

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 del Centro Poblado de Colquijirca
influenciado por la producción del tajo norte de la Sociedad Minera**

El Brocal - 2023

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autores:

Bach. Christian Walter HUARICAPCHA ALANIA

Bach. Rocio Luz ESTRELLA RUIZ

Asesor:

Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA

Cerro de Pasco – Perú – 2024

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 del Centro Poblado de Colquijirca
influenciado por la producción del tajo norte de la Sociedad Minera**

El Brocal -2023

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Eleuterio Andrés ZAVALETA SANCHEZ
PRESIDENTE

Mg. Lucio ROJAS VÍTOR
MIEMBRO

Mg. Edgar Walter PEREZ JUZCAMAYTA
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides
Carrión Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 133-2024-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 del Centro Poblado de
Colquijirca influenciado por la producción del tajo norte de la
Sociedad Minera El Brocal -2023**

Apellidos y nombres de los tesisistas:

Bach. HUARICAPCHA ALANIA, Christian Walter
Bach. ESTRELLA RUIZ, Rocio Luz

Apellidos y nombres del Asesor:

Dr. PACHECO PEÑA, Luis Alberto

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Ambiental

Índice de Similitud

20 %

APROBADO

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

Cerro de Pasco, 11 de junio del 2024



Firmado digitalmente por MEJIA
CACERES Reynaldo FAU
20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 11.06.2024 09:19:44 -05:00

DEDICATORIA

A mis padres, por su amor incondicional y por inculcarme los valores del esfuerzo y la perseverancia. Su apoyo constante ha sido fundamental para alcanzar este logro.

A mi hermana, por ser mi compañera de vida y por siempre estar ahí para animarme en los momentos difíciles.

A mis amigos, por las risas, el apoyo y por entender las ausencias durante este largo camino.

A todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron a la realización de este trabajo, con un gesto, una palabra de aliento, o simplemente estando presentes.

AGRADECIMIENTO

La culminación de esta tesis no hubiera sido posible sin el apoyo y la colaboración de muchas personas e instituciones a quienes me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a la empresa minera El Brocal SAA, y a la municipalidad distrital Fundición de Tinyahuarco de la provincia de Pasco.

A mi asesor de tesis, Dr. Luis Alberto Pacheco Peña, por su orientación, conocimientos y paciencia. Gracias por sus valiosas sugerencias, críticas constructivas y por siempre estar disponible para resolver mis dudas.

RESUMEN

En la zona de nuestra investigación el proceso de la producción de minerales por parte de la Sociedad Minera El Brocal se está llevando de manera descontrolada, lo mismo de Cerro de Pasco se está produciendo a cielo abierto la producción de los mismos tipos de minerales, asimismo se está generando desmonteras al contorno de la población de Colquijirca, se tiene voladura del tajo abierto, todas estas actividades generan material particulado y gases que posiblemente están siendo arrastrados y transportados hacia la población de Colquijirca afectando en su calidad de aire y por ende la salud de la población, la calidad de aire en la actualidad se desconoce por lo que es de vital importancia que se debe conocer.

La investigación se tiene como objetivo principal es determinar la calidad de aire del Centro Poblado de Colquijirca influenciado por la producción del tajo norte de la Sociedad Minera El Brocal -2023.

Finalizado la investigación se concluye los resultados en referencia al viento demuestra que no estarían llegando las partículas con intensidad a la población de Colquijirca, pero asimismo cabe mencionar que las partículas en el mes de julio llego en el PM-10 a 89.83 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ y en el caso de PM 2.5 llego en el mes de enero a 47.41 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, lo cual se encuentra muy cerca del estándar permitido por qué se puede también mencionar estas pueden ser acumulativos en la población y traer efectos con el tiempo.

De la evaluación realizada en campo y asimismo de la información extraída en ambas fuentes que son la OEFA y la Sociedad Minera El Brocal S.A.A en ambos casos nos demuestra que producto de las actividades se está cumpliendo con los estándares de calidad ambiental con respecto al Decreto Supremo N°003-2017-MINAM.

Palabras claves: Calidad del aire, Limites Máximos Permisibles, OEFA y la Sociedad Minera El Brocal, PM-10 y PM-2.5.

ABSTRACT

In the area of our investigation, the process of mineral production by the Sociedad Minera El Brocal is being carried out in an uncontrolled manner, and in Cerro de Pasco, the production of the same types of minerals is also taking place in the open pit. clearings are being generated around the town of Colquijirca, there is blasting of the open pit, all these activities generate particulate matter and gases that are possibly being dragged and transported to the town of Colquijirca, affecting its air quality and therefore health. of the population, air quality is currently unknown, so it is vitally important to know it.

The main objective of the research is to determine the air quality of the Colquijirca Population Center influenced by the production of the northern pit of the El Brocal Mining Society -2023.

Once the investigation is completed, the results in reference to the wind show that the particles would not be reaching the population of Colquijirca with intensity, but it is also worth mentioning that the particles in the month of July reached 89.83 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ in the PM-10 and In the case of PM 2.5, it reached 47.41 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ in the month of January, which is very close to the allowed standard, which is why it can also be mentioned that these can be cumulative in the population and have effects over time.

From the evaluation carried out in the field and also from the information extracted from both sources, which are the OEFA and the Sociedad Minera El Brocal S.A.A, in both cases it shows us that as a result of the activities, the environmental quality standards with respect to the Supreme Decree are being met. N°003-2017-MINAM.

Keywords: North pit, Colquijirca Population Center, OEFA and the El Brocal Mining Society, PM-10 and PM-2.5.

INTRODUCCIÓN

A la fecha se desconocía el grado de impacto ambiental a la calidad del aire en la población de Centro Poblado de Colquijirca influenciado por la producción del tajo norte de la Sociedad Minera El Brocal, por lo que la generación de información es de mucha importancia lo cual ayudara de manera informativa a la población de esta zona identificada. La información generada ayudará en la población a tomar medidas de prevención de los posibles contaminantes que llega a las viviendas, asimismo se pondrá en conocimiento de la empresa su responsabilidad con respecto a los contaminantes que viene generando.

La investigación desarrollada queda ubicada en el centro poblado de Colquijirca, que se encuentra a 17 Km al sureste de la ciudad de Cerro de Pasco, perteneciente al distrito de Tinyahuarco de la provincia de Pasco, cabe mencionar al frente norte de esta población de Colquijirca se encuentra el tajo Norte perteneciente a la Sociedad Minera El Brocal.

De acuerdo a Tamayo (1960) la investigación es descriptiva cuando “describir situaciones o acontecimientos; básicamente no está interesado en comprobar explicaciones, ni en hacer predicciones”, en concordancia a ello la investigación es descriptiva y con ello se evaluó de la calidad de aire del Centro Poblado de Colquijirca influenciado por la producción del tajo norte de la Sociedad Minera El Brocal.

Los autores.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema	1
1.2. Delimitación de la investigación	4
1.3. Formulación del problema.....	4
1.3.1. Problema general	4
1.3.2. Problemas Específicos:	5
1.4. Formulación de objetivos	5
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos Específicos:	5
1.5. Justificación de la investigación	5
1.5.1. Justificación teórica	5
1.5.2. Justificación Metodológica.....	6
1.5.3. Justificación Ambiental	6
1.5.4. Justificación Social	6
1.6. Limitaciones de la investigación.....	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio	7
2.1.1. Antecedentes Internacional	7
2.1.2. Antecedente a nivel nacional	10
2.1.3. Antecedentes a nivel local	12
2.2. Bases teóricas - científicas	13
2.3. Definición de términos básicos	20
2.4. Formulación de hipótesis	21
2.4.1. Hipótesis general.....	21
2.4.2. Hipótesis Específicos	21
2.5. Identificación de las variables	21
2.5.1 Variable independiente.....	21
2.5.2 Variable dependiente.....	21
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.....	22

CAPÍTULO III

MÉTODOLÓGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación	23
3.2. Nivel de la investigación	23
3.3. Métodos de investigación	23
3.4. Diseño de la investigación	24
3.5. Población y muestra	24
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24

3.6.1. Técnicas.....	24
3.6.2. Instrumentos.....	24
3.7. Técnicas de procesamientos y análisis de datos	25
3.8. Tratamiento estadístico.....	25
3.9. Orientación ética filosófica y epistémica.....	25

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo.....	26
4.1.1. Ubicación de la zona a investigar	26
4.1.2. Accesibilidad	26
4.1.3. Ubicación de la estación de monitoreo	28
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	34
4.2.1. Resultados de calidad según OEFA	34
4.2.2. Resultados de calidad según Sociedad Mineral El BROCAL S.A.A.....	39
4.2.3. Dirección del Viento.....	40
4.3. Prueba de hipótesis	41
4.4. Discusión de resultados.....	42

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA 1 UBICACIÓN DE LA ZONA DE INVESTIGACIÓN-CENTRO POBLADO DE COLQUIJIRCA EN LA PROVINCIA DE PASCO	27
---	----

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: PARÁMETROS PARA LA CALIDAD DE AIRE (ECA – AIRE)	16
TABLA 2: NIVELES DE ALERTA PARA CONTAMINANTES CRÍTICOS.....	17
TABLA 3: DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES.....	22
TABLA 4: ESTACIÓN DE MONITOREO COLQUIJIRCA-OEFA	28
TABLA 5: ESTACIÓN DE MONITOREO DE LA SOCIEDAD MINERA EL BROCAL	32
TABLA 6: RESULTADO DE PM-10 REALIZADO EL MONITOREO Y RESULTADO SEGÚN OEFA35	
TABLA 7: RESULTADO DE PM-2.5 REALIZADO EL MONITOREO Y RESULTADO SEGÚN OEFA	36
TABLA 8: RESULTADO DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AIRE RESULTADO SEGÚN SOCIEDAD MINERA EL BROCAL	39
TABLA 9: DIRECCIÓN DEL VIENTO (M/S)	40

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1 VISTA DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO DE PM-10 Y PM-2.5	29
IMAGEN 2 VISTA DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO DE PM-10 Y PM-2.5	29
IMAGEN 3 VISTA DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO POR LOS INVESTIGADORES.....	30
IMAGEN 4 VISTA DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO POR LOS INVESTIGADORES.....	30
IMAGEN 5 VISTA DEL PORTAL INTERACTIVO DE FISCALIZACIÓN AMBIENTAL (PIFA).....	31
IMAGEN 6 VISTA DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO AL CONTORNO DEL TAJO NORTE.....	31
IMAGEN 7 VISTA DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO EN LA PLAZA DEL CENTRO POBLADO DE COLQUIJIRCA.....	33
IMAGEN 8 VISTA DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO POR LOS INVESTIGADORES.....	33
IMAGEN 9 VISTA DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO POR LOS INVESTIGADORES.....	34

ÍNDICE DE GRÁFICO

GRÁFICO 1 RESULTADOS DE PM-10	37
GRÁFICO 2 RESULTADOS DE PM-2.5	38

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

La contaminación del aire es un problema ambiental global que plantea preocupaciones significativas en todo el mundo. No solo afecta a nuestro entorno, sino que también representa un riesgo importante para la salud humana. Cada año, millones de personas pierden la vida debido a la contaminación del aire. Es importante destacar que las tasas de mortalidad relacionadas con la contaminación del aire son más altas en los países de ingresos bajos y medios. Esto subraya la necesidad urgente de abordar este problema a nivel mundial y trabajar hacia soluciones que protejan tanto el medio ambiente como la salud humana (OMPI, 2019).

Las emisiones en el aire relacionadas con la minería pueden ocurrir en diversas etapas del ciclo de vida de una mina, desde la exploración hasta la operación. Sin embargo, son especialmente prominentes durante las fases de exploración, desarrollo, construcción y operación. Durante estas etapas, se pueden liberar una variedad de contaminantes al aire, lo que subraya la importancia de implementar medidas efectivas de control y mitigación para reducir el impacto ambiental y proteger la salud de las comunidades cercanas. Las operaciones mineras movilizan grandes cantidades de material; requieren

maquinaria pesada y equipos industriales para procesar el mineral, las pilas o depósitos de desechos contienen partículas pequeñas que pueden ser fácilmente dispersadas por el viento (ELAW, 2016).

Las mayores fuentes de contaminación del aire en operaciones mineras son:

- Material particulado transportado por el viento como resultado de excavaciones, voladuras, transporte de materiales, erosión eólica (más frecuente en tajos abiertos), polvo fugitivo proveniente de los depósitos de relaves, depósitos, pilas de desechos, caminos, las emisiones de los gases de escape de fuentes móviles (vehículos, camiones, maquinaria pesada) también contribuyen a aumentar el nivel de material particulado (ELAW, 2016); y
- Emisiones gaseosas provenientes de la quema de combustibles en fuentes estacionarias como móviles, voladuras y procesamiento de minerales.

Cuando una fuente emite contaminantes en la atmósfera, los contaminantes son transportados en el aire, se diluyen y son sujetos a cambios (físicos y químicos) en la atmósfera y finalmente alcanzan al receptor (Figura 1). Estos contaminantes pueden causar serios efectos en la salud de las personas y en el ambiente (ELAW, 2016).

Figura 1

Proceso de inicio y fin de un contaminante en el aire



Muy cerca a nuestra investigación en Cerro de Pasco, es una de las ciudades más difíciles para vivir, no solo por su altitud y clima sino por su alta contaminación ambiental producida por la minería; Laura Grassi, científica ambiental, nos explica cómo la actividad minera está afectando tanto a la calidad medio ambiental como a la salud de sus habitantes que diariamente están expuestos a las graves consecuencias de los metales pesados (Anabel Ruiz, 2021).

El mercurio, aluminio, arsénico, cadmio y cromo son solo algunos de los metales pesados que están impactando negativamente la salud de la población. Estos metales han sido asociados con una serie de problemas de salud, como leucemias, enfermedades respiratorias, conjuntivitis, problemas de piel y hemorragias. Además, las actividades extractivas contribuyen al deterioro de la salud pública y reducen tanto el acceso como la calidad del agua para todos los seres vivos en la zona afectada.

Es evidente que estas actividades mineras están causando un grave daño ambiental y humano en lugares como Cerro de Pasco y otras regiones similares. Sin embargo, aunque existen formas de frenar este continuo deterioro, aún no se han realizado investigaciones exhaustivas para abordar adecuadamente esta problemática, Laura nos invita a influir positivamente en un cambio. Evitando el consumo en exceso de “todos estos bienes que implican el deterioro de los recursos naturales como el agua a través de la extracción de metales”, como por ejemplo nuestro teléfono móvil, que está compuesto de varios metales (Anabel Ruiz, 2021).

En la zona de nuestra investigación también el proceso de la producción de minerales por parte de la Sociedad Minera El Brocal se está llevando de manera descontrolada, lo mismo de Cerro de Pasco se está produciendo a cielo abierto la producción de los mismos tipos de minerales, asimismo se está generando desmonteras al contorno de la población de

Colquijirca, se tiene voladura del tajo abierto, todas estas actividades generan material particulado y gases que posiblemente están siendo arrastrados y transportados hacia la población de Colquijirca afectando en su calidad de aire y por ende la salud de la población, la calidad de aire en la actualidad se desconoce por lo que es de vital importancia que se debe conocer.

En la actualidad es un problema social, porque siempre los pobladores mencionan la mala calidad del aire por lo que la presente investigación es materia de investigación.

1.2. Delimitación de la investigación

Nuestra investigación se desarrolló en el Centro Poblado de Colquijirca perteneciente al distrito de Tinyahuarco, a 20 Km desde la ciudad de Cerro de Pasco, capital de la provincia de Pasco.

Fotografía 01:
Población de Colquijirca



1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es la calidad de aire del Centro Poblado de Colquijirca influenciado por la producción del tajo norte de la Sociedad Minera El Brocal - 2023?

1.3.2. Problemas Específicos:

- ¿Cuál es la dirección del viento en la zona del Centro Poblado de Colquijirca influenciado por la producción del tajo norte de la Sociedad Minera El Brocal -2023?
- ¿Cuál es la presencia de material particulado en el Centro Poblado de Colquijirca influenciado por la producción del tajo norte de la Sociedad Minera El Brocal -2023?
- ¿Se tiene plan de mitigación para los contaminantes por parte de la Sociedad Minera El Brocal -2023?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar la calidad de aire del Centro Poblado de Colquijirca influenciado por la producción del tajo norte de la Sociedad Minera El Brocal - 2023.

1.4.2. Objetivos Específicos:

- Identificar la dirección del viento en la zona del Centro Poblado de Colquijirca influenciado por la producción del tajo norte de la Sociedad Minera El Brocal -2023.
- Determinar la presencia de material particulado en el Centro Poblado de Colquijirca influenciado por la producción del tajo norte de la Sociedad Minera El Brocal -2023.
- Identificar el plan de mitigación para los contaminantes por parte de la Sociedad Minera El Brocal -2023.

1.5. Justificación de la investigación

1.5.1. Justificación teórica

A la fecha se desconocía el grado de impacto ambiental a la calidad del aire en la población de Centro Poblado de Colquijirca influenciado por la

producción del tajo norte de la Sociedad Minera El Brocal, por lo que la generación de información es de mucha importancia lo cual ayudara de manera informativa a la población de esta zona identificada.

1.5.2. Justificación Metodológica

Para nuestra investigación la metodología investigada se procederá en tres procesos recopilación de información en gabinete, recopilación de información en campo y por último compilación de información de monitoreo de calidad de aire por parte de la OEFA.

1.5.3. Justificación Ambiental

La información generada ayudará en la población a tomar medidas de prevención de los posibles contaminantes que llega a las viviendas, asimismo se pondrá en conocimiento de la empresa su responsabilidad con respecto a los contaminantes que viene generando.

1.5.4. Justificación Social

La información es de suma importancia ya que con ella la población específicamente del centro poblado de Colquijirca tomara sus medidas de prevención y mitigación.

1.6. Limitaciones de la investigación

Poco apoyo por parte de la Sociedad Minera El Brocal en la facilidad de brindarnos información y acceso a sus instalaciones.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes Internacional

(Hossein Sowlat, Gharibi, Yunesian, Tayefeh Mahmoudi, & Lotfi, 2011)

El nivel cada vez mayor de contaminación atmosférica en la mayoría de las zonas del mundo ha llevado al desarrollo de una serie de índices de calidad del aire para estimar los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud, aunque los índices tienen sus propias limitaciones, como los altos niveles de subjetividad. El presente estudio, por lo tanto, tiene como objetivo desarrollar un nuevo índice de calidad del aire basado en datos difusos (FAQI1) para hacer frente a estas limitaciones. El índice desarrollado por el presente estudio se basa en la lógica difusa, considerada como uno de los métodos computacionales más comunes de la inteligencia artificial. Además de los contaminantes atmosféricos criterio (es decir, CO, SO₂, PM₁₀, O₃, NO₂), en el índice propuesto también se tuvieron en cuenta el benceno, el tolueno, el etilbenceno, el xileno y el 1,3-butadieno, debido a sus considerables efectos sobre la salud. A continuación, se asignaron distintos factores de ponderación a cada contaminante en función de su prioridad. Se emplearon funciones de pertenencia trapezoidales para las clasificaciones y el índice final constaba de

72 reglas de inferencia. Para evaluar el rendimiento del índice, se llevó a cabo un estudio de caso empleando datos sobre la calidad del aire en cinco estaciones de muestreo diferentes de Teherán (Irán) entre enero de 2008 y diciembre de 2009, cuyos resultados se compararon a continuación con los obtenidos a partir del índice de calidad del aire (ICA) de la USEPA. Según los resultados del presente estudio, el índice difuso de calidad del aire es una herramienta completa para la clasificación de la calidad del aire y tiende a producir resultados precisos. Por lo tanto, puede considerarse útil, fiable y adecuado para que las autoridades locales lo tengan en cuenta en los planes de evaluación y gestión de la calidad del aire.

(Costa, y otros, 2014) Cuantificar el impacto de la contaminación atmosférica en la salud pública se ha convertido en un componente cada vez más crítico del debate político. Datos recientes indican que más del 70% de la población mundial vive en ciudades. Varios estudios informan de que los niveles actuales de contaminantes atmosféricos en las zonas urbanas están asociados a riesgos adversos para la salud, a saber, enfermedades cardiovasculares y cáncer de pulmón. La IARC ha clasificado recientemente la contaminación del aire exterior y las partículas relacionadas como cancerígenas para el ser humano. A pesar de las mejoras de la calidad del aire observadas en los últimos años, sigue habiendo superaciones generalizadas en Europa, sobre todo en lo que respecta a las PM y los óxidos de nitrógeno (NOx). La Directiva europea sobre calidad del aire 2008/50/CE obliga a los Estados miembros a diseñar planes de calidad del aire adecuados para las zonas en las que la calidad del aire no cumpla los valores límite establecidos. Sin embargo, en la mayoría de los casos, la calidad del aire sólo se cuantifica utilizando una combinación de datos monitorizados y modelizados y no se lleva a cabo ninguna evaluación del impacto sobre la salud. Un enfoque integrado que combine los efectos de varias medidas de reducción de

emisiones sobre la calidad del aire, los impactos sobre la salud humana y los costes de aplicación asociados permite un análisis coste-beneficio eficaz y un valor añadido al proceso de toma de decisiones. Por ello, esta revisión describe los pasos y herramientas básicos para integrar la salud en la evaluación de la calidad del aire (indicadores de salud, funciones de exposición-respuesta). Además, se estudian dos importantes contaminantes del aire exterior: PM y NO₂. También se describe un resumen de los parámetros sanitarios utilizados para evaluar el impacto de las PM y los NO₂ sobre la salud, así como datos epidemiológicos recientes.

(Rojano, , Angulo, & Restrepo, 2015), Entre enero y junio de 2012, se recolectaron muestras de PM_{2.5}, PM₁₀ y partículas suspendidas totales (PST) en la mina a cielo abierto El Cerrejón, ubicada al norte de Colombia. Cada seis días, se realizaron mediciones de 24 horas usando muestreadores de alto volumen para PM₁₀ y PST, y de bajo volumen para PM_{2.5}. Las concentraciones observadas oscilaron entre 18,20 y 198,2 µg/m³ para PST, entre 11,96 y 100,05 µg/m³ para PM₁₀, y entre 3,37 y 54,50 µg/m³ para PM_{2.5}. Las concentraciones más altas se detectaron en estaciones situadas en la dirección del viento desde los frentes de explotación minera.

Las proporciones de PM₁₀/PST variaron de 0,12 a 0,93, mientras que las proporciones de PM_{2.5}/PM₁₀ oscilaron entre 0,33 y 0,51. Además, se encontró una correlación lineal significativa entre PST y PM₁₀, con coeficientes de correlación (R) de 0,81, 0,85, 0,77, 0,71 y 0,69. Sin embargo, la correlación entre PM_{2.5} y PM₁₀ no fue significativa, con R de 0,10 y 0,14.

Se concluyó que las PST pueden ser una variable predictiva para PM₁₀ en la zona minera del Cerrejón, pero las PM₁₀ no pueden predecir de manera confiable la concentración de PM_{2.5} en la misma área. Los resultados mostraron una variabilidad significativa en las concentraciones de PST en

comparación con PM_{10} y $PM_{2.5}$, dependiendo de la ubicación de las estaciones con respecto a los frentes de explotación.

(Acosta Gomez, 2020) donde como resumen menciona que llevó a cabo un estudio sobre la distribución espacial del material particulado (PM_{10}) entre 2013 y 2019 en la zona carbonífera de las 8 estaciones de la baja Guajira, al noreste de Colombia. Los resultados mostraron las concentraciones máximas de PM_{10} registradas en los periodos evaluados: $123.60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $100.60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $95.60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $75.22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $64.03 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Se observaron ciertas condiciones meteorológicas asociadas con estos valores máximos de PM_{10} , tales como precipitaciones de 106.20 mm, velocidades de viento superiores a 1.91 m/s, con una dirección del viento de norte-noreste a este-noreste (NNE-NEE).

El análisis espacial y estadístico realizado permitió identificar una relación directa entre las variables meteorológicas y la generación de PM_{10} debido a las operaciones mineras a cielo abierto.

2.1.2. Antecedente a nivel nacional

(Goyzueta & Trigos, 2009) en la investigación titulada "*Riesgos de salud pública en el centro poblado minero artesanal la Rinconada (5200 msnm) en Puno, Perú*" donde como resumen menciona La Rinconada es un centro minero artesanal situado a una altitud de 5200 metros sobre el nivel del mar en Puno, Perú. En esta comunidad viven 35,000 personas, de las cuales el 83.3% se dedica a la minería y el resto a actividades comerciales necesarias para su desarrollo y supervivencia en la zona. Para evaluar los riesgos de salud pública de estas comunidades, se utilizó un enfoque sistémico, realizando entrevistas en profundidad y trabajando con grupos focales en una muestra de 260 familias. La población informa que no cuenta con servicios básicos; el agua que utilizan proviene mayoritariamente (89%) del lago Cumuni y el resto del deshielo del glaciar Riticucho, sin ninguna condición de

salubridad. No existen servicios de desagüe; apenas se registran 50 letrinas o pozos sépticos en todo el poblado. La producción de residuos sólidos es de 0.54 kg por día por habitante, de los cuales solo se recolecta el 10%, y el resto se acumula en todo el poblado. El hacinamiento afecta al 78% de los casos, con la mayoría viviendo en viviendas de calamina de menos de 10 metros cuadrados. El centro de salud cuenta con solo ocho servidores, resultando insuficiente para la atención médica. La participación y vigilancia ciudadana no es una preocupación para los habitantes. Se requieren intervenciones urgentes para evitar daños a la salud debido a los riesgos identificados.

(Licla Tomayro, 2021), El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad del aire en el Proyecto de Explotación Cantera Camucha, ubicado en el distrito de Morococha, provincia de Yauli, región de Junín. Para ello, se utilizó el método gravimétrico, según el Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad de Aire (SINIA, 2019), con el fin de determinar la concentración de material particulado (PM10 y PM2.5) tanto a barlovento como a sotavento del área de explotación. Los resultados indican que los niveles de material particulado cumplen con los valores máximos permitidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire, lo que demuestra que la calidad del aire no representa un riesgo para la salud de los trabajadores ni para el medio ambiente.

(Pinedo Flores, 2017) El aire es un componente natural esencial para la vida, y su contaminación nos afecta diariamente, causando desequilibrios en el ambiente que generan fenómenos como el calentamiento global, la lluvia ácida y el efecto invernadero. En Perú, los problemas de calidad del aire reflejan la realidad mundial. Según el CONAM, se estima que para el año 2030, las emisiones de transporte motorizado contribuirán entre el 70 y el 80% de la contaminación atmosférica a nivel nacional.

Esta investigación se enfoca en evaluar la calidad del aire en relación con el NO₂ en estaciones de servicio para unidades de transporte pesado en las ciudades de La Banda de Shilcayo, Tarapoto y Morales. El objetivo es determinar las condiciones laborales del personal de atención al cliente, realizando muestreos durante una hora a una distancia no menor de 0.5 metros de la fuente o directamente en el área de trabajo. Los resultados se analizaron y la calidad del aire se evaluó conforme a la R.M. 181-2016-MINAM.

Las estaciones de servicio “SHILCAYO 2” en Morales, “R y S EIRL” en Tarapoto y “GRIFO EL OVALO EIRL” en La Banda de Shilcayo obtuvieron una calificación de buena calidad del aire. Las estaciones “SHILCAYO 1” en Morales, “SERVICON S.A.C.” en Morales y “SUDAMERICA SRL” en Morales fueron evaluadas como moderadas. Finalmente, las estaciones “SERVICENTRO LA PLANICIE” en Morales y “SHILCAYO 3” en La Banda de Shilcayo presentaron una calificación de mala y umbral de cuidado, respectivamente. Factores como el flujo vehicular, la temperatura ambiental, la velocidad del viento y el porcentaje de humedad influyen en la concentración de NO₂ en estas áreas

2.1.3. Antecedentes a nivel local

(Fajardo Vargas, Bríos Abanto, & Torres Pereira, 2022) Realizan el seguimiento de la calidad del aire en el área de influencia de la unidad minera Cerro de Pasco, ubicada en el centro poblado de Paragsha, distrito de Simón Bolívar, provincia y departamento de Pasco, mediante un monitoreo continuo de parámetros que permiten identificar, registrar y analizar posibles alteraciones en la calidad del aire, desde enero hasta noviembre de 2022. Lleva a cabo una evaluación ambiental de seguimiento en la misma área a través de monitoreos periódicos de agua superficial y efluentes mineros durante el año 2022.

Determina la calidad del agua superficial en los tramos de los ríos Ragra y Tingo Palca, que están influenciados por las descargas de efluentes mineros metalúrgicos y la relavera Ocroyoc, de la unidad minera Cerro de Pasco. Caracteriza los efluentes mineros metalúrgicos autorizados de esta unidad minera, que se descargan en los ríos Ragra y Tingo Palca.

El informe contiene los siguientes anexos: Anexo 01: Reporte N.º 0000019-2022-OEFA/DEAM-STEAC (Agua) y Anexo 02: Reporte N.º 0000028-2022-OEFA/DEAM-STEAC (Aire).

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1 Evaluación de la calidad del aire

Se define como el proceso de aplicar cualquier método que permita medir, calcular, predecir o estimar las concentraciones de un contaminante en el aire ambiente o su depósito en superficies en un momento específico (MITECO, 2022).

Los objetivos de la evaluación de la calidad del aire son obtener información comparable sobre la situación de la calidad del aire en todo el territorio nacional. La evaluación se lleva a cabo mediante mediciones en varios puntos de muestreo que se consideran representativos de cada zona. En algunos casos, la evaluación se complementa con otras técnicas como la modelización o la estimación objetiva (MITECO, 2022).

2.2.2 Calidad de aire

La calidad del aire se refiere a la ausencia de contaminantes atmosféricos, lo que lo hace adecuado para la respiración. La falta de un aire de calidad representa un problema que puede poner en riesgo o dañar la seguridad y la salud de las personas, el medio ambiente y cualquier tipo de bienes (INEI, 2017).

2.2.3 Calidad del aire según el OPS

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en 2016 se atribuyeron aproximadamente 249,000 muertes prematuras a la contaminación del aire exterior y alrededor de 83,000 muertes prematuras a la contaminación del aire debido al uso de combustibles sólidos en las viviendas en las Américas. Además, los contaminantes climáticos de vida corta, como el carbono negro, son potentes forzadores del clima, con posibles consecuencias negativas para el calentamiento global y la salud. Todas las personas pueden estar expuestas a la contaminación del aire (OPS, 2018).

Sin embargo, existen grandes diferencias en la exposición entre diferentes grupos poblacionales y zonas geográficas. Por ejemplo, quienes viven cerca de carreteras o áreas industriales suelen estar expuestos a niveles más altos de contaminación del aire exterior, mientras que las personas que usan combustibles sólidos como fuente de energía doméstica pueden ser las más afectadas por la contaminación del aire interior. A veces, estas diferencias en la exposición están relacionadas con desigualdades en el desarrollo, la implementación y el cumplimiento de leyes, reglamentos y políticas ambientales (OPS, 2018).

La contaminación del aire ha ganado reconocimiento y prominencia en las agendas globales. En septiembre de 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Las referencias clave a la contaminación del aire en la Agenda se encuentran en las metas 3.9 (reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades causadas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo), 7.1 (garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos) y 11.6 (reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de desechos municipales y de otro tipo). Para más información,

consulte la Agenda para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (OPS, 2018).

2.2.4 ECA para aire

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

Los ECA para aire se utilizan en el marco de la legislación peruana con el objetivo de proteger la calidad del aire y prevenir la emisión de contaminantes. Estos estándares permiten monitorear y controlar la emisión de gases y partículas de fuentes industriales, vehículos y otros procesos que puedan afectar la salud de las personas y el medio ambiente (Instituto de Calidad Ambiental, 2023).

Por ejemplo, en la industria minera de Perú, según el instrumento de gestión ambiental aprobado, se debe monitorear y controlar la emisión de gases y partículas durante los procesos de extracción y procesamiento de minerales (Instituto de Calidad Ambiental, 2023).

Para la medición de la calidad del aire, los criterios de evaluación y métodos de análisis aprobados se especifican en los parámetros de los ECA para aire (Instituto de Calidad Ambiental, 2023).

Tabla 1:
Parámetros para la calidad de aire (ECA – AIRE)

Parámetros	Período	Valor [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Criterios de evaluación	Método de análisis ^[1]
Benceno (C_6H_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 ($\text{PM}_{2.5}$)	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_2S)	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

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

El reglamento impulsado por el CONAM y DIGESA, promulgado mediante el Decreto Supremo 09-2003-SA, tiene como objetivo regular los niveles de alerta para contaminantes del aire. Estos niveles se establecen para activar de manera inmediata un conjunto de medidas predeterminadas y de corta duración, destinadas a prevenir riesgos para la salud y evitar la

exposición excesiva de la población a contaminantes del aire durante episodios de contaminación aguda (MINSA, 2003).

Tabla 2:
Niveles de Alerta para Contaminantes Críticos

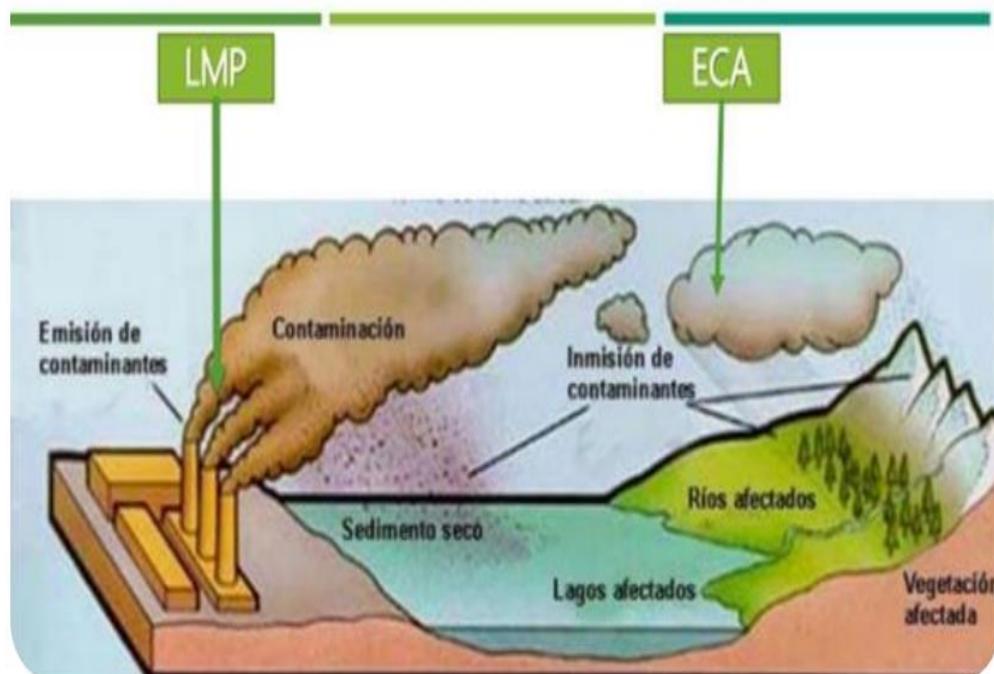
TIPO DE ALERTA	Materia Particulado (PM ₁₀)	Dióxido de Azufre (SO ₂)	Monóxido de Carbono (CO)	Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)
Cuidado	>250 ug/m ³ promedio de 24 horas	>500 ug/m ³ por 3 horas consecutivas	>15 000 ug/m ³ promedio de 8 horas	>1 500 ug/m ³ para 24 horas
Peligro	>350 ug/m ³ promedio de 24 horas	>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

2.2.6 Límites Máximos Permisibles

Sector Minero: con el R.M. N°315- 96-VMM, Niveles máximos permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas provenientes de las unidades minero metalúrgicas, donde en la imagen siguiente se puede verificar la aplicabilidad de los mencionado.

Figura 2:
LMP y ECA



2.2.7 Protocolo de monitoreo de aire

Es un instrumento que permite estandarizar los criterios técnicos para el monitoreo ambiental del aire en el país, a fin de generar información de calidad, comparable, compatible, confiable y representativa (MINAM, 2019).

2.2.8 Centro Poblado de Colquijirca

El centro poblado de Colquijirca ubicado en el distrito de Tinyahuarco, provincia de Pasco y geográficamente se encuentra a una altitud de 4.082 msnm, según el INEI del censo 2017 la población total cuenta con 2819 habitantes.

2.2.9 Tajo norte de la Sociedad Minera El Brocal

El Tajo Norte, es una operación a tajo abierto que explota minerales de contenido polimetálico, conformado principalmente por sulfuros de plata, plomo, zinc y cobre; constituido principalmente por galena, esfalerita y en menor proporción por galena argentífera, y enargita; y la ganga está

constituida por pirita, baritina, hematina y siderita. La mineralización se presenta en capas paralelas a la estratificación, alternando con horizontes de calizas, margas y tufos que forman un sinclinal “Flanco Principal” y un anticlinal “Flanco Mercedes Chocayoc” (El Brocal, 2019).

2.2.10 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) se estableció en 2008 como un organismo técnico especializado bajo el Ministerio del Ambiente. Es la autoridad principal del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (SINEFA) en Perú (OEFA, 2013).

El OEFA asegura que las actividades económicas se realicen de manera equilibrada con el derecho de las personas a disfrutar de un ambiente saludable. Para lograrlo, se encarga de evaluar, supervisar, fiscalizar y sancionar en temas ambientales, así como de aplicar incentivos en los sectores de minería, energía, pesquería e industria. Además, como autoridad principal del SINEFA, el OEFA desempeña funciones normativas y de supervisión sobre las entidades de fiscalización ambiental (EFA) en Perú.

2.2.11 Portal interactivo de fiscalización ambiental (PIFA)

Si deseas consultar los resultados de la fiscalización ambiental que realiza el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), puedes ingresar al Portal Interactivo de Fiscalización Ambiental y revisar la información sistematizada de las acciones de evaluación, supervisión, fiscalización ambiental y gestión socioambiental.

En esta plataforma encontrarás estadísticas, mapas, infografías e información en tiempo real de las estaciones de vigilancia ambiental con las que cuenta el OEFA a nivel nacional, en el marco de sus competencias.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1 Contaminación

Distribución de una sustancia química o una mezcla de sustancias en un lugar no deseable (aire, agua, suelo), donde puede ocasionar efectos adversos al ambiente o sobre la salud (MINAM, 2018).

2.3.2 Contaminante

Cualquier sustancia química que no pertenece a la naturaleza del suelo o cuya concentración excede la del nivel de fondo susceptible de causar efectos nocivos para la salud de las personas o el ambiente (MINAM, 2018).

2.3.3 Efectos

Consecuencia por virtud de una causa (MINAM, 2018).

2.3.4 Población

Grupo de organismos de la misma especie que viven en un área definida y en un tiempo concreto (MINAM, 2018).

2.3.5 Riesgo

La probabilidad o posibilidad de que un contaminante pueda causar efectos negativos en la salud humana, en los organismos de los ecosistemas, o en la calidad de suelos y agua, depende de sus características y la cantidad que entra en contacto con los posibles receptores. Esto incluye considerar la magnitud o intensidad de los efectos asociados, así como el número de individuos, ecosistemas o bienes que podrían ser afectados debido a la presencia del contaminante, tanto en el presente como en futuros escenarios dentro del uso actual o planificado del sitio (MINAM, 2018).

2.3.6 Ruta de Exposición

La ruta de exposición es básicamente el trayecto que sigue una sustancia química desde donde se libera en el ambiente hasta que afecta a una persona o comunidad. Al analizar esta ruta, se observa cómo las fuentes de contaminación se relacionan con los lugares y las actividades de las

personas expuestas. Se centra en identificar cómo los contaminantes se liberan, se mueven a través del medio ambiente, entran en contacto con las personas y finalmente ingresan a sus cuerpos.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La calidad de aire del Centro Poblado de Colquijirca influenciado por la producción del tajo norte de la Sociedad Minera El Brocal cumple con los estándares de calidad ambiental de aire.

2.4.2. Hipótesis Específicos

- La dirección del viento en la zona del Centro Poblado de Colquijirca influenciado por la producción del tajo norte de la Sociedad Minera El Brocal es de sur a norte.
- La presencia de material particulado en el Centro Poblado de Colquijirca influenciado por la producción del tajo norte de la Sociedad Minera El Brocal cumple con los estándares de calidad ambiental de aire.
- La Sociedad Minera El Brocal cuenta con un plan de mitigación para los contaminantes en calidad de aire.

2.5. Identificación de las variables

2.5.1 Variable independiente

- La calidad de aire del Centro Poblado de Colquijirca

2.5.2 Variable dependiente

- Producción del tajo norte de la Sociedad Minera El Brocal

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 3:
Definición operacional de variables e indicadores

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES E INDICADORES	INDICADORES
Variable Independiente La calidad de aire del Centro Poblado de Colquijirca	La calidad del aire Es una indicación de cuando el aire está exento de contaminantes atmosférico y por lo tanto apto para ser respirado, no gozar de un ambiente con aire de calidad es un problema que implica riesgo o daño para la seguridad y la salud de las personas, el medio ambiente y bienes de cualquier naturaleza (INEI, 2017).	Dimensiones Independiente: <ul style="list-style-type: none"> Se identifico la calidad del aire del centro poblado de Colquijirca comprando con los etsandares de calidad ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> Decreto Supremo N°003-2017-MINAM que aprueba los estándares de calidad ambiental para aire
Variable Dependiente Producción del tajo norte de la Sociedad Minera El Brocal	Tajo norte de la Sociedad Minera El Brocal El Tajo Norte, es una operación a tajo abierto que explota minerales de contenido polimetálico, conformado principalmente por sulfuros de plata, plomo, zinc y cobre; constituido principalmente por galena, esfalerita y en menor proporción por galena argentífera, y enargita; y la ganga está constituida por pirita, baritina, hematina y siderita. La mineralización se presenta en capas paralelas a la estratificación, alternando con horizontes de calizas, margas y tufos que forman un sinclinal “Flanco Principal” y un anticlinal “Flanco Mercedes Chocayoc” (El Brocal, 2019).	Dimensiones Dependiente: <ul style="list-style-type: none"> Se evaluo en base a la dirección del viento si el Tajo Norte está afectando a la calidad del aire 	

CAPÍTULO III

MÉTODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

De acuerdo a (Tamayo, 1960) la investigación es descriptiva cuando “describir situaciones o acontecimientos; básicamente no está interesado en comprobar explicaciones, ni en hacer predicciones”, en concordancia a ello la investigación es descriptiva y con ello se evaluó de la calidad de aire del Centro Poblado de Colquijirca influenciado por la producción del tajo norte de la Sociedad Minera El Brocal.

3.2. Nivel de la investigación

El nivel de investigación es descriptivo analítico, ya que describió y analizó la calidad de aire del Centro Poblado de Colquijirca influenciado por la producción del tajo norte de la Sociedad Minera El Brocal.

3.3. Métodos de investigación

- **Actividades de gabinete**
 - a. Copilación de información de la actividad minera de la Sociedad Minera El Brocal.
 - b. Copilación de información del Portal Interactivo de Fiscalización Ambiental (PIFA)

- **Actividades de campo**
 - a. Identificación de los impactos ambientales producto a la actividad minera.
- **Actividades de gabinete**
 - a. Copilación de información de la OEFA de la calidad de aire

3.4. Diseño de la investigación

De acuerdo a Hernández (2006, p. 250), el diseño de investigación es transversal donde recolectar datos en un solo momento, por lo tanto, el diseño de la investigación es transversal donde el monitoreo y recolección de información se realizará en un solo momento.

3.5. Población y muestra

Población

La población estará comprendida por las actividades mineras del Tajo Norte de la Sociedad Minera El Brocal y el área presente del Centro Poblado de Colquijirca.

Muestra

La muestra está comprendida por dos estaciones de monitoreo presente u organizadas por la OEFA.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

Recolección de información

Se recolectará información en gabinete y campo en las entidades de OEFA, Municipalidad del centro poblado de Colquijirca y de campo.

3.6.2. Instrumentos

- Ficha de recolección de información
- Aparato Fotográfica

3.7. Técnicas de procesamientos 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

El inicio y hasta la finalización de nuestra investigación se realizó respetando información de otros autores y se elaborará la investigación cumpliendo los reglamentos y directivas dadas por grados y títulos de la UNDAC. Reglamento General de Investigación (Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2019)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Ubicación de la zona a investigar

El estudio se llevó a cabo en el centro poblado de Colquijirca, situado aproximadamente a 17 kilómetros al sureste de Cerro de Pasco, en el distrito de Tinyahuarco, provincia de Pasco. Es importante destacar que al norte de Colquijirca se encuentra el tajo Norte de la Sociedad Minera El Brocal.

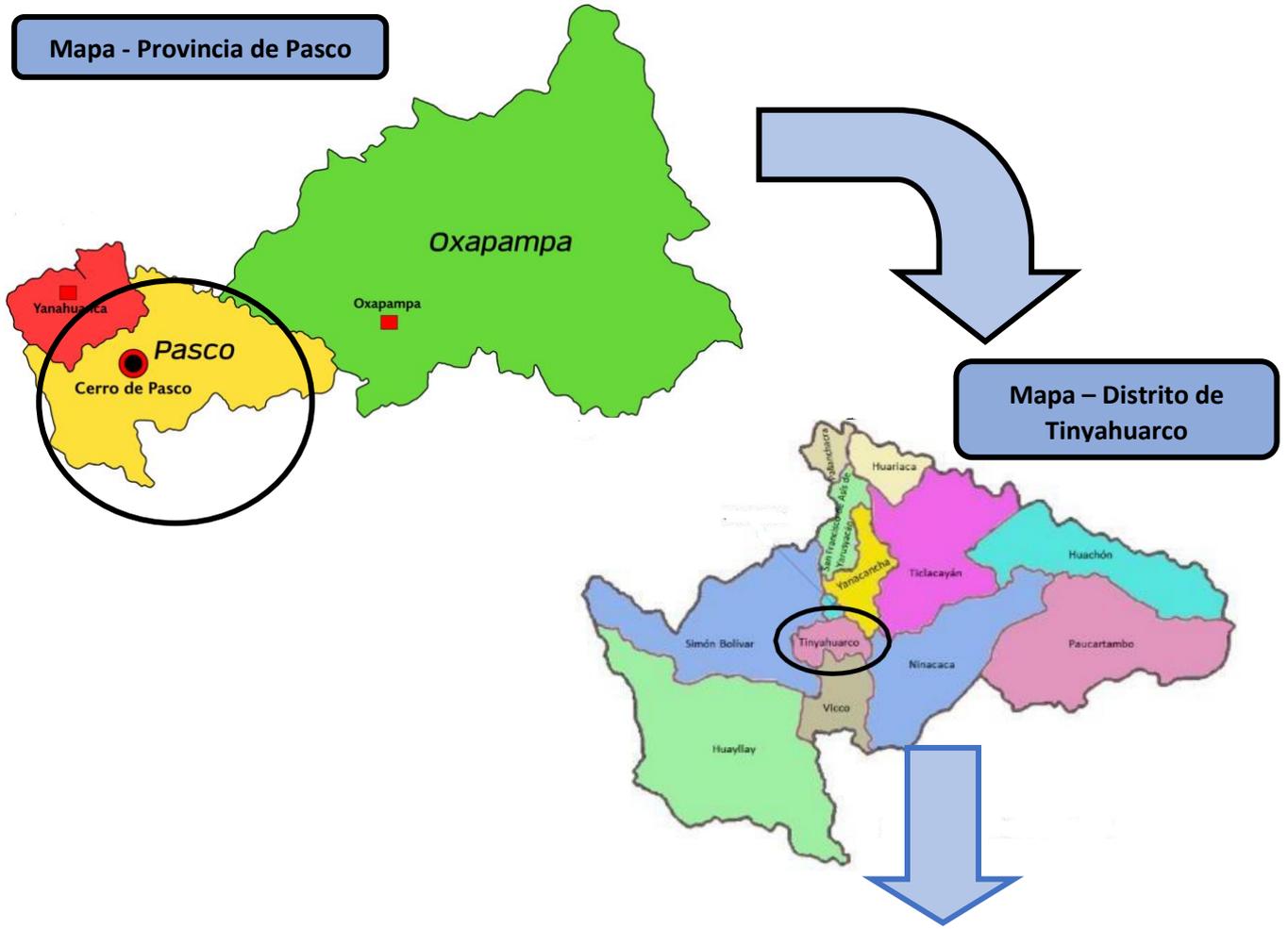
4.1.2. Accesibilidad

El acceso a nuestra investigación:

- Desde Cerro de Pasco por la vía asfaltada (carretera central), ovalo de Yanamate, Colquijirca en un tramo de 17 Km.
- Desde Lima por la vía asfaltada (carretera central), Chosica, San Mateo, Ticlio, La Oroya, Junin, Carhuamayo y Colquijirca en un tramo de 275 Km.

Mapa 1

Ubicación de la zona de investigación-Centro Poblado de Colquijirca en la provincia de Pasco



4.1.3. Ubicación de la estación de monitoreo

4.1.3.1. Estación de monitoreo según OEFA

Para nuestro estudio, utilizamos las estaciones de monitoreo de calidad del aire en el centro poblado de Colquijirca, las cuales son operadas por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), con sede en Pasco. Desde el año 2023, el OEFA ha estado llevando a cabo este monitoreo. La información recolectada está disponible en el Portal Interactivo de Fiscalización Ambiental (PIFA). Los detalles sobre la ubicación geográfica pueden encontrarse a continuación.

Tabla 4:
Estación de monitoreo Colquijirca-OEFA

Estación de monitoreo	Descripción	Sistema de Coordenadas UTM-ZONA 18S	
		ESTE	NORTE
CA-COLQ-01	Estación de monitoreo Colquijirca-OEFA	361918	8811012

Las imágenes que se muestran a continuación se pueden observar en la estación monitoreo que se encuentran en el Jr. Junín S/N centro poblado de Colquijirca.

Imagen 1

Vista de la estación de monitoreo de PM-10 Y PM-2.5



Imagen 2

Vista de la estación de monitoreo de PM-10 Y PM-2.5



Imagen 3

Vista de la estación de monitoreo por los investigadores



Imagen 4

Vista de la estación de monitoreo por los investigadores



También manifestar que la página donde extrajo la información es de <https://publico.oefa.gob.pe/Portalpifa/mapasEspecializados.do?id=btnid2> y se muestra a continuación la imagen del Portal Interactivo de Fiscalización Ambiental (PIFA).

Imagen 5

Vista del Portal Interactivo de Fiscalización Ambiental (PIFA).

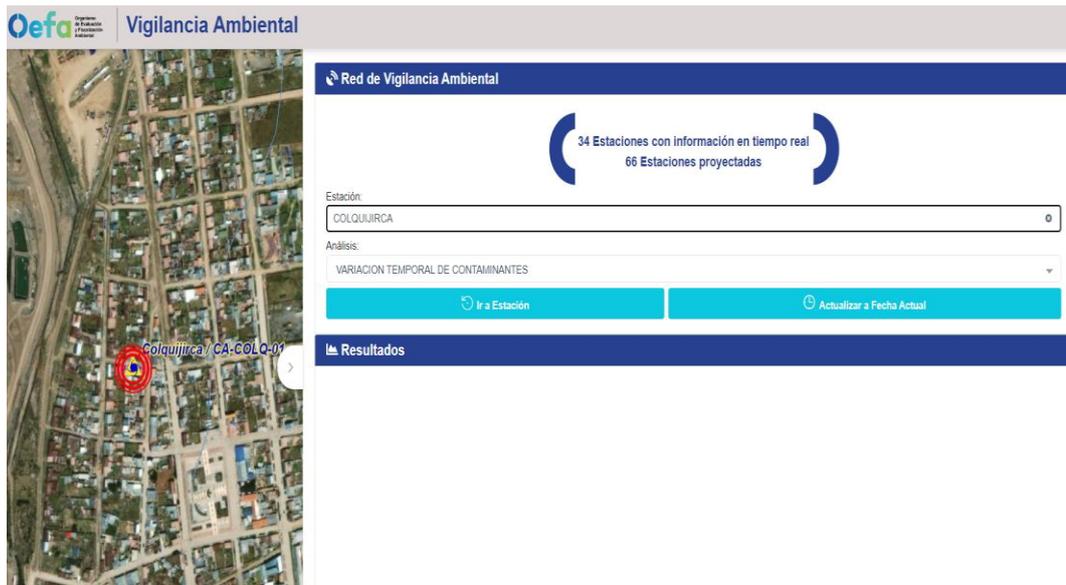
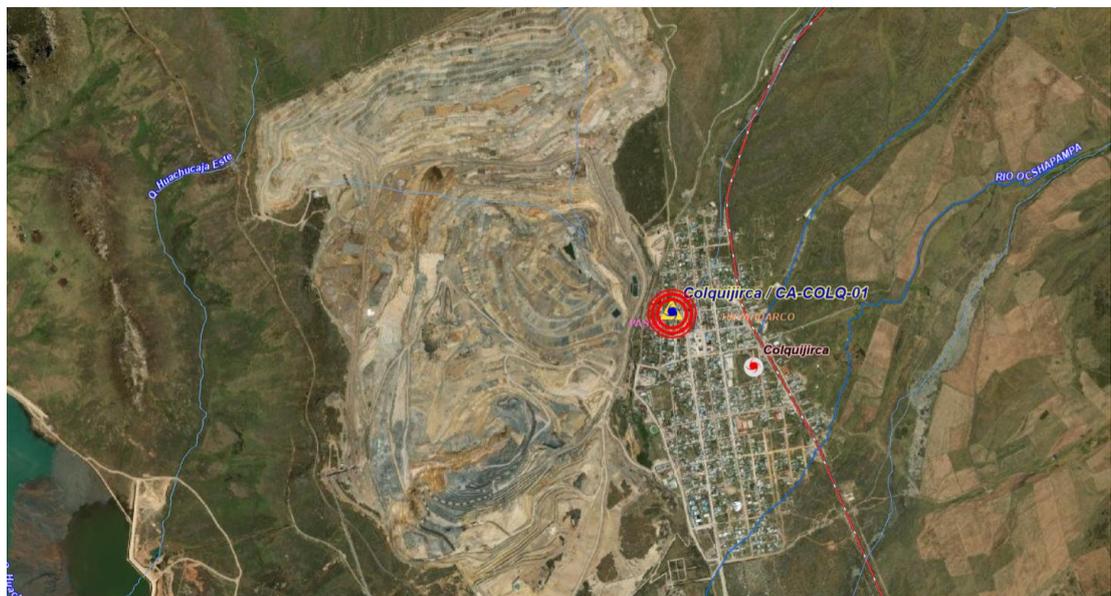


Imagen 6

Vista de la estación de monitoreo al contorno del Tajo Norte



4.1.3.2. Estación de monitoreo según Sociedad Mineral El BROCAL

S.A.A

Además, para nuestro estudio, seleccionamos una estación de monitoreo de calidad del aire en el centro poblado de Colquijirca, la cual es operada por la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. Este monitoreo se llevó a cabo en el año 2023. Se adjunta la ficha de monitoreo en el Anexo 01. La ubicación geográfica detallada se encuentra a continuación.

Tabla 5:

Estación de monitoreo de la Sociedad Minera El Brocal

Estación de monitoreo	Descripción	Sistema de Coordenadas UTM-ZONA 18S	
		ESTE	NORTE
CA-01	Ubicado en la Plaza del Centro Poblado de Colquijirca	361921	8811173

Las siguientes imágenes muestran la estación de monitoreo ubicada en la plaza del centro poblado de Colquijirca.

Imagen 7

Vista de la estación de monitoreo en la plaza del Centro Poblado de Colquijirca



Imagen 8

Vista de la estación de monitoreo por los investigadores



Imagen 9

Vista de la estación de monitoreo por los investigadores



4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.

4.2.1. Resultados de calidad según OEFA

Se obtuvo la información de la estación Colquijirca del año 2023 del Portal Interactivo de Fiscalización Ambiental (PIFA). Los resultados presentados abarcan los meses desde enero a marzo y de junio a diciembre de 2023. Para estos resultados, se seleccionó el valor más alto registrado cada día. Es importante destacar que no se realizaron monitoreos durante abril a mayo y parte de junio de 2023, pero se tienen datos disponibles para todos los demás meses.

Por otro lado, el monitoreo de la calidad del aire según el OEFA se concentra en las partículas de tamaño menor a 10 micras (PM-10) y menor a

2.5 micras (PM-2.5). A continuación, se presentan los resultados y su interpretación en las tablas correspondientes.

Tabla 6:

Resultado de PM-10 realizado el monitoreo y resultado según OEFA

	ENERO	FEBRE	MARZ	JUNIO	JULIO	AGOS	SETIE	OCTUI	NOVIE	DICIEN
DIA										
1	24.12	35.69	21.27		54.08	89.91	40.36	16.18	135.4	11.07
2	40.65	9.17	42.78		66.68	91.24	103.7	24.64	148.1	70.75
3	17.74	9.46	18.71		135	99.36	41.27	23.63	179.4	48.27
4	41.7	17.41	20.48		123.7	115.2	50.27	52.27	30.09	33.1
5	22.97	12.93	19.78		110.2	44.21	22.64	36.64	14.03	24.37
6	26.94	12.57	11.21		241.9	46.04	22.55	182.5	39.44	49.6
7	14.11	14.32	22.66		124	44.72	39.47	27.79	39.1	72.35
8	19.87	18.87	19.89		151.3	26.13	37.49	36.66	18.68	17.41
9	45.81	23.01	17.36		46.42	55.43	69.88	20.29	69.65	12.84
10	31.61	10.95	7.78		61.07	48.76	66.39	34.36	16.28	23.76
11	30.58	6.66	22.75		66.15	98.45	65.33	26.17	21.38	27.06
12	36.5	17.12	10.12		85.78	46.67	117.5	35.27	40.34	13.84
13	74.97	16.65	18.3		104	28.7	35.6	28.32	17.26	27.88
14	34.06	12.66	15.21		89.05	31.12	51.51	18.61	18.73	22.11
15	22.94	18.27	20.7		71.05	46.48	32.95	27.6	17.29	19.23
16	25.17	18.42	35.17		98.09	63.5	26.27	11.5	19.54	19.88
17	32.12	21.42	16.57		51.15	56.98	20.84	10.97	30.92	15.94
18	43.04	13.91	7.62		47.49	75.93	18.68	34.73	14.85	33.85
19	13.46	11.7	26.41	36.37	70.56	143.5	36.76	22.12	20.54	21.47
20	9.07	19.66	32.92	111.3	56.26	86.97	32.62	66.41	29.52	27.56
21	26.3	21.73	57.04	89.05	65.68	11.92	18.62	64.86	29.76	25.93
22	21.63	13.41	38.37	148.8	58.67	136.7	66.7	32.08	72.33	16.79
23	86.67	18.18	16.87	84.02	60.33	116.2	43.04	26.82	87.82	95.97
24	33.32	5.08	11.43	146.4	123.5	122.6	29.72	82.22	27.33	17.35
25	57.53	19.94	18.12	151.6	97.19	81.67	173.8	17.28	12.28	10.95
26	27.95	47.4	19.12	126.4	178.5	83.78	73.56	22.73	13.07	15.93
27	22.9	38.06	19.34	121.9	140.6	46.21	62.19	18.82	10.73	14.86
28	15.22	13.32	20.14	238.3	62.62	59	66.75	33.27	82.96	20.2
29	10.74		16.58	60.92	40.2	125.3	52.77	52.16	30.51	16.08
30	15.47		13.79	41.41	25.38	114.7	16.18	58.39	130	17.57
31	17.68		20.92		78.33	109.2		40.44		40.03
100	58.93	17.78	21.27	43.76	89.83	75.70	49.53	38.25	45.72	28.52

Fuente: Portal interactivo de fiscalización ambiental (PIFA)-OEFA

Tabla 7:

Resultado de PM-2.5 realizado el monitoreo y resultado según OEFA

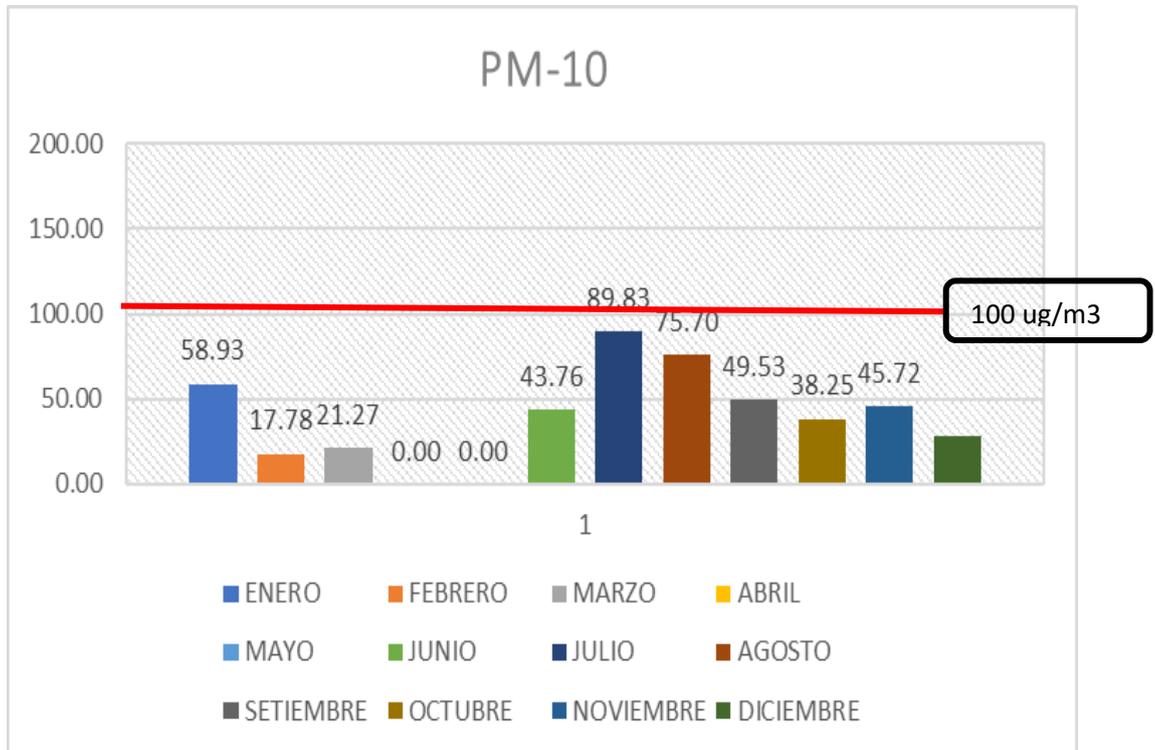
	ENER	FEBR	MARZO	JUNIO	JULIO	AGOS	SETIEM	OCT	NOVIEM	DICIEM
DIA										
1	20.88	24.48	10.57		27.23	59.95	33.46	9.6	39.15	10.81
2	34.58	7.85	15.32		44.55	57.44	78.97	11.99	26.86	24.31
3	14.69	8.92	2.76		30.9	40.32	33.58	17.61	119.62	32.24
4	40.44	17.27	17.94		38.29	76.8	34.78	36.67	8.29	22.42
5	22.47	10.69	14.99		49.48	29.58	17.74	20.05	9.27	19.73
6	24.82	11.7	8.84		45.49	29.79	20.88	49	26.31	37.38
7	10.23	10.75	12.7		44.9	28.98	33.27	18.52	21.08	10.38
8	14.46	9.75	12.32		33.41	16.51	28.04	24.4	10.26	12.07
9	40.88	21.24	9.23		25.94	20.29	46.59	19.84	46.47	11.68
10	12.77	8.72	7.69		29.43	32.13	31.42	82.11	14.91	17.53
11	18.89	5.72	22.12		27.38	65.72	51.53	17.37	14.5	14.04
12	21.51	17.02	8.33		29.78	26.32	79.44	23.12	27.58	8.21
13	53.3	16.6	13.5		33.02	19.92	22.44	21.5	13.96	9.72
14	29.31	12.03	8.59		59.71	20.14	41.05	16.83	14.69	20.7
15	18.14	17.93	20.27		47.38	31.02	30.93	25.54	15.44	12.71
16	12.22	15.3	27.67		65.6	42.34	18.48	8.72	16.21	13.92
17	21.94	21.35	14.57		26.66	21.22	17.39	9.72	20.68	11.23
18	28.71	13.07	5.47		23.22	50.61	16.27	29.62	11.47	23.98
19	13.36	10.76	8.29	22.85	28.89	36.83	31.74	8.59	19.85	18.48
20	5.45	17.02	19.48	27.56	20.2	58	24.19	59.14	23.22	22.86
21	19.27	20.34	18.94	21.23	29	52.69	15.22	53.55	13.18	14.78
22	18.08	9.32	19.36	35.69	33.27	58.22	44.47	25.27	23.76	14.86
23	81.72	8.6	12.43	41.46	38.56	77.47	24.58	17.4	24.97	63.66
24	29.95	3.98	10.97	39.98	51.85	81.7	14.78	41.49	23.03	14.17
25	38.5	7.5	12.78	24.35	43.77	73.3	115.88	14.65	9.19	10.6
26	26.32	22.68	16.54	32.2	72.98	60.88	36.9	21.92	12.47	15.28
27	20.75	7.97	19.13	33.82	64.53	30.78	32.84	13.57	7.94	12.93
28	12.23	4.26	9.46	158.86	43.59	45.12	52.92	21.41	15.88	19.53
29	9		12.18	22.96	16.54	83.62	22.12	21.65	17.3	13.86

30	13.75		11.09	17.25	9.88	51.76	13.88	15.83	31.76	17.23
31	29.88		13.28		22.74	51.79		19.92		36.04
PROMEDIO	47.41	12.96	13.45	15.43	36.48	46.17	34.38	25.05	21.91	18.95

Fuente: Portal interactivo de fiscalización ambiental (PIFA)-OEFA

Por otro lado, también se presenta los grafico 1 y 2 donde se detalla la presencia de PM 10 y PM 2.5.

Gráfico 1
Resultados de PM-10

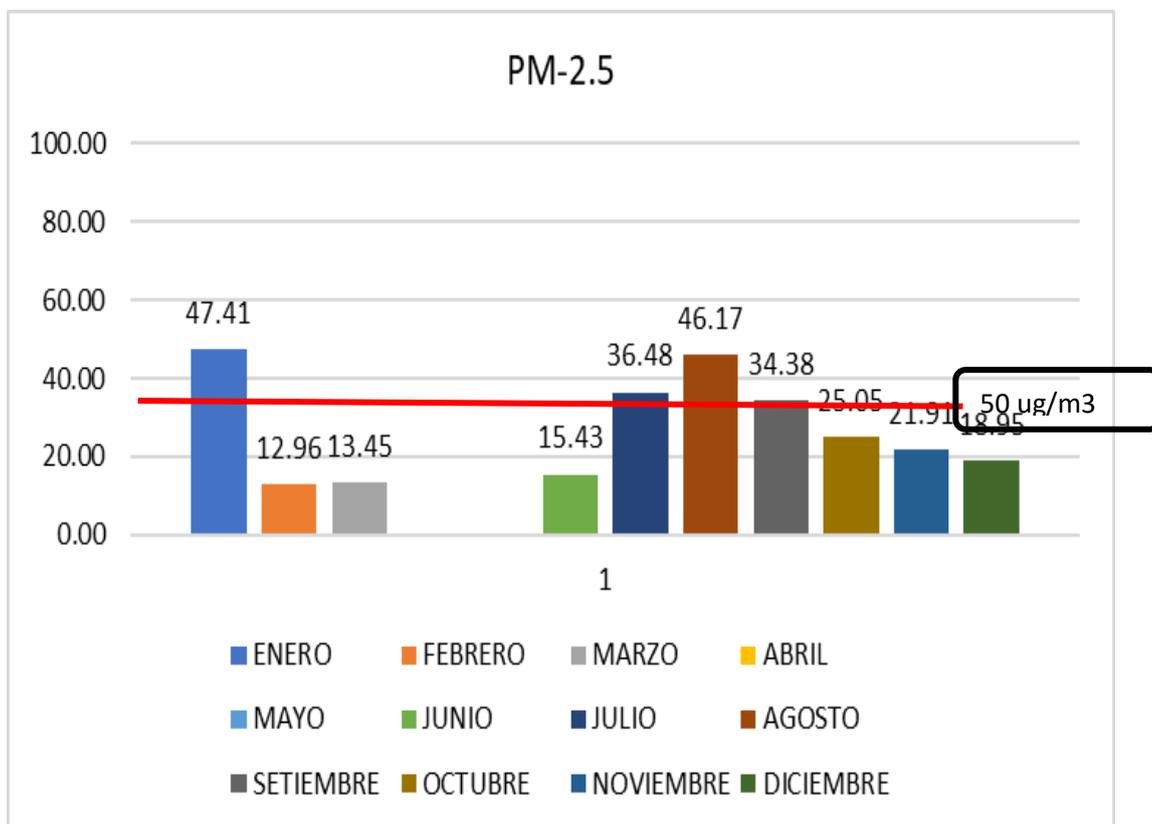


Interpretación

Los resultados obtenidos de la tabla 4 y el gráfico 1, que se evalúan en el parámetro PM-10 en la estación de monitoreo con la codificación CA-COLQ-01 (Estación de monitoreo Colquijirca-OEFA), fueron comparados con el Decreto Supremo N°003-2017-MINAM, que establece los estándares de calidad ambiental para el aire. Según este decreto, el estándar permitido para PM-10 es de 100 ug/m³. Se observa en la tabla y el gráfico mencionados que los niveles registrados están por debajo del estándar permitido.

Además, según el reglamento de los estados de Alerta nacionales para contaminantes del aire, nos encontramos por debajo del umbral de alerta para contaminantes del aire

Gráfico 2
Resultados de PM-2.5



Interpretación

Los resultados obtenidos de la tabla 5 y el gráfico 2, que evalúan el parámetro PM-2.5 en la estación de monitoreo con la codificación CA-COLQ-01 (Estación de monitoreo Colquijirca-OEFA), fueron comparados con el Decreto Supremo N°003-2017-MINAM, que establece los estándares de calidad ambiental para el aire. Según este decreto, el estándar permitido para PM-2.5 es de 50 ug/m³. Se observa en la tabla y el gráfico mencionados que los niveles registrados están por debajo del estándar permitido.

4.2.2. Resultados de calidad según Sociedad Mineral El BROCAL S.A.A

Los resultados presentados a partir del 10 de febrero de 2019 fueron obtenidos mediante análisis realizados por el laboratorio SGS, el cual está acreditado por INACAL. Estos análisis se llevaron a cabo como parte de la ampliación de actividades de la Sociedad Minera El Brocal, utilizando su instrumento ambiental conocido como Modificatoria de un Estudio de Impacto Ambiental (MEIA). Este instrumento, relativamente nuevo en el sector minero, se utiliza para evaluar la optimización, ampliación o mejora de los componentes de un proyecto, asegurando el respeto por el ambiente y las comunidades. Los resultados de estos análisis se detallan en las siguientes tablas, junto con su interpretación.

Tabla 8:

Resultado de parámetros de calidad de aire resultado según Sociedad Minera El Brocal

Parámetro	Unidad de medida	Estándar permitido	Resultado
Material Particulado PM-10 Alto Volumen	ug/m ³	100	9.7
Dióxido de Azufre	ug/m ³	250	<13
Material Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	ug/m ³	50	<6
Dióxido de Nitrógeno	ug/m ³	250	<13
Monóxido de Carbono	ug/m ³	30000	<1068
Ozono	ug/m ³	100	<3
Sulfuro de Hidrógeno	ug/m ³	150	<6.1
Plomo	ug/m ³	0.5	0.0095

Fuente: Sociedad Minera El Brocal S.A.A.

Interpretación

Los resultados presentados en la tabla 6, los cuales evalúan los parámetros en la estación de monitoreo con la codificación CA-01 ubicada en la Plaza del Centro Poblado de Colquijirca, fueron comparados con el Decreto Supremo N°003-2017-MINAM, que establece los estándares de calidad

ambiental para el aire. Según lo indicado en la tabla mencionada, los resultados se encuentran dentro de los estándares de calidad ambiental.

Para obtener más detalles sobre los resultados, se adjuntan los informes de ensayo y la acreditación por INACAL del laboratorio en el Anexo 2, el cual realizó el análisis de las muestras. Es importante destacar que estos resultados se están utilizando actualmente para solicitar la certificación ambiental para ampliar las actividades por parte de la Sociedad Minera El Broca.

4.2.3. Dirección del Viento

Para evaluar la calidad del aire en el Centro Poblado de Colquijirca, especialmente influenciado por la actividad del tajo norte de la Sociedad Minera El Broca, se recopiló información basada en datos del SENAMHI del año 2020. Según estos datos, la velocidad del viento en los últimos 5 años ha oscilado entre 5.81 m/s y 9.0 m/s, y la dirección predominante del viento es del suroeste (SW).

Tabla 9:
Dirección del viento (m/s)

AÑO	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2014	SW	SW	SW	SW	SW	SE	SE	SW	SW	SW	SW	SW
2015	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SE					
2016				SW	SW		SW	SW	SW	SW	SW	SW
2017	SW	SW	SW	SW	SW							
2018	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SE	SW	SW	SW	SW	

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI

Dado que la dirección de viento predominante es del suroeste (SW), podemos inferir que las áreas potencialmente afectadas podrían ser las pampas de Vicco. Por lo tanto, sería prudente llevar a cabo una investigación para confirmar si estas zonas están experimentando algún impacto debido a la actividad del tajo norte de la Sociedad Minera El Brocal. Esto nos permitiría descartar cualquier posible afectación y tomar las medidas adecuadas si fuera necesario.

4.3. Prueba de hipótesis

Nuestra hipótesis inicial para la investigación afirmaba que la calidad del aire en el Centro Poblado de Colquijirca, influenciada por la producción del tajo norte de la Sociedad Minera El Brocal, cumplía con los estándares de calidad ambiental del aire.

Tras llevar a cabo nuestra investigación, podemos confirmar que nuestra hipótesis es válida. Los resultados obtenidos tanto del portal interactivo de fiscalización ambiental (PIFA) como del monitoreo y análisis realizado por la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. indican que la calidad del aire en Colquijirca cumple con los estándares establecidos.

En cuanto a la dirección del viento en la zona del Centro Poblado de Colquijirca influenciada por el tajo norte de la Sociedad Minera El Brocal, observamos que va de sur a este. Esto sugiere que las partículas generadas en el tajo norte probablemente no estén alcanzando la población de Colquijirca.

Tras algunas consultas realizadas, descubrimos que la Sociedad Minera El Brocal tiene un plan de mitigación para los contaminantes en el aire. Sin embargo, aún se necesita realizar más trabajo de riego en áreas cercanas a la población de Colquijirca y mejorar las medidas de mitigación de partículas en el tajo Norte.

4.4. Discusión de resultados

- En la zona de nuestra investigación, se ha observado que el proceso de producción de desmonte por parte de la Sociedad Minera El Brocal está ocurriendo de manera planificada según las operaciones mineras que realizan. Se ha notado la presencia de desmontera cercana a la población de Colquijirca proveniente del tajo Norte, que está en constante crecimiento. Además, durante el año 2023, se llevaron a cabo voladuras en el tajo abierto, actividades que generan material particulado y gases que podrían en un futuro traer problemas de contaminación hacia la población de Colquijirca, afectando así la calidad del aire y la salud de sus habitantes. Dado que la evaluación de la calidad del aire actualmente es desconocida, es vital que se realice una evaluación exhaustiva.
- Sin embargo, la evaluación realizada en campo y la información recopilada indican que, hasta el momento, se están cumpliendo los estándares de calidad ambiental establecidos por el Decreto Supremo N°003-2017-MINAM.
- Los resultados obtenidos del portal interactivo de fiscalización ambiental (PIFA) del OEFA muestran que los niveles de partículas menores de PM-10 y PM-2.5 en la estación de monitoreo de Colquijirca están por debajo de los estándares permitidos por el mencionado Decreto.
- Por otro lado, los resultados de la Sociedad Minera El Brocal S.A.A., obtenidos en la estación de monitoreo ubicada en la Plaza del Centro Poblado de Colquijirca, también cumplen con los estándares de calidad ambiental.
- Aunque la dirección del viento sugiere que las partículas no llegan con intensidad a la población de Colquijirca, es importante destacar que se han registrado niveles cercanos al límite permitido, como los 89.83 ug/m³ de PM-10 en julio y los 47.41 ug/m³ de PM-2.5 en enero. Estos valores

podrían tener efectos acumulativos en la población con el tiempo.

CONCLUSIONES

- Concluimos los resultados en referencia al viento demuestra que no estarían llegando las partículas con intensidad a la población de Colquijirca, pero asimismo cabe mencionar que las partículas en el mes de julio llegaron en el PM-10 a $89.83 \text{ } \mu\text{m}/\text{m}^3$ y en el caso de PM 2.5 llegaron en el mes de enero a $47.41 \text{ } \mu\text{m}/\text{m}^3$, lo cual se encuentra muy cerca del estándar permitido por lo que se puede también mencionar estas pueden ser acumulativas en la población y traer efectos con el tiempo.
- De la evaluación realizada en campo y asimismo de la información extraída en ambos casos nos demuestra que producto de las actividades se está cumpliendo con los estándares de calidad ambiental con respecto al Decreto Supremo N°003-2017-MINAM.
- Para los resultados extraídos de la página del OEFA del portal interactivo de fiscalización ambiental (PIFA) los resultados para los parámetros de partículas menores de PM-10 y PM-2.5 en la estación de monitoreo con codificación CA-COLQ-01 (Estación de monitoreo Colquijirca-OEFA), para la evaluación se comparó con el Decreto Supremo N°003-2017-MINAM que aprueba los estándares de calidad ambiental para aire, para el PM-10 y PM-2.5 el estándar permitido es de $100 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $50 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente en base a ello se puede visualizar en los resultados que se encuentra por debajo del estándar permitido ya mencionado.
- Por otro lado los resultados obtenidos de la Sociedad Minera El Brocal S.A.A donde se evalúan los parámetros en la estación de monitoreo con CA-01 Ubicado en la Plaza del Centro Poblado de Colquijirca, para la evaluación se comparó con el Decreto Supremo N°003-2017-MINAM que aprueba los estándares de calidad ambiental para aire, como se puede observar en los resultados se encuentra dentro de los estándares de calidad ambiental.

RECOMENDACIONES

- i. Se recomienda realizar estudios a las personas con respecto a la presencia de metales en sangre, ya como se evidencia las partículas que se generan podrían ser acumulativas y estar generando algún efecto a la población.
- ii. Difundir la presente información a la población del Centro Poblado de Colquijirca para su evaluación y conocimiento.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta Gomez, A. A. (2020). *Análisis de distribución espacial del material particulado en la zona minera del departamento de la Guajira*. Bogota: Universidad Antonio Nariño Bogota.
- Arcos Almarades. G. (2014). *Diseño e implementación del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo para el Consorcio CMR, mina los Caracoles, Vereda Sagra Abajo, Sector Cotamo, Municipio de Socha, Departamento de Boyacá Colombia*. Colombia. (s.f.). *ASPECTOS BIOLÓGICOS DE LA CALIDAD DE AGUA*.
- Caysahuana Huaman . L. (2019). *Implementación del sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional en la empresa Martínez Contratistas e Ingeniería S.A. - Unidad Minera Atacocha*. Lima-Perú: Universidad Nacional Federico Villareal.
- Costa, S., Ferreira, J., Silveira, C., Costa, C., Lopes, D., Relvas, H., & Paulo Teixeira, J. (2014). Integración de la evaluación de la salud en la calidad del aire: informe de revisión sobre los riesgos para la salud de dos importantes contaminantes del aire exterior en Europa: PM y NO₂. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 307–340.
- Deutsche Gesellschaft für, T. Z. (2009). *COMPENDIO INFORMATIVO SOBRE ENFERMEDADES HIDRICAS*. PAZ.
- El Brocal. (2019). *Tajo Norte*. Perú.
- El Peruano. (2012). Ley de Seguridad y Salud en el trabajo. 33-36.
- Fajardo Vargas, L. W., Bríos Abanto, A. D., & Torres Pereira, R. (2022). *Evaluación ambiental de seguimiento en el área de influencia de la unidad minera Cerro de Pasco de la Empresa Administradora Cerro S.A.C., distritos Simón Bolívar,*

Chaupimarca y Yanacancha, provincia y departamento de Pasco, en el 2022.

Lima: OEFA.

Gerkes, O. R. (2006). *Abastecimiento, contaminación y problemática Abastecimiento, contaminación y problemática*. LIMA.

Goyzueta, G., & Trigos, C. (2009). Riesgos de salud pública en el centro poblado minero artesanal La Rinconada (5200 msnm) en Puno, Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*.

Hossein Sowlat, M., Gharibi, H., Yunesian, M., Tayefeh Mahmoudi, M., & Lotfi, S. (2011). Un nuevo índice difuso de calidad del aire (FAQI) para la evaluación de la calidad del aire. *Atmospheric Environment*, 2050-2059.

INEI. (2017). *Calidad de aire*. Perú.

Instituto de calidad ambiental. (2023). *Estandar de calidad ambiental*. Perú.

ISO 14001. (2015). Aspecto Ambiental.

Licla Tomayro, L. R. (2021). Evaluación de la Calidad de Aire en el Proyecto de Explotación Cantera Camucha, distrito de Morococha, provincia de Yauli, Junín. *Revista acreditada por el Fondo Editorial de la UNMSM*.

López Hereña. H. (2017). *Controles de seguridad y salud ocupacional a través de los PETS y su relación con la reducción de incidentes en los trabajadores de manejo de residuos sólidos de la empresa Ferrovías Central Andina S.A del patio Raiwal – Cerro de Pasco 2017*. Pasco-Perú: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

MINAM. (2018). *Glosoario de terminos ambientales*. Perú.

Ministerio de Trabajo y promoción del empleo. (2012). D. S. N° 005-2012-TR.

- MINSA. (2003). *Reglamento de los estados de Alerta nacionales para contaminantes del aire*. Perú.
- MINSA. (2015). *Análisis de situación de Pasco*. Pasco.
- MINSA. (2018). *Norma Técnica de Salud*. Ministerio de Salud.
- MITECO. (2022). *Evaluación de la calidad del aire*. España: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.
- Noa Rojas. R. (s.f.). *Implementación de un sistema de seguridad y salud ocupacional en el Taller de Maestranza El Genio E.I.R.L. Unidad Minera Orcopampa 2019*.
- Noa Rojas.C. (2019). *Implementación de un sistema de seguridad y salud ocupacional en el Taller de Maestranza El Genio E.I.R.L. Unidad Minera Orcopampa 2019*. Arequipa-Perú.
- OEFA. (2013). *Que es el OEFA*. Perú.
- OPS. (2018). *Calidad del aire*. Estados Unidos.
- Palero Velásquez. A. (2019). *Implementación del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo en la Cooperativa Minera Limata – Ananea, basado en la ley N° 29783, D.S. N° 005-2012-tr y D.S. N° 024-2016-EM*. Puno-Perú.
- Pinedo Flores, J. A. (2017). *Evaluación de la calidad de aire por no2 en estaciones de servicio por unidades de transporte pesado en las ciudades de la Banda de Shilcayo, Tarapoto y Morales*. Tarapoto-San Martín: Universidad Alas Peruanas.
- Rojano, R., , Angulo, L., & Restrepo, G. (2015). Concentración y relación de PST, PM10 Y PM2.5 en poblaciones cercanas a minería a cielo abierto: Caso Cerrejón Colombia. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*.

Rumbo minero. (2018). Accidentes en minería son por falta de prevención. 1.

Sociedad Minera El Brocal S.A.A. (2021). Reglamento Interno de Seguridad y Salud Ocupacional. 9.

Sociedad Minera El Brocal S.A.A. (2018). Sistema Integrado de Buenaventura. 2.

Sociedad Minera El Brocal S.A.A. (2021). Memoria Anual 2021. 1-46.

Sunafil. (2020). plan de seguridad y salud en el trabajo. 1.

Toro Rodríguez. E. (2017). *Propuesta de un Plan de Seguridad para los Trabajadores Mina "El Paraíso".* Concepción - Chile.

Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. (2019). *Reglamento de publicación.* Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

ANEXOS

ANEXO 01

RECOLECCION DE DATOS



IMAGEN N° 001: PIFA OEFA - PORTAL INTERACTIVO DE FISCALIZACION AMBIENTAL



IMAGEN N° 002: ingresamos a la carpeta de vigilancia ambiental de la calidad de aire



IMAGEN N° 003: vigilancia ambiental

The screenshot displays the 'Vigilancia Ambiental' web application. On the left is a map of Peru with various monitoring stations marked by colored icons. The main interface includes a header with the Oefa logo and the title 'Vigilancia Ambiental'. Below the header, a blue bar indicates 'Red de Vigilancia Ambiental' with a summary: '34 Estaciones con información en tiempo real' and '66 Estaciones proyectadas'. A search bar is set to 'Estación: COLQUIJRCA'. The analysis type is 'VARIACION TEMPORAL DE CONTAMINANTES'. Two buttons are visible: 'Ir a Estación' and 'Actualizar a Fecha Actual'. The 'Resultados' section is titled 'Evolución del parámetro en el tiempo' and contains tabs for 'Serie de tiempo' and 'Tabla de datos'. A dropdown menu for 'Parámetro:' is set to 'PM10'. At the bottom left of the map, UTM coordinates are provided: 'QGS: 4783528 - 7255842' and 'UTM WGS84: 7404880E - 0472911N - ZONA 18'.

IMAGEN N° 004: ingresamos a Colquijirca para ver el resultado del monitoreo por día

ANEXO 02

Ficha de estación de monitoreo de la Sociedad Minera El Brocal

**FICHA TÉCNICA DE IDENTIFICACIÓN
ESTACIÓN DE MUESTREO**

Empresa Titular :

Proyecto :

IDENTIFICACION DEL PUNTO

Código de Punto de Control :

Tipo de Muestra : L= Líquido G= Gaseoso S= Sólido B= Biológico R= Ruido o Vibración

Clase: E = Efluente / Emisión R = Receptor

Zona de muestreo :

Tipo Procedencia / Ubicación :

Categoría : Colocar Clase anterior, solo para los Titulares que están actualizando Fichas SIAM

Descripción :

UBICACIÓN

Distrito : Provincia : Departamento :

Cuenca :

Coordenadas U.T.M. (En Datum Horizontal UTM WGS 84):

Norte : Este : Zona :

Altitud :

PLAN DE MONITOREO

Parámetro	Frecuencia de Monitoreo (Semanal, Mensual, Trimestral o Semestral)	Frecuencia de Reporte (Mensual, Trimestral, Semestral o Anual)
PM10, PM2.5, H2S, CO, SO2, NO2, O3, Hg (Gaseoso Total) y Benceno	-	-



Elaborado por : SNC-Lavalin Perú S.A.

Fecha : 14/08/2020

ANEXO N° 03

Informe de ensayo y certificado de acreditación del laboratorio



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1903421**

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA						EA-3 (CA-01)	EA-3 (CA-01)	EA-3 (CA-01)
FECHA INICIO DE MUESTREO						8806527N / 358789E / 10/02/2019	8806527N / 358789E / 10/02/2019	8806527N / 358789E / 10/02/2019
HORA INICIO DE MUESTREO						18:00:00	18:00:00	18:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO						11/02/2019	11/02/2019	10/02/2019
HORA FIN DE MUESTREO						18:00:00	00:00:00	17:00:00
MATRIZ						AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO						AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	
Análisis Generales								
Materia Particulado PM-10 Alto Volumen	EAI_CFR40J_PM10	ug/m ³	0.5	1.9	9.7			
Dióxido de Azufre	EAI_EPACFR40A	ug/m ³	5	13	<13			
Partículas Totales en Suspensión	EAI_EPACFR40G_PTS	ug/m ³	0.5	2.0	15.7			
Materia Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	EAI_EPACFR40L	ug/m ³	2.0	8.0	<8.0			
Dióxido de Nitrógeno	EAI_SGS_ME13	ug/m ³	4	13			<13	
Monóxido de Carbono	EAI_SGS_ME15	ug/m ³	335	1088			<1088	
Ozono	EAI_SGS_ME17	ug/m ³	0.9	3.0			<3.0	
Sulfuro de Hidrógeno	EAI_SGS_ME27	ug/m ³	1.9	6.1	<6.1			
Metales en PM 10 Alto Volumen								
Aluminio	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.0010	0.0020	0.0045			
Antimonio	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.0003	0.0010	<0.0010			
Arsénico	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.0002	0.0008	0.0014			
Bario	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.0002	0.0007	0.0018			
Berilio	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.0001	0.0005	<0.0005			
Bismuto	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.0003	0.0008	<0.0008			
Boro	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.0003	0.0010	<0.0010			
Cadmio	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.0003	0.0009	<0.0009			
Calcio	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.007	0.023	0.289			
Cobalto	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.0001	0.0002	<0.0002			
Cobre	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.0006	0.0021	0.0739			
Cromo	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.0003	0.0010	<0.0010			
Estaño	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.0002	0.0006	<0.0006			
Estroncio	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.0001	0.0004	0.0004			
Fósforo	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.002	0.005	<0.005			
Hierro	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.001	0.003	0.115			
Litio	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.0001	0.0003	<0.0003			
Magnesio	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.002	0.005	0.012			
Manganeso	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.0003	0.0009	0.0177			
Mercurio	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.0001	0.0003	<0.0003			
Molibdeno	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.0002	0.0008	0.0015			
Níquel	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.0003	0.0009	<0.0009			
Plata	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.0001	0.0004	<0.0004			
Plomo	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.0008	0.0020	0.0095			
Potasio	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.005	0.015	<0.015			
Selenio	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.0005	0.0015	<0.0015			
Silicio	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.3	1.0	<1.0			
Sodio	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.001	0.003	<0.003			
Talio	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.0001	0.0005	<0.0005			
Titanio	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.0002	0.0007	<0.0007			
Vanadio	EAI_EPAI03_5_PM10	ug/m ³	0.0004	0.0012	<0.0012			



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1903421**

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					EA-3 (CA-01)	EA-3 (CA-01)	EA-3 (CA-01)
FECHA INICIO DE MUESTREO					8806527N / 358769E 10/02/2019	8806527N / 358769E 10/02/2019	8806527N / 358769E 10/02/2019
HORA INICIO DE MUESTREO					16:00:00	16:00:00	16:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO					11/02/2019	11/02/2019	10/02/2019
HORA FIN DE MUESTREO					16:00:00	00:00:00	17:00:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Metales en PM 10 Alto Volumen							
Zinc	EAI_EPA103_5_PM10	ug/m ³	0.0008	0.0025	0.0239		
Compuestos Orgánicos Volátiles							
Benceno	EAI_ASTM3687	ug/m ³	0.5	1.7	<1.7		
Hidrocarburos Totales expresados como Hexano	EAI_ASTM3687	mg/m ³	0.015	0.047	<0.047		



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1903421

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados o réplicas de la muestra adicionada.
Dup/Rep %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados o réplicas del proceso de laboratorio.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP/REP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery
Dioxido de Azufre	ug/m ³	13	<13	0%	101 - 106%	
Dioxido de Nitrogeno	ug/m ³	13	<13	0%	97%	
Materia Particulado PM-10 Alto Volumen	ug/m ³	1.9	<1.9	0%	99%	
Materia Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	ug/m ³	6.0	<6.0	0%	97%	
Monóxido de Carbono	ug/m ³	1088	<1088	0%	102%	
Ozono	ug/m ³	3.0	<3.0	0%	98 - 104%	
Partículas Totales en Suspensión	ug/m ³	2.0	<2.0	0%	99 - 100%	
Sulfuro de Hidrogeno	ug/m ³	6.1	<6.1	0%	99 - 102%	
Compuestos Orgánicos Volátiles						
Benceno	ug/m ³	1.7	<1.7	0%	88 - 101%	
Hidrocarburos Totales expresados como Hexano	mg/m ³	0.047	<0.047	0%	93 - 98%	
Metales en PM 10 Alto Volumen						
Aluminio	ug/m ³	0.0020	<0.0020	0%	91%	119%
Antimonio	ug/m ³	0.0010	<0.0010	0%	102%	113%
Arsénico	ug/m ³	0.0008	<0.0008	0%	98%	109%
Bario	ug/m ³	0.0007	<0.0007	0%	90%	103%
Berilio	ug/m ³	0.0005	<0.0005	0%	103%	118%
Bismuto	ug/m ³	0.0008	<0.0008	0%	104%	115%
Boro	ug/m ³	0.0010	<0.0010	0%	98%	103%
Cadmio	ug/m ³	0.0009	<0.0009	0%	99%	100%
Calcio	ug/m ³	0.0023	<0.0023	0%	97%	102%
Cobalto	ug/m ³	0.0002	<0.0002	0%	83%	108%
Cobre	ug/m ³	0.0021	<0.0021	0%	101%	108%
Cromo	ug/m ³	0.0010	<0.0010	0%	100%	116%
Estano	ug/m ³	0.0008	<0.0008	0%	97%	108%
Estroncio	ug/m ³	0.0004	<0.0004	0%	106%	110%
Fosforo	ug/m ³	0.005	<0.005	0%	103%	112%
Hierro	ug/m ³	0.003	<0.003	0%	100%	113%
Litio	ug/m ³	0.0003	<0.0003	0%	108%	104%
Magnesio	ug/m ³	0.005	<0.005	0%	108%	101%
Manganeso	ug/m ³	0.0008	<0.0008	0%	102%	109%
Mercurio	ug/m ³	0.0003	<0.0003	0%	112%	104%
Molibdeno	ug/m ³	0.0008	<0.0008	0%	101%	103%
Niquel	ug/m ³	0.0009	<0.0009	0%	102%	102%
Plata	ug/m ³	0.0004	<0.0004	0%	108%	116%
Plomo	ug/m ³	0.0020	<0.0020	0%	101%	109%
Potasio	ug/m ³	0.015	<0.015	0%	99%	113%
Selenio	ug/m ³	0.0015	<0.0015	0%	111%	112%
Silicio	ug/m ³	1.0	<1.0	0%	92%	107%
Sodio	ug/m ³	0.003	<0.003	0%	98%	104%
Talio	ug/m ³	0.0005	<0.0005	0%	101%	114%
Titanio	ug/m ³	0.0007	<0.0007	0%	103%	102%
Vanadio	ug/m ³	0.0012	<0.0012	0%	104%	103%
Zinc	ug/m ³	0.0025	<0.0025	0%	105%	106%



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1903421

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EAI_ASTM3687	Callao	Compuestos Orgánicos Volátiles	ASTM D3687-07 (Reapproved 2012) Analysis of Organic Compound Vapors Collected by the Activated Charcoal Tube Adsorption Method
EAI_CFR40J_PM10	Callao	Materia Particulado PM-10 Alto Volumen	EPA CFR 40 Part 50 Appendix J: 1990. Reference Method for the Determination of Particulate Matter as PM10 in the Atmosphere.
EAI_EPACFR40A	Callao	Dióxido de Azufre	EPA 40 CFR PART 50 APPENDIX A-2: 2010; Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method).
EAI_EPACFR40B_PTS	Callao	Partículas Totales en Suspensión	EPA CFR 40 Part 50 Appendix B 1983. Reference Method for the Determination of Suspended Matter in the Atmosphere (High-Volume Method)
EAI_EPACFR40L	Callao	Materia Particulado PM-2.5 Bajo Volumen	EPA CFR 40 Part 50 Appendix L 2008. Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM2.5 in the Atmosphere.
EAI_EPAIO3_5_PM10	Callao	Metales en PM 10 Alto Volumen	EPA Compendium Method IO-3.5:1989; Determination Of Metals in Ambient Particulate matter using inductively Coupled Plasma/mass spectroscopy (ICP/MS)(Validado).
EAI_NTP_900_68	Callao	Mercurio gaseoso total	NTP 900.068: 2016. Método normalizado para la determinación de mercurio gaseoso total.
EAI_SGS_ME27	Callao	Sulfuro de Hidrógeno	COVENIN 3571:2000-Calidad de Aire. Determinación de la concentración del Sulfuro de Hidrógeno (H2S) en la atmósfera. (Validado)2018
EAI_SGS_ME15	Callao	Monóxido de Carbono	Peter O. Warner, Ed. Española:1981, Cap. 3, Pág. 121-122.- Análisis de los Contaminantes del Aire. Orígenes y medida de los contaminantes inorgánicos del aire. Monóxido de Carbono. Método Colorimétrico Manual (Validado) 2018
EAI_SGS_ME17	Callao	Ozono	Peter O. Warner, Ed. Española:1981, Cap. 3, Pág. 154-157.-Análisis de los Contaminantes del Aire. Orígenes y medida de los contaminantes inorgánicos del aire. Métodos para la medición de Ozono. Método Manual que utiliza Colorimetría de yodo.(VALIDADO) 2018
EAI_SGS_ME13	Callao	Dióxido de Nitrógeno	US EPA N° EGN-1277-026: 1977.Sodium Arsenite Method for the Determination of Nitrogen in the Athmosphere. (Traducción al Portugués: Rev.1) (VALIDADO) 2016

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

En el caso de análisis de campo la fecha de ejecución del mismo corresponde a la fecha de muestreo.

(*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA , para la matriz en mención.

Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

SGS DEL PERÚ S.A.C.

Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en: Av. Elmer Faucett N° 3348 Urb. Bocanegra, distrito de Callao, Provincia Constitucional del Callao - departamento de Lima

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-17 F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 29 de diciembre de 2017

Fecha de Vencimiento: 28 de diciembre de 2021



JUANA HIDALGO MURRIETA
Directora, Dirección de Acreditación – INACAL

Cedula N° : 0637-2 017/INACAL-DA

Contrato N° : 046-20 1 7/INACAL-DA

Registro N° : LE-002

Fecha de emisión: 04 de enero de 2018

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 02

Certificado



INACAL

Instituto Nacional
de Calidad

Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

SGS DEL PERÚ S.A.C.

Organismo de Inspección Tipo "A"

En su sede ubicada en: Av. Elmer Faucett N° 3348, Urbanización Bocanegra – Callao, provincia Constitucional del Callao.

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17020:2012 Evaluación de la conformidad.

Requisitos para el funcionamiento de diferentes tipos de organismos que realizan la inspección.

Facultándolo a emitir Informes y Certificados de Inspección con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-12F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2021

Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2025



Firmado digitalmente por RODRIGUEZ ALEGRIA Alejandra FAU
20600283015 soft
Fecha: 2021-03-26 14:42:55
Motivo: Soy el Autor del Documento

ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRÍA
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N°: 0102-2021-INACAL/DA
Contrato de Acreditación N°010-2021/INACAL-DA
Registro N°: OI-006

Fecha de emisión: 26 de marzo de 2021

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación de lo que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe consultarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreddados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

ANEXO N° 04

Imágenes de la investigación realizada

Fotografía N° 001: Vista de Tajo Norte de la Sociedad Minera El Brocal



Fotografía N° 002: Vista de Tajo Norte de la Sociedad Minera El Brocal



Fotografía N° 003: Vista de Tajo Norte de la Sociedad Minera El Brocal con vista al centro poblado de Colquijirca

