



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**“ESTUDIO DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA DE LA  
INDUSTRIAS METÁLICAS “VILEMA”, PARA LA PROPUESTA  
DE UN PLAN DE MITIGACIÓN”**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para obtener al grado académico de:

**INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**AUTORA: JENNIFER FERNANDA UGSIÑA PILCO**

**DIRECTOR: Ing. MARÍA RAFAELA VITERI UZCÁTEGUI MSc.**

Riobamba – Ecuador

2022

**©2022, Jennifer Fernanda Ugsiña Pilco**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, JENNIFER FERNANDA UGSIÑA PILCO, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 09 de agosto de 2022



**Jennifer Fernanda Ugsiña Pilco**

**060582177-6**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Proyecto Técnico, “**ESTUDIO DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA DE LA INDUSTRIAS METÁLICAS “VILEMA”, PARA LA PROPUESTA DE UN PLAN DE MITIGACIÓN**”, realizado por la señorita: **JENNIFER FERNANDA UGSIÑA PILCO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Juan Carlos González García, Ph.D. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2022-08-09
Ing. María Rafaela Viteri Uzcátegui MSc. <b>DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		2022-08-09
Ing. Paulina Fernanda Bolaños Logroño MSc. <b>MIEMBRO DE TRIBUNAL</b>		2022-08-09

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios, a mi madre que está en el cielo por haberme dado la vida y permitido cumplir con esta meta.

A mi papa Ángel y hermana Jessica por ser las personas quienes me han ayudado durante este tiempo en el que culmino mis estudios.

A Diego y a mi hijo Arthur por ser mi más grande inspiración en salir y triunfar siempre junto a ellos.

A mi familia por estar en los momentos buenos y malos y siempre alentándome a salir en adelante.

A mis amigos quienes han sido personas incondicionales que siempre han estado cuando los necesitaba.

A mis profesores que han sido los pilares más fundamentales en mi etapa de vida estudiantil que gracias a sus conocimientos me han hecho crecer como persona y como profesional.

*Jennifer*

## **AGRADECIMIENTO**

Ha culminado una de las etapas más importantes de mi vida, en este logro en primer lugar quiero agradecer a Dios y a mi madre que está en el cielo por haberme acompañado, guiado y bendecido a lo largo de mi carrera estudiantil, siendo mi mayor fortaleza en todo momento.

Le doy gracias a mi padre Ángel y a mi hermana Jessica por ser los pilares fundamentales y el apoyo más grande para que cumpliera con esta gran meta, por inculcarme grandes valores y estar en los momentos malos y buenos de mi vida.

A mis abuelitos que, aunque ya no estén conmigo, sé que desde el cielo ellos siempre me han guiado y me han dado las fortalezas necesarias para seguir adelante.

Doy gracias a toda mi familia y amigos que siempre han estado a mi lado, me han brindado la mano cuando más lo necesitaba, han sido un apoyo muy importante ya que sin ellos no podría haber llegado tan lejos.

Le doy gracias a mi pareja Diego y a mi hijo Arthur quienes se han convertido en la inspiración más grande para que culminara con este sueño, y por estar a mi lado dándome ánimos para siempre triunfar.

También le doy gracias a mi Tutora la Ing., Rafaela Viteri., y la Ing., Paulina Bolaños ya que han sido mi guía durante en este proceso de desarrollo del trabajo de titulación quienes me han impartido muchos conocimientos valerosos

*Jennifer*

## TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1

## CAPÍTULO I

<b>1. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
1.1. Antecedentes.....	4
1.2. Bases Teóricas.....	4
1.3. Calidad del aire.....	4
1.3.1. <i>Propiedades y cualidades del sonido</i> .....	5
1.4. Ruido.....	7
1.4.1. <i>Características del ruido</i> .....	7
1.5. Tipos de ruido según su duración.....	8
1.5.1. <i>Estacionario o continuo</i> .....	8
1.6. Tipos de ruido según su origen.....	8
1.6.1. <i>Ruido de la fuente</i> .....	8
1.6.2. <i>Ruido de la comunidad</i> .....	8
1.6.3. <i>Ruido en el ambiente</i> .....	8
1.7. Ruido de fondo.....	9
1.7.1. <i>Ruido industrial</i> .....	9
1.7.2. <i>Contaminación acústica</i> .....	9
1.7.2.1. <i>Efectos del ruido sobre la salud</i> .....	10
1.7.2.2. <i>Efectos fisiológicos</i> .....	10
1.7.2.3. <i>Efectos auditivos</i> .....	10
1.7.2.4. <i>Efectos fisiológicos no auditivos</i> .....	11
1.8. <b>Magnitudes para cuantificar el ruido</b> .....	<b>11</b>
1.8.1. <i>Sonómetro</i> .....	11
1.8.1.1. <i>Componentes del sonómetro</i> .....	12
1.9. <b>Máquinas y equipos de estudio</b> .....	<b>13</b>
1.10. <b>Normativa Vigente</b> .....	<b>16</b>

1.10.1.	<i>Acuerdo ministerial no 097 A</i> .....	16
1.11.	<b>Medidas de prevención y Mitigación de ruidos</b> .....	17

## CAPÍTULO II

2.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	18
2.1.	<b>Evaluación ambiental (Línea base)</b> .....	18
2.2.	<b>Metodología para la medición de ruido de las fuentes fijas</b> .....	19
2.2.1.	<i>Puntos de medición</i> .....	19
2.2.2.	<i>Número mínimo de puntos de medición</i> .....	19
2.2.2.1.	<i>Determinación de los sitios donde se debe llevar a cabo la medición</i> .....	19
2.2.2.2.	<i>Criterios acerca del punto de medición</i> .....	19
2.2.2.3.	<i>Momentos en los que se debe llevar a cabo la medición</i> .....	20
2.3.	<b>Requisitos de los equipos de medición</b> .....	20
2.3.1.	<i>Condiciones ambientales durante la medición</i> .....	20
2.3.2.	<i>Ubicación del sonómetro</i> .....	20
2.3.2.1.	<i>Ruido residual en el momento de la medición</i> .....	20
2.3.2.2.	<i>Correcciones Aplicables a los Valores Medidos</i> .....	21
2.4.	<b>Metodología para la determinación de los niveles de ruido</b> .....	21
2.4.1.	<i>Método para la toma de muestras de ruido y determinación de <math>L_{kq}</math></i> .....	21
2.4.1.1.	<i>Método de 5 segundo (<math>L_{eq}</math> 5s)</i> .....	21
2.4.1.2.	<i>Método para la obtención del nivel de presión sonora</i> .....	22
2.4.1.3.	<i>Método para la obtención del ruido específico</i> .....	22

## CAPÍTULO III

3.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	23
3.1.	<b>Línea base</b> .....	23
3.1.1.	<i>Área de estudio</i> .....	23
3.1.2.	<i>Identificación de la zona de estudio</i> .....	24
3.1.2.1.	<i>Fuentes emisoras de ruido o maquinaria involucrada</i> .....	25
3.1.3.	<i>Descripción de los puntos de muestreo</i> .....	25
3.1.4.	<i>Periodo de operación de las fuentes emisoras de ruido</i> .....	26
3.1.4.1.	<i>Uso de suelo donde se encuentra la fuente emisora de ruido</i> .....	26
3.1.4.2.	<i>Reconocer las fuentes de ruido que contribuyen al ruido residual</i> .....	26
3.2.	<b>Determinación y cuantificación de los niveles de ruido de las fuentes emisoras.</b> 27	
3.3.	<b>Medición de los niveles de presión sonora</b> .....	28

3.3.1.	<i>Monitoreo de los puntos críticos y de ruido de fondo</i> .....	28
3.3.2.	<i>Punto 1 Cizalla CNC</i> .....	28
3.3.3.	<i>Punto 2 Dobladora CNC</i> .....	29
3.3.4.	<i>Punto 3 Cortadora a plasma CNC</i> .....	31
3.3.5.	<i>Punto 4 Torno Carif240</i> .....	33
3.3.6.	<i>Punto 5 Torno Goodway</i> .....	34
3.3.7.	<i>Punto 6 Fresadora</i> .....	36
3.3.8.	<i>Punto 7 Esmeril de banco</i> .....	37
3.3.9.	<i>Punto 8 Igliteadora</i> .....	38
3.3.10.	<i>Punto 9 Trozadora</i> .....	40
3.3.11.	<i>Punto 10 Flejadora</i> .....	41
3.3.12.	<i>Punto 11 Compresor industrial</i> .....	43
3.3.13.	<i>Punto 12 Exterior 1</i> .....	44
3.3.14.	<i>Punto 13 Exterior 2</i> .....	45
3.4.	<b>Nivel de ruido equivalente (Npseq)</b> .....	47
3.5.	<b>Niveles de presión sonora</b> .....	49
3.5.1.	<i>Niveles de presión sonora de ruido de fondo</i> .....	50
3.5.2.	<i>NPseq de las fuentes emisoras de ruido</i> .....	51
3.6.	<b>Plan de mitigación de nivel de ruido en la Industrias Metálicas “VILEMA”</b> .....	53
3.6.1.	<i>Datos generales del proyecto</i> .....	54
3.6.2.	<i>Justificación</i> .....	54
3.6.3.	<i>Alcance</i> .....	54
3.6.3.1.	<i>Objetivos</i> .....	54
3.6.4.	<i>Antecedentes</i> .....	55
3.6.5.	<i>Programa de mitigación de los niveles de ruido emitido por la maquinaria usada habitualmente en las actividades</i> .....	55
3.6.6.	<i>Recomendaciones plan de mitigación</i> .....	56
<b>CONCLUSIONES</b> .....		57
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		57
<b>GLOSARIO</b>		
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Efectos del ruido sobre la salud.....	10
<b>Tabla 2-1:</b>	Tipos de sonómetros.....	12
<b>Tabla 3-1:</b>	Límites máximo de ruido permisible según uso de suelo.....	17
<b>Tabla 1-2:</b>	Corrección por ruido de fondo .....	21
<b>Tabla 1-3:</b>	Muestreo de ruido en el interior y exterior de la industria “VILEMA” .....	25
<b>Tabla 2-3:</b>	Nivel de presión sonora del punto 1 al 6 medidos en dBA .....	47
<b>Tabla 3-3:</b>	Nivel de presión sonora del punto 7 al 13 medidos en dBA .....	48
<b>Tabla 4-3:</b>	Niveles de presión sonora de cada punto.....	49
<b>Tabla 5-3:</b>	Niveles de ruido específico por punto, zona y total.....	49
<b>Tabla 6-3:</b>	Ruido de fondo por punto, zona y total .....	50
<b>Tabla 7-3:</b>	Niveles de presión sonora de las FER .....	51
<b>Tabla 8-3:</b>	Niveles de presión sonora comparada con la norma .....	52
<b>Tabla 9-3:</b>	Datos generales del proyecto.....	53
<b>Tabla 10-3:</b>	Programa de minimización de los niveles de ruido emitido.....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b>	Onda Sinusoidal .....	5
<b>Figura 2-1:</b>	Componentes del sonómetro.....	11
<b>Figura 3-1:</b>	Componentes del sonómetro.....	13
<b>Figura 4-1:</b>	Cortadora de puertas .....	13
<b>Figura 5-1:</b>	Dobladora.....	13
<b>Figura 6-1:</b>	Cortadora de plasma .....	14
<b>Figura 7-1:</b>	Torno.....	14
<b>Figura 8-1:</b>	Fresadora.....	15
<b>Figura 9-1:</b>	Esmeril de banco.....	15
<b>Figura 10-1:</b>	Cortadora de metal.....	15
<b>Figura 11-1:</b>	Flejadora .....	16
<b>Figura 12-1:</b>	Compresor Industrial .....	16
<b>Figura 1-3:</b>	Mapa de ubicación de las industrias metálicas “VILEMA” .....	24
<b>Figura 2-3:</b>	Mapa de ubicación de los puntos de muestreo.....	24

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b>	Niveles de presión sonora punto 1.....	28
<b>Gráfico 2-3:</b>	Nivel de ruido de fondo en el punto 1 .....	29
<b>Gráfico 3-3:</b>	Niveles de presión sonora en el punto 2.....	30
<b>Gráfico 4-3:</b>	Nivel de ruido de fondo en el punto 2 .....	31
<b>Gráfico 5-3:</b>	Nivel de presión sonora en el punto 3 .....	32
<b>Gráfico 6-3:</b>	Nivel de ruido de fondo en el punto 3 .....	32
<b>Gráfico 7-3:</b>	Niveles de presión sonora en el punto 4.....	33
<b>Gráfico 8-3:</b>	Nivel de ruido de fondo en el punto 4 .....	34
<b>Gráfico 9-3:</b>	Nivel de presión sonora en el punto 5 .....	35
<b>Gráfico 10-3:</b>	Nivel de ruido de fondo en el punto 5 .....	35
<b>Gráfico 11-3:</b>	Nivel de presión sonora en el punto 6 .....	36
<b>Gráfico 12-3:</b>	Nivel de ruido de fondo en el punto 6.....	37
<b>Gráfico 13-3:</b>	Niveles de presión sonora en el punto 7 .....	37
<b>Gráfico 14-3:</b>	Nivel de ruido de fondo en el punto 7 .....	38
<b>Gráfico 15-3:</b>	Niveles de presión sonora en el punto 8.....	39
<b>Gráfico 16-3:</b>	Nivel de ruido de fondo en el punto 8 .....	39
<b>Gráfico 17-3:</b>	Niveles de presión sonora en el punto 9.....	40
<b>Gráfico 18-3:</b>	Nivel de ruido de fondo en el punto 9 .....	41
<b>Gráfico 19-3:</b>	Nivel de ruido en el punto 10 .....	42
<b>Gráfico 20-3:</b>	Nivel de ruido de fondo en el punto 10 .....	42
<b>Gráfico 21-3:</b>	Nivel de presión sonora en el punto 11 .....	43
<b>Gráfico 22-3:</b>	Nivel de ruido de fondo en el punto 11 .....	44
<b>Gráfico 23-3:</b>	Nivel de presión sonora en el punto 12 exterior 1 .....	44
<b>Gráfico 24-3:</b>	Nivel de ruido de fondo en el punto 12 .....	45
<b>Gráfico 25-3:</b>	Nivel de ruido de presión sonora en el punto 13 exterior 2.....	46
<b>Gráfico 26-3:</b>	Nivel de ruido de fondo en el punto 13 .....	47
<b>Gráfico 27-3:</b>	Nivel de presión sonora y fondo comparado con la normativa .....	53

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** FICHAS TÉCNICAS MAQUINARIA-INDUSTRIA METALICA VILEMA

**ANEXO B:** CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE MEDICIÓN (SONÓMETRO)

**ANEXO C:** AVAL DE LA INDUSTRIA METÁLICAS “VILEMA”

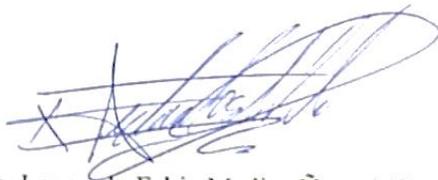
**ANEXO D:** MONITOREO DEL RUIDO AMBIENTAL DEL INTERIOR Y EXTERIOR

**ANEXO E:** MONITOREO DEL RUIDO DE FONDO INTERIOR-EXTERIOR

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar el nivel contaminación acústica de la Industrias Metálicas “Vilema”, para la propuesta de un plan de mitigación que permita disminuir los niveles de ruido emitidos por la maquinaria de la empresa por medio de un proceso de monitoreo del nivel de presión sonora y de fondo en puntos críticos dentro de la zona de estudio. Se inició con la identificación de los puntos críticos divididos en 4 áreas de trabajo: maquinaria, perforación, enrollado-pintura, cerrajería y exterior, dando un total de 13 puntos sujetos a evaluación. El monitoreo se dividió en dos fases (mañana-tarde), con una periodicidad de 9 días se empleó un sonómetro tipo 1 con ponderación A respuesta lenta. Los valores de monitoreo fueron los siguientes: 80.13, 82.35, 76.64, 77.58, 77.70, 83.62, 77.25, 81.43, 82.65, 81.13, 82.54, 71.46 y 71.93 dB que posteriormente se ajustaron mediante el diseño estadístico experimental en base a promedios logarítmicos resultados que al ser confrontados con la normativa base; Acuerdo Ministerial No.097-A “Niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles” mostraron que están por fuera de límite máximo permisible, en cuanto al promedio de presión sonora equivalente de toda la industria se estableció en 82.49 dB valor excedente al propuesto por la normativa, en tal virtud se desarrolló un plan de mitigación encaminado a la reducción del ruido generado por esta actividad, contemplando el uso de insumos de protección acústica para los trabajadores y mantenimiento de la maquinaria empleada. Finalmente se recomienda fomentar campañas de seguridad laboral que se enfoquen en los beneficios que tiene el uso de implementos de seguridad auditiva y que minimicen el impacto tanto ambiental como para la salud del trabajador.

**Palabras clave:** <CONTAMINACIÓN ACÚSTICA>, <DISEÑO ESTADÍSTICO>, <INDUSTRIA>, <PUNTOS CRÍTICOS>, <PROMEDIOS LOGARÍTMICOS>, <SONÓMETRO>.



Ing. Leonardo Fabio Medina Ñuste MSc.  
1757773294



2002-DBRA-UTP-2022

## **ABSTRACT**

The objective of this study was to determine the level of noise pollution in the metal industry's "Vilema". This proposal reduces the noise levels emitted by the company's machinery by monitoring the sound and background pressure levels at critical points within the study area. It began by identifying the critical points divided into four work areas: machinery, perforation, locksmith painting and exterior winding, giving a total of thirteen points subject to evaluation. The monitoring was divided into two phases (morning-afternoon), with a periodicity of 9 days; a type 1 sound level meter with slow response A weighting was used. The monitoring values were the following: 80.13, 82.35, 76.64, 77.58, 77.70, 83.62, 77.25, 81.43, 82.65, 81.13, 82.54, 71.46 and 71.93 dB that was subsequently adjusted using the experimental statistical design based on logarithmic averages that, then be confronted with the base regulations, Ministerial Agreement No.097-A "Maximum noise emission levels and measurement methodology for fixed sources and mobile sources" showed that they are outside the maximum permissible limit, As for the average equivalent sound pressure of the entire industry, it was established at 82.49 dB, an excess value proposed by the regulations, accordingly, a mitigation plan was developed aimed at reducing the noise generated by this activity, contemplating the use of acoustic protection inputs for workers and maintenance of the machinery used. Finally, it is recommended to promote occupational safety campaigns focusing on the benefits of using hearing safety implements and minimising both the environmental impact and the worker's health.

**Keywords:** <NOISE POLLUTION>, <DESIGN <CRITICAL POINTS>, <STATISTICAL AVERAGES>, <LOGARITHMIC>, <SONOMETER>



Ing. Ángel Paul Obregón Mayorga Msc.

060192712-2

## INTRODUCCIÓN

### Planteamiento del problema

#### *Enunciado del problema*

Hoy en día el ruido es uno de los contaminantes más perjudiciales para la salud, debido a las diversas actividades que realiza el ser humano como por ejemplo la construcción de obras públicas a base de maquinaria pesada, el transporte, las industrias entre otras, las mismas que pueden provocar efectos negativos para la salud en las personas como en la audición, física y mental. Es por esto que se le considera al ruido como uno de los factores de contaminación ambiental más preocupante y por ellos es importante dedicar los recursos necesarios para controlarlo y de esta manera mantenerse dentro del rango permisible (Toribio et al., 2011, p. 22).

Las lesiones al oído humano inducidos por el ruido es un daño para la salud que ocurren en trabajadores expuestos a niveles de sonido significativo como resultado de sus actividades laborales. Especialmente, cuando el trabajo se lleva cabo con muchas personas, una mala interpretación de instrucciones o indicaciones, pueden dar lugar a situaciones de riesgo, dando lugar algunas lesiones y en algunos casos a la muerte.

La respuesta que pueden presentar las personas después de la exposición depende de ciertas características, como la intensidad, la frecuencia, la duración del ruido, la edad de la persona expuesta y su susceptibilidad toda dependerá de los factores que presente cada individuo (Fossa, 2017, p. 12).

El ruido generado en las diferentes áreas de la Industrias Metalúrgica “Vilema” genera dificultad en la comunicación entre el personal que trabaja, reduce la calidad de vida y tranquilidad, lo que con el tiempo provoca una pérdida auditiva progresiva y así mismo la reducción en la productividad.

Según estudios confirman que las Industrias Metálicas “Vilema” generan contaminación acústica en el entorno cercana a la misma, la cual no cuenta con un plan de reducción de ruido. Las maquinas que se utiliza en la industria genera niveles elevados de ruido a los que está expuesto todos los trabajadores.

## **Diagnóstico del problema**

Industrias Metálicas "Vilema", cuya dirección está en la vía Riobamba - Guano km 3 y ½ es una de las empresas que mayor índice de ruido genera en las zonas cercanas a la misma, la aplicación de una propuesta diseñada permitirá disminuir los niveles de ruido para que de esta forma permita el mejoramiento de las condiciones al momento de trabajar en la misma y también de producción en las diferentes áreas de la industria, así también permitirá conservar la salud ocupacional de las personas que laboran en dicha empresa.

A lo largo del tiempo el desarrollo de las actividades industriales también produce una contaminación de ruido ambiental y también por la falta de conocimiento ambiental en las personas que habitan en las zonas aledañas, por esta razón se ha visto conveniente adoptar métodos prácticos y sencillos para la medición del ruido en las diferentes áreas de trabajo.

Cuando se quiere lograr reducir el riesgo que puede presentar una persona al exponerse al ruido es así como muchos de los países cuentan con programas para prevenir la pérdida de la audición en los que se plantea, mediante legislaciones y reglamentos ya sean estas de tipo nacional e internacional.

Estos mencionados programas señalan la evaluación y el seguimiento que tienen los empleados cuando están expuestos a niveles elevados de ruido, con ese fin es importante educar sobre la importancia que tiene el llevar puesto el equipo de protección personal para reducir el riesgo de provocar una discapacidad auditiva (Landázuri, 2009, p. 33).

Por todas estas Razones motivan a realizar un estudio de contaminación acústica en la Industrias Metálicas "Vilema" a profundidad para dar a conocer la propuesta de un Plan de Mitigación, debido a los elevados niveles de ruido que produce las máquinas de trabajo que se emplea en las distintas áreas, con el objetivo de cumplir con lo establecido en el Acuerdo Ministerial No.097-A "Niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles es así como también encaminar a la Industria con una propuesta que le posibilite tener una mejor operatividad y así emprender medidas para salvaguardar la salud ocupacional de todas las personas que laboran en el mismo.

## **Objetivos**

### ***Objetivo general***

- Determinar el nivel contaminación acústica de la Industrias Metálicas "Vilema", para la propuesta de un plan de mitigación que permita disminuir los niveles de ruido emitidos por la maquinaria, a través de monitoreo del nivel de presión sonora y de fondo en puntos críticos.

### ***Objetivos específicos***

- Identificar los puntos críticos en las distintas áreas de trabajo de la industria para el respectivo monitoreo, a través de visitas y construcción de fichas técnicas.
- Monitorear los puntos críticos dentro de la industria, para determinar si se encuentran dentro del rango estipulado por la norma vigente, mediante diseño experimental y promedios logarítmicos.
- Elaborar el plan de mitigación de ruido mediante el desarrollo de un programa de minimización de los niveles de ruido y reducción de los niveles de presión sonora de la maquinaria dentro de la industria.

## **CAPÍTULO I**

### **1. MARCO TEÓRICO**

#### **1.1. Antecedentes**

Industrias Metálicas “Vilema”, es una empresa dedicada a la fabricación de la línea de cerrajería para proporcionar todo tipo de material de seguridad y protección en la fabricación de estructuras metálicas. Dentro de sus productos que ofrece a la ciudadanía uno de los más destacados son las puertas enrollables.

Hoy en día la industria ha presentado diferentes problemas debido al producto que genera altos niveles de ruido durante el proceso de operación que se genera durante el funcionamiento de su maquinaria, “para que haya ruido es fundamental una fuente emisora”

Al mismo tiempo la empresa no cuenta con un material de guía o considerado un plan de mitigación que le ayude a corregir estos elevados niveles de ruido y de esta forma garantizar de mejor manera el cuidado de la salud ocupacional de todos sus trabajadores.

#### **1.2. Bases Teóricas**

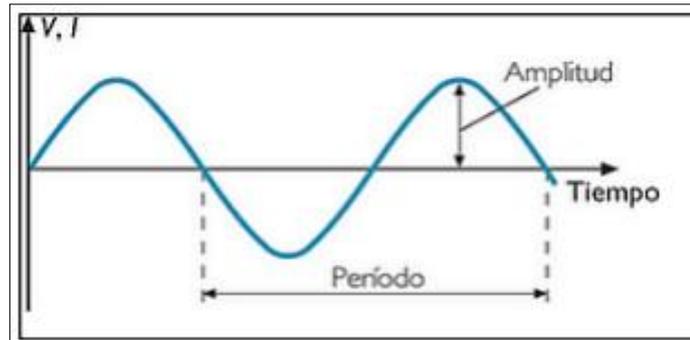
#### **1.3. Calidad del aire**

Se define como un cambio rápido que tiene la presión del fluido que puede ocurrir en un medio líquido, sólido o gaseoso con el que se expone al oído externo, también se puede decir que es una “expresión formal descriptiva del sonido tomado desde un ángulo de su existencia objetiva e independiente de toda sensación o a su vez psicológica”(López y Castillo, 2016, p. 4).

Las vibraciones mecánicas que se transmiten al oído interno es lo que se conoce como sonido, este es transmitido mediante el aire, posterior el oído adopta una vibración de frecuencia comprendida entre unos 15 y 20.000 hercios (unidad de frecuencia Hz que corresponde a un ciclo por segundo) y es el órgano del cerebro quien convierte para nosotros en sonido. Por lo tanto, lo llamarían infrasonidos a las vibraciones con frecuencia menor de 15 Hz y ultrasonidos a las que oscilan más allá de los 20 KHz.

A continuación, se puede visualizar la gráfica del sonido como onda sinusoidal.

En esta el tiempo está representado por el eje horizontal mientras que la tensión está representada por el eje vertical.



**Figura 1-1:** Onda Sinusoidal

**Realizado por:** Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022.

### 1.3.1. *Propiedades y cualidades del sonido*

- **Duración:** es el tiempo durante el cual se conserva un sonido, se refiere a la longitud de onda lo que ayuda a diferenciar sonidos largos de cortos la duración también se la puede definir como un periodo que se representa con la letra T, es decir es el tiempo que dura en dar una oscilación completa (Toribio et al., 2011, p. 35).

$$T = \frac{1}{f}$$

- **Intensidad:** permite distinguir entre sonidos altos y suaves, o que tan lejanos o cercanos se encuentren de la raíz que lo genera. Todo va a depender de la distancia entre el observador y la fuente del sonido según su magnitud de la fuente sonora y de la amplitud de las vibraciones. Por lo tanto, es la cantidad de energía acústica que genera un sonido. El nivel de potencia que tiene una relación logarítmica entre la intensidad sonora mínima y la intensidad física expresada en Belles y Decibeles ( Alvarez y Buitrago, 2019, p. 11).

$$I(dB) = 10 \log_{10} \left[ \frac{I}{I_0} \right]$$

- **Amplitud:** Es aquella que marca la magnitud del cambio de presión. En otras palabras, es la distancia por encima o por debajo de la línea media de la onda de sonido. Luego para su cálculo se utiliza una escala logarítmica que posee la unidad de decibelio (**dB**) para simplificar su valoración (Manzo, 2015, p. 45).

- **Frecuencia:** Su unidad es en Hercios (Hz) y es una magnitud que indica la cantidad de vibraciones por unidad de tiempo que genera una fuente sonora. En muchos casos la frecuencia puede hacer un cambio por la presión o la envolvente. El tipo de frecuencia audible para el oído humano oscila entre los 20 a 20000 ciclos por segundo también conocido con Hertz. Cuando va desde 0 a 20 Hz son catalogados como infrasonidos mientras que los que van de 20000 Hz en adelante son considerados como ultrasonidos (Manzo, 2015, p. 33).
- **Velocidad del sonido:** es considerada como una propiedad del sonido que es simple y preciso, en su medio se puede medir con gran precisión. La velocidad es independiente de la frecuencia y la intensidad del sonido, ya que dependerá únicamente de la densidad y la elasticidad del medio en que se encuentren (García, 2003, p. 10).
- **Longitud de onda:** es el espacio que recorre por el sonido mediante el tiempo en el que cada una de las partículas realiza una vibración, también dependerá de la velocidad del sonido en el medio de propagación y la frecuencia. La longitud de onda está relacionada con la frecuencia y la velocidad la misma que se puede expresar mediante esta ecuación:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

- **Presión sonora;** es la diferencia entre una presión instantánea debida al sonido y la presión atmosférica, el umbral auditivo que una persona joven sin ninguna discapacidad es capaz de escuchar una presión acústica que se mide entre 20 N/ m<sup>2</sup> y 2x10<sup>-5</sup> N/m<sup>2</sup>  
Los niveles de presión sonora se expresan en decibeles dB y está definido por la siguiente ecuación:

$$\text{NPS(dB)} = 10\log\left(\frac{P}{p_0}\right)^2$$

$$\text{NPS(dB)} = 20\log\left(\frac{P}{P_0}\right)$$

Entendiendo por:

P = presión sonora instantánea (N/m<sup>2</sup> o Pascales)

Po= presión sonora de referencia 2 \* 10<sup>-5</sup> (N/m<sup>2</sup>)

- **Potencia sonora:** Se mide a partir de una presión acústica, su unidad de medida es en vatios (w), para ellos se utiliza el sonómetro y para su cálculo se utiliza la ecuación que se plantea a continuación:

$$PS = 10 \log \frac{Pw}{Pwo}$$

$$PS = 10 \log(Pw) + 120$$

Siendo:

$Pw$  = la potencia acústica (w)

$$Pw = 10^{-12} \text{ vatios}$$

- **Intensidad sonora:** su unidad de medida es en (W/m<sup>2</sup>) siendo la cantidad de energía acústica que se transfiere a través de una superficie perpendicular a la dirección en la que se propagada por unidad de tiempo.

Se puede calcular con la ecuación:

$$NIS(dB) = 10 \log \left( \frac{I}{Io} \right)$$

Siendo así:

I = Intensidad acústica

$$Io = 10^{-12} \left( \frac{W}{m^2} \right)$$

## 1.4. Ruido

El ruido es catalogado como un sonido no deseado que interfieren con las actividades cotidianas, y para que se dé su presencia es fundamental precisar de una fuente emisora, del medio y de su receptor, estas variaran de acuerdo con la actividad y las características que posea cada individuo. Las actividades en la que existen mayor molestia producen al odio humano y al ambiente son aquellas realizadas por ya sea por el transporte los aeropuertos o las operaciones industriales (Pascual y Barrio, 2000, p. 22).

### 1.4.1. Características del ruido

- Se genera fácilmente ya que no requiere de mucha energía.
- Se puede considerar como el contaminante más barato.
- Es un tipo de contaminante el cual no posee residuo alguno, no tiene un efecto acumulativo en el medio ambiente, pero si puede llegar a tener un efecto acumulativo en las personas.
- No recorre por medios naturales ya que precisa de una fuente para producirse y trasladarse.
- Es de complicada medición
- Es difícil de contar
- Afecta a un ambiente limitado principalmente en donde se encuentra la fuente sonora.

- El odio es el único órgano que puede minimizar su efecto (Pascual y Barrio, 2000, p. 22).

## **1.5. Tipos de ruido según su duración**

### ***1.5.1. Estacionario o continuo***

Se produce en el instante que el nivel de presión sonora se mantiene durante un determinado tiempo que se observa es decir en la mayoría de los casos a lo largo de la jornada de trabajo.

Por citar un ejemplo tenemos el ruido de una perforadora. La amplitud de la señal siempre mantiene valores que no llegan o son cercanos a cero, es decir tiene un valor medio (Martínez et al., 2012).

## **1.6. Tipos de ruido según su origen**

### ***1.6.1. Ruido de la fuente***

Es el ruido que se produce por una fuente aislada, este va a depender de las diferentes características del material u ensamblaje con el que esté construido (Martínez et al., 2012).

### ***1.6.2. Ruido de la comunidad***

Los ruidos que son producto de las actividades realizadas ya sea por los vecinos que pueden afectar a la convivencia de todos a su alrededor resultando molestos, como por ejemplo música a un volumen exagerado, discotecas, entre otros.

### ***1.6.3. Ruido en el ambiente***

Se define como un ruido no deseado se puede diferenciar de acuerdo con la raíz de emisión que pueden ser naturales o antropogénicas:

#### **Fuentes naturales**

- Sonido del mar
- Ruidos producidos por los animales
- Erupciones volcánicas
- La lluvia
- El viento

#### **Fuentes Antropogénicas**

- Tráfico aéreo

- Ruido industrial
- Construcción y servicios
- Tráfico vehicular (Sierra et al., 2017).

## **1.7. Ruido de fondo**

Es aquel ruido que no se puede controlar y se produce cuando simultáneamente se realiza una medición de ruido, lo que afecta al resultado, es decir constituye una escala del ruido ambiental y este se define por la falta de un foco o focos que son perturbadores con el medio exterior, el mismo que equivale a un nivel de presión acústica con resultados molestos (Sierra et al., 2017).

### ***1.7.1. Ruido industrial***

Es aquel ruido que está asociado a los diferentes procesos que se realiza en la industria, en los últimos tiempos el hombre se ha encargado de cambiar las actividades laborales de un medio rural ya sea este agricultura o ganadería a un medio que está dominado por máquinas y equipos mecánicos que generan ruido en gran cantidad. En su gran mayoría de las actividades se realizan en lugares cerrados en los que la acumulación del ruido que se desprende es mayor. Dichos procesos industriales pueden percibirse como una molestia para el entorno, pero si no se controlada puede llegar a ser una amenaza peligrosa tanto para la seguridad como para la salud de la población. Se genera de forma continua o de impacto (Duque et al., 2016).

Ha este tipo de ruido se lo define como un riesgo elevado ya que a más de producir una pérdida auditiva puede llegar a ser un verdadero problema de seguridad, ya que los ruidos fuertes especialmente los que se presenta de manera repetitiva y sostenido durante mucho tiempo puede perturbar la concentración de los empleados, en muchos casos se pasa por alto los gritos de advertencia a problemas de seguridad de algún equipo que no esté funcionando de manera adecuada o la presencia de personas en el sitio (Duque et al., 2016).

### ***1.7.2. Contaminación acústica***

Existen diferentes conceptos de contaminación acústica uno de ellos se lo considera como la acción de alterar drásticamente las condiciones normales de un medio ya sea por diferentes agentes químicos o físicos; mientras que la acústica es la parte de la física que se relaciona con la producción, observación, transmisión, recepción y audición de los diferentes sonidos (López et al., 2006, p. 11).

### 1.7.2.1. Efectos del ruido sobre la salud

El ruido es captado por un solo sentido que es el oído por lo cual se ha considerado como un factor de poca importancia, pero a raíz del incremento de los efectos que ha provocado especialmente en ambientes cerrado a los que están expuestos los trabajadores durante extensas horas de trabajo se le considera actualmente como el causante de varias afecciones.

Por lo cual dentro de los efectos que produce se puede decir los “efectos fisiológicos y psicológicos que puede llegar a ser mortal para una persona o un grupo de personas” también están “cambios de conducta humana entre ellos: irritabilidad, cansancio, estrés, falta de concentración, falta de sueño y relajación, déficit en el rendimiento académico o profesional”. Sus consecuencias pueden llegar a ser inmediatos y acumulativos dependiendo del entorno en el que se encuentren (Cutíño et al., 2009a).

**Tabla 1-1:** Efectos del ruido sobre la salud

ENTORNO	NIVEL DE SONIDO DB (A)	TIEMPO(H)	EFECTO SOBRE LA SALUD
Exterior de viviendas	50-55	16	Molestia
Interior de viviendas	35	16	Interferencia con la comunicación
Dormitorios	30	8	Interrupción del sueño
Aulas escolares	35	Duración de la clase	Perturbación de la comunicación
Áreas industriales, comerciales y de tráfico	70	24	Deterioro auditivo
Música en auriculares	85	1	Deterioro auditivo
Actividades de ocio	100	4	Deterioro auditivo

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022.

### 1.7.2.2. Efectos fisiológicos

Estos están relacionados como prioridad con el oído ya que por este órgano se recibe el sonido y al mismo tiempo es el órgano afectado durante la exposición al ruido. Como consecuencia se producirá una pérdida auditiva (Cutíño et al., 2009a).

### 1.7.2.3. Efectos auditivos

En un ambiente de trabajo donde la mayoría del tiempo es ruidoso muchas veces se nota que no se puede escuchar bien y que le zumban los oídos, mientras transcurre más el tiempo de exposición a un ruido excesivo, el oído tiende a deteriorarse en su función y no se recupera y la pérdida de audición pasa a ser permanente (Cutíño et al., 2009a).

#### 1.7.2.4. Efectos fisiológicos no auditivos

Se define como alteraciones sobre el normal funcionamiento del organismo el mismo este se produce como una consecuencia a la exposición del ruido, dependerá de las características personales de cada persona, por ejemplo, problemas cardiovasculares, respiratorios, entre otros. En reiteradas ocasiones la presencia de estos efectos puede ser notorios ya que el individuo al ser expuesto al ruido puede presentar diferentes problemas en su salud como por ejemplo náuseas y dolor de cabeza entre otros (Romeu, 1999, p. 12).

### 1.8. Magnitudes para cuantificar el ruido

La correcta forma de medir el ruido de una industria que puede soportar el trabajador es por medio del nivel continuo equivalente el mismo que representa la misma energía sonora que el ruido fluctuante, que se encuentra en el punto durante el periodo estimado. Una segunda magnitud nivel diario que es soportado por el trabajador de forma continua durante una jornada laboral de ocho horas de trabajo, ya que equivale a la energía que realmente recibe el trabajador en su oído durante las horas laborables. La norma ISO 1999-1990 menciona que existe riesgo de pérdida de la capacidad auditiva para exposiciones superiores a 75 dB(A), y las diversas legislaciones para el trabajador a partir de 80 dB(A) (Londoño y Fernández, 2018).

#### 1.8.1. Sonómetro

Instrumento cuya función es medir el nivel las ondas sonoras, creado para medir el nivel de presión acústica que hay en un lugar. “El equipo trabaja utilizando una escala estándar de ponderación A, que deja pasar sólo las frecuencias a las que el oído humano es más sensible, respondiendo al sonido de manera similar al que lo hace éste”



**Figura 2-1:** Componentes del sonómetro

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022.

Es de interés resaltar que existen diferentes tipos de sonómetros de acuerdo con la precisión buscada y el uso que se le vaya a dar, a continuación, algunos detalles:

**Tabla 2-1:** Tipos de sonómetros

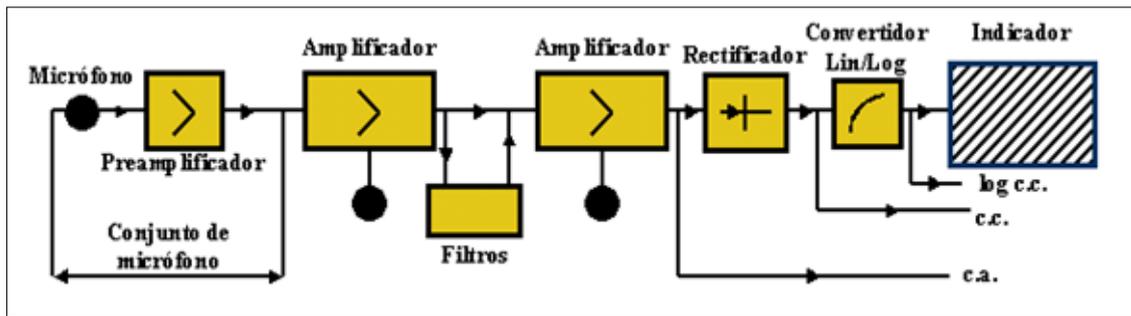
Tipo	Sonómetro
0	De referencia y uso en laboratorios
1	De precisión en el terreno
2	General para mediciones de campo
3	De inspección, mediciones aproximadas

Fuente: (Martínez et al., 2012).

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022.

#### 1.8.1.1. Componentes del sonómetro

- **Micrófono:** este instrumento es indispensable ya que convierte las variaciones de la señal sonora en una señal eléctrica, y de esta forma la sensibilidad de este para medir el nivel no depende de la frecuencia de la señal sonora.
- **Amplificador:** es indispensable ya que su función es de amplificar lo suficientemente la señal recibida para de este modo ayude a medir los niveles más bajos
- **Filtros y rectificador:** existe una gran variedad y conjuntos de filtros eléctricos los mismo que simulan a una respuesta auditiva, de esta forma la sensibilidad del oído humano ayuda a distinguir las diferentes frecuencias audibles. Es así como el sonómetro presenta tres características importantes de respuesta denominadas ponderaciones A, B y C la primera con atenuación a ruidos de los ambientes en el que se encuentre y es primordial para evaluar el sonido C. La señal que pasa por los diferentes filtros en donde se amplifica de nuevo y pasa por un rectificador para tener como resultado una señal proporcional a los picos de presión sonora. Es decir, estos dos componentes son indispensables para compensar la diferencia de sensibilidad que tiene el oído y las distintas frecuencias que se evalúa.
- **Convertidor:** este instrumento contiene la señal proporcional al valor medio cuadrático mientras el proceso está en curso integra la señal generada durante un tiempo determinado e incluso es posible alterar el tiempo de integración determinando la velocidad de respuesta frente al cambio de presión sobre una exactitud del tiempo exponencial. Las dos ponderaciones exponenciales de tiempo más utilizadas se denominan respuesta lenta (slow) y respuesta rápida (fast).
- **Indicador:** cuando la señal haya sido amplificada, modificada por la ponderación frecuencia y promediada en el tiempo, se observará en el indicador cuyo valor arroja en decibeles, de forma análoga o digital (Bello, 1995, p. 3).



**Figura 3-1:** Componentes del sonómetro

Fuente: (Martínez et al., 2012).

### 1.9. Máquinas y equipos de estudio

- **Cizalla CNC (Cortadora de puertas de metal):** Es un instrumento cuya función es de cortar láminas de metal en diferentes medidas.



**Figura 4-1:** Cortadora de puertas

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022.

- **Dobladora de láminas:** Es una maquina cuya función es moldear principal es de curvar hojas, placas o piezas de metal según sea lo requerido.



**Figura 5-1:** Dobladora

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022.

- **Cortadora a plasma:** es una máquina de tipo automática su cualidad es la precisión para corte plasma de cobre, acero carbono, hierro, aluminio, aleación de metal, acero inoxidable entre otras.



**Figura 6-1:** Cortadora de plasma

**Realizado por:** Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022.

- **Tornos:** son máquinas-herramientas cuya función principal es separar parte de una pieza mediante una cuchilla para moldear o pulir diferentes piezas. En este caso industrias metálicas Vilema tiene a su disposición dos tipos de torno marca Carif 240 y Goodway.



**Figura 7-1:** Torno

**Realizado por:** Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022.

- **Fresadora:** es una máquina-herramienta la cual funciona mediante el movimiento de una pieza de corte denominada “fresa”, esta proporciona la forma a una pieza por medio del arranque de viruta, este proceso se realiza el mecanizado de piezas de diferentes materiales en el que puede ser madera, acero, fundición de hierro, metal, entre otros.



**Figura 8-1:** Fresadora

**Realizado por:** Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022.

- **Esmeril de banco:** es una máquina que trabaja mediante un movimiento de giro a gran velocidad de dos discos de esmeril se puede afilar, cortar, dar forma, lijar, pulir y rectificar materiales como metal, madera o plástico.



**Figura 9-1:** Esmeril de banco

**Realizado por:** Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022.

- **Cortadora de metales:** es una máquina que tiene como función el corte de todo tipo de metales su función principal es la abertura y el corte transversal de tirantes de madera, perfiles de aluminio, entre otros.



**Figura 10-1:** Cortadora de metal

**Realizado por:** Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022.

- **Flejadora:** es una máquina cuya función es de realizar el corte ya sea este automático o manual de los flejes para la puerta enrollable.



**Figura 11-1:** Flejadora

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022.

- **Compresor industrial:** es definido como un dispositivo que por medio de la compresión del aire permite el uso de una gran variedad de herramientas neumáticas. Son instrumentos que tienen como función principal desplazar fluidos aumentando progresivamente y según la necesidad de la tarea, la presión que ejerce.



**Figura 12-1:** Compresor Industrial

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022.

## 1.10. Normativa Vigente

### 1.10.1. Acuerdo ministerial no 097 A

- **Límites máximos permisibles de ruido**

Los niveles de presión sonora equivalente, NPSeq, expresados en decibeles, en ponderación con escala A, que se obtengan de la emisión de una fuente fija emisora de ruido, no podrán exceder los valores que se fijan en la Tabla.

**Tabla 3-1:** Límites máximo de ruido permisible según uso de suelo

TIPO DE ZONA SEGÚN USO DE SUELO	LÍMITES DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS eq [dB(A)]	
	DE 06H00 A 20H00	DE 20H00 A 06H00
Zona hospitalaria y educativa	55	45
Zona Residencial	60	50
Zona Residencial mixta	65	55
Zona Comercial	65	55
Zona Comercial mixta	70	60
Zona Industrial	75	65
Zonas de Preservación de Hábitat	60	50
Uso Múltiple	Cuando existan usos del suelo múltiple o combinados se utilizará el LKeq más bajo de cualquiera de los usos del suelo que componen la combinación.	
Protección Ecológica (PE) Recursos Naturales (RN)	La determinación del LKeq para estos casos se lo llevará a cabo de acuerdo con el procedimiento descrito al Anexo 4.	

Fuente: (Barragán, 2018)

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

### 1.11. Medidas de prevención y Mitigación de ruidos

Los procesos industriales y máquinas que produzcan niveles de ruido de 85 decibeles o mayores, determinados en el ambiente de trabajo, deberán ser aislados adecuadamente, a fin de prevenir la transmisión de ruido hacia el exterior del local. El operador o propietario evaluará aquellos procesos y máquinas que, sin contar con el debido aislamiento de ruido, requieran de dicha medida.

En caso de que una fuente de emisión de ruidos desee establecerse en una zona en que el nivel de ruido excede, o se encuentra cercano de exceder los valores máximos permisibles descritos en esta norma, la fuente deberá proceder a las medidas de atenuación de ruido aceptadas generalmente en la práctica de ingeniería, a fin de alcanzar cumplimiento con los valores estipulados en esta norma. Las medidas podrán consistir, primero, en reducir el nivel de ruido en la fuente, y segundo, mediante el control en el medio de propagación de los ruidos desde la fuente hacia el límite exterior o lindero del local en que funcionará la fuente. La aplicación de una o ambas medidas de reducción constará en la respectiva evaluación que efectuará el propietario o representante legal de la nueva fuente (Carrillo et al., 2021).

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO METODOLÓGICO**

#### **2.1. Evaluación ambiental (Línea base)**

La línea base tiene como objetivo reconocer las distintas fuentes emisoras de ruido y los niveles de presión sonora. La evaluación de medio ambiente del ruido valorará todas las situaciones que impliquen la emisión de ruido y sea una fuente emisora, así como el tiempo y nivel de ruido emitido.

Para la recolección de la información que se realizó al inicio de las distintas áreas de la empresa se lo realizó de forma previa al monitoreo de los niveles de ruido emitidos por las diferentes máquinas en este caso las llamadas fuentes fijas, de esta manera indagar la información que facilite el trabajo de investigación.

En el Acuerdo Ministerial N° 097 A “Niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles” (Anexo 5 del Libro VI del Texto Unificado de la Legislación Secundaria), (2015), establece que en la evaluación de ruido ambiental se debe levantar e identificar como base la siguiente información:

- Alto nivel de presión sonora
- Fuentes emisoras de ruido
- Uso del suelo en el que se lleva a cabo la actividad
- Identificación de cada una de las fuentes emisoras de ruido
- Dispositivos o la maquinaria que esté involucrada mediante la elaboración de fichas técnicas
- Tiempo de actividad
- Valor de nivel de emisión de sonido para cada fuente fija
- Descripción detallada encontradas en las que se mencione las condiciones metroológicas, obstáculos, etc.
- Mapa de ubicación en varios lugares de estudio
- Mapa de localización de los puntos críticos

## **2.2. Metodología para la medición de ruido de las fuentes fijas**

### **2.2.1. Puntos de medición**

Una evaluación del ruido ambiental identifico los sitios donde se encuentran los puntos más críticos de afectación de ruido y donde deben realizarse las respectivas mediciones.

De acuerdo con la regla también es importante considerar donde y cuando una fuente fija de ruido emite el nivel máximo de presión sonora en el ambiente externo (Acuerdo Ministerial 097-A, 2015).

### **2.2.2. Número mínimo de puntos de medición**

Teniendo en cuenta las especificaciones de las normas, el número mínimo de puntos de medida se determinó teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Puntos críticos de interferencia significativos cerca de las fuentes fijas de ruido.
- Altos niveles de presión sonora emitidos por las fuentes fijas de ruido en su perímetro exterior (Acuerdo Ministerial 097-A, 2015).

#### **2.2.2.1. Determinación de los sitios donde se debe llevar a cabo la medición**

Para una fuente fija, se realizó diferentes mediciones en el lindero o línea de fábrica del terreno del sitio a ser evaluado. Se seleccionó diferentes puntos para medir en el exterior al lindero lo más cerca posible del límite. En la presencia de muros las mediciones se hicieron tanto en el interior como el exterior del predio, manteniendo una distancia mínima de 3 metros para que las ondas sonoras no sean reflejadas por la estructura física. Los puntos fueron determinados de acuerdo con la condición más crítica que presente el nivel de ruido en la fuente para ello es sumamente importante realizar una supervisión previa para que se establezcan las condiciones de alto nivel de ruido emitido por la fuente. Se definieron los puntos de medición en base a los criterios del numeral 5.2.1 (Acuerdo Ministerial 097-A, 2015, p. 101).

#### **2.2.2.2. Criterios acerca del punto de medición**

El punto de medida se determinó teniendo en cuenta el sitio/punto donde el ruido específico es más elevado por fuera del perímetro, límites físicos, linderos o líneas de fábrica de la FFR. Se tomó en consideración la topografía del entorno y la ubicación del PCA. La medición se la realizó en el punto determinado y el evaluador deberá minimizar el efecto de superficies que reflejen el sonido. Manteniendo una distancia de 3 metros de la superficie reflectante (Acuerdo Ministerial 097-A, 2015, p. 102)

### *2.2.2.3. Momentos en los que se debe llevar a cabo la medición*

La medición de la intensidad del ruido se realizó en horario matutino y la vespertino de acuerdo con los niveles de presión sonora más elevados para cada punto en estudio, en las condiciones normales de su funcionamiento (Acuerdo Ministerial 097-A, 2015).

## **2.3. Requisitos de los equipos de medición**

Las evaluaciones se realizaron utilizando maquinaria entre ellos el sonómetro integradores clase 1 o clase 2, de acuerdo con la Norma de la Comisión Electrotécnica Internacional IEC 61672-1:2002, o cualquiera que la remplace (Acuerdo Ministerial No 097A, 2015, p.103).

Para comprobar el correcto funcionamiento del equipo durante las mediciones, se utilizó un calibrador acústico que fue adecuado para el sonómetro. Se midió el NPS del calibrador con el sonómetro antes y después de la medición, estos NPS deben constar en el informe de mediciones. El sonómetro podrá ser usado para la medición solo si el NPS medido con el calibrador tiene una desviación tope acorde al criterio del Servicio de Acreditación Ecuatoriano o el que lo reemplace (Acuerdo Ministerial 097-A, 2015, p. 103).

### *2.3.1. Condiciones ambientales durante la medición*

El dispositivo no se expuso a vibraciones mecánicas y en caso de que existiese la presencia de vientos fuertes se planifico colocar una pantalla que proteja en el micrófono de esta forma no interfiera en la recopilación de los datos. Las tomas de medidas se llevaron a cabo, solamente, cuando la velocidad del viento fue igual o menor a 5 m/s (Otamendi et al., 2008, p. 2).

### *2.3.2. Ubicación del sonómetro*

Estuvo ubicado a una altura de 1.0 o 1.5m de la superficie del suelo y una distancia de por lo menos 3 metros de las estructuras o paredes que puedan llegar a reflejar el sonido con una inclinación de 45 a 90 grados, sobre una superficie plana horizontal (Otamendi et al., 2008, p. 2).

#### *2.3.2.1. Ruido residual en el momento de la medición*

De acuerdo con la normativa, el ruido residual debe ser tal que tenga un efecto mínimo en el ruido total, es decir que la contribución del ruido específico de la fuente fija de ruido en su total sea máxima

### 2.3.2.2. Correcciones Aplicables a los Valores Medidos

A los valores de  $N_{pseq}$  que se obtuvieron para la fuente objeto de estudio, se aplicaron las diferentes correcciones debido al nivel de ruido de fondo. Para encontrar el ruido de fondo, se siguió el mismo procedimiento que se describe en la fuente fija, solo que en este caso el instrumento estuvo apuntando hacia una dirección opuesta a la fuente emisora de ruido, por ello se encontró apagado o en ausencia de ruido generado por la fuente en estudio.

Para poder medir el ruido de fondo de las fuentes en estudio fue importante utilizar un período de medición de mínimo 10 minutos y máximo de 30 minutos en cada lugar de medición.

Al valor de nivel de presión sonora equivalente de la fuente fija se aplicó el valor que se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 1-2:** Corrección por ruido de fondo

DIFERENCIA ARITMÉTICA ENTRE $N_{pseq}$ DE LA FUENTE FIJA Y $N_{pseq}$ DE RUIDO DE FONDO (dBA)	CORRECCIÓN
10 ó mayor	0
De 6 a 9	-1
De 4 a 5	-2
3	-3
Menor a 3	Medición nula

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

En la diferencia aritmética que se muestra entre los niveles de presión sonora equivalente de la fuente y de ruido de fondo debe ser menor a 3, será importante realizar la medición bajo las condiciones de menor ruido de fondo posible.

## 2.4. Metodología para la determinación de los niveles de ruido

### 2.4.1. Método para la toma de muestras de ruido y determinación de $L_{eq}$

Siguiendo la regla para la medición del ruido restante y total se contempla la utilización de dos métodos, para el caso presentado se utilizará el segundo método.

#### 2.4.1.1. Método de 5 segundo ( $L_{eq} 5s$ )

En este método se utilizó y reportó un mínimo de 10 muestras, de 5 segundos cada una respectivamente.

#### 2.4.1.2. Método para la obtención del nivel de presión sonora

Se realizó el procesamiento de los datos, debido a que se considera al ruido como una onda y se lo mide en escala logarítmica, se hizo uso de la ecuación del promedio logarítmico siendo la siguiente:

$$NPSeq = 10 * \log * \sum (pi) 10^{\frac{NPsi}{10}}$$

Siendo así:

NPSeq: Nivel de presión sonora equivalente (ponderación A)

NPSi: Nivel de presión sonora equivalentes medidos

Pi: Porcentaje de tiempo.

#### 2.4.1.3. Método para la obtención del ruido específico

La corrección de los niveles de presión sonora se lo realizo por medio de la fórmula que se encuentra estipulada. (Acuerdo Ministerial N° 097 A, 2015).

$$Le = LAeq.tp - Kr$$
$$Le = Lkeq$$

Kr = corrección por ruido residual, se lo determina mediante la siguiente ecuación:

$$K = -10 \log(1 - 10^{-0.1 \Delta Lr})$$

Siendo así:

$\Delta Lr$  = Ruido total promedio – Ruido residual promedio (Acuerdo Ministerial 097-A, 2015, p. 105).

## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Línea base

- **Localización Geográfica:** El Cantón Guano se encuentra ubicado al norte de la provincia de Chimborazo, a 10 minutos del cantón Riobamba en auto, sus coordenadas son 1°35'00"S 78°38'00"O, representa el 7% del territorio provincial, este es considerado como un valle que posee grandes altitudes
- **Extensión Territorial:** cantón que cuenta con una superficie territorial actual de 473 km<sup>2</sup>.
- **Altitud:** El rango de altitud que tiene es de 2000 hasta los 6310 m.s.n.m.
- **Límites:** Guano está ubicado al norte de la provincia de Chimborazo cuyos límites son al norte con Tungurahua, al sur y al oeste limita con el Cantón Riobamba y una parte pequeña a la provincia de Bolívar, finalmente, al este con el Río Chambo.
- **Clima:** Su temperatura va entre los 17°C y cuenta con una variedad de pisos climáticos, desde el valle hasta la más alta montaña nevada. Por esta razón permite que se produzca una amplia vegetación, tanto en flora como fauna que es muy variada dentro del Cantón Guano.
- **División política:** Guano es un cantón que actualmente está formada por 11 parroquias, 2 Urbanas: que son La Matriz y el Rosario y 9 rurales: que son San Andrés, Santa Fe de Galán, Ilapo, San Gerardo, Guanando, San José de Chazo, San Isidro, La Providencia y Valparaíso

##### 3.1.1. Área de estudio

Industrias metalúrgicas "Vilema" está ubicada en la vía a Guano km 3 y ½ 500 m antes de la Capilla sus coordenadas geográficas de longitud: 763081.399 y latitud: 9819741.840, perteneciente al Cantón Guano provincia de Chimborazo, representado por la ley es el señor Flavio Vilema

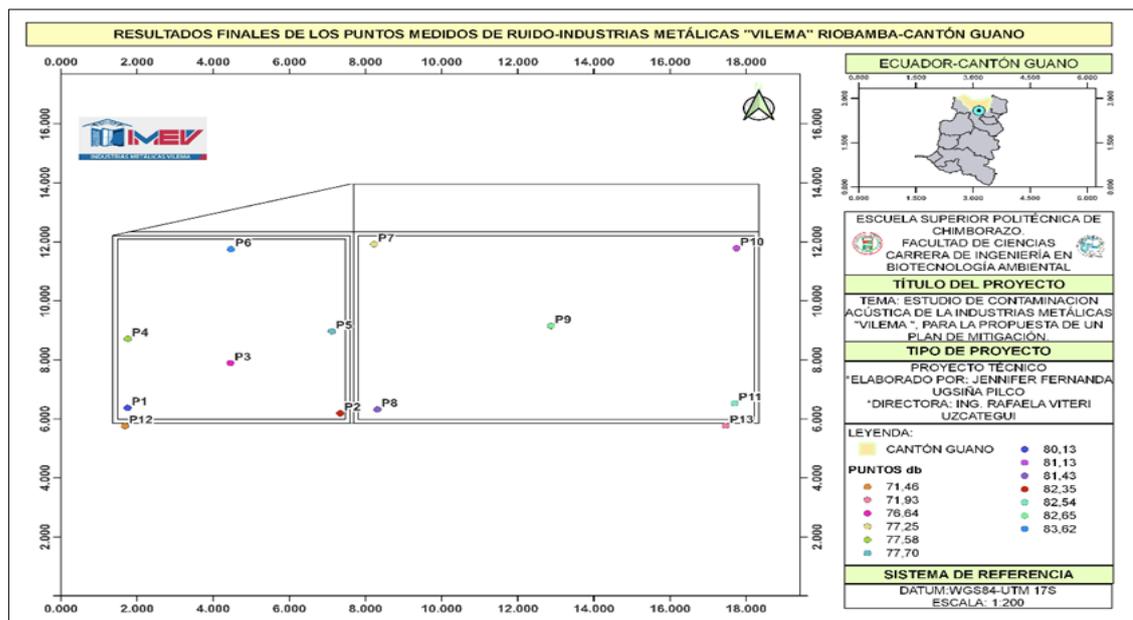


**Figura 1-3:** Mapa de ubicación de las industrias metálicas “VILEMA”

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

### 3.1.2. Identificación de la zona de estudio

La presente investigación está dirigida a la industria que se encuentra dividida en áreas de producción las mismas que cuentan con: área de maquinaria, área de torno, área de cerrajería y área de enrollado y pintura, donde se llevó a cabo la supervisión y monitoreo del ruido. Como se detalla en la figura 3.2 el mapa de ubicación de los puntos que fueron monitoreados



**Figura 2-3:** Mapa de ubicación de los puntos de muestreo

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

### 3.1.2.1. Fuentes emisoras de ruido o maquinaria involucrada

Cuenta con un total de 13 puntos de fuentes productoras de ruido como: Cortadora de puerta, Dobladora, Cortadora a plasma, Torno Carif240, Torno Goodway, Fresadora, Esmeril de banco, Igliteadora, Trozadora, Flejadora automática, Compresor y 2 puntos de ruido ambiental.

### 3.1.3. Descripción de los puntos de muestreo

Las coordenadas que se muestra de todos de los puntos indicados fueron determinadas mediante GPS de los 13 puntos, la tabla 3-1 detalla la dirección georreferenciada<sup>1</sup> y analiza las características principales otorgadas por la Industrias Metálicas “Vilema” mediante las fichas técnicas encontradas se resaltó lo más sobresaliente en cuanto a la función que realiza.

**Tabla 1-3:** Muestreo de ruido en el interior y exterior de la industria “VILEMA”

Punto	Maquinaria en estudio	Coordenadas de la ubicación		Características principales
		X	Y	
1	Cizalla CNC (Cortadora de puertas)	763072	9819721	Permite que la hoja de lámina se corte sin deformidad alguna, tiene mayor eficiencia y se encuentra en perfecto estado.
2	Dobladora CNC de laminas	763074	9819720	Lleva el proceso de plegado de chapa a un nuevo nivel, aportando una eficiencia y precisión que alcanza cotas de excelencia.
3	Cortadora a plasma CNC	763075	9819725	Realiza todo tipo de corte a materiales metálicos con un alto grado de automatización siendo el uso de fácil operación.
4	Torno Carif240	763073	9819718	Quitan parte de una pieza mediante una cuchilla para moldear o pulir piezas.
5	Torno Boodway	763074	9819719	Mecaniza las piezas que poseen formas geométricas en conjunto con otras herramientas cortan de acuerdo con las especificaciones.
6	Fresadora	763074	9819720	Permite la perforación en recto, inclinadas en desate cónico o circular de las piezas, con una mínima de 80 RPM y una máxima de 2720 RPM
7	Esmeril de Banco	763083	9819723	Es una herramienta que afila, corta, da forma, lija pule y rectifica materiales como metal, madera o plástico
8	Cortadora de aluminio	763080	9819724	Consiste en la abertura y el corte transversal de tirantes de madera, perfiles de aluminio, etc.

9	Cortadora de hierro	763982	9819725	Está diseñada para cortar varillas de 36mm de diámetro.
10	Flejadora	763062	9819781	Realiza el corte automático de los flejes para la puerta enrollable.
11	Compresor Industrial	763071	9819765	Desplaza fluidos aumentando progresivamente y según la necesidad de la tarea, la presión que ejerce.
12	Ambiental 1	786354	9921788	Está ubicada a 3 metros de distancia de la edificación y está a unos 6 metros de donde se realiza las actividades y a unos 3 metros de la avenida.
13	Ambiental 2	786355	9921797	Está ubicada a 3 metros de distancia de la edificación y a unos 5 metros de donde se realiza las actividades del área de enrollado y pintura y a una distancia de 2 metros de la avenida.

**Realizado por:** Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

#### **3.1.4. Periodo de operación de las fuentes emisoras de ruido**

Se instauro un horario de operación continua que fue de lunes a sábado, las horas laborables comprendieron entre las 8:00 am a las 18H00 pm, todos los días se encontraba en producción en base a las actividades y registro de todos los trabajadores de la empresa.

##### *3.1.4.1. Uso de suelo donde se encuentra la fuente emisora de ruido*

Según la ordenanza que regula el uso y ocupación de la tierra en el Cantón Guano de acuerdo a los procesos de producción y servicios dentro de la categoría Subsector - Industrial 2 de mediano impacto ambiental enmarcadas a pequeñas empresas como carpinterías, aserraderos, mecánica automotriz, metal mecánico que es el caso de Industrias “Vilema” se encuentra dentro de esta categoría.

##### *3.1.4.2. Reconocer las fuentes de ruido que contribuyen al ruido residual*

Las fuentes que contribuyen en primer lugar al ruido residual son las fuentes móviles que transitan en la vía a Guano Km 3 y ½.

### **3.2. Determinación y cuantificación de los niveles de ruido de las fuentes emisoras**

- **Puntos de medición**

Al definir los puntos de muestreo y la maquinaria en estudio que son 11 en total, los puntos críticos de afectación, los espacios donde se desarrollan las diferentes actividades, la función y el estado de estos.

- **Determinación de los puntos de muestreo**

Se visitó y se conoció a profundidad como estaba conformada la industria en el cual se identificaron las diferentes zonas las cuales fueron la zona administrativa, zona comercial, zona de almacenamiento, zona de estacionamiento y la zona de maquinaria y proceso en la cual se identificaron las 4 áreas de estudio: área de maquinaria, área de torno, área de cerrajería y área de enrollado y finalmente pintura.

- **Número de puntos a muestrear**

De acuerdo con el territorio de maquinaria y proceso se concluyó un total de 11 puntos de muestreo en la parte interior de la industria y 2 puntos en la parte exterior, los mismos que se pueden visualizar en la figura 3-2.

- **Momento en el que se debe llevar a cabo la medición**

La determinación del ruido se llevó a cabo en los horarios de la mañana de 10:00 a 12:00 am y en la tarde de 14:00 a 16:00 pm, de lunes a sábado ya que siempre la industria está en funcionamiento.

- **Requisito del equipo de medición**

Al realizar el chequeo del sonómetro se encontraba calibrado además debidamente normalizado, con ponderación A y respuesta lenta (slow).

- **Condiciones ambientales de medición**

Se identificó que las condiciones sean las más adecuadas al momento de la medición como se realizó en una zona cerrada la velocidad del viento fue inferior a 5 m/s.

- **Ubicación del equipo (sonómetro)**

El equipo estuvo ubicado a una distancia de 3 metros de la maquinaria y a una distancia de 1 a 1.5m de la superficie, con dirección directa al micrófono en dirección a la fuente de medición con una inclinación de 45 a 90 grados.

- **Ruido residual en la medición**

Se identificó que el ruido residual afecto de manera mínima y en las mediciones se trató de tomar durante horarios en los que había poco tránsito, ahí el ruido total no tiene mayor incidencia del ruido específico (Quintana, 2019).

### 3.3. Medición de los niveles de presión sonora

#### 3.3.1. Monitoreo de los puntos críticos y de ruido de fondo

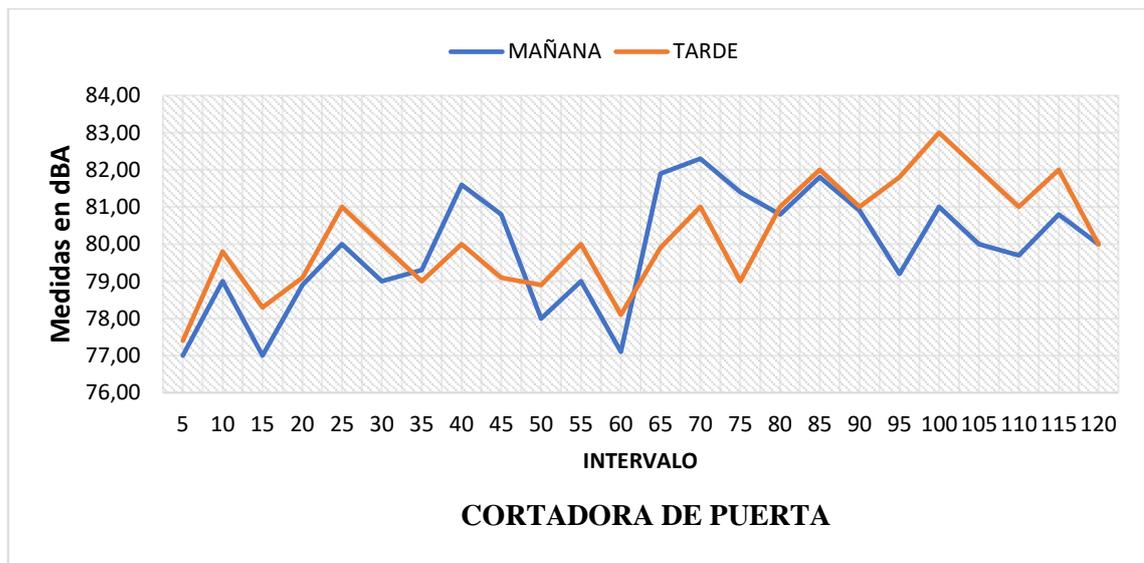
Se realizó una verificación previa del equipo a emplearse (sonómetro) en este caso, se comprobó que el mismo se encuentre calibrado y debidamente normalizado con base a una ponderación A y respuesta lenta, posteriormente el periodo de monitoreo comprendió el mes de abril durante un periodo de 9 días, comenzando desde el lunes 11 y finalizando el 19 respectivamente.

Los datos se tomaron por duplicado en la mañana el horario de monitoreo fue de 10 am a 12pm y en la tarde de 14pm a 16pm, tomando como premisa que durante estas horas existió la mayor actividad y emisión de ruido respectivamente.

#### 3.3.2. Punto 1 Cizalla CNC

El punto 1 Cizalla, perteneciente al área de maquinaria, los datos obtenidos correspondieron al periodo comprendido desde el 11 al 19 de abril del 2022, para cada día se realizó mediciones por triplicado tanto en el horario de la mañana 10am a 12pm, como en el horario de la tarde de 14pm a 16pm, los resultados arrojan un total de 6 mediciones los cuales se corrigieron y se promediaron en base a la normativa correspondiente.

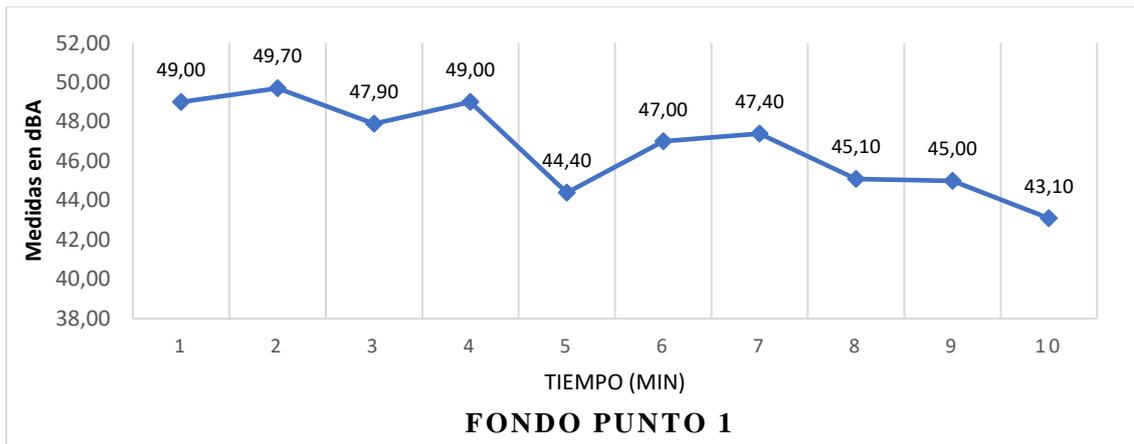
En cuanto al ruido de fondo, la medición se llevó a cabo durante el último día de muestreo el tiempo de medición fue de 1 minuto, obteniendo un total de 10 datos, posteriormente promediados para ajustar los valores de forma correcta.



**Gráfico 1-3:** Niveles de presión sonora punto 1

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

Se presentan los resultados obtenidos del nivel de presión sonora en el punto 1 reflejados en la gráfica 3-1, es así como se obtuvo como valor mínimo de 77,8 dBA tanto para el monitoreo en la mañana como en la tarde, posteriormente la medición más alta arrojó un valor de 82,3 dBA. En cuanto al valor promedio de ruido alcanzado tanto en la mañana y tarde, el valor alcanzado promedio fue de 80,1 dBA, lo que nos indica que dicho valor supera lo expuesto en la normativa correspondiente, donde se menciona que el valor máximo no puede superar los 75 dBA respectivamente, observándose un exceso de 5,1 decibeles equivalentes para esta maquinaria.



**Gráfico 2-3:** Nivel de ruido de fondo en el punto 1

**Realizado por:** Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

La gráfica 3-2 refleja los resultados alcanzados para ruido de fondo en el punto 1, destacándose que existió una variación no significativa y que el promedio en el nivel de ruido no fluctuó demasiado, es así como el valor mínimo alcanzado fue de 43.10 dBA, mientras que el valor máximo fue de 49.70 dBA. En cuanto al promedio de decibels generado este rondó los 47.25 dBA, valores que al ser comparados con la normativa empleada dentro de este mostraron que se encuentran bordeando el límite permisible para esta medición, según lo mencionado por (Otamendi et al., 2008), valores de ruido de fondo elevados y que se mantengan por largos periodos de tiempo suponen un riesgo para la salud del trabajador, en nuestro caso los resultados obtenidos demostraron que es obligatorio el uso de material de protección auditivo.

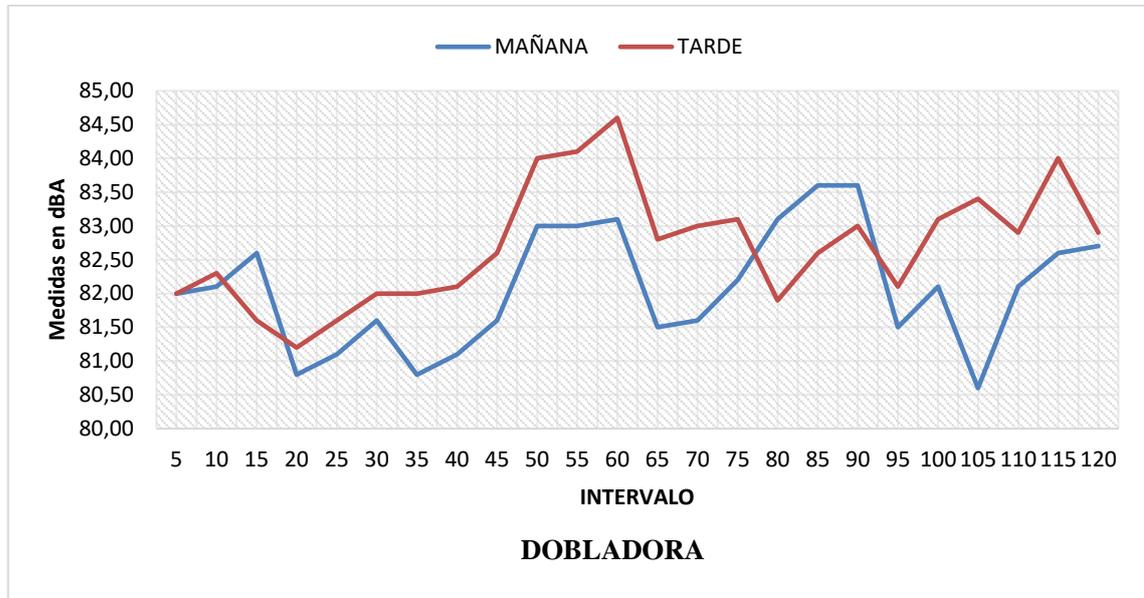
obligatoriamente

### 3.3.3. Punto 2 Dobladora CNC

Para el punto 2 Dobladora CNC de láminas perteneciente al área de maquinaria, los datos fueron registrados desde el 11 al 19 de abril del 2022 a lo largo de este tiempo se realizó un monitoreo por triplicado tanto para el horario de la mañana de 10 am a 12 pm como para el horario de la

tarde 14 pm a 16 pm, obteniendo un total de 6 mediciones respectivamente esenciales al momento de obtener valores mucho más precisos.

La medición de ruido de fondo se realizó en base a la metodología descrita en los párrafos preliminares, es así como esta medición se aplicó durante el último día con un periodo de monitoreo de 1 minuto, lo que arrojó un total de 10 datos promediados y ajustados.



**Gráfico 3-3:** Niveles de presión sonora en el punto 2

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

La grafica 3-3 muestra los resultados obtenidos del nivel de presión sonora en el punto 2 correspondiente a la herramienta “dobladora” se observó una variación entre los valores alcanzados tanto en la mañana como en la tarde, es así como estos no llegaron a ser constantes. El valor mínimo conseguido durante la medición fue de 81.3 dBA y un máximo de 84.5 dBA, en cuanto al promedio general este alcanzó los 82,6 dBA respectivamente, cabe resaltar que dentro de los valores arrojados.

El mayor se originó en el periodo de la tarde con un valor de 84.70 dBA que a su vez al ser comparados con la normativa correspondiente mostraron que estos valores superan lo planteado por el precepto.

De igual manera en base a lo propuesto por (Rodríguez et al., 2013), demostró que valores superiores a 80 dBA, generan reducción de la de audición hasta un10%, mientras que en las personas que se encontraron sometidos a largos periodos de ruido con esta intensidad, desarrollaron sordera moderada a alta en los 3 primeros años.



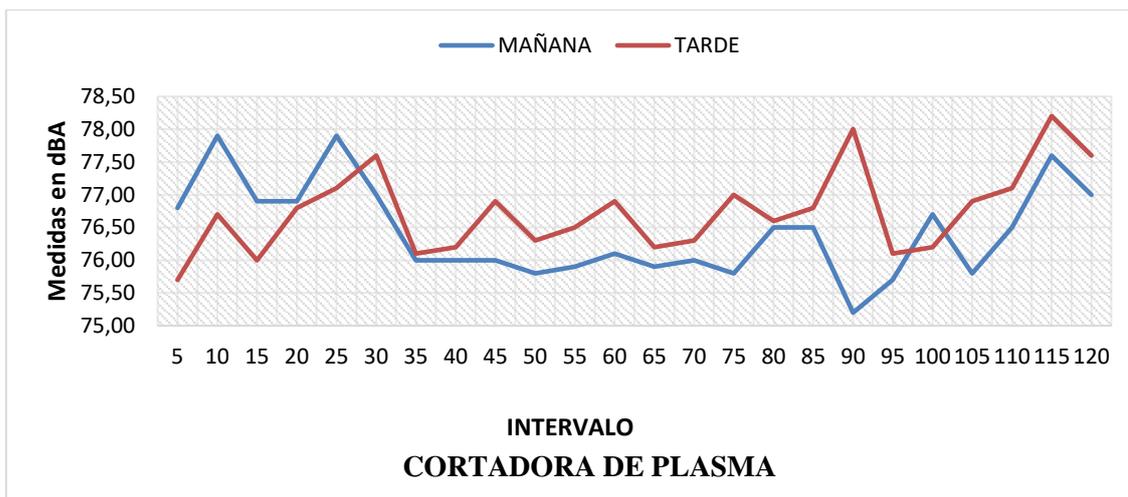
**Gráfico 4-3:** Nivel de ruido de fondo en el punto 2

**Realizado por:** Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

En cuanto al ruido de fondo la gráfica 3-4 mostró que el ruido de fondo no presentó una variación significativa a lo largo de monitoreo, se destacaron a su vez que el valor mínimo fue de 42.50 dBA y el valor máximo fue de 46.70dBA en el minuto 8, en cuanto al promedio general de ruido analizado este arrojó un valor de 43,35 dBA, valores que de cierta manera guardad relación con la normativa vigente tomada como guía.

### 3.3.4. Punto 3 Cortadora a plasma CNC

En cuanto a la toma y proceso aplicado para el monitoreo de la cortadora de plasma CNC, correspondiente al área de maquinaria este se realizó por triplicado tanto en la mañana (10-12pm) como en el horario de la tarde ( 14-16pm), es así que se obtuvo un total de 6 mediciones por cada día de monitoreo, e cuanto al ruido de fondo este se aplicó durante el último día del periodo de monitoreo, procurando que el equipo realice su función por al menos 1 minuto arrojando un total de 10 datos que posteriormente fueron promediados y revisados.



**Gráfico 5-3:** Nivel de presión sonora en el punto 3

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

En cuanto a los resultados de ruido para la cortadora de plasma reflejado en la tabla 3-5 este mostró que llegaron alcanzar como valor mínimo 75.6 dBA, en cuanto al valor máximo alcanzado fue de 77,9 dBA tanto en la mañana como en la tarde, con una ligera variación con 78.26 dBA para el periodo de la tarde. Por otro lado, el promedio de ruido a lo largo del monitoreo demostró que con un valor de 76,9 dBA, superaba lo establecido en la normativa manejada durante este estudio. Es así que en base a lo descrito por (Duarte y González, 2010), es necesario controlar las emisiones altas de ruido, los valores para maquinaria industrial por lo general superan los 70 db que en nuestro caso excede por 6 puntos más, por lo que es necesario buscar mecanismos de protección y seguridad laboral.



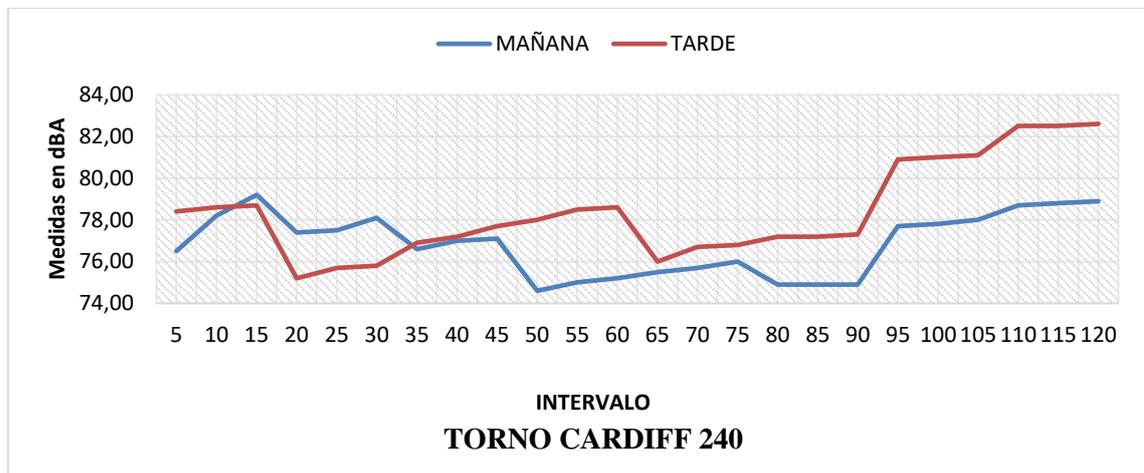
**Gráfico 6-3:** Nivel de ruido de fondo en el punto 3

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

Por otro lado, el ruido de fondo en el punto 3 mostró leves incrementos que a la par no llegan a ser significativos dentro del caso de estudio, el valor mínimo se fijó en 43,20 dBA mientras que el valor máximo fue de 49,20 dBA. En cuanto al promedio de dBA alcanzados fue de 44,68 cumpliendo con la normativa referente.

### 3.3.5. Punto 4 Torno Carif240

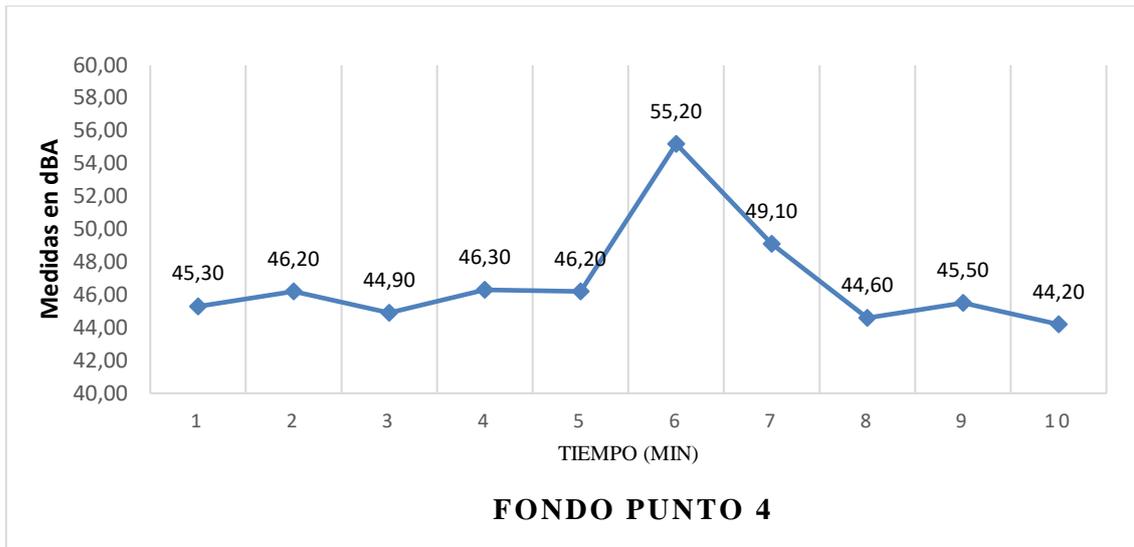
En cuanto al punto 4 perteneciente al torno Carif240 se mantuvo la metodología planteada los datos se tomaron en el periodo del 11 al 19 de abril del presente año, las mediciones durante todos estos días se lo hicieron por triplicado, tanto en el horario de la mañana como en el de la tarde arrojando un total de 6 mediciones diarias, el ruido de fondo se mantuvo con la metodología descrita anteriormente.



**Gráfico 7-3:** Niveles de presión sonora en el punto 4

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

Los resultados arrojados para el punto 4 se plantean dentro de la gráfica 3-7, observándose que los incrementos de ruido a lo largo del periodo de muestreo no llegaron a ser notables, en cuanto al valor mínimo este se estableció en 74,9 dBA, mientras que para el valor máximo este se ubicó en 82,7dBA. El promedio general de ruido durante el monitoreo se estableció en 77,6 dBA superando ligeramente lo pronunciado en la normativa correspondiente, según lo mencionado por (Yáñez, 2012, p. 6) valores superiores a 70 dB, ya supusieron un riesgo en la salud no solo en el aspecto laboral si no el social en nuestro estudio se observa que incluso la normativa admite rangos mayores lo que supone un grave riesgo para la salud del trabajador en este caso en concreto.



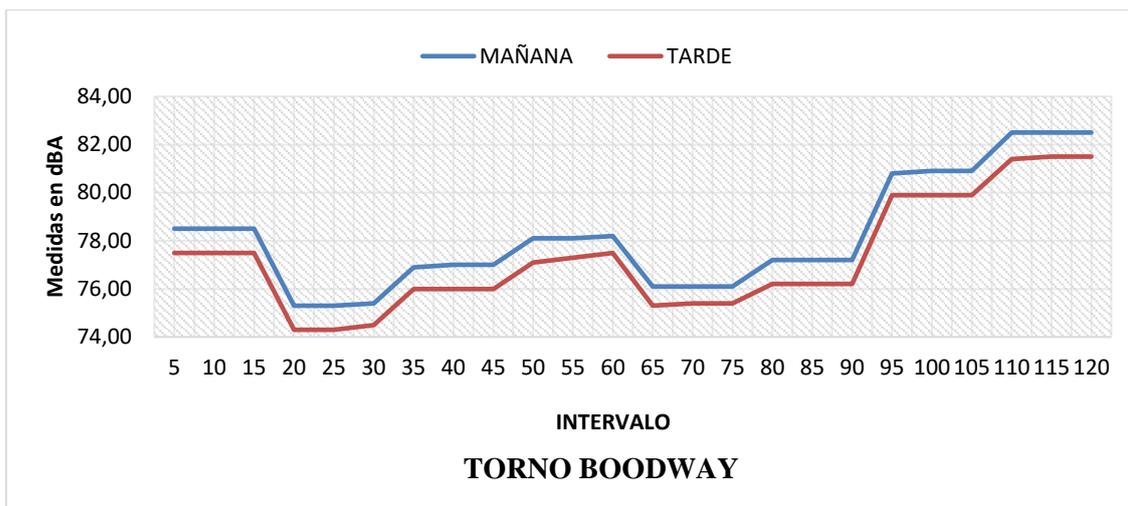
**Gráfico 8-3:** Nivel de ruido de fondo en el punto 4

**Realizado por:** Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

En cuanto al ruido de fondo para el punto 4, la variación no fue significativa a lo largo del proceso de monitoreo, el valor mínimo se fijó en 44,25 dBA mientras que el mayor en 55,23 dBA respectivamente, cabe destacar que dentro del minuto 6 se observa una cresta positiva en la gráfica lo que supuso una interferencia debido al paso de transporte urbano durante la evaluación, en general el promedio fue de 45,35 dBA los cuales se encuentran dentro de la norma establecida.

### 3.3.6. *Punto 5 Torno Goodway*

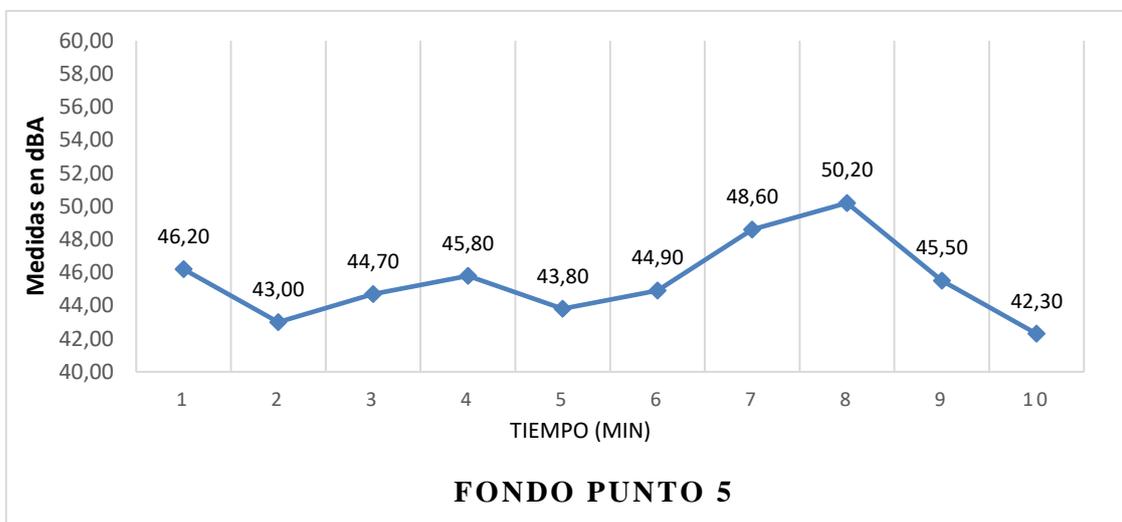
En cuanto al punto 5 este correspondió al Torno Goodway, implementando en el área de torno del taller Vilema, el periodo de medición consistió desde el 11 al 19 de abril del presente año dividido en 2 fases de muestreo en la mañana y en la tarde datos que fueron tomados por triplicado que al final arrojaron un total de 6 mediciones, para el ruido de fondo este se evaluó durante un minuto el último día de monitoreo.



**Gráfico 9-3:** Nivel de presión sonora en el punto 5

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

En cuanto a los resultados arrojados para el Torno Goodway, mostraron una tendencia similar tanto para el ruido en la mañana como en la tarde, salvo ligeras variaciones que no llegaron a ser notables, para el nivel mínimo y máximo sus valores fueron de 74,5 dBA y 82,6 dBA respectivamente, el promedio de ruido se fijó en 77,7 dBA superando los 75 dB establecidos dentro de la normativa.



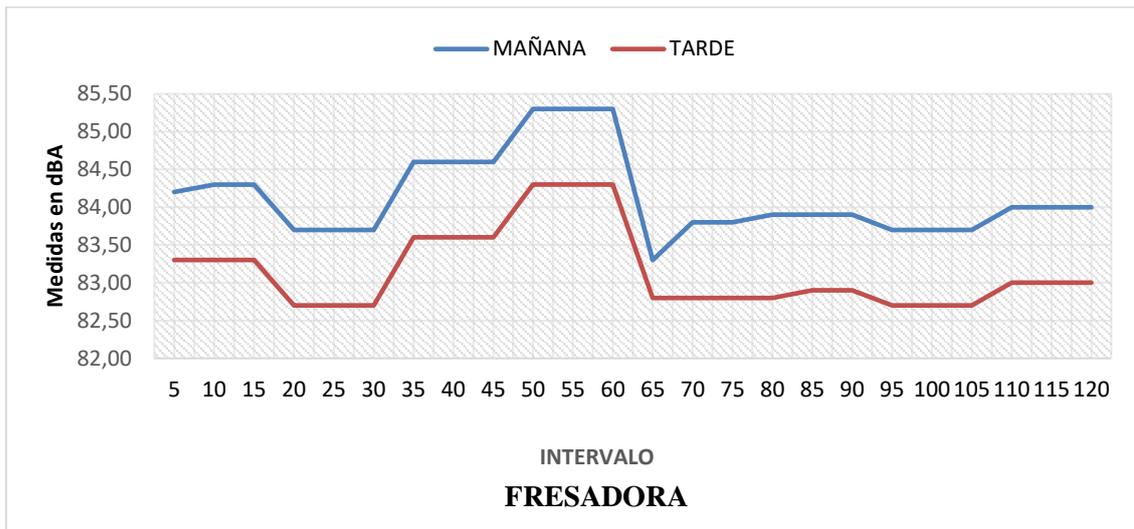
**Gráfico 10-3:** Nivel de ruido de fondo en el punto 5

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

En cuanto al ruido de fondo la gráfica 3-10 reflejó que para el punto 5 los valores no excedieron los 50,20 dBA siendo este valor en el minuto 8 el más alto alcanzado, posteriormente para el minuto 9 y 10 estos valores descienden hasta llegar a los 42,30 dBA respectivamente cumpliendo con la normativa de ruido vigente.

### 3.3.7. Punto 6 Fresadora

En cuanto al punto 6 asignado para la fresadora, se mantuvo la metodología descrita a lo largo del trabajo de investigación, con una toma de datos por triplicado tanto para el muestreo en la mañana de 10 a 12 pm como en la tarde de 14 a 16 pm, el ruido de fondo se midió durante el último día de evaluación por 1 minuto obteniendo a su vez 10 datos promediados y analizados.



**Gráfico 11-3:** Nivel de presión sonora en el punto 6

**Realizado por:** Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

En cuanto al ruido generado por la fresadora sus datos se reflejan en la gráfica 3-11, observándose que existió una variación en cuando a sus valores en los intervalos 45 a 65 respectivamente, es así que el valor máximo para la mañana fue de 85,1 dBA y para la tarde de 83,51 dBA.

En cuanto al valor promedio este fue de 83,6 dBA superando lo establecido en la normativa la cual indica que como máximo este debe ser de 75 decibeles así mismo según lo mencionado por (Rivas, 2017).

Los valores dentro de su estudio reflejaron que para este tipo de maquinaria el ruido generado sobre pasaba los 80 dBA sin embargo en notable hacer hincapié en que al saber que dichos niveles a los que se afrontan los trabajadores suponen un riesgo para su salud, es necesario que dicha actividad se la lleve a cabo con materia de protección y seguridad laboral.



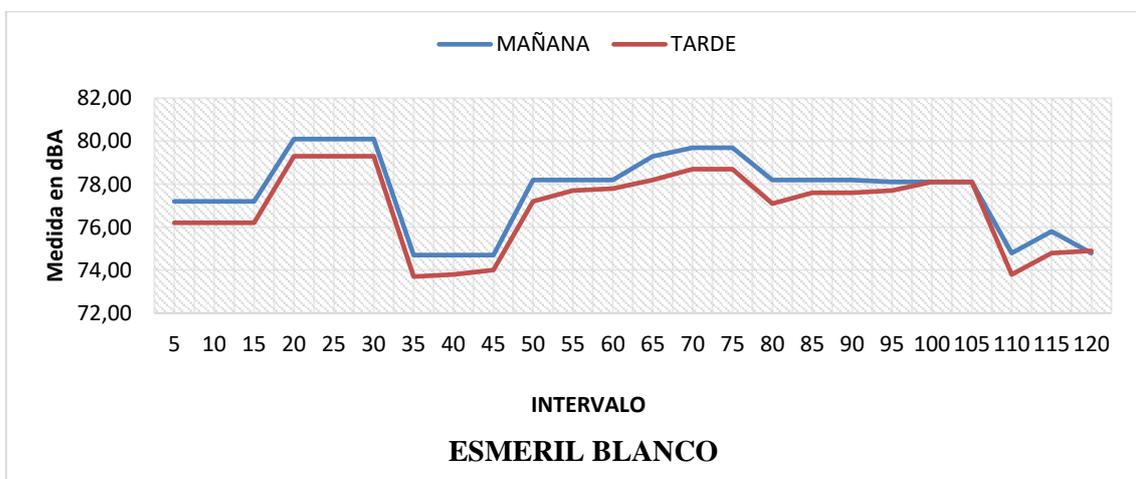
**Gráfico 12-3:** Nivel de ruido de fondo en el punto 6

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

Para el ruido de fondo, mostrado en la gráfica 3-12 correspondiente al punto 6 se destaca que los valores mantuvieron valores similares rondando los 50 a 53 dBA respectivamente, durante el minuto 4 se alcanzó el mayor valor de ruido, pero que al ser comparado con el resto de los datos no supone un valor a destacar, el promedio de los valores en dBA se ajustan a la normativa vigente.

### 3.3.8. Punto 7 Esmeril de banco

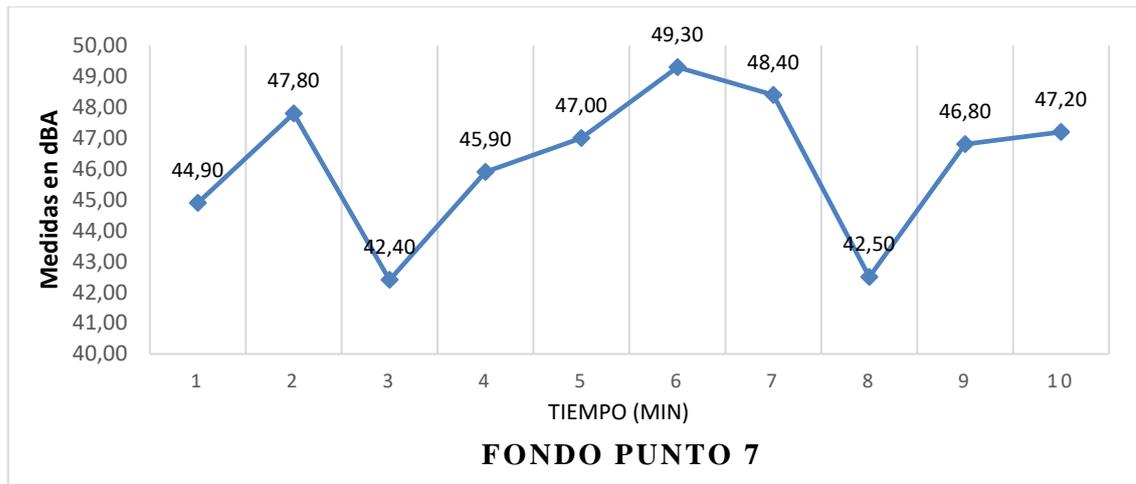
El punto 7 correspondió al Esmeril de banco, los datos se tomaron en dos periodos de tiempo en la mañana y en la tarde con las horas establecidas en la metodología, el monitoreo se realizó por triplicado y en el caso del ruido de fondo se evaluó el último día generando 10 datos promediados y analizados.



**Gráfico 13-3:** Niveles de presión sonora en el punto 7

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

En cuanto a los resultados generados para el equipo, esmeril de banco se observa que en la figura 3-13 los valores llevan una tendencia en general no se observa valores atípicos que sobrepasen o se reflejen en la gráfica, a su vez el nivel de ruido más bajo alcanzado tanto para la mañana como para la tarde correspondió a los intervalos del 35 a 45, arrojando un valor de dBA de 74,6, los valores relativamente más altos se ubicaron dentro de los intervalos 70 y 75 con un nivel de ruido de 78 dBA, que al ser comparados con la normativa donde especifica como máximo 75 dBA, se observa un incremento en 3 puntos durante la medición de este equipo.



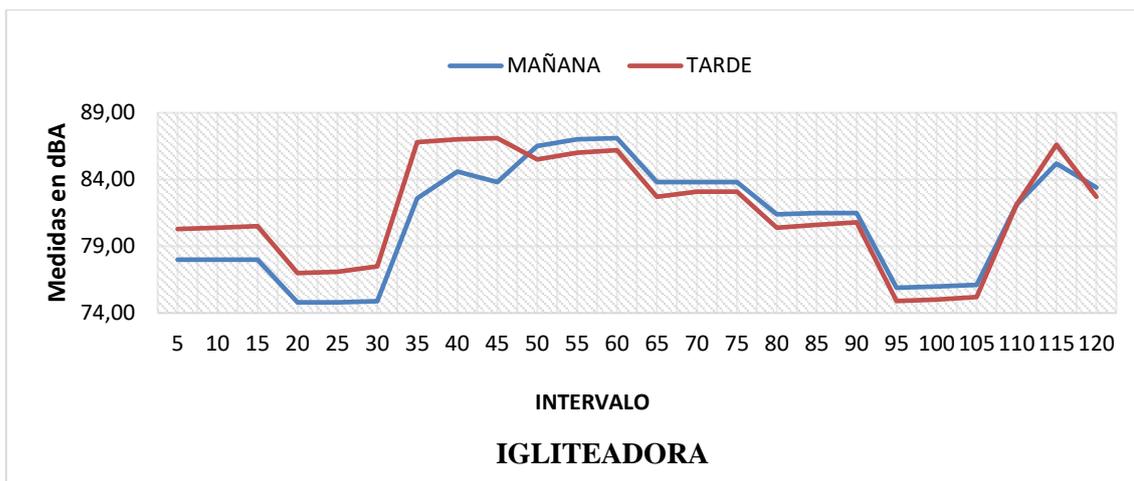
**Gráfico 14-3:** Nivel de ruido de fondo en el punto 7

**Realizado por:** Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

En el caso del ruido de fondo para este equipo se constató que existió una fluctuación de los valores durante los intervalos 2,3,6,8 min a lo largo del muestreo, el valor mínimo se estableció en el minuto 3 con 42,40 dBA posteriormente con ascenso de los niveles de ruido hasta alcanzar los 49,30 dBA seguido a esto se observa un descenso marcado en el minuto 8 marcando 42,50 dBA, según lo indicado por (Berlanga, 2006), las mediciones de ruido de estos equipos presentaron un comportamiento similar puesto que dicha máquina realiza más ruido al tomar contacto con la superficie a esmerilar lo que eleva el ruido de fondo generado.

### 3.3.9. Punto 8 Igliteadora

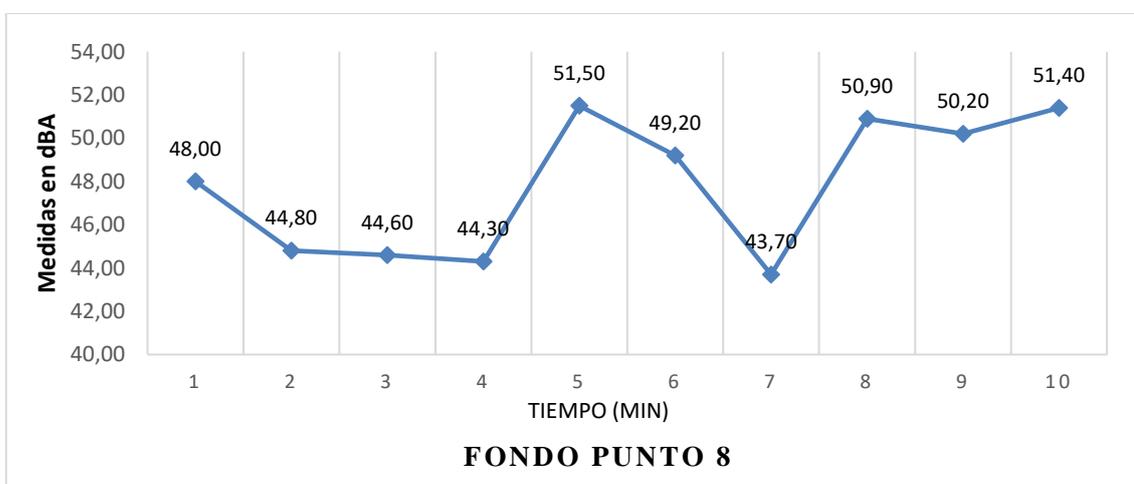
En cuanto al punto 8 este correspondió a la Igliteadora, correspondiente al área de cerrajería las mediciones se establecieron por triplicado y se mantuvo el mismo procedimiento para el ruido de fondo tomando en consideración la medición por 1 minuto y arrojando 1 datos para su posterior promedio.



**Gráfico 15-3:** Niveles de presión sonora en el punto 8

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

La gráfica 3-15 refleja los niveles de presión sonora alcanzados durante el periodo de monitoreo, es así que se destacó que la tendencia de las gráficas fue similar, salvo ligeros picos mayores sobre todo en el monitoreo realizado en la tarde, los valores de ruido en los dos periodos inician en un rango de 78,0 a 80,0 dBA respectivamente y a medida que el intervalo crece, el nivel de presión sonora lo hace de la misma manera, hasta alcanzar su asíntota en los intervalos del 60 al 65 donde estos valores van decayendo de forma progresiva, hasta alcanzar un nuevo pico en los intervalos finales, según lo descrito por (Carrillo et al., 2021), en su estudio destacó el comportamiento similar de este tipo de equipos es así que consideró que en la tarde el nivel de ruido tendría aumentar si este estaba sujeto a factores externos tales como ruido de automotores o de los mismos trabajadores que sumaban en cierta manera db al promedio final, así mismo la normativa por la cual se está tomando como base en este estudio muestra que los niveles alcanzados exceden hasta en 7 decibels el límite máximo establecido por la normativa.



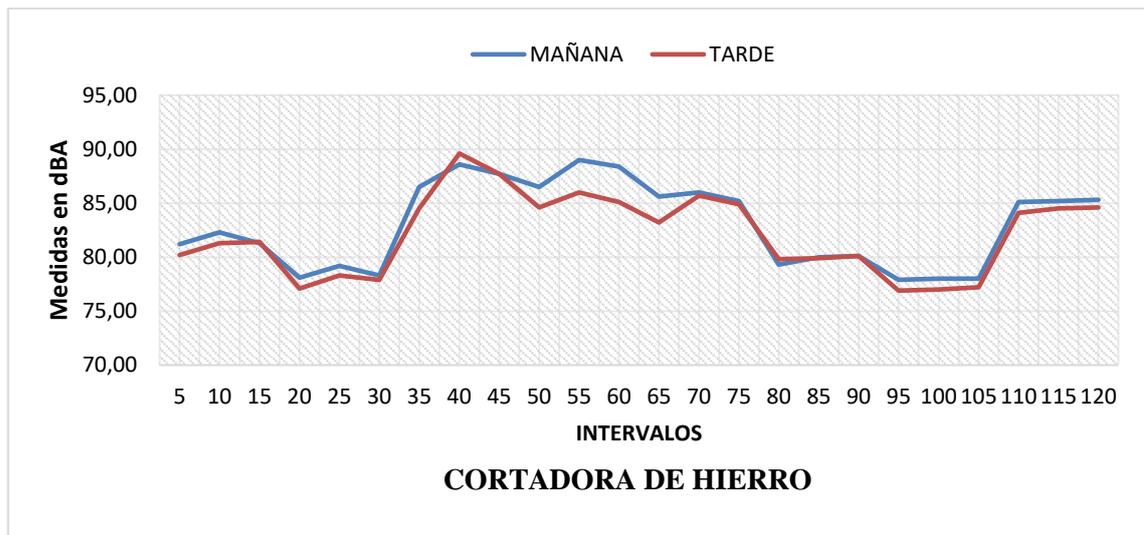
**Gráfico 16-3:** Nivel de ruido de fondo en el punto 8

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

En cuanto al ruido de fondo la gráfica muestra un comportamiento fluctuante, al momento del encendido de la maquina y antes de entrar en contacto con alguna superficie los valores de presión sonora se encontraron en un rango de 48,0 a 44,30 dBA respectivamente, posteriormente al minuto 5 se observa un incremento hasta alcanzar los 51,50 dBA lo que supone que en dicho momento este instrumento entró en contacto con alguna superficie generando mayor ruido, finalmente estos valores descienden cuando la Igliteadora se encuentra en ralentí.

### 3.3.10. Punto 9 Trozadora

El punto 9 de muestreo correspondió a la trozadora, maquinaria perteneciente al área de cerrajería los datos tomados en las fechas descritas en la metodología se lo realizaron tres veces por cada medición, en cuanto al ruido de fondo se procuró que durante el minuto de muestreo los datos obtenidos (10 valores), se promediaran para su correcta interpretación.



**Gráfico 17-3:** Niveles de presión sonora en el punto 9

**Realizado por:** Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

Los resultados emitidos para el equipo cortadora de hierro mostraron que durante los intervalos de medición la tendencia en los valores para la mañana y la tarde fue muy similar, lo que se puede observar en la figura 3-17, así mismo se destacó que dentro de los dos periodos de medición los valores máximos fueron de 88 a 90 dBA respectivamente, a su vez una vez que estos valores llegaron a su tope, descendieron hasta alcanzar los 77 dBA respectivamente, la comparativa con la norma indica que este valor sobrepasa levanten el límite máximo establecido aunque no es un valor tan significativo sin embargo en base a lo descrito por (Vechiatti et al., 2020, p. 76), es recomendable que si este tipo de ruido se lo hace en áreas cerradas se mantenga como condición un área determinada e insonorizada para evitar daños en la salud al resto del personal operativo.



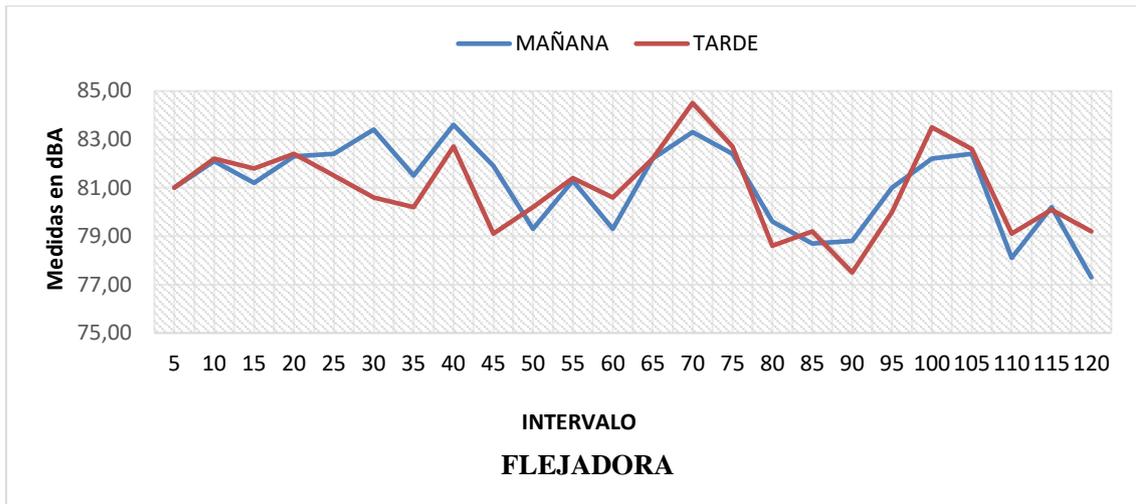
**Gráfico 18-3:** Nivel de ruido de fondo en el punto 9

**Realizado por:** Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

En cuanto al ruido de fondo la gráfica muestra un comportamiento con particular con valores bajos cuando el equipo aun no entra en total funcionamiento rozando los valores en dBA de 50 a 56 respectivamente, a partir del minuto 2 se observó un incremento marcado hasta alcanzar los 56,30 dBA para posteriormente descender en los minutos 4,5,6,7 siendo el valor más bajo alcanzado a lo largo de la medición con 45,70 dBA respectivamente, al cotejar los datos con la normativa se observó que está dentro del rango establecido, lo que supone que no hay riesgo o hay un riesgo leve para el operador al manejar esta máquina.

### **3.3.11. Punto 10 Flejadora**

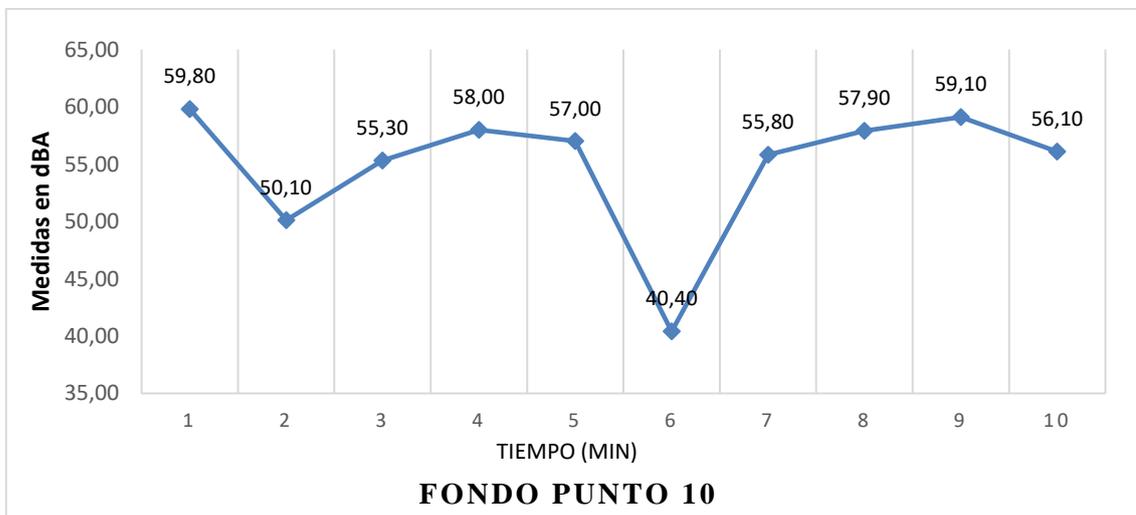
En cuanto al punto 10 correspondiente a la flejadora, instrumento perteneciente al área de enrollado y pintura se siguió los mismos pasos descritos a lo largo del documento procurando que dichas mediciones mantengan el menor número de interferencias durante el tiempo de muestreo, el ruido de fondo se mantuvo para su análisis un tiempo de 1 min para su posterior datado y análisis.



**Gráfico 19-3:** Nivel de ruido en el punto 10

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

Los resultados mostrados en la gráfica 3-19 mostraron que sus valores no fueron constantes, la característica de dicha maquinaria muestra fluctuaciones destacando que tanto en el periodo de la mañana como en la tarde el valor mínimo de nivel de presión sonora fue de 78,6 dBA y un máximo de 83,2 dBA, el promedio de las mediciones realizadas fue de 81,2 dBA, valor que supera con creces los 75 dB descritos en el acuerdo ministerios 097, anexo ruido.



**Gráfico 20-3:** Nivel de ruido de fondo en el punto 10

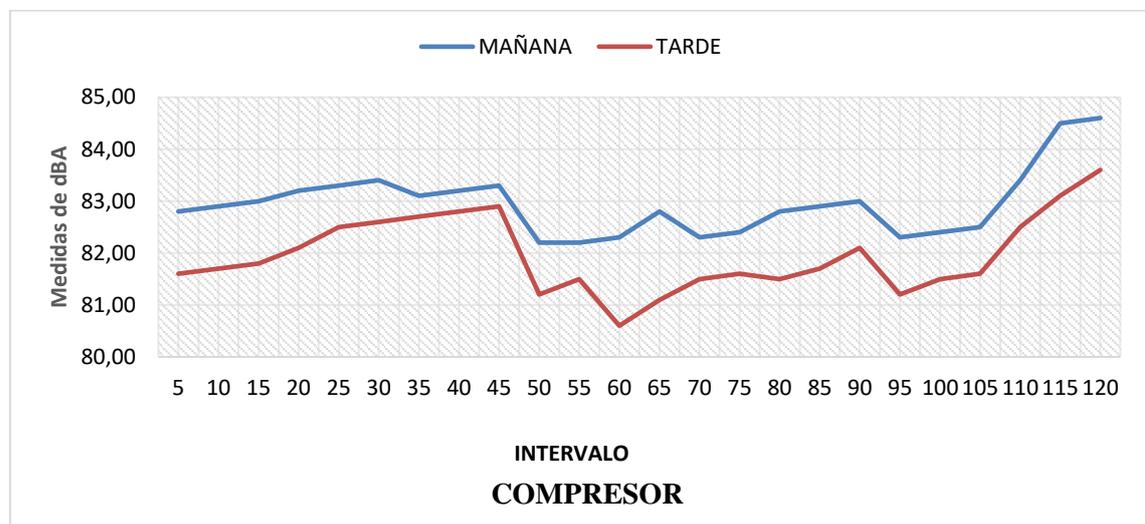
Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

En cuanto a los resultados de ruido de fondo dentro del periodo de monitoreo en minutos se destacó que al encender la maquina esta marcó un valor de 59,8 dBA, posterior ente los minutos comprendidos del 2 al 5 se observó un ligero descenso hasta llegar a la cota más baja en la gráfica para el minuto 6 marcando 40,40 dBA lo que supone que en este periodo la máquina dejó de

funcionar por un momento, hasta que posteriormente los valores de ruido se elevaron conforme la máquina y el operador hacía su trabajo, con base a lo dispuesto por (Medina y González, 2015), describió que el manejo de este tipo de maquinaria supone un riesgo en la salud del personal, es esencial que por la característica del instrumento, condición del taller entre otros factores se prime la seguridad del personal, dotándolos de insumos adecuados para su correcta protección.

### 3.3.12. Punto 11 Compresor industrial

El punto 11 correspondió al compresor industrial, perteneciente al área de enrollado y pintura de las industrias metálicas Vilema, es así como para el proceso de monitoreo se llevó a cabo con las especificaciones mencionadas a lo largo de este estudio.

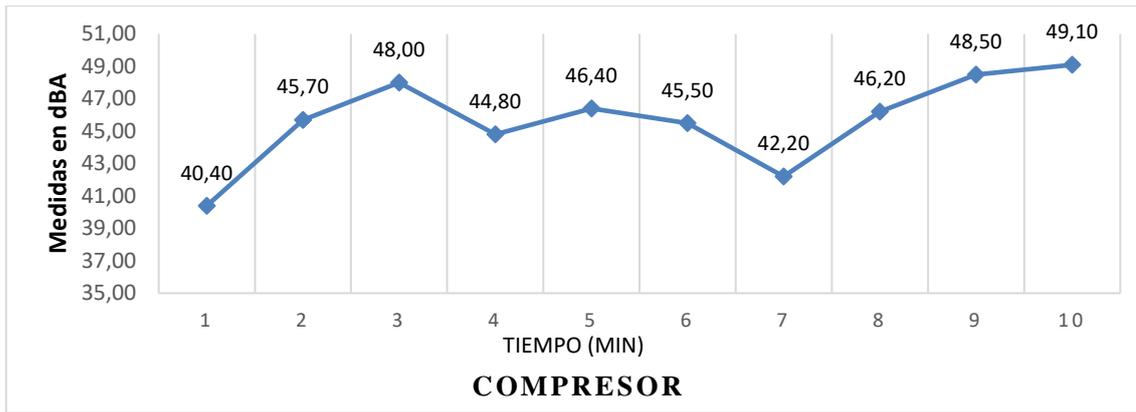


**Gráfico 21-3:** Nivel de presión sonora en el punto 11

**Realizado por:** Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

Los resultados mostrados en la gráfica 3-21 indicaron los niveles de presión sonora alcanzados para este instrumento al momento de su funcionamiento es así como la gráfica muestra una tendencia similar tanto para en el monitoreo de la mañana y de la tarde, a su vez el valor mínimo fue de 81,2 dBA y 82,50 dBA para las dos condiciones.

En cuanto para los valores máximos para la mañana se estableció en 83,0 dBA y para la tarde en 82 dBA respectivamente, el promedio de los valores de presión sonora mostró un valor de 82,6 dBA superando en 7 puntos el valor máximo permitido por la normativa base tomada dentro de esta investigación.



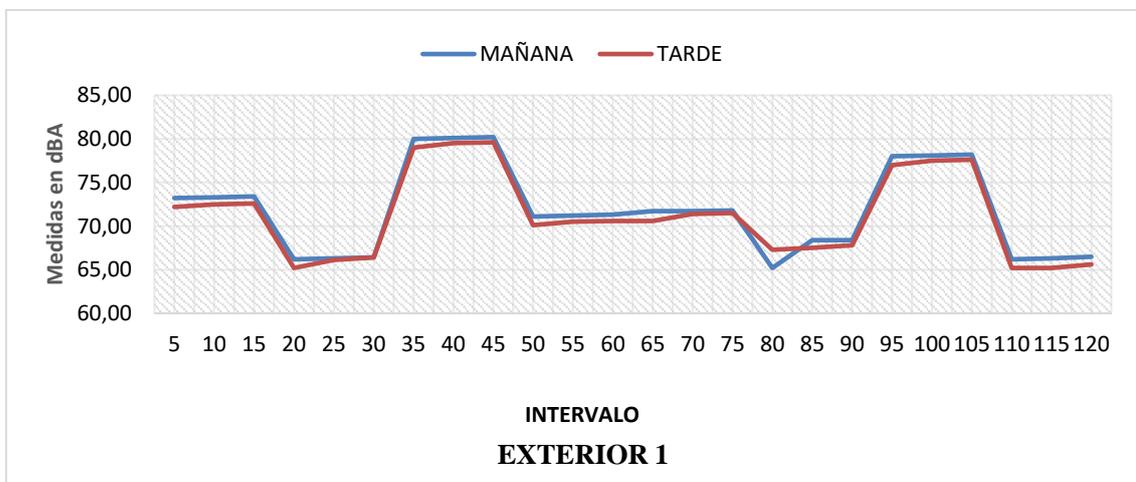
**Gráfico 22-3:** Nivel de ruido de fondo en el punto 11

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

En cuanto al ruido de fondo para este instrumento la gráfica mostró que a medida que el compresor trabajaba el nivel de ruido aumentaba, la tendencia creciente llegó a un máximo en el minuto 10 alcanzando los 49,10 dBA, al comparar con la normativa el promedio total de la medición se mantuvo en el rango de los 42 dBA lo que se consideró como un valor que no supone riesgo alguno al tomar como referencia la normativa correspondiente.

### 3.3.13. Punto 12 Exterior 1

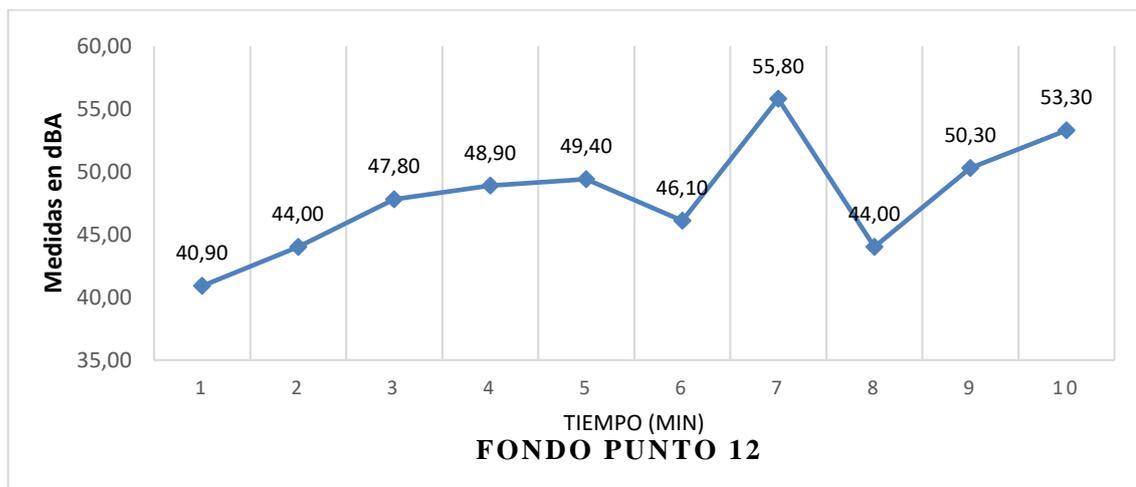
Para el punto exterior 1, correspondiente al sector externa de la empresa se mantuvo el proceso de monitoreo similar al resto de maquinaria, es decir se dividió el monitoreo en dos periodos por la mañana y por la tarde, se promediaron los datos para una mayor precisión de los resultados generados, el nivel de ruido de fondo se midió a lo largo de 1 minuto arrojando 10 datos que fueron promediados y representados gráficamente.



**Gráfico 23-3:** Nivel de presión sonora en el punto 12 exterior 1

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

Los niveles de presión sonora ejemplificados en la gráfica 3-23 mostraron que tanto para el periodo de la mañana como de la tarde los valores fueron muy similares, sin tener valores atípicos que se puedan diferenciar, es así que el valor mínimo alcanzado fue de 65,4 dBA, y un máximo de 80,1 dBA, en cuanto al promedio general de los valores de medición mostraron rangos que iban entre los 69 a 78,6 dBA superando los 75 dBA indicados en el acuerdo ministerial 097 A. En base a lo sustentado por (Ruíz et al., 2018), menciona que acceder a este tipo de mediciones se debe hacer de forma técnica puesto que es necesario tomar en consideración factores ambientales que pueden influir de menor o mayor manera en los datos de medición.



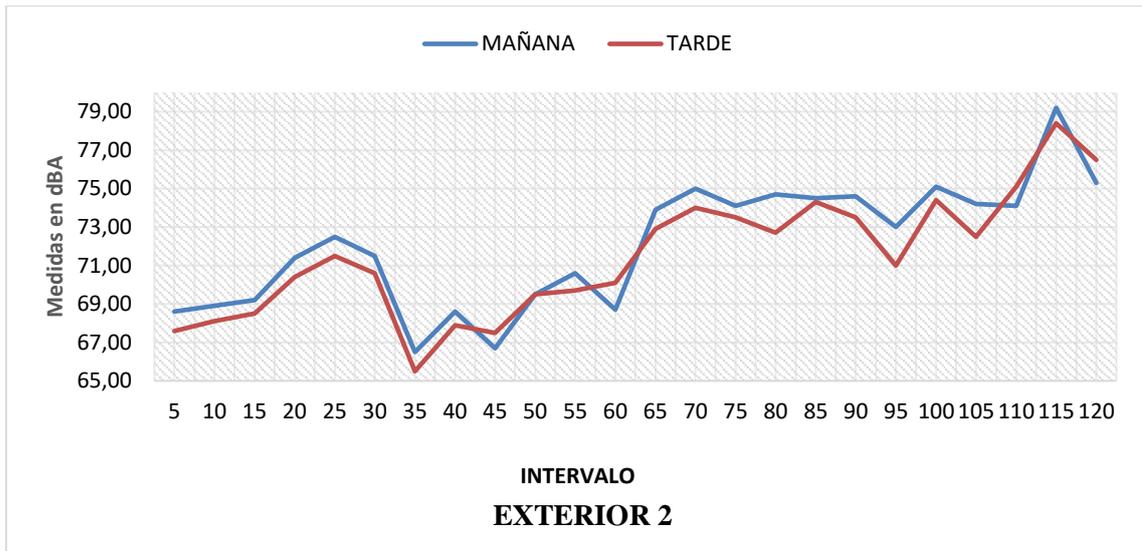
**Gráfico 24-3:** Nivel de ruido de fondo en el punto 12

**Realizado por:** Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

En cuanto al ruido de fondo respecto al punto 12 mostraron que durante los primeros 5 minutos los valores de ruido se incrementaron de forma ascendente, esto en buena parte por el ruido desarrollado del ambiente e instalaciones, se destaca que dentro del minuto 7 se marca un valor superior lo que podría en este caso indicar el paso de tráfico por el sector, el valor promedio de ruido fue de 50,13 dBA lo que a primeras instancias muestra que está dentro de la normativa permitida.

### 3.3.14. Punto 13 Exterior 2

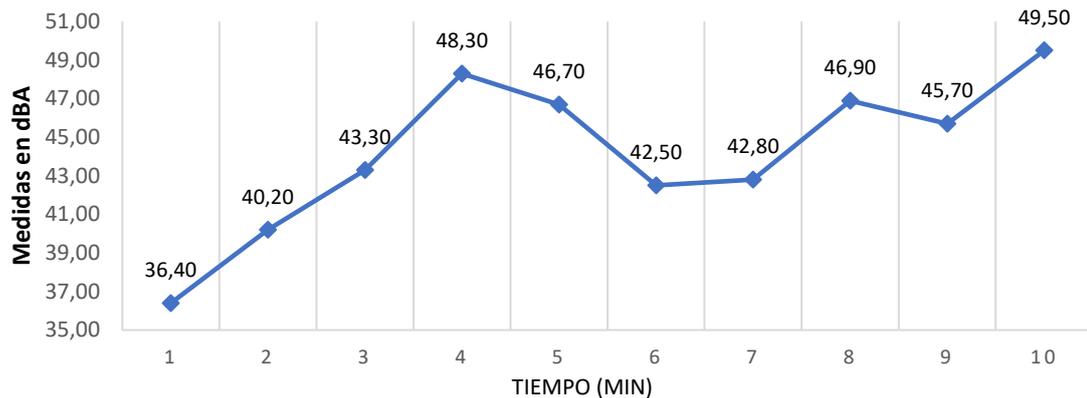
En cuanto al punto 13 correspondiente al exterior 2 de las instalaciones de la industria metálica Vilema, se mantuvo la misma metodología de muestreo durante el 11 al 19 de abril, tanto para el periodo de la mañana como en la tarde, para cada día se aplicó 3 mediciones dando como resultado un total de 6 mediciones, en cuanto al ruido de fondo este se evaluó durante 1 minuto el último día de monitoreo arrojando 10 datos que luego fueron promediados.



**Gráfico 25-3:** Nivel de ruido de presión sonora en el punto 13 exterior 2

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

El resultado del monitoreo correspondiente a la zona exterior 2 se muestra en la gráfica 3-25, es así que se observó que tanto para el muestreo en la mañana como en la tarde la tendencia en la gráfica no presentó una variación marcada, por otro lado, cabe destacar que la tendencia en cuanto a los datos de muestreo indican picos ascendentes y descendentes durante los intervalos de medición, es así que el valor mínimo alcanzado fue de 67,2 dBA dentro de los 10 primeros intervalos, y para el valor máximo este se estableció en 76,93 dBA, el promedio general obtenido de los datos obtenidos por el sonómetro fue de 71,9 dBA llegando a estar por debajo del mínimo establecido en la norma que es de 75 dB, sin embargo no quita de que este ruido al ser constante puede llegar a ocasionar problemas de salud a futuro, al comparar los datos obtenidos por (Alomoto, 2016, p. 16), durante su estudio para ruido exterior en zonas industriales este no debe superar los 70 dBA puesto que origina problemas de fatiga o cansancio mental, valores superiores a 80 dBA muestran que ya existe un problema que debe ser tratado con relativa urgencia.



### FONDO PUNTO 13

**Gráfico 26-3:** Nivel de ruido de fondo en el punto 13

**Realizado por:** Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

En cuanto al ruido de fondo se puede mencionar que al momento inicial del monitoreo con solo el ruido ambiente durante los 3 primeros minutos los valores ascendieron de 36,40 dBA hasta los 43,30 dBA respectivamente, el punto más álgido se alcanzó en el minuto 4 , 8 y 10 con valores de 48,30 dBA, 46,90 dBA, y 49,50 dBA correspondientemente, al promediar los valores obtenidos tenemos un ruido de fondo de 45,60 dBA los cuales se ajustan al valor mencionado en la norma tomada como guía dentro de este estudio

#### 3.4. Nivel de ruido equivalente (Npseq)

Una vez realizado el proceso de monitoreo se procedió a promediar y analizar los datos los cuales se reflejan en la tabla correspondiente, es que el ruido al ser considerado como una onda, es factible la aplicación de los promedios logarítmicos para su análisis.

**Tabla 2-3:** Nivel de presión sonora del punto 1 al 6 medidos en dBA

N°	1	2	3	4	5	6
1	77,8	82,2	77,2	78,1	78,5	84,3
2	78,6	82,0	76,2	78,6	77,5	83,3
3	79,3	81,2	77,3	77,7	75,3	83,7
4	80,1	81,6	77,2	75,6	74,4	82,7
5	80,7	81,2	76,0	76,9	77,0	84,6
6	79,4	82,2	76,4	77,3	76,0	83,6
7	78,1	83,0	75,9	74,9	78,1	85,3
8	79,1	84,2	76,6	78,4	77,3	84,3
9	81,9	81,8	75,9	75,7	76,1	83,6

<b>10</b>	80,0	83,0	76,5	76,5	75,4	82,8
<b>11</b>	81,2	83,4	76,1	74,9	77,2	83,9
<b>12</b>	81,4	82,5	77,2	77,2	76,2	82,9
<b>13</b>	80,1	81,4	76,1	77,8	80,9	83,7
<b>14</b>	82,3	82,9	76,4	81,0	79,9	82,7
<b>15</b>	80,2	82,5	77,1	78,8	82,5	84,0
<b>16</b>	81,1	83,3	77,7	82,5	81,5	83,0
<b>Promedio Log</b>	<b>80,1</b>	<b>82,4</b>	<b>76,6</b>	<b>77,6</b>	<b>77,7</b>	<b>83,6</b>

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

Se refleja los promedios logaritmos del punto 1 al 6 los cuales mantuvieron en sus resultados una coherencia en sus datos sin observar valores atípicos o que destaquen, por lo que se consideró como correcta la metodología aplicada en función a la normativa guía.

**Tabla 3-3:** Nivel de presión sonora del punto 7 al 13 medidos en dBA

	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>
<b>1</b>	77,2	78,0	81,6	81,5	82,9	73,3	68,9
<b>2</b>	76,2	80,4	81,0	81,7	81,7	72,4	68,1
<b>3</b>	80,1	74,8	78,6	82,7	83,3	66,3	71,8
<b>4</b>	79,3	77,2	77,8	81,6	82,4	65,9	70,9
<b>5</b>	74,7	83,7	87,7	82,4	83,2	80,1	67,4
<b>6</b>	73,8	87,0	87,7	80,9	82,8	79,4	67,1
<b>7</b>	78,2	86,9	88,1	80,1	82,2	71,2	69,7
<b>8</b>	77,6	85,9	85,3	80,8	81,1	70,4	69,8
<b>9</b>	79,6	83,8	85,6	82,7	82,5	71,7	74,4
<b>10</b>	78,5	83,0	84,7	83,2	81,4	71,2	73,5
<b>11</b>	78,2	81,5	79,8	79,1	82,9	67,6	74,6
<b>12</b>	77,4	80,6	79,9	78,5	81,8	67,5	73,5
<b>13</b>	78,0	76,0	78,0	81,9	82,4	78,1	74,2
<b>14</b>	78,1	75,0	77,0	82,3	81,4	77,4	72,9
<b>15</b>	75,2	83,8	85,2	78,7	84,2	66,3	76,8
<b>16</b>	74,5	84,3	84,4	79,5	83,1	65,3	76,9
<b>Promedio Log</b>	<b>77,3</b>	<b>81,4</b>	<b>82,7</b>	<b>81,1</b>	<b>82,5</b>	<b>71,5</b>	<b>71,9</b>

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

En la tabla 3-3 se muestra el monitoreo del punto 7 al 13, y posterior aplicación de los promedios logarítmicos de los niveles de presión sonora equivalentes.

**Tabla 4-3:** Niveles de presión sonora de cada punto

ZONAS	MONITOREO	PUNTO	NPSeq (dBA)
ÁREA DE MAQUINARIA	CORTADORA DE PUERTA	1	80,13
	DOBLADORA	2	82,38
	CORTADORA DE PLASMA	3	76,64
ÁREA DE TORNO	TORNO CARDIF	4	77,56
	TORNO GOODWAY	5	77,70
	FRESADORA	6	83,62
	ESMERIL DE BANCO	7	77,25
ÁREA DE CERRAJERÍA	CORTADORA DE ALUMINIO	8	81,39
	CORTADORA DE HIERRO	9	82,65
ÁREA DE ENROLLADO Y PINTURA	FLEJADORA	10	81,13
	COMPRESOR	11	82,54
EXTERIOR	EXTERIOR 1	12	71,46
	EXTERIOR 2	13	71,93

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

En la tabla 3-4 se detalla los niveles de presión sonora de cada uno de los puntos divididos por área y con cada respectivo nombre de la maquinaria y de los puntos exteriores considerados importantes en la medición.

### 3.5. Niveles de presión sonora

De acuerdo con la tabla 3-4 de los “Niveles de presión sonora” se realizó la respectiva corrección aritmética para cada uno de los puntos incluidos en el estudio dentro del monitoreo estos incluyen el ruido por punto, por área y el total de la industria.

**Tabla 5-3:** Niveles de ruido específico por punto, zona y total

ZONAS	PUNTO	PROMEDIO LOG.GENERAL/PUNTO	LE POR PUNTO	LE POR ZONA	LE TOTAL (DBA)
ÁREA DE MAQUINARIA	1	80,1	80,1	81,91	
	2	82,4	82,4		
	3	76,6	76,6		
ÁREA DE TORNO	4	77,6	77,6	83,01	
	5	77,7	77,7		

	6	83,6	83,6		82,49
	7	77,3	77,3		
ÁREA DE CERRAJERÍA	8	81,4	81,4	82,37	
	9	82,7	82,6		
ÁREA DE ENROLLADO Y PINTURA	10	81,1	81,1	82,25	
	11	82,5	82,5		
EXTERIOR	12	71,5	71,4	71,74	
	13	71,9	71,9		

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

Los resultados de la medición de presión sonora correspondiente a la sumatoria de las actividades realizadas dentro de la empresa muestran que el valor fijado de 82,49 dBA al ser comparado con la normativa aplicada en el Acuerdo Ministerial N° 097 A , se menciona que esta no podrá superar los 75 dBA, en nuestro caso se excede hasta en 7 puntos dicho valor, por lo que consecuentemente estamos frente a un problema de contaminación de ruido ambiental, destacándose que necesariamente el uso de material de protección para los obreros es de vital importancia, con base a lo indicado por (Medina et al., 2021) , hace hincapié en el uso de protección auditiva para los operarios de maquinaria pesada para evitar daños o pérdidas auditivas a largo plazo.

### 3.5.1. Niveles de presión sonora de ruido de fondo

**Tabla 6-3:** Ruido de fondo por punto, zona y total

ZONAS	PUNTO	FONDO/PUNTO (dBA)	R. FONDO/ZONA (dBA)	R. FONDO GENERAL (dBA)
ÁREA DE MAQUINARIA	1	47,25	46,77	52,83
	2	43,32		
	3	44,65		
ÁREA DE TORNO	4	48,41	51,13	
	5	46,17		
	6	51,73		
	7	46,72		
ÁREA DE CERRAJERÍA	8	48,82	52,21	
	9	52,51		
ÁREA DE ENROLLADO Y PINTURA	10	56,77	52,73	
	11	46,34		
EXTERIOR	12	50,13	49,82	
	13	45,60		

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

En el caso del ruido de fondo aplicado por punto, área y total, mostró un valor de 52,83 dBA, que al ser comparado con la normativa correspondiente el nivel de ruido de fondo cumple con lo establecido en la normativa guía usada a lo largo del desarrollo de este proyecto de investigación, así mismo es necesario mencionar que parte de que este resultado sea menor fue debido a que no todo el tiempo pasaban encendidas todas las máquinas existentes dentro de las industrias metálicas Vilema. En comparación con el estudio de (Cutíño et al., 2009), menciona que es necesario ajustar a normativa mucho más exigentes y actualizadas que velen por la salud del trabajador y de la población circundante a este tipo de industrias.

### 3.5.2. NPseq de las fuentes emisoras de ruido

La tabla 3-7 refleja que los niveles de presión sonora asociados a la normativa de ruido vigente tomando en consideración las fuentes emisoras de ruido monitoreadas siendo estas; Cortadora de puerta, Dobladora, Cortadora a plasma, Torno Carif240, Torno Boodway, Fresadora, Esmeril de banco, Igliteadora, Trozadora, Flejadora automática, Compresor.

**Tabla 7-3:** Niveles de presión sonora de las FER

Nº	Fuente emisora de ruido	(dBA)
1	CORTADORA DE PUERTA	80,13
2	DOBLADORA	82,38
3	CORTADORA DE PLASMA	76,64
4	TORNO CARIF240	77,56
5	TORNO GOODWAY	77,70
6	FRESADORA	83,62
7	ESMERIL DE BANCO	77,25
8	IGLITEADORA	81,39
9	TROZADORA	82,65
10	FLEJADORA	81,13
11	COMPRESOR	82,54

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

Los resultados obtenidos para cada fuente emisora de ruido mostraron los siguientes datos, según la tabla la cortadora de puerta, dobladora, fresadora, trozadora, flejadora y compresor tienen un NPS de 80.13, 82.38, 83.62, 81.39, 82.65, 81.13, 82.54, dBA respectivamente por lo cual son las fuentes que mayor emisión de ruido generan y que mayor riesgo suponen a la salud del trabajador, estos valores pueden variar por factores ajenos o de mantenimiento tal es la situación del compresor, con una vida útil degradada y un estado funcional de 6/10 lo que ocasiona que esta máquina emita mayor ruido durante periodos de tiempo más largos.

Al comparar con la normativa se tiene que la Cortadora de plasma, Torno Carif240, Torno Goodway y Esmeril de banco que tiene un NPS de 76.64, 77.56, 77.70 y 77.25 dBA exceden los límites permisibles establecidos en la normativa.

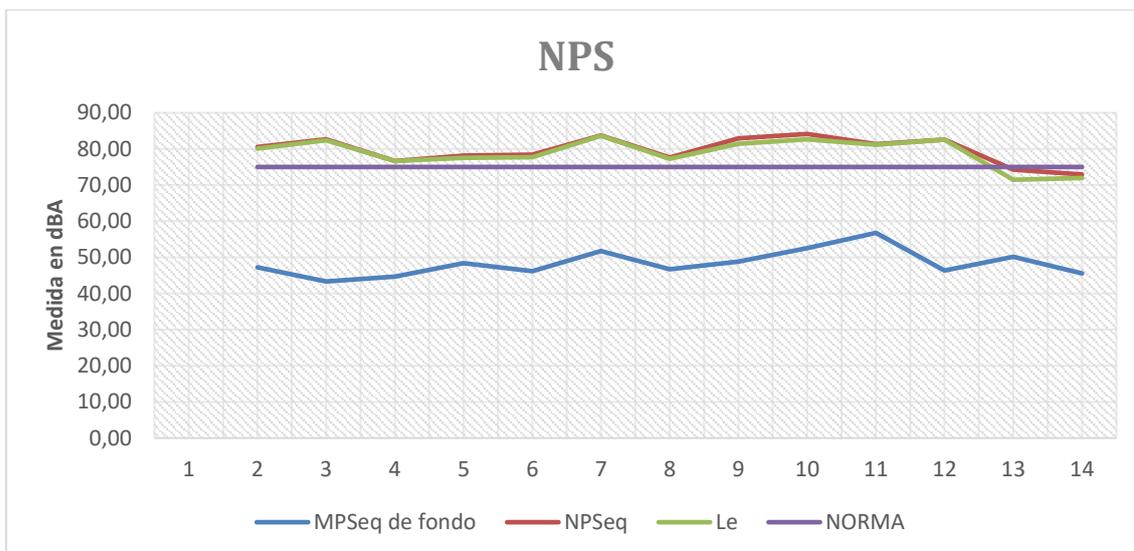
Finalmente se destacó que este tipo de instrumentos por lo general manejan velocidades superiores a los 1400 rpm, y con potencias superiores a los 10 hp es necesario reorganizarlos en áreas con barreras de sonido y que los operarios cuenten con las protecciones adecuadas para evitar daños o pérdidas en su audición.

**Tabla 8-3:** Niveles de presión sonora comparada con la norma

Zonas	MONITOREO	Punto	NPS <sub>eq</sub> (dBA)	R. fondo (dBA)	Le (dBA)	NORMA (dBA)	CUMPLIMIENTO
Área de Maquinaria	CORTADORA DE PUERTA	1	80,13	47,25	80,12	75,00	NO CUMPLE
	DOBLADORA	2	82,38	43,32	82,36	75,00	NO CUMPLE
	CORTADORA DE PLASMA	3	76,64	44,65	76,61	75,00	NO CUMPLE
Área de Torno	TORNO CARDIF	4	77,56	48,41	77,55	75,00	NO CUMPLE
	TORNO GOODWAY	5	77,70	46,17	77,69	75,00	NO CUMPLE
	FRESADORA	6	83,62	51,73	83,60	75,00	NO CUMPLE
	ESMERIL DE BANCO	7	77,25	46,72	77,30	75,00	NO CUMPLE
Área de Cerrajería	IGLITEADORA	8	81,39	48,82	81,38	75,00	NO CUMPLE
	TROZADORA	9	82,65	52,51	82,65	75,00	NO CUMPLE
Área de enrollado y pintura	FLEJADORA	10	81,13	56,77	81,10	75,00	NO CUMPLE
	COMPRESOR	11	82,54	46,34	82,52	75,00	NO CUMPLE
Exterior	EXTERIOR 1	12	71,46	50,13	71,45	75,00	SI CUMPLE
	EXTERIOR 2	13	71,93	45,60	71,91	75,00	SI CUMPLE

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

En la tabla 3-8 se muestra los niveles de presión sonora tanto para las zonas y áreas monitoreadas es así como se puede afirmar que ninguna está dentro de la normativa correspondiente, mencionando que estos valores no podrán exceder los 75,0 dBA, es sí que la codificación de color indica que zonas inciden en mayor o menor forma con la intensidad de los NPS más altos con colores en rojo y de menor intensidad con NPS más bajos con colores en naranja (Fuertes, 2016, p. 2).



**Gráfico 27-3:** Nivel de presión sonora y fondo comparado con la normativa

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

En cuanto a los niveles de presión sonora y de fondo evaluado frente a la normativa se puede observar que el MPSeq de fondo se ubica por debajo de la normativa establecida de 75 dBA respectivamente. En el caso del NPSeq se observó que la tendencia se ubicó por encima de los 80 dBA caso similar es el de Le, que dentro del rango de sus valores tuvo rangos desde los 85 dBA hasta bordear los 90 dBA, lo que indudablemente sobrepasa en varios puntos a la normativa guía dentro de este estudio, por lo cual es correcto afirmar que se está frente a una fuente indudable de contaminación ambiental, que no de ser tratada con la razón del caso influirá en la salud del trabajador por lo cual plantear un plan de mitigación es esencial para destacar la medidas que se debe tomar para la reducción de los niveles de ruido contaminantes.

### 3.6. Plan de mitigación de nivel de ruido en la Industrias Metálicas “VILEMA”

**Tabla 9-3:** Datos generales del proyecto

Nombre del proyecto	Industrias Metálicas “Vilema”	
Objetivos del proyecto	Establecer medidas que disminuyan los impactos significativos del nivel de ruido ya evaluados.	
Áreas afectadas	Zona operativa de los trabajadores y aledaños a la industria.	
Ubicación	<b>Provincia</b>	Chimborazo
	<b>Cantón</b>	Riobamba
	<b>Datum WGS 84 UTM 17S</b>	
	<b>X</b>	<b>Y</b>
	763081.399	9819741.840
Fase	Operatividad	

Razón social	Industrias Metálicas “Vilema”
Representante legal	Sra. Maricela Vilema

**Realizado por:** Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

### **3.6.1. Datos generales del proyecto**

### **3.6.2. Justificación**

Con base a los resultados obtenidos durante este estudio es correcto afirmar que cada vez es más necesario buscar mecanismos orientados a la reducción de los altos niveles de ruido sin comprometer las actividades normales generados dentro de la estudio, uno de estos mecanismo es la aplicación de un plan de mitigación la cual busca determinar las falencias que observadas dentro de esta actividad y brindar una posible solución con la única finalidad de salvaguardar la salud operacional de la gente que labora en dicha empresa, es así que este plan de mitigación está dirigido a su representante legal la Sra., Maricela Vilema, a la cual se la pone en conocimiento de los riesgos a los cuales están sujetos sus trabajadores y las medidas que debería emplear para subsanar dichas falencias.

### **3.6.3. Alcance**

El plan de mitigación posee un alcance que engloba a toda la Industria Metálica “Vilema” durante el periodo vigente del año actual, con la prioridad en la reducción de los niveles del ruido y salud del personal operador.

#### **3.6.3.1. Objetivos**

##### **General**

- Plantear una estrategia de mitigación enfocado en reducir el ruido ambiental generado por las Industrias Metálicas “Vilema”

##### **Específicos**

- Plantear posibles condiciones para que el ruido originado por la maquinaria empleada en la industria se disminuya sin afectar sus procesos y operatividad.
- Dar a conocer al personal de trabajo la importancia del uso de medidas de protección y seguridad laboral.
- Verificar el cumplimiento con la normativa ambiental vigente anexo ruido del Acuerdo Ministerial 097 A, y dentro de la metodología de medición para fuentes fijas y móviles ejemplificado en el libro VI del TULSMA- Anexo 5

### 3.6.4. Antecedentes

El monitoreo del ruido en Industrias Metálicas “Vilema” facilito determinar la presencia de contaminación acústica y de esta forma realizar un análisis para proponer diferentes medidas que ayuden a disminuir el nivel de ruido ambiental:

- En su totalidad de la maquinaria usada habitualmente presenta valores superiores a los 70 dB, siendo el área más afectada donde se realizan las actividades de operatividad.
- Ausencia de conocimiento y concientización por parte de los tragadores y autoridades de la industria.
- Estado funcional de la maquinaria debido a que presentan fallas en su función y esto genera que el nivel de ruido producido aumente.
- Otro factor que produce que la contaminación sea mayor es que Industrias Metálica “Vilema” se encuentra ubicada en la vía principal Riobamba - Guano lo cual se encuentra expuesta a ruidos generados por la circulación del transporte

### 3.6.5. Programa de mitigación de los niveles de ruido emitido por la maquinaria usada habitualmente en las actividades

**Tabla 10-3:** Programa de minimización de los niveles de ruido emitido

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIDAS DE VERIFICACIÓN	PLAZO (MESES)
<b>GENERACIÓN DE RUIDO EMITIDO POR LA MAQUINARIA DE LA INDUSTRIA.</b>	Contaminación acústica	Proveer de información mediante capacitaciones a los encargados y trabajadores de la industria sobre el uso y mantenimiento de la maquinaria para que de ese modo sea mínima la emisión de ruido.	# de capacitaciones	Registro de asistencia Y fotografías.	1 mes
		Limitar la duración y la intensidad de ruido al cual están expuestos los trabajadores.	# horas	Registro de entrada y salida de los trabajadores.	1 mes

		Implementar de protectores auditivos a los trabajadores para que disminuyan a largo plazo los daños al órgano auditivo.	# de protectores auditivos	Registro fotográfico	1 mes
		Colocar barreras de sonido como murallas de madera, metal o concreto, que forman así un obstáculo entre las fuentes de ruido.	# de barreras	Registro de colocación de material y medios fotográficos.	3 meses

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

### 3.6.6. *Recomendaciones plan de mitigación*

- Se recomienda realizar un chequeo médico auditivo anual dirigido a todas las personas que trabajan en la industria como prevención y de esta forma salvaguardar el bienestar de los trabajadores.
- Se recomienda mantener un mantenimiento anual de todas las maquinarias de la industria para su correcto funcionamiento.
- Disponer de equipos de seguridad para los trabajadores especialmente para quienes están expuestos de forma directa donde se genera el ruido y de esta forma prevenir cualquier altercado que se pudiera presentar.
- Ejecutar un plan de mitigación de riesgos laborales para que la empresa pueda estar bien encaminada y de esta forma minimizar los niveles de ruido y reducir significativamente la presión sonora deberán llevarse a cabo tal y como están presentadas en el programa expuesto para el año 2022.
- Guiar a las autoridades y trabajadores para que lleven a cabo el correspondiente cumplimiento de las actividades.

## CONCLUSIONES

- Se determinó que la maquinaria monitoreada Cortadora de puerta, Dobladora, Cortadora a plasma, Torno Carif240, Torno Goodway, Fresadora, Esmeril de banco, Igliteadora, Trozadora, Flejadora automática, Compresor fueron puntos de emisión de ruido ambiental que se encuentran por encima de la normativa ambiental vigente, así mismo los valores de niveles de presión sonora mostró un comportamiento variable donde los niveles de ruido se incrementaban a medida que dichos instrumentos entraban en contacto con alguna superficie.
- Los resultados obtenidos durante el monitoreo fueron 80.13 dB, 82.35 dB, 76.64 dB, 77.58 dB, 77.70 dB, 83.62 dB, 77.25 dB, 81.43 dB, 82.65 dB, 81.13 dB, 82.54 dB, 71.46 dB y 71.93 dB, correspondientes a la cortadora de puerta, Dobladora, Cortadora a plasma, Torno Carif240, Torno Goodway, Fresadora, Esmeril de banco, Igliteadora, Trozadora, Flejadora automática, exterior 1 y 2 se encontraron excedentes al compararse con la normativa ambiental vigente establecido durante este proyecto.
- Se concluyó que los niveles de ruido presentes en las Industrias Metálicas “Vilema” presentaron un (Npsep) de 82,49 dB valor que excede en 7 puntos a los 75 dB establecidos por la normativa, así mismo el nivel de ruido de fondo se estableció en 52,83 dB los cuales si están dentro de la normativa y no suponen un riesgo de contaminación, sin embargo, cabe resaltar que el ruido de fondo refleja valores bajos puesto que esta medición involucra que la maquinaria no está en funcionamiento.
- En base a los datos recolectados y analizados fue necesario implementar un plan de mitigación que esté encaminado a la reducción de los niveles de ruido, que pudieran llegarse a convertir en un problema de salud laboral, se estableció que los operarios deben obligatoriamente llevar insumos de protección acústica y que a cada maquinaria se realice un mantenimiento adecuado con la finalidad de reducir los niveles de presión sonora generados dentro de la industria.

## **RECOMENDACIONES**

- Realizar charlas de capacitación sobre seguridad laboral para que los trabajadores conozcan los efectos nocivos de ser expuestos a niveles de ruido excesivos.
- Entregar material de protección auditiva a cada uno de los trabajadores para mitigar el riesgo de lesiones a nivel auditivo.
- Fomentar los procesos de evaluación y monitoreo de ruido periódico para comprobar las fuentes con mayores emisiones de ruido para su posterior análisis y medida de reducción.
- Verificar el correcto funcionamiento de la maquinaria empleada dentro de las industrias metálicas Vilema.

## GLOSARIO

**Decibel (dB):** unidad logarítmica que expresa la relación entre dos variables.

**Emisión de ruido:** es la propagación del ruido realizada de una fuente o conjunto de fuentes adentro de un área delimitada, en el cual se desarrolla una actividad determinada

**Fuentes de ruido:** existen distintas fuentes de las que se genera el ruido los mismos que pueden ser de origen natural o antropogénico.

**Fuente fija:** es un elemento o conjunto de elementos que producen la emisión de ruido desde un inmueble al exterior, a través de las colindancias del predio, por el aire y/o por el suelo.

**Monitoreo:** es una actividad que consiste en medir y obtener datos en forma esquematizada de los parámetros que inciden o modifican la calidad del entorno.

**Punto crítico de ruido:** son considerados lugares que presentan altos niveles de ruido fuera de los límites permisibles, el cual es fuente de contaminación acústica por la vibración y rodamiento.

**Ruido:** sonido que es considerado desagradable ya que produce un deterioro al oído y en muchos casos interfiere en la transmisión, percepción o interpretación de un sonido sano.

**Sonómetro:** es un equipo que permite cuantificar objetivamente el nivel de presión sonora.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**ACUERDO MINISTERIAL 097-A.**, 2015. Acuerdo Ministerial 097-A, Anexos de Normativa, REFORMA LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE [en línea]. 2015. S.l.: s.n. Disponible en: <https://www.gob.ec/regulaciones/acuerdo-ministerial-097-anexos-normativa-reforma-libro-vi-texto-unificado-legislacion-secundaria-ministerio-ambiente>.

**ALENZA GARCÍA, José Francisco.** "La nueva estrategia contra la contaminación acústica y el ruido ambiental". En: Accepted: 2018-02-05T11:12:52Z [en línea], 2003, [Consulta: 30 septiembre 2022]. ISSN 0213-5795. Disponible en: <https://academica-e.unavarra.es/xmlui/handle/2454/27057>.

**BELLO, María del Carmen Martínez.** "Efectos del ruido por exposición laboral". Salud de los Trabajadores, 1995, vol. 3, no 2, pp. 93-101., ISSN 1315-0138.

**BERLANGA, Marcos D. Fernández.**, Caracterización objetiva y subjetiva del ruido industrial y diseño de una base de datos de ruido de maquinas [en línea]. (<http://purl.org/dc/dcmitype/Text>). Universidad Politécnica de Madrid,. S.l.: 2006. [Consulta: 30 septiembre 2022]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=19700>.

**CABALLERO MEDINA, Sandra Milena. et al.** "Alteraciones auditivas en trabajadores expuestos al ruido industrial de la empresa empaques industriales de Colombia S.A.S". En: Accepted: 2022-06-16T22:15:28Z [en línea], 2021, [Consulta: 30 septiembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.iberu.edu.co/handle/001/4595>.

**CANO ALOMOTO, Marcelo Elías.** "ANÁLISIS DEL RUIDO INDUSTRIAL EN LOS PUESTOS DE TRABAJO DE UN CENTRO DE REVISIÓN VEHICULAR". En: Accepted: 2017-05-23T20:27:44Z [en línea], 2016, [Consulta: 30 septiembre 2022]. Disponible en: <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/2367>.

**CARRILLO, M.S. et al.** "Reducción de ruido industrial en un proceso productivo metalmecánico: Aplicación de la metodología DMAIC de Lean Seis Sigma". Entre Ciencia e Ingeniería, 2021, vol. 15, no 30, pp. 41-48., ISSN 1909-8367. DOI 10.31908/19098367.1819.

**CHAUX ALVAREZ, Laura Maria. & ACEVEDO BUITRAGO, Baudilio.** "Evaluación de ruido ambiental en alrededores a centros médicos de la localidad Barrios Unidos, Bogotá".

Revista científica, 2019, vol. 2, no 35, pp. 234-246., ISSN 2344-8350, 0124-2253. DOI 10.14483/23448350.13983.

**CUTIÑO, Jorge Silva. et al.** "Algunas Consideraciones Sobre El Ruido Industrial Como Una Forma De Contaminación Ambiental". *Tecnología Química*, 2009a, vol. XXIX, no 2, pp. 5-9., ISSN 0041-8420, 2224-6185.

**CUTIÑO, Jorge Silva. et al.** "Algunas Consideraciones Sobre El Ruido Industrial Como Una Forma De Contaminación Ambiental". *Tecnología Química*, 2009b, vol. XXIX, no 2, pp. 5-9., ISSN 0041-8420, 2224-6185.

**DÍAZ BARRAGÁN, Edison Ernesto.** "RELACIÓN ENTRE EL RUIDO INDUSTRIAL Y LA PÉRDIDA AUDITIVA EN TRABAJADORES DE LA INDUSTRIA GRÁFICA". En: Accepted: 2018-04-05T22:04:30Z [en línea], 2018, [Consulta: 30 septiembre 2022]. Disponible en: <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/2900>.

**HERRANZ PASCUAL, Karmele. & LÓPEZ BARRIO, Isabel.,** Modelo de impacto del ruido ambiental [en línea]. S.l.: Sociedad Española de Acústica,. 2000. [Consulta: 30 septiembre 2022]. ISBN 978-84-87985-03-4. Disponible en: <https://digital.csic.es/handle/10261/6915>.

**LONDOÑO, Carlos Alberto Echeverri. & FERNÁNDEZ, Alice Elizabeth González.** "PROTOCOLO PARA MEDIR LA EMISIÓN DE RUIDO GENERADO POR FUENTES FIJAS". *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 2018, vol. 10, no 18, pp. 9.,

**LÓPEZ, Rolando Salas. & CASTILLO, Elgar Barboza.** "Evaluación del ruido ambiental en el Campus de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Perú". *INDES Revista de Investigación para el Desarrollo Sustentable*, 2016, vol. 2, no 1, pp. 88-96 Doi:10.25127/indes.201401.010., ISSN 2520-0119. DOI 10.25127/indes.20142.69.

**MANZO, Fausto E. Rodríguez.** "Ruido ambiental, comunicación y normatividad en la Ciudad de México". *Razón y Palabra* [en línea], 2015, no 91, [Consulta: 30 septiembre 2022]. ISSN , 1605-4806. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199541387021>.

**MARMOLEJO DUARTE, Carlos Ramiro. & GONZÁLEZ TAMEZ, Carlos Adrián.** "El impacto del ruido sobre la formación espacial de los valores inmobiliarios: un análisis para el mercado residencial de Barcelona". En: Accepted: 2021-03-08T07:25:46Z, *Ciudad y territorio, estudios territoriales*, 2010, vol. XLII, no 164, pp. 211-232., ISSN 2659-3254.

**MARTÍNEZ, Manuela Gómez. et al.** "Ruido industrial: efectos en la salud de los trabajadores expuestos". Revista CES Salud Pública, 2012, vol. 3, no 2, pp. 174-183., ISSN 2145-9932.

**MEDINA, Martha G. Orozco. & GONZÁLEZ, Alice Elizabeth.** "La importancia del control de la contaminación por ruido en las ciudades". Ingeniería, 2015, vol. 19, no 2, pp. 129-136., ISSN 1665-529X, 2448-8364.

**MONTIEL-LÓPEZ, María. et al.** "Prevalencia y caracterización de la pérdida auditiva en trabajadores expuestos a ruido industrial de una planta eléctrica turbogenerada en un complejo petroquímico". Investigación Clínica, 2006, vol. 47, no 2, pp. 117-131., ISSN 0535-5133.

**MORCILLO, Mariel.,** 2019. "¿Qué es una dobladora manual de lámina?". [en línea]. [Consulta: 25 agosto 2022]. Disponible en: <https://blog.laminasyaceros.com/blog/que-es-una-dobladora-de-lamina>.

**OTAMENDI, Antonio Hidalgo. et al.,** 2008. "Ruido industrial. Estrategias de mejora". Tecniacústica 2008: conferencias y comunicaciones de Acústica 2008. V Congreso Ibérico de Acústica y Tecniacústica 2008; 39.º Congreso Español de Acústica. Coimbra, Portugal. octubre, 2008, 2008 [en línea]. S.I.: Sociedad Española de Acústica, pp. 177. [Consulta: 30 septiembre 2022]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7821451>.

**PERALTA YÁNEZ, Christian Andrés.** "Prevalencia de la Pérdida Auditiva en los Trabajadores expuestos a ruido industrial en la empresa Metal Mecánica S.A.". En: Accepted: 2014-07-17T21:08:09Z [en línea], 2012, [Consulta: 30 septiembre 2022]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/7837>.

**QUINTANA MARTÍNEZ, Iván.,** Medida, análisis y control del ruido industrial [en línea]. (masters). E.T.S.I. Industriales (UPM),. S.I.: 2019. [Consulta: 30 septiembre 2022]. Disponible en: <https://oa.upm.es/65393/>.

**RIVAS, Alexander.** "Análisis y control de ruido industrial mediante aplicación de un sistema activo". En: Accepted: 2017-03-03T12:41:50Z [en línea], 2017, [Consulta: 30 septiembre 2022]. Disponible en: <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/180957>.

**RODRÍGUEZ, Carolina. et al.** "Susceptibilidad auditiva y audiometría tonal en un grupo de trabajadores expuestos a ruido". Revista Colombiana de Salud Ocupacional, 2013, vol. 3, no 3, pp. 23-27., ISSN 2322-634X.

**ROJO FUERTES, Victoria.** "El ruido en la industria". En: Accepted: 2016-09-21T09:59:13Z [en línea], 2016, [Consulta: 30 septiembre 2022]. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/19086>.

**ROMERO DUQUE, Gustavo Andrés. et al.** "Generación de mapas de ruido (industrial) desde sistemas de información geográfica. Un acercamiento desde la literatura". *Tecnura*, 2016, vol. 20, no 49, pp. 152-166., ISSN 0123-921X. DOI 10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.3.a10.

**ROMEU, J.** Atenuacion de ruido industrial de baja frecuencia mediante la tecnica de control activo de ruido [en línea]. (<http://purl.org/dc/dcmitype/Text>). Universitat Politècnica de Catalunya (UPC),. S.l.: 1999. [Consulta: 30 septiembre 2022]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=246696>.

**RUBIANES LANDÁZURI, Francisco José.** Elaboración de un mapa de ruido ambiental para determinar la ubicación más apropiada de los puntos de monitoreo para la Red Mínima de Monitoreo del Ruido Ambiental en el Distrito Metropolitano de Quito, Zonas 2: Calderón, Carapungo, Centro, Los Chillos y Tumbaco [en línea]. (Thesis). Universidad Internacional SEK,. S.l.: 2009. [Consulta: 30 septiembre 2022]. Disponible en: <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/389>.

**RUÍZ, Blás Antonio Medina. et al.** "Pérdida auditiva inducida por ruido en trabajadores expuestos en su ambiente laboral". *Anales de la Facultad de Ciencias Médicas*, 2018, vol. 51, no 1, pp. 47-56., ISSN 2313-2841.

**SEVERICHE SIERRA, Carlos Alberto. et al.** "Ruido industrial como riesgo laboral en el sector metalmecánico". *Ciencia y Salud Virtual*, 2017, vol. 9, no 1, pp. 31-41., ISSN 2145-5333. DOI 10.22519/21455333.776.

**TIMANÁ FOSSA, María del Carmen.** "Nivel de ruido ambiental en el cercado de la ciudad de Piura". En: Accepted: 2018-08-20T19:27:30Z, Universidad Nacional de Piura / UNP [en línea], 2017, [Consulta: 30 septiembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1317>.

**TORIBIO, Laura Abad. et al.** "Ruido ambiental: Seguridad y salud". *Tecnología y desarrollo*, 2011, vol. 9, no 0, pp. 31., ISSN 1696-8085.

**VECHIATTI, Nilda Susana. et al.**, Evaluación de impacto acústico en la salud de personas expuestas a ruido industrial [en línea]. S.l.: s.n. 2020. [Consulta: 30 septiembre 2022]. ISBN 978-987-834-866-7. Disponible en: <https://digital.cic.gba.gob.ar/handle/11746/10959>.

## ANEXOS

### ANEXO A: FICHAS TÉCNICAS MAQUINARIA-INDUSTRIA METALICA VILEMA

FICHA TÉCNICA						
Nombre	Cortadora de puerta (Cizalla CNC)		UBICACIÓN	Mecanización		
FABRICANTE	BAMAG CNC		SECCION	Área de maquinaria		
Marca	BAMBOE		Año de fabricación	2021		
CARACTERISTICAS GENERALES						
PESO	6500 kg	ALTO	2 m	ANCHO	2.1 m	4.25 m LARGO
CARACTERISTICAS TECNICAS			FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO			
<p>Alimentación frontal equipada con una regla y lisa en la superficie para proteger la placa en cualquier superficie.</p> <p>La regla puede ser de precisión en MM o más unidades para control de precisión y comprobación.</p> <p>Velocidad del motor principal: 1460R / MIN</p>						
<p>FUNCION</p> <p>Estas cizallas hidráulicas guiadas para chapas con galga trasera, corte y ángulo de corte controlados por CNC.</p>						
ESTADO	Funcional					

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

FICHA TÉCNICA																																										
Nombre	Dobladora de láminas CNC		UBICACIÓN	Mecanización																																						
FABRICANTE	BAMAG CNC		SECCION	Área de maquinaria																																						
Marca	BAMBOE		Año de fabricación	2021																																						
CARACTERISTICAS GENERALES																																										
PESO	6500 kg	ALTO	2.45 m	ANCHO	1,85m	3.3 m LARGO																																				
CARACTERISTICAS TECNICAS			FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Type</th> <th colspan="3">WC67Y-160TJ200</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Press Force</td> <td>Kn</td> <td></td> <td>1600</td> </tr> <tr> <td>Pressure</td> <td>Bar</td> <td></td> <td>285</td> </tr> <tr> <td>Working Length</td> <td>A</td> <td>mm</td> <td>3200</td> </tr> <tr> <td>Dist.Betw.ights</td> <td>B</td> <td>mm</td> <td>2600</td> </tr> <tr> <td>Stroke</td> <td>C</td> <td>mm</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>Distance Table/ram</td> <td>E</td> <td>mm</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>Gap</td> <td>D</td> <td>mm</td> <td>320</td> </tr> <tr> <td>Table Width</td> <td>F</td> <td>mm</td> <td>120</td> </tr> </tbody> </table>			Type	WC67Y-160TJ200			Press Force	Kn		1600	Pressure	Bar		285	Working Length	A	mm	3200	Dist.Betw.ights	B	mm	2600	Stroke	C	mm	200	Distance Table/ram	E	mm	300	Gap	D	mm	320	Table Width	F	mm	120				
Type	WC67Y-160TJ200																																									
Press Force	Kn		1600																																							
Pressure	Bar		285																																							
Working Length	A	mm	3200																																							
Dist.Betw.ights	B	mm	2600																																							
Stroke	C	mm	200																																							
Distance Table/ram	E	mm	300																																							
Gap	D	mm	320																																							
Table Width	F	mm	120																																							
<p align="center"><b>FUNCION</b></p> <p>Lleva el proceso de plegado de chapa a un nuevo nivel, aportando una eficiencia y precisión que alcanza cotas de excelencia. Partiendo de una sólida base de acero soldado, estabilizado y mecanizado.</p>																																										
ESTADO	Funcional																																									

**Realizado por:** Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

FICHA TÉCNICA																																										
Nombre	Cortadora a plasma CNC	UBICACIÓN	Mecanización																																							
FABRICANTE	BAMAG CNC	SECCION	Área de maquinaria																																							
Marca	BAMBOE	Año de fabricación	2021																																							
CARACTERISTICAS GENERALES																																										
PESO	1000 kg	ALTO	1.25 m	ANCHO	2.1m	4,25 m LARGO																																				
CARACTERISTICAS TECNICAS			FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">POWER SOURCE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Model</td><td>LGC</td></tr> <tr><td>Shield rank</td><td>IP21S</td></tr> <tr><td>Rated input voltage</td><td>3-50Hz 380V, 220V Can be required</td></tr> <tr><td>Rated input capability</td><td>9.70kA</td></tr> <tr><td>Rated output current</td><td>63-200A</td></tr> <tr><td>Rated output voltage</td><td>120V</td></tr> <tr><td>Rated duty cycle</td><td>100%</td></tr> <tr><td>Open circuit voltage</td><td>270VDC</td></tr> <tr><td>Current adjusting range</td><td>20-200A</td></tr> <tr><td>Insulation level</td><td>F</td></tr> <tr><td>Cutting thickness ( steel )</td><td>1-20mm</td></tr> <tr><td>Max cutting capability ( steel )</td><td>10mm</td></tr> <tr><td>Applying plasma air</td><td>Compressed air</td></tr> <tr><td>Work plasma gas</td><td>0.3-0.4MPa</td></tr> <tr><td>Cutting torch</td><td>200Atorch water cooling</td></tr> <tr><td>Torch cooling method</td><td>Water-cooling</td></tr> <tr><td>Air striking method</td><td>Secondary arc striking with high voltage non-contact</td></tr> </tbody> </table>			POWER SOURCE		Model	LGC	Shield rank	IP21S	Rated input voltage	3-50Hz 380V, 220V Can be required	Rated input capability	9.70kA	Rated output current	63-200A	Rated output voltage	120V	Rated duty cycle	100%	Open circuit voltage	270VDC	Current adjusting range	20-200A	Insulation level	F	Cutting thickness ( steel )	1-20mm	Max cutting capability ( steel )	10mm	Applying plasma air	Compressed air	Work plasma gas	0.3-0.4MPa	Cutting torch	200Atorch water cooling	Torch cooling method	Water-cooling	Air striking method	Secondary arc striking with high voltage non-contact				
POWER SOURCE																																										
Model	LGC																																									
Shield rank	IP21S																																									
Rated input voltage	3-50Hz 380V, 220V Can be required																																									
Rated input capability	9.70kA																																									
Rated output current	63-200A																																									
Rated output voltage	120V																																									
Rated duty cycle	100%																																									
Open circuit voltage	270VDC																																									
Current adjusting range	20-200A																																									
Insulation level	F																																									
Cutting thickness ( steel )	1-20mm																																									
Max cutting capability ( steel )	10mm																																									
Applying plasma air	Compressed air																																									
Work plasma gas	0.3-0.4MPa																																									
Cutting torch	200Atorch water cooling																																									
Torch cooling method	Water-cooling																																									
Air striking method	Secondary arc striking with high voltage non-contact																																									
<p align="center"><b>FUNCION</b></p> <p>Lleva un proceso en el cual utiliza un chorro de alta velocidad de gas ionizado (plasma), este conduce la electricidad de la antorcha al material de trabajo y calienta la pieza, incluso funde y expulsa el material lo cual produce que los cortes sean más precisos y de mejor acabado,</p>																																										
ESTADO	Funcional																																									

**Realizado por:** Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

FICHA TÉCNICA						
Nombre	Torno	UBICACIÓN		Torno		
FABRICANTE	EEUU	SECCION		Área de torno		
Marca	Carif 240 A	Año de fabricación		2019		
CARACTERISTICAS GENERALES						
PESO	800 kg	ALTO	1.25 m	ANCHO	0.6m	2.36 m LARGO
CARACTERISTICAS TECNICAS				FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO		
<p>Longitud de bancada 1.60 m. Capacidad de Volteo con pestaña 0.48 m de diametro. Velocidad Mínima 70 RPM. Velocidad Maxima 1600 RPM. Dostancia entre punto 1 m.</p>						
<p>FUNCION</p> <p>El torno convencional horizontal es una herramienta diseñada para mecanizar piezas que poseen formas geométricas. Estas máquinas hacen girar la pieza mientras varias herramientas que se encargan del corte se encargan de empujar la herramienta contra la superficie, cortándola de acuerdo con las especificaciones.</p>						
ESTADO	Funcional					

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

FICHA TÉCNICA						
Nombre	Fresadora	UBICACIÓN		Torno		
FABRICANTE	Bridgefort	SECCION		Área de torno		
Marca	Bridgefort	Año de fabricación		2019		
CARACTERISTICAS GENERALES						
PESO	800 kg	ALTO	2 m	ANCHO	1.50m	1.20 m LARGO
CARACTERISTICAS TECNICAS			FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO			
Longitud de Mesa 1 m. Longitud de cremallera 0.50 m. Cambio de velocidades con una mínima de 80 RPM y una máxima de 2720 RPM						
FUNCION						
Perforaciones en recto, inclinadas, desbaste cónico, desbaste circular						
ESTADO	Funcional 7/10 Desajuste en guias por tiempo de uso					

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

FICHA TÉCNICA						
Nombre	Torno boodway		UBICACIÓN	Torno		
FABRICANTE	Boodway Machine		SECCION	Área de torno		
Marca	Boodway		Año de fabricación	2019		
CARACTERISTICAS GENERALES						
PESO	700 kg	ALTO	1.35 m	ANCHO	0.80m	2.40 m LARGO
CARACTERISTICAS TECNICAS			FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO			
<p>Longitud de bancada 2 m. Capacidad de Volteo con pestaña 0.46 m. Velocidad Minima 33 RPM. Velocidad Maxima 2000 RPM. Dostancia entre punto 1.30 m. Motor de 3 Hp.</p>						
FUNCION						
<p>El torno convencional horizontal es una herramienta diseñada para mecanizar piezas que poseen formas geométricas. Estas máquinas hacen girar la pieza mientras varias herramientas que se encargan del corte se encarga de empujar la herramienta contra la superficie, cortándola de acuerdo con las especificaciones.</p>						
ESTADO	Funcional					

**Realizado por:** Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

FICHA TÉCNICA						
Nombre	TROZADORA		UBICACIÓN	Fabrica		
FABRICANTE	Dewalt		SECCION	Área de cerrajería		
Marca	Dewalt		Año de fabricación	2001		
CARACTERISTICAS GENERALES						
PESO		ALTO		ANCHO		LARGO
CARACTERISTICAS TECNICAS			FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO			
<p>Motor potente de 1600 Watts, 5000rpm provee mayor poder y durabilidad</p> <p>Escala de Ingletes ajustable, ofrece precisión y durabilidad</p> <p>Capacidad de Inglete de 0° - 50° izquierda y derecha para mayor versatilidad en todas aplicaciones de corte</p> <p>Diseño liviano (13,6 Kg) con empuñadura en la base para mayor comodidad al transportarse</p>						
FUNCION						
Trabajos de corte transversal de tirantes de madera, perfiles de aluminio, caños de cobre y PVCT						
ESTADO	Funcional					

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

FICHA TÉCNICA						
Nombre	Flejadora Automática	UBICACIÓN		FABRICA		
FABRICANTE	IMEV	SECCION		Área de enrollado y pintura		
Marca	Artesanal	Año de fabricación		2001		
CARACTERISTICAS GENERALES						
PESO	400 kg	ALTO	1.15 m	ANCHO	0.7m	6.65 m LARGO
CARACTERISTICAS TECNICAS				FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO		
<p>TREN DE 10 RODILLOS, Tronzadora motor banda, sistema automático. Sensores laser y magnéticos de finales de carrera. Caja de mando y control con PLC 1200 siemens. Pantalla touch HDMI. Variador de Frecuencia conectado al motor. Con tren de dos rodillos. Motor trifásico de 3 hp. Motor de caja también de 3 HP.</p>						
<p>FUNCION</p>						
<p>Cortar fleje 0,70 y 0,90 de espesor x 98 cm de ancho, canalado a los costados</p>						
ESTADO	<p>Funcional 7/10 en ocasiones se traba los rodillos</p>					

**Realizado por:** Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

FICHA TÉCNICA						
Nombre	Compresor vertical		UBICACIÓN			
FABRICANTE			SECCION	Área de enrollado y pintura		
Marca			Año de fabricación			
CARACTERISTICAS GENERALES						
PESO	100 kg	ALTO	1.70 m	ANCHO	0.40m	0.4 m LARGO
CARACTERISTICAS TECNICAS			FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO			
Tanque de 1200-130 litros de presión, motor de 3 Hp. 220 V Manómetros de presión y llenado automático a la desconexión						
FUNCION						
Incrementar la presión de un fluido. Al contrario que otro tipo de máquinas de similar función, el compresor eleva la presión de fluidos compresibles como el aire y todo tipo de gases.						
ESTADO	Funcional 6/10 no abastece al área de pintura y enrollables					

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

## ANEXO B: CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE MEDICIÓN (SONÓMETRO)

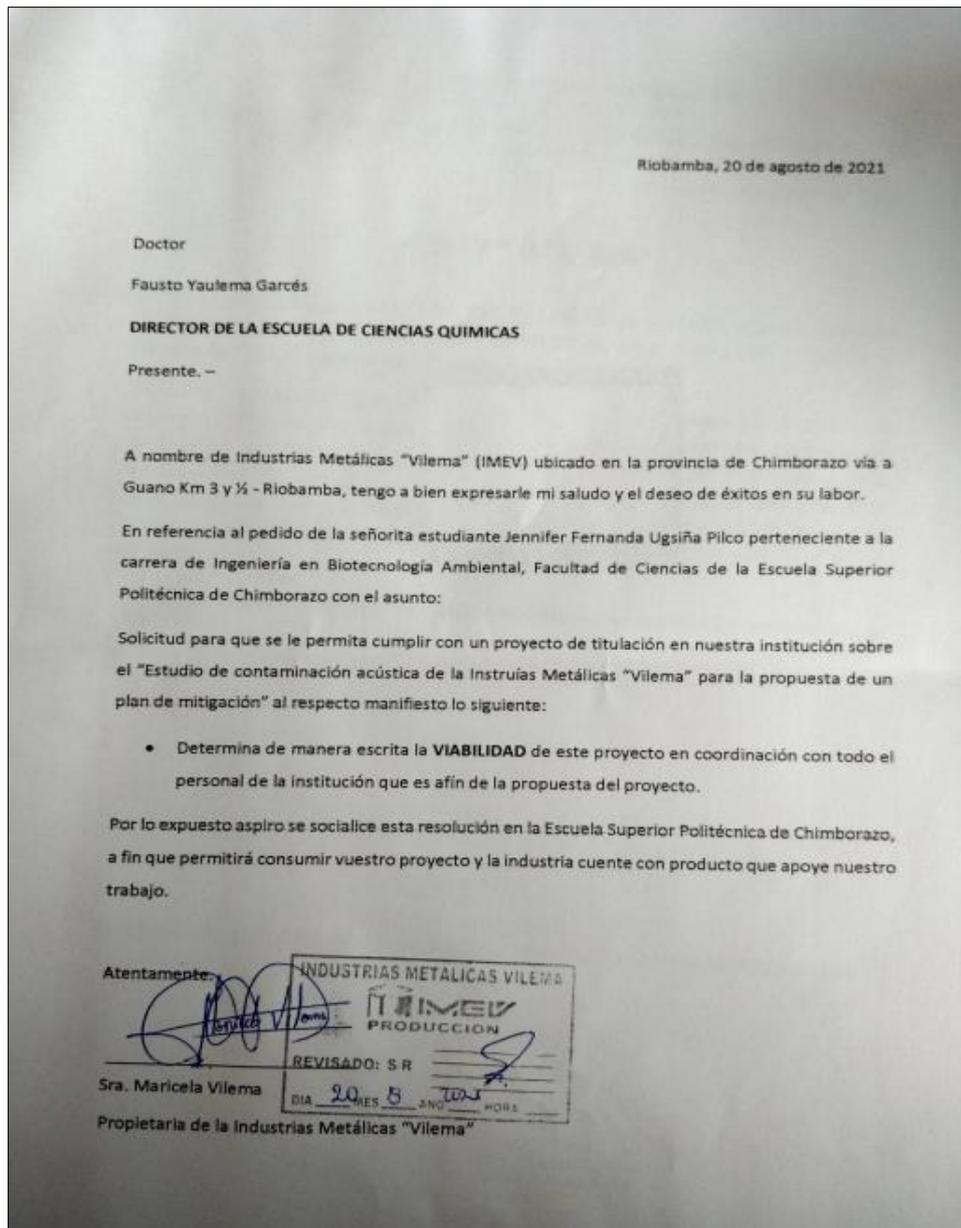
El nivel de ruido generado por la maquinaria en estudio dentro de la industria fue medido con un sonómetro MARCA DELTA SERIE HD2010UC/A. el mismo que posee las siguientes características;

Características técnicas	
Micrófono	Campo libre de media pulgada con sensibilidad de 20 mV/pa.
Accesorios	Posee pantalla antiviento, cable prolongación de máximo 10m, alimentador estabilizado e impresora térmica portátil.
Ponderación de Frecuencia	A, C, Z, para medidas RSM C y Z medidas del nivel pico
Ponderación temporales	De impulso, lento y rápido
Campo de linealidad	80dB y 141dB
Data logging espectros	
Visualización	Presenta gráficos de 128x64 pixel

Memoria de medidas	2 MB a 4 MB
Alimentación	4 baterías de 1.5V AA alcalinas o recargables
Análisis del espectro	Banda de 1/3 de octava Banda de octava

Realizado por: Ugsiña Pilco Jennifer, 2022

## ANEXO C: AVAL DE LA INDUSTRIA METÁLICAS “VILEMA”



**ANEXO D: FOTOGRAFÍAS DEL MONITOREO DEL RUIDO AMBIENTAL DEL INTERIOR Y EXTERIOR DE LA INDUSTRIA**



**Fotografía 1D: CORTADORA DE PUERTA**



**Fotografía 2D: CORTADORA A PLASMA**

Realizado por: Ugsiña, J., 2022.



**Fotografía 3D: DOBLADORA**



**Fotografía 4D: TORNO CARIF240**

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022



**Fotografía 5D: TORNO GOODWAY**



**Fotografía 6D: FRESADORA**



**Fotografía 7D: ESMERIL DE BANCO**



**Fotografía 8D: IGLITEADORA**

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022



**Fotografía 9D: FLEJADORA**



**Fotografía 10D: COMPRESOR INDUSTRIAL**

Realizado por: Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022

**ANEXO E: FOTOGRAFÍAS DEL MONITOREO DEL RUIDO DE FONDO DEL INTERIOR Y EXTERIOR DE LA INDUSTRIA**



**Fotografía 1E: CORTADORA DE PUERTAS**



**Fotografía 2E: DOBLADORA**



**Fotografía 3E: FLEJADORA**



**Fotografía 4E: COMPRESOR INDUSTRIAL**



**Fotografía 3E: TORNO GOODWAY**



**Fotografía 4C: ESMERIL DE BANCO**



**Fotografía 5E: EXTERIOR 1**



**Fotografía 6E: EXTERIOR 2**

**Realizado por:** Ugsiña Pilco, Jennifer, 2022