



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección Técnica Científica

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

2019-I01-018523

**INFORME N° 00250-2019-OEFA/DEAM-STEC**

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

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

**JULIO ANDRES GONZALES ROSSEL**  
Coordinador de evaluaciones ambientales en Pesquería, Industria y Otros

**ASUNTO** : Vigilancia ambiental de calidad de aire en el área de influencia de la zona industrial Gran Trapecio, distrito Chimbote, provincia del Santa y departamento Ancash, durante los meses de abril a julio de 2019

**CUE** : 2019-02-0019

**REFERENCIA** : Planefa 2019

**FECHA** : Lima, 16 de octubre de 2019

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

**1. INFORMACIÓN GENERAL**

Los aspectos generales de la vigilancia ambiental realizada en el área de influencia de la Zona Industrial Gran Trapecio son presentados en la Tabla 1.1.

**Tabla 1.1.** Datos generales de la actividad realizada

a.	Zona evaluada	Asentamiento humano 15 de Abril, Distrito Chimbote, provincia Del Santa, departamento Ancash
b.	Unidades fiscalizables en la zona de estudio o actividades económicas	Vaclar S.A.C., Anchoqueta S.A.C., Corporación Pesquera Hillary S.A.C., Macron holding S.A.C., Tecnología de Alimentos S.A., CFG Investment S.A.C., Procesadora de Productos Marinos S.A., Corporación pesquera Inca S.A.C., Pesquera Centinela S.A.C., Compañía pesquera del Pacifico Centro S.A., Cantarana S.A.C., Pesquera Jada S.A.C., Pesquera Conservas de Chimbote La Chimbotana S.A.C., Colpex Internacional S.A.C., Corporación OP7 S.A.C., Inversiones Farallon S.A.C., Pesquera Exalmar S.A.A., Group Corporation Reye's S.A.C., Inversiones Oslo S.A.C. y Don Fernando S.A.C.
c.	Problemática identificada	Afectación al aire por las emisiones provenientes de la industria pesquera en la zona poblada (Asentamiento Humano 15 de Abril) que colinda con la zona industrial de Gran Trapecio
d.	La actividad se realizó en el marco de	Planefa 2019 / POI 2019
e.	Tipo de evaluación	Vigilancia Ambiental
f.	Periodo de ejecución	Del 22 de abril al 26 de julio 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	Ing. Químico	Gabinete
2	Julio Andrés Gonzales Rossel	Ing. Ambiental	Gabinete
3	Saúl Aldave Agüero	Biólogo	Gabinete/campo

## 2. DATOS DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

Los parámetros evaluados en la vigilancia ambiental realizada en el área de influencia de la zona industrial Gran Trapecio se presentan en la Tabla 2.1.

**Tabla 2.1.** Parámetros evaluados

Matriz evaluada	Parámetros evaluados	Cantidad de estaciones
Aire	Material Particulado menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	2
	Metales en PM <sub>10</sub>	2
	Material Particulado menor a 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> )	2
	Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	1
	Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	1
	Monóxido de carbono (CO)	1
	Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	1
	Carbono orgánico (OC) y elemental (EC)	1
	Iones (aniones y cationes)	1
	Aminas	1

Durante el periodo de vigilancia ambiental los parámetros evaluados (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CO y NO<sub>2</sub>) no excedieron los valores establecidos en los ECA para aire, aprobado mediante D.S. N.º 003-2017-MINAM

## 3. ANTECEDENTES

Sobre el impacto ambiental en el aire, en la producción de harina existen 2 tipos de fuentes contaminantes del aire, las calderas de vapor que queman residual y el proceso mismo de la fabricación, incluyendo el secado de la harina; siendo en este último proceso en donde se produce la mayor parte de las emisiones que afectan la calidad del aire en Chimbote (Horna, 2013).

Las exposiciones a contaminantes del aire pueden causar efectos agudos en corto plazo y crónicos a largo plazo. La Dirección Regional de Salud de Ancash UTES La Caleta, realizó en el año 2003 un estudio epidemiológico de línea de base «Prevalencia de las enfermedades respiratorias en niños escolares de 3-14 años y factores asociados a la calidad de aire en la ciudad de Chimbote» dirigido a una población muestral de 1230 estudiantes. Los resultados de este estudio reflejaron que la prevalencia de enfermedades respiratorias estudiadas superó el 10 % para este grupo de población, el 18,74 % correspondieron a faringitis, seguido por asma acumulado con un 14 %, y rinitis alérgica con 13,3 %.

Según los estudios de contaminantes aéreos de fuentes puntuales, la dirección del viento dirige las emisiones en sentido noreste, lo que atraviesa las viviendas y estaría afectando la salud respiratoria de los niños (GESTA, 2007). Cuando se estudió la relación entre la presencia de enfermedades respiratorias en niños menores de 5 años y la afectación por emisiones de la industria pesquera, se observó variabilidad en el tiempo y por zona de estudio, presentando en el año 2008 el mayor número de consultas y en la zona de Miraflores Alto el mayor número de casos. Se encontró, además, mayor prevalencia de enfermedades respiratorias como faringoamigdalitis y rinofaringitis aguda en todo el tiempo

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

de estudio, alcanzando un porcentaje elevado de consultas en el 2007 y 2009 respectivamente, en tanto, las de menor prevalencia son faringoamigadalis suporada, amigadalis bronquial y otitis media aguda (Torres, 2011).

**Actividades productivas identificadas**

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), ejerce las funciones de evaluación, seguimiento, supervisión, fiscalización, control y sanción en materia ambiental en el sector Pesquería (procesamiento pesquero industrial y acuicultura de mayor escala)<sup>1</sup>. Las unidades productivas que se ubican en la zona de estudio se detallan en la Tabla 3.1.

**Tabla 3.1** Administrados del OEFA en la zona industrial Gran Trapecio de Chimbote

N°	Administrado	Unidades productivas	Actividad
1	Vaclar S.A.C.	Planta Chimbote	Harina y aceite de pescado y enlatado
2	Anchoveta S.A.C.	Planta Chimbote	Curado
3	Corporación Pesquera Hillary S.A.C.	Planta Chimbote	Enlatado y harina residual
4	Macron holding S.A.C.	Planta Chimbote	Curado y harina residual
5	Tecnología de Alimentos S.A.	Planta Chimbote	Harina y aceite de pescado
6	CFG Investment S.A.C.	Planta Chimbote	Harina y aceite de pescado y Enlatado
7	Procesadora de Productos Marinos S.A.	Planta Chimbote	Harina y aceite de pescado
8	Corporación pesquera Inca S.A.C.	Planta Chimbote	Harina y aceite de pescado
9	Pesquera Centinela S.A.C.	Planta Chimbote	Harina y aceite de pescado y congelado
10	Compañía pesquera del Pacífico Centro S.A.	Planta Chimbote	Harina y aceite de pescado
11	Cantarana S.A.C.	Planta Chimbote	Harina y aceite de pescado
12	Pesquera Jada S.A.C.	Planta Chimbote	Harina y aceite de pescado y enlatado
13	Pesquera Conservas de Chimbote La Chimboteana S.A.C.	Planta Chimbote	Enlatado y harina residual
14	Colpex Internacional S.A.C.	Planta Chimbote	Concentrado proteico y aceite de pescado
15	Corporación OP7 S.A.C.	Planta Chimbote	Harina residual
16	Inversiones Farallon S.A.C.	Planta Chimbote	Enlatado y harina residual
17	Pesquera Exalmar S.A.A.	Planta Chimbote	Harina y aceite de pescado
18	Group Corporation Reye's S.A.C.	Planta Chimbote	Enlatado y harina residual
19	Inversiones Oslo S.A.C.	Planta Chimbote	Harina y aceite de pescado
20	Don Fernando S.A.C.	Planta Chimbote	Enlatado y harina residual

Fuente: Dirección de Supervisión Ambiental en Actividades Productivas.

<sup>1</sup> Conforme a la Resolución de Consejo Directivo N.° 003-2013-OEFA/CD.



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección  
Técnica Científica

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

### Acciones realizadas en el marco de la función evaluadora

Mediante Informe N.º 401-2012-OEFA/DE se presentaron los resultados del monitoreo de calidad del aire realizado del 10 al 16 de abril del 2012 en los puntos de muestreo CA-02 ubicado en el C.E. Inca Garcilaso de la Vega-Urb. El Trapecio y CA-01 ubicado en la Municipalidad de Coishco, donde las concentraciones de material particulado menor a 10 micras ( $PM_{10}$ ) no superaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, aprobado mediante Decreto Supremo N.º 074-2001-PCM. En cuanto a las concentraciones de gases dióxido de azufre ( $SO_2$ ) y monóxido de carbono (CO) se encontraron por debajo de los Estándares Nacionales de Calidad del Aire, aprobados mediante Decreto Supremo N.º 003-2008-MINAM.

En el Informe N.º 543-2013-OEFA/DE-SDCA, los resultados del monitoreo de calidad del aire realizado en los puntos de muestreo CA-01 ubicado en la parte frontal del colegio Inca Garcilaso de la Vega a 600 m de la planta pesquera Exalmar y Consorcio Oiltanking-Petroperú-Urb. El Trapecio y CA-02 ubicado en la Plaza de Armas del distrito de Santa a 500 m de la pesquera Panafood, indican que las concentraciones de  $PM_{10}$  y gases (CO,  $SO_2$ ,  $H_2S$ ,  $NO_2$  y  $O_3$ ) registradas durante el período de monitoreo del 12 al 18 de abril del 2013, no superaron los estándares nacionales, aprobados mediante Decreto Supremo N.º 003-2008-MINAM. Cabe señalar que, el monitoreo fue realizado en época de veda (R.M. N.º 160-2013-PRODUCE. Suspenden actividades extractivas de anchoveta y anchoveta blanca en área de dominio marítimo).

Por medio del Informe N.º 511-2014-OEFA/DE-SDCA, se presentaron los resultados del monitoreo de calidad del aire realizado del 5 al 11 de junio del 2014 en el punto de muestreo CA-01 CHIMBOTE ubicado en la Urb. El Trapecio IE N.º 88011 Inca Garcilazo de La Vega, donde los valores de  $PM_{10}$ ,  $H_2S$ ,  $NO_2$ , CO y  $O_3$  no superaron lo establecido en el D.S. N.º 074-2001-PCM y D.S. N.º 003-2008-MINAM. Las concentraciones de  $SO_2$  tampoco superaron los ECA de aire ( $20 \mu g/m^3$ -promedio 24 horas), a excepción del día 6 de junio donde se obtuvo un valor promedio de  $30,1 \mu g/m^3$ .

Mediante Informe N.º 083-2015-OEFA/DE-SDCA se presentaron los resultados del monitoreo de calidad del aire realizado del 11 al 21 de diciembre de 2015 en los puntos de muestreo CA-01 NUEVO CHIMBOTE ubicado en la Plaza de Armas de Nuevo Chimbote y CA-02 CHIMBOTE ubicado en el Terminal terrestre El Chimbador-Chimbote, donde las concentraciones de  $SO_2$ ,  $H_2S$ ,  $NO_2$ , CO y  $O_3$ , no superaron los estándares nacionales, aprobados mediante Decreto Supremo N.º 003-2008-MINAM. Las concentraciones de  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  monitoreadas sólo en el punto de monitoreo CA-01 NUEVO CHIMBOTE, tampoco excedieron su correspondiente ECA para aire. Cabe mencionar que el monitoreo se realizó en época de veda.

Por medio del Informe N.º 249-2015-OEFA/DE-SDCA se presentaron los resultados del monitoreo de calidad del aire realizado del 16 al 26 de abril del 2015 en los puntos de monitoreo CA-01 CHIMBOTE ubicado en la Urb. El Trapecio I.E. Inca Garcilaso de la Vega N.º 88011-Chimbote, CA-02 COISHCO ubicado en Jr. Miramar s/n cámara de bombeo sector Miramar (altura de la cuadra 7 de la calle Villa del Mar) distrito Coishco, CA-03 SANTA ubicado en la Plaza de Armas de la ciudad del Santa y CA-04 NUEVO CHIMBOTE ubicado en la Plaza de Armas de Nuevo Chimbote, donde se tiene lo siguiente:

- Las concentraciones diarias de  $PM_{10}$  reportadas en los 4 puntos de monitoreo no excedieron el ECA para aire ( $150 \mu g/m^3$ -período de 24 horas).
- Las concentraciones diarias de  $PM_{2,5}$  reportadas en los puntos de monitoreo CA-02 COISHCO y CA-03 SANTA excedieron los ECA para aire-24 h promedio igual a  $25 \mu g/m^3$  durante los 10 días de monitoreo, alcanzando valores máximos de 68,25

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

$\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 54, 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente. Las concentraciones diarias de  $\text{PM}_{2,5}$  en el punto de monitoreo CA-01 CHIMBOTE excedieron el ECA para aire durante casi todo el período de monitoreo (Decreto Supremo N.º 003-2008-MINAM), a excepción del 19 y 20 de abril 2015, alcanzando un valor máximo de 40,11  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

- Las concentraciones diarias de  $\text{SO}_2$  en los puntos de monitoreo CA-01 CHIMBOTE y CA-02 COISHCO excedieron el ECA para aire para un período de 24 horas igual a 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Decreto Supremo N.º 003-2008-MINAM) durante los 10 días de monitoreo, alcanzando un valor máximo de 248,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 66,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente. Las concentraciones de  $\text{SO}_2$  en el punto de monitoreo CA-03 SANTA excedieron el ECA para aire durante los días 10 días de monitoreo, excepto 2 días (24 y 25 de abril de 2015), alcanzando un máximo valor de 30,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- Las concentraciones de  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$  y  $\text{O}_3$  reportadas en los 4 puntos de monitoreo no excedieron su respectivo ECA para aire (Decreto Supremo N.º 003-2008-MINAM).

Mediante el informe N.º 046-2017-OEFA/DE-SDLB-CEAPIO, comprendió el muestreo de material particulado menor a 10 micras ( $\text{PM}_{10}$ ) y 2,5 micras ( $\text{PM}_{2,5}$ ) y gases ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_2$  y  $\text{O}_3$ ) realizado desde el 24 de mayo al 14 de junio de 2017 en los puntos de muestreo EF-CA-1 (ubicado en el astillero SIMA) y EF-CA-2 (ubicado en el estadio de Chimbote), y del 15 de junio al 23 de junio de 2017 en los puntos de muestreo EF-CA-1 y EF-CA-3 (ubicado en la Urb. El Trapecio), los cuales presentaron concentraciones de  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_2$  y  $\text{O}_3$ , que no excedieron los ECA para aire respectivos (Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM).

Para la evaluación se ha utilizado los informes de las vigilancias realizada en la zona de los meses de abril, mayo, junio y julio 2019<sup>2</sup>, adicionalmente los resultados de material particulado, aminas, iones, carbono orgánico y carbono elemental.

#### 4. OBJETIVO

Evaluar la calidad ambiental del aire en el área de influencia de la zona industrial 15 de abril localizado en el distrito Chimbote, provincia Del Santa, departamento Ancash, durante abril a julio de 2019 mediante la medición de  $\text{PM}_{10}$ ;  $\text{PM}_{2,5}$ ;  $\text{CO}$ ;  $\text{H}_2\text{S}$ ;  $\text{SO}_2$ ;  $\text{NO}_2$  y datos meteorológicos locales en temporadas de pesca y veda, con la finalidad de determinar un estado de alerta en caso que se presenten datos que excedan los estándares de calidad ambiental.

#### 5. ÁREA DE ESTUDIO

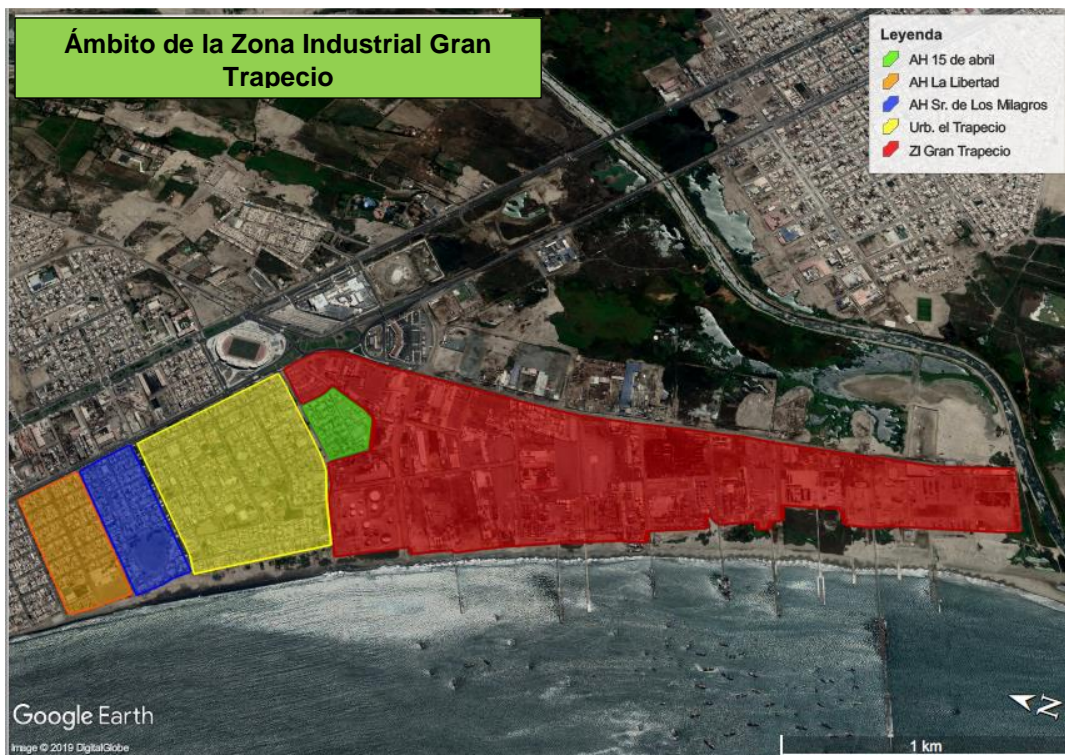
La zona industrial Gran Trapecio se clasifica como una de gran industria (I3)<sup>3</sup> que se caracteriza por el uso de gran volumen de materia prima y cuya producción se desarrolla a gran escala, se encuentra al sur de la ciudad contigua a la desembocadura del río Lacramarca, con una población aproximada de 448 habitantes, que ocupan 90 viviendas, en una superficie de 114,94 ha, con una densidad bruta de 3,9 hab/ha, según datos al 2007 del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). De la superficie total, el 95 % tiene uso industrial, el 2,6 % para viviendas y el 2,4 % tiene otros usos o está libre<sup>4</sup>.

<sup>2</sup>

<sup>3</sup> Las características de esta zonificación industrial se detallan en el Reglamento de acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano, aprobado mediante Decreto Supremo N.º 004-2011-VIVIENDA, el 17 de julio de 2011.

<sup>4</sup> INADUR. 2000. Mapa de peligros y plan de Usos de suelo de la ciudad de Chimbote, remitido mediante Informe N.º 068-2005-SGDU-GIU-MS, el 7 de abril de 2005.

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



**Figura 6.1.** Ubicación de la zona industrial Gran Trapecio de Chimbote y las zonas urbanas localizadas en su entorno

## 6. METODOLOGÍA

En cada uno de los informes mensuales<sup>5</sup> se señala que la vigilancia ambiental de calidad del aire en el área evaluada en el ámbito de la zona industrial de Gran Trapecio se realizó empleando sistemas manuales activos, a través de impactadores de alto volumen o también llamados *high vol*, los cuales permiten realizar la evaluación de material particulado con tamaño menor a 10 micras, así como el contenido de metales (incluido plomo y cadmio); adicionalmente en este se evaluó los iones (cationes y aniones), carbono orgánico, carbono elemental y aminas en el material particulado menor a 10 micras. Para la evaluación de material particulado menor a 2,5 micras se utilizó un equipo de bajo volumen o *low vol*. Además, para la medición de gases se utilizaron analizadores automáticos de gases (CO, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S y NO<sub>2</sub>).

A continuación, se detalla el protocolo de monitoreo, puntos de vigilancia, equipos, metodología de análisis, procesamiento de datos y criterios de evaluación precisados en los informes mensuales, correspondientes a la vigilancia ambiental de la zona evaluada, así como la metodología empleada para iones, aminas, carbono orgánico y carbono elemental en material particulado menor a 10 micras.

### 6.1 Protocolo de monitoreo

Para la vigilancia de calidad de aire se utilizó el Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos, aprobado mediante Resolución Directoral N.º 1404-2005-DIGESA-SA.

<sup>5</sup> Informes 130-2019-OEFA/DEAM-STEC, 153-2019-OEFA/DEAM-STEC, 161-2019-OEFA/DEAM-STEC, 196-2019-OEFA/DEAM-STEC.

## 6.2 Ubicación de los puntos de vigilancia

Los puntos de vigilancia ambiental de la calidad del aire para los parámetros considerados, fueron evaluados y establecidos en la visita de reconocimiento<sup>6</sup> realizado del 26 al 28 de marzo de 2019, siguiendo el Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos; además, tuvieron en consideración las zonas de mayor densidad poblacional, las fuentes potenciales de emisión de material particulado, cercano a los receptores sensibles (colegios, centros de salud), dirección de viento y accesibilidad a los puntos de monitoreo.

**Tabla 6.2.1.** Puntos de monitoreo de la red de vigilancia ambiental de calidad de aire

N.º	Lugar	Código	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17 L		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
			Este (m)	Norte (m)		
1	ZI Gran Trapecio	CA-01	768518	8990326	35	Instalaciones del Servicio Industrial de la Marina
2	A.H. 15 de Abril	CA-03	767988	8992825	40	Calle San Martín Mz. B Lt. 6. Asentamiento humano 15 de abril

## 6.3 Equipos utilizados y metodología de análisis

Los equipos de monitoreo utilizados para la vigilancia ambiental de calidad de aire se detallan en la Tabla 6.2; mientras que los métodos de análisis por parámetro se describen en la Tabla 6.3.

**Tabla 6.2.** Equipos utilizados en el monitoreo de aire

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo
Material particulado menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	Motor Venturi (equipo muestreador de alto volumen de material particulado)	Thermo Scientific	G10557
Material particulado menor a 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> )	Muestreador de aire de bajo volumen de flujo	BGI	PQ 200
Variables meteorológicas	Estación Meteorológica	Davis	Vantage Pro 2
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) / Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	Analizador de gases H <sub>2</sub> S/SO <sub>2</sub>	Thermo Scientific	450 i
Monóxido de carbono (CO)	Analizador de gases CO	Thermo Scientific	48 i
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	Analizador de gases NO <sub>2</sub>	Thermo Scientific	SERINUS 40

**Tabla 6.3.** Métodos para el análisis de parámetros de calidad de aire

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

<sup>6</sup> Informe N° 00060-2019-OEFA/DEAM-STEC. Informe de reconocimiento en el ámbito de influencia de la zona industrial Gran Trapecio, distrito Chimbote, provincia del Santa, departamento Ancash.

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

Parámetro	Método de Referencia	Técnica Empleada
	EPA IO-3.4, 1999. Determination of Metals in Ambient Particulate Matter Using Inductively Coupled Plasma (ICP) Spectroscopy	Metales por ICP OES: Filtro PM <sub>10</sub> Alto Volumen
Monóxido de carbono (CO)	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)	-
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	Quimioluminiscencia (método automático)	-
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) / Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)	-
- Velocidad de viento - Dirección de viento - Temperatura ambiente - Humedad relativa - Precipitación - Presión barométrica	Método automático	-
Aminas alifáticas en PM <sub>10</sub>	Dimetilamina	Espectrometría Masa (GC/MS)
	Trimetilamina	
	Dietilamina	
	Trietilamina	
Aminas aromáticas en PM <sub>10</sub>	Etanolamina	
	Dietanolamina,	
	Fenilamina,	
	Difenilamina	
Carbono Total	Determinación de Carbono Orgánico y Carbono Total por oxidación de compuestos de carbón	Coulombimetría
Carbono Orgánico		
Aniones	Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	Extracción: SOP MLD 068 Standard Operation procedure for the analysis of anions and cations in PM10 samples by Ion Chromatography (amonio, cloruros, sulfato y nitratos) 4500-NH3 D, 23 <sup>rd</sup> Ed. 2017
	Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	
	Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	
Cationes	Amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	Extracción: SOP MLD 068 Standard Operation procedure for the analysis of anions and cations in PM10 samples by Ion Chromatography (potasio, sodio, magnesio y calcio) 3030 B, K, 23 <sup>rd</sup> Ed. 2017 – 3125B, 23 <sup>rd</sup> Ed. 2017
	Calcio (Ca <sup>+2</sup> )	
	Magnesio (Mg <sup>+2</sup> )	
	Potasio (K <sup>+</sup> )	
Sodio (Na <sup>+</sup> )		

Fuente: Informes de ensayo ABR1203.R19, MAY1130.R19, JUN1106.R19, JUN1107.R19, JUN1242.R19, JUN1353.R19 y JUL1101.R19 del laboratorio Certimin S.A. (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> y metales en PM<sub>10</sub>). Informes de ensayo N.º 190090-C, 190090-D del laboratorio ES4I (Carbono total, carbono elemental, carbono orgánico y aminas en PM<sub>10</sub>). Informes de ensayo N.º 000038174, 000038176, 000038177, 000038178, 000040408, 0000404409, 000040411, 000040412, 000040413 y 000040414 del laboratorio TYPASA.

Es necesario mencionar que los informes de ensayo correspondientes a los laboratorios ES4I y TYPASA, se adjuntan escaneados en el Anexo 5.

#### 6.4 Procesamiento de datos

- Cálculo de las concentraciones de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> y metales en PM<sub>10</sub>

Las muestras de material particulado obtenidas en los filtros de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> fueron enviadas al laboratorio acreditado contratado por el OEFA para la determinación de su peso, así como

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

para el análisis de metales en filtros PM<sub>10</sub>. Adicionalmente, para la determinación de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> se calculó el flujo según la ecuación 6.1:

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

Donde:

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

$Q_a$  = Flujo promedio (m<sup>3</sup>/min) a condiciones ambientales

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

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

$T_{std}$  = Temperatura estándar (298 K)

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

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

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

Donde:

$V_{std}$  = Total de aire muestreado en unidades patrón de volumen (m<sup>3</sup>)

$t$  = Tiempo de muestreo (min)

Sobre la base de la diferencia de pesos (muestra/filtro) reportados por el laboratorio en mención y los parámetros meteorológicos de presión y temperatura registrados en cada punto de monitoreo, se calculó la concentración de material particulado en unidades de masa por unidad de volumen, de acuerdo con la ecuación 6.3<sup>7</sup> obtenida de la metodología para la determinación de material particulado indicada en la ecuación 6.2.

$$C_{PM_{10}} = 10^6 \cdot (W_f - W_i) / V_{std} \quad (6.3)$$

Donde:

$C_{PM_{10}}$  = Concentración de PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

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

$V_{std}$  = Volumen de aire muestreado a condiciones estándar (m<sup>3</sup>)<sup>8</sup>

De manera análoga se determinó las concentraciones de metales totales en aire en los puntos de monitoreo, de acuerdo con la ecuación 6.4.

$$C_{Metal\ o\ ion} = 10^6 \cdot (W_{metal}) / V_{std} \quad (6.4)$$

Donde:

$C_{metal}$  = Concentración del metal o ion (µg/m<sup>3</sup>)

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

$V_{std}$  = Volumen total de aire muestreado a condiciones estándar en (m<sup>3</sup>)

<sup>7</sup> NTP 900.030 - 2003. Gestión Ambiental. Calidad de aire. Método de referencia para la determinación de material particulado respirable como PM<sub>10</sub> en la atmósfera.

<sup>8</sup> Condición estándar: 1 atmósfera de presión y 25 °C de temperatura para la medición de volúmenes de los gases.

## Cálculo de las concentraciones de carbono orgánico y carbono elemental

Para la determinación de la concentración de las especies carbonáceas, se analizará el material particulado, con diámetro aerodinámico menor a 10 micrómetros, a partir de muestras diarias, realizadas en equipos de alto volumen, o Hi-Vol, en filtros de celulosa.

Del filtro completo, se extrae una muestra de 1 cm x 5 cm la cual es doblada e introducida al equipo que determinará el contenido de Carbono Orgánico y Elemental (especies carbonáceas).

Se determina la concentración de material particulado menor a 10 micras ( $PM_{10}$ ) por unidad de aire medido, por medio de la siguiente ecuación:

$$[PM_{10}] = \frac{P_f - P_i}{Q} * 1000000 \left( \frac{\mu g}{m^3} \right) \quad (6.5)$$

dónde:

Q = Caudal del aire, calculado en el equipo de muestreo HI-VOL;

$P_i$  = Peso del filtro limpio

$P_f$  = Peso del filtro muestreado y

1000000: Factor de conversión de peso

De los valores de Carbono Orgánico (OC) y Carbono Elemental (EC) arrojados por la corrección de las gráficas, se obtienen los valores de cada especie por unidad de área analizada en el equipo, a través de la siguiente ecuación:

$$[OC] = \frac{X(mg) * 1000}{5 \text{ cm}^2} \left( \frac{\mu g}{\text{cm}^2} \right) \quad (6.6)$$

$$[EC] = \frac{X(mg) * 1000}{5 \text{ cm}^2} \left( \frac{\mu g}{\text{cm}^2} \right) \quad (6.7)$$

dónde:

X (mg) es el valor que arroja la gráfica;

5  $\text{cm}^2$  corresponde área de la tira analizada de la muestra; y

1 000 es el factor de conversión de peso.

Para el análisis de resultados se necesita conocer el valor de concentraciones de carbono en  $\mu g$  por unidad de volumen medio a través de las siguientes ecuaciones:

$$[OC] = \frac{x \left( \frac{\mu g}{\text{cm}^2} \right) * A(\text{cm}^2)}{V(\text{m}^3)} \left( \frac{\mu g}{\text{m}^3} \right) \quad (6.8)$$

$$[EC] = \frac{x \left( \frac{\mu g}{\text{cm}^2} \right) * A(\text{cm}^2)}{V(\text{m}^3)} \left( \frac{\mu g}{\text{m}^3} \right) \quad (6.9)$$

dónde:

V es el volumen de aire medido ( $\text{m}^3$ );

A es el área de filtro muestreado; y

$\frac{\mu g}{\text{cm}^2}$  son las unidades de la concentración de OC y EC por área analizada.  $\frac{\mu g}{\text{cm}^2}$

- Cálculo de las concentraciones de  $\text{SO}_2$ , CO,  $\text{NO}_2$  y  $\text{H}_2\text{S}$

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

El monitoreo continuo de gases de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y monóxido de carbono (CO) se realizó mediante la instalación de analizadores automáticos en el punto de monitoreo (CA-03).

Las concentraciones de aire deben ser medidas por volumen o masa. Los analizadores utilizados miden por volumen en partes por billón (ppb). Estas mediciones dependen de la temperatura o presión, y no son directamente intercambiables a concentraciones basadas en masa.

Para parámetros gaseosos, la conversión entre las 2 unidades depende del peso molecular del gas (PM) y la temperatura del gas (T). En la siguiente tabla se presentan los factores por los cuales fueron multiplicados las mediciones de gases, para convertir ppb a µg/m<sup>3</sup>, a condiciones estándar de temperatura (T=25 °C).

**Tabla 6.4.** Factor de conversión para gases, ppb a µg/m<sup>3</sup>

Parámetro	Símbolo	Peso molecular (PM) (g/mol)	Factor de conversión (T=25 °C)
Dióxido de azufre	SO <sub>2</sub>	64	2,612
Sulfuro de hidrogeno	H <sub>2</sub> S	34	1,39
Dióxido de nitrógeno	NO <sub>2</sub>	46	1,88
Monóxido de carbono	CO	28	1,143

Para el diseño de la rosa de viento se ingresaron los datos meteorológicos registrados diariamente al software WRPLOT.

### 6.5 Criterios de evaluación

Los resultados obtenidos de la vigilancia ambiental de la calidad del aire fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire aprobados mediante Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM. En la Tabla 6.5 se precisan los parámetros, los periodos de evaluación y sus respectivas concentraciones expresadas en µg/m<sup>3</sup>.

**Tabla 6.5.** Estándares de calidad ambiental (ECA) para aire

Parámetro	Periodo	Formato del estándar		Método de análisis	Norma
		Valor (µg/m <sup>3</sup> )	Criterios de evaluación		
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	24 horas	100	No exceder más de 7 veces al año	Separación inercial / filtración (Gravimetría)	Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM «Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias»
	Anual	50	Media aritmética anual		
Plomo (Pb) en PM <sub>10</sub>	Mensual	1,5	No exceder más de 4 veces al año	Método para PM <sub>10</sub> (Espectrofotometría de absorción atómica)	
	Anual	0,5	Media aritmética de los valores mensuales		
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)	
Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)	
Monóxido de carbono (CO)	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)	
	8 horas	10000	Media aritmética móvil		
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (Método automático)	
	Anual	100	Media aritmética anual		

NE: No exceder

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

Dado que los ECA para aire nacionales no consideran concentraciones de metales en PM<sub>10</sub> para un periodo de 24 horas se ha tomado la guía de calidad de aire de Canadá (*Ontario's Ambient Air Quality Criteria - 2012*) como estándares de referencia para los parámetros evaluados (Tabla 6.6). Cabe señalar que, en dicha norma se indica que las concentraciones se deben reportar a condiciones de 10 °C y 760 mmHg.

**Tabla 6.6.** Estándares de calidad de aire de Canadá

CASRN	Contaminante	AAQC (µg/m <sup>3</sup> )	Tiempo promedio (h)
7440-36-0	Antimonio y compuestos de antimonio	25	24
7784-42-1	Arsénico y compuestos de arsénico	0,3	24
7440-41-7	Berilio y compuestos de berilio	0,01	24
7440-42-8	Boro	120	24
7440-43-9	Cadmio y compuestos de cadmio	0,025	24
7440-48-4	Cobalto	0,1	24
7440-50-8	Cobre	50	24
7440-47-3	Cromo y compuestos	0,5	24
15438-31-0	Hierro (metálico)	4	24
7439-92-1	Plomo y compuestos de plomo	0,5	24
7439-96-5	Manganeso y compuestos de manganeso	0,2	24
7439-97-6	Mercurio (Hg)	2	24
7439-98-7	Molibdeno	120	24
7440-02-0	Níquel y compuestos de níquel	0,1	24
7782-49-2	Selenio	10	24
7440-22-4	Plata	1	24
7440-24-6	Estroncio	120	24
7440-31-5	Estaño	10	24
7440-32-6	Titanio	120	24
7440-61-1	Uranio y compuestos de uranio	0,15	24
7440-62-2	Vanadio	2	24
7440-66-6	Zinc	120	24

CASRN: *Chemical Abstracts Services Registry Number* o Número de Registro CAS.

Fuente: *Ontario's Ambient Air Quality Criteria Standards (AAQC)* – abril 2012:

[www.airqualityontario.com/downloads/AmbientAirQualityCriteria.pdf](http://www.airqualityontario.com/downloads/AmbientAirQualityCriteria.pdf)

## 7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

La data mensual correspondiente a los meses de abril, mayo, junio y julio 2019 de la zona evaluada durante la vigilancia ambiental en el área de influencia de la zona industrial Gran Trapecio de Chimbote se registra en los anexos 1,2,3 y 4. Además, los resultados correspondientes al material particulado, iones (cloruros, amonio, calcio, magnesio, potasio, sodio, nitratos y sulfatos), aminas, carbono elemental y carbono orgánico, correspondientes al mes de julio 2019 en la zona de estudio se encuentran el Anexo 5.

### 7.1. Resultados de la vigilancia ambiental

A continuación, se presentan las condiciones meteorológicas y las concentraciones de contaminantes atmosféricos registrados entre abril y julio de 2019.

#### 7.1.1. Parámetros meteorológicos

En la Tabla 7.1 se presenta el resumen de resultados de los parámetros meteorológicos: temperatura, presión, humedad relativa y velocidad del viento.

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

Los registros horarios y las rosas de viento diarias de dichos parámetros se encuentran en los informes mensuales<sup>9</sup>, que se detallan en los anexos 1, 2, 3 y 4.

**Tabla 7.1.** Parámetros meteorológicos de los puntos de vigilancia ambiental durante abril a julio de 2019

Estación	Valor	Temperatura (° C)	Humedad relativa (%)	Presión atmosférica (bar)	Velocidad del viento (m/s)
CA-01*	Mínimo	17,7	62	757	0,0
	Máximo	27,4	92	762,6	6,7
	Promedio ± SE	20,92 ± 0,08	81,31 ± 0,25	759,79 ± 0,04	2,69 ± 0,06
	Desviación estándar	1,90	1,36	1,05	1,36
CA-03**	Mínimo	14,2	58	755,8	0,0
	Máximo	28,25	94	763,3	5,4
	Promedio ± SE	19,85 ± 0,06	82,07 ± 0,15	759,68 ± 0,03	2,19 ± 0,02
	Desviación estándar	2,40	6,71	1,28	0,93

(\*) datos registrados del 23 de abril al 17 de mayo de 2019

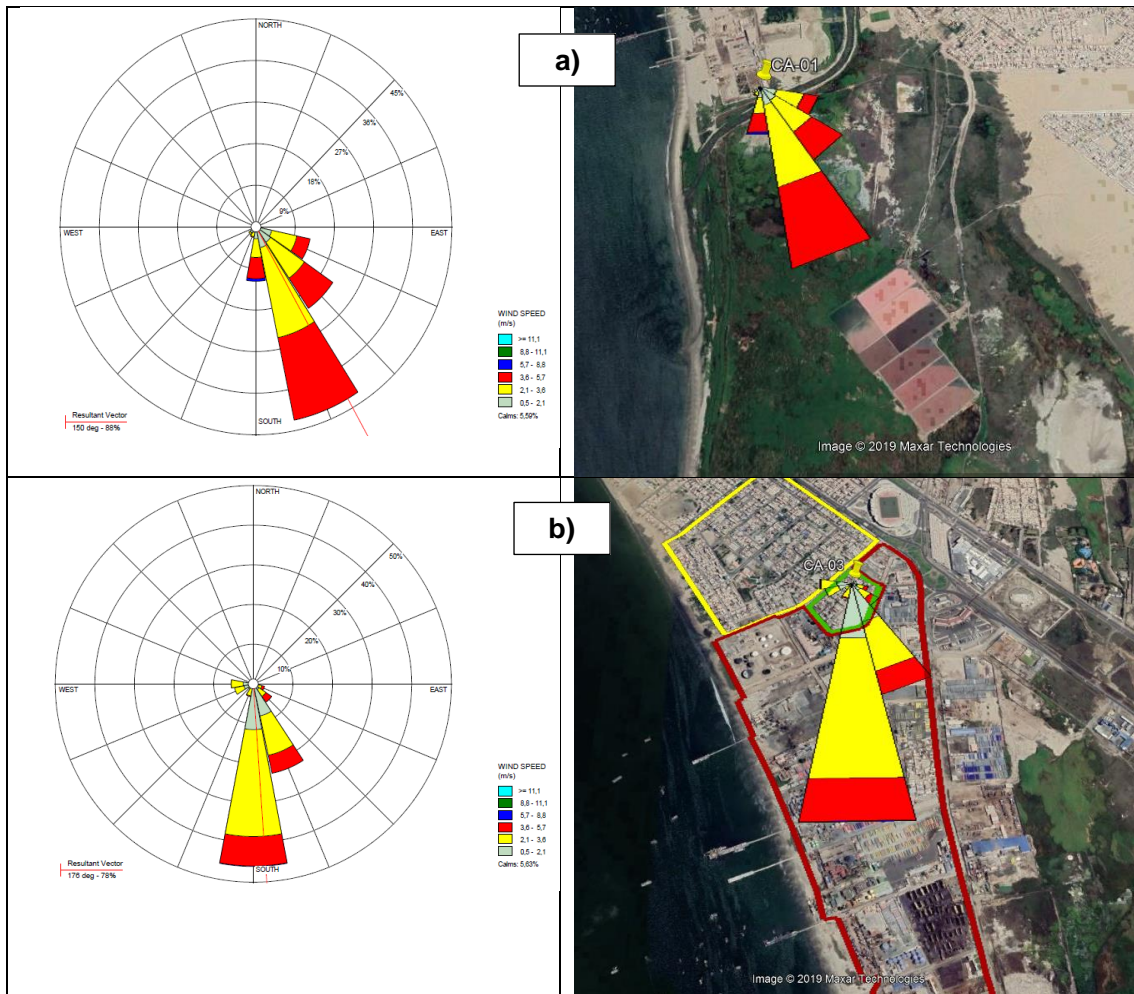
(\*\*) datos registrados del 23 de abril al 18 de julio de 2019

En cuanto a la dirección del viento se presenta la gráfica de rosa de vientos, la misma que nos proporciona información estadística de la dirección de los vientos y velocidad del viento en la zona de monitoreo.

En la Figura 7.1 se presenta la rosa de vientos para el periodo de monitoreo de abril a mayo 2019 del punto de monitoreo CA-01, cuya predominancia de vientos fue del sur sureste (SSE) seguido de vientos del sur este (SE); mientras que para el periodo de monitoreo de abril a julio 2019 del punto de monitoreo A-03, la predominancia de vientos fue del sur (S), seguido de vientos del sureste (SE).

<sup>9</sup> Informes 130-2019-OEFA/DEAM-STEC, 153-2019-OEFA/DEAM-STEC, 161-2019-OEFA/DEAM-STEC, 196-2019-OEFA/DEAM-STEC.

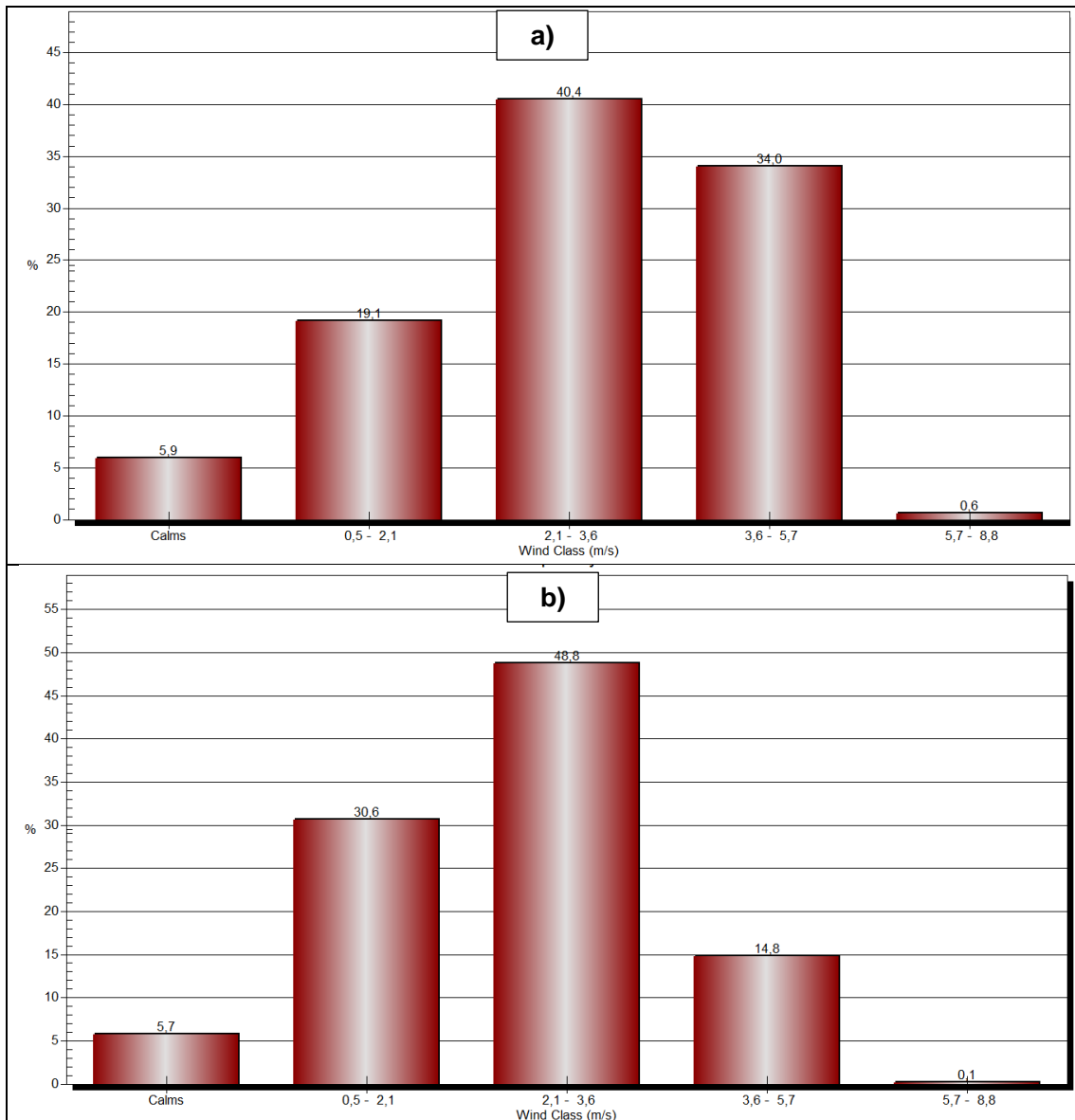
Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad



**Figura 7.1.** Diagrama de rosa de vientos de los puntos de vigilancia ambiental: **a)** CA-01, ubicado en el SIMA (barlovento) y **b)** CA-03, ubicada en el A.H. 15 de Abril (sotavento)

Al respecto para el punto de monitoreo CA-01, la distribución de frecuencia de vientos nos indicó que las velocidades más frecuentes se presentaron entre 2,1 m/s a 3,6 m/s (40,4%) y 3,6 m/s a 5,7 m/s (34,0%) como se aprecia en la Figura 5.2(a), mientras que para el punto CA-03, la distribución de frecuencias de vientos presentó que las velocidades más frecuentes fueron entre 2,1 a 3,6 m/s (48,8%) y 0,5 a 2,1 m/s (30,6%).

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

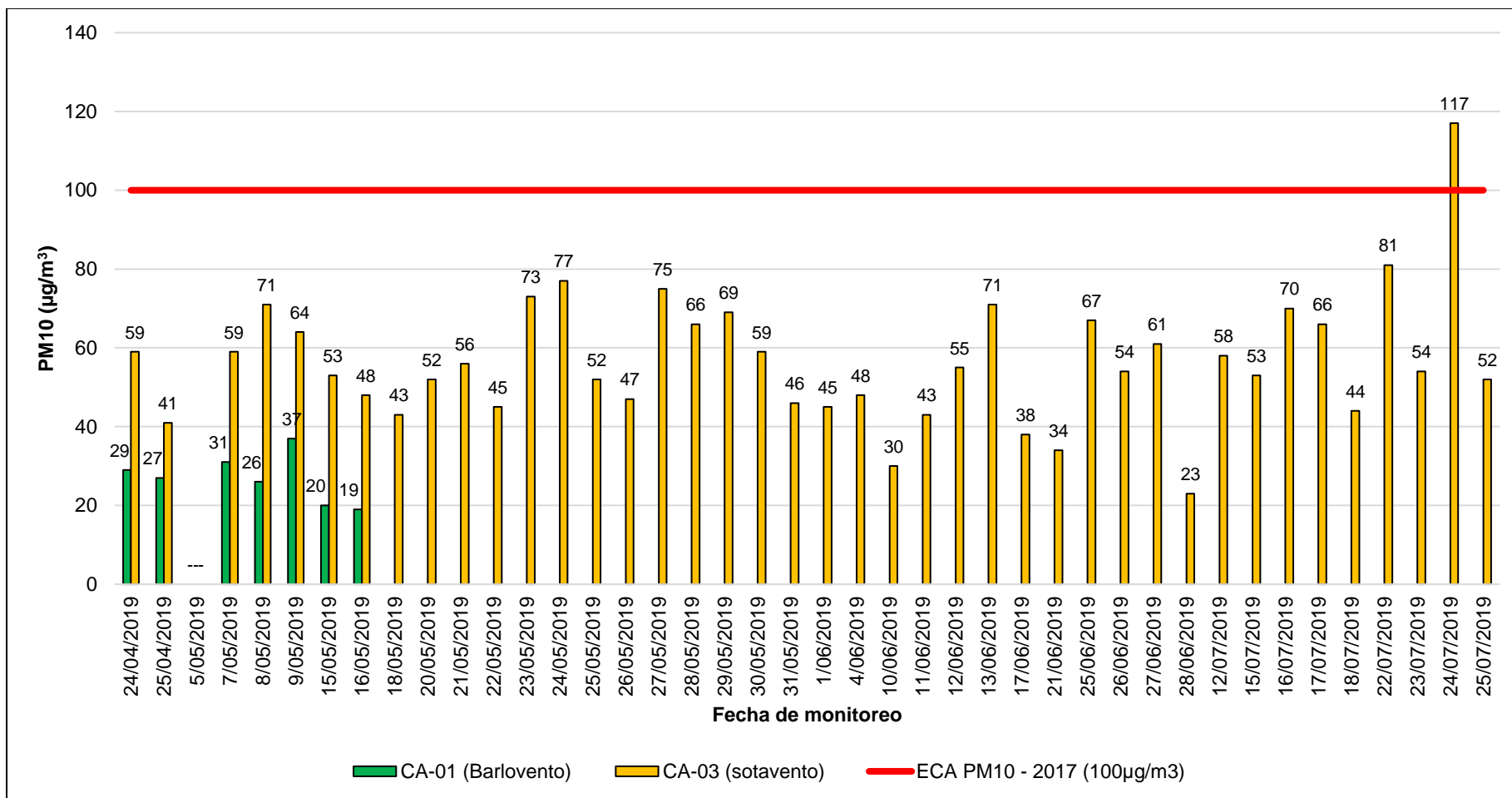


**Figura 7.2.** Diagrama de frecuencias de velocidades de viento en los puntos de vigilancia ambiental: **a)** CA-01, ubicado en el SIMA (barlovento) y **b)** CA-03, ubicada en el A.H. 15 de Abril (sotavento)

**7.1.2. Concentración de material particulado menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>)**

En la Figura 7.3 se presentan los resultados de las concentraciones de material particulado menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>) que fueron medidas en los puntos CA-01 (barlovento) y CA-03 (sotavento) de la zona industrial Gran Trapecio.

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



**Figura 7.3.** Concentraciones de material particulado menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>) en los puntos CA-01 (SIMA CHIMBOTE), ubicado a barlovento y CA-03 (A.H. 15 de Abril), ubicado a sotavento de la zona industrial Gran Trapecio, comparado con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire del Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM de 100 µg/m³ para el periodo de 24 horas



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección  
Técnica Científica

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

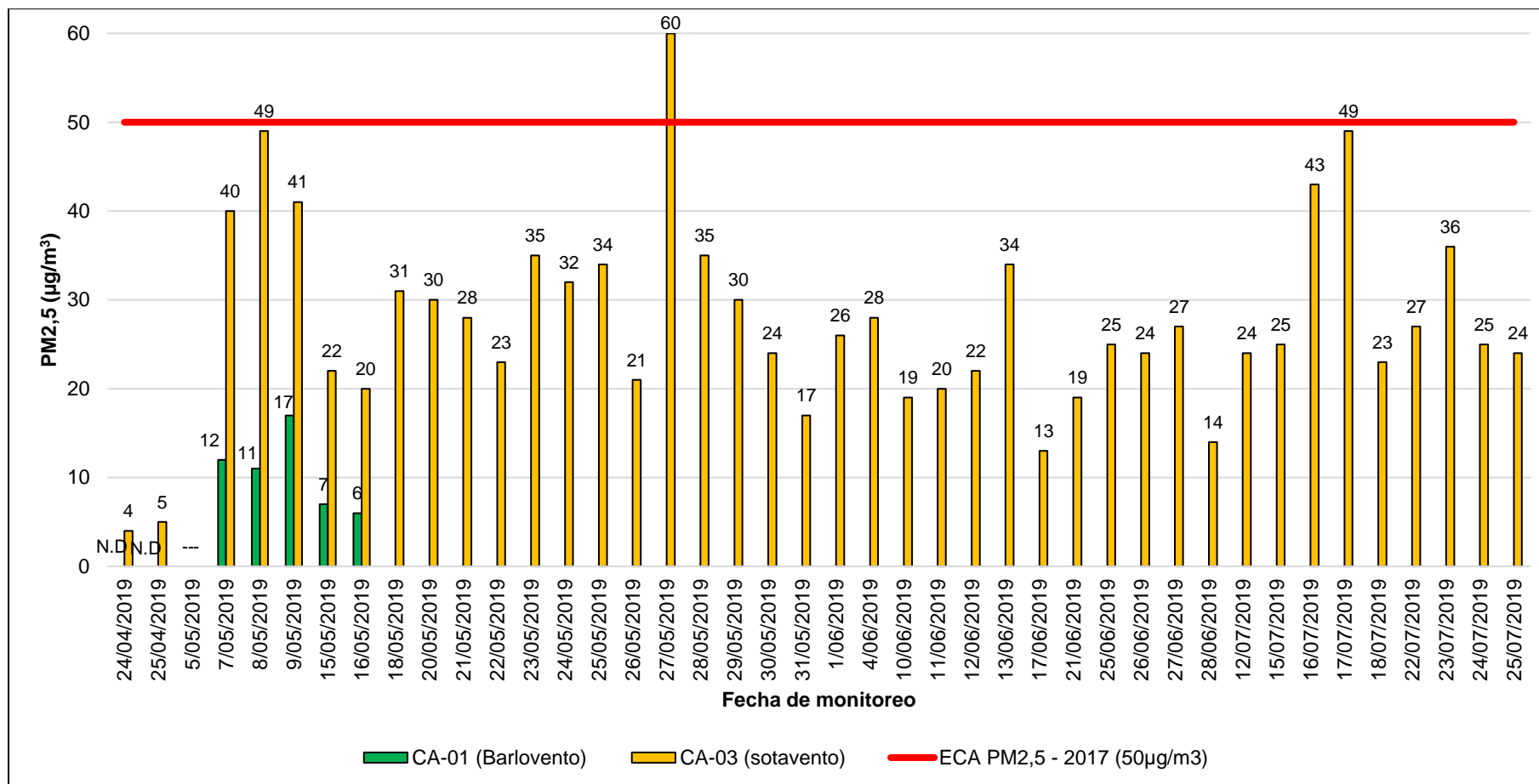
Al respecto se aprecia que la concentración resultante del 24/07/2019 superó el valor de material particulado menor a 10 micras ( $PM_{10}$ ) establecido en los ECA para aire del Decreto Supremo N.° 003-2017-MINAM de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para un periodo de 24 horas, el cual no debe exceder más de 4 veces al año.

### **7.1.3. Concentración de metales totales en material particulado menor a 2.5 micras ( $PM_{2.5}$ )**

En la Figura 7.4 se presentan los resultados de las concentraciones de material particulado menor a 2,5 micras ( $PM_{2.5}$ ) que fueron medidas en los puntos de monitoreo CA-01 (barlovento) y CA-03 (sotavento) de la zona industrial Gran Trapecio.

Al respecto, se aprecia que la concentración resultante del 27/05/2019 superó el valor de material particulado menor a 2,5 micras ( $PM_{2.5}$ ) establecido en los ECA para aire del Decreto Supremo N.° 003-2017-MINAM de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para un periodo de 24 horas, el cual no debe exceder más de 7 veces al año.

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

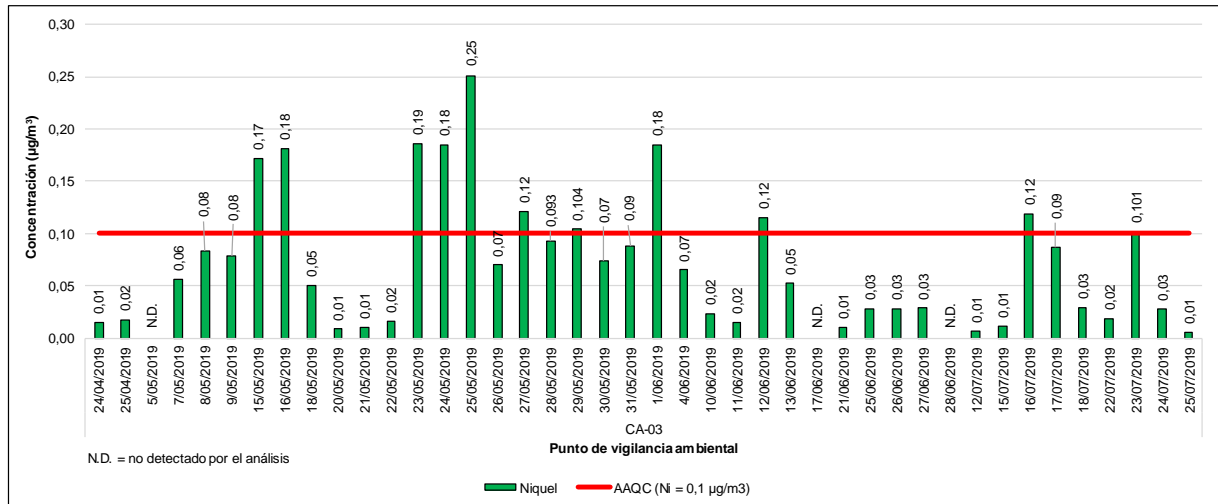


**Figura 7.3.** Concentraciones de material particulado menor a 2,5 micras (PM<sub>2,5</sub>) en los puntos CA-01 (SIMA CHIMBOTE), ubicado a barlovento y CA-03 (A.H. 15 de Abril), ubicado a sotavento de la zona industrial Gran Trapecio, comparado con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire del Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM de 50 µg/m³ para el periodo de 24 horas

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

### 7.1.4. Concentración de metales en material particulado menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>)

Es necesario indicar que dentro de todos los metales comparados referencialmente con *Ontario's Ambient Air Quality Criteria Standards* (AAQC), solo el níquel presentó concentraciones que superaron referencialmente esta norma, tal como se aprecia en la Figura 7.5.



**Figura 7.5.** Concentraciones níquel (Ni) en PM<sub>10</sub> del punto CA-03 (A.H. 15 de Abril), ubicado a sotavento de la zona industrial Gran Trapecio, comparado referencialmente con *Ontario's Ambient Air Quality Criteria Standards* (AAQC).

En la Figura 7.5 se aprecia que las concentraciones de níquel que superan referencialmente esta norma se registraron en 11 días, siendo 7 en mayo de 2019 (15, 16, 23, 24, 25, 27 y 29 de mayo); 2 en junio de 2019 (1 y 12 de junio) y 2 en julio de 2019 (16 y 23 de junio).

### 7.1.5. Concentración de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

En la Figura 7.6 se presenta los resultados de las concentraciones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) que fueron medidas en el punto CA-03 (sotavento) de la zona industrial Gran Trapecio.

### 7.1.6. Concentración de sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S)

En la Figura 7.7 se presenta los resultados de las concentraciones de sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S) que fueron medidas en el punto CA-03 (sotavento) de la zona industrial Gran Trapecio.

### 7.1.7. Concentración de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

En la Figura 7.8 se presenta los resultados de las concentraciones de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) que fueron medidas en el punto CA-03 (sotavento) de la zona industrial Gran Trapecio.

### 7.1.8. Concentración de monóxido de carbono (CO)

En la Figuras 7.9 y 7.10 se presenta los resultados de las concentraciones de monóxido de carbono (CO) que fueron medidas en el punto CA-03 (sotavento) de la zona industrial Gran Trapecio.

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

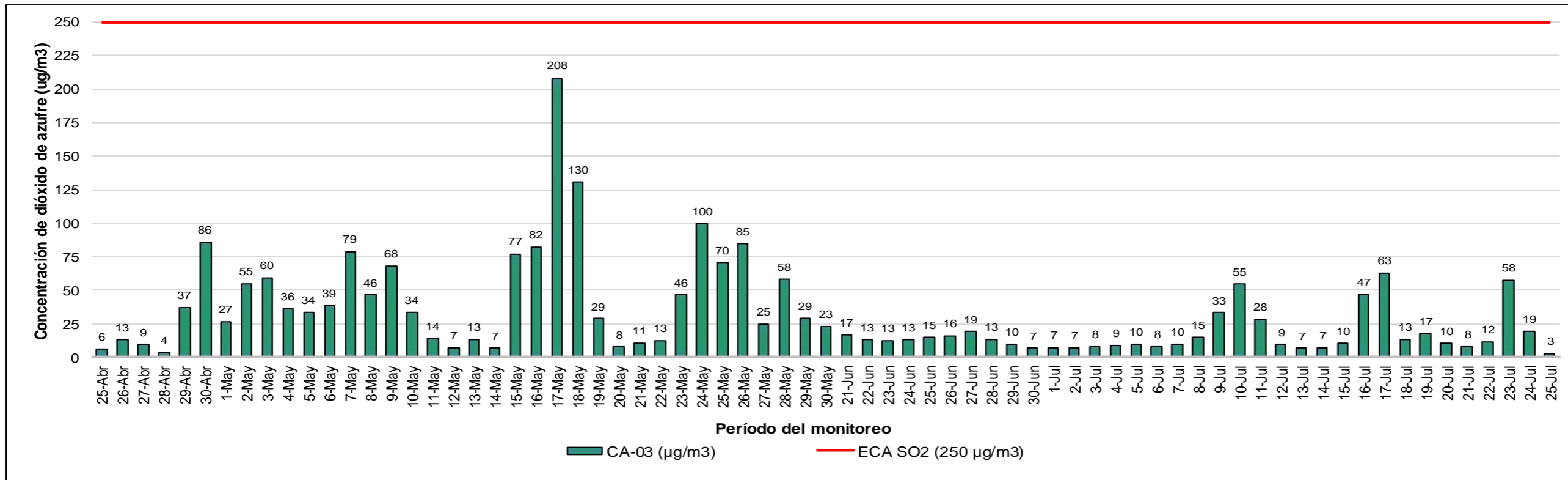


Figura 7.6. Concentraciones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) en el punto CA-03 (A.H. 15 de Abril), ubicado a sotavento de la zona industrial Gran Trapecio, comparado con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire del Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM de 250 µg/m<sup>3</sup> para el periodo de 24 horas

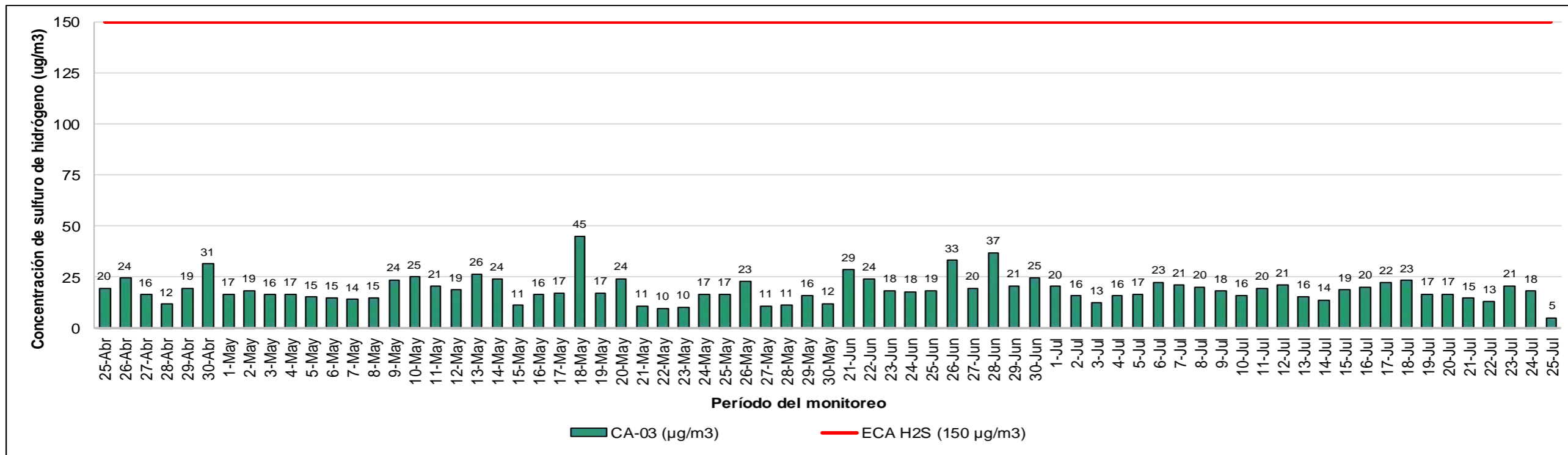
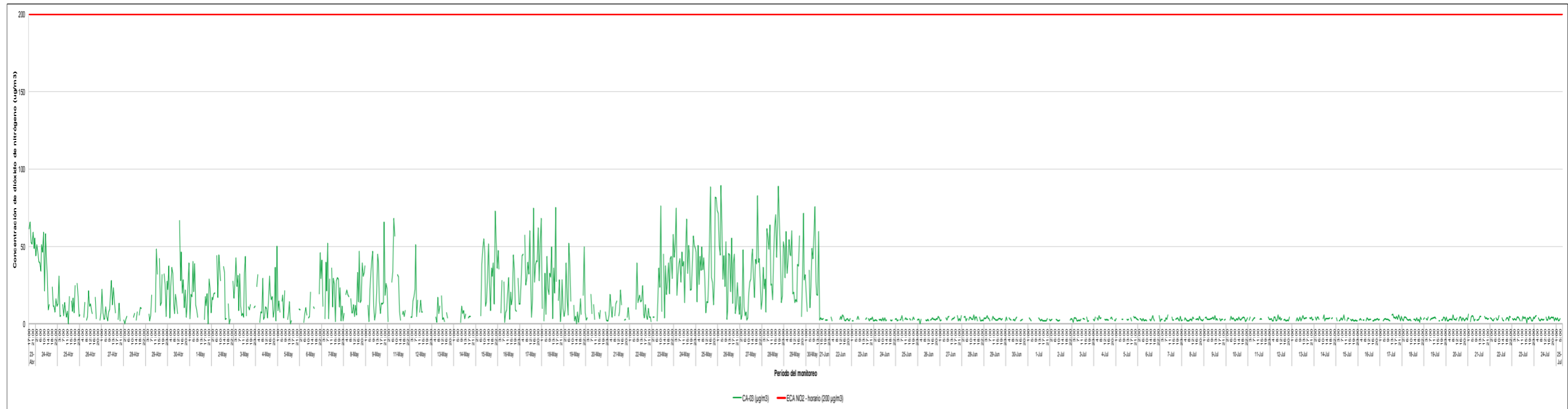
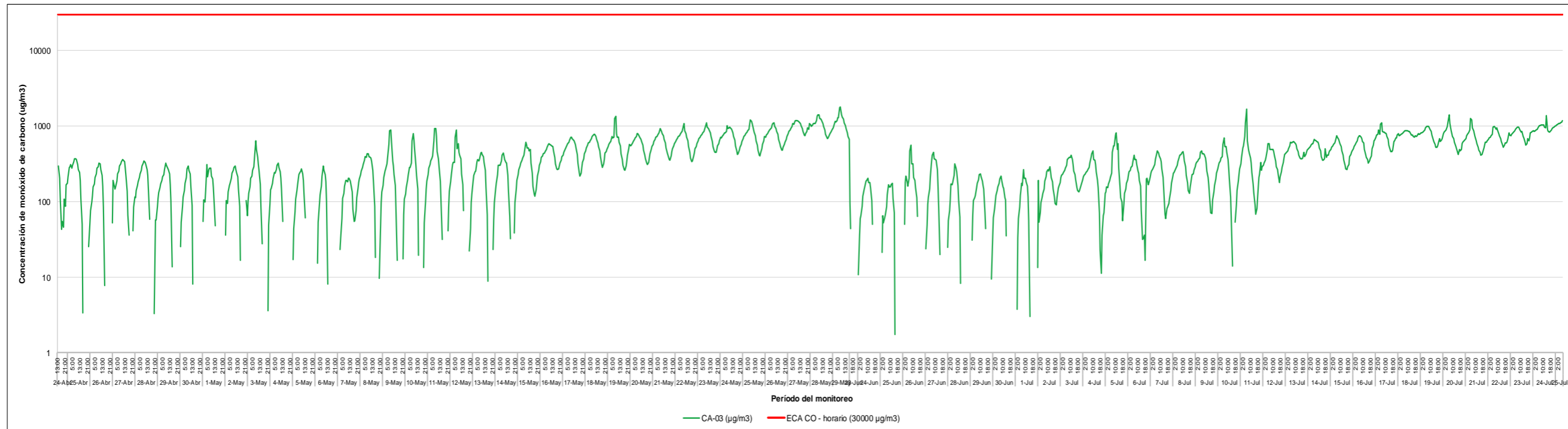


Figura 7.7. Concentraciones de sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S) en el punto CA-03 (A.H. 15 de Abril), ubicado a sotavento de la zona industrial Gran Trapecio, comparado con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire del Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM de 150 µg/m<sup>3</sup> para el periodo de 24 horas

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



**Figura 7.8.** Concentraciones de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) en el punto CA-03 (A.H. 15 de Abril), ubicado a sotavento de la zona industrial Gran Trapecio, comparado con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire del Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM de 200 µg/m<sup>3</sup> para el periodo de 1 hora



**Figura 7.9.** Concentraciones de monóxido de carbono (CO) en el punto CA-03 (A.H. 15 de Abril), ubicado a sotavento de la zona industrial Gran Trapecio, comparado con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire del Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM de 30000 µg/m<sup>3</sup> para el periodo de 1 hora

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

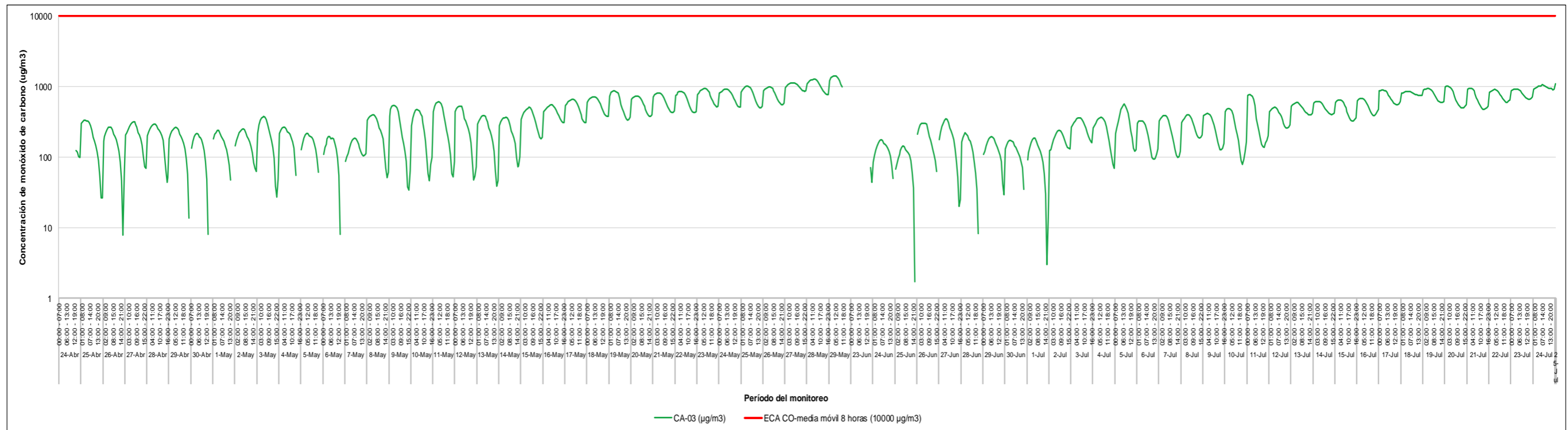


Figura 7.10. Concentraciones de monóxido de carbono (CO) en el punto CA-03 (A.H. 15 de Abril), ubicado a sotavento de la zona industrial Gran Trapecio, comparado con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire del Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM de 10000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para el periodo de 8 horas móviles



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección  
Técnica Científica

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

Al respecto se aprecia desde la Figura 7.6 a la Figura 7.10 las concentraciones de los gases SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NO<sub>2</sub> y CO, no superan los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire del Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM

## 7.2. DISCUSIÓN

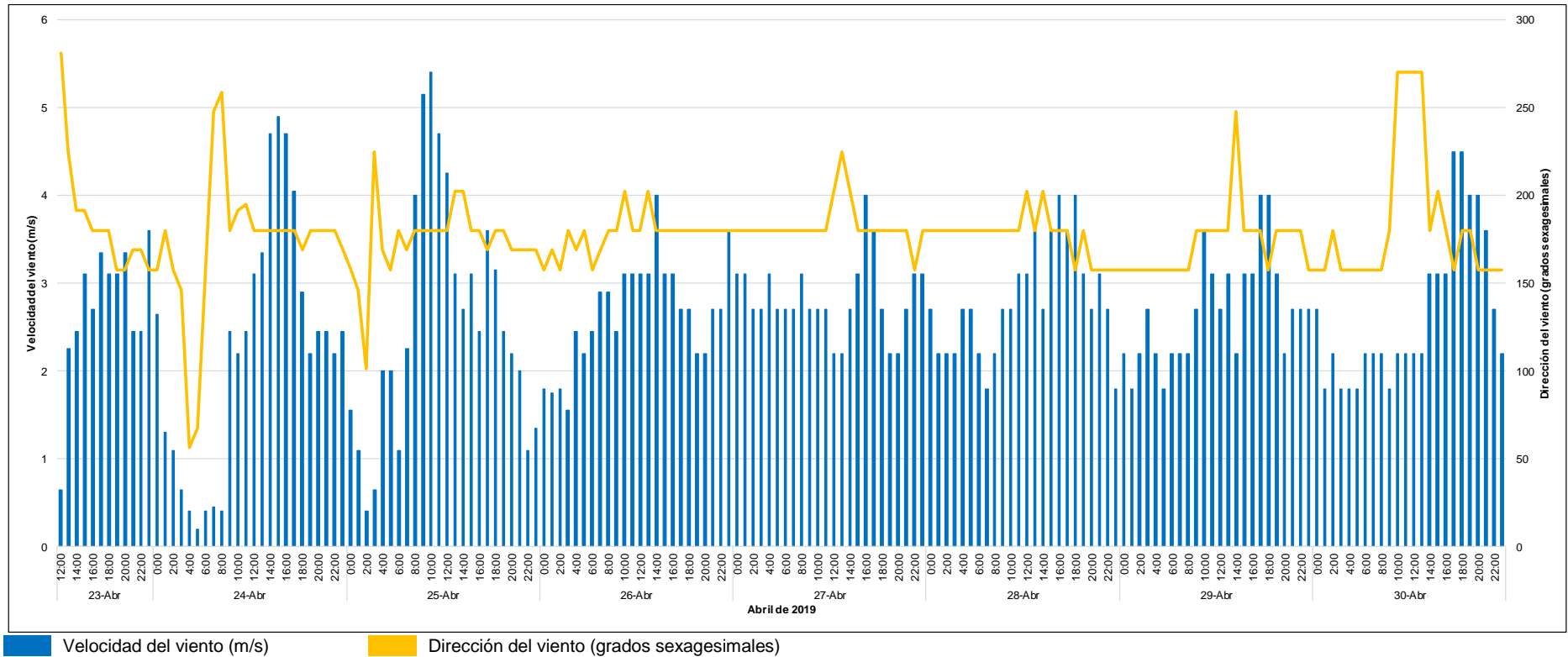
Los datos generados durante la vigilancia ambiental de calidad de aire en el área de influencia de la zona industrial Gran Trapecio de Chimbote, durante abril a julio de 2019, abarcan parte de la temporada de veda<sup>10</sup> y la primera temporada de pesca de 2019<sup>11</sup>.

Las condiciones meteorológicas registradas en este periodo se muestran desde la Figura 7.11 a la Figura 7.14 donde se observa la velocidad del viento (m/s) y la dirección del viento (grados sexagesimales) en cada mes de vigilancia ambiental en el punto de monitoreo CA-03 (ubicado en el A.H. 15 de abril a sotavento de la zona industrial).

<sup>10</sup> Resolución ministerial N.º 129-2019-PRODUCE, correspondiente al término de la Segunda Temporada de Pesca 2018 del recurso anchoveta y anchoveta blanca, en la Zona Norte - Centro del Perú, promulgada el 2 de abril de 2019.

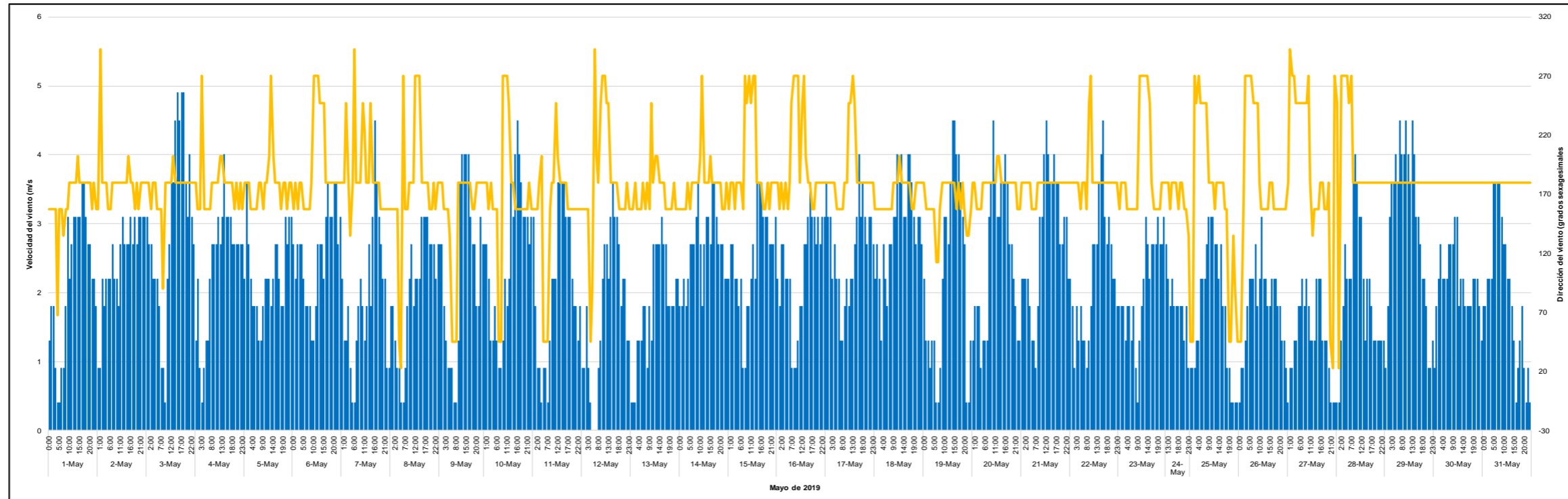
<sup>11</sup> Autorizan inicio de la Primera Temporada de Pesca 2019 del recurso anchoveta y anchoveta blanca en área del dominio marítimo, el Límite Máximo Total de Captura Permisible de la Zona Norte - Centro del Perú, la pesca exploratoria y otras disposiciones para el desarrollo de las actividades pesqueras de la anchoveta, según Resolución ministerial N.º 162-2019-PRODUCE, promulgada el 25 de abril de 2019.

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

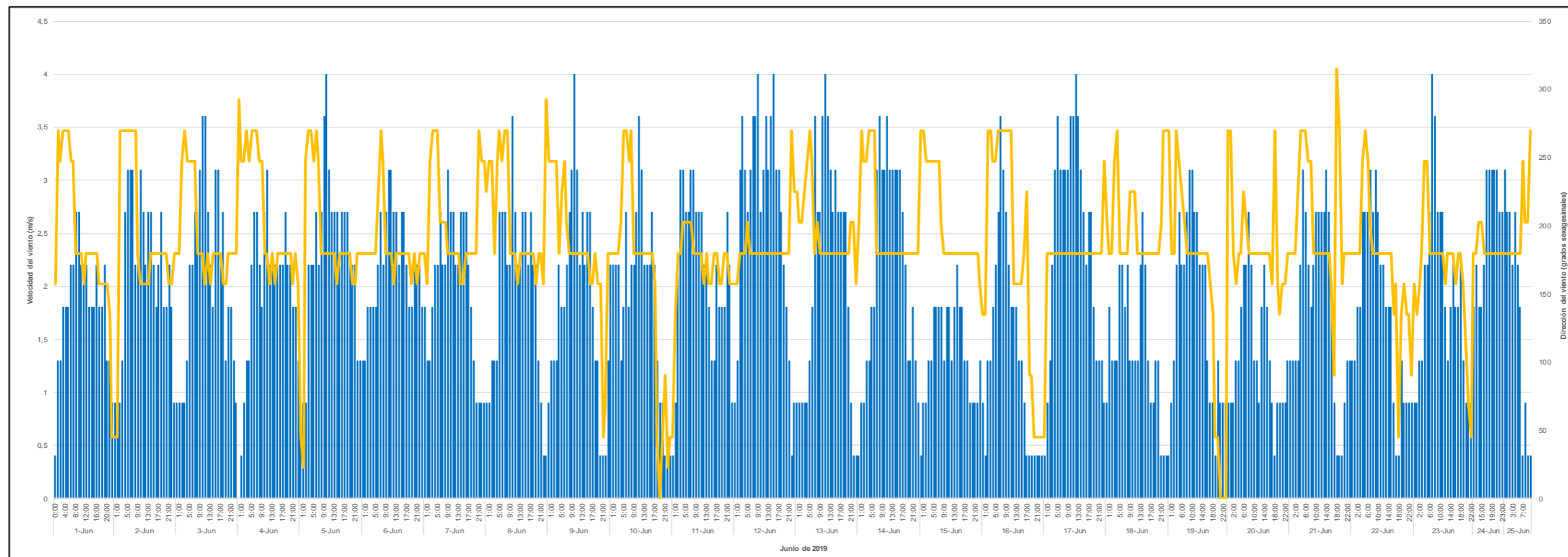


**Figura 7.11.** velocidad de viento (m/s) y dirección del viento (grados sexagesimales) registrada en abril de 2019 en el punto de monitoreo CA-03 (A.H. 15 de Abril), ubicado a sotavento de la zona industrial Gran Trapecio

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

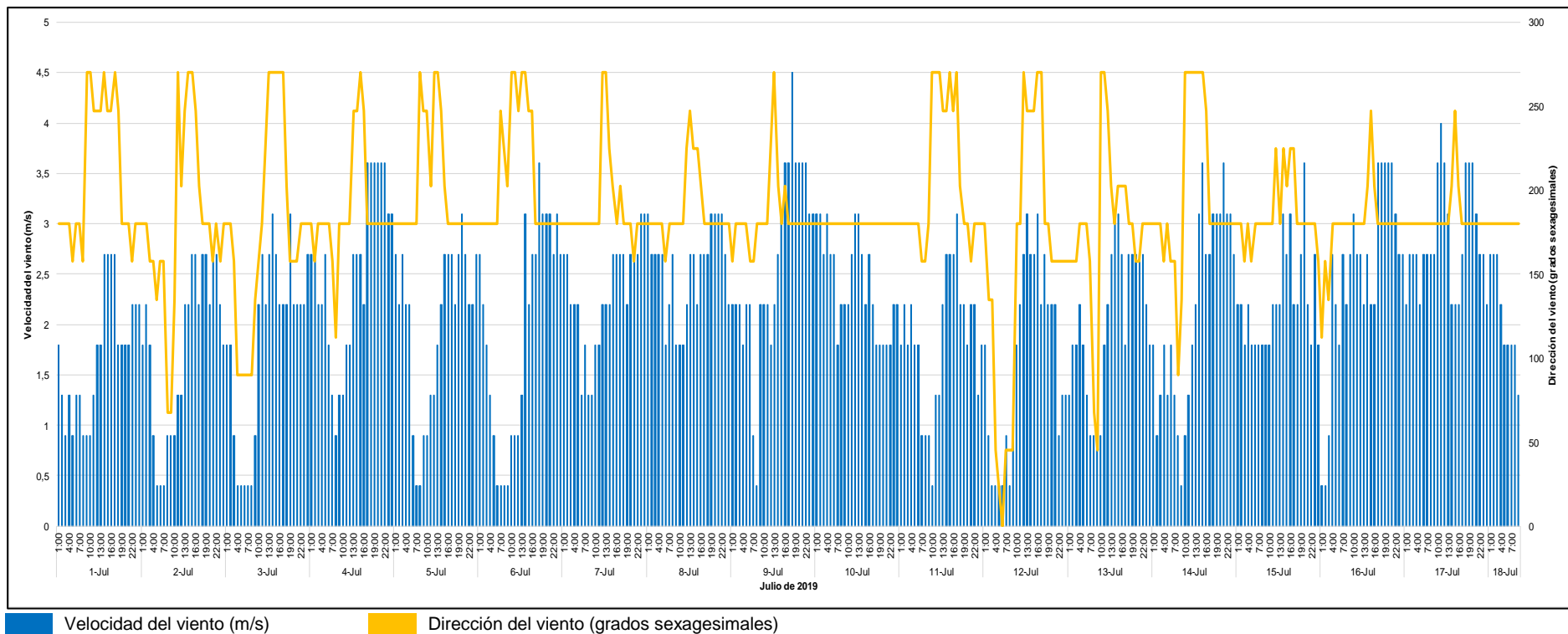


■ Velocidad del viento (m/s)    ■ Dirección del viento (grados sexagesimales)  
**Figura 7.12.** velocidad de viento (m/s) y dirección del viento (grados sexagesimales) registrada en junio de 2019 para el punto CA-03 (A.H. 15 de Abril), ubicado a sotavento de la zona industrial Gran Trapecio



■ Velocidad del viento (m/s)    ■ Dirección del viento (grados sexagesimales)  
**Figura 7.13.** velocidad de viento (m/s) y dirección del viento (grados sexagesimales) registrada en junio de 2019 para el punto CA-03 (A.H. 15 de Abril), ubicado a sotavento de la zona industrial Gran Trapecio

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



■ Velocidad del viento (m/s)      ■ Dirección del viento (grados sexagesimales)

**Figura 7.14.** velocidad de viento (m/s) y dirección del viento (grados sexagesimales) registrada en julio de 2019 para el punto CA-03 (A.H. 15 de Abril), ubicado a sotavento de la zona industrial Gran Trapecio

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

En general en estas figuras se observa que las velocidades de viento fluctuaron entre 2 m/s a 3,5 m/s y se registraron mayormente cuando la dirección del viento procede entre 135 grados sexagesimales a 180 grados sexagesimales, es decir entre el sureste y sur principalmente.

Teniendo en cuenta que la zona industrial Gran Trapecio se encuentra al sur del A.H. 15 de Abril, las fuentes de emisión que existen en esta zona industrial incrementarían las concentraciones de los contaminantes evaluados en el A.H. 15 de Abril, sin embargo, esta relación depende de otras condiciones atmosféricas, para que estas actúen como medio de transporte, dilución y mezcla, remoción, acumulación y las transformaciones físicas y químicas de los contaminantes.

Esta dispersión atmosférica que transporta y mezcla los contaminantes en el aire depende del viento, de la elevación de la pluma de contaminantes y de la turbulencia del aire. En regiones llanas, la dispersión de contaminantes en la atmosfera está influenciada significativamente por la variabilidad de la dirección del viento. El viento también desempeña un papel significativo en el transporte y dilución de los contaminantes. Cuando su velocidad aumenta, mayor es el volumen de aire que se desplaza por la zona donde está localizada una fuente de emisión de contaminantes. La velocidad del viento afecta el tiempo de recorrido de los contaminantes entre la fuente y los receptores. Cuando los contaminantes son emitidos desde las fuentes, con impulso vertical y calor, la elevación de los mismos también está afectada por la velocidad del viento. Es decir, existe una relación evidente entre la intensidad del viento y los niveles de concentraciones de los contaminantes. La dispersión de los contaminantes aumenta con la velocidad y la turbulencia del viento (Venegas, L. y Mazzeo, N., 2016). Dicha relación se puede verificar en los datos reportados en el A.H. 15 de Abril, dado que las mayores velocidades diarias que se registran entre las 9:00 a 18: horas, hacen que las emisiones generadas en la zona industrial Gran Trapecio se dispersen.

Dentro del periodo de vigilancia ambiental que abarco entre el 22 de abril al 26 de julio de 2019 se desarrolló la primera temporada de pesca 2019-I, al respecto en la Tabla 7.2, se muestra las toneladas métricas de anchoveta destinada a la producción de harina y aceite de pescado (CHI) que fueron descargadas en el puerto de Chimbote.

**Tabla 7.2.** Reporte de TM descargadas de anchoveta destinadas al consumo humano indirecto en el puerto de Chimbote entre abril y julio de 2019

REPORTE DE TM DESCARGADAS DE ANCHOVETA SEGÚN PRODUCE	
Días	TM descargadas
28/04/2019	5762,36
29/04/2019	8081,21
30/04/2019	10458,705
1/05/2019	7785,76
2/05/2019	6070,6
3/05/2019	6184,31
4/05/2019	4296,435
5/05/2019	4380,05
6/05/2019	5900,94
7/05/2019	9994,64
8/05/2019	9683,415
9/05/2019	7060,695
10/05/2019	6783,49
11/05/2019	1027,87
12/05/2019 (*)	0
13/05/2019 (*)	0
14/05/2019	3860,145
15/05/2019	15497,25
16/05/2019	8584,79
17/05/2019	17881,95

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

REPORTE DE TM DESCARGADAS DE ANCHOVETA SEGUN PRODUCE	
Días	TM descargadas
18/05/2019	9710,31
19/05/2019	2331,745
20/05/2019 (*)	0
21/05/2019 (*)	0
22/05/2019	2890,115
23/05/2019	16232,91
24/05/2019	16780,78
25/05/2019	13189,05
26/05/2019	7161,21
27/05/2019	6491,43
28/05/2019	16659,81
29/05/2019	11066,58
30/05/2019	13035,855
31/05/2019	6733,09
1/06/2019	6124,63
2/06/2019	5253,39
3/06/2019	5287,74
4/06/2019	4233,175
5/06/2019	2049,725
6/06/2019	2519,87
7/06/2019	3225,97
8/06/2019	5830,675
9/06/2019	4360,925
10/06/2019	1254,315
11/06/2019	1972,42
12/06/2019	2377,46
13/06/2019	1528,295
14/06/2019	3536
15/06/2019	353,725
16/06/2019 (*)	0
17/06/2019	646,955
18/06/2019	361,225
19/06/2019	53,795
20/06/2019 (*)	0
21/06/2019	1292,995
22/06/2019 (*)	0
23/06/2019	593,79
24/06/2019	933,565
25/06/2019	1969,92
26/06/2019	1681,13
27/06/2019	1109,43
28/06/2019 (*)	0
29/06/2019 (*)	0
30/06/2019 (*)	0
1/07/2019 (*)	0
2/07/2019 (*)	0
3/07/2019 (*)	0
4/07/2019 (*)	0
5/07/2019 (*)	0
6/07/2019	41,47
7/07/2019 (*)	0
8/07/2019	5142,52
9/07/2019	6161,905
10/07/2019	3818,56
11/07/2019	2886,06
12/07/2019	561,485
13/07/2019	100,215
14/07/2019 (*)	0
15/07/2019	421,845
16/07/2019	2343,19
17/07/2019	3749,44
18/07/2019	1909,45
19/07/2019	1325
20/07/2019	19,83
21/07/2019	19,85
22/07/2019	4594,38

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

REPORTE DE TM DESCARGADAS DE ANCHOVETA SEGUN PRODUCE	
Días	TM descargadas
23/07/2019	1036,27
24/07/2019	261,43
25/07/2019 (*)	0
26/07/2019 (*)	0
27/07/2019	340
28/07/2019	1377,16
29/07/2019	1222,64
30/07/2019	818,25

Fuente: [www.produce.gob.pe](http://www.produce.gob.pe)

\*No se registraron descargas durante las 24 horas de este día

En la Tabla 7.2, se evidencio que en este periodo se registraron 75 días en los cuales se descargaron anchoveta destinadas al consumo humano indirecto (CHI), mientras que en 19 días no hubieron descargas de pesca.

En base a lo anteriormente descrito, los gases dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S), se evaluaron 64 días (representado el 68 % del periodo de la primera temporada de pesca 2019-I), de los cuales en 59 días se registraron descargas, mientras que en 15 días no hubo descargas. Es preciso indicar que estos gases están relacionados con la industria pesquera, tal como señala el Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente UNEP, 2011.

Teniendo en cuenta que en el A.H. 15 de Abril la dirección predominante del viento fue de procedencia sureste y sur principalmente, donde se encuentra la zona industrial Gran Trapecio, el coeficiente de correlación entre el SO<sub>2</sub> y las toneladas de MP descargadas fue de 0,75 (con un coeficiente de determinación R<sup>2</sup>=0,555 que nos indica que de que las TM descargadas sólo nos explica el 55,5% de la variabilidad de la concentración de SO<sub>2</sub>). indicando una posible correlación proporcional (Figura 7.15) entre estas 2 variables y una correlación lineal; sin embargo, tal como indica Fallas, 2012; estos grados de correlación no significa una relación causa–efecto, pues deben evaluarse el entorno ambiental de la zona que podría estar asociado a los parámetros en estudio, como por ejemplo el tránsito vehicular, la resuspensión de polvo, entre otros.

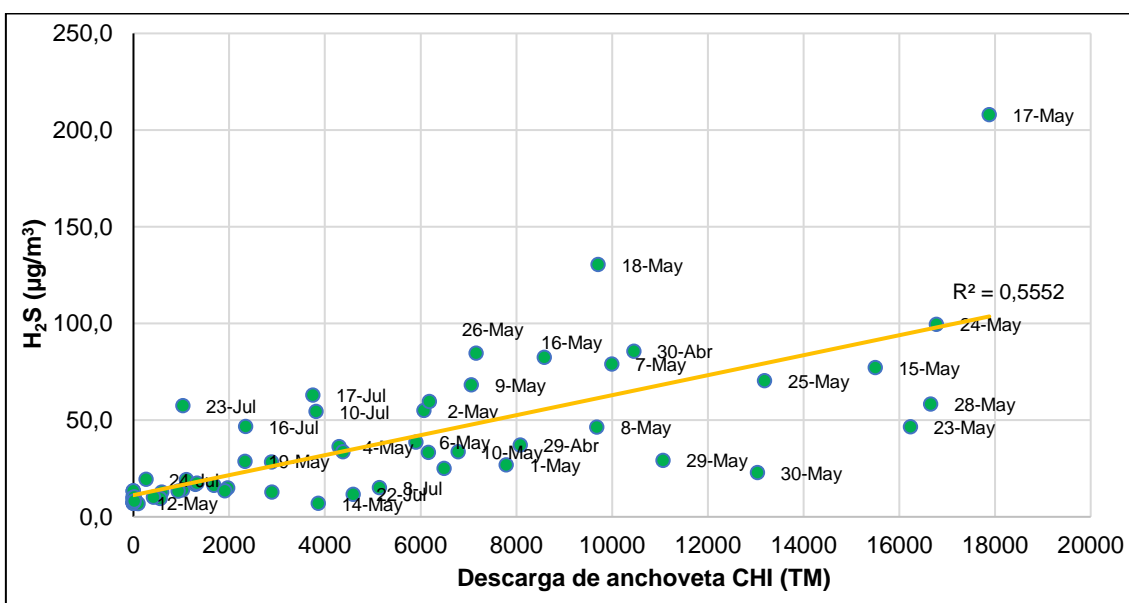
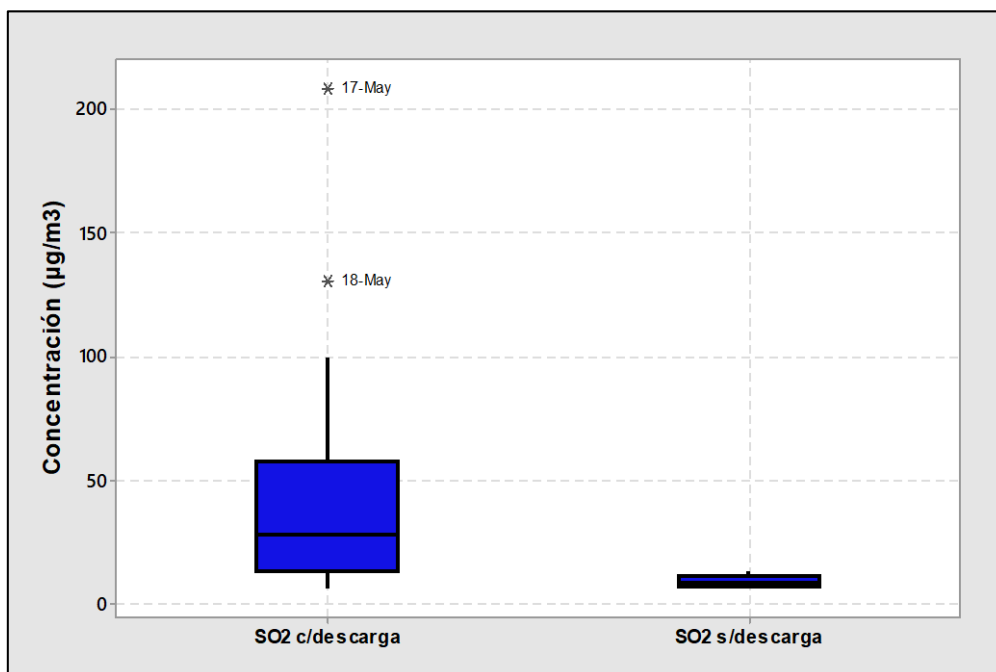


Figura 7.15. Relación entre TM descargadas de anchoveta (CHI) y concentración H<sub>2</sub>S registrada en el punto CA-03 entre el 22 de abril y 25 de julio de 2019

Sobre lo expuesto, el  $H_2S$  es emitido a la atmósfera por la industria pesquera (calderas) y se oxida rápidamente a  $SO_2$ . De hecho, de todas las moléculas de  $SO_2$  presentes en el aire en un momento determinado, hasta un 80 % fueron inicialmente emitidas bajo forma de  $H_2S$  y luego transformadas en  $SO_2$  (Miranda, 2018).

Lo anterior descrito se infiere en la Figura 7.16, en la cual se muestra un incremento en el promedio de la concentración de  $SO_2$ , en los días cuando se registraron descargas de anchoveta, destinadas a consumo humano indirecto, con respecto al promedio obtenido en los días sin descarga.



**Figura 7.16.** Concentración de  $SO_2$  del punto CA-03 entre el 24 de abril al 25 de julio de 2019, condicionados a los días con o sin descarga de pesca

Respecto al monitoreo de material particulado ( $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  y metales totales en  $PM_{10}$ ), se evaluaron 41 días comprendidos entre el 24 de abril al 25 de julio de 2019, dentro de los cuales en 32 días se registraron descargas de pesca, mientras que en 9 días no hubo descargas (los primeros 2 días 24 y 25 de abril de 2019 corresponden al periodo de la temporada de veda, es decir antes del inicio de la primera temporada de pesca 2019-I). En la Figura 7.17 se muestra la relación existente entre  $PM_{2,5}$  y  $PM_{10}$ .

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

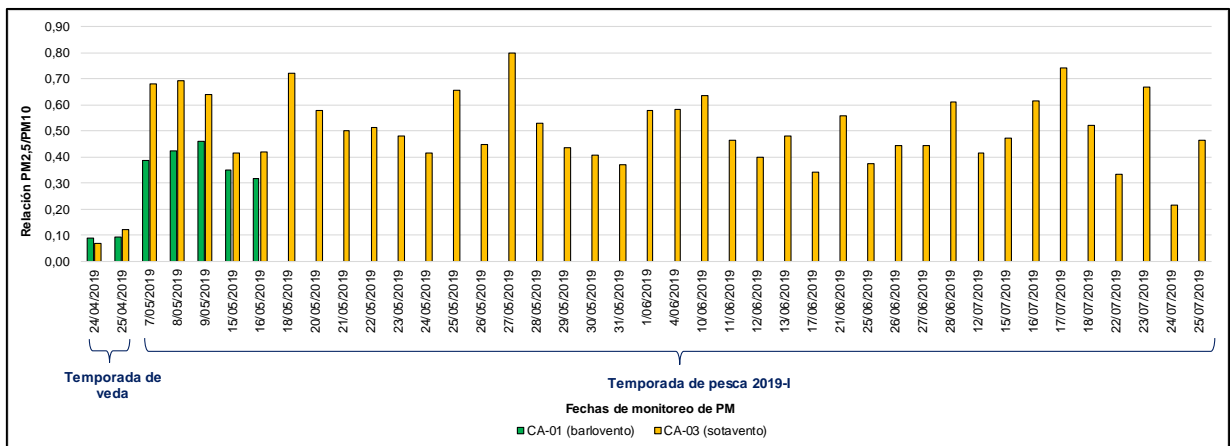


Figura 7.17. Relación entre PM<sub>2,5</sub> y PM<sub>10</sub> en los días evaluados comprendidos entre el 24 de abril al 25 de julio de 2019

En la Figura 7.17 se observa el incremento de esta relación en el punto de monitoreo CA-01 (barlovento) de un promedio 0,07 en temporada de veda a 0,39 en temporada de pesca 2019-I (promedio); mientras que en el punto monitoreo CA-03 (sotavento), este incremento en el promedio va de 0,09 en temporada de veda a 0,51 en temporada de pesca 2019-I. En tal sentido, Rojas y Galvis (2005) indica que la fuente de emisión estacionarias (procesos industriales) tendrían una relación PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub> de 0,56, coincidiendo con lo evidenciado en la temporada de pesca 2019-I en el A.H. 15 de abril (sotavento de la zona industrial Gran Trapecio).

Esto coincide con lo que se muestra en las Figuras 7.18 y 7.19, en las que se evidencia un incremento en el promedio de las concentraciones de PM<sub>2,5</sub> y PM<sub>10</sub>, siendo más evidente dicho incremento en el promedio de PM<sub>2,5</sub>, en los días que se registraron descargas de anchoveta, destinadas a consumo humano indirecto, con respecto a los días sin descarga.

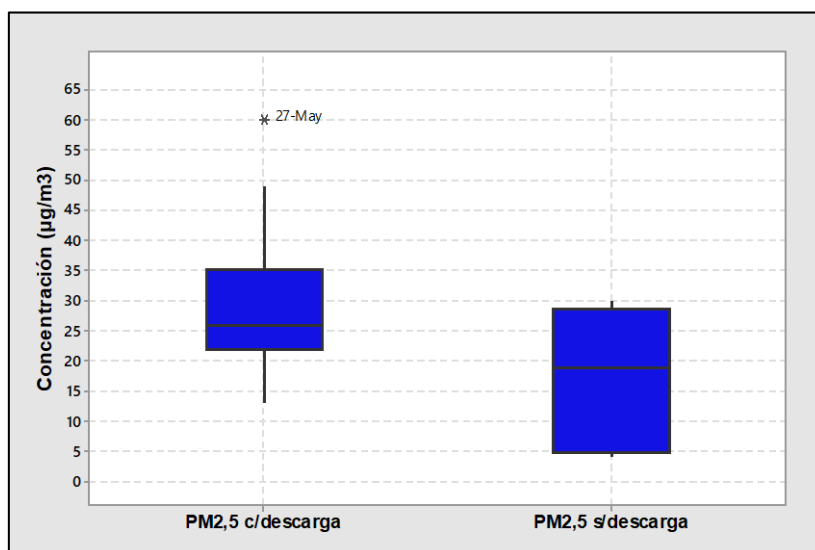
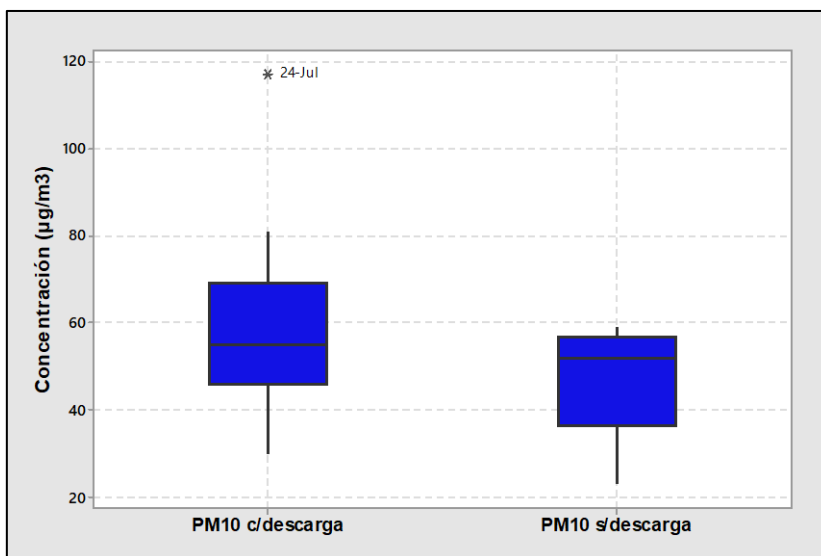


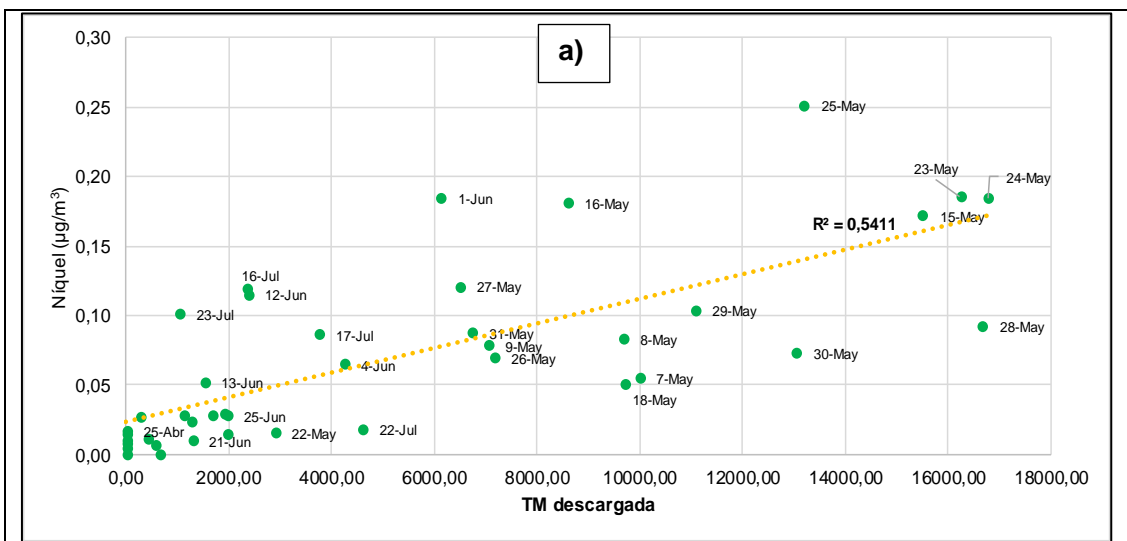
Figura 7.18. Concentración de PM<sub>2,5</sub> del punto CA-03 entre el 24 de abril al 25 de julio de 2019, condicionados a los días con o sin descarga de pesca

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

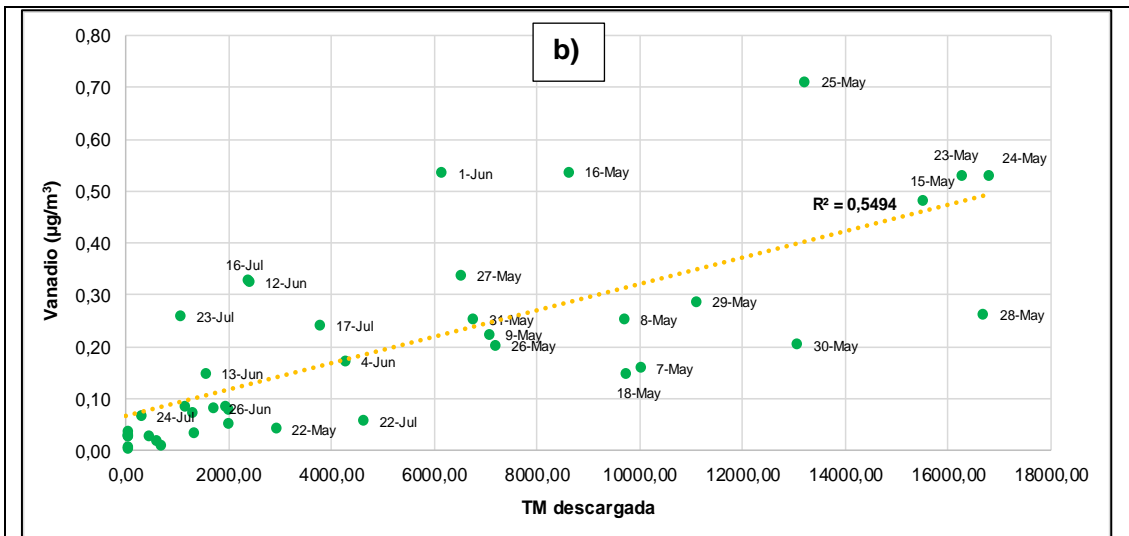


**Figura 7.19.** Concentración de PM<sub>10</sub> del punto CA-03 entre el 24 de abril al 25 de julio de 2019, condicionados a los días con o sin descarga de pesca

Otra relación importante se presentó entre las concentraciones de los metales níquel (Ni), vanadio y TM descargadas (Figura 7.20). Ambos presentaron coeficientes de correlación elevados de 0,7. Según Speciate 4.0 EPA, 2006; Watson, J. *et al*, 1984; Watson, J. *et al*, 2008; AMVA 2006 y Gerdol, *et.al.*, 1999; estos 2 metales son característicos de uso de combustible diésel, y esta correlación es evidente en el punto de monitoreo CA-03 (A.H. 15 de Abril) ubicado a sotavento de la zona industrial Gran Trapecio.

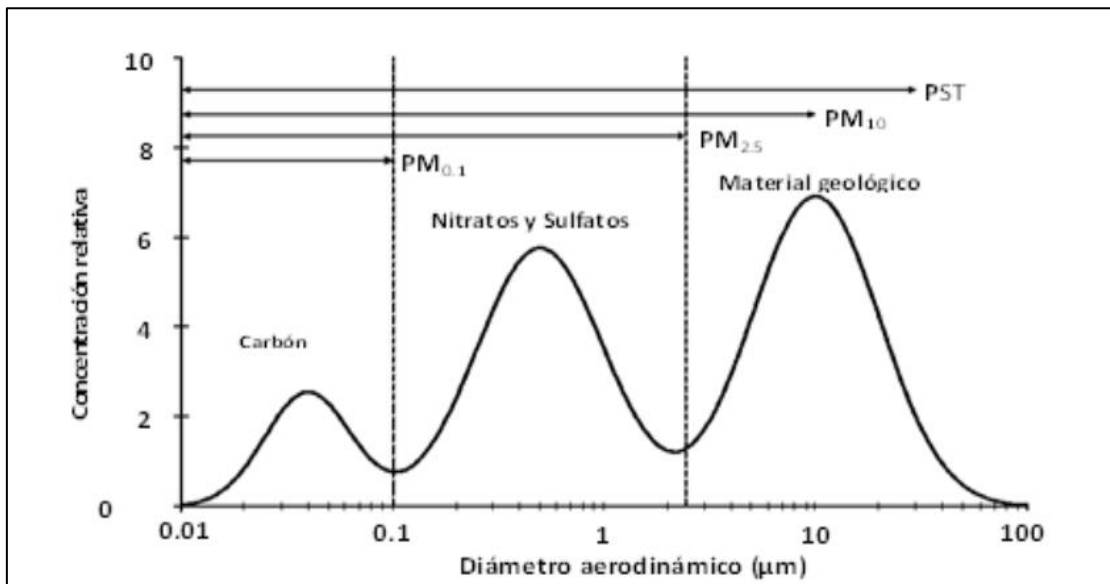


Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad



**Figura 7.20.** Relación entre TM descargadas de anchoveta (CHI) y concentración de metales: a) Ni y b) V, registrada en el punto CA-03 entre 24 de abril y 25 de julio de 2019

Se evaluaron de igual manera otros parámetros en calidad de aire tales como iones (aniones y cationes), carbono orgánico, carbono elemental y aminas. Los iones evaluados fueron  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{SO}_4^{2-}$  tanto en temporada de veda (1 día) como de pesca (10 días). Para entender mejor la relación existente entre estos parámetros y el material particulado, es importante precisar la composición química dominante en cada rango del tamaño del material particulado (Figura 7.21).



**Figura 7.21.** Composición química dominante en cada rango de tamaño del material particulado atmosférica

Fuente: US EPA, 1998 Modificado por Galvis, B. 2005.

El carbono orgánico (OC) y elemental (EC) fueron evaluados en temporada de veda (1 día) como de pesca (17 días), como se muestra en la Tabla 7.3, al respecto sobre las fuentes de carbono orgánico. son los combustibles fósiles como la vegetación, los residuos de aceites y petróleo y la combustión de combustibles fósiles, sobre todo de motor diésel (Lee *et al.*, 2007), mientras que el carbono elemental u hollín, es producto de la combustión incompleta

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

de combustibles fósiles, en especial de diésel, y biomasa (Kirchstetter, T. y Novakov T. 2007; Chow, J. *et al.*, 2007).

**Tabla 7.3.** Resultados de carbono orgánico y elemental registrados entre 24 de abril y 24 de julio de 2019

CA-03 (A.H. 15 de abril)		
Fechas	Carbono orgánico	Carbono elemental
24-Abr (*)	3,9	0,8
8-May	7,5	1,4
23-May	1,6	0,3
27-May	7,2	0,9
13-Jun	6,0	0,9
17-Jun	4,5	0,6
21-Jun	8,6	1,3
25-Jun	5,0	0,8
26-Jun	5,7	0,7
27-Jun	4,5	0,8
28-Jun	10,5	2,8
15-Jul	3,7	0,3
16-Jul	7,9	0,8
17-Jul	6,9	1,0
18-Jul	4,4	0,9
22-Jul	4,2	0,8
23-Jul	3,7	0,7
24-Jul	3,1	0,5

(\*): Temporada de veda

Las aminas (dimetilamina, trimetilamina, dietilamina, trietilamina, etanolamina, dietanolamina, fenilmina, difenilamina) fueron evaluadas solo en la temporada de pesca 2019-I (12 días) del 25 al 28 de junio 2019 y el 12, 15, 16, 17, 18, 22, 23 y 24 de julio de 2019. De estos parámetros, el coeficiente correlación más elevado se da entre trimetilamina y PM<sub>2,5</sub> siendo de 0,71 (Figura 7.22), lo que supone una relación entre estos parámetros, la trimetilamina se encuentra estrechamente ligado a la descomposición del pescado y se desarrolla en 2 etapas, la primera con formación de aminoácidos, peptonas y polipéptidos, y otra posterior en la que se desprenden amoníaco, aminas y sulfuro de hidrógeno. A su vez, la metilamina, la dimetilamina y la trimetilamina (TMA) son derivados del amoníaco con un olor típico a pescado podrido a menores concentración y de amoníaco olor a mayores concentraciones (Hampton, 2007). En lo que respecta al pescado, la TMA deriva de la reducción enzimática del precursor no volátil Óxido de trimetilamina (TMAO), realizado por bacterias en la piel (Shewan, *et. al.*, 1960).

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

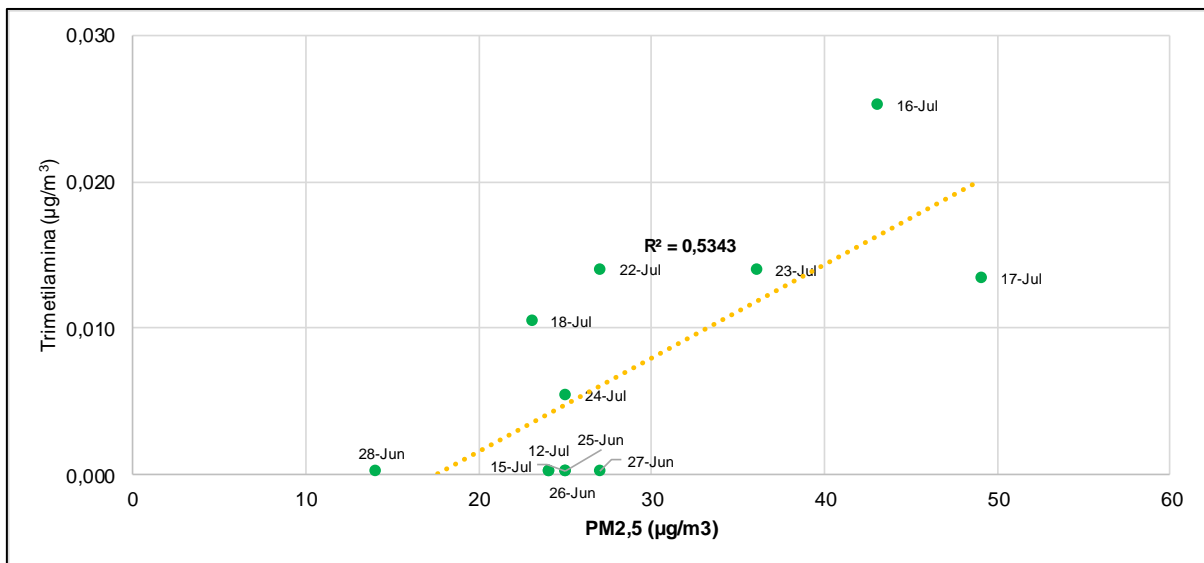


Figura 7.22. Relación entre trimetilamina y PM<sub>2,5</sub>, registrada en el punto CA-03 entre 25 de junio al 24 julio de 2019

### 8. CONCLUSIONES

- Durante el periodo de vigilancia en el SIMA Chimbote (barlovento), la dirección del viento tuvo una predominancia del sur sureste (SSE), seguido de vientos del sureste (SE); mientras que en el Asentamiento Humano 15 de Abril (sotavento) la predominancia de vientos fue del sur (S), seguido de vientos del sureste (SE).
- Las velocidades de viento superiores a 3,5 m/s registradas en el Asentamiento humano 15 de Abril (sotavento), favorecen la dispersión de contaminantes atmosféricos que se generan en la Zona Industrial Gran Trapecio, cuando la predominancia del viento fue entre sur y sureste.
- La fuente principal de PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S registrado en el Asentamiento Humano 15 de Abril (sotavento) son los Establecimientos Industriales Pesqueros que se ubican de la Zona Industrial Gran Trapecio, incrementando las concentraciones de estos parámetros durante el periodo de temporada de pesca 2019-I.
- La concentración de trimetilamina en el Asentamiento Humano 15 de abril (sotavento) atribuye a las operaciones de los Establecimientos Industriales Pesqueros de la Zona Industrial Gran Trapecio el olor característico de la zona el cual se encuentra a su vez relacionado al PM<sub>2,5</sub>.
- Durante el periodo de evaluación las concentraciones de 24 horas de material particulado menor a 10 micras no excedieron los Estándares de Calidad Ambiental para aire de 100 µg/m<sup>3</sup> establecido en el Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM en el punto de vigilancia ambiental, ubicado en el SIMA Chimbote (barlovento), mientras que en el Asentamiento Humano 15 de abril (sotavento), excedió solo un día (24/7/2019) durante el periodo de 41 días.
- Las concentraciones de 24 horas de material particulado menor a 2,5 micras no excedieron los Estándares de Calidad Ambiental para aire de 50 µg/m<sup>3</sup> establecido en el Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM en el punto de vigilancia ambiental, ubicados el SIMA Chimbote (barlovento), mientras que en el punto ubicado en el

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

Asentamiento Humano 15 de Abril (sotavento), excedió solo un día (27/05/2019) durante el periodo de 41 días.

- Las concentraciones de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, sulfuro de hidrogeno y dióxido de azufre no excedieron los Estándares de Calidad Ambiental para aire del Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM en el punto de vigilancia ambiental, ubicado en el Asentamiento Humano 15 de Abril (sotavento).

## 9. RECOMENDACIONES

- Remitir una copia del presente informe a la Dirección de Supervisión Ambiental en Actividades Productivas
- Continuar con la vigilancia ambiental en el área de influencia de la zona industrial Gran Trapecio de Chimbote
- Realizar la vigilancia en los periodos de veda y pesca, para poder comparar los parámetros evaluados.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AMVA, UPB. 2006. Actualización del Inventario de Emisiones Atmosféricas en el Valle de Aburrá, con Georreferenciación de éstas. Modelo de Emisiones MODEAM. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana.

Chow, J. Watson J., Chen A., Chang O., Robinson N., Trimble D. & Kohl S. 2007. «The IMPROVE\_A Temperature Protocol for Thermal/Optical Carbon Analysis: Maintaining Consistency with a Long-Term Database TOR». En: Journal of the Air & Waste Management Association. 57:9: 1014-1023.

Fallas, J. 2012. Correlación Lineal, midiendo la relación entre dos variables. 28 pp.

Galvis, B. 2005 Relación entre PM2.5 y PM10 en la ciudad de Bogotá. Trabajo de Grado. Maestría en Ingeniería Civil y Ambiental. Universidad de los Andes – Bogotá.

Gerdol R., Bragazza L., Marchesini R., Medici A., Perdini P., Benedetti S., Bovolenta A. y Coppi S. 1999. Use of moss (*Tortula muralis* Hedw.) for monitoring organic and inorganic air pollution in urban and rural sites in Northern Italy. Atmos. Environ. 36, 4069-4075.

Hampton J. M. 2007. C1-C4 Mono, Di-, and Trialkylamines. Spacecraft Water Exposure Guidelines for Selected Contaminants. Board on Environmental 127 Ann. Fac. Medic. Vet. di Parma (Vol. XXVIII, 2008) pag. 121 - pag. 128 Studies and Toxicology (BEST). Vol. 2, 96-153.

Horna, Esteban. 2013. Deterioro ambiental de la ciudad de Chimbote por actividad antrópica. Tesis para optar grado de Doctor. Universidad Nacional de Trujillo - Perú. 101 pp.

Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI. 2007. Anuario de Estadísticas Ambientales. Lima – Perú.

Kirchstetter, T. y Novakov, T. 2007. «Controlled generation of black carbon particles from a difusión flame and applications in evaluating black carbon measurement methods». En: Atmospheric Environment 41. 9:1874-1888.

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

Lee, S. y Balasubramanian, R. 2007. «Characteristics of Indoor Aerosols in Residential Homes in Urban Locations: A Case Study in Singapore». En: Journal of the Air & Waste Management Association 57:8 981 – 990.

Miranda, E. 2018. Propuesta de un sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001:2004 para la planta de harina de pescado de la empresa pesquera Cantabria S.A. en el distrito de Coishco, Ancash, Perú. Tesis para optar el grado de maestro en ciencias en gestión ambiental. 175 pp.

Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente (UNEP). 2011. Guía para el suministro de información al Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. Industria de Harina de Pescado. Proyecto Monitoreo, reporte y difusión de información sobre COP mediante un Registro de Emisiones y Transferencia de contaminantes (RETC) en Perú. 17 pp.

Rojas, N. y Galvis, B., 2005. Relación entre PM2.5 y PM10. En: Revista de Ingeniería, Universidad de Los Andes. N° 22, Bogotá - Colombia. pp 54–60.

Torres, L. 2011. La contaminación atmosférica por emisiones de la industria pesquera y su relación con las enfermedades respiratorias en niños menores de 5 años entre el 2005 al 2009. Tesis para optar grado de doctor en Ciencias Ambientales. Escuela de posgrado de la Universidad Nacional de Trujillo.

Shewan J. M., Hobbs G. and Hodgkiss W. 1960 The *Pseudomonas* and *Achromobacter* groups of bacteria in the spoilage of marine white fish, J. Appl. Microbiol., 23, 463-468.

Venegas, L. & Mazzeo, N. 2016. La velocidad del viento y la dispersión de contaminantes en la atmósfera. Consejo Nacional de Investigaciones científicas y Técnicas. Departamento de Ingeniería química, Facultad Regional Avellaneda. Universidad Tecnológica Nacional. Avellaneda – Argentina. 11pp.

Watson, J.G., *et al.* 1984. «The effective variance weighting for least-squares calculations applied to the mass balance receptor model». En: Atmospheric Environment 18. 7: 1347–1355.

Watson, G *et al.* 2008. «Source Apportionment: Findings from the U.S. Supersites Program». En: Journal of the Air & Waste Management Association 58. 2: 265-288.



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección  
Técnica Científica

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

## 11. ANEXOS

Anexo 1: Informe N.º 130-2019-OEFA/DEAM-STEC

Anexo 2: Informe N.º 153-2019-OEFA/DEAM-STEC

Anexo 3: Informe N.º 161-2019-OEFA/DEAM-STEC

Anexo 4: Informe N.º 196-2019-OEFA/DEAM-STEC

Anexo 5: Datos de cálculo de aire PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> (julio 2019), aminas, iones, carbono orgánico y elemental durante (abril - julio 2019)

Anexo 6: Informes de ensayo PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> (julio 2019), iones, carbono orgánico, carbono elemental y aminas (abril – julio 2019)

Anexo 7: Cadena de custodia PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> (julio 2019), iones, carbono orgánico, carbono elemental y aminas (abril – julio 2019)

Anexo 8: Fichas de campo PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> (julio 2019)

Es cuanto informamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente:

[LFAJARDO]

[JGONZALEZ]

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

Atentamente:

[FGARCIA]



"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el OEFA, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. N° 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: <https://sistemas.oefa.gob.pe/verifica> e ingresando la siguiente clave: 09800796"



09800796