

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



TESIS

**EVALUACIÓN DEL MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE Y
RUIDO PARA DISMINUIR LOS RIESGOS DE SALUD
OCUPACIONAL DE LOS TRABAJADORES EN LA PLANTA
ACSA DOS DE COMACSA - LIMA**

PRESENTADO POR :

Br. DONA JOE APARICIO HERRERA

**PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL
DE INGENIERO DE MINAS**

ASESOR:

Dr. MAURO VALDIVIA JORDÁN

CUSCO - PERÚ

2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

VICE RECTORADO DE INVESTIGACIÓN

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe asesor del trabajo de investigación titulado: "EVALUACIÓN DEL MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE Y RUIDO PARA DISMINUIR LOS RIESGOS DE SALUD OCUPACIONAL DE LOS TRABAJADORES EN LA PLANTA ACSA DOS DE COMACSA - LIMA"

Presentado por **DONA JOE APARICIO HERRERA**, con DNI 71973205 código universitario Nro. **120157**, para optar al Título Profesional de: **INGENIERO DE MINAS**. Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 03 (Tres) veces, mediante el software antiplagio Turnitin, conforme al Artículo 6° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de: **10% (diez por ciento)**.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación, tesis, textos, libros, revistas, artículos científicos, material de enseñanza y otros (Art. 7, inc. 2 y 3)

Porcentaje	Evaluación y acciones.	Marque con una X
Del 1 al 10 %	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30%	Devolver al usuario para las correcciones.	-----
Mayores a 31 %	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a ley.	-----

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software antiplagio.

Cusco, 29 de mayo de 2025.



FIRMA

POST FIRMA: Dr. Ing. Mauro Valdivia Jordán
DNI Nro.: 23833142

ORCID ID: 0000-0002-7880-4637

Se adjunta:

1. Reporte Generado por el sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: 27259:462945592

DONA JOE APARICIO HERRERA

EVALUACIÓN DEL MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE Y RUIDO PARA DISMINUIR LOS RIESGOS DE SALUD OCUPACI...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:462945592

Fecha de entrega

28 may 2025, 8:52 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

28 may 2025, 9:05 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

EVALUACIÓN DEL MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE Y RUIDO PARA DISMINUIR LOS RIESGOS DEpdf

Tamaño de archivo

5.6 MB

121 Páginas

31.024 Palabras

168.241 Caracteres

10% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text
- ▶ Cited Text
- ▶ Small Matches (less than 20 words)
- ▶ Submitted works

Exclusions

- ▶ 29 Excluded Sources

Top Sources

- 0%  Internet sources
- 10%  Publications
- 0%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

1 Integrity Flag for Review

-  **Hidden Text**
154 suspect characters on 12 pages
Text is altered to blend into the white background of the document.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

DEDICATORIA

A mi mamá, cuyo amor incondicional, sacrificio y apoyo constante han sido mi mayor fortaleza a lo largo de este camino. Por enseñarme el valor del esfuerzo y creer en mí incluso en los momentos más difíciles. Esta meta es tan tuya como mía.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la fortaleza, la paciencia y la claridad para alcanzar esta meta. Su guía me permitió mantenerme firme frente a los desafíos y avanzar con esperanza en cada paso para poder lograr mis metas trazadas de ser un buen profesional.

A la Cía. Minera Agregados Calcáreos S.A. (COMACSA) por brindarme la oportunidad de trabajar como empleado y por confiar en mis capacidades desde el inicio. A los Ingenieros, técnicos, empleados y obreros que, con su experiencia, dedicación y enseñanzas, contribuyeron significativamente al desarrollo de mi formación profesional durante este período.

A mis mentores de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO quienes con generosidad compartieron su conocimiento y experiencia, guiándome con paciencia y profesionalismo. Gracias por iluminar mi camino académico y por inculcarme valores que trascienden las aulas. Su influencia ha dejado una huella imborrable en mi vida, y por ello, siempre estaré agradecido.

A mis compañeros y amigos, con quienes compartí este camino lleno de retos, alegrías y aprendizajes. Gracias por ser un apoyo constante, por las conversaciones que aliviaron el cansancio y por los momentos de motivación compartidos. Su amistad y camaradería hicieron que este viaje fuera más enriquecedor y llevadero, transformando los desafíos en oportunidades para crecer juntos y convertir este camino en una experiencia inolvidable.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar el monitoreo de la calidad del aire y del ruido ambiental implementado en la planta ACSA DOS de COMACSA, con el fin de disminuir los riesgos de salud ocupacional de los trabajadores. La minería, actividad clave para la economía peruana, enfrenta el desafío de controlar las emisiones de polvo y ruido generadas en las plantas de tratamiento de minerales, que pueden tener impactos significativos en el ambiente y la salud de los trabajadores. Este estudio se justifica por la necesidad de mitigar problemas como afecciones respiratorias, estrés y pérdida auditiva, promoviendo entornos laborales seguros y saludables.

La investigación adopta un enfoque cuantitativo con diseño no experimental y nivel descriptivo, orientado a analizar datos obtenidos mediante monitoreos ambientales. La muestra fue seleccionada de manera no probabilística, basándose en criterios técnicos y en las normativas peruanas aplicables, como el Decreto Supremo N° 058-2013-MINAM y el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, que establecen límites permisibles para emisiones de polvo y niveles de ruido.

Los resultados indican que la calidad del aire en la planta cumple con los estándares normativos vigentes: los niveles de PM_{2.5}, PM₁₀, Plomo (Pb) y Arsénico (As) se encuentran muy por debajo de los límites permisibles, con reducciones que oscilan entre el 44.66% y el 99.91%. Asimismo, los niveles de ruido ambiental promedio en las estaciones monitoreadas también cumplen con las normativas, estando entre un 3.24% y un 13.31% por debajo de los valores máximos permitidos. La implementación de medidas correctivas, como el uso de cubiertas de lana de roca y orejeras para reducir el ruido en el área del molino, ha demostrado ser efectiva, aunque con reducciones de ruido limitadas. Estas acciones contribuyen significativamente a la protección de los trabajadores frente a riesgos ocupacionales, garantizando además el cumplimiento de la legislación vigente y reforzando la responsabilidad social y ambiental de la empresa COMACSA. En conclusión, la evaluación realizada no solo valida la efectividad de los sistemas de monitoreo actuales, sino que también subraya la importancia de implementar mejoras continuas en el manejo ambiental, promoviendo un entorno de trabajo seguro y sostenible en la industria minera.

Palabras claves: Calidad de aire, Ruido ambiental, Planta ACSA, Estándar de calidad.

ABSTRACT

This research aims to evaluate the monitoring of air quality and environmental noise implemented at the ACSA DOS plant of COMACSA to mitigate occupational health risks for workers. Mining, a key activity for the Peruvian economy, faces the challenge of controlling dust and noise emissions generated in mineral processing plants, which can significantly impact both the environment and workers' health. This study is justified by the need to address issues such as respiratory problems, stress, and hearing loss, fostering safe and healthy work environments.

The research adopts a quantitative approach with a non-experimental design and a descriptive level of analysis, focusing on data obtained through environmental monitoring. The sample was selected using non-probabilistic criteria, based on technical standards and applicable Peruvian regulations, such as Supreme Decree N° 058-2013-MINAM and Supreme Decree N° 085-2003-PCM, which establish permissible limits for dust emissions and noise levels.

The results show that air quality at the plant complies with current regulatory standards: PM2.5, PM10, Lead (Pb), and Arsenic (As) levels are significantly below permissible thresholds, with reductions ranging from 44.66% to 99.91%. Similarly, average environmental noise levels at monitored stations also meet regulatory standards, being between 3.24% and 13.31% below the maximum allowable limits. The implementation of corrective measures, such as the use of rock wool covers and grates to reduce noise in the milling area, has proven effective, though with limited noise reduction. These actions significantly contribute to protecting workers from occupational hazards, ensuring compliance with current legislation, and reinforcing COMACSA's social and environmental responsibility. In conclusion, the evaluation not only validates the effectiveness of the current monitoring systems but also highlights the importance of continuously improving environmental management. This fosters a safe and sustainable working environment within the mining industry.

Keywords: Air Quality, Environmental Noise, ACSA Plant, Quality Standard

INDICE DE CONTENIDO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO	1
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT	v
INDICE DE CONTENIDO	vi
Índice de figuras	xi
Índice de tablas	xii
INDICE DE ABREVIATURAS	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv
CAPITULO I.....	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	15
1.1. Descripción del problema.....	15
1.2. Formulación del problema.....	17
1.2.1. Problema general	17
1.2.2. Problemas específicos.....	17
1.3. Objetivos de la investigación.....	17
1.3.1. Objetivo general	17
1.3.2. Objetivos específicos	17
1.4. Justificación de la investigación	17
1.5. Delimitación de la investigación	18
1.5.1. Delimitación temporal	18
1.5.2. Delimitación espacial	18
1.6. Hipótesis de la investigación	18
1.6.1. Hipótesis general	18
1.6.2. Hipótesis específicas.....	19

1.7. Variables e indicadores.....	19
1.7.1. Variables.....	19
1.7.1.1. Variable dependiente	19
1.7.1.2. Variable independiente	19
1.7.1.3. Cuadro de operacionalización de las variables.....	19
1.8. Metodología de la investigación.....	19
1.8.1. Diseño y enfoque de la investigación	19
1.8.2. Nivel y tipo de investigación	20
1.8.3. Población y muestra.....	20
1.8.3.1. Población	20
1.8.3.2. Determinación de la muestra	20
1.8.3.3. Tipo de muestra	20
1.9. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
1.9.1. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	20
1.9.1.1. Técnicas de procesamiento de información.....	20
1.9.1.2. Técnicas de análisis de datos	20
CAPITULO II:.....	21
MARCO TEORICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
2.1. Antecedentes de la investigación.....	21
2.1.1. Antecedente internacional	21
2.1.2. Antecedente nacional.....	22
2.1.3. Antecedentes Local	23
2.2. Bases teóricas	24
2.2.1. Estándar de calidad ambiental del aire	24
2.2.1.1. Los Estándares de Calidad Ambiental para Aire como referente obligatorio.....	25
2.2.1.2. Monitoreo de la calidad del aire	25

2.2.2. Partículas suspendidas en su fracción respirable (PM-10 y PM-2.5)	26
2.2.3. Estándares nacionales de calidad ambiental para ruido (ECA N° 085 – 2003 PCM)	26
2.2.3.1. Protocolo nacional de monitoreo de ruido ambiental – R.M. N° 227 – 2013 MINAM	27
2.3. Marco conceptual	28
2.3.1. Contaminación en minería	28
2.3.2. Calidad de aire	31
2.3.3. Calidad de Ruido	34
2.3.4. Monitoreo según Reglamento de seguridad y salud ocupacional de minería	36
2.3.5. Infracciones administrativas referidas a las obligaciones técnicas aplicables a las actividades mineras	38
2.4. Definición de términos básico	39
CAPITULO III:	40
MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE Y RUIDO AMBIENTAL	40
3.1. Metodología de monitoreo de calidad de aire	40
3.1.1. Material Particulado Menor a 10 micras (PM10) y Material Particulado Menor a 2.5 (PM2.5) –	41
3.1.2. Plomo y Arsénico en Material Particulado Menor a 10 micras.....	41
3.1.3. Parámetros Meteorológicos	42
3.1.4. Metodología de análisis de calidad de aire	42
3.2. Metodología de monitoreo de ruido ambiental.....	42
3.2.1. Monitoreo de ruido ambiental	43
3.3. Equipos utilizados para el monitoreo	43
3.4. Ubicación de estaciones de muestreo	44
3.5. Recolección de datos del monitoreo	46
3.5.1. Estación de monitoreo de calidad de aire E-1	46

3.5.2. Estación de monitoreo de calidad de aire E-2	47
3.5.3. Estación de monitoreo de ruido ambiental R-1	48
3.5.4. Estación de monitoreo de ruido ambiental R-2	48
3.5.5. Estación de monitoreo de ruido ambiental R-3	49
3.5.6. Estación de monitoreo de ruido ambiental R-4	49
3.6. Ensayos de las muestras obtenidas	50
3.6.1. Ensayos de las muestras de la estación de calidad de aire	50
3.6.2. Monitoreo meteorológico de la estación de calidad de aire	51
3.6.3. Monitoreo de control de calidad de aire	53
3.6.4. Monitoreo de control de ruido ambiental	56
CAPITULO IV:	58
RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL MONITOREO.....	58
4.1. Resultados del monitoreo de calidad de aire	58
4.1.1. Monitoreo de la temperatura ambiental.....	58
4.1.2. Resultados del monitoreo de la calidad de aire	60
4.2. Resultados del monitoreo de ruido ambiental	60
4.3. Análisis de resultados de calidad de aire	61
4.3.1. Análisis de material particulado a 2.5 micras.....	61
4.3.2. Análisis de material particulado a 10 micras.....	62
4.3.3. Análisis de material particulado plomo (Pb) en PM10.....	63
4.3.4. Análisis de material particulado plomo (Pb) en PM10.....	64
4.4. Análisis de resultados de ruido ambiental	65
4.4.1. Análisis de ruido ambiental en horario diurno	65
4.4.2. Análisis de ruido ambiental en horario diurno	66
4.5. Monitoreo del ruido ambiental en el molino PEBBLE de la planta ACSA DOS	66
4.5.1. Ubicación de estaciones de monitoreo de molino Pebble	67

4.5.2. Monitoreo de ruido de molino Pebble	67
4.5.3. Alternativa de disminución de ruido ambiental del molino Pebble	69
4.5.4. Análisis de resultado de monitoreo de ruido ambiental de molino Pebble	71
4.5.5. Lana de roca.....	72
4.6. Discusión	73
CONCLUSIONES.....	75
RECOMENDACIONES	77
BIBLIOGRAFÍA	78
ANEXOS	81
ANEXO 1: UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	82
ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN.....	83
ANEXO 2: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ilustración de tamaño de partículas.....	26
Figura 2: Georreferenciación – Estaciones de Monitoreo	46
Figura 3: Estación de monitoreo de calidad de aire E-1	47
Figura 4: Estación de monitoreo de calidad de aire E-2.....	47
Figura 5: Estación de monitoreo de ruido ambiental R-1.....	48
Figura 6: Estación de monitoreo de ruido ambiental R-2.....	48
Figura 7: Estación de monitoreo de ruido ambiental R-3.....	49
Figura 8: Estación de monitoreo de ruido ambiental R-4.....	49
Figura 9: Tendencia de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento de E-1 .	59
Figura 10: Tendencia de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento de E-2	59
Figura 11: Análisis de material particulado a 2.5 micras	61
Figura 12: Análisis de material particulado a 10 micras	62
Figura 13: Análisis de material particulado plomo (Pb) en PM10.....	63
Figura 14: Análisis de material particulado Arsénico (As) en PM10.....	64
Figura 15: Análisis de resultado de ruido ambiental en horario diurno	65
Figura 16: Análisis de resultado de ruido ambiental en horario nocturno	66
Figura 17: Ubicación de estaciones de monitoreo de molino Pebble.....	67
Figura 18: Análisis de resultado de monitoreo ruido ambiental de molino Pebble.....	72
Figura 19: Manta de lana de roca	73
Figura 20: Ubicación del lugar de la investigación.	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros de estándar de calidad de aire.....	24
Tabla 2: Parámetros de estándar de calidad de ruido.	27
Tabla 3: Análisis de calidad de aire.....	42
Tabla 4: Equipos utilizados para el monitoreo de aire y ruido.....	44
Tabla 5: Soluciones de ajuste y verificación.....	44
Tabla 6: Ubicación de estaciones de monitoreo de calidad e aire.....	45
Tabla 7: Ubicación de estaciones de monitoreo de ruido ambiental.....	45
Tabla 8: Ensayo de partículas de la calidad de aire según tipo de elemento parte 1.....	50
Tabla 9: Ensayo de partículas de la calidad de aire según tipo de elemento parte 2.....	50
Tabla 10: Monitoreo meteorológico de la estación de calidad de aire E-1.....	51
Tabla 11: Monitoreo meteorológico de la estación de calidad de aire E-2.....	52
Tabla 12: Monitoreo de control de calidad de aire parte 1.....	53
Tabla 13: Monitoreo meteorológico de control de calidad de aire parte 2.....	54
Tabla 14: Monitoreo meteorológico de control de calidad de aire parte 3.....	55
Tabla 15: Monitoreo de control de ruido ambiental parte 1.....	56
Tabla 16: Monitoreo de control de ruido ambiental parte 2.....	57
Tabla 17: Resultados de monitoreo de la calidad de aire.....	60
Tabla 18: Resultados de monitoreo de ruido ambiental.....	61
Tabla 19: Resultados del monitoreo del molino Pebble - Estación - 1.....	68
Tabla 20: Resultados del monitoreo del molino Pebble - Estación - 2.....	68
Tabla 21: Resultados del monitoreo del molino Pebble - Estación - 3.....	69
Tabla 22: Resultados del monitoreo del molino Pebble - Estación - 4.....	69
Tabla 23: Resultados del monitoreo del molino Pebble con lana de roca - Estación - 1.....	70
Tabla 24: Resultados del monitoreo del molino Pebble con lana de roca - Estación - 2.....	70
Tabla 25: Resultados del monitoreo del molino Pebble con lana de roca - Estación - 3.....	71
Tabla 26: Resultados del monitoreo del molino Pebble con lana de roca - Estación - 4.....	71
Tabla 27: Coordenadas de los vértices de la planta.....	84

INDICE DE ABREVIATURAS

ACSA	Agregados Calcáreos S.A.
APA	American Psychological Association
dB	Decibel
DS	Decreto Supremo
ECA	Estándar de Calidad Ambiental
EPA	Environmental Protection Agency
ISO	International Organization for Standardization
LAeqT	Nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A
MINAM	Ministerio del Ambiente
MINEM	Ministerio de Energía y Minas
NTP	Norma Técnica Peruana
OEFA	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
OMS	Organización Mundial de la Salud
Pb	Plomo
PM10	Material Particulado con diámetro menor a 10 micras
PM2.5	Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras
SST	Seguridad y Salud en el Trabajo
SSOMA	Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Microgramos por metro cúbico

INTRODUCCIÓN

La investigación desarrollada tiene como objetivo evaluar el monitoreo de la calidad del aire y del ruido ambiental implementado para disminuir los riesgos de salud ocupacional de los trabajadores en la planta ACSA DOS de COMACSA - Lima.

En primer capítulo, se ha formulado e identificado los problemas, objetivos, las hipótesis, para luego plantear las variables intervinientes en el proceso de la investigación, desarrollando la ingeniería apropiada utilizando los indicadores necesarios.

En segundo capítulo, se han definido las bases teóricas con las que se desarrollaron el proceso de investigación, definiendo claramente las variables que intervienen en el estudio.

En tercer capítulo, en cumplimiento de las normativas peruanas que establecen los límites permisibles de emisiones de polvo y niveles de ruido es obligatorio para las empresas mineras. El Decreto Supremo N° 058-2013-MINAM y el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM proporcionan un marco regulatorio claro para estas actividades. La empresa COMACSA, al realizar un monitoreo exhaustivo en su planta ACSA DOS, demuestra su compromiso con la responsabilidad social y ambiental, así como con la protección de sus trabajadores. .

En cuarto capítulo, se desarrolla el análisis de los resultados obtenidos por el monitoreo de calidad de aire y el monitoreo de ruido ambiental.

Finalmente, se arribó con las conclusiones y recomendaciones en concordancia con los objetivos planteados en la investigación.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

En el Perú, la minería se destaca como una de las actividades económicas más importantes, contribuyendo significativamente al producto interno bruto (PIB) y generando empleo para miles de peruanos. Dentro de esta industria, las plantas de tratamiento de minerales juegan un papel crucial, ya que son responsables de procesar los minerales extraídos de las minas. Estas plantas, mediante procesos físicos y químicos, transforman los minerales en productos comercializables. Sin embargo, el crecimiento de esta actividad también ha traído consigo desafíos ambientales significativos, especialmente relacionados con la emisión de polvo y ruido.

Las plantas de tratamiento de minerales emiten polvo y ruido como subproductos de sus operaciones. El polvo, compuesto por partículas finas de minerales y otros materiales, puede afectar la calidad del aire en la planta y alrededores. Este polvo no solo representa un riesgo para el medio ambiente, sino que también puede tener efectos adversos en la salud respiratoria de los trabajadores. De manera similar, el ruido generado por la maquinaria y los procesos industriales puede causar problemas de audición y aumentar el estrés entre los trabajadores, afectando su bienestar general. Estas formas de contaminación ambiental son preocupaciones significativas en el sector minero, donde la salud ocupacional de los trabajadores debe ser una prioridad.

El Perú ha establecido normativas que regulan los límites permisibles de emisión de polvo y ruido en la minería. Entre estas normativas se encuentran los estándares establecidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM) y el Ministerio de Energía y Minas (MINEM), que incluyen el Decreto Supremo N° 058-2013-MINAM, que establece los Límites Máximos Permisibles (LMP) para emisiones de contaminantes en el aire. Asimismo, el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM regula los niveles permisibles de ruido en áreas industriales. Las empresas mineras están obligadas a cumplir con estos estándares para operar legalmente y garantizar la protección de sus trabajadores y del medio ambiente.

Este monitoreo de calidad del aire y del ruido ambiental en la planta ACSA DOS tiene como objetivo asegurar el cumplimiento de los límites permisibles establecidos por las normativas peruanas y prevenir los riesgos de salud ocupacional entre sus trabajadores. A través de la implementación de sistemas de monitoreo continuo, la empresa busca identificar y reducir las fuentes de contaminación, garantizando un ambiente de trabajo seguro y saludable. La decisión de monitorear la planta ACSA DOS es un paso proactivo hacia la mejora de las condiciones laborales y la reducción de los impactos ambientales negativos.

La investigación de "Evaluación del monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental para disminuir los riesgos de salud ocupacional de los trabajadores en la planta ACSA DOS de COMACSA - Lima", reflejara claramente el enfoque y los objetivos de la investigación. La investigación indica los elementos clave del estudio: la evaluación del monitoreo ambiental, la calidad del aire, el ruido ambiental, y los riesgos de salud ocupacional. Este enfoque integral permitirá una comprensión profunda de cómo las prácticas de monitoreo pueden contribuir a la mejora de las condiciones de trabajo en la industria minera, específicamente en la planta ACSA DOS de COMACSA. Además, resaltara la importancia de cumplir con las normativas y estándares ambientales para proteger la salud de los trabajadores, reforzando el compromiso de la empresa con la responsabilidad social y ambiental.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cómo disminuir la contaminación ambiental de la calidad de aire y ruido para reducir los riesgos de salud ocupacional de los trabajadores en la planta ACSA DOS de COMACSA - Lima?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el nivel de calidad de aire en la planta ACSA DOS de COMACSA?
- ¿Cuál es el nivel del ruido ambiental en la planta ACSA DOS de COMACSA?
- ¿Cuál es la alternativa para la disminución de los niveles de calidad de aire y ruido ambiental en la planta ACSA DOS de COMACSA?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar el monitoreo de la calidad del aire y del ruido ambiental implementado para disminuir los riesgos de salud ocupacional de los trabajadores en la planta ACSA DOS de COMACSA - Lima.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el nivel actual de calidad del aire en la planta ACSA DOS de COMACSA.
- Determinar el nivel actual del ruido ambiental en la planta ACSA DOS de COMACSA.
- Identificar y proponer alternativa y medidas para mejorar los niveles de calidad del aire y del ruido ambiental en la planta ACSA DOS de COMACSA.

1.4. Justificación de la investigación

La minería es una actividad económica clave en el Perú, contribuyendo significativamente al PIB y proporcionando empleo a miles de personas. Sin embargo, las plantas de tratamiento de minerales, como la planta ACSA DOS de COMACSA, generan emisiones de polvo y ruido que pueden afectar la calidad del aire y causar ruido ambiental. Estas emisiones no solo representan una amenaza para el medio ambiente, sino que también plantean serios riesgos para la salud ocupacional de los trabajadores.

Problemas respiratorios, estrés, y pérdida de audición son solo algunas de las posibles consecuencias de la exposición prolongada a estos factores. En este contexto, la evaluación del monitoreo de la calidad del aire y del ruido ambiental es crucial para identificar las fuentes de contaminación y tomar medidas correctivas que garanticen un entorno de trabajo seguro y saludable.

El cumplimiento de las normativas peruanas que establecen los límites permisibles de emisiones de polvo y niveles de ruido es obligatorio para las empresas mineras. El Decreto Supremo N° 058-2013-MINAM y el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM proporcionan un marco regulatorio claro para estas actividades. La empresa COMACSA, al realizar un monitoreo exhaustivo en su planta ACSA DOS, demuestra su compromiso con la responsabilidad social y ambiental, así como con la protección de sus trabajadores. Este estudio no solo busca evaluar la efectividad de los sistemas de monitoreo actuales, sino también identificar alternativas y medidas que puedan implementarse para mejorar las condiciones laborales y reducir los riesgos de salud ocupacional. De este modo, la investigación contribuirá tanto al bienestar de los trabajadores como al cumplimiento de las normativas vigentes, fortaleciendo la sostenibilidad de la operación minera.

1.5. Delimitación de la investigación

1.5.1. Delimitación temporal

El periodo de la investigación corresponde al año 2022.

1.5.2. Delimitación espacial

La investigación está comprendida en el Distrito de Los Olivos, Provincia de Lima y Departamento de Lima, dentro de la Empresa COMACSA, en la Planta ACSA DOS.

1.6. Hipótesis de la investigación

1.6.1. Hipótesis general

- Debido a la contaminación ambiental de la calidad del aire y ruido se evalúa e implementa el monitoreo de estas, en la planta ACSA DOS de COMACSA disminuyendo efectivamente los riesgos de salud ocupacional de los trabajadores.

1.6.2. Hipótesis específicas

- El nivel actual de calidad del aire en la planta ACSA DOS de COMACSA cumple con los límites permisibles establecidos por las normativas peruanas.
- El nivel actual del ruido ambiental en la planta ACSA DOS de COMACSA cumple con los límites permisibles establecidos por las normativas peruanas.
- La implementación de alternativas y medidas propuestas para mejorar los niveles de calidad del aire y del ruido ambiental en la planta ACSA DOS de COMACSA reduce significativamente los riesgos de salud ocupacional de los trabajadores.

1.7. Variables e indicadores

1.7.1. Variables

1.7.1.1. Variable dependiente

- Riesgos de salud ocupacional de los trabajadores.

1.7.1.2. Variable independiente

- Monitoreo de la calidad del aire y del ruido ambiental.

1.7.1.3. Cuadro de operacionalización de las variables

	Variable	Dimensión	Indicadores
INDEPENDIENTE	Monitoreo de la calidad del aire y del ruido ambiental.	Nivel de calidad de aire	Parámetro (PPM)
		Nivel de ruido ambiental	Parámetro (Decibeles)
DEPENDIENTE	Riesgos de salud ocupacional de los trabajadores	Salud ocupacional	Informe
		Enfermedades laborales	Informe

1.8. Metodología de la investigación

1.8.1. Diseño y enfoque de la investigación

La investigación es de enfoque cuantitativo, de diseño no experimental. En la investigación no se manipulan las variables libremente.

1.8.2. Nivel y tipo de investigación

El nivel de investigación es la del análisis del tipo descriptivo, que describe las propiedades y características de conceptos, fenómenos y variables.

1.8.3. Población y muestra

1.8.3.1. Población

La población objetivo de la investigación realizada es en la Empresa Minera COMACSA, que tiene la necesidad cumplir con los estándares de aire y ruido.

1.8.3.2. Determinación de la muestra

Dentro de la determinación de la muestra, en la planta ACSA DOS.

1.8.3.3. Tipo de muestra

La muestra que se utiliza es no probabilística, porque los datos obtenidos para la investigación se han generado a criterio del investigador.

1.9. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos se realizará de acuerdo a la naturaleza del estudio, según las posibilidades de acceso a esta data, teniendo en cuenta el tamaño de la población.

1.9.1. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

1.9.1.1. Técnicas de procesamiento de información.

Una vez recolectado los datos, estos serán procesados de acuerdo al análisis de evaluación para la investigación del análisis de los estándares de aire y ruido en la planta ACSA DOS, para obtener los resultados que se requieren para el análisis de datos.

1.9.1.2. Técnicas de análisis de datos

Para el análisis de los datos, se evaluará los datos, tanto estos serán desarrollados gráficamente para identificar las tendencias y los patrones que de algún modo no estaría claros. Para el caso de la investigación se utilizará hojas de cálculos Excel.

CAPITULO II:

MARCO TEORICO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedente internacional

Según el autor **Contreras Mattos & Crespo Prado (2023)**; en su tesis titulada *“Evaluación de la calidad de aire en la Mina Pribbenow, Corregimiento de la Loma en el Departamento del Cesar”* de la universidad Fundación Universitaria del Área Andina – Colombia; que tiene por objetivo evaluar la calidad de aire en la mina Pribbenow, corregimiento de La Loma en el departamento del Cesar, en el periodo 2018-2022 e Identificar los impactos ambientales generados en el ciclo de operaciones mineras desarrollado en la mina Pribbenow.

Concluyendo que con base en los resultados obtenidos en esta investigación, se concluye que la calidad de aire en la mina Pribbenow en el periodo 2018-2022 fue buena, ya que en la mayoría de los meses la concentración de PM10 y PM2.5 obtenida de la estación El Hatillo no superó el límite permisible establecido por la Resolución 2254 de 2017, sin embargo en el 2018 en los meses de enero a agosto la concentración de PM10 si superó el límite permisible con valores por encima de 100 ug/m³, y en el mes de junio de 2020 se generó 80 ug/m³ de PM2.5, lo cual indica que en esos meses las medidas implementadas para mejorar la calidad de aire no fueron suficiente.

Además, se destaca que las diferentes estrategias utilizadas por la empresa Drummond en los últimos años han contribuido a que la calidad de aire en la zona en términos de PM10

y PM2,5 sea adecuada para los trabajadores y comunidades aledañas al proyecto en la mayor parte del tiempo, lo que evidencia el compromiso de la compañía por el mejoramiento continuo en temas ambientales.

2.1.2. Antecedente nacional

Según el autor **Silva Sotelo (2021)**; en su tesis titulada “*Disminución de los impactos ambientales de una planta de beneficio artesanal mediante una implementación adecuada de instrumentos ambientales normados en la Región de Arequipa*” de la Universidad Tecnológica del Perú; que tiene por objetivo Mejorar los instrumentos ambientales de una planta de beneficio artesanal para disminuir los impactos ambientales en la región de Arequipa y determinar los aspectos generales y las prácticas ambientales seguras a evaluar en cada instrumento de la planta.

Concluyendo que es evidente que cuando un Proyecto comienza siguiendo las normas de un país, este se fortalece para la protección del medio ambiente. Todo Proyecto de plantas artesanales deben de implementarse en base a la normativa legal vigente para su desarrollo y esto es utilizando los instrumentos ambientales. Las investigaciones sobre el clima, la flora y la fauna del area de influencia del Proyecto apoya a un correcto desarrollo de la actividad de la planta cuidando y protegiendo las especies. Es estudio en mención es una forma detallada de como la planta de estudio se conducirá de forma adecuada.

Según el autor **Mamani Adco (2020)**, en su tesis titulada “*Manejo ambiental y mitigación de impactos generados por tratamiento de mineral – Mina Champaya – Huancavelica*” de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, que tiene por objetivo evaluar el manejo ambiental para la mitigación de impactos ambientales negativos generados por el tratamiento de minerales en la mina Champaya, como desarrollar medidas para la mitigación de impactos ambientales negativos generados por el tratamiento de minerales en la mina Champaya.

Concluyendo que se examinaron detalladamente las características de todos los factores ambientales del área de influencia de la planta de tratamiento Champaya obteniendo como resultado en el medio físico: los resultados en los puntos de monitoreo CA-1 y CA-2 se encuentran por debajo del ECA para aire, por lo que no representa daños y efectos negativos en las vías respiratorias. Los resultados de los puntos de monitoreos CR-1 y CR-2 se encuentran por debajo del ECA de ruido para zona industrial. Las concentraciones de los parámetros monitoreados en la estación S-1 se encuentran por

debajo del ECA para suelo agrícola, por lo que no representa ningún riesgo para la salud ni al medio ambiente. Los resultados de los puntos de monitoreo PA-1 y PA-2 tienen valores por debajo del ECA para Agua – categoría 3, por lo que la presencia de estos elementos no afecta ni altera la calidad del agua, por ende, es sea apta para riego de vegetales y bebida de los animales. Asimismo, en el medio biológico, todas las especies de flora y fauna identificadas en el área de estudio han sido comparadas con las relaciones del D.S. N° 043-2006-AG y D.S. N° 034- 2004-AG respectivamente, cuyos resultados permite afirmar que no existe ninguna especie en peligro crítico (CR), en peligro (EN) o vulnerable (VU). Se desarrolló medidas que contienen una serie de acciones para mitigar los impactos negativos generados por el tratamiento del mineral, estas medidas correctivas están orientadas para el medio físico y biológico, que son los factores ambientales que perciben mayores impactos negativos. Se realizarán monitoreos del aire, agua y suelo trimestralmente. Los monitoreos de flora y fauna serán cada seis meses, teniendo como norma de referencia el D.S N° 043-2006-AG y D.S. N° 034-2004-AG.

2.1.3. Antecedentes Local

Según el autor **Saico Suelle (2019)**, en su tesis titulada “*Identificación de aspectos ambientales y sus controles operativos en los procesos de perforación y voladura – Compañía Minera Antapaccay S.A. – Espinar, Cusco*” de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco; que tiene por objetivo identificar y valorizar los aspectos ambientales para realizar sus controles operativos en los procesos de perforación y voladura, verificar el cumplimiento de los estándares de calidad nacional e internacional mediante monitoreos ambientales que se realiza en el entorno de las operaciones de Antapaccay.

Concluyendo que los resultados de los monitoreos ambientales de: Calidad de aire, Ruido ambiental y Presión sonora; indican que no sobrepasan los Límites máximos permisibles en todas las estaciones de monitoreo según los estándares de calidad nacionales e internacionales. Sin embargo, los resultados del monitoreo de Vibraciones solo en los casos de las estaciones de monitoreo MVA-40 y MVA-60 si sobrepasan los límites máximos establecidos en la normativa alemana DIN 4150, obteniendo PPV de (11.4 mm/s y 5.74 mm/s) correspondientemente. La Norma DIN 4150 da el criterio de prevención más exigente en lo que respecta a normativas internacionales para el control de vibraciones, con una velocidad máxima de la partícula de 5mm/s, para viviendas y edificios. Las estaciones MVA-40 y MVA-60, se ubican en el tajo Norte (puntos internos

de control) estas estaciones se encuentran a una distancia considerable (1.5 km) de las viviendas más próximas al tajo Norte. (Servilex, 2020)

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Estándar de calidad ambiental del aire

Un primer parámetro es del dióxido de azufre (SO₂) pues se establece como máximo 250 ug/m³ cada 24 horas y que esta media no exceda las 07 veces por año. Otra variación sería el material particulado PM₁₀ de 150 a 100 ug/m³ para 24 horas, haciéndolo más estricto respecto del nivel de partículas en el aire; y se establece el valor de PM_{2,5} de 50 ug/m³ para 24 horas en correspondencia a la revisión establecida para el PM₁₀. Asimismo, se adiciona un nuevo valor anual para el PM_{2,5} de 25 ug/m³. (Servilex, 2020)

Tabla 1: Parámetros de estándar de calidad de aire

Parámetros	Periodo	Valor (µg/m ³)	Criterios de evaluación	Método de análisis
Benceno (C ₆ H ₆)	Anual	2	Medida 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	Quimiluminiscencia (método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material Articulado 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 Articulado 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
Monóxidos de Carbono (CO)	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no disperso (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 Hidrogeno (H ₂ S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultra violeta (método automático)

NE: No Exceder

Fuente: D.S. N°003-2017-MINAM

El Ministerio del Ambiente, además dispone que el ECA para Mercurio Gaseoso Total entrará en vigencia al día siguiente de la publicación del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire, como un nuevo parámetro de medición, y se retira el ECA para el parámetro hidrocarburos totales. En tanto que el parámetro plomo en PM10 mantiene sus valores en un nivel adecuado que no representan riesgo a la salud; es decir, se mantiene en 1,5 ug/mg por mes el cual no debe exceder las 04 veces durante el año. En lo que respecta a las indicadas actualizaciones, se tienen en consideración que se tratan de estándares nacionales, que consideran las recomendaciones del Organismo Mundial de la Salud, así como la evaluación efectuada por la OCDE en la Evaluación de Desempeño Ambiental del Perú, las Recomendaciones 25 y 26, así como los Objetivos de Desarrollo Sostenible hacia el 2030. (Servilex, 2020)

2.2.1.1. Los Estándares de Calidad Ambiental para Aire como referente obligatorio

Según el Artículo 2 del D.S. N.º 003-2017-MINAM; Los ECA para Aire son un referente obligatorio para el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, a cargo de los titulares de actividades productivas, extractivas y de servicios.

Los ECA para Aire, como referente obligatorio, son aplicables para aquellos parámetros que caracterizan las emisiones de las actividades productivas, extractivas y de servicios.

2.2.1.2. Monitoreo de la calidad del aire

El monitoreo de la calidad del aire es el proceso técnico que permite medir y evaluar los niveles de contaminantes atmosféricos con el fin de verificar el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos por el Estado. En el Perú, este proceso se rige por el Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM, que fija límites permisibles para contaminantes como el material particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}), dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono (O₃) y monóxido de carbono (CO).

La toma de muestras debe realizarse bajo metodologías estandarizadas, de preferencia aquellas reconocidas por la EPA o la OMS, y siguiendo los lineamientos técnicos del Ministerio del Ambiente (MINAM). Este monitoreo es esencial para proteger la salud pública y tomar decisiones en la gestión ambiental de actividades productivas como la minería e industria. (Servilex, 2020)

2.2.2. Partículas suspendidas en su fracción respirable (PM-10 y PM-2.5)

Son Partículas sólidas o líquidas dispersas en la atmósfera (su diámetro va de 0.3 a 10µm) como polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen. La fracción respirable, está constituida por aquellas partículas de diámetro inferior a 10 micras y 2.5 micras, respectivamente, que tiene la particularidad de penetrar en el aparato respiratorio hasta los alvéolos pulmonares. Provenientes de la combustión industrial y doméstica del carbón, de los procesos industriales, incendios, erosión eólica y erupciones volcánicas, de las construcciones, demoliciones y otros. Produciendo irritación en las vías respiratorias, enfermedades como la silicosis y la asbestosis, agravan el asma y las enfermedades cardiovasculares, deteriora los materiales de construcción y otras superficies, disminuyen la visibilidad en el medio ambiente y provocan la formación de nubes. (Servilex, 2020)

Figura 1: Ilustración de tamaño de partículas

Ilustración del tamaño de las partículas PM₁₀ y PM_{2,5}



Fuente: (Servilex, 2020)

2.2.3. Estándares nacionales de calidad ambiental para ruido (ECA N° 085 – 2003 PCM)

La presente norma (D.S. N° 085 – 2003 – PCM) se establece para no excederlos con el objetivo de proteger la salud y mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible.

Los Estándares Primarios de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido establecen los niveles máximos de ruido en el ambiente que no deben excederse para proteger la salud humana. Dichos ECA's consideran como parámetro el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT) y toman en cuenta las zonas de aplicación y horarios.

Para efectos de la presente norma, se especifican las siguientes zonas de aplicación: Zona Residencial, Zona Comercial, Zona industrial deberán haber sido establecidas como tales por la municipalidad correspondiente.

Tabla 2: Parámetros de estándar de calidad de ruido.

ZONAS DE APLICACIÓN	VALORES EXPRESADOS EN LAeqT (dB)	
	Horario Diurno	Horario Nocturno
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Fuente: D.S. N° 085-2003-PCM

2.2.3.1. Protocolo nacional de monitoreo de ruido ambiental – R.M. N° 227 – 2013

MINAM

Establece metodologías, técnicas y procedimientos que se deben considerar para realizar las mediciones de niveles de ruido ambiental técnicamente adecuado en el país.

Diseño del Plan de Monitoreo: Antes de realizar el monitoreo de ruido ambiental se debe diseñar un plan de Monitoreo que permita la recolección de información adecuada y valedera. para ello debemos considerar al menos lo siguiente:

- Propósito del monitoreo: Definir el objetivo del monitoreo, incluyendo la fuente, la actividad a monitorear y las características de la misma relacionadas al ruido, es decir, identificar aquellos procesos o actividades que generan mayor intensidad de ruido.
- Periodo de Monitoreo: El tiempo de medición debe cubrir las variaciones significativas de la fuente generadora. Este tiempo debe cubrir mínimo tres variaciones; en el caso que no se lleguen a cubrir lo señalado, los intervalos a

elegir deben ser representativos considerando que en ese intervalo se pueda medir un ciclo productivo representativo. Es decir, el período de medición debe coincidir con el periodo de generación del ruido representativo.

- Ubicación del punto de monitoreo: Una vez definidas las fuentes de generación, se deberá seleccionar el o las áreas afectadas, a las cuales denominaremos como áreas representativas. Estas áreas deben ser aquellas donde la fuente genere mayor incidencia en el ambiente exterior. Los puntos de monitoreo deberán ubicarse en áreas representativas siempre al exterior.

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Contaminación en minería

Como sugirió Bert Allard, profesor de química, salud y medio ambiente en la industria minera. El siguiente texto discutirá los impactos ambientales y los aspectos de salud en la industria minera en general. Se prestará especial atención a los temas de relaves y radiación.

A. Impactos ambientales

Se distinguen tres tipos principales de cambios como resultado de la minería: cambio en la topografía natural que resulta en restricciones en las posibilidades de uso de la tierra para otros fines, cambios en las condiciones hidrogeológicas con consecuencias tanto para las aguas subterráneas como superficiales y finalmente cambios en las condiciones geotécnicas de la roca (Aswathanaryana 2003).

El impacto varía con las condiciones locales del sitio específico de la minería. Estos cambios provocados por la minería pueden dar lugar a diversos impactos en el geo ambiente, que se describen a continuación.

B. Impactos en la litosfera

Dependiendo del tipo de minería realizada y el sitio de la minería, existen varios tipos de impactos en la litosfera. Los resultados van desde la formación de crestas, depresiones, hoyos y hundimientos en la superficie, así como cavidades subterráneas que afectan la estabilidad del suelo. Además, tanto el área para la minería como el área utilizada para los vertederos de desechos, ocupan y degradan tierras que podrían usarse para, por ejemplo, agricultura y agricultura (Aswathanaryana 2003).

C. Impactos en la hidrosfera

Los impactos en la hidrosfera resultantes de la minería incluyen la disminución del nivel freático, la descarga de agua de la mina en ríos, mares y lagos, fugas de tanques de sedimentación y evaporadores que tienen un efecto negativo en la calidad del agua subterránea y el bombeo de agua al suelo para la extracción de un mineral (Aswathanaryana 2003).

Los niveles de agua subterránea significativamente más bajos pueden resultar en enormes depresiones superficiales y ríos y lagos drenados con graves impactos en la agricultura circundante, por ejemplo. Además, dependiendo de la composición química de la roca, el agua drenada generalmente se vuelve muy ácida con la capacidad resultante de disolver una variedad de metales pesados y tóxicos (Aswathanaryana 2003).

D. Impactos en la atmósfera

Las emisiones atmosféricas durante la minería se producen no solo por los motores de combustión interna de la maquinaria minera, sino que también se liberan polvo y gases de las explosiones, rocas y masas minerales. Una tonelada de explosivos produce alrededor de 40-50 m³ de óxidos de nitrógeno y enormes cantidades de polvo (Aswathanaryana 2003).

Las fundiciones se utilizan comúnmente para la purificación de minerales y las emisiones de estos procesos incluyen materia particulada y gases como dióxido de azufre, monóxido de carbono y dióxido de carbono. Aunque algunas instalaciones utilizan diferentes tipos de purificación de gases de combustión, estas nunca son completamente efectivas (Carr & Herz eds. 1989).

E. Impactos en la biosfera

La biosfera se ve afectada negativamente por la minería principalmente por la contaminación y por la degradación de la tierra y la vegetación, lo que resulta en una pérdida de biodiversidad. La minería también puede tener un impacto en el microclima local (Aswathanaryana 2003).

F. Aspectos de salud

La minería es una de las ocupaciones industriales más peligrosas y durante el período 1980-89, la minería fue la industria con el mayor número anual de muertes traumáticas. Los impactos de la minería en la salud se pueden dividir en dos categorías: impactos inmediatos como accidentes; e impactos acumulativos y progresivos como el estrés, la radiación y las enfermedades pulmonares (Aswathanaryana 2003). En términos de peligros para la salud, se pueden distinguir cuatro tipos diferentes: peligros físicos, químicos, biológicos y mentales.

G. Riesgos físicos

Los peligros físicos incluyen ruido, calor, vibraciones, caídas y explosiones, inundaciones y diversas formas de polvo, aerosoles y partículas finas con los efectos fibrogenéticos y cancerígenos resultantes (Aswathanaryana 2003). La radiación ionizante se incluye en la categoría de peligros físicos.

H. Peligros químicos

Los peligros químicos surgen de contaminantes químicos en el agua, los desechos sólidos y el aire, siendo las sustancias más comunes el monóxido y el dióxido de carbono, los óxidos de azufre, los óxidos de nitrógeno y los compuestos de flúor (Aswathanaryana 2003).

I. Riesgos biológicos

Los peligros biológicos causados por organismos vivos como hongos, bacterias y parásitos son más comunes entre los trabajadores de las minas en los países en desarrollo con estándares deficientes de higiene y saneamiento.

J. Riesgos mentales

Los peligros mentales relacionados con la minería incluyen claustrofobia, ansiedad, tensión o irritabilidad relacionados con la conciencia del lugar de trabajo peligroso. La fatiga y otros trastornos relacionados con el trabajo por turnos son otros problemas potenciales entre los trabajadores mineros (Aswathanaryana 2003).

2.3.2. Calidad de aire

El Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (ECA), establece los valores máximos permisibles de concentración de contaminantes, con el propósito de proteger la salud de la población en general y de los grupos de mayor susceptibilidad en particular.

A. Estándares Primarios de Calidad del Aire.

Los estándares primarios de calidad del aire consideran los niveles de concentración máxima de los siguientes contaminantes del aire:

- Dióxido de Azufre (SO₂)
- Material Articulado con diámetro menor o igual a 10 micrómetros (PM-10)
- Monóxido de Carbono (CO)
- Dióxido de Nitrógeno (NO₂)
- Ozono (O₃)
- Plomo (Pb)
- Sulfuro de Hidrógeno (H₂S)

Deberá realizarse el monitoreo periódico del Material Particulado con diámetro menor o igual a 2.5 micrómetros (PM-2.5) con el objeto de establecer su correlación con el PM10. Asimismo, deberán realizarse estudios semestrales de especiación del PM10 para determinar su composición química, enfocando el estudio en partículas de carbono, nitratos, sulfatos y metales pesados. Para tal efecto se considerarán las variaciones estacionales. Al menos cada dos años se realizará una evaluación de las redes de monitoreo.

B. Determinación de estándares de calidad de aire.

Los estándares nacionales de calidad ambiental del aire son los establecidos por el Anexo 1 del presente Reglamento. El valor del estándar nacional de calidad de aire para plomo (promedio anual), así como para sulfuro de hidrógeno (24 horas) serán establecidos en el período de 15 meses de publicada la presente norma, en base a estudios epidemiológicos y monitoreos continuos, conforme a los términos de referencia propuestos por el GESTA y aprobados por la Comisión Ambiental Transectorial, de acuerdo a lo establecido por el D.S. 044-98-PCM.

C. Instrumentos y Medidas

Sin perjuicio de los instrumentos de gestión ambiental establecidos por las autoridades con competencias ambientales para alcanzar los estándares primarios de calidad del aire, se aplicarán los siguientes instrumentos y medidas:

- Límites Máximos Permisibles de emisiones gaseosas y material articulado
- Planes de acción de mejoramiento de la calidad del aire
- El uso del régimen tributario y otros instrumentos económicos, para promocionar el desarrollo sostenible
- Monitoreo de la calidad del aire
- Evaluación de Impacto Ambiental.
- Estos instrumentos y medidas, una vez aprobados son legalmente exigibles.

D. Planes de Acción

Los planes de acción para el mejoramiento de la calidad del aire tienen por objeto establecer la estrategia, las políticas y medidas necesarias para que una zona de atención prioritaria alcance los estándares primarios de calidad del aire en un plazo determinado. Para tal efecto el plan deberá tomar en cuenta el desarrollo de nuevas actividades de manera conjunta con las actividades en curso.

E. Monóxido de carbono (CO)

Es un gas incoloro e inodoro, insípido, no irritante, que obstaculiza la liberación de oxígeno en los tejidos y forma carboxihemoglobina. Proveniente de la combustión incompleta de hidrocarburos y sustancias que contienen carbón, tales como la gasolina, el diesel, etc. Produciendo efectos que afectan al sistema nervioso central provocando cambios funcionales cardíacos y pulmonares, dolor de cabeza, fatiga, somnolencia, fallos respiratorios y hasta la muerte.

F. Ozono (O₃)

Es un gas compuesto de tres átomos de oxígeno, iniciando reacciones en cadenas y perturbando las estructuras vitales en las células. El ozono recibe el nombre de smog fotoquímico. Proveniente de reacciones químicas de compuestos orgánicos volátiles y el bióxido de nitrógeno en presencia de la luz (las temperaturas elevadas estimulan la reacción fotoquímica). Produciendo irritación de los ojos, nariz, y del tracto respiratorio,

agravan las enfermedades respiratorias y cardiovasculares, incrementa la formación de plagas, produce resentimiento de materiales por agrietamiento de plásticos y gomas, así como degradación y decoloración de fibras, tintes textiles y pintura.

G. Dióxido de nitrógeno (NO₂)

Es un gas amarillo parduzco picante que da al smog su característica color café. Proveniente de la reacción fotoquímica de óxido nitroso (NO) en el aire, que se produce en la combustión de altas temperaturas en industrias y vehículos, tormentas eléctricas y en las reacciones químicas atmosféricas. Produciendo irritación a los pulmones y daña las células que revisten los pulmones, llegando a generar edemas pulmonares, provoca cambio en el color de las pinturas y disminución de la visibilidad en el medio ambiente.

H. Dióxido de azufre (SO₂)

El SO₂ se oxida y se combina con el agua para formar ácido sulfúrico, principal componente de la lluvia ácida. Proveniente de fuentes naturales como en la combustión de materiales fósiles que contienen azufre, combustión de carbón, diesel y gasolina con azufre, fundición de vetas metálicas ricas en azufre, procesos industriales y erupciones volcánicas. Produciendo constricción de los conductos respiratorios y ataques asmáticos, irrita los ojos y el tracto respiratorio, reduce las funciones pulmonares, provocando enfermedades como el asma, la bronquitis crónica y el enfisema. Asimismo, produce corrosión a los metales, deterioros a los contactos eléctricos, al papel, a los textiles, a las pinturas, a los materiales de construcción y a los monumentos históricos.

I. Hidrocarburos

Son compuestos orgánicos que contienen carbono e hidrógeno en estado gaseoso que, combinado en presencia de la luz solar con óxido de nitrógeno, forma el smog fotoquímico. Proveniente de la combustión incompleta de combustibles y otras sustancias que contienen carbón, del procesamiento, distribución y uso de compuestos derivados del petróleo, tales como la gasolina y los solventes orgánicos. Produciendo trastornos en el sistema respiratorio, y algunos hidrocarburos provocan cáncer.

J. Plomo (Pb)

Es un metal pesado no ferroso que se presenta en forma de vapor, aerosol o polvo. Proveniente de la combustión de gasolina con plomo, minería, fundiciones y procesos

industriales. Produciendo, en su acumulación en los órganos del cuerpo, anemia, lesiones en los riñones y el sistema nervioso central (saturnismo).

2.3.3. Calidad de Ruido

El Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Ruido, establece los valores máximos ruido en el ambiente que no deben excederse para proteger la salud humana.

A. Acústica

Energía mecánica en forma de ruido, vibraciones, trepidaciones, infrasonidos, sonidos y ultrasonidos.

B. Barreras acústicas

Dispositivos que interpuestos entre la fuente emisora y el receptor atenúan la propagación aérea del sonido, evitando la incidencia directa al receptor.

C. Contaminación Sonora

Presencia en el ambiente exterior o en el interior de las edificaciones, de niveles de ruido que generen riesgos a la salud y al bienestar humano.

D. Decibel (dB)

Unidad adimensional usada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. De esta manera, el decibel es usado para describir niveles de presión, potencia o intensidad sonora.

E. Decibel A (dBA)

Unidad adimensional del nivel de presión sonora medido con el filtro de ponderación A, que permite registrar dicho nivel de acuerdo al comportamiento de la audición humana.

F. Emisión

Nivel de presión sonora existente en un determinado lugar originado por la fuente emisora de ruido ubicada en el mismo lugar.

G. Estándares Primarios de Calidad Ambiental para Ruido.

Son aquellos que consideran los niveles máximos de ruido en el ambiente exterior, los cuales no deben excederse a fin de proteger la salud humana. Dichos niveles corresponden a los valores de presión sonora continua equivalente con ponderación A.

H. Horario diurno

Período comprendido desde las 07:01 horas hasta las 22:00 horas.

I. Horario nocturno

Período comprendido desde las 22:01 horas hasta las 07:00 horas del día siguiente.

J. Inmisión

Nivel de presión sonora continua equivalente con ponderación A, que percibe el receptor en un determinado lugar, distinto al de la ubicación del o los focos ruidosos.

K. Instrumentos económicos

Instrumentos que utilizan elementos de mercado con el propósito de alentar conductas ambientales adecuadas (competencia, precios, impuestos, incentivos, etc.)

L. Monitoreo

Acción de medir y obtener datos en forma programada de los parámetros que inciden o modifican la calidad del entorno.

M. Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT)

Es el nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo (T), contiene la misma energía total que el sonido medido.

N. Ruido

Sonido no deseado que moleste, perjudique o afecte a la salud de las personas.

O. Ruidos en Ambiente Exterior:

Todos aquellos ruidos que pueden provocar molestias fuera del recinto o propiedad que contiene a la fuente emisora.

P. Sonido

Energía que es transmitida como ondas de presión en el aire u otros medios materiales que puede ser percibida por el oído o detectada por instrumentos de medición.

Q. Zona comercial

Área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades comerciales y de servicios.

R. Zonas críticas de contaminación sonora

Son aquellas zonas que sobrepasan un nivel de presión sonora continuo equivalente de 80 dBA.

S. Zona industrial

Área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades industriales.

T. Zonas mixtas

Áreas donde colindan o se combinan en una misma manzana dos o más zonificaciones, es decir: Residencial - Comercial, Residencial - Industrial, Comercial - industrial o Residencial - Comercial - Industrial.

U. Zona de protección especial

Es aquella de alta sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren una protección especial contra el ruido donde se ubican establecimientos de salud, establecimientos educativos asilos y orfanatos.

V. Zona residencial

Área autorizada por el gobierno local correspondiente para el uso identificado con viviendas o residencias, que permiten la presencia de altas, medias y bajas concentraciones poblacionales.

2.3.4. Monitoreo según Reglamento de seguridad y salud ocupacional de minería

Según el reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería de Ministerio de Energía y Minas (2017), en sus artículos indica: (D.S. 024-2016-EM, 2016)

Según el Capítulo XI de Higiene Ocupacional, en Subcapítulo I de alcances indica:

En su **Artículo 100**, que la planificación, organización, ejecución y validación de los monitoreos del programa de prevención de los diferentes agentes que representen riesgos para la salud de los trabajadores es realizada por profesionales de Ingeniería de Minas, Higiene y Seguridad, Seguridad Industrial y Minera, Geología, Metalurgia, Química, colegiados y habilitados, con un mínimo de tres (3) años de experiencia en la actividad minera y/o en higiene ocupacional y con capacitación o estudios de especialización, quienes reportan al Gerente de Seguridad y Salud Ocupacional. : (D.S. 024-2016-EM, 2016)

De igual manera en su Subcapítulo II de Agentes físicos indica:

En su **Artículo 102**, que todo titular de actividad minera deberá monitorear los agentes físicos presentes en las actividades mineras y conexas, tales como: ruido, temperaturas extremas, vibraciones, iluminación y radiaciones ionizantes y otros.

: (D.S. 024-2016-EM, 2016) y en su **Artículo 103**, que cuando el nivel de ruido o el nivel de exposición superen los valores indicados en el Anexo N.º 12, se adoptarán las medidas correctivas siguiendo la jerarquía de controles establecida en el artículo 96 del presente reglamento. Para la medición de ruido se utilizará la Guía N.º 1. : (D.S. 024-2016-EM, 2016)

El Anexo 12 tiene la relación de la escala de ponderación del nivel del ruido según el tiempo de Exposición Máximo en una jornada laboral según lo siguiente:

- 82 decibeles por 16 horas/día
- 83 decibeles por 12 horas/día
- 85 decibeles por 8 horas/día
- 88 decibeles por 4 horas/día
- 91 decibeles por 1 1/2 horas/día
- 94 decibeles por 1 hora/día
- 97 decibeles por 1/2 hora/día
- 100 decibeles por 1/4 hora / día: (D.S. 024-2016-EM, 2016)

En su Subcapítulo III de Agentes Químicos indica:

En su **Artículo 110**, que el titular de actividad minera efectuará mediciones periódicas y las registrará de acuerdo al plan de monitoreo de los agentes químicos presentes en la operación minera tales como: polvos, vapores, gases, humos metálicos, neblinas, entre otros que puedan presentarse en las labores e instalaciones, sobre todo en los lugares susceptibles de mayor concentración, verificando que se encuentren por debajo de los Límites de Exposición Ocupacional para Agentes Químicos de acuerdo a lo señalado en el Anexo N.º 15 y lo demás establecido en el Decreto Supremo N.º 015-2005-SA y sus modificatorias, o la norma que lo sustituya, para garantizar la salud y seguridad de los trabajadores. : (D.S. 024-2016-EM, 2016)

Y en su **Artículo 111**, que la concentración promedio de polvo respirable en la atmósfera de la mina, a la cual cada trabajador está expuesto, no será mayor del Límite de Exposición Ocupacional de tres (3) miligramos por metro cúbico de aire para una jornada de ocho (8) horas. El contenido de polvo por metro cúbico de aire existente en las labores de actividad minera debe ser puesto en conocimiento de los trabajadores. : (D.S. 024-2016-EM, 2016)

2.3.5. Infracciones administrativas referidas a las obligaciones técnicas aplicables a las actividades mineras

Según la OEFA (2015), en su Resolución de Consejo Directivo N° 043-2015-OEFA-CD, establece las infracciones administrativas referidas a las obligaciones técnicas aplicables a las actividades mineras en la que el no implementar medidas de control y manejo de las emisiones de material particulado en las diferentes etapas del proceso para las plantas de concentración de minerales y depósitos de relaves. Esta conducta se puede configurar mediante los siguientes subtipos infractores:

- Si la conducta genera daño potencial a la flora o fauna, será calificada como grave y sancionada con una multa de veinticinco (25) hasta dos mil quinientas (2.500) Unidades Impositivas Tributarias.
- Si la conducta genera daño potencial a la salud o vida humana, será calificada como grave y sancionada con una multa de treinta y cinco (35) hasta tres mil quinientas (3.500) Unidades Impositivas Tributarias.

- Si la conducta genera daño real a la flora o fauna, será calificada como muy grave y sancionada con una multa de cincuenta y cinco (55) hasta cinco mil quinientas (5.500) Unidades Impositivas Tributarias.
- Si la conducta genera daño real a la salud o vida humana, será calificada como muy grave y sancionada con una multa de setenta y cinco (75) hasta siete mil quinientas (7.500) Unidades Impositivas Tributarias.

2.4. Definición de términos básico

Calidad de Aire. Se refiere al estado de la contaminación atmosférica, dicho en otras palabras, es un indicador de qué tan contaminado se encuentra el aire y, por lo tanto, que tan apto es para ser respirado.

Contaminación atmosférica. Es el fenómeno de acumulación o concentración de contaminantes en el aire en un tiempo determinado como resultado de actividades humanas o procesos naturales, que causan molestias o efectos adversos en la salud de las personas y otros seres vivos, así como en el medio ambiente.

Impacto Ambiental. Alteración o cambio neto parcial, positivo o negativo (adverso o benéfico), en el medio ambiente o en alguno de sus componentes, resultante de actividades, productos o servicios de una organización.

Minería. Ciencia, técnicas y actividades que tienen que ver con el descubrimiento y la explotación de yacimientos minerales.

CAPITULO III:

MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE Y RUIDO AMBIENTAL

3.1. Metodología de monitoreo de calidad de aire

La vigilancia y el monitoreo ambiental tienen como propósito fundamental generar información que facilite la adopción de medidas orientadas a garantizar el cumplimiento de los objetivos establecidos en la política y normativa ambiental. En este sentido, el artículo 133 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, dispone que la Autoridad Ambiental Nacional debe definir los criterios para implementar las acciones de vigilancia y monitoreo en todo el país.

En concordancia con lo señalado en la Ley General del Ambiente, la Segunda Disposición Complementaria Final del Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental para el Aire, encargó al Ministerio del Ambiente la elaboración del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire, en coordinación con las autoridades competentes.

En este marco normativo, el Ministerio del Ambiente desarrolló dicho protocolo, cuyo contenido establece criterios técnicos estandarizados para el monitoreo de la calidad del aire a nivel nacional. Este protocolo busca generar información de alta calidad, que sea comparable, confiable, representativa y compatible, con el fin de que sirva como insumo

en la formulación de estrategias, planos y demás instrumentos de gestión ambiental destinados a mejorar la calidad del aire.

Además, el protocolo detalla las acciones de operación, mantenimiento y calibración de los sistemas de medición instalados en las estaciones de monitoreo. Dado que la difusión de información confiable sobre la calidad del aire es esencial para la toma de decisiones y la definición de políticas públicas en los ámbitos local, regional y nacional, el protocolo también incluye los requisitos técnicos necesarios para procesar y reportar adecuadamente la información generada. mediante estas acciones de monitoreo.

En conjunto, este instrumento constituye una herramienta integral que orienta, organiza y estandariza el monitoreo de la calidad del aire. Asimismo, proporciona el soporte técnico requerido por entidades públicas, instituciones privadas y particulares, al especificar los procedimientos y la metodología necesaria para la ejecución de acciones de monitoreo y vigilancia, marcadas en la gestión de la calidad ambiental del aire.

3.1.1. Material Particulado Menor a 10 micras (PM10) y Material Particulado Menor a 2.5 (PM2.5)

Alto volumen: Emplea un muestreador de alto volumen (el cual es verificado antes de la salida del servicio), este funciona con variación de flujo constante. Durante el muestreo las partículas suspendidas son transportadas mediante tubos a una cámara de impacto, donde las partículas con diámetros mayores, establecidos de acuerdo con el parámetro (PM10 y PM2.5) son retenidas en una placa colectora, mientras que las partículas de diámetro menor o igual a los establecidos en micrómetros quedan suspendidas y son dirigidas a un filtro donde son colectadas. A este equipo se le colocan filtros de fibras de vidrio con eficiencia de recolección de 99%. Para la determinación de la concentración de (PM10 y PM2.5), el filtro de fibra de vidrio es retirado después del período de monitoreo de 24 horas establecido y colocado en un porta-filtro protector para después ser conducido al laboratorio donde será pesado.

3.1.2. Plomo y Arsénico en Material Particulado Menor a 10 micras

El Plomo y Arsénico forman parte de la toma de muestra de material particulado por el muestreador.

3.1.3. Parámetros Meteorológicos

El registro de los parámetros meteorológicos durante el monitoreo se realizó con la estación meteorológica portátil implementado con sensores y registradores de temperatura, presión, humedad, velocidad del viento y dirección del viento.

3.1.4. Metodología de análisis de calidad de aire

En la tabla se presenta las normas o referencias realizadas para la matriz de calidad de Aire.

Tabla 3: Análisis de calidad de aire

Parámetro	Norma o Referencia	Unidad
Arsénico (As) en PM10	EPA Compendium Method IO-3.4. 1999. Determination of Metals in Ambient Particulate Matter using Inductively Coupled Plasma (ICP) Spectroscopy.	µg/m ³
Plomo (Pb) en PM10	EPA Compendium Method IO-3.4. 1999. Determination of Metals in Ambient Particulate Matter using Inductively Coupled Plasma (ICP) Spectroscopy.	µg/m ³
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10)	NTP 900.030. 2018. Monitoreo de Calidad Ambiental. Calidad de Aire. Método de referencia para la determinación de material particulado respirable como PM10 en la atmósfera.	µg/m ³
Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM2.5)	NTP 900.030. 2018 (Validado aplicado fuera del alcance). Monitoreo de Calidad Ambiental. Calidad de Aire. Método de referencia para la determinación de material particulado respirable como PM10 en la atmósfera.	µg/m ³

Fuente: Cetermin

3.2. Metodología de monitoreo de ruido ambiental

Para la ejecución del presente monitoreo, se emplearon los equipos, métodos y técnicas aceptadas por la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros (DGAAM) del Ministerio de Energía y Minas, así como también por el Ministerio del Ambiente (MINAM).

Por otro lado, para el presente servicio, se ha empleado métodos de análisis y equipos de monitoreo originales, calibrados en estado operativo de acuerdo a sus Programas de

Mantenimiento y Calibración, los cuales están estandarizados basados en Normas Nacionales e Internacionales o referencias reconocidas como: American Public Health Association (APHA), Environmental Protection Agency (EPA), American Society for Testing and Materials (ASTM) y Normas Técnicas Peruanas (NTP). Las mismas que están especificadas en los informes de ensayo.

3.2.1. Monitoreo de ruido ambiental

Se realiza la verificación del sonómetro con un calibrador primario antes de empezar el muestreo, se coloca el equipo (en un trípode) a una altura de 1.2 metros hasta 1.5 metros. Al realizar las mediciones, el operador debe estar a una distancia de 1 metro, esto para evitar difracción y refracción.

Se considera los criterios descritos en el Reglamento de Estándares Nacionales y Calidad Ambiental para Ruido D.S. N°085-2003-PCM donde señala los criterios aplicables que están basados en las Normas técnicas tales como:

- NTP ISO 1996-1:2020: ACÚSTICA - Descripción, Medición y Evaluación del Ruido Ambiental

Parte 1: Índices Básicos y Procedimiento de Evaluación.

- NTP ISO 1996-2:2021: ACÚSTICA - Descripción, Medición y Evaluación del Ruido Ambiental

Parte 2: Determinación de los Niveles de Presión Sonora.

3.3. Equipos utilizados para el monitoreo

Para desarrollar el monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental los principales equipos utilizados en campo son descritos según marca, modelo y código de identificación interno de la empresa, también se describen las soluciones de verificación que se utilizaron.

Tabla 4: Equipos utilizados para el monitoreo de aire y ruido

Equipo	Marca	Modelo	Código de Identificación
GPS	Garmin	MAP78S	S/N 1WR260363
Multiparámetro	Hach	HQ40d	LAB-1440
Muestreador de Partículas de Aire	Thermo Scientific	NI	2943
Muestreador de Partículas de Aire	Thermo Scientific	NI	3323
Manómetro	Dwyer	MARK III	LAB-2145
Estación meteorológica	Davis	VANTAGE PRO2	LAB-2990
Sonómetro	3M	SE-402	LAB-1999A
Calibrador Acústico	3M	AC-300	LAB-1741-B

Fuente: Certimin

Tabla 5: Soluciones de ajuste y verificación

Solución	Marca	Lote
pH 4.00	Supelco (Merk)	HC02910835
pH 7.00	Supelco (Merk)	HC02387439
pH 10.00	Supelco (Merk)	HC16652938
pH 7.00 (Verificación)	Supelco (Merk)	HC91391039

Fuente: Certimin

3.4. Ubicación de estaciones de muestreo

Para desarrollar el muestreo se colocaron 6 estaciones de monitoreo para la medición de la calidad de aire y el ruido ambiental, cuales son descritos y presentados por tipo de muestra, identificando coordenadas UTM, Zona, Altitud y Ubicación

Tabla 6: Ubicación de estaciones de monitoreo de calidad e aire

Estación de Muestreo	Ubicación/Observación	Coordenadas UTM WGS-84 Zona: 18 L		Altitud m.s.n.m.
		Norte	Este	
E-1	Estación a barlovento, a Noreste de la planta. Observación: Tránsito de vehículos pesados y livianos.	8676719	275192	131
E-2	Estación a sotavento, a Suroeste de la planta. Observación: Tránsito de vehículos pesados y livianos.	8676456	275041	154

Fuente: Cetermin

Tabla 7: Ubicación de estaciones de monitoreo de ruido ambiental

Estación de Muestreo	Ubicación/Observación	Coordenadas UTM WGS-84 Zona: 18 L		Altitud m.s.n.m.
		Norte	Este	
R-1	Av. Universitaria frente a la puerta de entrada de COMACSA Observación: Ruido generado por transporte de vehículos pesados y por claxon de mototaxis.	8676760	275081	78
R-2	Av. Zinc, frente a la puerta de salida e ingreso de camiones Observación: Ruido generado por el tránsito vehicular pesado y liviano (mototaxis).	8676409	275059	75
R-3	Av. Universitaria	8676713	274986	88
R-4	Av. Zinc, parte posterior de la planta	8676453	275219	85

Fuente: Cetermin

Figura 2: Georreferenciación – Estaciones de Monitoreo



Fuente: Google Earth, 09 de diciembre de 2024.

3.5. Recolección de datos del monitoreo

Para la recolección de datos del monitoreo se colocaron los instrumentos necesarios de acuerdo a las estaciones identificadas en el anterior título, por lo que se pasa a describir las estaciones de recolección de datos.

3.5.1. Estación de monitoreo de calidad de aire E-1

En esta estación de monitoreo se ha instalado el equipo Muestreador de Partículas de Aire Thermo Scientific NI 2943, con el cual se recolectará los datos.

Figura 3: Estación de monitoreo de calidad de aire E-1

Parámetro	Frecuencia de Muestreo: (Semanal, Mensual, Trimestral o Semestral)	Frecuencia de Reporte: (Mensual, Trimestral, Semestral o Anual)
Material Particulado de Diámetro menor a 2.5 micras (Alto Volumen)/ Material Particulado de Diámetro menor a 10 micras (Alto Volumen)/ Metales por ICP OES en Filtro PM10/ Parámetros Meteorológicos	ANUAL	ANUAL



Fuente: Cetermin

3.5.2. Estación de monitoreo de calidad de aire E-2

En esta estación de monitoreo se ha instalado el equipo Muestreador de Partículas de Aire Thermo Scientific NI 3323, con el cual se recolectará los datos.

Figura 4: Estación de monitoreo de calidad de aire E-2

Parámetro	Frecuencia de Muestreo: (Semanal, Mensual, Trimestral o Semestral)	Frecuencia de Reporte: (Mensual, Trimestral, Semestral o Anual)
Material Particulado de Diámetro menor a 2.5 micras (PM 2.5) (Alto Volumen)/ Material Particulado de Diámetro menor a 10 micras (PM 10) (Alto Volumen)/ Metales por ICP OES en Filtro PM10/ Parámetros Meteorológicos	ANUAL	ANUAL



Fuente: Cetermin

3.5.3. Estación de monitoreo de ruido ambiental R-1

En esta estación de monitoreo se ha instalado el equipo Sonómetro y Calibrador Acústico, con el cual se recolectará los datos.

Figura 5: Estación de monitoreo de ruido ambiental R-1



Fuente: Cetermin

3.5.4. Estación de monitoreo de ruido ambiental R-2

En esta estación de monitoreo se ha instalado el equipo Sonómetro y Calibrador Acústico, con el cual se recolectará los datos.

Figura 6: Estación de monitoreo de ruido ambiental R-2



Fuente: Cetermin

3.5.5. Estación de monitoreo de ruido ambiental R-3

En esta estación de monitoreo se ha instalado el equipo Sonómetro y Calibrador Acústico, con el cual se recolectará los datos.

Figura 7: Estación de monitoreo de ruido ambiental R-3

Parámetro	Frecuencia de Muestreo: (Semanal, Mensual, Trimestral o Semestral)	Frecuencia de Reporte: (Mensual, Trimestral, Semestral o Anual)
Ruido Ambiental (Diurno - Nocturno)	ANUAL	ANUAL



Fuente: Cetermin

3.5.6. Estación de monitoreo de ruido ambiental R-4

En esta estación de monitoreo se ha instalado el equipo Sonómetro y Calibrador Acústico, con el cual se recolectará los datos.

Figura 8: Estación de monitoreo de ruido ambiental R-4

Parámetro	Frecuencia de Muestreo: (Semanal, Mensual, Trimestral o Semestral)	Frecuencia de Reporte: (Mensual, Trimestral, Semestral o Anual)
Ruido Ambiental (Diurno - Nocturno)	ANUAL	ANUAL



Fuente: Cetermin

3.6. Ensayos de las muestras obtenidas

3.6.1. Ensayos de las muestras de la estación de calidad de aire

Tabla 8: Ensayo de partículas de la calidad de aire según tipo de elemento parte 1

Muestras		Ensayos																	
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Limite de Detección LD	MON000 Fecha Muestreo	MON000 Tipo Muestra	MA0460 Nor* WGS-84	MA0460 Est* WGS-84	MA0460 Altitud* msnm	MA0572 PM2.5_AV µg/m3	MA0571 PM10_AV µg/m3	MA0204 Hg µg/m3	MA0204 Ag* µg/m3	MA0204 Al µg/m3	MA0204 As µg/m3	MA0204 B µg/m3	MA0204 Bi µg/m3	MA0204 Ba µg/m3	MA0204 Be µg/m3	MA0204 Ca µg/m3	MA0204 Cd µg/m3	MA0204 Cr µg/m3
1	E-1	Inicio: 2022-11-02 12:00 Fin: 2022-11-03 12:00	Aire	8676719	275192	131	27.67	46.01	<0.0121	<0.0004	5.0260	<0.0055	3.1381	<0.2266	4.1177	<0.0004	14.2812	<0.0011	0.0083
2	E-2	Inicio: 2022-11-03 13:00 Fin: 2022-11-04 13:00	Aire	8676456	275041	154	8.04	11.67	<0.0121	<0.0004	3.7621	<0.0055	1.9661	<0.2266	2.0828	<0.0004	9.0958	<0.0011	0.0079

Fuente: Certimin

Tabla 9: Ensayo de partículas de la calidad de aire según tipo de elemento parte 2

Muestras		Ensayos																				
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Limite de Detección LD	MA0204 Co µg/m3	MA0204 Cu µg/m3	MA0204 Fe µg/m3	MA0204 K µg/m3	MA0204 Mn µg/m3	MA0204 Mg µg/m3	MA0204 Li µg/m3	MA0204 Mo µg/m3	MA0204 Na µg/m3	MA0204 Ni µg/m3	MA0204 Se µg/m3	MA0204 Si µg/m3	MA0204 Sn µg/m3	MA0204 Sr µg/m3	MA0204 Sb µg/m3	MA0204 Pb µg/m3	MA0204 P µg/m3	MA0204 Ti µg/m3	MA0204 Tl µg/m3	MA0204 V µg/m3	MA0204 Zn µg/m3
1	E-1	<0.0033	0.0509	0.5039	2.1289	0.0213	1.8563	0.0074	<0.0019	7.9021	<0.0031	<0.0345	1.8146	<0.0092	0.0898	<0.0055	0.0081	0.0282	0.1712	<0.0334	0.0033	2.2356
2	E-2	<0.0033	0.0141	0.3856	1.3173	0.0106	1.1125	0.0046	<0.0019	5.2445	<0.0031	<0.0345	1.9293	<0.0092	0.0462	<0.0055	<0.0070	<0.0229	0.1420	<0.0334	0.0021	1.3052

Fuente: Certimin

LD: Limite de detección que es tomado en base al límite de cuantificación del método LCM

Las coordenadas, altitud, fueron mediciones realizadas en campo.

Los cálculos expresados en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para material particulado y las sustancias que deben analizarse en la fase de partículas están calculados en condiciones ambientales medidas durante el periodo de muestreo.

De acuerdo al informe de Certimin, las muestras se encontraron en buenas condiciones que fueron recolectados durante un periodo de 14 días, donde indica que los ensayos fueron realizados de acuerdo a las normas aplicables para este tipo de ensayos.

3.6.2. Monitoreo meteorológico de la estación de calidad de aire

Tabla 10: Monitoreo meteorológico de la estación de calidad de aire E-1

FECHA	HORA	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	VELOCIDAD DE VIENTO (m/s)	DIRECCIÓN DE VIENTO	PRESIÓN ATMOSFERICA (mmHg)	PRECIPITACIÓN (mm/h)	INTERVALO DE TIEMPO (min)
2022/11/02	13:00	18.8	77	1.30	W	751.9	0.00	60
2022/11/02	14:00	20.6	72	1.80	W	750.3	0.00	60
2022/11/02	15:00	19.8	74	1.80	W	751.2	0.00	60
2022/11/02	16:00	18.6	77	1.30	W	751.0	0.00	60
2022/11/02	17:00	18.0	78	1.30	W	749.4	0.00	60
2022/11/02	18:00	17.3	80	0.90	W	749.2	0.00	60
2022/11/02	19:00	17.0	81	0.90	W	750.7	0.00	60
2022/11/02	20:00	16.8	82	0.90	WSW	749.9	0.00	60
2022/11/02	21:00	16.6	83	0.90	W	749.9	0.00	60
2022/11/02	22:00	16.5	83	0.90	W	749.0	0.00	60
2022/11/02	23:00	16.6	82	0.90	W	749.4	0.00	60
2022/11/03	00:00	16.3	83	0.90	W	749.3	0.00	60
2022/11/03	01:00	16.1	85	1.30	W	751.4	0.00	60
2022/11/03	02:00	16.1	86	1.30	W	750.1	0.00	60
2022/11/03	03:00	15.8	87	1.30	W	749.6	0.00	60
2022/11/03	04:00	15.6	88	0.90	W	748.8	0.00	60
2022/11/03	05:00	15.6	88	0.40	W	750.5	0.00	60
2022/11/03	06:00	16.0	86	0.40	W	750.5	0.00	60
2022/11/03	07:00	16.1	86	0.40	WSW	750.3	0.00	60
2022/11/03	08:00	16.2	87	0.90	W	749.9	0.00	60
2022/11/03	09:00	16.8	84	0.90	W	750.1	0.00	60
2022/11/03	10:00	17.6	81	0.90	W	750.3	0.00	60
2022/11/03	11:00	18.8	77	0.90	WSW	751.8	0.00	60
2022/11/03	12:00	18.2	79	1.80	W	749.4	0.00	60
Mínimo		15.6	72	0.40	---	748.8	0.00	60
Máximo		20.6	88	1.80	---	751.9	0.00	60
Promedio		17.2	82	1.05	---	750.2	0.00	60

Fuente: Certimin

Tabla 11: Monitoreo meteorológico de la estación de calidad de aire E-2

FECHA	HORA	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	VELOCIDAD DE VIENTO (m/s)	DIRECCIÓN DE VIENTO	PRESIÓN ATMOSFERICA (mmHg)	PRECIPITACIÓN (mm/h)	INTERVALO DE TIEMPO (min)
2022/11/03	14:00	23.2	64	0.90	SSE	748.4	0.00	60
2022/11/03	15:00	22.6	65	0.90	SSE	748.1	0.00	60
2022/11/03	16:00	22.1	66	1.30	SSE	748.7	0.00	60
2022/11/03	17:00	19.8	73	0.90	SSE	748.6	0.00	60
2022/11/03	18:00	18.1	79	0.90	SSE	747.7	0.00	60
2022/11/03	19:00	17.4	83	0.90	S	748.0	0.00	60
2022/11/03	20:00	17.2	83	0.40	SSE	747.8	0.00	60
2022/11/03	21:00	17.3	84	0.40	SSE	746.9	0.00	60
2022/11/03	22:00	17.2	85	0.40	SSE	746.9	0.00	60
2022/11/03	23:00	17.1	85	0.40	SSE	747.6	0.00	60
2022/11/04	00:00	16.9	85	0.40	SSE	748.3	0.00	60
2022/11/04	01:00	16.8	86	0.40	SSE	747.1	0.00	60
2022/11/04	02:00	16.5	89	0.40	SSE	747.2	0.00	60
2022/11/04	03:00	16.2	90	0.40	SW	748.4	0.00	60
2022/11/04	04:00	15.9	91	0.40	SSE	748.1	0.00	60
2022/11/04	05:00	15.8	91	0.40	SSE	747.7	0.00	60
2022/11/04	06:00	16.1	92	0.40	SSE	747.9	0.00	60
2022/11/04	07:00	16.0	92	0.40	SSE	747.8	0.00	60
2022/11/04	08:00	16.5	89	0.40	SSE	747.5	0.00	60
2022/11/04	09:00	17.7	83	0.90	SSE	747.4	0.00	60
2022/11/04	10:00	18.7	79	0.90	SSE	748.1	0.00	60
2022/11/04	11:00	19.2	66	0.40	SSE	748.9	0.00	60
2022/11/04	12:00	19.3	69	0.90	SSE	747.5	0.00	60
2022/11/04	13:00	22.9	65	0.90	S	746.8	0.00	60
Mínimo		15.8	64	0.40	---	746.8	0.00	60
Máximo		23.2	92	1.30	---	748.9	0.00	60
Promedio		18.2	81	0.63	---	747.8	0.00	60

Fuente: Certimin

3.6.3. Monitoreo de control de calidad de aire

Tabla 12: Monitoreo de control de calidad de aire parte 1

Muestras QC		Ensayos														
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Limite de Detección LD	MA0572 PM2.5_AV µg/m3 2.50	MA0571 PM10_AV µg/m3 3.15	MA0204 Hg µg/m3 0.0121	MA0204 Ag* µg/m3 0.0004	MA0204 Al µg/m3 0.0135	MA0204 As µg/m3 0.0055	MA0204 B µg/m3 0.0066	MA0204 Bi µg/m3 0.2266	MA0204 Ba µg/m3 0.0007	MA0204 Be µg/m3 0.0004	MA0204 Ca µg/m3 0.0277	MA0204 Cd µg/m3 0.0011	MA0204 Cr µg/m3 0.0026	MA0204 Co µg/m3 0.0033	MA0204 Cu µg/m3 0.0022
1	Adición (% Recup.)	--	--	100.9	100.3	89.0	99.4	85.6	97.8	83.1	106.3	88.5	99.0	97.5	105.4	96.8
2	Adición Rango (%)	--	--	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0
3	STD - Recuperación Obtenido (%)	--	--	101.4	102.3	96.0	95.9	99.6	97.9	100.8	102.9	96.3	99.1	99.7	101.3	103.1
4	STD - Rango (%)	--	--	80.0-120.0	80.0-120.0	80.0-120.0	80.0-120.0	80.0-120.0	80.0-120.0	80.0-120.0	80.0-120.0	80.0-120.0	80.0-120.0	80.0-120.0	80.0-120.0	80.0-120.0
5	E-1 (Original)	27.67	46.01	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6	E-1 (Dup)	27.91	46.38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7	E-2 (Original)	--	--	<0.0121	<0.0004	3.7621	<0.0055	1.9661	<0.2266	2.0828	<0.0004	9.0958	<0.0011	0.0079	<0.0033	0.0141
8	E-2 (Dup)	--	--	<0.0121	<0.0004	3.7621	<0.0055	1.9661	<0.2266	2.0828	<0.0004	9.0958	<0.0011	0.0079	<0.0033	0.0141
9	Blanco	--	--	<0.0121	<0.0004	<0.0135	<0.0055	<0.0066	<0.2266	<0.0007	<0.0004	<0.0277	<0.0011	<0.0026	<0.0033	<0.0022

Fuente: Certimin

Tabla 13: Monitoreo meteorológico de control de calidad de aire parte 2

Muestras QC		Ensayos													
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Limite de Detección LD	MA0204 Fe µg/m3 0.0075	MA0204 K µg/m3 0.0451	MA0204 Mn µg/m3 0.0009	MA0204 Mg µg/m3 0.0053	MA0204 Li µg/m3 0.0013	MA0204 Mo µg/m3 0.0019	MA0204 Na µg/m3 0.0044	MA0204 Ni µg/m3 0.0031	MA0204 Se µg/m3 0.0345	MA0204 Si µg/m3 0.0378	MA0204 Sn µg/m3 0.0092	MA0204 Sr µg/m3 0.0002	MA0204 Sb µg/m3 0.0055	MA0204 Pb µg/m3 0.0070
1	Adición (% Recup.)	93.2	91.6	97.2	88.2	96.7	97.8	76.6	97.5	98.1	92.3	104.5	112.7	105.1	99.5
2	Adición Rango (%)	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0
3	STD - Recuperación Obtenido (%)	96.1	104.0	100.3	89.8	99.3	98.0	97.5	101.1	93.7	100.8	98.1	92.5	93.4	96.4
4	STD - Rango (%)	80.0-120.0	80.0-120.0	80.0-120.0	80.0-120.0	80.0-120.0	80.0-120.0	80.0-120.0	80.0-120.0	80.0-120.0	80.0-120.0	80.0-120.0	80.0-120.0	80.0-120.0	80.0-120.0
5	E-1 (Original)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6	E-1 (Dup)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7	E-2 (Original)	0.3856	1.3173	0.0106	1.1125	0.0046	<0.0019	5.2445	<0.0031	<0.0345	1.9293	<0.0092	0.0462	<0.0055	<0.0070
8	E-2 (Dup)	0.3856	1.3173	0.0106	1.1125	0.0046	<0.0019	5.2445	<0.0031	<0.0345	1.9293	<0.0092	0.0462	<0.0055	<0.0070
9	Blanco	<0.0075	<0.0451	<0.0009	<0.0053	<0.0013	<0.0019	<0.0044	<0.0031	<0.0345	<0.0378	<0.0092	<0.0002	<0.0055	<0.0070

Fuente: Certimin

Tabla 14: Monitoreo meteorológico de control de calidad de aire parte 3

Muestras QC		Ensayos				
N°	Codigo de Servicio	MA0204	MA0204	MA0204	MA0204	MA0204
	Ensayo	P	Ti	T1	V	Zn
	Unidad	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
	Limite de Detección LD	0.0229	0.0007	0.0334	0.0015	0.0264
1	Adición (% Recup.)	95.4	110.9	105.5	97.1	93.2
2	Adición Rango (%)	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0	75.0 - 125.0
3	STD - Recuperación Obtenido (%)	101.8	97.5	99.4	98.2	97.5
4	STD - Rango (%)	80.0-120.0	80.0-120.0	80.0-120.0	80.0-120.0	80.0-120.0
5	E-1 (Original)	--	--	--	--	--
6	E-1 (Dup)	--	--	--	--	--
7	E-2 (Original)	<0.0229	0.1420	<0.0334	0.0021	1.3052
8	E-2 (Dup)	<0.0229	0.1420	<0.0334	0.0021	1.3052
9	Blanco	<0.0229	<0.0007	<0.0334	<0.0015	<0.0264

Fuente: Certimin

3.6.4. Monitoreo de control de ruido ambiental

Tabla 15: Monitoreo de control de ruido ambiental parte 1

Muestras		Ensayos								
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Limite de Detección LD	MON0000 Fecha Muestreo	MON0000 Tipo Muestra	MA0460 Nor WGS-84	MA0460 Est WGS-84	MA0460 Altitud msnm	MA1405 Ruido L Min. (Diurno) dBA	MA1405 Ruido L Max. (Diurno) dBA	MA1405 Ruido L eq (Diurno) dBA	MA1405 Ruido L Min. (Nocturno) dBA
1	R-1	Inicio: 2022-11-02 12:40 Fin: 2022-11-02 12:55	--	8676760	275081	78	60.2	80.4	68.3	--
2	R-1	Inicio: 2022-11-02 22:30 Fin: 2022-11-02 22:45	--	8676760	275081	78	--	--	--	59.9
3	R-2	Inicio: 2022-11-02 11:30 Fin: 2022-11-02 11:45	--	8676409	275059	75	59.5	80.1	69.7	--
4	R-2	Inicio: 2022-11-02 23:30 Fin: 2022-11-02 23:45	--	8676409	275059	75	--	--	--	56.6
5	R-3	Inicio: 2022-11-02 12:05 Fin: 2022-11-02 12:20	--	8676713	274986	88	61.2	82.4	70.5	--
6	R-3	Inicio: 2022-11-02 22:05 Fin: 2022-11-02 22:20	--	8676713	274986	88	--	--	--	60.9
7	R-4	Inicio: 2022-11-02 11:10 Fin: 2022-11-02 11:25	--	8676453	275219	85	58.8	79.0	68.9	--
8	R-4	Inicio: 2022-11-02 23:10 Fin: 2022-11-02 23:25	--	8676453	275219	85	--	--	--	57.6

Fuente: Certimin

Tabla 16: Monitoreo de control de ruido ambiental parte 2

Muestras		Ensayos	
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Limite de Detección LD	MA1405 Ruido L Max. (Nocturno) dBA	MA1405 Ruido L eq (Nocturno) dBA
1	R-1	--	--
2	R-1	79.2	67.8
3	R-2	--	--
4	R-2	79.8	67.1
5	R-3	--	--
6	R-3	80.8	69.3
7	R-4	--	--
8	R-4	78.4	66.7

Fuente: Certimin

CAPITULO IV:

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL MONITOREO

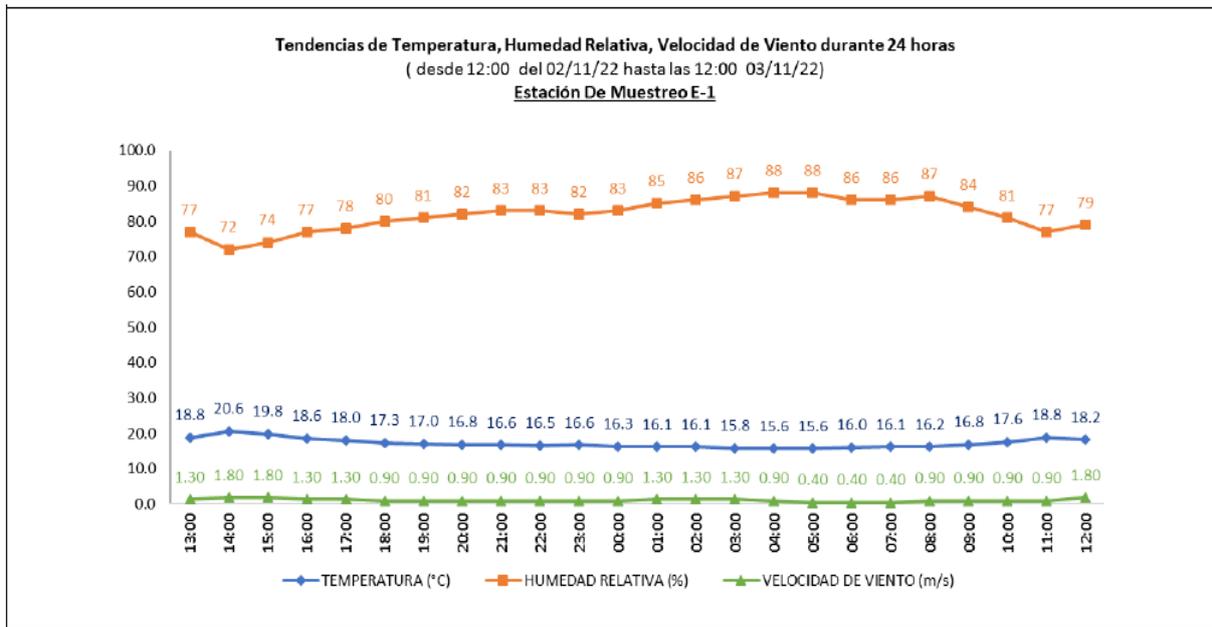
4.1. Resultados del monitoreo de calidad de aire

4.1.1. Monitoreo de la temperatura ambiental

Para los resultados del monitoreo de la calidad de aire, se ha realizado la medición y monitoreo de la temperatura ambiental, en cada estación instalada, donde se observa que se obtuvieron los resultados siguientes:

Se presenta la tendencia de temperatura ambiental, humedad relativa, velocidad de viento por horas y la rosa de vientos, correspondientes al día de monitoreo para las estaciones E-1 y E-2

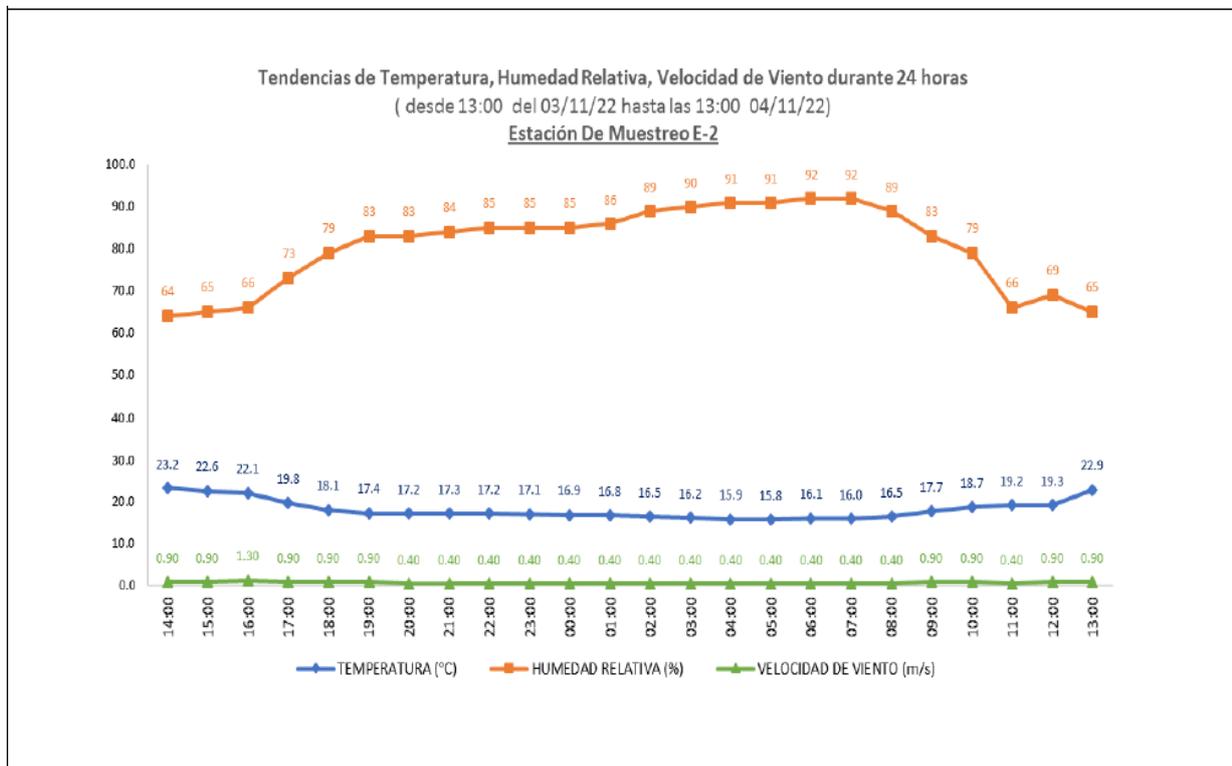
Figura 9: Tendencia de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento de E-1



Fuente: Certimin

La tendencia de la temperatura en la E-1 es cuasi constante de 16.5 °C, así como la humedad relativa que llega a un promedio de 83% y la velocidad de viento promedio de 0.90 m/s.

Figura 10: Tendencia de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento de E-2



Fuente: Certimin

La tendencia de la temperatura en la E-2 es cuasi constante de 16.8 °C, así como la humedad relativa es variada que llega a un promedio de 79% y la velocidad de viento promedio de 0.70 m/s.

4.1.2. Resultados del monitoreo de la calidad de aire

Los resultados correspondientes a las estaciones de muestreo de Calidad de Aire son comparados con el D.S. N.º 003-2017-MINAM: “Estándares de Calidad Ambiental para Aire” y de forma referencial con la R.M.Nº315-96-EM/VMM: “Niveles Máximos Permisibles de Elementos y Compuestos presentes en Emisiones Gaseosas provenientes de las Unidades Minero -Metalúrgicas”.

Tabla 17: Resultados de monitoreo de la calidad de aire

Parámetro	Unidad	Estación de Muestreo		D.S. N° 003-2017-MINAM	(*) R.M. N° 315-96-EM/VMM
		E-1	E-2		
Fecha de inicio de monitoreo		02/11/2022	3/11/2022		
Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM2.5)	µg/m3	27.67	8.04	50	-
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10)	µg/m3	46.01	11.67	100	-
Plomo (Pb) en PM10	µg/m3	0.0081	<0.0070	1.5	-
Arsénico (As) en PM10	µg/m3	<0.0055	<0.0055	-	6

Fuente: Propia

4.2. Resultados del monitoreo de ruido ambiental

Los resultados del monitoreo de ruido ambiental de las estaciones instaladas son comparados con los valores respectivos del D.S N° 085-2003-MINAM: “Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido” para el horario diurno y nocturno.

Tabla 18: Resultados de monitoreo de ruido ambiental

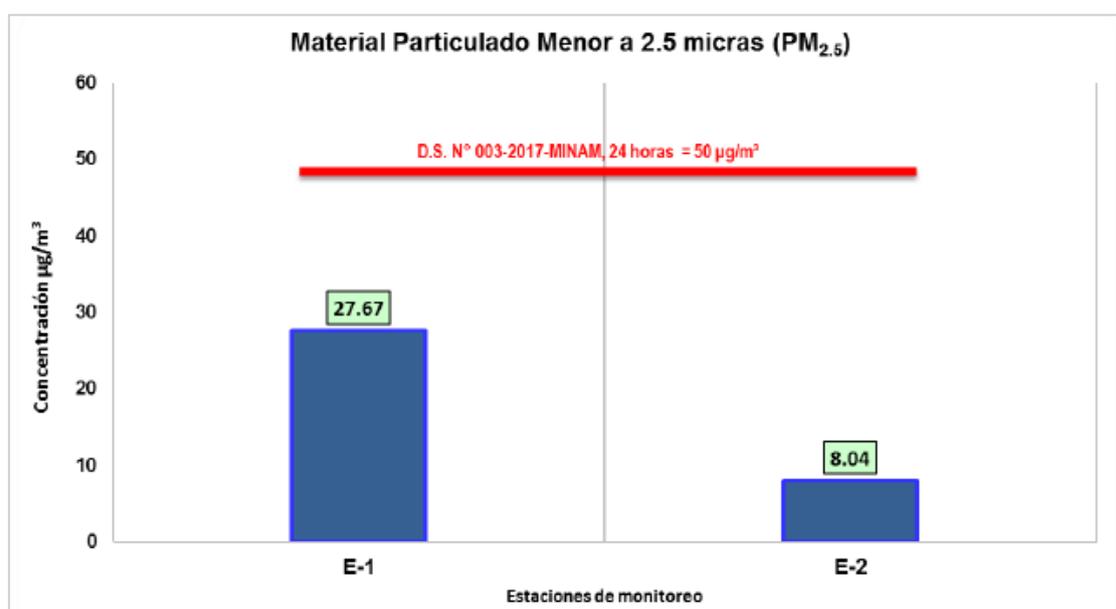
Estación de Monitoreo	Fecha		Unidad	Nivel de Presión Sonora LAeq	D.S. N.º 085-2003-PCM
	Inicio	Fin			Zona Industrial
Horario Diurno					
R1	02/11/2022 12:40	02/11/2022 12:55	dBA	68.3	80
R2	02/11/2022 11:30	02/11/2022 11:45	dBA	69.7	
R3	02/11/2022 12:05	02/11/2022 12:20	dBA	70.5	
R4	02/11/2022 11:10	02/11/2022 11:25	dBA	68.9	
Horario Nocturno					
R1	02/11/2022 22:30	02/11/2022 12:45	dBA	67.8	70
R2	02/11/2022 23:30	02/11/2022 23:45	dBA	67.1	
R3	02/11/2022 22:05	02/11/2022 22:20	dBA	69.3	
R4	02/11/2022 23:10	02/11/2022 23:25	dBA	66.7	

Fuente: Propia

4.3. Análisis de resultados de calidad de aire

4.3.1. Análisis de material particulado a 2.5 micras

Figura 11: Análisis de material particulado a 2.5 micras

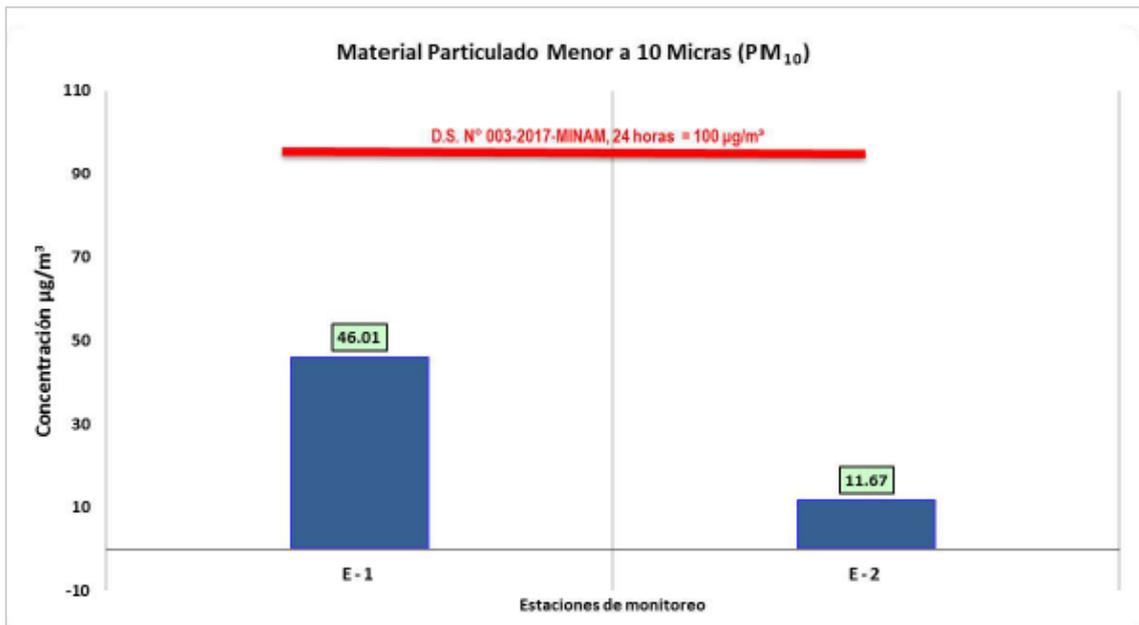


Fuente: Propia

De acuerdo al el D.S. N.º 003-2017-MINAM, el estándar de material particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM2.5) es de 50 µg/m³, de los monitoreos realizados en la estación E-1 es de 27.67 µg/m³ lo que indica que está en un 44.66% por debajo del estándar y la estación E-2 es de 8.04 µg/m³, lo que indica que está en un 83.92% por debajo del estándar.

4.3.2. Análisis de material particulado a 10 micras

Figura 12: Análisis de material particulado a 10 micras

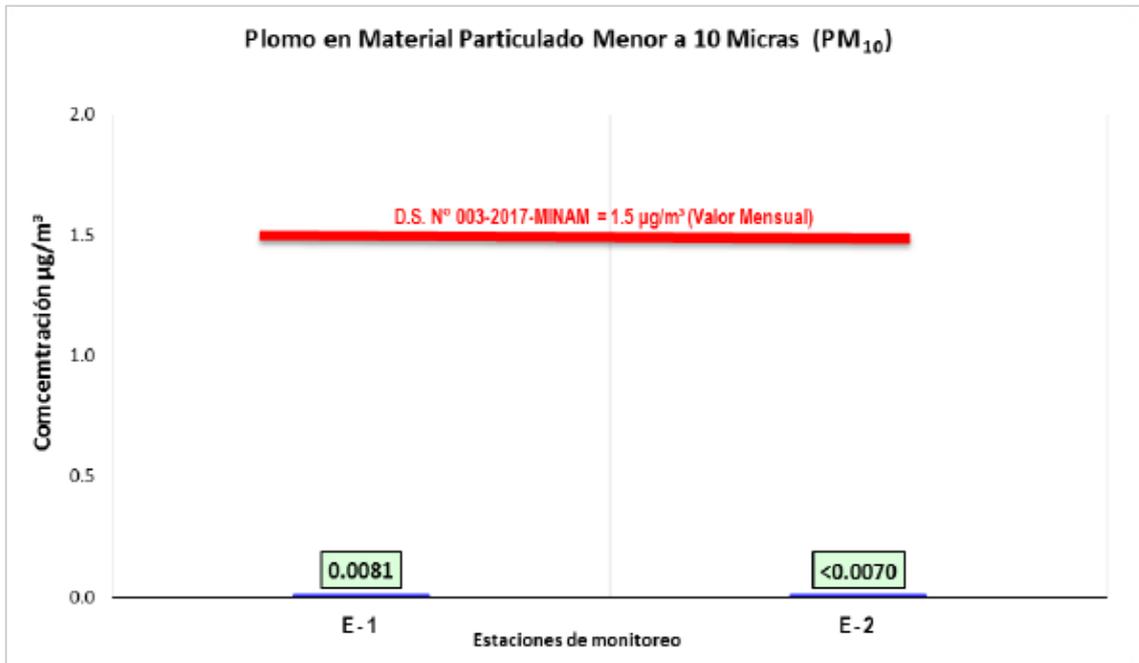


Fuente: Propia

De acuerdo al el D.S. N.º 003-2017-MINAM, el estándar de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10) es de 100 µg/m³, de los monitoreos realizados en la estación E-1 es de 46.01 µg/m³ lo que indica que está en un 53.99% por debajo del estándar y la estación E-2 es de 11.67 µg/m³ lo que indica que está en un 88.33% por debajo del estándar.

4.3.3. Análisis de material particulado plomo (Pb) en PM10

Figura 13: Análisis de material particulado plomo (Pb) en PM10

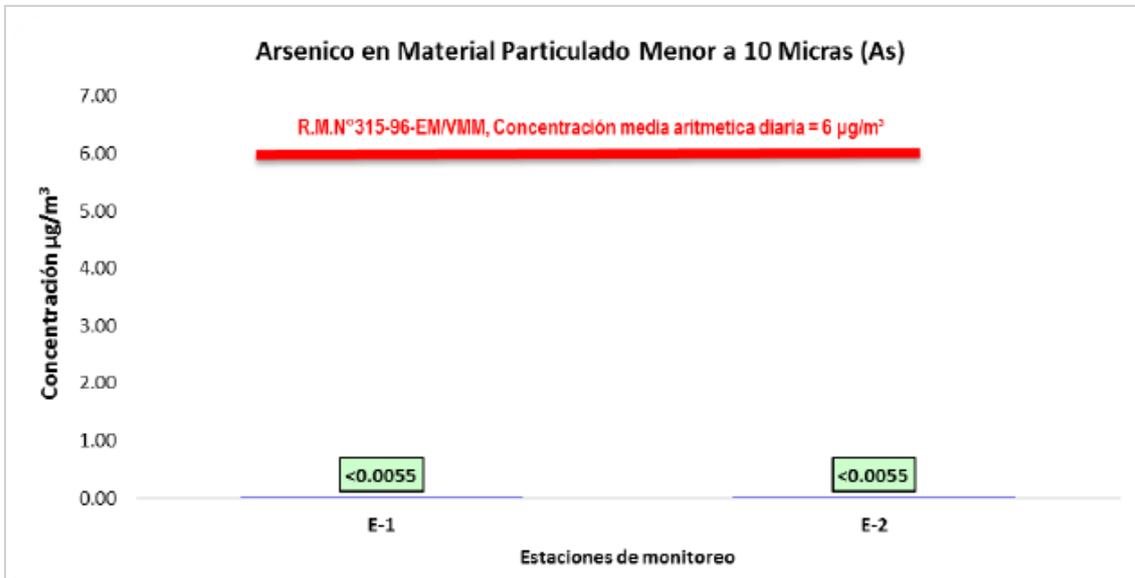


Fuente: Propia

De acuerdo al el D.S. N.º 003-2017-MINAM, el estándar de material particulado Plomo (Pb) en PM10 es de 1.5 µg/m³, de los monitoreos realizados en la estación E-1 es de 0.0081 µg/m³ lo que indica que está en un 99.47% por debajo del estándar y la estación E-2 es de <0.0070 µg/m³ lo que indica que está en un 99.53% por debajo del estándar.

4.3.4. Análisis de material particulado plomo (Pb) en PM10

Figura 14: Análisis de material particulado Arsénico (As) en PM10



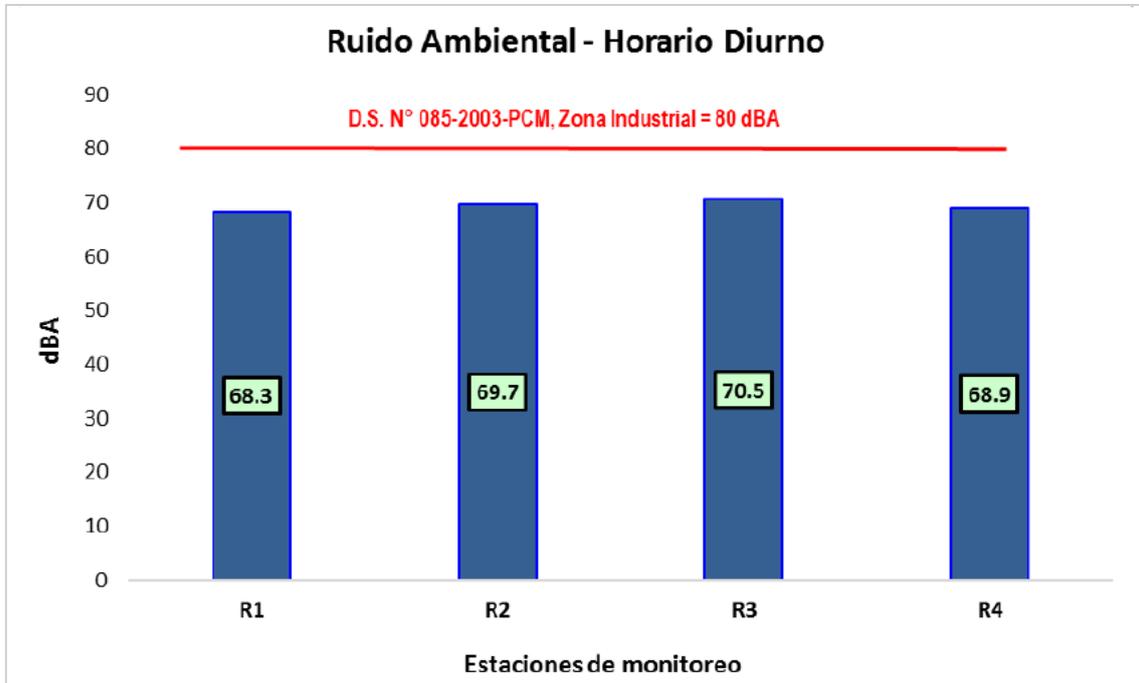
Fuente: Propia

De acuerdo al el R.M. N° 315-96- EM/VMM, el estándar de material particulado Arsénico (As) en PM10 es de $6.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, de los monitoreos realizados en la estación E-1 es de $<0.0055 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lo que indica que está en un 99.91% por debajo del estándar y la estación E-2 es de $<0.0055 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lo que indica que está en un 99.91% por debajo del estándar.

4.4. Análisis de resultados de ruido ambiental

4.4.1. Análisis de ruido ambiental en horario diurno

Figura 15: Análisis de resultado de ruido ambiental en horario diurno

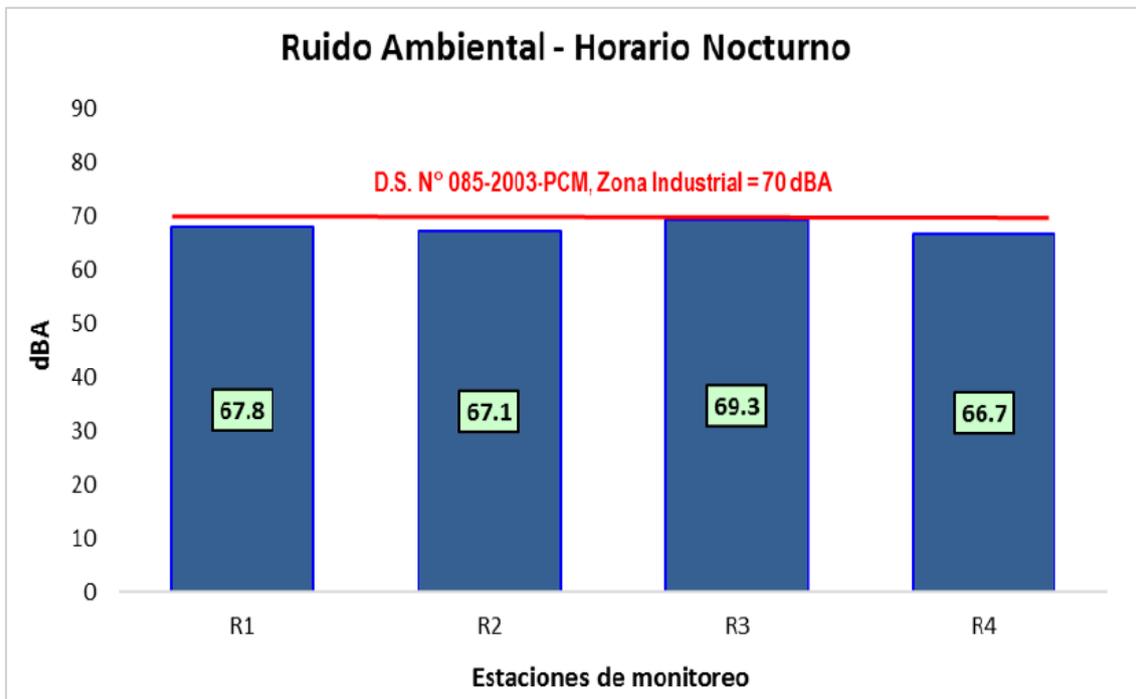


Fuente: Propia

De acuerdo al el D.S. N.º 085-2003-PCM, el estándar de calidad ambiental para el ruido es de 80 decibeles (dBA), de los monitoreos realizados en las estaciones R-1, R-2, R-3 y R-4 se obtuvo un promedio de 69.35 decibeles (dBA), lo que indica que está en un 13.31% por debajo del estándar.

4.4.2. Análisis de ruido ambiental en horario diurno

Figura 16: Análisis de resultado de ruido ambiental en horario nocturno



Fuente: Propia

De acuerdo al el D.S. N.º 085-2003-PCM, el estándar de calidad ambiental para el ruido es de 70 decibeles (dBA), de los monitoreos realizados en las estaciones R-1, R-2, R-3 y R-4 se obtuvo un promedio de 67.73 decibeles (dBA), lo que indica que está en un 3.24% por debajo del estándar.

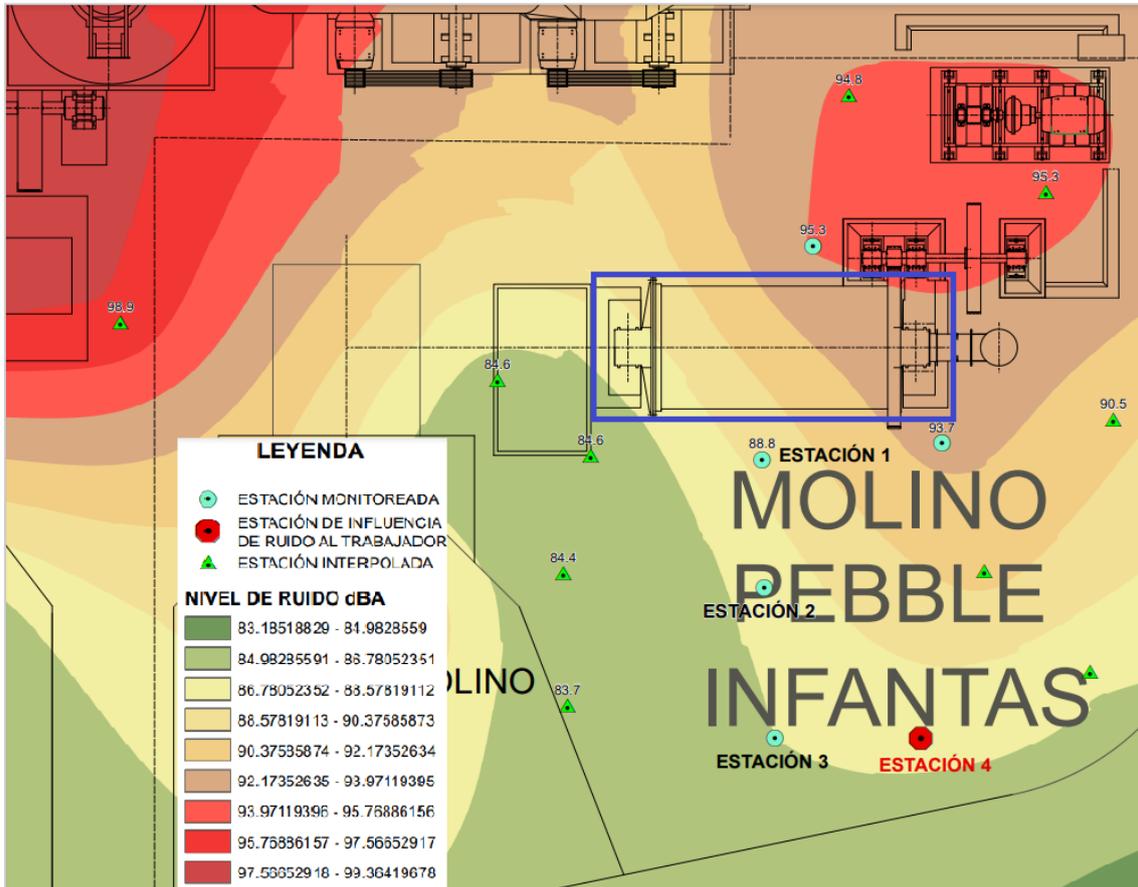
4.5. Monitoreo del ruido ambiental en el molino PEBBLE de la planta ACSA DOS

El monitoreo del ruido ambiental del molino Pebble de la planta ACSA DOS se desarrolló con el fin de disminuir los decibeles que genera este y afecta a los operadores y al personal en general de la planta ACSA DOS.

4.5.1. Ubicación de estaciones de monitoreo de molino Pebble

En la figura siguiente se pueden identificar las estaciones de monitoreo del ruido ambiental del molino Pebble y una leyenda con los niveles de ruido identificados.

Figura 17: Ubicación de estaciones de monitoreo de molino Pebble



Fuente: Propia

4.5.2. Monitoreo de ruido de molino Pebble

El monitoreo se realizó calculando el nivel de precisión sonora continuo equivalente – LaeqT (dBA), el nivel de precisión sonora continuo mínimo - Lmin (dBA) y el nivel de precisión sonora continuo máximo - Lmax (dBA), de los que se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 19: Resultados del monitoreo del molino Pebble - Estación - 1

Descripción	Datos	Imagen
Estación de monitoreo	E - 1	
Nivel de Precisión Sonora LAeqT (dBA)	88.8	
Nivel de Precisión Sonora Lmin (dBA)	86.7	
Nivel de Precisión Sonora Lmáx (dBA)	93.3	
Hora de monitoreo (10 min)	9:00- 9:10	
El molino Pebble y aledaños se encuentran encendidos. Estación ubicada al límite frontal (perímetro) del molino		

Fuente: Propia

Tabla 20: Resultados del monitoreo del molino Pebble - Estación - 2

Descripción	Datos	Imagen
Estación de monitoreo	E - 2	
Nivel de Precisión Sonora LAeqT (dBA)	88.6	
Nivel de Precisión Sonora Lmin (dBA)	86.6	
Nivel de Precisión Sonora Lmáx (dBA)	91.5	
Hora de monitoreo (10 min)	9:15-9:25	
El molino Pebble y aledaños se encuentran encendidos. Estación ubicada a 2m del perímetro frontal del molino.		

Fuente: Propia

Tabla 21: Resultados del monitoreo del molino Pebble - Estación - 3

Descripción	Datos	Imagen
Estación de monitoreo	E - 3	
Nivel de Precisión Sonora LAeqT (dBA)	87.2	
Nivel de Precisión Sonora Lmin (dBA)	85.0	
Nivel de Precisión Sonora Lmáx (dBA)	91.2	
Hora de monitoreo (10 min)	9:30-9:40	
El molino Pebble y aledaños se encuentran encendidos. Estación ubicada a 4m del perímetro frontal del molino		

Fuente: Propia

Tabla 22: Resultados del monitoreo del molino Pebble - Estación - 4

Descripción	Datos	Imagen
Estación de monitoreo	E - 4	
Nivel de Precisión Sonora LAeqT (dBA)	87.1	
Nivel de Precisión Sonora Lmin (dBA)	84.8	
Nivel de Precisión Sonora Lmáx (dBA)	92.1	
Hora de monitoreo (10 min)	9:45-9:55	
El molino Pebble y aledaños se encuentran encendidos. “Influencia directa al trabajador.” Estación ubicada a 4m del perímetro frontal del molino área de empaletado (zona de trabajo del personal).		

Fuente: Propia

4.5.3. Alternativa de disminución de ruido ambiental del molino Pebble

Como alternativa para la disminución de ruido ambiental del molino Pebble, se adoptó colocar manta lana de roca de 2” de espesor en todo el tambor del molino, luego de eso

se realizó el monitoreo del ruido ambiental, de lo que se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 23: Resultados del monitoreo del molino Pebble con lana de roca - Estación - 1

Descripción	Datos	Imagen
Estación de monitoreo	E - 1	
Nivel de Precisión Sonora LAeqT (dBA)	88.3	
Nivel de Precisión Sonora Lmin (dBA)	86.4	
Nivel de Precisión Sonora Lmáx (dBA)	91.5	
Hora de monitoreo (10 min)	14:00-14:10	
El molino Pebble y aledaños se encuentran encendidos. Estación ubicada al límite frontal (perímetro) del molino		

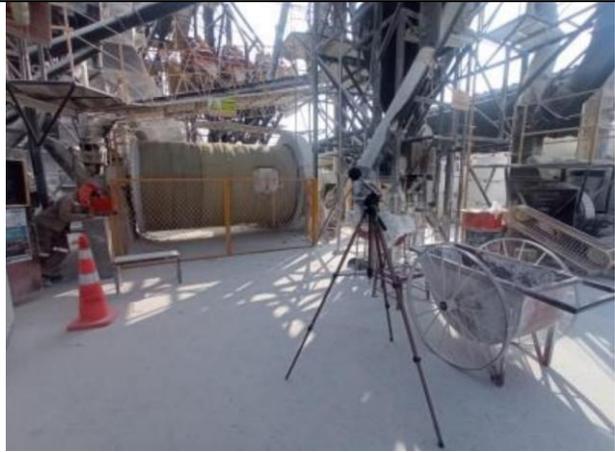
Fuente: Propia

Tabla 24: Resultados del monitoreo del molino Pebble con lana de roca - Estación - 2

Descripción	Datos	Imagen
Estación de monitoreo	E - 2	
Nivel de Precisión Sonora LAeqT (dBA)	87.9	
Nivel de Precisión Sonora Lmin (dBA)	85.9	
Nivel de Precisión Sonora Lmáx (dBA)	89.9	
Hora de monitoreo (10 min)	14:15-14:25	
El molino Pebble y aledaños se encuentran encendidos. Estación ubicada a 2m del perímetro frontal del molino.		

Fuente: Propia

Tabla 25: Resultados del monitoreo del molino Pebble con lana de roca - Estación - 3

Descripción	Datos	Imagen
Estación de monitoreo	E - 3	
Nivel de Precisión Sonora LAeqT (dBA)	87.3	
Nivel de Precisión Sonora Lmin (dBA)	85.4	
Nivel de Precisión Sonora Lmáx (dBA)	89.4	
Hora de monitoreo (10 min)	14:30-14:40	
El molino Pebble y aledaños se encuentran encendidos. Estación ubicada a 4m del perímetro frontal del molino		

Fuente: Propia

Tabla 26: Resultados del monitoreo del molino Pebble con lana de roca - Estación - 4

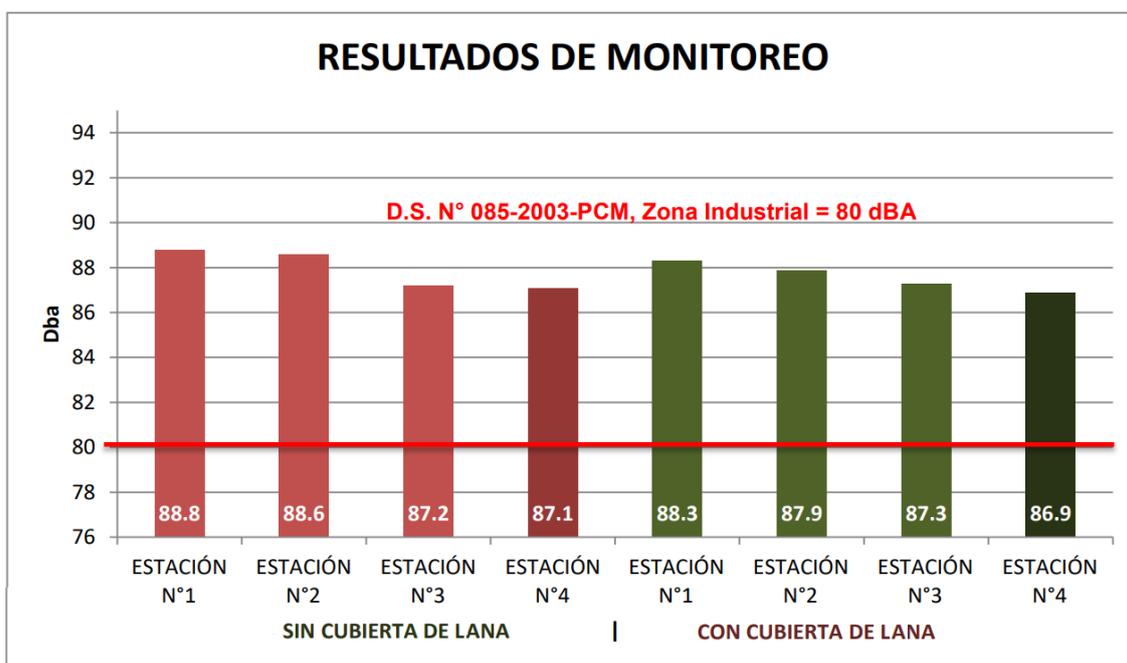
Descripción	Datos	Imagen
Estación de monitoreo	E - 4	
Nivel de Precisión Sonora LAeqT (dBA)	86.9	
Nivel de Precisión Sonora Lmin (dBA)	84.6	
Nivel de Precisión Sonora Lmáx (dBA)	90.3	
Hora de monitoreo (10 min)	14:45-14:55	
El molino Pebble y aledaños se encuentran encendidos. “Influencia directa al trabajador.” Estación ubicada a 4m del perímetro frontal del molino área de empaletado (zona de trabajo del personal).		

Fuente: Propia

4.5.4. Análisis de resultado de monitoreo de ruido ambiental de molino Pebble

Se desarrolla el análisis del monitoreo del ruido ambiental de acuerdo a los resultados obtenidos, para lo cual se realiza el histograma siguiente:

Figura 18: Análisis de resultado de monitoreo ruido ambiental de molino Pebble



Fuente: Propia

Se observó que el límite equivalente en la estación 1 es de 88.8 dBA y con la cubierta de lana de roca es de 88.3 dBA, disminuyendo en 0.5 dBA, así en la estación 2 es de 88.6 dBA y con cubierta de lana de roca es de 87.9 dBA disminuyendo en 0.7 dBA, en la estación 3 es de 87.2 dBA y con lana de roca es de 87.3 dBA donde incremento 0.1 dBA y finalmente en la estación 4 es de 87.1 dBA y con lana de roca 86.9 dBA disminuyendo en 0.2 dBA.

Por lo que se concluyen que con la cubierta de lana de roca existe una disminución del ruido ambiental 0.35 dBA aproximadamente. Si bien no es tan significativa esta disminución de sonido. Esto se hace que el personal que opera el molino y el personal de las zonas aledañas al molino no soportaran más decibeles de sonido o ruido ambiental. Se ha recomendado al personal que operan dentro del molino Pebble utilizar orejeras que reduzcan el ruido en 25dBA, para poder disminuir el estrés laboral.

4.5.5. Lana de roca

Es una manta armada de lana mineral de roca que se suministra con una malla de alambre galvanizado por una cara (versión GGN) y una cinta Strapex como práctico elemento para

su transporte. Se aplica como y está recomendado para el aislamiento térmico, acústico y protección a fuego para las aplicaciones definidas dentro del aislamiento técnico.

Figura 19: Manta de lana de roca



Fuente: ECOSE® Technology

4.6. Discusión

Al culminar esta investigación, uno de los objetivos fue contrastar que los niveles de calidad del aire y de ruido ambiental en la planta ACSA DOS de COMACSA cumplan con los estándares normativos establecidos por el Estado. Esencialmente, los niveles de PM2.5, PM10, plomo (Pb) y arsénico (As) se encontraron muy por debajo de los límites máximos permisibles, y lo mismo ocurrió con los niveles de ruido registrados en las cuatro estaciones evaluadas. Esto refuerza la idea de que el monitoreo implementado por la empresa no solo es efectivo, sino también crucial para garantizar un entorno laboral seguro para sus trabajadores.

Al realizar la comparación de estos resultados con el antecedente de la tesis de Mamani Adco (2020), titulada “Manejo ambiental y mitigación de impactos generados por tratamiento de mineral – Mina Champaya – Huancavelica”, se evidencian importantes coincidencias. En el estudio de Mamani, los resultados de monitoreo ambiental (aire, agua, suelo y ruido) también estuvieron dentro de los límites aceptables establecidos por

los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), concluyendo que las operaciones no representaban un riesgo directo para la salud humana ni para el ecosistema circundante.

Ambas investigaciones, aunque desarrolladas en lugares geográficos distintos, apuntan a una tendencia positiva en el sector minero; la creciente responsabilidad ambiental de las empresas en cuanto a la mitigación de impactos negativos generados por el tratamiento de minerales. En nuestro caso, los datos obtenidos de la planta ACSA DOS muestran que los esfuerzos de control y mejora, como la implementación de sistemas de encapsulado y el uso de materiales como la lana de roca, contribuyen directamente a reducir las emisiones y niveles de ruido.

Es importante resaltar que, al igual que en el trabajo de Mamani, donde se plantearon medidas correctivas específicas y monitoreos periódicos para aire, agua y suelo, en la presente investigación también se concluye la necesidad de seguir implementando acciones adicionales, como el uso de rejillas acústicas y equipos de protección personal, para fortalecer aún más la prevención de riesgos ocupacionales. Así, la experiencia de Champaya sirve como un antecedente valioso que valida las acciones adoptadas por COMACSA, y al mismo tiempo, reafirma la importancia de contar con sistemas de monitoreo ambiental constantes y bien estructurados.

Finalmente, esta discusión nos permite reflexionar que el cumplimiento normativo, si bien es el mínimo exigible, puede y debe ser superado por una cultura de mejora continua y prevención. La salud de los trabajadores y la protección del entorno no deben considerarse únicamente obligaciones legales, sino elementos claves de una minería responsable y sostenible.

CONCLUSIONES

- Se concluye que la evaluación e implementación del monitoreo de la calidad del aire y del ruido ambiental en la planta ACSA DOS de COMACSA han demostrado ser efectivas para disminuir los riesgos de salud ocupacional de los trabajadores. Los niveles de PM2.5 y PM10 se encuentran hasta en un 88.33% por debajo de los estándares normativos, y las concentraciones de plomo y arsénico por debajo del 99.91% del estándar. En cuanto al ruido ambiental, los niveles registrados están hasta en un 13.31% por debajo del límite permitido. Estos resultados promueven un ambiente laboral más seguro y saludable, y garantiza el cumplimiento de la normativa vigente.
- Se concluye que el nivel actual de calidad del aire en la planta ACSA DOS de COMACSA cumple con los límites permisibles establecidos por las normativas vigente, según el nivel de material particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM2.5) es de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, de los monitoreos realizados en la estación E-1 es de 27.67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ lo que indica que está en un 44.66% por debajo del estándar y la estación E-2 es de 8.04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, lo que indica que está en un 83.92% por debajo del estándar; el nivel de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10) es de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, de los monitoreos realizados en la estación E-1 es de 46.01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ lo que indica que está en un 53.99% por debajo del estándar y la estación E-2 es de 11.67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ lo que indica que está en un 88.33% por debajo del estándar; el nivel de material particulado Plomo (Pb) en PM10 es de 1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, de los monitoreos realizados en la estación E-1 es de 0.0081 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ lo que indica que está en un 99.47% por debajo del estándar y la estación E-2 es de <0.0070 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ lo que indica que está en un 99.53% por debajo del estándar; el nivel de material particulado Arsénico (As) en PM10 es de 6.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, de los monitoreos realizados en la estación E-1 es de <0.0055 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ lo que indica que está en un 99.91% por debajo del estándar y la estación E-2 es de <0.0055 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ lo que indica que está en un 99.91% por debajo del estándar.
- Se concluye el nivel actual del ruido ambiental en la planta ACSA DOS de COMACSA cumple con los límites permisibles establecidos por las normativas

vigentes que, el estándar de calidad ambiental para el ruido es de 80 decibeles (dBA), de los monitoreos realizados en las estaciones R-1, R-2, R-3 y R-4 se obtuvo un promedio de 69.35 decibeles (dBA), lo que indica que está en un 13.31% por debajo del estándar y el nivel de calidad ambiental para el ruido es de 70 decibeles (dBA), de los monitoreos realizados en las estaciones R-1, R-2, R-3 y R-4 se obtuvo un promedio de 67.73 decibeles (dBA), lo que indica que está en un 3.24% por debajo del estándar.

- Se concluye que la implementación de alternativas y medidas propuestas para mejorar los niveles de calidad del aire y del ruido ambiental en la planta ACSA DOS de COMACSA reduce significativamente los riesgos de salud ocupacional de los trabajadores, con la cubierta de lana de roca existe una disminución del ruido ambiental 0.35 dBA aproximadamente. Si bien no es tan significativa esta disminución de sonido. Esto se hace que el personal que opera el molino y el personal de las zonas aledañas al molino no soportaran más decibeles de sonido o ruido ambiental. Se ha recomendado al personal que operan dentro del molino Pebble utilizar orejeras que reduzcan el ruido en 25dBA, para poder disminuir el estrés laboral.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la empresa COMACSA continúe realizando monitoreos periódicos de la calidad del aire y del ruido ambiental en la planta ACSA DOS. Esto permitirá identificar de manera oportuna cualquier variación en los niveles de contaminación y garantizar su control conforme a los estándares normativos vigentes, promoviendo un entorno laboral seguro y saludable para los trabajadores; el cumplimiento de estos monitoreos se realizará constantemente por el área de Seguridad y Medio Ambiente.
- Se recomienda mantener y mejorar los sistemas de control de emisiones en la planta. Esto incluye la implementación de filtros de alta eficiencia y sistemas de ventilación adecuados, asegurando que los niveles actuales se sostengan en el tiempo y protegiendo la salud respiratoria de los colaboradores; el cumplimiento se realizara bajo la inspección constante del área de Seguridad y Medio Ambiente.
- Se recomienda reforzar el uso de cubiertas acústicas y materiales aislantes como la lana de roca en áreas críticas, como el molino Pebble. Asimismo, se debe proporcionar protectores auditivos de alto rendimiento al personal que labora en zonas con mayor exposición al ruido, con el fin de reducir su impacto en la salud auditiva y en el bienestar general de los trabajadores; el cumplimiento se realizara bajo la inspección constante del área de Seguridad y Medio Ambiente.
- Se recomienda realizar programas de capacitación continua enfocados en la sensibilización del personal sobre los riesgos de la exposición al ruido y contaminantes del aire. Estas capacitaciones deben incluir el uso adecuado de los equipos de protección personal (EPP) y buenas prácticas en sus áreas de trabajo, con el objetivo de reducir el estrés laboral y garantizar su participación activa en las acciones de mejora implementadas; las cuales serán realizado por el área de Seguridad y Medio Ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- Contreras Mattos, N., & Crespo Prado, É. (2023). *Evaluación de la calidad de aire en la Mina Pribbenow, Corregimiento de la Loma en el Departamento del Cesar*. Bogotá: Fundación Universitaria del Área Andina – Colombia.
- D.S. 024-2016-EM. (2016). *Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería*. Lima: Ministerio de Energía y Minas del Perú.
- DECRETO SUPREMO N° 003-2017-MINAM. (2017). *Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias*. Lima: Ministerio del Ambiente del Perú.
- DECRETO SUPREMO N° 085-2003-PCM. (2003). *Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido*. Lima: Presidencia de Consejo de Ministros Perú.
- Hernandez Sampieri, R. (2016). *Metodología de la Investigación Las Rutas Cualitativa, Cualitativa y Mixta*. Mexico: Mc Graw Hill Education.
- Herrera Herbert, J. (2006). *Metodos de minería*. Madrid: Universidad Politecnica de Madrid. Obtenido de <https://oa.ump.es/10675/>
- ICB Editores. (2010). *Manual Gestión y Evaluación Medioambiental*. ICB Editores.
- LEY N° 28611. (2005). *Ley General del Ambiente*. Lima: Congreso de la Republica del Perú.
- Mamani Adco, N. F. (2020). *Manejo ambiental y mitigación de impactos generados por tratamiento de mineral – Mina Champaya – Huancavelica*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano de Puno.
- Mayta Melo, J. R. (2021). *Implementación del Instrumento de Gestión Ambiental Correctivo para la Formalización de la Sociedad de Mineros en Pequeña Escala, La Rinconada – Región Puno*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.

- Novo Villaverde, M. (1999). *Los desafíos ambientales: Reflexiones y propuestas para un futuro sostenible*. Madrid: Editorial Universitas - España.
- OMS, O. (2022). *Norma mundial para la escucha sin riesgos en locales y eventos musicales*. Editorial de Organización Mundial de La Salud.
- Resolución Ministerial N° 315-96-EM/VMM. (1996). *NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE ELEMENTOS Y COMPUESTOS PRESENTES EN EMISIONES GASEOSAS PROVENIENTES DE LAS UNIDADES MINERO-METALURGICAS*. Lima: Ministerio de Energía y Minas del Perú.
- Rimarachin V., P. (2015). *Tratamiento de aguas de efluentes minero – metalúrgicos utilizando, métodos pasivos y activos en sistemas experimentales*. Revista Scielo, SCIENDO 18.
- Saico Sucle, H. H. (2019). *Identificación de aspectos ambientales y sus controles operativos en los procesos de perforación y voladura – Compañía Minera Antapaccay S.A. – Espinar, Cusco*. Cusco: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- Servilex. (2020). *Estándares de Calidad Ambiental del aire en la actualidad industrial*. Servilex.
- Silva Sotelo, J. S. (2021). *Disminución de los impactos ambientales de una planta de beneficio artesanal mediante una implementación adecuada de instrumentos ambientales normados en la Región de Arequipa*. Arequipa: Universidad Tecnológica del Perú.
- Tyler Miller, J. (2007). *Ciencia Ambiental Desarrollo Sostenible*. México D.F.: International Thomson Editores S.A. de C.V.

Valverde, J. (2015). *Estudio de la calidad del aire afectada por la actividad industrial en la urb. Primavera - distrito de El Agustino*. Lima: Revista del Insituto de Investigación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

ANEXOS

ANEXO 1: UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN

RESEÑA HISTÓRICA

COMACSA, se constituye el 10 de Mayo de 1948. Durante su trayectoria empresarial, ha adquirido, diseñado y construido unidades completas de producción, colocándose a la vanguardia de su actividad en la región.

En la fase inicial de su existencia, sustituye los insumos que importaban las industrias nacionales por materias primas beneficiadas en su planta de producción, permitiendo que la industria nacional disminuya sus costos de manufactura considerablemente.

A partir del año 1974, logra convertirse en proveedor de insumos para varias industrias extranjeras, logrando ampliar su mercado a países como Argentina, Chile y Ecuador. A fines de la década del 70, logra introducir en el mercado nacional el producto Cemento Pórtland Blanco con la marca "HUASCARAN", el mismo que exporta a países vecinos.

En la década de los 80, COMACSA logra afianzarse como proveedor líder en el mercado nacional de minerales no metálicos y de productos industriales como el Cemento Blanco, Cal Hidratada y Cal Viva. Además, logra ampliar su mercado internacional a países como Panamá, Costa Rica y Colombia.

En la actualidad, COMACSA cuenta con una planta industrial de 65,000 m² ubicada en la Av. Universitaria 6330 Urbanización Industrial del distrito de Los Olivos. Todos sus procesos productivos se llevan a cabo en dicha planta industrial que cuenta con una infraestructura idónea para garantizar la calidad de sus productos. La capacidad de planta ha permitido atender a diferentes actividades industriales del país, como: pinturas, papeles, plásticos, cerámicas, nutrición animal, químicos, vidrios, construcción, limpieza, minería, entre otros. Asimismo, exportar a diferentes países, tales como: EE. UU., Republica Dominicana, Panamá, Colombia, Bolivia, Chile, entre otros.

Cabe resaltar que COMACSA busca la plena satisfacción del cliente, para este fin permanentemente adquiere nueva tecnología y capacita a su personal bajo un Sistema de Gestión de Calidad certificado, lo cual proporcionará un mejor servicio a sus clientes.

Aspectos generales de COMACSA

Razón Social: COMPAÑÍA MINERA AGREGADOS CALCÁREOS S.A.

Dirección: Av. Universitaria Norte N° 5140, Urb. Lotización Industrial Infantas 3° Etapa (Mz. K, Lt. 3)

Ubicación:

Distrito : Los Olivos

Provincia : Lima

Departamento : Lima

Vértices en coordenadas UTM de la Planta ACSA Dos

Tabla 27: Coordenadas de los vértices de la planta

VÉRTICE	CORDENADAS UTM WGS 84		ÁREA (Ha)
	ESTE	NORTE	
V1	275,179.79	8'676,770.59	6.00
V2	275,232.81	8'676,472.94	
V3	275,041.94	8'676,431.51	
V4	274,991.01	8'676,692.44	
V5	275,013.96	8'676,719.82	
V6	275,045.14	8'676,742.69	
Elevación: 74 m.s.n.m			

Fuente: COMACSA

Líneas de Producción

COMACSA cuenta con una zona almacenamiento de minerales, el cual almacena los diversos minerales no metálicos que llegan de canteras; el almacenamiento es por ruma de mineral. En dicha zona se controla el ingreso de los minerales, así como también la salida de los minerales que son destinados a las diferentes plantas de producción, siendo: La Planta de Beneficio de Minerales no metálicos, Planta de Cemento Blanco, Planta de Calima y Granallas (Terrazas).

A. Planta de Beneficio de Minerales :

En la planta de Beneficio de Minerales se producen diferentes productos, tales como: Carbonato SR ESP, Carbonato 81, Carbonato Coloidal, Talco Blanco Micronizado, Baritina VPS, Caolín PZ600, Creta FM 1000, Mica en escamas, Carbonato activado PVC, Tiza AD, Feldespato SIP M325, Feldespato Yurac ESP 325, Tiza Cisne, entre otros productos utilizados en las diferentes actividades industriales.

Cada uno de estos productos cumplen determinados requisitos o especificaciones, tales como: granulometría, color, absorción de aceite, gravedad específica, % de fierro, ley de carbonatos, hidro fugacidad, entre otras pruebas. Sin embargo, las etapas de producción por el cual pasan todos los productos son:

1. Trituración: Consiste en reducir los grandes trozos del mineral no metálico al tamaño de 2 pulgadas aproximadamente a través de una trituradora de impacto. Luego el material triturado es transportado a la colea de alimentación del molino.
2. Molienda: Consiste en pulverizar el mineral de 2 pulgadas a tamaños de 1,18mm (malla N.º 16), 106µm (malla N.º 140), 75µm (malla N.º 200), 45 µm (malla 325), hasta tamaños de 38 µm (malla N.º 400) haciendo uso de los diferentes tipos de molino, tales como: molinos de rodillos y molino de bolas.

Pulverizado el mineral, éste pasa por un clasificador que clasificará el mineral a la granulometría deseada, previa regulación de la velocidad de dicho equipo. Luego, el mineral pasa por un ciclón que permitirá desacelerar la velocidad de las partículas depositándolas en la parte inferior de dicho ciclón. La cantidad de producto acumulado por efecto del peso apertura la válvula de cortina procediendo al almacenamiento de dicho producto en la tolva de ensacado, al término de esto la válvula se cierra automáticamente. Una vez cerrado la válvula de cortina nuevamente vuelve acumularse el producto, generando un nuevo ciclo de llenado en la tolva de ensacado. El polvo de producto generado dentro del ciclón es conducido hacia los filtros de mangas por medio de extractores.

Cabe resaltar que en esta etapa se realiza el control de calidad al producto, con el fin de determinar conformidad en el cumplimiento de las especificaciones, tales como: % de

retenido a un determinado tamiz, blancura, fineza, gravedad específica entre otros requisitos correspondientes al producto.

3. Embolsado y pesado: Durante la producción en línea, el producto obtenido se va almacenando temporalmente en la tolva de la ensacadora, de manera paralela se embolsa el producto en el envase correspondiente a través del pitón de la ensacadora. El peso de dicho producto es verificado en una balanza electrónica.

4. Paletizado: Dada la conformidad del peso, se procede a colocar sobre la parihuela el producto terminado armando cubos o bloques estables; el cual es protegido con una lámina plástica (capucha) para ser enviados al Almacén de productos Terminados.

B. Planta de Cemento Blanco

En la planta de Cemento Blanco se produce el producto Cemento Pórtland Blanco tipo I conocido con el nombre Cemento Pórtland Blanco Huascarán, además se produce el Cemento Blanco Nieve.

Tales productos pasan por las siguientes etapas de producción:

1. Producción de Crudos: La caliza y otros minerales no metálicos minoritarios son utilizados como materia prima. Estas materias primas son previamente trituradas a tamaños de aproximadamente 2 pulgadas y almacenadas en sus respectivos silos. La dosificación de tales materias primas se realiza de manera controlada con balanzas dosificadoras y se introducen de manera conjunta al molino. La proporción relativa de cada componente se ajusta de manera automática, en base a los resultados de los análisis químicos efectuados por analizadores de rayos X.

El material que sale del molino, llamado "Crudo o harina", es muy fino y se almacena en silos cerrados en donde se lleva a cabo el proceso de homogeneización por medio de la introducción de aire a presión a través del fondo del silo.

Hasta aquí, la materia prima ha seguido sucesivas etapas de transformación física hasta llegar a la granulometría y homogeneidad requerida.

2. Producción de Clinker: El crudo se introduce a un sistema precalentador de ciclones donde se lleva a cabo el proceso de calentamiento progresivo hasta alcanzar los 1,100°C antes de ingresar al horno. En este proceso, el crudo o harina se seca luego se deshidrata y finalmente se descarbonata debido al intercambio de calor entre los gases calientes ascendentes provenientes del horno, y la materia cruda descendente que recorre el sistema de pre calcinación.

A medida que el crudo va avanzando en el interior del Horno, mientras éste gira, la temperatura va aumentando hasta alcanzar los 1500°C. A esta temperatura se produce complejas reacciones químicas que dan origen al Clinker. Este material que sale del horno tiene aspecto de gránulos redondeados de color verde claro.

A la salida del horno, el Clinker se introduce en el enfriador y este es enfriado aprovechando el aire frío del exterior el cual es succionado por los extractores. El Clinker sale de enfriador a una temperatura aproximada de 100°C, éste es transportado hacia los silos para su almacenamiento a través de unas fajas transportadoras.

El aire caliente generado en este dispositivo se introduce nuevamente en el horno para favorecer la combustión mejorando así la eficiencia energética del proceso.

Los gases resultantes del proceso de combustión se emiten a la atmósfera a una temperatura inferior a 100°C, después de haber sido previamente filtrado a través de filtros de mangas que retienen más del 99.0% del polvo arrastrado.

C. Producción de Cemento

Para obtener el cemento, el Clinker se mezcla con yeso y aditivos, en las proporciones adecuadas, dentro de un molino de bolas. En su interior los materiales se muelen, se mezclan y homogeneizan.

Las distintas calidades del cemento se obtienen por las proporciones en que adicionan el yeso y los aditivos; los cuales permiten alcanzar determinadas características para el uso que se establece en la reglamentación vigente.

El cemento obtenido es llenado en el envase correspondiente a través del pitón de la ensacadora, el peso de dicho producto es verificado con una balanza electrónica. Dada la conformidad del peso del producto, estos son colocados sobre parihuelas armando cubos

o bloques estables protegidos con una lámina plástica (capucha) para su almacenamiento temporal hasta finalizar todas las pruebas de control, principalmente la prueba de resistencia a la compresión. Finalizada las pruebas de control y dada la conformidad en el cumplimiento de los requisitos, el producto tiene las especificaciones técnicas para el uso respectivo.

El proceso de control de calidad interviene en las diferentes etapas de producción: producción de crudos, producción de Clinker y producción de cemento.

D. Planta de Calima y Granallas

La planta de Calima y Granallas produce productos tales como: Kimikal viva molida, Kimikal Hidratada, así como también granallas y marmolinas de diversos colores y tamaños.

1. Producción de Kimikal Hidratada y Kimikal Viva Molida: El óxido de calcio o cal viva (obtenido de la calcinación de la piedra caliza a temperaturas superiores de 900°C) es la materia prima para los productos kimikales, el cual pasa por las siguientes etapas de producción:

- Trituración: Consiste en triturar la materia pruna a tamaños de aproximadamente ½ pulgada, que luego pasarán a la etapa de molienda para reducir más su tamaño de partícula.
- Molienda: Consiste en pulverizar los trozos de óxido de calcio o cal viva a tamaños de 45µm (malla N.º 325), 75µm (malla N.º 200) y 125 µm (malla N.º 120) a través de un molino de rodillos. Pulverizado el mineral, éste pasa por el clasificador el cual clasifica el mineral y es enviado a la tolva de la ensacadora en el caso Kimikal viva molida o a la tolva del hidratador para el caso Kimikal hidratada.
- Hidratación: Esta etapa consiste en hidratar la cal viva molida bajo cierto parámetro de control relacionado con el flujo de agua.
- Embolsado y pesado: Consiste en llenar el producto obtenido en el envase correspondiente a través del pitón de la ensacadora; el peso de dicho producto es verificado con una balanza electrónica.

- Paletizado: Consiste en colocar sobre la parihuela el producto terminado armando cubos o bloques estables; el cual es protegido con una lámina plástica (capucha) para ser enviados al Almacén de productos Terminados.
- Control de Calidad: El proceso de control de calidad interviene en las diferentes etapas, tales como: molienda (granulometría, porcentaje de CaO) e hidratación (Porcentaje de agua)

2. Producción de Granallas y Marmolinas: Los productos de granallas y marmolinas cuentan como materia prima las calizas, tal materia prima debe pasar por las siguientes etapas de producción:

- Trituración: Consiste en reducir el tamaño del mineral no metálico a aproximadamente 1 ¼ pulgada a través de un sistema conformado por una trituradora de quijada y molino de martillos.
- Clasificación: La clasificación de los minerales se realiza a través de 02 sistemas de mallas rotativas. El mineral triturado es transportado al sistema 01 de mallas y posteriormente transportado por una faja transportadora al sistema 02 de mallas cuyos retenidos y pasantes son almacenados en sus respectivos silos. Los productos obtenidos son: Granalla 00, Granalla 1, Granalla. 23 y marmolina 20.
- Embolsado y pesado: Consiste en llenar el producto obtenido en el envase correspondiente a través del pitón de la ensacadora; el peso de dicho producto es verificado con una balanza electrónica.
- Paletizado: Consiste en colocar sobre la parihuela el producto terminado armando cubos o bloques estables; el cual es protegido con una lámina plástica (capucha) para ser enviados al Almacén de productos Terminados.
- Control de Calidad: El proceso de control de calidad interviene en la etapa de clasificación en donde se controla la granulometría del producto.

**ANEXO 2: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE
LOS EQUIPOS**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-0057-024-22

							
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE							
NOMBRE:	CERTIMIN SA						
DIRECCIÓN:	AV. LAS VEGAS NRO. 845 Z.I. ZONA INDUSTRIAL LIMA - LIMA - SAN JUAN DE MIRAFLORES						
IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN							
ÍTEM:	MULTIPARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA: °C					
MARCA:	HACH	RESOLUCIÓN: 0,1 °C					
MODELO:	HQ40d	INTERVALO DE MEDIDA ⁽²⁾ : (-10 a 110) °C					
SERIE:	121200081743	UBICACIÓN ⁽¹⁾ : MONITOREO AMBIENTAL					
CÓDIGO ⁽¹⁾ :	LAB-1440						
IDENTIFICACION DEL SENSOR							
MARCA:	HACH	CÓDIGO: NO ESPECIFICA					
MODELO:	CDC401	RESOLUCIÓN: 0,1 °C					
TIPO:	NO ESPECIFICA	INTERVALO DE MEDIDA ⁽²⁾ : (-10 a 110) °C					
SERIE:	192702583742	UBICACIÓN ⁽¹⁾ : MONITOREO AMBIENTAL					
EQUIPAMIENTO UTILIZADO							
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	N° CERTIFICADO	
ELP.PT.149.01	ESCÁNER DE TEMPERATURA	FLUKE	1586 A	54725040	2022-09-14	CC-4196-003-21	
ELP.PT.025	BAÑO DE POZO LÍQUIDO	POLYSCIENCE	PD15RCAL-A12E	1802-03541	2022-08-26	CCP-0731-010-21	
ELP.PT.036	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	180303334	2022-08-03	CCP-0731-003-21	
DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA							
Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt - Alemania) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).							
CALIBRACIÓN							
MÉTODO:	COMPARACIÓN DIRECTA CON TERMÓMETRO PATRÓN Y BAÑO CONTROLADO DE TEMPERATURA						
DOCUMENTO DE REFERENCIA::	CEM TH-001:2008 (EDICIÓN DIGITAL 1)						
PROCEDIMIENTO:	PEC.EL.03						
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LABORATORIO 1 (ELICROM)						
TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA:	21,4 °C	±0,0 °C					
HUMEDAD RELATIVA MEDIA:	58,3 %HR	±0,1 %HR					
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN							
Nominal	Lectura Ítem	Lectura Patrón	Error de Medición	Incertidumbre	Factor de Cobertura (k)	emp ⁽¹⁾	Cumplimiento
°C	°C	°C	°C	°C		°C	
0	0,0	0,00	0,00	0,10	2,00	0,50	Cumple
15	15,0	15,02	-0,02	0,12	2,00	0,50	Cumple
25	25,0	25,01	-0,01	0,11	2,00	0,50	Cumple
OBSERVACIONES							
La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k , que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración. NOTA: La lectura del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).							
⁽¹⁾ Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información. ⁽²⁾ Información tomada de las especificaciones del ítem de calibración (proporcionada por el fabricante).							
INFORMACIÓN SOBRE DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD							
Regla de Decisión (Aceptación Simple): El ítem de calibración se acepta como conforme con el requisito especificado de emp (error máximo permitido) si la suma del valor absoluto del error de medición con la incertidumbre expandida de medición es menor o igual al error máximo permitido (emp). Nota: El error máximo permitido (emp) está dado en las especificaciones del fabricante y se muestra en la tabla de resultados.							
DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD: De acuerdo a los resultados reportados en este certificado, el ítem de calibración CUMPLE con el requisito especificado de error máximo permitido (emp).							
CALIBRACIÓN REALIZADA POR:	Jesús Trejo						
FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM:	2022-01-14	FECHA DE EMISIÓN: 2022-01-20					
FECHA DE CALIBRACIÓN:	2022-01-20						



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electrónicamente por:

Gerente General

ELICROM		ACCREDITED CERTIFICATE #4286.04					
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE							
NOMBRE:	CERTIMIN SA						
DIRECCIÓN:	AV. LAS VEGAS NRO. 845 Z.I. ZONA INDUSTRIAL LIMA - LIMA - SAN JUAN DE MIRAFLORES						
IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN							
ÍTEM:	MULTIPARÁMETRO	CÓDIGO ⁽²⁾ :	LAB-1440				
MARCA:	HACH	RESOLUCIÓN:	0,01 pH				
MODELO:	HQ40d	INTERVALO DE MEDIDA ⁽³⁾ :	(0 a 14) pH				
SERIE:	121200081743	UBICACIÓN ⁽²⁾ :	MONITOREO AMBIENTAL				
IDENTIFICACIÓN DEL SENSOR							
MARCA:	HACH	CÓDIGO ⁽²⁾ :	NO ESPECIFICA				
MODELO:	PHC101	RESOLUCIÓN:	0,01 pH				
SERIE:	190792567250	INTERVALO DE MEDIDA ⁽³⁾ :	(2 a 14) pH				
MATERIALES DE REFERENCIA UTILIZADOS							
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	N° CAT.	LOTE	FECHA EXP.	N° CERTIFICADO	
EL.MRC.001	BUFFER SOLUTION pH 4.005	CONTROL COMPANY	4880	CC703885	2022-12-01	4880-11763526	
ELP.MRC.002	BUFFER SOLUTION pH 7.000	CONTROL COMPANY	4881	CC675336	2022-05-26	4881-11311884	
ELP.MRC.003	BUFFER SOLUTION pH 10.012	CONTROL COMPANY	4882	CC683946	2022-08-04	4882-11456992	
EQUIPAMIENTO UTILIZADO							
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	N° CERTIFICADO	
ELP.PT.100	TERMÓMETRO DIGITAL	CENTER	309	190402566	2022-08-25	CC-3497-021-21	
ELP.PT.036	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	180303334	2022-08-03	CCP-0731-003-21	
DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA							
Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del NIST (National Institute of Standards and Technology - Estados Unidos) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).							
CALIBRACIÓN							
MÉTODO:	COMPARACIÓN DIRECTA CON MATERIALES DE REFERENCIA CERTIFICADOS						
DOCUMENTO DE REFERENCIA:	CEM QU-003:2008 (EDICIÓN DIGITAL 1)						
PROCEDIMIENTO:	PEC.EL.11						
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LABORATORIO 1 - ELICROM						
TEMPERATURA AMBIENTAL:	21,3 °C	±0,1 °C	HUMEDAD RELATIVA: 58,3 %HR ±0,2 %HR				
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN							
Valor MRC (x)	Ítem (y)	Error de Medición	Incertidumbre de Medición	Factor de Cobertura (k)	emp ⁽²⁾	Cumplimiento	Temperatura ⁽¹⁾
Unidades de pH	Unidades de pH	Unidades de pH	Unidades de pH		Unidades de pH		°C
4,006	4,01	0,004	0,012	2,00	0,1	Cumple	25,0
7,000	6,99	-0,010	0,012	2,00	0,1	Cumple	25,0
10,013	10,00	-0,013	0,012	2,00	0,1	Cumple	25,0
Recta de Regresión:		y= 0,9972 x +0,0135		Coeficiente de Correlación:		r ² = 1,0000	
MRC: Material de Referencia Certificado				NOTA: Se presentan los promedios de 3 mediciones por cada punto.			
OBSERVACIONES							
La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.							
NOTA: La lectura del MRC y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).							
⁽¹⁾ Temperatura Media del Material de Referencia Certificado.							
⁽²⁾ Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.							
⁽³⁾ Información tomada de las especificaciones del ítem de calibración (proporcionada por el fabricante).							
INFORMACIÓN SOBRE DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD							
Regla de Decisión (Aceptación Simple): El ítem de calibración se acepta como conforme con el requisito especificado de emp (error máximo permitido) si la suma del valor absoluto del error de medición con la incertidumbre expandida de medición es menor o igual al error máximo permitido (emp).							
Nota: El error máximo permitido (emp) fue proporcionado por el cliente y se muestra en la tabla de resultados.							
DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD: De acuerdo a los resultados reportados en este certificado, el ítem de calibración CUMPLE con el requisito especificado de error máximo permitido (emp).							
CALIBRACIÓN REALIZADA POR:		Fidel Pinaud					
FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM:		2022-01-18					
FECHA DE CALIBRACIÓN:		2022-01-20					
		FECHA DE EMISIÓN: 2022-01-24					



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electrónicamente por:

Gerente General

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LC-0058-2022

Pág. 1 de 2

Expediente: 00411**Fecha de emisión:** 2022-05-18**1. Solicitante :** CERTIFICACIONES DEL PERU S A CERPER**Dirección :** Av. Santa Rosa Nro. 601 Urb. La Perla Alta (colegio Concordia) Prov. Const. Del Callao - Prov. Const. Del Callao - La Perla**2. Instrumento calibrado :** Muestreador de Partículas de Alto Volumen**Marca :** Thermo Scientific**Modelo :** No indica**N° de serie :** P9213X**Código :** 2943**Procedencia :** U.S.A**3. Lugar de calibración :** Laboratorio de Caudal de ALAB**4. Fecha de calibración :** 2022-05-12**5. Método de calibración**

La calibración fue realizada de acuerdo al EPA Compendium Method IO-2.1.

6. Trazabilidad

Marca/Modelo/Serie	Descripción	Certificado de calibración
Jim Tisch / TE-5028A / 3997	Calibrador Variflow	LFG-125-2022
Control Company / 4247 / 122716367	Barotermohigrómetro	LHA-0103-2021 / LPA-0048-2021

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

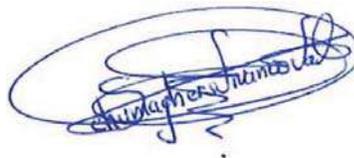
Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.



Oscar F. Vivanco Valerio
Jefe de Laboratorio de Metrología

7. Condiciones de calibración

	Inicio	Final
Temperatura ambiental	26,0 °C	26,0 °C
Humedad relativa	66,0 %	67,0 %
Presión	1011 hPa	1011 hPa

8. Resultados de la calibración

Ta(K):	299	Presión (in Hg):	29,9	Slope:	1,05834
Ta(°C):	26	Pa (mm Hg):	758,3	Int:	-0,01823

Run Number	Calibrador "H2O	Qa m3/min	Muestreador "H2O	Pf mm Hg	Po/Pa	Look Up - Qa m3/min	% off Diff	U m3/min
1	3,50	1,127	28,02	52,293	0,931	1,135	-0,690	0,029
2	3,60	1,143	24,02	44,828	0,941	1,149	-0,528	0,029
3	3,72	1,162	19,98	37,288	0,951	1,162	-0,037	0,030
4	3,87	1,184	14,03	26,184	0,965	1,180	0,373	0,030
5	4,00	1,204	9,98	18,625	0,975	1,193	0,902	0,031

9. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO con el número 002361.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.
- El presente documento reemplaza al certificado LC-0053-2022 emitido el 2022-05-13. El cambio realizado fue en la serie del instrumento (item 2) por error de digitación.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LC-0056-2022

Pág. 1 de 2

Expediente: 00411**Fecha de emisión:** 2022-05-18**1. Solicitante :** CERTIFICACIONES DEL PERU S A CERPER**Dirección :** Av. Santa Rosa Nro. 601 Urb. La Perla Alta (colegio Concordia) Prov. Const. Del Callao - Prov. Const. Del Callao - La Perla**2. Instrumento calibrado :** Muestreador de Partículas de Alto Volumen**Marca :** Thermo Scientific**Modelo :** No indica**N° de serie :** P9425X**Código :** 3323**Procedencia :** U.S.A**3. Lugar de calibración :** Laboratorio de Caudal de ALAB**4. Fecha de calibración :** 2022-05-12**5. Método de calibración**

La calibración fue realizada de acuerdo al EPA Compendium Method IO-2.1.

6. Trazabilidad

Marca/Modelo/Serie	Descripción	Certificado de calibración
Jim Tisch / TE-5028A / 3997	Calibrador Variflow	LFG-125-2022
Control Company / 4247 / 122716367	Barotermohigrómetro	LHA-0103-2021 / LPA-0048-2021

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

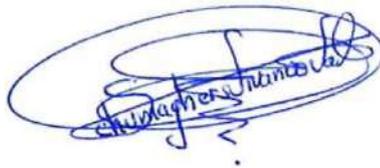
Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.



Oscar F. Vivanco Valerio
Jefe de Laboratorio de Metrología

7. Condiciones de calibración

	Inicio	Final
Temperatura ambiental	26,0 °C	26,0 °C
Humedad relativa	63,0 %	64,0 %
Presión	1011 hPa	1011 hPa

8. Resultados de la calibración

Ta(K):	299	Presión (in Hg):	29,9	Slope:	1,05834
Ta(°C):	26	Pa (mm Hg):	758,3	Int:	-0,01823

Run	Calibrador	Qa	Muestreador	Pf		Look Up - Qa	% off	U
Number	"H2O	m3/min	"H2O	mm Hg	Po/Pa	m3/min	Diff	m3/min
1	3,42	1,114	28,02	52,293	0,931	1,146	-2,830	0,029
2	3,50	1,127	24,02	44,828	0,941	1,159	-2,820	0,029
3	3,60	1,143	19,96	37,251	0,951	1,172	-2,541	0,030
4	3,77	1,169	13,97	26,072	0,966	1,192	-1,947	0,030
5	3,88	1,186	10,06	18,775	0,975	1,203	-1,440	0,030

9. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO con el número 002358.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.
- El presente documento reemplaza al certificado LC-0050-2022 emitido el 2022-05-13. El cambio realizado fue en el código del instrumento (item 2) por error de digitación.

FIN DEL DOCUMENTO



IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

NOMBRE: CERTIMIN SA
 DIRECCIÓN: AV. LAS VEGAS NRO. 845 Z.I. ZONA INDUSTRIAL LIMA - LIMA - SAN JUAN DE MIRAFLORES

IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN

ÍTEM: MANÓMETRO MODO DE LECTURA: DIGITAL
 MARCA: DWYER UNIDAD DE MEDIDA: inH₂O
 MODELO: MARK III DIVISIÓN DE ESCALA: 0,01 inH₂O
 SERIE: IP21007-048 INTERVALO DE MEDIDA⁽²⁾: (0 a 40) inH₂O
 CÓDIGO⁽¹⁾: LAB-2145 UBICACIÓN⁽¹⁾: MONITOREO AMBIENTAL

EQUIPAMIENTO UTILIZADO

CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	N° CERTIFICADO
ELP.PT.032	MANÓMETRO DIGITAL	ADDITEL	ADT681-05-GP2-PSI-N	211H17D30007	2022-07-01	CC-3414-002-21
ELP.PT.059	BARÓMETRO	CONTROL COMPANY	6530	181821642	2022-11-03	CC-4196-025-21
ELP.PT.036	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	180303334	2022-08-03	CCP-0731-003-21

DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA

Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt - Alemania) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).

CALIBRACIÓN

MÉTODO: COMPARACIÓN DIRECTA CON MANÓMETRO PATRÓN Y BOMBA GENERADORA DE PRESIÓN
 DOCUMENTO DE REFERENCIA: DKD-R 6-1, EDITION 03/2014
 CLASE DE EXACTITUD: 1 FLUIDO UTILIZADO: AIRE
 SECUENCIA DE CALIBRACIÓN: A TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA: 22,3 °C ±0,0 °C
 PROCEDIMIENTO: PEC.ELP.02 HUMEDAD RELATIVA MEDIA: 51,2 %HR ±2,3 %HR
 POSICIÓN: VERTICAL PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA: 998 hPa ±0 hPa
 LUGAR DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO 1 (ELICROM)

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Lectura Ítem	Lectura Patrón Corregida				Error de Medición	Incertidumbre (k= 2)	Cumplimiento
	Creciente	Decreciente	Promedio	Histéresis			
inH ₂ O	inH ₂ O	inH ₂ O	inH ₂ O	inH ₂ O	inH ₂ O	inH ₂ O	
0,00	0,032	0,033	0,032	0,001	-0,032	0,013	Cumple
4,00	4,041	4,044	4,042	0,003	-0,042	0,013	Cumple
8,00	8,042	8,045	8,043	0,003	-0,043	0,013	Cumple
12,00	12,044	12,041	12,042	0,003	-0,042	0,016	Cumple
18,00	18,032	18,029	18,030	0,003	-0,030	0,013	Cumple
20,00	20,039	20,046	20,043	0,007	-0,043	0,017	Cumple
22,00	22,040	22,035	22,037	0,005	-0,037	0,013	Cumple
26,00	26,034	26,031	26,033	0,003	-0,033	0,013	Cumple
32,00	32,055	32,051	32,053	0,004	-0,053	0,014	Cumple
36,00	36,062	36,056	36,059	0,006	-0,059	0,015	Cumple

emp= 0,400 inH₂O

EQUIVALENCIA EN EL SISTEMA INTERNACIONAL

Lectura Ítem	Lectura Patrón Corregida				Error de Medición	Incertidumbre (k= 2)	Cumplimiento
	Creciente	Decreciente	Promedio	Histéresis			
kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	
0,0000	0,0080	0,0082	0,0081	0,0002	-0,0081	0,0032	Cumple
0,9963	1,0065	1,0073	1,0069	0,0008	-0,0106	0,0032	Cumple
1,9927	2,0031	2,0039	2,0035	0,0008	-0,0108	0,0032	Cumple
2,9890	3,0000	2,9990	3,0000	0,0010	-0,0110	0,0040	Cumple
4,4835	4,4914	4,4907	4,4911	0,0007	-0,0076	0,0032	Cumple
4,9816	4,9914	4,9931	4,9923	0,0017	-0,0107	0,0042	Cumple
5,4798	5,4898	5,4885	5,4892	0,0013	-0,0094	0,0032	Cumple
6,4761	6,4846	6,4839	6,4843	0,0007	-0,0082	0,0032	Cumple
7,9706	7,9843	7,9833	7,9838	0,0010	-0,0132	0,0035	Cumple
8,9670	8,9824	8,9809	8,9817	0,0015	-0,0147	0,0037	Cumple

OBSERVACIONES

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

NOTA 1: La lectura del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).

NOTA 2: La clase de exactitud del ítem de calibración puede ser aquella indicada en el propio instrumento o la estimada en caso de que no se especifique.

NOTA 3: La lectura del patrón ha sido corregida tomando en cuenta las desviaciones indicadas en su propio certificado de calibración.

⁽¹⁾ Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.

⁽²⁾ Información tomada de las especificaciones del ítem de calibración (proporcionada por el fabricante).

INFORMACIÓN SOBRE DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD

Regla de Decisión (Aceptación Simple): El ítem de calibración se acepta como conforme con el requisito especificado de emp (error máximo permitido) si el margen de variación (valor absoluto del error de medición más la incertidumbre expandida de medición) es menor o igual al error máximo permitido (emp).
 Nota: El error máximo permitido (emp) para todo el intervalo de medida es el producto de la clase de exactitud y la centésima parte de su capacidad máxima, la cual se muestra debajo de la tabla de resultados.

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD: De acuerdo a los resultados reportados en este certificado, el ítem de calibración CUMPLE con el requisito especificado de error máximo permitido (emp).

CALIBRACIÓN REALIZADA POR: Juan Villagaray
 FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM: 2022-01-14
 FECHA DE CALIBRACIÓN: 2022-01-20

FECHA DE EMISIÓN: 2022-01-21



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electrónicamente por:

Gerente General

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-0708-007-22

		 					
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE							
NOMBRE:	CERTIMIN SA						
DIRECCIÓN:	AV. LAS VEGAS NRO. 845 Z.I. ZONA INDUSTRIAL LIMA - LIMA - SAN JUAN DE MIRAFLORES						
TELÉFONO:	997932751						
PERSONA(S) DE CONTACTO:	ITALO ZAZZALI CECCOVILLI						
IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM							
ÍTEM:	ESTACIÓN METEOROLÓGICA	CÓDIGO ⁽¹⁾ :	LAB-2990				
MARCA:	DAVIS	UNIDAD DE MEDIDA:	m/s				
MODELO:	VANTAGE PRO 2	RESOLUCIÓN:	0,1 m/s				
SERIE:	BF211130019	INTERVALO DE MEDIDA ⁽²⁾ :	(1 a 80) m/s				
UBICACIÓN:	NO ESPECIFICA						
EQUIPAMIENTO UTILIZADO							
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	N° CERTIFICADO	
ELP.PT.142	ANEMÓMETRO	ALNOR	AVM440	AVM442129001	2022-08-18	CC-3497-074-21	
EL.PT.597	BARÓMETRO	CONTROL COMPANY	1081	160458369	2023-05-20	CC-2301-012-22	
EL.PT.365	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	190601459	2023-03-30	CC-1187-005-22	
DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA							
Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del NIST (National Institute of Standards and Technology - Estados Unidos) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).							
CALIBRACIÓN							
MÉTODO:	COMPARACIÓN DIRECTA CON ANEMÓMETRO PATRÓN Y TUNEL DE VIENTO						
DOCUMENTO DE REFERENCIA:	ISO 17713-1:2007						
PROCEDIMIENTO:	PEC.EL.53						
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LABORATORIO DE TORQUE, FUERZA Y PRESIÓN (ELICROM)						
TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA:	20,3 °C	±0,1 °C					
HUMEDAD RELATIVA MEDIA:	49,2 %HR	±0,4 %HR					
PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA:	1014 hPa	±0 hPa					
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN							
Nominal	Lectura Ítem	Lectura Patrón	Error de Medición	Incertidumbre	Factor de Cobertura (k)	emp ⁽²⁾	Cumplimiento
m/s	m/s	m/s	m/s	m/s		m/s	
0,2	0,8	0,207	0,593	0,074	2,06	1,0	Cumple
1	1,8	1,05	0,75	0,23	2,65	1,0	Cumple
2	2,8	2,029	0,771	0,079	2,05	1,0	Cumple
4	4,7	4,120	0,580	0,077	2,05	1,0	Cumple
6	6,8	6,02	0,78	0,11	2,32	1,0	Cumple
10	10,7	10,021	0,679	0,058	2,00	1,0	Cumple
20	20,6	20,10	0,50	0,30	2,00	1,0	Cumple
OBSERVACIONES							
La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.							
NOTA: La lectura del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).							
⁽¹⁾ Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.							
⁽²⁾ Información tomada de las especificaciones del ítem de calibración (proporcionada por el fabricante).							
INFORMACIÓN SOBRE DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD							
Regla de Decisión (Aceptación Simple): El ítem de calibración se acepta como conforme con el requisito especificado de emp (error máximo permitido) si la suma del valor absoluto del error de medición con la incertidumbre expandida de medición es menor o igual al error máximo permitido (emp). Nota: El error máximo permitido (emp) está definido por la precisión del ítem de calibración dada por el fabricante en su manual y se muestra en la tabla de resultados.							
DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD: De acuerdo a los resultados reportados en este certificado, el ítem de calibración CUMPLE con el requisito especificado de error máximo permitido (emp).							
CALIBRACIÓN REALIZADA POR:	Alex Bajaña						
FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM:	2022-06-17	FECHA DE EMISIÓN: 2022-06-17					
FECHA DE CALIBRACIÓN:	2022-06-17						



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electrónicamente por:

Ing. Savino Pineda
Gerente General

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-0708-008-22

		 				
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE						
NOMBRE:	CERTIMIN SA					
DIRECCIÓN:	AV. LAS VEGAS NRO. 845 Z.I. ZONA INDUSTRIAL LIMA - LIMA - SAN JUAN DE MIRAFLORES					
TELÉFONO:	997932751					
PERSONA(S) DE CONTACTO:	ITALO ZAZZALI CECCOVILLI					
IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM						
ÍTEM:	ESTACIÓN METEOROLÓGICA	CÓDIGO ⁽¹⁾ :	LAB-2990			
MARCA:	DAVIS	UNIDAD DE MEDIDA:	mbar			
MODELO:	VANTAGE PRO 2	RESOLUCIÓN:	0,1 mbar			
SERIE:	BF211130019	INTERVALO DE MEDIDA ⁽²⁾ :	(540 a 1100) mbar			
UBICACIÓN:	NO ESPECIFICA					
EQUIPAMIENTO UTILIZADO						
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	N° CERTIFICADO
EL.PC.037	BARÓMETRO PATRÓN	DELTA OHM	HD2001	15019183	2024-02-24	124 22000709
EL.ET.132.01	VACUÓMETRO (BOMBA DE VACÍO)	USG	BOURDON TIPO A	NO ESPECIFICA	2022-12-24	CC-6189-008-21
EL.PT.597	BARÓMETRO	CONTROL COMPANY	1081	160458369	2023-05-20	CC-2301-012-22
EL.PT.365	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	190601459	2023-03-30	CC-1187-005-22
DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA						
Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del INRIM (Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica - Italia) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).						
CALIBRACIÓN						
MÉTODO:	COMPARACIÓN DIRECTA CON BARÓMETRO PATRÓN Y CÁMARA DE PRESIÓN CONTROLADA					
DOCUMENTO DE REFERENCIA:	EURAMET CALIBRATION GUIDE No. 17 - VERSION 4.0 (04/2019)					
PROCEDIMIENTO:	PEC.EL.46					
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LABORATORIO DE TORQUE, FUERZA Y PRESIÓN (ELICROM)					
TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA:	20,5 °C	±0,1 °C				
HUMEDAD RELATIVA MEDIA:	48,9 %HR	±0,3 %HR				
PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA:	1011 hPa	±0 hPa				
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN EN SENTIDO DECRECIENTE						
Lectura Ítem	Lectura Patrón	Error de Medición		Incertidumbre (k=2)		
mbar	mbar	mbar	kPa	mbar	kPa	
599,7	600,1	-0,4	-0,04	2,2	0,22	
799,6	800,1	-0,5	-0,05	2,2	0,22	
1029,7	1030,0	-0,3	-0,03	2,2	0,22	
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN EN SENTIDO CRECIENTE						
Lectura Ítem	Lectura Patrón	Error de Medición		Incertidumbre (k=2)		
mbar	mbar	mbar	kPa	mbar	kPa	
599,8	600,1	-0,3	-0,03	2,2	0,22	
799,8	800,0	-0,2	-0,02	2,2	0,22	
1029,8	1030,1	-0,3	-0,03	2,2	0,22	
OBSERVACIONES						
La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.						
NOTA: La lectura del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).						
⁽¹⁾ Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.						
⁽²⁾ Información tomada de las especificaciones del ítem de calibración (proporcionada por el fabricante).						
CALIBRACIÓN REALIZADA POR:	Alex Bajaña					
FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM:	2022-06-17			FECHA DE EMISIÓN: 2022-06-17		
FECHA DE CALIBRACIÓN:	2022-06-17					



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electronicamente por:

Ing. Savino Pineda
Gerente General

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-0708-005-22

							
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE							
NOMBRE:	CERTIMIN SA						
DIRECCIÓN:	AV. LAS VEGAS NRO. 845 Z.I. ZONA INDUSTRIAL LIMA - LIMA - SAN JUAN DE MIRAFLORES						
TELÉFONO:	997932751						
PERSONA(S) DE CONTACTO:	ITALO ZAZZALI CECCOVILLI						
IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN							
ÍTEM:	ESTACIÓN METEOROLÓGICA	UNIDAD DE MEDIDA:	mm				
MARCA:	DAVIS	RESOLUCIÓN:	0,1 mm				
MODELO:	VANTAGE PRO 2	INTERVALO DE MEDIDA ⁽¹⁾ :	(0 a 999,9) mm				
SERIE:	BF211130019	UBICACIÓN:	NO ESPECIFICA				
CÓDIGO ⁽¹⁾ :	LAB-2990						
EQUIPAMIENTO UTILIZADO							
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	N° CERTIFICADO	
EL.ET.050	PIE DE REY	MITUTOYO	500 193	1091426	2022-07-19	CC-2920-025-21	
EL.ET.063	BALANZA ANALÍTICA	SARTORIUS	CPA 225D	28811977	2023-06-06	CC-2880-010-2	
EL.PT.771	TERMOHIGRÓMETRO	JUMO	LOGOSCREEN 600	04776450	2022-07-03	CC-2920-004-21	
DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA							
Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del NIST (National Institute of Standards and Technology - Estados Unidos) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).							
CALIBRACIÓN							
MÉTODO:	COMPARACIÓN DIRECTA CON PATRONES DE REFERENCIA						
PROCEDIMIENTO:	PEC.EL.PG						
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LABORATORIO DE MASA Y VOLUMEN						
TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA:	20,7 °C	±0,2 °C					
HUMEDAD RELATIVA MEDIA:	51,1 %HR	±1,1 %HR					
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN							
Unidad de Medida	Lectura Ítem	Lectura Patrón	Error de Medición	Incertidumbre	Factor de cobertura (k)	emp	Cumplimiento
mm	0,6	0,200	0,400	0,089	2,00	1,000	Cumple
mm	2,6	2,40	0,20	0,21	2,00	1,00	Cumple
mm	7,1	6,80	0,30	0,38	2,00	1,00	Cumple
OBSERVACIONES							
La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.							
NOTA: La lectura del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).							
⁽¹⁾ Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.							
INFORMACIÓN SOBRE DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD							
Regla de Decisión (Aceptación Simple): El ítem de calibración se acepta como conforme con el requisito especificado de emp (error máximo permitido) si la suma del valor absoluto del error de medición con la incertidumbre expandida de medición es menor o igual al error máximo permitido (emp). Nota: El error máximo permitido (emp) está definido por la precisión del ítem de calibración dada por el fabricante en su manual y se muestra en la tabla de resultados.							
DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD: De acuerdo a los resultados reportados en este certificado, el ítem de calibración CUMPLE con el requisito especificado de error máximo permitido (emp).							
CALIBRACIÓN REALIZADA POR:	Ronald Arias						
FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM:	2022-06-17	FECHA DE EMISIÓN:	2022-06-20				
FECHA DE CALIBRACIÓN:	2022-06-17						



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electronicamente por:

Ing. Savino Pineda
Gerente General



Certificado de Calibración

Certificate of Calibration

Número

Number

CCP-0708-010-22

Cliente: CERTIMIN SA
Customer

Dirección: AV. LAS VEGAS NRO. 845 Z.I.
Address ZONA INDUSTRIAL LIMA - LIMA -
SAN JUAN DE MIRAFLORES

Teléfono: 997932751
Phone Number

Persona de Contacto: Italo Zazzali Ceccovilli
Contact Person

Objeto: ESTACIÓN METEOROLÓGICA
Item



Marca: DAVIS
Manufacturer

Modelo: VANTAGE PRO 2
Model

No. de Serie: BF211130019
Serial Number

Identificación: LAB-2990
Identification

Ubicación del Objeto⁽¹⁾: NO ESPECIFICA
Item Location

Fecha de Recepción: 2022-06-17
Date of Receipt

Fecha de Calibración: 2022-06-17
Calibration Date

Próxima Fecha de Calibración: -
Due Date

Técnico Responsable: Mario Tigreros
Responsible Technician

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los estándares nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI)

In order to ensure the quality of their measurements, the user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.

Persona que Autoriza / Fecha de Emisión: Ing. Savino Pineda / 2022-06-20

Person authorizing / Date of Issue



Gerente General

Autorizado y firmado electrónicamente por SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ
Nombre de reconocimiento (DN): cn=SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ, serialNumber=110621145301, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, o=SECURITY DATA S.A. 2, c=EC
Fecha: 2022-06-20 10:41:01



Certificado de Calibración

Certificate of Calibration

Número

Number

CCP-0708-010-22

Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

La versión en inglés del certificado de calibración no es una traducción vinculante. Si algún asunto da lugar a controversia, se debe utilizar el texto original en español.

This certificate may not be reproduced other than in full except with the written approval of the Elicrom-Calibration laboratory. The results contained in this certificate relate only to the item calibrated, at the time and under the conditions in which the calibration was performed.

The English version of the calibration certificate is not a binding translation. If any matter gives rise to controversy, the Spanish original text must be used.

Incertidumbre de medida

Measurement Uncertainty

La incertidumbre expandida de medición reportada (intervalo de confianza), se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k , que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%.

The reported expanded uncertainty of the measurement (confidence interval), was evaluated based on the document JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", and is stated as the combined standard uncertainty of the measurement multiplied by the coverage factor k , which for a t (Student's) distribution corresponds to a confidence level of approximately 95.45%

Equipamiento Utilizado

Equipment Used

Identificación <i>ID Number</i>	Nombre <i>Name</i>	Marca <i>Manufacturer</i>	Modelo <i>Model</i>	No. de Serie <i>Serial Number</i>	Vence Cal. <i>Due Date</i>	Nº Certificado <i>Nº Certificate</i>
EL.PT.773	TERMÓMETRO DIGITAL	CONTROL COMPANY	6412	181228173	2022-12-22	CC-6189-007-21
EL.PC.013	TERMOHIGRÓMETRO PATRÓN	VAISALA	MI70 / HMP76B	H4510020 / H4950006	2023-08-05	2021005042
EL.PT.696	CÁMARA DE ESTABILIDAD	KAMBIC	KK-105 CHLT	17075513	2022-11-22	CC-5351-021/022-21
EL.PT.365	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	190601459	2023-03-30	CC-1187-005-22



Certificado de Calibración

Certificate of Calibration

Número
Number

CCP-0708-010-22

Calibración

Calibration

Unidad de Medida (Temperatura): °C
Unit of Measurement (Temperature)

Intervalo de Medición (Temperatura)⁽²⁾: (-40 a 65) °C
Measurement Range (Temperature)

División de Escala (Temperatura): 0,1 °C
Scale Interval (Temperature)

Unidad de Medida (Humedad): %hr
Unit of Measurement (Humidity)

Intervalo de Medición (Humedad)⁽²⁾: (1 a 100) %hr
Measurement Range (Humidity)

División de Escala (Humedad): 1 %hr
Scale Interval (Humidity)

Lugar de Calibración: Lab. Temperatura Y Humedad (Elicrom)
Calibration Site

Método de Calibración: Comparación Directa Con Termohigrómetro Patrón Y Cámara De Estabilidad
Calibration Method

Documento de Referencia: CEM TH-007:2008 (Edición Digital 1)
Reference Document

Procedimiento de Calibración: PEC.EL.04
Calibration Procedure

Condiciones Ambientales: Temperatura del Aire 20,3 °C ± 0,2 °C
Environmental Conditions Air Temperature

Humedad Relativa del Aire 49,7 %hr ± 0,1 %hr
Air Relative Humidity

Observaciones

Observations

⁽¹⁾ Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.

⁽²⁾ Información tomada de las especificaciones del objeto de calibración (proporcionada por el fabricante).

⁽¹⁾ Information provided by the customer. Elicrom is not responsible for such information.

⁽²⁾ Information taken from the specifications of the calibration item (provided by the manufacturer).



Certificado de Calibración

Certificate of Calibration

Número

Number

CCP-0708-010-22

Declaración de Trazabilidad Metrológica

Statement of Metrological Traceability

Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del NIST (National Institute of Standards and Technology - Estados Unidos) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).

The calibration results contained in this certificate are traceable to the International System of Units (SI) through an unbroken chain of calibrations through NIST (National Institute of Standards and Technology - United States) or other National Metrology Institutes (NMIs).

Resultados de la Calibración en Temperatura

Temperature Calibration Results

Valor de Prueba <i>Test Value</i>	Indicación Ítem <i>Item Reading</i>	Indicación Patrón <i>Standard Reading</i>	Error de Medición (e) <i>Measurement Error (e)</i>	Incertidumbre (U) <i>Uncertainty (U)</i>	Factor de Cobertura (k) <i>Coverage Factor</i>	Humedad Relativa <i>Relative Humidity</i>	E.M.P. ⁽²⁾ <i>M.P.E.⁽²⁾</i>	Cumplimiento <i>Compliance</i>
°C	°C	°C	°C	°C		%hr	°C	
1	1,3	1,01	0,29	0,18	2,00	50,04	1,00	Cumple
5	5,0	5,07	-0,07	0,18	2,00	50,04	1,00	Cumple
15	15,1	15,07	0,03	0,18	2,00	50,04	1,00	Cumple
25	24,8	25,00	-0,20	0,20	2,00	50,04	1,00	Cumple
35	34,9	35,00	-0,10	0,24	2,00	50,04	1,00	Cumple

El valor de humedad relativa reportado corresponde al de la cámara climática durante la calibración del ítem.

The relative humidity value reported corresponds to that of the climatic chamber during the calibration of the item.

Resultados de la Calibración en Humedad Relativa

Relative Humidity Calibration Results

Valor de Prueba <i>Test Value</i>	Indicación Ítem <i>Item Reading</i>	Indicación Patrón <i>Standard Reading</i>	Error de Medición (e) <i>Measurement Error (e)</i>	Incertidumbre (U) <i>Uncertainty (U)</i>	Factor de Cobertura (k) <i>Coverage Factor</i>	Temperatura <i>Temperature</i>	E.M.P. ⁽²⁾ <i>M.P.E.⁽²⁾</i>	Cumplimiento <i>Compliance</i>
%hr	%hr	%hr	%hr	%hr		°C	%hr	
25	24	25,1	-1,1	1,6	2,00	23,04	5,0	Cumple
40	41	40,1	0,9	1,6	2,00	23,04	5,0	Cumple
60	60	60,0	0,0	1,5	2,00	23,04	5,0	Cumple
90	91	90,1	0,9	2,0	2,00	23,04	5,0	Cumple

El valor de temperatura reportado corresponde al de la cámara climática durante la calibración del ítem.

The temperature value reported corresponds to that of the climatic chamber during the calibration of the item.



Certificado de Calibración

Certificate of Calibration

Número

Number

CCP-0708-010-22

Información sobre Declaración de Conformidad (Sensores de Temperatura Ambiente y Humedad Relativa)

Information about Statement of Conformity (Ambient Temperature and Relative Humidity Sensors)

Regla de Decisión (Aceptación Conservadora): El ítem de calibración se acepta como conforme con el requisito especificado de emp (error máximo permitido) si la mejor estimación e del error de medición es menor o igual al límite de aceptación LA dado por $LA = emp - w$.

Donde: w : Zona de seguridad ($w = r \cdot U$); r : Factor de zona de seguridad; U : Incertidumbre expandida de medición

Nota 1: El factor de zona de seguridad r es obtenido de la tabla B1 de la NCSLI RP-10:2004 para un intervalo de confianza de 2σ de acuerdo al TUR.

Nota 2: El TUR (Test Uncertainty Ratio) se obtiene del cociente entre el error máximo permitido y la incertidumbre expandida de medición: $TUR = emp/U$

Nota 3: El error máximo permitido (emp) está dado por las especificaciones del fabricante y se muestra en la tabla de resultados.

Declaración de Conformidad: De acuerdo a los resultados reportados en este certificado, el ítem de calibración CUMPLE con el requisito especificado de error máximo permitido (emp).

Decision Rule (Guarded Acceptance): The calibration item is accepted as conforming to the specified requirement of mpe (maximum permissible error) if the best estimate e of the measurement error is less than or equal to the acceptance limit AL given by $AL = mpe - w$.

Where: w : Guard band ($w = r \cdot U$); r : Guard band factor; U : Expanded uncertainty of measurement

Note 1: Guard band factor r is obtained from table B1 of NCSLI RP-10:2004 at 2σ confidence interval for the corresponding TUR.

Note 2: TUR (Test Uncertainty Ratio) is the ratio of the maximum permissible error to the expanded uncertainty of measurement: $TUR = mpe/U$

Note 3: The maximum permissible error (mpe) is stated by the manufacturer's specifications and is shown in the results table.

Statement of Conformity: According to the results reported in this certificate, the calibration item MEETS the specified requirement of maximum permissible error (mpe).

Nota

Note

- La indicación del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).

- The standard reading and the measurement error (best estimate of the true value) are shown with the same number of digits as the reported uncertainty (see GUM 7.2.6).

FO.PEC.04-02 Rev. 25

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-0708-006-22

						
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE						
EMPRESA:	CERTIMIN SA					
DIRECCIÓN:	AV. LAS VEGAS NRO. 845 Z.I. ZONA INDUSTRIAL LIMA - LIMA - SAN JUAN DE MIRAFLORES					
TELÉFONO:	997932751					
PERSONA(S) DE CONTACTO:	ITALO ZAZZALI CECCOVILLI					
IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN						
EQUIPO:	ESTACIÓN METEOROLÓGICA					
MARCA:	DAVIS					
MODELO:	VANTAGE PRO 2					
SERIE:	BF211130019					
CÓDIGO ⁽¹⁾ :	LAB-2990					
UNIDAD DE MEDIDA:	° (grado)					
RESOLUCIÓN:	1°					
RANGO:	360°					
UBICACIÓN:	NO ESPECIFICA					
EQUIPOS UTILIZADOS						
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	N° CERTIFICADO
EL.PT.684	JUEGO DE BLOQUES DE ÁNGULO	MITUTOYO	981 - 102	010001 A LA 010012	2022-07-26	CC-740-381
EL.PT.365	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	190601459	2023-03-30	CC-1187-005-22
CALIBRACIÓN						
MÉTODO:	COMPARACIÓN DIRECTA CON PATRÓN DE REFERENCIA					
PROCEDIMIENTO:	PEC.ELP.PG					
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LABORATORIO DE TORQUE ,FUERZA Y PRESIÓN (ELICROM)					
TEMPERATURA AMBIENTAL:	19,9 °C	± 0,2 °C	HUMEDAD RELATIVA:	48,1 %HR	± 0,5 %HR	
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN						
Unidad de medida	Valor Nominal	Lectura del Patrón	Error de Medición	Incertidumbre		
° (grados)	0° 0' 56"	0°	0° 0' -56"	0° 34' 38"		
° (grados)	30° 0' 14"	30°	0° 0' -14"	0° 34' 38"		
° (grados)	60° 0' 28 "	60°	0° 0' -28"	0° 34' 38"		
° (grados)	90° 0' 49"	90°	0° 0' -49"	0° 34' 38"		
° (grados)	120° 0' 35"	120°	0° 0' -35"	0° 34' 38"		
° (grados)	150° 0' 22"	150°	0° 0' -22"	0° 34' 38"		
° (grados)	180° 0' 15"	180°	0° 0' -15"	0° 34' 38"		
° (grados)	210° 0' 17 "	210°	0° 0' -17"	0° 34' 38"		
° (grados)	240° 0' 26"	240°	0° 0' -26"	0° 42' 09"		
° (grados)	270° 0' 34"	270°	0° 0' -34"	0° 34' 38"		
° (grados)	300° 0' 53"	300°	0° 0' -53"	0° 34' 38"		
° (grados)	330° 0' 26"	330°	0° 0' -26"	0° 34' 38"		
OBSERVACIONES						
<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición, la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2,00, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.</p> <p>Nota 1: Se realizó promedio de 5 mediciones por cada punto de calibración.</p> <p>⁽¹⁾ Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.</p>						
CALIBRACIÓN REALIZADA POR:	Alex Bajaña			FECHA DE EMISIÓN: 2022-06-20		
FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM:	2022-06-17					
FECHA DE CALIBRACIÓN:	2022-06-17					



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electrónicamente por:

Ing. Savino Pineda
Gerente General

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-1107-014-22

						
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE						
EMPRESA:	CERTIMIN SA					
DIRECCIÓN:	AV. LAS VEGAS NRO. 845 Z.I. ZONA INDUSTRIAL LIMA - LIMA - SAN JUAN DE MIRAFLORES					
TELÉFONO:	997932751					
PERSONA(S) DE CONTACTO:	ITALO ZAZZALI CECCOVILLI					
IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN						
ÍTEM:	SONÓMETRO	CLASE:	2	MODELO DE PRE-AMPLIFICADOR:	NO ESPECIFICA	
MARCA:	3M	UNIDAD DE MEDIDA:	dB	SERIE DE PRE-AMPLIFICADOR:	NO ESPECIFICA	
MODELO:	SE-402	RESOLUCIÓN:	0,1 dB			
SERIE:	SE40211577	RANGO:	(30 a 140) dB			
CÓDIGO CLIENTE:	LAB-1999A	MODELO MICRÓFONO:	QE 7052			
UBICACIÓN:	NO ESPECIFICA	SERIE MICRÓFONO:	47194			
EQUIPAMIENTO UTILIZADO						
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	N° CERTIFICADO
ELP.PC.033	CALIBRADOR MULTIFUNCIÓN ACÚSTICO	BRÜEL & KJÆR	4226	3282793	2023-02-05	CDK2100945
ELP.PT.042	CALIBRADOR MULTIFUNCIÓN	TRANSMILLE	3041A	L1510F18	2022-12-08	AC-26128
ELP.PT.059	BARÓMETRO	CONTROL COMPANY	6530	181821642	2022-11-03	CC-4196-025-21
ELP.PT.036	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	180303334	2023-08-01	CCP-0065-110-22
DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA						
Los resultados de calibración contenidos en este informe son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del DANAK (Organismo Nacional de Acreditación en Dinamarca) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).						
CALIBRACIÓN						
MÉTODO:	COMPARACIÓN DIRECTA CON CALIBRADOR MULTIFUNCIÓN Y CALIBRADOR ACÚSTICO PATRÓN					
DOCUMENTO DE REFERENCIA:	CEM AC-003:1999 (EDICIÓN 0)					
PROCEDIMIENTO:	PEC.ELP.51					
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LABORATORIO 1 - ELICROM					
CONDICIONES AMBIENTALES EN PRUEBAS ACÚSTICAS			CONDICIONES AMBIENTALES EN PRUEBAS ELÉCTRICAS			
TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA :	20,8 °C	± 0,1 °C	TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA :	20,8 °C	± 0,1 °C	
HUMEDAD RELATIVA MEDIA:	59,4 %HR	± 0,2 %HR	HUMEDAD RELATIVA MEDIA:	59,4 %HR	± 0,2 %HR	
PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA:	1004 hPa	± 0 hPa	PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA:	1004 hPa	± 0 hPa	
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN						
PRUEBAS ACÚSTICAS						
FRECUENCIA DE REFERENCIA						
PONDERACIÓN A						
Frecuencia	Patrón	Equipo	Error	Incertidumbre	Tolerancia	Cumplimiento
Hz	dB	dB	dB	dB	dB	
1000	94,0	94,0	0,00	0,13	± 1,4	Cumple
	104,0	103,9	-0,10	0,13	± 1,4	Cumple
	114,0	113,9	-0,10	0,13	± 1,4	Cumple
PONDERACIÓN C						
Frecuencia	Patrón	Equipo	Error	Incertidumbre	Tolerancia	Cumplimiento
Hz	dB	dB	dB	dB	dB	
1000	94,0	93,9	-0,10	0,13	± 1,4	Cumple
	104,0	103,9	-0,10	0,13	± 1,4	Cumple
	114,0	113,9	-0,10	0,13	± 1,4	Cumple

Nota: Promedio de 5 mediciones por cada punto



RESPUESTA DE FRECUENCIA A BANDA DE OCTAVA

PONDERACIÓN A

Frecuencia Hz	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Incertidumbre dB	Tolerancia dB	Cumplimiento
31,5	54,6	54,6	0,00	0,20	± 3,5	Cumple
63	67,8	67,8	0,00	0,20	± 2,5	Cumple
125	77,9	77,9	0,00	0,20	± 2,0	Cumple
250	85,4	85,4	0,00	0,15	± 1,9	Cumple
500	90,8	90,8	0,00	0,15	± 1,9	Cumple
1000	94,0	94,0	0,00	0,13	± 1,4	Cumple
2000	95,2	95,1	-0,10	0,20	± 2,6	Cumple
4000	95,0	94,5	-0,50	0,20	± 3,6	Cumple
8000	92,9	88,6	-4,30	0,28	± 5,6	Cumple

PONDERACIÓN C

Frecuencia Hz	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Incertidumbre dB	Tolerancia dB	Cumplimiento
31,5	91,0	90,9	-0,10	0,20	± 3,5	Cumple
63	93,2	93,2	0,00	0,20	± 2,5	Cumple
125	93,8	93,8	0,00	0,20	± 2,0	Cumple
250	94,0	93,9	-0,10	0,15	± 1,9	Cumple
500	94,0	94,0	0,00	0,15	± 1,9	Cumple
1000	94,0	93,9	-0,10	0,13	± 1,4	Cumple
2000	93,8	93,7	-0,10	0,20	± 2,6	Cumple
4000	93,2	92,7	-0,50	0,20	± 3,6	Cumple
8000	91,0	86,7	-4,30	0,28	± 5,6	Cumple

Nota: Promedio de 5 mediciones por cada punto

RESPUESTA DE PONDERACIÓN TEMPORAL

Ponderación Temporal	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Incertidumbre dB	Tolerancia dB	Cumplimiento
FAST	94,2	94,1	-0,10	0,20	+1,0 ; -2,0	Cumple
SLOW	91,1	91,0	-0,09	0,20	± 2,0	Cumple

Nota: Promedio de 10 mediciones por cada punto



PRUEBAS ELÉCTRICAS

RESULTADOS DE PONDERACIÓN FRECUENCIAL

PONDERACIÓN A

Frecuencia Hz	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Incertidumbre dB	Tolerancia dB	Cumplimiento
31,5	54,6	54,6	0,000	0,078	± 3,5	Cumple
63	67,8	67,8	0,000	0,078	± 2,5	Cumple
125	77,9	77,9	0,000	0,078	± 2,0	Cumple
250	85,4	85,4	0,000	0,078	± 1,9	Cumple
500	90,8	90,8	0,000	0,078	± 1,9	Cumple
1000	94,0	94,0	0,000	0,078	± 1,4	Cumple
2000	95,2	95,2	0,000	0,078	± 2,6	Cumple
4000	95,0	94,7	-0,300	0,078	± 3,6	Cumple
8000	92,9	88,8	-4,100	0,078	± 5,6	Cumple

PONDERACIÓN C

Frecuencia Hz	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Incertidumbre dB	Tolerancia dB	Cumplimiento
31,5	91,0	91,0	0,000	0,078	± 3,5	Cumple
63	93,2	93,2	0,000	0,078	± 2,5	Cumple
125	93,8	93,8	0,000	0,078	± 2,0	Cumple
250	94,0	94,0	0,000	0,078	± 1,9	Cumple
500	94,0	94,0	0,000	0,078	± 1,9	Cumple
1000	94,0	94,0	0,000	0,078	± 1,4	Cumple
2000	93,8	93,8	0,000	0,078	± 2,6	Cumple
4000	93,2	92,9	-0,300	0,078	± 3,6	Cumple
8000	91,0	86,9	-4,100	0,078	± 5,6	Cumple

Nota: Promedio de 3 mediciones por cada punto



RESULTADOS DE LINEALIDAD

FRECUENCIA DE PRUEBA DE 1000 Hz

Nivel de Señal Aplicada	Nivel Esperado		Nivel Leído	Desviación		Incertidumbre	Tolerancia Linealidad de Nivel ±	Cumplimiento
	Relativa Er	Diferencial Ed		Relativa Er	Diferencial Ed			
dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB		
94	-	-	94,0	-	-	0,078	± 1,4	-
40	40,0	-	40,1	0,1	-	0,078	± 1,4	Cumple
41	41,0	41,1	41,0	0,0	-0,1	0,078	± 1,4	Cumple
42	42,0	42,0	42,0	0,0	0,0	0,078	± 1,4	Cumple
43	43,0	43,0	43,1	0,1	0,1	0,078	± 1,4	Cumple
44	44,0	44,1	44,0	0,0	-0,1	0,078	± 1,4	Cumple
45	45,0	45,0	45,0	0,0	0,0	0,078	± 1,4	Cumple
50	50,0	50,0	50,1	0,1	0,1	0,078	± 1,4	Cumple
55	55,0	55,1	55,0	0,0	-0,1	0,078	± 1,4	Cumple
65	65,0	65,0	65,0	0,0	0,0	0,078	± 1,4	Cumple
75	75,0	75,0	75,0	0,0	0,0	0,078	± 1,4	Cumple
85	85,0	85,0	85,0	0,0	0,0	0,078	± 1,4	Cumple
95	95,0	95,0	95,1	0,1	0,1	0,078	± 1,4	Cumple
105	105,0	105,1	105,0	0,0	-0,1	0,078	± 1,4	Cumple
115	115,0	115,0	115,0	0,0	0,0	0,078	± 1,4	Cumple
125	125,0	125,0	125,1	0,1	0,1	0,078	± 1,4	Cumple
126	126,0	126,1	126,0	0,0	-0,1	0,078	± 1,4	Cumple
127	127,0	127,0	127,0	0,0	0,0	0,078	± 1,4	Cumple
128	128,0	128,0	128,1	0,1	0,1	0,078	± 1,4	Cumple
129	129,0	129,1	129,0	0,0	-0,1	0,078	± 1,4	Cumple
130	130,0	130,0	130,0	0,0	0,0	0,078	± 1,4	Cumple

FRECUENCIA DE PRUEBA DE 4000 Hz

Nivel de Señal Aplicada	Nivel Esperado		Nivel Leído	Desviación		Incertidumbre	Tolerancia Linealidad de Nivel ±	Cumplimiento
	Relativa Er	Diferencial Ed		Relativa Er	Diferencial Ed			
dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB		
94	-	-	94,7	-	-	0,078	± 1,4	-
40	40,7	-	40,7	0,0	-	0,078	± 1,4	Cumple
41	41,7	41,7	41,8	0,1	0,1	0,078	± 1,4	Cumple
42	42,7	42,8	42,7	0,0	-0,1	0,078	± 1,4	Cumple
43	43,7	43,7	43,7	0,0	0,0	0,078	± 1,4	Cumple
44	44,7	44,7	44,8	0,1	0,1	0,078	± 1,4	Cumple
45	45,7	45,8	45,7	0,0	-0,1	0,078	± 1,4	Cumple
50	50,7	50,7	50,7	0,0	0,0	0,078	± 1,4	Cumple
55	55,7	55,7	55,8	0,1	0,1	0,078	± 1,4	Cumple
65	65,7	65,8	65,7	0,0	-0,1	0,078	± 1,4	Cumple
75	75,7	75,7	75,7	0,0	0,0	0,078	± 1,4	Cumple
85	85,7	85,7	85,8	0,1	0,1	0,078	± 1,4	Cumple
95	95,7	95,8	95,7	0,0	-0,1	0,078	± 1,4	Cumple
105	105,7	105,7	105,7	0,0	0,0	0,078	± 1,4	Cumple
115	115,7	115,7	115,8	0,1	0,1	0,078	± 1,4	Cumple
125	125,7	125,8	125,7	0,0	-0,1	0,078	± 1,4	Cumple
126	126,7	126,7	126,7	0,0	0,0	0,078	± 1,4	Cumple
127	127,7	127,7	127,8	0,1	0,1	0,078	± 1,4	Cumple
128	128,7	128,8	128,7	0,0	-0,1	0,078	± 1,4	Cumple
129	129,7	129,7	129,7	0,0	0,0	0,078	± 1,4	Cumple
130	130,7	130,7	130,8	0,1	0,1	0,078	± 1,4	Cumple



FRECUENCIA DE PRUEBA DE 8000 Hz

Nivel de Señal Aplicada	Nivel Esperado		Nivel Leído	Desviación		Incertidumbre	Tolerancia Linealidad de Nivel ±	Cumplimiento
	Relativa Er	Diferencial Ed		Relativa Er	Diferencial Ed			
dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB		
94	-	-	88,8	-	-	0,078	± 1,4	-
40	34,8	-	34,8	0,0	-	0,078	± 1,4	Cumple
41	35,8	35,8	35,9	0,1	0,1	0,078	± 1,4	Cumple
42	36,8	36,9	36,8	0,0	-0,1	0,078	± 1,4	Cumple
43	37,8	37,8	37,8	0,0	0,0	0,078	± 1,4	Cumple
44	38,8	38,8	38,8	0,0	0,0	0,078	± 1,4	Cumple
45	39,8	39,8	39,9	0,1	0,1	0,078	± 1,4	Cumple
50	44,8	44,9	44,8	0,0	-0,1	0,078	± 1,4	Cumple
55	49,8	49,8	49,8	0,0	0,0	0,078	± 1,4	Cumple
65	59,8	59,8	59,9	0,1	0,1	0,078	± 1,4	Cumple
75	69,8	69,9	69,8	0,0	-0,1	0,078	± 1,4	Cumple
85	79,8	79,8	79,8	0,0	0,0	0,078	± 1,4	Cumple
95	89,8	89,8	89,8	0,0	0,0	0,078	± 1,4	Cumple
105	99,8	99,8	99,9	0,1	0,1	0,078	± 1,4	Cumple
115	109,8	109,9	109,8	0,0	-0,1	0,078	± 1,4	Cumple
125	119,8	119,8	119,8	0,0	0,0	0,078	± 1,4	Cumple
126	120,8	120,8	120,8	0,0	0,0	0,078	± 1,4	Cumple
127	121,8	121,8	121,9	0,1	0,1	0,078	± 1,4	Cumple
128	122,8	122,9	122,8	0,0	-0,1	0,078	± 1,4	Cumple
129	123,8	123,8	123,8	0,0	0,0	0,078	± 1,4	Cumple
130	124,8	124,8	124,9	0,1	0,1	0,078	± 1,4	Cumple

RESULTADOS DE INDICACIÓN DE SOBRECARGA

Frecuencia	Nivel entrada	Lectura Esperada	Equipo	Error	Incertidumbre	Tolerancia	Cumplimiento
Hz	dB	dB	dB	dB	dB	dB	
1000	113,9	114,0	113,9	-0,100	0,078	± 1,4	Cumple
800	114,7	114,0	113,7	-0,300	0,078	± 1,9	Cumple
630	115,8	114,0	113,7	-0,300	0,078	± 1,9	Cumple
500	117,1	114,0	113,5	-0,500	0,078	± 1,9	Cumple
400	118,7	114,0	113,5	-0,500	0,078	± 1,9	Cumple
315	120,5	114,0	113,4	-0,600	0,078	± 1,9	Cumple

Nota: Promedio de 3 mediciones por cada punto

OBSERVACIONES

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2,00$, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.
NOTA: El error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).

⁽¹⁾ Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.

INFORMACIÓN SOBRE DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD

Regla de decisión binaria con zona de seguridad. El ítem de calibración se acepta como conforme si el error de medición se encuentra dentro del límite de aceptación $AL=TL-w$; donde $w=U$ y $TL=error\ máximo\ permitido\ (EMP)$.

Todo error que se encuentre dentro de los límites del intervalo de especificación serán conformes con una probabilidad de conformidad de al menos el 97,7 % y el riesgo, la probabilidad de no conformidad menor al 2,3%.

Nota: Tolerancias tomadas de la Norma Internacional IEC 61672-1:2002 para sonómetros Clase 2.

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD: CUMPLE - Aceptación basada en la zona de seguridad; los resultados reportados en este certificado están por debajo del límite de aceptación (AL).

CALIBRACIÓN REALIZADA POR:

Jair Consuelo

FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM:

2022-09-15

FECHA DE EMISIÓN: 2022-09-16

FECHA DE CALIBRACIÓN:

2022-09-16



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electronicamente por:

Ing. Savino Piñeda
Gerente Técnico

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-0246-001-22

						
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE						
EMPRESA:	CERTIMIN SA					
DIRECCIÓN:	AV. LAS VEGAS NRO. 845 Z.I. ZONA INDUSTRIAL LIMA - LIMA - SAN JUAN DE MIRAFLORES					
IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN						
ÍTEM:	CALIBRADOR ACÚSTICO	UBICACIÓN ⁽¹⁾ :	MONITOREO AMBIENTAL			
MARCA:	3M	CLASE:	1			
MODELO:	AC-300	UNIDAD DE MEDIDA:	dB			
SERIE:	AC300003518	NIVEL(ES) DE PRESIÓN SONORA:	114 dB			
CÓDIGO ⁽¹⁾ :	LAB-1741-B	FRECUENCIA DE EMISIÓN:	1 kHz			
EQUIPAMIENTO UTILIZADO						
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	N° CERTIFICADO
ELP.PC.010	MULTÍMETRO PATRÓN	TRANSMILLE	8080	N1557A17	2022-12-04	AC-26131
ELP.PT.070	SONÓMETRO	CENTER	390	180809600	2022-06-01	CCP-0019-107-21
ELP.PT.059	BARÓMETRO	CONTROL COMPANY	6530	181821642	2022-11-03	CC-4196-025-21
ELP.PT.036	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	180303334	2022-08-03	CCP-0731-003-21
DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA						
Los resultados de calibración contenidos en este informe son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del NPL (National Physical Laboratory – Reino Unido) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).						
CALIBRACIÓN						
MÉTODO:	COMPARACIÓN INDIRECTA Y DIRECTA CON MULTÍMETRO DIGITAL					
DOCUMENTO DE REFERENCIA:	CEM AC-005:2000 (EDICIÓN 0)	TEMPERATURA AMBIENTAL:	20,3 °C	± 0,1 °C		
PROCEDIMIENTO:	PEC.ELP.54	HUMEDAD RELATIVA:	56,3 %HR	± 0,1 %HR		
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LABORATORIO 1 - ELICROM	PRESIÓN ATMOSFÉRICA:	1004 hPa	± 0 hPa		
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN						
Medición de presión sonora en 114 dB a 20 µPa						
Valor medido	Valor nominal	Error	Incertidumbre	Tolerancia	Cumplimiento	
dB	dB	dB	dB	dB		
114,1465	114	-0,15	0,20	± 0,40	Cumple	
Medición de Frecuencia en 114 dB						
Valor medido	Valor nominal	Error	Incertidumbre	Tolerancia	Cumplimiento	
kHz	kHz	kHz	kHz	%		
1,0000	1	0,00000	0,00024	± 1,0	Cumple	
Nota: Promedio de 5 mediciones por cada punto.						
OBSERVACIONES						
La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición, la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2,00, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.						
NOTA 1: El error de medición se muestra con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).						
NOTA 2: Tolerancias tomadas de la Norma Internacional IEC 60942:2003 para Calibradores Acústicos Clase 1.						
⁽¹⁾ Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.						
INFORMACIÓN SOBRE DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD						
Regla de decisión binaria con zona de seguridad. El ítem de calibración se acepta como conforme si el error de medición se encuentra dentro del límite de aceptación $AL=TL-w$; donde $w=U$ y $TL=$ error máximo permitido (EMP). Todo error que se encuentre dentro de los límites del intervalo de especificación serán conformes con una probabilidad de conformidad de al menos el 97,7 % y el riesgo, la probabilidad de no conformidad menor al 2,3%.						
DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD: CUMPLE - Aceptación basada en la zona de seguridad; los resultados reportados en este certificado están por debajo del límite de aceptación (AL).						
CALIBRACIÓN REALIZADA POR:	Jair Consuelo					
FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM:	2022-02-28	FECHA DE EMISIÓN: 2022-03-03				
FECHA DE CALIBRACIÓN:	2022-03-03					



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electronicamente por:

Gerente General

Certificate of Analysis – Certified Reference Material

Certipur® Buffer solution pH 4.00 (20°C)

Certified Reference Material for pH measurement

Product no.: 1.09435.1000
Lot no.: HC02910835
Description of CRM: Certipur® Buffer solution pH 4.00 (20°C)
 Certified Reference Material for pH measurement
Expiry date: 2023/04/30
Storage: +15°C to +25°C tightly closed in the original container
Composition: citric acid / sodium hydroxide / hydrogen chloride



Certified value	Associated uncertainty, $U=k \cdot u$ ($k=2$)
pH value 4.01	± 0.02 (20°C)

Metrological traceability: The pH value of this certified buffer solution is directly traceable to primary certified reference materials characterised by PTB and verified by SRMs from NIST.
 NIST 189c, 188, 185i, 186 Ig, 186 IIg, 187f
 PTB OX-405/18, TA-442/19, PHT-340/16, PHO-346/16, BO-373/17
 PTB: *Physikalisch Technische Bundesanstalt, Braunschweig, Germany*
 NIST: *National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, USA.*

Measurement method: pH value is measured with a combined glass electrode after 5-point calibration according to DIN 19268 with reference buffer solutions according to DIN 19266, IUPAC, NIST, Ph.Eur. and USP.

Accreditation: Merck KGaA, Darmstadt, Germany is accredited by the German accreditation authority DAkkS as registered reference material producer D-RM-15185-01-00 in accordance with ISO 17034 and registered calibration laboratory D-K-15185-01-00 according to DIN EN ISO/IEC 17025.

Certificate issue date: 2020/04/24



ISO 17034



ISO/IEC 17025



CRM released by Approving Officer
or delegate LS-OII-QS3

A. Yildirim

Dipl.-Ing. Ayfer Yildirim
(Responsible QC Laboratory Manager)
(Calibration Laboratory D-K-15185-01)



Intended use:	This reference material is intended for use as a calibration standard for pH instruments or pH electrodes or as a control sample for measuring the pH value.
Instructions for handling and correct use:	The pH value is strongly dependent on the temperature. It is therefore necessary to keep the temperature constant within the measurement.
Health and safety information:	Please refer to the Safety Data Sheet for detailed information about the nature of any hazard and appropriate precautions to be taken.
Preparation:	This reference material is prepared gravimetrically from citric acid, sodium hydroxide, hydrogen chloride and high purity water.

Associated uncertainty:

The expanded uncertainty U_{CRM} is calculated as $U_{CRM} = k \cdot u_{CRM}$, where $k = 2$ is the coverage factor for a 95% coverage probability and u_{CRM} is the combined standard uncertainty in accordance to ISO 17034.

The combined uncertainty u_{CRM} is derived from combination of the squared uncertainty contributions:

$$u_{CRM} = \sqrt{u^2_{Characterisation} + u^2_{Homogeneity} + u^2_{Stability}}$$

- $u_{characterisation}$:** is the uncertainty in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025 which includes the contributions of the primary reference material and the measuring system.
- $u_{homogeneity}$:** is the between-bottle variation in accordance with ISO 17034. The assessment of homogeneity is performed by analysis of a representative number of systematically chosen sample units.
- $u_{stability}$:** is the uncertainty obtained from short-term and long-term stability in accordance with ISO 17034. The stability studies are the basis for the quantification of the expiry date of this reference material for the unopened bottle.

Informative values:

Temperature dependence¹:

Temperature [°C]	Δ pH
0	+ 0.05
5	+ 0.04
10	+ 0.02
15	+ 0.01
20	± 0
25	+ 0.01
30	+ 0.01
35	+ 0.01
40	+ 0.01
50	± 0

¹Temperature deviation data provided for reference only. Values are not batch-specific and should not be considered certified values.

For more detailed information please read the certification report on our website.

Certificate of analysis revision history:

Certificate version	Date	Reason for version
01	2020/04/24	Initial version
02	2020/12/18	Temperature dependence correction



Certificate of Analysis – Certified Reference Material

Certipur® Buffer solution pH 7.00 (20°C)

Certified Reference Material for pH measurement

Product no.: 1.09439.1000
Lot no.: HC02387439
Description of CRM: Certipur® Buffer solution pH 7.00 (20°C)
 Certified Reference Material for pH measurement
Expiry date: 2023/03/31
Storage: +15°C to +25°C tightly closed in the original container
Composition: di-sodium hydrogen phosphate / potassium dihydrogen phosphate



Certified value	Associated uncertainty, $U=k \cdot u$ ($k=2$)
pH value 7.00	± 0.02 (20°C)

Metrological traceability: The pH value of this certified buffer solution is directly traceable to primary certified reference materials characterised by PTB and verified by SRMs from NIST.
 NIST 189c, 188, 185i, 186 Ig, 186 IIg, 187f
 PTB OX-405/18, TA-442/19, PHT-340/16, PHO-346/16, BO-373/17
 PTB: *Physikalisch Technische Bundesanstalt, Braunschweig, Germany*
 NIST: *National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, USA.*

Measurement method: pH value is measured with a combined glass electrode after 5-point calibration according to DIN 19268 with reference buffer solutions according to DIN 19266, IUPAC, NIST, Ph.Eur. and USP.

Accreditation: Merck KGaA, Darmstadt, Germany is accredited by the German accreditation authority DAkkS as registered reference material producer D-RM-15185-01-00 in accordance with ISO 17034 and registered calibration laboratory D-K-15185-01-00 according to DIN EN ISO/IEC 17025.

Certificate issue date: 2020/03/18



ISO 17034



ISO/IEC 17025



A. Yildirim

Dipl.-Ing. Ayfer Yildirim
 (Responsible QC Laboratory Manager)



Intended use:	This reference material is intended for use as a calibration standard for pH instruments or pH electrodes or as a control sample for measuring the pH value.
Instructions for handling and correct use:	The pH value is strongly dependent on the temperature. It is therefore necessary to keep the temperature constant within the measurement.
Health and safety information:	Please refer to the Safety Data Sheet for detailed information about the nature of any hazard and appropriate precautions to be taken.
Preparation:	This reference material is prepared gravimetrically from di-sodium hydrogen phosphate, potassium dihydrogen phosphate and high purity water.

Associated uncertainty:

The expanded uncertainty U_{CRM} is calculated as $U_{CRM} = k \cdot u_{CRM}$, where $k = 2$ is the coverage factor for a 95% coverage probability and u_{CRM} is the combined standard uncertainty in accordance to ISO 17034.

The combined uncertainty u_{CRM} is derived from combination of the squared uncertainty contributions:

$$u_{CRM} = \sqrt{u^2_{Characterisation} + u^2_{Homogeneity} + u^2_{Stability}}$$

- $u_{characterisation}$:** is the uncertainty in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025 which includes the contributions of the primary reference material and the measuring system.
- $u_{homogeneity}$:** is the between-bottle variation in accordance with ISO 17034. The assessment of homogeneity is performed by analysis of a representative number of systematically chosen sample units.
- $u_{stability}$:** is the uncertainty obtained from short-term and long-term stability in accordance with ISO 17034. The stability studies are the basis for the quantification of the expiry date of this reference material for the unopened bottle.

Informative values:

Temperature dependence¹:

Temperature [°C]	Δ pH
0	+ 0.13
5	+ 0.07
10	+ 0.05
15	+ 0.02
20	± 0
25	- 0.02
30	- 0.02
35	- 0.04
40	- 0.05
50	- 0.05

¹Temperature deviation data provided for reference only. Values are not batch-specific and should not be considered certified values.

For more detailed information please read the certification report on our website.

Certificate of analysis revision history:

Certificate version	Date	Reason for version
01	2020/03/18	Initial version



Certificate of Analysis – Certified Reference Material

Certipur® Buffer solution pH 10.00 (20°C)

Certified Reference Material for pH measurement



Product no.: 1.09438.1000
Lot no.: HC16652938
Description of CRM: Certipur® Buffer solution pH 10.00 (20°C)
Certified Reference Material for pH measurement
Expiry date: 2024/08/31
Storage: +15°C to +25°C tightly closed in the original container
Composition: boric acid / potassium chloride /sodium hydroxide

Certified value

**Associated uncertainty, $U=k \cdot u$
($k=2$)**

pH value 10.01

± 0.03 (20°C)

Metrological traceability: The pH value of this certified buffer solution is directly traceable to primary certified reference materials characterised by PTB and verified by SRMs from NIST.

NIST 189c, 188, 185i, 186 Ig, 186 IIg, 187f

PTB OX-405/18, TA-442/19, PHT-467/20, PHO-490/20, BO-468/20

PTB: *Physikalisch Technische Bundesanstalt, Braunschweig, Germany*

NIST: *National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, USA.*

Measurement method: pH value is measured with a combined glass electrode after 5-point calibration according to DIN 19268 with reference buffer solutions according to DIN 19266, IUPAC, NIST, Ph.Eur. and USP.

Accreditation: Merck KGaA, Darmstadt, Germany is accredited by the German accreditation authority DAkkS as registered reference material producer D-RM-15185-01-00 in accordance with ISO 17034.

Certificate issue date: 2021/08/12



ISO 17034

CRM released by Approving Officer
or delegate LS-OII-QS3

A. Yildirim

Dipl.-Ing. Ayfer Yildirim
Responsible Manager of LS-OII-QS3
(Accredited Calibration Laboratory)

Intended use:	This reference material is intended for use as a calibration standard for pH instruments or pH electrodes or as a control sample for measuring the pH value.
Instructions for handling and correct use:	The pH value is strongly dependent on the temperature. It is therefore necessary to keep the temperature constant within the measurement.
Health and safety information:	Please refer to the Safety Data Sheet for detailed information about the nature of any hazard and appropriate precautions to be taken.
Preparation:	This reference material is prepared gravimetrically from boric acid, potassium chloride, sodium hydroxide and high purity water.

Associated uncertainty:

The expanded uncertainty U_{CRM} is calculated as $U_{CRM} = k \cdot u_{CRM}$, where $k = 2$ is the coverage factor for a 95% coverage probability and u_{CRM} is the combined standard uncertainty in accordance to ISO 17034.

The combined uncertainty u_{CRM} is derived from combination of the squared uncertainty contributions:

$$u_{CRM} = \sqrt{u^2_{Characterisation} + u^2_{Homogeneity} + u^2_{Stability}}$$

$u_{characterisation}$:	is the uncertainty in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025 which includes the contributions of the primary reference material and the measuring system. The characterisation measurements have been conducted by our DAkkS accredited calibration laboratory (D-K-15185-01).
$u_{homogeneity}$:	is the between-bottle variation in accordance with ISO 17034. The assessment of homogeneity is performed by analysis of a representative number of systematically chosen sample units.
$u_{stability}$:	is the uncertainty obtained from short-term and long-term stability in accordance with ISO 17034. The stability studies are the basis for the quantification of the expiry date of this reference material for the unopened bottle.

Informative values:

Temperature dependence ¹ :	Temperature [°C]	Δ pH
	0	+ 0.26
	5	+ 0.17
	10	+ 0.11
	15	+ 0.05
	20	± 0
	25	- 0.06
	30	- 0.11
	35	- 0.16
	40	- 0.18
	50	- 0.26

¹Temperature deviation data provided for reference only. Values are not batch-specific and should not be considered certified values.

For more detailed information please read the certification report on our website.

Certificate of analysis revision history:

Certificate version	Date	Reason for version
01	2021/08/12	Initial version



Certificate of Analysis – Certified Reference Material

Certipur® Buffer solution pH 7.00 (20°C)

Certified Reference Material for pH measurement

Product no.: 1.09439.1000
Lot no.: HC91391039
Description of CRM: Certipur® Buffer solution pH 7.00 (20°C)
 Certified Reference Material for pH measurement
Minimum shelf life: 2022/12/31
Storage: +15°C to +25°C tightly closed in the original container
Composition: di-sodium hydrogen phosphate / potassium dihydrogen phosphate



Certified value	Associated uncertainty, $U=k \cdot u$ ($k=2$)
pH value 7.00	± 0.02 (20°C)

Metrological traceability: The pH value of this certified buffer solution is directly traceable to primary certified reference materials characterised by PTB and verified by SRMs from NIST.
 NIST 189c, 188, 185i, 186 Ig, 186 IIg, 187f
 PTB OX-405/18, TA-442/19, PHT-340/16, PHO-346/16, BO-373/17
 PTB: *Physikalisch Technische Bundesanstalt, Braunschweig, Germany*
 NIST: *National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, USA.*

Measurement method: pH value is measured with a combined glass electrode after 5-point calibration according to DIN 19268 with reference buffer solutions according to DIN 19266, IUPAC, NIST, Ph.Eur. and USP.

Accreditation: Merck KGaA, Darmstadt, Germany is accredited by the German accreditation authority DAkkS as registered reference material producer D-RM-15185-01-00 in accordance with ISO 17034 and registered calibration laboratory D-K-15185-01-00 according to DIN EN ISO/IEC 17025.

Certificate issue date: 2020/01/02



ISO 17034



ISO/IEC 17025

A. Yildirim

Dipl.-Ing. Ayfer Yildirim
 (Responsible QC Laboratory Manager)



Intended use:	This reference material is intended for use as a calibration standard for pH instruments or pH electrodes or as a control sample for measuring the pH value.
Instructions for handling and correct use:	The pH value is strongly dependent on the temperature. It is therefore necessary to keep the temperature constant within the measurement.
Health and safety information:	Please refer to the Safety Data Sheet for detailed information about the nature of any hazard and appropriate precautions to be taken.
Preparation:	This reference material is prepared gravimetrically from di-sodium hydrogen phosphate, potassium dihydrogen phosphate and high purity water.

Associated uncertainty:

The expanded uncertainty U_{CRM} is calculated as $U_{CRM} = k \cdot u_{CRM}$, where $k = 2$ is the coverage factor for a 95% coverage probability and u_{CRM} is the combined standard uncertainty in accordance to ISO 17034.

The combined uncertainty u_{CRM} is derived from combination of the squared uncertainty contributions:

$$u_{CRM} = \sqrt{u^2_{Characterisation} + u^2_{Homogeneity} + u^2_{Stability}}$$

- $u_{characterisation}$:** is the uncertainty in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025 which includes the contributions of the primary reference material and the measuring system.
- $u_{homogeneity}$:** is the between-bottle variation in accordance with ISO 17034. The assessment of homogeneity is performed by analysis of a representative number of systematically chosen sample units.
- $u_{stability}$:** is the uncertainty obtained from short-term and long-term stability in accordance with ISO 17034. The stability studies are the basis for the quantification of the minimum shelf life of this reference material for the unopened bottle.

Informative values:

Temperature dependence¹:

Temperature [°C]	Δ pH
0	+ 0.13
5	+ 0.07
10	+ 0.05
15	+ 0.02
20	± 0
25	- 0.02
30	- 0.02
35	- 0.04
40	- 0.05
50	- 0.05

¹Temperature deviation data provided for reference only. Values are not batch-specific and should not be considered certified values.

For more detailed information please read the certification report on our website.

Certificate of analysis revision history:

Certificate version	Date	Reason for version
01	2020/01/02	Initial version

