



Municipalidad Provincial
de Arequipa

INFORME

PUNTOS DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE

JUNIO 2025
AREQUIPA

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. BASE LEGAL	1
III. OBJETIVOS	2
A. Objetivo general	2
B. Objetivos específicos	2
IV. MARCO TEÓRICO	2
A. Material particulado	2
1. Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10)	2
2. Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM2.5)	2
3. Dosis de PM2.5	3
B. Fuentes naturales y por acción del hombre	4
C. Estándares de calidad ambiental	4
D. Índice de calidad del aire (AQI)	4
V. RECOJO DE INFORMACIÓN	6
A. Equipos de monitoreo	6
1. Estación Automática	6
2. Estaciones Fijas Manuales	7
B. Ubicación	7
VI. RESULTADOS	10
A. Punto de monitoreo de calidad del aire de OEFA (enero a junio de 2025)	10
1. Parámetros meteorológicos	10
2. Material particulado grueso (PM10)	10
3. Material particulado fino (PM2.5)	15
B. Puntos de monitoreo de calidad del aire de Cerro Verde (2018-2024)	19
1. Uchumayo	19
2. Yarabamba	21
3. Tiabaya	22
4. Quequeña	23
5. Hunter	24
C. Punto de monitoreo de calidad del aire de la DESA	25
1. Puntos de monitoreo de aire DESA 2024	25
2. Puntos de monitoreo de aire DESA 2025 (febrero a junio)	27



Municipalidad Provincial
de Arequipa



VII. DISCUSIÓN.....	30
VIII. CONCLUSIONES.....	31
IX. RECOMENDACIONES.....	31
X. REFERENCIAS.....	32

INFORME DE PUNTOS DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE

I. INTRODUCCIÓN

La calidad del aire constituye un factor esencial para garantizar la salud de la población, la sostenibilidad ambiental y el bienestar de los ecosistemas, en ese contexto, el presente informe tiene como finalidad evaluar el estado de la calidad del aire en la cuenca atmosférica de Arequipa. Esta información se recopila en el marco del Plan de Acción para la Mejora de la Calidad del Aire (PAMCA), el cual busca garantizar el derecho de la población a vivir en un ambiente saludable.

El sistema de monitoreo considerado en este informe integra información obtenida a través de estaciones fijas manuales y una estación automática, gestionados por diferentes actores, siendo el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), la empresa privada (Minera Cerro Verde) y la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DESA). Este esfuerzo conjunto permite recopilar datos clave sobre los principales contaminantes atmosféricos, como es el material particulado (PM10 y PM2.5). Los datos permiten analizar tendencias, identificar posibles zonas de riesgo ambiental, para poder proponer estrategias preventivas y correctivas según el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).

II. BASE LEGAL

- La Constitución Política del Perú, establece que toda persona tiene derecho a la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.
- Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, establece que toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una gestión ambiental efectiva y de proteger el ambiente.
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades y sus modificatorias.
- Ley General de Salud, Ley N.º 26842, que establece el derecho a un ambiente saludable como parte del bienestar integral de la persona.
- Resolución Ministerial N° 339-2012-MINAM, determina la clasificación de dieciocho (18) nuevas zonas de Atención Prioritaria, en donde se encuentra la cuenca atmosférica de Arequipa.
- Decreto Supremo N° 023-2021-MINAM, Política Nacional del Ambiente al 2030, prioriza la gestión integral de la calidad ambiental y la acción frente a la contaminación atmosférica.
- Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM, establece los Estándares de Calidad Ambiental para aire.
- Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM, Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad del Aire, define los criterios técnicos para garantizar calidad, representatividad y comparabilidad de los datos.
- Resolución Ministerial N° 258-2013-MINAM Conformación del Grupo Técnico denominado Grupo de Estudio Técnico Ambiental de la Calidad del Aire (GT - GESTA Zonal de Aire) de Arequipa.

III. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Evaluar el estado de la calidad del aire en la cuenca atmosférica de Arequipa mediante la recopilación de concentraciones de material particulado (PM10 y PM2.5) en las estaciones de monitoreo en funcionamiento, con el fin de identificar riesgos para la salud pública y el ambiente, y aportar información clave para la toma de decisiones.

B. Objetivos específicos

- Ubicar puntos de monitoreo de calidad del aire activos o en funcionamiento en la cuenca atmosférica de Arequipa.
- Recopilar datos de concentraciones de contaminantes de material particulado (PM10 y PM2.5), en las estaciones de monitoreo habilitadas.
- Comparar los resultados encontrados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos en el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM e índice de calidad del aire (AQI), para determinar el nivel de cumplimiento y los riesgos asociados.
- Contribuir a la recopilación de bases de datos de la calidad del aire en Arequipa, como insumo para estudios y acciones de mejora ambiental.

IV. MARCO TEÓRICO

A. Material particulado

El aire puede contener una combinación de partículas sólidas y líquidas suspendidas, las cuales difieren en características como tamaño, forma, superficie y composición química. Algunas de estas partículas son lo bastante grandes u oscuras para percibirse a simple vista, como son el polvo, la suciedad, el hollín o el humo; mientras que las más pequeñas solo pueden observarse mediante microscopios electrónicos (US EPA, 2025a).

1. Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10)

El PM10, son partículas sólidas y líquidas con un diámetro igual o inferior a 10 micras. Entre las fuentes comunes de emisión son procedentes del polen, los rociones marinos y el polvo arrastrado por el viento de la erosión, las zonas agrícolas, las carreteras y las explotaciones mineras. Debido a su tamaño estas pueden penetrar y alojarse en el interior de los pulmones, causando irritación e inflamación y dañando las paredes de las vías respiratorias (OMS, 2018; US EPA, 2025b).

2. Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM2.5)

El PM2.5 son partículas sólidas y líquidas con un diámetro igual o menor a 2.5 micras. Están compuestas por una mezcla heterogénea de compuestos químicos y biológicos, cuya composición varía según su ubicación geográfica. Entre las fuentes más comunes de emisión se encuentran el parque automotor, la generación de energía, las actividades industriales, la agricultura, la quema de biomasa o reacción química entre gases (US EPA, 2025a; OMS, 2018).

Debido a su tamaño microscópico, estas partículas pueden ser inhaladas y llegar hasta el torrente sanguíneo, lo que representa un grave riesgo para la salud. Su exposición

está asociada a enfermedades como asma, cáncer de pulmón, afecciones respiratorias y problemas cerebrovasculares (OMS, 2018; US EPA, 2025b).

3. Dosis de PM2.5

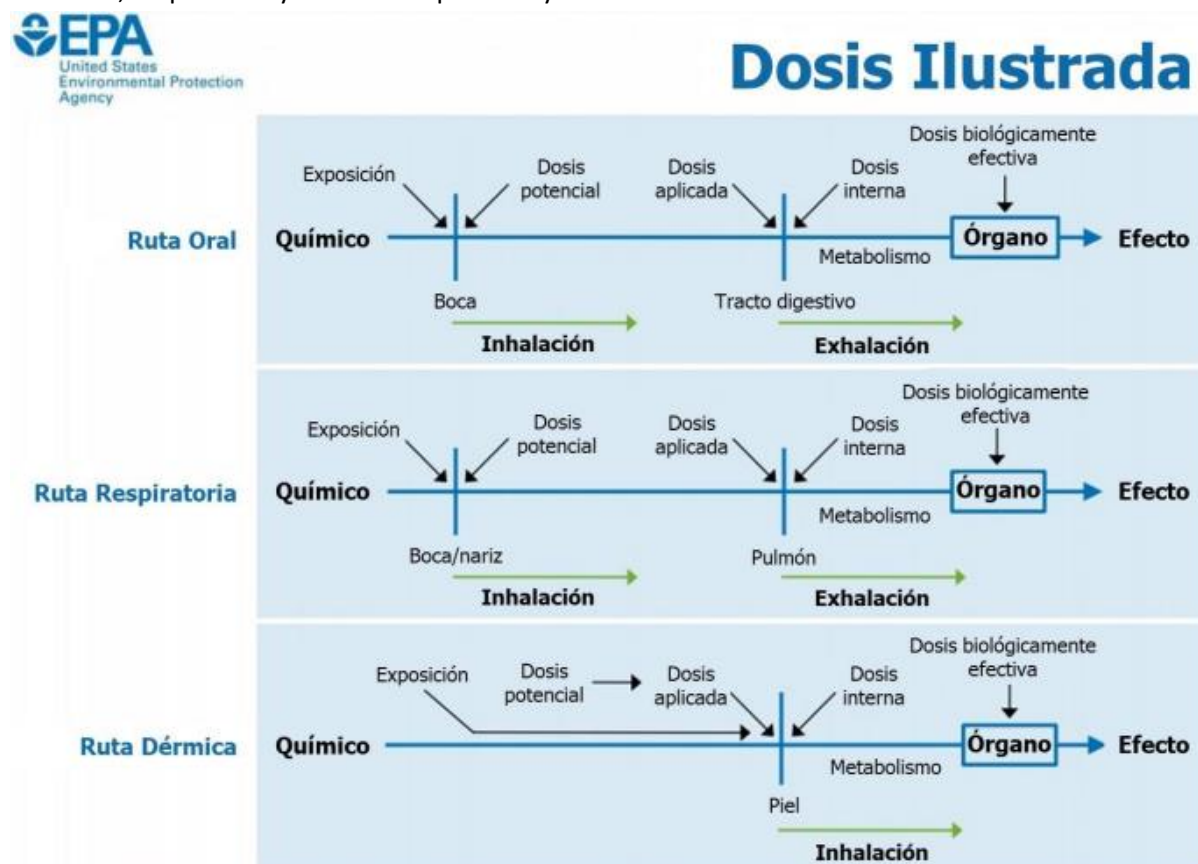
La dosis se define como la cantidad de sustancias químicas o biológicas que ingresan al cuerpo/organismo a través de diversas vías de exposición, como la inhalación, la ingestión y el dérmico (US EPA, 2025c).

De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (1992), existen distintos métodos para cuantificar la dosis (US EPA, 2025c).

- **Dosis potencial:** Corresponde a la cantidad total de un contaminante que ingresa al cuerpo/organismo mediante ingestión, inhalación o contacto dérmico. Sin embargo, no toda se absorbe.
- **Dosis aplicada:** Representa la fracción del contaminante en una barrera de absorción (como la piel, el tracto respiratorio o el intestino) y puede ser absorbida por el cuerpo.
- **Dosis interna:** Se refiere a la cantidad de contaminante que logra atravesar el límite de intercambio (pulmonares) y pasa al torrente sanguíneo, donde puede distribuirse e interactuar con órganos y tejidos, causando efectos biológicos.
- **Dosis biológicamente efectiva:** Es la cantidad de contaminante que interactúa directamente con tejidos u órganos internos objetivos.

Figura 1.

Ruta oral, respiratoria y dérmica: Exposición y dosis



Fuente: US EPA, 1992; Salcedo et al., 2021; US EPA 2025c.

B. Fuentes naturales y por acción del hombre

Se encuentran diversas fuentes de material particulado, las cuales se pueden categorizar en dos grandes grupos:

1. Fuentes naturales

Por la acción del viento sobre el terreno pueden ocasionar tormentas de polvo, fumarolas u erupciones volcánicas, incendios forestales, meteorización de la materia prima, entre otros (Asif et al., 2022).

2. Fuentes por acción del hombre

Se da por el creciente número de vehículos en las calles/carreteras, humo de hornos de ladrilleras, centrales eléctricas, quema de basura, quema de residuos agrícolas, quema de pastos, entre otros (Asif et al., 2022).

C. Estándares de calidad ambiental

Por medio del D.S. N.º 003-2017-MINAM, en el cual se aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire, los cuales fijan la concentración de los elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el suelo en su condición de cuerpo receptor. Estos niveles están diseñados para garantizar que no exista un riesgo significativo para la salud humana ni para el medio ambiente (MINAM, 2017).

Tabla 1.

Estándares de Calidad Ambiental para Aire para PM10 y PM2.5, Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM.

Parámetros	Período	Valor [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Criterios de evaluación	Método de análisis [1]
Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM2.5)	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10)	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	

Fuente: MINAM (2017)

NE: No Exceder.

[1] o método equivalente aprobado.

D. Índice de calidad del aire (AQI)

El Índice de Calidad del Aire de EE.UU. (AQI) es una herramienta desarrollada por la EPA para comunicar el estado de la calidad del aire exterior y su impacto en la salud. Este índice se organiza en seis niveles, identificados por colores, donde cada uno representa un rango específico de valores. A mayor valor del AQI, peor es la contaminación y más graves los

riesgos para la salud. Por ejemplo, un AQI de 50 o menos indica aire limpio o una buena calidad del aire, mientras que uno por encima de 300 señala condiciones extremadamente peligrosas (AirNow, s.f.).

Valores del ICA iguales o menores a 100 se consideran aceptables, pero al superar este umbral, el aire se vuelve dañino, inicialmente para poblaciones sensibles y, al aumentar, para toda la población. El ICA clasifica la calidad del aire en seis categorías, cada una asociada a un grado distinto de riesgo sanitario y un color específico. Este código cromático ayuda a las personas a identificar fácilmente si el aire en su zona es perjudicial (AirNow, s.f.).

Tabla 2.

Índice de calidad del aire según la Metodología de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA)

Estado	Índice de calidad del aire	¿Quién se debe preocupar?	Medidas a tomar por la población
Buena	0 - 50	Ninguno, no existe riesgo	La calidad del aire es aceptable se puede realizar actividades al aire libre
Moderada	51 - 100	Personas que podrían ser excepcionalmente sensibles a la contaminación por partículas.	Personas excepcionalmente sensibles: Contemplar reducir las actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso al aire libre. Prestar atención a la aparición de síntomas como tos o dificultad para respirar. Esto indica que se debe reducir el esfuerzo. Para el resto de las personas: ¡Es un buen día para realizar actividades al aire libre!
Insalubre para grupos sensibles	101 - 150	Los grupos sensibles comprenden a personas con cardiopatías o enfermedades pulmonares, adultos mayores, niños y adolescentes.	Grupos sensibles: Reducir las actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso. Está bien realizar actividades al aire libre, pero descanse a menudo y realice actividades menos intensas. Prestar atención a la aparición de síntomas como tos o dificultad para respirar. Las personas asmáticas deben seguir sus planes de acción y tener a mano medicamentos de acción rápida. Si padece de una cardiopatía: Síntomas como palpitaciones, dificultad para respirar o fatiga inusual pueden indicar un problema grave. Si sufre cualquiera de estos síntomas, comuníquese con su proveedor médico.

Insalubre	151 - 200	Todos	<p>Grupos sensibles: Evitar actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso. Tener en cuenta la posibilidad de realizar las actividades al interior de sus casas.</p> <p>Para el resto de las personas: Reducir las actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso. Descansar a menudo durante las actividades al aire libre.</p>
Muy insalubre	201 - 300	Todos	<p>Grupos sensibles: Evitar todas las actividades físicas al aire libre. Trasladar las actividades al interior o reprogramarlas para cuando la calidad del aire sea mejor.</p> <p>Para el resto de las personas: Evitar las actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso. Contemplar trasladar las actividades al interior o reprogramarlas a un horario en el que la calidad del aire sea mejor.</p>
Peligrosa	301-500	Todos	<p>Todos: Evitar todas las actividades físicas al aire libre.</p> <p>Grupos sensibles: Permanecer adentro y mantener un nivel de actividad bajo. Seguir las sugerencias para mantener bajos los niveles de partículas en ambientes cerrados.</p>

Fuente: Senamhi (2025), AirNow (s.f.).

V. RECOJO DE INFORMACIÓN

A. Equipos de monitoreo

Se está dando el primer paso para la implementación de una red de monitoreo que combine estaciones fijas y una estación automática, con el fin de garantizar la cobertura espacial adecuada y la representatividad de los datos obtenidos en la cuenca atmosférica de arequipa.

1. Estación Automática

Equipo de alta tecnología instalado en Socabaya, bajo la gestión del OEFA. Cuenta con dos (02) estaciones de monitoreo, operan de manera continua y automática (OEFA 2025), siendo el primero CA-SOC-01, el cual además de medir parámetros meteorológicos también mide PM10 y PM2.5. El segundo punto es CA-UCH-01, el cual solo mide parámetros meteorológicos, desde enero de 2024.

Tabla 3.

Equipos utilizados en el monitoreo de los puntos de OEFA (CA-SOC-01 y CA-UCH-01)

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo
Estación de monitoreo Socabaya (CA-SOC-01)			
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10)	Monitor automático de partículas	GRIMM	EDM 180
Material particulado con diámetro menor a 25 micras (PM25)			

Velocidad y dirección de viento	Sensor anemométrico	Lastem	DNB105.2
Presión atmosférica	Sensor de presión	Lastem	DQA251
Temperatura ambiente y humedad relativa	Sensor de temperatura y humedad	Lastem	DMA975
Precipitación	Sensor pluviométrico	Lastem	DQA231.1
Estación de monitoreo Uchumayo (CA-UCH-01)			
Velocidad y dirección de viento	Sensor anemométrico	Lastem	DNB105.2
Presión atmosférica	Sensor de presión	Lastem	DQA251
Temperatura ambiente y humedad relativa	Sensor de temperatura y humedad	Lastem	DMA975
Precipitación	Sensor pluviométrico	Lastem	DQA231.1

Fuente: Elaboración propia, basado en data de OEFA (2025)

2. Estaciones Fijas Manuales

Equipos instalados de forma permanente en puntos estratégicos, operados por entidades como Sociedad Minera Cerro Verde y la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DESA). Estas estaciones permiten mediciones de PM10, PM2.5 y otros contaminantes, utilizando técnicas manuales de muestreo (Cerro Verde, 2025)

Sociedad Minera Cerro Verde

Hacen uso de los siguientes equipos: Muestreador High Vol PM10, Muestreador Low Vol PM2.5 PQ 200 BGI y una estación meteorológica por cada punto de monitoreo (Cerro Verde, 2025)

Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DESA)

Realizaron el monitoreo con el Impactador Harvard de Bajo Volumen (Separación Inercial Filtración Gravimétrica) Método Equivalente (DESA, 2025).

B. Ubicación

Las estaciones están distribuidas estratégicamente en los distritos de Hunter, Tiabaya, Uchumayo, Yarabamba, Quequeña, Socabaya, Hunter y Cercado, considerando variables como densidad poblacional, actividad industrial y fuentes de contaminación identificadas, véase la **Tabla 3**.

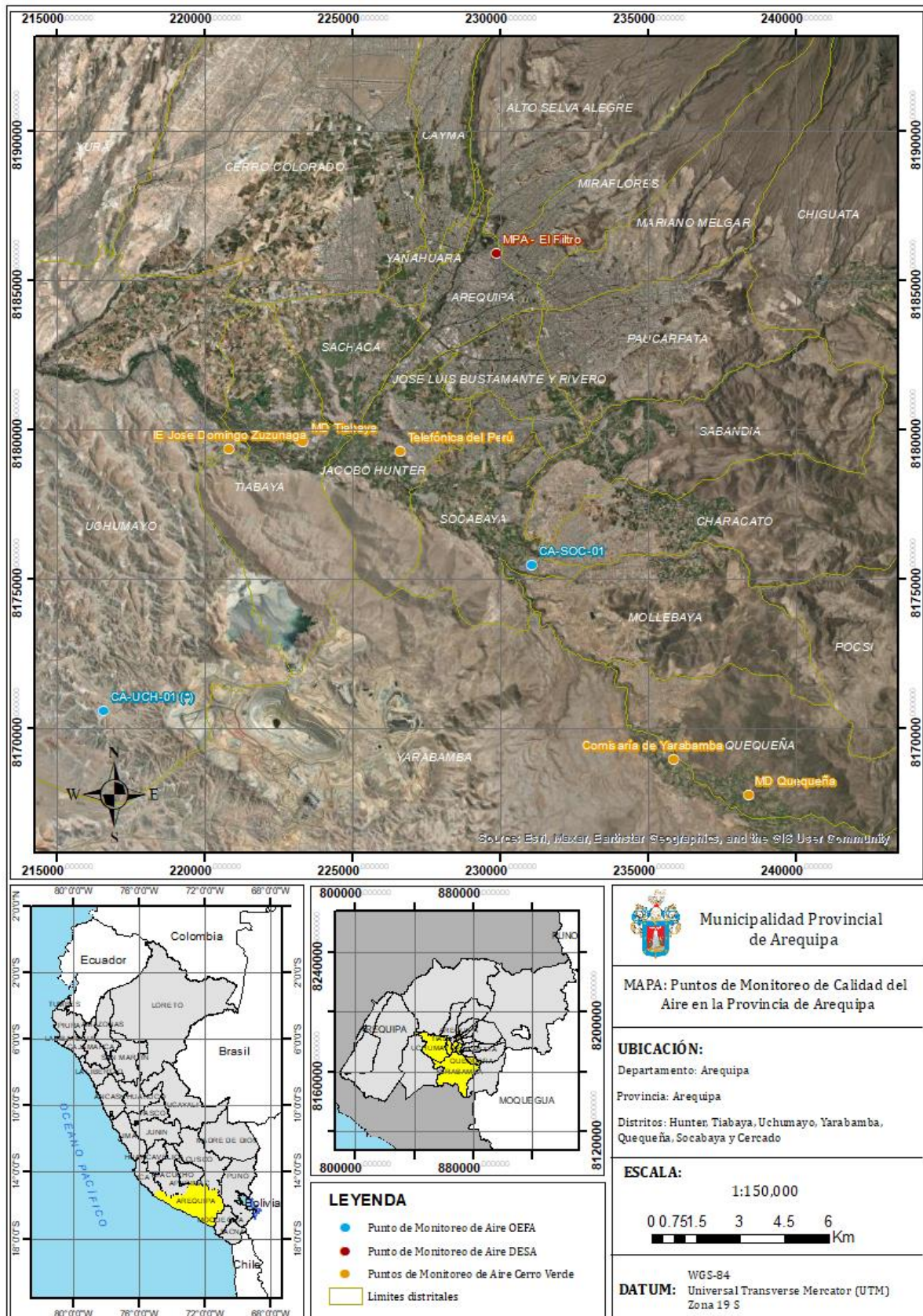
Tabla 3

Coordenadas de puestos de monitoreo de calidad del aire.

ENTIDAD	DISTRITO	DETALLE	Nombre	ESTE	NORTE	ZONA
Cerro Verde	Yarabamba	Comisaría de Yarabamba	-	235856	8168973	19 K
	Quequeña	Municipalidad Distrital de Quequeña	-	238397	8167764	19 K
	Uchumayo	Institución Educativa Jose Domingo Zuzunaga PP. JJ Cerro Verde	-	220639	8179327	19 K
	Tiabaya	Municipalidad Distrital de Tiabaya	-	223340	8179580	19 K
	Hunter	Telefónica del Perú del Distrito de Hunter	-	226603	8179251	19 K
OEFA	Socabaya	Institución Educativa Corazón de Jesús	CA-SOC-01	231062	8175452	19 K
	Uchumayo	Estación de monitoreo operacional Sur 2A -Cerro Verde, en el distrito de Uchumayo	CA-UCH-01	216594	8170587	19 K
DESA	El filtro	Dentro de la Municipalidad Provincial de Arequipa	-	229864	8185884	19 K

Nota: Basado de Cerro Verde (2025), OEFA (2025) y Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (2024)

Figura 2. Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de aire



Fuente: Elaboración propia

(*): CA-UCH-01, estación de monitoreo meteorológico desde enero de 2024.

VI. RESULTADOS

A. Punto de monitoreo de calidad del aire de OEFA (enero a junio de 2025)

1. Parámetros meteorológicos

En cuanto a parámetros meteorológicos en la estación de monitoreo de Socabaya (CA-SOC-01) del 01 de enero al 30 de junio de 2025, se observa que la presión atmosférica varió de 574.5 a 580.0 mmHg, en cuanto a la precipitación de 0.0 a 73.2 mm, la temperatura varió de 4.9 a 26.6 °C, la humedad relativa fue de 5.1 a 99.3 (%) y finalmente en cuanto a la velocidad del viento de 0.4 a 6.9 m/s.

Tabla 4.

Parámetros meteorológicos horarios registrados en la estación de monitoreo CA-SOC-01, de enero a junio de 2025.

Mes	Valores	Presión atmosférica (mmHg)	Precipitación (mm)	Temperatura ambiental (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad de Viento (m/s)
Enero	Mínimo	575.0	0.0	8.7	18.3	0.5
	Máximo	579.7	1.4	23.5	95.0	6.9
	Promedio*	577.3	6.2	16.1	60.9	2.8
Febrero	Mínimo	574.5	0.0	11.3	27.2	0.5
	Máximo	579.9	6.4	24.2	99.3	6.5
	Promedio*	577.0	73.2	15.7	81.1	2.5
Marzo	Mínimo	575.3	0.0	9.0	18.7	0.4
	Máximo	579.8	3.4	24.2	99.2	6.2
	Promedio*	577.4	23.2	16.0	69.7	2.5
Abril	Mínimo	575.5	0.0	7.2	7.1	0.7
	Máximo	579.4	0.0	24.7	87.9	6.5
	Promedio*	577.2	0.0	15.8	48.6	2.9
Mayo	Mínimo	575.9	0.0	6.7	5.1	0.8
	Máximo	579.8	0.0	26.4	82.5	6.7
	Promedio*	577.6	0.0	15.9	34.2	3.0
Junio	Mínimo	575.7	0.0	4.9	5.8	0.6
	Máximo	580.0	0.0	26.6	88.8	6.5
	Promedio*	577.8	0.0	14.7	30.6	2.9

Fuente: Elaboración propia, basado en data de OEFA (2025)

*: Precipitación acumulada

2. Material particulado grueso (PM10)

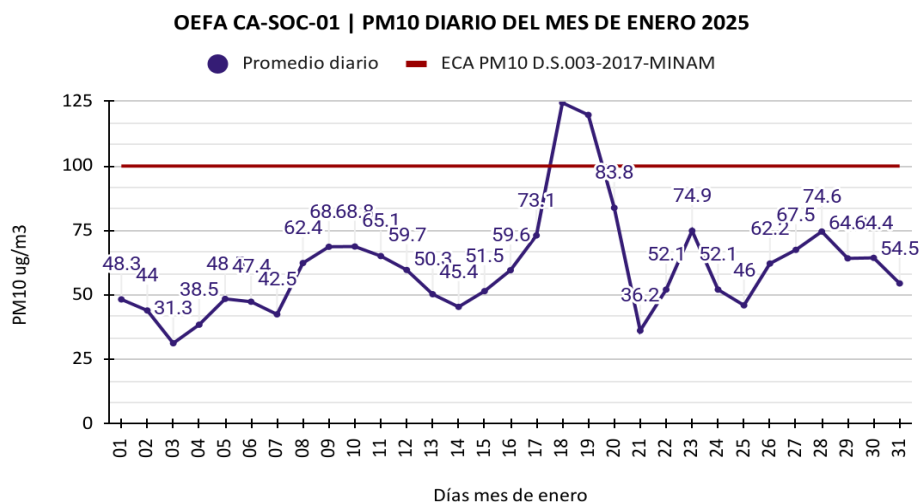
Hasta la fecha de la elaboración del presente informe, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA, tiene activo un equipo de alta tecnología instalado en el distrito de Socabaya. Esta estación opera de manera continua y automática, generando datos en tiempo real de PM10 y PM2.5; como también tiene una estación en Uchumayo, sin embargo, esta cuenta solo con información meteorológica desde enero de 2024 (OEFA 2025).

En la **Figura 3** se observan las concentraciones promedio de 24 horas de PM10, del 01 al 31 de enero de 2025, registradas en la estación de monitoreo Socabaya (CA-SOC-01), dentro de

las cuales se tiene el valor mínimo el 3 de enero con 31.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta llegar a la concentración máxima el 18 de enero, siendo de 124.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; cabe mencionar que el 19 de enero obtuvieron un valor de 119.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; superando así en dos oportunidades el valor ECA.

Figura 3.

Promedio de PM10 diario en el mes de enero 2025, en la estación del OEFA, ubicado en el distrito de Socabaya CA-SOC-01.

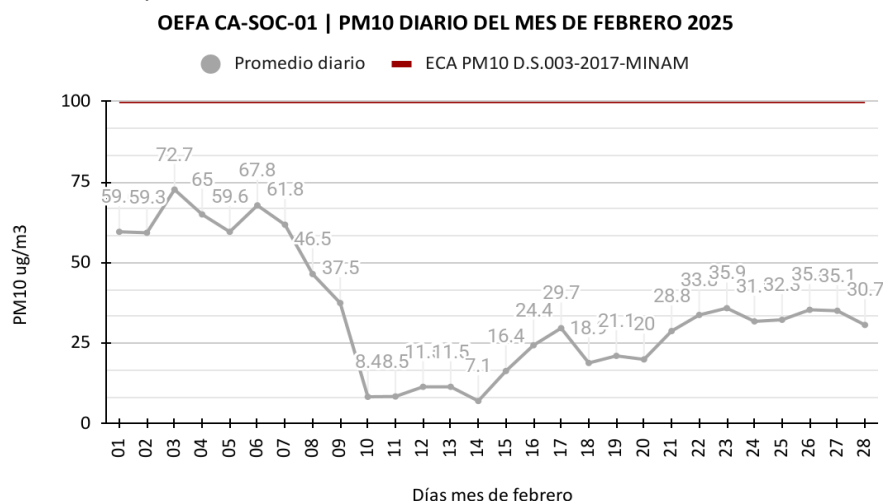


Fuente: Elaboración propia, basado en data de OEFA (2025)

En la **Figura 4** se observan las concentraciones promedio de 24 horas de PM10, del 01 al 28 de febrero de 2025, registradas en la estación de monitoreo Socabaya (CA-SOC-01), dentro de las cuales se tiene el valor mínimo el 14 de febrero con 7.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta llegar a la concentración máxima el 3 de febrero, siendo de 72.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; cabe mencionar que durante este periodo no se excedió el valor ECA para PM10.

Figura 4.

Promedio de PM10 diario en el mes de febrero de 2025, en la estación del OEFA, ubicado en el distrito de Socabaya CA-SOC-01.



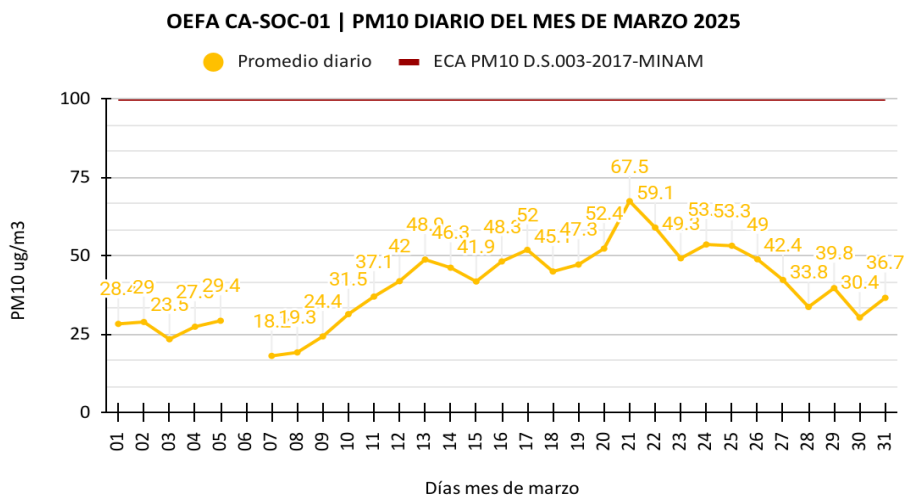
Fuente: Elaboración propia, basado en data de OEFA (2025)

En la **Figura 5** se observan las concentraciones promedio de 24 horas de PM10, del 01 al 31 de marzo de 2025, registradas en la estación de monitoreo Socabaya (CA-SOC-01), teniendo

el valor mínimo el 07 de marzo con 18.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta llegar a la concentración máxima el 21 de marzo, siendo de 67.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; cabe mencionar que durante este periodo no se excedió el valor ECA para PM10; de igual manera no se encontró data el día 06 de marzo, debido a que se menciona en el informe de OEFA la insuficiencia de datos (ID).

Figura 5.

Promedio de PM10 diario en el mes de marzo de 2025, en la estación del OEFA, ubicado en el distrito de Socabaya, con nombre de CA-SOC-01.

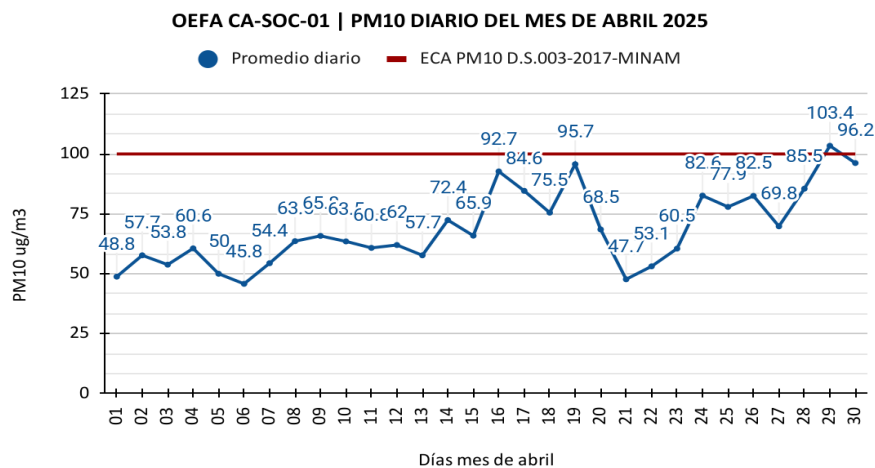


Fuente: Elaboración propia, basado en data de OEFA (2025)

En la **Figura 6** se observan las concentraciones promedio de 24 horas de PM10, del 01 al 30 de abril de 2025, registradas en la estación de monitoreo Socabaya (CA-SOC-01), dentro de las cuales se tiene el valor mínimo el 06 de abril con 45.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta llegar a la concentración máxima el 29 de abril, siendo de 103.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; cabe mencionar que este último valor supera el ECA para aire de PM10 de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas.

Figura 6.

Promedio de PM10 diario en el mes de abril de 2025, en la estación del OEFA, ubicado en el distrito de Socabaya, con nombre de CA-SOC-01.



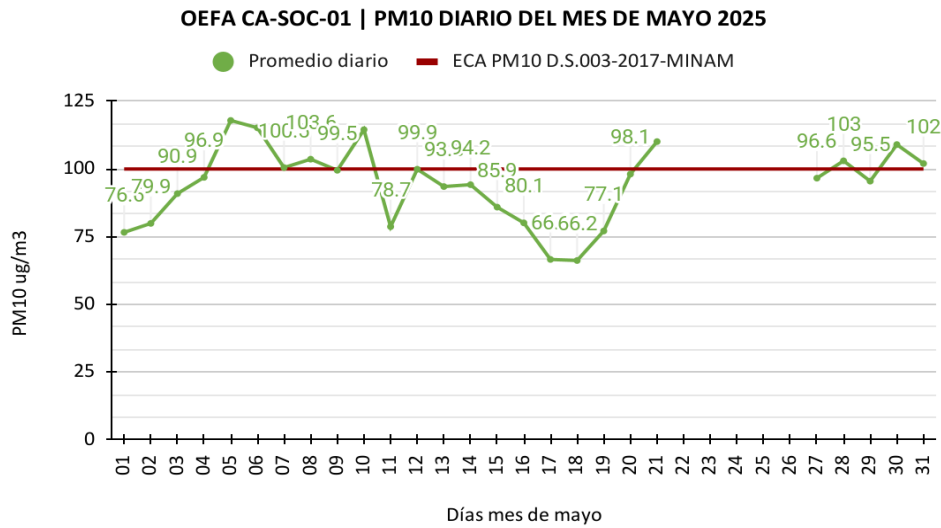
Fuente: Elaboración propia, basado en data de OEFA (2025)

En la **Figura 7** se observan las concentraciones promedio de 24 horas de PM10, del 01 al 31 de mayo de 2025, registradas en la estación de monitoreo Socabaya (CA-SOC-01), dentro de

las cuales se tiene el valor mínimo el 18 de mayo con 66.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta llegar a la concentración máxima el 05 de mayo, siendo de 117.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; cabe mencionar que durante este periodo se excedieron en nueve (09) días el valor ECA para PM10 en 24 horas.

Figura 7.

Promedio de PM10 diario en el mes de mayo de 2025, en la estación del OEFA, ubicado en el distrito de Socabaya, con nombre de CA-SOC-01.

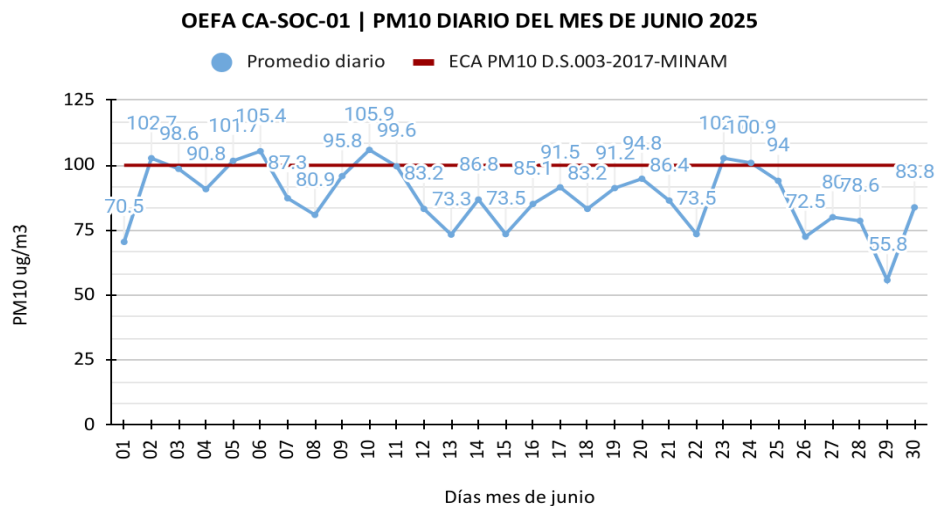


Fuente: Elaboración propia, basado en data de OEFA (2025)

En la **Figura 8** se observan las concentraciones promedio de 24 horas de PM10, del 01 al 30 de junio de 2025, registradas en la estación de monitoreo Socabaya (CA-SOC-01), dentro de las cuales se tiene el valor mínimo el 29 de junio con 55.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta llegar a la concentración máxima el 10 de junio, siendo de 105.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; cabe mencionar que durante este periodo se excedieron en seis (06) días el valor ECA para PM10 en 24 horas.

Figura 8.

Promedio de PM10 diario en el mes de junio de 2025, en la estación del OEFA, ubicado en el distrito de Socabaya, con nombre de CA-SOC-01.



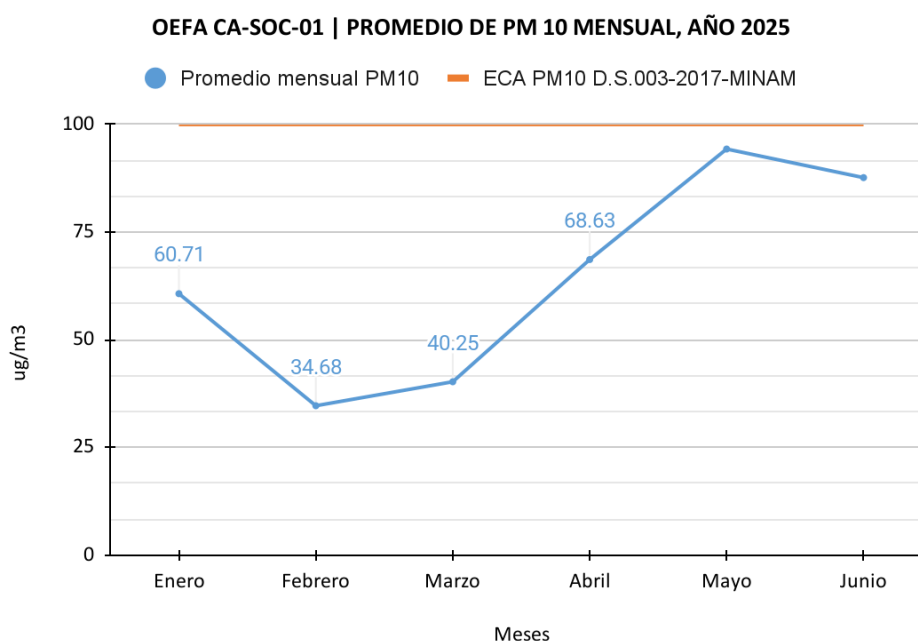
Fuente: Elaboración propia, basado en data de OEFA (2025)

En la **Figura 9** se puede observar las concentraciones promedio mensuales de PM10 entre los meses de enero a junio, obtenido a través de la base de datos del sitio web de OEFA. El

mes de febrero mostró la concentración diaria más baja, siendo de 7.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y una media mensual de 34.68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el mes de marzo se tuvo una mínima diaria de 18.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y una media mensual de 40.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En contraste, entre los meses de enero a junio, se registró la concentración más alta en el primer mes del año 2025, con 124.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y una media mensual de 60.71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que en el mes de mayo también se presentó el valor máximo de 117.9 con una media mensual de 94.31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Así mismo, se observan niveles elevados en junio (máxima diaria de 105.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y media mensual de 87.67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y abril (máxima diaria 103.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y media mensual 68.63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Cabe mencionar que durante este periodo no se excedió el valor ECA para PM10

Figura 9.

Promedio de PM10 mensual, en la estación del OEFA, ubicado en el distrito de Socabaya CA-SOC-01



Fuente: Elaboración propia, basado en data de OEFA (2025)

a) Calendario promedio diario AQI (PM10)

En la **Figura 10**, se observa la gráfica en forma de calendario para concentraciones diarias de material particulado con un diámetro menor a 10 micras (PM10), en el periodo de enero a junio de 2025.

La figura hace mención a la evolución en el tiempo del PM10, permitiendo relacionar la estacionalidad y la distribución de las concentraciones en base los días del año. Identificando que entre los meses de enero a junio de 2025; se puede observar 18 excedencias en lo que va del periodo mencionado, los valores de concentración con recuadro anaranjado son los días en que se superó el ECA para aire en PM10 (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas).

Figura 10.

Calendario según el Índice de calidad del aire (AQI) de promedios diarios de PM10, en la estación del OEFA, ubicado en el distrito de Socabaya CA-SOC-01.



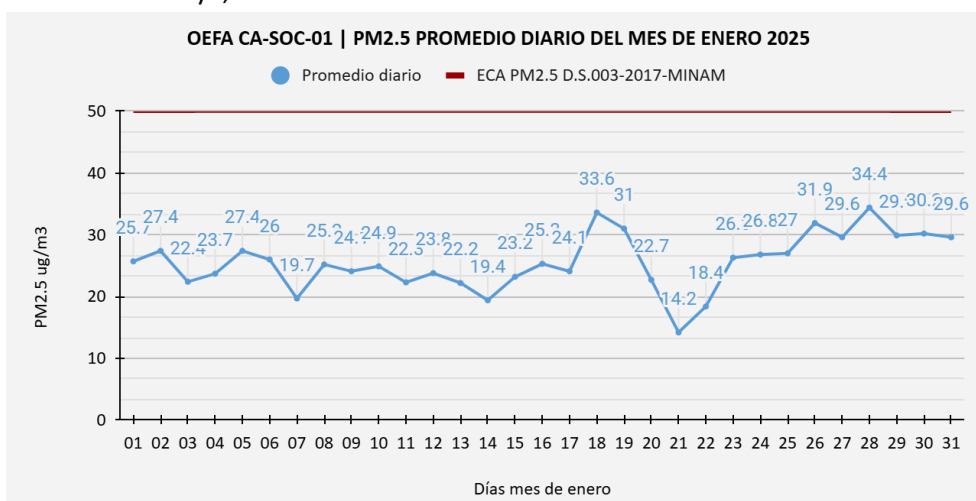
Fuente: Elaboración propia, basado en data de OEFA (2025)

3. Material particulado fino (PM2.5)

En la **Figura 11** se observan las concentraciones promedio de 24 horas de PM2.5, del 01 al 31 de enero de 2025, registradas en la estación de monitoreo Socabaya (CA-SOC-01), dentro de las cuales se tiene el valor mínimo el 21 de enero con 14.2 µg/m³ hasta llegar a la concentración máxima el 28 de enero, siendo de 34.4 µg/m³; Cabe mencionar que durante este periodo no se excedió el valor ECA para aire de PM2.5 de 24 horas (50µg/m³).

Figura 11.

Promedio de PM2.5 diario en el mes de marzo de 2025, en la estación del OEFA, ubicado en el distrito de Socabaya, con nombre de CA-SOC-01.



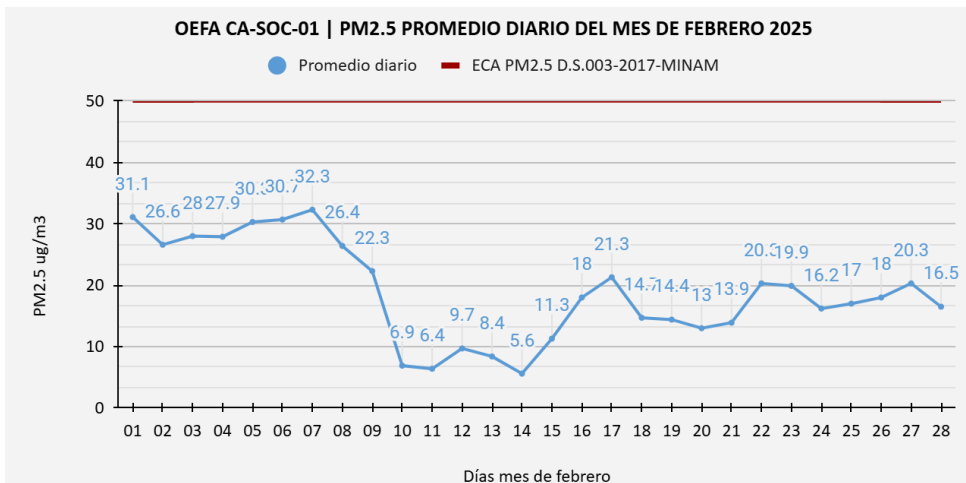
Fuente: Elaboración propia, basado en data de OEFA (2025)

En la **Figura 12** se observan las concentraciones promedio de 24 horas de PM2.5, del 01 al 28 de febrero de 2025, registradas en la estación de monitoreo Socabaya (CA-SOC-01),

dentro de las cuales se tiene el valor mínimo el 14 de febrero con 5.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta llegar a la concentración máxima el 07 de febrero, siendo de 32.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; Cabe mencionar que durante este periodo no se excedió el valor ECA para aire de PM2.5 de 24 horas (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Figura 12.

Promedio de PM2.5 diario en el mes de febrero de 2025, en la estación del OEFA, ubicado en el distrito de Socabaya, con nombre de CA-SOC-01.

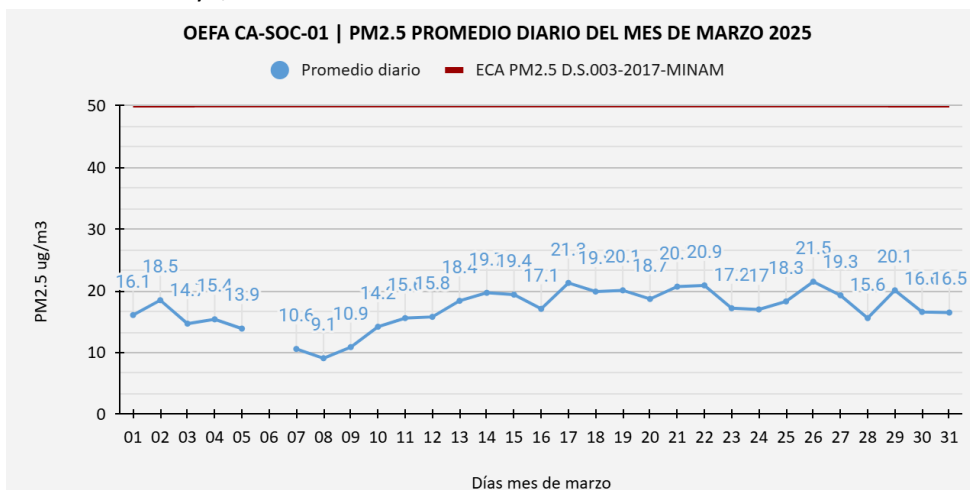


Fuente: Elaboración propia, basado en data de OEFA (2025)

En la **Figura 13** se observan las concentraciones promedio de 24 horas de PM2.5, del 01 al 31 de marzo de 2025, registradas en la estación de monitoreo Socabaya (CA-SOC-01), dentro de las cuales se tiene el valor mínimo el 08 de marzo con 9.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta llegar a la concentración máxima el 26 de marzo, siendo de 21.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; Cabe mencionar que durante este periodo no se excedió el valor ECA para aire de PM2.5 de 24 horas (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Figura 13.

Promedio de PM2.5 diario en el mes de marzo de 2025, en la estación del OEFA, ubicado en el distrito de Socabaya, con nombre de CA-SOC-01.



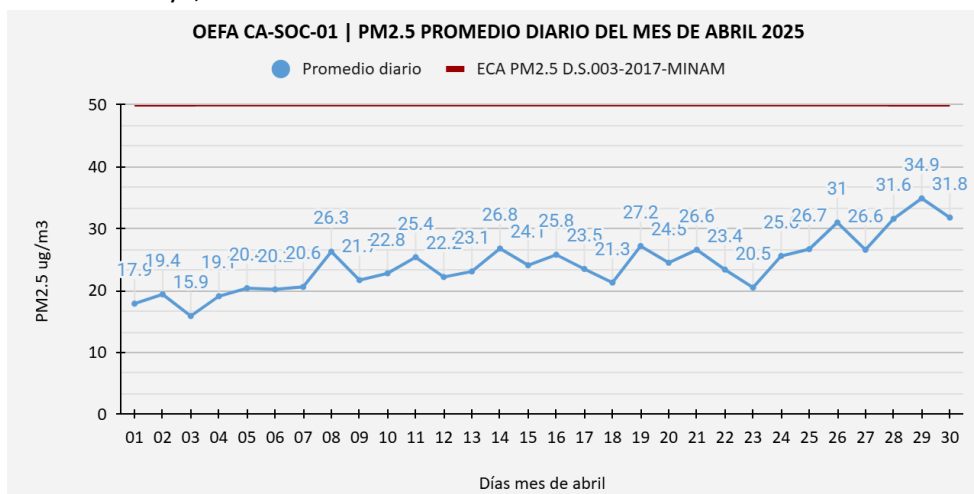
Fuente: Elaboración propia, basado en data de OEFA (2025)

En la **Figura 14** se observan las concentraciones promedio de 24 horas de PM2.5, del 01 al 30 de abril de 2025, registradas en la estación de monitoreo Socabaya (CA-SOC-01), dentro

de las cuales se tiene el valor mínimo el 03 de abril con 15.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta llegar a la concentración máxima el 29 de abril, siendo de 34.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; Cabe mencionar que durante este periodo no se excedió el valor ECA para aire de PM2.5 de 24 horas (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Figura 14.

Promedio de PM2.5 diario en el mes de abril de 2025, en la estación del OEFA, ubicado en el distrito de Socabaya, con nombre de CA-SOC-01.

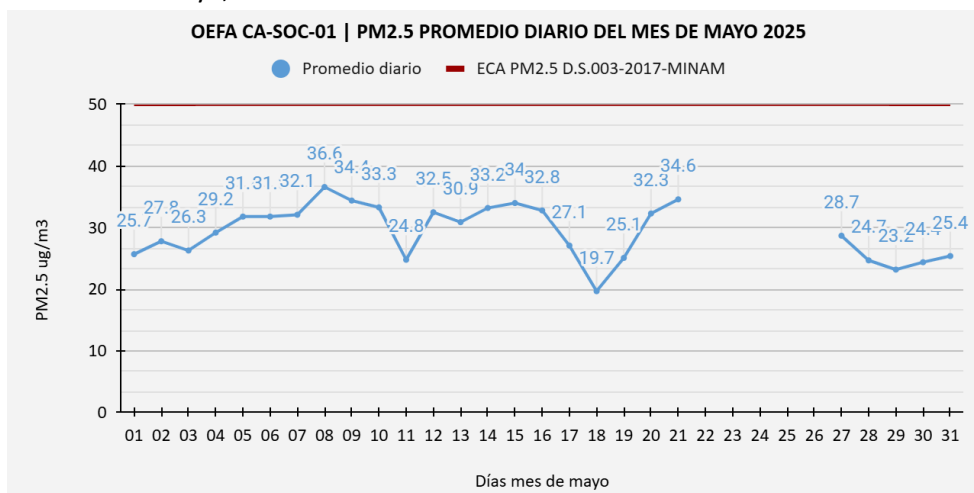


Fuente: Elaboración propia, basado en data de OEFA (2025)

En la **Figura 15** se observan las concentraciones promedio de 24 horas de PM2.5, del 01 al 31 de mayo de 2025, registradas en la estación de monitoreo Socabaya (CA-SOC-01), dentro de las cuales se tiene el valor mínimo el 18 de mayo con 19.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta llegar a la concentración máxima el 08 de mayo, siendo de 36.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; Cabe mencionar que durante este periodo no se excedió el valor ECA para aire de PM2.5 de 24 horas (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Figura 15.

Promedio de PM2.5 diario en el mes de mayo de 2025, en la estación del OEFA, ubicado en el distrito de Socabaya, con nombre de CA-SOC-01.



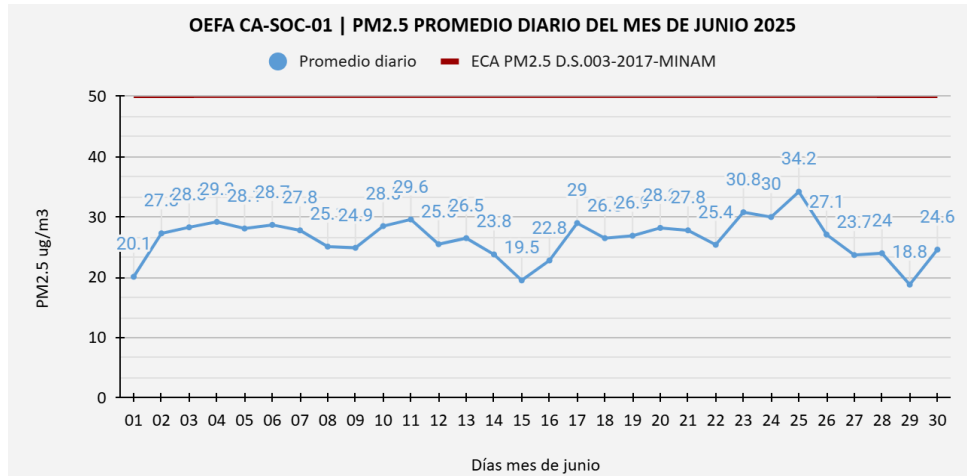
Fuente: Elaboración propia, basado en data de OEFA (2025)

En la **Figura 16** se observan las concentraciones promedio de 24 horas de PM2.5, del 01 al 30 de junio de 2025, registradas en la estación de monitoreo Socabaya (CA-SOC-01), dentro

de las cuales se tiene el valor mínimo el 29 de junio con $18.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta llegar a la concentración máxima el 25 de junio, siendo de $34.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$; Cabe mencionar que durante este periodo no se excedió el valor ECA para aire de $\text{PM}_{2.5}$ de 24 horas ($50\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Figura 16.

Promedio de $\text{PM}_{2.5}$ diario en el mes de junio de 2025, en la estación del OEFA, ubicado en el distrito de Socabaya, con nombre de CA-SOC-01.

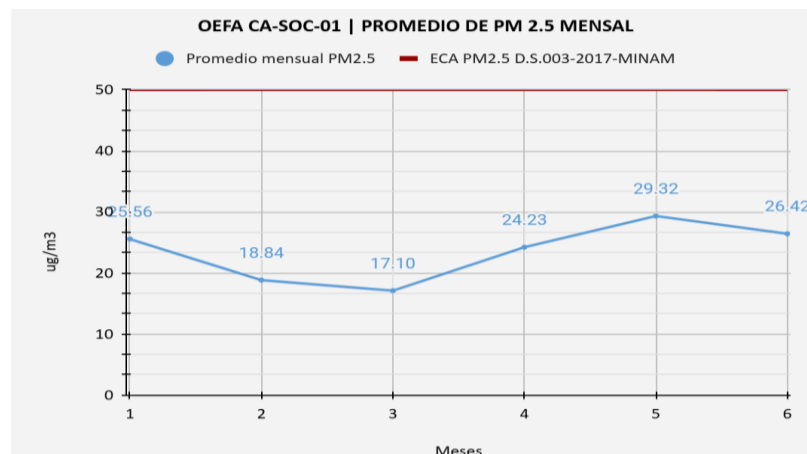


Fuente: Elaboración propia, basado en data de OEFA (2025)

En la **Figura 17** se puede observar las concentraciones promedio mensuales de $\text{PM}_{2.5}$ entre los meses de enero a junio, obtenido a través de la base de datos del sitio web de OEFA. El mes de febrero mostró la concentración diaria más baja, siendo de $5.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y una media mensual de $18.84 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en el mes de marzo se tuvo una mínima diaria de $9.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y una media mensual de $17.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En contraste en el mes de mayo se registró la concentración más alta diaria, siendo de $36.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con una media mensual de $29.32 \mu\text{g}/\text{m}^3$, seguida del mes de junio, con una media mensual de $26.42 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cabe mencionar que durante este periodo no se excedió el valor ECA para $\text{PM}_{2.5}$.

Figura 17.

Promedio de $\text{PM}_{2.5}$ mensual, en la estación del OEFA, ubicado en el distrito de Socabaya CA-SOC-01



Fuente: Elaboración propia, basado en data de OEFA (2025)

a) Calendario promedio diario OEFA (PM2.5)

En la **Figura 18**, se observa la gráfica en forma de calendario para concentraciones diarias de material particulado con un diámetro menor a 2.5 micras (PM2.5), en el periodo de enero a junio de 2025.

La figura hace mención a la evolución en el tiempo del PM2.5, permitiendo relacionar la estacionalidad y la distribución de las concentraciones en base los días del año. Se identifica que, entre los meses de enero a junio de 2025, no hubo excedencias a los valores establecidos en el ECA para aire en PM2.5 (50 µg/m³ en 24 horas).

Figura 18.

Calendario de promedios diarios de PM2.5, en la estación del OEFA, ubicado en el distrito de Socabaya CA-SOC-01.



Fuente: Elaboración propia, basado en data de OEFA (2025)

B. Puntos de monitoreo de calidad del aire de Cerro Verde (2018-2024)

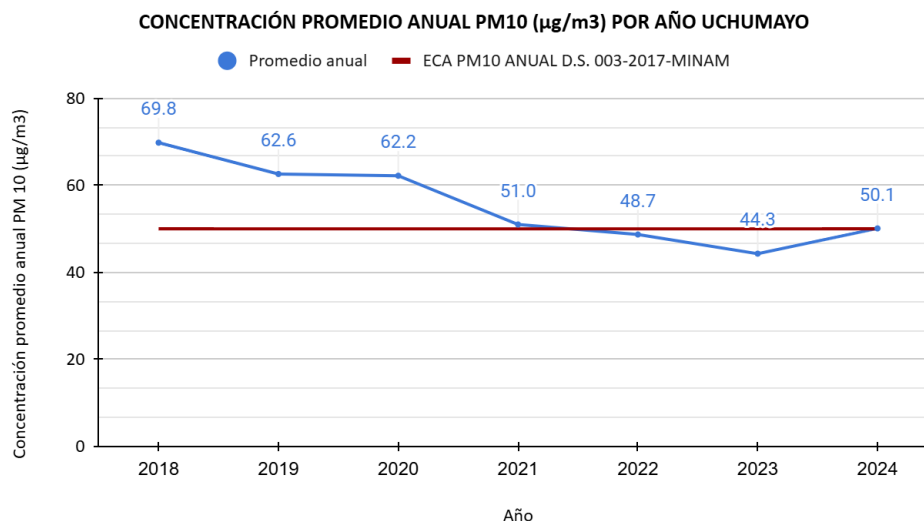
1. Uchumayo

a) Material particulado grueso (PM10)

En la **Figura 19**, se observan las concentraciones promedio anuales de PM10, desde el año 2018 al 2024, registradas en la estación de monitoreo de Uchumayo, dentro de las cuales se tiene el valor mínimo en el año 2023 con 44.3 µg/m³ hasta llegar a la concentración máxima en el 2018, siendo de 69.8 µg/m³; cabe mencionar que durante este periodo la media anual de PM10 para los años 2018, 2019, 2020, 2021 y 2024, los valores exceden la concentración establecida en el ECA para aire de PM10 anual (50 µg/m³ anual).

Figura 19.

Concentración promedio anual PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en su sede de Uchumayo, años 2018-2024



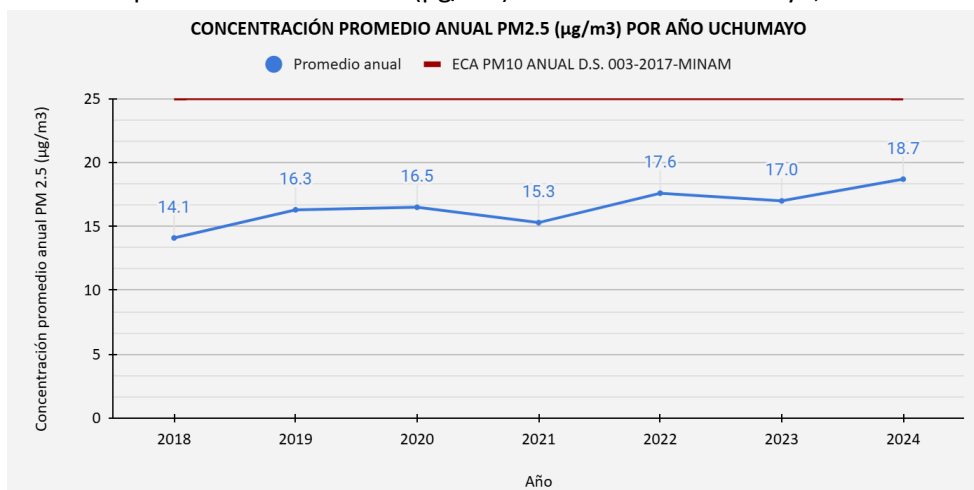
Fuente: Elaboración propia, basada en Cerro Verde (2025).

b) Material particulado fino (PM2.5)

En la **Figura 20**, se observan las concentraciones promedio anuales de PM2.5, desde el año 2018 al 2024, registradas en la estación de monitoreo de Uchumayo, dentro de las cuales se tiene el valor mínimo en el año 2018, con $14.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, hasta llegar a una concentración máxima en el año 2024 con $18.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cabe mencionar que durante este periodo no se excedió el valor ECA para aire de PM2.5 anual ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ anual).

Figura 20.

Concentración promedio anual PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en su sede de Uchumayo, años 2018-2024



Fuente: Elaboración propia, basada en Cerro Verde (2025).

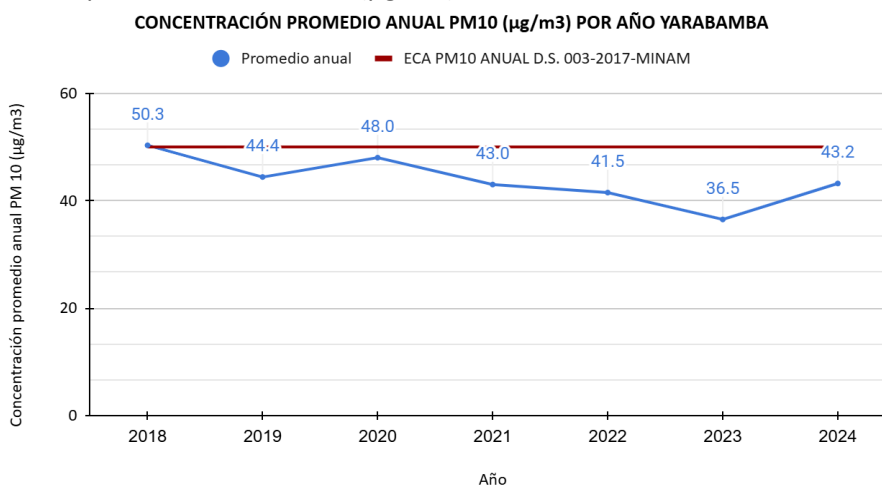
2. Yarabamba

a) Material particulado grueso (PM10)

En la **Figura 21**, se observan las concentraciones promedio anuales de PM10, desde el año 2018 al 2024, registradas en la estación de monitoreo de Yarabamba, dentro de las cuales se tiene el valor mínimo en el año 2023 con 36.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta llegar a la concentración máxima en el 2018, siendo de 50.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; cabe mencionar que durante este periodo uno (01) de los valores exceden la concentración establecida en el ECA para aire de PM10 anual (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ anual).

Figura 21.

Concentración promedio anual PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en su sede de Yarabamba, años 2018-2024



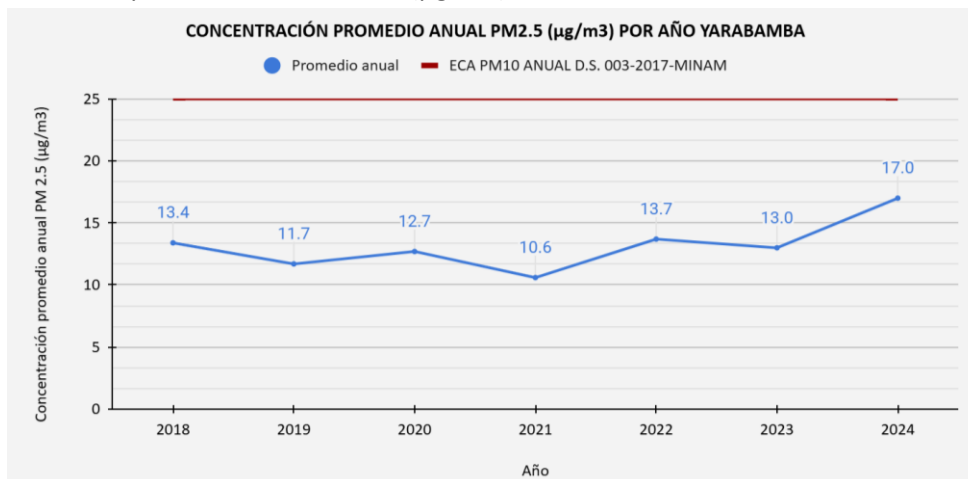
Fuente: Elaboración propia, basada en Cerro Verde (2025).

b) Material particulado fino (PM2.5)

En la **Figura 22**, se observan las concentraciones promedio anuales de PM2.5, desde el año 2018 al 2024, registradas en la estación de monitoreo de Yarabamba, dentro de las cuales se tiene el valor mínimo en el año 2021, con 10.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, hasta llegar a una concentración máxima en el año 2024 con 17.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cabe mencionar que durante este periodo no se excedió el valor ECA para aire de PM2.5 anual (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ anual).

Figura 22.

Concentración promedio anual PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en su sede de Yarabamba, años 2018-2024



Fuente: Elaboración propia, basada en Cerro Verde (2025).

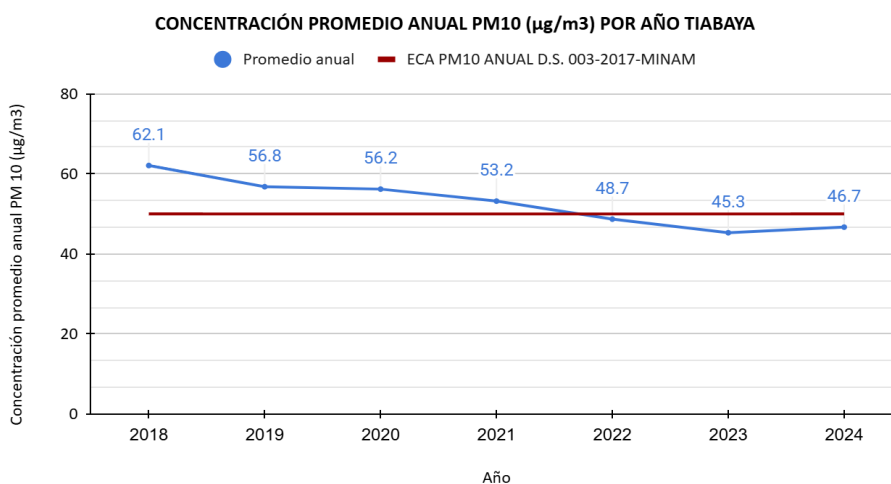
3. Tiabaya

a) Material particulado grueso (PM10)

En la **Figura 23**, se observan las concentraciones promedio anuales de PM10, desde el año 2018 al 2024, registradas en la estación de monitoreo de Tiabaya, dentro de las cuales se tiene el valor mínimo en el año 2023 con 45.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta llegar a la concentración máxima en el 2018, siendo de 62.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; cabe mencionar que durante este periodo la media anual de PM10 para los años 2018, 2019, 2020 y 2021, los valores exceden la concentración establecida en el ECA para aire de PM10 anual (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ anual).

Figura 23.

Concentración promedio anual PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en su sede de Tiabaya, años 2018-2024



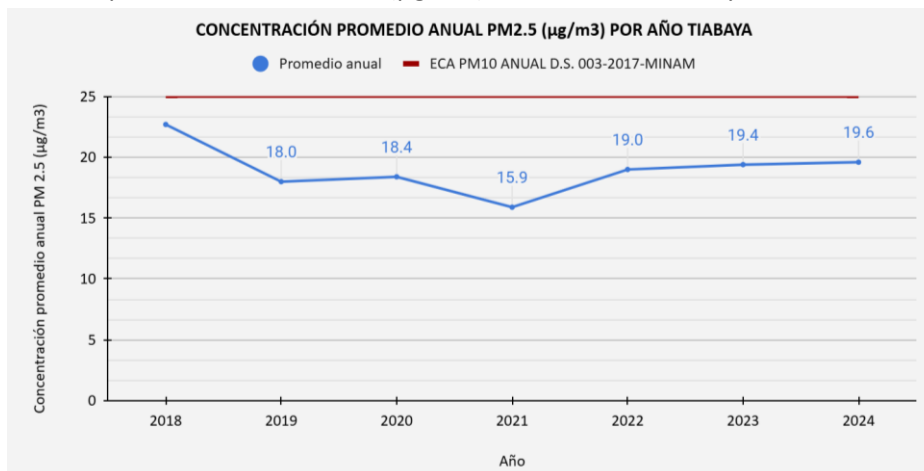
Fuente: Elaboración propia, basada en Cerro Verde (2025).

b) Material particulado fino (PM2.5)

En la **Figura 24**, se observan las concentraciones promedio anuales de PM2.5, desde el año 2018 al 2024, registradas en la estación de monitoreo de Tiabaya, dentro de las cuales se tiene el valor mínimo en el año 2021, con 15.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, hasta llegar a una concentración máxima en el año 2018 con 22.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cabe mencionar que durante este periodo no se excedió el valor ECA para aire de PM2.5 anual (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ anual).

Figura 24.

Concentración promedio anual PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en su sede de Tiabaya, años 2018-2024



Fuente: Elaboración propia, basada en Cerro Verde (2025).

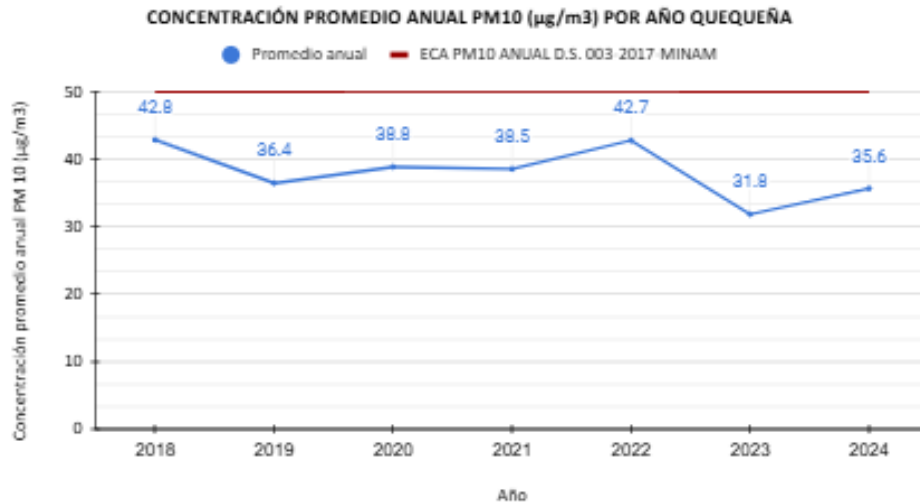
4. Quequeña

a) Material particulado grueso (PM10)

En la **Figura 25**, se observan las concentraciones promedio anuales de PM10, desde el año 2018 al 2024, registradas en la estación de monitoreo de Quequeña, dentro de las cuales se tiene el valor mínimo en el año 2023 con 31.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta llegar a la concentración máxima en el 2018, siendo de 42.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; cabe mencionar que durante este periodo no se excedió el valor ECA para aire de PM10 anual (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ anual).

Figura 25.

Concentración promedio anual PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en su sede de Quequeña, años 2018-2024



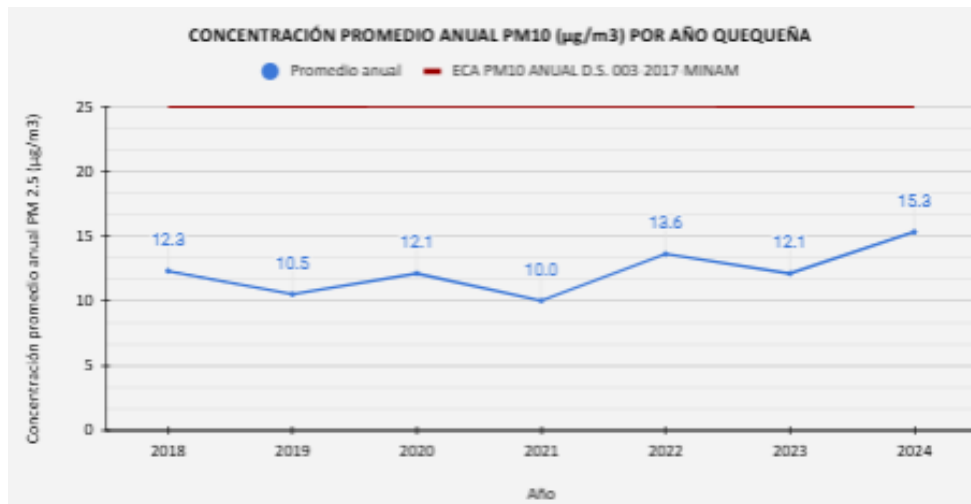
Fuente: Elaboración propia, basada en Cerro Verde (2025).

b) Material particulado fino (PM2.5)

En la **Figura 26**, se observan las concentraciones promedio anuales de PM2.5, desde el año 2018 al 2024, registradas en la estación de monitoreo de Quequeña, dentro de las cuales se tiene el valor mínimo en el año 2018, con 14.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, hasta llegar a una concentración máxima en el año 2024 con 18.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cabe mencionar que durante este periodo no se excedió el valor ECA para aire de PM2.5 (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ anual).

Figura 26.

Concentración promedio anual PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en su sede de Quequeña, años 2018-2024



Fuente: Elaboración propia, basada en Cerro Verde (2025).

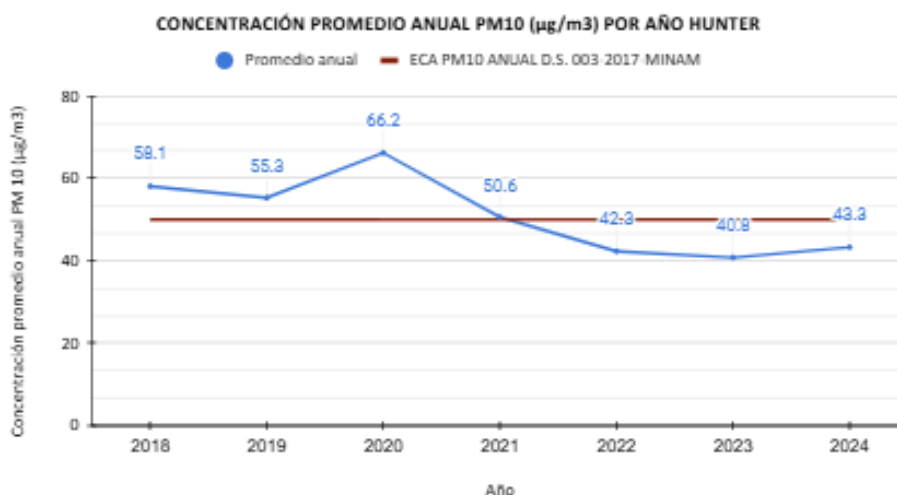
5. Hunter

a) Material particulado grueso (PM10)

En la **Figura 27**, se observan las concentraciones promedio anuales de PM10, desde el año 2018 al 2024, registradas en la estación de monitoreo de Hunter, dentro de las cuales se tiene el valor mínimo en el año 2023 con 40.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta llegar a la concentración máxima en el 2020, siendo de 66.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; cabe mencionar que durante este periodo la media anual de PM10 para los años 2018, 2019, 2020 y 2021, los valores exceden la concentración establecida en el ECA para aire de PM10 anual (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ anual).

Figura 27.

Concentración promedio anual PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en su sede de Hunter, años 2018-2024



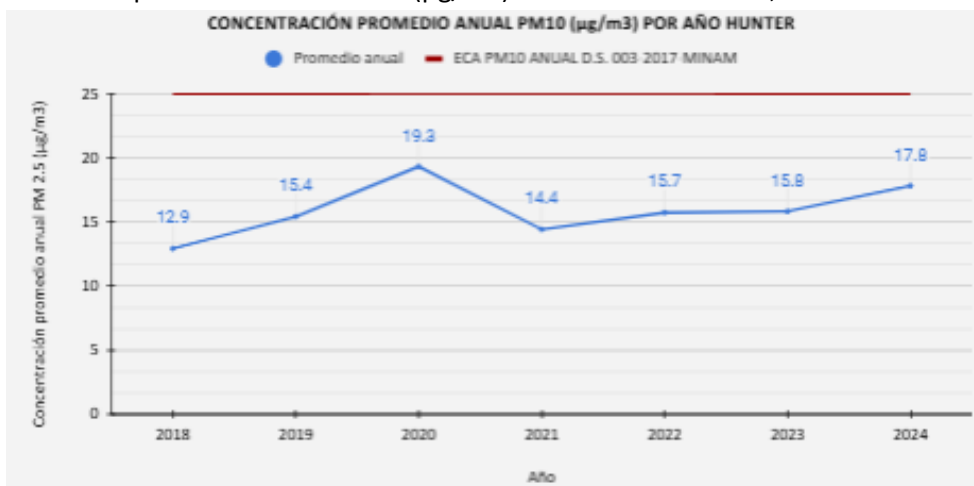
Fuente: Elaboración propia, basada en Cerro Verde (2025).

b) Material particulado fino (PM2.5)

En la **Figura 28**, se observan las concentraciones promedio anuales de PM2.5, desde el año 2018 al 2024, registradas en la estación de monitoreo de Hunter, dentro de las cuales se tiene el valor mínimo en el año 2018, con 12.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, hasta llegar a una concentración máxima en el año 2020 con 19.73 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cabe mencionar que durante este periodo no se excedió el valor ECA para aire de PM2.5 anual (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ anual).

Figura 28.

Concentración promedio anual PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en su sede de Hunter, años 2018-2024



Fuente: Elaboración propia, basada en Cerro Verde (2025).

C. Punto de monitoreo de calidad del aire de la DESA

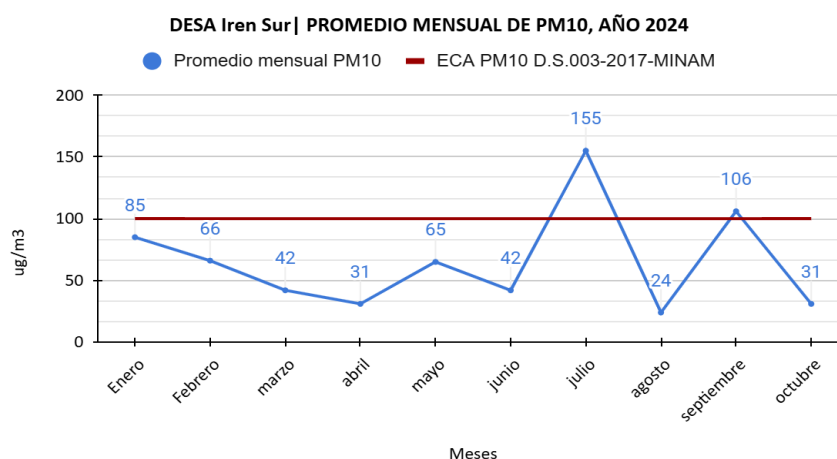
1. Puntos de monitoreo de aire DESA 2024

Se presenta la recopilación de información en el lapso del año 2024, que se obtuvo a través de la página web de la Gerencia Regional de Salud, este tema está a cargo de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental.

En la **Figura 29**, se puede observar las concentraciones promedio mensuales de PM10, del mes de enero a octubre, registradas en la estación de monitoreo Iren Sur, dentro de las cuales se tiene el valor mínimo en agosto con 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta llegar a la concentración máxima en julio, siendo de 155 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; cabe mencionar que durante este periodo promedio mensual 2024, se excedieron en dos (02) veces el valor ECA para PM10.

Figura 29.

Concentración promedio mensual de PM10 en Iren Sur en el año 2024

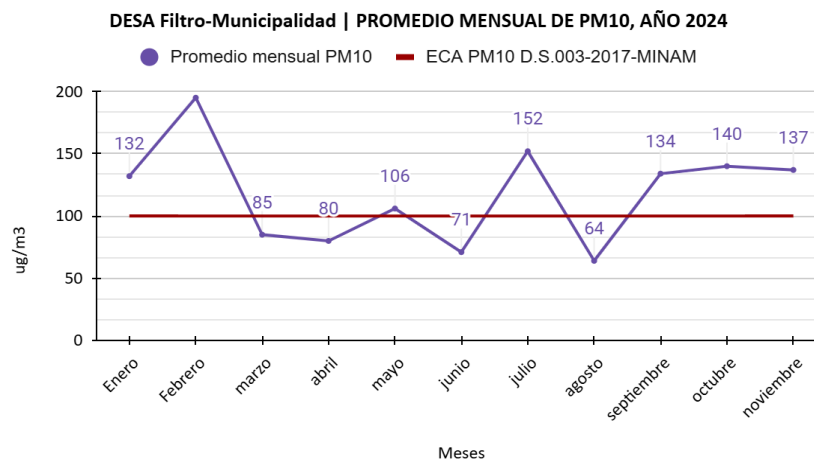


Fuente: Elaboración propia, basada en DESA (2025).

En la **Figura 30**, se puede observar las concentraciones promedio mensuales de PM10, del mes de enero a noviembre, registradas en la estación de monitoreo Filtro-Municipalidad, dentro de las cuales se tiene el valor mínimo en agosto con 64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta llegar a la concentración máxima en febrero, siendo de 195 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; cabe mencionar que durante este periodo promedio mensual 2024, se excedieron en siete (07) veces el valor ECA para PM10.

Figura 30.

Concentración promedio mensual de PM10 en Filtro-Municipalidad en el año 2024

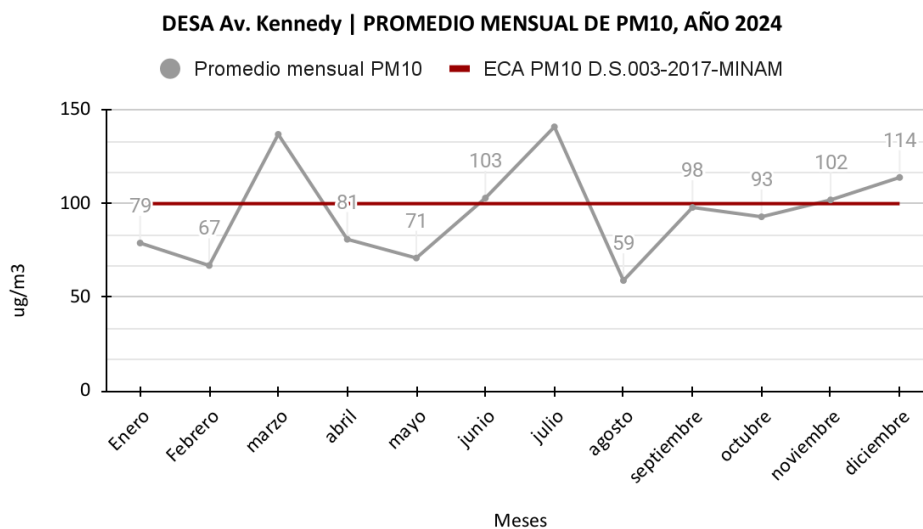


Fuente: Elaboración propia, basada en DESA (2025).

En la **Figura 31**, se puede observar las concentraciones promedio mensuales de PM₁₀, del mes de enero a diciembre, registradas en la estación de monitoreo Av. Kennedy, dentro de las cuales se tiene el valor mínimo en agosto con 59 µg/m³ hasta llegar a la concentración máxima en julio, siendo de 141 µg/m³; cabe mencionar que durante este periodo promedio mensual se excedieron en cinco (05) veces el valor ECA para PM₁₀.

Figura 31.

Concentración promedio mensual de PM₁₀ en Av. Kennedy en el año 2024

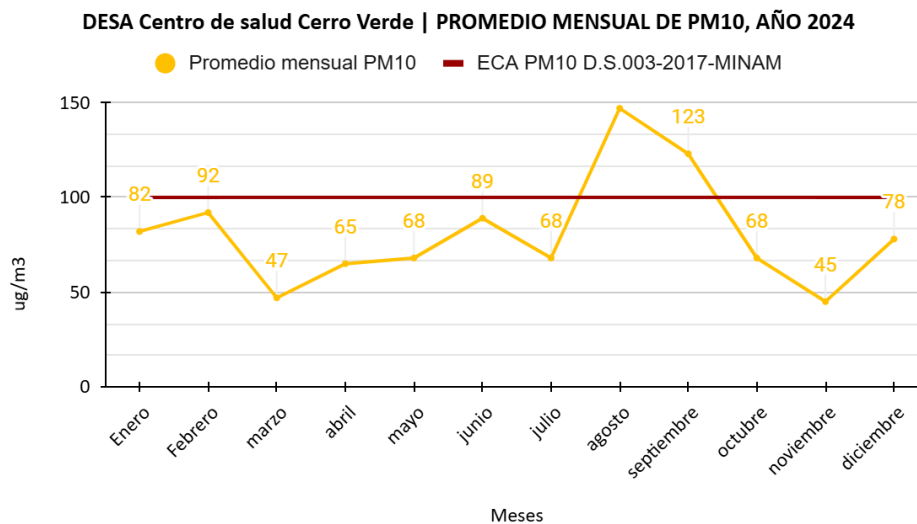


Fuente: Elaboración propia, basada en DESA (2025).

En la **Figura 32**, se puede observar las concentraciones promedio mensuales de PM₁₀, del mes de enero a diciembre, registradas en la estación de monitoreo Centro de salud Cerro Verde, dentro de las cuales se tiene el valor mínimo en noviembre con 45 µg/m³ hasta llegar a la concentración máxima en agosto, siendo de 147 µg/m³; cabe mencionar que durante este periodo promedio mensual se excedieron en dos (02) veces el valor ECA para PM₁₀.

Figura 32.

Concentración promedio mensual de PM₁₀ en Centro de salud Cerro Verde en el año 2024

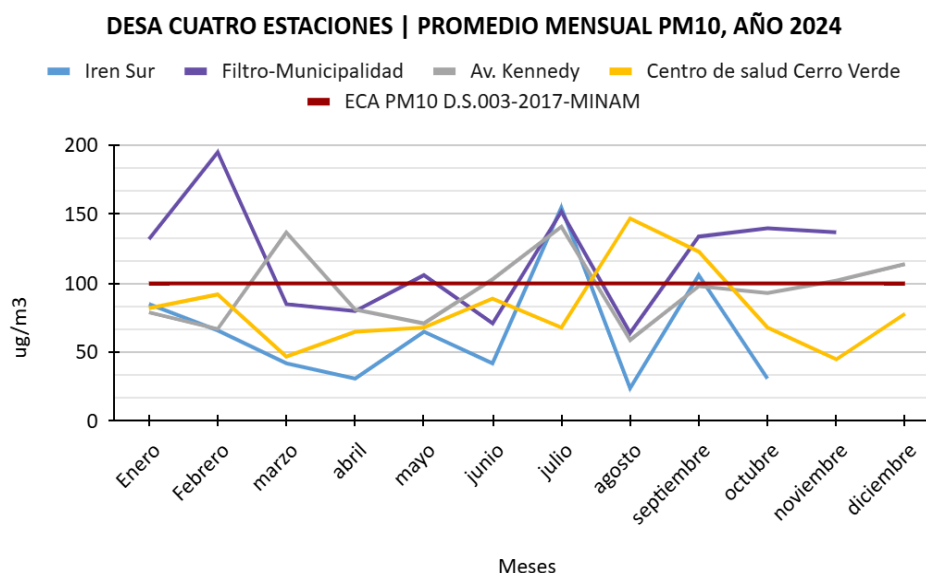


Fuente: Elaboración propia, basada en DESA (2025).

En la **Figura 33**, se puede observar las concentraciones promedio mensuales de PM10 entre los meses de enero a diciembre, obtenido a través de la base de datos del sitio web de la GERSA. En donde el mes de agosto mostró la concentración diaria más baja, siendo de 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el siguiente mes con el siguiente valor mínimo es noviembre, con un valor de 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En contraste entre los meses de enero a diciembre, se registró la concentración más alta en el mes de febrero, siendo de 195 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, seguidamente del mes de julio.

Figura 33.

Conglomerado promedio mensual de estaciones de monitoreo de la DESA en el año 2024



Fuente: Elaboración propia, basada en DESA (2025).

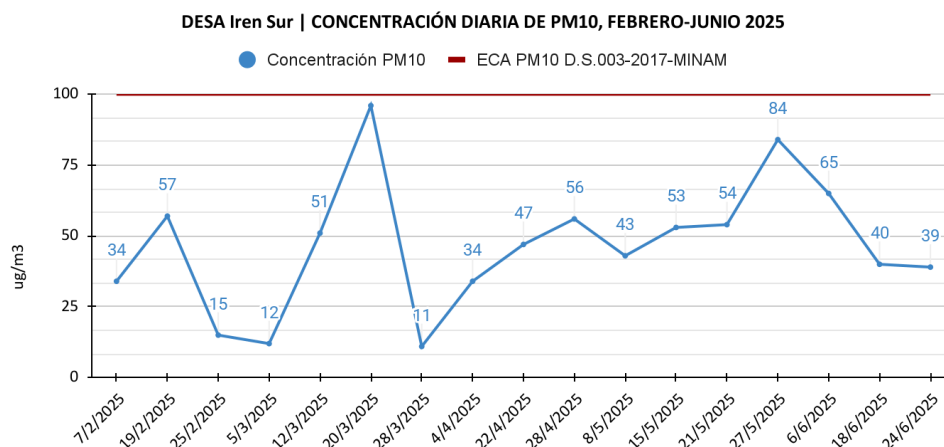
2. Puntos de monitoreo de aire DESA 2025 (febrero a junio)

Se presenta la recopilación de información en el lapso del año 2025, entre los meses de febrero a junio, que se obtuvo a través de la página web de la Gerencia Regional de Salud, este tema está a cargo de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental.

En la **Figura 34**, se puede observar las concentraciones diarias de PM10, del mes de febrero a junio, registradas en la estación de monitoreo Iren Sur, dentro de las cuales se tiene el valor mínimo el 28 de marzo con 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta llegar a la concentración máxima el 20 de marzo, siendo de 96 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; cabe mencionar que durante este periodo diario 2025, no se excedió el valor ECA para PM10 de 24 horas (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Figura 34.

Concentración diaria de PM10 en Iren Sur, mes de febrero a junio 2025

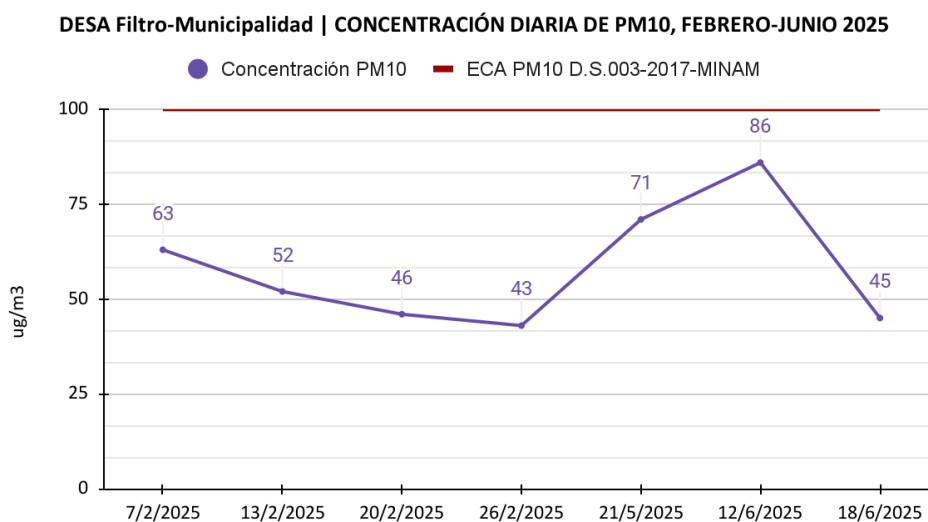


Fuente: Elaboración propia, basada en DESA (2025).

En la **Figura 35**, se puede observar las concentraciones diarias de PM10, del mes de febrero a junio, registradas en la estación de monitoreo del Filtro-Municipalidad, dentro de las cuales se tiene el valor mínimo el 26 de febrero con 43 µg/m³ hasta llegar a la concentración máxima el 12 de junio, siendo de 86 µg/m³; cabe mencionar que durante este periodo diario 2025, no se excedió el valor ECA para PM10 de 24 horas (100 µg/m³).

Figura 35.

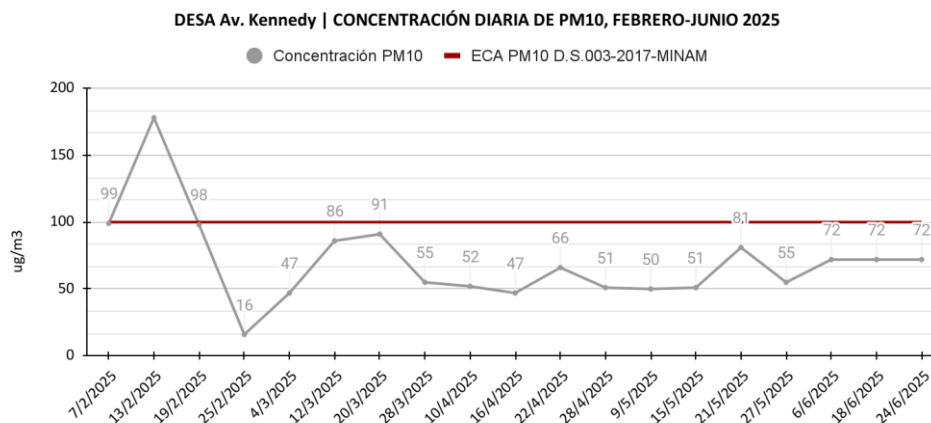
Concentración diaria de PM10 en El Filtro Municipalidad, mes de febrero a junio 2025



Fuente: Elaboración propia, basada en DESA (2025).

En la **Figura 36**, se puede observar las concentraciones diarias de PM10, del mes de febrero a junio, registradas en la estación de monitoreo de la Av. Kennedy, dentro de las cuales se tiene el valor mínimo el 25 de febrero con 16 µg/m³ hasta llegar a la concentración máxima el 13 de febrero, siendo de 178 µg/m³; cabe mencionar que durante este periodo diario 2025, se excedieron en una (01) oportunidad el valor ECA para PM10 de 24 horas (100 µg/m³).

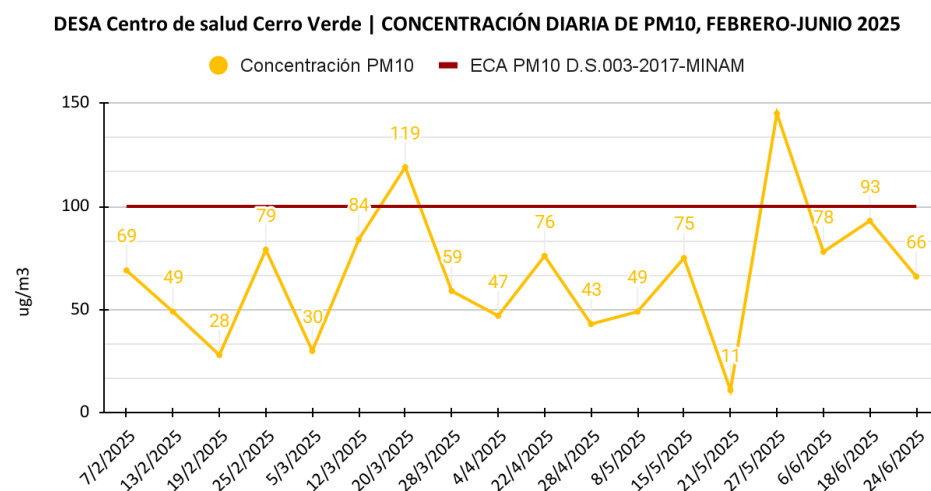
Figura 36.
Concentración diaria de PM10 en Av. Kennedy, mes de febrero a junio 2025



Fuente: Elaboración propia, basada en DESA (2025).

En la **Figura 37**, se puede observar las concentraciones diarias de PM10, del mes de febrero a junio, registradas en la estación de monitoreo del Centro de Salud Cerro Verde, dentro de las cuales se tiene el valor mínimo el 21 de mayo con 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta llegar a la concentración máxima el 27 de mayo con 145 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; cabe mencionar que durante este periodo diario 2025, se excedieron en dos (02) oportunidades el valor ECA para PM10 de 24 horas (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Figura 37.
Concentración diaria de PM10 en Centro de salud Cerro Verde, mes de febrero a junio 2025



Fuente: Elaboración propia, basada en DESA (2025).

VII. DISCUSIÓN

El análisis de los datos obtenidos entre enero y junio de 2025 para la estación automática de Socabaya (OEFA) evidencia que el contaminante PM₁₀ presenta una variabilidad estacional significativa, con concentraciones más elevadas en los meses de mayo y junio, y menores en febrero. Durante este periodo se registraron 18 excedencias al ECA de PM₁₀ (100 µg/m³ en 24 h), lo que representa un riesgo potencial para la salud de la población expuesta, especialmente en grupos sensibles. US EPA (2025b) menciona que las partículas de menor de 10 micrómetros de diámetro, son las que presentan más problemas, debido a que pueden penetrar y alojarse en el interior de los pulmones, causando irritación e inflamación, dañando las vías respiratorias (OMS, 2018).

En contraste, el PM_{2.5} no superó el ECA diario (50 µg/m³) en ninguno de los meses evaluados, aunque en mayo y junio se registraron valores cercanos al límite, lo que evidencia episodios de mayor carga de partículas finas. La OMS (2018), indica que las partículas finas PM_{2.5} al ser más pequeñas y perjudiciales, pueden atravesar las barreras de los pulmones y entrar en el torrente circulatorio, afectando así a los principales órganos; con esto pueden aumentar los riesgos de sufrir enfermedades cardíacas y respiratorias, como cáncer de pulmón y accidentes cerebrovasculares. Las estaciones fijas de Cerro Verde muestran que, a nivel anual, varios puntos de monitoreo (Uchumayo, Tiabaya, Yarabamba y Hunter) han presentado excedencias al ECA anual de PM₁₀ (50 µg/m³), en especial en los años 2018-2021. En cambio, el PM_{2.5} en estos puntos se mantuvo por debajo del límite anual (25 µg/m³), aunque con una tendencia ascendente en algunos casos. Respecto a los promedios anuales históricos desde el inicio de la toma de muestras de Cerro Verde, los valores promedios anuales fueron disminuyendo con el paso de los años; Cerro Verde (2025), indica que algunos de los factores que se mencionan posteriormente fueron observados durante los monitoreos participativos; comenzando con las fuentes de generación de PM₁₀, estas incluyen el polvo de trabajos de construcción, quemas, entre otros; en el caso de PM_{2.5} al estar relacionados con las actividades de combustión como son los vehículos motorizados, quema de madera, residuos, pastos, entre otros.

La red de DESA durante 2024 y 2025 evidencia excedencias de PM₁₀ en estaciones urbanas y periurbanas (como Filtro-Municipalidad, Av. Kennedy e Iren Sur), con un pico que llegó a los 195 µg/m³ en el año 2024, como a los 178 µg/m³ en el 2025, superando el ECA diario, especialmente en febrero, julio y agosto. Li et al. (2021) en su estudio geoespacial de PM₁₀ en Arequipa realizado entre febrero y diciembre de 2018 identificaron variaciones significativas en los niveles de contaminación según el tipo de área (industrial, urbana, rural), junto con presencia de metales pesados, lo que permite inferir posibles fuentes como actividad industrial, tráfico y minería. Este hallazgo refuerza el análisis de estaciones de Cerro Verde y DESA, indicando que la contaminación es heterogénea y está influenciada por múltiples fuentes locales.

Los resultados obtenidos demuestran que tanto las fuentes naturales (vientos, polvo resuspendido) como las antrópicas (tránsito vehicular, actividades industriales, quema de biomasa) contribuyen de manera significativa a los niveles de material particulado en la zona de estudio. Asimismo, las condiciones meteorológicas, como la velocidad del viento y la humedad, desempeñan un papel clave en la dispersión o acumulación de contaminantes, exacerbando los episodios críticos de contaminación. Este fenómeno ha sido documentado previamente por Campaña & Perez (2025), quienes destacaron que las condiciones de temperatura y humedad son factores determinantes en el comportamiento de las partículas suspendidas, en ambientes cálidos

y secos, se favorece la evaporación de la humedad superficial, lo que conlleva una mayor resuspensión de material particulado y, en consecuencia, un aumento de su concentración atmosférica.

Arequipa al presentar una geomorfología de tipo "plato hundido" genera un efecto de confinamiento atmosférico; Campaña & Perez (2025), mencionan en su investigación que la topografía del área es crucial en la dispersión de contaminantes, zonas montañosas o valles son propensas a inversiones térmicas, las cuales impiden la circulación del aire y favorecen la acumulación de partículas contaminantes.

VIII. CONCLUSIONES

- Se identificaron y georreferenciaron las estaciones de monitoreo pertenecientes a OEFA, Cerro Verde y DESA, las cuales los posicionaron en zonas estratégicas en función de densidad poblacional y fuentes de emisión. La red de monitoreo combina estaciones automáticas y manuales, lo que permite una cobertura parcial pero no homogénea de la cuenca atmosférica.
- Los datos muestran que el PM10 presentó excedencias al ECA diario y anual en varias estaciones y periodos, siendo más recurrentes en los meses de otoño e invierno. El PM2.5 se mantuvo por debajo de los límites normativos, aunque con picos cercanos al valor máximo permitido.
- El análisis confirma que el PM10 supera con frecuencia el ECA, lo que, según el AQI, coloca la calidad del aire en categorías "Moderada" a "Insalubre para grupos sensibles" en episodios críticos. El PM2.5, aunque no excede el ECA, en ciertos días se ubica en rangos de color amarillo según OEFA, lo que podría implicar riesgos para personas vulnerables.
- Se consolidó información proveniente de las tres instituciones que realizan monitoreos (OEFA, Cerro Verde y DESA), generando una base de datos que permitirá el análisis de tendencias, la identificación de patrones estacionales y la evaluación de efectividad de las medidas de control en la cuenca.

IX. RECOMENDACIONES

- Se recomienda fortalecer la red de monitoreo de calidad del aire en la cuenca atmosférica de Arequipa mediante la instalación de nuevas estaciones automáticas o realizar mayores monitoreos con equipos manuales, en zonas actualmente no cubiertas, priorizando aquellas con alta densidad poblacional y cercanas a fuentes de emisión relevantes.
- En relación al control de fuentes emisoras, se sugiere implementar planes integrales de gestión del tránsito y control de emisiones vehiculares, especialmente en áreas urbanas de alto flujo. Del mismo modo, se debe reforzar la fiscalización y regulación de actividades industriales, de construcción y extractivas que generan emisiones de polvo y partículas en suspensión.
- Desde el enfoque preventivo, es importante establecer un sistema de alertas tempranas que se active cuando el Índice de Calidad del Aire (AQI) alcance niveles "Insalubre" o superiores, brindando a la población recomendaciones claras y adaptadas a cada grupo etario y condición de salud. Realizarlas con una estrategia de comunicación efectiva a través de plataformas digitales y medios locales.
- Considerando la influencia de la estacionalidad en los niveles de contaminación, se propone diseñar medidas específicas para los períodos críticos, principalmente entre mayo y julio, que incluyan restricciones temporales a la quema de biomasa y reforzamiento de la limpieza de vías para reducir la resuspensión de polvo.

- Finalmente, se sugiere promover investigaciones que integren datos de calidad del aire, condiciones meteorológicas y salud pública, con el fin de comprender mejor los impactos y diseñar políticas basadas en evidencia. Para ello, resulta indispensable fortalecer la cooperación interinstitucional entre el OEFA, la DESA, los gobiernos locales, las universidades y el sector privado, asegurando que estas acciones se enmarquen dentro de los lineamientos del Plan de Acción para la Mejora de la Calidad del Aire.

X. REFERENCIAS

- AirNow (s.f.). Air Quality Index (AQI) Basics. AirNow. <https://www.airnow.gov/aqi/aqi-basics/>
- Assessment, E. (1992). Guidelines for exposure assessment. Federal Register, 57(104), 22888-938. https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-11/documents/guidelines_exp_assessment.pdf
- Asif, M., Haq, R., Gulfreeen, E., Arshad, S., Tasleem, M, Rajpoot, S., Munir, S., Waseem, M., Asfand, M., Sohail, M., Abbas, M., Fátima, K. & Maqbool, M. (2022). Particulate matter emission sources and their control technologies. Pollut Res, 41(2), 696-706. <https://www.envirobiotechjournals.com/PR/vol41issue2/Poll%20Res-43.pdf>
- Campaña, R. & Perez, E. (2025). Análisis del impacto ambiental del material particulado PM10 y PM2.5 en zonas urbanas e industriales: Propuesta de tecnologías para su monitoreo y control. Código Científico Revista De Investigación, 6, 576–595. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v6/nE1/703>
- Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (2025). Vigilancia de la Calidad del Aire. Gerencia Regional de Salud. <https://www.saludarequipa.gob.pe/unidades-organicas-3/dir-ejec-de-salud-ambiental/ecologia-proteccion-del-ambiente-y-salud-ocupacional/vigilancia-de-la-calidad-del-aire/>
- Li, J., Michalski, G., Olson, E., Welp, L., Larrea, A., Larico, J., Zapata, F. & Paredes, L. (2021). Caracterización Geoquímica y Fuentes de Metales Pesados en PM10 en Arequipa, Perú. *Atmósfera*, 12 (5), 641. <https://doi.org/10.3390/atmos12050641>
- Makkonen, M. Vestenius, M., Huy, L., Anh, N., Linh, P., Thuy, P., M Phuong, H., Nguyen, H., Thuy, L., Aurela, M., Hellén, H., Loven, K., Kouznetsov, R., Kyllönen, K., Teinilä, K. & Kim Oanh, N. (2023). Chemical composition and potential sources of PM2.5 in Hanoi. *Atmospheric Environment*, 299, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2023.119650>.
- Ministerio del Ambiente (2012). Resolución Ministerial N 339-2012-MINAM. Ministerio del Ambiente. https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/rm_339-2012-minam.pdf
- Ministerio del Ambiente (2013). Resolución Ministerial N° 258-2013-MINAM Conformación del Grupo Técnico denominado Grupo de Estudio Técnico Ambiental de la Calidad del Aire (GT - GESTA Zonal de Aire) de Arequipa. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/02/RM-N%C2%BA-258-2013-MINAM.pdf>
- Ministerio del Ambiente (2017). Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias. Ministerio del Ambiente. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-aire-establecen-disposiciones>
- Ministerio del Ambiente (2019). Decreto Supremo 010-2019-MINAM, Aprueba el protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire.

- https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/439201/DS_N__10-2019-MINAM.pdf?v=1576091721
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA (2025). Vigilancia Ambiental. <https://pifa.oefa.gob.pe/VigilanciaAmbiental/>
- Organización Mundial de la Salud (2018). Cómo la contaminación del aire está destruyendo nuestra salud. <https://www.who.int/es/news-room/spotlight/how-air-pollution-is-destroying-our-health>
- Salcedo, P., Luque, P., Cuestas, D. & Documet, L. (2021). Evaluación de la exposición de los peatones al ruido y material particulado fino en el Damero de Pizarro. <https://smia.munlima.gob.pe/uploads/documento/84ba19e00ae435b2.pdf>
- Senamhi (2025). Monitoreo de la Calidad de Aire, para Lima Metropolitana. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=calidad-del-aire>
- Cerro Verde (2025). Capacitación previa, primer monitoreo ambiental participativo Arequipa-Perú 2025.
- Tapia, V., Steenland, K., Vu, B. Liu, Y. Vásquez, V. & Gonzales, G. (2020). PM_{2.5} exposure on daily cardio-respiratory mortality in Lima, Peru, from 2010 to 2016. *Environ Health* 19, 63 (2020). <https://doi.org/10.1186/s12940-020-00618-6>
- United States Environmental Protection Agency (2025a). Particulate Matter (PM) Pollution. <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics>
- United States Environmental Protection Agency (2025b). Health and Environmental Effects of Particulate Matter (PM). <https://www.epa.gov/pm-pollution/health-and-environmental-effects-particulate-matter-pm>
- United States Environmental Protection Agency (2025c). Exposure Assessment Tools by Routes - Inhalation. <https://www.epa.gov/expobox/exposure-assessment-tools-routes-inhalation>
- United States Environmental Protection Agency (1992). Guidelines for exposure assessment. *Federal Register*, 57(104), 22888-938. https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-11/documents/guidelines_exp_assessment.pdf