

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN LAS ÁREAS DE  
TRABAJO DE LA COOPERATIVA MINERA HALCÓN DE ORO DE ANANEA –  
ANANEA - SAN ANTONIO DE PUTINA - PUNO**

**PRESENTADO POR:**

**FERNANDO ADRIANO LINO YANQUI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**

**2022**



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](#) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](#)

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**TESIS****EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN LAS ÁREAS DE TRABAJO DE LA COOPERATIVA MINERA HALCÓN DE ORO DE ANANEA – ANANEA - SAN ANTONIO DE PUTINA - PUNO**

PRESENTADO POR:

FERNANDO ADRIANO LINO YANQUI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:   
Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

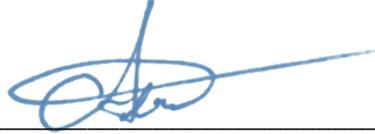
PRIMER MIEMBRO

:   
Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

SEGUNDO MIEMBRO

:   
M. Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

ASESOR DE TESIS

:   
Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOZQUETA

Área : Ingeniería, Tecnología

Disciplina : Minería y procesamiento de minerales

Especialidad : Contaminación y mitigación ambiental minero - metalúrgica.

Puno, 30 de Noviembre del 2022.

## DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando sentí que ya no podía más; por ello, con toda la humildad que de mi corazón puede emanar, dedico primeramente mi trabajo a Dios.

A mi esposa que sin su apoyo incondicional no hubiera sido posible este trabajo y mi pequeño hijo Cristófer Mateo que me inspira cada día para seguir adelante.

También dedico este trabajo a mi abuelita desde que era pequeño estuvo a mi lado y supo guiarme en esta vida y hasta hoy me cuida desde el cielo.

De igual forma, dedico esta tesis a mi madre que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mi padre, por sus consejos e insistencia de seguir adelante en la vida y que siempre estará para brindarme su apoyo.

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

## AGRADECIMIENTOS

“Al ver el resultado que se logró con este proyecto, solamente se me viene a la mente una palabra: ¡Gracias!

Todo este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo incondicional de Noelia, mi esposa, que estuvo a mi lado en los momentos difíciles, cuya paciencia fue puesta a prueba en incontables ocasiones, a mi hijo Cristófer Mateo que me da fuerzas para seguir adelante.

Gracias, también, a mi mamita Mercedes que me cuidó siempre y ahora lo hace desde el cielo, también a mi madre que supo criar a un hombre de bien y su ayuda en todo lo que necesité en esta vida, a mi padre por sus consejos y apoyo en todo momento.

Nada de esto hubiera sido posible sin ustedes.

Agradezco también a la Universidad Privada San Carlos por las enseñanzas en todo el tiempo que estuve estudiando mi carrera profesional, también agradecer a mi Asesora Ing. Anani Durand Goyzueta por su apoyo durante la elaboración de este proyecto.

Este trabajo es el resultado de un sinnúmero de acontecimientos que poco tuvieron que ver con lo académico, sino más bien, con el amor.

Gracias infinitas a ustedes y, por supuesto, a Dios, por ponerlos en mi camino.”

**ÍNDICE GENERAL**

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
INDICE DE ANEXOS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>11</b>

**CAPÍTULO I****PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA  
INVESTIGACIÓN**

<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>13</b>
1.1.1 Problema general	14
1.1.2 Problemas Específicos	14
<b>1.2. ANTECEDENTES: INTERNACIONAL, NACIONAL Y LOCAL:</b>	<b>14</b>
<b>1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>21</b>
	3

1.3.1 OBJETIVO GENERAL	21
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
<b>2.1. MARCO TEÓRICO</b>	<b>22</b>
2.1.1. Ruido y sonido	22
2.1.2 Equipos De Monitoreo (Medición Del Sonido)	22
2.1.3 Propagación del sonido	23
2.1.3.1 Nivel de Presión del Sonido	23
2.1.3.2 Nivel de Potencia del Sonido	24
2.1.3.3 Niveles y decibeles	24
2.1.4 Contaminación acústica en la industria minera.	25
2.1.4.1 Ruido laboral.	26
2.1.4.2 Efectos del ruido en la salud.	26
2.1.5 Percepción del ruido.	27
2.1.6 La audiometría	28
2.1.7 Enfermedad ocupacional	29
2.1.8 Tomar muestras de ruido con un dosímetro	30
2.1.9 GUIA N° 1 MEDICIÓN DE RUIDO	31
<b>2.2. MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>33</b>
<b>2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>34</b>
2.3.1 HIPÓTESIS GENERAL	34
2.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	34

**CAPÍTULO III****METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

<b>3.1. ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>36</b>
<b>3.2. TAMAÑO DE MUESTRA</b>	<b>40</b>
<b>3.3. METODOS Y TECNICAS</b>	<b>42</b>
3.3.1. Métodos y Técnicas	42
<b>3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES</b>	<b>44</b>
<b>3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO</b>	<b>46</b>
3.5.1. Diseño metodológico	46
3.5.2. Tipo de investigación.	46

**CAPÍTULO IV****EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

<b>4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS COMPARADOS CON EL D.S. 085-2003-PCM</b>	<b>48</b>
4.1.1. Resultados de las fuentes móviles	48
4.1.2. Resultados de las fuentes estacionarias	52
<b>4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL TIEMPO DE EXPOSICIÓN A RUIDO SEGÚN D.S. 024-2016-EM Y SU MODIFICATORIA D.S. 023-2017-EM</b>	<b>55</b>
4.2.1. Resultados de las fuentes móviles	56
4.2.2. Resultados de las fuentes estacionarias	58
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>60</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>62</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>63</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>66</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 01:</b> Acceso por tramos	37
<b>Tabla 02:</b> Población de estudio	40
<b>Tabla 03:</b> Muestra de estudio	41
<b>Tabla 04:</b> Límites permisibles	44
<b>Tabla 05:</b> Operacionalización de variables	45
<b>Tabla 06:</b> Resultados de monitoreo de fuentes móviles comparada con el D.S. 085-2003-PCM	49
<b>Tabla 07:</b> Resultados de monitoreo de fuentes estacionarias comparada con el D.S. 085-2003-PCM	53
<b>Tabla 08:</b> Resultados del tiempo de exposición en fuentes móviles	56
<b>Tabla 09:</b> Resultados del tiempo de exposición en fuentes estacionarias	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 01:</b> Vista de la operación de carguío del material morrénico	38
<b>Figura 02:</b> Vista de la limpieza del desarenador	39
<b>Figura 03:</b> Resultados del nivel de presión sonora equivalente en fuentes móviles	51
<b>Figura 04:</b> Resultados del nivel de presión sonora equivalente en fuentes estacionarias	55

## INDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 01:</b> Matriz de consistencia	67
<b>Anexo 02:</b> Resultados de monitoreo de ruido	69
<b>Anexo 03:</b> Ubicación geográfica	71
<b>Anexo 04:</b> Flujograma de operaciones mineras	72
<b>Anexo 05:</b> Certificado de calibración de sonómetro	73
<b>Anexo 06:</b> Certificado de calibración del calibrador acústico	82
<b>Anexo 07:</b> D.S. 085 - 2003-PCM	86
<b>Anexo 08:</b> Lecturas de Sonometro	97
<b>Anexo 09:</b> Fotos en Campo	101

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la contaminación acústica en la Unidad Minera Halcón de Oro de Ananea, la metodología que se utiliza es de acuerdo al D.S.N° 085 – 2003 – PCM; también la guía N° 01 MEDICIÓN DE RUIDO del decreto supremo N° 024 – 2016 – EM y su modificatoria D.S 023 – 2017 – EM reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería, para obtener los resultados de la contaminación acústica se utilizó un sonómetro (Sound Level Meter), con una población de 43 personas y 10 equipos y tomando como muestra para este monitoreo 10 estaciones, en cada estación se realizó 03 mediciones el primero en el mes de abril, el segundo en el mes de mayo y el tercero en el mes de junio obteniendo 30 resultados, los cuales se evaluaron y compararon con el ECA – RUIDO para saber si cumplen o no, también se evaluó el tiempo de exposición máximo según el D.S. N° 024 – 2016- EM y su modificatoria D.S. 023 – 2017 – EM. Dando como resultado que en la fuente móvil los volquetes cumplen con el ECA – RUIDO y el cargador frontal y la retroexcavadora no cumplen con el ECA RUIDO; dentro de los resultados de las fuentes estacionarias las motobombas no cumplen el ECA – RUIDO. Para el tiempo de explosión máximo se determinó que para las motobombas 03 y 04 su tiempo como máximo es de 36 segundos para lo cual se recomienda realizar planes para el control de ruido en las áreas de trabajo donde hay contaminación acústica. Se debe usar jerarquía de controles priorizando el control en la fuente de generación y finalmente el control en la persona. Los puestos que excedan el ECA – RUIDO deben ingresar a un programa de vigilancia médica ocupacional, para realizar el seguimiento de los resultados audiométricos.

Palabras clave: contaminación acústica, ECA- Ruido, monitoreo.

**ABSTRACT**

The objective of this research work is to evaluate noise pollution in the Halcón de Oro Mining Unit of Ananea, the methodology used is according to D.S.N° 085 – 2003 – PCM; also guide No. 01 NOISE MEASUREMENT of Supreme Decree No. 024 - 2016 - EM and its amendment D.S 023 - 2017 - EM Occupational Health and Safety Regulations in Mining, to obtain the results of noise pollution a sound level meter was used ( Sound Level Meter), with a population of 43 people and 10 teams and taking 10 stations as a sample for this monitoring, in each station 03 measurements were made, the first in the month of April, the second in the month of May and the third in May. the month of June obtaining 30 results, which were evaluated and compared with the ECA - NOISE to know if they comply or not, the maximum exposure time was also evaluated according to the D.S. N° 024 – 2016- EM and its amendment D.S. 023 – 2017 – MS. Giving as a result that in the mobile source the dump trucks comply with the ECA - NOISE and the front loader and the backhoe do not comply with the ECA - NOISE; Within the results of the stationary sources, the motor pumps do not comply with the ECA – NOISE. For the maximum explosion time, it was determined that for motor pumps 03 and 04 their maximum time is 36 seconds, for which it is recommended that plans should be made for noise control in work areas where there is noise pollution. A hierarchy of controls should be used, prioritizing control at the generation source and finally control at the person. Positions that exceed the ECA - NOISE must enter an occupational medical surveillance program to monitor the audiometric results.

Keywords: noise pollution, ECA-Noise, monitoring.

## INTRODUCCIÓN

La contaminación acústica es la presencia en el ambiente de ruido que implica molestia, genera riesgos o afecta la salud y el bienestar de las personas. (Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido “Artículo 3.- De las Definiciones)

En cuanto a la industria y el ruido en el Perú, a pesar de la legislación ambiental vigente, aún no se observan equipos de reducción de ruido en las distintas actividades que se desarrollan en la industria y la minería. , porque este último producto es el que más contamina. (Arango, 2012)

Durante el estudio se planteó la siguiente hipótesis: “El nivel de contaminación acústica en la zona minera de Chalcona de Oro en Ananea cumple con los estándares nacionales de calidad ambiental acústica, que establece el D. S. N°085-2003-PCM: Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido”; al ser pequeña minería no se realiza aún una fiscalización ambiental de acuerdo a los estándares nacionales de calidad ambiental (ECAS) , límites máximos permisibles (LMP), ya sea de ruido, aire, agua o suelo por las autoridades competentes. Lo que en la investigación se busca saber si estamos cumpliendo con el ECA – RUIDO, para eso se realizaron monitoreos que nos ayudan a ver si hay contaminación acústica en las actividades que desarrolla la cooperativa minera halcón de Ananea.

Para medir la contaminación sonora, se siguen las pautas contenidas en el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM - Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (en adelante, Reglamento ECA Ruido), documento a través del cual se establecieron los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido (ECA Ruido) y los lineamientos para no excederlos.

Esta investigación evaluó la contaminación acústica en las áreas de trabajo de la cooperativa minera halcón de Ananea , se llegó a la conclusión que no cumplen con el ECA – RUIDO, Para lo cual se recomienda se debe realizar planes para el control de ruido en las áreas de trabajo donde hay contaminación sonora.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Si el ruido en el lugar de trabajo causa pérdida de audición, además de la exposición o interacción con las sustancias antes mencionadas, se deben considerar otros factores como la edad, el traumatismo craneoencefálico, el tabaquismo, ciertas enfermedades sistémicas y la exposición a ciertos químicos, en su mayoría sin uso. consideró. protectores auditivos. , que es una importante medida preventiva para reducir las enfermedades profesionales ya mencionadas. Se dice que los más afectados sirven en todos los ámbitos de la vida, incluido el ejército. (Samaniego, 2018)

Esto es de la misma manera que en la Unión Europea en 2000, el 28 % de los trabajadores informaron que estaban expuestos al menos una cuarta parte del tiempo a un ruido suficiente para evitar que entablaran una conversación (lo que corresponde a un nivel de ruido de alrededor de 90 dB.(Marulanda, 2017)

Señaló que la sordera promedio 8 horas de trabajo en América Latina días, 5 días a la semana, es el tiempo de exposición 10 a 15 años es 17%. EEUU. Exposición pérdida de audición El ruido industrial es una enfermedad ocupaciones comunes Unos 35 en Europa Millones de personas están expuestas a niveles de ruido nocivos.(Quito, 2020)

En la unidad Minera Halcón de Oro de Ananea, en el desarrollo de su proceso de extracción y beneficios de oro, se genera ruidos en las diferentes áreas de trabajo donde los trabajadores se ven expuestos a ruidos fuertes como los operadores de motobomba que vendrían a ser fuentes estacionarias de ruido, también los operadores de maquinarias que vendrían a ser fuentes móviles de ruido; los trabajadores se ven afectados por el ruido, porque algunos muestran dificultad para escuchar y participar en las capacitaciones que se realiza en la unidad minera, tampoco existen antecedentes de monitoreo de ruido que pueda confirmar que existe contaminación acústica y esto conlleva a que los trabajadores sufran pérdida de audición. Se deben realizar monitoreos de ruido en las diferentes áreas de trabajo para poder determinar la contaminación acústica en la unidad minera Halcon de oro de Ananea.

#### **1.1.1 Problema general**

¿Cuál es el grado de contaminación acústica, producida por el ruido generado en la Unidad Minera Halcón de Oro de Ananea - 2022?

#### **1.1.2 Problemas específicos**

¿Cuál es el nivel de ruido laboral en decibeles por exposición a maquinarias pesadas en la Unidad Minera Halcón de Oro de Ananea - 2022?

¿Cuál es el nivel de ruido laboral por exposición a fuentes estacionarias en la Unidad Minera Halcón de Oro de Ananea - 2022?

### **1.2. ANTECEDENTES: INTERNACIONAL, NACIONAL Y LOCAL**

#### **Antecedentes Internacionales**

Oleas (2021), en su trabajo indica: El presente estudio se enfocó en el monitoreo y evaluación de ruido ambiental originado por los diferentes procesos de la explotación minera en la Cantera de Áridos y pétreos "Flores" de la Parroquia San Luis. Con el

objetivo de identificar las áreas que generan mayor contaminación acústica hacia su entorno y plantear medidas preventivas que ayuden a controlar el mismo. Para esto se realizó el levantamiento de la información mediante inspecciones, observación directa, lista de chequeo, después consecuentemente para la obtención de datos se utilizó un sonómetro integrador con ponderación A. Se escogieron seis puntos estratégicos en tres periodos de medición en el día; reportando cinco muestras de 15 segundos. Obteniendo como resultado los siguientes valores en los diferentes puntos: P1(actividad de trituración) con 85,3 dB, P2(actividad de carga y descarga del material) con 81,2 dB, P3 (Actividad de fragmentación de roca) con 82,00 dB, P4(zona residencial) con 74,5 dB, P5(zona residencial) con 69,6dB los mismos que presentaron un mayor nivel de ruido superando los límites permisibles de presión sonora de acuerdo al Acuerdo Ministerial 097-A de la República del Ecuador, el que establece como valor límite 70 dB.

Jaramillo (2019), en su trabajo de titulación indica: Las operaciones mineras, el crecimiento desmedido de la población y el desarrollo de las industrias, generan un gran impacto al ambiente y la sociedad, entre las afectaciones esta de las cuáles la contaminación acústica, la cual es considerada uno de los contaminantes más económicos de producir. La Organización Mundial de la Salud (OMS) menciona que los niveles de ruido para un ser humano no deben exceder los 65 dB, durante el día y 55 dB en la noche. Por tales razones esta investigación realizó un monitoreo de contaminación acústica en la provincia de El Oro sector de Curipamba. Se colocaron cuatro puntos de monitoreo a 0, 20, 50 metros de distancias y un punto testigo a más de 50 metros, en horarios de 11-12 h:00, de 15-16 h:00 y de 21-22 h:00, lo que dio como resultado que el punto 1 a 0 metros, el nivel máximo de ruido fue en la noche con un total de generación de 81,74 dB mientras que el mínimo fue en la mañana con un promedio 77,06 dB, en el punto 2 a 20 metros el nivel máximo fue en la noche con de 65,41 dB y el mínimo fue en la tarde con un 59,55 dB, el punto 3 a 50 metros el nivel máximo fue en la noche con de 73,42 dB y el mínimo fue en la mañana con un 59,78 dB, lo que significa que el punto 1 y

3 sobrepasan los límites máximos permisible según el Anexo 5 del Acuerdo Ministerial 097 – A. Con los resultados obtenidos se planteó una metodología para reducir los niveles de ruido.

Klompaker (2019), La contaminación del aire y en cierta medida, el ruido del tráfico se asociaron positivamente con una mala salud mental . Los estudios que incluyen solo una de estas tres exposiciones correlacionadas puede sobrestimar la influencia sobre la mala salud mental atribuida a la exposición estudiada, al tiempo que subestiman la influencia de las exposiciones combinadas. Las asociaciones con mala salud mental difieren un poco según la edad.

Alvarez (2019), En este artículo se presentan los resultados de la evaluación de ruido ambiental en zonas aledañas a tres centros médicos ubicados en la localidad de Barrios Unidos (Bogotá). Esto con el objetivo de determinar el cumplimiento de los límites máximos permisibles para este tipo de sectores catalogados como de tranquilidad y silencio; para así verificar la influencia del desarrollo y crecimiento de la localidad en la potencial afectación a la salud de personas. De esta manera, se realizó por cada centro médico la georreferenciación de la zona de estudio y mediciones preliminares, lo cual permitió establecer la existencia de contaminación por ruido y localizar un punto de mayor impacto en el que se hicieron las mediciones definitivas. De manera simultánea, se efectuó la toma de datos de condiciones meteorológicas. Los resultados obtenidos en cada centro médico demuestran, en general, que se sobrepasan los límites normativos de ruido ambiental (Leq A: 55dB), y que este fenómeno se correlaciona principalmente con el alto tránsito de vehículos..

### **Antecedentes Nacionales**

Callire (2020), indica en el presente estudio se realizó el control de dosimetría a cada modelo de perforadora para determinar la situación del ambiente ocupacional al que está expuesto el operador, también se consideraron los resultados de audiometría para

determinar el grado de pérdida auditiva de cada operador, y diferir si el ruido generado por las perforadoras influye significativamente en la salud ocupacional del operador. Para ello se comprobó que la variable pérdida auditiva está relacionada con las variables de ruido ocupacional, edad y tiempo de servicios del operador, obteniendo así un modelo multivariable en función de las variables más influyentes en la salud ocupacional del trabajador. Finalmente, al saber que la mina Toquepala opera con cuatro modelos de perforadoras, se realizó un análisis por diversificación, obteniéndose diferencias significativas en la perforadora P&H. Sin embargo, al realizar la escala operacional respecto a la muestra de operadores, la influencia fue insignificante en la salud del trabajador, por lo que se recomienda realizar estudios más específicos de la influencia del ruido generado por la perforadora P&H respecto a la salud del trabajador para determinar las posibles causas, ya sea por acto o condición sub- estándar.

Cornejo (2020), El siguiente artículo describe la investigación realizada por la empresa de reparación CORSA. Todos los técnicos mecánicos que trabajan en áreas de mantenimiento y están expuestos a ambientes de alto ruido. El objetivo principal es controlar el alto nivel de ruido en el ambiente de trabajo que puede causar daño auditivo. El primer paso es utilizar la matriz IPERC para identificar las áreas con mayor riesgo de exposición a altos niveles de ruido. Posteriormente se procedió a realizar las mediciones a todas las personas que laboran en las áreas de mantenimiento de acuerdo al DS 024-2016 Reglamento de Protección de la Salud y Seguridad en el Trabajo Minero EM Directrices No. ley, el promedio de resultados de 5 empleados evaluados fue de más de 85 decibeles, los cuales no deben ser superados en una jornada laboral de 8 horas, por lo que se recomienda controlar este riesgo aplicando controles desde administrativos, técnicos hasta el uso de equipos de protección personal. . , la cual debe realizarse en relación con la situación real de la empresa CORSA, con el fin de proteger la salud de los trabajadores y dar cumplimiento a lo dispuesto por la legislación peruana.

Cuti (2020), En su trabajo de investigación: determinar la distribución espacial de la contaminación acústica y su relación con los aviones en el aeropuerto internacional Alejandro Velasco Astete, en el área de estudio se tomó 10 estaciones de monitoreo el cual se realizó una comparación con los estándares de calidad ambiental (ECA) en ruido horario diurno en zonas residenciales con el cronograma de horario de vuelos del aeropuerto. El monitoreo se realizó desde las 08:am a 17:00 pm. Los datos fueron recogidos por un sonómetro de clase I. los datos obtenidos fueron procesados a través del programa Rstudio y Argis donde se determinó que los flujos de aviones superan los ECA ruido afectando a las zonas críticas que se encuentran en áreas circundantes al aeropuerto.

Quintanilla (2018), En su trabajo de investigación concluyó que del total de focos emisores fijos y móviles durante el día en el Cusco, los vehículos livianos conforman el 93%, los vehículos pesados el 4%, los vehículos pequeños (motos) el 2% y las sirenas el 1%. la policía de tránsito, el avión y el tren no son grandes. Por la noche, los automóviles representaron el 98 %, el transporte pesado el 2 % y las fuentes de sonido estacionarias en karaokes y bares constituyeron una proporción menor. Los niveles de presión sonora medidos en todas las zonas de Cusco superaron la ECA durante el día, excepto Cork, donde el registro más alto fue de 90,3 dB en el distrito de San Sebastián, y todos los registros superaron la ECA durante la noche, cuando el ruido fue más alto en Wanchaca en 76,0 dB. Las zonas más críticas de contaminación acústica identificadas en horario diurno se encuentra en la Alameda Pachacutec, Av. la Cultura, mercado de Vinocanchón, Calle Tres Cruces de Oro, Belén, Trinitarias Vía Expresa, Vía de Evitamiento y puente Santiago; en el horario nocturno San Andrés, Plateros, Procuradores, Ayacucho, Av. El Sol, Limacpampa, Av. La Cultura (Marcavalle) y la Urb. Túpac Amaru.

### Antecedentes Local

Holguin (2020), en su investigación tiene como resultado: Del monitoreo realizado se calculó el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para cada una de las maquinarias utilizadas durante el proceso de ejecución de la obra obteniendo que la autohormigonera genera 81.96 dBA, el minicargador 81.84 dBA, la motoniveladora 86.50 dBA, el rodillo vibratorio 87.81 dBA, la retroexcavadora 77.68 dBA, el cargador frontal 86.67 dBA, el volquete Volvo 81.95dBA, el rotomartillo 92.04dBA, la cortadora de concreto 95.71 dBA, la mezcladora de concreto 86.19 dBA, la apisonadora 88.06 dBA, y la vibradora de concreto 86.40 dBA. De las maquinarias evaluadas las que se encuentran por debajo de los estándares de calidad ambiental para ruido en zona comercial son la autohormigonera, el minicargador, la retroexcavadora y el volquete, mientras que la motoniveladora, el rodillo vibratorio, el cargador frontal, el rotomartillo, la cortadora de concreto, la apisonadora, la mezcladora y la vibradora de concreto sobrepasan los estándares de calidad ambiental para una zona comercial; siendo la maquinaria que generó mayores niveles de ruido la cortadora de concreto.

Condori (2021), En su trabajo de investigación en sus resultados indica: La contaminación acústica de 04 Centros Educativos de la Av. Circunvalación Oeste en la ciudad de Juliaca (estudiantes del 6to año del nivel primario), superan los niveles de ruido para la zona de "protección especial" y su percepción se relaciona con el nivel de atención. Los valores de los niveles de ruidos de Centros Educativos de la Av. Circunvalación Oeste en la Ciudad de Juliaca exceden los niveles de valores expresados en LAeqT establecidos para zonas de protección especial en Centros Educativos en horario diurno de 50 decibeles de acuerdo al D.S. N.º 085-2003-PCM.

Otazú (2019), Mostrar: El problema en el área minera es que en 2019 la contaminación acústica y auditiva afectó a los mineros del bloque minero Tacaza, ya que estuvieron expuestos a ruidos que excedieron el límite máximo permisible de 82 decibelios diarios

(MINEM, 2017). La fuente del ruido de la explosión se puede controlar usando tapones para los oídos y manteniéndose alejado del área; pero el ruido constante de las máquinas (excavadoras, volquetes, niveladoras, perforadoras y tractores) requiere medidas de protección adicionales, como asegurar que el trabajo en áreas ruidosas no sea estacionario, dotar de doble protección a la cabina de los equipos pesados, etc. Ante esta situación, el objetivo del estudio fue: evaluar las características del ruido y el nivel de contaminación auditiva en las unidades mineras Tacaza en Lampa en el año 2019. En cuanto a materiales y métodos, mediante trabajo de campo se identificaron puntos críticos productores de ruido por encima del nivel máximo permisible, los cuales fueron monitoreados durante 24 horas 15 días, y en base a los resultados se planteó un plan de abatimiento o mitigación de ruido. fue desarrollado, incluido el cumplimiento del sello de la sala de máquinas Equipo de perforación Posición del operador durante la evaluación. desempeño de los empleados en áreas cercanas a puntos críticos para mejorar la eficiencia Análisis de interferencias de ruido Este es un buen momento para racionalizar los equipos e involucrarse en las operaciones. Haga que la coordinación necesaria sea un elemento sostenible de simultaneidad para el personal de relaciones públicas para que los empleados se sientan más cómodos en el trabajo. Los resultados identificaron niveles de contaminación acústica (contaminación alta), niveles (niveles por encima de los límites permisibles), fuentes (equipos) y planes de reducción de ruido. Se llegó a las siguientes conclusiones: Los niveles de contaminación sonora y auditiva en el bloque minero Tacaza en Lampa en 2019 fueron notorios y perjudiciales para los operadores o trabajadores por falta de medidas de precaución. En cuanto a las características de ruido según el tipo de máquina, todas las muestras superaron los límites máximos permisibles, no así para los trabajadores. El ejemplo más destacado es una excavadora con un promedio de 99,3 decibelios; de acuerdo con el nivel de contaminación acústica en el programa, la contaminación siempre se debe a que el número total de muestras supera el límite máximo permitido, lo que es perjudicial para los trabajadores. La muestra que más destaca es del horario de la mañana con 92.2 dB.

### **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la contaminación acústica en la Unidad Minera Halcón de Oro de Ananea.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- \* Determinar el nivel de ruido que generan las fuentes móviles (maquinarias), en la Unidad Minera Halcón de Oro de Ananea.
  
- \* Determinar el nivel de ruido que generan las fuentes estacionarias (motobombas), en la Unidad Minera Halcón de Oro de Ananea.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1. Ruido y sonido

El Ruido y sonido Físicamente, el sonido es producido por las vibraciones de cualquier objeto y viaja a través del aire (u otro medio) como el movimiento de las ondas a una velocidad particular. En el aire, el medio utilizado en este tutorial, la velocidad de las olas es aproximada 344 m/s a 20°C. (MINEM, 1997)

##### 2.1.2 Equipos De Monitoreo (Medición Del Sonido)

Hay dos instrumentos básicos comúnmente utilizados para el muestreo continuo de ruido.

1. Los dosímetros acústicos miden la exposición al ruido artificial y son la herramienta preferida para determinar si se han excedido los límites. El dispositivo consta de un micrófono (ubicado en el área de escucha del empleado) conectado a un microprocesador/controlador. Los dosímetros monitorean, integran y registran continuamente la energía acústica a la que están expuestos los trabajadores durante el día. El equipo utilizó esta información para calcular las dosis diarias de ruido. La mayoría de los dosímetros también monitorean el nivel de ruido más alto que ocurre en un

momento dado. Se puede observar que no supera los 115 decibelios (dB). Introduzca el nombre completo seguido de una abreviatura (valor de ruido máximo permitido independientemente del tiempo de exposición). La mayoría de los dosímetros también se pueden usar como medidores de nivel de sonido para registrar y leer los mismos parámetros. (Guia & Ruido, 2018)

2. El segundo dispositivo, el sonómetro SLM, consta de un micrófono, un amplificador, una red de ponderación de frecuencia y un tipo de indicador de medición. El sonómetro muestra el nivel de presión sonora en decibeles (dB).(Guia & Ruido, 2018)

### **2.1.3 Propagación del sonido**

El sonido percibido por el oído se produce por las fluctuaciones en la presión del aire. Estas fluctuaciones normalmente son iniciadas por una superficie u objeto que está vibrando, tal como la envoltura de una máquina o por el flujo de aire, como por el escape de aire comprimido. Mientras cada molécula se pone a vibrar, empuja contra la molécula adyacente; es decir, el aire se comprime, y entonces se pone a vibrar la próxima molécula. (Hernández, 2007)

De esta manera la onda de sonido se transmite por el aire. Ya que la dirección de movimiento de las moléculas de aire es la misma que la dirección del movimiento del frente de la onda, es una onda longitudinal. Esta es distinta que la onda en el agua, donde las moléculas de agua se mueven hacia arriba y abajo en ángulos rectos a la propagación de la ola del agua, que es una ola transversal. Para facilitar la presentación, la onda de sonido por el aire normalmente.(Vasquez, 2015)

#### **2.1.3.1 Nivel de Presión del Sonido**

El sonido se puede describir como un pequeño cambio en la presión del aire. Por ejemplo,  $p(t)$ , una presión sonora variable en el tiempo. En comparación con la presión

atmosférica (alrededor de 105 Pa al nivel del mar), la presión sonora es muy baja. (Diaz, 1991)

Las presiones sonoras en el rango de 105 Pa (N / m<sup>2</sup>) a 102 Pa son adecuadas para el oído humano. Dado que el rango de presión sonora es muy amplio, es común (y práctico) expresar el nivel de presión sonora (Lp) en decibelios (dB) en una escala logarítmica: (MINEM, 1997)

### **2.1.3.2 Nivel de Potencia del Sonido**

Todas las fuentes de ruido tienen una potencia de sonido característica, que es la medida básica de la salida de sonido. El nivel de presión acústica depende de muchos factores externos, como la distancia y la dirección desde el receptor, la desviación y temperatura del viento, el entorno, etc., pero la potencia acústica es básicamente solo propiedades físicas del equipo. (Pavon, 2007)

Los niveles de potencia acústica se utilizan ampliamente para clasificar y comparar fuentes de ruido. Los niveles de potencia acústica no se pueden medir directamente, sino que se calculan en función de las mediciones de presión aplicando los estándares de emisión del sonido.

Al igual que la presión del sonido, el nivel de potencia del sonido (LW ) también se expresa en decibeles (dB) en una escala logarítmica:  $LW = 10 \log_{10} [W/W_{ref}]$

Donde: W es la potencia del sonido (Watts) Wref es la potencia de referencia estandarizada 10-12 Watts (MINEM, 1997)

### **2.1.3.3 Niveles y decibeles**

La intensidad de sonido más débil que una persona con audición sensible puede detectar es alrededor de 0.000000000001 W/m<sup>2</sup>, mientras la intensidad de sonido producida por

un cohete en el despegue es de más de 100.000,000 W/m<sup>2</sup>. Es un rango extremadamente grande de valores. (Pavon, 2007)

El oído humano no responde de manera lineal sino más bien de manera logarítmica. Al aplicar logaritmos y un valor de referencia, se forma una nueva escala de medida tal que un aumento de 1,0 representa un aumento diez veces mayor en la relación, que también se llama un aumento de 1,0 Bel. El término Bel fue nombrado por Bell Laboratories en honor a Alexander Graham Bell. La aplicación de logaritmos ha evolucionado al uso de 10 subdivisiones de un valor log, ESCRIBIR COMPLETO o 1/10 de un Bel, que es el término con que podría estar familiarizado: decibeles (10 dB =1 Bel). (Velarde, 2014)

EL decibel se abrevia como dB y es una cantidad sin dimensiones; independiente del sistema de unidades que se ocupa. La escala dB está relacionada con la manera que el oído humano responde al sonido, ya que un cambio de 1 dB de nivel es una diferencia apenas perceptible bajo condiciones ideales para escuchar. (Vasquez, 2015)

#### **2.1.4 Contaminación acústica en la industria minera**

La industria minera en nuestro país se ha desarrollado rápidamente en las últimas décadas; situación que, lamentablemente, ha ocasionado un incremento en el deterioro de la calidad en el ambiente de trabajo y en el medio ambiente en general. (Guia & Ruido, 2018)

Contaminantes de naturaleza física, química y biológica, son cada vez más fiscalizados, debido a los efectos que producen en la salud de los trabajadores. De los contaminantes ambientales presentes en la minería, el ruido es uno de los principales y que más efectos directos causan a las personas. Por eso estudiar el ruido como un impacto ambiental significa manejar principalmente dos componentes de un fenómeno, la componente física que tiene que ver con la naturaleza del ruido, su generación y propagación, y la

componente ambiental/sanitaria, la cual aborda la necesidad de controlar la presencia de ruido en atención al cuidado y protección de la salud de las personas. (Hunashal, 2012)

La industria minera, que abarca actividades tan diversas como la minería y la metalurgia, incluye muchas fuentes de ruido, muchas de las cuales son intrínsecamente complejas. Contiene principalmente una variedad de máquinas que pueden contener frecuencias bajas o altas y componentes de audio que pueden exhibir patrones de sonido impulsivos y desagradables. (Suárez, 2013)

#### **2.1.4.1 Ruido laboral**

El ruido ocupacional se refiere a la contaminación acústica a la que están expuestos los trabajadores en el lugar de trabajo. El sector industrial es el más afectado del mundo y millones de trabajadores están expuestos a niveles peligrosos de ruido en sus lugares de trabajo. La investigación ha demostrado que en el caso del trabajo intelectual, la capacidad laboral disminuye un 60% y en el trabajo físico un 30%. (MINEM, 1997)

El ruido no solo aumenta la frecuencia de los errores de producción, sino que además provoca un aumento de los accidentes laborales además de las pérdidas auditivas antes mencionadas. (Suárez, 2013)

#### **2.1.4.2 Efectos del ruido en la salud**

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social y no simplemente la ausencia de enfermedades y dolencias. Esta amplia definición de salud tiene en cuenta el concepto de bienestar, por lo que los efectos del ruido, como la angustia de la población, las interrupciones de la comunicación y el mal funcionamiento, tienen un impacto negativo en la salud. (Suárez, 2013)

Existen varios factores que influyen en la nocividad del ruido:

- La intensidad del ruido.
- La frecuencia a la que se está expuesto.
- El tiempo al cual se está expuesto.
- Los intervalos de exposición.
- La sensibilidad del sujeto receptor.
- La edad del receptor.
- El género del receptor.

Está demostrado que las mujeres son más resistentes al ruido que los hombres. Los antecedentes patológicos del oído del receptor. La pérdida auditiva ocasionada por la exposición a ruido se puede dividir en dos tipos (DS N° 024-2016-EM, 2016):.Hipoacusia: enfermedad ocasionada por exposición prolongada a ruido, la cual se manifiesta con una pérdida paulatina de la capacidad auditiva sin tener necesariamente exposición a altos niveles de ruido.

Trauma acústico: este se ocasiona por exposición a un alto nivel de ruido por lo general repentino (por ejemplo una explosión) y que ocasiona una lesión repentina y dolorosa. (Suárez, 2013)

### **2.1.5 Percepción del ruido**

La percepción del ruido se elabora a partir de los estímulos recibidos desde que nacemos, de las condiciones en las que se haya desarrollado nuestro aprendizaje. Esto quiere decir que desde muy pequeños vamos configurando capacidades que permiten responder de una forma u otra a una gran variedad de estímulos acústicos. (Vasquez, 2015)

La percepción será entonces el proceso mediante el cual se asigna a la información sensorial recibida toda una serie de datos previamente almacenados en nuestra memoria gracias a la propia experiencia (vivencia) y al aprendizaje individual. (Martínez, 2017)

Dos factores se encuentran presentes en el proceso de audición: la estructura interna del sistema receptor y la experiencia auditiva. Es necesario tener en cuenta tanto los diferentes grados de entrenamiento como la propia naturaleza del aparato auditivo, para evaluar en su justa medida la fisiología y la psicología de la audición. La percepción es la componente cognitiva-afectiva que el sujeto aplica al interactuar con el mundo objetivo del sonido, interpretando las impresiones de los sentidos (sensaciones). (Samaniego, 2018)

En todas las percepciones hay muchos hechos y datos diferentes que deben estructurarse para obtener información del mundo exterior. Distinga entre estos elementos:

La recepción sensorial. La estructuración simbólica (significación) y los elementos emocionales (agrado o desagrado). (Herrmann, 1979)

El ruido puede tener una valoración positiva (símbolo de vida, de fiesta) o negativa (molestia, desagrado). Su valoración depende no solo de la intensidad, sino también de la información contenida en el mismo, del contexto en el que es percibido, así como de los significados sociales y culturales que se le atribuyen. (Conama, 2008)

Para el estudio de Mapas de Ruido interesa conocer y valorar la reacción de una persona o un grupo de personas ante el ruido. Para tal efecto es necesario contar con una escala que relacione la respuesta subjetiva de las personas (encuestas) con los descriptores de ruido. (Suárez, 2013)

#### **2.1.6 La audiometría**

Los programas de pruebas de audiometría pueden identificar a los empleados en riesgo de pérdidas permanentes de la audición debido a un exceso de exposición al ruido en el lugar de trabajo o, a través del monitoreo de los umbrales de audición de un trabajador con el tiempo. Se pueden detectar cambios pequeños en la audición, dando la

oportunidad de invertir con educación, protección auditiva, y otros esfuerzos preventivos. Si ocurre una detección e intervención exitosa mientras el cambio de audición es temporal, se evitará el PAIR permanente eventualmente. (Khaiwal, 2016)

En segundo lugar, el análisis de la base de datos de audiometría de una población de trabajadores puede entregar información crítica sobre la calidad del programa de conservación de la audición y la salud de una población. Los programas de pruebas de audiometría se deben diseñar para la identificación precoz en vez de la simple documentación de los umbrales de audición. Además debe haber planificaciones de seguimiento de los resultados audiométricos. (Mantilla & Munguia, 2017) Para que sean útiles para el análisis de tendencias y para impulsar las decisiones de la gerencia, los datos de audiometrías deben ser confiables, válidos y accesibles. (Vasquez, 2015)

### **2.1.7 Enfermedad ocupacional**

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) define la enfermedad ocupacional o profesional a toda aquella “enfermedad contraída por la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral”. Por su parte la OMS y el Ministerio de Salud de Perú (MINSa), presentan las siguientes definiciones:

Condición de salud permanente o temporal resultante de la clase o tipo de trabajo realizado por el trabajador, o consecuencia directa y obligatoria del entorno en el que el trabajador se ve obligado a trabajar. Es una enfermedad adquirida como resultado directo de la realización de una determinada tarea por parte de un agente de riesgo de acción lenta. (Oliveira, 2012)

Alteraciones de la salud debidas a condiciones laborales inseguras derivadas del entorno laboral y los sindicatos. Uno de ellos es el ruido. Por tanto, es aconsejable prever la presencia de condiciones patológicas no estudiadas previamente o que ocurren con frecuencia. (Velarde, 2014)

### 2.1.8 Tomar muestras de ruido con un dosímetro

El ruido no solo aumenta la frecuencia de los errores de producción, sino que además provoca un aumento de los accidentes laborales además de las pérdidas auditivas antes mencionadas.

1. Encienda el instrumento.
2. Asegúrese de que la batería de su equipo esté completamente cargada.
3. Asegúrese que el equipo está programado con la escala "A", respuesta lenta "slow" y que la tasa de cambio es 3 dB.
4. Antes de tomar una nueva muestra, verifique la calibración del instrumento y reinicie los dosímetros contra todas las mediciones anteriores. Documentación de números de dosímetro y resultados de calibración.
5. Enfatizar la importancia del trabajo diario para los trabajadores, cuidando que el dosímetro no interfiera con el trabajo normal.
6. Para obtener un buen muestreo de ruido, no cubra el micrófono y advierta al personal que no silbe ni grite.
7. Antes de tomar una nueva muestra, verifique la calibración del instrumento y reinicie los dosímetros contra todas las mediciones anteriores. Documentación de números de dosímetro y resultados de calibración
8. Haga que el personal regrese con regularidad para recibir las mediciones del dispositivo, probar el micrófono y ver cuándo y dónde desinstalar el dosímetro.
9. Coloque el micrófono en el hombro, en el medio del cuello, hacia arriba desde el borde del hombro. (Si el operador está posicionado de modo que toda la exposición sea

principalmente desde una dirección, el micrófono debe colocarse en el hombro más cercano a la fuente de ruido).

10. Encienda el dosímetro y registre la hora de inicio.

11. Verifique la posición del micrófono periódicamente a lo largo de la jornada.

12. Siempre que sea práctico, coloque el aparato y el cable del micrófono por debajo de la ropa externa.

13. Se recomienda al menos el 70% de las mediciones a tiempo completo o diarias. Sin embargo, para ver mediciones del 70 % a menos del 100 % durante el día, es importante tener en cuenta que los valores medidos durante este período reflejan las actividades realizadas durante el día y las actividades realizadas durante el día. .. No ignore a las personas ruidosas. Proporcione toda la información pertinente por escrito en el momento del muestreo.

14. Al final del periodo de muestreo tome y registre los valores finales.

15. Apague el dosímetro, registre la hora, y remueva el equipo del trabajador.

16. De ser posible, explique los resultados al trabajador. Se recomienda entregar cartillas, hojas informativas o folletos acerca de ruido, muestreo de ruido y control de ruido.

17. Verifique la calibración del dosímetro. Si el dosímetro no indica el valor del calibrador  $\pm 1$  dB, entonces la medición será considerada inválida. (Guía & Ruido, 2018)

### **2.1.9 GUIA N° 1 MEDICIÓN DE RUIDO**

Las siguientes pautas fueron creadas para cumplir con la Sección 103 de la RSSO para que los propietarios de minas establezcan un sistema de monitoreo para evaluar la exposición al ruido de cada trabajo. El propósito del monitoreo es determinar si no se están violando los límites legales. La forma más fácil de determinar si ha excedido sus

límites es crear un plan de monitoreo. Este manual describe los pasos básicos del muestreo de ruido.

EQUIPOS DE MONITOREO (MEDICIÓN DEL SONIDO) Existen dos instrumentos básicos comúnmente usados para tomar una muestra de ruido continuo.(Guia & Ruido, 2018)

1. Los dosímetros acústicos, que miden la exposición al ruido artificial, son la herramienta preferida para determinar si se están excediendo los límites. El dispositivo consta de un micrófono (ubicado en el área de escucha del empleado) conectado a un microprocesador/controlador. El contador monitoriza, integra y registra continuamente la energía acústica a la que está expuesto el trabajador durante la jornada. El equipo utilizó esta información para calcular las dosis diarias de ruido. La mayoría de los dosímetros también monitorean el nivel de ruido más alto que ocurre en un momento dado. Puede confirmar que no supera los 115 dB (valor máximo de ruido independientemente del tiempo de exposición). La mayoría de los dosímetros también se pueden usar como medidores de nivel de sonido para registrar y leer los mismos parámetros.

2. El resto del equipo es un sonómetro (o sound level meter por la abreviatura inglesa SLM), que consta de un micrófono, un amplificador, una red de ponderación frecuencial y varios indicadores de medida. Los sonómetros indican el nivel de presión sonora en decibelios (dB). Las mediciones del nivel de sonido se pueden utilizar para determinar las causas de la exposición al ruido de los trabajadores y para realizar estudios de ruido en el lugar de trabajo. Las evaluaciones de exposición al ruido deben incluir todos los niveles de ruido a intervalos apropiados para determinar la exposición de los trabajadores al ruido. Los sonómetros personales realizan esta integración automáticamente, pero los evaluadores que utilizan sonómetros a menudo tienen que hacerlo manualmente. (ver el Paso 6)

Para poder comparar el resultado de la integración de valores con el límite permisible se deberá integrar valores, como mínimo, desde 80 hasta 140 dB.

Paso 1: Establecer un sistema de monitoreo

Paso 2: Informar a los trabajadores

Paso 3: Calibrar el Equipo Antes y después de cada muestra de ruido, se deberá verificar la calibración del equipo de muestreo con un calibrador acústico.

Paso 4: Tomar muestras de ruido con un dosímetro

Paso 5: Tomar muestras de ruido con un sonómetro

Paso 6: Calcular la exposición de los trabajadores

Paso 7: Evaluar los resultados

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. Contaminación acústica**

La presencia de niveles de ruido en el ambiente exterior o en los edificios que supongan un riesgo para la salud y el bienestar de las personas.

### **2.2.2. ECA- Ruido**

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. (Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, 2016)

### **2.2.3. Monitoreo**

Acción de medir y obtener datos en forma programada de los parámetros que inciden o modifican la calidad del entorno. (Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, 2016)

#### **2.2.4. Fuente estacionaria de contaminación.**

Hay diferentes formas de referirse a los recursos fijos; las más comunes son fuentes puntuales o fuentes fijas. El propósito del inventario de emisiones de tales instalaciones es tener una imagen oportuna de la contribución de varios sectores industriales, comerciales y de servicios a las emisiones de varios contaminantes importantes a la atmósfera..(MINAM, 2021)

#### **2.2.5. Fuente móvil de contaminación.**

Son las fuentes que, por razón de su uso o propósito, son susceptibles a desplazarse, como los automotores diseñados para circular en la vía pública o vehículos de transporte a motor de cualquier naturaleza (p. ej.: automóviles, camiones, trenes, barcos, aviones, etc). (<https://infoaireperu.minam.gob.pe/fuentes-moviles/>)

### **2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.3.1 HIPÓTESIS GENERAL**

El grado de la contaminación, por ruido, en la Unidad Minera Halcón de Oro de Ananea, se encuentra dentro de los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido, que establece el D. S. N°085-2003-PCM: Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

#### **2.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

· La exposición al ruido provocado por fuentes móviles en la Unidad minera Halcón de Oro de Ananea, se encuentran dentro del nivel de presión sonora

- La exposición al ruido provocado por fuentes estacionarias en la Unidad minera Halcón de Oro de Ananea, se encuentran dentro del nivel de presión sonora.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

##### **Ubicación del proyecto.**

La Unidad Minera Halcón de Oro, perteneciente a la Cooperativa Minera Halcón de Oro de Ananea Ltda., dueño de la concesión minera San Antonio – María el cual abarca un área de 430 has; se encuentra ubicado en paraje denominado Vizcachani – Mosoj Minas del distrito de Ananea, provincia de San Antonio de Putina, región de Puno, aproximadamente a 90 km al noreste del lago Titicaca, entre las coordenadas centrales: este 443,387 y norte 8'377,023; a una altitud comprendida entre 4,600 y 4,900 msnm. Véase la figura de la ubicación geográfica en el anexo N° 03 .

##### **Accesibilidad.**

La Unidad Operativa Minera Halcón de Oro es accesible mediante la red vial nacional 34H la cual se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 01:** Acceso por tramos

<b>Tramos</b>	<b>Puno -</b>	<b>Distancia Km</b>	<b>Vía terrestre</b>	<b>Tiempo en horas</b>
<b>Mina</b>				
Puno - Juliaca		45	Asfaltada	00h 40 min
Juliaca – desvio		50	Asfaltada	00h 45 min
Huancane				
Desvio Huancane		40	Asfaltada	00h 45 min
- Putina				
Putina - Ananea		60	Asfaltada	01h 10 min
Ananea – Unidad		3	tratada	00h 10 min
operativa halcón				
de oro				
		198		03h 30 min

**Fuente:** IGAC 2014 PROYECTO SAN ANTONIO MARIA

**Las operaciones de minado.**

La Unidad Operativa Minera Halcón de Oro en su concesión minera San Antonio –

María, extrae el oro del yacimiento tipo morrénico por el método a tajo abierto – tipo terraza.

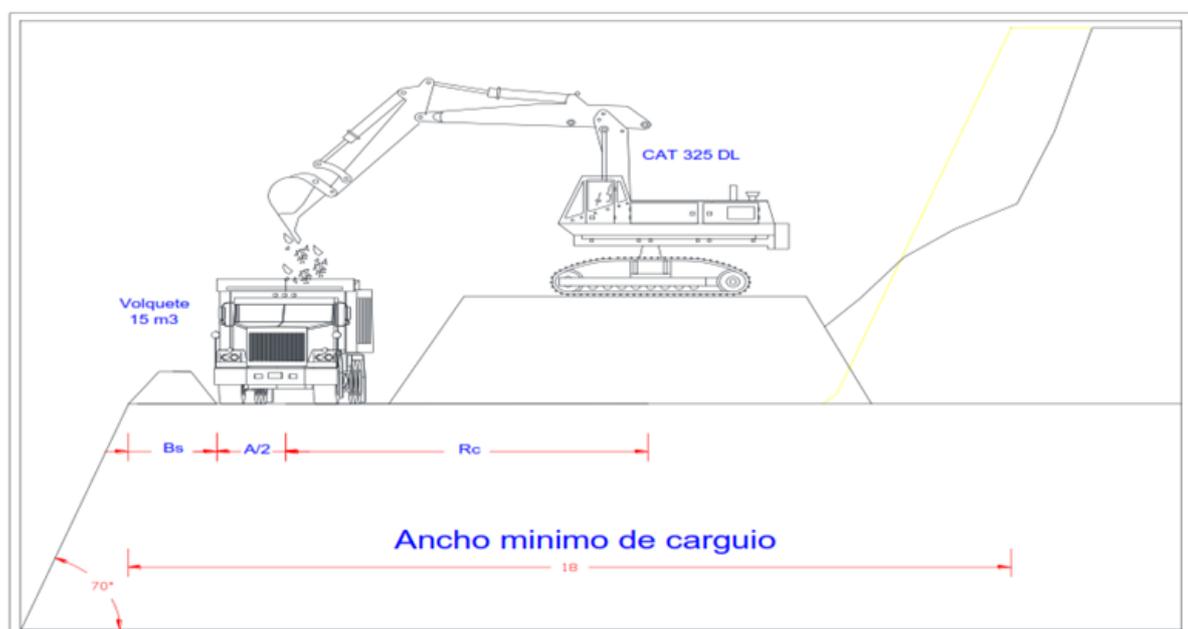
Minándose 600 m<sup>3</sup>/día; 10 800 m<sup>3</sup>/mes y 157 320 m<sup>3</sup>/año, con una ley promedio de 0,25 g/m<sup>3</sup> y una ley de corte de 0,22 g/m<sup>3</sup>.

La operación se realiza en la cantera San Antonio – María que tiene una altura máxima de banco de 20 m, un ancho de berma de 8,50 m, un ángulo de talud de banco de 65° - 70°, y un ángulo overall de 48° a 51°.

El proceso de minado en la cantera San Antonio – María se detalla a continuación:

**Desbroce y arranque:** Esta es la primera operación unitaria llevada a cabo en la cantera San Antonio – María, el cual consiste en arrancar el material, tanto mineral y desmonte, aprovechando el material morrénico de muy poca dureza para poder proceder con el carguío del mineral.

**Carguío del mineral:** Esta operación se realiza con un excavadora CAT 325 DL de una capacidad de cuchara 1,4 m<sup>3</sup> y un rendimiento promedio de 57,43 m<sup>3</sup>/hr. La operación de carguío comprende perfilado de los taludes, arrancar el material morrénico, realizar la maniobra de giro y cargar al camión volquete. Véase la figura 01.

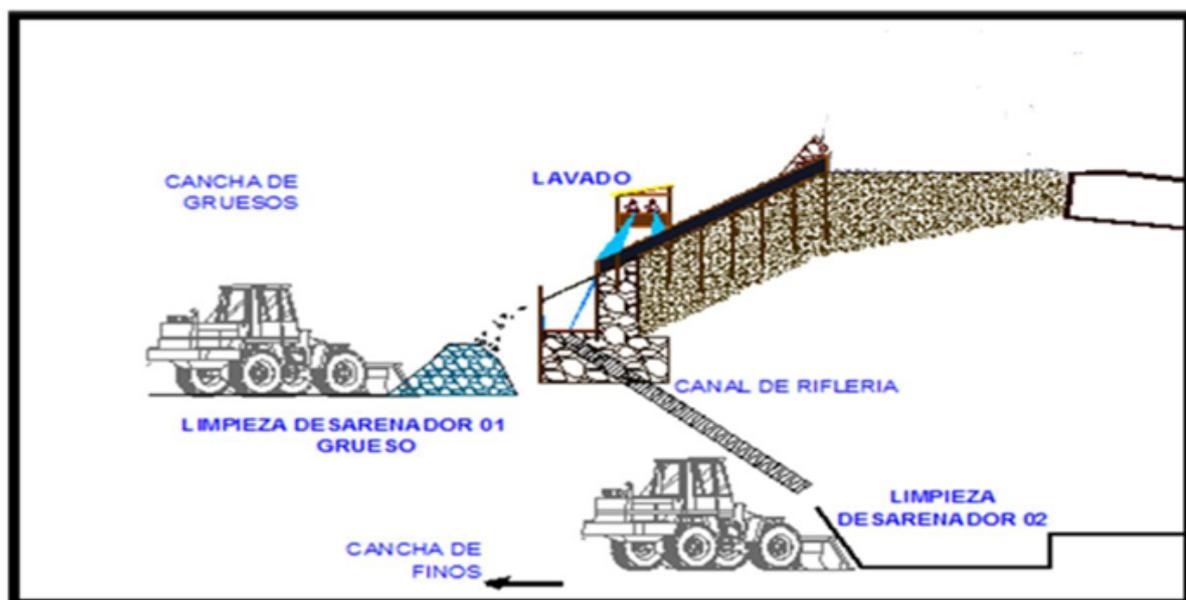


**Figura 01:** Vista de la operación de carguío del material morrénico.

Fuente: Instrumento de Gestión Ambiental Correctivo, P.M. San Antonio - María.

**Transporte:** Esta operación se realiza con cuatro camiones volquete de 15 m<sup>3</sup>, los cuales recorren una distancia promedio de 1,2 km desde la cantera San Antonio – María hasta las pilas de mineral. Ver Anexo N° 04.

**Servicios auxiliares:** Esta operación se realiza con dos cargadores frontales de 3,5 m<sup>3</sup> de capacidad y un camión volquete de 15 m<sup>3</sup>. Asimismo, los servicios auxiliares se dividen en dos faenas: la faena 1 – alimentación donde el cargador se utiliza para alimentar la tolva del mineral en un primer lavado, también para el relavado del mineral en una segunda tolva. Ver Anexo N° 04 - A. y la faena 2 – limpieza donde el cargador se utiliza para la limpieza del desarenador, asimismo para la disposición del desmante en un botadero acondiciona en conjunción con el volquete. Véase la figura 02.



**Figura 02:** Vista de la limpieza del desarenador.

Fuente: Instrumento de Gestión Ambiental Correctivo, P.M. San Antonio - María.

### 3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

#### Población

La población a estudiar estuvo constituida por 43 trabajadores de la cooperativa Halcón de Oro, según se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 02:** Población de estudio

ÁREA DE TRABAJO	POBLACIÓN	
	PERSONAL	EQUIPOS
Campamento	3	0
Frente minado	4	2
Lavado de material (proceso gravimétrico)	24	4
Circuito de pozas	2	4
Recuperación de mineral (amalgamado y refogado de oro)	6	0
Cocina	2	0
Garita	2	0
<b>TOTAL</b>	<b>43</b>	<b>10</b>

### Muestra

En este caso se eligieron 10 puntos de muestreo de ruidos, por muestreo probabilístico estratificado. La muestra calculada se distribuye de la siguiente forma:

**Tabla 03:** Muestra de estudio

ÁREA DE TRABAJO	POBLACIÓN	
	PERSONAL	EQUIPOS
Frente minado	4	2 retroexcavadora
		Cargador frontal
Lavado de material (proceso 24 gravimétrico)	4	Volquete 01
		Volquete 02
		Volquete 03
		Volquete 04
Circuito de pozas	2	4 Motobomba 01
		Motobomba 02
		Motobomba 03
		Motobomba 04
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>10</b>

Se utilizó un muestreo no probabilístico, motivo por el cual se seleccionaron solo las áreas que generan ruido por equipos y donde los trabajadores están expuestos al ruido.

### 3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

La investigación estuvo constituido por la maquinaria y equipos de la Cooperativa Minera Halcón de Oro de Ananea limitada, que son generadores de ruido y el personal que labora en las áreas de trabajo de la cooperativa minera del Distrito de Ananea, Provincia de San Antonio de Putina de la Región de Puno.

#### 3.3.1. Métodos y Técnicas

La medición de la contaminación acústica se realizó empleando un Sonómetro (Sound Level Meter) modelo AWA6228 con un rango de medición (20 a 142 dB), propiedad de la municipalidad provincial de Puno, con fecha de calibración 2021/07/12 Ver ANEXO N° 05, también se utilizó calibrador acústico de marca HANGZHOU AIHUA modelo AWA6221A con fecha de calibración 2021/07/12 Ver ANEXO N° 06, ambos calibrados por INACAL.

Para determinar el nivel de ruido que generan las fuentes móviles se a empleando un Sonómetro de clase 1, se realizaron mediciones de ruido en las maquinarias ( volquete, excavadora y cargador frontal) este monitoreo de ruido se realizó una vez por mes abril, mayo y junio del 2022 en horario diurno con un periodo de lectura de 10 minutos en cada estación de monitoreo, los datos obtenidos se registraron en un cuaderno de campo y se tomó la fotografía (ver ANEXO 08); luego de cada lectura de ruido se procede a calibrar el sonómetro con el calibrador acústico.

Para determinar el nivel de ruido que generan las fuentes estacionarias se a empleando un Sonómetro de clase 1, se realizaron mediciones de ruido en las motobombas (realizan la recirculación de agua para el lavado de material) este monitoreo de ruido se realizó una vez por mes abril, mayo y junio del 2022 en horario diurno con un periodo de lectura de 10 minutos en cada estación de monitoreo, los datos obtenidos se registraron en un

cuaderno de campo y se tomó la fotografía (ver ANEXO 08); luego de cada lectura de ruido se procede a calibrar el sonómetro con el calibrador acústico.

### **La metodología aplicada**

Las mediciones de ruido ambiental se realizaron de acuerdo a lo establecido en los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido (D.S. N° 085-2003-PCM) Ver ANEXO N° 07, que a su vez cita como referencia las normas ISO/NTP 1996 -1:2007 acústica – descripción, medición y valoración del ruido ambiental, parte 1 y parte 2.

### **Lecturas**

Las lecturas de ruido ambiental fueron tomadas por 10 minutos, todas las lecturas fueron tomadas en horario diurno (07:01 a 22:00), porque la cooperativa solo trabaja de 07:00 a 18:00 horas, los resultados son expresados en el nivel LAeqt(nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación "A"), tal como indica en el D.S. 085-2003 – PCM

### **Límites permisibles**

Se utilizó lo establecido en los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido (D.S. N° 085-2003-PCM), en este caso se consideró los ECAs aplicables a una zona industrial.

**Tabla 04:** Límites permisibles

Zona de aplicación	LAeqT (dBA)	
	Horario diurno	Horario nocturno
	Desde 07:01 hrs Hasta 22:00 hrs	Desde 22:01 hrs Hasta 07:00 hrs
Zona de protección especial	50	40
Zona residencial	60	50
Zona comercial	70	60
Zona industrial	80	70

**Fuente:** cuadro N°02 D.S. 085 – 2003- PCM reglamento de ECA para ruido

### 3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

#### Variable independiente

Actividad de la cooperativa minera Halcón de oro de ananea.(áreas de trabajo).

#### Variable dependiente

Contaminación acústica

**Indicador** ECA – RUIDO / HORARIO DIURNO EN ZONA INDUSTRIAL según D.S. 085 – 2003- PCM

**Tabla 05:** Operacionalización de variables

<b>TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN LAS ÁREAS DE TRABAJO DE LA COOPERATIVA MINERA HALCÓN DE ORO DE ANANEA</b>			
<b>VARIABLE</b>	<b>CONCEPTUALIZACIÓN</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
Variable independiente Actividad de la cooperativa minera Halcón de oro de ananea.(áreas de trabajo)	Lugares donde se realizan trabajos de explotación y beneficio de oro con maquinaria y equipos.	presencia de personal, maquinarias y equipos	de Instrumento de Gestión Ambiental y Correctivo (IGAC), Proyecto Minero San Antonio - María
Variable dependiente Contaminación acústica	Presencia de ruido o vibraciones en el ambiente que tiene un efecto negativo tanto en la salud de las personas como en la conservación de la naturaleza y medio ambiente.	Decibeles dB	Sonómetro

### **3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO**

#### **3.5.1. Diseño metodológico**

Por las características de los datos obtenidos y el propósito de la investigación, se hizo un análisis estadístico descriptivo, con los resultados del monitoreo de ruido en las 10 estaciones de monitoreo. El cual consistió en determinar las medidas referenciales comparativas, como los valores mínimos y máximos permitidos por el ECA.- RUIDO.

#### **3.5.2. Tipo de investigación.**

Por las características de los datos obtenidos y el propósito de la investigación, se hizo un análisis descriptivo con todas las muestras en diferentes estaciones de monitoreo de ruido. el cual consistió en determinar si el ruido generado en la operaciones mineras excede el ECA RUIDO estándares de calidad ambiental para ruido (D.S. N° 085-2003-PCM)

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

#### Medición del ruido

En la cooperativa minera halcón de oro de ananea , se realizaron monitoreos de ruido de las diferentes fuentes estacionarias y móviles que producen ruidos o contaminación sonora durante la explotación de mineral (oro), y se han obtenido datos de tres monitoreos que se realizaron en cada estación de monitoreo, en diferentes fechas que a continuación se muestran en (Ver Anexo 02 resultados de monitoreos de ruido, ver Anexo 06 lecturas de sonómetro, ver anexo 09 Fotos en campo )

También se muestran datos promedios de las mediciones del nivel de presión sonora equivalente.

Se ha encontrado que en las fuentes estacionarias (motobombas) son equipos que generan mayor ruido; también se identificó que las fuentes no estacionarias como la excavadora y cargador frontal generan mayor ruido y menor ruido los volquetes.

#### **4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS COMPARADOS CON EL D.S. 085-2003-PCM**

Las operaciones mineras que realiza la cooperativa minera halcón de oro de Ananea para la extracción de oro se realiza con maquinaria (fuente móvil de ruido) y equipos motobombas (fuente estacionaria de ruido) los cuales fueron sometidos a monitoreo de ruido para evaluar la contaminación acústica en la Unidad Minera Halcón de Oro de Ananea.

##### **4.1.1. Resultados de la fuentes móviles**

Se tiene como objetivo de determinar el nivel de ruido que generan las fuentes móviles (maquinarias), en la Unidad Minera Halcón de Oro de Ananea, para lo cual se realizó el monitoreo de ruido con el sonómetro y el resultado obtenido se comparó en el ECA RUIDO como se muestra en la tabla 06.

**Tabla 06:** Resultados de monitoreo de fuentes móviles comparada con el D.S. 085-02003-PCM

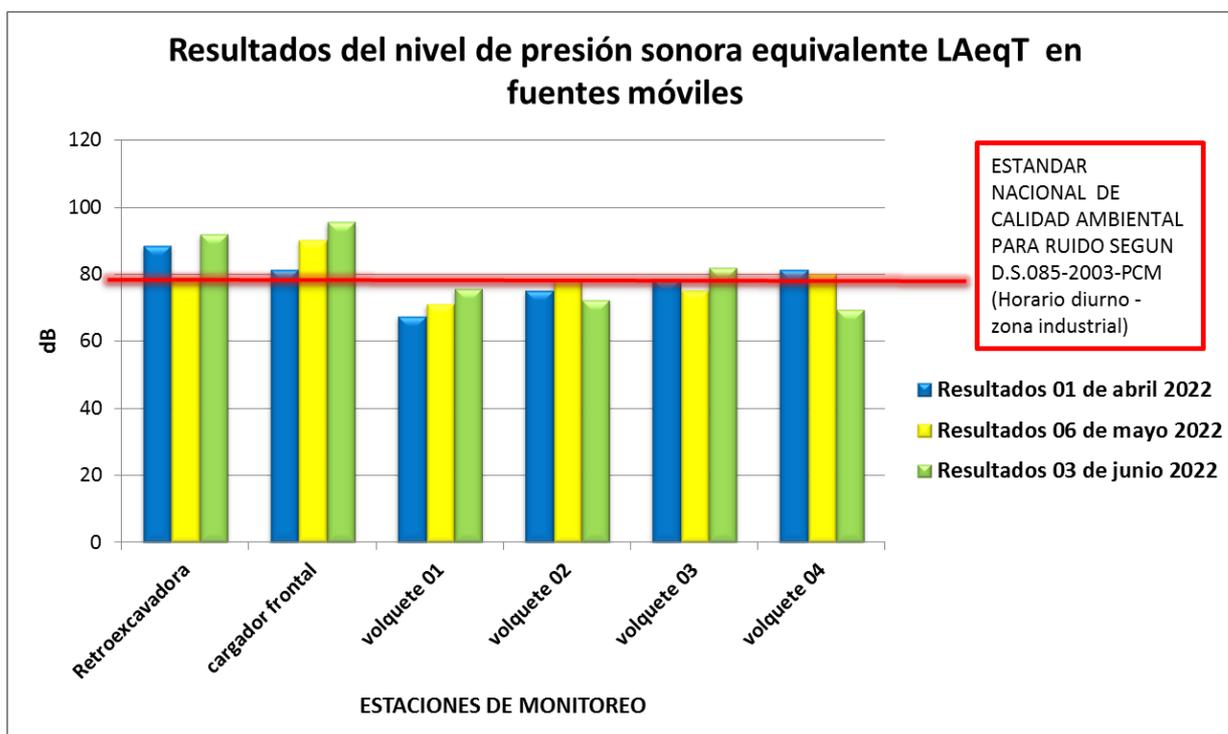
Estación de monitoreo	Resultados del nivel de presión sonora equivalente LAeqT en fuentes móviles			Promedio	Nivel de presión sonora LAeqT según D.S. N° 085-2003-PCM	CUMPLIMIENTO
	Resultado 01 de abril 2022	Resultado 02 de mayo 2022	Resultado 03 de junio 2022			
<b>Retroexcava</b>						
dora	88.5	79.1	91.9	86.5	80	NO CUMPLE
cargador						
frontal	81.3	90.2	95.6	89.0	80	NO CUMPLE
volquete 01	67.4	71	75.6	71.3	80	CUMPLE
volquete 02	75.1	78.5	72.3	75.3	80	CUMPLE
volquete 03	78.5	75.1	81.8	78.5	80	CUMPLE
volquete 04	81.4	79.9	69.4	76.9	80	CUMPLE

**Discusión:** Como objetivo específico se consideró determinar el nivel de ruido que generan las fuentes móviles (maquinarias), en la Unidad Minera Halcón de Oro de Ananea, en base al D.S. N° 085-2003-PCM se realizó la comparación con los resultados obtenidos.

En los resultados obtenidos en la presente investigación se determinó que el nivel de ruido que generan las fuentes móviles volquetes se encuentran dentro del ECA RUIDO y la excavadora y cargador frontal no están dentro del ECA RUIDO.

Los resultados de la excavadora de la presente investigación coinciden con los resultados obtenidos por (Otazú, 2019) quien indica: La muestra que más destaca es de las excavadoras con una media de 99,3 dB; en relación con el nivel de contaminación auditiva según el horario, existe contaminación en todo momento porque las muestras totales están por encima del límite máximo permitido, una situación que es perjudicial para los trabajadores. La muestra que más destaca es del horario de la mañana con 92.2 dB.

Los antecedentes y sus coincidencias con la presente investigación, evidencian que existe contaminación acústica por las maquinarias que se usan en minería y se debe tomar acciones con programas de vigilancia para el cuidado de la salud auditiva de las personas.



**Figura 03:** Resultados del nivel de presión sonora equivalente en fuentes móviles

En la figura 01 de resultados se observa que las fuentes de ruido móviles (que son las maquinarias), en los volquetes 01, 02, 03 Y 04 generan menor ruido en los monitoreos de ruido que se realizó en el mes de abril, mayo y junio, los cuales no sobrepasan el ECA- RUIDO en horario diurno para la zona industrial. Ya que el ruido máximo se pudo determinar en la carga y descarga de material. Sin embargo estos resultados se encuentran en el límite

En retroexcavadora y cargador frontal generan mayor ruido, sobrepasando el ECA- RUIDO en horario diurno para la zona industrial en los meses de abril, mayo y junio. El ruido máximo se pudo determinar en desbroce de material, también en carga y descarga de material.

Por lo tanto la hipótesis específica (La exposición al ruido provocado por fuentes móviles en la Unidad minera Halcón de Oro de Ananea, se encuentran dentro del nivel de presión sonora) es NULA

#### **4.1.2. Resultados de las fuentes estacionarias**

Se tiene como objetivo de determinar el nivel de ruido que generan las fuentes estacionarias (motobombas), en la Unidad Minera Halcón de Oro de Ananea, para lo cual se realizó el monitoreo de ruido con el sonómetro y el resultado obtenido se comparó en el ECA RUIDO como se muestra en la tabla 07.

**Tabla 07 :** Resultados de monitoreo de fuentes estacionarias comparada con el D.S. 085-2003-PCM

Resultados del nivel de presión sonora equivalente LAeqT en fuentes estacionarias						
Estación de monitoreo	Resultado de abril 2022	Resultado de mayo 2022	Resultado de junio 2022	Promedio	Nivel de presión sonora LAeqT según D.S. N° 085-2003-PCM	CUMPLIMIENTO
01 motobomba	113.7	104.5	103.8	107.3	80	NO CUMPLE
02 motobomba	93.3	110.6	109.1	104.3	80	NO CUMPLE
03 motobomba	109.5	119.1	115.6	114.7	80	NO CUMPLE
04 motobomba	101.7	103.2	116.3	107.1	80	NO CUMPLE

Como objetivo específico se consideró determinar el nivel de ruido que generan las fuentes estacionarias (motobombas), en la Unidad Minera Halcón de Oro de Ananea., en base al D.S. N° 085-2003-PCM se realizó la comparación con los resultados obtenidos.

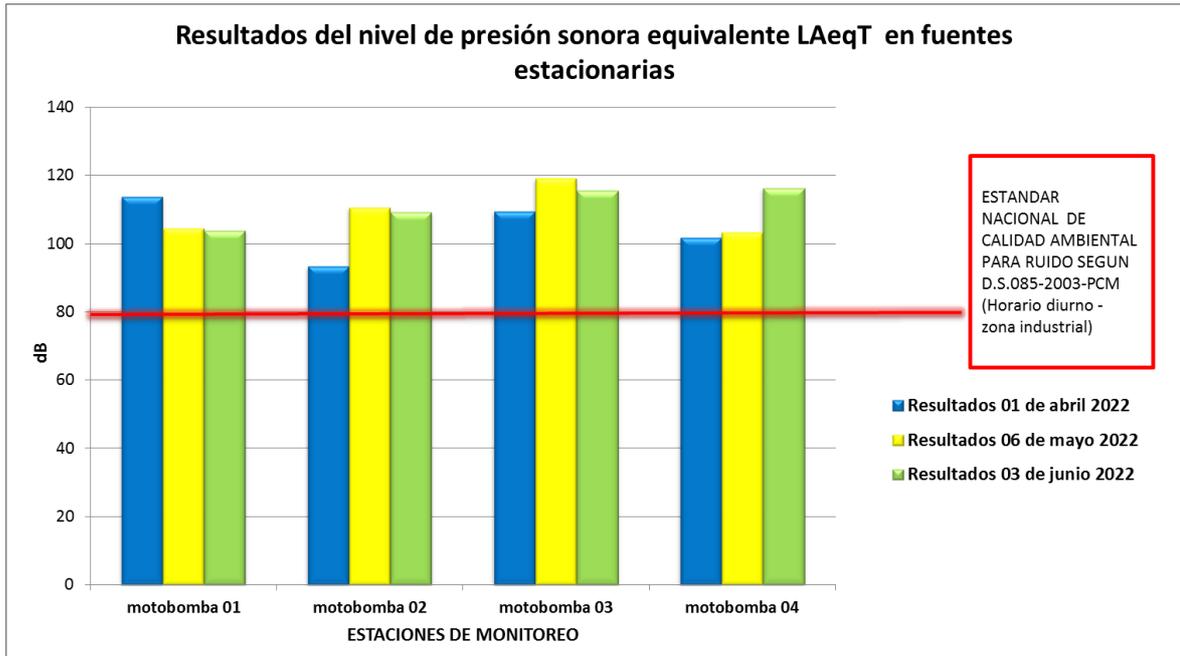
En los resultados obtenidos en la presente investigación se determinó que el nivel de ruido que generan las fuentes estacionarias motobombas no están dentro del ECA RUIDO sobrepasando los 80 dB.

Los resultados de la presente investigación coinciden con los resultados obtenidos por (Oleas, 2021) El presente estudio se enfocó en el monitoreo y evaluación de ruido ambiental originado por los diferentes procesos de la explotación minera en la Cantera de Áridos y pétreos "Flores" presentaron un mayor nivel de ruido superando los límites permisibles de presión sonora de acuerdo al Acuerdo Ministerial 097-A de la República del Ecuador, el que establece como valor límite 70 dB.

(Cornejo, 2020) La siguiente tesis detalla la investigación realizada en CORSA empresa de mantenimiento. A todos los trabajadores técnicos mecánicos que desempeñan sus labores en el área de mantenimiento y que están expuestos a niveles de ruido elevados. donde se evidencio que los niveles de ruido elevados están presentes en el área de trabajo y que superan los límites máximos permisibles establecidos por la ley, los 5 trabajadores evaluados tienen como resultado un promedio superior a 85 dB el cual no se debería superar para una jornada laboral de 8 horas

El antecedente de Oleas, 2021 y sus coincidencias con la presente investigación, evidencian que existe contaminación acústica por los equipos motobombas que se usan en minería y se debe tomar acciones con programas de vigilancia para el cuidado de la salud auditiva de las personas.

El antecedente de Cornejo, 2020 y sus coincidencias con la presente investigación, se evidencia que el monitoreo realizado es superior a los límites máximos permisibles.



**Figura 04:** Resultados del nivel de presión sonora equivalente en fuentes estacionarias.

En la figura 02 de resultados se observa que las fuentes de ruido estacionarias (que son las motobombas), generan mayor ruido, sobrepasando el ECA- RUIDO en horario diurno para la zona industrial. Por lo tanto la hipótesis específica (La exposición al ruido provocado por fuentes estacionarias en la Unidad minera Halcón de Oro de Ananea, se encuentran dentro del nivel de presión sonora) es NULA

**4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL TIEMPO DE EXPOSICIÓN A RUIDO SEGÚN D.S. 024-2016-EM Y SU MODIFICATORIA D.S. 023-2017-EM**

La contaminación acústica en la unidad minera halcón de oro de Ananea depende de las operaciones mineras por lo tanto se analizan los resultados por cada puesto de trabajo o estación de monitoreo.

Realizamos el cálculo del tiempo de exposición máximo para el nivel de ruido para los que no se encuentran dentro del ECA- RUIDO, con estos datos podemos plantear medidas de mitigación de ruido, establecer un programa de monitoreo de ruido ambiental y ruido ocupacional.

4.2.1. Resultados de las fuentes móviles

Tabla 08: Resultados del Tiempo de Exposición en fuentes móviles

Estación de monitoreo	Resultados de tiempo de exposición en fuentes móviles			
	Resultados 01 de abril 2022	TIEMPO DE EXPOSICIÓN (HORA / DIA)	Resultados 06 de mayo 2022	TIEMPO DE EXPOSICIÓN
Retroexcavadora	88.5	3.56	79.1	91.9
				1.62
cargador frontal	81.3	18.81	90.2	95.6
				0.69
volquete 01	67.4		71	75.6
volquete 02	75.1		78.5	72.3
volquete 03	78.5		75.1	81.8
				16.76
volquete 04	81.4	18.38	79.9	69.4

En la tabla se observa que para la excavadora el tiempo de exposición es de 1.62 hora/día.

En el cargador frontal el tiempo de exposición es de 0.69 hora/día, que vendrían a ser 41 minutos de exposición máxima.

En los volquetes no hay problema con el tiempo de exposición ya que muestra 18 hora/día se encuentra dentro del tiempo de exposición según el reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería D.S.024-2016-EM y su modificatoria D.S. 023-2017-EM.

4.2.2. Resultados de las fuentes estacionarias

Tabla 09: Resultados del tiempo de exposición en fuentes estacionarias

Resultados de tiempo de exposición en fuentes estacionarias						
Resultado	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	Resultados 06 de mayo 2022	TIEMPO DE EXPOSICION	Resultados 03 de junio 2022	TIEMPO DE EXPOSICION	
Estación de monitoreo	s 01 de abril 2022	(HORA / DIA)	de mayo 2022	EXPOSICION	junio 2022	EXPOSICION
motobomba 01	113.7	0.01	104.5	0.09	103.8	0.10
motobomba 02	93.3	1.18	110.6	0.02	109.1	0.03
motobomba 03	109.5	0.03	119.1	0.00	115.6	0.01
motobomba 04	101.7	0.17	103.2	0.12	116.3	0.01

En las motobombas observamos que el tiempo de exposición máxima es de 0.01 hora/día que equivalen a 20 segundos de exposición, los decibeles que se obtuvo como resultados no se encuentran dentro del tiempo de exposición según el reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería D.S.024-2016-EM y su modificatoria D.S. 023-2017-EM.

## CONCLUSIONES

### Primera

Al evaluar la contaminación acústica en la Unidad Minera Halcón de Oro de Ananea. se llegó a la conclusión que si existe contaminación acústica en las áreas de trabajo donde se identificó que los ruidos sobrepasan el ECA RUIDO.

### Segunda

Al determinar el nivel de ruido que generan las fuentes móviles (maquinarias), en la Unidad Minera Halcón de Oro de Ananea. Se llegó a la conclusión que los volquetes se encuentran dentro del ECA - RUIDO según D.S. 085 – 2003 – PCM, también en las fuentes móviles de la excavadora y cargador frontal excede el ECA - RUIDO según D.S. 085 – 2003 – PCM. Finalmente su tiempo de exposición en el cargador es de 41 minutos en una jornada de trabajo y el tiempo de exposición para la excavadora es de una hora con 40 minutos.

### Tercera

Al determinar el nivel de ruido que generan las fuentes estacionarias (motobombas), en la Unidad Minera Halcón de Oro de Ananea. Se llegó a la conclusión que excede el ECA - RUIDO según D.S. 085 – 2003 – PCM Finalmente estos puestos de trabajo tienen un riesgo alto por el tiempo de exposición máximo en una jornada laboral según el D.S. N°

024 – 2016- EM y su modificatoria D.S. 023 – 2017 – EM, se a evidenciado que según los monitoreos deberían permanecer máximo 36 segundos en ese puesto de trabajo de las motobombas.

#### **Cuarta**

Con los resultados que se obtuvieron en las fuentes de ruido móviles (que son las maquinarias), retroexcavadora y cargador frontal generan mayor ruido, sobrepasando el ECA- RUIDO en horario diurno para la zona industrial en los meses de abril, mayo y junio, por lo tanto la hipótesis específica (La exposición al ruido provocado por fuentes móviles en la Unidad minera Halcón de Oro de Ananea, se encuentran dentro del nivel de presión sonora) es NULA

#### **Quinta**

Con los resultados que se obtuvieron en las fuentes de ruido estacionarias (que son las motobombas), generan mayor ruido, sobrepasando el ECA- RUIDO en horario diurno para la zona industrial. Por lo tanto la hipótesis específica (La exposición al ruido provocado por fuentes estacionarias en la Unidad minera Halcón de Oro de Ananea, se encuentran dentro del nivel de presión sonora) es NULA

## RECOMENDACIONES

### Primera

A la cooperativa minera Halcon de ananea, deben realizar planes para el control de ruido en las áreas de trabajo donde hay contaminación acústica.

### Segunda

Para controlar el ruido y se encuentre dentro del ECA – RUIDO se debe realizar mediante la jerarquía de controles priorizando el control en la fuente de generación y finalmente el control en la persona con EPP adecuados y capacitar al personal para el uso de estos en toda la jornada de trabajo.

### Tercera

Los puestos que exceden el ECA – RUIDO deben ingresar a un programa de vigilancia médica ocupacional, para realizar el seguimiento de los resultados audiométricos de los trabajadores y realizar un plan de conservación auditiva y así evitar que desarrollen hipoacusia ocupacional

## BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, L. M. (2019). Evaluación de ruido ambiental en alrededores a centros médicos de la localidad Barrios Unidos, Bogotá. *Revista científica*, 35, 234-246.  
<https://doi.org/10.14483/23448350.13983>
- Arango. (2012). *REDUCCION DE LOS IMPACTOS SONOROS*. 99.
- Callire. (2020). *EFEECTO DEL RUIDO DE LAS PERFORADORAS EN LOS OPERADORES DE LA MINA TOQUEPALA, AÑO 2018*.
- Condori, N. (2021). *Evaluación de la contaminación acústica en los centros educativos de la avenida circunvalación oeste en la ciudad de Juliaca, 2019*. 96.
- Cornejo, J. R. (2020). Evaluación del nivel y porcentaje de dosis de ruido presente en el área de mantenimiento de la empresa CORSA, Arequipa 2019. *Universidad Tecnológica del Perú*. <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3111>
- Cuti, J. (2020). *Análisis espacial de la contaminación acústica y su relación con los aviones en el Aeropuerto Internacional Alejandro Velasco Astete, 2020*.
- Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, S. (2016). Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. *Paideia*, 2(3). <https://doi.org/10.31381/paideia.v2i3.462>
- Diaz, R. (1991). *Contaminacion del aire—CUADERNO 2.11. CONTAMINACION DEL AIRE LIC. REINALDO DIAZ VELIZ CONTENIDO - StuDocu*.  
<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-de-san-martin-peru/ecologia/contaminacion-del-aire/6731021>
- Guia & Ruido. (2018). *GUIA N° 1 MEDICIÓN DE RUIDO*.  
<http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2016/Julio/28/DS-024-2016-EM-GUIAS-1.pdf>
- Hernández, A. (2007). Alteraciones auditivas en trabajadores expuestos al ruido industrial. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 53(208), 09-19.
- Holguin, J. (2020). *EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN SONORA GENERADA POR LA MAQUINARIA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL*

*URBANA EN LA CIUDAD DE PUNO.*

- Hunashal, R. (2012). *Assessment of Noise Pollution Indices in the City of Kolhapur, India* | Elsevier Enhanced Reader. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.310>
- Jaramillo. (2019). *APROBACIÓN DEL TUTOR*. 65.
- Khaiwal. (2016). *Assessment of Noise Pollution Indices in the City of Kolhapur, India* | Elsevier Enhanced Reader. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.310>
- Klomp maker, J. (2019). *Associations of combined exposures to surrounding green, air pollution and traffic noise on mental health* | Elsevier Enhanced Reader. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.05.040>
- Martínez. (2017). *Contaminación ambiental por ruido*. 10.
- Marulanda. (2017). *CARACTERIZACIÓN DEL ESTADO AUDITIVO DEL PERSONAL DEL BATALLÓN DE MANTENIMIENTO DE AVIONES N° 1 DIVISIÓN DE AVIACIÓN EJÉRCITO NACIONAL*. 122.
- MINAM. (2021). *FUENTES FIJAS*. <https://infoaireperu.minam.gob.pe/fuentes-fijas-2/>
- MINEM. (1997). *MANEJO DE PROBLEMAS DE RUIDO EN LA INDUSTRIA MINERA*. 98.
- Oleas. (2021). *INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL*. 85.
- Oliveira. (2012). *Occupational Exposure to Noise Pollution in Anesthesiology* | Elsevier Enhanced Reader. [https://doi.org/10.1016/S0034-7094\(12\)70123-X](https://doi.org/10.1016/S0034-7094(12)70123-X)
- Otazú, F. (2019). *TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PRESENTADO POR: 22*.
- Pavon, I. (2007). *IGNACIO\_PAVON\_GARCIA.pdf*. [http://oa.upm.es/419/1/IGNACIO\\_PAVON\\_GARCIA.pdf](http://oa.upm.es/419/1/IGNACIO_PAVON_GARCIA.pdf)
- Quintanilla, M. (2018). *DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN LA PROVINCIA DE CUSCO*. 2018.
- Quito. (2020). *Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Licenciada en Fonoaudiología*. 82.
- Samaniego. (2018). *Ruido por exposición laboral y la capacidad auditiva del trabajador de la empresa ate textil Santa Anita, 2016*. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/16199/Andia\\_SYY.pdf](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/16199/Andia_SYY.pdf)

f?sequence=1&isAllowed=y

Suárez, E. (2013). *ELABORACIÓN DE MAPA DE RUIDO DE MINERA VALLE CENTRAL.*

Vasquez. (2015). *EXPOSICION LABORAL AL RUIDO DE LOS TRABAJADORES DE UNA MINA A TAJO ABIERTO DEBIDO A LA EXPANSIÓN, UBICACIÓN Y TIPO DE ACTIVIDAD DE LOS OPERADORES, EN LA REGIÓN NORTE DEL PAÍS.*

Velarde, eduardo. (2014). *Tesis presentada por el Bachiller en Medicina Humana: 74.*

**ANEXOS**

## Anexo 01: Matriz de Consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES	Indicadores	Instrumentos	Técnica de procesamiento de datos
<p><b>GENERAL:</b> ¿Cuál es el grado de contaminación acústica, producida por el ruido generado en la Unidad Minera Halcón de Oro de Ananea - 2022?</p>	<p><b>GENERAL:</b> Evaluar la contaminación acústica en la Unidad Minera Halcón de Oro de Ananea.</p>	<p><b>GENERAL:</b> El grado de la contaminación, por ruido, en la Unidad Minera Halcón de Oro de Ananea, se encuentra dentro de los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido, que establece el D. S. N°085-2003-PCM</p>	<p><b>Variable independiente:</b> Actividad de la cooperativa minera Halcón de oro de ananea.(áreas de trabajo). <b>Variable dependiente:</b> Contaminación acústica</p>	<p><b>Ruido</b> Unidad de medida decibelios(dB)</p>	<p><b>Instrumentos</b> : Sonómetro Método estadístico Descriptivo</p>	<p>Comparación de datos con ECA RUIDO - Estándares de calidad ambiental para ruido D.S.085-2003-PCM</p>
<p><b>ESPECÍFICOS:</b> ¿Cuál es el nivel de ruido laboral en decibelios por exposición a maquinarias pesadas en la Unidad Minera</p>	<p><b>ESPECÍFICOS:</b> Determinar el nivel de ruido que generan las fuentes móviles (maquinarias), en la Unidad Minera Halcón de Oro de Ananea</p>	<p><b>ESPECÍFICOS:</b> La exposición al ruido provocado por fuentes móviles en la Unidad Minera Halcón de Oro de Ananea, se encuentran dentro del nivel de presión sonora</p>				

<p>Halcón de Oro de Ananea - 2022? ¿Cuál es el nivel de ruido laboral por exposición a fuentes estacionarias en la Unidad Minera Halcón de Oro de Ananea - 2022?</p>	<p>ruido que generan las fuentes estacionarias (motobombas), en la Unidad Minera Halcón de Oro de Ananea.</p>	<p>La exposición al ruido provocado por fuentes estacionarias en la Unidad minera Halcón de Oro de Ananea, se encuentran dentro del nivel de presión sonora.</p>				
--	---	--	--	--	--	--

**Anexo 02:** Resultados de monitoreo de ruido

**Tabla A2:01** Resultados del Primer monitoreo de ruido en fuentes móviles

<b>PRIMER MONITOREO DE RUIDO FUENTES MOVILES 01/04/2022 diurno</b>				
<b>Estación de monitoreo</b>	<b>Periodo de lectura</b>	<b>Nivel de ruido mínimo (dBA)</b>	<b>Nivel de ruido máximo (dBA)</b>	<b>Nivel de presión sonora (LAeqT)</b>
Retroexcavadora	07:30 - 07:40	54.7	98.4	88.5
cargador frontal	08:00 - 08:10	71.3	91.9	81.3
volquete 01	08:30 - 08:40	50.1	76.8	67.4
volquete 02	09:00 - 09:10	49	89.8	75.1
volquete 03	09:40 - 09:50	75	87.9	78.5
volquete 04	10:20 - 10:30	50.4	90.4	81.4

**Tabla A2:02** Resultados del primer monitoreo de ruido en fuentes estacionarias

<b>PRIMER MONITOREO DE RUIDO FUENTES ESTACIONARIAS 01/04/2022 diurno</b>				
<b>Estación de monitoreo</b>	<b>Periodo de lectura</b>	<b>Nivel de ruido mínimo (dBA)</b>	<b>Nivel de ruido máximo (dBA)</b>	<b>Nivel de presión sonora (LAeqT)</b>
motobomba 01	11:00 - 11:10	92.8	123.9	113.7
motobomba 02	11:30 - 11:40	82.1	101.4	93.3
motobomba 03	12:20 - 12:30	90.3	114.1	109.5
motobomba 04	13:10 - 13:20	69.1	122.5	101.7

**Tabla A2:03** Resultados del segundo monitoreo de ruido en fuentes móviles

<b>SEGUNDO MONITOREO DE RUIDO FUENTES MOVILES 06/05/2022 diurno</b>				
<b>Estación de monitoreo</b>	<b>Periodo de lectura</b>	<b>Nivel de ruido mínimo (dBA)</b>	<b>Nivel de ruido máximo (dBA)</b>	<b>Nivel de presión sonora (LAeqT)</b>
Retroexcavadora	10:00 - 10:10	73.6	87.9	79.1
cargador frontal	10:30 - 10:40	84.1	98.3	90.2
volquete 01	11:20 - 11:30	58.6	76.8	71
volquete 02	12:00 - 12:10	75	87.9	78.5
volquete 03	12:40 - 12:50	49	89.8	75.1
volquete 04	13:20 - 13:30	73.6	87.8	79.9

**Tabla A2:04 Resultados del segundo monitoreo de ruido en fuentes estacionarias**

<b>SEGUNDO MONITOREO DE RUIDO FUENTES ESTACIONARIAS 06/05/2022 diurno</b>				
<b>Estación de monitoreo</b>	<b>Periodo de lectura</b>	<b>Nivel de ruido mínimo (dBA)</b>	<b>Nivel de ruido máximo (dBA)</b>	<b>Nivel de presión sonora (LAeqT)</b>
motobomba 01	14:10 - 14:20	99.6	114.9	104.5
motobomba 02	14:50 - 15:00	41.2	123.4	110.6
motobomba 03	15:30 - 15:40	111.6	132.2	119.1
motobomba 04	16:10 - 16:20	95.9	114.9	103.2

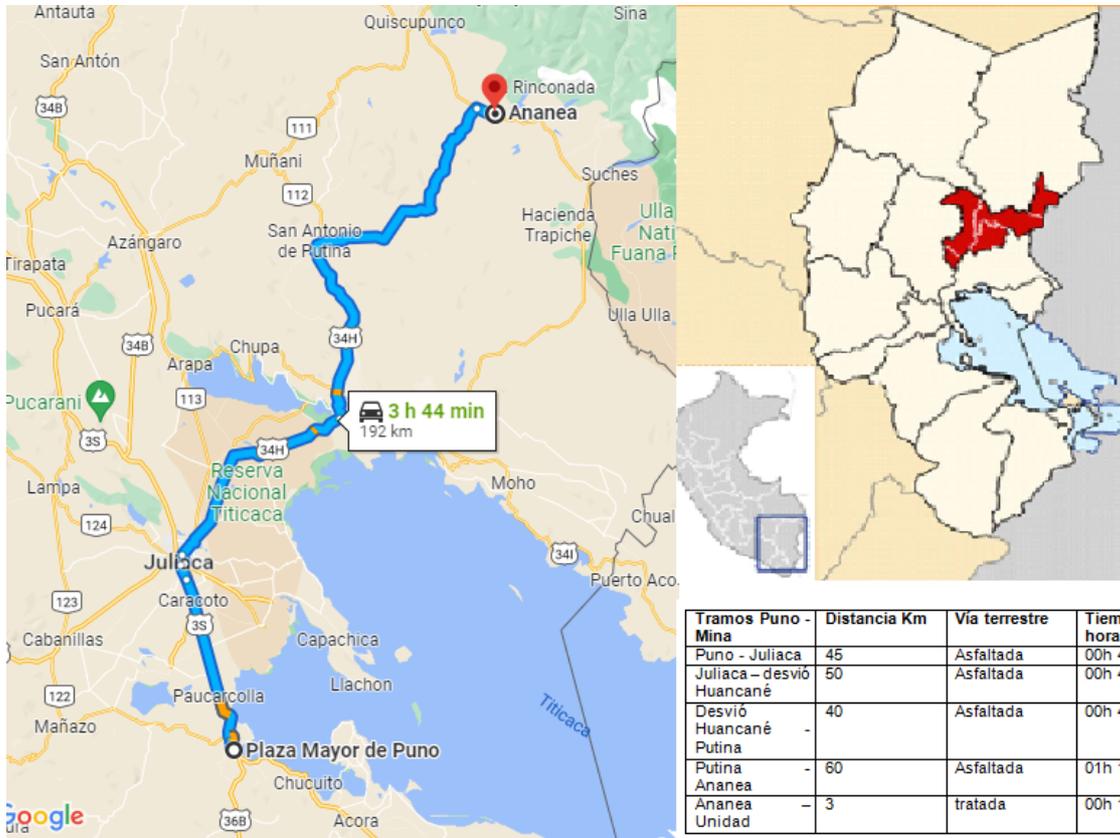
**Tabla A2:05 Resultados del tercer monitoreo de ruido en fuentes móviles**

<b>TERCER MONITOREO DE RUIDO FUENTES MOVILES 03/06/2022 diurno</b>				
<b>Estación de monitoreo</b>	<b>Periodo de lectura</b>	<b>Nivel de ruido mínimo (dBA)</b>	<b>Nivel de ruido máximo (dBA)</b>	<b>Nivel de presión sonora (LAeqT)</b>
Retroexcavadora	08:10 - 08:20	82.1	101.4	91.9
cargador frontal	08:40 - 08:50	91.4	97.3	95.6
volquete 01	09:30 - 09:40	50.1	89.8	75.6
volquete 02	10:10 - 10:20	65.6	76.8	72.3
volquete 03	10:50 - 11:00	73.6	91.7	81.8
volquete 04	11:20 - 11:30	79.2	95.3	69.4

**Tabla A2:06 Resultados del tercer monitoreo de ruido en fuentes estacionarias**

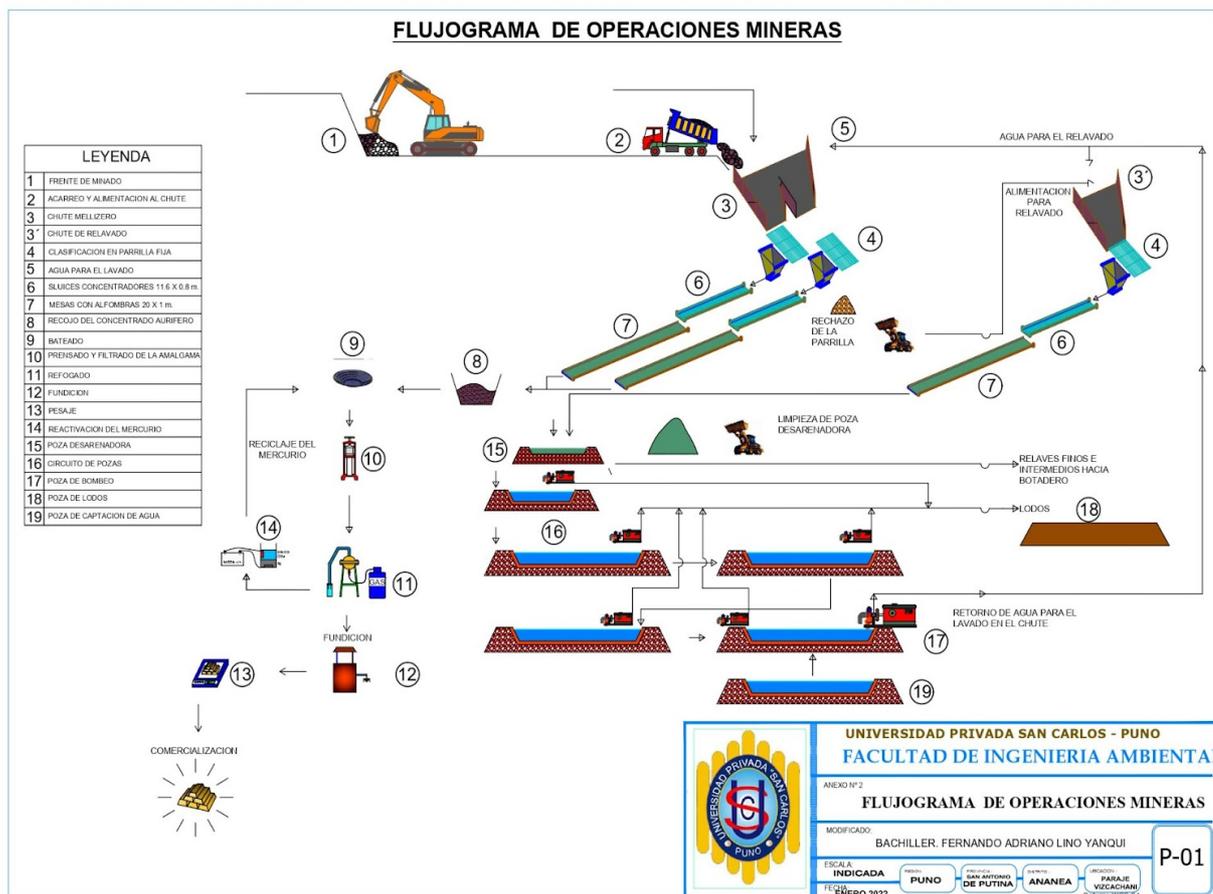
<b>TERCER MONITOREO DE RUIDO FUENTES ESTACIONARIAS 03/06/2022 diurno</b>				
<b>Estación de monitoreo</b>	<b>Periodo de lectura</b>	<b>Nivel de ruido mínimo (dBA)</b>	<b>Nivel de ruido máximo (dBA)</b>	<b>Nivel de presión sonora (LAeqT)</b>
motobomba 01	12:30 - 12:40	95.3	114.9	103.8
motobomba 02	13:00 - 13:10	41.2	123	109.1
motobomba 03	13:30 - 13:40	99.5	123.9	115.6
motobomba 04	14:00 - 14:10	100.3	122.2	116.3

**Anexo 03:** Ubicación geográfica



Anexo 04: Flujograma de operaciones mineras

(plano en A3)



Anexo 05: Certificado de calibración de sonómetro



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

**Laboratorio de Acústica**

## Certificado de Calibración

### LAC - 093 - 2021

Página 1 de 9

---

<p>Expediente</p> <p>Solicitante</p> <p>Dirección</p> <p>Instrumento de Medición</p> <p>Marca</p> <p>Modelo</p> <p>Procedencia</p> <p>Resolución</p> <p>Clase</p> <p>Número de Serie</p> <p>Micrófono</p> <p>Serie del Micrófono</p> <p>Fecha de Calibración</p>	<p><b>1044015</b></p> <p><b>MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO</b></p> <p><b>Jr. Deustua Nro. 458 Cercado (en La Plaza De Armas)</b></p> <p><b>Sonómetro</b></p> <p><b>HANGZHOU AIHUA</b></p> <p><b>AWA6228</b></p> <p><b>NO INDICA</b></p> <p><b>0,1 dB</b></p> <p><b>1</b></p> <p><b>103411</b></p> <p><b>AWA14423</b></p> <p><b>3470</b></p> <p><b>2021-07-12</b></p>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrologías a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
--	--	---

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.

---

	Responsable del área	Responsable del laboratorio
	 <p style="font-size: 8px;">Firmado digitalmente por QUISPE CUSIPUMA Billy Benito FAU 20600283015 soft Fecha: 2021-07-14 11:16:53</p>	 <p style="font-size: 8px;">Firmado digitalmente por GUEVARA JUAN CARLOS LANGUI Gustavo Miguel FAU 20600283015 soft Fecha: 2021-07-12 09:14:27</p>
	Dirección de Metrología	Dirección de Metrología

**Instituto Nacional de Calidad - INACAL**  
**Dirección de Metrología**  
 Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú  
 Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
 Email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
 Web: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)

Puede verificar el número de certificado en la página:  
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/>



**INACAL**  
 Instituto Nacional  
 de Calidad

Metrología

Laboratorio de Acústica

## Certificado de Calibración LAC – 093 – 2021

Página 2 de 9

**Método de Calibración**

Segun la Norma Metrológica Peruana NMP-011-2007 "ELECTROACÚSTICA. Sonómetros. Parte 3: Ensayos periódicos" (Equivalente a la IEC 61672-3:2006)

**Lugar de Calibración**

Laboratorio de Acústica  
 Calle de La Prosa N° 150 - San Borja, Lima

**Condiciones Ambientales**

Temperatura	23,1 °C ± 0,1 °C
Presión	996,0 hPa ± 0,2 hPa
Humedad Relativa	56,3 % ± 0,4 %

**Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrón de Referencia de CENAM Certificados CNM-CC-510-038/2019 CNM-CC-410-086/2019 CNM-CC-510-030/2019 CNM-CC-510-042/2019	Calibrador acústico multifunción B&K 4226	INACAL DM LAC-235-2019
Patrón de Referencia de la Dirección de Metrología Oscilador de Frecuencia de Cesio Symmetricom 5071A el cual pertenece a la red SIM Time Scale Comparisons via GPS Common-View <a href="http://gps.nist.gov/scripts/sim_rx_grid.exe">http://gps.nist.gov/scripts/sim_rx_grid.exe</a> y Certificado LE-C-271-2014	Generador de funciones Agilent 33220A	INACAL DM LTF-C-172-2018
Patrones de Referencia de la Dirección de Metrología Certificado FLUKE N° F7220026 y Certificado INACAL DM LE-761-2017	Multímetro Agilent 34411A	INACAL DM LE-908-2017
Patrones de Referencia de la Dirección de Metrología Certificado INACAL DM LTF-C-141-2015 y Certificado INACAL DM LE-908-2017	Atenuador de 70 dB PASTERNAK PE70A1023	INACAL DM LAC-243-2019

**Observaciones**

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL-DM.  
 El sonómetro ensayado de acuerdo a la norma NMP-011-2007 cumple con las tolerancias para la clase 1 establecidas en la norma IEC 61672-1:2002, excepto el ensayo de ruido intrínseco.

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
 Dirección de Metrología  
 Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú  
 Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
 email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
 WEB: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Acústica

## Certificado de Calibración LAC – 093 – 2021

Página 3 de 9

### Resultados de Medición

#### RUIDO INTRINSECO (dB)

Micrófono instalado (dB)	Límite max. en $L_{Aeq}^1$ (dB)	Micrófono retirado (dB)	Límite max. en $L_{Aeq}^1$ (dB)
21,6	24,2	20,6	18,6

Nota: la medición se realizó en el rango 30,0 dB a 130,0 dB; con un tiempo de integración de 30 seg.

La medición con micrófono instalado se realizó con pantalla antiviento y cable de extensión.

La medición con micrófono retirado se realizó con su adaptador capacitivo AWA 14421.

<sup>1)</sup> Dato tomado del Certificate of Calibration 20150410030 Hangzhou Aihua Instruments Co., Ltd (2015-04-10).

#### ENSAYOS CON SEÑAL ACUSTICA

Ponderación frecuencial C con ponderación temporal F ( $L_{CF}$ )

Señal de entrada: 1 kHz a 94 dB en el rango de referencia 30,0 dB a 130,0 dB;

señal sinusoidal.

Antes de iniciar los ensayos el sonómetro fue ajustado al nivel de referencia dado en su manual: 94,0 dB y 1 kHz, con el calibrador acústico multifunción B&K 4226.

Frecuencia Hz	Desviación (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
125	-0,1	0,2	± 1,5
1000	0,0	0,2	± 1,1
8000	-1,5	0,3	+ 2,1; - 3,1

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
Dirección de Metrología  
Calle Las Carnelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú  
Telf.: (01) 640-9920 Anexo 1501  
email: metrologia@inacal.gob.pe  
WEB: www.inacal.gob.pe



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Acústica

## Certificado de Calibración LAC – 093 – 2021

Página 4 de 9

### ENSAYOS CON SEÑAL ELECTRICA

**Ponderaciones frecuenciales**

Señal de referencia: 1kHz a 45 dB por debajo del límite superior del rango de referencia (85 dB).

#### Ponderación A

Frecuencia (Hz)	Ponderación temporal F		Nivel continuo equivalente de presión acústica (eq)		Tolerancia* (dB)
	Desviación (dB)	Incertidumbre (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre (dB)	
63	-0,3	0,3	-0,3	0,3	± 1,5
125	-0,1	0,3	-0,1	0,3	± 1,5
250	-0,1	0,3	-0,1	0,3	± 1,4
500	-0,1	0,3	-0,1	0,3	± 1,4
2000	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,6
4000	0,2	0,3	0,2	0,3	± 1,6
8000	0,6	0,3	0,6	0,3	+ 2,1;- 3,1
16000	-3,2	0,3	-3,2	0,3	+ 3,5;- 17,0

#### Ponderación C

Frecuencia (Hz)	Ponderación temporal F		Nivel continuo equivalente de presión acústica (eq)		Tolerancia* (dB)
	Desviación (dB)	Incertidumbre (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre (dB)	
63	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,5
125	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,5
250	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,4
500	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,4
2000	0,1	0,3	0,1	0,3	± 1,6
4000	0,2	0,3	0,2	0,3	± 1,6
8000	0,6	0,3	0,6	0,3	+ 2,1;- 3,1
16000	-3,2	0,3	-3,2	0,3	+ 3,5;- 17,0

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
Dirección de Metrología  
Calle Las Camelias Nº 817, San Isidro, Lima – Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
WEB: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Acústica

## Certificado de Calibración LAC – 093 – 2021

Página 5 de 9

### Ponderación Z

Frecuencia (Hz)	Ponderación temporal F		Nivel continuo equivalente de presión acústica (eq)		Tolerancia* (dB)
	Desviación (dB)	Incertidumbre (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre (dB)	
63	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,5
125	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,5
250	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,4
500	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,4
2000	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,6
4000	0,0	0,3	0,0	0,3	± 1,6
8000	0,0	0,3	0,0	0,3	+ 2,1;- 3,1
16000	-0,1	0,3	-0,1	0,3	+ 3,5;- 17,0

Nota: Para este ensayo se utilizó un atenuador.

### Ponderaciones de frecuencia y tiempo a 1 kHz

- Señal de referencia: 1 kHz, señal sinusoidal.
- Nivel de presión acústica de referencia: 94 dB en el rango de referencia; función  $L_{AF}$
- Desviación con relación a la función  $L_{AF}$

Nivel de referencia (dB)	Función $L_{CF}$	Función $L_{ZF}$	Función $L_{AS}$	Función $L_{Aeq}$
94	94,0	94,0	94,0	94,0
Desviación (dB)	0,0	0,0	0,0	0,0
Incertidumbre (dB)	0,3	0,3	0,3	0,3
Tolerancia* (dB)	± 0,4	± 0,4	± 0,3	± 0,3

**Instituto Nacional de Calidad - INACAL**  
Dirección de Metrología  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
WEB: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

**Laboratorio de Acústica**

## Certificado de Calibración LAC – 093 – 2021

Página 6 de 9

**Linealidad de nivel en el rango de nivel de referencia**

- Señal de referencia: 8 kHz, señal sinusoidal
- Nivel de presión acústica de partida: 94 dB en el rango de referencia; función L<sub>AF</sub>
- Nivel de referencia para todo el rango de funcionamiento lineal:  
 Nivel de partida incrementado en 5 dB y luego en 1 dB hasta indicación de sobrecarga sin incluirla.  
 Nivel de partida disminuido en 5 dB y luego en 1 dB hasta indicación de insuficiencia sin incluirla.

Nivel de referencia (dB)	Medido (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia*
130	129,9	-0,1	0,3	± 1,1
129	128,9	-0,1	0,3	± 1,1
124	123,8	-0,2	0,3	± 1,1
119	118,8	-0,2	0,3	± 1,1
114	113,8	-0,2	0,3	± 1,1
109	108,8	-0,2	0,3	± 1,1
104	104,0	0,0	0,3	± 1,1
99	99,0	0,0	0,3	± 1,1
94	94,0	0,0	0,3	± 1,1
89	89,0	0,0	0,3	± 1,1
84	84,0	0,0	0,3	± 1,1
79	79,0	0,0	0,3	± 1,1
74	74,0	0,0	0,3	± 1,1
69	69,0	0,0	0,3	± 1,1
64	64,0	0,0	0,3	± 1,1
59	59,0	0,0	0,3	± 1,1
54	54,0	0,0	0,3	± 1,1
49	49,0	0,0	0,3	± 1,1
44	44,1	0,1	0,3	± 1,1
39	39,1	0,1	0,3	± 1,1
34	34,3	0,3	0,3	± 1,1
33	33,4	0,4	0,3	± 1,1
32	32,5	0,5	0,3	± 1,1
31	31,5	0,5	0,3	± 1,1
30	30,6	0,6	0,3	± 1,1

Nota 1: Para los niveles de 79 dB hasta 30 dB se utilizaron atenuadores.

Nota 2: Sólo se midió hasta 30 dB debido a que el ensayo se realizó en el rango de 30 dB a 130 dB.

**Instituto Nacional de Calidad - INACAL**  
 Dirección de Metrología  
 Calle Las Camelias Nº 817, San Isidro, Lima – Perú  
 Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
 email: metrologia@inacal.gob.pe  
 WEB: www.inacal.gob.pe



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Acústica

## Certificado de Calibración LAC – 093 – 2021

Página 7 de 9

**Linealidad de nivel incluyendo el control de rango de nivel**

Nota: No se aplica debido a que el sonómetro tiene un rango único.

**Respuesta a un tren de ondas**

- Señal de referencia: 4 kHz, señal sinusoidal permanente.
- Nivel de referencia: 3 dB por debajo del límite superior en el rango de referencia; función:  $L_{AF}$

Función:  $L_{AFmax}$  (para la indicación del nivel correspondiente al tren de ondas)

Duración del tren de ondas (ms)	Nivel leído $L_{AF}$ (dB)	Nivel leído $L_{AFmax}$ (dB)	Desviación (D) (dB)	Rpts. Ref.* $\bar{\alpha}_{ref}$ (dB)	Diferencia (D - $\bar{\alpha}_{ref}$ ) (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
200	127,0	125,7	-1,3	-1,0	-0,3	0,3	± 0,8
2	127,0	108,5	-18,5	-18,0	-0,5	0,3	+ 1,3; - 1,8
0,25	127,0	99,4	-27,6	-27,0	-0,6	0,3	+ 1,3; - 3,3

Función:  $L_{ASmax}$  (para la indicación del nivel correspondiente al tren de ondas)

Duración del tren de ondas (ms)	Nivel leído $L_{AF}$ (dB)	Nivel leído $L_{ASmax}$ (dB)	Desviación (D) (dB)	Rpts. Ref.* $\bar{\alpha}_{ref}$ (dB)	Diferencia (D - $\bar{\alpha}_{ref}$ ) (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
200	127,0	119,2	-7,8	-7,4	-0,4	0,3	± 0,8
2	127,0	99,6	-27,4	-27,0	-0,4	0,3	+ 1,3; - 3,3

Función:  $L_{AE}$  (para la indicación del nivel correspondiente al tren de ondas)

Duración del tren de ondas (ms)	Nivel leído $L_{AF}$ (dB)	Nivel leído $L_{AE}$ (dB)	Desviación (D) (dB)	Rpts. Ref.* $\bar{\alpha}_{ref}$ (dB)	Diferencia (D - $\bar{\alpha}_{ref}$ ) (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
200	127,0	120,0	-7,0	-7,0	0,0	0,3	± 0,8
2	127,0	100,0	-27,0	-27,0	0,0	0,3	+ 1,3; - 1,8
0,25	127,0	90,8	-36,2	-36,0	-0,2	0,3	+ 1,3; - 3,3

Nota: La medición se realizó en la función SEL (Nivel de exposición al ruido según manual del instrumento).

**Instituto Nacional de Calidad - INACAL**  
Dirección de Metrología  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
WEB: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Acústica

## Certificado de Calibración LAC – 093 – 2021

Página 8 de 9

**Nivel de presión acústica de pico con ponderación C**

- Señales de referencia: 8 kHz y 500 Hz, señal sinusoidal permanente.
- Nivel de referencia: 8 dB por debajo del límite superior en el rango de nivel menos sensible (30,0 dB a 130,0 dB); función:  $L_{CF}$

**Función:**  $L_{Cpeak}$ , para la indicación del nivel correspondiente a 1 ciclo de la señal de 8 kHz; 1 semiciclo positivo\* y 1 semiciclo negativo\* de la señal de 500 Hz.

Señal de ensayo	Nivel leído $L_{CF}$ (dB)	Nivel leído $L_{Cpeak}$ (dB)	Desviación (D) (dB)	$L_{Cpeak} - L_{C,*}$ (L) (dB)	Diferencia (D - L) (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
8 kHz	122,0	125,0	3,0	3,4	-0,4	0,3	± 2,4
500 Hz <sup>+</sup>	122,0	124,1	2,1	2,4	-0,3	0,3	± 1,4
500 Hz <sup>-</sup>	122,0	124,2	2,2	2,4	-0,2	0,3	± 1,4

**Indicación de sobrecarga**

- Señal de referencia: 4 kHz, señal sinusoidal permanente.
- Nivel de referencia: 1 dB por debajo del límite superior en el rango de nivel menos sensible (30,0 dB a 130,0 dB); función:  $L_{Aeq}$

**Función:**  $L_{Aeq}$ , para la indicación del nivel correspondiente a 1 semiciclo positivo\* y 1 semiciclo negativo\*. Indicación de sobrecarga a los niveles leídos.

Nivel leído semiciclo + $L_{Aeq}$ (dB)	Nivel leído semiciclo - $L_{Aeq}$ (dB)	Diferencia (dB)	Incertidumbre (dB)	Tolerancia* (dB)
129,5	129,4	0,1	0,3	1,8

**Nota:**

Los ensayos se realizaron con su preamplificador AWA14601 (dato proporcionado por el fabricante).  
Se utilizó el manual de usuario del equipo proporcionado en inglés, Model AWA6228. Acoustics & Vibration Measuring Instruments. Instruction Manual. Hangzhou Aihua Instruments Co., Ltd, China V1.8 (2010-07-04).  
El sonómetro tiene grabado en la placa las designaciones: IEC61672:2002 Class 1, IEC61260:1995 Class 1.  
\* Tolerancias tomadas de la norma IEC 61672-1:2002 para sonómetros clase 1.

**Instituto Nacional de Calidad - INACAL**  
Dirección de Metrología  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
email: metrologia@inacal.gob.pe  
WEB: www.inacal.gob.pe



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

**Laboratorio de Acústica**

## Certificado de Calibración LAC – 093 – 2021

Página 9 de 9

### Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

### Recalibración

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

### DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPi mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con las siguientes Normas internacionales vigentes ISO/IEC 17025; ISO 17034; ISO 27001 e ISO 37001; con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio brindando trazabilidad metrológicamente válida al Sistema Internacional de Unidades SI y al Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEMI) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

### SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las intercomparaciones realizadas por el SIM.

---

**Instituto Nacional de Calidad - INACAL**  
Dirección de Metrología  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
WEB: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)

Anexo 06: Certificado de calibración del calibrador acústico



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

## Certificado de Calibración

### LAC - 094 - 2021

**Laboratorio de Acústica**

Página 1 de 4

<p><b>Expediente</b>                    <b>1044015</b></p> <p><b>Solicitante</b>                    <b>MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO</b></p> <p><b>Dirección</b>                    <b>Jr. Deustua Nro. 458 Cercado (en La Plaza De Armas)</b></p> <p><b>Instrumento de Medición</b>    <b>CALIBRADOR ACUSTICO</b></p> <p><b>Marca</b>                        <b>HANGZHOU AIHUA</b></p> <p><b>Modelo</b>                        <b>AWA6221A</b></p> <p><b>Procedencia</b>                <b>NO INDICA</b></p> <p><b>Clase</b>                         <b>1</b></p> <p><b>Número de Serie</b>            <b>AWA6221A0215E</b></p> <p><b>Fecha de Calibración</b>      <b>2021-07-12</b></p>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
---	--

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.

	<p>Responsable del área</p>  <p style="font-size: x-small;">Firmado digitalmente por CUSIPUMA Billy Berino FAU 20000293015.pdf Fecha: 2021-07-14 11:27:10</p>	<p>Responsable del laboratorio</p>  <p style="font-size: x-small;">Firmado digitalmente por Giancarlo Miguel FAU 20000293015.pdf Fecha: 2021-07-12 10:20:30</p>
Dirección de Metrología		Dirección de Metrología

**Instituto Nacional de Calidad - INACAL**  
**Dirección de Metrología**  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
Email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
Web: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)

Puede verificar el número de certificado en la página:  
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/>



**INACAL**  
 Instituto Nacional  
 de Calidad

Metrología  
**Laboratorio de Acústica**

## Certificado de Calibración LAC – 094 – 2021

Página 2 de 4

**Método de Calibración**

Según la Norma Española UNE-EN 60942 "Electroacústica. Calibradores acústicos" (Equivalente a la IEC 60942:2003).

**Lugar de Calibración**

Laboratorio de Acústica  
 Calle de La Prosa N° 150 - San Borja, Lima

**Condiciones Ambientales**

Temperatura	23,1 °C ± 0,1 °C
Presión	995,9 hPa ± 0,1 hPa
Humedad Relativa	56,0 % ± 0,2 %

**Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrón de Referencia de la Dirección de Metrología Oscilador de Frecuencia de Cesio Symmetricom 5071A el cual pertenece a la red SIM Time Scale Comparisons via GPS Common-View <a href="http://gps.nist.gov/scripts/sim_rx_grid.exe">http://gps.nist.gov/scripts/sim_rx_grid.exe</a>	Contador de frecuencias Agilent 53220A	INACAL DM LTF-C-041-2020
Patrones de Referencia de CENAM	Microfono B&K 4192	CNM-CC-510-042/2019
Patrones de Referencia de CENAM	Preamplificador B&K 2669	CNM-CC-510-038/2019
Patrones de Referencia de CENAM	Amplificador B&K NEXUS 2690	CNM-CC-410-096/2019
Patrones de Referencia de CENAM	Pistofono B&K 4228	CNM-CC-510-030/2019
Patrones de Referencia de FLUKE	Multimetro Keithley 2016-P	INACAL DM LE-405-2019
Patrones de Referencia de FLUKE	Multimetro Fluke 8846A	INACAL DM LE-327-2020

**Observaciones**

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL-DM.  
 El calibrador acústico ensayado de acuerdo a la norma UNE-EN 60942 cumple con las tolerancias para la clase 1 establecidas en la norma IEC 60942:2003.

---

*Instituto Nacional de Calidad - INACAL*  
 Dirección de Metrología  
 Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú  
 Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
 email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
 WEB: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Acústica

## Certificado de Calibración LAC – 094 – 2021

Página 3 de 4

### Resultados de Medición

#### ENSAYOS DEL NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA

Nominal (dB)	Medida (dB)	Desviación (dB)	Tolerancia* (dB)	Incertidumbre (dB)
94	93,97	-0,03	0,40	0,12
114	113,99	-0,01	0,40	0,12

#### ENSAYOS DE MEDICIÓN DE FRECUENCIA

NPA (dB)	Nominal (Hz)	Medida (Hz)	Desviación (Hz)	Tolerancia* (%)	Tolerancia (Hz)	Incertidumbre (Hz)
94	1000	999,310	-0,690	1,0	10,0	0,017
114	1000	999,350	-0,650	1,0	10,0	0,002

NPA: Nivel de Presión Acústica

#### ENSAYOS DE MEDICIÓN DE DISTORSIÓN TOTAL

NPA (dB)	Nominal (%)	Medida (%)	Desviación (%)	Tolerancia* (%)	Incertidumbre (%)
94	0,014	0,003	-0,011	3,000	0,026
114	0,022	0,054	0,032	3,000	0,026

NPA: Nivel de Presión Acústica

**Nota:**

El calibrador acústico tiene grabado las designaciones: IEC60942 Class1.  
Se utilizó el manual de usuario del equipo proporcionado en inglés, Model AWA6221A.  
Sound Calibrator. Instruction Manual. Hangzhou Aihua Instruments Co., Ltd, China.  
\* Tolerancias tomadas de la norma IEC 60942:2003 para calibradores acústicos clase 1.

---

*Instituto Nacional de Calidad - INACAL*  
Dirección de Metrología  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú  
Tel.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
WEB: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

**Laboratorio de Acústica**

## Certificado de Calibración LAC – 094 – 2021

Página 4 de 4

### **Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

### **Recalibración**

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

### **DIRECCION DE METROLOGIA**

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPi mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con las siguientes Normas internacionales vigentes ISO/IEC 17025; ISO 17034; ISO 27001 e ISO 37001; con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio brindando trazabilidad metrológicamente válida al Sistema Internacional de Unidades SI y al Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

### **SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM**

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.

---

*Instituto Nacional de Calidad - INACAL*  
*Dirección de Metrología*  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
WEB: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)

**Anexo 07: D.S. 085 - 2003-PCM****Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido****DECRETO SUPREMO N° 085-2003-PCM**

CONCORDANCIAS: R.PRESIDENCIAL. N° 062-2004-CONAM-PDC, Num. III

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el Artículo 2 inciso 22) de la Constitución Política del Perú establece que es deber primordial del Estado garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida; constituyendo un derecho humano fundamental y exigible de conformidad con los compromisos internacionales suscritos por el Estado;

Que, el Artículo 67 de la Constitución Política del Perú señala que el Estado determina la política nacional del ambiente;

Que, el Decreto Legislativo N° 613, Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, en su Artículo I del Título Preliminar, establece que es obligación de todos la conservación del ambiente y consagra la obligación del Estado de prevenir y controlar cualquier proceso de deterioro o depredación de los recursos naturales que puedan interferir con el normal desarrollo de toda forma de vida y de la sociedad;

Que, el Artículo 105 de la Ley General de Salud, Ley N° 26842, establece que corresponde a la Autoridad de Salud competente dictar las medidas para minimizar y controlar los riesgos para la salud de las personas derivados de elementos, factores y agentes ambientales, de conformidad con lo que establece, en cada caso, la ley de la materia;

Que, los estándares de calidad ambiental del ruido son un instrumento de gestión ambiental prioritario para prevenir y planificar el control de la contaminación sonora sobre la base de una estrategia destinada a proteger la salud, mejorar la competitividad del país y promover el desarrollo sostenible;

Que, de conformidad con el Reglamento Nacional para la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles, Decreto Supremo N° 044-98-PCM, se aprobó el Programa Anual 1999, para estándares de calidad ambiental y límites máximos permisibles, conformándose el Grupo de Estudio Técnico Ambiental "Estándares de Calidad del Ruido" - GESTA RUIDO, con la participación de 18 instituciones públicas y privadas que han cumplido con proponer los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido bajo la coordinación de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud;

Que, con fecha 31 de enero de 2003 fue publicado en el Diario Oficial El Peruano el proyecto conteniendo la propuesta del Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, acompañada de la justificación correspondiente, habiéndose recibido observaciones y sugerencias las que se han incorporado en el proyecto definitivo, el que ha sido remitido a la Presidencia de Consejo de Ministros;

De conformidad con lo dispuesto en el inciso 8) del Artículo 118 de la Constitución Política del Perú y el inciso 2) del Artículo 3 Decreto Legislativo N° 560, Ley del Poder Ejecutivo;

Con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros;

DECRETA:

**Artículo 1.-** Apruébese el "Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental

para Ruido" el cual consta de 5 títulos, 25 artículos, 11 disposiciones complementarias, 2 disposiciones transitorias y 1 anexo que forman parte del presente Decreto Supremo.

**Artículo 2.-** Derogar la Resolución Suprema N° 325 del 26 de octubre de 1957, la Resolución Suprema N° 499 del 29 de setiembre de 1960, y todas las normas que se opongan al presente Decreto Supremo.

**Artículo 3.-** El presente Decreto Supremo será refrendado por el Presidente del Consejo de Ministros, el Ministro de Salud, el Ministro del Interior, el Ministro de la Producción, el Ministro de Agricultura, el Ministro de Transportes y Comunicaciones, el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento y el Ministro de Energía y Minas

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veinticuatro días del mes de octubre del año dos mil tres.

ALEJANDRO TOLEDO  
Presidente Constitucional de la República

BEATRIZ MERINO LUCERO  
Presidenta del Consejo de Ministros

ÁLVARO VIDAL RIVADENEYRA  
Ministro de Salud

FERNANDO ROSPIGLIOSI C.  
Ministro del Interior

JAVIER REÁTEGUI ROSSELLÓ  
Ministro de la Producción

FRANCISCO GONZÁLEZ GARCÍA  
Ministro de Agricultura

EDUARDO IRIARTE JIMÉNEZ  
Ministro de Transportes y Comunicaciones

CARLOS BRUCE  
Ministro de Vivienda, Construcción  
y Saneamiento

HANS FLURY ROYLE  
Ministro de Energía y Minas

## REGLAMENTO DE ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RUIDO

### TÍTULO I

#### Objetivo, Principios y Definiciones

##### **Artículo 1.- Del Objetivo**

La presente norma establece los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido y los lineamientos para no excederlos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible.

##### **Artículo 2.- De los Principios**

Con el propósito de promover que las políticas e inversiones públicas y privadas contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida mediante el control de la contaminación sonora se

tomarán en cuenta las disposiciones y principios de la Constitución Política del Perú, del Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales y la Ley General de Salud, con especial énfasis en los principios precautorio, de prevención y de contaminador - pagador.

### Artículo 3.- De las Definiciones

Para los efectos de la presente norma se considera:

- 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 ( $L_{Aeq(T)}$ ):** 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.

## TÍTULO II

### De los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

#### Capítulo 1

##### Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

###### Artículo 4.- De los Estándares Primarios de Calidad Ambiental para Ruido

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 ( $L_{AeqT}$ ) y toman en cuenta las zonas de aplicación y horarios, que se establecen en el Anexo N° 1 de la presente norma.

###### Artículo 5.- De las zonas de aplicación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

Para efectos de la presente norma, se especifican las siguientes zonas de aplicación: Zona Residencial, Zona Comercial, Zona Industrial, Zona Mixta y Zona de Protección Especial. Las zonas residencial, comercial e industrial deberán haber sido establecidas como tales por la municipalidad correspondiente.

###### Artículo 6.- De las zonas mixtas

En los lugares donde existan zonas mixtas, el ECA se aplicará de la siguiente manera: Donde exista zona mixta Residencial - Comercial, se aplicará el ECA de zona residencial; donde exista zona mixta Comercial - Industrial, se aplicará el ECA de zona comercial; donde exista zona mixta Industrial - Residencial, se aplicará el ECA de zona Residencial; y donde exista zona mixta que involucre zona Residencial - Comercial - Industrial se aplicará el ECA de zona Residencial. Para lo que se tendrá en consideración la normativa sobre zonificación.

###### Artículo 7.- De las zonas de protección especial

Las municipalidades provinciales en coordinación con las distritales, deberán identificar las zonas de protección especial y priorizar las acciones o medidas necesarias a fin de cumplir con el ECA establecido en el Anexo N° 1 de la presente norma de 50 dBA para el horario diurno y 40 dBA para el horario nocturno.

**Artículo 8.- De las zonas críticas de contaminación sonora**

Las municipalidades provinciales en coordinación con las municipalidades distritales identificarán las zonas críticas de contaminación sonora ubicadas en su jurisdicción y priorizarán las medidas necesarias a fin de alcanzar los valores establecidos en el Anexo N° 1.

**Artículo 9.- De los Instrumentos de Gestión**

Con el fin de alcanzar los ECAs de Ruido se aplicarán, entre otros, los siguientes Instrumentos de Gestión, además de los establecidos por las autoridades con competencias ambientales:

- a) Límites Máximos Permisibles de emisiones sonoras;
- b) Normas Técnicas para equipos, maquinarias y vehículos;
- c) Normas reguladoras de actividades de construcción y de diseño acústico en la edificación;
- d) Normas técnicas de acondicionamiento acústico para infraestructura vial e infraestructura en establecimientos comerciales;
- e) Normas y Planes de Zonificación Territorial;
- f) Planes de acción para el control y prevención de la contaminación sonora;
- g) Instrumentos económicos;
- h) Evaluaciones de Impacto Ambiental; y,
- i) Vigilancia y Monitoreo ambiental de Ruido.

De conformidad con el Reglamento Nacional para la aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles, aprobado por Decreto Supremo N° 044-98-PCM, se procederá a revisar y adecuar progresivamente los Límites Máximos Permisibles existentes, tomando como referencia los estándares establecidos en el Anexo N° 1 de la presente norma. Los Límites Máximos Permisibles que se dicten con posterioridad a la presente norma deberán regirse por la misma referencia.

**Artículo 10.- De los Plazos para alcanzar el estándar**

En las zonas que presenten  $A_{L_{AeqT}}$  superiores a los valores establecidos en el ECA, se deberá adoptar un Plan de Acción para la Prevención y Control de la Contaminación Sonora que contemple las políticas y acciones necesarias para alcanzar los estándares correspondientes a su zona en un plazo máximo de cinco (5) años contados desde la entrada en vigencia del presente Reglamento. Estos planes serán elaborados de acuerdo a lo establecido en el artículo 12 del presente Reglamento.

El plazo para que aquellas zonas identificadas como de protección especial alcancen los valores establecidos en el ECA, será de veinticuatro (24) meses, contados a partir de la publicación de la presente norma.

El plazo para que aquellas zonas identificadas como de críticas alcancen los valores establecidos en el ECA, será de cuatro (04) años, contados a partir de la publicación de la presente norma.

**Artículo 11.- De la Exigibilidad**

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido constituyen un objetivo de política ambiental y de referencia obligatoria en el diseño y aplicación de las políticas públicas,

sin perjuicio de las sanciones que se deriven de la aplicación del presente Reglamento.

### TÍTULO III

#### Del Proceso de Aplicación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

##### Capítulo 1

##### De la Gestión Ambiental de Ruido

#### **Artículo 12.- De los Planes de Acción para la Prevención y Control de la Contaminación Sonora**

Las municipalidades provinciales en coordinación con las municipalidades distritales, elaborarán planes de acción para la prevención y control de la contaminación sonora con el objeto de establecer las políticas, estrategias y medidas necesarias para no exceder los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Ruido. Estos planes deberán estar de acuerdo con los lineamientos que para tal fin apruebe el Consejo Nacional del Ambiente - CONAM.

Las municipalidades distritales emprenderán acciones de acuerdo con los lineamientos del Plan de Acción Provincial. Asimismo, las municipalidades provinciales deberán establecer los mecanismos de coordinación interinstitucional necesarios para la ejecución de las medidas que se identifiquen en los Planes de Acción.

#### **Artículo 13.- De los lineamientos generales**

Los Planes de Acción se elaborarán sobre la base de los principios establecidos en el artículo 2 y los siguientes lineamientos generales, entre otros:

- a) Mejora de los hábitos de la población;
- b) Planificación urbana;
- c) Promoción de barreras acústicas con énfasis en las barreras verdes;
- d) Promoción de tecnologías amigables con el ambiente;
- e) Priorización de acciones en zonas críticas de contaminación sonora y zonas de protección especial; y,
- f) Racionalización del transporte.

#### **Artículo 10.- De la vigilancia de la contaminación sonora**

La vigilancia y monitoreo de la contaminación sonora en el ámbito local es una actividad a cargo de las municipalidades provinciales y distritales de acuerdo a sus competencias, sobre la base de los lineamientos que establezca el Ministerio de Salud. Las Municipalidades podrán encargar a instituciones públicas o privadas dichas actividades.

Los resultados del monitoreo de la contaminación sonora deben estar a disposición del público.

El Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) realizará la evaluación de los programas de vigilancia de la contaminación sonora, prestando apoyo a los municipios, de ser necesario. La DIGESA elaborará un informe anual sobre los resultados de dicha evaluación.

#### **Artículo 15.- De la Verificación de equipos de medición**

El Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPÍ es responsable de la verificación de los equipos que se utilizan para la medición de ruidos. La calibración de los equipos será realizada por entidades debidamente autorizadas y certificadas para tal fin por el INDECOPÍ.

#### **Artículo 16.- De la aplicación de sanciones por parte de los municipios**

Las municipalidades provinciales deberán utilizar los valores señalados en el Anexo N° 1,

con el fin de establecer normas, en el marco de su competencia, que permitan identificar a los responsables de la contaminación sonora y aplicar, de ser el caso, las sanciones correspondientes.

Dichas normas deberán considerar criterios adecuados de asignación de responsabilidades, así como definir las sanciones dentro del marco establecido por el Decreto Legislativo N° 613 - Código del Ambiente y Recursos Naturales. También pueden establecer prohibiciones y restricciones a las actividades generadoras de ruido, respetando las competencias sectoriales. En el mismo sentido, se podrá establecer disposiciones especiales para controlar los ruidos, que por su intensidad, tipo, duración o persistencia, puedan ocasionar daños a la salud o tranquilidad de la población, aun cuando no superen los valores establecidos en el Anexo N° 1.

## Capítulo 2

### Revisión de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

#### Artículo 17.- De la revisión

La revisión de los estándares de calidad ambiental para ruido se realizará de acuerdo a lo dispuesto en la Primera Disposición Complementaria del Decreto Supremo N° 044-98-PCM.

## TÍTULO IV

### Situaciones Especiales

#### Artículo 18.- De las Situaciones Especiales

Las municipalidades provinciales o distritales según corresponda, podrán autorizar la realización de actividades eventuales que generen temporalmente niveles de contaminación sonora por encima de lo establecido en los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido, y cuya realización sea de interés público. Cada autorización debe definir las condiciones bajo las cuales podrán realizarse dichas actividades, incluyendo la duración de la autorización, así como las medidas que deberá adoptar el titular de la actividad para proteger la salud de las personas expuestas, en función de las zonas de aplicación, características y el horario de realización de las actividades eventuales.

## TÍTULO V

### De las Competencias Administrativas

#### Artículo 19.- Del Consejo Nacional del Ambiente

El Consejo Nacional del Ambiente - CONAM, sin perjuicio de las funciones legalmente asignadas, tiene a su cargo las siguientes:

- a) Promover y supervisar el cumplimiento de políticas ambientales sectoriales orientadas a no exceder los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido, coordinando para tal fin con los sectores competentes, la fijación, revisión y adecuación de los Límites Máximos Permisibles; y,
- b) Aprobar los Lineamientos Generales para la elaboración de planes de acción para la prevención y control de la contaminación sonora.

#### Artículo 20.- Del Ministerio de Salud

El Ministerio de Salud, sin perjuicio de las funciones legalmente asignadas, tiene las siguientes:

- a) Establecer o validar criterios y metodologías para la realización de las actividades contenidas en el artículo 14 del presente Reglamento; y,

b) Evaluar los programas locales de vigilancia y monitoreo de la contaminación sonora, pudiendo encargar a instituciones públicas o privadas dichas acciones.

**Artículo 21.- Del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI)**

El INDECOPI, en el marco de sus funciones, tiene a su cargo las siguientes:

a) Aprobar las normas metrológicas relativas a los instrumentos para la medición de ruidos; y,

b) Calificar y registrar a las instituciones públicas o privadas para que realicen la calibración de los equipos para la medición de ruidos.

**Artículo 22.- De los Ministerios**

Las Autoridades Competentes señaladas en el artículo 50 del Decreto Legislativo N° 757, sin perjuicio de las funciones legalmente asignadas, serán responsables de:

a) Emitir las normas que regulen la generación de ruidos de las actividades que se encuentren bajo su competencia; y,

**CONCORDANCIAS: R.M. N° 266-2003-VIVIENDA**

b) Fiscalizar el cumplimiento de dichas normas, pudiendo encargar a terceros dicha actividad.

**Artículo 23.- De las Municipalidades Provinciales**

Las Municipalidades Provinciales, sin perjuicio de las funciones legalmente asignadas, son competentes para:

a) Elaborar e implementar, en coordinación con las Municipalidades Distritales, los planes de prevención y control de la contaminación sonora, de acuerdo a lo establecido en el artículo 12 del presente Reglamento;

b) Fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones dadas en el presente Reglamento, con el fin de prevenir y controlar la contaminación sonora;

c) Elaborar, establecer y aplicar la escala de sanciones para las actividades reguladas bajo su competencia que no se adecuen a lo estipulado en el presente Reglamento;

d) Dictar las normas de prevención y control de la contaminación sonora para las actividades comerciales, de servicios y domésticas, en coordinación con las municipalidades distritales; y,

e) Elaborar, en coordinación con las Municipalidades Distritales, los límites máximos permisibles de las actividades y servicios bajo su competencia, respetando lo dispuesto en el presente Reglamento.

**Artículo 24.- De las Municipalidades Distritales**

Las Municipalidades Distritales, sin perjuicio de las funciones legalmente asignadas, son competentes para:

a) Implementar, en coordinación con las Municipalidades Provinciales, los planes de prevención y control de la contaminación sonora en su ámbito, de acuerdo a lo establecido en el artículo 12 del presente Reglamento;

b) Fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones dadas en el presente reglamento con el fin de prevenir y controlar la contaminación sonora en el marco establecido por la Municipalidad

Provincial; y,

c) Elaborar, establecer y aplicar la escala de sanciones para las actividades reguladas bajo su competencia que no se adecuen a lo estipulado en el presente Reglamento en el marco establecido por la Municipalidad Provincial correspondiente.

**Artículo 25.- De la Policía Nacional**

La Policía Nacional del Perú a través de sus organismos competentes brindará el apoyo a las autoridades mencionadas en el presente título para el cumplimiento de la presente norma.

**DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS**

**Primera.-** A efectos de proteger la salud de la población en ambientes interiores de viviendas, salones de colegios y salas de hospitales, el Ministerio de Salud podrá adoptar los valores guías de la Organización Mundial de la Salud - OMS que considere pertinentes para cumplir con este objetivo. Éstas podrán ser usadas por los gobiernos locales para los fines que estimen convenientes.

**Segunda.-** Las Municipalidades Provinciales, a solicitud de las Distritales, deberán realizar las modificaciones de zonificación necesarias para la aplicación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido y de los instrumentos de prevención y control de la contaminación sonora, como parte de las medidas a implementar dentro del Plan de Acción para la Prevención y Control de Contaminación Sonora, las cuales podrán ser aplicadas antes de la aprobación del mismo.

Los cambios de zonificación que autoricen las municipalidades provinciales deberán tomar en cuenta los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido del presente Reglamento, a fin de garantizar que los mismos no sean excedidos.

**Tercera.-** Las autoridades ambientales dentro del ámbito de su competencia propondrán los límites máximos permisibles, o adecuarán los existentes a los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido en concordancia con el artículo 6 inciso e) del Decreto Supremo N° 044-98-PCM, en un plazo no mayor de dos (2) años de publicada la presente norma, de acuerdo a lo señalado en el siguiente cuadro:

Entidad	Límites Máximos Permisibles
Ministerio de la Producción	Actividades manufactureras y pesqueras
Ministerio de Agricultura	Actividades agrícolas y agroindustriales
Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Fuentes móviles y actividades de telecomunicaciones
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento	Actividades de construcción y edificación
Ministerio de Energía y Minas	Actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica
	Actividades minero metalúrgicas e hidrocarburos
Municipalidades Provinciales	Actividades domésticas, comerciales y de servicios

**Cuarta.-** Las Autoridades Competentes señaladas en el Título V del presente Reglamento dictarán las normas técnicas para actividades, equipos y maquinarias que generen ruidos, debiendo tomar como referencia los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. Dichas entidades emitirán en un plazo no mayor de un (1) año desde la publicación del presente Reglamento, las siguientes normas:

Entidad	Norma
Municipalidades Provinciales	Normas técnicas para las actividades domés-

	<p>Ministerio de Transportes y Comunicaciones</p> <p>Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento</p> <p>Ministerio de Energía y Minas, en coordinación con INDECOPI</p> <p>Ministerio de la Producción, en coordinación con INDECOPI</p>	<p>Normas técnicas para fuentes móviles.</p> <p>Normas técnicas para materiales de construcción de vías de comunicación.</p> <p>Normas técnicas para maquinarias y equipos utilizados en las actividades de su competencia.</p> <p>Normas técnicas para maquinarias y equipos usados en las actividades de construcción.</p> <p>Normas acústicas para actividades de la construcción y edificación.</p> <p>Normas técnicas para actividades de planeamiento, construcción y edificación.</p> <p>Normas técnicas para maquinarias y equipos usados en las actividades minero metalúrgicas, y energéticas</p> <p>Normas técnicas para maquinarias y equipos usados en las actividades pesqueras.</p> <p>Normas técnicas para maquinarias y equipos usados en las actividades manufactureras.</p>
--	---	--

Los Ministerios y Organismos Públicos podrán aprobar otras normas técnicas que consideren necesarias, con el fin de cumplir con lo establecido en el presente Reglamento.

**Quinta.-** Las Municipalidades Provinciales deberán emitir, en coordinación con las Municipalidades Distritales, las Ordenanzas para la Prevención y el Control del Ruido en un plazo no mayor de un (1) año de la publicación de la presente norma.

**Sexta.-** El CONAM desarrollará en un plazo no mayor de noventa (90) días las Guías para la elaboración de Ordenanzas Municipales para la prevención y control de ruido urbano.

**Sétima.-** El Ministerio de Salud, a través de la DIGESA, desarrollará en un plazo no mayor de un (1) año los Lineamientos (criterios y metodologías) para la realización de la Vigilancia y Monitoreo de la contaminación sonora.

**Octava.-** El INDECOPI desarrollará y aprobará las normas metrológicas referidas a los instrumentos de medición para ruidos en un plazo no mayor de un (1) año.

**Novena.-** La elaboración e implementación de los Planes de Acción para la Prevención y Control de Contaminación Sonora debe respetar los compromisos asumidos entre las diferentes autoridades ambientales sectoriales y las empresas, mediante las evaluaciones ambientales tales como Programas de Adecuación Ambiental (PAMAs), Estudios de Impacto Ambiental (EIAs), entre otros, según corresponda.

**Décima.-** El Ministerio de Educación promoverá la incorporación de aspectos vinculados a la prevención y control de la contaminación sonora en las currículas y programas educativos. Asimismo, promoverá la investigación y capacitación en temas de contaminación de ruidos.

**Décimo Primera.-** Todas las instituciones públicas o privadas deberán, en base al presente reglamento, promover la conciencia ciudadana para la prevención de los impactos negativos provenientes de la contaminación sonora.

**DISPOSICIONES TRANSITORIAS**

**Primera.-** En tanto el Ministerio de Salud no emita una Norma Nacional para la medición de ruidos y los equipos a utilizar, éstos serán determinados de acuerdo a lo establecido en las Normas Técnicas siguientes:

ISO 1996-1:1982: Acústica - Descripción y mediciones de ruido ambiental, Parte I: Magnitudes básicas y procedimientos.

ISO 1996- 2:1987: Acústica - Descripción y mediciones de ruido ambiental, Parte II: Recolección de datos pertinentes al uso de suelo.

**Segunda.-** La DIGESA del Ministerio de Salud podrá dictar mediante resoluciones directorales disposiciones destinadas a facilitar la implementación de los procedimientos de medición y monitoreo previstos en la presente norma, incluyendo las disposiciones para la utilización de los equipos necesarios para tal fin.

#### Anexo N° 1

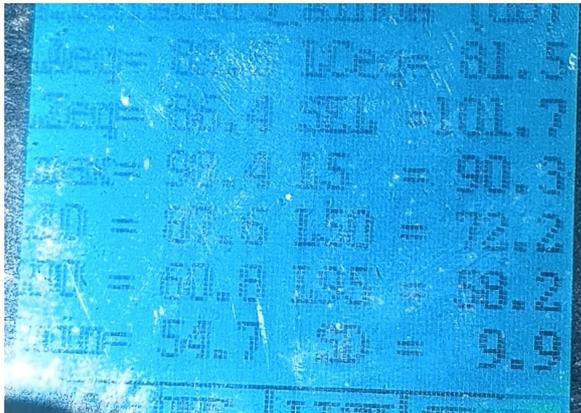
#### Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

ZONAS DE APLICACIÓN	VALORES EXPRESADOS	
	EN $L_{AeqT}$	
	HORARIO DIURNO	HORARIO NOCTURNO
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

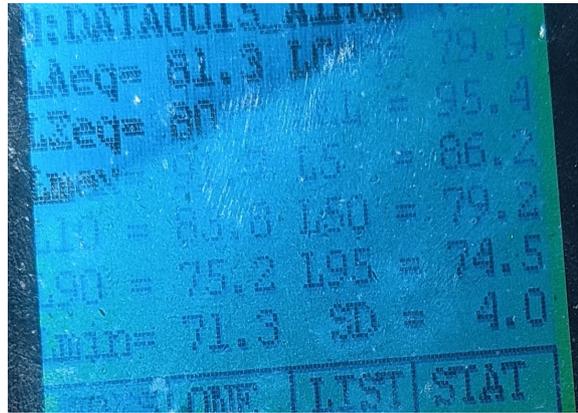
Anexo 08: Lecturas de sonometro

LECTURA EN SONOMETRO - 01 DE ABRIL 2022

EXCAVADORA



CARGADOR FRONTAL



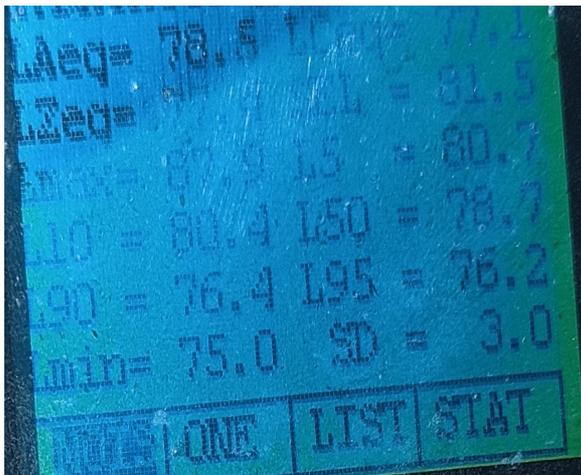
VOLQUETE 01



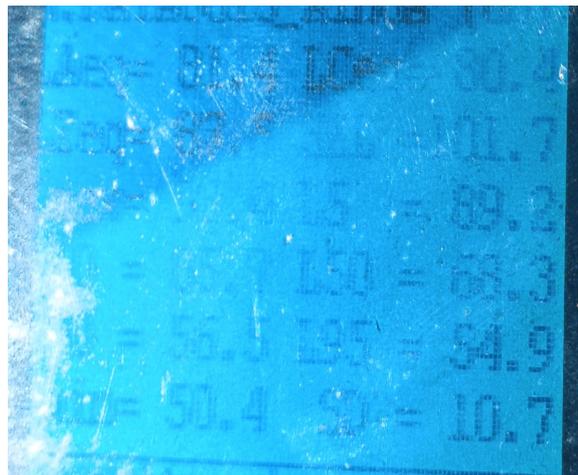
VOLQUETE 02

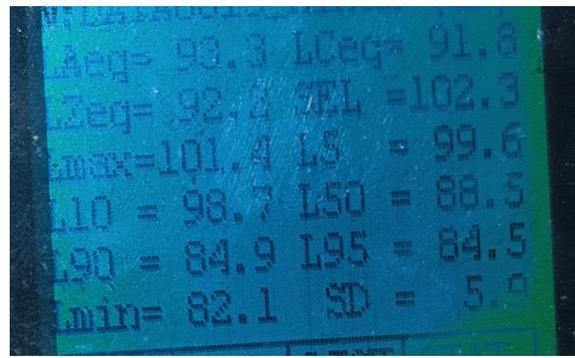
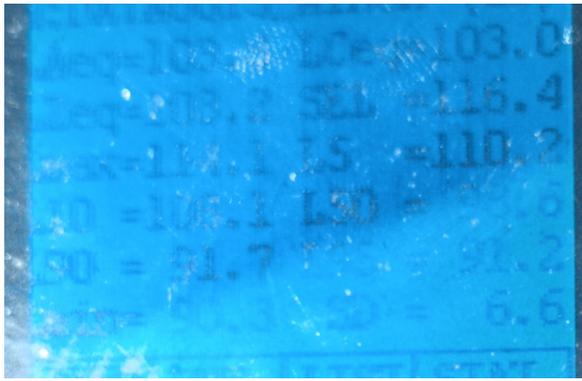
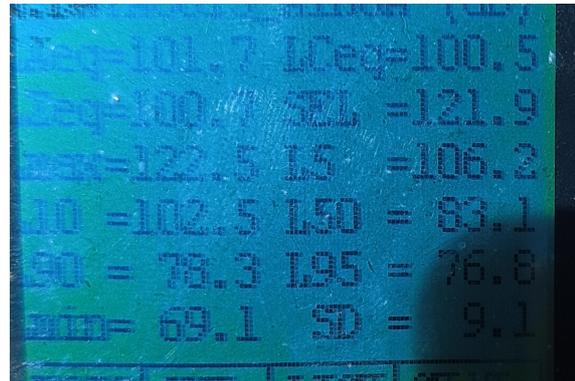


VOLQUETE 03



VOLQUETE 04



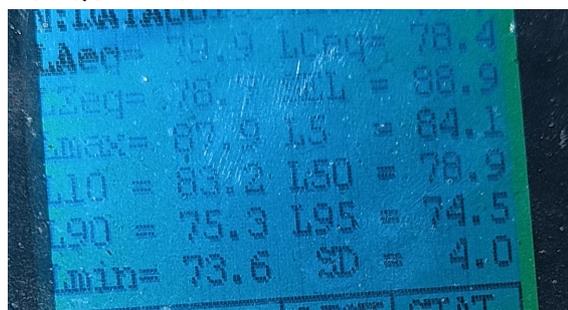
<p><b>MOTOBOMBA 01</b></p>  <p>             Aeq=113.1 LCeq=112.6              L2eq=112.9 SEL=126.5              Lmax=118.7 LS=130.2              L10=118.7 L50=107.7              L90=98.7 L95=96.5              Lmin=92.8 SD=8.1         </p>	<p><b>MOTOBOMBA 02</b></p>  <p>             Aeq=93.3 LCeq=91.8              L2eq=92.3 SEL=102.3              Lmax=101.4 LS=99.6              L10=98.7 L50=88.5              L90=84.9 L95=84.5              Lmin=82.1 SD=5.9         </p>
<p><b>MOTOBOMBA 03</b></p>  <p>             Aeq=103.1 LCeq=103.0              L2eq=113.2 SEL=116.4              Lmax=114.1 LS=110.2              L10=108.1 L50=98.0              L90=81.7 L95=81.2              Lmin=70.3 SD=6.6         </p>	<p><b>MOTOBOMBA 04</b></p>  <p>             Aeq=101.7 LCeq=100.5              L2eq=100.7 SEL=121.9              Lmax=122.5 LS=106.2              L10=102.5 L50=83.1              L90=78.3 L95=76.8              Lmin=69.1 SD=9.1         </p>

<p><b>LECTURA EN SONOMETRO - 06 MAYO 2022</b></p>	
<p><b>EXCAVADORA</b></p>  <p>             Aeq=79.1 LCeq=77.7              L2eq=77.9 SEL=86.1              Lmax=87.9 LS=82.7              L10=82.1 L50=78.6              L90=74.7 L95=74.3              Lmin=73.6 SD=3.9         </p>	<p><b>CARGADOR FRONTAL</b></p>  <p>             Aeq=90.8 LCeq=88.9              L2eq=89.3 SEL=99.8              Lmax=98.9 LS=93.3              L10=87.8 L50=89.5              L90=86.6 L95=86.0              Lmin=84.1 SD=2.8         </p>
<p><b>VOLQUETE 01</b></p>  <p>             Aeq=91.0 LCeq=90.8              L2eq=92.8 SEL=78.0              Lmax=76.6 LS=75.4              L10=75.0 L50=69.2              L90=59.9 L95=59.1              Lmin=58.6 SD=5.9         </p>	<p><b>VOLQUETE 02</b></p>  <p>             Aeq=78.1 LCeq=76.7              L2eq=77.1 SEL=84.1              Lmax=81.6 LS=80.4              L10=80.1 L50=78.5              L90=74.6 L95=74.1              Lmin=73.6 SD=2.4         </p>

**VOLQUETE 03**



**VOLQUETE 04**



**MOTOBOMBA 01**



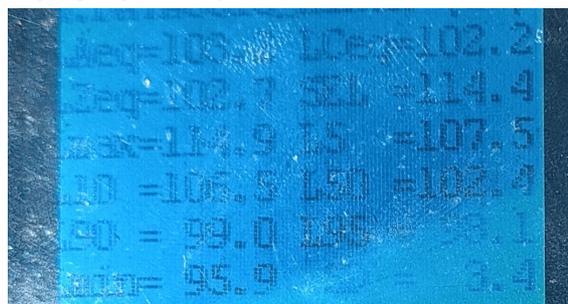
**MOTOBOMBA 02**



**MOTOBOMBA 03**



**MOTOBOMBA 04**



**LECTURA EN SONOMETRO - 03 DE JUNIO 2022**

**EXCAVADORA**



**CARGADOR FRONTAL**



**VOLQUETE 01**

Aeq=75.0 LCeq=95.1  
 Zeq=100.7 SEL=90.6  
 max=89.8 LS=82.7  
 L10=80.2 L50=66.1  
 L90=56.2 L95=53.6  
 min=50.1 SD=8.6

**VOLQUETE 02**

Aeq=77.0 LCeq=77.1  
 Zeq=98.0 SEL=77.1  
 max=77.0 LS=75.8  
 L10=75.2 L50=72.3  
 L90=67.4 L95=66.9  
 min=65.6 SD=4.2

**VOLQUETE 03**

Aeq=89.8 LCeq=89.8  
 Zeq=96.8 SEL=79.6  
 max=78.8 LS=75.0  
 L10=74.1 L50=67.1  
 L90=58.7 L95=57.5  
 min=55.1 SD=6.1

**VOLQUETE 04**

Aeq=88.3 LCeq=88.1  
 Zeq=92.1 SEL=103.7  
 max=95.3 LS=94.1  
 L10=93.0 L50=88.0  
 L90=82.9 L95=82.1  
 min=79.2 SD=4.9

**MOTOBOMBA 01**

Aeq=103.0 LCeq=101.9  
 Zeq=102.5 SEL=114.5  
 max=114.9 LS=107.5  
 L10=106.5 L50=102.0  
 L90=98.4 L95=97.5  
 min=95.7 SD=4.9

**MOTOBOMBA 02**

Aeq=109.1 LCeq=108.5  
 Zeq=108.7 SEL=132.9  
 max=123.0 LS=116.3  
 L10=114.2 L50=87.2  
 L90=68.4 L95=61.9  
 min=41.2 SD=17.5

**MOTOBOMBA 03**

Aeq=115.0 LCeq=114.5  
 Zeq=114.7 SEL=126.0  
 max=122.9 LS=122.2  
 L10=119.6 L50=110.5  
 L90=102.4 L95=101.1  
 min=99.5 SD=6.2

**MOTOBOMBA 04**

Aeq=116.3 LCeq=115.4  
 Zeq=115.6 SEL=125.3  
 max=132.2 LS=121.7  
 L10=121.3 L50=112.4  
 L90=103.8 L95=103.3  
 min=100.3 SD=7.9

Anexo 09: Fotos en campo

**MONITOREO EN EXCAVADORA**



**MONITOREO EN VOLQUETE**



MONITOREO EN MOTOBOMBA



MONITOREO EN MOTOBOMBA



MONITOREO EN CARGADOR FRONTAL



MONITOREO EN CARGADOR FRONTAL



**MONITOREO EN RETROEXCAVADORA****MONITOREO EN VOLQUETE**

## MONITOREO EN MOTOBOMBAS



## MONITOREO EN RETROEXCAVADORA

