

**INFORME N° 00336-2019-OEFA/DEAM-STEC**

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

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

**RINA TORRES PEREIRA**  
Especialista de Evaluaciones Ambientales

**ANDRÉS DANIEL BRIOS ABANTO**  
Especialista de Evaluaciones Ambientales

**JORGE IVÁN GARCÍA RIEGA**  
Especialista en Monitoreo y Vigilancia Ambiental

ASUNTO : Vigilancia ambiental de la calidad del aire, en el sector La Oroya Antigua, distrito La Oroya, provincia Yauli, departamento Junín, en noviembre de 2019.

C.U.E. : 2019-02-0007

CÓDIGO DE ACCIÓN : 0005-11-2019-412

FECHA : Lima, 13 de diciembre de 2019

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

**1. INFORMACIÓN GENERAL**

Los aspectos generales de la vigilancia ambiental realizada en la ciudad de La Oroya son presentados en la Tabla 1.1.

**Tabla 1.1.** Información general respecto de la actividad realizada

a.	Ubicación general	Sector La Oroya Antigua, distrito La Oroya, provincia Yauli, departamento Junín.
b.	Unidades fiscalizables en la zona de estudio o actividades económicas	Complejo Metalúrgico de La Oroya.
c.	Problemática	Presunta afectación de la calidad del aire debido a las emisiones del Complejo Metalúrgico de La Oroya
d.	Antecedentes	Planefa 2019
e.	Tipo de evaluación	Vigilancia Ambiental
f.	Periodo de ejecución	Del 1 al 30 de noviembre de 2019

Profesionales que aportaron a este documento:

N.º	Nombres y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada
1	Lázaro Walther Fajardo Vargas	Ingeniero químico	Gabinete
2	Rina Torres Pereira	Bióloga	Gabinete
3	Andrés Daniel Brios Abanto	Ingeniero ambiental y de recursos naturales	Gabinete
4	Jorge Iván García Riega	Ingeniero electrónico	Campo



## 2. DATOS DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

Los parámetros evaluados en la vigilancia ambiental de la calidad del aire realizada en el área de influencia del Complejo Metalúrgico La Oroya (en adelante, CMLO), se presentan en la Tabla 2.1.

**Tabla 2.1.** Parámetros evaluados

Matriz Evaluada	Parámetros evaluados	Cantidad de estaciones
Aire	Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	1

## 3. OBJETIVO

Evaluar el comportamiento y la calidad ambiental del aire en el área de influencia de las operaciones del CMLO, en el distrito La Oroya, provincia Yauli, departamento Junín, en noviembre de 2019.

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. Protocolo de monitoreo

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

**Tabla 4.1.** Protocolo de monitoreo utilizado para la vigilancia ambiental de la calidad del aire

Matriz	Protocolo	Sección	País	Institución	Dispositivo legal	Año
Aire	Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos	Todo el documento	Perú	Dirección General de Salud Ambiental <sup>1</sup> (Digesa)	Resolución Directoral N.º 1404-2005-DIGESA	2005

### 4.2. Ubicación de la estación de vigilancia ambiental

La vigilancia ambiental de la calidad del aire se realizó en la estación identificada con código CA-CC-01. El código, coordenadas y descripción de la estación se visualizan en la Tabla 4.2.

**Tabla 4.2.** Estación de vigilancia ambiental de calidad del aire

Lugar	Código	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 18L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
Calle Comandante Zárate S/N, cuadra N.º 1 - sector La Oroya Antigua	CA-CC-01	401757	8726374	3728	Azotea de la Casa de la Cultura de la Municipalidad Provincial de Yauli aproximadamente 700 m del CMLO.

### 4.3. Equipos utilizados y metodologías de análisis

Los equipos, métodos y técnicas empleadas en la vigilancia ambiental de la calidad del aire, se presenta en la Tabla 4.3 y Tabla 4.4.

<sup>1</sup> Actualmente Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria.

**Tabla 4.3.** Equipos utilizados en el monitoreo de aire

Parámetro	Equipos	Marca	Modelo	Serie
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	Analizador continuo de gases	<i>Thermo Scientific</i>	43i	825231928
- Velocidad del viento - Dirección del viento - Temperatura ambiente - Humedad relativa - Precipitación - Presión barométrica	Estación meteorológica	<i>Campbell Scientific</i>	CR 1000	25511

**Tabla 4.4.** Métodos para el análisis de aire

Parámetros	Métodos	Técnica Empleada
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	Método automático	Fluorescencia ultravioleta
- Velocidad de viento - Dirección de viento - Temperatura ambiente - Humedad relativa - Precipitación - Presión barométrica	Método automático	-

(-): No aplica

#### 4.4. Procesamiento de datos

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

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

Los datos del parámetro dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) son transmitidos vía internet a la base de datos del OEFA donde, a través, de un sistema de control de calidad, se obtiene como producto los datos validados. Cabe resaltar que estos datos son registrados en partes por billón (ppb); por lo que, se realizó la conversión de unidades a microgramo por metro cúbico (µg/m<sup>3</sup>) a condiciones estándar de temperatura y presión (298,15 K y 760 mmHg).

Los datos del dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) se procesaron para obtener concentraciones de 24 horas y promedios móviles de 3 horas, en base a su criterio de evaluación, para ser comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para aire (en adelante, ECA para aire) y con los niveles de estados de alerta establecido para el CMLO.

#### 4.5. Criterios de evaluación

Las concentraciones de SO<sub>2</sub> fueron comparadas con los ECA para aire, específico para el CMLO, aprobado por el Ministerio de Energía y Minas – Minem mediante el Decreto Supremo N.º 074-2001-PCM, como parte del Plan de Adecuación de las Actividades Minero - Metalúrgicas a los Estándares de Calidad Ambiental del Aire, según se indica en la Tabla 4.5.

**Tabla 4.5.** Estándar nacional de calidad ambiental del aire aplicado al CMLO

Parámetro	Periodo	Valor ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Criterio de evaluación
Dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ )	24 horas	365	No exceder más de una vez al año

\* Según establece la R.D. N.º 272-2015-MEM-DGAAM del Minem

Al ser La Oroya declarada una de las Zonas de Atención Prioritaria, las concentraciones promedio móvil de 3 horas de  $\text{SO}_2$  obtenidas fueron comparadas con los niveles de estado de alerta aprobados por el Ministerio de Salud mediante Decreto Supremo N.º 009-2003-SA, según se indica en la Tabla 4.6.

**Tabla 4.6.** Niveles de estado de alerta aplicado

Parámetro	Tipos de alerta	Criterio de Evaluación	Norma de Comparación
Dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ )	Cuidado	> 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio móvil 3 horas	Decreto Supremo N.º 009-2003-SA
	Peligro	> 1 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio móvil 3 horas	
	Emergencia	> 2 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio móvil 3 horas	

## 5. RESULTADOS DE NOVIEMBRE

En esta sección se analizan los resultados obtenidos de los parámetros meteorológicos, concentraciones horarias, concentraciones de 24 horas y promedio móvil de 3 horas del parámetro  $\text{SO}_2$  del 1 al 30 de noviembre de 2019, en la estación de vigilancia ambiental ubicado en el sector de La Oroya Antigua (CA-CC-01).

### 5.1. Condiciones meteorológicas

Las condiciones meteorológicas registradas en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire CA-CC-01 son presentadas en la Tabla 5.1, y el detalle del registro de los parámetros en el Anexo 2 (Tabla 3. Datos meteorológicos).

**Tabla 5.1.** Parámetros meteorológicos registrados en la estación de vigilancia ambiental CA-CC-01, noviembre 2019

Valores	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Humedad relativa (%)	Presión barométrica (mmHg)	Velocidad del viento (m/s)
Mínimo	4,0	16,4	486,9	0,2
Máximo	19,1	97,2	492,0	3,3
Promedio	10,3	66,6	489,7	1,3

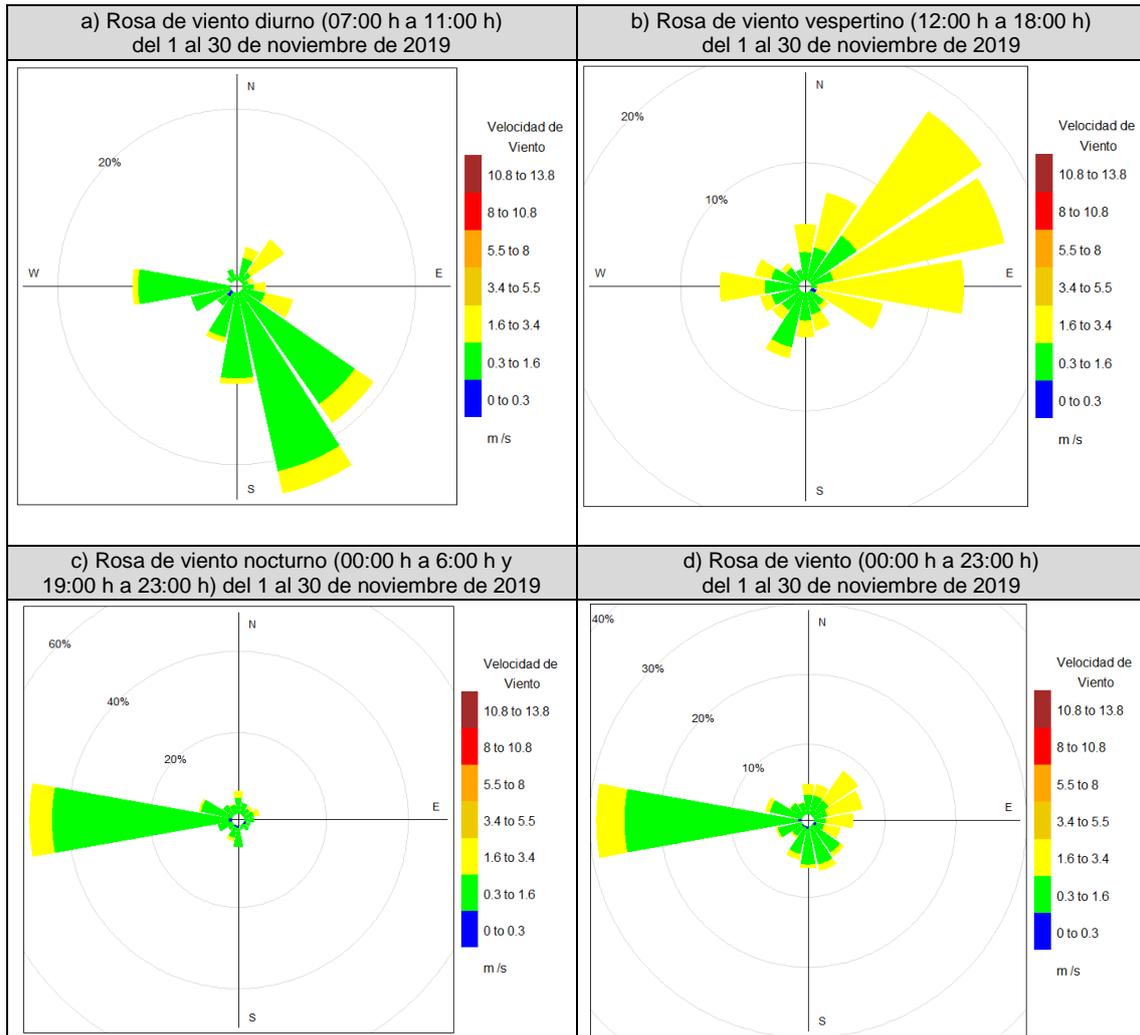
En cuanto a la velocidad y dirección del viento, en la Figura 5.1 se observa las rosas de vientos para el periodo del 1 al 30 de noviembre, elaboradas con el fin de obtener información estadística de la estación CA-CC-01.

En la Figura 5.1a se presenta la rosa de vientos en horario diurno; donde se muestra vientos del tipo ventolina (paleta verde) y brisas ligeras (paleta amarilla) procedentes, predominantemente, del sur-sureste (SSE), sureste (ESE) y oeste (W) con frecuencias de 24%, 18,7% y 11,3%, respectivamente. En la figura 5.1b se presenta la rosa de vientos en horario vespertino; donde se observa vientos del tipo ventolina y brisas ligeras procedentes, predominantemente, del noreste (NE) y este-noreste (ENE) con frecuencias de 17,6% y 16,7%, respectivamente.

En la Figura 5.1c se presenta la rosa de vientos en horario nocturno; donde se muestra vientos del tipo ventolina y brisas ligeras procedentes, predominantemente, del oeste (W) con una frecuencia de 49,4%. En la Figura 5.1d se presenta la rosa de vientos de todas las horas; donde se observa vientos del tipo ventolina y brisas ligeras, procedentes predominantemente del oeste (W) con una frecuencia de 29%.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»  
«Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad»



**Figura 5.1.** Representación gráfica de las rosas de vientos en la estación de vigilancia ambiental CA-CC-01, en noviembre de 2019 a) en horario diurno, b) en horario vespertino, c) en horario nocturno, d) en todas las horas del mes.

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

La Figura 5.2 muestra la ubicación de la estación de vigilancia ambiental CA-CC-01, con respecto al Complejo Metalúrgico de La Oroya y la distribución de los vientos registrados en la vigilancia. Durante los días monitoreados, además, de los vientos predominantes del oeste (W), se registraron vientos del tipo ventolina y brisas ligeras, provenientes de las direcciones donde está ubicado el CMLO, desde el sur-sureste (SSE), sur (S) y sureste (SE) con frecuencias de 6,5%, 6% y 5,4%, respectivamente.

«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»  
«Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad»

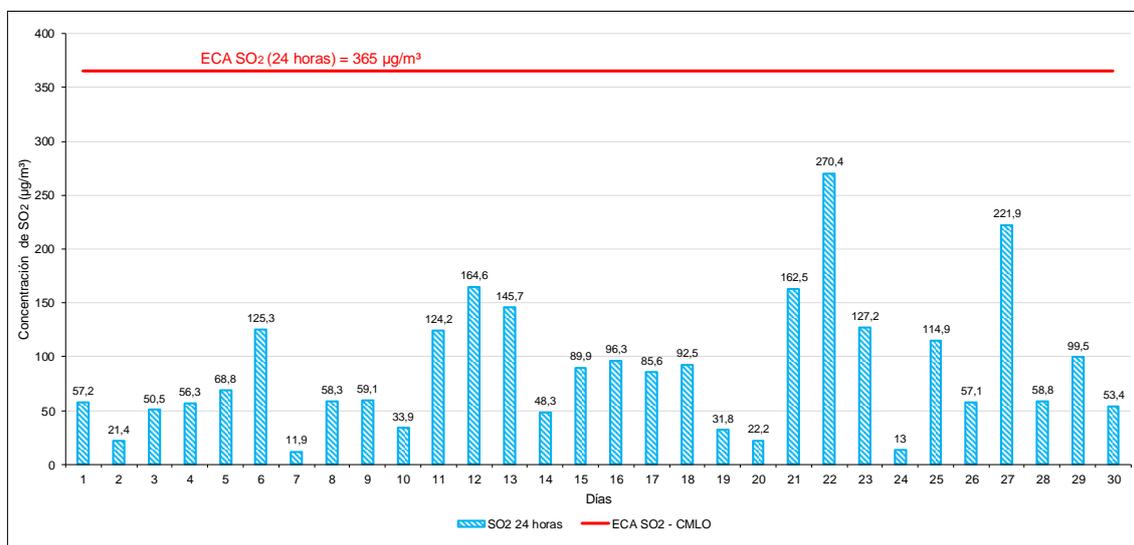


**Figura 5.2.** Ubicación de la estación de vigilancia ambiental CA-CC-01 y rosa de vientos en noviembre de 2019.

Referencia: Imágenes satelital extraídas de Google Earth.

## 5.2. Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

En la Figura 5.3 se presenta las concentraciones de 24 horas de SO<sub>2</sub> de la estación de vigilancia ambiental CA-CC-01, en noviembre de 2019, las cuales no excedieron el valor de los ECA para aire establecido para el CMLO (365 µg/m<sup>3</sup>). La menor concentración se registró el 07 de noviembre (11,9 µg/m<sup>3</sup>) y la mayor concentración el 22 de noviembre (270,4 µg/m<sup>3</sup>).



**Figura 5.3.** Concentraciones de 24 horas de SO<sub>2</sub> en la estación de vigilancia ambiental CA-CC-01, en noviembre de 2019

Nota: ECA SO<sub>2</sub> (24 horas) Estándar de Calidad Ambiental establecido para el CMLO, según R.D. N.º 272-2015-MEM-DGAAM del Minem.

En la Figura 5.4 se presentan las concentraciones horarias de SO<sub>2</sub>, reportadas en la estación de vigilancia ambiental CA-CC-01 en noviembre de 2019. La máxima concentración horaria se registró a las 16:00 horas del 22 de noviembre, con un valor de 2161,2 µg/m<sup>3</sup>. Cabe precisar que, las concentraciones horarias de SO<sub>2</sub> no fueron comparados con los ECA para Aire, específico para el CMLO, porque esta norma no contempla concentraciones de SO<sub>2</sub>



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»  
«Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad»

para periodo de 1 hora. Ver detalle en el Anexo 2 (Tabla 1. Concentraciones horarias de SO<sub>2</sub>).

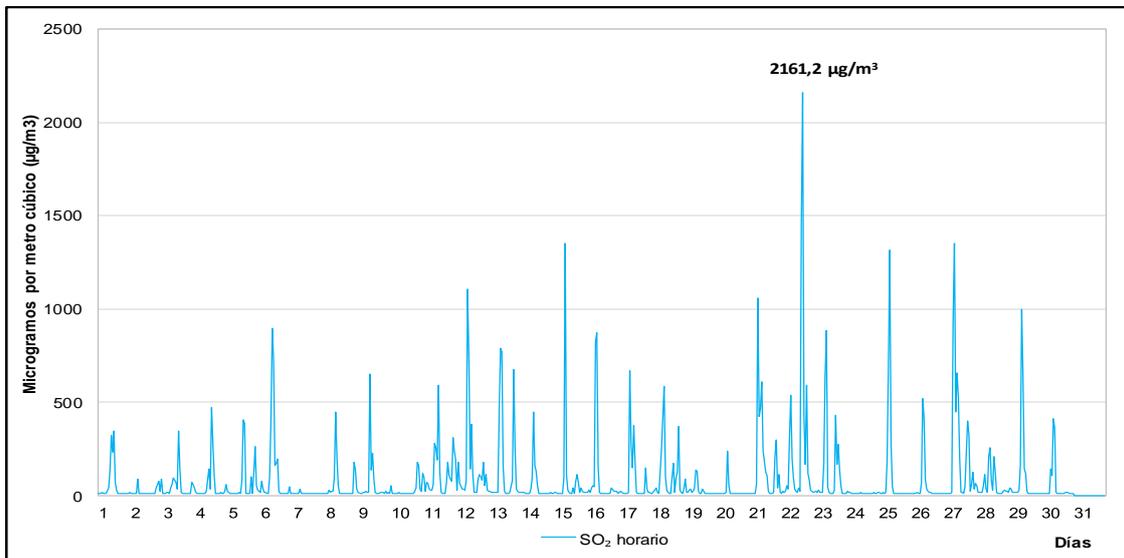


Figura 5.4. Concentraciones horarias de SO<sub>2</sub> en la estación de vigilancia ambiental CA-CC-01 en noviembre de 2019.

En la Figura 5.5 se grafican las rosas de concentración por horas para el SO<sub>2</sub>, desde las 00:00 las 23:00 horas, correspondientes a noviembre de 2019. Se puede apreciar que en el rango de 7:00 a 11:00 horas y de 15:00 a 16:00 horas se obtuvieron concentraciones de SO<sub>2</sub> mayores a 1000 µg/m<sup>3</sup>, provenientes del este-sureste (ESE), sureste (SE), sur y sur-suroeste (SSW) en cuya dirección se encuentra el CMLO, existiendo una relación directa entre las emisiones de la empresa y las concentraciones de SO<sub>2</sub> en las horas indicadas.

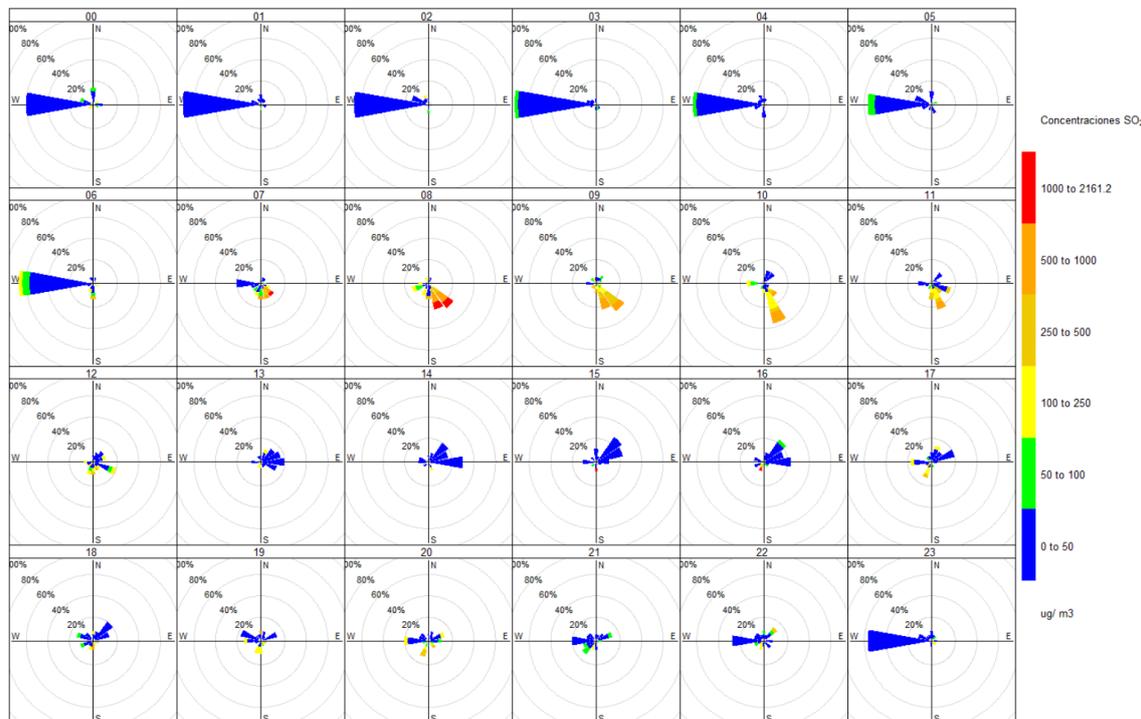


Figura 5.5. Rosas de concentración por horas para el SO<sub>2</sub> en la estación de vigilancia CA-CC-01, desde las 00:00 horas hasta las 23:00 horas en noviembre de 2019  
Nota: Las paletas indican la dirección de donde provienen las concentraciones de SO<sub>2</sub>.

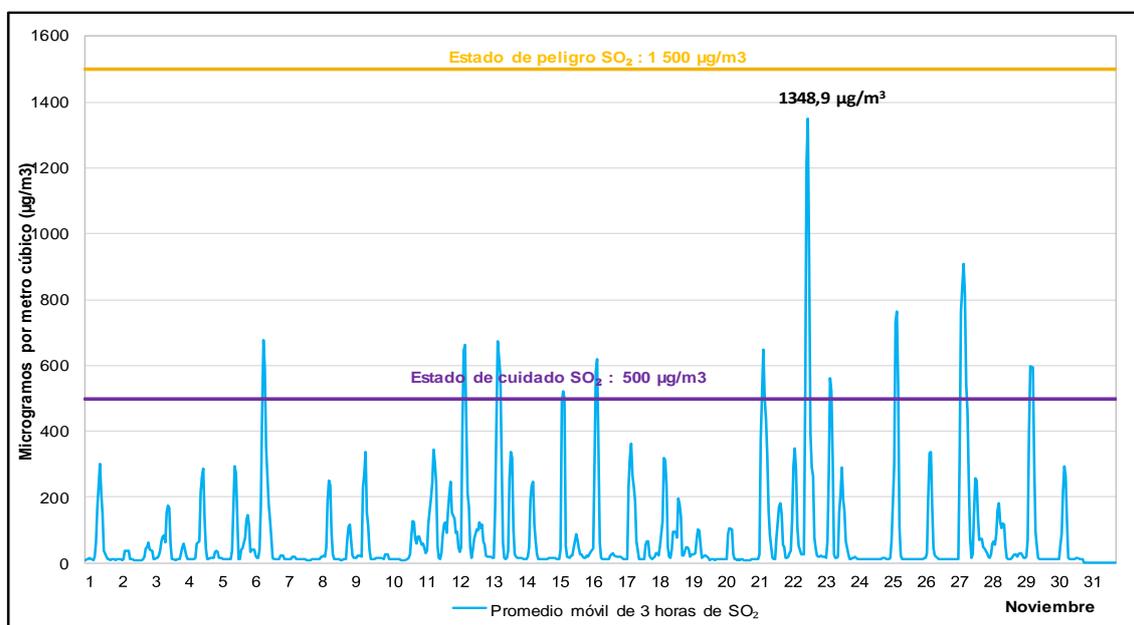


### 5.3. Comparación con los Niveles de Estados de Alerta para SO<sub>2</sub>

En la Figura 5.6 se presenta la comparación de las concentraciones promedio móviles de 3 horas de SO<sub>2</sub> en noviembre de 2019, con los niveles de estados de alerta, aprobado por el Ministerio de Salud mediante Decreto Supremo N.º 012-2005-SA. Se observa que la máxima concentración fue de 1348,9 µg/m<sup>3</sup> y en 27 oportunidades se alcanzó el **nivel de estado de cuidado** (> 500 µg/m<sup>3</sup>).

De estas excedencias a los niveles de estado de cuidado, el 85,2% ocurrió entre las 08:00 y 11:00 horas mientras que el 14,8% ocurrió entre las 15:00 y 18:00 horas, las cuales se detallan a continuación: el día 06 a las 09:00 y 10:00 horas; el día 12 a las 09:00 y 10:00 horas; el día 13 a las 10:00 y 11:00 horas; el día 15 a las 09:00 horas, el día 16 a las 08:00 y 09:00 horas, el día 21 a las 08:00, 09:00 y 10:00 horas; el día 22 a las 15:00, 16:00, 17:00 y 18:00 horas; el día 23 a las 09:00 y 10:00 horas; el día 25 a las 08:00, 09:00 y 10:00 horas; el día 27 a las 08:00, 09:00, 10:00 y 11:00 horas; y el día 29 a las 10:00 y 11:00 horas.

Ver detalle en el Anexo 2 (Tabla 2. Concentración promedio móvil de 3 horas).



**Figura 5.6.** Promedio móvil de 3 horas de la concentración de SO<sub>2</sub> comparados con los niveles de estado de alerta establecidos en D.S. N.º 009-2003-SA y modificatoria D.S. N.º 012-2005-SA, en la estación de vigilancia ambiental CA-CC-01 correspondiente a noviembre de 2019

## 6. CONCLUSIONES

- Los vientos, durante el periodo de vigilancia ambiental, fueron de tipo ventolina y brisas ligeras provenientes, predominantemente, del oeste (W) con una frecuencia de 29%; sin embargo, se registraron vientos provenientes de las direcciones donde está ubicado el CMLO, desde el sur-sureste (SSE), sur (S) y sureste (SE) con frecuencias de 6,5%, 6% y 5,4%, respectivamente.
- Las concentraciones de 24 horas de SO<sub>2</sub>, registradas en la estación de vigilancia ambiental de la calidad del aire CA-CC-01, durante noviembre de 2019, no excedieron los ECA para aire específico para el CMLO (365 µg/m<sup>3</sup>), aprobado mediante Decreto Supremo N.º 074-2001-PCM.
- En noviembre de 2019, el valor más alto de las concentraciones horarias de SO<sub>2</sub> fue de 2161,2 µg/m<sup>3</sup> y se registró el 22 de noviembre a las 16:00 horas. Estas concentraciones



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»  
«Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad»

no fueron comparadas con los ECA para Aire porque esta norma no contempla concentraciones de SO<sub>2</sub> para periodo de 1 hora.

- Las rosas de concentraciones horarias de SO<sub>2</sub> alcanzaron concentraciones mayores a 1000 µg/m<sup>3</sup> en el rango de 7:00 a 11:00 horas y de 15:00 a 16:00 horas provenientes del este-sureste (ESE), sureste (SE), sur (S) y sur-suroeste (SSW), en cuya dirección se encuentra el CMLO, existiendo una relación directa entre las emisiones de la empresa y las concentraciones de SO<sub>2</sub> en la hora indicada.
- Las concentraciones promedio móviles de 3 horas de SO<sub>2</sub> fueron comparadas con los niveles de estado de alerta, aprobado por el Ministerio de Salud mediante Decreto Supremo N.º 012-2009-SA, alcanzando el **nivel de estado de cuidado** (> 500 µg/m<sup>3</sup>) en 27 oportunidades, el día 06 a las 09:00 y 10:00 horas; el día 12 a las 09:00 y 10:00 horas; el día 13 a las 10:00 y 11:00 horas; el día 15 a las 09:00 horas, el día 16 a las 08:00 y 09:00 horas, el día 21 a las 08:00, 09:00 y 10:00 horas; el día 22 a las 15:00, 16:00, 17:00 y 18:00 horas; el día 23 a las 09:00 y 10:00 horas; el día 25 a las 08:00, 09:00 y 10:00 horas; el día 27 a las 08:00, 09:00, 10:00 y 11:00 horas; y el día 29 a las 10:00 y 11:00 horas.

## 7. RECOMENDACIONES

- Informar para conocimiento y fines pertinentes a los siguientes:
  - Dirección de Supervisión Ambiental en Energía y Minas del OEFA.
  - Oficina Desconcentrada de Junín.
  - Municipalidad Provincial de Yauli.
  - Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria (DIGESA)
  - Dirección Regional de Salud de Junín.
- Continuar con la vigilancia ambiental de la calidad de aire en el sector de La Oroya Antigua, distrito de La Oroya, provincia de Yauli, departamento de Junín.

## 8. ANEXOS

**Anexo N.º 1:** Mapa de ubicación de la estación fija de vigilancia ambiental CA-CC-01

**Anexo N.º 2:** Sistematización de resultados

**Anexo N.º 3:** Certificados de calibración

Es cuanto informamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente:

[LFAJARDO]

[RITORRES]



**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»

**[ABRIOS]**

**[JGARCIA]**

Visto el Informe, la Dirección de Evaluación Ambiental ha dispuesto su aprobación,

Atentamente:

**[DRAMOS]**



"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el OEFA, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. N° 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: <https://sistemas.oefa.gob.pe/verifica> e ingresando la siguiente clave: 06445721"



06445721