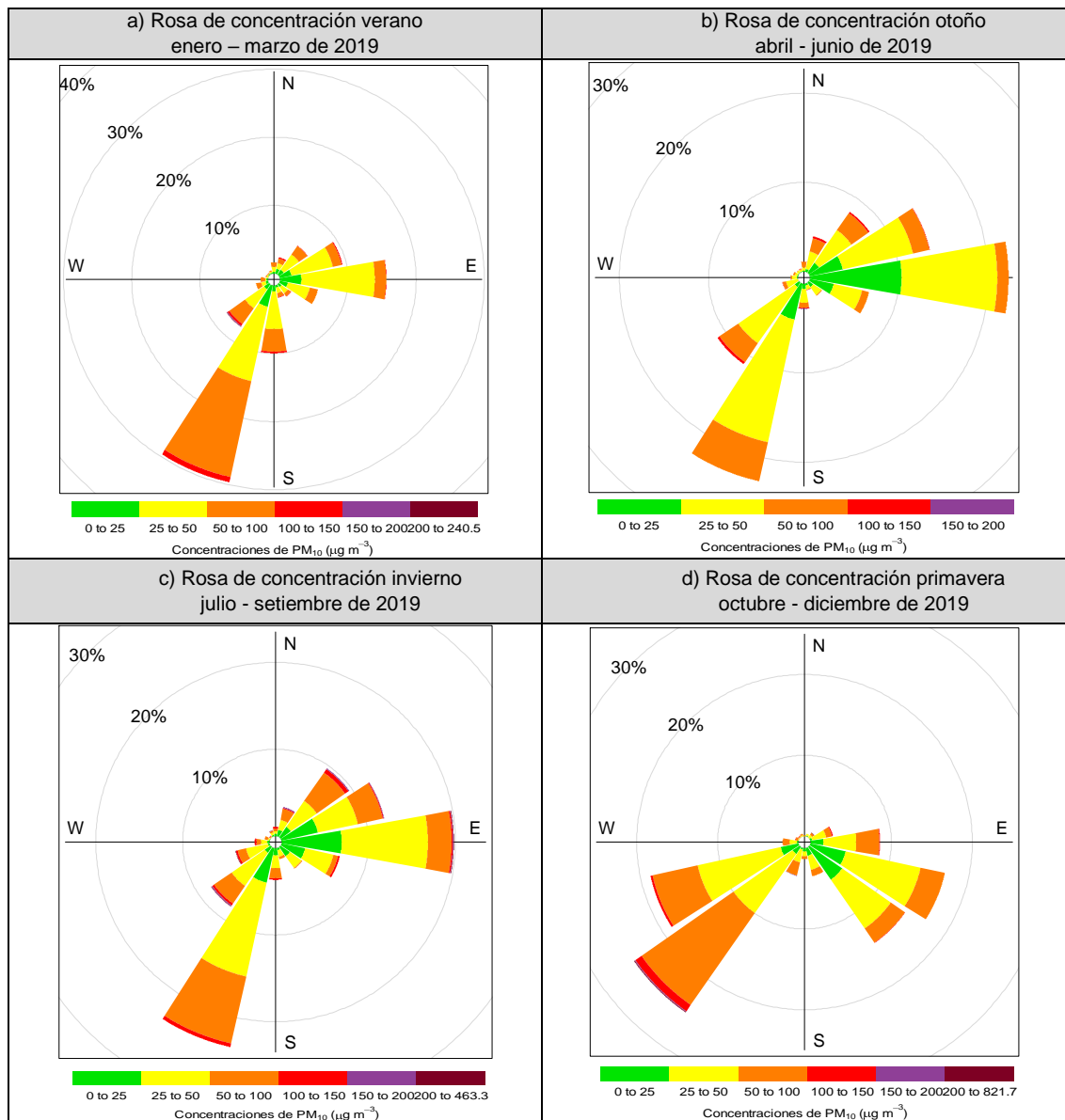


Figura 8.5. Representación gráfica de las rosas de concentración de PM_{10} en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01, durante el periodo de evaluación enero – diciembre de 2019; a) en la estación verano, b) estación otoño, c) estación invierno y d) estación primavera.

Nota: Las paletas indican la dirección de donde provienen las concentraciones de PM_{10}

La Figura 8.6 muestra la evolución horaria de PM_{10} , promediadas en los días de la semana, durante el periodo de evaluación de enero a diciembre de 2019; se observa que todos los días se mantiene el mismo comportamiento con concentraciones que varían entre 28,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 63,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Las concentraciones más bajas se registraron en las horas nocturnas y las concentraciones más altas en horas de la mañana; los miércoles, jueves y viernes, se registraron altos valores, también, en horas de la tarde.

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

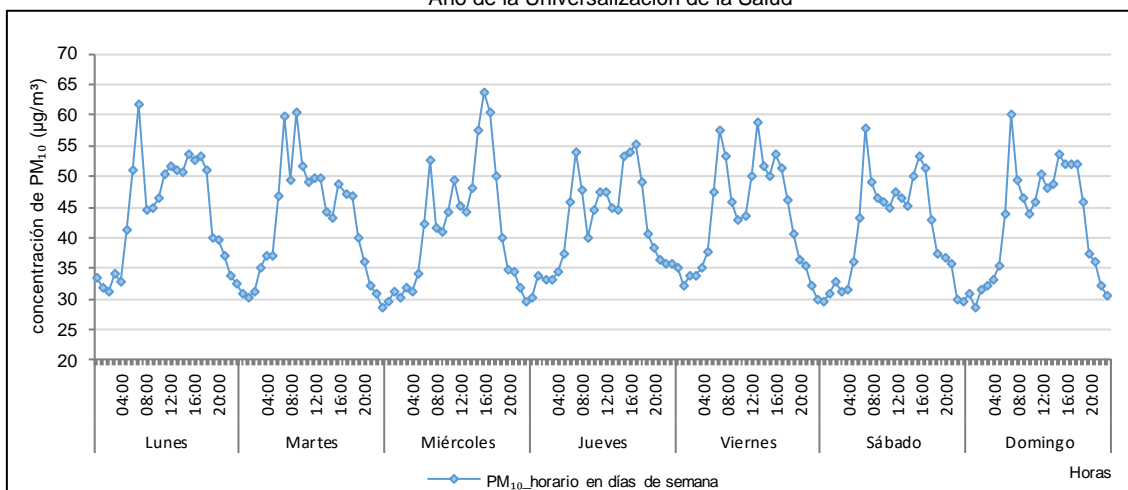


Figura 8.6. Concentraciones horarias promediadas en los días de semana, en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01, durante el periodo de evaluación enero – diciembre de 2019.

8.3. Concentraciones de metales en material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM_{10})

El material particulado PM_{10} , se caracterizó químicamente, es así que, se han reportado los metales⁴: 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 los metales Sb, As, Be, B, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Pb, Mn, Hg, Mo, Ni, Se, Ag, Sr, Sn, Ti, U, V y Zn, no excedieron los valores establecidos en la norma canadiense de referencia, en los meses de febrero y octubre de 2019, esta información se pueden cotejar en las Tablas 8.2. y 8.3.

Tabla 8.2. Concentraciones de metales en PM_{10} a 10° C y 1 atmósfera, en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01, en febrero de 2019.

Metales en PM_{10}		Unidad	Concentración de metales – Volumen a 10 °C			AAQC-Ontario ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
			CA-TO-01			
			11/02/2019	12/02/2019	13/02/2019	
Plata	Ag	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<LC	<LC	<LC	1
Aluminio	Al	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,25583	0,09587	0,25023	-
Arsénico	As	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<LC	<LC	<LC	0,3
Boro	B	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<LC	<LC	<LC	120
Bario	Ba	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,00326	0,00162	0,00417	-
Berilio	Be	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<LC	<LC	<LC	0,01
Bismuto	Bi	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<LC	<LC	<LC	-
Calcio	Ca	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,43018	0,33718	0,47710	-
Cadmio	Cd	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<LC	<LC	<LC	0,025
Cobalto	Co	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<LC	<LC	<LC	0,1
Cromo	Cr	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,05459	0,07312	0,05088	0,5
Cobre	Cu	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,02852	0,01544	0,02085	50
Hierro	Fe	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,57438	0,51918	0,53966	4

⁴ Para fines del presente informe tanto los metales como metaloides se les denominarán metales.

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

Metales en PM ₁₀		Unidad	Concentración de metales – Volumen a 10 °C			AAQC-Ontario (µg/m ³)
			CA-TO-01			
			11/02/2019	12/02/2019	13/02/2019	
Potasio	K	µg/m ³	0,13932	0,08612	0,14096	-
Litio	Li	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	-
Magnesio	Mg	µg/m ³	0,12465	0,05200	0,14430	-
Manganeso	Mn	µg/m ³	0,00978	0,00487	0,00918	0,2
Mercurio	Hg	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	2
Molibdeno	Mo	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	120
Sodio	Na	µg/m ³	0,15561	0,06581	0,22771	-
Níquel	Ni	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	0,1
Fosforo	P	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	-
Plomo	Pb	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	0,5
Antimonio	Sb	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	25
Selenio	Se	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	10
Silicio	Si	µg/m ³	1,21639	0,83198	1,32287	-
Estaño	Sn	µg/m ³	<LC	<LC	0,02085	10
Estroncio	Sr	µg/m ³	0,00244	0,00162	0,00292	120
Titanio	Ti	µg/m ³	0,01141	0,00325	0,00918	120
Talio	Tl	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	-
Vanadio	V	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	2
Zinc	Zn	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	120

<LC: debajo del límite de cuantificación del método de ensayo de laboratorio

Tabla 8.3. Concentraciones de metales en PM₁₀ a 10° C y 1 atmósfera, en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01, en octubre de 2019.

Metales en PM ₁₀		Unidad	Concentración de metales - Volumen a 10 °C						AAQC-Ontario (µg/m ³)
			CA-TO-01						
			14/10/2019	15/10/2019	16/10/2019	17/10/2019	18/10/2019	19/10/2019	
Plata	Ag	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,001	1
Aluminio	Al	µg/m ³	0,670	0,296	0,545	0,544	0,434	0,366	-
Arsénico	As	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,3
Boro	B	µg/m ³	0,033	0,033	0,044	0,077	0,028	0,032	120
Bario	Ba	µg/m ³	0,013	0,009	0,012	0,011	0,010	0,009	-
Berilio	Be	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,01
Bismuto	Bi	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Calcio	Ca	µg/m ³	1,500	0,831	1,344	1,419	1,174	1,206	-
Cadmio	Cd	µg/m ³	0,011	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,025
Cobalto	Co	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,1
Cromo	Cr	µg/m ³	<LC	0,006	0,004	<LC	0,007	0,006	0,5
Cobre	Cu	µg/m ³	0,062	0,019	0,030	0,017	0,019	0,028	50
Hierro	Fe	µg/m ³	0,832	0,384	0,590	0,538	0,453	0,430	4
Potasio	K	µg/m ³	0,456	0,195	0,318	0,336	0,250	0,282	-
Litio	Li	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Magnesio	Mg	µg/m ³	0,428	0,191	0,371	0,395	0,313	0,321	-
Manganeso	Mn	µg/m ³	0,048	0,018	0,027	0,022	0,018	0,020	0,2
Mercurio	Hg	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	2
Molibdeno	Mo	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	120
Sodio	Na	µg/m ³	0,465	0,387	0,657	0,980	0,751	0,903	-
Níquel	Ni	µg/m ³	0,005	<LC	<LC	0,005	<LC	<LC	0,1
Fosforo	P	µg/m ³	0,046	<LC	0,040	0,042	0,035	<LC	-
Plomo	Pb	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	0,016	<LC	<LC	0,5
Antimonio	Sb	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	25
Selenio	Se	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	10

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

Metales en PM ₁₀		Unidad	Concentración de metales - Volumen a 10 °C						AAQC-Ontario (µg/m ³)
			CA-TO-01						
			14/10/2019	15/10/2019	16/10/2019	17/10/2019	18/10/2019	19/10/2019	
Silicio	Si	µg/m ³	1,553	0,857	1,358	1,417	1,213	0,947	-
Estaño	Sn	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	10
Estroncio	Sr	µg/m ³	0,012	0,005	0,010	0,011	0,008	0,008	120
Titanio	Ti	µg/m ³	0,024	0,011	0,020	0,020	0,016	0,014	120
Talio	Tl	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	-
Vanadio	V	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	2
Zinc	Zn	µg/m ³	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	120

<LC: debajo del límite de cuantificación del método de ensayo de laboratorio

8.4. Concentraciones de plomo en material particulado menor a 10 micras (Pb en PM₁₀)

Los ECA para aire establece el nivel de concentración de Pb en PM₁₀, para un periodo mensual y anual pero no contempla un valor para un periodo de 24 horas; por lo que, la concentración de plomo fue comparado de manera referencial con la norma canadiense *Air Ambient Quality Criteria 2012* (AAQC).

En la Figura 8.7 se presentan los resultados de la concentración de plomo en PM₁₀ en 24 horas, en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire CA-TO-01, donde se observa que no excedieron el valor de Pb en PM₁₀ de 0,5 µg/m³ del estándar canadiense referencial, en los días monitoreados de febrero y octubre de 2019.

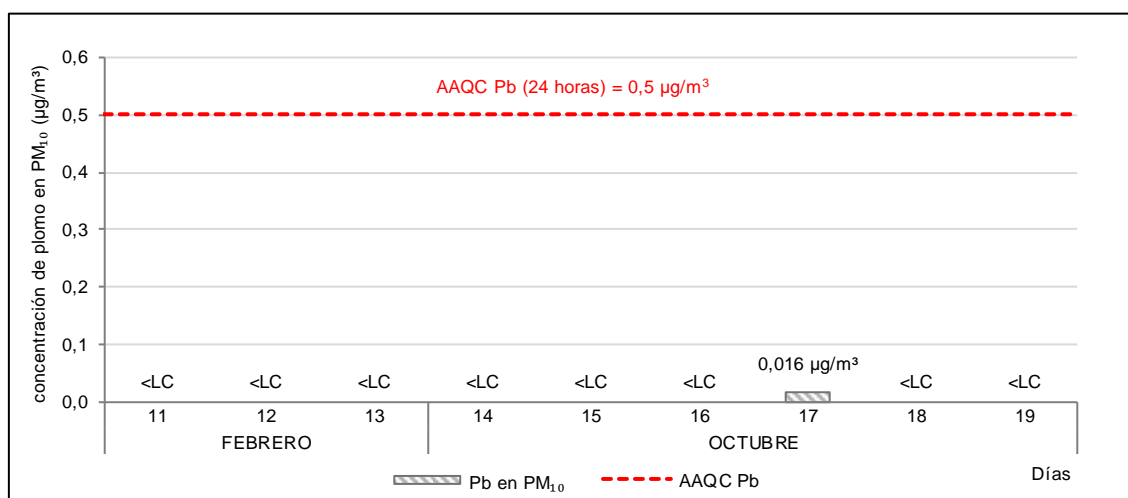


Figura 8.7. Concentraciones Pb en PM₁₀ en 24 horas, de febrero y octubre de 2019

< LC: debajo del límite de cuantificación del método de ensayo de laboratorio.

En la Figura 8.8 se presenta las concentraciones mensuales de plomo en PM₁₀⁵ en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire CA-TO-01, donde se observa que no excedieron el valor referencial establecido en los ECA para aire de 1,5 µg/m³ en ninguno de los meses monitoreados. Cabe precisar que las concentraciones mensuales fueron calculadas con los datos disponibles. El detalle de las concentraciones de metales se presenta en el Anexo 2 (Tabla 18 y 19. Concentración de metales en PM₁₀ a 25°C y 1 atm).

⁵ Para la comparación con los ECA para aire se realizó el cálculo a 25°C y 1 atm

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

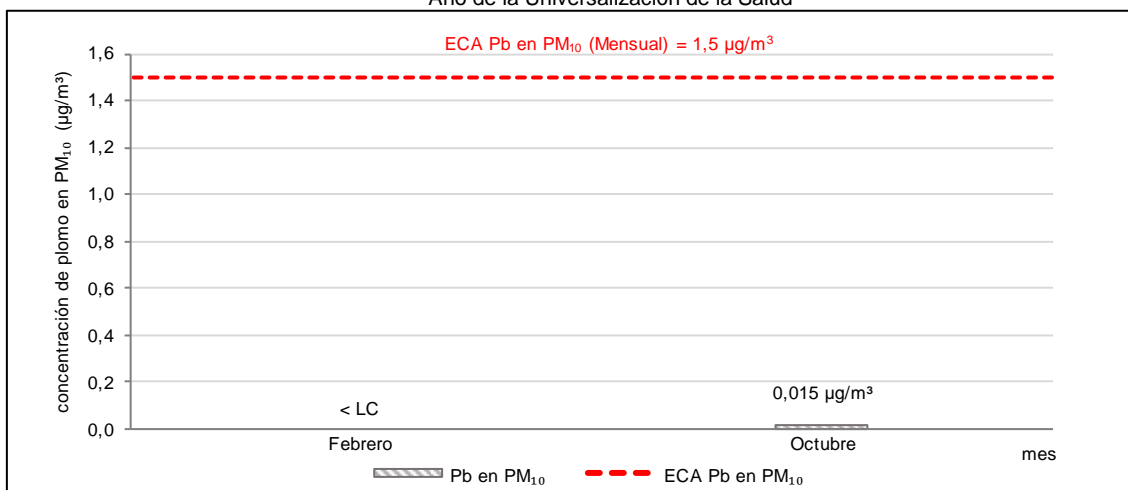


Figura 8.8. Concentraciones mensuales de Pb en PM₁₀, de febrero y octubre de 2019
< LC: debajo del límite de cuantificación del método de ensayo de laboratorio

9. CONCLUSIONES

- Durante el periodo de vigilancia ambiental, los vientos en la temporada de verano (enero-marzo), otoño (abril-junio) e invierno (julio-setiembre) tuvieron similares características; fueron de tipo ventolina, brisas ligeras y brisas suaves procedentes predominantemente del sur-suroeste (SSW) y este (E), en esta última dirección está ubicada la UM Cuajone. En la temporada de primavera (octubre-diciembre) se presentaron vientos de tipo ventolina, brisas ligeras y brisas suaves provenientes del suroeste (SW), oeste-suroeste (WSW), este-sureste (ESE) y sureste (SE). Los vientos provenientes de la UM Cuajone se registraron, principalmente, en horas de la madrugada y noche (00:00 h a 7:00 h y 19:00 h a 23:00 h).
- Las concentraciones de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀) en 24 horas, registradas en la estación CA-TO-01, durante el periodo de vigilancia de enero a diciembre de 2019 cumplieron con el valor de los ECA para aire de 100 µg/m³, aprobado mediante Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM; excepto en un día del mes de diciembre.
- Las rosas de concentraciones de PM₁₀ de enero a diciembre de 2019, evidencian que a las 16:00 horas se alcanzó el rango de concentración de PM₁₀ más alto, proveniente del suroeste (SW); sin embargo, a las 6:00, 7:00, 18:00 y 20:00 horas se registraron concentraciones de PM₁₀ provenientes del este (E) y este-noreste (ENE), donde se ubica UM Cuajone, con valores entre 100 µg/m³ y 200 µg/m³.
- Las concentraciones de los metales en material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀): plomo, plata, arsénico, boro, berilio, cadmio, cobalto, cromo, cobre, hierro, mercurio, manganeso, molibdeno, níquel, antimonio, selenio, estaño, estroncio, titanio, uranio, vanadio y zinc; registradas en la estación CA-TO-01, durante los días de monitoreo de febrero y octubre de 2019, no excedieron los valores establecidos en la norma de referencia canadiense Air Ambient Quality Criteria 2012 (AAQC).
- Las concentraciones mensuales de plomo en PM₁₀, registradas en la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01, no excedieron el valor establecido en los ECA para aire de 1,5 µg/m³, aprobado mediante Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM.

10. RECOMENDACIONES

- Informar para conocimiento y fines pertinentes a los siguientes:
 - Dirección de Supervisión Ambiental en Energía y Minas del OEFA.
 - Oficina Desconcentrada de Moquegua.
 - Municipalidad Distrital de Torata
- Continuar con la vigilancia ambiental en ambiental de la calidad de aire en el Centro Poblado Torata Alta, distrito Torata, provincia Mariscal Nieto, departamento Moquegua.

11. ANEXOS

Anexo 1: Mapa de ubicación de la estación de vigilancia ambiental CA-TO-01

Anexo 2: Sistematización de resultados

Anexo 3: Certificados de calibración de equipos

Anexo 4: Cadenas de custodia

Anexo 5: Informes de ensayo

Es cuanto informamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente:

[LFAJARDO]

[ABRIOS]

[JGARCIA]

Visto este informe 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: 08796738"



08796738