

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

**Evaluación de la calidad de aire en la ciudad de La Oroya producto
del reinicio de operaciones - fundición de La Oroya, provincia Yauli
– 2024**

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero Ambiental**

Autor:

Bach. Jairo Jesus HUAMAN AYALA

Asesor:

Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA

Cerro de Pasco – Perú - 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

**Evaluación de la calidad de aire en la ciudad de La Oroya producto
del reinicio de operaciones - fundición de La Oroya, provincia Yauli
– 2024**

Sustentada y Aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Rommel Luis LOPEZ ALVARADO
PRESIDENTE

Dr. Eleuterio Andrés ZAVALITA SANCHEZ
MIEMBRO

Dr. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 287-2025-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

**Evaluación de la calidad de aire en la ciudad de La Oroya
producto del reinicio de operaciones- fundición de La Oroya,
provincia Yauli – 2024**

Apellidos y nombres del tesista

Bach. Jairo Jesús, HUAMAN AYALA

Apellidos y nombres del Asesor:

Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Ambiental

Índice de Similitud

10 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes.

Cerro de Pasco, 17 de junio del 2025



Firmado digitalmente por PALOMINO
OSCAR Ruben Edgar FAU
20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 17.06.2025 19:52:38 -05:00

DEDICATORIA

Dedico a Dios, por ser mi guía constante, por darme fuerza en los momentos de dificultad y por iluminar mi camino hacia este logro tan significativo.

A mis padres, Miguel y Clara, por su amor incondicional, sacrificios y apoyo inquebrantable. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, la disciplina y la perseverancia. Este logro es tanto mío como suyo.

Finalmente, a mi familia, por creer siempre en mí, por sus palabras de aliento y por estar a mi lado en cada paso de este camino. Esta tesis está dedicada a todos ustedes, quienes han sido parte fundamental de mi crecimiento personal y académico.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la fortaleza, sabiduría y perseverancia necesarias para superar los desafíos a lo largo de este camino.

A mis padres, Miguel y Clara, por su amor incondicional, su apoyo constante y sus innumerables sacrificios para brindarme la oportunidad de alcanzar mis metas. Gracias por ser mi mayor inspiración y por creer en mí en todo momento.

Al finalizar este proyecto, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron a la realización de esta tesis y que han sido parte fundamental de mi formación académica y personal.

RESUMEN

El 22 de marzo de 2024, la Corte Interamericana de Derechos Humanos responsabilizó al Estado peruano por la contaminación que afectó a unas 80 personas en La Oroya, una ciudad anteriormente considerada una de las más contaminadas del mundo. A pesar de esta sentencia, la planta de La Oroya reactivó sus operaciones hace dos meses y el dióxido de azufre ha vuelto a emitirse, poniendo en riesgo la salud de los residentes y cuestionando la implementación efectiva de las medidas ordenadas por la Corte.

De la evaluación de la calidad de aire en la ciudad de La Oroya producto del reinicio de operaciones- fundición de La Oroya se concluye que la fundición estaría cumpliendo con los estándares de calidad ambiental dadas por el ministerio del ambiente, pero no se cumpliría con el organismo mundial de la salud.

Para los resultados dadas por el sector público específicamente por el organismo de evaluación y fiscalización ambiental (OEFA), cumple con los estándares calidad ambiental de acuerdo al Decreto Supremo N°003-2017-MINAM donde el estándar permitido es de $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$, evaluando en 10 meses del año 2024 esta se encuentra por debajo del estándar permitido, pero es bueno resaltar que la producción aún no se encuentra al 100% por lo que el número de gases generado se aumentaría en adelante, por otro lado teniendo en cuenta que el 27 de marzo se tuvo cercano al estándar permitido que es de $183.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y de igual forma el 15 de agosto también se tuvo cercano al estándar permitido que es de $180.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De acuerdo con esta misma estación según las directrices mundiales de la OMS sobre la calidad el permitido es de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas por lo que en base a estos resultados no se estaría cumpliendo en los meses de marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, setiembre y octubre por lo que la gran mayoría de los días supera los estándares permitidos por el OMS, tal como se puede observar en las tablas y gráficos presentados.

Para la segunda fuente The Weather Channel para los diversos parámetros se comparó con los estándares de calidad ambiental el Decreto Supremo N°003-2017-MINAM donde establece los estándares de calidad ambiental para el aire, para los parámetros de partículas menores de 2.5 micras (PM-2.5), partículas menores 10 micras (PM-10), monóxido de carbono (CO), Dióxido de nitrógeno (NO₂), Ozono (O₃), Dióxido de azufre (SO₂), evaluando en los meses de abril a octubre estas se encuentran dentro de los Estándares de calidad ambiental. De igual forma para los mismos parámetros se evalúan con las directrices mundiales de la OMS evaluando en los meses de abril a octubre estas se encuentra dentro de los estándares de calidad ambiental.

Palabras claves: Calidad de aire, reinicio de operaciones, fundición de La Oroya, dióxido de azufre, Organismo Mundial de Salud (OMS) y Organismo de fiscalización y evaluación ambiental (OEFA).

ABSTRACT

On March 22, 2024, the Inter-American Court of Human Rights held the Peruvian State responsible for the pollution that affected about 80 people in La Oroya, a city previously considered one of the most polluted in the world. Despite this ruling, the La Oroya plant reactivated its operations two months ago, and sulfur dioxide has been emitted again, putting the health of residents at risk and questioning the effective implementation of the measures ordered by the Court.

From the evaluation of air quality in the city of La Oroya as a result of the restart of operations - La Oroya smelter, it is concluded that the smelter would be complying with the environmental quality standards given by the Ministry of the Environment, but would not comply with the agency. global health.

For the results given by the public sector specifically by the environmental evaluation and control body (OEFA), it complies with the environmental quality standards according to Supreme Decree N°003-2017-MINAM where the permitted standard is 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Evaluating in 10 months of the year 2024 this is below the allowed standard, but it is good to highlight that production is not yet at 100% so the number of gases generated would increase from now on, on the other hand taking into account that On March 27, it was close to the permitted standard, which is 183.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, and similarly, on August 15, it was also close to the permitted standard, which is 180.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. According to this same station, according to the WHO global guidelines on quality, the allowable level is 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 24 hours, so based on these results it would not be met in the months of March, April, May, June , July, August, September and October, so the vast majority of days exceed the standards allowed by the WHO, as can be seen in the tables and graphs presented.

For the second source, The Weather Channel, for the various parameters, was compared with the environmental quality standards of Supreme Decree N°003-2017-MINAM, which establishes the environmental quality standards for air, for the

parameters of particles smaller than 2.5 microns (PM-2.5), particles smaller than 10 microns (PM-10), carbon monoxide (CO), Nitrogen dioxide (NO₂), Ozone (O₃), Sulfur dioxide (SO₂), evaluating these in the months of April to October They are within the Environmental Quality Standards. Likewise, for the same parameters, they are evaluated with the WHO global guidelines, evaluating in the months of April to October these are within the environmental quality standards.

Keywords: Air quality, restart of operations, La Oroya smelter, sulfur dioxide, World Health Organizations (WHO) and Environmental Control and Assessment Organization (OEFA).

INTRODUCCIÓN

Es de importancia la generación de información de la calidad de aire en la ciudad de La Oroya producto del reinicio de operaciones- fundición de La Oroya, lo cual será información que debe ser utilizada como línea de base para evaluar en adelante su incremento y mantención de la calidad del aire. Se evaluó en campo la dirección de los gases que se evacua por las chimeneas y por otro lado se recopiló información de monitoreos de calidad de aire para evaluar su presencia en el aire. En base a la información se evaluó si esta se encuentra dentro de los estándares de calidad ambiental par aire y normativas internacionales, lo cual no ayudar determinar cuál es el estado de la calidad aire.

El objetivo general de la investigación es determinar la calidad de aire en la ciudad de La Oroya producto del reinicio de operaciones- fundición de La Oroya, provincia Yauli – 2024.

El tipo de investigación es descriptiva ya que como detalla (Dankhe, 1986), esto es decir cómo es y se manifiesta determinado fenómeno, los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis, en base a ello la describiremos la calidad de aire en la ciudad de La Oroya producto del reinicio de operaciones- fundición de La Oroya.

El autor.

ÍNDICE

Página.

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE IMÁGENES	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE MAPAS	
ÍNDICE DE GRÁFICOS	

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema.....	1
1.2.	Delimitación de la investigación	3
1.3.	Formulación del problema.....	3
1.3.1.	Problema principal.....	3
1.3.2.	Problemas Específicos.....	3
1.4.	Formulación de objetivos	4
1.4.1.	Objetivo general	4
1.4.2.	Objetivos específicos	4
1.5.	Justificación de la investigación	4
1.6.	Limitaciones de la investigación.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.....	6
2.2.	Bases teóricas - científicas	8
2.3.	Definición de los términos	15
2.4.	Formulación de hipótesis	16
2.4.1.	Hipótesis General.....	16
2.4.2.	Hipótesis Específicos	16
2.5.	Identificación de las variables	16
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	17

CAPÍTULO III

MÉTODOLÓGIA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación.....	18
3.2.	Nivel de la investigación.....	18
3.3.	Métodos de investigación.....	18
3.4.	Diseño de la investigación	19
3.5.	Población y muestra.....	19
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	19
3.7.	Técnicas de procesamientos y análisis de datos	20
3.8.	Tratamiento estadístico	20
3.9.	Orientación ética filosófica y epistémica.....	20

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo.....	21
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.	24
4.3.	Prueba de hipótesis.....	41
4.4.	Discusión de resultados	42

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE IMÁGENES

	Página.
Imagen 1. Cual es el origen de las emisiones atmosféricas	9
Imagen 2. Fundición de la Oroya.....	10
Imagen 3. LMP y ECA.....	14
Imagen 4. Vista de la estación de monitoreo en la ciudad antigua de la Oroya.....	26

ÍNDICE DE TABLAS

	Página.
Tabla 1. Valores referenciales según la OMS	11
Tabla 2. Parámetros para la calidad de aire (ECA – AIRE)	12
Tabla 3. Niveles recomendados de las directrices sobre la calidad del aire y metas intermedias	13
Tabla 4. Niveles de Alerta para Contaminantes Críticos.....	14
Tabla 5. Definición operacional de variables e indicadores	17
Tabla 6. Estación de monitoreo -PIFA.....	25
Tabla 7. Resultado de SO ₂ mes de enero del 2024	26
Tabla 8. Resultado de SO ₂ mes de febrero del 2024	28
Tabla 9. Resultado de SO ₂ mes de marzo del 2024	29
Tabla 10. Resultado de SO ₂ mes de abril del 2024.....	30
Tabla 11. Resultado de SO ₂ mes de mayo del 2024.....	31
Tabla 12. Resultado de SO ₂ mes de junio del 2024.....	32
Tabla 13. Resultado de SO ₂ mes de julio del 2024	33
Tabla 14. Resultado de SO ₂ mes de agosto del 2024.....	34
Tabla 15. Resultado de SO ₂ mes de setiembre del 2024.....	35
Tabla 16. Resultado de SO ₂ mes de octubre del 2024	36
Tabla 17. Resultado de Calidad de aire según The Weather Channel-2024	38

ÍNDICE DE MAPAS

	Página.
Mapa 1. Ubicación de la zona de estudio en la localidad de la Oroya	22
Mapa 2. Ubicación de la estación de monitoreo realizado por OEFA	25

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página.
Gráfico 1. Resumen de la evaluación del dióxido de azufre (SO ₂) en la Ciudad de la Oroya	37
Gráfico 2. Dirección y velocidad del Viento en la Ciudad de la Oroya-2024	39
Gráfico 3. Presión barométrica en la Ciudad de la Oroya-2024	41

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

El 22 de marzo de 2024, la Corte Interamericana de Derechos Humanos responsabilizó al Estado peruano por la contaminación que afectó a unas 80 personas en La Oroya, una ciudad anteriormente considerada una de las más contaminadas del mundo. A pesar de esta sentencia, la planta de La Oroya reactivó sus operaciones hace dos meses, y el dióxido de azufre ha vuelto a emitirse, poniendo en riesgo la salud de los residentes y cuestionando la implementación efectiva de las medidas ordenadas por la Corte (Santos, G., 2024).

Durante décadas, la población de La Oroya ha estado expuesta a altos niveles de contaminación del aire debido a las emisiones tóxicas del complejo, que incluyen plomo, cadmio, arsénico y dióxido de azufre. A mediados de la década de 2000, La Oroya fue reconocida como una de las diez ciudades más contaminadas del mundo. Según estudios independientes, el 97% de los niños y niñas de entre 6 meses y 6 años, así como el 98% de los infantes de 7 a 12 años, aún presentan niveles elevados de plomo en la sangre. En La Oroya Antigua, la zona más cercana al complejo, este porcentaje alcanza el 100%. Los

efectos de la intoxicación por plomo son permanentes e irreversibles (FIDH, 2013).

A pesar de que la Corte Interamericana de Derechos Humanos (Corte IDH) ordenó regular las emisiones de la planta, el complejo de La Oroya ha reportado hasta 39 días con niveles de dióxido de azufre que superan lo recomendado. El pico más alto se registró el 27 de marzo, alcanzando más de $183 \mu\text{g}/\text{m}^3$, cuando el límite permitido es de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ por día. Estas cifras son proporcionadas por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). La Organización Mundial de la Salud (OMS) advirtió a La Encerrona que las personas expuestas a concentraciones superiores a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de dióxido de azufre pueden experimentar problemas respiratorios, así como un aumento en las hospitalizaciones y la tasa de mortalidad. En Perú, se estima que alrededor de 14,000 muertes anuales están relacionadas con la contaminación del aire y de los espacios interiores, según informes de este organismo. “La Corte ordenó que el Estado peruano compatibilice los estándares de calidad de aire nacional con los parámetros internacionales, lo que significa que debe cambiar la norma”, dijo el abogado Christian Huaylinos, de la Asociación Pro-Derechos Humanos (Aprodeh). A la fecha, la normativa peruana acepta la emisión de hasta $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de dióxido de azufre al día, por encima de los parámetros de la OMS (Santos, G., 2024).

La Corte Interamericana de Derechos Humanos (Corte IDH) ha otorgado un plazo de dos años a Perú para que ajuste su legislación. Para lograrlo, es fundamental que la nueva normativa sea aprobada mediante un decreto supremo del Ministerio del Ambiente (Minam), con la validación de los ministerios de Energía y Minas, Transporte y Comunicaciones, Producción, Vivienda y Salud. El complejo metalúrgico se encuentra en la provincia de Yauli, en Junín, y ha sido gestionado por tres empresas: Cerro de Pasco Corporation, Centromin y Doe Run Perú, hasta que esta última se declaró en quiebra en 2009.

Tras varios años de inactividad, la reactivación del complejo está a cargo de Metalúrgica Business Perú, una empresa formada por extrabajadores de Doe Run (Santos, G., 2024).

La sentencia de la Corte Interamericana de Derechos Humanos (Corte IDH) determinó que la contaminación ambiental en La Oroya ha causado sufrimientos tanto físicos como psicológicos a los habitantes de la zona. En consecuencia, la Corte ha ordenado que se brinde atención especializada en medicina, psicología y psiquiatría a los denunciados que aún están vivos. Es importante mencionar que seis de los denunciados han fallecido, y la Corte IDH ha indicado que, en dos de esos casos, la contaminación ambiental fue un factor determinante (Santos, G., 2024).

1.2. Delimitación de la investigación

La investigación se ejecutó al contorno de la Fundición de la Oroya lo cual se encuentra al contorno del área urbana de la ciudad de la Oroya de la provincia Yauli.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema principal

¿Cuál es la calidad de aire en la ciudad de La Oroya producto del reinicio de operaciones- fundición de La Oroya, provincia Yauli - 2024?

1.3.2. Problemas Específicos

- ¿Cuánto es la presencia de dióxido de azufre (SO₂) en la ciudad de La Oroya producto del reinicio de operaciones- fundición de La Oroya, provincia Yauli - 2024?
- ¿Cuál es la velocidad y dirección de Viento en la ciudad de La Oroya en confluencia con las operaciones- fundición de La Oroya, provincia Yauli - 2024?

- ¿Cuál es la presión barométrica (hPa) en la ciudad de La Oroya producto del reinicio de operaciones- fundición de La Oroya, provincia Yauli - 2024?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar la calidad de aire en la ciudad de La Oroya producto del reinicio de operaciones- fundición de La Oroya, provincia Yauli – 2024.

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar la presencia de dióxido de azufre (SO₂) en la ciudad de La Oroya producto del reinicio de operaciones- fundición de La Oroya, provincia Yauli – 2024.
- Determinar la velocidad y dirección de Viento en la ciudad de La Oroya en confluencia con las operaciones- fundición de La Oroya, provincia Yauli – 2024.
- Evaluar la presión barométrica (hPa) en la ciudad de La Oroya producto del reinicio de operaciones- fundición de La Oroya, provincia Yauli – 2024.

1.5. Justificación de la investigación

Justificación teórica

Es de importancia la generación de información de la calidad de aire en la ciudad de La Oroya producto del reinicio de operaciones- fundición de La Oroya, lo cual será información que debe ser utilizada como línea de base para evaluar en adelante su incremento y mantención de la calidad del aire.

Justificación metodológica

Se evaluó en campo la dirección de los gases que se evacua por las chimeneas y por otro lado se recopilara información de monitoreos de calidad de aire para evaluar su presencia en el aire.

Justificación ambiental

En base a la información se evaluó si esta se encuentra dentro de los estándares de calidad ambiental para aire y normativas internacionales, lo cual no ayudara determinar cuál es el estado de la calidad aire.

Justificación social

En base a la información antes mencionada se planteará medidas de prevención ambiental a fin de que la población pueda tener como alternativa de prevención si esta calidad de aire supera lo permitido en presencia de contaminantes.

1.6. Limitaciones de la investigación

Falta el apoyo de instituciones del estado y privadas en brindarnos información más detallada a fin de tener un mejor sustento de información para nuestra investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Antecedentes Internacional

(Verdejo R, 2022) en su investigación “Fundición de Paipote rebasó casi en 500% la norma de calidad del aire: índices de dióxido de azufre son más altos que en crisis de Puchuncaví” detalla El 23 de mayo del 2022, la fundición de Enami en Paipote (Copiapó) reportó un promedio horario de liberación de dióxido de azufre de 2,027.8 microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), superando ampliamente el límite permitido de 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Este mismo contaminante había causado desmayos en niños en Puchuncaví, donde opera una fundición de Codelco. El exsupervisor de Operaciones de la planta de Paipote ha presentado documentos que indican que los datos reportados por Enami a las autoridades de Salud y Medio Ambiente son inferiores a los registros internos. Desde la publicación de la norma en 2019, la fundición ha excedido el límite establecido en 63 ocasiones. Sin embargo, debido a la flexibilidad de la normativa, aún no se considera que haya incumplido, ya que puede sobrepasar el límite hasta 131 veces.

(Portal, R., Marlene, D., Ibarra, E., Fabelo, J, 2012) en su investigación “Análisis de riesgo en una fundición de metales no Ferroso (Aluminio) y su impacto ambiental” donde como resumen menciona Este estudio se llevó a cabo en la Empresa Provincial de Conformación de Metales y Materiales de la Construcción (METALCONF), situada en el municipio de Placetas, en la provincia de Villa Clara, con la colaboración de su departamento de Investigación y Desarrollo. El trabajo consiste en un análisis exhaustivo de los riesgos asociados con la manipulación y almacenamiento de las materias primas empleadas en la producción de piezas fundidas de aluminio, incluyendo la elaboración de sus fichas de datos técnicos de seguridad. Se identifican los peligros y se establecen los niveles de jerarquía de riesgos en cada área y etapa del proceso productivo, utilizando el cálculo del Índice Dow de Incendio y Explosión. A partir de la identificación de las áreas más peligrosas, se plantean posibles accidentes, para los cuales se evalúa la magnitud de sus efectos y se analizan las consecuencias sobre las personas, las instalaciones y el entorno natural, aplicando los modelos de vulnerabilidad Probit y el Índice Global de Consecuencias Medioambientales. Todo esto se complementa con una propuesta dirigida a la dirección de la empresa que incluye procedimientos básicos para la futura implementación de un sistema de gestión de seguridad tecnológica.

Antecedente a nivel nacional

Según un informe del medio especializado HyTimes (2024), tras la reapertura de la fundición, se registraron niveles de dióxido de azufre (SO_2) que superaron los $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durante franjas horarias específicas, principalmente en las mañanas y noches, excediendo ampliamente las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Esta situación refleja una reincidencia de patrones de contaminación atmosférica que habían sido parcialmente mitigados durante los años en que la planta estuvo inactiva.

la Corte Interamericana de Derechos Humanos (2024) emitió una sentencia histórica en la que responsabilizó al Estado peruano por no proteger adecuadamente los derechos de los habitantes de La Oroya frente a la contaminación ambiental prolongada. La Corte exigió al Estado implementar planes de remediación y reducir las emisiones industriales. Sin embargo, de acuerdo con La República (2024), las acciones del Estado han sido limitadas y no se han ejecutado políticas efectivas de salud pública ni control ambiental, pese al mandato internacional.

Antecedentes a nivel local

(Morales, J, 2018) en su investigación “Evaluación de impactos ambientales generados por los gases del proceso de fundición y refinación de metales de la empresa Doe Run Perú S.R.L. en la Provincia Yauli” donde como resumen menciona a Oroya enfrenta un problema socioambiental que es tanto histórico como contemporáneo. Los primeros impactos ambientales se registraron en 1922, poco después de que comenzara a operar la fundición metalúrgica. Tras 90 años de actividad casi continua, las anomalías han trascendido la salud pública local, convirtiéndose en un problema socioambiental complejo. Para evaluar los efectos de los gases emitidos por el proceso de fundición y refinación de metales de la empresa DOE RUN Perú S.R.L. en la provincia de Yauli, se llevó a cabo una recolección de información bibliográfica, trabajo de campo e investigación institucional con DIGESA. Se concluyó que los gases han afectado los suelos, la flora y, por ende, la actividad ganadera en La Oroya. Los distritos impactados incluyen La Oroya, Chacapalpa (hasta la zona de Huari) y, en menor medida, Paccha.

2.2. Bases teóricas - científicas

Calidad del aire

La calidad del aire se refiere al nivel de pureza del aire, es decir, cuán libre está de contaminantes. Estos contaminantes pueden ser de origen natural

o humano, ya sea de forma individual o a través de reacciones físico-químicas, afectan nuestra salud, el funcionamiento de los ecosistemas y la degradación de materiales. (MITECO, 2013).

¿Cuál es el origen de las emisiones a la atmósfera?

El origen de las emisiones es de diversas actividades y asimismo una las más perjudicales son las fundiciones de metales tal como se puede observar en la siguiente imagen.

Imagen 1. Cual es el origen de las emisiones atmosféricas



Fuente: <https://www.caroluna.es/2024/01/13/infografias-miteco/>

Ciudad de La Oroya

La Oroya es una ciudad con más de 33,000 habitantes, ubicada en la cordillera central de Perú, en la provincia de Yauli, departamento de Junín. Se encuentra a 176 km de Lima y a 125 km de Huancayo, la capital del departamento, a una altitud de 3,750 metros.

Fundición de La Oroya

El Complejo Metalúrgico de la Oroya (CMLO), situado en los Andes peruanos, ha reanudado sus operaciones tras 13 años de inactividad, luego de

un proceso de liquidación. Ahora está bajo la gestión de los acreedores laborales organizados en la empresa Metalúrgica Business Perú SAA (MBP), según un comunicado del Ministerio de Energía y Minas (SWI, 2023).

El Complejo Metalúrgico de La Oroya (CMLO) fue reconocido en su época como el líder en su sector en Latinoamérica y a nivel mundial, ya que se dedicaba a la fundición y refinación, abarcando cuatro circuitos: cobre, plomo, zinc y metales preciosos (IIMP, 2023).

Imagen 2. Fundición de la Oroya



Fuente: Juliette Chaignon (<https://www.france24.com/es/programas/enfoco/20230615-per%C3%BA-la-pol%C3%A9mica-por-reapertura-de-complejo-metal%C3%BArgico-en-la-oroya>)

Normativa en calidad de aire

Según el Organización Mundial de la Salud (OMS)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) desarrolla directrices sobre la calidad del aire fundamentadas en estudios epidemiológicos y proporciona recomendaciones para salvaguardar la salud pública de los efectos negativos de los contaminantes atmosféricos. Estas guías establecen valores de referencia para cada contaminante, por debajo de los cuales se considera que no hay efectos en la salud o que son mínimos (MITECO, 2013).

Tabla 1. Valores referenciales según la OMS

	VALOR GUÍA OMS (2021)	
	Anual	Diario**
NO ₂	10 µg/m ³	25 µg/m ³
SO ₂	-	40 µg/m ³
PM10	15 µg/m ³	45 µg/m ³
PM2,5	5 µg/m ³	15 µg/m ³
CO	-	4 µg/m ³
O ₃	Estacional*	O ₃ máx. diario 8h**
	60 µg/m ³	100 µg/m ³

Según ECA para aire- Perú

El Decreto Supremo N°003-2017-MINAM establece los estándares de calidad ambiental para el aire, asignando responsabilidades a los titulares de actividades productivas, extractivas y de servicios. Estos estándares son aplicables a los parámetros que definen las emisiones generadas por dichas actividades. (Instituto de calidad ambiental, 2023).

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el aire se emplean en la legislación peruana para salvaguardar la calidad del aire y evitar la emisión de contaminantes. Estos estándares facilitan el monitoreo y control de las emisiones de gases y partículas de fuentes industriales, vehículos y otros procesos, que pueden afectar tanto la salud de las personas como el medio ambiente (Instituto de calidad ambiental, 2023).

Un ejemplo del uso de los ECA de aire en Perú se encuentra en la industria minera. Según lo establecido en el instrumento de gestión ambiental aprobado, es necesario monitorear y controlar las emisiones de gases y partículas durante los procesos de extracción y procesamiento de minerales (Instituto de calidad ambiental, 2023).

En este caso de medición, los criterios de evaluación y los métodos de análisis aprobados para cada parámetro de calidad del aire están definidos en los estándares de ECA de aire (Instituto de calidad ambiental, 2023).

Tabla 2. Parámetros para la calidad de aire (ECA – AIRE)

Parámetros	Periodo	Valor [µg/m³]	Criterios de evaluación	Método de análisis ⁽¹⁾
Benceno (C ₆ H ₆)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO ₂)	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (Método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM _{2.5})	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Mercurio Gaseoso Total (Hg) ⁽²⁾	24 horas	2	No exceder	Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAAS) o Espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frío (CVAFS) o Espectrometría de absorción atómica Zeeman. (Métodos automáticos)
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	
Ozono (O ₃)	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Plomo (Pb) en PM ₁₀	Mensual	1,5	NE más de 4 veces al año	Método para PM ₁₀ (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0,5	Media aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

NE: No Exceder.

⁽¹⁾ o método equivalente aprobado.

⁽²⁾ El estándar de calidad ambiental para Mercurio Gaseoso Total entrará en vigencia al día siguiente de la publicación del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire, de conformidad con lo establecido en la Séptima Disposición Complementaria Final del presente Decreto Supremo.

Fuente: Decreto Supremo N°003-2017-MINAM

Según Directrices del OMS

La Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire se detalla los estándares permitidos:

Tabla 3. Niveles recomendados de las directrices sobre la calidad del aire y metas intermedias

Contaminante	Tiempo promedio	Meta intermedia				Nivel de las directrices sobre la calidad del aire
		1	2	3	4	
MP _{2,5} , µg/m ³	Anual	35	25	15	10	5
	24 horas ^a	75	50	37,5	25	15
MP ₁₀ , µg/m ³	Anual	70	50	30	20	15
	24 horas ^a	150	100	75	50	45
O ₃ , µg/m ³	Temporada alta ^b	100	70	–	–	60
	8 horas ^a	160	120	–	–	100
NO ₂ , µg/m ³	Anual	40	30	20	–	10
	24 horas ^a	120	50	–	–	25
SO ₂ , µg/m ³	24 horas ^a	125	50	–	–	40
CO, mg/m ³	24 horas ^a	7	–	–	–	4

^a Percentil 99 (es decir, 3-4 días de superación por año).

^b Promedio de las concentraciones máximas diarias de O₃ (medias octohorarias) en los seis meses consecutivos con la concentración media móvil de O₃ más alta.

Fuente: Organización Mundial de la Salud 2021

Reglamento de los estados de Alerta nacionales para contaminantes del aire.

El reglamento impulsado por CONAM y DIGESA, promulgado a través del DS 09-2003-SA, tiene como objetivo regular los niveles de alerta para los contaminantes del aire. Esto permite activar de manera inmediata un conjunto de medidas temporales diseñadas para prevenir riesgos a la salud y reducir la exposición de la población a contaminantes durante episodios de contaminación aguda (MINSA, 2003).

Tabla 4. Niveles de Alerta para Contaminantes Críticos

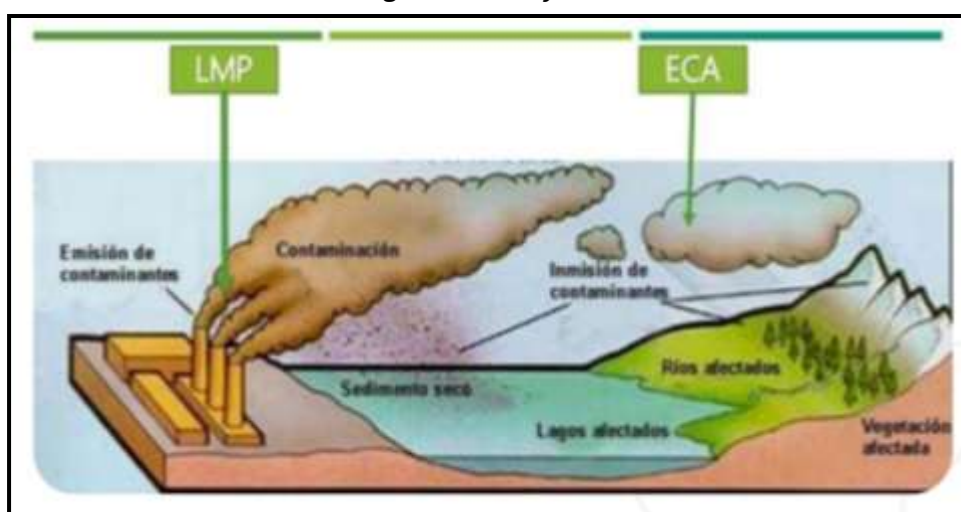
TIPO DE ALERTA	Materia Particulado (PM ₁₀)	Dióxido de Azufre (SO ₂)	Monóxido de Carbono (CO)	Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)
Cuidado	>250 ug/m ³ promedio de 24 horas	>500 ug/m ³ por 3 horas consecutivas	>15 000 ug/m ³ promedio de 8 horas	>1 500 ug/m ³ para 24 horas
Peligro	>350 ug/m ³ promedio de 24 horas	>1 500 ug/m ³ por 2 horas consecutivas	> 20 000 ug/m ³ promedio de 8 horas	> 3 000 ug/m ³ para 24 horas
Emergencia	>420 ug/m ³ promedio de 24 horas	> 2 500 ug/m ³ por 90 minutos consecutivos	> 35 000 ug/m ³ promedio de 8 horas	> 5 000 ug/m ³ para 24 horas
	Valor estándar ECA D.S. N°074-2001-PCM. Anual 50 (media aritmética anual) 24 horas 150 (NE más de 3 veces al año).	Valor estándar ECA D.S. N°074-2001-PCM. Anual 80 (media aritmética Anual) 24 horas 365 (NE más de 1 vez al año)	Valor estándar ECA D.S. N°074-2001-PCM. 8 horas 10 000 (promedio móvil) 1 hora 30 000 (NE más de 1 vez al año)	Valor referencial Organización Mundial de la Salud 24 horas 150 ug/m ³

Fuente: Decreto Supremo N°003-2017-MINAM

Límites Máximos Permisibles

En el sector minero, la R.M. N°315-96-VMM establece los niveles máximos permisibles de elementos y compuestos en las emisiones gaseosas de las unidades minero-metalúrgicas. La imagen siguiente ilustra la aplicabilidad de esta normativa.

Imagen 3. LMP y ECA



2.3. Definición de los términos

Ambiente:

Conjunto de todas las condiciones externas que influyen sobre la vida, el desarrollo y la supervivencia de un organismo (MINAM, 2021),

Contaminante:

Forma de materia o energía presente en un medio al que no pertenece, o bien, por arriba de su concentración natural en un medio no contaminado (MINAM, 2021).

Contaminante Primario:

Contaminante emitido a la atmósfera a partir de una fuente identificable, por ejemplo, CO, NOX, HC, SO2 y partículas (MINAM, 2021).

Contaminante Secundario:

Contaminante que se forma por reacción química en la atmósfera, por ejemplo el ozono (MINAM, 2021).

Dispersión de los contaminantes:

Proceso por el cual un contaminante se traslada sitios remotos de su fuente (MINAM, 2021).

Emisión:

Salida de contaminantes hacia el ambiente a partir de una fuente fija o móvil. EROSIÓN: Desgaste o destrucción de las rocas y el suelo por la acción del viento, el agua o el hielo, para dar partículas pequeñas que pueden ser movilizadas por los mismos elementos (MINAM, 2021).

Dióxido de Azufre (SO2):

Producto gaseoso de la combustión de compuestos que contienen azufre, de olor sofocante fuerte. Se oxida en la atmósfera húmeda y se transforma en ácido sulfúrico (MINAM, 2021).

Estándar de Calidad del Aire:

La máxima concentración de una sustancia potencialmente tóxica que puede permitirse en un componente ambiental durante un periodo definido (MINAM, 2021).

Exposición:

Interacción entre un agente tóxico y un sistema biológico. Cantidad de agente químico o físico particular que llega al receptor (MINAM, 2021).

Presión barométrica:

La presión barométrica es la fuerza que se ejerce sobre la tierra por el peso atmosférico. Por tanto, a mayor altura menor presión barométrica. Del mismo modo, se considera que, si en una zona aumenta este tipo de presión, mejores condiciones climáticas se presentan (MINAM, 2021).

2.4. Formulación de hipótesis**2.4.1. Hipótesis General**

La calidad de aire en la ciudad de La Oroya producto del reinicio de operaciones- fundición de La Oroya, provincia Yauli – 2024 cumple con los estándares de calidad ambiental y normativa del Organismo Mundial de la Salud.

2.4.2. Hipótesis Específicos

- La presencia de dióxido de azufre (SO_2) en la ciudad de La Oroya producto del reinicio de operaciones- fundición de La Oroya no supera los estándares de calidad ambiental.
- La velocidad y dirección de Viento en la ciudad de La Oroya en confluencia con las operaciones- fundición de La Oroya, provincia Yauli es variable durante el año
- La presión barométrica (hPa) en la ciudad de La Oroya producto del reinicio de operaciones- fundición de La Oroya, provincia Yauli es variable durante el año.

2.5. Identificación de las variables**Variable independiente**

Reinicio de operaciones- fundición de La Oroya

Variable dependiente

Calidad de aire en la ciudad de La Oroya

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 5. Definición operacional de variables e indicadores

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES E INDICADORES	INDICADORES
Variable Independiente			
Calidad de aire en la ciudad de La Oroya	Calidad del aire La calidad del aire se refiere al nivel de pureza del aire, es decir, cuán libre está de contaminantes. Estos contaminantes pueden ser de origen natural o humano y, ya sea de forma individual o a través de reacciones físico-químicas, afectan nuestra salud, el funcionamiento de los ecosistemas y la degradación de materiales. (MITECO, 2013).	Dimensiones Independiente: ▪ El estudio comprenderá con el uso de metodologías o transecto para identificar los mamíferos, aves, reptiles, etc.	▪ Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI ▪ Especies de fauna amenazadas en el bosque de quinales del centro poblado la Quinua
Variable Dependiente			
Reinicio de operaciones-fundición de La Oroya	Fundición de La Oroya El Complejo Metalúrgico de la Oroya (CMLO), situado en los Andes peruanos, ha reanudado sus operaciones tras 13 años de inactividad, luego de un proceso de liquidación. Ahora está bajo la gestión de los acreedores laborales organizados en la empresa Metalúrgica Business Perú SAA (MBP), según un comunicado del Ministerio de Energía y Minas (SWI, 2023). El Complejo Metalúrgico de La Oroya (CMLO) fue reconocido en su época como el líder en su sector en Latinoamérica y a nivel mundial, ya que se dedicaba a la fundición y refinería, abarcando cuatro circuitos: cobre, plomo, zinc y metales preciosos (IIMP, 2023).	Dimensiones Dependiente: ▪ En el área de los quinales debe evaluarse por zonas que tipos de especies de fauna se encuentran.	

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

MÉTODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es descriptiva ya que como detalla (Dankhe, 1986), esto es decir cómo es y se manifiesta determinado fenómeno, los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis, en base a ello la describiremos la calidad de aire en la ciudad de La Oroya producto del reinicio de operaciones- fundición de La Oroya.

3.2. Nivel de la investigación

El nivel de investigación es descriptivo analítico, ya que describió y analizó la calidad de aire en la ciudad de La Oroya producto del reinicio de operaciones- fundición de La Oroya, provincia Yauli.

3.3. Métodos de investigación

El método de investigación es cuantitativa de acuerdo con (Tamayo, 2007), consiste en el contraste de teorías ya existentes a partir de una serie de hipótesis surgidas de la misma, siendo necesario obtener una muestra, describiremos cualitativamente la concentración de contaminantes en la calidad

de aire en la ciudad de La Oroya producto del reinicio de operaciones- fundición de La Oroya.

3.4. Diseño de la investigación

El diseño investigación es de tipo correlacional– causal que según (Hernández Sampieri, 1994), es la que tiene como objetivo describir relaciones entre dos o más variables en un momento determinado. Se trata también de descripciones, pero no de variables sino de sus relaciones. Por lo tanto, la investigación será correccional por buscaremos la relación entre dos variables en la evaluación de la calidad de aire en la ciudad de La Oroya producto del reinicio de operaciones- fundición de La Oroya.

3.5. Población y muestra

Población y Muestra

Población

La población para nuestro estudio será el total de la ciudad de La Oroya que tiene el área de 388,42 km².

Muestra

La muestra está comprendida aleatoriamente por dos estaciones de monitoreo dentro del área de la ciudad de La Oroya.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Análisis de documentos

El análisis de documentos es una técnica de investigación que consiste en revisar y evaluar de manera sistemática documentos escritos, como informes y registros, para obtener información y entender mejor un fenómeno o problema específico.

Monitoreo de la Calidad del Aire

Se recopilará información de monitoreo de la calidad del aire de las instituciones del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental y otros organismos.

Instrumentos

- Ficha de recolección de información
- Informes de Ensayos
- Aparato Fotográfica

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

- Recolección de los parámetros de calidad de aire
- Tabulación.

3.8. Tratamiento estadístico

Para el tratamiento estadístico se usó el programa Excel.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

Desde el comienzo hasta el final de nuestra investigación, se respetará la información de otros autores y se llevará a cabo de acuerdo con las normas y directrices establecidas por la UNDAC para grados y títulos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

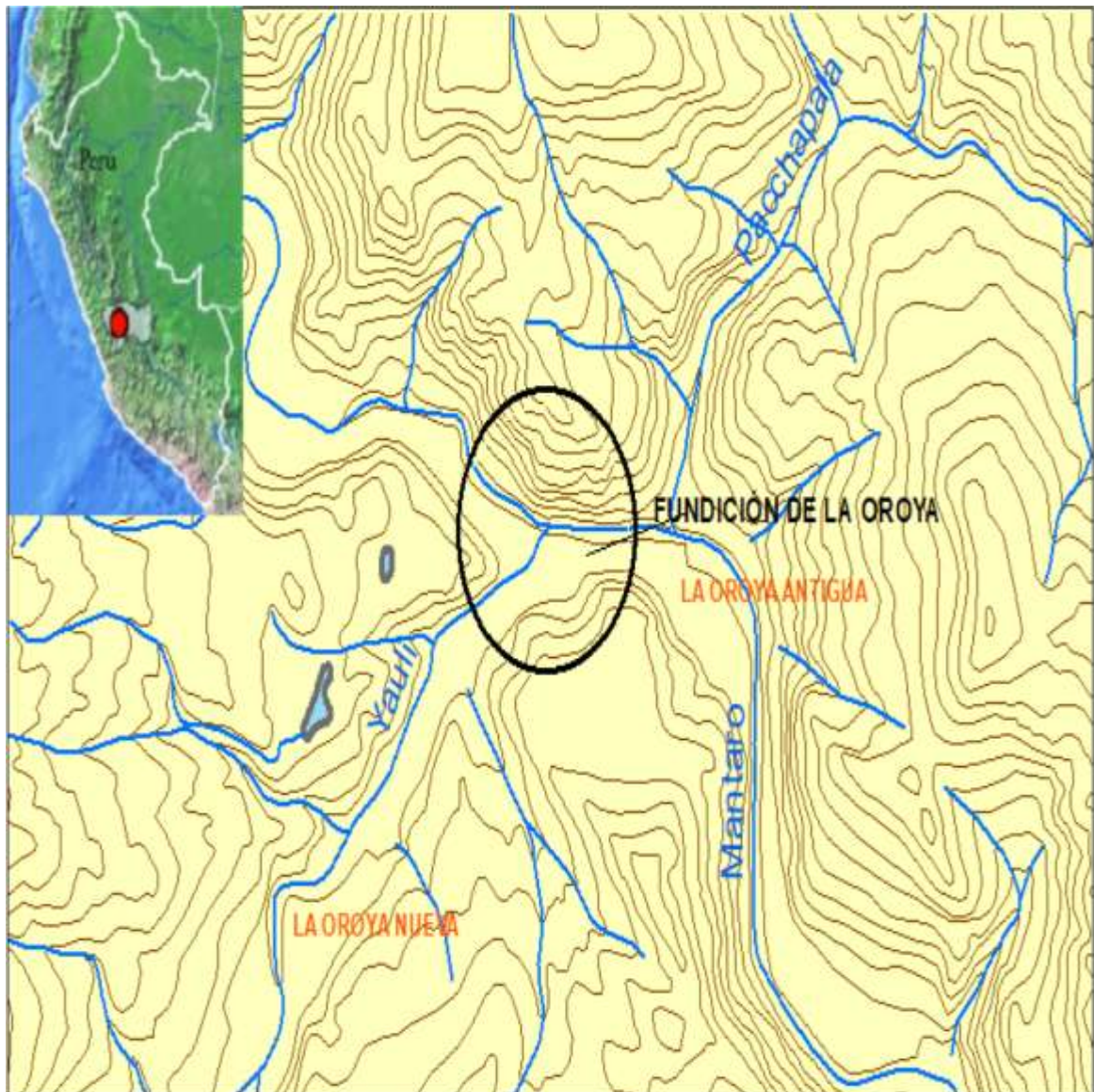
Ubicación de la zona a investigar

Para la evaluación de la calidad de aire en la ciudad de La Oroya producto del reinicio de operaciones- fundición de La Oroya, este estudio queda ubicado en la localidad de la Oroya antigua, ubicada específicamente en el Kilómetro 176 de la Carretera Central y a 125 km de la capital del departamento de Junín (Huancayo).

Accesibilidad

Para llegar a la zona de estudio se parte desde la ciudad de Lima en un tramo de 176 Km por la carretera central vía asfaltada y desde Huancayo hasta la localidad de la Oroya en un tramo de 125 Km por la carretera central por vía asfaltada, para más detalle se adjunta el mapa de ubicación de la zona de estudio.

Mapa 1. Ubicación de la zona de estudio en la localidad de la Oroya



Fuente: Elaboración propia

Reinicio de las operaciones - fundición de La Oroya

El Complejo Metalúrgico de La Oroya (CMLO), situado en los Andes peruanos, ha reactivado sus operaciones después de 13 años de inactividad, tras haber pasado por un proceso de liquidación y ahora bajo la gestión de los acreedores laborales organizados en la empresa Metalúrgica Business. Perú SAA (Gestion, 2023).

Pero es La Oroya, una ciudad de 30 mil habitantes en la sierra central del Perú, contaminada hasta en los suelos de sus casas (Mitma. Daniel, 2024).

Anteriormente pertenecía a Doe Run, pero en 2009 detuvo sus operaciones, alegando falta de recursos, después de que las autoridades peruanas la acusaran de no cumplir con sus compromisos ambientales (Gestion, 2023)

Trece años después, Chávez felicitó a los miembros de Metalúrgica Business Perú SAA, la actual administradora de la refinería, así como a sus 1270 extrabajadores accionistas por hacer posible este anhelo tan esperado y los instó a transformar el CMLO en uno de los centros tecnológicos metalúrgicos más importantes del país (Gestion, 2023).

El Ministerio de Energía y Minas (MINEM) ha informado a inicios de octubre del 2023, sobre el reinicio de las operaciones del Complejo Metalúrgico de La Oroya (CMLO) en la provincia de Yauli-Junín, ahora en manos de sus extrabajadores, tras 13 años de paralización (Cooperación, 2023).

Por lo averiguado en nuestra investigación en la actualidad la empresa Metalúrgica Business Perú SAA viene produciendo plomo fundido, pero no se conoce la cantidad, asimismo se desconoce el horario de actividades, la generación de gases por lo general se está observando en horas de la tarde con mayor presencia.

Por otro lado, en el reporte de estadísticas mineras del ministerio de energía y minas y en la pagina web siguiente: <https://www.gob.pe/institucion/minem/informes-publicaciones/5472883-produccion-minera>, se puede observar que en el año 2024 esta reportando en 0 la producción de plomo.

Componentes del complejo metalúrgico La Oroya

El complejo metalúrgico La Oroya es uno de los más grandes e importantes del mundo, y se compone de tres circuitos de producción: cobre, plomo y zinc. Los concentrados procesados, especialmente los de cobre, son polimetálicos y contienen altos niveles de metales preciosos e impurezas. Estos

concentrados se someten a diversos procesos pirometalúrgicos, hidrometalúrgicos y electrometalúrgicos para obtener metales refinados como cobre, zinc, plomo, oro, plata, bismuto, selenio, telurio, cadmio, indio y antimonio. Además, se generan los siguientes subproductos químicos: sulfato de cobre, sulfato de zinc, ácido sulfúrico, oleum, trióxido de arsénico, polvos de zinc, bisulfito de sodio, óxido de zinc y concentrado de zinc-plata (OSINERMIN, 2010).

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.

Estaciones de monitoreo

Para la investigación se recorrió a dos fuentes de investigación, estas fuentes son las siguientes:

- Vigilancia ambiental del Portal Interactivo de Fiscalización Ambiental - PIFA del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental donde el detalle se puede observar en la siguiente página web: <https://pifa.oefa.gob.pe/VigilanciaAmbiental/>.
- The Weather Channel proporcionan el pronóstico nacional y local para las ciudades, el radar del tiempo, reportes y cobertura de huracanes. Es una cadena estadounidense de pronósticos del tiempo. Para ello adjuntamos la pagina del pronostico de la calidad de aire a tiempo de la calidad de aire en la siguiente pagina web: <https://weather.com/es-US/forecast/air-quality//La+Oroya+Jun%C3%ADn+Per%C3%BA?canonicalCityId=b380b0dc804f143aff1fc7f28c77704a3eb3c9221758972c2ad76a9e609271e3>.

Para la primera fuente se tiene identificado la siguiente identificación geográficas:

Tabla 6. Estación de monitoreo -PIFA

N°	Descripción de la estación	Ubicación geográfica WGS-1984-18S		
		Este	Norte	Altitud (msnm)
1.-	La Oroya	401756.93	8726373.98	3745

Fuente: PIFA-OEFA

Para más detalle se puede visualizar la ubicación de la estación de monitoreo en el siguiente mapa de ubicación de la estación de monitoreo ubicado en la **calle Comandante Zárate cuadra W 1 - La Oroya, azotea de la Casa de la Cultura de la Municipalidad Provincial de Yauli**, a aproximadamente 700 m del CMLO.

Mapa 2. Ubicación de la estación de monitoreo realizado por OEFA



Imagen 4. Vista de la estación de monitoreo en la ciudad antigua de la Oroya



Fuente: Propia de la investigación

Resultados de calidad de aire

En base a las dos fuentes de monitoreo de la calidad del aire en la ciudad de La Oroya producto del reinicio de operaciones- fundición se tiene los siguientes resultados:

Resultados de calidad de aire PIFA-OEFA

La fundición de la Oroya se identificó que los gases que genera principalmente es el dióxido de azufre (SO_2), en base a ello se presenta los resultados de este gas de los meses de enero hasta el mes de octubre.

Tabla 7. Resultado de SO_2 mes de enero del 2024

ENERO			
FECHA	ECA-AIRE	SO_2 _24h_ppb	SO_2 _24h_ug/m ³
1/01/2024		4.00	10.60
2/01/2024		4.30	11.20
3/01/2024		3.70	9.80
4/01/2024		3.70	9.80
5/01/2024		3.70	9.70
6/01/2024		3.70	9.80

7/01/2024	250 µg/m ³	3.70	9.60
8/01/2024		16.90	44.30
9/01/2024		3.70	9.60
10/01/2024		3.80	9.90
11/01/2024		3.80	10.00
12/01/2024		3.70	9.80
13/01/2024		3.70	9.70
14/01/2024		3.70	9.70
15/01/2024		3.70	9.60
16/01/2024		3.70	9.70
17/01/2024		3.80	9.90
18/01/2024		3.80	9.90
19/01/2024		3.90	10.20
20/01/2024		3.80	9.90
21/01/2024		3.80	9.80
22/01/2024		3.80	10.10
23/01/2024		3.90	10.20
24/01/2024		4.10	10.70
25/01/2024		3.90	10.30
26/01/2024			
27/01/2024		4.10	10.70
28/01/2024		4.10	10.80
29/01/2024		4.00	10.60
30/01/2024		4.00	10.50
31/01/2024		4.00	10.40
		4.28	11.23

Fuente: PIFA-OEFA

Tabla 8. Resultado de SO₂ mes de febrero del 2024

FEBRERO			
FECHA	ECA-AIRE	SO ₂ _24h_ppb	SO ₂ _24h_ug/m3
1/02/2024	250 µg/m3	4.00	10.50
2/02/2024		4.00	10.60
3/02/2024		4.00	10.40
4/02/2024		4.00	10.40
5/02/2024		4.00	10.40
6/02/2024		4.00	10.40
7/02/2024		4.00	10.60
8/02/2024		4.00	10.50
9/02/2024		4.00	10.50
10/02/2024		4.00	10.40
11/02/2024		4.00	10.50
12/02/2024		4.10	10.70
13/02/2024		4.10	10.60
14/02/2024		4.00	10.50
15/02/2024		4.00	10.60
16/02/2024		4.00	10.40
17/02/2024		4.10	10.70
18/02/2024		4.10	10.70
19/02/2024		4.10	10.80
20/02/2024		4.10	10.80
21/02/2024		4.10	10.70
22/02/2024		4.30	11.30
23/02/2024		4.30	11.20
24/02/2024		4.40	11.50
25/02/2024		4.20	10.90
26/02/2024		4.10	10.80
27/02/2024		4.20	11.10
28/02/2024		4.00	10.60
29/02/2024		4.00	10.50
		4.08	10.68

Fuente: PIFA-OEFA

Tabla 9. Resultado de SO2 mes de marzo del 2024

MARZO			
FECHA	ECA-AIRE	SO2_24h_ppb	SO2_24h_ug/m3
01/03/2024	250 µg/m3	3.9	10.3
02/03/2024		3.8	9.9
03/03/2024		3.8	10
04/03/2024		3.9	10.3
05/03/2024		3.9	10.1
06/03/2024		4	10.4
07/03/2024		3.9	10.2
08/03/2024		4.1	10.7
09/03/2024		4.1	10.7
10/03/2024		4.1	10.8
11/03/2024		4.1	10.6
12/03/2024		4	10.5
13/03/2024		4	10.5
14/03/2024		4	10.6
15/03/2024		29.4	77.1
16/03/2024		27.3	71.6
17/03/2024		22.6	59.2
18/03/2024		21.7	56.8
19/03/2024		21.5	56.3
20/03/2024		28.1	73.7
21/03/2024		63.7	166.9
22/03/2024		8.5	22.2
23/03/2024		57.5	150.7
24/03/2024		45	117.9
25/03/2024		24	62.9
26/03/2024		5.4	14.2
27/03/2024		69.9	183.2
28/03/2024		24.5	64.1
29/03/2024		9.2	24.1
30/03/2024		41.4	108.4
31/03/2024		39.6	103.8
		19.19	50.28

Fuente: PIFA-OEFA

Tabla 10. Resultado de SO₂ mes de abril del 2024

ABRIL			
FECHA	ECA-AIRE	SO2_24h_ppb	SO2_24h_ug/m3
01/04/2024	250 µg/m ³	37.7	98.7
02/04/2024			
03/04/2024			
04/04/2024			
05/04/2024			
06/04/2024			
07/04/2024			
08/04/2024			
09/04/2024			
10/04/2024			
11/04/2024		39.7	103.9
12/04/2024		46.1	120.7
13/04/2024		35.1	92.1
14/04/2024		40.8	107
15/04/2024		26	68.1
16/04/2024		10.2	26.8
17/04/2024		15.1	39.5
18/04/2024		17.2	45
19/04/2024		15.1	39.5
20/04/2024		11.1	29
21/04/2024		29.9	78.3
22/04/2024		22.8	59.6
23/04/2024		43.8	114.6
24/04/2024		43.4	113.8
25/04/2024		41.1	107.8
26/04/2024		18.8	49.3
27/04/2024		29.7	77.9
28/04/2024		31.6	82.8
29/04/2024		5.4	14.3
30/04/2024		4.4	11.4
		26.90	70.48

Fuente: PIFA-OEFA

Tabla 11. Resultado de SO2 mes de mayo del 2024

MAYO			
FECHA	ECA-AIRE	SO2_24h_ppb	SO2_24h_ug/m3
2024-05-01	250 µg/m³	17.8	46.7
2024-05-02		19.2	50.4
2024-05-03		17.4	45.6
2024-05-04		9.1	23.8
2024-05-05		27.9	73.1
2024-05-06		17.5	46
2024-05-07		46.3	121.4
2024-05-08		45.6	119.5
2024-05-09		49.3	129.2
2024-05-10		11.7	30.8
2024-05-11		29.5	77.3
2024-05-12		24.3	63.7
2024-05-13		33	86.3
2024-05-14		38.9	101.9
2024-05-15		29.4	77
2024-05-16		17.1	44.7
2024-05-17		17.7	46.3
2024-05-18		36.1	94.7
2024-05-19		38.5	100.7
2024-05-20		28.2	73.9
2024-05-21		21	55.1
2024-05-22		25.6	67.1
2024-05-23		10.7	28.2
2024-05-24		6.6	17.2
2024-05-25		24.2	63.5
2024-05-26		13	34.1
2024-05-27		7.8	20.4
2024-05-28		36.7	96.2
2024-05-29		21.2	55.5
2024-05-30		31.4	82.3
2024-05-31		29.5	77.2
		25.23	66.12

Fuente: PIFA-OEFA

Tabla 12. Resultado de SO2 mes de junio del 2024

JUNIO			
FECHA	ECA-AIRE	SO2_24h_ppb	SO2_24h_ug/m3
2024-06-02		18.7	48.9
2024-06-03		27.3	71.4
2024-06-04		38.8	101.5
2024-06-05		38.1	99.9
2024-06-06		38.8	101.7
2024-06-07		29.7	77.8
2024-06-08		36	94.3
2024-06-09		38.9	101.8
2024-06-10		42.2	110.7
2024-06-11		26.9	70.5
2024-06-12		16	41.9
2024-06-13		16.4	42.9
2024-06-14		29.1	76.3
2024-06-15		6.4	16.7
2024-06-16		4.4	11.4
2024-06-17		43.6	114.4
2024-06-18		7.6	20
2024-06-19		20.5	53.7
2024-06-20		23.9	62.6
2024-06-21		36.2	94.9
2024-06-22		35.5	93
2024-06-23		23.9	62.5
2024-06-24		29	75.9
2024-06-25		13	34.1
2024-06-26		33.3	87.3
2024-06-27		15.7	41.2
2024-06-28		30.1	78.9
2024-06-29		16	42
2024-06-30		17.2	44.9
		26.22	68.70

Fuente: PIFA-OEFA

Tabla 13. Resultado de SO2 mes de julio del 2024

JULIO			
FECHA	ECA-AIRE	SO2_24h_ppb	SO2_24h_ug/m3
2024-07-02	250 µg/m³	24.9	65.2
2024-07-03		19	49.8
2024-07-04		29.6	77.4
2024-07-05		34.1	89.5
2024-07-06		26	68
2024-07-07		27.2	71.1
2024-07-08		38	99.7
2024-07-09		30.8	80.7
2024-07-10		5	13.2
2024-07-11		23.7	62
2024-07-12		18.7	49.1
2024-07-13		16	41.9
2024-07-14		14.5	38
2024-07-15		4.2	11.1
2024-07-16		27	70.8
2024-07-17		23.1	60.6
2024-07-18		34.8	91.2
2024-07-19		11	28.7
2024-07-20		10.2	26.8
2024-07-21		22.3	58.5
2024-07-22		3.7	9.6
2024-07-23		5.5	14.3
2024-07-24		7.5	19.6
2024-07-25		26.5	69.5
2024-07-26		15.6	40.8
2024-07-27		45.8	119.9
2024-07-28		16.7	43.9
2024-07-29		15.2	39.7
2024-07-30		41.5	108.8
2024-07-31		10	26.2
		21.54	56.44

Fuente: PIFA-OEFA

Tabla 14. Resultado de SO2 mes de agosto del 2024

AGOSTO			
FECHA	ECA-AIRE	SO2_24h_ppb	SO2_24h_ug/m3
2024-08-02	250 µg/m³	19.7	51.5
2024-08-03		10	26.2
2024-08-04		10.1	26.4
2024-08-05		40.6	106.5
2024-08-06		18.7	49.1
2024-08-07		44.1	115.6
2024-08-08		14.8	38.8
2024-08-09		15.1	39.6
2024-08-10		39.3	102.9
2024-08-11		18.1	47.5
2024-08-12		5.7	14.9
2024-08-13		6.9	18.1
2024-08-14		10.3	27.1
2024-08-15		69.1	180.9
2024-08-16		14.9	39
2024-08-17		4.2	10.9
2024-08-18		16.9	44.3
2024-08-19		4.2	11.1
2024-08-20		4.1	10.8
2024-08-21		4.1	10.8
2024-08-22		4.2	11.1
2024-08-23		4	10.5
2024-08-24		4.2	10.9
2024-08-25		3.9	10.1
2024-08-26		4	10.4
2024-08-27		3.9	10.2
2024-08-28		3.6	9.5
2024-08-29		3.1	8.2
2024-08-30		3.1	8.1
2024-08-31		3.3	8.7
		13.41	35.14

Fuente: PIFA-OEFA

Tabla 15. Resultado de SO₂ mes de setiembre del 2024

SETIEMBRE			
FECHA	ECA-AIRE	SO2_24h_ppb	SO2_24h_ug/m3
2024-09-01	250 µg/m ³	2.90	7.60
2024-09-02		3.00	7.90
2024-09-03		29.80	78.10
2024-09-04		4.50	11.90
2024-09-05		4.70	12.30
2024-09-06		20.50	53.80
2024-09-07		3.50	9.20
2024-09-08		7.30	19.10
2024-09-09		44.90	117.70
2024-09-10		7.90	20.60
2024-09-11		5.40	14.00
2024-09-12		6.60	17.20
2024-09-13		5.20	13.60
2024-09-14		4.40	11.50
2024-09-15		4.10	10.80
2024-09-16		3.60	9.40
2024-09-17		40.70	106.70
2024-09-18		20.40	53.40
2024-09-19		24.20	63.30
2024-09-20		32.70	85.80
2024-09-21		5.10	13.20
2024-09-22		13.90	36.50
2024-09-23		20.00	52.40
2024-09-24		15.90	41.60
2024-09-25		25.80	67.60
2024-09-26		32.10	84.00
2024-09-27		15.30	40.10
2024-09-28		23.00	60.20
2024-09-29		23.60	61.80
2024-09-30		3.80	10.00
		15.16	39.71

Fuente: PIFA-OEFA

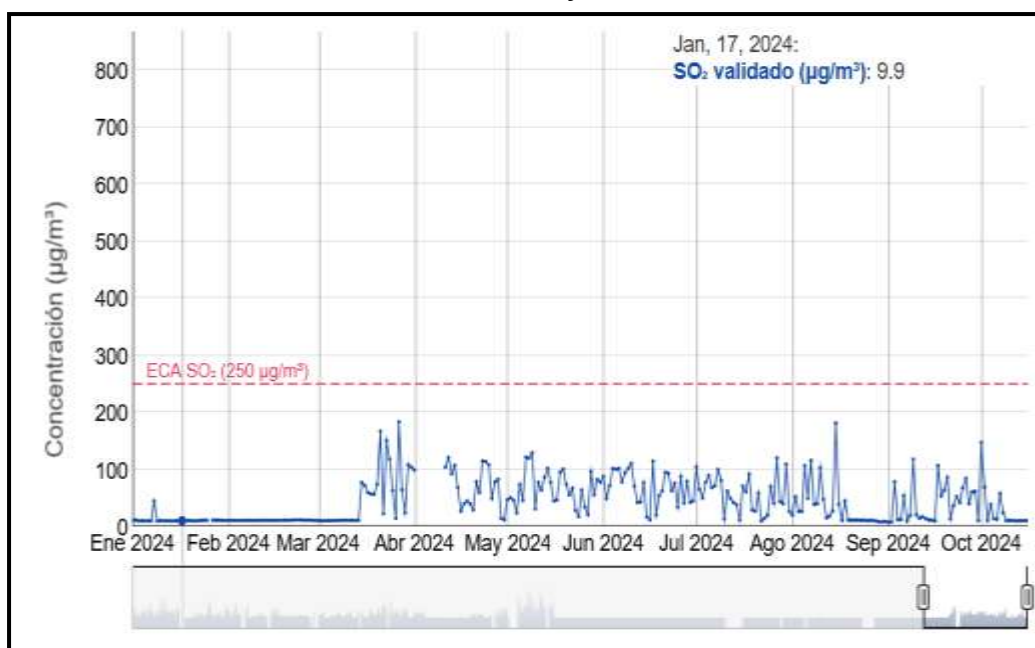
Tabla 16. Resultado de SO2 mes de octubre del 2024

OCTUBRE			
FECHA	ECA-AIRE	SO2_24h_ppb	SO2_24h_ug/m3
2024-10-01	250 µg/m³	56.2	147.3
2024-10-02		26.2	68.8
2024-10-03		4.1	10.8
2024-10-04		14.6	38.3
2024-10-05		5.2	13.6
2024-10-06		4.8	12.6
2024-10-07		21.8	57.2
2024-10-08		9.2	24.1
2024-10-09		3.8	10
2024-10-10		3.9	10.3
2024-10-11		3.8	10.1
2024-10-12		3.9	10.1
2024-10-13		3.7	9.7
2024-10-14		3.9	10.1
2024-10-15		3.9	10.1
2024-10-16		3.9	10.1
		10.81	28.33

Fuente: PIFA-OEFA

Desde 01 de enero al 16 de octubre del 2024 se reporta en la página web de donde como resumen de la evaluación del dióxido de azufre (SO₂) se tiene los siguientes resultados representado en el siguiente gráfico.

Gráfico 1. Resumen de la evaluación del dióxido de azufre (SO₂) en la Ciudad de la Oroya



Fuente: PIFA-OEFA

Interpretación de los Resultados:

Para la interpretación los resultados y comparar el cumplimiento de normativa se tomó en cuenta los estándares de calidad ambiental el Decreto Supremo N°003-2017-MINAM donde establece los estándares de calidad ambiental para el aire, para el parámetro dióxido de azufre (SO₂) el estándar permitido es de 250 µg/m³, evaluando en 10 meses esta se encuentra por debajo del estándar permitido, de la evaluación se puede extraer el 27 de marzo se tuvo cercano al estándar permitido que es de 183.2 µg/m³ y de igual forma el 15 de agosto también se tuvo cercano al estándar permitido que es de 180.9 µg/m³.

Según las directrices mundiales de la OMS sobre la calidad el permitido es de 40 µg/m³ en 24 horas por lo que en base a estos resultados no se estaría cumpliendo en los meses de marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, setiembre y octubre por lo que la gran mayoría de los días supera los estándares permitidos por el OMS, tal como se puede observar en las tablas y gráficos presentados.

Para más detalle de este segundo punto de evaluación se adjunta en el Anexo 2 las imágenes de los resultados.

Resultados de calidad de aire según The Weather Channel

Según la fuente The Weather Channel mediante su reporte en la pagina web se tiene como resumen la calidad de aire, como resumen se pudo extraer la siguiente información

Tabla 17. Resultado de Calidad de aire según The Weather Channel-2024

MES	Parámetro ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
	PM-2.5	PM-10	CO	NO ₂	O ₃	SO ₂
Abril	33.59	50.43	170	8.15	38.79	1
Mayo	26.57	25.64	170	5.22	49.1	1
Junio	10.75	8.8	120	1	47.39	1
Julio	17.1	14.82	120	1	49.02	1
Agosto	9.08	6.91	100	1	39.88	1
Setiembre	17.73	14.65	100	1	53.07	1
Octubre	18.5	15.76	110	1	53.13	1
ECA -Perú	50	100	10000	200	100	250
OMS	15	45	4000	25	100	40

Fuente: The Weather Channel-2024

Interpretación de los Resultados:

Para la interpretación los resultados y comparar el cumplimiento de normativa se tomó en cuenta los estándares de calidad ambiental el Decreto Supremo N°003-2017-MINAM donde establece los estándares de calidad ambiental para el aire, para los parámetros de partículas menores de 2.5 micras (PM-2.5), partículas menores 10 micras (PM-10), monóxido de carbono (CO), Dióxido de nitrógeno (NO₂), Ozono (O₃), Dióxido de azufre (SO₂), evaluando en los meses de abril a octubre estas se encuentra dentro de los Estándares de calidad ambiental.

Según las directrices mundiales de la OMS sobre la calidad para los parámetros de partículas menores de 2.5 micras (PM-2.5), partículas menores 10 micras (PM-10), monóxido de carbono (CO), Dióxido de nitrógeno (NO₂),

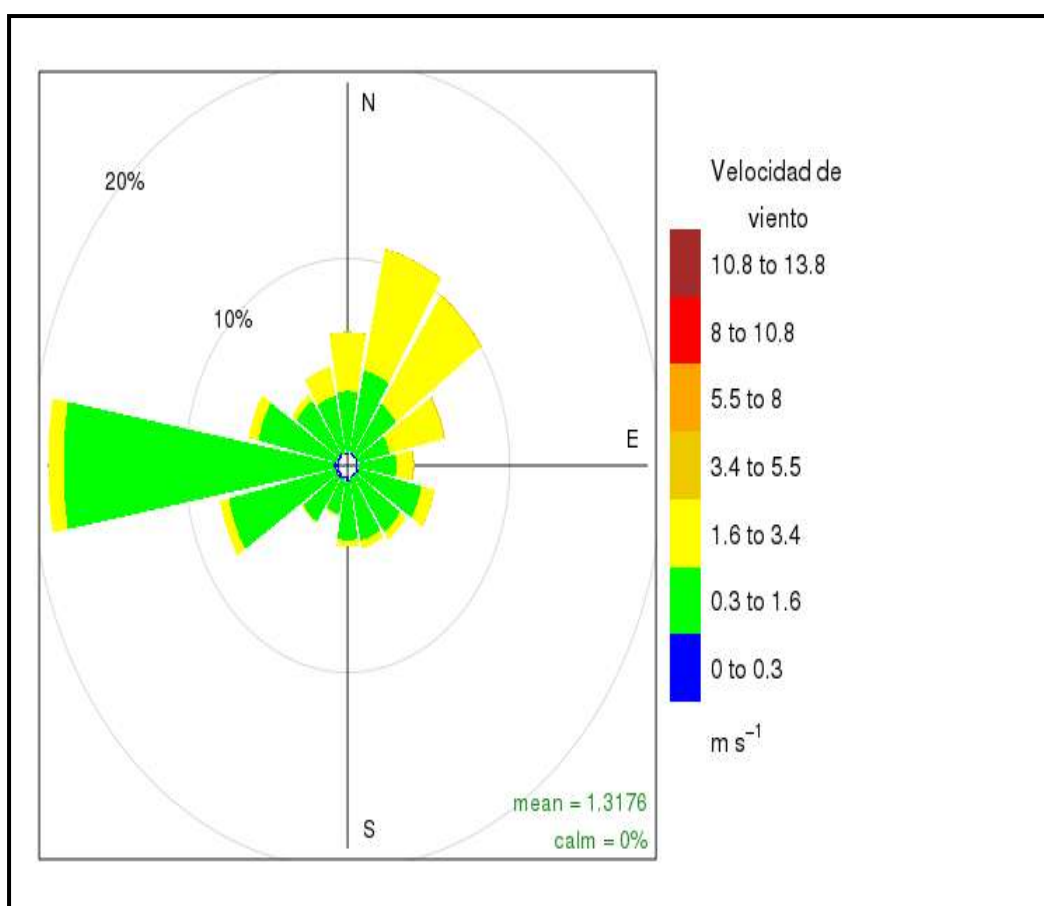
Ozono (O₃), Dióxido de azufre (SO₂), evaluando en los meses de abril a octubre estas se encuentra dentro de los Estándares de calidad ambiental.

Para más detalle de este segundo punto de evaluación se adjunta en el Anexo 3 las imágenes de los resultados.

Dirección y velocidad del Viento

Según la fuente The Weather Channel mediante su reporte en la página web se tiene como resumen la calidad de aire, como resumen se pudo extraer la siguiente información

Gráfico 2. Dirección y velocidad del Viento en la Ciudad de la Oroya-2024



Fuente: PIFA-OEFA

¹ World Meteorological Organization (2008). Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos. Ginebra: Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial.

La figura ilustra la distribución porcentual de la dirección y velocidad del viento según la escala de Beaufort, representados en un diagrama polar. La rosa determina la procedencia y dispersión de los contaminantes.

Escala de Beaufort¹:

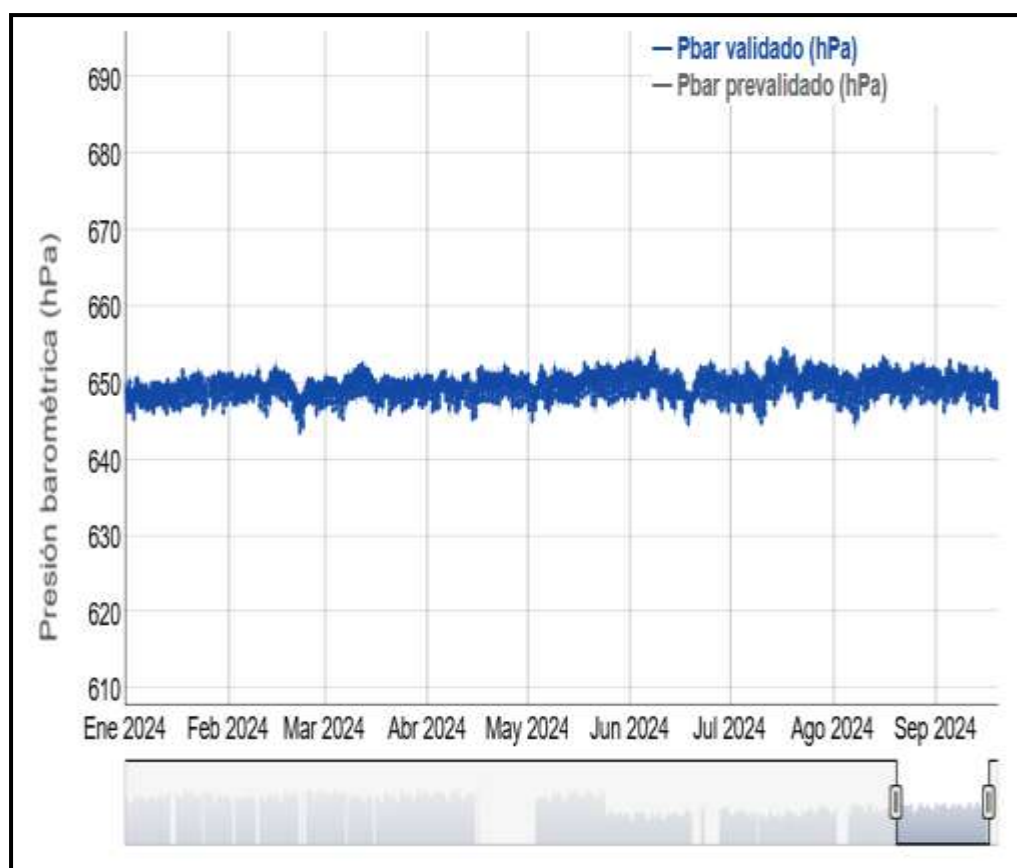
- **[0 a 0.3> (azul):** Calma.
- **[0.3 a 1.6> (verde):** Ventolina.
- **[1.6 a 3.4> (amarillo):** Brisa ligera.
- **[3.4 a 5.5> (oro):** Brisa suave.
- **[5.5 a 8.0> (anaranjado):** Brisa moderada.
- **[8.0 a 10.8> (rojo):** Brisa fresca.
- **[10.8 a 13.8> (marrón):** Brisa fuerte.

Por lo que se puede observar en el grafico 2 se puede observar que la dirección del viento predominante desde la fundición el viento se va hacia la zona de Huari por lo que se puede observar que esa zona estaría siendo la más afectada ya que estaría recibiendo mayor contaminantes producto al reinicio de la fundición de la Oroya y por otro lado la velocidad del viento predominante es de 0.3 m/s a 1.6 m/s llegando hasta 3.4 m/s en algunos días.

Con respecto a la presión barométrica (hPa) en la ciudad de La Oroya es de 650 hPa recordemos que las altas **presiones** favorecen la expansión de aire dentro de oídos, fosas nasales y pulmones. También aumentan la velocidad de respiración y el volumen de aire respirado, lo **que** puede provocar hiperventilación y el incremento del ritmo cardíaco.

Normalmente se toma como referencia la presión atmosférica que existe a nivel del mar. En dicho nivel su valor normal se considera de 1013 hPa (1013 mbar, 1 atm o 760 mmHg).

Gráfico 3. Presión barométrica en la Ciudad de la Oroya-2024



Fuente: PIFA-OEFA

4.3. Prueba de hipótesis

Nuestra hipótesis inicial de nuestra investigación planteada en nuestra investigación es:

“La calidad de aire en la ciudad de La Oroya producto del reinicio de operaciones- fundición de La Oroya, provincia Yauli – 2024 cumple con los estándares de calidad ambiental y normativa del OMS”.

Por lo concluido con la investigación se pudo determinar que la calidad de aire en la ciudad de La Oroya producto del reinicio de operaciones- fundición de La Oroya, provincia Yauli según la evaluación de la fuente del organismo de evaluación y fiscalización ambiental en el año 2024 cumple con los estándares de calidad ambiental para el parámetro dióxido azufre (SO_2), pero no cumple y normativa del OMS para el parámetro dióxido azufre (SO_2).

La velocidad y dirección de Viento en la ciudad de La Oroya en confluencia con las operaciones- fundición de La Oroya predominante desde la fundición el viento se va hacia la zona de Huari por lo que se puede observar que esa zona estaría siendo la más afectada.

La presión barométrica (hPa) en la ciudad de La Oroya es de 650 hPa por lo sería menor la afectación por este parámetros a los pobladores de la zona de la Oroya.

4.4. Discusión de resultados

- Una vez más mencionamos que la importancia la generación de información de la calidad de aire en la ciudad de La Oroya producto del reinicio de operaciones- fundición de La Oroya, lo cual será información que debe ser utilizada como línea de base para evaluar en adelante su incremento y mantención de la calidad del aire. Por otro lado, es monitorear la calidad de aire que ayude a informar a la población de la Oroya y a las zonas aledañas que ayude a prevenir el impacto al aire y por ende al suelo y agua.
- De los resultados evaluados se pudo determinar que la dirección de aire de mucha importancia y se determinó que la predominancia en los 10 meses del 2024 en la ciudad de La Oroya en confluencia con las operaciones- fundición de La Oroya predominante desde la fundición el viento se va hacia la zona de Huari por lo que se puede observar que esa zona estaría siendo la más afectada, esto también se puede observar en los cerros y quebradas que se muestra en mayor presencia zona de reacción geológica es por ello del color blanco en estas zonas evaluadas.
- De los resultados de las dos fuentes de calidad de aire para los diversos parámetros se puede determinar según la fuente del organismos de evaluación y fiscalización ambiental (OEFA) se determina para el dióxido de azufre (SO₂) cumple con los estándares de calidad ambiental de acuerdo al Decreto Supremo N°003-2017-MINAM donde el estándar permitido es de

250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, evaluando en 10 meses esta se encuentra por debajo del estándar permitido, pero es bueno resaltar que la producción aun no se encuentra al 100% por lo que el número de gases generado se aumentaría en adelante teniendo en cuenta que el 27 de marzo se tuvo cercano al estándar permitido que es de 183.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y de igual forma el 15 de agosto también se tuvo cercano al estándar permitido que es de 180.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

- En este mismo parámetro antes mencionado según las directrices mundiales de la OMS sobre la calidad el permitido es de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas por lo que en base a estos resultados no se estaría cumpliendo en los meses de marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, setiembre y octubre por lo que la gran mayoría de los días supera los estándares permitidos por el OMS, tal como se puede observar en las tablas y gráficos presentados.
- Para la segunda fuente The Weather Channel para los diversos parámetros se comparó con los estándares de calidad ambiental el Decreto Supremo N°003-2017-MINAM donde establece los estándares de calidad ambiental para el aire, para los parámetros de partículas menores de 2.5 micras (PM-2.5), partículas menores 10 micras (PM-10), monóxido de carbono (CO), Dióxido de nitrógeno (NO₂), Ozono (O₃), Dióxido de azufre (SO₂), evaluando en los meses de abril a octubre estas se encuentra dentro de los Estándares de calidad ambiental. De igual forma para los mismos parámetros se evalúan con las directrices mundiales de la OMS evaluando en los meses de abril a octubre estas se encuentra dentro de los Estándares de calidad ambiental.

CONCLUSIONES

- De la evaluación de la calidad de aire en la ciudad de La Oroya producto del reinicio de operaciones- fundición de La Oroya se concluye que fundición estaría cumpliendo con los estándares de calidad ambiental dadas por el ministerio del ambiente, pero no se cumpliría con el organismo mundial de la salud.
- Para los resultados dadas por el organismo de evaluación y fiscalización ambiental (OEFA) con su estación de monitoreo en la zona de la antigua de la Oroya ubicada a 350 m lineales de la chimenea principal de la fundición, cumple con los estándares calidad ambiental de acuerdo al Decreto Supremo N°003-2017-MINAM donde el estándar permitido es de $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$, evaluando en 10 meses del año 2024 esta se encuentra por debajo del estándar permitido, pero es bueno resaltar que la producción aún no se encuentra al 100% por lo que el número de gases generado se aumentaría en adelante, por otro lado teniendo en cuenta que el 27 de marzo se tuvo cercano al estándar permitido que es de $183.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y de igual forma el 15 de agosto también se tuvo cercano al estándar permitido que es de $180.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De acuerdo con esta misma estación según las directrices mundiales de la OMS sobre la calidad el permitido es de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas por lo que en base a estos resultados no se estaría cumpliendo en los meses de marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, setiembre y octubre por lo que la gran mayoría de los días supera los estándares permitidos por el OMS, tal como se puede observar en las tablas y gráficos presentados.
- Para la segunda fuente The Weather Channel para los diversos parámetros se comparó con los estándares de calidad ambiental el Decreto Supremo N°003-2017-MINAM donde establece los estándares de calidad ambiental para el aire, para los parámetros de partículas menores de 2.5 micras (PM-2.5), partículas menores 10 micras (PM-10), monóxido de carbono (CO), Dióxido de nitrógeno (NO₂), Ozono (O₃), Dióxido de azufre (SO₂), evaluando en los meses de abril a

octubre estas se encuentran dentro de los Estándares de calidad ambiental. De igual forma para los mismos parámetros se evalúan con las directrices mundiales de la OMS evaluando en los meses de abril a octubre estas se encuentra dentro de los estándares de calidad ambiental.

RECOMENDACIONES

- i. Se recomienda continuar con el seguimiento de calidad de aire en la ciudad de la Oroya y alrededores, ya que como se conoce las actividades de la fundición de la Oroya recién tiene inicios de producción y si esta actividad en adelante producirá mayor fundición de metales y por ende generará mayor presencia de gases y mayor impacto en la calidad de aire y efectos en la población.
- ii. Se debe restablecer el monitoreo de calidad de aire por parte de la dirección general de salud ambiental (DIGESA) ya que hace años atrás que se realizaba el monitoreo de aire cuando la fundición de la Oroya estuvo en funcionamiento.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Canales, J., Concepción, E. (2005). Evaluación del impacto ambiental atmosférico por dióxido de azufre mediante un modelo de dispersión en una ciudad de la sierra del País. Lima-Perú: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI. Recuperado el 2024
- Dankhe. (1986). Metodología de la investigación.
- FIDH. (2013). Informe sobre la situación de La Oroya: cuando la protección de los inversores amenaza los derechos humanos. Perú: Federación Internacional por los Derechos Humanos. Recuperado el 2024, de <https://www.fidh.org/es/region/americas/peru/informe-sobre-la-situacion-de-la-oroya-cuando-la-proteccion-de-los-13239>
- IIMP. (2023). El futuro del complejo de la Oroya. Instituto de Ingenieros del Perú. Recuperado el 2024, de <https://iimp.org.pe/institucional/noticias/el-futuro-del-complejo-metalurgico-la-oroya-en-debate#:~:text=El%20Complejo%20Metal%C3%BAgico%20de%20La,plomo%2C%20zinc%20y%20metales%20preciosos.>
- Instituto de calidad ambiental. (2023). Estandar de calidad ambiental. Perú.
- HyTimes. (2024, abril 23). La Oroya vuelve a experimentar concentración de gases tras reactivación parcial del complejo metalúrgico. <https://hytimes.pe/2024/04/23/la-oroya-vuelve-a-experimentar-concentracion-de-gases-tras-reactivacion-parcial-del-complejo-metalurgico>.
- La República. (2024, mayo 25). El Estado incumple sentencia de Corte IDH sobre caso La Oroya. <https://larepublica.pe/politica/2024/05/25/el-estado-incumple-sentencia-de-corte-idh-sobre-caso-la-oroya-aida-oefa-minsa-682950>
- MINSa. (2003). Reglamento de los estados de Alerta nacionales para contaminantes del aire. Perú.
- MITECO. (2013). La Calidad del Aire. España: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Recuperado el 2024, de https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/infografia_1_web_tcm30-564732.pdf
- Morales, J. (2018). Evaluación de impactos ambientales generados por los gases del proceso de fundición y refinación de metales de la empresa Doe Run Perú S.R.L. en la Provincia Yauli. Pasco-Perú: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

- Recuperado el 2024, de http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2207/1/T026_72385108_T.pdf.
- OEFA. (2013). Evaluación de la calidad del aire en la ciudad de Ilo. Perú, Perú: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. Recuperado el 2024, de <https://hdl.handle.net/20.500.12788/1153>.
- Portal, R., Marlene, D., Ibarra, E., Fabelo, J. (2012). Análisis de riesgo en una fundición de metales no Ferroso (Aluminio) y su impacto ambiental. Santiago de Cuba-Cuba: Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Recuperado el <https://www.redalyc.org/pdf/4455/445543775009.pdf> de 2024.
- Santos, G. (2024). Revelan que La Oroya aún registra niveles peligrosos de azufre ante inacción del Estado. Perú: Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. Recuperado el 2024, de <https://www.actualidadambiental.pe/revelan-que-la-oroya-aun-registra-niveles-peligrosos-de-azufre-ante-inaccion-del-estado/>.
- SDPA. (2014). Junín: lago más alto del mundo y el segundo más grande del Perú es contaminado por relaves mineros. Perú: SDPA Actualidad Ambiental.
- SWI. (2023). El Complejo Metalúrgico peruano de La Oroya reinicia operaciones tras 13 años paralizado. Perú. Recuperado el 2024, de <https://www.swissinfo.ch/spa/el-complejo-metal%C3%BArgico-peruano-de-la-oroya-reinicia-operaciones-tras-13-a%C3%B1os-paralizado/48903732>.
- Tamayo. (2007). Metodología de la Investigación.
- Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. (2019). Reglamento de publicación. Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Verdejo R. (2022). Fundición de Paipote rebasó casi en 500% la norma de calidad del aire: índices de dióxido de azufre son más altos que en crisis de Puchuncaví. Chile: Ciper 17. Recuperado el 2024, de <https://www.ciperchile.cl/2022/01/24/fundicion-de-paipote-rebaso-casi-en-500-la-norma-de-calidad-del-aire-indices-de-dioxido-de-azufre-son-mas-altos-que-en-crisis-de-puchuncavi/>

ANEXOS

ANEXO 01

Imágenes de la evaluación de la calidad en la ciudad de la Oroya

Imagen 001: Vista de la fundición de Oroya



Imagen 002: Vista de la Chimenea principal



Imagen 003: Vista de las Instalaciones de Metalurgia Business



Imagen 004: Vista de las Instalaciones de Metalurgia Business

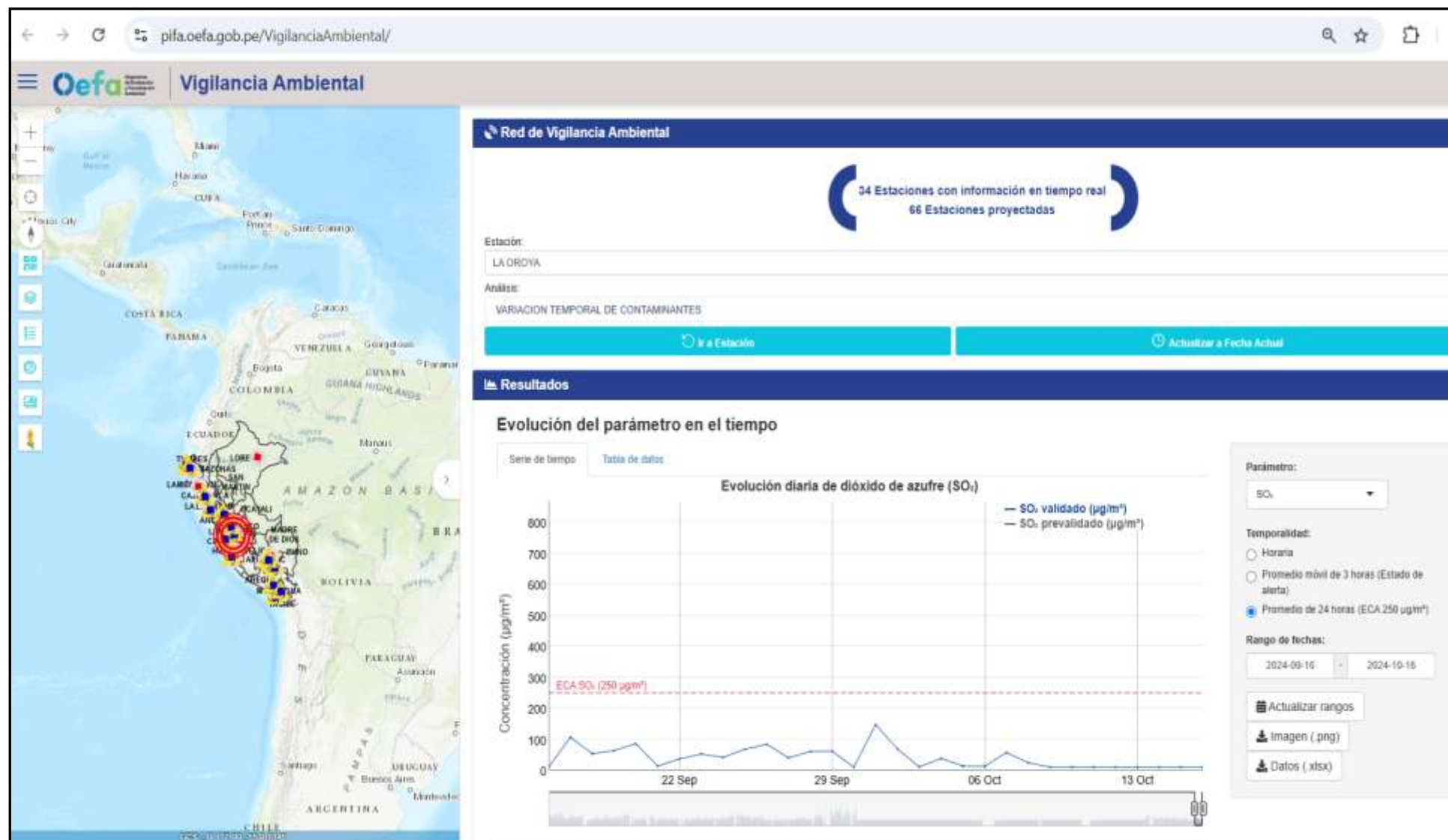


Imagen 005: Vista de las Instalaciones de Monitoreo de Aire-OEFA



ANEXO 02

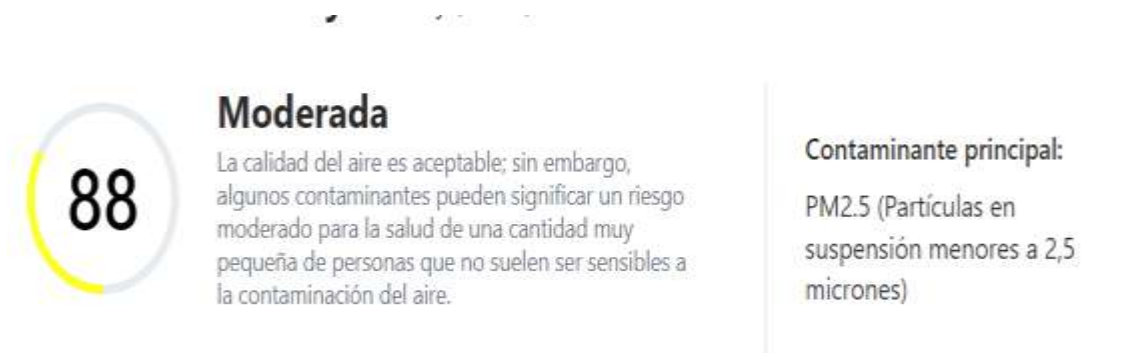
Resultado de Calidad de aire según el organismo de evaluación y fiscalización ambiental (OEFA)



ANEXO N° 03

Resultado de Calidad de aire según el The Weather Channel

Imagen 006: Vista de los resultados de calidad de aire mes de Abril-2024



Contaminantes del aire



Imagen 007: Vista de los resultados de calidad de aire mes de Mayo-2024

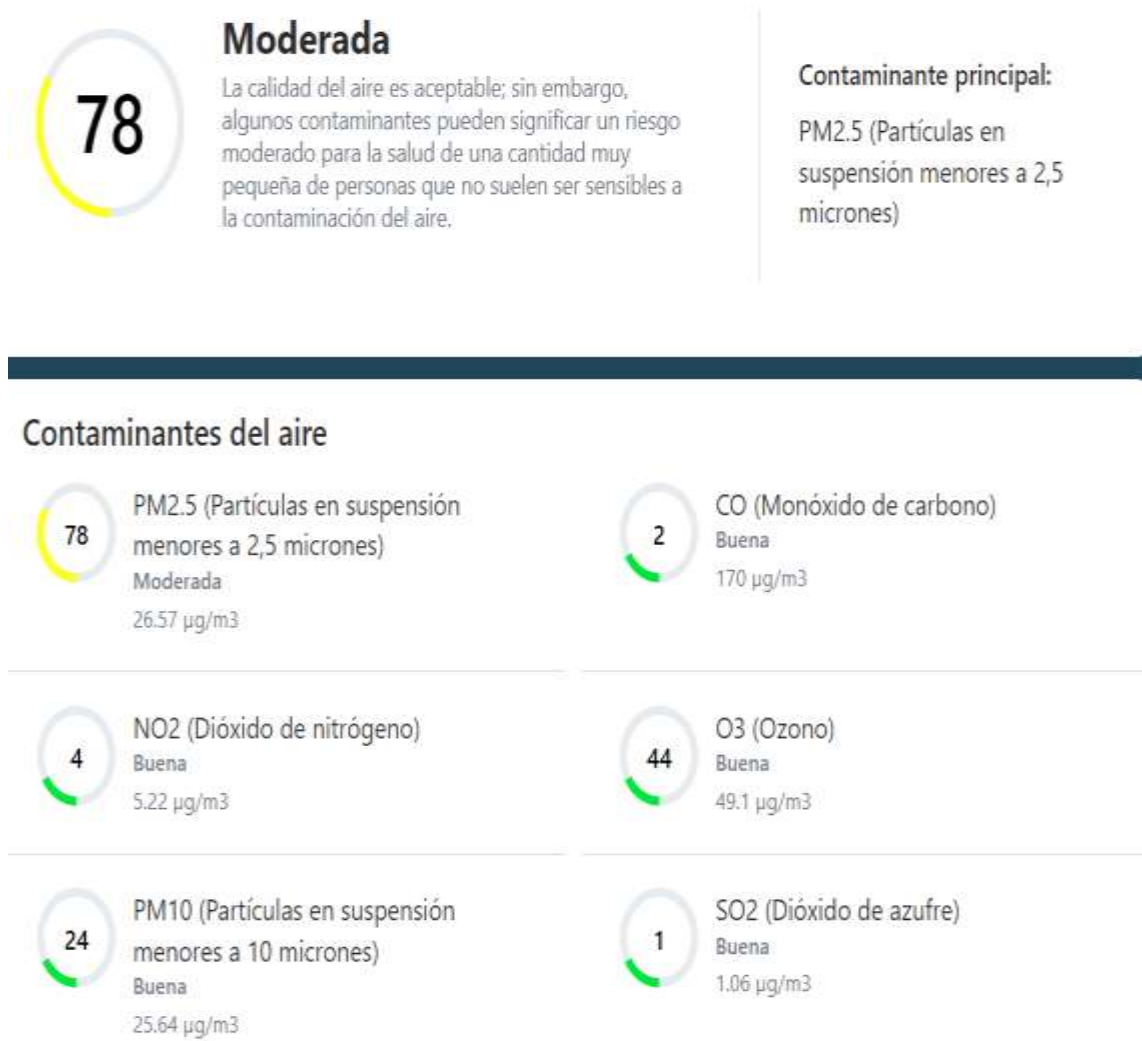


Imagen 008: Vista de los resultados de calidad de aire mes de Junio-2024



Imagen 009: Vista de los resultados de calidad de aire mes de Julio-2024



Moderada

La calidad del aire es aceptable; sin embargo, algunos contaminantes pueden significar un riesgo moderado para la salud de una cantidad muy pequeña de personas que no suelen ser sensibles a la contaminación del aire.

Contaminante principal:
PM2.5 (Partículas en suspensión menores a 2,5 micrones)

Contaminantes del aire



PM2.5 (Partículas en suspensión menores a 2,5 micrones)
Moderada
17.1 µg/m3



CO (Monóxido de carbono)
Buena
120 µg/m3



NO2 (Dióxido de nitrógeno)
Buena
1 µg/m3



O3 (Ozono)
Buena
49.02 µg/m3



PM10 (Partículas en suspensión menores a 10 micrones)
Buena
14.82 µg/m3



SO2 (Dióxido de azufre)
Buena
1 µg/m3

Imagen 010: Vista de los resultados de calidad de aire mes de Agosto-2024

Calidad del aire hoy - La Oroya, Junín, Perú

52

Moderada

La calidad del aire es aceptable; sin embargo, algunos contaminantes pueden significar un riesgo moderado para la salud de una cantidad muy pequeña de personas que no suelen ser sensibles a la contaminación del aire.

Contaminante principal:

PM2.5 (Partículas en suspensión menores a 2,5 micrones)

Contaminantes del aire

52 PM2.5 (Partículas en suspensión menores a 2,5 micrones) Moderada 9.08 µg/m3	1 CO (Monóxido de carbono) Buena 100 µg/m3
1 NO2 (Dióxido de nitrógeno) Buena 1 µg/m3	29 O3 (Ozono) Buena 39.88 µg/m3
9 PM10 (Partículas en suspensión menores a 10 micrones) Buena 6.91 µg/m3	1 SO2 (Dióxido de azufre) Buena 1 µg/m3

Imagen 011: Vista de los resultados de calidad de aire mes de Setiembre-2024



Moderada

La calidad del aire es aceptable; sin embargo, algunos contaminantes pueden significar un riesgo moderado para la salud de una cantidad muy pequeña de personas que no suelen ser sensibles a la contaminación del aire.

Contaminante principal:

PM2.5 (Partículas en suspensión menores a 2,5 micrones)

Contaminantes del aire



PM2.5 (Partículas en suspensión menores a 2,5 micrones)
Moderada
17.73 µg/m3



CO (Monóxido de carbono)
Buena
100 µg/m3



NO2 (Dióxido de nitrógeno)
Buena
1 µg/m3



O3 (Ozono)
Buena
53.07 µg/m3



PM10 (Partículas en suspensión menores a 10 micrones)
Buena
14.65 µg/m3



SO2 (Dióxido de azufre)
Buena
1 µg/m3

Imagen 12: Vista de los resultados de calidad de aire mes de Octubre-2024

Calidad del aire hoy - La Oroya, Junín, Perú

68

Moderada

La calidad del aire es aceptable; sin embargo, algunos contaminantes pueden significar un riesgo moderado para la salud de una cantidad muy pequeña de personas que no suelen ser sensibles a la contaminación del aire.

Contaminante principal:

PM2.5 (Partículas en suspensión menores a 2,5 micrones)

Contaminantes del aire

68 PM2.5 (Partículas en suspensión menores a 2,5 micrones) Moderada 18.7 µg/m3	1 CO (Monóxido de carbono) Buena 110 µg/m3
1 NO2 (Dióxido de nitrógeno) Buena 1 µg/m3	31 O3 (Ozono) Buena 53.13 µg/m3
16 PM10 (Partículas en suspensión menores a 10 micrones) Buena 15.76 µg/m3	1 SO2 (Dióxido de azufre) Buena 1 µg/m3